

FECHA	Julio 9 de 2008
-------	-----------------

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	Ingeniería Aeronáutica

AUTOR (ES)	GUZMAN SANCHEZ, Mario Gerardo y MEJIA MURILLO, Sebastián Eduardo.
TÍTULO	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA INSTALACION DE UN REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA (CVR - COCKPIT VOICE RECORDER) EN UNA AERONAVE MODELO TWIN COMMANDER 695A.

PALABRAS CLAVES	<p>Alteración mayor.</p> <p>Aviónica.</p> <p>Registrador de Voces de Cabina.</p> <p>Cockpit Voice Recorder.</p> <p>CVR.</p>

DESCRIPCIÓN	<p>Actualmente los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (numerales 4.2.6.5, 4.6.3.6 y Parte cuarta, capítulo II Apéndice A) exigen que las aeronaves multimotor propulsadas por turbina (turbohélice o turbojet en el caso de aeronaves de ala fija) que tengan una configuración de sillas de pasajeros, excluyendo cualquier silla de piloto de más de seis (6) sillas y para la cual se requieran según su certificación de tipo o según los RAC, dos pilotos, este equipado con un Registrador de Voces de Cabina (CVR). Por lo anterior es necesario que la aeronave Twin Commander 695A de la empresa patrocinadora esté equipado con dicho sistema.</p>

<p>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UAEAC. OCSA 001 “Elegibilidad, Calidad e Identificación de partes aeronáuticas para reemplazo”. Bogotá: UAEAC, 1999. 16 p.</li> <li>• UNIVERSAL AVIONICS. Manual de Instalación CVR-30B y CVR-120 Solid – State Cockpit Voice Recorder 27-70-03, última revisión. Tucson: Universal Avionics, 1998. 418 p.</li> <li>• FAA. Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS) Rev. Original 31/01/2003. Washington: FAA, 2003. 1728 p.</li> <li>• FAA. AC43.13-1B. Washington: FAA, 1998.</li> <li>• FAA. AC 43.13-2B. Washington: FAA, 2008. 137 p.</li> <li>• FAA. AC 20-62D Eligibility, Quality, and Identification of Approved Aeronautical Replacement Parts de la FAA. Washington: FAA, 1996. 10 p.</li> <li>• FAA. AC 23-8B apéndice 5 guide for preparing airplane flight manual and pilot's operating handbook supplement de la FAA. Washington: FAA, 2003, 4 p.</li> <li>• TWIN COMMANDER. Manual de Mantenimiento Commander 695A. Arlington: ATP, 2002, 1397 p.</li> <li>• TWIN COMMANDER. Catálogo Ilustrado de Partes Commander 695A. Arlington: ATP, 1986, 894 p.</li> <li>• TWIN COMMANDER. Diagramas de Cableado Commander 695A. Arlington: ATP, 1988, 137 p.</li> <li>• FAA. AC 23-21 “Airworthiness compliance checklists used to substantiate major alterations for small airplanes”. Washington: FAA, 2004, 31 p.</li> <li>• FAA. Certificado tipo 2A4 Commander 695A. Washington: FAA, 2000, 34 p.</li> <li>• FAA. MMEL Commander 695A. Washington: FAA, 2003, 55 p.</li> <li>• UAEAC. CI 101 E/T 29. Bogotá: UAEAC, 2004. 30 p.</li> <li>• UAEAC. CI 101 E/T 30. Bogotá: UAEAC, 2004. 22 p.</li> <li>• Advanced Strength and Applied Stress Analysis. Richard G. Budynas.</li> </ul>
-----------------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• JUDD WIRE INC. [on line]. Estados Unidos: Defines, designs and delivers high value solutions for our customers, 2007 [citado mayo 2008]. Disponible de la Internet: &lt;URL&gt;: <a href="http://www.juddwire.com/jwelcome.nsf/mil-dtl-27500.htm">http://www.juddwire.com/jwelcome.nsf/mil-dtl-27500.htm</a> .</li></ul>

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	Ingeniería Aeronáutica

CONTENIDOS	
<p>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>Objetivo general. Desarrollar un proceso de adaptación e innovación tecnológica con todos los lineamientos y prácticas estándar establecidas por la autoridad de aviación civil colombiana y la comunidad aeronáutica internacional y suministrar dicho proyecto para la instalación de un Registrador de Voces de Cabina (CVR) en una aeronave colombiana marca Twin Commander modelo 695A a una compañía de aviación nacional.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un procedimiento de adaptación e innovación tecnológica que permita cumplir con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia en cuanto a la implementación de Registradores de Voces en Cabina.</li> <li>• Satisfacer la necesidad de una compañía de aviación colombiana que requiere implementar el sistema en una de sus aeronaves.</li> <li>• Estudiar la norma ICAO ANEXO 6 y su aplicabilidad a Colombia como estado contratante.</li> <li>• Estudiar los RAC parte 4 y sub partes aplicables a 4.1.10 modificaciones de aviónica y 4. APÉNDICE «A» CAPITULO II REGISTRADORES DE VUELO PARA AVIONES</li> <li>• Desarrollar un proyecto de ingeniería según la CI 101 e/t 30</li> <li>• Analizar las cargas eléctricas (ELA) conforme al estado de diseño: se estudia las fuentes de alimentación eléctrica de la aeronave su distribución de carga y el impacto que produce el nuevo desarrollo. Estudio meticuloso de ATA 20 y 24 de la aeronave.</li> <li>• Analizar la Interferencia electromagnética: Se estudia los diagramas de enrutados eléctricos conforme a los Diagramas de Cableado de la aeronave.</li> <li>• Estudiar la AC No: 20-62D. Estudio e implementación de las normas para</li> </ul>	

ELIGIBILITY, QUALITY, AND IDENTIFICATION OF AERONAUTICAL REPLACEMENT PARTS.

- Estudiar AC No. AC 23-8B Appendix 5 GUIDE FOR PREPARING AIRPLANE FLIGHT MANUAL AND PILOT'S OPERATING HANDBOOK SUPPLEMENTS
- Implementar el estándar documental x-673-64-1f para los drawings mecánicos
- Estudiar el Certificado tipo de la aeronave. Estudios de peso y balance de la aeronave y su modificación con el proyecto implementando el peso y balance (W&B )
- Realizar el Análisis estructural que implica la instalación del equipo.

ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto radica en entregar el estudio de factibilidad técnica y el paso a paso a desarrollar para efectuar la instalación de un sistema Registrador de Voz de Cabina en una aeronave colombiana marca Twin Commander modelo 695A.

La principal limitación del proyecto es que NO es un Suplemento al Certificado Tipo (STC) que se pueda comercializar y ofrecer a otras empresas que cuenten con el mismo modelo de aeronave. Simplemente está desarrollado para un número de serie de avión específico que requiere sea implementado tal sistema.

NÚMERO RAE	
PROGRAMA	Ingeniería Aeronáutica

METODOLOGÍA	<p>El enfoque de la investigación está dado a cómo implementar un sistema registrador de voces en cabina que permita, en caso de un accidente, determinar las posibles causas del mismo. La estrategia de trabajo está encaminada a realizar un análisis de qué se pretende con el proyecto y recopilar la información necesaria para desarrollarlo, leyendo manuales, consultando a los fabricantes tanto de la aeronave como del equipo y apoyándose en la metodología establecida por la Aeronáutica Civil para este tipo de proyectos.</p> <p>La información será suministrada por el fabricante del equipo y el fabricante de la aeronave, así mismo se recopilará información estándar que orienta en la elaboración del proyecto.</p> <p>La metodología usada para el desarrollo del proyecto va desde la investigación preliminar del tema a instalar, el desarrollo del estudio de factibilidad técnica siguiendo las prácticas estándar y lineamientos legales y técnicos, para terminar con la instalación y legalización ante la Autoridad Aeronáutica colombiana del Registrador de Voces en Cabina (CVR).</p> <p>El desarrollo de ingeniería del proyecto a realizar incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación Estructural</li> <li>• Modificación eléctrica</li> <li>• Diseño de la interconexión eléctrica</li> <li>• Selección de materiales</li> <li>• Integración y verificación de la no existencia de incompatibilidades con otras alteraciones mayores previamente ejecutadas</li> <li>• Diagramas de cableado (integración a los sistemas de la aeronave)</li> <li>• Análisis de cargas eléctricas</li> <li>• Planos de instalación</li> <li>• Órdenes de Ingeniería</li> <li>• Suplemento al manual de vuelo</li> </ul> <p>De acuerdo con las políticas para la investigación establecidas por la Universidad de San Buenaventura el enfoque a emplear es de tipo empírico – analítico, cuyo interés es el técnico, orientado a la interpretación y transformación del mundo material; proporciona una estructura particular a la metodología de investigación en tanto que orienta el trabajo a la contrastación permanente de las aseveraciones teóricas con la verificación experimental, de manera que los</p>
-------------	---

cálculos generados a través de modelos matemáticos y simulaciones computacionales se deben retroalimentar con la experimentación, en la búsqueda de información cada vez mas confiable y práctica para la solución del problema. Esta simbiótica debe llevar consigo una relación teórica al menos presumible entre variables, de manera que se puedan establecer relaciones funcionales entre ellas; igualmente y de acuerdo con los medios experimentales, también se deben establecer los parámetros experimentales convenientes.

#### LINEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto hace parte del Nodo de aeronáutica en el campo de investigación de Aviónica en la sub-línea de la facultad de instrumentación y control de procesos en la línea institucional de tecnologías actuales y sociedad.

#### TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la investigación fue necesario recopilar información proveniente de los documentos mencionados en la bibliografía.

#### HIPÓTESIS

La aeronave después de implementado el proyecto tendrá instalado un sistema Registrador de Voz en Cabina (CVR), cumpliendo con las regulaciones locales e internacionales y podrá operar en cualquier territorio.

## CONCLUSIONES

Al desarrollar este proyecto se puede concluir que la elaboración e implementación de estudios para la instalación de este tipo de equipos es viable técnicamente si se posee un conocimiento previo de la alteración a efectuar donde se tengan en cuenta las regulaciones de la autoridad de aviación, los manuales de los equipos a instalar y los manuales del fabricante de la aeronave, así mismo es importante tener en cuenta la ayuda de la documentación técnica de referencia como son las circulares informativas, las cuales son suministradas por las distintas autoridades de aviación civil que además de ser de fácil acceso y manejo, brindan herramientas técnicas muy útiles al momento de la elaboración y legalización de una alteración.

Igualmente se cuenta con el apoyo profesional de los DER, que aunque sus servicios no son económicos, son de una gran ayuda para el desarrollo de éstos trabajos. Teniendo en cuenta todo lo anterior, la experiencia en la elaboración de este proyecto dicta que el ingeniero Colombiano está en capacidad de efectuar esta clase de modificaciones y así colaborar con la empresa que lo contrate para la disminución del gasto económico producido por terceras personas involucradas en estas alteraciones y así mismo elevar el status profesional de los ingenieros aeronáuticos en el país.

No obstante lo dispuesto en los párrafos anteriores, la regulación Colombiana respecto a la alteración de aeronaves (RAC 4.1.10), ha venido limitando la ejecución de este tipo de proyectos por la inmadurez que se tiene acerca del tema en el país, pero si todo el medio aeronáutico, incluyendo a las universidades, las empresas y la autoridad de aviación civil local se involucran conjuntamente en la capacitación y crecimiento de los profesionales del sector, se podría pensar que en un futuro se vayan dando libertades a las empresas que su razón de ser es la alteración de aeronaves para la elaboración de proyectos de ingeniería que estén a la par de otros estados y así poder crecer académica y técnicamente todo el sector.



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA LA  
IMPLEMENTACION DE LA INSTALACION DE UN REGISTRADOR  
DE VOCES DE CABINA (CVR - COCKPIT VOICE RECORDER) EN  
UNA AERONAVE MODELO TWIN COMMANDER 695A**

**MARIO GERARDO GUZMAN SANCHEZ  
SEBASTIAN EDUARDO MEJIA MURILLO**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA  
ESPECIALIZACION EN AVIONICA  
SANTA FE DE BOGOTA, D.C.**

**2008**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA LA  
IMPLEMENTACION DE LA INSTALACION DE UN REGISTRADOR  
DE VOCES DE CABINA (CVR - COCKPIT VOICE RECORDER) EN  
UNA AERONAVE MODELO TWIN COMMANDER 695A**

**MARIO GERARDO GUZMAN SANCHEZ  
SEBASTIAN EDUARDO MEJIA MURILLO**

**Proyecto de grado para optar al titulo de especialistas en  
Aviónica**

**Asesor temático  
GERMAN CASTIBLANCO MOJICA  
Ingeniero electrónico**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA  
ESPECIALIZACION EN AVIONICA  
SANTA FE DE BOGOTA, D.C.**

**2008**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Ciudad y Fecha (día/mes/año)

# TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>III</b>
<b>TITULO DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>10</b>
<b>1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	12
1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	13
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	13
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> :.....	13
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	14
<b>2 MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>16</b>
2.1 MARCO TEORICO – CONCEPTUAL .....	16
2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO.....	17
<b>3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
3.2 LINEA DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	24
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
3.5 HIPÓTESIS .....	25
3.6 VARIABLES.....	26
3.6.1 <i>Variables Independientes</i> .....	26
3.6.2 <i>Variables Dependientes</i> .....	26
<b>4 DESARROLLO INGENIERIL .....</b>	<b>27</b>
4.1 GENERAL .....	27
4.1.1 <i>Propósito</i> .....	27
4.1.2 <i>Regulación aplicable</i> .....	27
4.1.3 <i>Documentación técnica de referencia</i> .....	27
4.1.4 <i>Tiempo previsto para la modificación</i> .....	28
4.1.5 <i>Listado de alteraciones mayores previamente ejecutadas</i> .....	28
4.1.6 <i>Descripción</i> .....	28
4.2 DISEÑO DE INGENIERIA. ....	29
4.2.1 <i>Modificación estructural</i> .....	29
4.2.2 <i>Modificación eléctrica</i> .....	35
4.2.3 <i>Análisis eléctrico</i> .....	39
4.2.4 <i>Peso y balance</i> .....	40
4.2.5 <i>Suplementos al manual de vuelo</i> .....	41
4.2.6 <i>Cambios al programa de mantenimiento</i> .....	41
4.2.7 <i>Cambios al M.E.L.</i> .....	42
4.2.8 <i>Instrucciones de aeronavegabilidad continuada</i> .....	42
4.3 ORDEN DE INGENIERIA (TCAC 31-017) .....	43

4.4 PLANOS DE INSTALACION .....	63
4.5 TRAZABILIDADES (7 FOLIOS) .....	64
4.6 SUPLEMENTO AL MANUAL DE VUELO (AFM) .....	65
<b>5 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>73</b>
<b>6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>7 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>76</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rack de avionica F.S. 205.....	30
Figura 2 Unidad de control del C.V.R .....	71
Figure 4. Ubicación unidad de control y C.B.....	71

## LISTA DE TABLAS

Table 1. Carta de peso y balance .....	40
Tabla 2. Orden de ingeniería .....	43
Tabla 3. Control de revisiones suplemento al manual de vuelo .....	66
Tabla 4. Condición de falla basada en la cantidad de destellos de la luz .....	68



## **TITULO DEL PROYECTO**

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA INSTALACION DE UN REGISTRADOR DE VOCES DE CABINA (CVR - COCKPIT VOICE RECORDER) EN UNA AERONAVE MODELO TWIN COMMANDER 695A.

## INTRODUCCION

La fundación para la seguridad en los vuelos (F.S.F.) a través de sus estudios, encontró que el mayor riesgo que tiene una aeronave de impactarse contra el terreno se produce en condiciones de vuelo controlado (CFIT, [Controlled Flight into Terrain](#)). Estos estudios efectuados a la información suministrada por los registradores de datos de la aeronave FDR mostraron condiciones óptimas de aeronavegabilidad, los operadores por su parte aportaron serias evidencias en ajustes y cumplimiento riguroso de los programas de entrenamiento en simuladores de vuelo para sus tripulaciones, donde se simulaban todo tipo de condiciones adversas. Pero entonces surge la inquietud sobre que sucedió en el evento CFIT. Esta inquietud solo se resuelve si se tienen en cuenta los factores humanos y su injerencia en la cadena de falla que provoca el accidente.

Dentro del programa de factores humanos en tripulación CRM (Crew Resources Management), se considera a la pérdida de conciencia situacional de los tripulantes como el factor mas relevante en la cadena de falla. Obtener información clara, veraz y oportuna sobre los eventos que transcurren en la cabina de una aeronave previos y durante un incidente de CFIT estimuló a la industria aeronáutica internacional y a los productores de equipos de aviónica a diseñar sistemas de grabación de voz mucho más confiables y seguros.

Los Registradores de Voz de Cabina (CVR, por sus siglas en ingles, Cockpit Voice Recorder), los cuales están fabricados bajo el TSO C123a, superseden a sus predecesores de cinta magnética, por un sistema de grabación en memoria digital de mayor resistencia a la flama y daños mecánicos.

Teniendo en cuenta lo anterior y observando el crecimiento y la evolución tecnológica en el ámbito de la aeronáutica en el país así como el mejoramiento profesional de los ingenieros colombianos y la búsqueda de la seguridad a nivel mundial, se ha generado que las empresas de aviación en el mundo involucren sistemas de aviónica que proporcionen mayor seguridad y estandarización de los sistemas. Por estas razones en Colombia nos vemos en la necesidad de desarrollar proyectos de ingeniería que permitan integrar equipos sin la necesidad de recurrir a otros países (lo cual incurriría en altos costos para los operadores), los cuales permiten dar cumplimiento a las normas internacionales establecidas para la Aviación.

El proyecto de grado pretende desarrollar un Estudio de Factibilidad Técnica siguiendo los lineamientos establecidos por la autoridad aeronáutica y los

estándares internacionales de aviación con el fin de ejecutar la instalación de un CVR en una aeronave Twin Commander 695A de una empresa de aviación colombiana con el fin de dar cumplimiento a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) actuales. El proyecto permite adaptar los conceptos desarrollados durante la especialización de manera real y con el total apoyo de la empresa que cuenta con la necesidad.

De conformidad con los R.A.C parte segunda numeral 2.4.4 y parte cuarta numeral 4.1.10 este de tipo de trabajos debe ser efectuado por un ingeniero con licencia de Ingeniero Especialista Aeronáutico (IEA) y la parte referente a la instalación la deberá efectuar un técnico especialista en sistemas eléctricos (TEEI) licenciado, el cual deberá ser supervisado por un inspector AIT de alguna organización aeronáutica con la capacidad de hacerlo.

# **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 ANTECEDENTES**

Conforme a los RAC numerales, 4.2.6.5, 4.6.3.6 y Parte 4 Apéndice A del capítulo II, a partir del 30 de junio de 2007 ninguna persona puede operar aeronaves cobijadas por el capítulo VI de la parte cuarta de los RAC, a menos que estas estén equipadas con un Registrador de Voz de la Cabina.

Con el fin de dar cumplimiento a las Regulaciones Internacionales y nacionales establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional y la Aeronáutica Civil de Colombia y teniendo en cuenta información suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en el país no se han desarrollado estudios de este tipo para la instalación de un Registrador de Voz de Cabina en un Turbo Commander 695A.

Durante la ejecución del proyecto no se tendrá en cuenta ninguna investigación previa realizada para la instalación del sistema en el tipo de aeronave mencionado, debido a que es un proyecto único para un número de serie específico de aeronave, solamente se tendrá en cuenta la guía desarrollada (circular informativa CI 101-e/t-30 para desarrollar un dato técnico aceptable) por la UAEAC para elaborar este tipo de proyectos, los R.A.C. y manuales mencionados dentro de las técnicas de recolección de información.

## **1.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (numerales 4.2.6.5, 4.6.3.6 y Parte cuarta, capítulo II Apéndice A) exigen que las aeronaves multimotor propulsadas por turbina (turbohélice o turbojet en el caso de aeronaves de ala fija) que tengan una configuración de sillas de pasajeros, excluyendo cualquier silla de piloto de más de seis (6) sillas y para la cual se requieran según su certificación de tipo o según los RAC, dos pilotos, este equipado con un Registrador de Voces de Cabina (CVR). Por lo anterior es necesario que la aeronave Twin Commander 695A de la empresa patrocinadora esté equipado con dicho sistema.

¿Cómo se puede instalar un Registrador de Voces en Cabina (CVR) en una aeronave marca Twin Commander modelo 695A a la cual le aplica la regulación colombiana de modo que se logre cumplir con las normas actuales de

aeronavegabilidad emitidas por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

De no efectuar la instalación del Registrador de Voces en Cabina conllevaría a que la empresa no pudiera volar la aeronave (RAC numerales 4.2.6.5 y 4.6.3.6) ni prestar sus servicios de vuelos charter a la sociedad nacional e internacional, perjudicando tanto a la economía de la compañía, el personal que allí labora y en general a los clientes o personas interesadas en hacer uso de la aeronave.

El desarrollo de este proyecto lleva a que los Ingenieros Aeronáuticos colombianos puedan ingresar en la vanguardia mundial y en el desarrollo de prácticas seguras de ingeniería para la implementación de este tipo de sistemas. Así mismo permite que la aviación en Colombia dé un paso adelante y continúe con su camino hacia el desarrollo de investigaciones y tecnologías que lleven al país a estar al nivel de países como Brasil o los grandes países desarrollados en el ámbito de la aviación.

La Universidad de San Buenaventura obtendrá satisfacción y reconocimiento, no solo a nivel nacional, al promover la evolución del país y de los ingenieros que prepara en beneficio del desarrollo aeronáutico.

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

**1.4.1 Objetivo general.** Desarrollar un proceso de adaptación e innovación tecnológica con todos los lineamientos y prácticas estándar establecidas por la autoridad de aviación civil colombiana y la comunidad aeronáutica internacional y suministrar dicho proyecto para la instalación de un Registrador de Voces de Cabina (CVR) en una aeronave colombiana marca Twin Commander modelo 695A a una compañía de aviación nacional.

#### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Establecer un procedimiento de adaptación e innovación tecnológica que permita cumplir con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia en cuanto a la implementación de Registradores de Voces en Cabina.
- Satisfacer la necesidad de una compañía de aviación colombiana que requiere implementar el sistema en una de sus aeronaves.
- Estudiar la norma ICAO ANEXO 6 y su aplicabilidad a Colombia como estado contratante.

- Estudiar los RAC parte 4 y sub partes aplicables a 4.1.10 modificaciones de aviónica y 4. APÉNDICE «A» CAPITULO II REGISTRADORES DE VUELO PARA AVIONES
- Desarrollar un proyecto de ingeniería según la CI 101 e/t 30
- Analizar las cargas eléctricas (ELA) conforme al estado de diseño: se estudia las fuentes de alimentación eléctrica de la aeronave su distribución de carga y el impacto que produce el nuevo desarrollo. Estudio meticoloso de ATA 20 y 24 de la aeronave.
- Analizar la Interferencia electromagnética: Se estudia los diagramas de enrutados eléctricos conforme a los Diagramas de Cableado de la aeronave.
- Estudiar la AC No: 20-62D. Estudio e implementación de las normas para ELIGIBILITY, QUALITY, AND IDENTIFICATION OF AERONAUTICAL REPLACEMENT PARTS.
- Estudiar AC No. AC 23-8B Appendix 5 GUIDE FOR PREPARING AIRPLANE FLIGHT MANUAL AND PILOT'S OPERATING HANDBOOK SUPPLEMENTS
- Implementar el estándar documental x-673-64-1f para los drawings mecánicos
- Estudiar el Certificado tipo de la aeronave. Estudios de peso y balance de la aeronave y su modificación con el proyecto implementando el peso y balance (W&B )
- Realizar el Análisis estructural que implica la instalación del equipo.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO**

El alcance de este proyecto radica en entregar el estudio de factibilidad técnica y el paso a paso a desarrollar para efectuar la instalación de un sistema Registrador de Voz de Cabina en una aeronave colombiana marca Twin Commander modelo 695A.

La principal limitación del proyecto es que NO es un Suplemento al Certificado Tipo (STC) que se pueda comercializar y ofrecer a otras empresas que cuenten

con el mismo modelo de aeronave. Simplemente está desarrollado para un número de serie de avión específico que requiere sea implementado tal sistema.

## **2 MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 MARCO TEORICO – CONCEPTUAL**

Principalmente se tiene en cuenta el Certificado Tipo de la Aeronave, el manual de instalación del Registrador de Voces en Cabina, Listado de Equipo mínimo para despacho maestro (MMEL), el manual de mantenimiento de la aeronave, el catálogo ilustrado de partes, el manual de cableado de la aeronave y el manual de vuelo.

El proyecto radica en la adaptación e integración tecnológica de un Registrador de Voz en Cabina (CVR – por sus siglas en inglés) a una aeronave Turbo Commander 695A. El CVR es un sistema que permite registrar en una memoria por un tiempo determinado las comunicaciones con los controladores, entre los integrantes de la tripulación, con los pasajeros, etc. Su uso está dado para la investigación de accidentes principalmente o en casos en que se desee conocer las comunicaciones previas a un impacto fuerte. El equipo esta conformado por una caja Registradora de Voces en Cabina, un panel de control, un micrófono, kit de instalación, interruptor de gravedad, cableado, circuitos de protección y a su vez irá interfazado con elementos de la aeronave como la caja de audio; irá instalado en una bandeja previamente calculada y algunos elementos en el panel.

Se dará trámite a una alteración en el mamparo de presurización trasero en el cual se instalará un conector pasa muro para permitir el paso de cableado desde la bodega trasera hacia la cabina presurizada de la aeronave.

Así mismo las ventajas del equipo radican en su aporte a la seguridad aérea y específicamente a la investigación de accidentes.

La AC 20-62D “Eligibility, Quality and Identification of Approved Aeronautical Replacement Parts” de la FAA, nos suministró la suficiente información y guía para determinar que las partes aeronáuticas que estamos empleando en el proyecto contengan la calidad necesaria y la trazabilidad requerida con el fin de que éstas puedan ser utilizadas en productos con certificado tipo y estos estén conforme a lo estipulado en la regulación local.

Por lo anterior en la ejecución del proyecto se seleccionaron partes con la más alta calidad la cual se ve reflejada en el uso del CVR fabricado bajo TSO C123-a y con su respectiva trazabilidad requerida para ser instalados en la aeronave a alterar.



Igualmente el apéndice 5 de la AC 23-8B “Guide for preparing airplane flight manual and pilot's operating handbook supplement” de la FAA, nos proporcionó los pasos a seguir y el modelo establecido para la elaboración del suplemento al manual de vuelo, el cual se debe adjuntar al Manual de Vuelo aprobado por la autoridad del estado de certificación de la aeronave, con el fin de que la tripulación identifique claramente los cambios cuando la aeronave ha sido modificada de tal manera que las limitaciones, procedimientos, información de peso o rendimiento hayan cambiado. El suplemento debe ser preparado de tal manera que refleje esta información suplementaria.

El suplemento al manual de vuelo se preparo siguiendo los lineamientos de la circular informativa descrita arriba y se encuentra adjunto al estudio de ingeniería en los numerales 12.2.5 y 12.6.

Las AC 43.13-2B y AC 43.13-1B contienen los métodos, técnicas y prácticas aceptables por la autoridad para la inspección, alteración y reparación en áreas no presurizadas de aeronaves civiles con un peso menor o igual de 12500 lbs. Esta circular es para uso de técnicos, estaciones reparadoras y otras entidades certificadas.

Ya que el proyecto de ingeniería involucró una alteración mayor de las características que especifican los documentos de la FAA arriba mencionados, fue de gran utilidad el uso de estas circulares pues brindaron herramientas útiles y prácticas que hicieron más ágil la elaboración del estudio de ingeniería.

## **2.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO**

Los siguientes numerales del anexo 6 de la OACI, estipulan las normas aplicables al uso, instalación y continuidad en buen funcionamiento del CVR, las cuales mediante la implementación de este proyecto quedarán solventadas a cabalidad.

- *6.3.7 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje — Aviones para los cuales se haya extendido por primera vez el correspondiente certificado de aeronavegabilidad el 1 de enero de 1987, o en fecha posterior.*
- *6.3.7.2 Recomendación.— Todos los aviones multimotores de turbina que tengan una masa máxima certificada de despegue igual o inferior a 5 700 kg y para los cuales se haya extendido por primera vez el correspondiente certificado de aeronavegabilidad el 1 de enero de 1990, o en fecha posterior, deberían estar equipados con CVR, cuyo objetivo sea el registro del ambiente sonoro existente en la cabina de pilotaje durante el vuelo.*
- *6.3.9 Registradores de la voz en el puesto de pilotaje — Duración*

- 6.3.9.1 El CVR deberá poder conservar la información registrada durante por lo menos los últimos 30 minutos de su funcionamiento.
- 6.3.10 Registradores de vuelo —Construcción e instalación

*Los registradores de vuelo se construirán, emplazarán e instalarán de manera que proporcionen la máxima protección posible de los registros, a fin de que éstos puedan preservarse, recuperarse y transcribirse. Los registradores de vuelo satisfarán las especificaciones prescritas de resistencia al impacto y protección contra incendios.*

*Nota.— Las especificaciones de la industria sobre resistencia al impacto y protección contra incendios se describen en documentos tales como el ED55 y ED56A de la Organización europea para el equipamiento electrónico de la aviación civil (EUROCAE).*

- 6.3.12 Registradores de vuelo —Continuidad del buen funcionamiento

*Se realizarán verificaciones operacionales y evaluaciones de las grabaciones de los sistemas FDR y CVR para asegurar el buen funcionamiento constante de los registradores.*

Colombia como estado contratante de la OACI y signatario del convenio de Chicago, en cumplimiento del anexo 6 reflejado en los RAC se comprometió a acatar las recomendaciones establecidas por la OACI en cuanto a la instalación de nuevos equipos para mejorar la seguridad aérea. Por lo tanto, teniendo en cuenta que el estudio de factibilidad se desarrolló con base en la regulación colombiana, la implementación e instalación del sistema se acogerán automáticamente a las recomendaciones planteadas por la OACI.

Al cumplir con lo establecido en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia parte cuarta numerales 4.1.10., 4.2.6.5, 4.6.3.6 y Parte cuarta capítulo II apéndice A (los cuales se citan a continuación), se satisface la necesidad de una compañía de aviación colombiana que requiere implementar el sistema en una de sus aeronaves.

- **4.1.10. Reglas Relativas para la Ejecución de los Trabajos**

*a. Toda persona que ejecute mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteración en una aeronave, motor, hélice, dispositivo o componente, usará los métodos, técnicas y prácticas descritas en los manuales del fabricante, en las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada, en los boletines de servicio y en cualquier otro documento técnico actualizado del fabricante,*

*u otros métodos, técnicas y prácticas de la industria aceptadas por la UAEAC a excepción de lo determinado en el numeral 4.1.12. de éste Capítulo. Igualmente, usará las herramientas, el equipo, y los equipos de ensayo necesarios para asegurar la terminación del trabajo de acuerdo con las prácticas aceptadas en la industria. Cuando el fabricante de la aeronave recomiende herramientas o equipos especiales, la persona deberá usar esas herramientas y equipos, o debe construirlas de acuerdo a planos del fabricante o sus equivalentes previa aceptación para su uso por parte de la UAEAC.*

*b. Toda persona que ejecute mantenimiento, mantenimiento preventivo, alteración o reconstrucción debe usar materiales de calidad aeronáutica completamente trazables, de forma tal que se asegure que la aeronave, estructura, motor de aeronave, hélice, o dispositivo trabajado se retorna a su condición original o que fue alterado adecuadamente (con relación a su función aerodinámica, resistencia estructural, resistencia a la vibración y al deterioro, y otras característica que afecten su aeronavegabilidad).*

*c. A excepción de lo previsto en el literal d.) de este numeral, ninguna persona que requiera efectuar una alteración mayor o reparación mayor podrá iniciar los trabajos, sin disponer de Datos Técnicos aprobados por la autoridad aeronáutica del estado de certificación del producto y además, presentará para aceptación de la UAEAC la orden de ingeniería con planos, materiales, herramientas, equipos, cálculos necesarios para el efecto.*

*d. Cuando se trate de alteraciones mayores de aviónica en aeronaves (aviones o helicópteros) no presurizadas, que no estén certificadas de tipo en categoría transporte y cuya capacidad no exceda de 9 sillas de pasajeros, excluyendo cualquier asiento de piloto, podrán iniciarse los trabajos previa presentación y aprobación por parte de la UAEAC del correspondiente Estudio de Ingeniería. En los demás casos, se dará cumplimiento al literal (c) anterior.*

*e. Toda organización de mantenimiento debidamente autorizada y facultada, de acuerdo a su respectiva clasificación, que realice una reparación y/o alteración mayor de aeronave, deberá disponer de métodos, técnicas y prácticas de acuerdo a lo establecido en el literal a.) de esta sección, y del personal licenciado y habilitado de tal manera que se asegure la aeronavegabilidad de la aeronave.*

*f. La persona autorizada que realice una reconstrucción deberá disponer de los métodos, técnicas, prácticas y poseer todos los equipos, herramientas, planos, especificaciones de procesos y materiales necesarios para llevar a cabo la reconstrucción de forma correcta, de acuerdo con las*

especificaciones y aprobación del fabricante de la aeronave para marca, modelo y número de serie correspondiente.

▪ **4.2.6.5. Registradores de datos de vuelo (FDR) y Registradores de voces de cabina (CVR)**

a. Ningún titular de certificado de operación podrá conducir cualquier operación bajo este Reglamento, con una aeronave (avión o helicóptero) listada en sus especificaciones de operación, a menos que la misma cumpla con los requerimientos aplicables de los Registradores de datos de vuelo - FDR y Voces de cabina CVR del Capítulo V o VI de esta Parte (según aplique), bajo el cual su certificado fue emitido, incluyendo adicionalmente todos los requerimientos técnicos de instalación operación y mantenimiento establecidos en el Apéndice A de este Capítulo. Se exceptúa de la anterior prohibición las actividades indicadas en el Literal b. (1), (2), (3) y (4) siguiente.

e. A menos que sea autorizado de otra forma por la UAEAC, después del 11 de octubre de 1991, ninguna persona puede operar una aeronave (avión o helicóptero) multimotor propulsada por turbina (Turbohélice o Turbojet), registrado en la República de Colombia, que tenga una configuración de seis (6) sillas de pasajeros o más y para la cual sean requeridos dos pilotos según su Certificado Tipo, o por los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, a menos que éste se encuentre equipado con un registrador de voces de cabina que:

1. Esté instalado cumpliendo con los requerimientos de diseño establecidos por la Autoridad Aeronáutica del Estado de Certificación del Producto según sea aplicable; y

2. Esté operando continuamente a partir del uso de la lista de chequeo antes del vuelo hasta la finalización de la lista de chequeo al final del vuelo.

f. En cumplimiento de lo previsto en este numeral, un registrador de voces de cabina aprobado que posea una función de borrado puede ser utilizado, de modo que en cualquier momento durante la operación del registrador, la información registrada pueda ser borrada, descargada o eliminada siempre y cuando se mantengan como mínimo los últimos quince (15) minutos de vuelo.

g. En el evento de un accidente o incidente que requiera de notificación inmediata al Grupo de Prevención de Accidentes y/o al Grupo de Investigación de Accidentes de la UAEAC, que resulte en la terminación del

*vuelo, todo operador que tenga instalado un Registrador de datos de vuelo aprobado y un Registrador de voces de cabina probado deberá mantener la información registrada por lo menos durante sesenta (60) días o, si es solicitada por la UAEAC, por un periodo más prolongado. La información obtenida a partir del registro es utilizada para ayudar en la determinación de la causa de los accidentes o incidentes en conexión con la investigación.*

*h. Toda aeronave (avión o helicóptero) que tenga instalado un Registrador de Voces de Cabina (CVR) o un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) o un sistema CVR/FDR debe dar cumplimiento a todos los requerimientos aplicables establecidos en el Apéndice A del Capítulo II de esta parte.”*

▪ **4.6.3.6 Registradores de Voz de Cabina - CVR**

*A partir del treinta de Junio de dos mil siete (300607):*

*a. Ninguna persona puede operar un avión o helicóptero multimotor propulsado por turbina (Turbohélice o Turbojet en el caso de aeronaves de ala fija) que tenga una configuración de sillas de pasajeros, excluyendo cualquier silla de piloto de mas de seis sillas y para la cual se requieran según su certificación de tipo o según estos Reglamentos, dos pilotos, a menos que el mismo esté equipado con un Registrador de voces de la cabina aprobado que:*

*1. Esté instalado en cumplimiento con los requerimientos de diseño establecidos por la autoridad aeronáutica del Estado de Certificación del Producto según sea aplicable y los demás requisitos contenidos en el apéndice A del Capítulo II de esta parte que le sean aplicables; y*

*2. Sea operado continuamente a partir del uso de la lista de chequeo, antes del vuelo, hasta completar la lista de chequeo final, a su terminación.*

*c. En el evento de un accidente o incidente que requiera de notificación inmediata al Grupo de Prevención de Accidentes y/o al Grupo de Investigación de Accidentes de la UAEAC, que resulte en la terminación del vuelo, todo operador que tenga instalado un Registrador de voces de cabina aprobado debe mantener la información registrada por lo menos durante sesenta (60) días o, si es solicitada por la UAEAC, por un periodo más prolongado. La información obtenida a partir del registro será utilizada como soporte para en la determinación de la causa de los accidentes o incidentes en conexión con la investigación.*

*e. En cumplimiento de este numeral, un registrador de voz de cabina aprobado que posea una función de borrado, puede ser utilizado, de tal forma que durante la operación del registrador, la información:*

*1. Sea registrada de acuerdo con el literal (a) de esta sección y grabada por más de quince (15) minutos previos; o*

*2. Sea registrada de acuerdo con el literal (b) de esta sección y grabada por más de treinta (30) minutos previos; pueda ser borrada o de otra forma eliminada.*

*f. El Apéndice A del Capítulo II de esta Parte contiene requerimientos adicionales de instalación, operación y mantenimiento cuyo cumplimiento es mandatorio para cualquier operador que sea certificado bajo esta parte y que haya instalado o pretenda instalar un Registrador de voces de cabina en cualquiera de las aeronaves que estén incluidas en sus especificaciones de operación.*

### 3 METODOLOGÍA


El enfoque de la investigación está dado a cómo implementar un sistema registrador de voces en cabina que permita, en caso de un accidente, determinar las posibles causas del mismo. La estrategia de trabajo está encaminada a realizar un análisis de qué se pretende con el proyecto y recopilar la información necesaria para desarrollarlo, leyendo manuales, consultando a los fabricantes tanto de la aeronave como del equipo y apoyándose en la metodología establecida por la Aeronáutica Civil para este tipo de proyectos.

La información será suministrada por el fabricante del equipo y el fabricante de la aeronave, así mismo se recopilará información estándar que orienta en la elaboración del proyecto.

La metodología usada para el desarrollo del proyecto va desde la investigación preliminar del sistema a instalar, el desarrollo del estudio de factibilidad técnica siguiendo las prácticas estándar y lineamientos legales y técnicos, para terminar con la instalación y legalización ante la Autoridad Aeronáutica colombiana del Registrador de Voces en Cabina (CVR).

El desarrollo de ingeniería del proyecto a realizar incluye:

- Modificación Estructural
- Modificación eléctrica
- Diseño de la interconexión eléctrica
- Selección de materiales
- Integración y verificación de la no existencia de incompatibilidades con otras alteraciones mayores previamente ejecutadas
- Diagramas de cableado (integración a los sistemas de la aeronave)
- Análisis de cargas eléctricas

- Planos de instalación
- Órdenes de ingeniería 

### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con las políticas para la investigación establecidas por la Universidad de San Buenaventura el enfoque a emplear es de tipo empírico – analítico, cuyo interés es el técnico, orientado a la interpretación y transformación del mundo material; proporciona una estructura particular a la metodología de investigación en tanto que orienta el trabajo a la contrastación permanente de las aseveraciones teóricas con la verificación experimental, de manera que los cálculos generados a través de modelos matemáticos y simulaciones computacionales se deben retroalimentar con la experimentación, en la búsqueda de información cada vez mas confiable y práctica para la solución del problema. Esta simbiótica debe llevar consigo una relación teórica al menos presumible entre variables, de manera que se puedan establecer relaciones funcionales entre ellas; igualmente y de acuerdo con los medios experimentales, también se deben establecer los parámetros experimentales convenientes.

### **3.2 LINEA DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto hace parte del Nodo de aeronáutica en el campo de investigación de Aviónica en la sub-línea de la facultad de instrumentación y control de procesos en la línea institucional de tecnologías actuales y sociedad.

### **3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la investigación será necesario recopilar información proveniente de los siguientes documentos:

- Manual de Instalación del Registrador de Voz de Cabina (CVR).
- Certificado tipo de la aeronave 2A4 Revisión 46 Twin Commander de Abril 3 del 2000.
- Manual de Mantenimiento de la aeronave.
- AC 20-62D Eligibility, Quality, and Identification of Approved Aeronautical Replacement Parts de la FAA.



- AC 23-8B apéndice 5 guide for preparing airplane flight manual and pilot's operating handbook supplement de la FAA.
- AC 23-21 airworthiness compliance checklists used to substantiate major alterations for small airplanes
- AC 43-13-1B FAA.
- AC 43.13-2B FAA
- UAEAC CI 101 E/T 29 & CI 101 E/T 30.
- MMEL 695A Revisión 6 de 31 de Marzo del 2003.
- Advanced Strength and Applied Stress Analysis. Richard G. Budynas.
- JUDD WIRE INC. [on line]. Estados Unidos: Defines, designs and delivers high value solutions for our customers, 2007 [citado mayo 2008]. Disponible de la Internet: <URL>: <http://www.juddwire.com/jwelcome.nsf/mil-dtl-27500.htm> .
- Metallic Materials Properties Development And Standardization (MMPDS).

El proyecto a realizar NO requiere de instrumentos o técnicas de recolección de datos como mediciones, simulaciones, encuestas, entrevistas, diarios de campo, entre otros.

Lo único que se puede tener en cuenta como una lista de chequeo, sería la Orden de Ingeniería desarrollada para la ejecución de la instalación.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

No requerido, ver ítem anterior.

### **3.5 HIPÓTESIS**

La aeronave después de implementado el proyecto tendrá instalado un sistema Registrador de Voz en Cabina (CVR), cumpliendo con las regulaciones locales e internacionales y podrá operar en cualquier territorio.

### **3.6 VARIABLES**

El tipo de variables es de dos tipos:

**3.6.1 Variables Independientes.** Las variables independientes del proyecto están enmarcadas en las características técnicas, de funcionamiento y operación del sistema a instalar tales como pesos, consumos, dimensiones, etc. Esto no solo en cuanto al CVR sino también a otros elementos tales como montante del equipo, paneles, CB's, anunciadores, sensores e interruptores por gravedad.

**3.6.2 Variables Dependientes.** Las variables independientes mencionadas anteriormente influyen en las características de instalación tales como ubicaciones, diseños de soportes, cálculos de tipo de remaches a utilizar, peso y balance de la aeronave, análisis de cargas eléctricas (ELA), cálculo de cableado, pruebas de interferencia electromagnética (EMI), etc.

## 4 DESARROLLO INGENIERIL

### 4.1 GENERAL

**4.1.1 Propósito.** Efectuar la instalación del Cockpit Voice Recorder modelo CVR-30B el cual da cumplimiento al TSO C123a, el sistema será instalado en la aeronave modelo Turbo Commander 695A dando cumplimiento a los RAC 4.6.3.6.

**4.1.2 Regulación aplicable.** Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC), numerales 4.1.10, 4.2.6.5 y 4.6.3.6.

#### 4.1.3 Documentación técnica de referencia

- OCSA 001 “Elegibilidad, Calidad e Identificación de partes aeronáuticas para reemplazo”.
- Manual de Instalación CVR-30B y CVR-120 Solid – State Cockpit Voice Recorder 27-70-03, última revisión.
- Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS) Rev. Original 31/01/2003.
- AC43.13-1B y AC 43.13-2B.
- AC 20-62D Eligibility, Quality, and Identification of Approved Aeronautical Replacement Parts de la FAA.
- AC 23-8B apéndice 5 guide for preparing airplane flight manual and pilot's operating handbook supplement de la FAA.
- Manual de Mantenimiento Commander 695A
- Catálogo Ilustrado de Partes Commander 695A
- Diagramas de Cableado Commander 695A

- AC 23-21 “Airworthiness compliance checklists used to substantiate major alterations for small airplanes”
- Certificado tipo 2A4 Commander 695A
- MMEL Commander 695A
- UAEAC CI 101 E/T 29 & CI 101 E/T 30.
- Advanced Strength and Applied Stress Analysis. Richard G. Budynas.
- <http://www.juddwire.com/jwelcome.nsf/mil-dtl-27500.htm>

#### **4.1.4 Tiempo previsto para la modificación**

- Construcción de Kit estructural (2 horas).
- Construcción de Kit eléctrico (2 horas).
- Instalación de componentes (4 horas).

**4.1.5 Listado de alteraciones mayores previamente ejecutadas.** De acuerdo a la documentación existente en la empresa Helicargo S.A. y en el último FIAA -2 perteneciente a la aeronave con matrícula HK-4370 S/N 96080, de fecha Agosto 3 de 2006, a la aeronave se le ha implementado el sistema Transmisor Localizador de Emergencia, el cual no interviene con la instalación de este equipo.

**4.1.6 Descripción.** El sistema CVR-30B ha sido diseñado para cumplir o exceder los requerimientos especificados dentro del Manual de Instalación y está aprobado bajo la Orden Técnica Estándar (TSO C123a) de la FAA y EUROCAE ED-56a. Hay disponibles tres (3) versiones de la Unidad de Control del CVR. Existen dos Unidades de Control con conexiones ARINC 557, una con y una sin micrófono, en este caso el micrófono irá integrado en el panel de control.

El CVR-30B almacena hasta 30 minutos de audio en cabina. Los cuatro (4) canales de entrada de audio constan de un área de micrófono, piloto, copiloto y una fuente extra. El área de micrófono es alimentada por dos (2) canales de audio separados, el primero es para los últimos 30 minutos de audio de alta calidad y la segunda es para los últimos 120 minutos de baja calidad. Las cuatro (4) entradas de audio son alimentadas entre seis (6) canales CODEC, cuatro de los cuales registran directamente 30 minutos, el quinto es una combinación de los cuatro canales para un registro de duración de 120 minutos, y el canal del área del

micrófono también registra 120 minutos. El CVR-30B solamente tiene cuatro canales de grabación de 30 minutos.

## **4.2 DISEÑO DE INGENIERIA.**

Esta parte muestra el Análisis Ingenieril con el fin de asegurar la correcta instalación y operación para el Cockpit Voice Recorder CVR-30B de acuerdo con el manual de instalación 23-70-03.

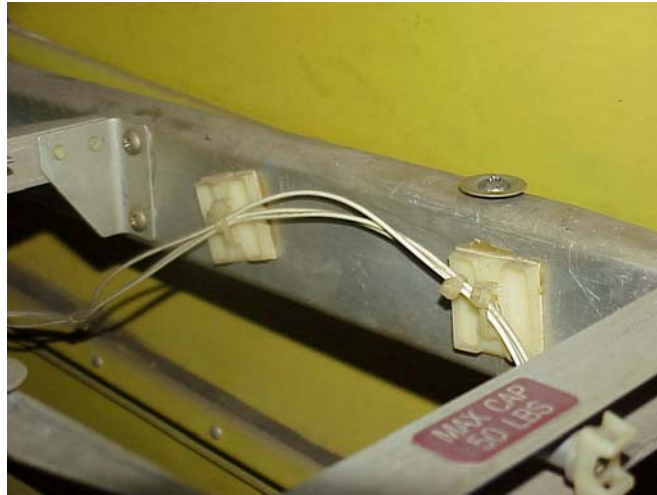
**4.2.1 Modificación estructural.** El propósito de este reporte es proveer una justificación estructural para la instalación del CVR modelo 30B P/N 1603-02-03 en la aeronave Twin Commander modelo 695A.

La primera parte de la modificación estructural, será la instalación de un conector P/N MS3470L24-61S en el mamparo de presurización trasero con el fin de poder pasar a través de dicho mamparo los cables necesarios para la instalación del sistema, este trabajo será efectuado por un DER, quien hará entrega de la documentación pertinente tal como Orden de Ingeniería y forma 8110.

El CVR-30B se instalará en la parte trasera de la aeronave justo en el rack de aviónica en la estación 250 sobre una bandeja existente y la Unidad de Control se instalará en el panel de instrumentos lado piloto en la estación 23.6 de acuerdo al diagrama de estaciones de la aeronave sección 6-00-00 Página 4 Figura 6-1 (Station Diagram) del Manual de Mantenimiento. (Referencia Plano HC-695-CVR-01).

Primero se garantiza que el peso del CVR más la bandeja de montaje y el soporte del equipo no superen las 50 lbs que permite la estructura ubicada en el rack de aviónica que viene de fábrica.

**Figura 1 - Rack de avionica F.S. 205**



*Fotografía tomada de la aeronave HK-4370 en el Rack de Aviónica F.S 250*

- CVR 13.2 lbs
- CVR Mounting Tray 0.7 lbs
- Bandeja de Instalación 0.76 lbs
- G-Switch 0.56 lbs

Por lo anterior, el peso total a instalar en el rack es de 15.22 lbs que es un valor muy inferior al soportado por la estructura.

Para la instalación del CVR en la bandeja existente (ver plano HC-695-CVR-05), se analizarán los diferentes modos de falla a los que se podría ver sometido el diseño, en este caso los tornillos que soportan la bandeja y el CVR sobre el montante (mounting tray) se verán sometidos a esfuerzos de corte y la lámina de aluminio que soportará el equipo se verá sometida a aplastamiento.

Los factores de carga tomados son los de las condiciones de aterrizaje de emergencia, asumiendo éstas como las más críticas para la aeronave, luego de la condición de accidente. Los factores de carga críticos aplicables a la instalación del CVR-30B en la aeronave Twin Commander 695A son los siguientes (Referencia FAR 23.561):

*Condiciones de aterrizaje de emergencia:*

$$N_z (\text{ult}) = 6.0 \text{ g (abajo)} \quad (1)$$

$$N_z (\text{ult}) = 3.0 \text{ g (arriba)} \quad (2)$$

$$N_x (\text{ult}) = 18.0 \text{ g (adelante)} \quad (3)$$

$$N_x (\text{ult}) = 1.5 \text{ g (detrás)} \quad (4)$$

$$N_y (\text{ult}) = \pm 4.5 \text{ g (lado)} \quad (5)$$

De acuerdo al manual y verificando físicamente, el peso del Registrador de Voces de Cabina (CVR) P/N 1603-02-03, incluyendo el ULB (Underwater Locator Beacon) es de 13.2 lbs y el peso del respectivo montante (mounting tray) es de 0.7 lbs, por lo tanto el peso total es de 13.9 lbs.

1. Analizando los tornillos que van a soportar la bandeja a la estructura de la aeronave:

- *Condición de carga hacia abajo:*

$$\text{Carga inercial hacia abajo} = (6.0 \text{ g}) (13.9 \text{ lbs}) = 83.4 \text{ lbs} \quad (z - \text{dir}) \quad (6)$$

La fuerza de apoyo de los tornillos (#8 X 32) en la bandeja que soporta el CVR, considerando que dicha bandeja es fabricada de una hoja de aluminio 2024-T3 con un espesor de 0.070", el esfuerzo de apoyo es calculado como:

$$\text{Esfuerzo de apoyo} = P/A = 83.4 \text{ lbs} / (0.156" * 0.070") = 29884.6 \text{ psi} \quad (7)$$

Como la resistencia contra el esfuerzo de apoyo para el 2024-T3 es de 64000 psi (Ref: MMPDS), en este caso, la lámina de aluminio responde satisfactoriamente la carga de apoyo de la unidad del Registrador de Voces de Cabina.

- *Condición de carga hacia arriba:*

$$\text{Carga inercial hacia arriba} = (3.0 \text{ g}) (13.9 \text{ lbs}) = 41.7 \text{ lbs} \quad (z - \text{dir}) \quad (8)$$

Los dos tipos de tornillos usados en la instalación de la bandeja son:

3 tornillos P/N MS24693C50 cuyo FSU es de 55000 PSI (Ref. Aircraft Spruce) en la parte de adelante y 3 tornillos P/N NAS602-8P cuyo FSU es de 160000 – 180000 PSI (Ref. Aircraft Spruce) en la parte trasera.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que:

$$F_{su} = \frac{F}{A}, \quad (9)$$

se determina el esfuerzo de tensión en libras que resisten los tornillos seleccionados.

Para el tornillo MS24693C50 8-32 cuyo diámetro es de 5/32 (0.159) Ref. MMPDS-01 Tabla 8.12 (a)):

$$55000PSI = \frac{F}{\pi * \left(\frac{0.159in}{2}\right)^2}$$

$$F = 1092lbs \quad (10)$$

Y para el tornillo NAS602-8P 8-32 cuyo diámetro es de 5/32 (0.159) Ref. MMPDS-01 Tabla 8.12 (a)) y usando el menor FSU:

$$160000PSI = \frac{F}{\pi * \left(\frac{0.159in}{2}\right)^2}$$

$$F = 3176lbs \quad (11)$$

En este caso, un solo tornillo de cualquiera de los dos P/N resiste el esfuerzo de tensión generado por el CVR, por lo tanto la instalación de la bandeja con los 6 tornillos indicados anteriormente garantizan que el diseño no sufrirá por las condiciones de carga hacia arriba en el caso más crítico y el M.S será lo suficientemente alto para garantizarlo.

- *Condición de carga delantera:*

$$\text{Carga inercial delantera} = (18.0 \text{ g}) (13.9 \text{ lbs}) = 250.2 \text{ lbs (x – dir)} \quad (12)$$

Teniendo en cuenta que para los tornillos MS24693C50 utilizados para la instalación estructural, un solo tornillo (# 8 X 32) tiene una fuerza de corte



máxima permisible de 980 lbs (Referencia: National Standards Association Military Specifications and Standards – 15 dec. 2001).

Y conociendo que los tonillos NAS602-8P tienen una resistencia al corte mayor, se concluye que los seis tornillos de montaje (# 8 X 32) son aptos para soportar la carga inercial frontal y el M.S será mayor que 1 para garantizar lo anterior.

- *Condición de carga trasera:*

$$\text{Carga inercial trasera} = (1.5 \text{ g}) (13.9 \text{ lbs}) = 20.85 \text{ lbs} \quad (\text{x} - \text{dir}) \quad (13)$$

Durante la condición de carga trasera, la carga inercial del CVR es contestada de forma similar que la condición de carga delantera, excepto que las cargas actúan en dirección opuesta con una magnitud mucho menor. Así, las cargas en los tornillos del montante en la condición de carga trasera son verificadas por comparación con la condición de carga delantera.

- *Condición de carga de lado:*

$$\text{Carga inercial de lado} = (4.5 \text{ g}) (13.9 \text{ lbs}) = 62.55 \text{ lbs} \quad (14)$$

Durante la condición de carga lateral, la carga inercial del Registrador de Voces de Cabina es contestada por los seis tornillos (# 8 X 32) que sujetan la bandeja y el equipo al rack de aviónica existente de la aeronave.

Un solo tornillo (# 8 X 32) tiene una fuerza de corte máxima permisible de 980 lbs (Referencia: National Standards Association Military Specifications and Standards – 15 dec. 2001). Por tal razón, los seis tornillos de montaje (# 8 X 32) son aptos para soportar la carga inercial de lado y el M.S será lo suficientemente alto para garantizarlo.

Ahora, teniendo en cuenta la consideración de que la lámina pueda fallar por aplastamiento, se evalúa el material por medio del Margen de Seguridad:

$$M.S = \frac{P_{bru}}{P_s * 1.15} - 1 \quad (15)$$

Donde PS es el valor máximo obtenido entre las condiciones de carga hacia delante, atrás y los lados; en este caso la delantera:

$$PS = 250.2 \text{ lbs}$$

$$P_{bru} =$$

$$\bullet \quad F_{bru} * t * D \quad \text{sí y solo sí} \quad F_{bru} < 1.5 * F_{bry} \quad (16)$$

$$\bullet \quad 1.5 * F_{bry} * t * D \quad \text{sí y solo sí} \quad F_{bru} \geq 1.5 * F_{bry} \quad (17)$$

Para este caso los datos para el material a utilizar (2024T3 de 0.070) son:

$$\text{Aluminio 2024 T3 (0.070 espesor):} \quad F_{bru} = 104 \text{ KSI} \quad (18)$$

$$F_{bry} = 73 \text{ KSI} \quad (19)$$

Por lo que:

$$1.5 * 73 \text{ KSI} = 109.5 \text{ KSI} > F_{bru} \quad (20)$$

Entonces se evalúa el esfuerzo último de aplastamiento para cualquiera de los tornillos ya que el diámetro es el mismo, en este caso 5/32:

$$\begin{aligned} P_{bru} &= F_{bru} * t * D \\ P_{bru} &= 104 \text{ KSI} * 0.070 \text{ in} * 0.159 \text{ in} \\ P_{bru} &= 1157.52 \text{ lb} \end{aligned} \quad (21)$$

Por lo tanto el margen de seguridad:

$$\begin{aligned} M.S. &= \frac{P_{bru}}{P_s * 1.15} - 1 \\ M.S. &= \frac{1157.52 \text{ lbs}}{250.2 \text{ lbs} * 1.15} - 1 \\ M.S. &= 4.02 \end{aligned} \quad (22)$$

Por lo tanto se concluye que el diseño no fallará ni por corte de los tornillos ni por aplastamiento de la lámina.

#### **4.2.2 Modificación eléctrica**

- **Diseño de la interconexión eléctrica.**

Para esta sección, referirse al plano HC-695-KGP-07.

- **Selección de materiales.**

Cockpit Voice Recorder CVR-30B P/N 1603-02-03

- Control Unit ARINC P/N 1633-02
- Kit de instalación del CVR y la Unidad de Control ARINC P/N 1383
- ½ ATR Short Rack P/N L404A-50-S-1/DPXB-0
- Conector del Rack P/N DPXBNA-57M-33S-00
- Conector de Unidad de Control P/N MS3126F20-41S
- Cable eléctrico Mil-W-22759/16 AWG 20 y 22
- Circuit Breaker de 3 Amperios

- **Evaluación de cables**

Especificaciones del cable:

- Tipo : Tin-plated cooper
- MIL STD : MIL-W-22759
- Calibre : AWG 20
- Resistencia : 0.00988 ohm/ft
- Aislamiento : ETFE (ethylene-tetrafluoro-ethylene)

- Temperatura:  $T_R = 150^\circ\text{C}$

Especificaciones críticas del sistema:

- Longitud máxima del cable eléctrico : 33 ft
- Voltaje nominal : 28 VDC
- Flujo eléctrico : Continuo
- Corriente :  $I_2 = 0.5 \text{ Amp}$
- Porcentaje de carga en el mazo : 20%
- Techo de operación : 35000 ft
- Temperatura ambiente :  $T_1 = 50^\circ\text{C}$  (condición más crítica)

1. De acuerdo con la AC 43.13-1B parte 11-68 “instrucciones para uso de la carta de determinación de calibre de cables”

$$(T_R - T_1) = 150^\circ - 50^\circ = 100^\circ\text{C} \quad (23)$$

$$(\Delta T) = 100^\circ\text{C} \quad (24)$$

Donde

$T_R$  = Rata de temperatura del conductor.

$T_1$  = Temperatura Ambiente.

2. Corriente máxima permisible  $I_{\text{max}}$ :

$$\Delta T = (T_R - T_1) = 100^\circ\text{C} \quad (25)$$

Calibre del cable #22 (Referencia Manual de Instalación CVR-30B)

Usando la figura 11-4a “Single cooper in free air”:

$$I_{\max} = 14A$$

3. Factor de disminución de corriente por altitud:

Usando la figura 11-6 “Altitude Derating Curve”:

Teniendo en cuenta que el techo de operación de la aeronave es de 35000 ft:

Factor de corrección = 0.8625; por lo tanto:

$$I_{\max/alt} = 14A * 0.8625 = 12.075A \quad (26)$$

4. Factor de disminución de corriente por porcentaje de carga en el mazo de cables:

Usando la figura 11.5 “Bundle derating curves”:

Teniendo en cuenta que el mazo que sale del conector 1P1 del CVR es de 15 cables y sabiendo que es un solo cable de alimentación, la curva a mirar es la del 20%, por lo cual se tiene que:

Factor = 0.68; por lo tanto:

$$I_{\max/mazo} = 12.075A * 0.68 = 8.2A \quad (27)$$

Esta es la máxima corriente que puede circular sin sobre-temperatura para un cable AWG 22 a una diferencia de temperatura de 100°C a una altura de 35000 ft.

5. Cálculo de T2 del conductor:

$$T_2 = T_1 + (T_R - T_1) \cdot \sqrt{\frac{I_2}{I_{\max}}} \quad (28)$$

$$T_2 = 50^{\circ}C + (150 - 50)^{\circ}C \cdot \sqrt{\frac{0.5A}{8.2A}}$$

$$T_2 = 74.7^\circ C \quad (29)$$

Donde:

T2 es la temperatura estimada del conductor

T1 es la temperatura ambiente

I2 es la corriente en el circuito

6. Máxima longitud permisible L2:

De acuerdo a la Figura 11-2 “Conductor chart, continuous flow”, para un cable calibre 22 y con un consumo de 1 Amp, ya que el consumo del equipo es de 0.5 A pero no existe la curva para dicho valor, se puede determinar que L1 es equivalente a 60 ft. Por lo tanto:

$$L_2 = \frac{(254.5) * L_1}{(234.5) + T_2}$$

$$L_2 = \frac{(254.5) * 60}{(234.5) + 74.7}$$

$$L_2 = 49.4 \text{ ft} \quad (30)$$

La longitud máxima resultante (L2) del cable AWG 22, con su resistencia asociada y en el caso más crítico, a la más alta temperatura y altitud de operación, es de 49.4 ft.

Por lo anterior, la longitud máxima del cable a instalar (33 ft), cumple con el requerimiento sin exceder el límite de caída de voltaje de 1V, ya que se encuentra por debajo de la longitud máxima permisible.

En conclusión, el cable 22AWG seleccionado es apropiado para los cables eléctricos a instalar.

- **Integración y verificación de la no existencia de incompatibilidades con alteraciones mayores previamente ejecutadas.**

De acuerdo a la documentación existente en la empresa Helicargo S.A. y en el último FIAA -2 perteneciente a la aeronave con matrícula HK-4370 S/N 96080, con fecha de agosto 3 de 2006, a la aeronave se le ha implementado el sistema Transmisor Localizador de Emergencia, el cual no interviene con la instalación de este equipo.

- **Diagramas de cableado.**

Para esta sección, referirse al plano HC-690-CVR-07.

### **4.2.3 Análisis eléctrico**

- **Análisis de Cargas Eléctricas (ELA)**

A continuación se presenta el análisis de cargas eléctricas después de la instalación del equipo. Todo el cálculo está basado en la carga continua máxima entregada por la barra afectada (MAIN DC BUS).

La carga máxima continua que puede entregar la barra es de 600 A (Manual de Mantenimiento ATA 24). La carga consumida actualmente por todos los sistemas de la aeronave operando es de aproximadamente 285A incluyendo luces (estroboscópicas, navegación, indicación e instrumentos) y equipos de radio y navegación, dato tomado de los amperímetros de la aeronave. Por lo tanto, tenemos una carga remanente de 315A antes de la instalación.

Teniendo en cuenta que en el estudio 1308-035, Instalación del TAWS, (el cual no ha sido culminado), se desarrolló este análisis de cargas eléctricas, vamos a tener en consideración estas cargas adicionales:

KGP 560 = 1.0A

Discrete output = 0.5A

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que teniendo en cuenta estos consumos, la carga remanente en la aeronave después de la instalación del TAWS KGP-560 sería de 313.5 A.

El consumo del CVR es de 0.5 Amp de acuerdo al manual de instalación del equipo, por lo tanto al finalizar las dos instalaciones, tendremos un remanente de 313 A.

Por lo tanto se considera que no hay alteraciones en las cargas ni cambios en el sistema eléctrico DC de la aeronave como consecuencia de esta instalación.

- **Análisis de Interferencia Electromagnética (EMI)**

Para esta sección, refiérase a la Orden de Ingeniería No. TCAC-31-017, ítem 5.0 correspondiente a las pruebas EMI.

- **CHEQUEO DEL EQUIPO**

Refiérase a la Orden de Ingeniería No. TCAC-31-017 ítem 4.0 “Procedimiento de Chequeo Post-instalación”.

**4.2.4 Peso y balance.** Los datos de peso y momento actuales de la aeronave HK-4370 son tomados del último W&B de la aeronave:

Peso = 7460 (lb)

Momento = 1599020 (lb\*plg)

C.G = 214.3 (plg)

Ahora con estos datos se recalcula, teniendo en cuenta que el peso del CVR es de 13 lb (Ref. Manual de Instalación Página 3), el de la bandeja de montaje es de 0.7 lb y estarán ubicados en la estación 250, así mismo, que la unidad de control irá instalada en la estación 23.6 y tiene un peso de 0.75 lb. (ref. ubicación componentes, plano HC-695-CVR-01):

Instalación CVR:

**Tabla 1. Carta de peso y balance**

<b>CARTA DE PESO Y BALANCE</b>			
DESCRIPCION	Peso Instalado (lb)	Brazo (plg)	Momento(lb*plg)
CVR-30B	(+) 13	250	3250
Mounting Tray	(+) 0.7	250	175



Unidad de Control	(+) 0.75	23.6	17.7
G-Switch	(+) 0.56	250	140

De acuerdo a ésto, el nuevo peso aumenta a 7475.01 lb y el momento se aumenta a 1602602.7 (lb\*plg), por lo tanto, el C.G queda de la siguiente manera:

Peso = 7474.45 (lb)

Momento = 1602462.7 (lb\*plg)

C.G = 214.39 (plg)

Se puede concluir que la variación del C.G después de la instalación del CVR es de 0.09 plg hacia atrás y su ubicación se encuentra dentro de los límites para el peso calculado (límite delantero 204.34 y límite trasero 218.19 - Ref. TCDS 2A4 Revisión 46 de Abril 3, 2000).

**4.2.5 Suplementos al manual de vuelo.** Para esta sección, favor referirse al numeral 12.6.

**4.2.6 Cambios al programa de mantenimiento.** Se deben incluir los siguientes cambios en el programa de mantenimiento de la aeronave:

- CVR: Durante el pre-vuelo (Guía TC 695-001/04 Revisión 2 de Noviembre 30 de 2007) efectuar una prueba automática, en caso de que esta prueba falle se debe enviar a mantenimiento el equipo y diferir el reporte de acuerdo al MEL. (referencia RAC Parte 4 Capítulo 2 apéndice A numeral 3.1).
- Anualmente se realizará un chequeo de acuerdo a los RAC Parte 4 Apéndice A Capítulo 2, numeral 3.2 de lectura de la grabación del CVR con el fin de determinar la inteligibilidad del equipo.
- Underwater Locator Beacon: Cada 2 años efectuar una limpieza del interruptor del ULB y ejecutar una prueba del mismo, adicionalmente efectuar una prueba de batería. Lo anterior de acuerdo a la Guía TC 695-022/07 de 2 años del Programa de Mantenimiento de la aeronave.

- Cada 6 años efectuar cambio de la batería de acuerdo a la fecha establecida en la misma.

**4.2.7 Cambios al M.E.L.** Los cambios al MEL se ven reflejados de acuerdo a lo establecido en los RAC numeral 4.2.6.5 literal e) ítem 2.

**4.2.8 Instrucciones de aeronavegabilidad continuada.** Las instrucciones de mantenimiento están dirigidas a:

- CVR: Durante el pre-vuelo de la aeronave, desarrolle una prueba automática como está definido en los procedimientos de chequeo post-instalación de la sección "Maintenance, Checkout and Troubleshooting" ítem 2 del manual 23-70-03 de Universal Avionics. (Guía Pre-vuelo TC 695-001/04 Revisión 2 de Noviembre 30 de 2007 del Programa Mantenimiento Commander 695 - Helicargo S.A.).

En caso de falla de esta prueba automática, el CVR deberá ser enviado a Mantenimiento y el reporte deberá diferirse de acuerdo al MEL de Helicargo S.A.

- Incluir en el STATUS REPORT la prueba anual de acuerdo a los RAC parte 4 Apéndice A Capítulo 2.
- UNDERWATER LOCATOR BEACON: Esta baliza debe ser inspeccionada y limpiada cada 2 años, así mismo se debe ejecutar una prueba de la batería tal como se indicó en la sección 2.6 de este Dato Técnico.
- Adicionalmente se deberá incluir en el STATUS REPORT un cambio de la batería antes de la fecha indicada en la misma.
- CABLEADO: No requiere mantenimiento programado (On-Condition).

### 4.3 ORDEN DE INGENIERIA (TCAC 31-017)

Tabla 2. Orden de ingeniería

EFFECTIVITY / EFECTIVIDAD			
<input checked="" type="checkbox"/>	Aircraft / Aeronave	EQUIPMENT:	
<input type="checkbox"/>	Engines / Motores	A / C COMMANDER 695A	S / N 96080 RG / HK 4370
<input type="checkbox"/>	Components / Componentes		

CATEGORY CATEGORIA	MANUALS AFFECTED MANUALES AFECTADOS	WEIGHT & BALANCE PESO & BALANCE
<input type="checkbox"/> Modification Modificación	<input type="checkbox"/> Maintenance Mantenimiento	Wt Change (+/- Lbs) Cambio Peso
<input type="checkbox"/> Repair / Deviation / Reparación	<input type="checkbox"/> Illustrated Parts Manual De Partes	+14.45 lbs
<input type="checkbox"/> Inspection / Inspección	<input type="checkbox"/> Wiring Diagram Diagrama De Alambrado	
<input checked="" type="checkbox"/> Fleet Campaign / Campaña	<input type="checkbox"/> Overhaul Diagram	CG Change (+/- % MAC) Cambio Centro de Gravedad
<input type="checkbox"/> Maintenance Program Programa Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Other Otros	+0.09 plg

REASON / JUSTIFICACION
JUSTIFICATION / JUSTIFICACION: INSTALACION CVR EN CUMPLIMIENTO A LOS RAC 4.2.6.5 y 4.6.3.6
NOTE TO PROGRAMMING / NOTA PARA PROGRAMACION: UNA VEZ

<b>1. DESCRIPCION</b>	
En esta orden de ingeniería se presenta el paso a paso para la instalación del sistema Registrador de Voz de Cabina modelo CVR-30B de UNIVERSAL AVIONICS.	

<b>2. LISTADO DE COMPONENTES A INSTALAR</b>	
---	--

PN	ALTERNO	DESCRIPCION	OBLIGATORIO	CANTIDAD
1603-02-03		CVR-30B	SI	1
1633-02		Unidad de Control	SI	1
1383		Kit de Instalación del CVR	SI	1
3LO-453/4		Interruptor G	SI	1
MS3470L24-61S		Conector pasamuro	SI	1
CB 3A		Circuit Breaker	SI	1

3. INSTALACIÓN DE COMPONENTES			
	Firma Técnico	Firma Inspector	
1. Estacione la aeronave en un lugar adecuado para efectuar la alteración de acuerdo al ATA 10 del Manual de Mantenimiento P/N M695001-2 de Twin Commander 695A.			
2. Efectúe la puesta a tierra de la aeronave de acuerdo al ATA 24 del Manual de Mantenimiento P/N M695001-2 de Twin Commander 695A.			
3. Desconecte las baterías de la aeronave de acuerdo al ATA 24 del Manual de Mantenimiento P/N M695001-2 de Twin Commander 695A., las cuales se encuentran en la estación 239.			
<b>Precaución: Ubique en el conector de planta externa de la aeronave un aviso que diga “Aeronave en mantenimiento, no conecte la planta externa”</b>			
4. Ubique un banco de trabajo cerca de la aeronave para poner los manuales necesarios y orden de ingeniería.			
5. Remueva el panel inferior ubicado en la estación 250 donde irá instalado el CVR.			

3.1 Fabricación del arnés eléctrico		
	Firma Técnico	Firma Inspector
1. Tome los tramos de cable de 33 pies de longitud y fabrique el arnés eléctrico de acuerdo al plano HC-65-CVR-07.		
	Firma Técnico	Firma Inspector
2. Antes de la instalación, verifique el cableado realizando una prueba de continuidad de punta a punta de todo el arnés.		
3. Tome un extremo de las puntas de los cables y utilizando las pinzas para crimpear, crimpee los pines.		
4. Marque los cables de acuerdo al plano del diagrama eléctrico. Plano No HC-695-CVR-07.		
5. Enrute el arnés eléctrico de acuerdo al diagrama HC-695-CVR-01 a través del conector libre P/N MS3476L24-61S ubicado en el mamparo de presurización trasero, empezando por lo pines de menor valor y luego enrúlelo a través de la pared derecha de la aeronave hacia el panel de instrumentos.		
6. Conecte las baterías de la aeronave de acuerdo al ATA 24 del Manual de Mantenimiento P/N M695001-2 de Twin Commander 695A., las cuales se encuentran en la estación 239.		
Antes de instalar el equipo realice un chequeo con la energía primaria de la aeronave aplicada al conector para asegurarse que la corriente es conducida solamente a los pines especificados en el diagrama HC-695-CVR-07. Para lo anterior ejecute:		
	Firma Técnico	Firma Inspector
7. Con todas las unidades desconectadas y la potencia de la aeronave apagada, haga un chequeo del cableado punto a punto con el multímetro para verificar la correcta interconexión del mismo.		
8. Con todas las unidades desconectadas, aplique corriente DC a la aeronave y verifique que ésta, es suministrada a los pines de entrada de potencia.		
9. Remueva la corriente DC de la aeronave y continúe con la instalación.		

DESVIACIONES		
	Firma Inspector	Firma Ingeniero

<b>3.2 Instalación del CVR-30B</b>		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
1. Ubíquese en la estación 250 e ingrese a través del panel de acceso ubicado en la parte inferior de la aeronave de acuerdo al plano HC-695-CVR-01.		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
2. Marque y taladre cuatro orificios para tornillos #8 con una broca #19 (.166) de acuerdo a las Figura 1 de esta O.I sobre la bandeja existente en el rack de aviónica de la Figura 2.		
3. Instale el equipo sobre la bandeja de acuerdo al plano HC-695-CVR-05, tenga cuidado con los equipos o cableado adyacente a la instalación.		
4. Una el arnés previamente enrutado al conector del Registrador de Voz de Cabina.		
5. Conecte los cables del otro extremo del arnés en los sistemas como sea requerido de acuerdo a los diagramas de cableado en el plano HC-695-CVR-07.		

<b>3.3 Instalación de la Unidad de Control</b>		
La Unidad de Control irá instalada en el panel de instrumentos lado piloto en la estación 23.6 (Referencia planos HC-695-CVR-01 y HC-695CVR-06) (Figura 3)		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
1. Tome el la unidad de control y conecte los cables como sea necesario de acuerdo al diagrama HC-695-CVR-07.		
2. Asegure la unidad de control en el panel de instrumentos de acuerdo al plano HC-695CVR-06. (Figura 3)		

<b>3.4 Instalación del CB (Figura 3)</b>		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
1. Tome el CB requerido por esta O.I y de acuerdo al diagrama de cableado HC-695-CVR-07 instálelo en el panel de la aeronave lado piloto de acuerdo al diagrama HC-695-CVR-08.		
2. Conecte los cables correspondientes al CB de acuerdo al diagrama de cableado en el plano HC-695-CVR-07.		

3.5 Instalación del G-Switch P/N 3LO-453/4		
	Firma Técnico	Firma Inspector
1. Ubíquese en la estación 250 en la bandeja dispuesta para la instalación del CVR y el G-Switch.		
2. Ubique el G-Switch en la posición correcta teniendo en cuenta que la flecha FWD apunte hacia la nariz de la aeronave.		
3. Instale G-Switch sobre la bandeja, justo al lado del CVR utilizando los tornillos adecuados (Ver Figura 4).		
4. Conecte los cables correspondientes al CVR de acuerdo al diagrama de cableado en el plano HC-695-CVR-07.		

DESVIACIONES		
	Firma Inspector	Firma Ingeniero

<b>4.0 PROCEDIMIENTO DE CHEQUEO POST-INSTALACIÓN</b>		
Después de completada toda la instalación, verificadas las fuentes de potencia y las interfaces de audio, energice el sistema:		
<b>4.1 PRUEBA AUTOMÁTICA</b>		
	<b>Firma Inspector / Comandante</b>	
1. Póngase los auriculares y conéctelos a la Unidad de Control.		
2. Presione firmemente el botón TEST de la Unidad de Control por lo menos por dos (2) segundos y libérela. Esto inicia la Prueba automática del CVR.		
3. Durante la prueba automática, los LED de PASS y FAIL se iluminarán alternadamente indicando que la prueba se encuentra en progreso. La prueba automática toma aproximadamente 15 segundos. Después de 10 segundos de la prueba, la conversación en cabina se escuchará a través de los auriculares y se observará en el indicador de "SIGNAL LEVEL". El tono audible de prueba será escuchado. Ningún audio será grabado durante la prueba automática.		
<p><b>Nota:</b> La prueba automática no se iniciará si la característica de borrado está en progreso. La prueba no funcionará si "Stop Record" es iniciado. Cuando la energía es removida y luego aplicada al CVR, si está activo "Stop Record", ésta será ignorada. "STOP RECORD" debe ir de una condición de inactiva a activa para ser reconocida apropiadamente. Esto significa que el CVR comenzará inmediatamente a grabar al energizar si "RECORD ON" está encendido "GND EQ INTLK" está apagado, a pesar de la condición de "STOP RECORD".</p>		
	<b>Firma Inspector / Comandante</b>	
4. Al completar exitosamente la prueba automática, la luz "PASS" se iluminará aproximadamente 10 segundos y luego se apagará. Una prueba fallida será indicada por la luz de "FAIL" (usualmente destellando). La luz destellante "FAIL" indica la naturaleza de la falla. FAIL destellará un número determinado de veces, pausa y luego se repite el mismo número de destellos. La siguiente tabla muestra la condición de falla basada en la cantidad de destellos de la luz "FAIL".		



Número de destellos de la luz FAIL	Condición del CVR	Luz FAIL	Luz PASS
Ninguno	Pasa	Apagada	Encendida
1	Canal 1 falla	Encendida	Apagada
2	Canal 2 falla	Encendida	Apagada
3	Canal 3 falla	Encendida	Apagada
4	Canal 4 falla	Encendida	Apagada
5	Memoria Flash falla	Encendida	Apagada
Steady (10 seg)	Falla General (Nota 1)	Encendida	Apagada
Alternando	Prueba del sistema en progreso	Alternando	Alternando
Simultánea	Bulk Erase	Simultánea	Simultánea
<b>Nota 1:</b> Falla general es una falla miscelánea de canales 5, 6, FSK, Velocidad de Rotor, Canales ARINC, etc. El código de estado BITE indica cuál función ha fallado. Por favor contacte a Universal Avionics para asistencia en la determinación de una indicación particular de falla del estado BITE.			

	Firma Inspector / Comandante
1. Si la prueba automática falla y se desea ejecutar otra prueba, el botón TEST debe ser presionado firmemente al menos por un segundo para enganchar la prueba automática.	

<b>4.2 PROCEDIMIENTO DE CHEQUEO EN TIERRA PRE –VUELO</b>		
<b>ADVERTENCIA: USE SOLAMENTE EL EQUIPO DE PRUEBA (Test Set o equivalente) P/N 1623-01 Y EL ARNES PARA PRUEBAS DE CVR. El no cumplimiento PODRIA DAÑAR EL CVR Y ANULAR LA GARANTIA.</b>		
<b>NOTA:</b> Refiérase a los diagramas de cableado e información contenida en la tapa del equipo de prueba, será útil cuando conecte el CVR a dicho equipo.		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
1. Con la potencia removida de la aeronave, gane acceso al CVR.		
2. Con la potencia removida de la aeronave, gane acceso al CVR.ç <ol style="list-style-type: none"> <li>1. TEST SET POWER –Off</li> <li>2. CHANNEL SELECT Switches               <ul style="list-style-type: none"> <li>PA – Off</li> <li>COPILOT – Off</li> <li>PILOT – Off</li> <li>MIXED – Off</li> <li>AREA MIC –Off</li> <li>HI-FI AREA MIC – Off</li> </ul> </li> <li>3. GND EQ INTLK – On</li> <li>4. REC ON – On</li> <li>5. 24dB, 12dB and 6dB – Off</li> <li>6. All other switches – Off</li> </ol>		
3. Conecte el equipo de prueba y el arnés (P/N 1623-01) al conector frontal de la unidad registradora.		
4. Conecte un terminal compatible RS232C al conector de 9 pines del arnés del equipo de prueba.		
5. Ajuste SPKR/HEADSET VOLUME al rango medio aproximadamente.		
6. Aplique potencia a la terminal y enciéndala, ahora aplique potencia de la aeronave al CVR, ajuste el interruptor TEST SET POWER en ON (el equipo de prueba recibe potencia del CVR).		

Nota: Una demora de 3 segundos en la pantalla es normal entre el CVR y algunos computadores personales.		
1. En el computador, pulse 5 (Self Test) y ENTER para iniciar la prueba automática.		
2. La prueba automática tomará aproximadamente 15 segundos en ejecutarse. En la prueba, las luces PASS y FAIL en el controlador del CVR se iluminarán alternamente. MODE en la pantalla terminal leerá SELF TEST. OPERATION leerá TESTING. Ningún audio de entrada será registrado durante la prueba automática.		
3. AL final de una prueba automática satisfactoria, el MODE leerá "RECORD" y OPERATION dirá "STOP"		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
4. TEST RESULTS serán mostrados así:  a. Audio Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Ch5 y Ch6 leerá PASS. b. Flash memory leerá OK c. Power Supply leerá PASS		
11. Ubique una persona en cada estación de la tripulación de la aeronave.		
12. En el computador, presione E. Reset Elapsed Time.		
13. Escriba en el siguiente espacio, el número del Canal 1 de la pantalla.  RECORD = _____		
14. En el computador, digite 1 (Record) y ENTER para iniciar la grabación.		
15. Desde cada estación de la tripulación, anuncie "Area Mic Test" así como la hora y fecha. Los anuncios deberán ser realizados mirando hacia la izquierda, frente y derecha.		
16. Desde cada estación de la tripulación, anuncie y pruebe cada función del panel de audio, incluyendo radios de comunicación, intercomunicador y comunicación cruzada.		
17. Active y anuncie las alertas auditivas.		
18. Anuncie el final de la prueba y hora.		

11. En el computador, digite 3 (stop) y ENTER.		
12. Remueva el CVR de la aeronave y conecte al equipo de prueba (Test set) con el conector DB y el cable del CVR de 57 pines.		
13. Asegúrese que los interruptores CHANNEL SELECT, COPILOT, PILOT, MIXED y AREA MIC están ajustados en OFF.		
14. Conecte 28 VDC al equipo de prueba (test set).		
	<b>Firma Técnico</b>	<b>Firma Inspector</b>
15. Ajuste el CHANNEL SELECT PA en ON.		
16. Ajuste el interruptor REC ON en OFF.		
17. Digite 2 (Play) y presione ENTER.		
18. En el computador, presione R (Reverse) para retornar al Número de Grabación escrito en el paso 13 de arriba, ahora digite 3 (Stop) y presione ENTER.		
<p><b>Nota:</b> Presionando R en el terminal causará que el contador de grabación se devuelva 3 segundos por cada presionada. Manteniendo R acelerará este proceso. Con el fin de retroceder o adelantar, Modo debe estar en PLAY.</p>		
19. Digite 2 (Play) y presione ENTER.		
20. Verifique que los anuncios apropiados y pruebas están en el Canal 1 (PA) y que la conversación es inteligible.		
21. Presione R (Reverse) para retornar al comienzo de la grabación.		
22. En el computador, digite 3 (Stop) y presione ENTER.		
23. Repita los pasos 23 hasta el 30 para los canales 2, 3, 4, 5 y 6 usando el interruptor CHANNEL SELECT apropiado.		
24. En el computador, digite 4 (Bulk Erase) y presione ENTER.		
25. Verifique que el proceso "Bulk Erase" ocurre.		
26. Digite 3 (Stop) y presione ENTER.		
27. Remueva toda la potencia y desconecte el equipo de prueba (Test Set) y el computador del registrador.		
28. Asegure todo el equipo para preparar la prueba en vuelo.		

ACCIONES CORRECTIVAS / DESVIACIONES		
	Firma Inspector	Firma Ingeniero

<b>4.3 PROCEDIMIENTO DE CHEQUEO EN VUELO</b>		
<p><b>Nota:</b> El tiempo de vuelo deberá estar limitado a menos de 30 minutos. Cualquier duración superior a 30 minutos, resultará en una sobre escritura en la primera parte de la prueba.</p> <p>Una vez se haya cumplido satisfactoriamente la prueba en tierra, debe ser cumplido el siguiente procedimiento:</p> <p><b>Nota:</b> Con el fin de asegurar un análisis fácil de la grabación, es importante que sean realizados comentarios adecuados durante el vuelo como por ejemplo: acciones de la tripulación, velocidad, altitud y operación de equipamiento. Cada prueba deberá ser claramente anunciada en un tono de voz normal y el miembro de la tripulación identificado. Los parlantes de la cabina deberán estar ajustados al volumen normal.</p>		
<b>Previo al arranque del Motor</b>		
	<b>Firma Inspector</b>	
1. Enganche el CB del CVR en cabina		
2. Póngase los auriculares y el micrófono boom (el auricular debe tener micrófono boom)		
3. Ejecute una prueba automática del CVR		
4. Seleccione el micrófono de mano (boom) e intercomunicador (interphone) ON en todas las posiciones.		
5. Anuncie el tipo de aeronave, matrícula, fecha, hora y tripulación.		

<b>Arranque de Motor</b>	
	<b>Firma Inspector</b>
1. Con el intercomunicador (interphone) encendido, realice un anuncio desde la posición de cada miembro de la tripulación.	
2. Con el intercomunicador (interphone) apagado, realice un anuncio desde la posición de cada miembro de la tripulación.	
3. Repita los pasos (1) y (2) usando el micrófono de la máscara de oxígeno.	
4. Pruebe el sistema de advertencia de pérdida (stall) y anuncie (si es aplicable)	
5. Ventanas de cabina cerradas (si es aplicable)	

<b>Decolaje</b>	
	<b>Firma Inspector</b>
1. Encienda el intercomunicador (interphone)	
2. Anuncie un decolaje normal y ascenso inicial	
3. Anuncie trenes, flaps y otras selecciones.	
4. Con el intercomunicador apagado, active y anuncie las alertas auditivas.	
5. Encienda nuevamente el intercomunicador (interphone)	
6. Acelere a velocidad de crucero normal	
7. Anuncie desde la estación de cada tripulante nombre, altitud y velocidad. Los anuncios deberán ser realizados mirando a la izquierda, al frente y a la derecha.	
8. Active y anuncie las alertas auditivas.	
9. Cada miembro de la tripulación deberá verificar selecciones de comunicación y ayudas de navegación en su respectivo panel de control de audio y ejecutar un chequeo de las comunicaciones utilizando comms., intercomunicador (interphone) y P/A.	
10. Acelere a velocidad máxima de crucero.	
11. Anuncie desde la estación de cada tripulante nombre, altitud y velocidad. Los anuncios deberán ser realizados mirando a la izquierda, al frente y a la derecha.	
12. Active y anuncie las alertas auditivas.	

<b>Aterrizaje</b>	
	<b>Firma Inspector</b>
1. Anuncie eventos de aterrizaje tales como aproximación final, ID de audio del marcador ILS, selección de trenes, selección de flaps, etc.	
2. Al final del taxeo, anuncie la hora.	
3. Usando el micrófono de mano (boom) con el intercomunicador (interphone) encendido en todas las posiciones, anuncie el fin de la prueba.	
<b>Precaución: Una falla al halar el CB del CVR podría resultar en una completa sobre escritura de la grabación de la prueba en vuelo si el CVR está aún energizado después del aterrizaje.</b>	
	<b>Firma Inspector</b>
4. Hale el CB del CVR (No borrar)	

<b>Post – vuelo</b>	
Usando el equipo de prueba (Test Set) P/N 1623-01 con un terminal compatible, realice lo siguiente:	
<b>Advertencia:</b> Use solamente el equipo de prueba P/N 1623-01 para probar el CVR. El no cumplimiento podría dañar el CVR e invalidar la garantía.	
<b>Nota:</b> El equipo de prueba P/N 1623-01 incorpora 6 conexiones de salida de audio de alto nivel. Las salidas libres pueden ser usadas para transferir el chequeo en vuelo a través de un mezclador de audio.	
	<b>Firma Inspector</b>
1. Con la potencia removida, gane acceso a la unidad grabadora y remuévala de la aeronave.	
2. Verifique que el interruptor POWER del equipo de prueba (Test Set) se encuentra apagado.	
3. Conecte +28VDC y tierra desde una fuente de poder a los conectores de +28V y GND del equipo de prueba.	
4. Conecte el equipo de prueba y arnés P/N 1623-01 a los conectores frontales y traseros de la unidad registradora.	
5. Conecte un terminal compatible RS232C al conector de 9 pines del arnés del equipo de prueba.	
6. Ajuste SPKR/HEADSET VOLUME del equipo de prueba al rango medio aproximadamente.	
	<b>Firma Inspector</b>
7. Ajuste el interruptor GND EQ INTLK en ON.	
8. Ajuste el interruptor STOP REC en ON.	
9. Ajuste el interruptor REC ON en ON.	
10. Ajuste el interruptor EXT CVR-FDR PWR en ON.	
11. Ajuste el interruptor TEST SET POWER en ON.	
12. Digite 3 (Stop) y presione ENTER.	
13. Escriba abajo (en el espacio provisto) el número de grabación (Record number) de la parte superior de la pantalla.	
14. Ajuste los interruptores CHANNEL SELECT, excepto PA, en OFF.	
RECORD = _____	
15. Verifique que el interruptor CHANNEL SELECT PA está en ON.	
16. Digite 2 (Play) y presione ENTER.	



**Nota:** Presionando R en el terminal causará que el contador de grabación se devuelva 3 segundos por cada presionada. Manteniendo R acelerará este proceso. Con el fin de retroceder o adelantar, Modo debe estar en PLAY.

	<b>Firma Inspector</b>
1. En el computador digite 2 (Play) y presione ENTER.	
2. Verifique que los anuncios apropiados y pruebas están en el canal PA y que la conversación es inteligible.	
3. Presione R (Reverse) para regresar al comienzo de la grabación.	
4. En el computador digite 3 (Stop) y presione ENTER.	
5. Repita los pasos 14 hasta 21 para los canales COPILOT, PILOT, MIXED, AREA MIC y HI-FI AREA MIC.	
	<b>Firma Inspector</b>
6. Digite 3 (Stop) y presione ENTER.	
7. Remueva toda la potencia y desconecte todo el equipo del CVR.	
8. Reinstale el CVR en la aeronave.	

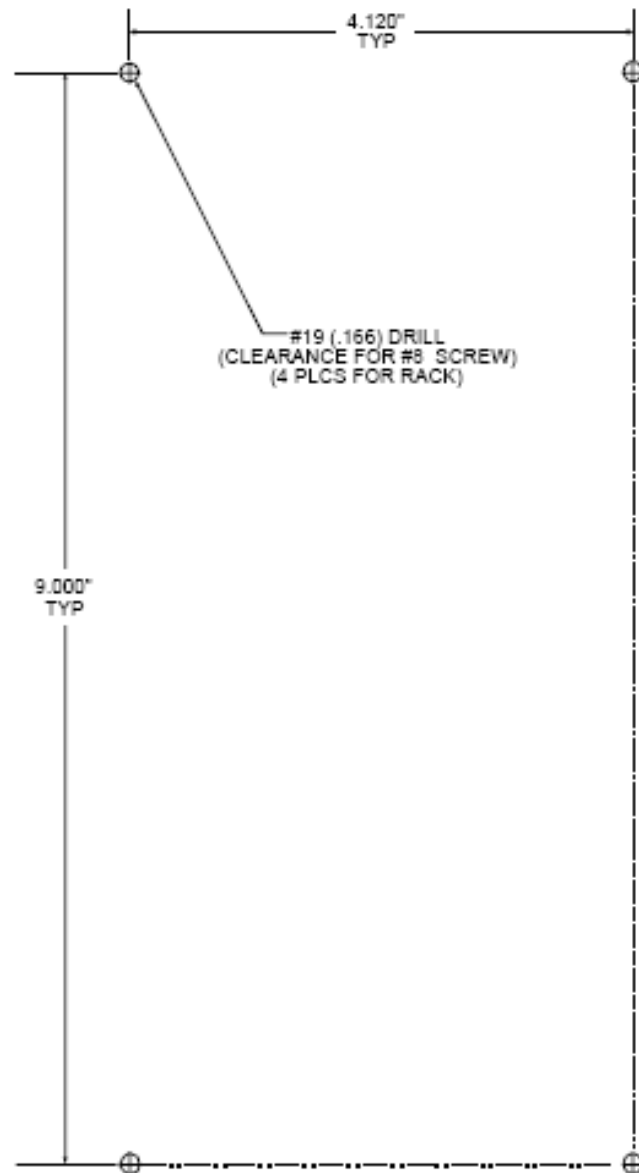
#### ACCIONES CORRECTIVAS / DESVIACIONES

	<b>Firma Inspector</b>	<b>Firma Ingeniero</b>

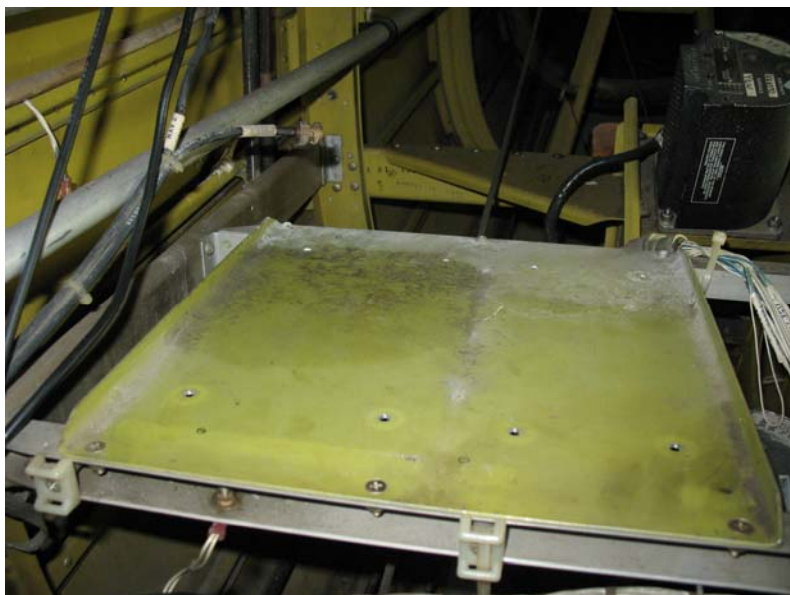
5.0 PRUEBAS EMI		
	Firma Técnico	Firma Inspector
1. Asegúrese de que el CVR y todos los sistemas de navegación estén encendidos y recibiendo señales (Ej. VOR/DME, ILS/LOD, ADF, y GPS) en los instrumentos primarios.		
2. Cerciórese que los sistemas de Flight Director (si está instalado) y la brújula estén encendidos.		
3. Asegúrese que el Flight Director esté encendido y en un modo adecuado para mostrar los comandos y ocultar las banderas.		
4. Cerciórese que los Instrumentos del motor, advertencia de parada e indicación de flap estén encendidos.		
5. Realice los siguientes pasos mientras está removiendo y aplicando potencia al CVR-30B. Monitoree las señales de audio y posibles indicaciones anómalas mientras ejecuta todos los pasos.		
6. <b>VERIFIQUE</b> la operación del VHF Comm - No.1 en mínimo 5 diferentes frecuencias, usando estaciones locales y monitores de calidad de audio. Pruebe la función del transmisor usando tantas estaciones locales como sea posible.		
6. <b>VERIFIQUE</b> la operación de VHF Comm - No.2 en mínimo 5 diferentes frecuencias usando estaciones locales y monitores de calidad de audio. Pruebe la función del transmisor usando tantas estaciones locales como sea posible.		
	Firma Técnico	Firma Inspector
7. <b>VERIFIQUE</b> la operación del VOR – No.1 usando estaciones de radio locales y un equipo de prueba VOR/DME. Supervise punteros y las banderas en las 4 direcciones cardinales. <b>VERIFIQUE</b> las banderas y los indicadores, para conocer las frecuencias en las que no funciona el VOR.		
8. <b>VERIFIQUE</b> la operación del VOR – No.2 usando estaciones de radio local y un equipo de prueba VOR/DME. Supervise los punteros y las banderas en las 4 direcciones cardinales. <b>VERIFIQUE</b> las banderas y los indicadores para conocer las frecuencias en las que no funciona el VOR.		
9. Sintonice el ADF No.1 en 2 estaciones de ADF conocidas (2 bandas de baja, 2 bandas de media, 2 bandas de alta) y <b>VERIFIQUE</b> una identificación clara de tono/audio y un apropiado orientación para la estación. Supervise que la estación está inactiva en las otras bandas. <b>VERIFIQUE</b> las banderas y la aguja.		

	Firma Técnico	Firma Inspector
13. Cheque la operación de el DME No 1 a 2 diferentes distancias usando estaciones locales o un equipo de prueba de VOR / DME y <b>VERIFIQUE</b> que no afecte la operación del CVR.		
14. Cheque la operación de el DME No 2 a 2 diferentes distancias usando estaciones locales o un equipo de prueba de VOR / DME y <b>VERIFIQUE</b> que no afecte la operación del CVR.		
15. Opere el sistema del radar del clima en todos los modos disponibles en el panel y <b>VERIFIQUE</b> que no afecte al CVR.		
16. Cheque el ATC No.1 en 4 diferentes códigos de transponder y <b>VERIFIQUE</b> frecuencia, altímetro, identificador, estado del código de identificación aeroterrestre del Bit y del modo "s" para las antenas de ATC superior e inferior.		
15. <b>VERIFIQUE</b> que la operación del CVR no afecte la indicación de motor.		
16. <b>VERIFIQUE</b> que la operación del CVR no afecte el sistema de indicación de nivel de combustible.		
17. Observe los indicadores principales de advertencia y precaución. <b>VERIFIQUE</b> que no afecten el CVR.		
18. Lleve a cabo cualquier otra prueba que considere conveniente.		

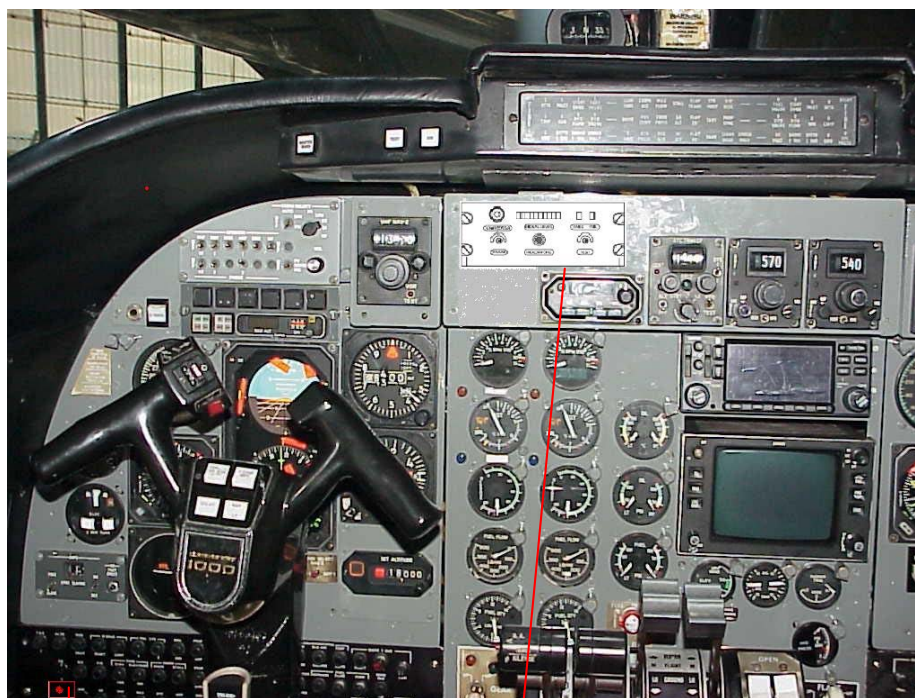
**Figura 1 – Instalación del Mounting Tray**



**Figura 2 – Bandeja existente en la aeronave para instalación del CVR y G-Switch**



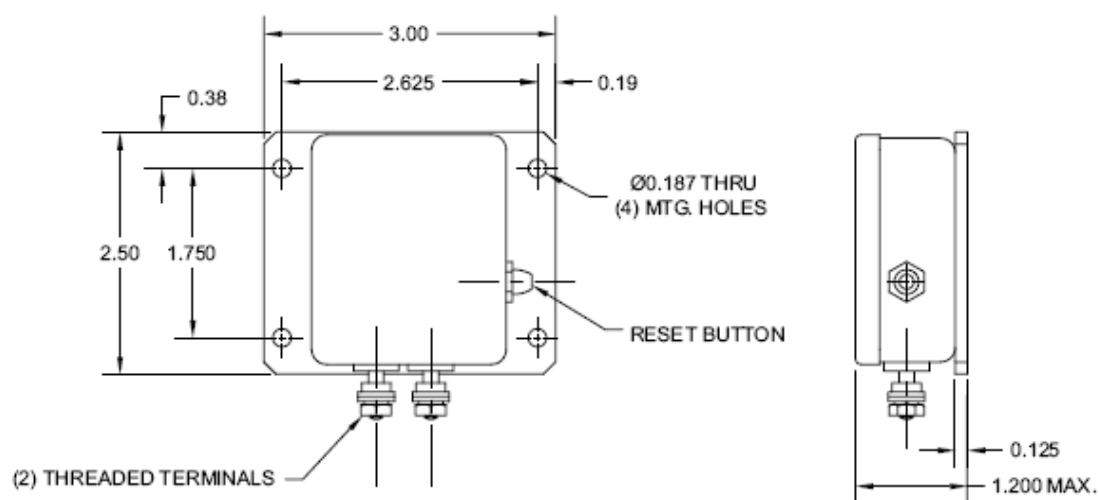
**Figura 3 – Ubicación Unidad de Control y CB**



**1** Circuit Breaker

**2** Unidad de Control

**Figura 4 – G-switch P/N 3LO-453/4**



ACCOMPLISHMENT ON / CUMPLIDO EN				
<input type="checkbox"/> A / C / Aeronave <input type="checkbox"/> Engines / Motores <input type="checkbox"/> Units / Unidades	Matricula/ Serial No.:	Estación:	Fecha de Cumplimiento:	Horas Aeronave:

FOUND CONDITIONS / CONDICIONES ENCONTRADAS

REMARKS / NOTAS	
Technician Técnico :	Inspector :
License No. Licencia No.:	License No. Licencia No.:

#### **4.4 PLANOS DE INSTALACION**

- [HC-695-CVR-01](#)

UBICACIÓN GENERAL CVR / UNIDAD DE CONTROL

- [HC-695-CVR-02](#)

DIAGRAMA CVR – VISTAS BASICAS

- [HC-695-CVR-03](#)

DIAGRAMA RACK – VISTAS BASICAS

- [HC-695-CVR-04](#)

DIAGRAMA UNIDAD DE CONTROL, ARINC w/mic (P/N 1633-02)

- [HC-695-CVR-05](#)

UBICACIÓN CVR Y MOUNTING TRAY SOBRE LA BANDEJA EXISTENTE

- [HC-695-CVR-06](#)

UBICACION UNIDAD DE CONTROL

- [HC-695-CVR-07](#)

WIRING DIAGRAM – INSTALACION SISTEMA CVR

- [HC-695-CVR-08](#)

UBICACIÓN CIRCUIT BREAKER (3 AMP)

#### 4.5 TRAZABILIDADES (7 FOLIOS)



#### **4.6 SUPLEMENTO AL MANUAL DE VUELO (AFM)**

**APROBADO POR LA U.A.E.A.C.**

**SUPLEMENTO AL MANUAL DE VUELO**

**EN AERONAVE COMMANDER 695A**

**CON EL CVR-30B DE UNIVERSAL AVIONICS**

**REG. No. HK-4370**

**SERIE No. 96080**

Este suplemento debe permanecer adjunto al Manual de Vuelo aprobado de la aeronave cuando se instale un CVR-30B marca UNIVERSAL AVIONICS en la aeronave, de acuerdo al Proyecto de Ingeniería No. 1308-036 fechado 23/11/2007 en conformidad con lo establecido en los RAC numeral 4.1.10.

Toda la información contenida en las secciones de este documento, suplementa o supersede la información del Manual de Vuelo Aprobado de la Aeronave, sólo en las áreas aquí listadas. Para información sobre LIMITACIONES, PROCEDIMIENTOS Y PERFORMANCE que no contenga este suplemento, consulte el Manual de Vuelo Aprobado de la aeronave. La Sección 2. LIMITACIONES de este documento es considerada mandatoria.

Aprobado por U.A.E.A.C

P.O.I

Aprobado en fecha:

## CONTROL DE REVISIONES

Tabla 3. Control de revisiones suplemento al manual de vuelo

Revisión		Descripción	Insertado	
No.	Fecha		Por	Fecha

## INDICE

<u>Sección</u>	<u>Descripción</u>	<u>Pág.</u>
1.0	General	
2.0	Limitaciones	
3.0	Procedimientos Anormales de Emergencia	
4.0	Procedimientos Normales	
5.0	Desempeño (Performance)	
6.0	Peso y Balance	

## 1.0 GENERAL

El Registrador de Voz en Cabina graba todas las señales de audio transmitidas o recibidas por el piloto y copiloto, así como también los anuncios a la cabina. El micrófono de área de la cabina está instalado para seguir y registrar las conversaciones en la misma.

## 2.0 LIMITACIONES

Se producirán fallas en el micrófono de área si este no es instalado de la manera más adecuada (Sitio e interferencia repentina), adicionalmente si se ubica algún objeto que cubra el micrófono de área de la unidad de control, el registro se degradará.

## 3.0 PROCEDIMIENTOS ANORMALES Y DE EMERGENCIA

1. Si el voltaje de entrada del CVR tiene caídas por debajo de 18 VDC y luego picos por encima de 18 VDC en algunos momentos, el CVR repetirá la Prueba de encendido.
2. Una prueba fallida será indicada por la luz de "FAIL" (usualmente destellando). La luz destellante "FAIL" indica la naturaleza de la falla. FAIL destellará un número determinado de veces, pausa y luego se repite el mismo número de destellos. La siguiente tabla muestra la condición de falla basada en la cantidad de destellos de la luz "FAIL".

**Tabla 4. Condición de falla basada en la cantidad de destellos de la luz**

Número de destellos de la luz FAIL	Condición del CVR	Luz FAIL	Luz PASS
Ninguno	Pasa	Apagada	Encendida
1	Canal 1 falla	Encendida	Apagada
2	Canal 2 falla	Encendida	Apagada
3	Canal 3 falla	Encendida	Apagada

4	Canal 4 falla	Encendida	Apagada
5	Memoria Flash falla	Encendida	Apagada
Steady (10 seg)	Falla General (Nota 1)	Encendida	Apagada
Alternando	Prueba del sistema en progreso	Alternando	Alternando
Simultánea	Bulk Erase	Simultánea	Simultánea
<p><b>Nota 1:</b> Falla general es una falla miscelánea de canales 5, 6, FSK, Velocidad de Rotor, Canales ARINC, etc. El código de estado BITE indica cuál función ha fallado. Por favor contacte a Universal Avionics para asistencia en la determinación de una indicación particular de falla del estado BITE.</p>			

## 4.0 PROCEDIMIENTOS NORMALES

### A. ACTIVACION DEL SISTEMA

EL CVR 30B se enciende en el momento de energizar la aeronave, cuando esto sucede la unidad iniciará automáticamente una prueba. Las indicaciones de la Unidad de Control son:

- El LED de indicación "PASS" en la Unidad de Control se iluminará y luego de 10 segundos se apagará si no es detectada falla alguna en el CVR.
- Una condición de falla, iluminará el LED indicador "FAIL" en la Unidad de Control y el Indicador de Nivel de Señal se activará hasta que sea iniciada una Prueba Automática.

Nota: Durante ciertas condiciones de encendido, el LED de FALLA puede variar momentáneamente después de completar la prueba de encendido. Esta indicación no se tendrá en cuenta. En una condición de falla actual, se producirá el encendido permanente del LED de FALLA hasta que la Prueba Automática (Auto test) sea iniciada.

### B. PRUEBA AUTOMÁTICA

Tal como está definido en el formato de pre – vuelo Guía No. TC 695-001/04 Revisión 2 de Noviembre 30 de 2007:

1. Póngase los auriculares y conéctelos a la Unidad de Control.
2. Presione el botón de Prueba Automática por lo menos por dos (2) segundos y libérela. La Prueba del CVR dará inicio.

Nota:

- Durante esta prueba, no será grabado ningún audio.
- La prueba automática no se iniciará si la función ERASE se encuentra en progreso. Similarmente, si la prueba automática está en proceso, la característica ERASE no se iniciará.
- La iluminación momentánea del indicador completo del NIVEL de SEÑAL durante la prueba automática es normal.

- a. El LED de PASS en la Unidad de Control se iluminará y se apagará después de diez (10) segundos si no es detectada falla alguna en el CVR.

Nota: Permita al CVR registrar por tres (3) o cuatro (4) minutos después de la prueba automática. Una indicación de "PASS" o "FAIL" no será guardada en la memoria del CVR si la unidad es apagada inmediatamente después de la prueba automática.

Una condición de falla iluminará el LED FAIL en la unidad de control y el indicador de nivel de señal (SIGNAL LEVEL) se activará por diez (10) segundos y entonces se apagará.

Si una condición de falla (FAIL) es indicada, espere tres o cuatro minutos y luego presione el botón de TEST en la unidad de control por lo menos por dos (2) segundos para iniciar una segunda prueba automática.

Si el LED FAIL permanece encendido después de la segunda prueba automática, contacte un taller de reparación autorizado.

Nota: Los ciclos de encendido siguientes deberán indicar una condición PASS en la Unidad de Control del CVR.

Figura 2 Unidad de control del C.V.R

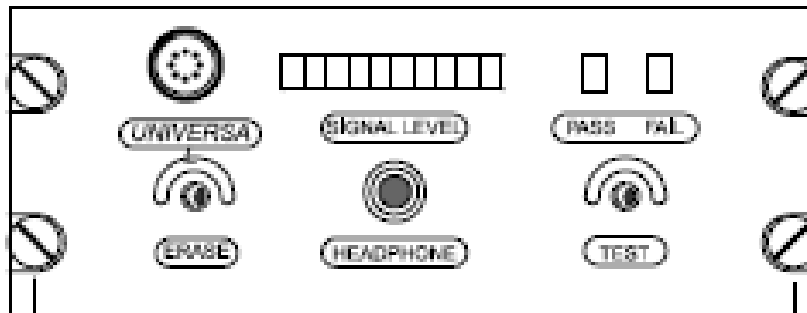
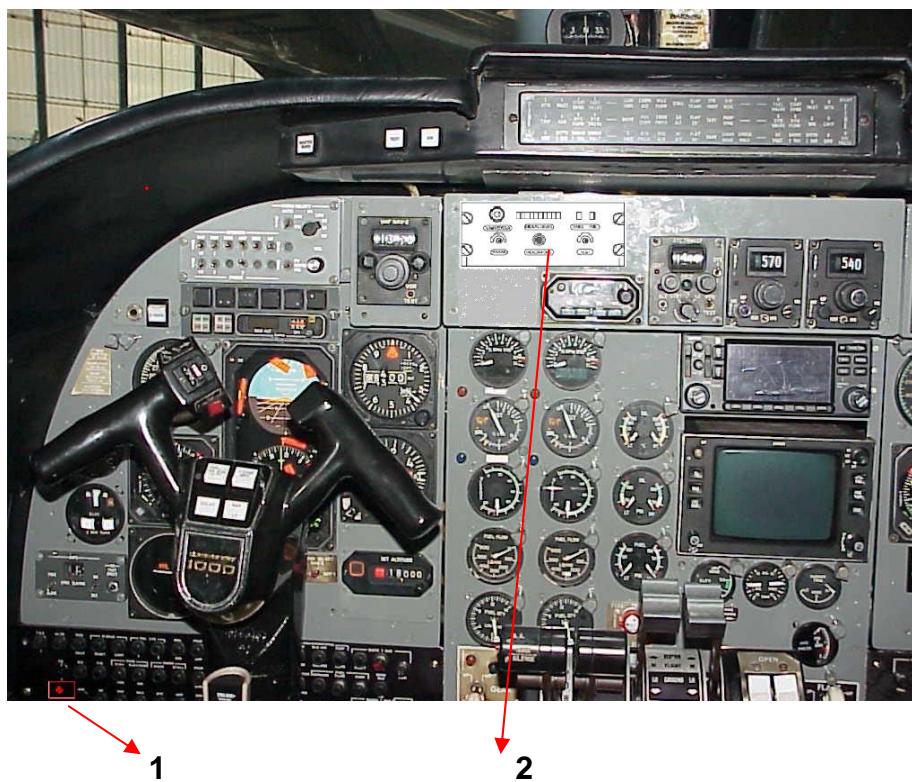


Figura 3. Ubicación unidad de control y C.B



1. Circuit Breaker
2. Unidad de Control

## 5.0 DESEMPEÑO (PERFORMANCE)

NO CAMBIA EL MANUAL DE VUELO APROBADO.

## 6.0 PESO Y BALANCE

Los cambios en la posición del C.G no son considerables, su posición varia en 0.09 plg hacia atrás y queda dentro de los límites establecidos en el Certificado Tipo de la aeronave. Ver sección 2.4 del Estudio de Ingeniería.



## **5 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

Se logró establecer un procedimiento de adaptación e innovación tecnológica para que la compañía aérea implemente la instalación de un Registrador de Voz en Cabina cumpliendo con lo establecido en los RAC y de tal modo satisfacer la necesidad de la empresa.

Se revisaron y estudiaron las normas internacionales (Anexo 6 OACI) relacionadas con los CVR, verificando su acatamiento por medio de las regulaciones colombianas aplicables de los RAC.

Se desarrolló un proyecto de ingeniería siguiendo los lineamientos de las circulares informativas suministradas por la autoridad local para su elaboración (CI 101 e/t 29 y 30), donde se incluyeron análisis de cargas eléctricas y procedimientos para garantizar la NO existencia de interferencia electromagnética al momento de instalar el sistema.

En cuanto a las prácticas estándar suministradas por los manuales de la aeronave a alterar, se observa que realmente es muy pobre la información y por lo tanto se deben seguir los lineamientos de las circulares internacionales aplicables tales como la AC 43.13-1B y 43.13-2B.

Se realizó el análisis estructural adecuado para garantizar la instalación del equipo cumple con las normas internacionales en caso de situaciones de emergencia.

Toda la información y procedimientos necesarios para legalizar ante la UAEAC la instalación del CVR 30B en una aeronave Twin Commander 695A específica, queda plasmada en un documento denominado Análisis de Ingeniería que incluye todos los requerimientos para certificar la alteración y todo lo mencionado anteriormente.

## 6 CONCLUSIONES

Al desarrollar este proyecto se puede concluir que la elaboración e implementación de estudios para la instalación de este tipo de equipos es viable técnicamente si se posee un conocimiento previo de la alteración a efectuar donde se tengan en cuenta las regulaciones de la autoridad de aviación, los manuales de los equipos a instalar y los manuales del fabricante de la aeronave, así mismo es importante tener en cuenta la ayuda de la documentación técnica de referencia como son las circulares informativas, las cuales son suministradas por las distintas autoridades de aviación civil que además de ser de fácil acceso y manejo, brindan herramientas técnicas muy útiles al momento de la elaboración y legalización de una alteración.

Igualmente se cuenta con el apoyo profesional de los DER, que aunque sus servicios no son económicos, son de una gran ayuda para el desarrollo de éstos trabajos. Teniendo en cuenta todo lo anterior, la experiencia en la elaboración de este proyecto dicta que el ingeniero Colombiano está en capacidad de efectuar esta clase de modificaciones y así colaborar con la empresa que lo contrate para la disminución del gasto económico producido por terceras personas involucradas en estas alteraciones y así mismo elevar el status profesional de los ingenieros aeronáuticos en el país.

No obstante lo dispuesto en los párrafos anteriores, la regulación Colombiana respecto a la alteración de aeronaves (RAC 4.1.10), ha venido limitando la ejecución de este tipo de proyectos por la inmadurez que se tiene acerca del tema en el país, pero si todo el medio aeronáutico, incluyendo a las universidades, las empresas y la autoridad de aviación civil local se involucran conjuntamente en la capacitación y crecimiento de los profesionales del sector, se podría pensar que en un futuro se vayan dando libertades a las empresas que su razón de ser es la alteración de aeronaves para la elaboración de proyectos de ingeniería que estén a la par de otros estados y así poder crecer académica y técnicamente todo el sector.

## **7 RECOMENDACIONES**

Al ver el entusiasmo que los ingenieros colombianos tienen en efectuar este tipo de alteraciones en aeronaves, la autoridad aeronáutica debe clasificar las modificaciones en pequeños proyectos de acuerdo a la capacidad técnica de las dos partes y no entrar a generalizar, es decir, si aún no se ha llegado a la madurez técnica para efectuar modificaciones en áreas presurizadas, eso no implica que el ingeniero no pueda realizar trabajos en áreas no presurizadas aunque estas pertenezcan a una aeronave presurizada. Los proyectos de ingeniería se deben seccionar en partes, algunas de las cuales pueden ser desarrolladas por ingenieros colombianos y otras deben solucionarse con herramientas que el ingeniero puede utilizar tales como el soporte de un DER por ejemplo.

Además si el ingeniero aeronáutico demuestra capacidad de elaborar esta clase de estudios ya sea por medio de postgrados, cursos en fabricantes o experiencia adquirida en el ejercicio de su profesión, no se le podrá negar el derecho de alterar aeronaves, claro está, deberá respetar su línea profesional.

Para efectuar un proyecto de ingeniería que involucre una alteración de aviónica en una aeronave, es muy importante tener en cuenta que dicha instalación debe ser vista como sistema integral, es decir, no solo se van a adquirir unos equipos independientes, sino que es necesario asociarlo a todos los sistemas de la aeronave. Antes de comprar los equipos a instalar se debe elaborar un análisis meticuloso de los sistemas actuales y sus interfaces con el fin de no llevarse sorpresas al momento de ejecutar la instalación, las cuales repercuten en costos adicionales por adquisición de otros equipos y tiempo en la culminación del proyecto.

La autoridad local debe diseñar o adoptar más documentos de referencia tales como circulares informativas, los cuales son de gran ayuda para las dos partes en el desarrollo de sus actividades, permitiendo a la autoridad evaluar más fácilmente los proyectos y al diseñador agilizar el proceso para legalizar la alteración.

## BIBLIOGRAFIA

- UAEAC. OCSA 001 “Elegibilidad, Calidad e Identificación de partes aeronáuticas para reemplazo”. Bogotá: UAEAC, 1999. 16 p.
- UNIVERSAL AVIONICS. Manual de Instalación CVR-30B y CVR-120 Solid – State Cockpit Voice Recorder 27-70-03, última revisión. Tucson: Universal Avionics, 1998. 418 p.
- FAA. Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS) Rev. Original 31/01/2003. Washington: FAA, 2003. 1728 p.
- FAA. AC43.13-1B. Washington: FAA, 1998.
- FAA. AC 43.13-2B. Washington: FAA, 2008. 137 p.
- FAA. AC 20-62D Eligibility, Quality, and Identification of Approved Aeronautical Replacement Parts de la FAA. Washington: FAA, 1996. 10 p.
- FAA. AC 23-8B apéndice 5 guide for preparing airplane flight manual and pilot's operating handbook supplement de la FAA. Washington: FAA, 2003, 4 p.
- TWIN COMMANDER. Manual de Mantenimiento Commander 695A. Arllington: ATP, 2002, 1397 p.
- TWIN COMMANDER. Catálogo Ilustrado de Partes Commander 695A. Arllington: ATP, 1986, 894 p.
- TWIN COMMANDER. Diagramas de Cableado Commander 695A. Arllington: ATP, 1988, 137 p.
- FAA. AC 23-21 “Airworthiness compliance checklists used to substantiate major alterations for small airplanes”. Washington: FAA, 2004, 31 p.
- FAA. Certificado tipo 2A4 Commander 695A. Washington: FAA, 2000, 34 p.
- FAA. MMEL Commander 695A. Washington: FAA, 2003, 55 p.
- UAEAC. CI 101 E/T 29. Bogotá: UAEAC, 2004. 30 p.
- UAEAC. CI 101 E/T 30. Bogotá: UAEAC, 2004. 22 p.
- Advanced Strength and Applied Stress Analysis. Richard G. Budynas.
- JUDD WIRE INC. [on line]. Estados Unidos: Defines, designs and delivers high value solutions for our customers, 2007 [citado mayo 2008]. Disponible de la Internet: <URL>: <http://www.juddwire.com/jwelcome.nsf/mil-dtl-27500.htm> .

## **GLOSARIO**

ATA	=Air Transport Association of America
ARINC	=Aeronautical Radio Inc.
CB	= Circuit Breaker
CVR	= Registrador de Voz de Cabina.
DER	=Designated Engineering Representative.
ELA	= Análisis de cargas eléctricas (Electrical Load Analysis)
EMI	= Pruebas de Interferencia Electromagnética (Electromagnetic Interference).
FAA	= Federal Aviation Administration.
FDR	=Flight Data Recorder.
ICA	=Instructions for Continued Airworthiness.
MMEL	= Master Minimum Equipment List
MMPDS	= Metallic Materials Properties Development And Standardization.
OACI	=Organización de Aviación Civil Internacional.
RAC	= Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
STC	= Suplemento al Certificado Tipo
TC	= Type Certificate
TSO	= Technical Standard Order.
UAEAC	= Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

## ANEXOS

Anexo A: Análisis de Costos

Anexo B: Cronograma de Actividades.

Anexo C: Carta de compañía patrocinadora.

Anexo D: Documentación de Referencia

- [AC 43.13-1B](#)
- [AC 43.13-2B](#)
- [AC 20-62D](#)
- [AC 23-8B](#)
- [AC 23-21](#)

Anexo E: Último peso y Balance de la aeronave

## **ANEXO A**

## COSTOS DE INSTALACION REGISTRADOR DE VOZ EN CABINA (CVR)

### EN LA AERONAVE TWIN COMMANDER 695A

MATERIALES						
DESCRIPCION	P/N	CONDICION	CANTIDAD	COSTO US\$	TASA CAMBIO	COSTO \$
CVR-30B	1603-02-03	NEW	1	US\$11.875	\$ 2.000	\$23.750.000
Unidad de Control	1633-02	NEW	1	US\$ 1.710	\$2.000	\$3.420.000
Kit de Instalación del CVR	1383	NEW	1	US\$ 750	\$ 2.000	\$1.500.000
Interruptor G	3LO-453/4	NEW	1	US\$ 1.300	\$ 2.000	\$2.600.000
Circuit Breaker	CB 3A	NEW	1	US\$ 40	\$ 2.000	\$ 80.000
Otros						\$500.000
TOTAL 1 (Nota 1)						\$31.850.000
MANO DE OBRA						



DESCRIPCION	VALOR HORA	CANTIDAD HORAS	COSTO TOTAL
INGENIERO	\$150.000	48	\$7.200.000
TECNICO ESTRUCTURAS (TESH)	\$50.000	3	\$150.000
INSPECTOR ESTRUCTURAS (AIT)	\$60.000	1	\$60.000
TECNICO ELECTRICO (TEEI)	\$50.000	6	\$300.000
INSPECTOR ELECTRICO (AIT)	\$60.000	2	\$120.000
<b>TOTAL 2 (Nota 2)</b>		60	\$7.830.000
<b>GRAN TOTAL</b>			\$39.680.000

NOTA 1: ESTE VALOR NO INCLUYE COSTOS DE IMPORTACION NI IVA

NOTA 2: ESTE VALOR NO INCLUYE IVA

## **ANEXO B**

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	ABRIL				MAYO				JUNIO			
RECOPIACION DE INFORMACION												
LECTURA RAC	X											
ANALISIS MANUALES DEL FABRICANTE			X									
DESARROLLO DEL PROYECTO												
ELABORACION ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA					X	X	X	X	X	X		
PRESENTACION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINALIZADO											X	X

## **ANEXO C**



57-00-401-120

Bogotá, Abril 20 de 2008

Señores  
NODO DE INGENIERIA AERONÁUTICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
Bogotá D.C

**ASUNTO: PROYECTO DE GRADO ESPECIALIZACIÓN EN AVIÓNICA ING. MARIO GUZMÁN SÁNCHEZ E ING. SEBASTIÁN E. MEJIA**

Respetados señores,

Me dirijo a ustedes en nombre de Helicargo S.A a fin de confirmar que nuestra compañía apoya completamente el proyecto de grado de la Especialización en Aviónica planteado por los Ingenieros MARIO GUZMÁN SÁNCHEZ y SEBASTIAN MEJIA MURILLO que consiste en la elaboración de un estudio de factibilidad técnica para la implementación de la instalación de un Registrador de Voz en Cabina (CVR – por sus siglas en inglés) en una aeronave Turbo Commander 695A.

Es para nosotros muy grato poder colaborar con la formación integral de estos Ingenieros y permitir que el negocio de la aviación sea apoyado por las instituciones académicas que forman especialistas en el medio.

Cordialmente,

**FABRICIO EFRAÍN MORALES**  
Director de Mantenimiento.-

Calle 45a 40E - 28 Bogotá D.C • FONO 48 361 33 61 • FAX 48 361 33 60 • A.A. 40109  
Email: info@helicargo.com.co • www.helicargo.com.co  
Medellín - Colombia

## **ANEXO D**

## **ANEXO E**