



**“Inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA  
341L con matrícula E-367 según el ATA 23 del manual de mantenimiento”**

Palaguachi Siguencia, Erick Giovanni

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica

Ing. Inca Yajamin, Gabriel Sebastián

24 de julio del 2023

Latacunga

## Reporte de verificación de contenidos

### Reporte de verificación de contenidos

#### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA PALAGUACHI SIGUENCIA ERICK GIOVANNY.pdf (D:172026531)
Submitted	7/12/2023 6:51:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.urkund.com

#### Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / TESIS CARRERA DANIEL.pdf Document: TESIS CARRERA DANIEL.pdf (D:76149363) Submitted by: lorenaibarra@yahoos Receiver: lorenaibarra.uta@analysis.urkund.com	EE	1
SA	TESIS TAIFE DIEGO.docx Document: TESIS TAIFE DIEGO.docx (D:63066320)	EE	1
SA	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / MONOGRAFIA COFRE TACO JOEL.pdf Document: MONOGRAFIA COFRE TACO JOEL.pdf (D:66273249) Submitted by: jc.altamiranoc@uta.edu.ec Receiver: jc.altamiranoc.uta@analysis.urkund.com	EE	3
W	URL: <a href="https://www.itu.int/es/history/Pages/ITUHistory-page-2.aspx">https://www.itu.int/es/history/Pages/ITUHistory-page-2.aspx</a> Fetched: 7/12/2023 6:51:00 PM	EE	1
W	URL: <a href="https://revistaseguridad360.com/destacados/trombo-de-seguridad/">https://revistaseguridad360.com/destacados/trombo-de-seguridad/</a> Fetched: 7/12/2023 6:51:00 PM	EE	2
W	URL: <a href="https://www.gob.ec/dgac">https://www.gob.ec/dgac</a> Fetched: 7/12/2023 6:51:00 PM	EE	1

#### Entire Document

1 Caratula "INSPECCIÓN DE 500 HORAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 341L CON MATRÍCULA E-367 SEGÚN EL ATA 23 DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO" Palaguachi Siguenza, Erick Giovanni Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Aeronáutica Ing. Inca Yajamin, Gabriel Sebastián Fecha. Latacunga

2 Reporte de verificación de contenidos

3 Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica Certificación.

4

5

6 Dedicación: Quiero dedicar el presente trabajo a mi padre Dios celestial el cual me ha bendecido con sus dones, me protegió de adversidades y ha hecho todo por mí, a mi hermanito Guillermo quien durante en todo mi crecimiento me cuidó y ha sido un gran consejero de vida. Finalmente, a mis padres y mi hermano quienes me dieron los ánimos necesarios cada día para cumplir mis metas y por su infinito apoyo incondicional en todas mis decisiones. Palaguachi Siguenza, Erick Giovanni



Ing. Inca Yajamin, Gabriel Sebastián

C.C.: 1722580329



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Certificación.**

Certifico que la monografía: “Inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 según el ATA 23 del manual de mantenimiento” fue realizada por el señor Palaguachi Siguenca, Erick Giovanni, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 24 de julio del 2023

Ing. Inca Yajamín, Gabriel Sebastián

C.C.: 1722580329



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Responsabilidad de autoría**

Yo, **Palaguachi Siguencia, Erick Giovanny**, con cédula de ciudadanía n° 0350320149, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 según el ATA 23 del manual de mantenimiento”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 24 de julio del 2023

.....  
**Palaguachi Siguencia, Erick Giovanny**

C.C.: 0350320149



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización de publicación**

Yo, **Palaguachi Sigüencia, Erick Giovanni**, con cédula de ciudadanía n° 0350320149, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 según el ATA 23 del manual de mantenimiento”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 24 de julio del 2023

**Palaguachi Sigüencia, Erick Giovanni**

C.C.: 0350320149

### **Dedicatoria**

Quiero dedicar el presente trabajo a mi padre Dios celestial el cual me ha bendecido con sus dones, me protegió de adversidades y ha hecho todo por mí, a mi hermanito Guillermo quien durante en todo mi crecimiento me cuidó y ha sido un gran consejero de vida. Finalmente, a mis padres y mi hermano quienes me dieron los ánimos necesarios cada día para cumplir mis metas y por su infinito apoyo incondicional en todas mis decisiones.

Palaguachi Siguencia, Erick Giovanny

## **Agradecimiento**

Doy gracias a Dios por bendecirme dándome los dones necesarios para cumplir mi misión, al hermanito Guillermo por ayudarme en todos los momentos difíciles. A mis padres y hermano por apoyarme en todo momento proporcionándome de los recursos esenciales para alcanzar esta meta, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por permitirme ser parte y formarme profesionalmente en prestigiosa institución. Mis gratitudes a todas aquellas personas de La brigada de Aviación Nro. 15 “Paquisha” que intervinieron durante el desarrollo de este trabajo quienes con sus conocimientos y habilidades supieron guiarme en todas las actividades, al Ing. Gabriel Inca por la capacitación y apoyo en el desarrollo del presente trabajo. Finalmente, pero no menos importante me doy gracias por haberme esforzado en ser mejor cada día y por nunca rendirme ante las dificultades.

Palaguachi Siguencia, Erick Giovanni

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación. ....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	15
Resumen.....	16
Abstract .....	17
Capítulo I: Planteamiento del problema .....	18
Tema.....	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema.....	19
Justificación e importancia .....	20
Objetivos.....	20
<i>Objetivo general</i> .....	20
<i>Objetivos específicos</i> .....	20
Alcance .....	21
Capítulo II: Marco teórico .....	22
Reseña histórica del helicóptero Gazelle y su trascendencia en el Ecuador .....	22
<i>Versiones del helicóptero Gazelle</i> .....	24

<b>Generalidades del helicóptero Gazelle SA 341L .....</b>	<b>24</b>
<i>Dimensiones .....</i>	<i>25</i>
<i>Descripción .....</i>	<i>25</i>
<i>Motor.....</i>	<i>25</i>
<i>Rango del centro de gravedad (CG) .....</i>	<i>25</i>
<i>Historial del helicóptero Gazelle SA 341 .....</i>	<i>26</i>
<b>Organismos reguladores del sistema de comunicación aeronáutica .....</b>	<b>27</b>
<i>Unión internacional de Telecomunicaciones.....</i>	<i>28</i>
<i>Características básicas de las clases de emisión .....</i>	<i>30</i>
<i>Organización de Aviación Civil Internacional.....</i>	<i>34</i>
<i>Dirección General de Aviación Civil.....</i>	<i>38</i>
<b>Preámbulo del sistema de comunicación.....</b>	<b>41</b>
<i>Principios básicos de la radio.....</i>	<i>42</i>
<i>Espectro electromagnético y su propagación .....</i>	<i>43</i>
<i>Modulación AM y FM .....</i>	<i>48</i>
<i>Receptores y transmisores .....</i>	<i>50</i>
<b>Sistema de radiocomunicación del helicóptero Gazelle SA 341L.....</b>	<b>52</b>
<i>Fuente de alimentación del equipo de comunicación.....</i>	<i>56</i>
<i>Descripción de los equipos de control de radiocomunicaciones .....</i>	<i>57</i>
<i>Principios de operación de los equipos de radio del helicóptero Gazelle.....</i>	<i>59</i>
<i>Equipo Transceiver VHF 20B .....</i>	<i>60</i>
<i>Equipo Transceiver VHF AM/FM AN/ARC-186(V).....</i>	<i>65</i>
<b>Mantenimiento en los sistemas de comunicaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>Manejo de documentos aeronáuticos para el mantenimiento .....</b>	<b>71</b>
<i>Programación recomendable de mantenimiento.....</i>	<i>72</i>

<i>Manual ATA 23 de mantenimiento del sistema de comunicaciones</i> .....	73
<i>Catálogo de piezas ilustrados</i> .....	74
<i>Manual de técnicas comunes</i> .....	75
La trazabilidad desde el nacimiento “back to birth” .....	76
<i>Trazabilidad desde el nacimiento de los equipos de comunicación</i> .....	77
Requisitos generales de seguridad .....	80
Capitulo III: Desarrollo del tema.....	83
Especificación general.....	83
Preparación de los equipos personales mínimo antes de la inspección .....	83
Adquisición de los equipos de comunicación del helicóptero Gazelle SA 341L .....	85
Tareas de mantenimiento previas a la inspección T1.....	87
Inspección de 500 horas o T1 del sistema de comunicaciones.....	93
Capitulo IV: Conclusiones y recomendaciones .....	121
Conclusiones.....	121
Recomendaciones.....	123
Glosario .....	124
Bibliografía .....	129
Anexos.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Helicóptero de evacuación Gazelle SA 341L</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Dimensiones del helicóptero Gazelle SA 341L</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Organismos encargados de la regulación de comunicaciones aeronáuticas</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>ITU</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>OACI</i> .....	34
<b>Figura 6</b> <i>DGAC</i> .....	39
<b>Figura 7</b> <i>Descripción básica del sistema de comunicación</i> .....	41
<b>Figura 8</b> <i>Onda electromagnética</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Distancia de salto</i> .....	47
<b>Figura 10</b> <i>Zona de salto</i> .....	48
<b>Figura 11</b> <i>Modulación de la amplitud</i> .....	49
<b>Figura 12</b> <i>Modulación de la frecuencia</i> .....	50
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama de un radiotransmisor</i> .....	51
<b>Figura 14</b> <i>Diagrama de un receptor superheterodino</i> .....	51
<b>Figura 15</b> <i>Sistema de intercomunicación</i> .....	52
<b>Figura 16</b> <i>Sistema de radiocomunicación</i> .....	53
<b>Figura 17</b> <i>TB 24 Instalación de sistemas de intercomunicación Composición y Localización</i> ...	56
<b>Figura 18</b> <i>Unidad de control principal</i> .....	58
<b>Figura 19</b> <i>Unidad de control de pasajeros</i> .....	59
<b>Figura 20</b> <i>Transceiver VHF 20B</i> .....	61
<b>Figura 21</b> <i>Transceiver VHF 20B, identificación de montaje</i> .....	62
<b>Figura 22</b> <i>Equipo VHF FM/AM 186 (V)</i> .....	65
<b>Figura 23</b> <i>Procesos en las tareas e inspecciones de mantenimiento</i> .....	70
<b>Figura 24</b> <i>Documentación técnica empleada durante la inspección</i> .....	71

<b>Figura 25</b> Ciclos de tiempo de mantenimiento.....	72
<b>Figura 26</b> Designación de operaciones de mantenimiento .....	73
<b>Figura 27</b> Composición básica del manual.....	74
<b>Figura 28</b> Análisis de trazabilidad de las cajas de control de audio .....	78
<b>Figura 29</b> Análisis de trazabilidad de los equipos de radio y control.....	79
<b>Figura 30</b> Equipos de protección personal .....	80
<b>Figura 31</b> Checklist de requisitos personales antes del mantenimiento.....	81
<b>Figura 32</b> Rombo de seguridad NFPA 704.....	82
<b>Figura 33</b> Desarrollo de la lista de verificación de requisitos mínimo personales.....	84
<b>Figura 34</b> Área de trabajo.....	85
<b>Figura 35</b> Acta de entrega de equipos.....	86
<b>Figura 36</b> Equipos de radio comunicación.....	87
<b>Figura 37</b> Disolvente MEK y su hoja de datos de seguridad.....	88
<b>Figura 38</b> Soporte del equipo transceiver VHF 20B y amplificador acoplador.....	88
<b>Figura 39</b> Solución anticorrosiva .....	89
<b>Figura 40</b> Aplicación de solución anticorrosiva.....	90
<b>Figura 41</b> Acoplamiento del soporte y montura de equipos de radiocomunicación.....	91
<b>Figura 42</b> Acoplamiento del soporte de montura del amplificador acoplador .....	91
<b>Figura 43</b> Finalización de la instalación de los soportes .....	92
<b>Figura 44</b> Ejecución de la instalación del soporte.....	92
<b>Figura 45</b> Denominación del cableado de intercomunicación .....	93
<b>Figura 46</b> Inspección del cableado eléctrico del sistema de intercomunicación y antenas .....	94
<b>Figura 47</b> Hoja de datos de seguridad del limpia contactos.....	95
<b>Figura 48</b> Limpieza de conectores .....	96
<b>Figura 49</b> Identificación de los módulos de conexión.....	97

<b>Figura 50</b> <i>Herramienta de extracción e inserción de contactos</i> .....	98
<b>Figura 51</b> <i>Extracción de contactos</i> .....	99
<b>Figura 52</b> <i>Herramientas utilizadas para la reparación de Jack's</i> .....	99
<b>Figura 53</b> <i>Diagrama eléctrico de conexiones Jack</i> .....	100
<b>Figura 54</b> <i>Soldadura de conexiones de los conectores Jack hembra del piloto</i> .....	101
<b>Figura 55</b> <i>Soldadura de conexiones de los conectores Jack hembra del copiloto</i> .....	102
<b>Figura 56</b> <i>Identificación de cable coaxial</i> .....	103
<b>Figura 57</b> <i>Conector coaxial y herramienta empleada</i> .....	103
<b>Figura 58</b> <i>Reparación de conexión coaxial de la antena de comunicación</i> .....	104
<b>Figura 59</b> <i>Instalación de conectores en el módulo</i> .....	105
<b>Figura 60</b> <i>Instalación de los jacks</i> .....	106
<b>Figura 61</b> <i>Instalación del transceiver VHF 20B</i> .....	107
<b>Figura 62</b> <i>Limpieza de equipos</i> .....	107
<b>Figura 63</b> <i>Equipo de control del transceiver VHF 20B</i> .....	108
<b>Figura 64</b> <i>Equipo de control de audio del piloto</i> .....	109
<b>Figura 65</b> <i>Equipo de control de audio del copiloto</i> .....	110
<b>Figura 66</b> <i>Equipo de control de audio del mecánico</i> .....	111
<b>Figura 67</b> <i>Equipo transceiver VHF 186 (V)</i> .....	112
<b>Figura 68</b> <i>Caja de conexiones de intercomunicación</i> .....	113
<b>Figura 69</b> <i>Antenas de comunicación</i> .....	114
<b>Figura 70</b> <i>Test de iluminación de los equipos de control y control de audio</i> .....	115
<b>Figura 71</b> <i>Tarjeta de registro del equipo VHF 186 (V)</i> .....	116
<b>Figura 72</b> <i>Empleo de auriculares para la prueba de audio</i> .....	116
<b>Figura 73</b> <i>Manipulación de los equipos de comunicación</i> .....	117

<b>Figura 74</b> <i>Continuación manipulación de los equipos de comunicación.....</i>	118
<b>Figura 75</b> <i>Finalización de la lista de verificación de requisitos mínimo personales.....</i>	119
<b>Figura 76</b> <i>Procedimiento de la inspección de 500 horas del sistema de comunicación.....</i>	120

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Rangos del centro de gravedad del helicóptero Gazelle SA 341L.....	26
<b>Tabla 2</b> Datos del helicóptero .....	26
<b>Tabla 3</b> Representación del ancho de banda.....	30
<b>Tabla 4</b> Característica y simbolización del primer símbolo de la clase de emisión.....	30
<b>Tabla 5</b> Característica y simbolización del segundo símbolo de la clase de emisión .....	32
<b>Tabla 6</b> Característica y simbolización del Tercer símbolo de la clase de emisión.....	32
<b>Tabla 7</b> Valores máximos de la potencia de cresta de las clases de emisión .....	34
<b>Tabla 8</b> Sub bandas VHF .....	40
<b>Tabla 9</b> Espectro electromagnético.....	43
<b>Tabla 10</b> Categoría de las radiofrecuencias.....	44
<b>Tabla 11</b> Designación de letras de las bandas de alta frecuencia.....	45
<b>Tabla 12</b> Frecuencias de radio aéreas utilizadas para la navegación .....	45
<b>Tabla 13</b> Localización e identificación de los equipos de intercomunicación.....	55
<b>Tabla 14</b> Descripción de la unidad de control principal .....	57
<b>Tabla 15</b> Descripción de la unidad de control de pasajeros .....	58
<b>Tabla 16</b> Datos del equipo VHF 20B.....	63
<b>Tabla 17</b> Datos del equipo VHF AM/FM AN/ARC-186(V) .....	66
<b>Tabla 18</b> Distribución del manual.....	73
<b>Tabla 19</b> Manejo del IPC .....	75
<b>Tabla 20</b> Organización del manual .....	76
<b>Tabla 21</b> Identificación de la herramienta de inserción .....	98

## Resumen

Por medio del presente documento de titulación se detalla las tareas y procedimientos que comprenden al programa de mantenimiento de la inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L. Dicha inspección fue ejecutada mediante el análisis de trazabilidad, empleo de herramientas adecuadas, el uso e interpretación de la documentación técnica aeronáutica emitida por el fabricante. Para mantener una aeronave en condición de aeronavegabilidad o a su vez preservar en óptimas condiciones uno de sus sistemas, son importantes los programas de mantenimiento e inspecciones periódicas ya que por medio del cumplimiento de cada tarea de mantenimiento se puede dar solución a cualquier falla del sistema e incluso se logra evitar el surgimiento de discrepancias. Por medio del empleo y síntesis de los manuales de mantenimiento se efectuó las tareas necesarias para la inspección y habilitación del sistema de comunicación e intercomunicación, además se tuvo en cuenta los equipos y normas de seguridad personal para efectuar cada tarea, posteriormente se analizó los registros de trazabilidad de cada uno de los componentes de radiocomunicación para verificar su estado de operabilidad, por medio del suministro de 28 Vdc se efectuó el test del sistema en donde se comprobó la iluminación, funcionamiento de los equipos de control así como la emisión y transmisión de los equipos de radio VHF, dicho sistema se habilitó con la finalidad de instrucción para los nuevos estudiantes de la carrera.

*Palabras clave:* Inspección del sistema de comunicaciones, programa de mantenimiento, radiocomunicación, intercomunicación, VHF.

### **Abstract**

By means of the present document of qualification details the tasks and procedures that comprise the maintenance program of the 500-hour inspection of the communications system of the Gazelle SA 341L helicopter, the inspection was carried out by means of traceability analysis, the use of appropriate tools and the use and interpretation of the analysis of traceability, the use of appropriate tools, the use and interpretation of the aeronautical technical documentation issued by the manufacturer. In order to maintain an aircraft in airworthy condition or to preserve one of its systems in optimal conditions, maintenance programs and periodic inspections are important, since by means of the compliance of each maintenance task it is possible to solve any system failure and even avoid the occurrence of discrepancies. By means of the use and synthesis of the maintenance manuals the necessary tasks for the inspection and habilitation of the communication and intercommunication system were carried out, also the equipment and personal safety norms were taken into account to carry out each task, later the traceability records of each one of the radio communication components were analyzed to verify their operability status, by means of the supply of 28 Vdc the system test was carried out where the lighting, operation of the control equipment as well as the emission and transmission of the VHF radio equipment were checked, this system was set up for the purpose of training new students in the career.

*Key words:* Communication system inspection, maintenance program, radio communication, intercommunication, VHF.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema

#### Tema

Inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L con matrícula E-367 según el ata 23 del manual de mantenimiento.

#### Antecedentes

La brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" es la encargada de las operaciones que realizan las aeronaves de las Fuerzas Armadas del Ecuador. Además, cuenta con una variedad de aeronaves aprobadas por la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador, el cual es el organismo regulador del país para las operaciones de aviación.

Entre las aeronaves utilizadas en sus operaciones se encuentran los helicópteros Gazelle SA 341, MI-171, Super Puma y LAMA. Además, el Centro de Mantenimiento de la Aviación Militar CEMAE tiene la tarea de planificar y garantizar las operaciones de apoyo al combate, rescate, transporte de carga, transbordo de mercancías peligrosas y vuelos de reabastecimiento, ya sea para el personal militar como para el personal civil, por lo que las aeronaves deben de estar en condiciones de aeronavegabilidad para cumplir con sus funciones. Sin embargo, la brigada de aviación Nro. 15 "Paquisha" posee helicópteros obsoletos que ya no están en servicio, entre los que destaca está el helicóptero Gazelle SA 341L, que es un helicóptero de fabricación francesa. El helicóptero está propulsado por un motor turbohélice Turbomeca Astazou y fue el primer helicóptero en tener una cola Fenestron en lugar de un rotor de cola convencional. El Gazelle es capaz de transportar hasta 5 pasajeros y hasta 1320 libras en el gancho de carga inferior o alternativamente hasta 1100 libras de carga en el espacio interior detrás de la cabina de 80 pies cúbicos.

El helicóptero Gazelle SA 341L será entregado a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, una vez sean culminadas las tareas de mantenimiento, para su implementación en funciones como equipo de instrucción para los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica. Por ello se ha determinado la importancia de emplear la correcta documentación técnica de cada uno de los sistemas que conforman el funcionamiento del helicóptero.

### **Planteamiento del problema**

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga se ha previsto la falta de un helicóptero para fines ilustrativo para los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica, el cual tiene como objetivo ser puesta en mantenimiento desde la base del ejército N.15 “Paquisha” a la Universidad De las Fuerzas Armadas “ESPE”, que está ubicada en el campus Belisario Quevedo.

Debido a que el helicóptero ha completado sus horas de vuelo de operatividad, junto con varios incidentes ocurridos, la aeronave “GAZELLE SA 341L” no cuenta con las condiciones mínimas para seguir operando en condiciones de aeronavegabilidad, por lo que la brigada del ejército llegó a un convenio con la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” para el traslado del helicóptero Gazelle SA 341L.

Durante el proceso de mantenimiento se desarrollará la inspección del sistema de comunicaciones del helicóptero, el cual se realizará con la ayuda de los Manuales de mantenimiento ATA 23, antes de su traslado al campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”. Al helicóptero se le ejecutaran una serie de tareas de mantenimiento, con la cual asegura que esta pueda estar en las condiciones adecuadas para que pueda cumplir su función como equipo de instrucción.

## **Justificación e importancia**

El presente trabajo tiene como objetivo principal la restauración y reparación del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L empleando el manual de mantenimiento ATA 23, ya que, debido a su condición de inoperatividad, presenta daños en sus componentes de comunicación como son las antenas, radios y equipos de intercomunicación, estos daños son producidos por el desgaste de sus equipos, humedad, entre otros factores que ayudaron a su deterioro.

La finalidad de este trabajo beneficiará a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ya que con la culminación del mantenimiento e inspección del sistema de comunicación se podrá dar paso a las tareas consecutivas para la habilitación del helicóptero Gazelle SA 341L y de esa manera pueda ser trasladada hacia las instalaciones de las Universidad de las Fuerzas Armadas campus Belisario Quevedo.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

- Efectuar la Inspección del sistema de comunicaciones (500 horas) del helicóptero Gazelle SA 341L según el ATA 23 del manual de mantenimiento.

### ***Objetivos específicos***

- Compilar la información técnica necesaria para el proceso de inspección del sistema de comunicación del helicóptero GAZELLE SA 341L.
- Ejecutar el proceso de mantenimiento e inspección de 500 horas del sistema de comunicación del helicóptero.
- Detallar los resultados obtenidos durante el proceso de inspección del sistema de comunicación del helicóptero GAZELLE SA 341L.

**Alcance**

El presente trabajo va dirigido a ejecutar el proceso de inspección y mantenimiento del sistema de comunicación de la aeronave GAZELLE SA 341L, la cual, por estado de inoperatividad necesita ser puesta en mantenimiento según la descripción antes mencionada, para su próximo traslado a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" Campus Belisario, Quevedo, con la finalidad de presentar a la universidad como equipo de instrucción.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### **Reseña histórica del helicóptero Gazelle y su trascendencia en el Ecuador**

El helicóptero Gazelle fue diseñado para desarrollar actividades de combate, antitanque, intercomunicación, reconocimiento, transporte y entrenamiento. Dicho helicóptero cuenta con una estructura en “sándwich” compuesta de carbono en forma de panel la cual se complementa entre dos placas de aleación, su tren de aterrizaje no cuenta con amortiguadores por lo que disminuye el riesgo de entrar en resonancia, el rotor principal está conformado por tres palas flexibles las cuales ayudan a la reducción de las vibraciones en la estructura, además, es considerado el primer helicóptero en utilizar un rotor antipar tipo Fenestron de 13 palas.

Este helicóptero presentaba gran fiabilidad debido a sus operaciones de mantenimiento simples y de bajo costo. Su fabricación es de origen francés y fue producido en serie en la década de los 70 por la “SNIAS” traducido del francés la Sociedad Nacional Industrial Aeroespacial en conjunto con el fabricante Westland Helicopters de Reino Unido, la mayor parte de la fabricación de este helicóptero fue destinado a países como Ecuador, Egipto, Francia, Iraq, Kenya, Líbano, Marruecos, Qatar, Senegal, Siria, Reino Unido, Yugoslavia etc.

En el año 1985 la Aviación del Ejército Ecuatoriano adquirió varios helicópteros entre ellos el Gazelle modelo SA 341 de ataque y reconocimiento, contaba con misiles antitanque Hot. Durante el conflicto de alto CENEPA de 1995 este helicóptero tuvo su primer enfrentamiento cumpliendo funciones de ataque, traslado médico y de aprovisionamiento logrando efectuar 5.000 horas extraordinarias en 11 tareas de conflicto.

En 2002 se incorporaron nuevos sistemas H-MOSP como son el de carga útil óptica electrónica estabilizada de uso múltiple para helicópteros, sensores térmicos para visión nocturna, controles manuales, grabador de video, cámaras y lentes para visión diurna, mira laser, sistemas de obtención de objetivos y visores NL 93 para visión nocturna. Todos estos sistemas incorporados tienen como finalidad aumentar la eficiencia tanto en los misiles como de los cohetes mejorando la eficacia en el impacto (Geocities, s/f).

### **Figura 1**

*Helicóptero de evacuación Gazelle SA 341L*



*Nota.* Tomado de (Geocities, s/f).

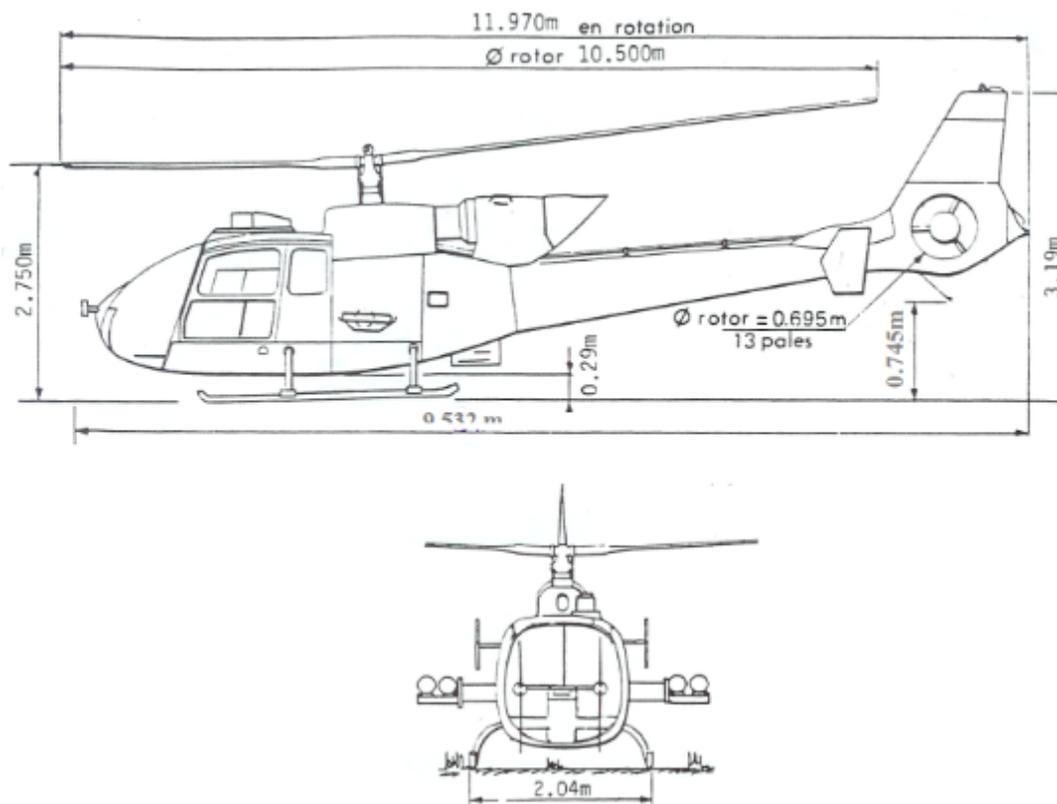
### Versiones del helicóptero Gazelle

- SA 341 B/C/D/E: Utilizado en funciones de formación y comunicación.
- SA 341F: Versión de producción para el ejército francés.
- SA 341H: Variante de exportación.
- SA 342K: SA 341F armado con motor Astazou XIVH.
- SA 342L: Variante de ataque ligero de exportación con motor Astazou XIVM.
- SA 342M: Variante mejorada de ataque a tierra para el ejército francés (Pike, 1999).

### Generalidades del helicóptero Gazelle SA 341L

#### Figura 2

Dimensiones del helicóptero Gazelle SA 341L



Nota. Tomado de (Aerospatiale, 1987)

**Dimensiones**

- Longitud: 9.53 m.
- Ancho: 2.04 m.
- Altura: 3.19 m.
- Diámetro del rotor principal: 10.50 m.
- Diámetro del rotor de cola: 0.70 m

**Descripción**

- Rotor principal: Rotor de tres palas
- Rotor de cola: Tipo Fenestron de 13 palas
- Fuselaje: Estructura convencional
- Tren de aterrizaje: Skids

**Motor**

- Planta motriz: monoturbina
- Modelo: Motores helicóptero SAFRAN (Turbomeca) 1 x modelo Astazou XIV H (EASA, 2017).

**Rango del centro de gravedad (CG)**

El centro de gravedad hace referencia al punto teórico en el que se concentra todo el peso de una aeronave, en este punto la estructura del avión entra en equilibrio tanto lateral como longitudinal, estos límites son especificados por la empresa fabricante. En la tabla 1 se indica los datos del CG del helicóptero Gazelle SA 341L (SKYbrary, 2021).

**Tabla 1**

*Rangos del centro de gravedad del helicóptero Gazelle SA 341L*

<b>Longitudinal</b>	<b>Limite desde el punto de referencia (mm)</b>	
Reglas de vuelo visual (VFR)	2.800	3.140
Reglas de vuelo instrumental (IFR)	2.800	3.070
<b>Lateral</b>	<b>Limite desde el punto de referencia (mm)</b>	
Mano izquierda (LH)	153	
Mano derecha (RH)	135	

*Nota. Tomado de (EASA, 2017).*

### **Historial del helicóptero Gazelle SA 341**

**Tabla 2**

*Datos del helicóptero*

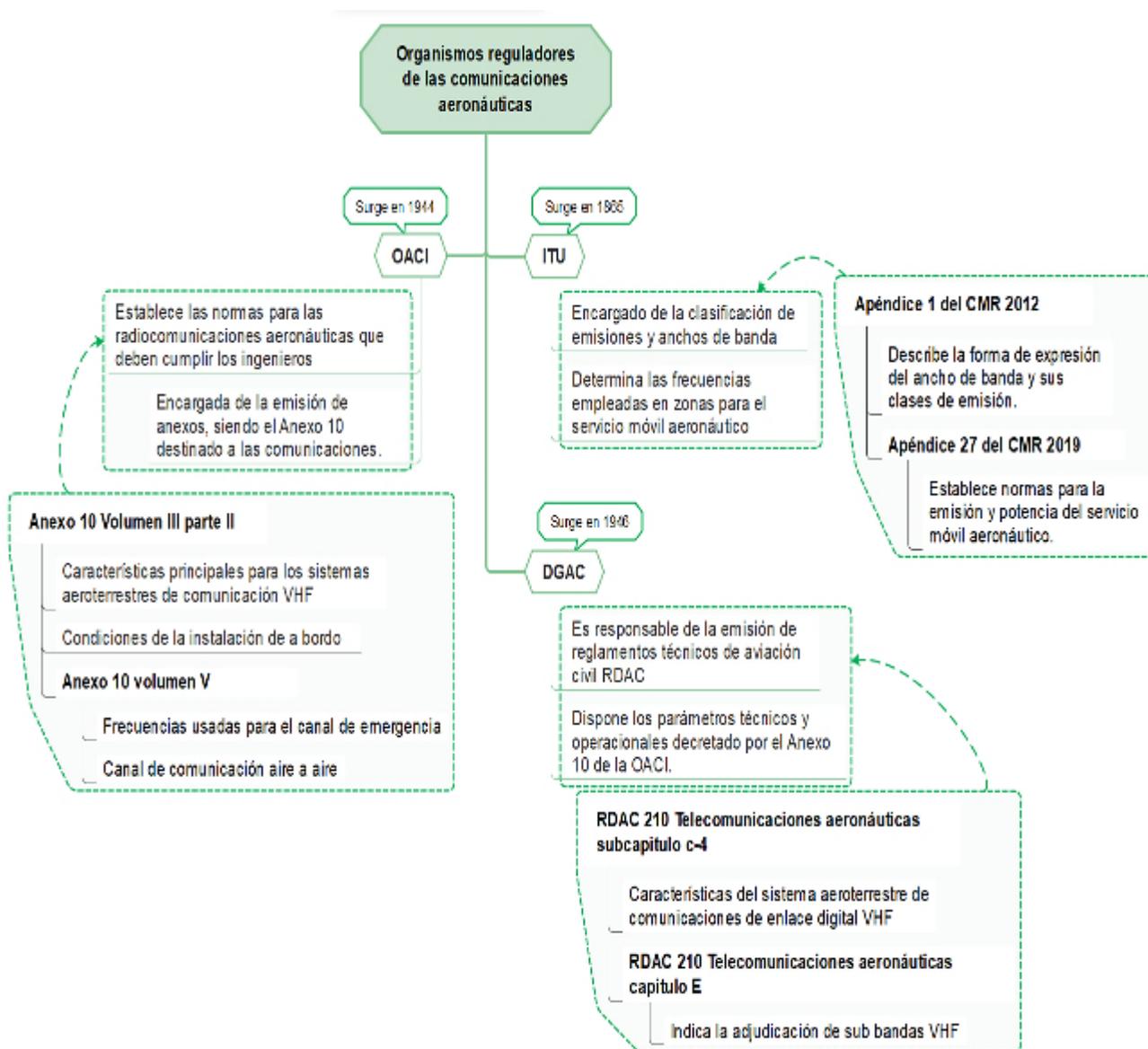
<b>Historial</b>	
<b>Fecha de fabricación</b>	Diciembre 1985
<b>Matricula</b>	E-367
<b>Serie</b>	2085
<b>Horas actuales</b>	1179 Hrs
<b>Ultimo vuelo</b>	30 de diciembre de 1997
<b>Condición</b>	Tramite de baja

*Nota. Se indica características y condiciones actuales del helicóptero Gazelle SA 341L.*

## Organismos reguladores del sistema de comunicación aeronáutica

Figura 3

Organismos encargados de la regulación de comunicaciones aeronáuticas



*Nota.* El esquema muestra las distintas reglamentaciones emitidas por los organismos encargados de la regulación de la comunicación aeronáutica.

Con el paso del tiempo la aviación se transformó en una actividad internacional, por ende, se han creado diversos organismos para el control y regulación de actividades y tramites en la aviación, estas organizaciones son las encargadas de la legislación aeronáutica, la emisión de licencias a técnicos, ingenieros, control de tráfico aéreo, fabricación de aeronaves y equipos de navegación y comunicación. También son los responsables de velar la seguridad y el cumplimiento de las leyes de aviación mediante inspecciones y exámenes (Powell, 1981).

Entre los principales organismos se encuentran: La "ITU", este es un organismo de las Naciones Unidas especializado en tecnologías de la información y comunicación; la "OACI", la cual es la encargada de enunciar las normas y reglamentos para afianzar la seguridad operacional en funciones aéreas civiles y garantizar la protección del medio ambiente; finalmente esta la "DGAC", que es la institución encargada de regular y controlar la actividad aeronáutica civil en el Ecuador.

### ***Unión internacional de Telecomunicaciones***

Este organismo nace del convenio de 20 Estados quienes se reunieron en Paris en una Conferencia Telegráfica Internacional, dichos estados firmaron el primer Convenio Telegráfico Internacional creando la Unión Telegráfica Internacional, este acontecimiento se dio en Paris el 17 de mayo de 1865 (ITU, 2023a). Debido a los inconvenientes con las conexiones internacionales, 29 países representantes realizaron la Primera Conferencia Radiotelegráfica Internacional en 1906. Producto de dicha conferencia surge el Reglamento de Radiocomunicaciones y la llamada "SOS".

Sin embargo, en 1927 por medio de la conferencia de Washington se designaron bandas de frecuencia a diversos servicios de radiocomunicaciones como son: fijo, móvil marítimo y aeronáutico, de radiodifusión, de aficionado y experimental (ITU, 2023b).

**Figura 4***ITU*

*Nota.* Tomado de (ITU, 2023c)

**Clasificación de emisiones y anchos de banda necesarios.** La ITU establece mediante el Apéndice 1 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2012 que las emisiones se designaran según su ancho de banda necesario y su clase, también, se describe la forma de expresión del ancho de banda, esto es indispensable para las radiobalizas y para los equipos de comunicación de una aeronave.

**Ancho de banda necesario.** “Según la clase de emisión, el ancho de banda de frecuencias debe ser suficiente para garantizar la transmisión de la información con calidad y a la velocidad requerida” (ITU, 2016).

Además, el ancho de banda se expresa mediante tres cifras y una letra, en donde la letra ocupa la posición de la coma decimal representando la unidad del ancho de banda. Sin embargo, las expresiones que comiencen en cero no se representaran ni por K, M o G (ITU, 2020), como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3***Representación del ancho de banda*

Denominación de ancho de banda
0,002 Hz = H002
12,5 kHz = 12K5
10MHz = 10M0
5,65 GHz = 5G65

*Nota.* Tomado de (ITU, 2020)

**Clases de emisión.** Para las clases de emisión estas se clasifican y simbolizan según sus características esenciales, las cuales son:

- Primer símbolo; Tipo de modulación de la portadora principal.
- Segundo Símbolo; Naturaleza de la señal que modula la portadora principal.
- Tercer símbolo; tipo de información que se va a transmitir.

**Características básicas de las clases de emisión****Tabla 4***Característica y simbolización del primer símbolo de la clase de emisión*

Primer símbolo	
Letra	Tipo de modulación de la portadora principal.
N	Emisión de una portadora no modulada.
A	Doble banda lateral, emisión portadora modulada.
H	Banda lateral única, portadora completa, emisión portadora modulada.

<b>Letra</b>	<b>Tipo de modulación de la portadora principal.</b>
R	Banda lateral única, portadora reducida o de nivel variable, emisión portadora modulada.
J	Banda lateral única, portadora suprimida, emisión portadora modulada.
B	Bandas laterales independientes, emisión portadora modulada.
C	Banda lateral residual, emisión portadora modulada.
F	Modulación de frecuencia, emisión portadora con modulación angular.
G	Modulación de fase, emisión portadora con modulación angular.
D	La emisión de la portadora principal puede tener modulación de amplitud y modulación angular, emisión portadora principal simultánea o por secuencia.
P	Secuencia de impulsos no modulados, emisión de impulsos.
K	Modulados en amplitud, emisión secuencia de impulsos
L	Modulados en anchura/duración, emisión secuencia de impulsos.
M	Modulados en posición/fase, emisión secuencia de impulsos.
Q	La portadora tiene modulación angular durante el periodo del impulso, emisión secuencia de impulsos.
V	Combinación de las técnicas precedentes o que se producen por otros medios, emisión secuencia de impulsos
W	La emisión es una combinación de modulación en amplitud, angular o por impulsos, portadora modulada simultáneamente o según una secuencia establecida
X	Casos no previstos, portadora modulada simultáneamente o según una secuencia establecida

*Nota.* Tomado de (ITU, 2020)

**Tabla 5**

*Característica y simbolización del segundo símbolo de la clase de emisión*

<b>Segundo símbolo</b>	
<b>Letra</b>	<b>Naturaleza de la señal que modula la portadora principal.</b>
0	Ausencia de señal moduladora.
1	Un solo canal con información cuantificada o digital, sin utilizar una subportadora moduladora.
2	Un solo canal con información cuantificada o digital, utilizando una subportadora moduladora.
3	Un solo canal con información analógica.
7	Dos o más canales con información cuantificada o digital.
8	Dos o más canales con información analógica.
9	Sistema compuesto, con uno o más canales con información cuantificada o digital, junto con uno o más canales con información analógica.
X	Casos no previstos.

*Nota.* Tomado de (ITU, 2020)

**Tabla 6**

*Característica y simbolización del Tercer símbolo de la clase de emisión*

<b>Tercer símbolo</b>	
<b>Letra</b>	<b>Tipo de información que se va a transmitir.</b>
N	Ausencia de información transmitida.
A	Telegrafía para recepción acústica.

Letra	Tipo de información que se va a transmitir.
B	Telegrafía para recepción automática.
C	Facsímil.
D	Transmisión de datos, teledata, telex.
E	Telefonía incluida la radiodifusión sonora.
F	Televisión (vídeo).
W	Combinaciones de los procedimientos anteriores.
X	Casos no previstos.

*Nota.* Tomado de (ITU, 2020)

**Clases de emisión y potencia.** Según con el Apéndice 27 emitido por la ITU revisado por la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2019 indica el Plan de adjudicación de frecuencias del servicio móvil aeronáutico (R), en donde se especifica las frecuencias que se deben utilizar en determinadas zonas para los equipos de comunicación de aeronaves, estableciendo normas tanto para la emisión como para la potencia.

**Emisión.** Para el servicio móvil aeronáutico (R) se admite la utilización de varias clases de emisión, siempre y cuando se efectúe las disposiciones aplicables a cada caso y dicha utilización no provoque interferencia a otros usuarios del canal que se emplea.

**Potencia.** Se establece que las emisiones A3E y H3E solamente se emplearán en 3.023 kHz y 5.680 kHz. Además, la potencia de cresta que se suministra a la línea de alimentación de la antena no debe superar los valores máximos descritos en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Valores máximos de la potencia de cresta de las clases de emisión*

<b>Clase de emisión</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Potencia de cresta máxima</b>
H2B, J3E, J7B, JXX A3E*, H3E*	Aeronáuticas	6 kW
Modulación - 100%	de aeronave	400 kW
Otras emisiones tales como	Aeronáuticas	1.5 kW
A1A, A1B, F1B	de aeronave	100 W

*Nota.* Tomado de (ITU, 2020)

### **Organización de Aviación Civil Internacional**

La OACI surge por medio de la cooperación entre países, esta es una agencia afiliada a las Naciones Unidas creada bajo el convenio de Chicago de 1944. A partir de la creación de este convenio la OACI es la encargada de la publicación de anexos, siendo el anexo 10 indispensable para las radiocomunicaciones aeronáuticas ya que en este se dispone las normas que deben cumplir los ingenieros de radio comunicación aeronáutica (OACI, 2023).

### **Figura 5**

*OACI*



*Nota.* Tomado de (OACI, 2023).

**Servicio móvil aeronáutico.** Conforme con el Anexo 10 en el volumen III parte II de la OACI, dispone en el capítulo 2 las principales características que debe tener los sistemas aeroterrestres de comunicación VHF, el sistema de comunicaciones HF y las condiciones de la instalación de a bordo, las cuales se deben tomar en cuenta para el correcto funcionamiento de los equipos de radiocomunicación de las aeronaves.

**Características del sistema aeroterrestre de comunicación VHF.** De acuerdo con el capítulo 2.1 de dicho anexo se describe como es la operación del sistema aeroterrestre de comunicaciones VHF el cual es empleado en el servicio internacional aeronáutico, por lo que este sistema debe cumplir con las siguientes especificaciones.

- La emisión de radiotelefonía deberá ser por ondas portadoras de doble banda lateral (DBL) en amplitud modulada a.m.
- Se empleará radiofrecuencias de la banda de 117,975-137 MHz para el servicio móvil aeronáutico internacional.
- La polarización de la emisión será vertical, hace referencia a la orientación del campo eléctrico de la onda de radio.

**Características del sistema de la instalación a bordo.** Según con en el capítulo 2.3 del anexo 10 volumen III parte II, se especifica las características que deben cumplir los equipos transmisores y receptores de radiocomunicación aeronáutica.

**Estabilidad de la frecuencia de la función transmisora.** La operación de la radiofrecuencia no debe variar más de  $\pm 0,005\%$  con respecto a la frecuencia asignada, sin embargo, cuando se establece una separación de 25 KHz entre canales la radiofrecuencia de operación no variara más de  $\pm 0,003\%$ , de igual forma con una separación de 8,33KHz entre canales la radiofrecuencia de operación no variara más de  $\pm 0,0005\%$  con respecto a la frecuencia asignada (OACI, 2016).

**Potencia de la función transmisora.** Se toma en cuenta la propagación en espacio libre a la altitud y distancia apropiadas para las condiciones de operación en las zonas donde se utilice la aeronave, por lo que la potencia efectiva tendrá una intensidad de campo de  $-120$  dBW/m<sup>2</sup>

**Modulación de la función transmisora.** El índice máximo de modulación deberá estar como máximo en 0,85.

**Estabilidad de frecuencia de la función receptora.** La radiofrecuencia de operación no pasara más de  $\pm 0,0005\%$  cuando haya una separación entre canales de 8,33 KHz.

**Sensibilidad de la función receptora.** La sensibilidad debe proporcionar una señal de salida de audio con una relación de 15 dB con una señal de radio a.m (A3E) del 50%, debido al desequilibrio de impedancia del alimentador a bordo y al cambio del diagrama polar de la antena.

**Rechazo entre canales adyacentes de la función receptora.** Dicha función debe alcanzar un rechazo entre los canales adyacentes, por lo que el oscilador local del receptor deberá tener un ruido de fase bastante bajo para evitar cualquier incapacidad del receptor de rechazar señales fuera de la onda portadora. Es indispensable un nivel de ruido de fase con una separación de onda portadora superior que  $-99$  dBc/Hz (unidad de ruido de fase) a 8,33KHz para lograr cumplir la norma de rechazo de canales adyacentes de 45dB en todas las condiciones de funcionamiento (OACI, 2016).

**Características del sistema de comunicaciones HF en Banda Lateral Única (BLU) para uso en el servicio móvil aeronáutico.** Conforme con el capítulo 2.4 del anexo 10 volumen III parte II, se especifica que el sistema BLU HF establece comunicación are-tierra, por ello este sistema es empleado en el servicio móvil aeronáutico, sin embargo, debe cumplir con ciertas especificaciones.

- El sistema BLU HF funcionara con toda frecuencia portadora de referencia que disponga del servicio móvil aeronáutico en la banda de 2,8 - 22 MHz, dando cumplimiento a la asignación de frecuencias que se apruebe para las regiones en que se vaya a dar funcionamiento el sistema.
- Los equipos funcionaran en múltiplos de 1KHz.

**Selección de banda lateral.** La transmisión de esta banda será la del lado de la frecuencia más alta de su frecuencia portadora de referencia.

**Clases de emisión y supresión de la portadora.** Se empleará una portadora suprimida de emisión clase J3E o también la J7B y J9B dependiendo del caso. Sin embargo, para las estaciones que coordinan operaciones de búsqueda y rescate que usan frecuencias de 3,023 kHz y 5,680 kHz deben utilizar emisiones de clase J3F, no obstante, se puede usar emisiones de clase A3E y H3E para establecer comunicación a servicio móvil marítimo y terrestre.

**Tolerancia de frecuencia.** La función de transmisión de las clases de emisión J3E, J7B o J9B deben tener una estabilidad de frecuencia, por ello la diferencia entre la portadora real de la transmisión y la frecuencia portadora de referencia de la BLU no debe exceder de 20 Hz para las instalaciones a bordo y para las instalaciones terrestres no pasara de 10 Hz, dichas clases de emisión de detallan en las tablas 8, 9 y10. Para la función de recepción su estabilidad de frecuencia será conforme la estabilidad de la función de transmisión, debido a que la diferencia global de frecuencia de la función de a bordo entre la terrestre, incluido la desviación producida por el efecto Doppler, no debe exceder de 45 Hz, en cambio, para las aeronaves supersónicas se admitirá una mayor diferencia de frecuencias (OACI, 2016).

**Utilización del espectro de radiofrecuencias aeronáuticas.** Para las comunicaciones aeronáuticas es indispensable tener en cuenta las frecuencias disponibles de las estaciones de

comunicación VHF. Acorde con el Anexo 10 volumen V, se indica como las frecuencias tienen su utilidad en regiones específicas e incluso algunas son empleadas bajo situaciones de emergencia.

***Frecuencias usadas para el canal de emergencia.*** En casos de emergencia se emplea el canal 121,500 MHz solamente para casos urgentes. De esta forma mientras los canales normales se emplean en otras aeronaves se habilita un canal libre entre la aeronave en emergencia y una estación terrestre, además, de esta forma se provee un canal VHF entre aeronaves y aeródromos en caso de existir percance durante el vuelo.

Se facilita un canal común de comunicación VHF entre aeronaves civiles, militares y servicios en superficie que actúen en funciones de búsqueda y rescate. Se debe tener en cuenta que la frecuencia 121,500 MHz se establece en todos los centros de control aérea y centros de información de vuelo. También se dispondrá en las torres de control de aeródromo y en las oficinas de control de aproximación que sean de utilidad a aeródromos internacionales y alternativos.

***Canal de comunicación aire a aire.*** Para la comunicación aire a aire se establece la frecuencia de 123,450 MHz para que las aeronaves puedan volar por zonas remotas y oceánicas que están fuera del alcance de las estaciones VHF terrestres (OACI, 2013).

### ***Dirección General de Aviación Civil***

Esta institución surge en 1946 y es responsable de garantizar los servicios aeronáuticos, enfocándose en la seguridad operacional aérea y mitigando los impactos al medio ambiente. También, la DGAC emite los reglamentos o regulaciones técnicas de aviación civil RDAC los cuales son necesarios para la operación de aeronaves dentro del Ecuador (DGAC, 2023).

En dichos reglamentos la RDAC 210 destinado a las telecomunicaciones aeronáuticas establece las normas que sigue la Autoridad de Aviación Civil para regular al Proveedor de los servicios de Telecomunicaciones aeronáuticas a fin de asegurar el suministro adecuado de los servicios de comunicaciones, navegación y vigilancia. Además, dispone las gestiones, parámetros técnicos y operacionales que se decreta en el Anexo 10 de la OACI.

### Figura 6

DGAC



*Nota.* Tomado de (DGAC, s/f).

#### **Características del sistema aeroterrestre de comunicaciones de enlace digital**

**VHF.** De acuerdo con la RDAC 210 subcapítulo c-4 para este sistema la polarización de las emisiones será vertical, además, entre la banda de 117,975 MHz a 137 MHz, la frecuencia más baja asignable será de 118.000 MHz mientras que la más alta es de 136.975 MHz con una separación de frecuencia de 25 kHz.

**Utilización de frecuencias VHF en la banda aeronáutica.** En el Plan de Navegación Aérea de la región Sudamericana descrita en el capítulo E de la RDAC 210 se indica la adjudicación de sub bandas VHF que se muestra en la tabla 8. Además, establece la banda de frecuencia de 117.975 - 137 MHz, teniendo en cuenta que su frecuencia más baja asignable será de 118,000 MHz y la más alta de 136, 975 MHz (DGAC, 2022).

**Tabla 8***Sub bandas VHF*

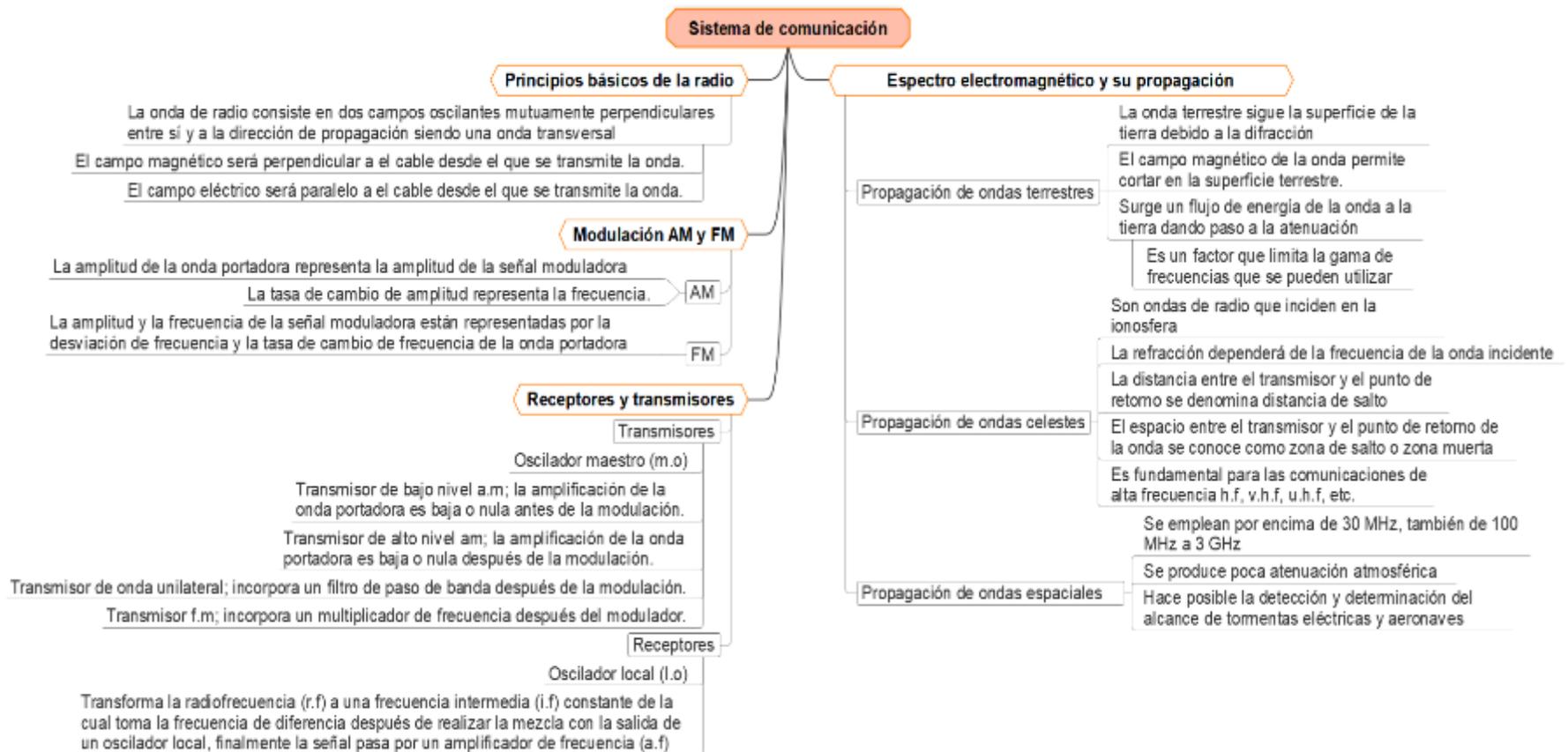
<b>Tabla de adjudicación de sub bandas VHF</b>		
<b>Sub bandas de frecuencias</b>	<b>Utilización mundial</b>	<b>Aplicación</b>
118,00 - 118,925	Nacional/internacional	TWR
119,000 -121,375	Nacional/internacional	APP
121,5	Nacional/internacional	Frecuencia de emergencia
121,60 - 121,975	Nacional/internacional	SMC
122,00 - 123,05	Nacional	--
123,1	Frecuencia auxiliar SAR	Frecuencia auxiliar SAR
123,15 - 123,675	Nacional	--
123,45	Comunicaciones aire-aire	Comunicaciones aire-aire
123,70 - 126,675	Nacional/internacional	ACC
126,70 - 127,575	Nacional/internacional	Fines generales (GP)
127,60 - 127,90	Nacional/internacional	VOLMET / ATIS
127,950 - 128,80	Nacional/internacional	ACC
128,850 -129,850	Nacional/internacional	APP
129,90 - 132,025	Nacional/internacional	AOC
132,050 -132,950	Nacional/internacional	VOLMET / ATIS
133,00 - 135,950	Nacional/internacional	ACC
136,00 - 136,875	Nacional/internacional	--
136,90 - 136, 975	Nacional/internacional	Reservada para VDL

*Nota.* Tomado de (DGAC, 2022).

## Preámbulo del sistema de comunicación

### Figura 7

Descripción básica del sistema de comunicación



Nota. Mapa de principios básicos de la comunicación.

Durante el progreso de la aviación y su aumento de tráfico aéreo se han ido implementado diversos sistemas a las aeronaves para garantizar su seguridad en vuelo, uno de estos sistemas son las radioayudas, las cuales emplean el aire para transmitir las ondas electromagnéticas. En 1910 por medio de dichos sistemas se realizó la primera transmisión de voz a un avión que volaba cerca del aeródromo de Brooklands Inglaterra mediante la propagación de las ondas de radio aire a tierra.

Cabe mencionar que de la onda de radio surge dos sistemas: la comunicación y la navegación, el primero proporciona contacto entre el aire y la tierra mientras que el último permite que la aeronave vuele con seguridad desde un punto A al punto B. En 1939 el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial dio el impulso para las mejoras en la radionavegación y en las comunicaciones aéreas implementando la comunicación de frecuencias muy altas "V.H.F" (Very High Frequency) (Powell, 1981).

### ***Principios básicos de la radio***

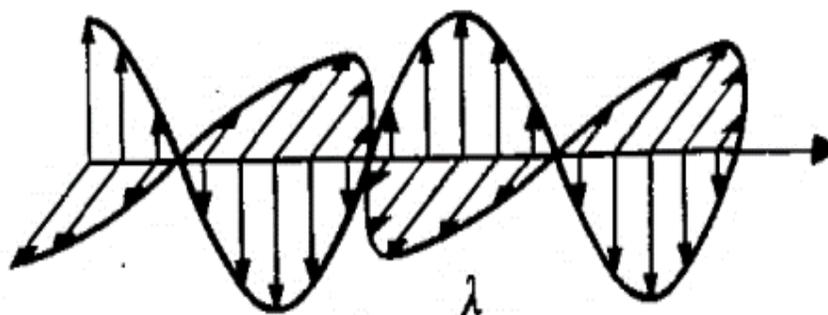
La base principal en un sistema de radio consiste en la alimentación de un cable con corriente alterna, parte de la potencia se irradiará al espacio, mientras que un cable similar paralelo y alejado del primero intercepta parte de la potencia radiada, de modo que, con un detector adecuado, se pueden medir las características de la corriente original, esta acción implica una transferencia de energía de un punto a otro mediante una onda electromagnética.

La onda consiste en dos campos oscilantes mutuamente perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación siendo una onda transversal, además, se tiene en cuenta que el campo eléctrico será paralelo a el cable desde el que se transmite la onda, mientras que el campo magnético será perpendicular. La distancia entre los picos sucesivos se conoce como longitud de onda, la velocidad y la longitud de una onda electromagnética están directamente

relacionadas por la frecuencia de la corriente alterna que genera la onda. En la figura 8 se muestra el grafico de una onda electromagnética (Powell, 1981).

**Figura 8**

*Onda electromagnética*



*Nota.* Tomado de (Powell, 1981)

### ***Espectro electromagnético y su propagación***

El espectro electromagnético abarca radiaciones de baja energía y frecuencia las cuales se propagan en ondas de longitudes extensas como son las ondas de radio, la frecuencia de este tipo de ondas es importante a la hora de diseñar una antena ya que a medida que se propaga a través de la atmosfera de la tierra dependerá de la frecuencia. En la tabla 9 se muestra la propagación de las ondas de radio en el espectro de las ondas electromagnéticas.

**Tabla 9**

*Espectro electromagnético*

<b>Hz</b>	<b>Zona</b>
$10^{25}$	Rayos C3smicos
$10^{21}$	Rayos Gama
$10^{19}$	Rayos X

Hz	Zona
$10^{17}$	Ultravioleta
$10^{18}$	Visible
$10^{14}$	Infrarrojos
$10^{11}$	Ondas de radio
$10^4$	Ondas eléctricas

*Nota.* Tomado de (Powell, 1981)

Las radiofrecuencias para la navegación aérea fueron categorizadas según su gama por un acuerdo general realizado por la "OACI" (Organización de Aviación Civil Internacional), esta categorización de la gama de frecuencias se detalla en la tabla 10, además, en la tabla 11 se muestra la designación de letras utilizadas para las bandas aproximadas para altas frecuencias de microondas, finalmente en la tabla 12 se enumera las frecuencias de radio aéreas para la navegación (Powell, 1981).

**Tabla 10**

*Categoría de las radiofrecuencias*

Nombre	Abreviación	Frecuencia
Very low frequency	V.L.F	3-30 kHz
Low frequency	L.F	30-300 kHz
Medium frequency	M.F	300-3000 kHz
High frequency	H.F	3-30 MHz
Very high frequency	V.H.F	30-300 MHz
Ultrahigh frequency	U.H.F	300-3000 MHz

<b>Nombre</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Frecuencia</b>	
Superhigh frequency	S.H.F	3-30	GHz
Extremely high frequency	E.H.F	30-300	GHz

*Nota.* Tomado de (Powell, 1981).

### **Tabla 11**

*Designación de letras de las bandas de alta frecuencia*

<b>Designación de letra</b>	<b>Rango de frecuencia (GHz)</b>
L	1-3
S	2.5-4
C	3.5-7.5
X	6-12.5
K	12.5-40
Q	33-50

*Nota.* Tomado de (Powell, 1981).

### **Tabla 12**

*Frecuencias de radio aéreas utilizadas para la navegación*

<b>Sistema</b>	<b>Banda de frecuencia</b>
Omega	10-14 kHz
NDB	190-850 kHz
HF communications	2.8-22 MHz
ILS marker beacon	74.8-75.2 MHz
ILS localizer	108-112 MHz
VOR	108-118 MHz

<b>Sistema</b>	<b>Banda de frecuencia</b>
VHF communications	118–137 MHz
ILS glide path	328.6–335.4 MHz
ELT	406 MHz
DME	960–1215 MHz
SSR	1030–1090 MHz
Primary radar (23 cm)	1215–1350 MHz
Satcom (s-E)	1525–1559 MHz
GPS	1559–1610 MHz
GLONASS	1559–1610 MHz
Satcom (E-s)	1626.5–1660.5 MHz
PSR (10 cm)	2700–3300 MHz
Radio altimeter	4200–4400 MHz
MLS	5030–5150 MHz
Air weather radar	5350–5460 MHz
Air weather radar	9345–9375 MHz
Primary radar (3 cm)	9000–9500 MHz
Air Doppler navigation	13.25–13.4 GHz
ASDE	15.4–15.7 GHz
RSMS	15.4–15.7 GHz

*Nota.* Tomado de (International Civil Aviation Organization, 2021).

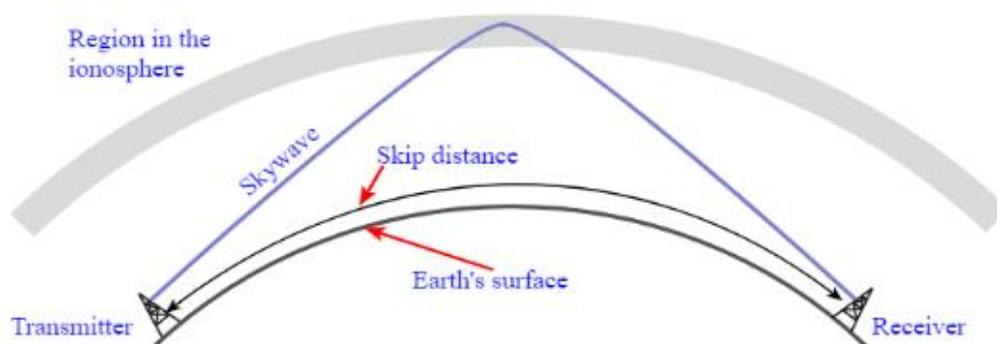
Las ondas de radio viajan en línea recta a la velocidad de la luz en el espacio libre, a este tipo de propagación se lo denomina como onda espacial. Sin embargo, existe dos modos de propagación que se utilizan en los equipos de radio aéreos como son la onda terrestre y la propagación ionosférica u onda celeste.

**Propagación de ondas terrestres.** El comportamiento de una onda terrestre se basa en seguir la superficie de la tierra debido a la difracción, este es un fenómeno asociado al movimiento ondulatorio que hace que la onda se doble alrededor de cualquier obstáculo que se le atravesase, esto se da por el campo magnético de la onda la cual permite cortar en la superficie terrestre haciendo fluir la corriente. A partir de la onda surge la energía necesaria para las corrientes, por lo que se da un flujo de energía de la onda a la tierra que provoca la atenuación. La atenuación es un factor que limita la gama de frecuencias que se pueden utilizar, por lo que cuanto mayor sea la frecuencia, la velocidad de cambio de la intensidad de campo aumentará (Powell, 1981).

**Propagación de ondas celestes.** Estas son ondas de radio que inciden en la ionosfera, esta es un conjunto de capas ionizadas ubicadas entre 50 y 500 km por encima de la superficie terrestre, en este tipo de ondas la refracción dependerá de la frecuencia de la onda incidente (Powell, 1981). Además, la distancia entre el transmisor y el punto de retorno se lo denomina como distancia de salto como se muestra en la figura 9.

### Figura 9

*Distancia de salto*

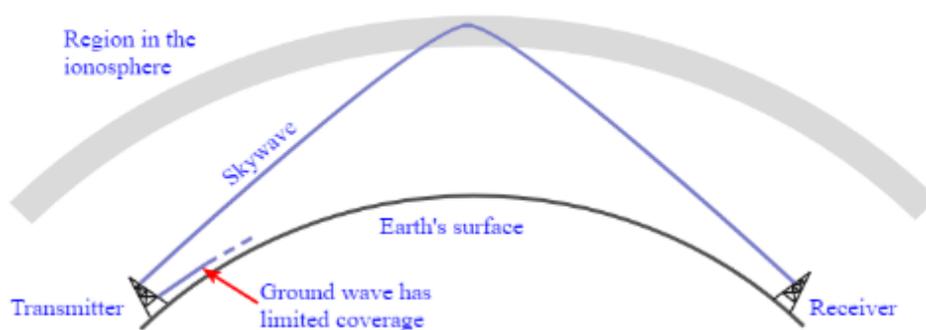


*Nota.* Tomado de (S, 2021)

Sin embargo, el espacio que existe entre el transmisor y el punto de retorno de la onda se conoce como zona de salto o zona muerta debido a que no se podrá recibir señal de radio en dicha zona (ver figura 10). La propagación de este tipo de ondas es fundamental para las comunicaciones de alta frecuencia h.f, v.h.f, u.h.f, etc. (S, 2021)

### Figura 10

#### Zona de salto



Nota. Tomado de (S, 2021)

**Propagación de ondas espaciales.** Las ondas espaciales se emplean por encima de 30 MHz, también de 100 MHz a 3 GHz, el trayecto de transmisión es muy predecible y fiable, y se produce poca atenuación atmosférica. Por encima de los 3 GHz se produce atenuación y dispersión, que se convierten en factores limitantes por encima de los 10 GHz. Estas también son llamadas como ondas de línea de vista ya que estas ondas viajan en línea recta a una velocidad conocida y tienen la característica de reflejarse en objetos por lo que hace posible la detección y determinación del alcance de tormentas eléctricas y aeronaves. (Powell, 1981)

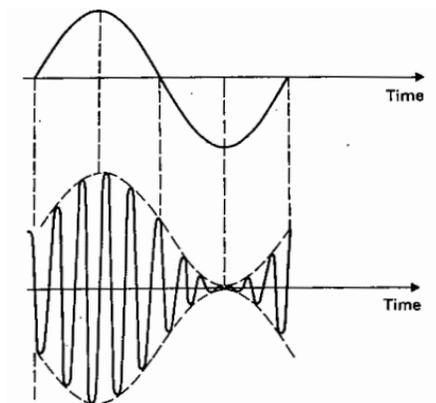
### Modulación AM y FM

Para la emisión de un mensaje se debe tomar en cuenta que la frecuencia y la amplitud son los parámetros fundamentales que transmite una señal modulada. Sin embargo, para la transmisión de información se debe de realizar algunas modificaciones de dichos parámetros

en una onda senoidal llamada también onda portadora la cual es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal moduladora, estas modificaciones se realizan por modulación de amplitud o frecuencia y también mediante modulación por impulsos como es en el caso de la transmisión en código morse. Los sistemas de comunicación aérea emplean tanto ondas portadoras de amplitud modulada a.m como las de frecuencia modulada f.m. En a.m la amplitud de la onda portadora representa la amplitud de la señal moduladora, mientras que la tasa de cambio de amplitud representa la frecuencia. Para evitar las alteraciones en las comunicaciones se toma en cuenta que en la modulación a.m influye la profundidad, siendo este el índice de modulación el cual toma valores entre 0 y 1, estos indican la ausencia de modulación y el máximo nivel permisible en un 100% respectivamente, sin embargo, la señal no tendrá que exceder el 100% de lo contrario se presentará distorsión. Sin embargo, en f.m la amplitud y la frecuencia de la señal moduladora están representadas por la desviación de frecuencia y la tasa de cambio de frecuencia de la onda portadora, en la figura 11 y 12 se muestra la modulación de amplitud y frecuencia respectivamente de una onda continua portadora con el tiempo representado en el eje horizontal. (Powell, 1981)

### Figura 11

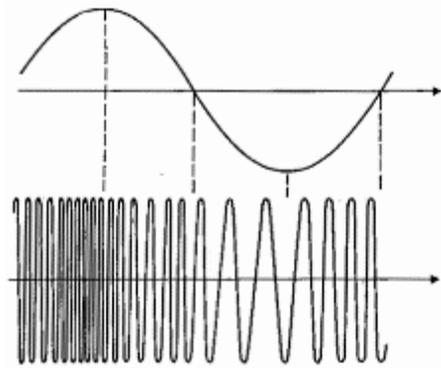
*Modulación de la amplitud*



*Nota.* Tomado de (Powell, 1981)

## Figura 12

### Modulación de la frecuencia

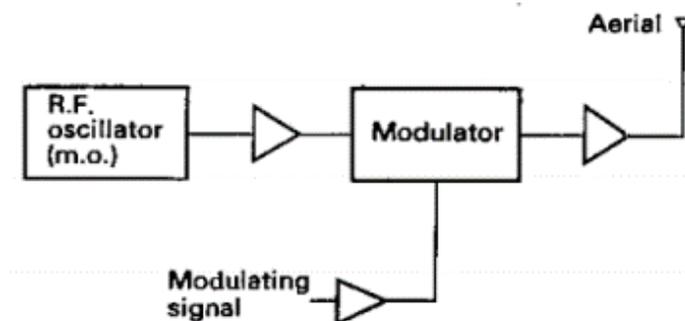


Nota. Tomado de (Powell, 1981)

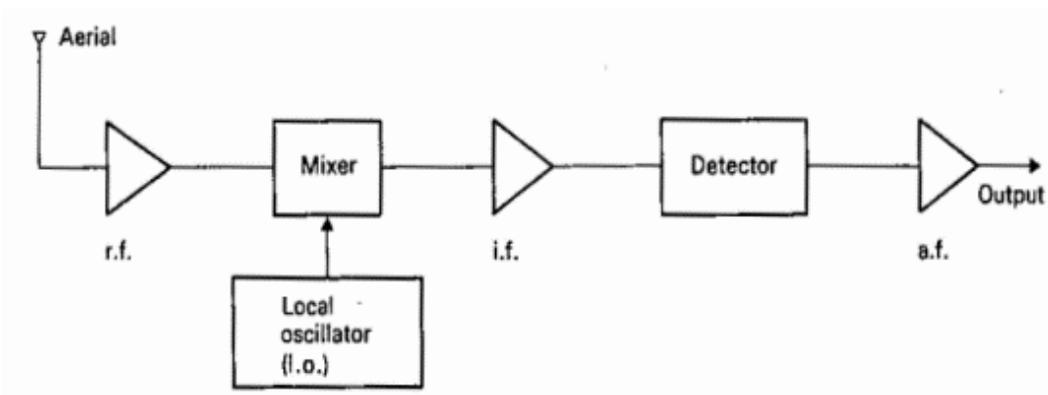
### Receptores y transmisores

Para el funcionamiento de estos equipos los osciladores de radiofrecuencia tienen que estar sintonizados a diferentes frecuencias, para ello se tiene en cuenta que el transmisor será el oscilador maestro (m.o) y el receptor el oscilador local (l.o). Los equipos de transmisión varían en distintas configuraciones, sin embargo, en la figura 13 se muestra un diagrama simplificado de un transmisor ya que estos pueden ser:

- Transmisor de bajo nivel a.m; la amplificación de la onda portadora es baja o nula antes de la modulación.
- Transmisor de alto nivel am; la amplificación de la onda portadora es baja o nula después de la modulación.
- Transmisor de onda unilateral; incorpora un filtro de paso de banda después de la modulación.
- Transmisor f.m; incorpora un multiplicador de frecuencia después del modulador.

**Figura 13***Diagrama de un radiotransmisor**Nota.* Tomado de (Powell, 1981)

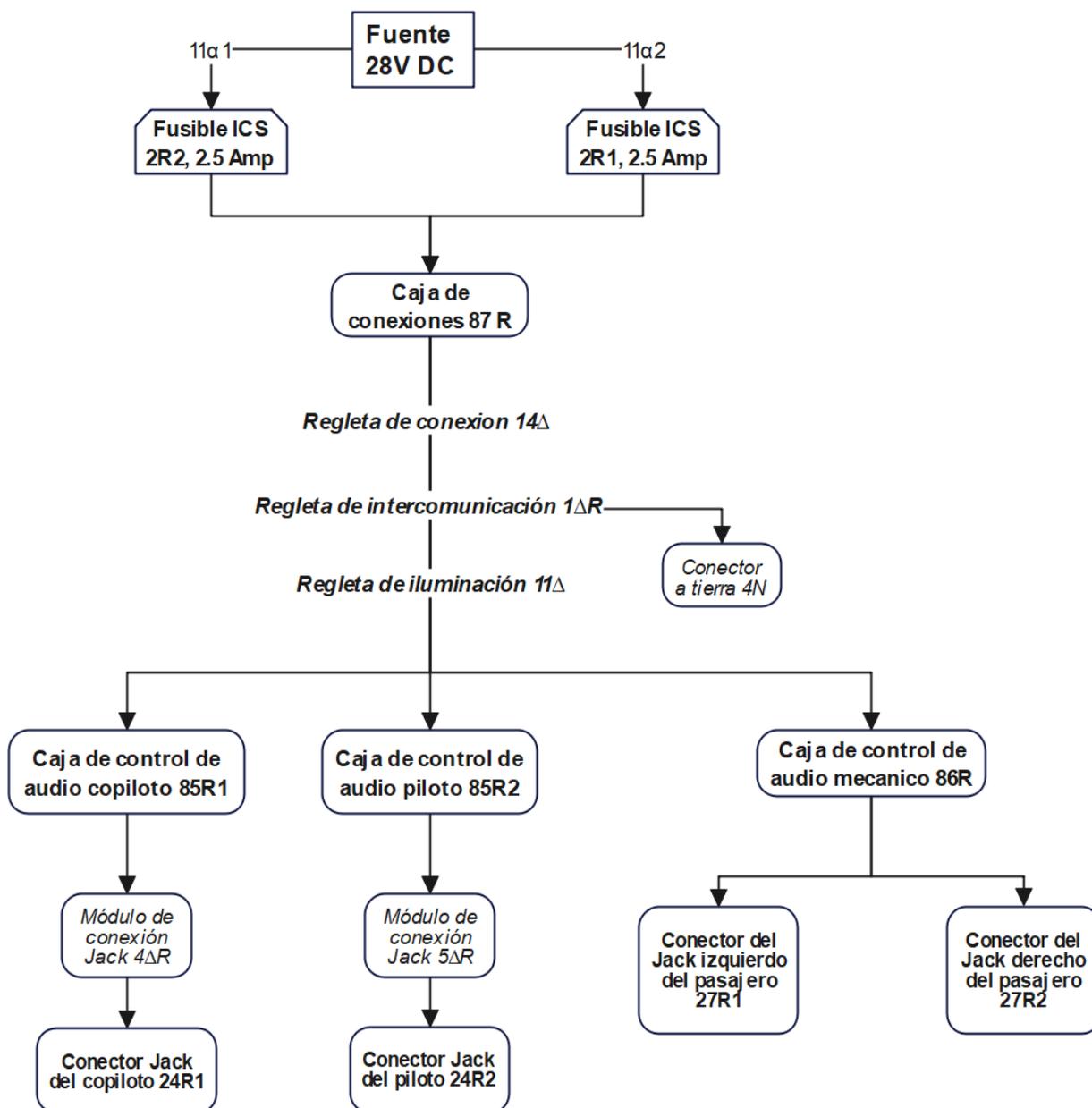
Mientras que en un receptor de configuración superheterodino como se indica en el diagrama de la figura 14 hace referencia a un equipo receptor básico de radiofrecuencia sintonizada. La principal función de este equipo es transformar la radiofrecuencia (r.f) a una frecuencia intermedia (i.f) constante de la cual toma la frecuencia de diferencia después de realizar la mezcla con la salida de un oscilador local, finalmente la señal pasa por un amplificador de frecuencia (a.f) (Powell, 1981)

**Figura 14***Diagrama de un receptor superheterodino**Nota.* Tomado de (Powell, 1981)

## Sistema de radiocomunicación del helicóptero Gazelle SA 341L

**Figura 15**

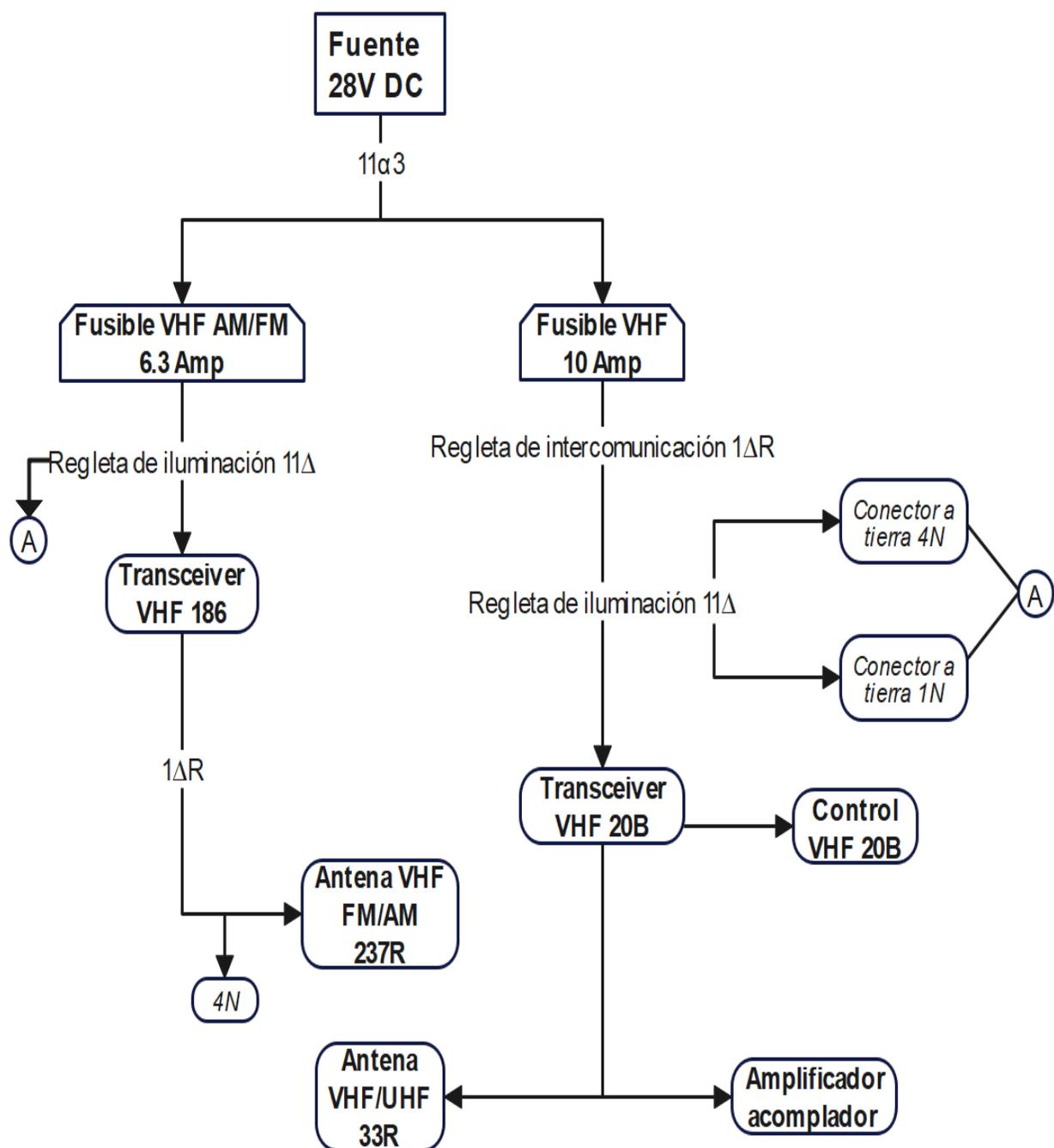
*Sistema de intercomunicación*



*Nota.* Esquema de las instalaciones del sistema de intercomunicación.

Figura 16

Sistema de radiocomunicación



Nota. Esquema de las instalaciones del sistema de radiocomunicación.

El helicóptero Gazelle está equipado con un sistema de radiocomunicación cuyas instalaciones permiten las comunicaciones por radio entre el helicóptero y las estaciones de tierra. El sistema de intercomunicación está conformado por tres unidades de control ICS con preamplificadores de estado sólido, de acuerdo con el manual de mantenimiento "MDE" ATA 23.41 la instalación que conforma el sistema de intercomunicación se identifica como TB 24 observar en el Anexo A, dichos equipos se detallan en la tabla 13 y en la figura 17.

Para la comunicación entre los miembros de la tripulación a través del interfono se lo puede realizar por tres métodos:

- Conferencia permanente, se manipula con la perilla del volumen de escucha de la unidad de control principal
- A través del switch "PTT"
- A través del canal "Llamada", pulsando el botón de control de volumen "ICS" en la unidad de control principal

Además, el helicóptero Gazelle posee equipos de radiocomunicaciones externas como son los transceiver de tipo VHF 20B y el VHF 186V los cuales funcionan por medio de la manipulación de canales:

- Canales de transmisión; cuatro canales con posibilidad de transmisión simultánea en dos canales
- Canales de recepción, diez canales seis ajustables y cuatro fijos.

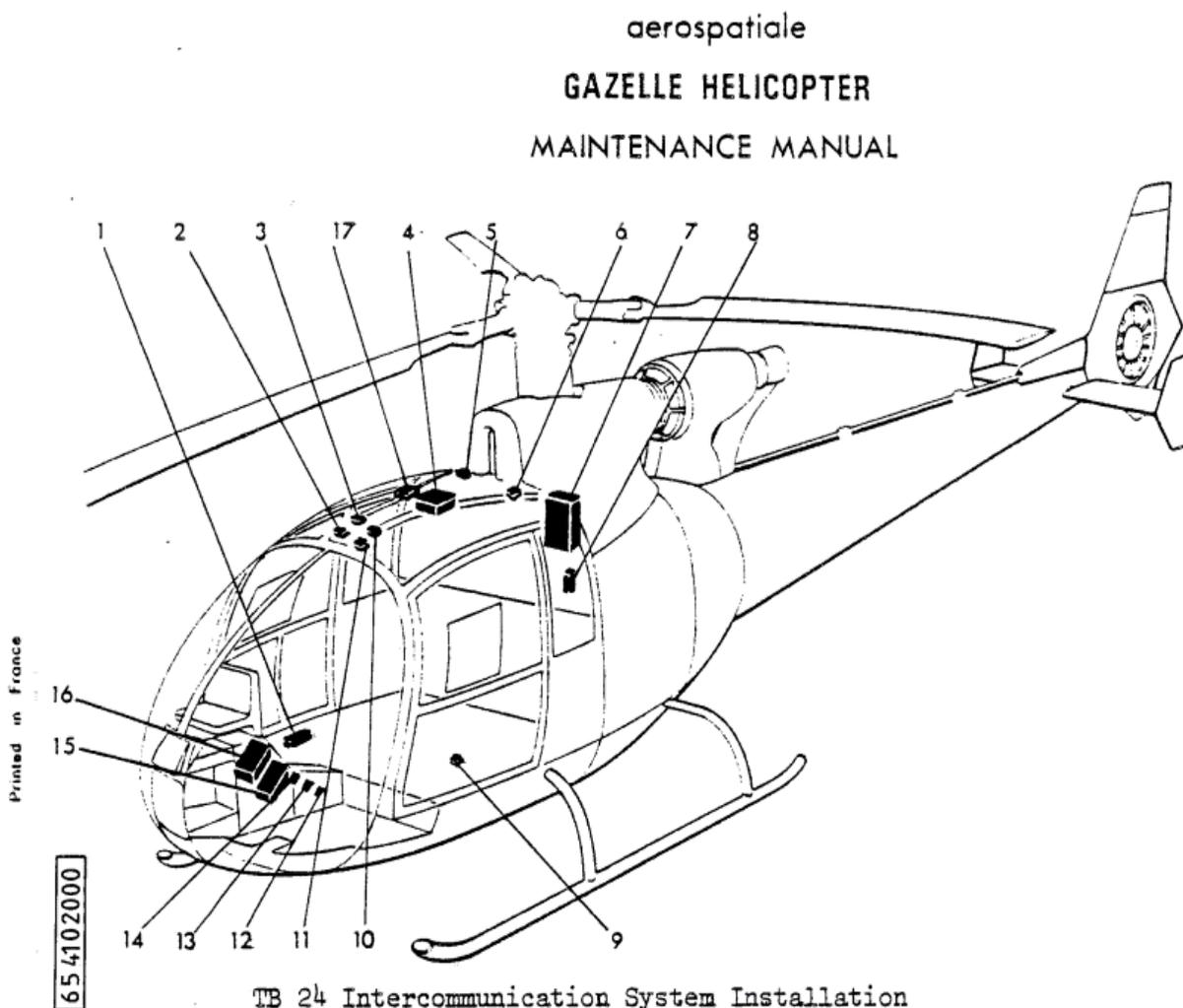
**Tabla 13***Localización e identificación de los equipos de intercomunicación*

<b>ID</b>	<b>Descripción</b>
1	Regleta de conexión 14Δ
2	Conector Jack del piloto 24R2
3	Módulo de conexión Jack del piloto 5ΔR
4	Unidad de control del pasajero 86R
5	Conector del Jack derecho del pasajero 27R2
6	Conector del Jack izquierdo del pasajero 27R1
7	Caja de conexiones 87R
8	Regleta de conexión del intercomunicador 1ΔR
9	Conector a tierra 4N
10	Módulo de conexión Jack del copiloto 4ΔR
11	Conector Jack del copiloto 24R1
12	Fusible "ICS" 2R2 (2,5A) en 11α1
13	Fusible "ICS" 2R1 (2,5A) en 11α2
14	Regleta de conexión de iluminación 11Δ
15	Panel de control del copiloto 85R1
16	Panel de control del piloto 85R2

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

Figura 17

*TB 24 Instalación de sistemas de intercomunicación Composición y Localización*



*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

### **Fuente de alimentación del equipo de comunicación**

Todos los equipos instalados en dicho sistema cumplen su operación con 22 a 32 voltios, sin embargo, a la instalación se suministra con 28 V.cc por medio de las dos cajas de fusibles 11α1 y 11α2 a través de fusibles de 2,5 amperios cada uno. La instalación completa tiene un consumo aproximado de 600 amperios.

### **Descripción de los equipos de control de radiocomunicaciones**

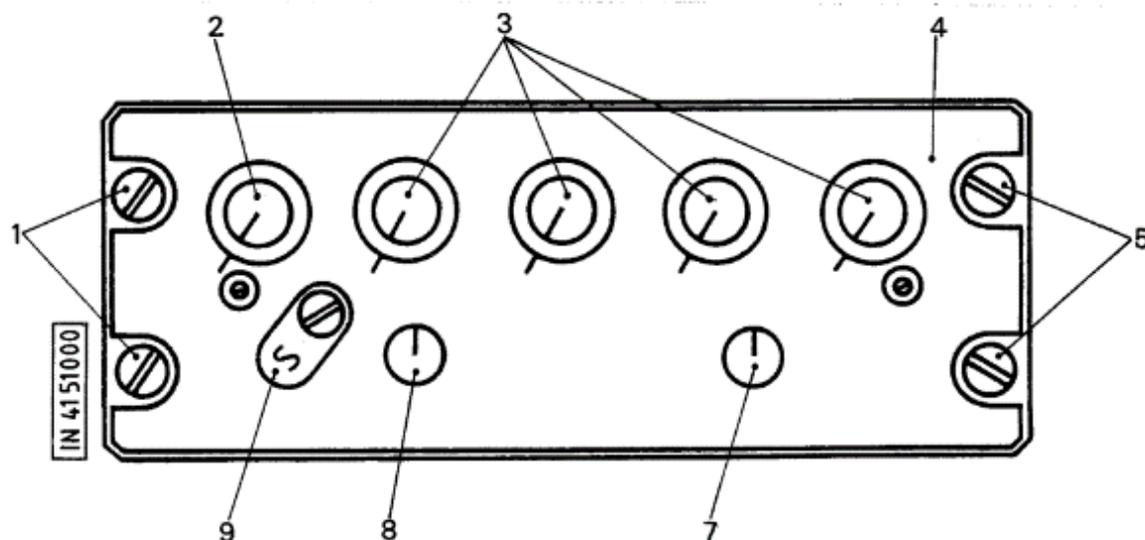
**Unidad de control principal.** La unidad de control principal es una caja rectangular de dimensiones estándar, la cual está conformada de una placa frontal en donde se encuentran los diversos controles, ver tabla 14 y figura 18.

**Tabla 14**

#### *Descripción de la unidad de control principal*

<b>Controles y características de la placa frontal</b>	<b>ID</b>
4 cierres, mecanismo DZUS	1-5
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirven para fijar la unidad, el mecanismo de estos cierres es de un cuarto de vuelta</li> </ul>	
Mando de control de canal "ICS"	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirve para ajustar el volumen de audio mediante un potenciómetro</li> <li>Se opera el canal de llamada pulsando la perilla de control.</li> </ul>	
Cuatro mandos de control del transceptor	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirven para ajustar el volumen de audio mediante potenciómetros</li> <li>Los cuatro mandos sirven para modular los transmisores correspondientes pulsando la perilla, además, es posible la transmisión simultánea en dos canales.</li> </ul>	
Placa grabada e iluminada por seis leds	4
Dos potenciómetros	7-8
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirven para ajustar el volumen de audio en dos de los seis canales del receptor</li> </ul>	
Tapa protectora	9
<ul style="list-style-type: none"> <li>Al girarla da acceso a un pasador ranurado que sirve para ajustar el nivel de disparo de la voz</li> </ul>	

*Nota.* tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

**Figura 18***Unidad de control principal*

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

**Unidad de control de pasajeros.** La unidad de control de pasajeros es una caja rectangular que al igual que la unidad principal cumple con las medidas estándar, ver tabla 15 y figura 19.

**Tabla 15**

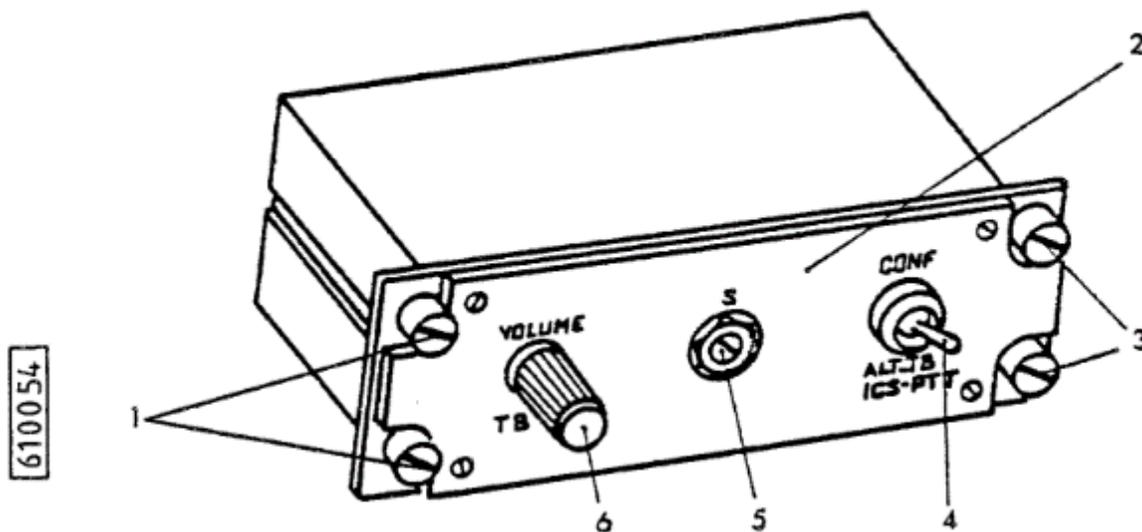
*Descripción de la unidad de control de pasajeros*

Controles y características de la placa frontal	ID
4 cierres DZUS para fijar la unidad	1-3
Una placa grabada con las marcas necesarias para el funcionamiento de la unidad.	2
Un switch selector para "conferencia" o "pulsar para hablar" (PTT).	4
Un potenciómetro ranurado para ajustar el nivel de disparo del conmutador por voz.	5
Un mando de control para ajustar el volumen del canal ICS.	6

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

Figura 19

Unidad de control de pasajeros



Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 1984).

### **Principios de operación de los equipos de radio del helicóptero Gazelle**

**Recepción.** Tras la adaptación en la caja de conexiones las señales de los canales de audio procedentes de los radiorreceptores se aplican a las entradas correspondientes de las unidades de control principales, junto con las de los canales ICS y "CALL". Tras el ajuste mediante el potenciómetro y la atenuación, las señales de audio se dirigen a la entrada del amplificador de audio. La señal de salida del amplificador de audio se envía a los auriculares a través de los transformadores de salida.

**Radiotransmisor.** El micrófono se conecta a través del transformador T1 a las entradas del preamplificador de micrófono. La señal preamplificada se aplica a la entrada del amplificador de radio correspondiente y, tras la amplificación, se selecciona en la unidad de control principal y se envía a través de los circuitos de adaptación de la caja de conexiones, al

transmisor operativo. Al pulsar el interruptor PTT, el operador activa los circuitos de control PTT que desbloquean los amplificadores de radio, mientras que, al pulsar el mando de control correspondiente, se conectan a tierra los circuitos PTT del transmisor de operación.

**Funcionamiento del ICS a través de la voz o del conmutador PTT.** El micrófono se conecta, a través del transformador T1, a la entrada del preamplificador de micrófono. La señal preamplificada se aplica a la entrada del amplificador mezclador ICS en la caja de conexiones a través de; el mando ICS en posición de reposo, por medio los circuitos de conmutación accionados por voz que incluyen, en cada canal, un amplificador con circuito de silenciamiento y conmutador ICS. En cuanto el operador habla por el micrófono, se activan los circuitos de conmutación operados por voz. El conmutador PTT manual puede utilizarse en caso de fallo de los circuitos de conmutación por voz.

**Modo de llamada.** El funcionamiento en el modo de llamada es prácticamente el mismo que en el modo PTT descrito anteriormente. La única diferencia es que la señal preamplificada pasa a través del mando de control ICS cuando se pulsa, antes de ser enviada a la entrada del amplificador de llamada en la caja de conexiones.

**Unidad de control de pasajeros.** La unidad de control del pasajero permite el uso del canal ICS en modo conferencia sólo con un circuito silenciador y control de volumen de audio. Incluye los mismos componentes que la unidad de control principal: preamplificador, amplificador y silenciador.

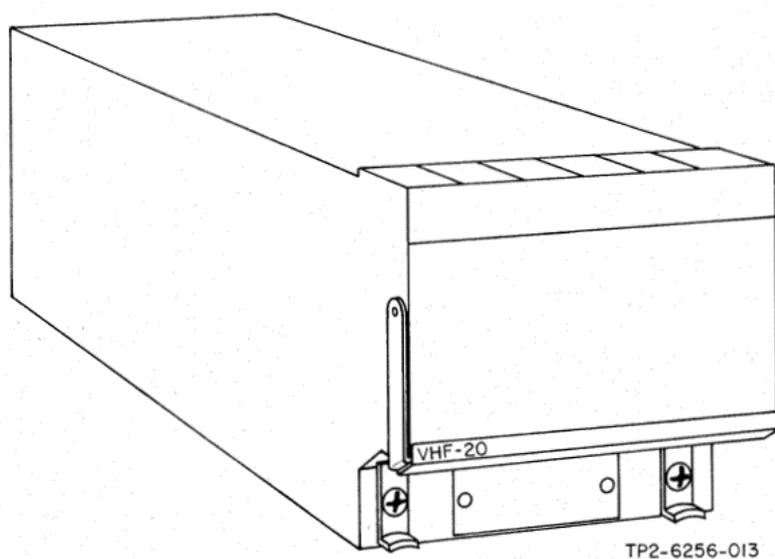
### ***Equipo Transceiver VHF 20B***

**Especificación.** El transceiver VHF 20B proporciona comunicación de voz en AM en la gama de frecuencia ampliada de 116.000 a 151.975 MHz en intervalos de 25 kHz, también, posee intervalos de banda opcionales de  $\pm 8$  kHz o  $\pm 15$  kHz, ver tabla 16.

**Descripción física.** La estructura de este equipo está construida bajo las especificaciones ATR (Air Transportation Rack), la cual establece la forma y la función del componente instalado en la aeronave, Las ATR están bajo las normas ARINC (Aeronautical Radio Inc.) las cuales especifica las dimensiones mecánicas de las unidades sustituibles en línea y sus sistemas de estructura de soporte en diferentes ubicaciones en la aeronave. Los componentes fabricados bajo esta norma ofrecen opciones de fijación mecánica, amortiguación de impactos, refrigeración y capacidad de conexión (Hartmann Electronic, 2023). Por lo que la estructura del VHF 20B está fabricado bajo la norma ARINC 3/8 ATR, de manera que sus dimensiones son perfil bajo 9.525 cm (3.750 in) máx. ancho, 8.890 cm (3.50 in) Max alto, 35.476 cm (13.9 in) más largo, con un peso de 2.54 kg, ver figura 20.

### Figura 20

*Transceiver VHF 20B*



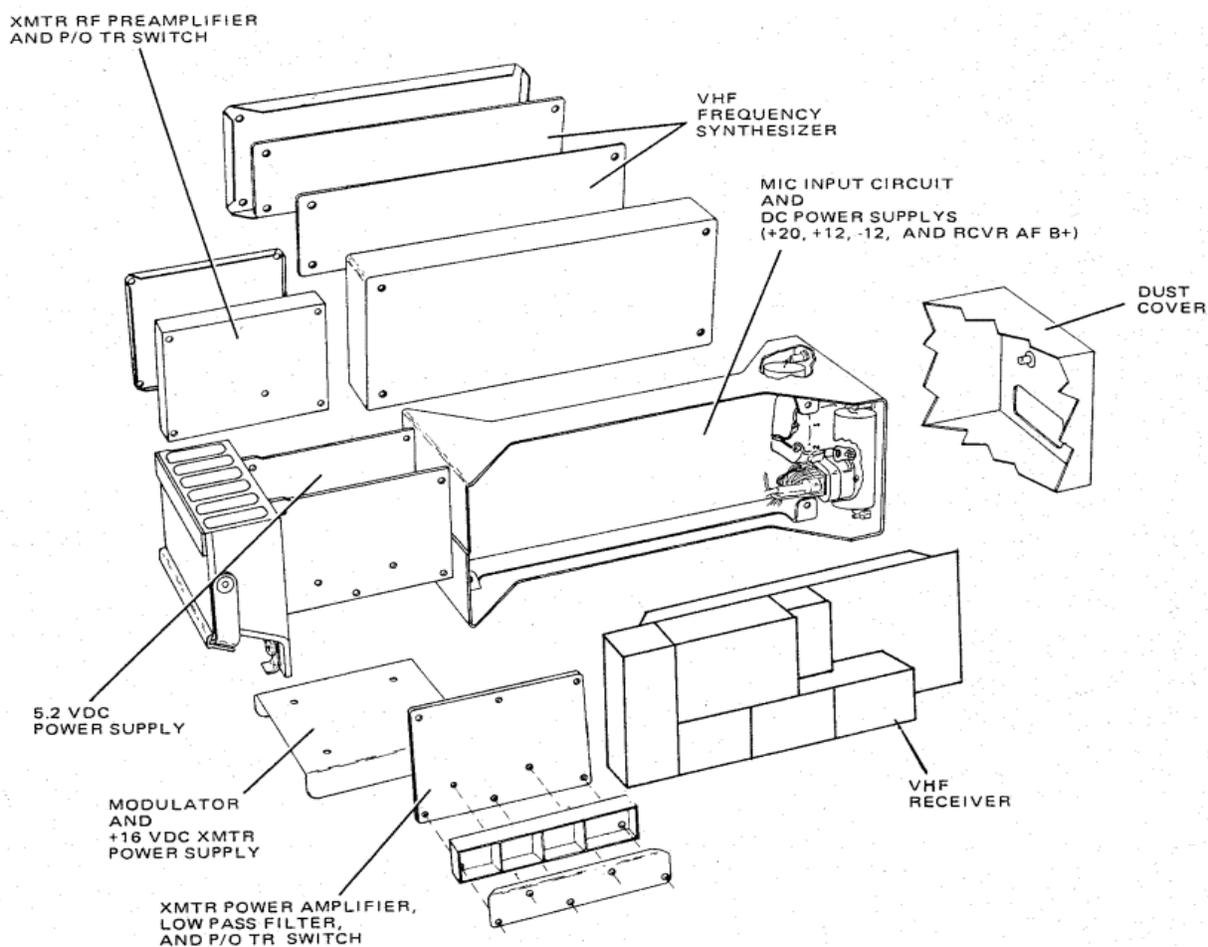
*Nota.* Tomado de(Rockwell Collins, 1987).

**Descripción mecánica.** La VHF 20A/20B se compone de subconjuntos que se montan en una estructura central. Todos los subconjuntos excepto el sintetizador son alambres rígidos

en cables colgantes. El sintetizador está construido sobre dos placas de circuito impreso multicapa. Las placas están encerradas en una caja de blindaje y se conectan a un conjunto de clavijas montado en la estructura central. El panel frontal es una pieza de aluminio fundido que forma un disipador de calor con aletas para los principales componentes disipadores de potencia. Instalado y funcionando, el VHF 20A/20B sólo requiere el panel frontal expuesto al aire ambiente para una refrigeración eficaz (Rockwell Collins, 1987), ver figura 21.

### Figura 21

*Transceiver VHF 20B, identificación de montaje*



*Nota.* Tomado de (Rockwell Collins, 1987).

**Descripción eléctrica.** El VHF 20B es un transceptor de comunicaciones de frecuencias muy altas completamente de estado sólido. Las señales de radiofrecuencia internas son generadas por un sintetizador de frecuencia digital v.h.f (Rockwell Collins, 1987).

**Salida aural del Receptor.** El amplificador de audio del receptor VHF-20A/20B es capaz de aplicar 100 milivatios de potencia de audio a una carga de 600 ohmios. Esta salida es suficiente para alimentar un sistema de audio de avión o auriculares.

**Micrófono.** El circuito de entrada del modulador VHF 20A/20B está diseñado para ser utilizado con un micrófono de carbono de 150 ohmios o equivalente para obtener una modulación nominal.

## Tabla 16

### Datos del equipo VHF 20B

Características	Especificaciones
<b>Especificaciones Eléctrica</b>	
• Requisitos de potencia	
• Tensión de alimentación	24,75 a 30,25 Vcc; 27,5 Vcc nominal.
• Corriente de recepción	0,7 Amp a 27,5 Vcc.
• Corriente de transmisión	6,5 Amp a 27,5 Vcc.
<b>Gama de frecuencias</b>	
• VHF-20B	116. 000 a 151,975 MHz.
• Estabilidad de frecuencia	± 0.0 015 %.
• Separación entre canales	25 kHz.
• Control de frecuencia	2 de 5, según ARINC 410.
• Tiempo de cambio de canal	Inferior a 50 ms.

<b>Características</b>	<b>Especificaciones</b>
• Intervalo transmisión-recepción	Inferior a 50 ms.
<b>Transmisor – modulador</b>	
• Potencia de salida Rf	20 vatios nominal; 16 vatios mínimo.
• Impedancia de salida	52 ohmios, no balanceada.
• Contenido armónico de salida	60 dB por debajo del mínimo de la portadora.
• Contenido erróneo de la salida	90 dB a partir del mínimo de la portadora.
• Capacidad de modulación	90% de modulación de amplitud (capacidad de compresión de 20 dB).
• Entrada del modulador	Entrada de micrófono de carbono 0,125 V ajustable, 150 ohmios.
• Salida de tono lateral	100 milivatios a 600 ohmios con modulación del 90%.
• Ciclo de trabajo	1 minuto de transmisión; 4 minutos de recepción.
• Nivel de ruido	50 dB por debajo de modulación 859d a 1000 Hz.
• Respuesta de audio	6 dB variación de 300 a 2500 Hz.
• Distorsión de audio	15% máx., 85% de modulación.
<b>Receptor</b>	
• Sensibilidad	6 dB
• Selectividad	<u>6 dB</u> <u>60 dB</u>
• VHF-20A/20B -001	±8 kHz min              ±17 kHz máx.
• VHF-2 0A/20B – 002	±15 kHz min              ±35 kHz máx.
• Rango “AGC” Control Automático de Ganancia	Variación máxima de 3 dB, de 5 a 200.000 µV.
• Frecuencia intermedia	20 MHz.

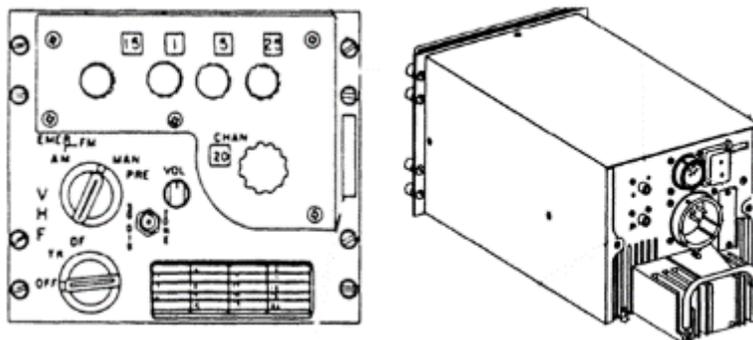
Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuesta no deseada</li> </ul>	70 dB por debajo de la señal deseada. Canal adyacente 60 dB por debajo de la señal deseada. En banda 90 dB por debajo de la señal deseada.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida de audio</li> </ul>	100 mW a 600 ohmios, balanceada.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuesta de audio</li> </ul>	Variación de 6 dB de 300 a 2500 Hz, referencia de 1000 Hz.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distorsión de audio</li> </ul>	7% máx. 30% de señal modulada.

*Nota.* Tomado de (Rockwell Collins, 1987).

### **Equipo Transceiver VHF AM/FM AN/ARC-186(V)**

#### **Figura 22**

*Equipo VHF FM/AM 186 (V)*



*Nota.* Tomado de (Department of the Army, 1986).

**Características.** Este equipo de radio proporciona comunicaciones de voz bidireccionales FM y/o AM, transmisión y recepción de voz segura de banda ancha AM o FM (modo X), también posee retransmisión cuando se instalan dos equipos de radio. Además, es capaz de proporcionar indicaciones de localización o radiogoniometría en FM, esta función está disponible con un equipo indicador adicional.

**Capacidades y especificaciones.** Este transceiver utiliza conectores y cierres de desconexión rápida para que pueda cambiar los componentes fácilmente, puede conmutarse cooperativamente AM y FM, sólo AM, o sólo FM, dispone de los canales de emergencia AM y FM. Este equipo permite al piloto seleccionar hasta 20 frecuencias preestablecidas antes o durante el vuelo, además, transmitirá y recibirá señales de radio cuando el aparato esté en modo de búsqueda, ver tabla 17.

**Ubicación y descripción de los componentes principales.** El equipo de radio consta de varios componentes. Dependiendo de la aeronave estos componentes pueden conectarse de varias maneras dependiendo de la misión, cableado, antenas, indicadores y equipo modo X.

**Operación de emergencia.** La operación de emergencia consiste en transmitir y recibir información de emergencia en frecuencias de emergencia. Las frecuencias de guardia del equipo de radio pueden cambiarse, pero normalmente son 40.500 MHz para FM y 121.500 MHz para AM. Cuando se selecciona EMER AM o FM, el equipo de radio se sintoniza automáticamente en la frecuencia de emergencia (Department of the Army, 1986).

**Tabla 17**

*Datos del equipo VHF AM/FM AN/ARC-186(V)*

Características	Especificaciones
<b>Datos eléctricos</b>	
• Gama de frecuencias	
• Transmisión/recepción AM	116 a 151,975 MHz
• AM sólo recepción	108.000 a 115,975 MHz
• Transmisión/recepción FM	30,000 a 87,975 MHz

Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación entre canales</li> <li>Canales preajustados</li> <li>Potencia de salida de transmisión</li> </ul>	<p>25 kHz</p> <p>20 con memoria electrónica</p> <p>10 vatios mínimo a una carga de 52 ohmios</p>
AM/FM	
<b>Servicio de recepción/transmisión</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Duración del ciclo</li> </ul>	5 minutos recepción, 1 minuto transmisión
<b>Modulación del transmisor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>AM de banda estrecha</li> <li>Modo X</li> <li>FM de banda estrecha</li> <li>Modo X</li> </ul>	<p>80% mínimo con 0,39 Vrms, entrada de audio de 1000 Hz</p> <p>80% mínimo con 3,54 Vrms, entrada de audio de 1000 Hz</p> <p>Desviación de <math>\pm 5</math> kHz con 0,39 Vrms, entrada de audio de 1000 Hz</p> <p><math>\pm 5</math> kHz de desviación con 3,45 Vrms, 1000 Hz de entrada de audio</p>
<b>Sensibilidad del receptor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>AM</li> <li>FM</li> </ul>	<p>6 <math>\mu</math>V terminados o 3 <math>\mu</math>V, frecuencia portadora modulada al 30% con 1000 Hz, producirá una relación de señal de 10 dB</p> <p>1,5-<math>\mu</math>V terminada o 0,7-<math>\mu</math>V, portadora frecuencia, desviada <math>\pm 5</math> kHz con 1000 Hz, producirá una relación de señal de 10 dB</p>
<b>Selectividad del receptor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Banda estrecha. No más de:</li> <li>Banda ancha. No más de:</li> </ul>	<p>-6 dB por debajo de <math>\pm 9,5</math> kHz de la frecuencia central</p> <p>-60 dB por debajo de <math>\pm 17,5</math> kHz de la frecuencia central</p> <p>-6 dB por debajo de <math>\pm 18</math> kHz de la frecuencia central</p> <p>-60 dB por debajo de <math>\pm 45</math> kHz de la frecuencia central</p>

Características	Especificaciones
<b>Ancho de banda de audio del receptor y del transmisor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Banda estrecha</li> <li>Banda ancha</li> <li>Radiogoniometría</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300 a 3200 Hz</li> <li>19 a 14.000 Hz</li> <li>10 a 7000 Hz</li> </ul>
<b>Salida de audio del receptor</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Banda estrecha</li> <li>Modo X</li> <li>Retransmisión</li> <li>Búsqueda</li> <li>Distorsión de audio de recepción</li> <li>Transmisión de audio sidetone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,5 a 3,0 Vrms en una carga de 150 ohmios con el control VOL totalmente en el sentido de las agujas del reloj.</li> <li>No menos de 1,9 Vrms</li> <li>2.38 a 3.15 Vrms</li> <li>No menos de 1,9 Vrms</li> <li>12,5% máximo</li> <li>0,93 a 1,57 Vrms</li> </ul>
<b>Tensiones de funcionamiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Normal</li> <li>Emergencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>24 a 33 Vcc</li> <li>18 Vcc</li> </ul>
<b>Corrientes de funcionamiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recepción</li> <li>Transmisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0,75 Amp normal, 1,5 Amp máximo</li> <li>5 Amp normal, 4,5 Amp máximo</li> </ul>

*Nota.* Tomado de (Department of the Army, 1986)

### **Mantenimiento en los sistemas de comunicaciones**

Es esencial realizar los procesos de mantenimiento (ver figura 23) en los equipos de comunicación y sus instalaciones, estos procedimientos se realizan con el fin de mantener la fiabilidad en los componentes, prevenir fallas graduales y conservar las características

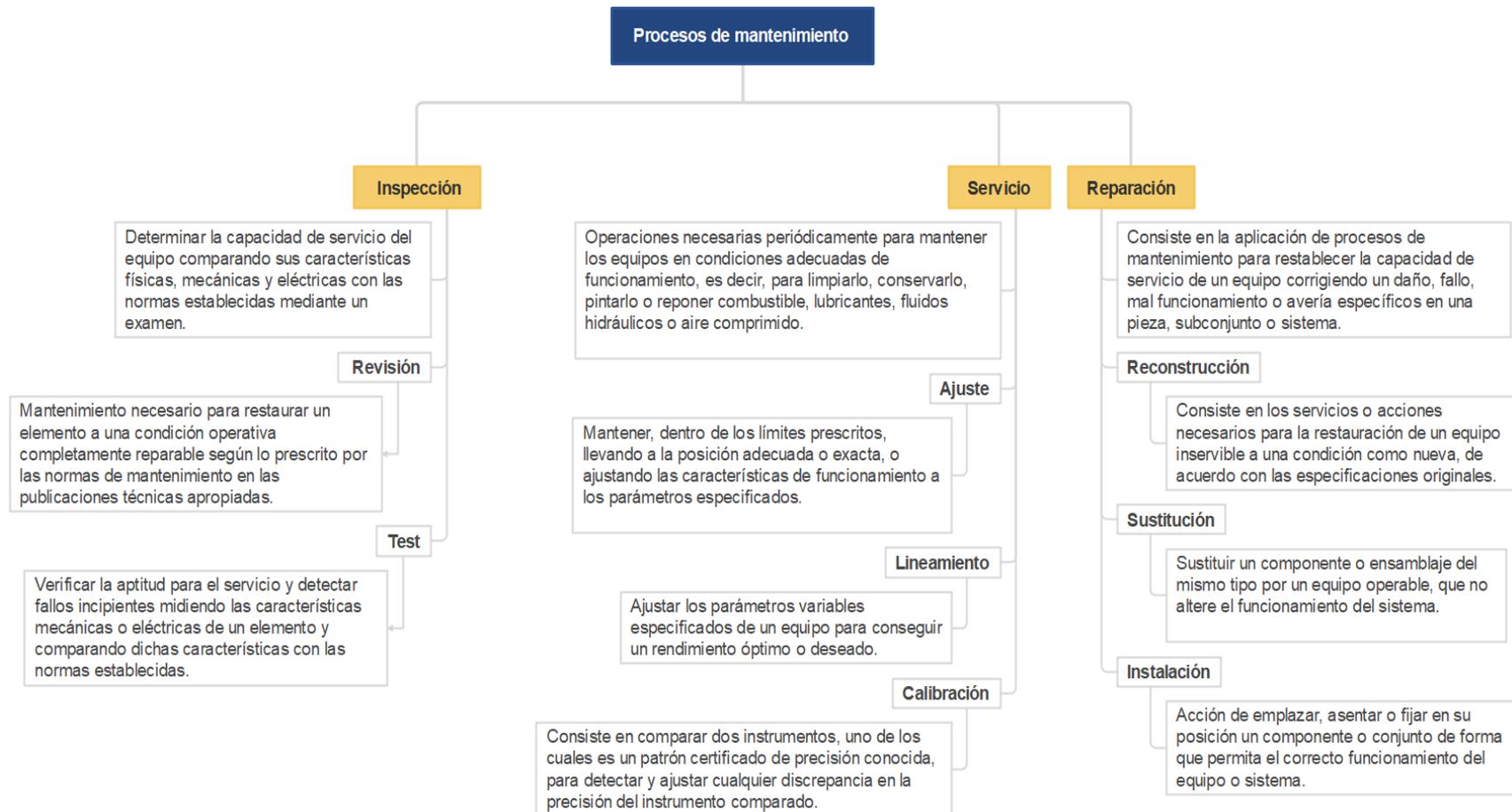
operativas dentro de los parámetros establecidos por el fabricante. Las reparaciones de las instalaciones de los sistemas de comunicación se realizan bajo un monitoreo periódico, en el que se regula la frecuencia y el alcance de control del equipo de radiotransmisión.

Para garantizar la operabilidad y la capacidad de servicio se evalúa en función de los parámetros emitidos por los organismos reguladores o fabricantes. Los métodos para calibrar los parámetros con sus valores nominales se realizan en caso de desviación de los valores que han pasado el límite de tolerancia preventiva. Para garantizar el funcionamiento de las instalaciones de comunicación de una aeronave durante una inspección de ciclo T1 es fundamental monitorear la condición técnica de dicha instalación, también se debe verificar el funcionamiento de los equipos principales de apoyo y de emergencia, comprobar fuentes de energía principal y de respaldo, generadores, baterías, cableado de comunicación y control. Además, en una inspección T1 al examinar los dispositivos de protección y las conexiones de contacto, es importante verificar la ausencia de corrosión, desgaste mecánico, desgaste electroerosivo y rastros de efectos térmicos de la corriente eléctrica en los contactos de los dispositivos de protección en los puntos de conexión de los cables eléctricos (Servicio Federal de Transporte Aéreo de Rusia, 2000).

Sin embargo, debido a la complejidad de la manipulación y reparación de las placas de circuitos de los equipos de radiotransmisión aeronáutica algunas tareas de mantenimiento solo las pueden realizar técnicos especializados designados por los fabricantes de los equipos o por técnicos certificados.

Figura 23

Procesos en las tareas e inspecciones de mantenimiento



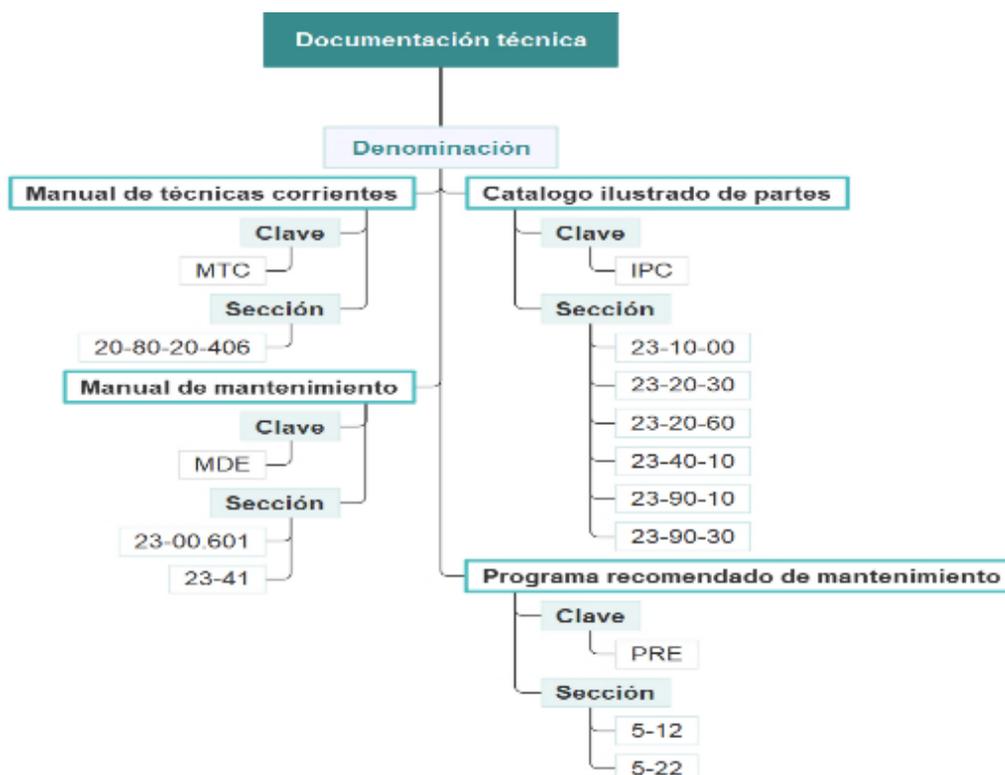
Nota. Tomado de (Department of the Army, 1986).

## Manejo de documentos aeronáuticos para el mantenimiento

Para efectuar una inspección o tarea de mantenimiento primero se debe tener en cuenta la preparación de la documentación técnica, estos documentos abordan todos los procedimientos, técnicas, ilustraciones e identificaciones de piezas reemplazables. Todos estos documentos tienen la finalidad de apoyar al técnico de mantenimiento en la reparación e inspección de todos los sistemas que conforman a la aeronave. Debido a ello antes de llevar a cabo la inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones, se comenzó con la organización de la documentación técnica, dicha documentación se especifica en la figura 24.

**Figura 24**

*Documentación técnica empleada durante la inspección*



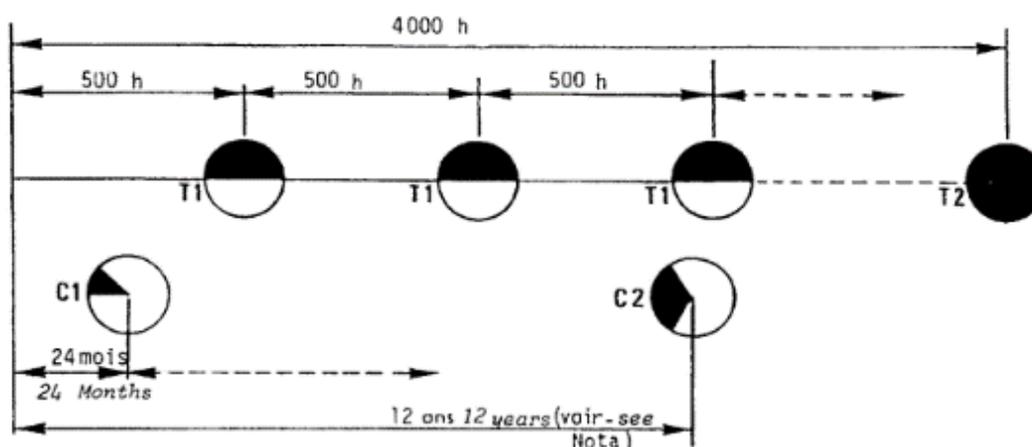
*Nota.* El esquema muestra la documentación empleada para la inspección del sistema de comunicaciones.

### Programación recomendable de mantenimiento

Antes de realizar una tarea de mantenimiento es importante comprobar el ciclo de tiempo necesario (ver figura 25). Dentro de esta documentación se describe el ciclo de mantenimiento periódico, esto quiere decir que para cada tarea de mantenimiento en un sistema o equipo existe un tiempo determinado el cual es recomendado por el fabricante. Para comprobar el estado general, desgaste y daños de los sistemas del helicóptero existe diversas tareas e inspecciones en las cuales se emplea diferentes ciclos de tiempo, entre estas se encuentra la inspección básica T1 cuyo objetivo es comprobar el estado de la aeronave y sus sistemas después de cada nuevo periodo de operación como es en el caso del mantenimiento del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle que se muestra en la figura 26. Por lo tanto, una inspección T1 tiene un límite de tiempo de 500 horas con una tolerancia aprobada por el fabricante de 40 horas, para más detalles ver el Anexo B.

**Figura 25**

*Ciclos de tiempo de mantenimiento*



T1 : Echéance 500 heures (tolérance 40 heures\*)

- T1 : 500-hour limit (tolerance : 40 hours\*)

T2 : Echéance 4000 heures (tolérance 50 heures\*)

- T2 : 4000-hour limit (tolerance : 50 hours\*)

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 2022).

**Figura 26***Designación de operaciones de mantenimiento*

OPT.	CHAP. 23 - RADIO-COMMUNICATIONS - <i>RADIO COMMUNICATIONS</i>					
	• Dépose - Pose des parties mobiles <i>Removal - Installation of removable components</i>	23.00.601	2T1	T2	2C1 C2	Suivant documentation particulière <i>According to special publications</i>
	• Visite - Vérification <i>Inspection - Checks</i>	MTC				
	• Vérification de l'isolement des circuits coaxiaux <i>Coaxial circuit insulation check</i>	20.02.01.602	4T1	T2	4C1 C2	
	• Réglages - Essais <i>Adjustments - Tests</i>			T2	C2	Suivant documentation particulière <i>According to special publications</i>
	h = heures - <i>Hours</i>	m = mois - <i>Month</i>	a = y = an - <i>year</i>	u = unité particulière - <i>particular unit</i>	= ou - <i>or</i>	

Nota. Tomado de (Airbus Helicopters, 2022)

***Manual ATA 23 de mantenimiento del sistema de comunicaciones***

En dicha documentación se contiene toda la información, descripción y procedimientos necesarios para el mantenimiento y reparación del sistema de comunicaciones del helicóptero. Sin embargo, este documento se limita a las tareas que se pueden realizar en la aeronave ya que las operaciones en talleres especializados no se incluyen en este manual, por lo tanto, para efectuar tareas específicas en los equipos de radio transmisión se debe consultar en las publicaciones correspondientes de los fabricantes. Los manuales de mantenimiento están compuestos por varias secciones como se indica en la tabla 18 y en la figura 27.

**Tabla 18***Distribución del manual*

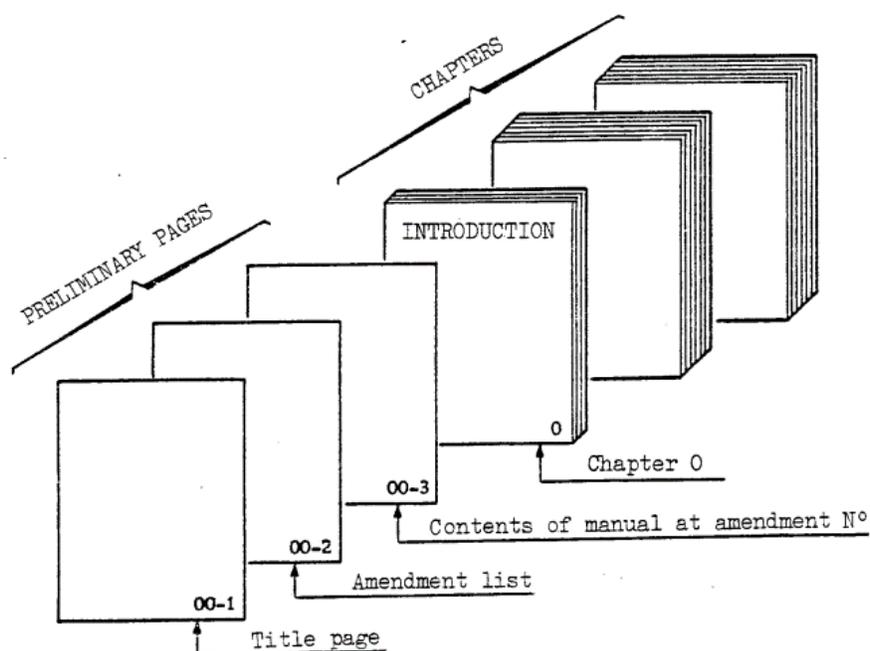
Tema del capítulo	Sección
Páginas preliminares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de enmiendas</li> <li>• Lista de páginas efectivas</li> <li>• Contenidos</li> </ul>

Tema del capítulo	Sección
Descripción - Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones de funcionamiento y manipulación de los equipos</li> </ul>
Operaciones de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de las inspecciones y tareas.</li> <li>Solución de problemas</li> </ul>

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1976).

### Figura 27

*Composición básica del manual*



*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 1976).

### **Catálogo de piezas ilustrados**

El IPC presenta las piezas de recambio de los equipos de cada sistema los cuales son necesarios para el mantenimiento, dentro de este catálogo se encuentra el número de parte de las piezas desmontables, también se encuentra los diagramas de las instalaciones eléctricas y

de comunicaciones. el objetivo del IPC es permitir al técnico identificar y solicitar en bodega las piezas removibles, equipos, conectores eléctricos, componentes electrónicos, remaches, tornillos, pernos, tuercas y piezas de sujeción las cuales, con sustituidos frecuentemente por su naturaleza frágil, sin embargo, son necesarios para el ensamblaje de equipos de los sistemas o estructura de una aeronave, la forma de empleo del IPC se detalla tabla 19.

**Tabla 19**

*Manejo del IPC*

<b>Especificación del documento</b>	
<b>Cómo utilizar el IPC</b>	1. Buscar un componente cuando <ul style="list-style-type: none"> <li>• No se conoce el número de pieza</li> <li>• Se conoce el número de pieza</li> </ul>
	2. Conocer las actualizaciones de las versiones de los equipos
	3. Comprender la intercambiabilidad entre piezas
	4. Comprender las condiciones permisibles

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 2021).

### **Manual de técnicas comunes**

Algunas tareas de inspección son sencillas y no son especificadas en los manuales de mantenimiento, sin embargo, dichas inspecciones o tareas se detallan en el Manual de Técnicas Corrientes en donde se describe la sustitución de piezas simples, procedimientos para la reparación de cableado eléctrico y de los demás sistemas que conforman a la aeronave. En este manual los procedimientos son clasificados por secciones (Ver tabla 20), debido a ello se tomó en cuenta la sección 20-80-20-406, en el cual se especifica los métodos de reparación de las conexiones coaxiales para el mantenimiento del cableado eléctrico del sistema de comunicaciones. Se debe tener en cuenta que el MTC no sustituirá en ningún caso los procedimientos descritos en los otros manuales.

**Tabla 20***Organización del manual*

<b>Secciones</b>	<b>Identificación</b>
1	Productos diversos utilizados en los helicópteros
2	Procedimientos generales en mantenimiento y reparación
3	Reparaciones Estándares
4	Limpieza - Protección- Pintura
5	Estanquidad
6	Adherente con adhesivo
7	Instrucciones de Seguridad y Técnicas
8	Verificaciones Sistemáticas
9	Almacenamiento
60	Técnicas Corrientes Palas
80	Técnicas Corrientes Electricidad
90	Técnicas Corrientes corrosión

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 2020).

### **La trazabilidad desde el nacimiento “back to birth”**

Se debe de tener en cuenta que en una tarea de mantenimiento es importante realizar un seguimiento de la trazabilidad de los equipos a reparar o sustituir, debido a que en aviación existe la práctica de reemplazar equipos, piezas o componentes entre aeronaves que estén fuera de servicio con aeronaves operativas del mismo modelo. En este procedimiento se examina los parámetros de funcionamiento, la información de mantenimiento regular y se recopila los registros de los componentes, por medio de toda esta información es posible

determinar el rendimiento de los equipos, además, permite el análisis de posibles fallas que pueden ocurrir en el futuro. Sin embargo, a pesar de que se determine que cierto componente de reemplazo sea funcional deberá constar en su registro que el número de parte sea el correcto para la aeronave de acuerdo con el catálogo ilustrado de partes del sistema correspondiente. También existen piezas o componentes que deben ser sustituidos obligatoriamente debido a que tienen su tiempo de vida útil limitada, su vida operativa está definida por horas, ciclos y tiempo calendario, estas piezas deben ser reemplazadas durante el mantenimiento después de que el técnico haya verificado el estado de operabilidad y el tiempo de vida (Karthikeyan AM, 2020).

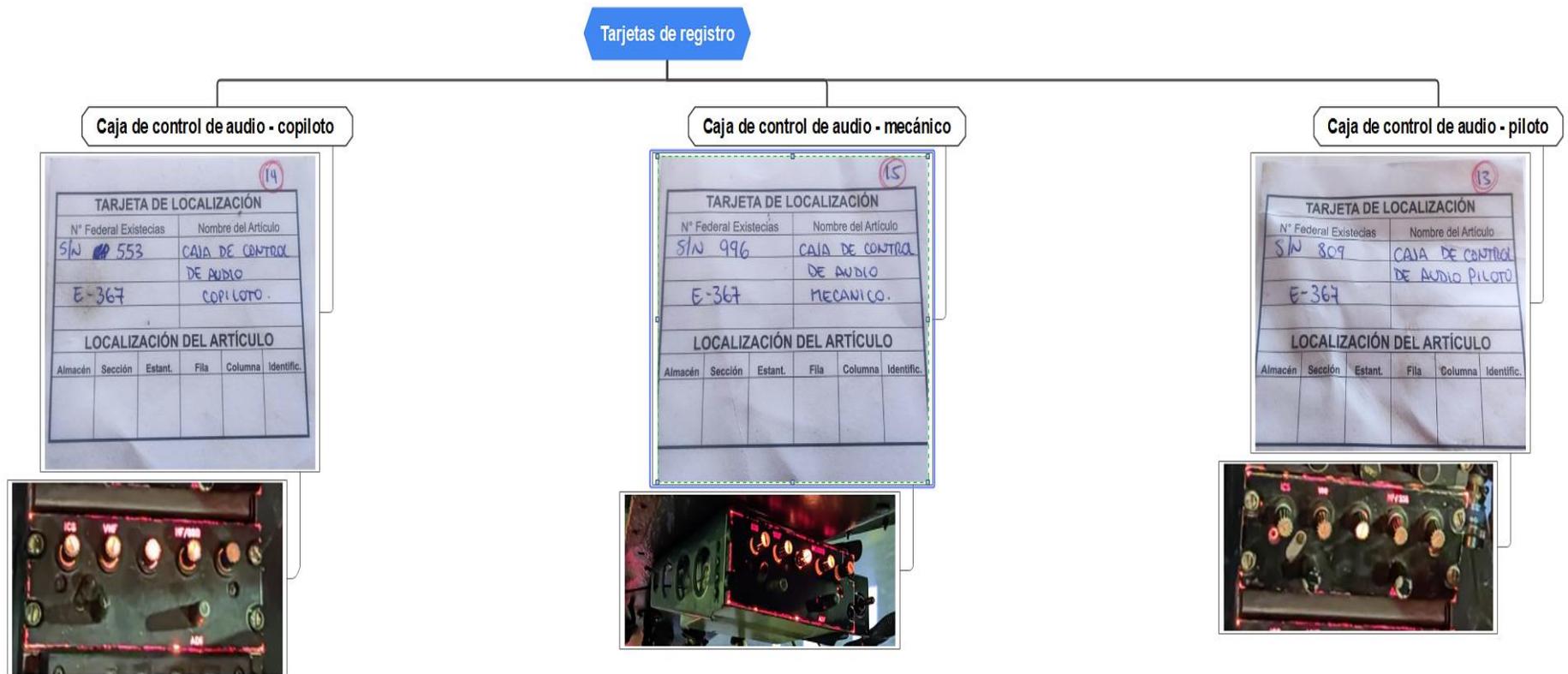
### ***Trazabilidad desde el nacimiento de los equipos de comunicación***

El seguimiento de la trazabilidad de los equipos que conforman al sistema de comunicación del helicóptero Gazelle SA 341 fue realizado mediante la revisión de las tarjetas de registro de cada componente en donde se detalla el estado del equipo, nombre de fabricante, número de parte, número de serie, localización y modelo de helicóptero correspondiente.

Dichos registros se clasifican por tarjetas, las de material reparable de color verde, equipo fuera de servicio de color rojo y las tarjetas de localización de color blanco, la primera da a entender que el componente requiere una reparación la cual está especificada en el reverso de dicha tarjeta, mientras que la tarjeta blanca significa que el componente o equipo se encuentra en perfecto estado y almacenado, en las figuras 28 y 29 se puede apreciar el registro y estado de cada componente del sistema de comunicaciones del helicóptero

Figura 28

Análisis de trazabilidad de las cajas de control de audio



Nota. Diagrama de registro de trazabilidad de los equipos de control de audio.

Figura 29

Análisis de trazabilidad de los equipos de radio y control



Nota. Diagrama de registro de trazabilidad de los equipos de radiocomunicación y control.

## Requisitos generales de seguridad

La seguridad operacional es uno de los factores indispensables para la industria aeronáutica, ya que por medio de ello se garantiza que los mecánicos realicen las tareas de mantenimiento empleando las medidas de seguridad personal correspondientes para cada ambiente de trabajo (ver figura 30). La planificación de las actividades, equipos de seguridad y herramientas es un método que ayuda a evitar accidentes durante el trabajo. Uno de los recursos importantes es proporcionado por la “FAA”, este consiste en una lista de control de los requisitos mínimos personales antes de realizar el trabajo de mantenimiento, esta lista ayuda a comprender al mecánico si posee las capacidades, conocimiento, precauciones de seguridad e información adecuada para realizar la tarea de mantenimiento. Dicha lista también presenta los ítems de verificación después de haber finalizado la actividad de mantenimiento, el objetivo de esta comprobación se basa en ayudar al técnico a determinar si la tarea fue realizada e inspeccionada bajo las condiciones y métodos adecuados (ver figura 31).

### Figura 30

*Equipos de protección personal*



*Nota. Tomado de (Trilab Ingeniería, 2023).*

Figura 31

Checklist de requisitos personales antes del mantenimiento

**Federal Aviation Administration**  
**"Personal Minimums" Checklist**

**Before the task**

- Do I have the knowledge to perform the task?
- Do I have the technical data to perform the task?
- Have I performed the task previously?
- Do I have the proper tools and equipment to perform the task?
- Have I had the proper training to support the job task?
- Am I mentally prepared to perform the job task?
- Am I physically prepared to perform the task?
- Have I taken the proper safety precautions to perform the task?
- Do I have the resources available to perform the task?
- Have I researched the FAR's to ensure compliance?

**After the task**

- Did I perform the job task to the best of my abilities?
- Was the job task performed to be equal to the original?
- Was the job task performed in accordance with appropriate data?
- Did I use all the methods, techniques, and practices acceptable to the industry?
- Did I perform the job task without pressures, stress, and distractions?
- Did I reinspect my work or have someone inspect my work before return to service?
- Did I make the proper record entries for the work performed?
- Did I perform the operational checks after the work was completed?
- Am I willing to sign on the bottom line for the work performed?
- Am I willing to fly in the aircraft once it is approved for the return to service?

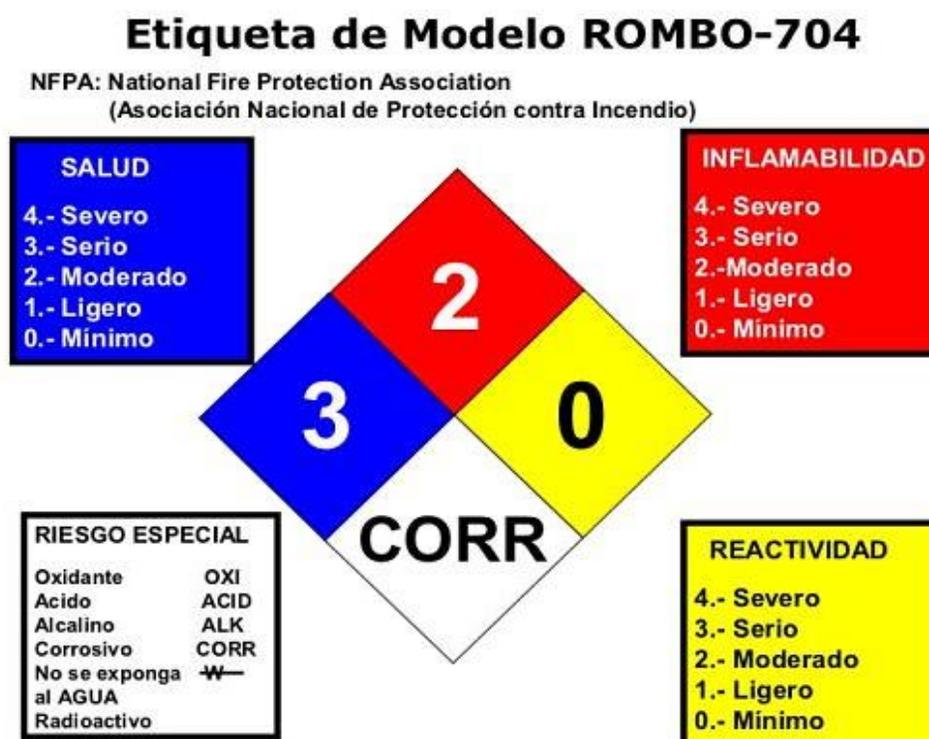
FAA-023008

Nota. Tomado de (FAA, 2013).

Sin embargo, a pesar que los técnicos de mantenimiento usen los equipos de seguridad personal, también deben saber cómo reaccionar durante la exposición de químicos altamente tóxicos para la salud, para ello deben tener conocimiento sobre el rombo de seguridad NFPA 704. Este es un símbolo utilizado internacionalmente para indicar el nivel de peligro que presenta una sustancia para la salud humana, además, permite que se tomen las precauciones adecuadas, este fue creado por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios. El rombo de seguridad debe ser empleado como un procedimiento visual de valoración de riesgos. Su principal característica es el empleo de un esquema de colores, en la figura 32 se muestra la categorización del rombo NFPA 704 (Revista seguridad 360, 2022).

### Figura 32

*Rombo de seguridad NFPA 704*



*Nota.* Tomado de (Revista seguridad 360, 2022).

## **Capítulo III**

### **Desarrollo del tema**

#### **Especificación general**

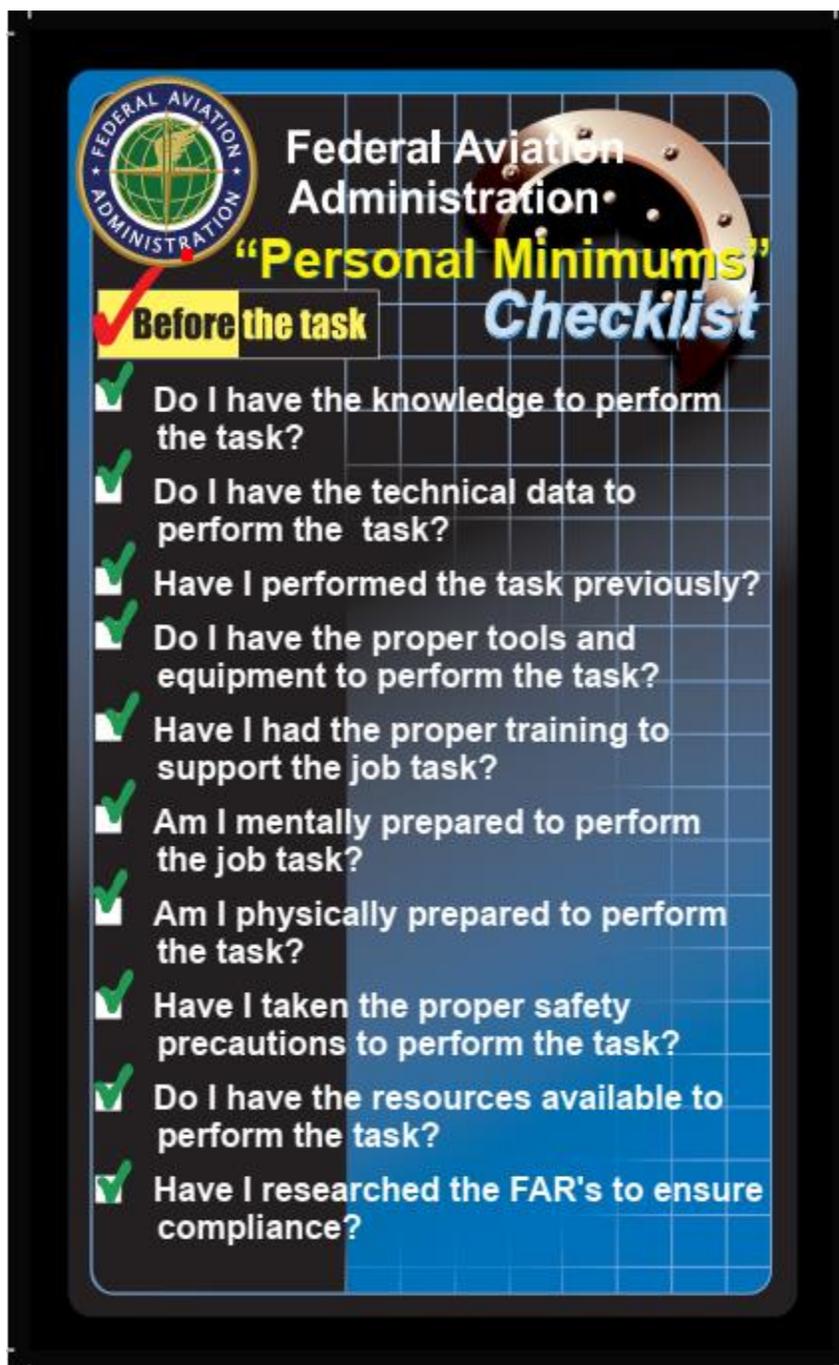
El objetivo de este capítulo es describir la ejecución de la inspección de 500 horas “T1” del sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L, dicha inspección se dio a cabo en la Brigada de Aviación del ejército Nro. 15 “Paquisha” por medio del apoyo del personal técnico del área de aviónica y la organización como es en el acondicionamiento del área de trabajo, organización de las herramientas, el empleo de los equipos de seguridad personal necesarios y el correcto manejo de la documentación técnica aeronáutica ya descrito en la figura 24. Esta tarea de mantenimiento tiene como objetivo la habilitación de los sistemas de radio comunicación principales como son el equipo transceiver VHF 20B, los equipos de control, caja de conexiones y las instalaciones del sistema de intercomunicación.

#### **Preparación de los equipos personales mínimo antes de la inspección**

Antes de iniciar con el desarrollo de la inspección del sistema de comunicaciones, se comenzó con el análisis de los requerimientos mínimos personales los cuales debe tener en cuenta un técnico antes de realizar cualquier programa de mantenimiento, para ello se empleó la lista de verificación de requisitos personales recomendada y desarrollada por la “FAA”. Por medio de esta lista se logró determinar si la formación, conocimientos, documentación técnica para la tarea, precauciones de seguridad, disposición de herramientas y recursos adquiridos son los suficientes para lograr completar la tarea de inspección de dicho sistema (ver figura 33). Adema, es indispensable asegurarse que el área de trabajo se encuentre en las condiciones adecuadas para garantizar la seguridad operacional de los técnicos, es por eso que se verifico y aseguró que la iluminación, limpieza, orden y el espacio sean los adecuados (ver figura 34).

Figura 33

Desarrollo de la lista de verificación de requisitos mínimo personales



Nota Tomado de (FAA, 2013).

**Figura 34**

*Área de trabajo*



*Nota.* Se adecuo el área de trabajo para proceder con la inspección del sistema de comunicaciones.

### **Adquisición de los equipos de comunicación del helicóptero Gazelle SA 341L**

Antes de proceder con la inspección del sistema de comunicaciones primero se realizó los trámites correspondientes para la obtención de los equipos de radiocomunicación, para ello en conjunto con el personal encargado de la bodega de la Brigada Aérea del ejército se realizó una lista de los equipos correspondientes al helicóptero Gazelle SA 341L, N/S 2085. Los equipos fueron identificados mediante el empleo del manual de mantenimiento “MDE” ATA 23.41 y el IPC (23.10.00, 23.20.30, 23.20.60, 23.40.10, 23.90.10, 23.90.30) en dicha documentación se realizó la comprobación por medio de ilustraciones, número de parte y número de serie de los equipos correspondientes al modelo del helicóptero. (ver figura 35 y 36).

Figura 35

Acta de entrega de equipos

**ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN**

Yo Cbos A.E Sanaguaray Sistema José Antonio con C.I 1721130704 procedo a entregar al Sr. Pasante Palaguachi Siguencia Erick Geovanny con C.I 0350320149 los siguientes instrumentos eléctricos correspondientes al Helicóptero Gazella AEE-367 N/S 2085, que se detallan a continuación:

ORD.	DESCRIPCION	N/P	SERIE	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Unidad de control VHF 20 B	522-2599-501	6589	1	
2	Transceiver VHF 20 B	622-1879-002	3705	1	
3	Unidad de control VHF ARC 186 (V)	622-4037-008	5057	1	R. D. discontinuado
4	Antena VHF ARC 186b	622-4538-001	14930	1	
5	Unidad de control ADF 51Y	787-6366-015	6621	1	
6	Receiver ADF 51Y	792-6216-003	108	1	
7	R.M.I	086-3014-03	1834	1	
8	G.P.S	80821-00-0218	4122449	1	
9	Caja de control de audio piloto	CP 1605A	809	1	
10	Caja de control de audio copiloto	CP 1605A	553	1	
11	Caja de control de audio mecánico	CP 1605A	996	1	
12	Indicador taquimétrico	64500-202-01	1395	1	
13	Indicador de combustible principal	SF/501HSD/BM/11L	TS18104	1	
14	Indicador de combustible auxiliar	704A67-0040-00	AL811	1	
15	Indicador de torque	100PN01Y-322	2341	1	
16	Indicador de temperatura T4	5396-513-1	649	1	
17	Indicador de temperatura de aceite	5396-213-1	1827	1	
18	Indicador de presión de aceite	5386-151-1	944	1	
19	Voltímetro	2396-116-1	1525	1	
20	Boitler sequencial	0177458030	491B	1	
21	Lámpara de cabina			1	
22	Voltage regulator		4687-72	1	
23	Caja de fusibles	341 A62-1211-00		1	
24	Badin Crouzet Mini-Contacteur	402-90-1	880	1	
25	Module Anemo-Barometrique	418-00475-302	634	1	
26	Horizon Gyro Sfena 820		5346	1	
27	Alternateur	520-2	96598	1	
28	Anemometre	35890-1	252	1	
29	Variometre	37480-20	298	1	
30	Altimetre	64140-950-1	2009	1	
31	Horizont Gyroscopique	42-86M1	5946	1	
32	Variometre	37480-20	298	1	

33 Caja de conexiones

La Balbina, 10/1/2023

**ENTREGUE CONFORME**



**SANAGUARAY JOSÉ**  
CBOS A.E  
C.I 1721130704

**RECIBÍ CONFORME**



**Palaguachi Erick**  
**PASANTE**  
C.I 0350320149

Nota. Lista de entrega de equipos correspondientes al helicóptero Gazelle SA 341L, N/S 2085

**Figura 36**

*Equipos de radio comunicación*



*Nota.* Adquisición de los equipos de radiocomunicación y control.

**Tareas de mantenimiento previas a la inspección T1**

Se comenzó con una limpieza e inspección previa para la verificación del estado del cableado de las instalaciones de intercomunicación, soportes y las áreas donde van instalados los equipos de radiocomunicación. Por medio de una inspección visual previa la cual es descrita en "MDE" (23-00-601) se encontraron varias irregularidades. Los soportes de los equipos debían ser limpiados e instalados, la limpieza se realizó por medio de disolventes limpiadores de superficies metálicas como el MEK por lo que se tomaron las medidas de seguridad correspondientes (ver figura 37 y 38), además, las instalaciones eléctricas de intercomunicación y antenas debían ser reparadas, debido a ello para garantizar el correcto funcionamiento del sistema se procedió a reparar las conexiones empleando el manual de técnicas corrientes de electricidad "MTC" 20.80.20.406.

**Figura 37**

*Disolvente MEK y su hoja de datos de seguridad*



Nombre del producto: MEK  
Fecha de Revisión: 10 de Agosto de 2021  
Página 16 de 16

**16.3 CLASIFICACION NFPA**



Calificación de riesgo de NFPA  
Salud: 2 (Peligroso)  
Incendio: 3 (Inflamable)  
Reactividad: 0 (Minima)  
Advertencias especiales: Ninguna

**ForteQuim**

*Nota.* Se muestra el disolvente empleado para la limpieza de los soportes metálicos de los equipos transceiver y del amplificador acoplador, la ficha técnica de seguridad fue tomada de (ForteQuim, 2021).

**Figura 38**

*Soporte del equipo transceiver VHF 20B y amplificador acoplador*



*Nota.* Limpieza de los soportes empleando el disolvente MEK.

Después de haber limpiado toda la superficie de los soportes y sus mecanismos de ajuste, antes de la instalación en la estructura es indispensable realizar las tareas de mantenimiento preventivas como es la aplicación de soluciones anticorrosivas en las zonas metálicas (ver figura 39) ya que de esa manera se evita los daños estructurales producido por la corrosión. La solución empleada fue WD-40 el cual es un producto que posee la característica de proteger las superficies metálicas de la humedad y elementos corrosivos (ver figura 40).

### Figura 39

*Solución anticorrosiva*



*Nota.* Análisis del rombo de seguridad de la solución WD-40 antes de su uso y aplicación en la superficie metálica.

**Figura 40**

*Aplicación de solución anticorrosiva*

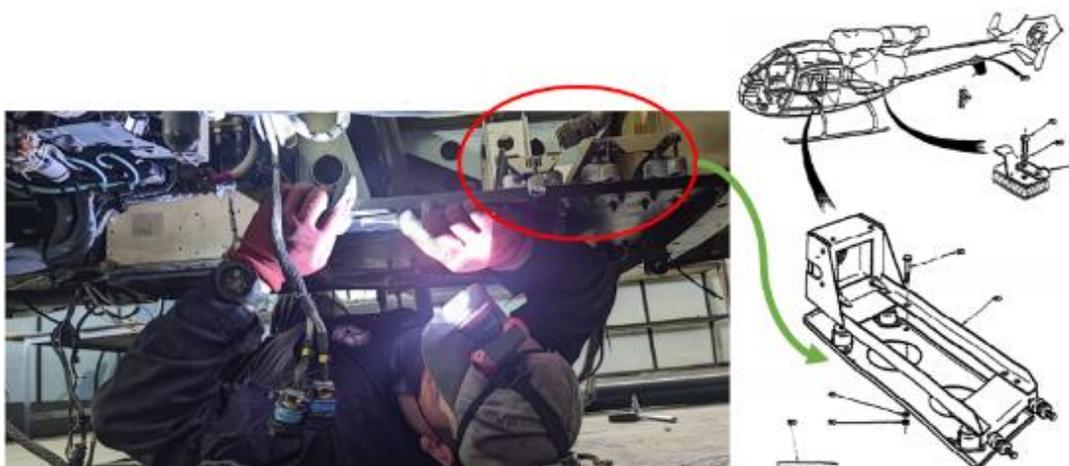


*Nota.* Empleo del producto WD-40 como tratamiento anticorrosivo en la superficie metálica de los soportes.

**Instalación de los soportes.** Para la educada instalación de los soportes de los equipos de radiocomunicación VHF 20B y el equipo amplificador acoplador se lo comprobó por medio del uso del catálogo ilustrado de partes “IPC” (23-20-60 y 23-20-30), de esta forma se logró identificar las zonas estructurales correctas del helicóptero en donde van instalados dichos soportes (ver figuras 41 y 42). Durante la instalación se comprobó la elasticidad de los soportes de los amortiguadores y su fijación. La finalización de las instalaciones de las respectivas monturas se detalla en las figuras 43 y 44.

**Figura 41**

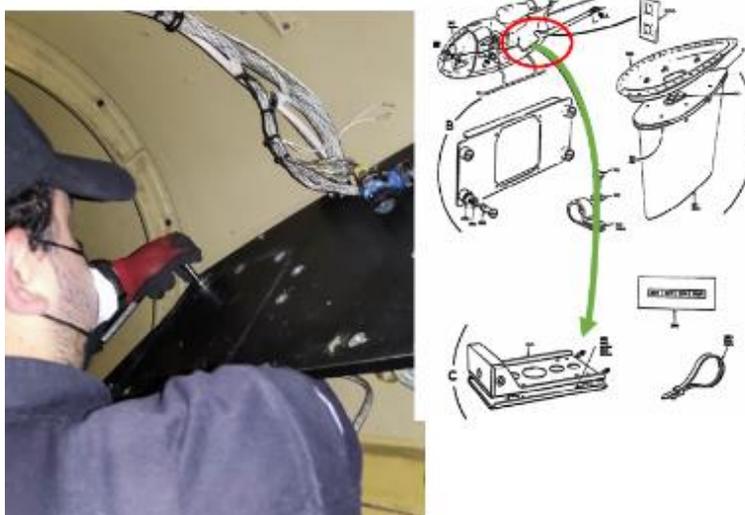
*Acoplamiento del soporte y montura de equipos de radiocomunicación*



*Nota.* Se procedió con el ajuste de la estructura que contiene las monturas de los equipos, según el con IPC 23-20-60.

**Figura 42**

*Acoplamiento del soporte de montura del amplificador acoplador*



*Nota.* Ajuste del soporte de la montura del equipo amplificador acoplador ubicado en el botalón de cola del helicóptero, según con el IPC 23-20-30.

**Figura 43**

*Finalización de la instalación de los soportes*



*Nota.* Colocación del soporte del equipo Transceiver VHF 20B

**Figura 44**

*Ejecución de la instalación del soporte*



*Nota.* Colocación del soporte del equipo amplificador acoplador

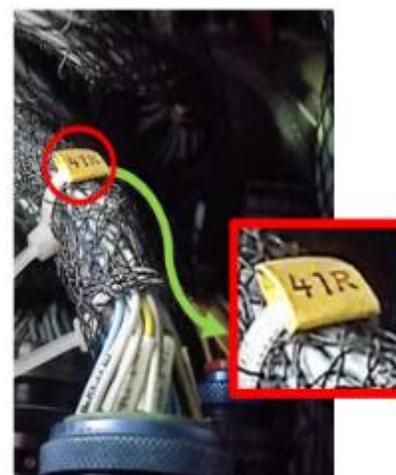
## Inspección de 500 horas o T1 del sistema de comunicaciones

Dentro de este tipo de inspección se realiza distintas tareas de mantenimiento al sistema de comunicación para lograr garantizar su operabilidad, para ello se inició con el chequeo de las instalaciones eléctricas que posee el helicóptero para la intercomunicación. Para iniciar esta inspección se utilizó el manual de técnicas corrientes “MTC” (20-80-20-107) para la identificación del cableado eléctrico correspondiente al sistema de intercomunicación (ver figura 45). Después de haber identificado la denominación de dicha instalación se procedió a ejecutar la inspección T1 partiendo de una inspección visual, limpieza, reparación, instalación y test del sistema.

### Figura 45

#### Denominación del cableado de intercomunicación

R		Radio (navegación y transmisión)	
Red R - RADIO (Navegación y transmisiones)			
RA	Aterrizaje con instrumentos	RN	VHF - Navegación
RC	VHF - Comunicación	RP	Radiocompás
RD	"Homing"	RQ	Teléfono de pista (Telebriefing)
RE	HF	RR	UHF
RL	Interfono - Equipo de cabeza	RS	VOR - LOC
RM	Alimentación radio	RW	Señalización - Advertencia
Red S - RADAR			
SA	Altimetro	SH	Identificación IFF - Transpondedor
		SK	Identificación IFF - Interrogador
Red U - MATERIALES ELECTRÓNICOS VARIOS (La identificación de la red U se utiliza sólo si las letras "R" y "S" no convienen para el cableado electrónico en cuestión)			
UA	Circuito común a los materiales y sistema electrónicos	UC	Alimentación común a varios materiales



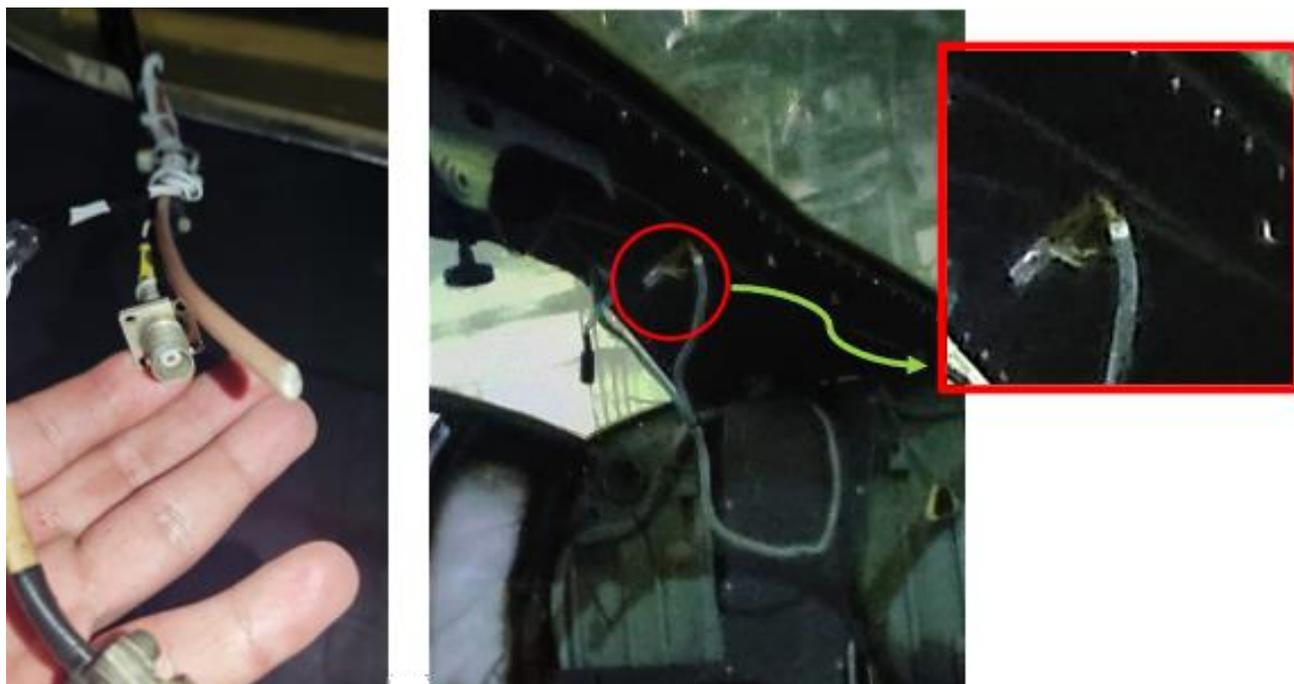
**20-80-20-107** Página 3  
2020.07.20

*Nota.* Identificación del cableado eléctrico del sistema de comunicación empleando el MTC.

**Inspección visual del sistema de comunicaciones.** El cableado eléctrico y los conectores de las instalaciones del sistema de comunicación fue revisado cuidadosamente a fin de encontrar cables y conexiones en mal estado (revisar figura 46). Además, se revisó la fijación de los mandos de control “PTT”, la correcta instalación de los fusibles con su capacidad respectiva al sistema e inspección de las antenas y sus soportes correspondientes.

### Figura 46

*Inspección del cableado eléctrico del sistema de intercomunicación y antenas*



*Nota.* durante la inspección visual del cableado se encontró daños en los cables coaxiales de la antena de comunicación, también se presentó daños en los conectores Jack hembra.

**Limpieza.** Los pines de cobre de los conectores eléctricos de los equipos de comunicación fueron limpiados por medio de una solución a base de isopropanol, sin embargo,

para la utilización del limpiador electrónico se investigo acerca de su rombo de seguridad del producto para garantizar la seguridad operacional personal (ver figura 47).

El isopropanol es un limpiador de contacto eléctrico de secado rápido, de esta manera se remueve la corrosión y partículas de polvo que puedan aislar el paso de corriente en los contactos de los pines (ver figura 48).

### Figura 47

*Hoja de datos de seguridad del limpia contactos*





75-37-6 1,1-Difluoroethane

67-63-0 Isopropyl alcohol

**SAFETY DATA SHEET**  
**Quick Dry Electronic Cleaner**

Page: 28  
Revision: 08/23/2017  
Supersedes Revision: 05/05/2014

Canadian DSL: Yes; Canadian NDSL: No; Taiwan TCSCA: Yes

Canadian DSL: Yes; Canadian NDSL: No; Taiwan TCSCA: Yes

**16. Other Information**

**Revision Date:** 08/23/2017

**Hazard Rating System:**



Flammability: 4, Health: 1, Instability: 0, Special Hazard: 0

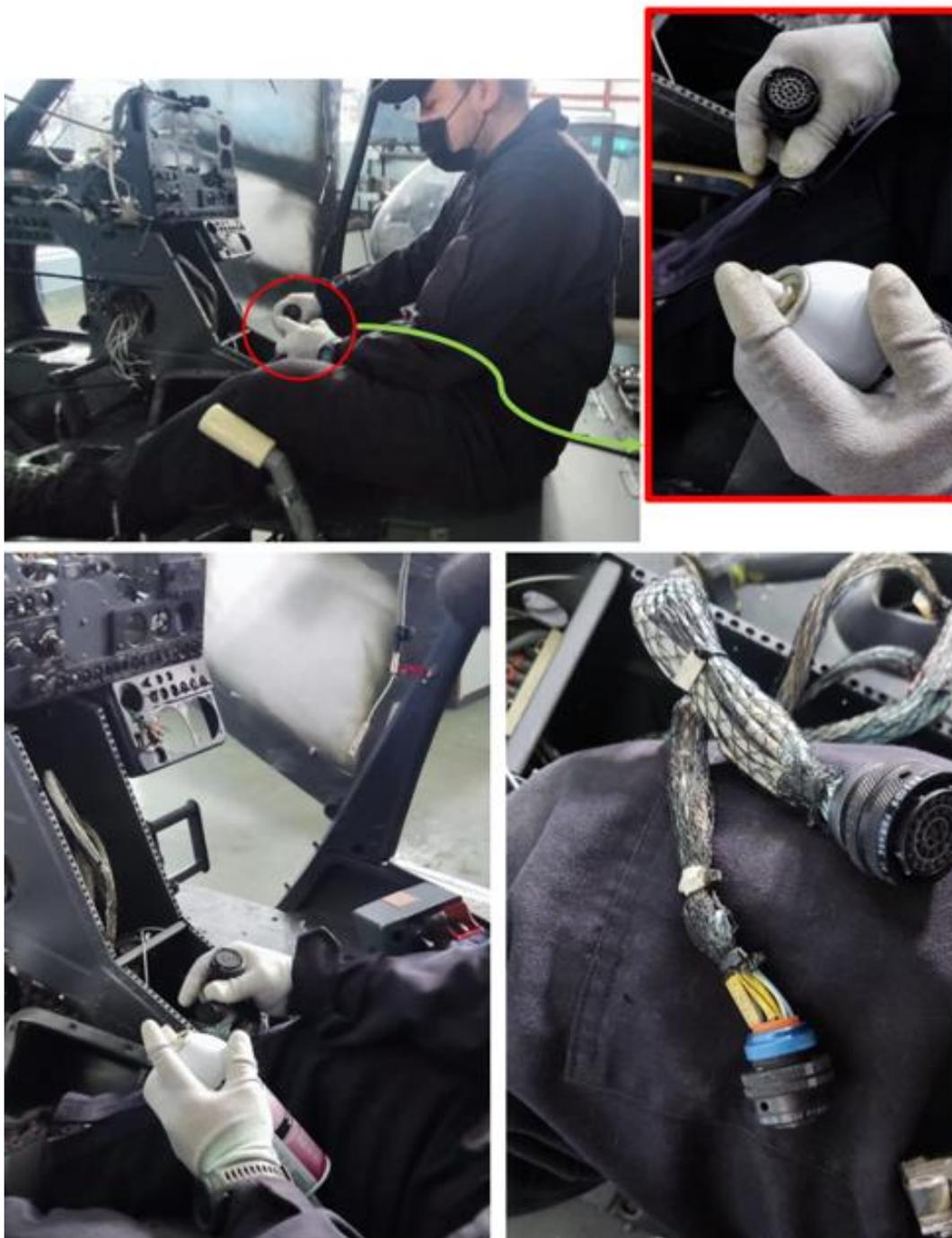
**Additional Information About This Product:** No data available.

**Company Policy or Disclaimer:** Cyclo Industries, Inc. provides the information contained herein in good faith but makes no representation as to its comprehensiveness or accuracy. Individuals receiving this information must exercise their independent judgment in determining its appropriateness for a particular purpose. Cyclo Industries, Inc. makes no representations or warranties, either expressed or implied, of merchantability, fitness for a particular purpose with respect to the information set forth herein or to the product to which the information refers. Accordingly, Cyclo Industries, Inc. will not be responsible for damages resulting from use of or reliance upon this information.

*Nota.* Liquido empleada para la limpieza de los contactos eléctricos del sistema de comunicaciones, hoja de datos de seguridad fue tomado de (Cyclo, 2017).

**Figura 48**

*Limpieza de conectores*

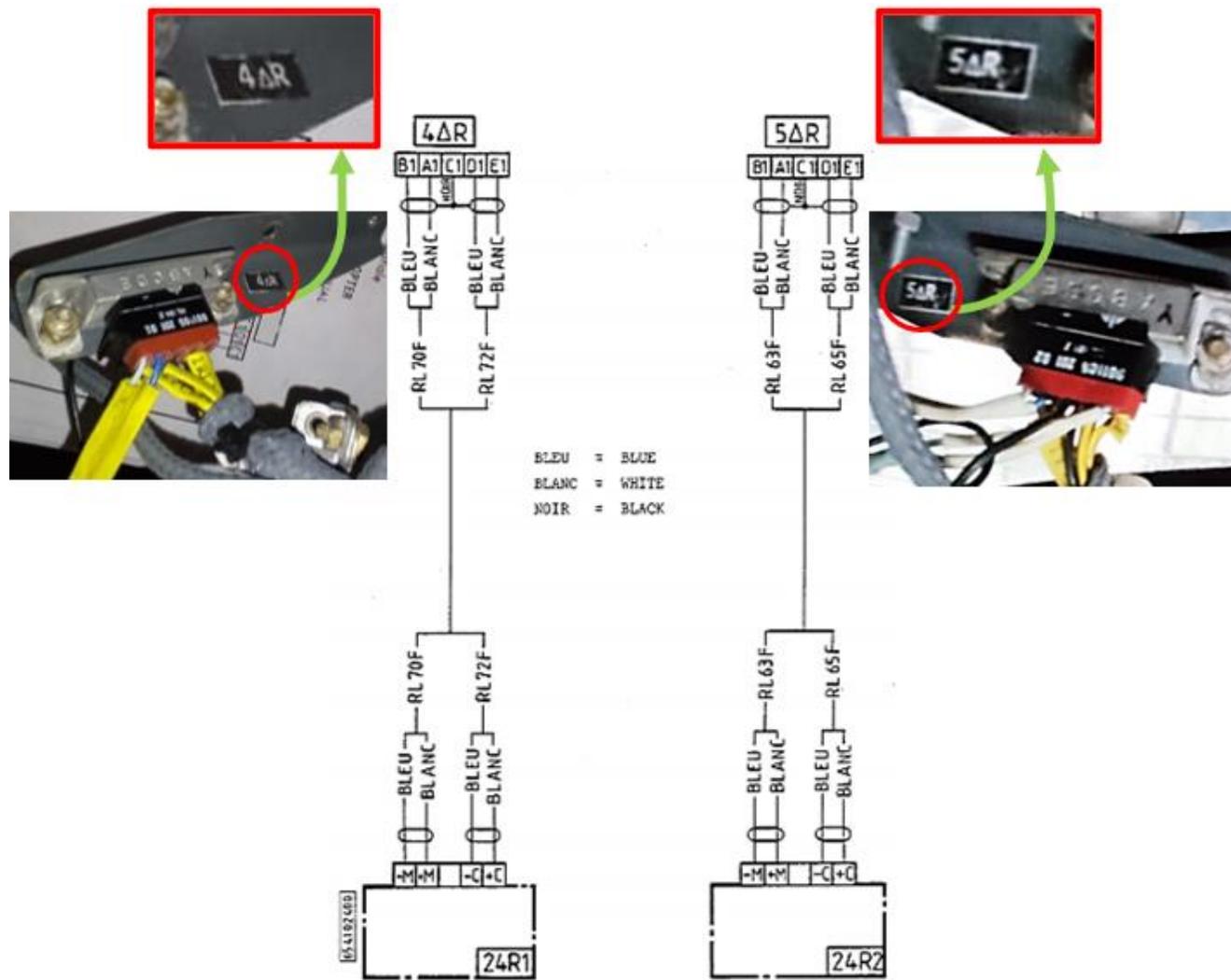


*Nota.* Limpieza de los pines de los conectores eléctricos con isopropanol.

**Reparación.** Es indispensable la reparación de los conectores Jack hembra ya que estos cumplen la función de entrada y salida de audio para los plugs de los auriculares de la tripulación en cabina. Para dicha tarea fue de suma importancia emplear el “MDE” (23.41) en donde se puede observar en la página 10 el esquema eléctrico de los módulos y conectores Jack hembra del sistema de intercomunicación TB-24 (ver figura 49).

**Figura 49**

*Identificación de los módulos de conexión*



*Nota.* Esquema eléctrico de los módulos y conexiones de los conectores Jack hembra

Para la desconexión del cableado eléctrico de los módulos 4ΔR y 5ΔR se empleó una herramienta especial para la extracción de los contactos de conexión (ver figura 51), por medio del “MTC” (20-80-20-101) en donde se describe el método y herramientas de inserción y extracción de los contactos. Esta herramienta de extracción e inserción de contactos es de tipo M81969 (ver figura 50), sin embargo, se tuvo en cuenta el calibre del cableado eléctrico a manipular ya que las medidas influyen en dicha herramienta, además esta se identifica por un código de colores (ver tabla 21).

**Tabla 21**

*Identificación de la herramienta de inserción*

Dimensión del contacto a manipular	Color de le herramienta de inserción
22	Verde
20	Rojo
16	Azul
12	Amarillo

*Nota.* Tomado de (Airbus Helicopters, 2020).

**Figura 50**

*Herramienta de extracción e inserción de contactos*



*Nota.* Herramienta de extracción e inserción de contactos para cableado de medida AWG 20

## Figura 51

### *Extracción de contactos*



*Nota.* Extracción de los contactos de los módulos 4ΔR y 5ΔR

Después de haber extraído los contactos de los respectivos módulos, se procedió con la reparación de las conexiones de los conectores Jack hembra tanto del piloto como del copiloto, en esta reparación se usó el diagrama “MDE” 23.41.03 (ver figura 53) y herramientas específicas para tareas electrónicas como son soportes, pasta de soldadura, estaño y cautín (ver figura 52).

## Figura 52

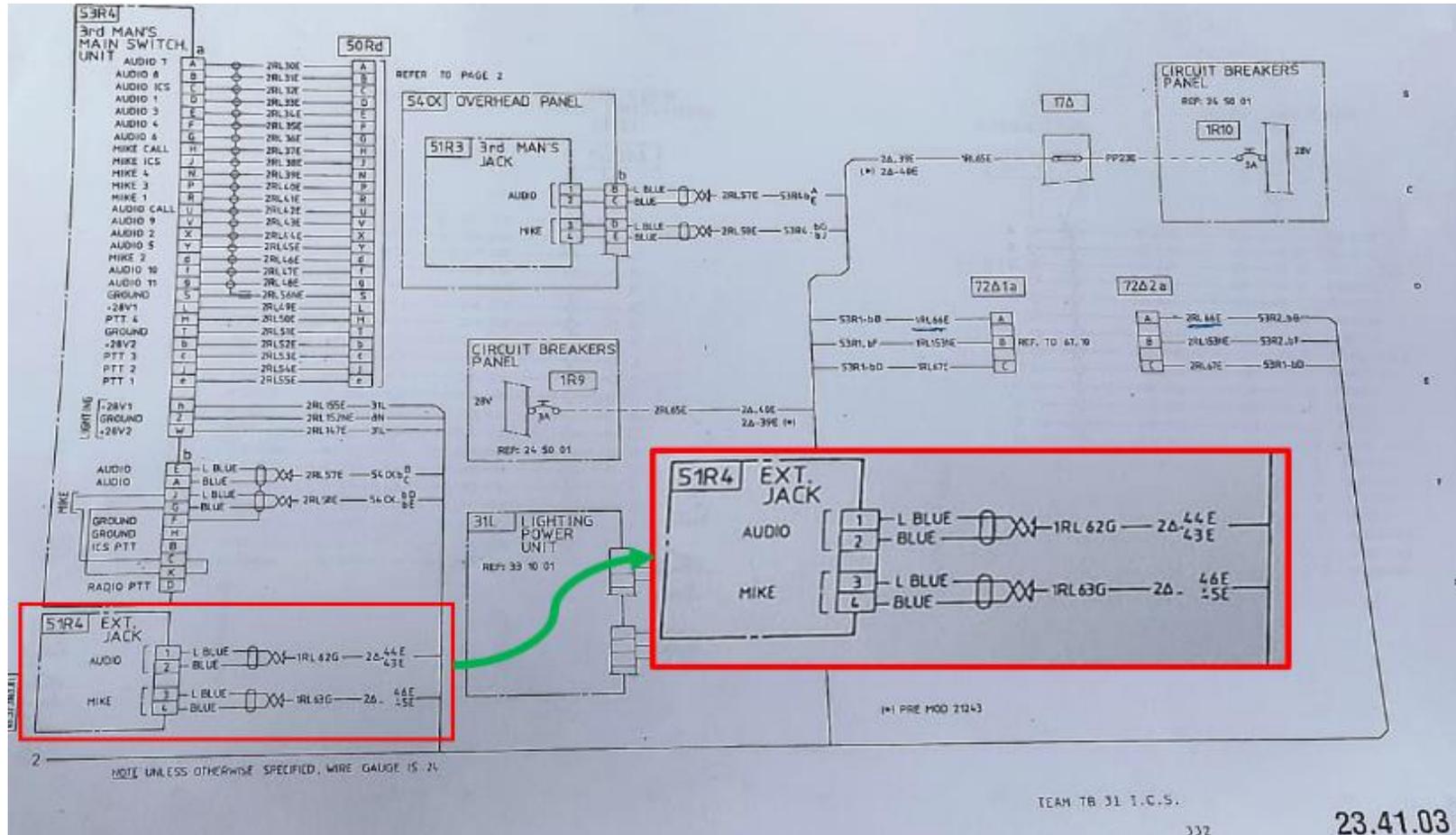
### *Herramientas utilizadas para la reparación de Jack's*



*Nota.* Soporte de soldadura con lente de aumento, herramientas soldadura.

Figura 53

Diagrama eléctrico de conexiones Jack

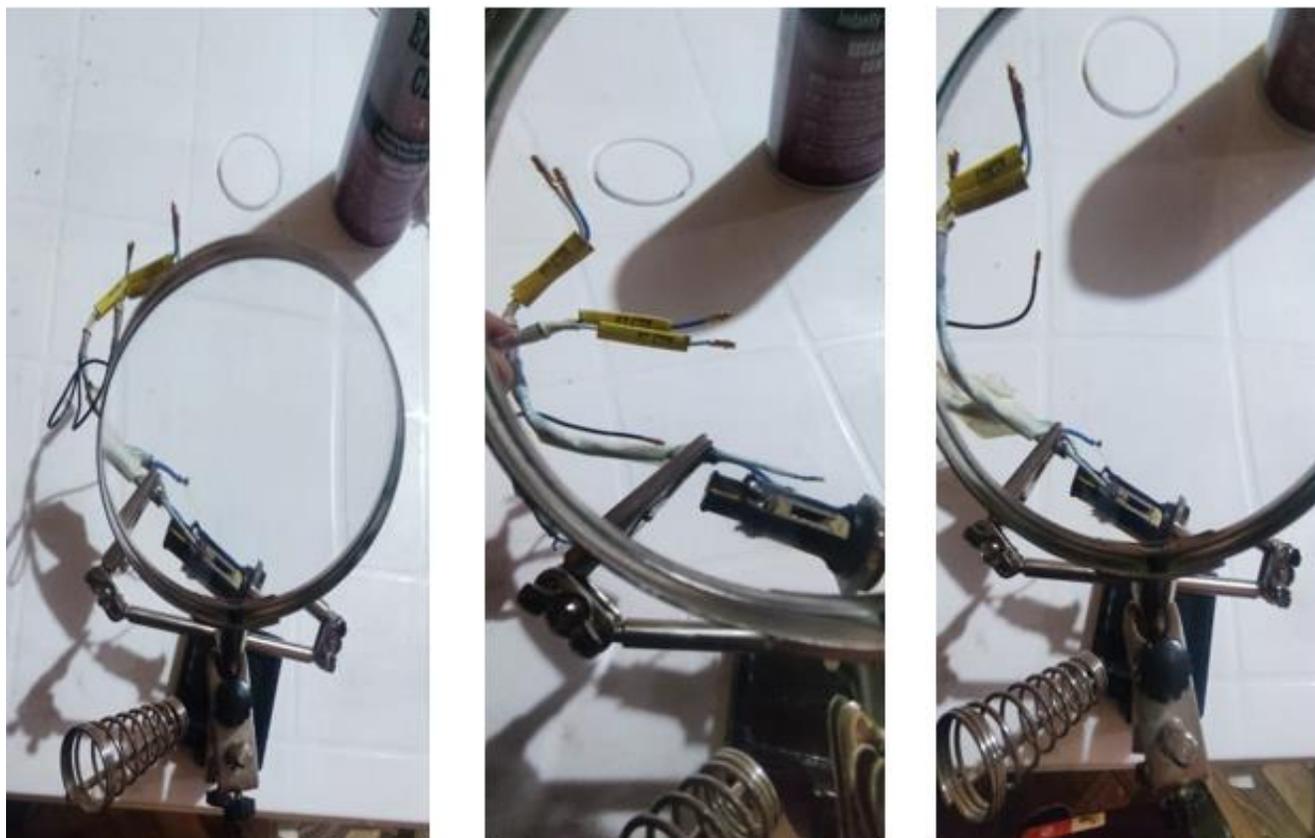


Nota. Diagrama esquemático para la reparación del cableado de los conectores Jack (ver Anexo D)

Los cables de conexión fueron soldados en sus conectores Jack respectivos (ver figuras 54 y 55), según el manual cada cable debía ser soldado en una lámina de cobre, las cuales son clasificadas por números, como se observa en la figura 53 las designaciones para la soldadura del cableado para audio son los números 1 y 2, mientras que para la soldadura del cableado para el micrófono son 3 y 4.

### Figura 54

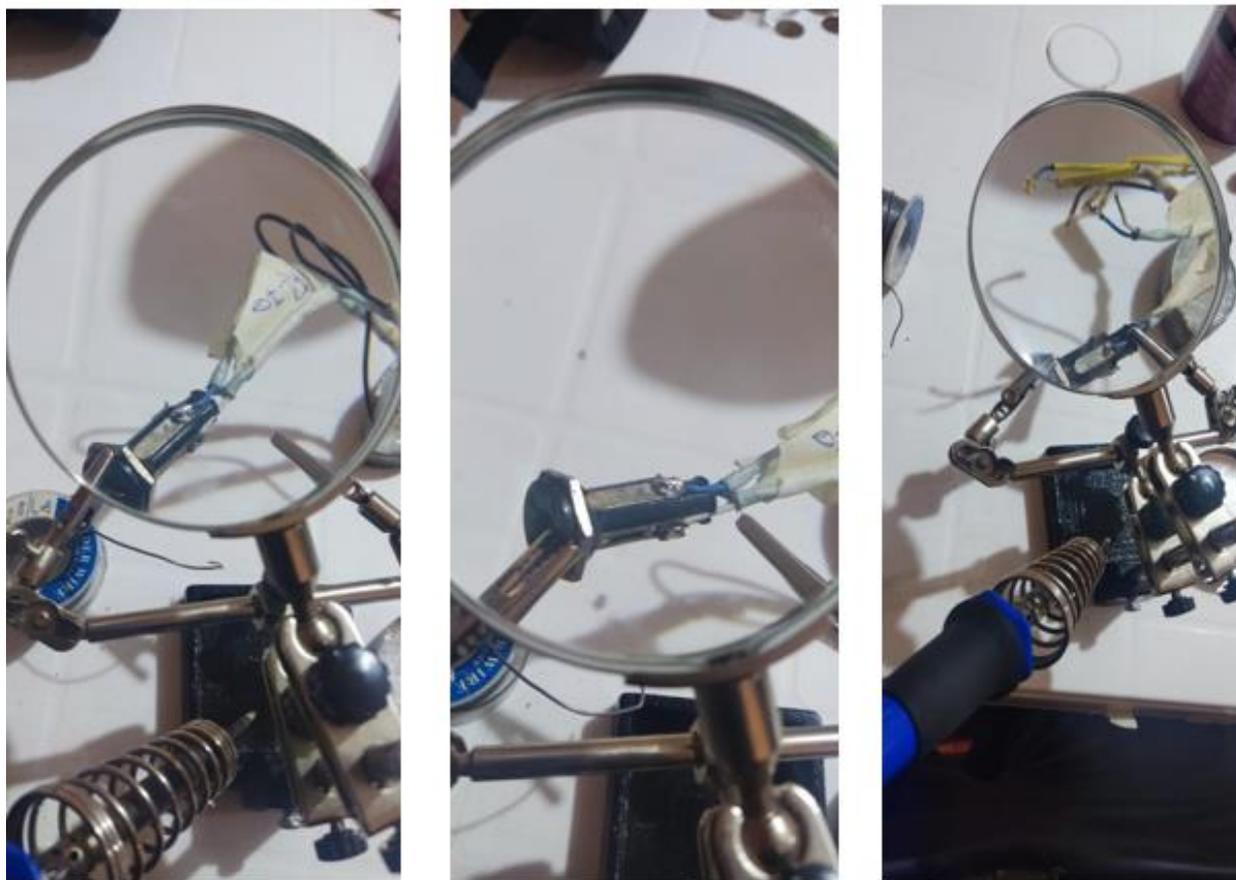
*Soldadura de conexiones de los conectores Jack hembra del piloto*



*Nota.* Reparación por medio de soldadura por estaño de las conexiones Jack del piloto.

**Figura 55**

*Soldadura de conexiones de los conectores Jack hembra del copiloto*



*Nota.* Reparación por medio de soldadura por estaño de las conexiones Jack del copiloto

Sin embargo, para la reparación del cableado y el conector coaxial de la antena de comunicaciones fue necesario identificar el tipo de cable a reparar, es por eso que por medio del “MTC” (20-80-20-406) se reconoció el cableado WM (6) con color de identificación violeta + ámbar como se muestra en la figura 56, además para esta tarea se empleó un cortador de cables para remover los aislantes plásticos para que de esa forma se pueda realizar la conexión del nuevo conector coaxial tipo bayoneta o bnc de entrada (ver figura 57). El resultado de la reparación se observa en la figura 58. Para ver a detalle los procedimientos ver Anexo C.

**Figura 56***Identificación de cable coaxial*

Referencia	Temperatura de Utilización	Tensión de Utilización	Frecuencia Máxima	Material de funda	Normas	Diámetro exterior (en mm)	Impedancia (en $\Omega$ )	Color
KW (1)	-55°C a + 180°C	1000V RMS máx	6 Ghz	Flúorocarbono	EN 4604-009	7,65	50	Turquesa
KX (2)	-55°C a + 200°C	1000V RMS máx	6 Ghz	Flúorocarbono	EN 4604-010	5,40	50	Verde claro
WD (3)	-55°C a + 200°C	1000V RMS máx	8 Ghz	Flúorocarbono	EN 4604-008	7,70	50	Blanco
WH (4)	-90°C a + 230°C	1000V RMS	3 Ghz	PFA	ASN E0634	3,58	95	Blanco
WL (5)	-55°C a + 200°C	900V RMS máx	3 Ghz	FEP	EN 4604-005	2,35	75	Azul
WM (6)	-55°C a + 200°C	750V RMS máx	5 Ghz	FEP	EN 4604-006	3,85	50	Violeta + ámbar
WN (7)	-55°C a + 200°C	1000V RMS máx	6 Ghz	FEP	EN 4604-007	8,00	50	Violeta + ámbar



*Nota.* Tabla de especificación de cables coaxiales por medio del “MTC” 20-80-20-406 (ver Anexo E).

**Figura 57***Conector coaxial y herramienta empleada*

*Nota.* Cortadora de cables y conector coaxial bnc empleado para la reparación.

**Figura 58**

*Reparación de conexión coaxial de la antena de comunicación*

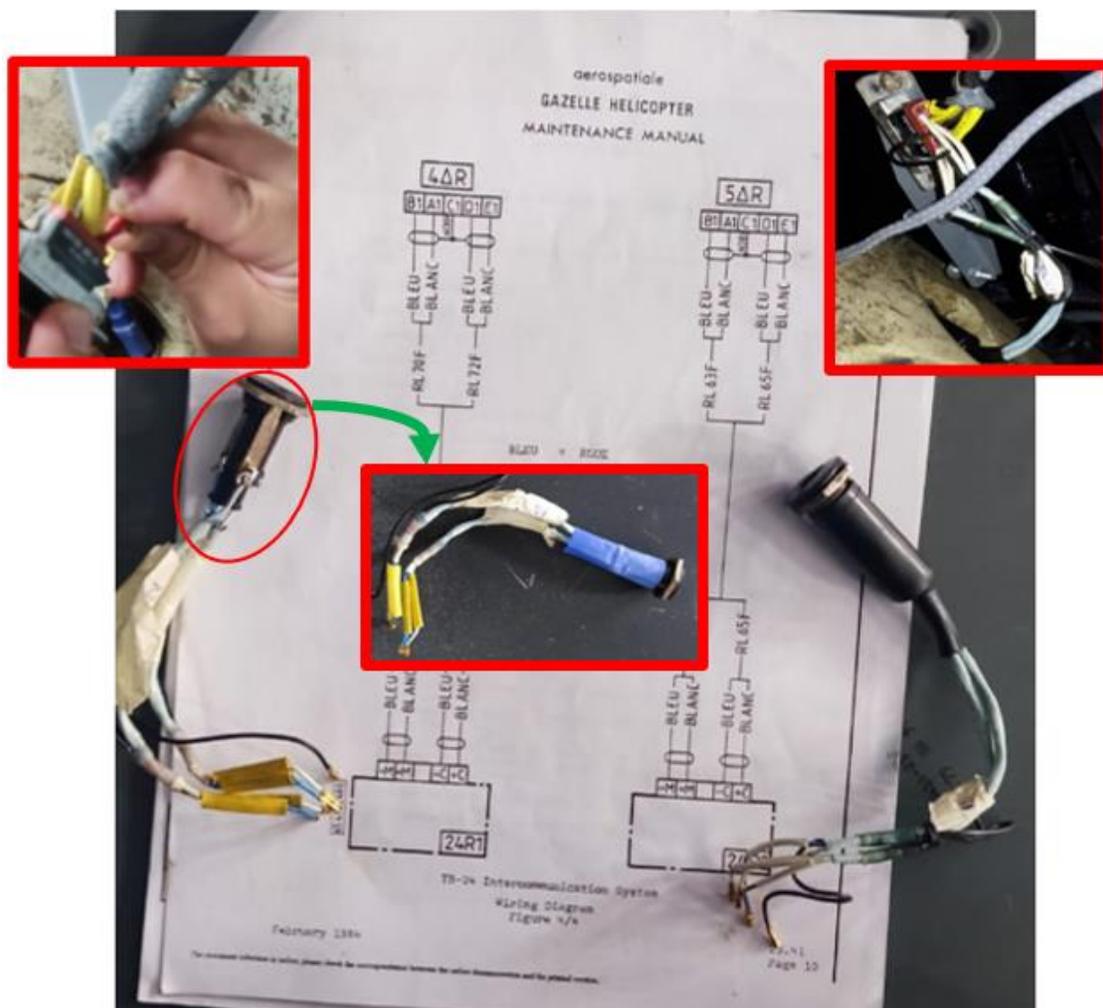


*Nota.* Reparación e instalación del conector coaxial de entrada tipo bnc, se aisló la instalación por medio de un tubo termo encogible.

**Instalación de equipos.** Después de haber finalizado las tareas de reparación se procedió con la instalación de los conectores Jack hembra para la conexión de audio y micrófono (ver figura 59 y 60), transceiver VHF 20B (ver figura 61), limpieza e instalación equipos de control (ver figura 62 y 63) y equipos de control de audio (ver figura 64, 65 y 66), caja de conexiones (ver figura 67), equipo transceiver VHF 186 (ver figura 68) y antenas de comunicación (ver figura 69).

**Figura 59**

*Instalación de conectores en el módulo*



*Nota.* Inserción de conexiones de los Jack's de entrada.

**Figura 60**

*Instalación de los jacks*



*Nota.* Los conectores Jack hembra fueron instalados en sus respectivos receptáculos.

**Figura 61**

*Instalación del transceiver VHF 20B*



*Nota.* Instalación y conexión del transceiver VHF 20B en la montura, después de haber limpiado sus conectores con isopropanol.

**Figura 62**

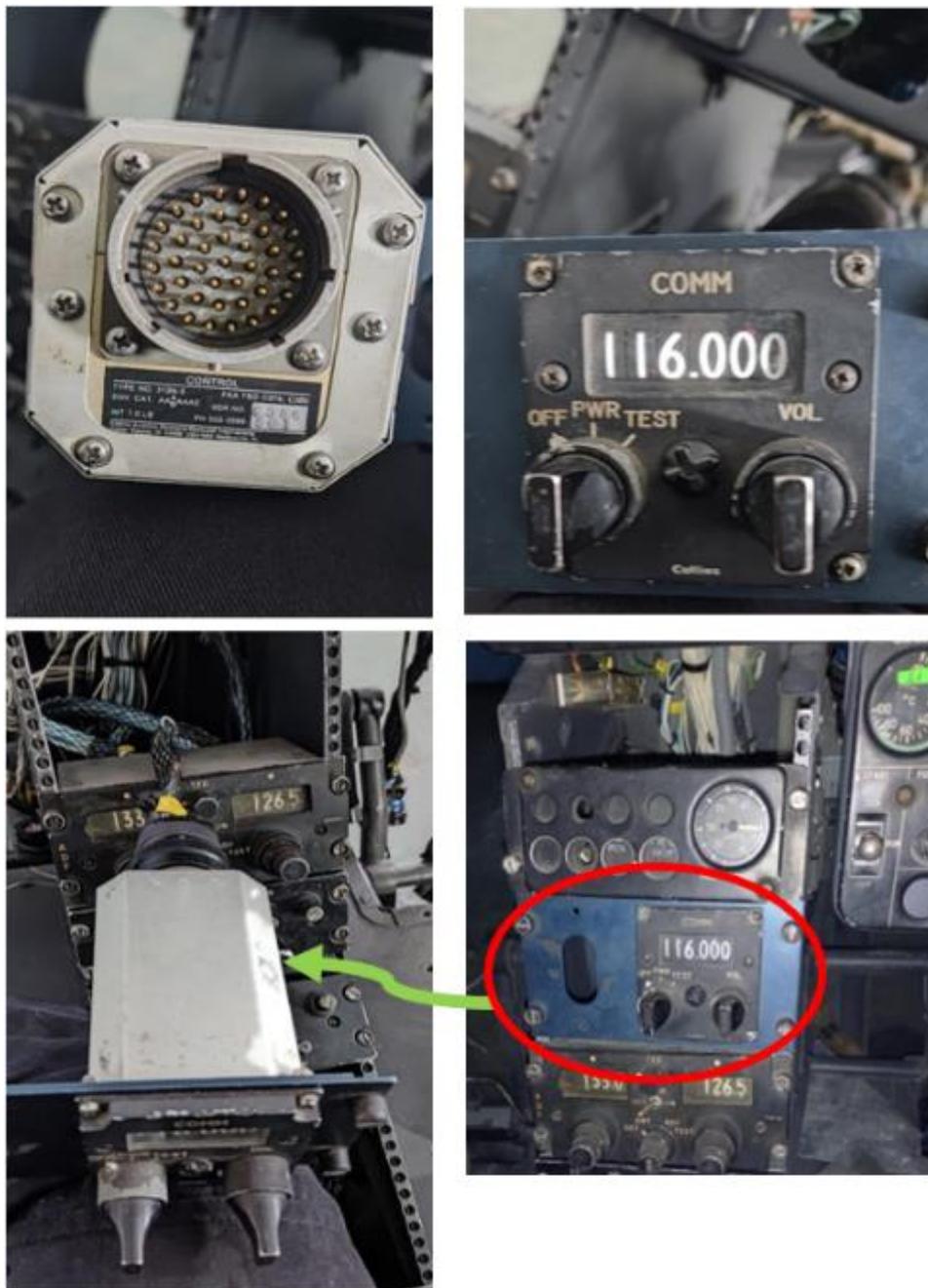
*Limpieza de equipos*



*Nota.* Aplicación de isopropanol en los equipos de control y control de audio.

**Figura 63**

*Equipo de control del transceiver VHF 20B*



*Nota.* Instalación y conexión del equipo de control del radio transceiver VHF 20B, el ajuste se realizó por medio de 4 cierres de  $\frac{1}{4}$  de giro DZUS.

Figura 64

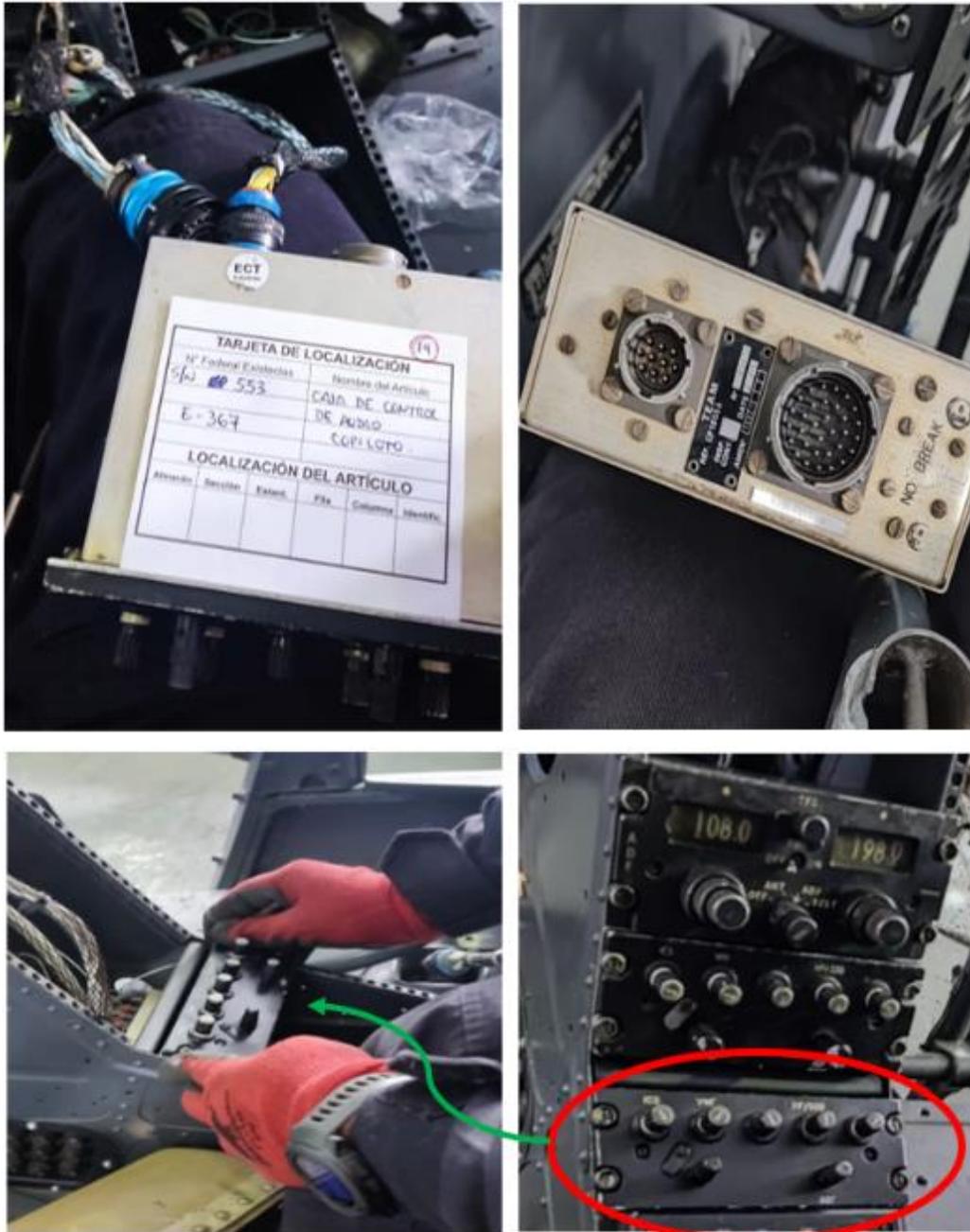
Equipo de control de audio del piloto



*Nota.* Instalación y conexión del equipo de control de audio del piloto, el ajuste del equipo se realizó por medio de los 4 cierres DZUS de ¼ de giro.

**Figura 65**

*Equipo de control de audio del copiloto*



*Nota.* Conexión del equipo de control de audio del copiloto e instalación y ajuste del equipo por medio de los 4 cierres DZUS de ¼ de giro.

**Figura 66**

*Equipo de control de audio del mecánico*



*Nota.* Conexión del equipo de control de audio del mecánico e instalación y ajuste del equipo por medio de los 4 cierres DZUS de ¼ de giro.

**Figura 67**

*Equipo transceiver VHF 186 (V)*



*Nota.* Conexión del equipo transceiver VHF186 (V) e instalación y ajuste del equipo por medio de los 8 cierres DZUS de ¼ de giro.

**Figura 68**

*Caja de conexiones de intercomunicación*



*Nota. Instalación y conexión de la caja de conexiones de intercomunicación*

**Figura 69***Antenas de comunicación*

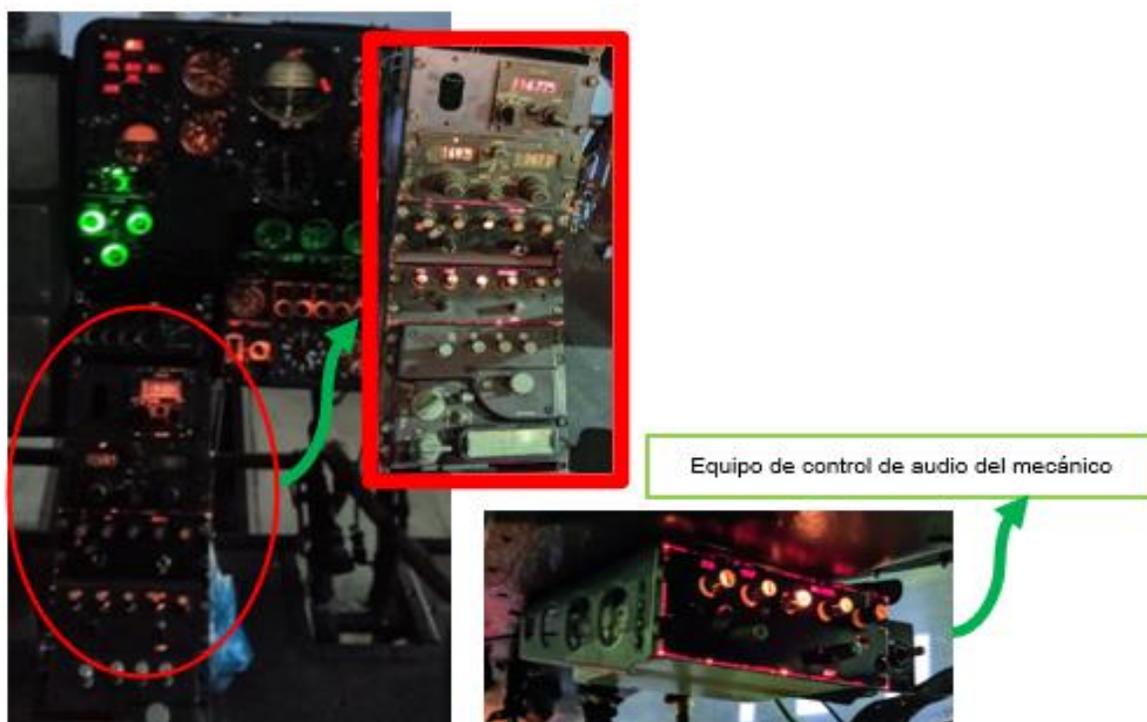
*Nota.* Instalación y conexión de las antenas de comunicación.

**Test del sistema de comunicaciones.** A pesar de haber comprobado y analizado las tarjetas de registro del seguimiento de trazabilidad de los equipos de radiocomunicación, control y control de audio (véase las figuras 28 y 29) y pese a la culminación de las tareas de mantenimiento descritas en una inspección de 500 horas y posteriormente haber realizado las respectivas conexiones e instalaciones de cada uno de los instrumentos que conforman al sistema de comunicación e intercomunicación, fue necesario energizar todo el sistema para comprobar la iluminación (ver figura 70), transmisión y recepción de frecuencias, correcto

funcionamiento en el control de audio y la existencia de discrepancias. Sin embargo, el equipo transceiver VHF 186 (V) fue dado de baja ya que los repuestos se encuentran descontinuados para el modelo del equipo (ver figura 71). Durante la prueba del sistema fue necesario emplear equipos adicionales que no constaban en el inventario de la bodega de la Brigada de Aviación del ejército para el sistema de comunicaciones, estos equipos fueron los auriculares los cuales son de fabricación francesa producidos por la empresa especializada ELNO. En la figura 72 se observa el uso de dichos equipos durante la prueba de audio y funcionamiento de los equipos, además en las figuras 73 y 74 se indica como manipular dichos equipos. Finalmente, se empleó la lista de verificación de requisitos personales después de haber finalizado las tareas (ver figura 75).

### Figura 70

*Test de iluminación de los equipos de control y control de audio*



*Nota.* Energización del sistema con 28 voltios DC para el test de iluminación de los equipos

**Figura 71**

*Tarjeta de registro del equipo VHF 186 (V)*



*Nota.* Registro de trazabilidad, equipo dado de baja.

**Figura 72**

*Empleo de auriculares para la prueba de audio*



*Nota.* Prueba de audio, transmisión y recepción de frecuencias.

Figura 73

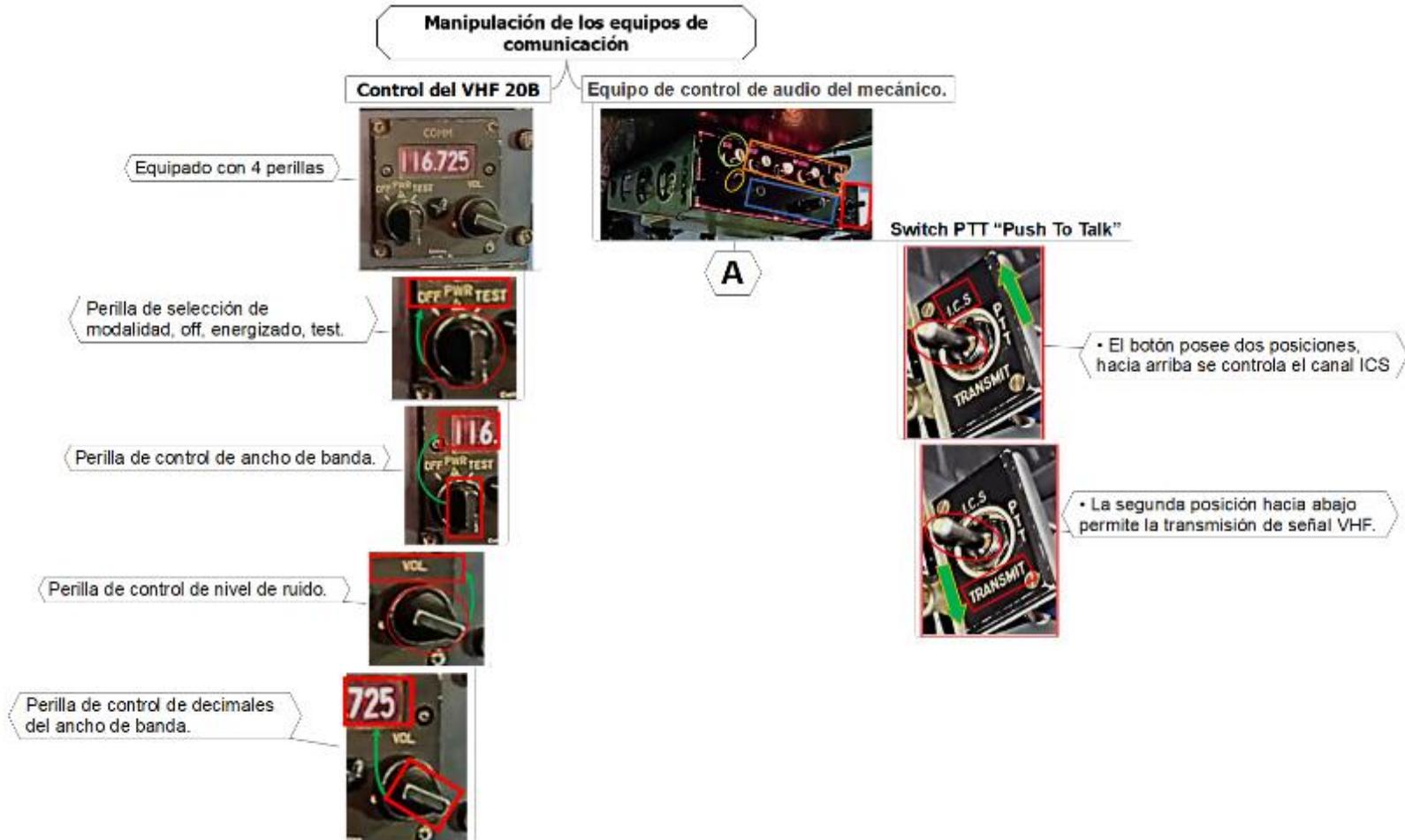
## Manipulación de los equipos de comunicación



Nota. Esquema de descripción de los controles de los equipos de comunicación.

Figura 74

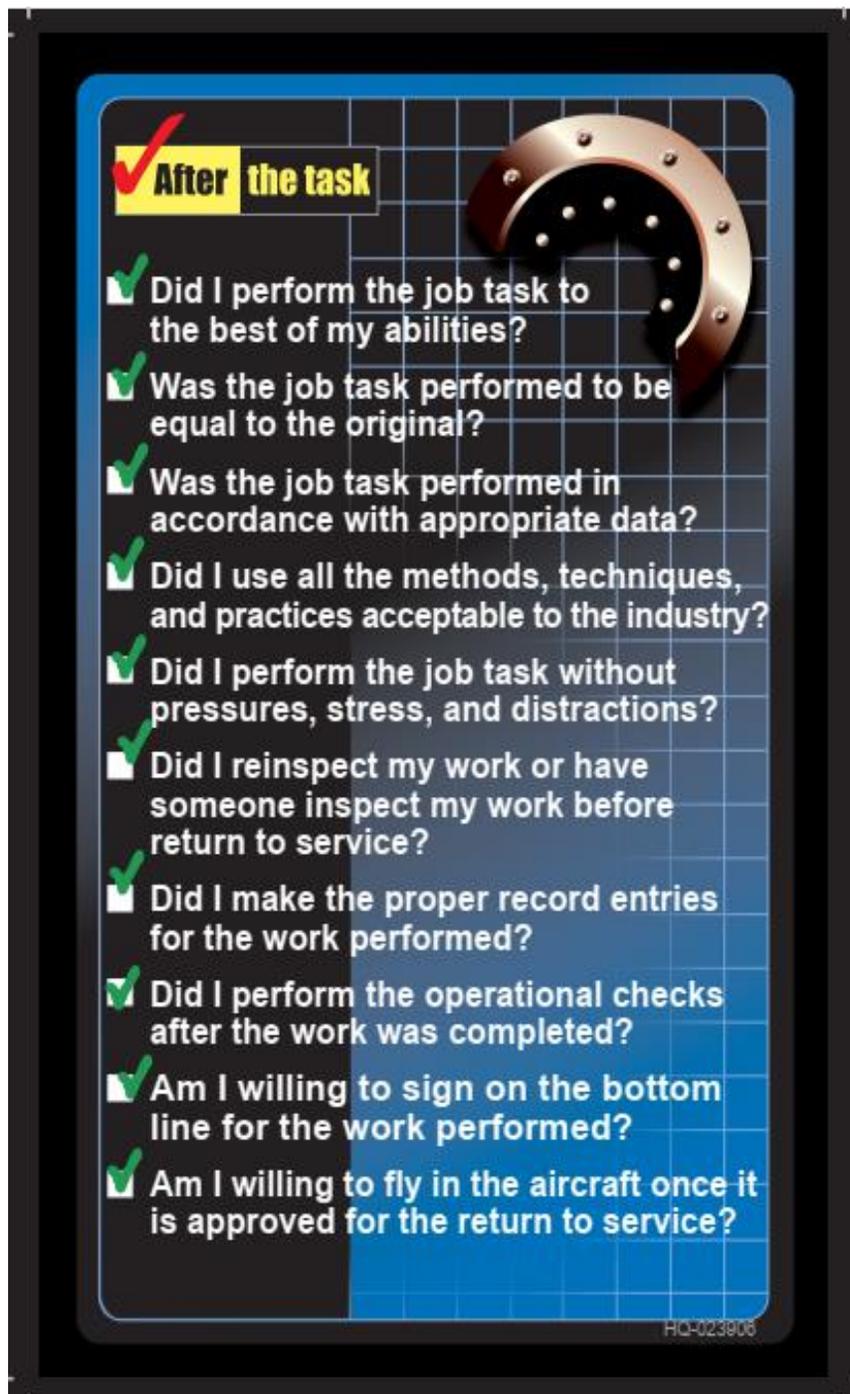
Continuación manipulación de los equipos de comunicación



Nota. continuación del esquema de descripción de los controles de los equipos de comunicación

Figura 75

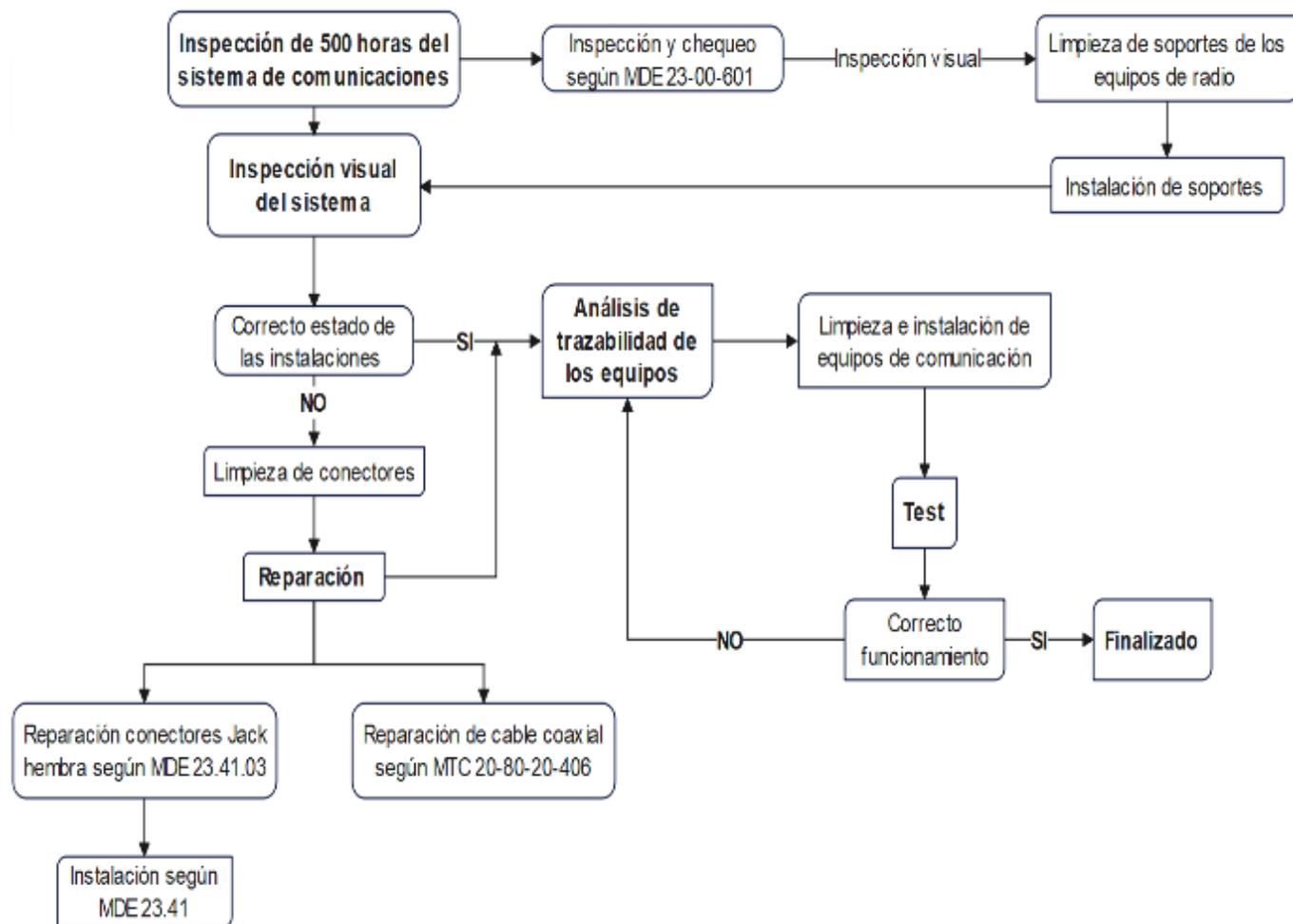
Finalización de la lista de verificación de requisitos mínimo personales



Nota. Tomado de (FAA, 2013).

Figura 76

Procedimiento de la inspección de 500 horas del sistema de comunicación



Nota. Esquema de procesos para la inspección de 500 horas del sistema de comunicaciones.

## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Para cumplir con las tareas y procedimientos prescritos en una inspección de 500 horas para el sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L, fue indispensable la síntesis de la información de los manuales de mantenimiento e interpretación de diagramas eléctricos, ya que el correcto uso de la documentación técnica permite identificar las fallas comunes que pueden ocurrir en dicho sistema, reconocer equipos y repuestos, además proporcionan información sobre los métodos de reparación de discrepancias y el empleo de las herramientas necesarias para la ejecución de cada una de las tareas.
- Los programas de inspección de mantenimiento son de suma importancia para garantizar el funcionamiento de un equipo, sistema o la aeronavegabilidad de una aeronave, es por eso que por medio de la ejecución de los procedimientos emitidos y recomendados por el fabricante los cuales han sido detallados mediante los manuales de mantenimiento como son el MDE (23-00.601 y 23-41), MTC (20-80-20-406), PRE (5-12 y 5-22) e IPC (23-10-00, 23-20-30, 23-20-60, 23-40-10, 23-90-10 y 23-90-30) se logró habilitar el sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L. Además, se demuestra que la aplicabilidad de cada ciclo de mantenimiento dependerá del estado de funcionamiento del sistema o de los equipos y del tiempo que llevan en operación. Sin embargo, las tareas de mantenimiento preventivo también son fundamentales para garantizar que los equipos o componentes mantengan su tiempo de vida útil hasta el final del ciclo de tiempo recomendado por el fabricante de dichos equipos.

- Se ha comprobado que el seguimiento de los registros de trazabilidad de los componentes es indispensable para verificar diversas características, entre las principales se destacan el historial de operación, los mantenimientos realizados, rastreo de procedencia y la comprobación de compatibilidad de equipos con el modelo de la aeronave. Este procedimiento fue clave para llevar a cabo las tareas de mantenimiento correspondientes a una inspección de 500 horas para el sistema de comunicaciones del helicóptero Gazelle SA 341L ya que por medio de las tarjetas de registro se pudo descartar varios procedimientos innecesarios en el mantenimiento de los equipos de radiocomunicación.

## Recomendaciones

- Para garantizar la seguridad operacional durante las tareas de mantenimiento es importante tener en cuenta las normas y el manejo de los equipos de seguridad, dichas normas como la NFPA 704 permite distinguir los niveles de peligro que surgen al entrar en contacto con sustancias altamente tóxicas, debido a ello es conveniente considerar el uso de la hoja de datos de seguridad de la sustancia que se vaya a manipular, de esta forma se puede determinar el tipo de protección personal adecuado y además posibilita tomar los procedimientos de mitigación de peligro adecuados en caso de contacto directo con los productos químicos.
- La previa preparación de la documentación y el autoanálisis de las capacidades y conocimientos que han sido adquiridos son importantes a tener en cuenta para efectuar cualquier tarea de mantenimiento, es por ello que se recomienda el empleo de las listas de control de requisitos personales mínimos emitida por la FAA, ya que por medio de esta lista se puede efectuar una proyección sobre el resultado de las tareas de mantenimiento a realizar mediante la lista de control de requisitos mínimos antes de realizar el trabajo, también permite examinar si la tarea fue realizada e inspeccionada bajo las condiciones y métodos adecuados por medio de la lista de verificación al finalizar una tarea.
- Durante la ejecución de las tareas de mantenimiento del sistema de comunicaciones en el helicóptero Gazelle SA 341L es crucial asegurarse que el helicóptero no se encuentre energizado, de esta manera se mitiga los riesgos de sobre tensión o arcos eléctricos, también se garantiza la seguridad personal y de los equipos que se encuentren instalados, además se debe comprobar que todas las herramientas empleadas sean las adecuadas y recomendadas por el fabricante.

## Glosario

### A

**Atenuación:** Disminución de intensidad de la onda.

**Amplitud:** Tamaño de onda.

**Adyacente:** Aproximación entre canales.

**Aeródromo:** Área definida para la movilización de aeronaves.

### B

**Banda:** Sección de frecuencias del espectro radial.

### C

**Comunicación:** Transmisión de señales por medio de modulación de ondas.

**Conmutador:** Componente que permite la comunicación entre dos puntos por medio de distintos nodos.

### D

**Difracción:** Redistribución de la onda al pasar por un objeto.

**Distorsión:** Mala alteración de la forma de la onda.

**Decibelios:** Unidad que expresa el nivel de presión sonora.

### E

**Emisión:** Acción de una estación transmisora para enviar ondas.

**Espectro:** Distribución de energía de varios campos eléctricos.

**F**

**Frecuencia:** Intervalo del espectro electromagnético.

**H**

**Hercios:** Frecuencia de oscilación.

**M**

**Modulación:** Variación de la frecuencia de una onda portadora.

**O**

**Onda:** Clase de radiación electromagnética.

**Oscilador:** Circuito electrónico.

**P**

**Propagación:** Comportamiento de la señal durante el trayecto de emisor al receptor.

**Portadora:** Señal de soporte de frecuencia más alta que opera en la transmisión.

**Potencia:** Cantidad de energía empleada por unidad de tiempo.

**Polarización:** Forma de orientación del campo eléctrico de la onda de radio.

**Preamplificador:** Amplifica la señal tenue a una señal limpia.

**R**

**Receptor:** Dispositivo que permite la recuperación de señales transmitidas por un emisor.

**T**

**Telegrafía:** Método de radiocomunicación por medio de pulsaciones de ondas portadoras.

**Trazabilidad:** Condición que cumplen diversos equipos o componentes aeronáuticos.

**U**

**Unilateral:** Tipo de comunicación que consiste en la emisión sin retroalimentación.

## Abreviaturas

### A

**ATA:** Asociación del Transporte Aéreo.

**APP:** Controlador de Aproximación.

**ACC:** Controlador de Ruta o Área.

**ATIS:** Servicio automático de información del área termina.

**AOC:** Certificado de Explotador de Servicios Aéreos.

**ATR:** Air Transportation Rack.

**ARINC:** Aeronautical Radio Inc.

### D

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil del Ecuador.

### F

**FAA:** Administración Federal de Aviación de EE. UU.

### G

**GP:** Trayectoria de planeo.

### I

**ITU:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**IPC:** Catálogo Ilustrado de Partes.

**ICS:** Sistema de Intercomunicación.

**M**

**MDE:** Manual de mantenimiento.

**O**

**OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**P**

**PRE:** Programa recomendado de mantenimiento.

**PTT:** Pulse para hablar.

**S**

**SAR:** Búsqueda y salvamento.

**SMC:** Control de la circulación en la superficie.

**T**

**TWR:** Torre de Control o Control de aeródromo.

**V**

**VDL:** Enlace digital en VHF.

## Bibliografía

Aerospatiale. (1987). *Manuel D'instruction*.

Airbus Helicopters. (1976). Arrangement of the manual. En Airbus (Ed.), *Maintenance Manual: Vol. Volumen I* (pp. 1–2).

Airbus Helicopters. (1984). *Maintenance Manual Gazelle Helicopter ATA 23: Vol. Volumen 1*. Airbus.

Airbus Helicopters. (2020). Manual layout MTC. En *Standard Practices Manual: Vol. Volumen I* (pp. 1–3).

Airbus Helicopters. (2021). Presentation of Catalogue IPC. En *Illustrated Parts Catalog: Vol. Volumen I* (pp. 1–10).

Airbus Helicopters. (2022). *Programme Recommande D'Entretien (P.R.E.)* (Airbus, Ed.; Primera edición).

Cyclo. (2017). *Safety Data Sheet Quick Dry Electronic Cleaner*. [www.cyclo.com](http://www.cyclo.com)

Department of the Army. (1986). *Operator's And Aviation Unit Maintenance Manual VHF AM/FM RADIO SET AN/ARC-186(V) (NSN 5821-01-086-6243) (EIC: N/A)*.

DGAC. (s/f). *Dirección General de Aviación Civil | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. Recuperado el 2 de junio de 2023, de <https://www.gob.ec/dgac>

DGAC. (2022, julio 7). *Reglamento-210-Telecomunicaciones aeronáuticas*.

DGAC. (2023). *Dirección General de Aviación Civil Visión – Misión – Valores / Rikuy / Ruray / Chanichiy*. <https://www.aviacioncivil.gob.ec/vision-mision-valores-rikuy-ruray-chanichiy/>

EASA. (2017). *Type Certificate Data Sheet*. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/type-certificates/rotorcraft-cs-29-cs-27-cs-vlr/easar125-airbus-helicopters-sa341>

FAA. (2013). "*Personal Minimums*" checklist.

<https://www.faa.gov/files/gslac/library/documents/2013/Feb/74236/Personal%20Minimums%20Checklist.pdf>

ForteQuim. (2021). *Hoja De Datos De Seguridad MEK*. [www.fortequim.com.mx](http://www.fortequim.com.mx)

Geocities. (s/f). *Helicopteros Ecuatorianos*. Recuperado el 27 de febrero de 2023, de

<https://geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/aee-helicopteros.html>

Hartmann Electronic. (2023). *(ATR) Air Transport Rack | Hartmann Electronic*.

<https://www.hartmann-electronic.com/rugged/atr/>

International Civil Aviation Organization. (2021). *Handbook on radio frequency spectrum requirements for civil aviation.: Vol. Volumen I* (OACI, Ed.; Segunda edición).

ITU. (2016). *Reglamento de Radiocomunicaciones Reglamento de Radiocomunicaciones Artículos. Volumen 1*.

ITU. (2020). *Reglamento de Radiocomunicaciones Apéndices. Volumen 2*.

ITU. (2023a). *Breve historia de la UIT (1)*. Breve historia de la UIT (1).

<https://www.itu.int/es/history/Pages/ITUsHistory.aspx>

ITU. (2023b). *Breve historia de la UIT (2)*. Breve historia de la UIT (2).

<https://www.itu.int/es/history/Pages/ITUsHistory-page-2.aspx>

ITU. (2023c). *UIT Descripción general*. UIT Descripción general.

<https://www.itu.int/en/about/Pages/overview.aspx>

Karthikeyan AM. (2020, julio 2). *Back to Birth Traceability - envecon*. <https://envecon.com/back-to-birth-traceability/>

OACI. (2013, noviembre 14). *Anexo 10 — Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen V*.

<https://elibrary.icao.int/reader/340465/&returnUrl%3DaHR0cHM6Ly9lbGlicmFyeS5pY2FvLmludC9leHBsb3JlO3NIYXJjaFRleHQ9YW5leG8IMjAxMCUyMCVFMiU4MCU5NCUyMHRlb>

GVjb211bmljYWNpb25lcyUyMGFlcm9uJUMzJUExdXRpY2FzLCUyMHZvbHVtZTtwaHJhc  
2VNYXRjaD0wO3RoZW1ITmFtZT1CbHVILVRoZW1I?productType=eBook

OACI. (2016, julio 10). *Anexo 10 — Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen III*.

<https://elibrary.icao.int/reader/279819/&returnUrl%3DaHR0cHM6Ly9lbGlicmFyeS5pY2FvLmludC9leHBsb3JlO3NIYXJjaFRleHQ9YW5leG8IMjAxMCUyMCVFMiU4MCU5NCUyMHRlbGVjb211bmljYWNpb25lcyUyMGFlcm9uJUMzJUExdXRpY2FzLCUyMHZvbHVtZTtwaHJhc2VNYXRjaD0wO3RoZW1ITmFtZT1CbHVILVRoZW1I?productType=eBook>

OACI. (2023). *The History of ICAO and the Chicago Convention*. <https://www.icao.int/about-icao/History/Pages/default.aspx>

Pike, J. (1999, septiembre 21). *FAS. Helicóptero Gacela*. <https://man.fas.org/dod-101/sys/ac/row/gazelle.htm>

Powell, J. (1981). *AIRCRAFT RADIO SYSTEMS*. Himalayan Books.

Revista seguridad 360. (2022, marzo 22). *¿Qué es y para qué sirve el rombo de seguridad NFPA 704? - Revista Seguridad 360*. <https://revistaseguridad360.com/destacados/rombo-de-seguridad/>

Rockwell Collins. (1987). *VHF-20A/20B VHF Transceiver instruction book*.

S, R. (2021, noviembre). *Ondas aéreas: Distancia de salto y zona de salto*. <https://riojanosporlaradio.com/ondas-aereas-distancia-de-salto-y-zona-de-salto/>

Servicio Federal de Transporte Aéreo de Rusia. (2000). *Directrices para el apoyo técnico radioeléctrico de vuelos y la operación técnica de objetos de apoyo técnico radioeléctrico para vuelos y telecomunicaciones aeronáuticas*. Universidad Estatal de Aviación Civil de San Petersburgo. <https://studfile.net/preview/3214334/page:13/>

SKYbrary. (2021). *Centro de gravedad (CG) | SKYbrary Seguridad en la aviación*. <https://www.skybrary.aero/articles/centre-gravitycg>

Trilab Ingeniería. (2023). *Equipo de protección personal en Galerias Aviacion - Trilab Ingeniería.*

<https://trilabingenieria.com/equipo-de-proteccion-personal-en-galerias-aviacion/>

## Anexos