

Implementación escuela de aviónica en la aerolínea Copa Airlines



Milton Guillermo López Galeano

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá, Colombia
Febrero 2021**

Implementación escuela de aviónica en la aerolínea Copa Airlines

Milton Guillermo López Galeano

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero de Telecomunicaciones**

**Director (a):
Manuel Enrique Wagner Mendivelso**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá, Colombia
Febrero 2021**

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El autor de la presente propuesta manifiesta que conoce el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Así mismo, conoce el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNA⁺

Dedicatoria

A Dios, por sus bendiciones, sabiduría y fortaleza al hacer posible este momento tan especial en mi vida profesional, la culminación de mis estudios de Ingeniería, así mismo, a la santísima Virgen por su divina intercesión ante Dios por ayudarme a vencer todos los obstáculos que se me presentaron a lo largo de la carrera y no desistir, igual a mi gran amigo, Don Bosco, como gran educador que fue.

A mi esposa Lilibeth por su paciencia al insistirme en iniciar mis estudios de ingeniería, por su tesón, guía, y acompañarme en estos años de estudio y que gracias a su visión me permitió realizar mi carrera de manera satisfactoria, apoyándome en todo momento para no desfallecer en el intento. A mis hijos Ana Belén y Juan Diego que tanto amo y que deseo que se sientan orgullosos de mí y demostrarles que los sueños con dedicación, apoyo, amor, esfuerzo y sobre todo la bendición de Dios son posibles de realizar, así que este título no es para mí, es para mi familia, gracias a todos.

Milton Guillermo

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a:

Primero que todo quiero agradecer inmensamente a Dios por haberme dado la fortaleza y sabiduría necesarias para poder finalizar una de las metas más difíciles, satisfactorias y añoradas de cumplir en mi vida, la de ser Ingeniero, también deseo agradecer de manera muy especial a mi amada esposa quien fue la persona que me motivó, guio, asesoró y en los momentos de duda y debilidad me brindó su apoyo incondicional para continuar con este proyecto, no permitió que abandonara mi meta, siempre confió en mis capacidades y fue mi motivación constante, también deseo agradecer a mis dos hermosos hijos Ana Belén y Juan Diego, que fueron mis motores para continuar con mi carrera y que sacrifiqué tiempo de ellos por cumplir con mi sueño de ser ingeniero, gracias a mi familia que es mi soporte, y por último gracias a la UNAD por haber sido ese medio para cumplir este gran sueño, mil bendiciones a todos , gracias

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	
Abstract	
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos Específicos	19
4. ALCANCES Y LIMITACIONES	20
4.1. Alcances	20
4.2. Limitaciones	20
5. MARCO REFERENCIAL	21
5.1. Marco teórico	21
5.2. Sistema de aviónica	23
5.2.1. ¿Cómo operan los sistemas de aviónica?	23
5.2.2. Sistema de control de vuelo y Navegación	27
5.2.3.2. Señal Global Positioning System (GPS)- Sistema de Posicionamiento Global	28
5.2.4. Sistema de comunicación	29
5.2.4.1. Bandas de frecuencia	31
5.2.4.2. Comunicaciones en HF	31
5.2.4.3. Comunicaciones en VHF	33
5.2.4.4. SATCOM, Comunicaciones Satelitales	34
5.2.4.5. Otros tipos de sistemas de comunicación	35
6. MARCO METODOLÓGICO	37
6.1. Modalidad de la investigación de UNAD.	37

6.2. Línea de investigación de UNAD.....	37
6.3. Enfoque de investigación	37
6.4. Población y muestra.....	38
6.5. Técnica e instrumento.....	38
6.6. Fases del proyecto	39
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	39
7.1. Interpretación de resultados.....	39
8. MARCO PROPOSITIVO.....	47
8.1.2.1. Análisis de la demanda	48
8.1.2.2. Análisis de la oferta.....	49
8.1.3. Factibilidad técnica	50
8.1.4. Factibilidad operativa.....	55
8.1.5. Factibilidad financiera.....	69
8. PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO (TROUBLESHOOTING)....	71
1. Reporte del piloto.....	72
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
9.1. Conclusiones	91
9.2. Recomendaciones	92
10. BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95

Lista de Figuras

Figura 1. Figura 6. Torre de comunicación aeroportuaria	30
Figura 2. Figura 7. Espectro electromagnético	31
Figura 3. Figura 8. Funcionamiento de sistema SATCOM.....	34
Figura 4. Figura 22. Fases del proyecto	39
Figura 5. Figura 23. Preparación para afrontar avances en sistemas de aviónica	40
Figura 6. Figura 24. Frecuencia de capacitación para afrontar avances en los sistemas de aviónica.....	41
Figura 7. Figura 25. Importancia implementación escuela aviónica en Copa Airlines	42
Figura 8. Figura 26. Asignación de recursos para capacitación y actualización del área de mantenimiento	43
Figura 9. Figura 27. Implementación de la escuela para el mejoramiento del área de mantenimiento	45
Figura 10. Figura 28. La implementación de la escuela brinda mayor seguridad en la navegación.....	46
Figura 11. Figura 29. Organigrama de la escuela aviónica.....	47
Figura 12. Figura 30. Planos e infraestructura para el funcionamiento de la escuela	53
Figura 13. Figura 33. DPS 500 AIR DATA TESTER.....	54
Figura 14. Figura 38. IFR 4000 e IFR 6000	54

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los sistemas de aviónica	24
Tabla 2. Banda de frecuencia del SMA.....	32
Tabla 3. Características y parámetros de un sistema HF	32
Tabla 4. Características y parámetros de un sistema VHF	33
Tabla 5. Otros tipos de estaciones aeronáuticas.	35
Tabla 6. Preparación para afrontar avances en sistemas de aviónica.....	39
Tabla 7. Frecuencia de capacitación para afrontar avances en los sistemas de aviónica.....	41
Tabla 8. Importancia implementación escuela aviónica en Copa Airlines.....	42
Tabla 9. Asignación de recursos para capacitación y actualización del área de mantenimiento	43
Tabla 10. Implementación de la escuela para el mejoramiento del área de mantenimiento	44
Tabla 11. La implementación de la escuela brinda mayor seguridad en la navegación	45
Tabla 12. Estructura curricular	57
Tabla 13. Estructura curricular módulo I de formación básica	58
Tabla 14. Estructura curricular módulo II de formación aplicada - avanzada.....	62
Tabla 15. Estructura curricular módulo III de formación práctica	66
Tabla 16. Requerimientos y presupuesto	69

Lista de Anexos

Anexo 1. Encuesta Sobre Implementación Escuela Avionica.....	95
Anexo 2. Certificado de autorización ejecución del proyecto	97
Anexo 3. Certificado de idoneidad	98

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
ADAHRS	(Air Data Attitude and Heading Reference System) Sistema de Referencia de datos Aéreos de Altitud y Rumbo
ADC	(Air Data Computer) Computador de datos aéreos.
AF	Alta Frecuencia
AHRS	(Attitude Heading Reference System) sistema de referencia de altitud y rumbo
ATC	(Air Traffic Control) Torres de Control de los Aeropuertos
DME	(Distance Measuring Equipment) Equipo Medidor de Distancia
EHSI	(Electronic Horizontal Situation Indicator) Indicador de Situación Horizontal Electrónico
eLORAN	(Enhanced long range navigation) Sistema Mejorado de Navegación de Largo Alcance
FD	(Flight Director) Director de Vuelo
GPS	(Global Positioning System) Sistema de Posicionamiento Global
FMS	(Flight Management System) Sistema de Gestión de Vuelo
HF	(High Frequency)
HITS	(Highway In The Sky) Autopista En El Cielo.
IFR	Reglas de Vuelo por Instrumentos
ILS	(Instrument Landing System) Sistema de Aterrizaje por Instrumentos
MFD	Multifunction Display. Pantalla multifunción.
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
OC	Onda Corta
PFD	(Primary Flight Display) Pantalla Principal de Vuelo.
RAIM	(Receiver Autonomous Integrity Monitoring) Monitoreo Autónomo de la Integridad en el Receptor.
RNAV	(Area Navigation) Navegación de área
SA	Servicio Aeronáutico
SMA	Servicio Móvil Aeronáutico
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VHF	(Very High Frequency).Radiofaro Omnidireccional de Alta Frecuencia
VOR	(Very High Frequency Omnidirectional Range)

Resumen

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo general implementar una escuela de aviónica en la Compañía Copa Airlines para la formación en tecnologías aeronáuticas y la satisfacción de las necesidades existentes en técnicos e ingenieros del área de mantenimiento.

El estudio presentó un enfoque mixto en el cual se presentan elementos de tipo cuantitativo y cualitativo, además presenta una modalidad propuesta por la UNAD, como es el de proyecto aplicado y con una línea de emprendimiento empresarial.

El proyecto se desarrolló teniendo en cuenta cinco (5) fases: la de identificación, la fase de documentación y construcción de la estructura curricular, la de cotización y montaje de la infraestructura, la fase de implementación del proyecto y, por último, la fase de control y evaluación de resultados. Igualmente, contó con análisis de factibilidades para determinar la viabilidad del proyecto, como es la factibilidad administrativa, la de mercado, la técnica, la operativa y la factibilidad financiera, las cuales se complementan entre sí, pero cada una buscando su propósito específico para alcanzar la viabilidad del proyecto.

Palabras claves: Aviónica, navegación, comunicación, electrónica, factibilidad.

Abstract

The general objective of this degree project was to implement an avionics school in the Copa Airlines Company for training in aeronautical technologies and the satisfaction of the existing needs of technicians and engineers in the maintenance area.

The study presented a mixed approach in which quantitative and qualitative elements are presented, it also presents a research modality proposed by the UNAD, such as the applied project and with a line of business entrepreneurship. For the study, the survey was applied as a data collection technique to a sample of 10% of the population.

The project was developed taking into account five (5) phases: the identification phase, the documentation phase and construction of the curricular structure, the quote and assembly phase of the infrastructure, the project implementation phase and finally, the control and evaluation of results. Likewise, it had feasibility analysis to determine the feasibility of the project, such as administrative, market, technical, operational and financial feasibility, which complement each other, but each one seeking its specific purpose to achieve the feasibility of the project.

Keywords: Avionic, navigation, communication, electronic, feasibility.

INTRODUCCIÓN

El campo de la aviación cada vez más, con el transcurrir del tiempo, ha mostrado un gran desarrollo y con él, los diferentes elementos tecnológicos que hacen parte del complejo mundo de la aeronáutica, principalmente lo que respecta al establecimiento de mayor precisión y eficacia en el proceso de suministro de ubicación y posición de un avión en el espacio, mediante la navegación; igualmente, el mejoramiento en la comunicación e interacción del piloto con los centros de control en tierra, lo cual establecen un orden y seguridad dentro del espacio aéreo.

Este avance en dicho campo y su tecnología, implica contar con el personal capacitado para el suministro de la navegación y comunicación a la aeronave, el cual, dentro de la aeronáutica existe una disciplina encargada de proporcionar esos saberes a los individuos en su desempeño en este ámbito para facilitar el desarrollo de los vuelos y es la aviónica. En consecuencia, se deben implementar diversos tipos de inventivas que propicien procesos formativos y avances en este contexto y con ello, estar a la altura de las tecnologías empleadas en los escenarios de la aviónica.

En tal sentido, la propuesta que se presenta en este proyecto, teniendo en cuenta la necesidad existente, cada día más marcada, de profesionales calificados en la aplicación de la electrónica y las telecomunicaciones en las aeronaves y en especial en el área de mantenimiento aeronáutico en la compañía de aerolínea Copa Airlines, de implementar una escuela de aviónica para propiciar procesos de formación de mano de obra calificada en esta especialidad y con ello forjar un personal idóneo en las aplicaciones y avances tecnológicos de punta que usan las aeronaves fabricadas hoy en día y que combinan la aeronáutica, la electrónica y las telecomunicaciones.

Es importante precisar, que el empleo de equipo de aviónica, se ha incrementado considerablemente en la aviación comercial durante los últimos años,

debido a que se ha constituido en un requisito que todo avión que transite en espacios de alto tráfico debe estar provisto de equipos de comunicación, navegación y control automático de vuelo, propios de los sistemas de aviónica; de ahí la necesidad de personal capacitado en este campo y de las aerolíneas y en especial Copa Airlines de invertir en la profesionalización de sus funcionarios.

En el proceso de construcción del proyecto, el estudio es descriptivo en el que se empleó un enfoque empírico – analítico, debido a que se trata de un desarrollo experimental y formativo en los procesos de tecnologías actuales e instrumentación y control de procesos de aviónica. Para ello, el trabajo se organizó en cinco (5) fases:

La primera fase, corresponde a la fase exploratoria, en la cual se desarrolla la descripción del problema teniendo en cuenta un análisis con el departamento de capacitación de la Compañía Copa Airlines para determinar las falencias existentes, la formulación de la justificación en la que se precisa la importancia y pertinencia del trabajo y los objetivos del mismo. La segunda fase, se expone el marco referencial que comprende el marco contextual, los antecedentes y estudios realizados, tanto a nivel internacional, nacional y local, los fundamentos teóricos que abordan las teorías existentes sobre la aviónica. La tercera fase, recoge lo referente a la metodología empleada para el desarrollo del proyecto en donde se describe el enfoque, el tipo y diseño del estudio. Igualmente, la población y muestra, las técnicas e instrumentos que se utilizaron para recoger la información y el procesamiento de datos. La cuarta fase, la implementación de la propuesta con su plan de formación de aviónica, estructura programática o curricular, intensidad horaria y metodología. Y en la fase cinco, aborda la presentación del análisis de resultados, conclusiones y bibliografías.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Copa Airlines es una aerolínea panameña que, desde sus inicios, en 1947, ha estado en una completa expansión, comienza con planes de vuelos nacionales y a partir de 1960, amplía la frecuencia de vuelos con rutas internacionales y con la incorporación de una nueva flota de aviones. En 1970 decide retirarse del mercado doméstico y operar sólo en los destinos internacionales, se presenta con ello, la necesidad de ampliar y modernizar su flota de aviones con determinadas especificaciones para poder satisfacer las necesidades de transporte del nuevo mercado, alistando así, un nuevo modelo de avión, los Boeing 737-100, que contaría, para ese momento, con una tecnología de punta que aglutinaba una gran cantidad de equipamiento electrónico.

Este paso, ayudó a consolidar a nivel continental la aerolínea trayendo como consecuencia la apertura del primer centro de conexiones de vuelos de Latinoamérica con sede en Panamá, en el aeropuerto de Internacional de Tocumen, denominado “Hub de las Américas”, con lo cual se presenta apertura de nuevos destinos en ciudades y países del continente. Todos estos avances en la constitución y posicionamiento de la compañía, implica, cada vez más, la renovación de la flota de aeronaves que involucra evolucionar en el estudio del diseño, fabricación, operación y mantenimiento de sistemas electrónicos instalados en las aeronaves para su mando y control; es decir, la aplicación de la aviónica mediante la electrónica y la aviación.

Ese proceso expansionista de Copa Airlines es sinónimo de la modernización de sus aeronaves, el cual entrada la década del 2000, adquieren aviones Boeing 737-800 “Next Generation” y de aviones brasileros Embraer 190. Este crecimiento de la compañía se solidifica aún más con la compra de la línea aérea colombiana AeroRepública, más tarde Copa Airlines Colombia, constituyéndose en un nuevo centro de operaciones empresarial. Esto por su puesto, le propicia la búsqueda y apertura de, más y más, nuevos destinos conduciéndolo a la innovación de sus

flotas con la adquisición más reciente de su primer Boeing 737 MAX 9, de un número considerable por entregar, la afianza como la aerolínea más importante de Centro América.

Todo este devenir histórico de la compañía se puede equiparar también, haciendo un marco comparativo, con el desarrollo tecnológico presentados por las aeronaves a través del tiempo, en donde el panorama actual de la aviónica ha pasado por un número amplio de protocolos que generan grandes modificaciones en los diferentes sistemas que hacen parte de la fabricación, operación y mantenimiento de las aeronaves. En este sentido, se refiere a que inicialmente el pilotaje automático y control de vuelo de estos eran analógico o control mecánico, en donde el poder computacional era muy bajo a pesar de tener una cantidad considerable de éstos a su servicio. En lo sucesivo, el número de computadores fue disminuyendo, pero a su vez se triplicaba la capacidad operativa computacional, visionándose una evolución en dichos sistemas, pasando posteriormente a un sistema hidráulico y en la actualidad descansar en gran medida, en un sistema digital y computarizado.

La adquisición de aviones de última generación y con tecnología de punta, ha develado una carencia de personal y mano de obra calificada para trabajar en estos sistemas, determinar fallas, comprender cómo funcionan y realizar pruebas en los mismos, lo cual es motivo de preocupación no sólo para Copa Airlines, sino para muchas otras aerolíneas a nivel mundial, debido a que pone en riesgo la seguridad en el control de vuelo de las aeronaves y por ende, la seguridad de las personas que hacen uso de ella y la confiabilidad de la compañía.

Además, el hecho de no existir o ser deficiente los profesionales calificados en esta especialidad, la compañía se verá en la imperiosa necesidad de contratar mano de obra calificada, lo cual se constituye en costos operacionales adicionales para la misma. Por ello, el tener cada día un avance con mayor proporción y complejidad, en los sistemas de electrónica, información y comunicación en un avión, genera que la aviónica adquiera mayor importancia en el mundo de la

aeronáutica, por lo que es necesario la búsqueda de mecanismo que permitan satisfacer esas necesidades para cualquier aerolínea y en particular para Copa Airlines.

Por lo tanto, a partir de la problemática anteriormente descrita, es pertinente entonces la formulación del siguiente interrogante:

¿Cómo propiciar en la Compañía Copa Airlines un proceso formativo en aviónica que implique la obtención de mano de obra calificada, reducción de costos operacionales e incremento en la seguridad de control de vuelos en sus aeronaves?

2. JUSTIFICACIÓN

Copa Airlines es una compañía de aviación fundada en 1947 y durante toda la historia de su existencia, ha pasado por una serie de cambios que han marcado un posicionamiento de ella en el mercado, desde el hecho que en sus inicios, dedicarse sólo a los vuelos con destinos nacionales, hasta hoy competir con otras grandes empresas aeronáuticas en la operación de destinos internacionales, y desde tener aviones con piloto automático y control de vuelo analógico, hasta poseer aeronaves con una tecnología de punta y de última generación. Este proceso evolutivo en todos los campos ha generado la necesidad en la compañía de contar con el personal calificado con el fin de proporcionar un servicio con calidad y confiabilidad a sus usuarios.

En este sentido, presentarse en la compañía la adquisición de aviones con alta tecnología, requiere para su mantenimiento, un servicio de alta responsabilidad y personal capacitado con plenos conocimientos en los sistemas de aviónica para su buen control de vuelos, navegación, comunicación, entre otros. Por lo tanto, teniendo en cuenta lo expresado en el planteamiento del problema, el desarrollo del proyecto “Implementación escuela de aviación en la compañía Copa Airlines”, representa una enorme importancia debido a que propicia un proceso de formación tanto a técnicos como a ingenieros pertenecientes a esta sección de la compañía, en tecnologías aeronáuticas para atender la demanda de personal calificado en esta especialidad y poder cumplir con las especificaciones técnicas requeridas por el fabricante y brindar mano de obra calificada con seguridad rigiéndose bajo las normas establecidas por la aeronáutica.

Además, con el proyecto y su proceso de formación, pretende capacitar al personal involucrado en lo correspondiente a los sistemas, dispositivos y componentes de aviónica, de electrónica y comunicaciones, sujeta a los protocolos técnicos específicos y en función de las necesidades de mantenimiento, lo cual le brindaría a la compañía la obtención de personal competente y con ello, la

disminución de costos operacionales por la liberación de gastos adicionales al no contratar personal externo a la compañía para el cumplimiento de estas funciones.

Por último, con el desarrollo del proyecto, se fomentará el conocimiento adecuado de los diferentes sistemas que hacen parte control de vuelo, navegación, comunicación, entre otro, para ofrecer un servicio con certeza, debido a que este está relacionado con la seguridad de vidas humanas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Implementar una escuela de aviónica en la Compañía Copa Airlines para la formación en tecnologías aeronáuticas y la satisfacción de las necesidades existentes.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la importancia de la implementación de la escuela de aviónica mediante la aplicación de instrumento de recolección de información del personal del área de mantenimiento aeronáutico de Copa Airlines.
- Propiciar un proceso de formación de aviónica al personal técnico e ingeniero de la compañía Copa Airlines para mayor seguridad en el proceso de control, navegación y comunicación de sus aeronaves.
- Favorecer la cualificación de la mano de obra calificada de técnicos e ingenieros de mantenimiento aeronáutico en el área de telecomunicaciones, control de vuelo y navegación (Aviónica) de la compañía Copa Airlines.
- Diseñar la estructura curricular del proceso de formación para el fortalecimiento del campo de la aviónica en la compañía Copa Airlines.
- Considerar mediante la confrontación de la teoría y la práctica de aviónica, la implementación de aportes al desarrollo tecnológico de este campo para la aeronáutica y Copa Airlines.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

4.1. Alcances

- El alcance importante del proyecto es porque propicia conocimientos de la electricidad, electrónica, comunicación y navegación, y en muchos casos no solo refuerza, sino que explica lo que, desde las universidades e instituciones, temas académicos que no están actualizados acorde a las realidades de la industria o en muchos casos, los docentes.
- Con la implementación de una escuela de aviónica se forma y profesionaliza a técnicos e ingenieros de una manera idónea en un área específica beneficiosa, empezando por la compañía ya que, al hacer una inversión mínima, se adquiere de mano de obra calificada en un corto tiempo y formados a su visión y misión de compañía y evitar contratar personal extranjero y nacional calificado en esta área lo cual es costoso y se estaría ahorrando un rubro bastante alto de dinero.
- Se tendrá un personal calificado en esta área que involucra la mayoría de los sistemas de las aeronaves, realizando diagnóstico de fallas más certero, eficaz y rápido, lo que se traduce en menos tiempo de las aeronaves en mantenimiento y solicitud de piezas innecesarias.
- Permitirá enriquecer los conocimientos, ampliar las áreas de desempeño y lo más importante motiva a seguir creciendo profesionalmente, preparando continuamente y por ende perfeccionando la labor.
- Con la implementación de la escuela la seguridad en las aeronaves se estará incrementando sustancialmente que es lo que más importa en la aviación, ¡LA SEGURIDAD!

4.2. Limitaciones

- La inversión económica que se debe realizar en personal idóneo para desarrollar el programa.
- La disponibilidad de aeronaves para llevar a los asistentes a la aeronave y poder afianzar los conocimientos adquiridos en el aula.

- Adecuación de aulas y laboratorios con equipos de vanguardia para las prácticas requeridas, así como crear un ambiente inmerso en la electrónica y comunicación que facilite la asimilación de los diferentes conceptos que componen el programa.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Marco teórico

Para el desarrollo del trabajo Implementación escuela de aviónica en la aerolínea Copa Airlines, es necesario describir los distintos fundamentos relacionados al área de la aviónica en especial a la electrónica y telecomunicaciones, debido a que éste genera una amplia visión de los conceptos empleados en el área de la aeronáutica para sentar las bases del estudio. Hernández et al (2014, 75), manifiesta que, al construir un marco teórico, se debe centrar en el problema que corresponde sin divagar en otros temas ajenos al estudio, sino que trata con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema. Al respecto, es importante precisar, en lo referente al tema sobre aviónica se presenta una escasa información y en su mayor parte la existente está contenida en inglés, lo cual complica el manejo amplio de ésta.

El sector aeronáutico ha venido creciendo con el transcurrir de los años, el cual se evidencia al generarse un incremento exponencial en el uso de este medio de transporte, lo que ha propiciado que paralelo a ello, se presente un proceso evolutivo en la modernización de las aeronaves. Con este proceso, es importante la identificación de las tendencias ocupacionales del sector aeronáutico mediante una metodología prospectiva laboral cualitativa, la cual introduce ciertos cambios en las necesidades de recursos humanos de estas compañías, propiciando transformaciones en el área de mantenimiento aeronáutico y servicios a la navegación aérea.

Es importante precisar, que la modernización y transformación que han sufrido las aeronaves implica que los técnicos e ingenieros, principalmente de esta área, les demanda una ampliación de sus conocimientos en estructuras, aviónica y sistemas de pantalla. Además, la proposición tecnológica al hacer uso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) le exige a este personal de la compañía Copa Airlines, fortalecer el manejo de dispositivos electrónicos como computadores, teléfonos inteligentes y tabletas; igualmente, de prepararse en el manejo de programas (ERP) Enterprise Resource Planning - Planificación de Recursos Empresariales; por ello, es esencial tener en cuenta los perfiles que presenta el recurso humano perteneciente a la compañía, por lo que es pertinente que ellos reciban una capacitación integral que comprenda la formación en competencias y conocimientos especializados en varias disciplinas para la obtención de una mano de obra calificada.

El hecho que hoy en día el transporte aéreo es uno de los medios más utilizados a nivel mundial, genera un incremento en la adquisición de aeronaves para cubrir las necesidades del mercado y asegurar la competitividad de las compañías, consecuentemente con este proceso, muchas empresas a nivel Latinoamericano y específicamente en Colombia, vienen trabajando en el mejoramiento de sus infraestructuras, para el logro de la operatividad de sus flotas de aeronaves, lo cual implica el incremento de personal calificado con el fin de brindar un alto nivel de seguridad de este medio, por lo que se requiere la orientación de técnicos e ingenieros en el fortalecimiento de sus capacidades para la mejora de la prestación del servicio de la navegación aérea, de tal forma, que se cumpla con las expectativas de los operadores aeronáuticos y de los usuarios de este medio de transporte.

En torno a todo este complejo panorama, se observa una escasa oferta educativa que brinde una formación integral a técnicos e ingenieros en lo referente a una adecuada capacitación en el manejo de los sistemas de aviónica, como es el mantenimiento de aeronaves, servicios de navegación, comunicación y control de

vuelo, lo cual se constituye en una oportunidad para promover e implementar una oferta educativa, escuela de aviónica, pertinente y de calidad, que responda a los requerimientos y a las necesidades laborales del sector.

5.2. Sistema de aviónica

La aviónica es una abreviatura de electrónica para aviación (*Aviation Electronics –Avionics*). Soto (2008), expresa que la aviónica es uno de los tres ejes de la tecnología de construcción de aeronaves (Los otros ejes son los sistemas de propulsión y los sistemas estructurales). Incluye los sistemas electrónicos para comunicaciones, navegación, despliegue de información, iluminación y cientos de otros sistemas auxiliares distribuidos por todo el avión.

En la actualidad, la cantidad de electrónica que se ha insertado a las aeronaves ha sido significativa, donde el acrónimo aviónica es usado para designar el campo de la electrónica aplicado a la aviación. Es así como desde la aparición del motor a reacción ha sido el cambio más radical que la aviación ha implementado con la aplicación de la tecnología digital a las cabinas de vuelo, con el objetivo de reducir la carga de trabajo en las cabinas y mejorar la seguridad en las operaciones.

5.2.1. ¿Cómo operan los sistemas de aviónica?

Muchos sistemas permiten diversos métodos para llevar a cabo una tarea, como por ejemplo la programación o la selección de rutas. Por ello, un piloto calificado reconoce todos los métodos y elige el que mejor trabaja para una situación específica, ambiente y equipo. Es importante precisar, que no todos los aviones están equipados o conectados similarmente con el sistema de navegación dispuesto. En diferentes situaciones, dos aviones con unidades de navegación idénticos están conectados de manera diferentes, Gaviria (2011). Las diferencias evidentes incluyen (EHSI) *Electronic Horizontal Situation Indicator* - indicadores electrónicos de situación horizontal mostradas en la PFD (*Primary Flight Display – Pantalla de Datos Primaria*) que es la pantalla principal de vuelo ya que contiene la

información esencial para el vuelo como lo es la altitud, velocidad y actitud de vuelo. El equipo de aviónica, especialmente el de navegación, están sujetos a defectos externos e internos, por lo que el personal de mantenimiento y pilotos deben estar calificados para operar manualmente las funciones del equipo que normalmente se realizan de forma automática y siempre deben tener un plan de apoyo con relación a las habilidades, conocimientos y entrenamientos para asegurar que el vuelo tenga un final seguro.

Habitualmente los equipos de aviónica acogen actualizaciones de software y bases de datos, por lo que continuamente el personal técnico, ingenieros y pilotos deben conocer las funciones del sistema, las capacidades y limitaciones. Hacer un seguimiento de qué manera está en este momento en uso y pronosticar el comportamiento futuro de los sistemas es otra habilidad que deben tener y mejorar el personal para operar los aviones con seguridad. Para Gaviria (2011), la cadena de riesgos proporciona una idea acerca de cómo los sistemas de aviónica pueden contribuir con el control de eventualidades al que se enfrentan diariamente en las diferentes situaciones de vuelo. A su vez, el autor expresa, los sistemas de información la inmediata ventaja de proporcionar un cuadro más completo de cualquier situación, lo que le permite tomar mejores decisiones informadas acerca de los peligros potenciales, tales como el terreno y el clima.

Tabla 1. Clasificación de los sistemas de aviónica

<p>SISTEMAS AUTÓNOMOS no necesitan equipo de tierra para funcionar.</p>	<p>INSTRUMENTOS Que permitirían la navegación por instrumentos</p>	<p>DE MOTOR Tacómetro, Manómetro, Indicador de Temperatura, Medidor de consumo de Combustible, Indicador de Potencia y Control de Motor, etc.</p> <p>DE CONTROL DE VUELO Anemómetro, Altímetro, Variómetro, Indicador de Viraje e Inclinación, Horizonte Artificial, etc.</p>
--	---	---

		DE NAVEGACIÓN Brújula Magnética o Compás, Tele brújula, Giro direccional o Indicador de Rumbo.	
		DE CONTROL DE AVIÓN Instrumentos que hacen referencia principalmente a Indicadores de Posición, Luces de Situación, Avisos, Indicador de Posición de Flaps, etc.)	
SISTEMAS DEPENDIENTES Emisoras terrenales, se indica aquí porque junto con el resto de los sistemas autónomos permitiría la navegación.	RADIOGONIÓMETROS SISTEMAS RADIALES	Radioayudas de navegación de corto alcance y aproximación	ADF Automatic Directional Finder Recibe transmisiones en la banda de AM (LF/HF Amplitud Modulada) entre los 25 W a 10 Kw.
			VOR Very High Omnidirectional Range Envía señales de radio en 360° denominadas radiales, en frecuencias de 120.00 a 118.00 Mhz
	TACAN Tactical Air Navigation Sistema militar de detección de posición		
	SISTEMAS HIPERBÓLICOS sistemas radiales complementados por satélites	Sistemas de largo alcance	LORAN
	SISTEMAS TELEMÉTRICOS		OMEGA
		DME Equipo medidor de distancia entre un VOR DME o ILS DME y el avión opera en frecuencias de 1,000 Mhz la información que indican es en Millas Náuticas	

	SISTEMAS SATELITALES	GPS Sistema de posicionamiento global
	SISTEMAS DE APROXIMACIÓN, ATERRIZAJE Y DESPEGUE	VOR Equipo radial de corto alcance para establecer transiciones de Llegada y Salida
		ADF o en su defecto los marcadores OM, MM (balizas) Externa, Media e Interna en algunos casos
		ILS Sistema de aterrizaje por instrumentos el trasmite en frecuencias entre los 109.00 y 112.00 Mhz con una banda lateral de 150.00 a 90 Hz. mediante las cuales de determina el localizador y la trayectoria de planeo (GS)
		MSL Sistema de aterrizaje por microonda el cual sustituirá en el futuro al ILS y brinda mayor seguridad en los aterrizajes de precisión.
	SISTEMA DE RADARES	Radar Primario , el cual no requiere respuesta del avión para ser identificado
		Radar Secundario (SSR) , el cual requiere de respuesta la cual se hace mediante el Transponder (Tx)
		Radar Meteorológico el cual identifica las condiciones atmosféricas bajo condiciones visuales.
	RADIO COMUNICACIONES	Internas mediante el Interfono o de Compañía mediante frecuencias preestablecidas
		Radios (COM) estos son la base para establecer contacto de voz con el personal de tierra y la tripulación
	SISTEMAS DE EMERGENCIA	FDR Flight Data Recorder (Caja Negra)

SISTEMAS ELECTRÓNICOS INTEGRADOS MULTIFUNCIÓN		CVR Cockpit Voice Recorder (Caja Negra)
		ELT Emergency Locator Transmitter Se activa automáticamente en caso de accidente, emitiendo un código Morse para su localización.
	FMS	Flight Management System
	EFIS	Sistema Electrónico de Vuelo por Instrumentos Este instrumento integra básicamente dos pantallas: el EHSI Electronic Horizontal Situation Indicator y el EADI Electronic Attitude Director Indicator
	FDS	Sistema Director de Vuelo Instrumento director de vuelo que engarza al Piloto Automático, facilitando considerablemente el trabajo del piloto durante el vuelo.
	TCAS	Sistema de Alerta de Tráfico

Fuente: Elaboración propia (2020)

5.2.2. Sistema de control de vuelo y Navegación

La función de estos sistemas es permitir el control de la aeronave durante el vuelo. Una tarea que inicialmente era realizada por medios mecánicos y posteriormente hidráulicos. En la actualidad descansan en gran medida en sistemas computarizados. Esta nueva forma de transmitir los comandos del piloto a los mecanismos del avión se conoce con el nombre de “*fly-by-wire*” Vuelo por señales eléctricas. Una alternativa al *fly-by-wire*, es *fly-by-optic* – vuelo por señales de fibra óptica, en la que los cables son combinados por fibra óptica, que es inmune a interferencias electromagnéticas y transmite datos a mayor velocidad.

5.2.3.2. Señal Global Positioning System (GPS)- Sistema de Posicionamiento Global

Uno de los instrumentos fundamental del proceso de navegación es el que hace referencia al sistema de posicionamiento global el cual es una tecnología que facilita determinar rápidamente y con gran precisión la posición sobre la superficie terrestre de cualquier objeto por lo que se convierte en la principal herramienta de navegación. El FMS/RNAV (*Flight Management System* – Sistema Administrador de Vuelo / *Random Navigation* – Navegación Aleatoria) provee información de posición, trayectoria y velocidad sobre el terreno usando señales recibidas de los satélites que están en órbita, cuando se emplea el GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamiento Global) como fuente de navegación. Aunque el GPS es altamente confiable, la recepción de los satélites es a veces intermitente.

Para simplificar este proceso, todos los receptores GPS aprobados para la navegación IFR (*Instrument Flight Rules* – Reglas para el Vuelo por Instrumentos) tienen una función automática que permanentemente verifican el estado de las señales del GPS. Esta labor se conoce como monitoreo autónomo de la integridad en el receptor (*RAIM Receiver Autonomous Integrity Monitoring*). Éste, que requiere una recepción satisfactoria de por lo menos cinco satélites GPS para la confianza de la navegación IFR. Cuando surgen inconvenientes de recepción, el FMS/RNAV suministra un mensaje de alerta que informa al piloto de una dificultad de recepción GPS y advierte que la información de posición del avión no puede considerarse segura. Por ello, los reglamentos ordenan que las aeronaves estén proveídas con una unidad RNAV empleando el GPS y portar un medio alternativo de navegación IFR a bordo, por ejemplo, un receptor VOR (*Very High Frequency Omnidirectional Range* – Radiofaro Omnidireccional de Frecuencia muy Alta).

A partir de las situaciones descritas anteriormente, diversos fabricantes han agrupado las unidades de navegación inercial con el FMS para ofrecer confiabilidad extraordinaria en la navegación. Muchas unidades FMS más complejas examinan equipos de medición de distancia (*DME – Distance Measurement Equipment*) y

señales VOR como fundamentos adicionales de navegación para calcular una mezcla de posición, que es la mejor operación de todas las fuentes y como el FMS está dispuesto para considerar las señales con mayor exactitud. Unidades de GPS/RNAV frecuentan utilizar únicamente fuentes de la señal GPS, pero pueden ser capaces de recibir señales también de VOR y DME. En tiempos próximos, muchos dispositivos GPS posiblemente combinarán tecnología con LORAN (*Long Range Navigation*) debido a que este es un sistema de navegación de largo alcance y con mayor precisión.

5.2.4. Sistema de comunicación

Los sistemas de comunicación es otro importante sector de la aviónica, la cual es responsable de los procesos de intercambio de información al interior de las aeronaves y entre éstas y las estaciones en tierra. Los sistemas de electrónica, información y comunicaciones son cada vez más cuantiosos y complejos. En razón de esto, la aviónica en todo momento adquiere mayor importancia. En este sentido, las telecomunicaciones aeronáuticas, vía terrestre o por satélites, fundamentalmente geoestacionarias, proporcionan a la navegación aérea las comunicaciones y radio ayudas indispensables para la confianza y eficiencia de la navegación aérea nacional e internacional.

El servicio de radiodifusión aeronáutica es un servicio de emisión dedicado a la transmisión de información referente a la navegación aérea. Específicamente, el servicio aeronáutico (SA) es la asistencia prestada entre estaciones fijas aeronáuticas con estaciones móviles y portátiles en aeronaves en vuelo o que realizan maniobras en aeropuertos, así como entre éstas y las estaciones portátiles del personal de los aeropuertos a cargo del control del tráfico aéreo (Huidobro, J. 2013).

El servicio móvil aeronáutico (SMA), establecido entre una estación fija aeronáutica y un avión en vuelo, o entre éstas últimas, se proporciona mediante las apropiadas estaciones aeronáuticas emisoras/receptoras, comunicadas entre si a

través de ondas radioeléctricas en distintas bandas de frecuencia, encuadradas dentro de un espectro electromagnético. En tal sentido, por comunicación tierra/aire (T/A) se entiende a aquellas que se establecen en ambos sentidos entre las aeronaves y las estaciones o posiciones ubicadas en la superficie de la tierra (Huidobro, J. 2013). Son las que se desarrollan entre la torre de control del aeropuerto y la nave en vuelo o de maniobras por la pista. Para ello demanda contar con diferentes sistemas de comunicaciones y antenas (ver figura 6).

Figura 1. Figura 6. Torre de comunicación aeroportuaria

Figura 6. Torre de comunicación aeroportuaria



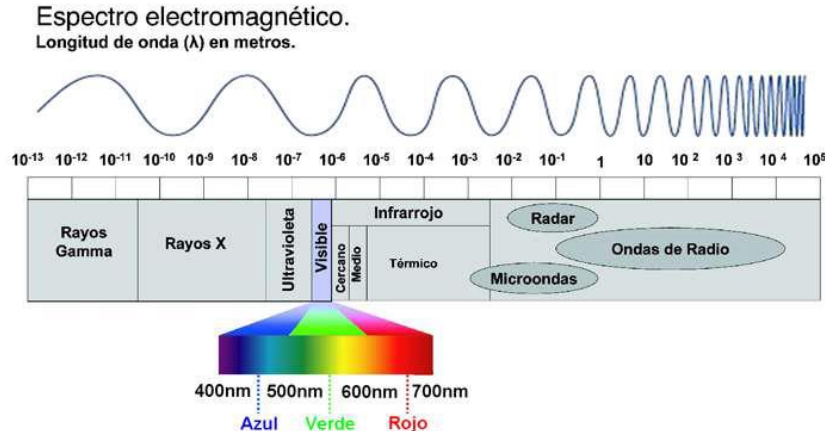
Fuente: Comunicaciones aeronáuticas y marítimas, Huidobro (2013)

Todos los aviones modernos apoyan su control durante el despegue, tiempo de vuelo y aterrizaje, en la articulación con distintos dispositivos que envían y reciben constantemente señales de radio hacia y desde la tierra, así como a un conjunto de satélites con los cuales mantiene también comunicación. Entre esos complejos dispositivos de control se encuentra un transmisor que envía ininterrumpidamente a los ordenadores dispuestos en las torres de control de los aeropuertos (*ATC/Air Traffic Control*), la posición del avión constantemente, en cualquier punto donde éste se encuentre volando.

5.2.4.1. Bandas de frecuencia

Las estaciones aeronáuticas presentan como finalidad el normal proceso de navegación aérea por medio de propagación de mensajes e informaciones destinadas a alistar el vuelo y otorgar seguridad a los aviones y en caso de siniestro, proveen las medidas necesarias para una rápida búsqueda y auxilio de los posibles sobrevivientes. Las bandas de frecuencia utilizadas para las telecomunicaciones aeronáuticas según la ITU (*International Telecommunications Union* – Unión Internacional de Telecomunicaciones) y la entidad norteamericana FCC (*Federal Communications Commission* – Comisión Federal de comunicaciones) son esencialmente, las de HF (*High Frequency*) que es la banda comprendida entre los 3 MHz y los 30 MHz y la banda de VHF (*Very High Frequency*) que abarca desde los 30 MHz hasta los 300 MHz y específicamente para comunicaciones la banda de VHF abarca desde 118 MHz hasta 136 MHz.

Figura 2. Figura 7. Espectro electromagnético



Fuente: Comunicaciones aeronáuticas y marítimas, Huidobro (2013).

5.2.4.2. Comunicaciones en HF

La banda HF, denominada también como onda corta (OC) es una radiofrecuencia que opera entre los 3 MHz y los 30 MHz, por lo regular es el espacio en el que transmiten las emisoras internacionales para emitir sus programas al mundo, las estaciones aeronáuticas y de radioaficionados. El SMA transmite entre

el espectro de onda corta o alta frecuencia (AF), a las que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) le tiene asignada las siguientes frecuencias:

Tabla 2. Banda de frecuencia del SMA

Bandas de frecuencia del SMA (kHz)	
2.850 a 3.025	10.005 a 10.100
3.400 a 3.500	11.275 a 11.400
4.650 a 4.700	13.260 a 13.360
5.450 a 5.680	17.900 a 17.970
6.525 a 6.685	21.925 a 22.000
8.815 a 8.965	

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 3. Características y parámetros de un sistema HF

Característica	Parámetros
Margen de radiofrecuencias	2,8 a 22 MHz
Banda Lateral	Superior (USB)
Tipos de emisión	J3E, A3E y H3E
Audiodfrecuencias	300 a 2.700 Hz
Modo de operación	Simplex
Frecuencias de salvamento	3.023 y 5.680 kHz
Cobertura	Largas distancias
Propagación	Varía diariamente y con las estaciones del año. Frecuencias de operación según actividad de la Ionosfera

Fuente: Elaboración propia (2020)

La emisión por radio en HF es el único sistema de comunicaciones no satelital propio para establecer enlace directo entre aeronaves y estaciones terrestres o entre estaciones terrestres, en distancias superiores al horizonte radio. Esta característica permite que las comunicaciones en HF sean de mucha utilidad cuando se requieren conexiones directas entre aviones y los centros de comunicaciones en vuelos a baja altura, océanos y sobre superficies montañosas.

5.2.4.3. Comunicaciones en VHF

Si los sistemas HF se utilizan en las comunicaciones cuando las aeronaves están en vuelo y a gran distancia de los centros de control, los sistemas VHF, se emplean cuando los aviones están cerca a su destino y dispuesto al proceso de descenso para establecer una comunicación entre piloto y torre de control de los aeropuertos. Así, el SMA igualmente opera en bandas VHF entre los 117,975 y 136 MHz, para las comunicaciones tierra/aire (T/A). Las particularidades de una banda VHF están definidas en el anexo 10 de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI), las cuales se expresan en la tabla 4.

Tabla 4. Características y parámetros de un sistema VHF

Fuente: Elaboración propia (2020)

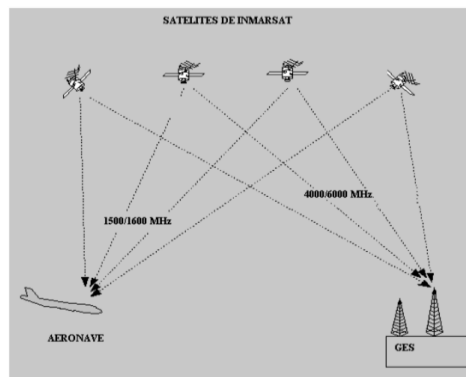
Característica	Parámetros
Emisión:	Las emisiones en las comunicaciones radiotelefónicas se harán con portadora de onda continua (CW) modulada en amplitud. Con banda estrecha (A3E)
Margen de radiofrecuencias:	117,975 a 136 MHz para la aviación comercial. 136 a 143 MHz para la aviación militar
Modo de operación:	Simplex de canal único (semi-dúplex)
Separación entre canales:	25 kHz y 8,33 kHz
Potencia:	La potencia efectiva radiada deberá proporcionar una intensidad de campo mínima de 75 microvolt
Modulación:	> 85%

5.2.4.4. SATCOM, Comunicaciones Satelitales

El sistema SATCOM (Satellite Communication) provee comunicaciones entre los aviones y tierra, el cual es usado en la mayor parte del mundo y puede considerarse reemplazo para las comunicaciones HF, como banda de gran rango. Debido a que no existe problema de reflexión o distorsión en la atmósfera, las ondas atraviesan y no se ven afectadas por clima o ruido eléctrico. Puede manejar datos de comunicación con voz digital. Inmarsat (*Internacional Maritime Satellite – Satélite Internacional Marítimo*) es la red que soporta los satélites, la cual utiliza cuatro para proveer de voz y datos a nivel mundial, distribuidos en cuatro regiones sobre la superficie terrestre: la Región Oceánica del Pacífico (POR - *Pacific Oceanic Region*), la Región Oceánica del Indico (IOR – *Indic Oceanic Region*), la Región Oceánica del Atlántico Oeste (AOR-W – *Atlantic Oceanic Region - West*) y la Región Oceánica del Atlántico Este (AOR-E – *Atlantic Oceanic Region - East*).

Para el desarrollo de la comunicación, el sistema utiliza otros dos componentes; (GER - *Ground Earth Station – Estación Terrena*, se encarga de recibir los mensajes enviados por las aeronaves desde los satélites transfiriéndolo a las compañías que manipulan esta información y la (AES - *Aircraft Earth Station – Estación Terrestre de Aviones*), la cual es un sistema de aviónica ubicado al interior del avión en el ARINC 741 (*Aeronautical Radio Incorporated – Radio Aeronáutica Incorporada*), para la comunicación con los satélites.

Figura 3. Figura 8. Funcionamiento de sistema SATCOM



Fuente: Comunicaciones aeronáuticas y marítimas, Huidobro (2013)

5.2.4.5. Otros tipos de sistemas de comunicación

Existen otros tipos de estaciones que le brindan una función fundamental para el proceso de despegue y aterrizajes de las aeronaves y aparecen explicados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Otros tipos de estaciones aeronáuticas.

Estaciones aeronáuticas		Funciones
Estaciones de Ayuda meteorológica - VOLMET		Son estaciones que brindan información meteorológica correspondiente a las situaciones en el contexto de navegabilidad, para facilitar las operaciones de aproximación, descenso y despegue, utilizando ondas, además de la radiodifusión sonora (AM/FM), el radioteletipo (RTTY) y el facsímil (FAX).
Radioayudas aeronáuticas Estaciones que emiten señales empleadas para garantizar y facilitar la navegabilidad de las aeronaves y brindar asistencia en el curso de aproximación a la pista para aterrizar	Radiofaros no direccionales- No Directional Beacon (NDB)	Emisoras situadas en tierra que en junto con el equipo de la aeronave constituyen una guía para que el piloto fije su rumbo hacia la posición geográfica desde donde aquellas transmiten. Difunden en las bandas de 200 kHz a 1.750 kHz, cada 30 segundos.
	Radiofaros Omnidireccionales en VHF-VOR (Very High Omnidirectional Range)	Facilitan información del azimut en los 360° a las aeronaves que se hallan dentro de su cobertura de radiación. Operan en la banda de VHF entre los 112 y 117,975 MHz.
	Sistemas de aterrizaje por instrumentos- Instrument Landing System (ILS)	Radioayuda usado para la aproximación final y el aterrizaje de las aeronaves, suministra al piloto información del rumbo seguido por el avión y del ángulo de descenso de éste.
	Equipos radiotelemétricos en UHF-DME	Facilitan al piloto información de la "distancia oblicua" que existe entre la aeronave en vuelo y el equipo en tierra. El sistema opera

	(Distance Measuring Equipment)	en la banda de UHF entre los 960 y 1.215 MHz.
	Radiofaros de Localización	Estas son radioayudas adicionales del sistema ILS que funcionan entre los 200 y 414 MHz, dispuestos para que los aviones establezcan con precisión el lugar en el que se encuentran con relación a esa estación trasmisora de movimientos.
	Loran-A.	Son radioayudas de larga distancia que desempeña la misma labor que un NDB, que emiten con potencias de hasta los 100 kw.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se puede expresar que, en el sector aeronáutico, en un enorme porcentaje, la operatividad y el desarrollo de éste, depende de los sistemas de comunicaciones, que proporcionan a las aeronaves los servicios que estos necesitan. Las características tan específicas de este medio son las que precisan el modelo de sistema a utilizar. Según Morales (2011), la primera de ellas es la movilidad. El problema de la navegación aérea es fundamentalmente móvil. Un avión es un objeto cuyo espacio de localización comprende un área geográfica extensa, con frecuencia todo el planeta, lo que se traduce en un aumento de la complejidad desde el punto de vista técnico. En segundo lugar, para este autor, el sector aeronáutico se encuentra fuertemente regulado y normalizado para garantizar la seguridad operacional hacia las personas que utilizan este medio de transporte.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Modalidad de la investigación de UNAD.

El presente trabajo de grado se realiza bajo la modalidad de proyecto aplicado, el cual es propuesto por la universidad como alternativa para que el estudiante complemente, profundice e integre los conocimientos y competencias desarrolladas en el transcurso de su proceso formativo, establecido mediante acuerdo 0029 de diciembre de 2013. Mediante el Artículo 66, le permite al estudiante el diseño de proyectos para una transferencia social de conocimientos que contribuya de manera innovativa a la solución de problemas focalizados.

6.2. Línea de investigación de UNAD

La línea que presenta el proyecto es de emprendimiento empresarial, el cual mediante el acuerdo 006 de mayo de 2014, en su artículo 14, se presenta para el estudiante como una opción de grado mediante la conceptualización y concreción escrita de iniciativas innovadoras que contribuyan a la solución de problemas del entorno empresarial de las diferentes regiones del país, proporcionando el desarrollo económico, social, humano...

6.3. Enfoque de investigación

El enfoque que presenta el proyecto es cuantitativa y cualitativa, ya que se utilizarán métodos teóricos para el diseño de la propuesta y en el que se indagará en fuentes bibliográficas como sustento del contenido científico en el que se basa la misma, pero también se utilizarán métodos cuantitativos para la recolección, interpretación y presentación de la información necesaria para la elaboración de la presente.

6.4. Población y muestra

Con respecto a la población, ésta es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Tamayo y Tamayo (2004), la entienden como la totalidad del proceso a estudiar, donde las partes presentan unas características en común, la cual se estudia o da origen a los datos del proyecto. En este proyecto se considera como población al personal de técnicos e ingenieros que hacen parte al área de mantenimiento involucrando a 95 personas y 5 del área directiva para una población de 100 personas.

Referente a la muestra, se tomó un 10% de la población para la aplicación del instrumento de recolección de la información, correspondiente a 10 personas.

6.5. Técnica e instrumento.

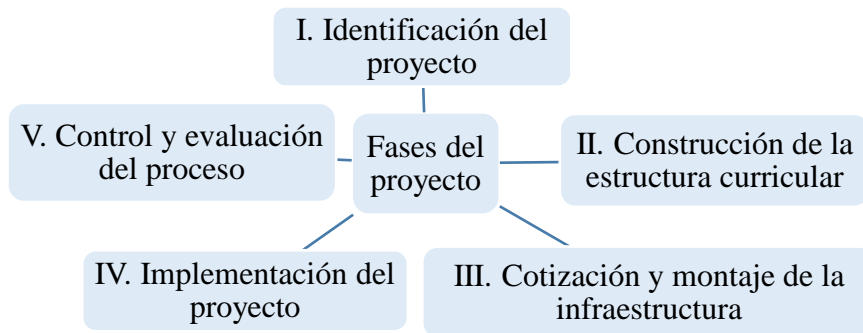
En lo referente a la técnica e instrumento de recolección de datos, se utilizó la encuesta, la cual se define, según Reza (2001), “como la obtención de información a través de la aplicación individual o grupal de un instrumento”. Para la compilación de la información referente al estudio se aplicó un cuestionario a una muestra del personal de técnico e ingeniero del área de mantenimiento de la Compañía Copa Airlines, para analizar el criterio de éstos a cerca de la importancia de la implementación de una escuela de aviónica en la misma.

El instrumento estuvo integrado por siete preguntas, 6 cerradas y una abierta, ésta para mirar la percepción sobre los beneficios que brindaría la escuela de aviónica al personal y la compañía. Con las otras 6 se hizo uso de la escala de Likert con cinco alternativas de respuestas: nunca, casi nunca, algunas veces, casi siempre y siempre; en donde a cada una de ella, se le asignó un valor de 1 a 5 para medir el nivel de percepción, siendo uno (1) el más bajo y cinco (5) el más alto nivel que se manifieste de la impresión a cerca del criterio sobre la importancia de la implementación de la escuela (ver anexo 1).

6.6. Fases del proyecto

La implementación del proyecto estuvo integrada por cinco (5) fases estructuradas de la siguiente manera:

Figura 4. Figura 22. Fases del proyecto



Fuente: Elaboración propia (2020)

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

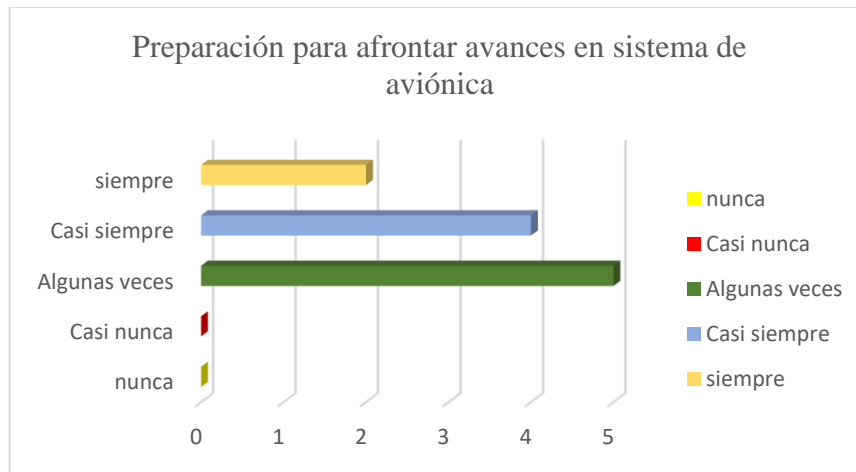
7.1. Interpretación de resultados.

Tabla 6. Preparación para afrontar avances en sistemas de aviónica

1. ¿Cómo técnico o ingeniero estás preparado para afrontar adecuadamente los avances de los sistemas de aviónica?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	0	0	5	4	2	11
Porcentaje	0	0	46%	36%	18%	100%

Fuente: Elaboración propia (2020)

Figura 5. Figura 23. Preparación para afrontar avances en sistemas de aviónica



Fuente: elaboración propia (2020)

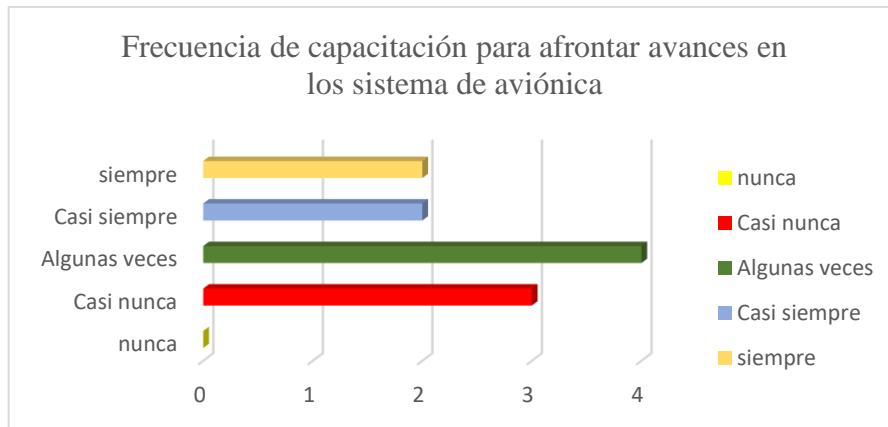
Es importante analizar que el sector de la aviónica es un sistema que ha sufrido un gran avance para los procesos de aviación, pero en determinados momentos, el personal que hacen parte de esta área de mantenimiento de la aerolínea no tienen la preparación idónea para enfrentar dichos cambios, esto se deja manifestado por el personal del área de mantenimiento de Copa Airlines, con la aplicación del instrumento de recolección de la información y en donde a este ítem manifestaron un 46% de no estar lo suficientemente preparados para asumir estos avances, lo que se constituye en un porcentaje elevado para las pretensiones de la compañía de brindar una alta seguridad y confianza en los usuarios de este servicio. Adicional un 36% expresaron casi siempre estar preparado y otro 18% que siempre estar a la vanguardia con dicha modernización de estos sistemas, por lo que deja lo suficientemente claro, las falencias que se pueden estar presentando en esta sección de la compañía y lo que es pertinente la búsqueda de una solución a dicha situación.

Tabla 7. Frecuencia de capacitación para afrontar avances en los sistemas de aviónica

2. Continuamente los equipos de aviónica reciben actualizaciones en sus sistemas, ¿desarrollas con frecuencia procesos de capacitaciones para afrontar esos cambios?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	0	3	4	2	2	11
Porcentaje	0	28%	36%	18%	18%	100%

Fuente: elaboración propia (2020).

Figura 6. Figura 24. Frecuencia de capacitación para afrontar avances en los sistemas de aviónica



Fuente: elaboración propia (2020)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el planteamiento de este ítem, se puede analizar con claridad las falencias que se presentan en torno a la búsqueda de lograr una mayor idoneidad de técnicos e ingenieros del área mantenimiento de la Compañía Copa Airlines, se hace necesario generar espacios en los cuales este personal puedan realizar procesos de formación, que influyan de manera positiva en el desarrollo de su labor, a su vez en el logro de las metas de seguridad y confianza hacia el servicio que brinda la compañía. Partiendo de lo anterior, se puede observar que en la gran mayoría de los encuestados, piensan

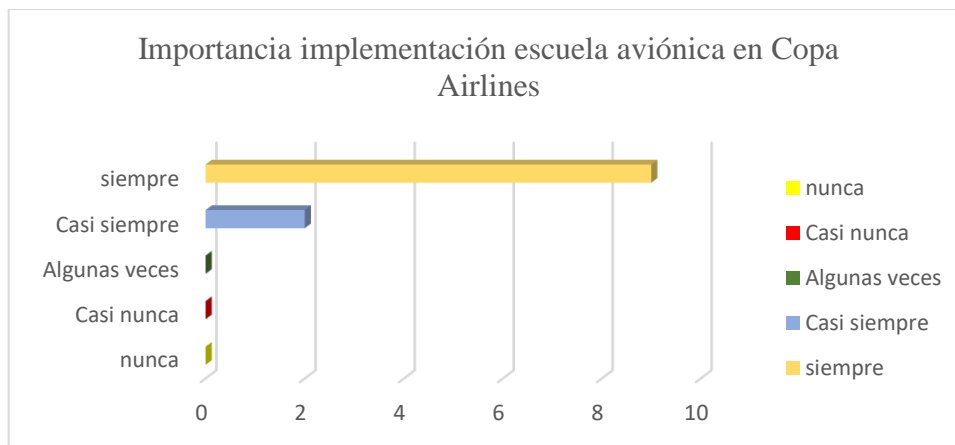
que sólo en algunas ocasiones y casi nunca (36 y 28% respectivamente), se generan estos espacios de formación para dicho personal, lo cual implica que de alguna manera no se están fortaleciendo epistemológicamente para ser más competitivo en el mercado y con ello, brindar un mejor desempeño.

Tabla 8. Importancia implementación escuela aviónica en Copa Airlines

3. ¿Consideras importante la implementación de una escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	0	0	0	2	9	11
Porcentaje	0	0	0	18%	82%	100

Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 7. Figura 25. Importancia implementación escuela aviónica en Copa Airlines



Fuente: elaboración propia (2020)

Partiendo del análisis de los resultados de este interrogante, se puede observar el gran interés (82% siempre y 18% casi siempre respectivamente), del personal de mantenimiento de Copa y de la misma compañía para la implementación de la escuela de aviónica en ella. Si bien se tiene en cuenta los resultados a los dos interrogantes anteriores, las falencias que se presentan, en primer lugar, con el hecho de existir un gran porcentaje de personal no tener el

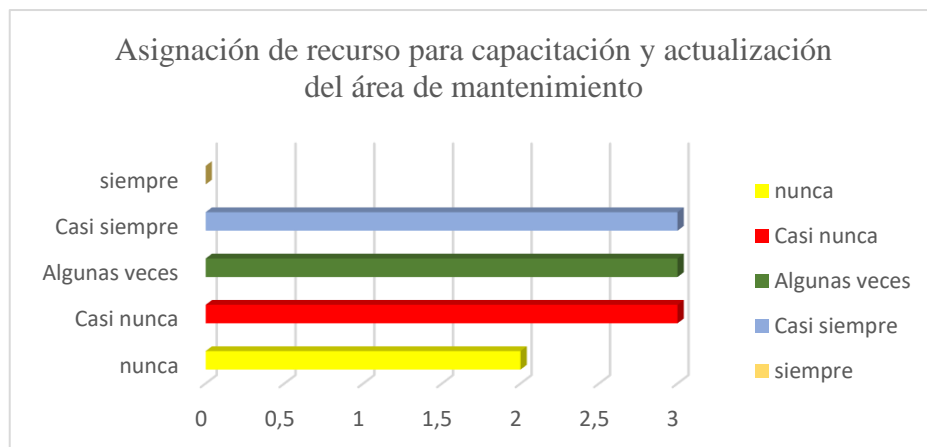
conocimiento para enfrentar los avances tecnológicos que se han presentado en el campo de la aviónica y en segundo lugar, la poca participación en los procesos de capacitación, genera que la implementación de la escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines, se constituye en una magnífica alternativa para la transformación de la mano de obra profesional de la compañía y por ende del mejoramiento de la prestación de los servicios de aviación.

Tabla 9. Asignación de recursos para capacitación y actualización del área de mantenimiento

4. ¿La compañía destina presupuesto para capacitar y actualizar a técnicos e ingenieros del área de mantenimiento aeronáutico para afrontar los avances de los sistemas de aviónica?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	2	3	3	3	0	11
Porcentaje	19%	27%	27%	27%	0	100

Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 8. Figura 26. Asignación de recursos para capacitación y actualización del área de mantenimiento



Fuente: elaboración propia (2020)

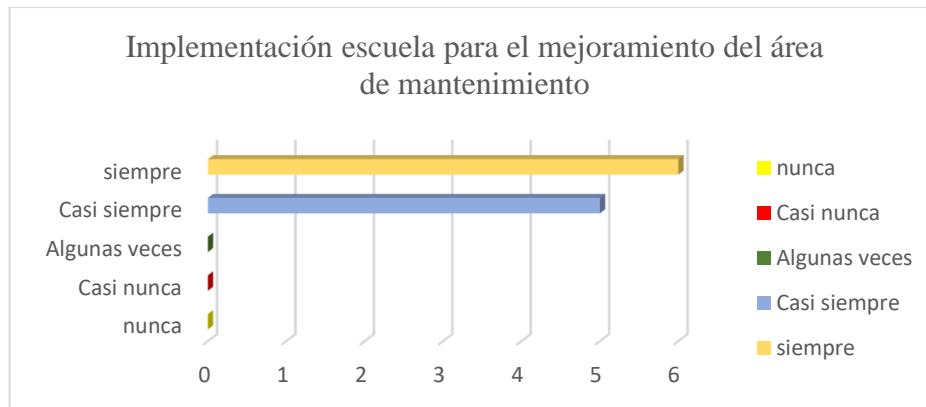
Frente a la información suministrada por los encuestados en este interrogante, se observa que la mayoría de las expresiones giran en torno al hecho de que nunca (19%), casi nunca (27%) y algunas veces (27%), la compañía desarrolla inversiones que favorecen el crecimiento personal, profesional y motivacional del recurso humano a través de los procesos de capacitación y actualización del área de mantenimiento. Esto, hasta cierto punto, genera un desconocimiento de los progresos en los que están envueltos los sistemas de aviónica para dicho personal. De alguna manera, esta puede ser una de las explicaciones que se había mencionado en las interpretaciones de los datos anteriores, lo cual indica que la empresa se vea rezagada ante el desarrollo y cambios que se suscitan en el campo de la aviación. Además, con la deficiente, por no considerar nula, inversión de la compañía en los procesos de capacitación y actualización a los técnicos e ingenieros de mantenimiento, se les coarta la posibilidad de desplegar más sus conocimientos en aviónica y de manera especial en electrónica y telecomunicaciones con ello, realizar aportes al desarrollo para el sector aeronáutico.

Tabla 10. Implementación de la escuela para el mejoramiento del área de mantenimiento

5. ¿la implementación de una escuela de aviónica es necesaria para el mejoramiento del área de mantenimiento aeronáutico?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	0	0	0	5	6	11
Porcentaje	0	0	0	46%	54%	100

Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 9. Figura 27. Implementación de la escuela para el mejoramiento del área de mantenimiento



Fuente: elaboración propia (2020)

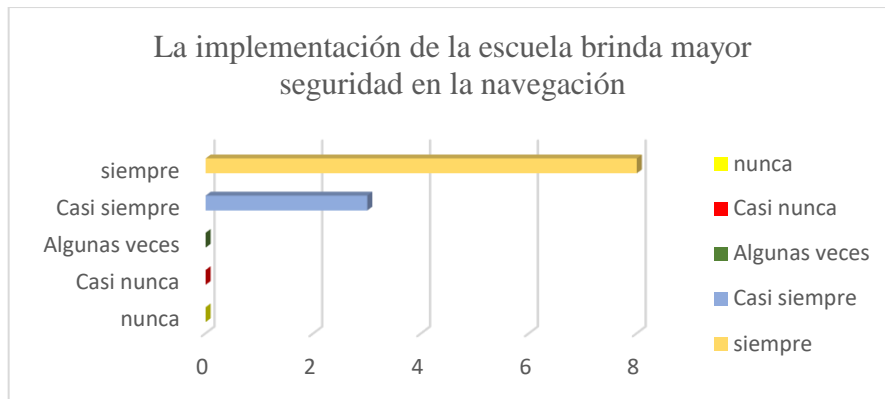
Dentro de los retos actuales que se busca con la implementación de una escuela de aviónica, está en el hecho de que se requiere que esta efectúe propuestas enmarcadas en la innovación y el establecimiento de unos procesos productivos y de esta forma beneficiar el desarrollo cognitivo de técnicos e ingenieros y al mismo tiempo favorecer el mejoramiento del área de mantenimiento, llevándolo a un punto más competitivo y respondiendo a las exigencias de este mundo globalizado. De ahí que los encuestados en su gran mayoría (54% siempre y 46% casi siempre) respondiera que con la implementación de la escuela de aviónica se obtendría, a su vez, mejoramiento en el área de mantenimiento de la compañía.

Tabla 11. La implementación de la escuela brinda mayor seguridad en la navegación

6. Con la implementación de la escuela, ¿consideras que se brinde mayor seguridad en la navegación, control y comunicación de las aeronaves de Copa Airlines?						
	Nunca (1)	Casi nunca (2)	Algunas veces (3)	Casi siempre (4)	Siempre (5)	Total
Frecuencia	0	0	0	3	8	11
Porcentaje	0	0	0	28%	72%	100

Fuente: elaboración propia (2020)

Figura 10. Figura 28. La implementación de la escuela brinda mayor seguridad en la navegación



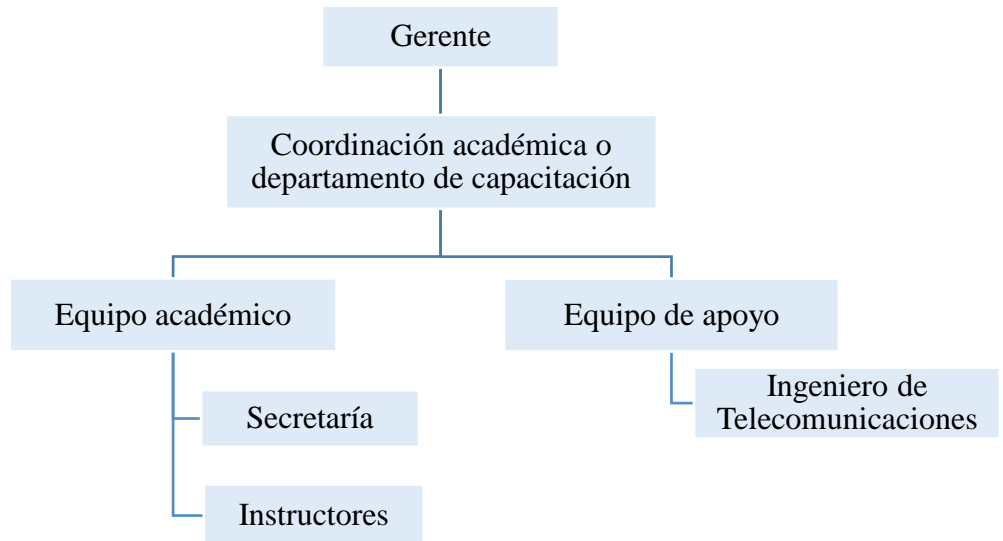
Fuente: elaboración propia (2020)

Al presente ítems se observa que los encuestados un 72% expresa que siempre y un 28% que casi siempre, la implementación de la escuela de aviónica propiciaría la obtención de conocimientos en el recurso humano del sector de mantenimiento y con ello brindar una mayor seguridad en los servicios de navegación en las aeronaves de Copa Airlines. En efecto, con la implementación de la escuela de aviónica en esta compañía, se busca propiciar procesos formativos en las áreas de comunicación, control de vuelo, navegación, electrónica y otros, propios del sistema de aviónica para así generar mayor conocimiento, pero, ante todo, mayor confianza en sí mismo, lo que se traslada a brindar mayor certidumbre y seguridad en la labor que realiza.

8. MARCO PROPOSITIVO

El funcionamiento de la escuela contará con el siguiente organigrama:

Figura 11. Figura 29. Organigrama de la escuela aviónica



Fuente: Elaboración propia (2020)

El gerente por ser el representante legal de la compañía velará por que todos los miembros de la escuela cumplan con las respectivas funciones que le corresponden e impulsará la generación de nuevos proyectos e innovaciones.

La coordinación académica o departamento de capacitación lo integra una persona y es la encargada de supervisar que la totalidad del contenido estipulado en el currículo se esté cumpliendo en el proceso de formación.

El equipo académico, conformado por la secretaria el cual es la persona facultada para el manejo de la programación de las clases, recepción de llamadas y notificación del instructor sobre la programación de actividades que tienen. En este sentido, la secretaria se constituye en una funcionaria multitarea al asumir diversas responsabilidades, presentar iniciativas propias, con habilidades técnicas y de relación entre otras.

El instructor es la persona encargada de desarrollar los procesos de formación en la escuela de aviónica, la cual debe tener un título de ingeniero de saberes a fines con dicho proceso, en el cual certifique que presenta un adecuado manejo y conocimientos de temas establecidos en el pensum; de igual manera, el haber estado vinculado a una compañía aérea. Además, demostrar ser una persona con habilidades en manejo de grupo, pedagogía y seguridad en sí misma a la hora de hablar y dirigirse al personal en formación.

El equipo de apoyo, integrado por un ingeniero de Telecomunicaciones, encargado de toda la parte técnica y mantenimiento de simuladores de vuelo, como requisito debe tener experiencias y significativos conocimientos en estos equipos. Además, es la sección encargada de diseñar la publicidad de la escuela para ser difundida por los medios que a bien ella tenga a su disposición, por lo que la persona debe tener conocimientos básicos de publicidad, diseño y marketing, para dar a conocer el proyecto en el mercado.

En lo correspondiente a este estudio de factibilidad administrativa se puede expresar que el personal asignado para el funcionamiento de la escuela presenta una vinculación a la compañía a través de los diferentes tipos de contratos, a los cuales, ésta les tiene fijada una asignación salarial con todas sus prestaciones sociales de acuerdo con su cargo y nivel de formación.

8.1.2.1. Análisis de la demanda

El propósito fundamental de la propuesta implementación de la escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines es la de capacitar y actualizar a técnicos e ingenieros del área de mantenimiento de la aerolínea, para ponerlos a tono con los avances tecnológicos y científicos de los sistemas de aviónica. Además de propiciar, con la implementación de la escuela, la unificación de los saberes y las prácticas del técnico e ingeniero, es decir, en el momento del ejercicio laboral, el manejo de los saberes y las prácticas del ingeniero con relación al del técnico y viceversa, lo cual en determinados momentos, esto se constituye en un factor negativo para el

desarrollo de prácticas que conlleven a la buena cultura de cazafallas en aviónica en especial para electrónica y telecomunicaciones; por lo que se instaura entonces, en un proceso importante la combinación de saberes y prácticas de estas dos dimensiones de formación.

Para el estudio de la demanda, se aplicó un instrumento de recolección de la información mediante la técnica de encuesta con seis preguntas cerradas utilizando la escala de Likert, en cuyo análisis de los resultados se evidencia las inclinaciones de la población objeto de estudio. El instrumento muestra una percepción general de los intereses de los encuestados con relación al deseo de la implementación de la escuela de aviónica en la aerolínea.

8.1.2.2. Análisis de la oferta

Existen en diferentes ciudades del territorio nacional diversas escuelas en el que se ofrece básicamente cursos de formación y entrenamiento para pilotos, e incluso, existen escuelas basadas en los procesos de transición de aerolíneas en el cual se le da al estudiante una preparación en torno al proceso de selección de aerolínea; pero la oferta de la escuela de aviónica es inexistente en el país y mucho menos que ofrezca la articulación de los saberes y prácticas del ingeniero y las del técnico para una mayor cualificación del ejercicio de sus labores.

Es importante precisar, inicialmente la escuela por ser un espacio de formación novedosa al interior de la compañía, los procesos se implementarán a 15 personas entre ingenieros y técnicos de los 100 que hacen parte del área de mantenimiento y haciéndolo extensivo de manera programada a los demás, este número de asistentes se determinó con el fin de no descuidar los trabajos programados de mantenimiento en las aeronaves ya que al ser una aerolínea con 10 aeronaves se requiere trabajar las 24 horas en turnos rotativos de 8 horas lo cual no permitía que se asignaran más personas al programa, sumado a los días de descanso, otros entrenamientos mandatorios, incapacidades entre otros, además

la visión que se tiene de la escuela es con una proyección prospectiva, en el que se pretende ampliar su horizonte ofreciendo el servicio a otras aerolíneas.

8.1.3. Factibilidad técnica

Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencias, entre otros, que son indispensables para efectuar actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente se refiere a elementos tangibles. Este estudio muestra si se cuenta con la infraestructura, equipos y herramientas para desarrollarlo, de no ser así, si existe la oportunidad de producirlo en el tiempo requerido por la propuesta.

Para el desarrollo del proyecto, se contará con un aula de las dos presentes en la sede administrativa ubicada en el centro de conexiones principal en el aeropuerto internacional de Tocumen, ciudad de Panamá. En esta fase del proyecto se realiza la descripción de los equipos, herramientas, componentes, muebles, aulas y demás elementos que se requieren adquirir para poder implementar el proyecto de manera adecuada y óptima para brindar una capacitación de calidad. Copa Airlines decidió apoyar la inversión en la construcción de aulas de clase para este proyecto de la escuela en pro de la formación académica y profesional de sus técnicos e ingenieros en mantenimiento aeronáutico ya que es una necesidad que se venía presentando hace varios años, pero se requería de una propuesta seria y adecuada a las necesidades de la compañía, como la que estamos presentando en este proyecto aplicado.

Para el equipamiento de los salones se solicitaron equipos de alto rendimiento y funcionalidad ya que estos equipos se estarán trabajando en simuladores como Radio Mobile y XIRIO , Proteus y simuladores de sistemas de la aeronave entre otros, los cuales determinan si usar computadores portátiles o de escritorio basados en las necesidades y las ventajas ofrecidas por cada uno, recordando que una Workstation, es un ordenador de alto rendimiento con un procesador más potente, más memoria RAM y capacidades mejoradas en diseño

gráfico, edición de vídeos, ingeniería, ciencia y programación de juegos aunque existen portátiles bastante potentes hoy en día, sin embargo se optó por computadores de escritorio con el fin de tenerlos fijos en la escuela y se eligieron los equipos de referencia DELL INSPIRON 24 7000 todo en uno que tiene las siguientes características:



1. Procesador

La velocidad de frecuencia de 3 GHz, en el cual se tuvo en cuenta el número de núcleos y su rendimiento (a mayor cantidad, más procesos se podrán realizar, pero, se debe considerar también la potencia de éstos), así que se compraron de marca Intel Core que en mi experiencia como ingeniero de telecomunicaciones son los mejores.

2. Memoria RAM

Se adquirieron con una memoria de 16 GB, junto con un sistema de memoria DDR4 y una velocidad de 2400 Mhz. Para conseguir mayor fluidez, se configuraron en Dual-Channel y Quad-Channel, es decir, que, en caso de no conseguir una memoria de 16 GB, se puede configurar con dos de 8 GB o cuatro de 4 GB.

3. Tarjeta gráfica

Como sabemos este dispositivo ayuda al CPU a acelerar el procesamiento de imágenes, lo que es muy útil a la hora de renderizar, modelar en 3D o editar imágenes. Asimismo, agrega memoria RAM a la ya existente, por eso de compraron los equipos con una tarjeta Nvidia Geforce excelente para diseño y edición por ende la hace una de las mejores.

4. Disco duro

Se adquirieron los equipos con doble disco ya que se pueden independizar las funciones y la información entonces en el disco tradicional de tipo mecánico se guardan los documentos, archivos personales y programas básicos y de adquirió de 1 TB.

El otro disco es el Disco de Estado Sólido (SSD – Solid State Disk) en el cual se aconseja instalar los softwares pesados desde el sistema operativo hasta los programas específicos para diseñar, se instalaron discos de 500 GB de capacidad.

5. Teclado completo

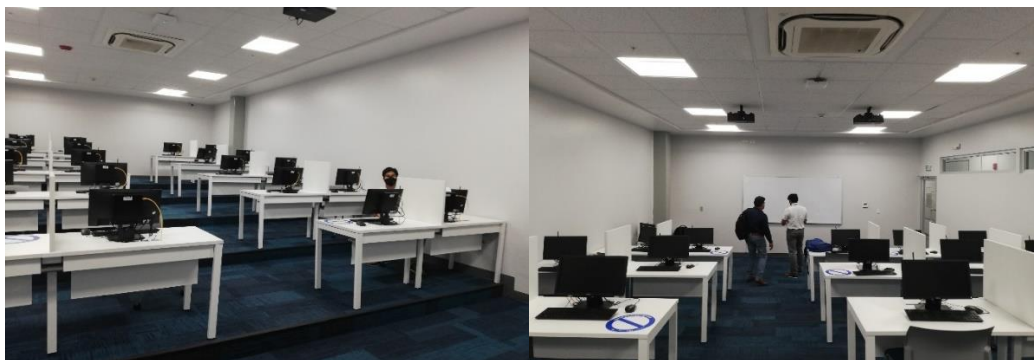
Que incluya el pad numérico derecho, opcionalmente retroiluminado.

6. Puertos: El computador cuenta con 4 puertos USB 3.0 de gran velocidad, multilector de tarjetas, y un puerto USB.

7. Monitor

Debido al gran uso de imágenes en las capacitaciones ya sea por la gran cantidad de simuladores que se utilizan para aeronaves o para simular radioenlaces se solicitaron monitores de 24 pulgadas con el fin de poder facilitar la visualización de los diferentes diagramas eléctricos entre otros aspectos, se adquirieron con tecnología LED ya que consumen mucho menos energía y permiten que los monitores sean bastante delgados y fácil de manipular y menos pesados, así como acompañados de una alta resolución para aprovechar al máximo las anteriores características, para lo cual se compraron con una resolución de 4K, que es compatible con nuestra tarjeta de video Nvidia Gforce así como la característica de ser una pantalla táctil otro aspecto que se tuvo en cuenta es la relación de aspecto lo que es conocido como *ASPECT RATIO* que es sencillamente las medidas de largo y ancho para disponer como queremos ver las imágenes si más anchas largas, etc., se solicitaron monitores con una relación de aspecto de 16:9 los cuales permiten ver la información en un formato adecuado y que no satura la pantalla, otro aspecto que se tuvo en cuenta fue el de la frecuencia de barrido, es decir la frecuencia a la cual la información de la pantalla actualiza la información lo cual lo normal es que sea de 60 veces por segundo lo que equivale a 60 Hz.

Figura 12. Figura 30. Planos e infraestructura para el funcionamiento de la escuela



Fuente; Archivos Copa Airlines (2020)

Se contará con instalaciones acondicionadas en el que se incluye el área administrativa y las de formación teórico-práctico.

Figura 13. Figura 33. DPS 500 AIR DATA TESTER



Fuente: Archivos Copa Airlines (2020)

Es un equipo especializado con el cual el personal de ingeniería en aviónica puede realizar pruebas detalladas de funcionamiento del sistema Pitot estático el cual se encarga de medir la masa de aire interpretarlo y enviarlo a los diferentes instrumentos de la aeronave, con esto el personal verifica el comportamiento en cabina de acuerdo a lo estipulado en los manuales de mantenimiento de la aeronave, convirtiéndose en uno de los equipos más usados, importantes y esenciales en el mantenimiento aeronáutico, de aquí la importancia de saber manejarlo e interpretar sus resultados.

Figura 14. Figura 38. IFR 4000 e IFR 6000



Fuente:

IFR 4000: Es un equipo especializado con el cual el personal de ingeniería en aviónica puede realizar pruebas detalladas de funcionamiento de los sistemas de la aeronave como son, sistema de aterrizaje por instrumentos, senda de planeo, localizador, por lo cual este equipo simula una estación en tierra y el personal verifica el comportamiento en cabina de acuerdo a lo estipulado en los manuales de mantenimiento de la aeronave.

IFR 6000: Es un equipo especializado con el cual el personal de ingeniería en aviónica puede realizar pruebas detalladas de funcionamiento de los sistemas de la aeronave como son, sistema medidor de distancia, sistema transpondedor, sistema anticolidión de aeronaves, por lo cual este equipo simula una estación en tierra y el personal verifica el comportamiento en cabina de acuerdo a lo estipulado en los manuales de mantenimiento de la aeronave.

8.1.4. Factibilidad operativa

Hace referencia a todos los recursos donde intervienen determinados tipos de procesos, el cual está sujeto a los recursos humanos que participan durante la ejecución del proyecto. En el transcurso de esta etapa se reconocen todas las actividades necesarias para alcanzar el propósito, determinando lo necesario para desarrollarlo. En este sentido, la operatividad de la escuela está enmarcada por la estructuración curricular del curso, el cual está diseñado para ser dictado en 450 horas académicas y divididas en tres módulos, a saber: módulo de formación básica (190 horas), módulo de formación aplicada (150 horas) y el módulo de formación práctica (110 horas). Teniendo en cuenta que los estudiantes estarán alternando estudio y trabajo, de su jornada laboral se dedicarán 2 horas académicas por día para asistir a las clases.

Copa Airlines dispone de (3) aulas en sus hangares de mantenimiento en el aeropuerto internacional de TOCUMEN, de las cuales se escogerá una para ser equipadas con proyectores, aire acondicionado, 15 puestos con equipo de cómputo,

cada uno con su punto de red e instalados los diferentes programas a utilizar durante el desarrollo del curso. A su vez se dispondrá de un salón acondicionado para laboratorio donde se realizarán las diferentes prácticas del curso tales como mediciones, soldaduras, análisis de señales con osciloscopio entre otros, equipado con los instrumentos necesarios para tal fin, y con ello, el personal del área de mantenimiento pueda conocer, aprender y actualizarse sobre los cambios que han sufrido los sistemas de la aviónica.

ESTRUCTURA CURRICULAR

La estructura curricular propuesta a continuación fue estructurada basándonos en las asignaturas, cursos y conocimientos requeridos para un ingeniero o técnico de mantenimiento, de acuerdo a lo estipulado en el reglamento aeronáutico colombiano Parte 65, Parte D, Licencias para personal aeronáutico diferente de la tripulación de vuelo, 65.400 Requisito de licencia, donde referencia los conocimientos básicos que debe tener el personal de mantenimiento que posea una licencia aeronáutica, a su vez, el proyecto curricular fue desarrollado de una manera pedagógica siguiendo las recomendaciones de la (ATA -*Air Transport Association* – Asociación de Transporte Aéreo) entidad encargada de crear estándares en las diferentes áreas de la aviación, entre ellas la capacitación aeronáutica, existe el documento ATA 104 *Aviation Maintenance Training* (Entrenamiento en Mantenimiento Aeronáutico) - Nivel 4 – *Specialized Training* – Entrenamiento Especializado el cual contiene las temáticas requeridas para un curso de este nivel de especialización entre los cuales encontramos descripción detallada de los sistemas, ubicación de componentes,cazafallas detallado, procedimiento de prueba y diagnóstico, análisis de diagramas eléctricos y esquemáticos.

Tabla 12. Estructura curricular

Estructura curricular escuela aviónica					
Módulo I	I.H.	Módulo II	I.H.	Módulo III	I.H.
Formación básica	190	Formación aplicada - avanzada	150	Formación Práctica	110
	H.		H.		H.
Introducción a la aviónica	10	Electricidad aplicada	20	Documentación técnica	30
Electricidad básica	40	Electrónica Digital	40	Diagramas y cazafalla	20
Electrónica básica	40	Instrumentos II	20	Manejo de equipos	20
Instrumentos I	30	Telecomunicaciones II	20	Navegación III	30
Telecomunicaciones I	30	Navegación II	30	Simulador de radioenlaces	10
Navegación I	40	Piloto automático	20	I.H Intensidad horaria	

Fuente: Elaboración propia (2020)

Formación básica

En esta parte del proyecto se explica de manera detallada las características de los cursos que conforman el programa de aviónica, con la temática de cada uno de los módulos, duración en horas, prácticas de laboratorio a realizar en cada uno de los cursos, (si es requerido), con el fin de dar una idea sólida a los estudiantes y a las entidades aeronáuticas, con el fin de poder implementar este tipo de capacitaciones especializadas en diferentes niveles de educación de ésta, con aras de una proyección al futuro de la formación académica en la electrónica y telecomunicaciones de este sector.

Tabla 13. Estructura curricular módulo I de formación básica

Módulo de formación básica					
Habilidades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar el funcionamiento de los sistemas de aviónica en su totalidad y de cada sistema y componente en particular. - Comprender el funcionamiento del sistema eléctrico en una aeronave y poder solucionar de manera eficaz las diferentes fallas presentadas en ellas. - Interpretar el funcionamiento de los componentes electrónicos de los sistemas de comunicación de microondas, los sistemas de comunicación de radiofrecuencia y los sistemas de comunicación digital. - Interpretar el funcionamiento de los componentes electrónicos, de los equipos de navegación de corto alcance, largo alcance y autónomos, sobre la base del conocimiento profundo de los principios físicos que regulan este funcionamiento y de la tecnología aplicada en su implementación. 				
Introducción a la aviónica	Electricidad básica	Electrónica básica	Instrumentos I	Telecomunicaciones I	Navegación I

<p>1. ¿Qué es la aviónica?</p> <p>2. Historia de la aviónica</p> <p>3. Entidades de control</p> <p>4. Arquitectura</p> <p>5. Aplicaciones</p> <p>6. Sistemas de aviónica</p> <p>7. Ventajas de los sistemas de aviónica</p> <p>8. Futuro de la aviónica</p>	<p>1. Principios de electricidad</p> <ul style="list-style-type: none"> -Que es la electricidad -Tipos de energía <p>-Ejercicios prácticos</p> <p>2. Electricidad y magnetismo</p> <ul style="list-style-type: none"> -¿Qué es el magnetismo? -Generación de electricidad -Campos electromagnéticos -Ley de Oersted-Ampere -Ley de inducción de Faraday -Ejercicios prácticos <p>3.Circuitos eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Voltaje -Corriente -Resistencia 	<p>1. Materia y energía</p> <ul style="list-style-type: none"> -Propiedades de la materia. -El átomo -Diferencia entre AC y DC. -Resistencia, Corriente y Voltaje -Ley de Ohm -Ejercicios prácticos de ley de ohm <p>2. Resistencias</p> <ul style="list-style-type: none"> -Características -Tipos de resistencias -Código de colores y valor. -Circuitos de serie y paralelo. -Ejercicios prácticos código de colores y circuitos serie paralelo -Manejo del multímetro -Ejercicios para calcular potencia 	<p>1. Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> -Historia -Requerimientos y estándares -Metrología -Unidades de medición y conversión -Ubicación, paneles, visibilidad y agrupación de los instrumentos <p>2. Instrumentos de vuelo</p> <p>3. Instrumentos de motores</p> <p>4. Instrumentos pitot estáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> -La presión Pitot y estática -Sondas Pitot y estáticos -Calentamiento de las sondas -Puertos estáticos -Fuentes de presión alterna 	<p>1. Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> -Historia y entes regulatorios -¿Qué es un sistema de comunicación? -Modos de transmisión =Simplex =Half duplex =Full duplex =Full Full duplex -Espectro electromagnético -Bandas de frecuencia comunicación -Frecuencia – Amplitud – Longitud de onda -Modulación y demodulación (AM - FM) -Propagación de ondas electromagnéticas =Línea de vista =Onda terrestre 	<p>1. Introducción</p> <ul style="list-style-type: none"> -Historia -¿Qué es un sistema de navegación? -Rumbo, Curso, Bearing, DTK -Sistemas de coordenadas geográficas -Formatos de hora -Bandas de frecuencia navegación -Principios físicos básicos de un sistema de navegación =Leyes básicas del movimiento =Movimiento terrestre =Sistema inercial de referencia =Giróscopos
---	--	---	--	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> -Ejercicios prácticos 4. Control del flujo de corriente -Resistencias -Ley de Ohm -Ley de circuitos en serie y paralelo -Inductancia -Capacitancia -Potencia eléctrica -Ley de Joule -Ejercicios prácticos 5. Análisis de circuitos – leyes de kirchoff -Enunciados -Ejercicios prácticos 6. Corriente alterna -¿Qué es la corriente alterna? 	<ul style="list-style-type: none"> de circuitos electrónicos -Ejercicios prácticos de - Cálculo de consumo recibo de energía 3. Condensadores -Características -Tipos de condensadores -Unidades de medida. -Circuitos en serie y paralelo. -Ejercicios de circuitos con resistencias y condensadores 4. Bobinas y transformadores -Características -Aplicaciones de las bobinas. - Transformadores. 	<ul style="list-style-type: none"> -Drenajes -Sistemas de alerta de altitud -Computadores centrales de aire -Tipos de velocidades 5. Instrumentos primarios de vuelo -El giróscopo -Precesión y rigidez -El horizonte artificial -Instrumentos standby -Indicador de giro y banqueo -Indicador de viraje coordinado 6. Instrumentos de indicación de rumbo -El giróscopo direccional -La brújula magnética -Sincros 	<ul style="list-style-type: none"> =Onda reflejada en tierra =Ondas del cielo -Características ópticas de las ondas electromagnéticas =Refracción =Reflexión =Difracción =Interferencia -Antenas y tipos de antenas -Características de las antenas =Polarización =Patrón de radiación =Ganancia =Directividad =Impedancia -Medios de transmisión =Cable sencillo =Par trenzado =Cable coaxial =Par trenzado protegido =Guía de onda 	<ul style="list-style-type: none"> =Precesión y rigidez =Acelerómetros -Sistemas del avión =Sistema Pitot estático -Tipos de velocidad IAS, CAS, TAS, GS. =Sistema inercial =Sistema de sobre velocidad =Sistema de alerta de pérdida de sustentación =Sistema de radio altimetría =Sistema grabador de datos de vuelo =Sistema de radar meteorológico =Sistema de aterrizaje por instrumentos
--	---	---	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> -Instrumentos para medir corriente alterna -Resistencia de los circuitos de corriente alterna -Inductancia de los circuitos de corriente alterna -Reactancia capacitiva de los circuitos de corriente alterna -Condensadores -Impedancia -Ejercicios prácticos 	<ul style="list-style-type: none"> -Ejercicios con transformadores 5. Semiconductores -Tipos de semiconductores. -Los diodos. -Características de los diodos. -Tipos de diodos. -Puentes rectificadores -Circuitos con diodos, resistencias, condensadores y bobinas. -Ejercicios prácticos de impedancia y reactancia 6. Otros componentes electrónicos y sus características -Fusibles -Relé 	<ul style="list-style-type: none"> -Sincro resolver 7. Instrumentos de medición de temperatura -Temperatura total de aire TAT -Temperatura estática del aire SAT -Termocuplas EGT 8. Instrumentos de presión -Presión absoluta -Presión en el indicador 9. Instrumentos de medición y flujo de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> =Fibra óptica -Sistemas del avión =Comunicación HF =Comunicación VHF =Sistema SELCAL =Sistema ACARS =Sistema grabador de voz =Sistema de entretenimiento (IFE) =Sistema de información a los pasajeros (PA) =Sistema de interfono =Sistema de llamado a tripulación de vuelo y tierra =Comunicación vía satélite 	<ul style="list-style-type: none"> Localizer Glide slope Marker beacon =Sistema VOR =Sistema ADF =Sistema medidor de distancia DME =Sistema de posicionamiento global GPS =Sistema de aterrizaje por señal satélite, GLS. =Sistema transpondedor =Sistema de alerta de tráfico y evasión de colisión TCAS =Sistema de alerta de proximidad a tierra EGPWS
--	--	--	---	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> -Fotocelda -Transistor -Circuito integrado -Práctica de mediciones con el multímetro 			<ul style="list-style-type: none"> =Sistema administrador de vuelo FMS =Instrumentación de respaldo, standby (RMI,Brújula)
--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 14. Estructura curricular módulo II de formación aplicada - avanzada

Formación aplicada - avanzada	
Habilidades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> -Afianzar los conceptos de operación del sistema eléctrico en una aeronave, con el fin de realizar diagnósticos eficaces enfocado en la aeronave Boeing 737 NG, pero es igual aplicable a cualquier aeronave ya que los principios eléctricos no varían. -Aplicar los principios de la electrónica a las técnicas de mantenimiento, reparación, fabricación, operación y ensayo, conociendo profundamente estos principios, sus alcances y la forma de manifestarse. -Entender de una manera práctica la importancia de los instrumentos en una aeronave, aplicado al Boeing 737 Next Generation, debido a que con ello, permite volar de una manera confiable

- Interpretar el funcionamiento de los componentes electrónicos los sistemas de control de vuelo automático para aeronave de ala fija					
Electricidad aplicada	Electrónica Digital	Instrumentos II	Telecomunicaciones II	Navegación II	Piloto automático
1. Sistema eléctrico – descripción general. -Generación de corriente AC -Fuente eléctrica externa -Generador eléctrico del motor -Generador del APU -Generación de corriente DC -Batería - Transformadores rectificadores -Sistema eléctrico de emergencia	1. introducción -Análogo vs Digital. -Sistemas numéricos. =Decimal =Binario =Octal =Hexadecimal -Operaciones entre sistemas numéricos (Practica) -Circuitos lógicos -Tablas de verdad (Practica) -Algebra Booleana -Circuitos combinacionales -Compuertas lógicas (Ejercicios prácticos) =Compuerta OR	1. Sistema EFIS (Electronic Flight Instrument) -Descripción general -PFD Primary Flight Display -ND Navigation Display -Formatos -DEU (Display Electronic Unit) -Coaxial Couplers -Remote light sensor -Paneles de control -EFIS Panel -Paneles de control de intensidad luminosa	1. Descripción general 2. Sistema de intercomunicación de cabina de mando -Sistema de interphone -Sistema de Passenger Address -Sistema de entretenimiento a bordo -Sistema de Llamado a pilotos -Sistema de llamado a personal de mantenimiento -Sistema de interphone de servicio -Puntos de interphone de servicio	1. Descripción general 2. Sistema Pitot – Estático -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional -Sistema Inercial de Referencia -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional	1. Descripción general 2. Sistema de alerta de perdida de sustentación (SWS) -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional 3. Sistema de Yaw Damper (SMYD) -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes

<ul style="list-style-type: none"> -SPCU -Inversor estático -Ubicación de componentes 	<ul style="list-style-type: none"> =Compuerta AND =Compuerta NOR =Compuerta NAND =Compuerta XOR =Compuerta XNOR =Inversor -Mapas de Karnaugh (Ejercicios Prácticos) -Multiplexor -Sistemas embebidos -Proceso de conversión análogo a digital (ejercicios prácticos) -Aplicaciones - Ejemplos 	<ul style="list-style-type: none"> -Panel de instrumentos de motor 2. Sistema grabador de datos de vuelo -Descripción general -Unidad de adquisición de datos (FDAU) -Underwater Locator Beacon (ULB) -Parámetros de grabado -Datos regulatorios, mandatorios y no mandatorios -Descripción funcional -Ubicación de componentes -Aural warning system 	<ul style="list-style-type: none"> -Cajas de audio 3. Sistema de comunicación por VHF -Descripción general -Ubicación de componentes -Panel de VHF -Operación del sistema 4. Sistema de comunicación por HF -Descripción general -Ubicación de componentes -Panel de HF -Operación del sistema 5. Sistema selectivo de llamadas (SELCAL) -Descripción general 	<ul style="list-style-type: none"> 3. Sistema de Alerta de Sobre velocidad -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional 4. Sistema de Radio altímetro -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional 5. Sistema de Radar Meteorológico -Descripción general 	<ul style="list-style-type: none"> -Descripción funcional 4. Sistema de Control de Vuelo Digital (DFCS) -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional 5. Sistema de Auto empuje (Autothrottle) -Descripción general -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional
--	--	---	--	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> -Máster caution system -Relojes 	<ul style="list-style-type: none"> -Ubicación de componentes -Panel de SELCAL -Operación del sistema 6. Sistema grabador de datos de voz (VDR) -Descripción general -Underwater Locator Beacon -Ubicación de componentes 	<ul style="list-style-type: none"> -Componentes del sistema -Localización de componentes -Descripción funcional 	
--	--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 15. Estructura curricular módulo III de formación práctica

Formación Práctica				
Habilidades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar a los técnicos e ingenieros en la interpretación adecuada de los diagramas ofrecidos por el fabricante con el fin de realizar diagnósticos de calidad, veraces, certeros y eficaces. - Determinar los métodos y los tiempos necesarios para llevar adelante las tareas de mantenimiento básico de los equipos de navegación. - Precisar mediante la práctica todas las indicaciones, instrumentos e interacciones de los diferentes sistemas desarrollado en el programa, integrando el saber, saber hacer y ser, para experimentar el ver como volar un avión. 			
Documentación técnica	Diagramas y cazafalla	Manejo de equipos	Telecomunicaciones III	Simulador radioenlace
1. Tipos de documentación 2. Documentación del fabricante -Manual de Mantenimiento de la aeronave AMM I – AMM II -Manual de aislamiento de fallas FIM -Catalogo ilustrado de partes IPC	-Descripción general -Partes de un diagrama -Pasos para iniciar un diagnóstico -Manejo del manual Fault Isolation Manual (FIM) -Manejo e interpretación del manual System Schematic Manual (SSM) -Manejo e interpretación del	-. Descripción general 1. Manejo de multímetro -Descripción general -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados 2. Manejo de megóhmetro -Descripción general -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados	1. Reseña Histórica 2. Optimización del espacio aéreo 3. Mínima Separación Vertical Reducida (RVSM) -Definición -Ventajas -Requerimientos -Certificación 4. Aproximación en condiciones de visibilidad reducida (CAT II-III) -Definición	-Xirio uso básico -Ejercicios prácticos -Radiomobile uso básico -Ejercicios prácticos -Desarrollo de proyecto autónomo.

<ul style="list-style-type: none"> -Manual de reparaciones estructurales SRM -Manual de diagramas esquemáticos SSM -Manual de diagramas eléctrico WDM -Listado Maestro de Equipo Mínimo MMEL -Guía de Procedimientos de desviación de despacho DDPG -Lista de desviación de configuración CDL -Tarjetas de servicio -Boletines de Servicio 3. Documentación regulatoria -Reglamento de aviación civil RAC – RACP -Circulares Informativas 	<ul style="list-style-type: none"> manual de alambrado eléctrico (WDM) -Manejo e interpretación del manual SWPM -Ejercicios prácticos de aplicación -Tips diagnóstico efectivo 	<ul style="list-style-type: none"> 3. Manejo de milióhmetro -Descripción general -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados 4. Manejo de equipo DPS 500 – Sistema Pitot estático -Descripción general -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados 5. Manejo de equipo IFR 4000 – ILS -Descripción general -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados 6. Manejo de equipo IFR 6000 – ATC transponder, TCAS, DME -Descripción general 	<ul style="list-style-type: none"> -Ventajas -Requerimientos -Certificación 5. Navegación de Área (PBN-RNAV-RNP) -Definición -Ventajas -Requerimientos -Certificación 6. ADSB (Automatic Dependant Surveillance Broadcast) -Definición -Ventajas -Requerimientos -Certificación 	
--	--	---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> -Directivas de aeronavegabilidad 4. Documentación de la aerolínea -Especificaciones de Operación -Manual General de Mantenimiento -Listado de Equipo Mínimo (MEL) -Tarjetas de Servicio- Programa de mantenimiento 		<ul style="list-style-type: none"> -Usos -Manejo del equipo -Interpretación de resultados 7. Ejercicios prácticos de aplicación -Pruebas en la aeronave con los equipos 		
---	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2020)

8.1.5. Factibilidad financiera

En el desarrollo del proyecto se analizó qué equipos y elementos mínimos se requerían para poder dar inicio al proyecto y que estuviera dentro del alcance de lo proyectado por la aerolínea Copa Airlines, los cuales comprenden la implementación de las aulas de clase, para las que se requieren proyectores de imagen para impartir clases, escritorios, computadores, sillas adecuadas, tableros de acrílico para el aula y uso de los instructores y estudiantes, muebles para el almacenamiento de los libros y equipos, y muebles con gavetas para almacenar los componentes electrónicos, así como los bancos de trabajo donde se realizarán las pruebas de laboratorio, la cuales se realizaran en un aula exclusivo para este tipo de pruebas con los osciloscopios , multímetros, soldadura y demás prácticas que se requieren para transmitir el conocimiento a los educandos.

Se realizaron varias cotizaciones con los principales proveedores de la aerolínea y sirvió de orientación también los de la empresa MINIPA que le suministra la mayoría de los equipos a la universidad UNAD, hubo la oportunidad de trabajarlos en los laboratorios, con esta referencia y con la de los proveedores se adquirieron los diferentes insumos que a continuación se referencia:

Tabla 16. Requerimientos y presupuesto

<i>ITEM</i>	<i>COSTO UNITARIO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>COSTO TOTAL</i>
<i>Osciloscopio de 250 MHz de 2 canales</i>	\$200	2	\$400
<i>Multímetro digital - auto rango - CAT II</i>	\$50	5	\$250
<i>Generador de señales de 250 MHz y de 2 canales</i>	\$40	2	\$80
<i>Fuente eléctrica DC de 1 amperio y 60 Vdc</i>	\$40	5	\$200
<i>Estabilizador de voltaje 1500 W</i>	\$30	5	\$150
<i>Componentes de electrónica para laboratorio (*)</i>			\$200
<i>Banco de trabajo en laboratorio</i>	\$70	5	\$350
<i>Libro Aircraft and powerplant FAA</i>	\$30	20	\$600
<i>Proyector Viewsonic Pro8450w , 4500 lumens</i>	\$540	3	\$1.620
<i>Tablero en acrílico 2m X 1m</i>	\$100	3	\$300
<i>Sillas para el laboratorio</i>	\$20	20	\$400
<i>Sillas para el aula de clase</i>	\$40	20	\$800

Computadores Lenovo Inspiron 24 7000 todo en uno	\$1.500	20	\$30.000
Escritorio alumno	\$80	20	\$1.600
Papelería y útiles	\$150	1	\$150
Escritorio instructor	\$200	1	\$200
Estantes para libros y componentes	\$150	4	\$600
Muebles con gavetas	\$150	4	\$600
Gran total			\$38.500
Precios en dólares americanos Usd			
*Componentes Electrónicos			
Resistores eléctricos	LED´s		
Condensadores	Interruptores de palanca y pulsadores		
Bobinas	Transistores		
Transformadores	Circuitos Integrados		
Compuertas lógicas (AND,OR,NOR.NAND.XOR)	Baterías		
Amplificadores	Pinzas - Caimanes		
Fotoceldas	Imanes		
Cautines	Alambre de cobre		
Módulos de arduino	Diodos		
Fusibles	Motores DC		
Cables de conexión	Relés		
Protoboards	Estaño para soldadura		

Fuente: Elaboración propia (2020)

Con relación a la financiación del proyecto Copa Airlines decidió apoyar la inversión en la construcción de aulas de clase y laboratorio, igualmente los demás insumos para la puesta en funcionamiento de este proyecto de la escuela en pro de la formación académica y profesional de sus técnicos e ingenieros en mantenimiento aeronáutico ya que es una necesidad que se venía presentando hace varios años, pero se requería de una propuesta seria y adecuada a las necesidades de la compañía, como la que se está presentando con este proyecto aplicado, el cual le retribuirá a la compañía, la cualificación de su recurso humano del área de mantenimiento y la disminución de costos operacionales de la misma.

8. PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO (TROUBLESHOOTING)

En esta parte del proyecto expongo el procedimiento ideal para realizar un análisis, diagnóstico, pruebas y solución de las fallas presentadas en las aeronaves con el fin de ser precisos al momento de plantear la solución del problema, evitando sobrecostos por tener el avión mas tiempo de lo requerido en tierra, o por solicitar componentes que no ayudan a la solución llevando a comprar componentes aeronáuticos bastante costosos sin necesidad.

Con el estudio propuesto busco que el personal técnico de mantenimiento como el personal de ingeniería hagan un análisis detallado de la falla, interpretando los diagramas, analizando los sistemas en su perfecto funcionamiento, interpretar de manera clara la información brindada por los diferentes equipos de prueba y así poder determinar cuál es la falla puntual, como complemento tenemos el apoyo de los diferentes manuales brindados por los fabricantes de aeronaves que nos brindan una guía para efectuar paso a paso el diagnóstico en caso de que los pasos iniciales básicos de cazafalla no solucionen el problema, así como contamos con el apoyo de los diagramas eléctricos y esquemáticos de los diferentes sistemas con el fin de analizar al detalle la operación del sistema a probar verificando sus diferentes interfaces.

Como procedimiento quiero proponer el cazafalla realizado al sistema de transpondedor donde debemos seguir el siguiente procedimiento basado en el manual de mantenimiento de la aeronave en este caso el Embraer 190:

- Verificar si el reporte es repetitivo
- Si es repetitivo, verificar procedimientos realizados anteriormente.
- Si es primer reporte, analizar en qué fase y circunstancias se presentó el fallo
- Analizar el sistema en su totalidad para entender bien su funcionamiento
- Interrogar el sistema de transponder por medio del CMC Central Maintenance Computer
el cual nos dirá si existe alguna falla en el sistema y nos dará una guía de los pasos a seguir.
- Por último, hare la prueba del sistema transpondedor con el equipo IFR 6000 que es el equipo exigido por el fabricante para poder diagnosticar el sistema.
- Interpretaré la información brindada por el equipo para determinar la falla del mismo.
- Haré los ajustes que haya a lugar y luego haremos la prueba del sistema transpondedor para verificar su adecuado funcionamiento, y estará en monitoreo por dos días por parte de los pilotos.

1. Reporte del piloto

CMF 1 FAIL DURING ALL PHASES OF FLIGHT

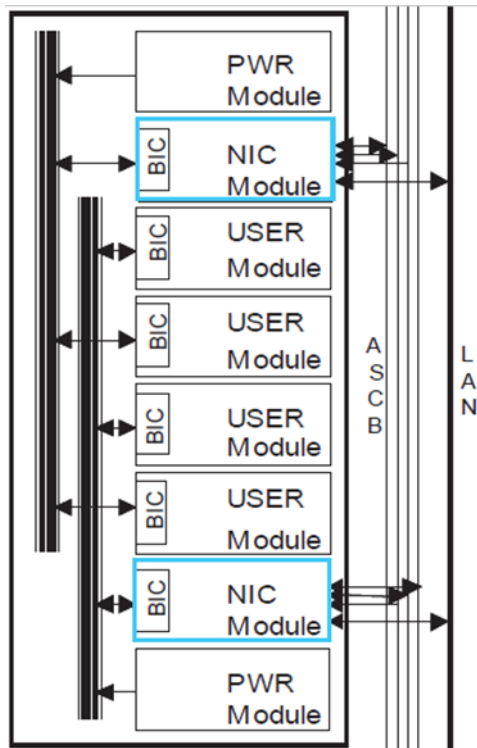
2. Este es el primer reporte de la aeronave de fallo del sistema de ACARS.

3. El fallo se presentó durante todo el vuelo, desde su despegue hasta su aterrizaje.

4. Funcionamiento del sistema ACARS:

Introducción

Arquitectura general de aviónica del Embraer 190

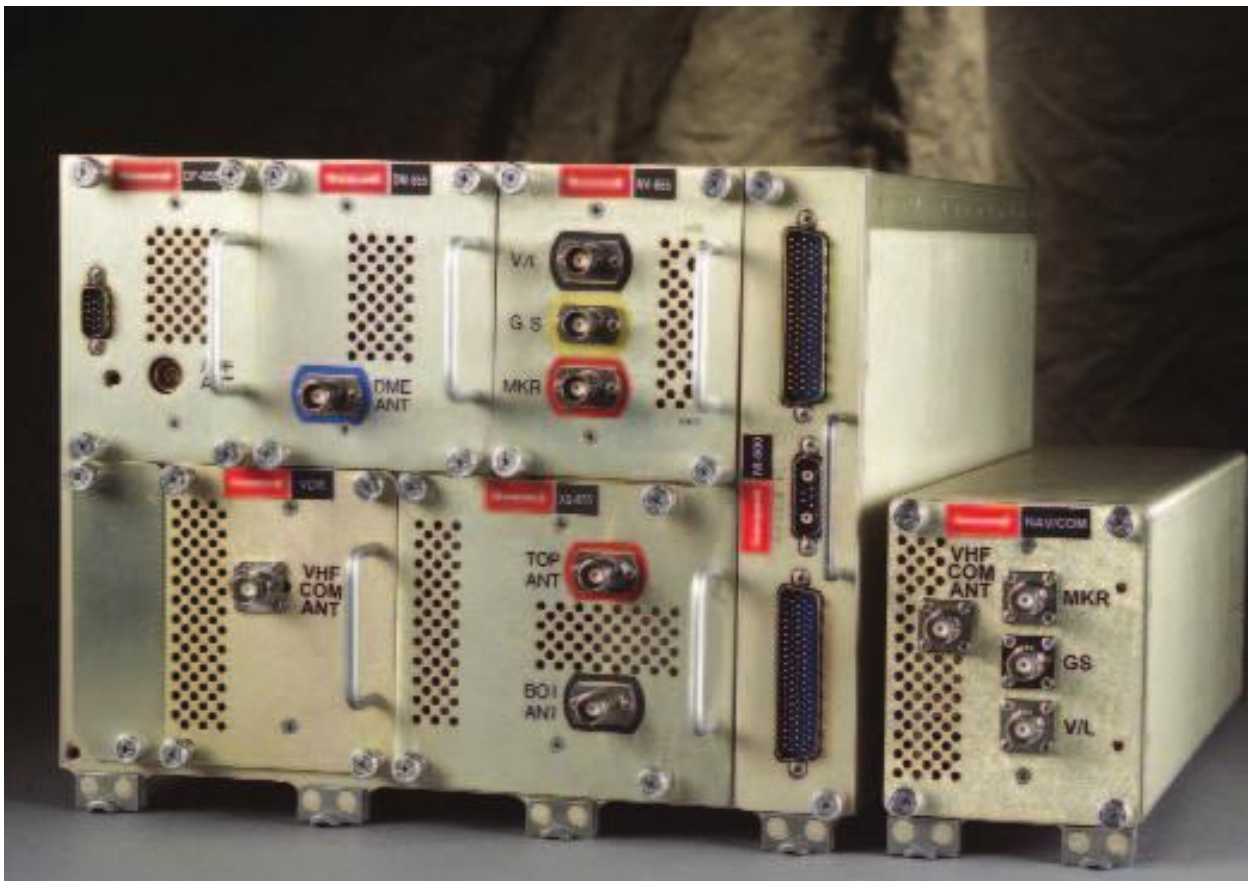


La NIC transmite y recibe datos ASCB y LAN y hace que estos datos disponibles para otros módulos que no son NIC (llamados clientes) en la MAU a través de un Vb-Bus de panel posterior PCI (Virtual Backplane Peripheral Component Interface).

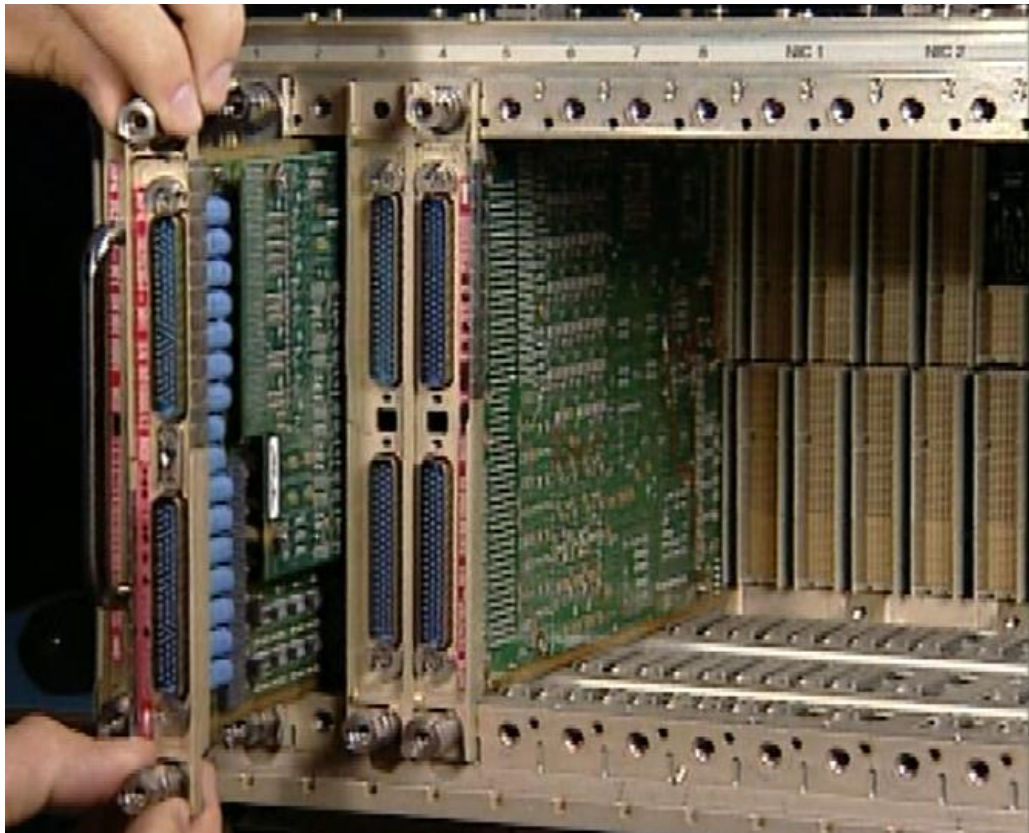
Otras unidades además de las MAU están conectadas al ASCB y, igualmente, contienen NIC para gestionar la transferencia de datos en el ASCB. Estas unidades,

los MRC, Los PFD, EICAS y SPDA contienen una NIC y al menos otro módulo de cliente.

Funcionalmente, la arquitectura del MRC (*Modular Radio Cabinet* – Gabinete Modular de Radio) a una MAU (*Modular Avionics Unit* – Unidad Modular de Aviónica); es decir, un controlador el módulo está conectado a uno o más módulos de cliente a través del *backplane* – Conector trasero bús. La NIC es el único maestro de bus VbPCI, (*Virtual Backplane Peripheral Component Interconnect* – Interconexión de Componentes Periféricos del Conector Trasero Virtual) lo que significa que solo la NIC (*Network Interface Controller* – Controlador de Interfaz de red) puede iniciar una transacción de bus VbPCI. Hay un maestro de bus general, un maestro sincronización NIC, para cada lado del ASCB (*Avionics Standard Communication Bus* – Bus de Comunicación Estándar de Aviónica).

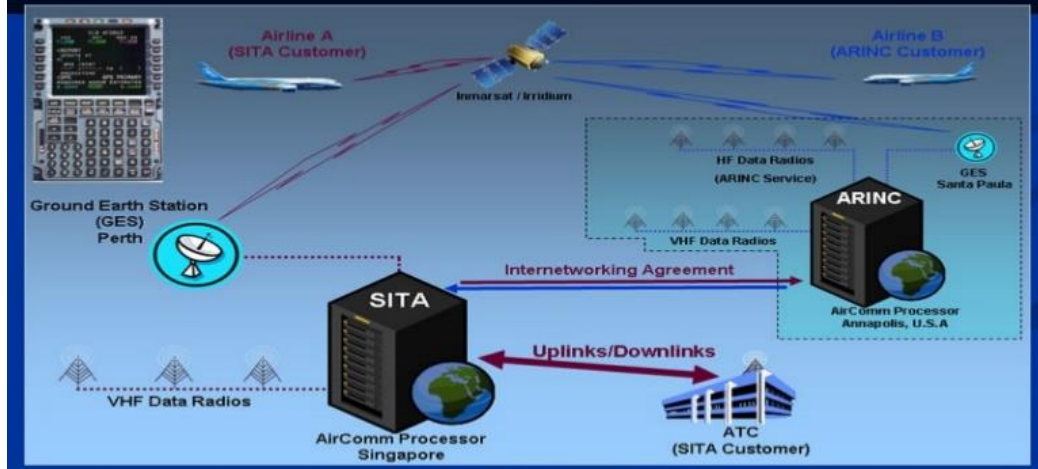


Los módulos de cliente que necesitan comunicarse con la NIC están conectados a el bus de fondo a través de un circuito interno llamado BIC (Backplane Interface Controller - Interfaz de Bus Controlador). Este búfer es una RAM (*Random Access Memory* – Memoria de Acceso Aleatoria) que se pueden leer y escribir tanto en la NIC como en el cliente módulo. El búfer le da a la NIC la capacidad de preparar los datos de ASCB y LAN (Local Area Network – Red de Area Local) al módulo de cliente. También permite que la NIC recupere ASCB y LAN datos que necesita transmitir del cliente. Además de los datos ASCB, la NIC puede enviar y recibir datos TCP / IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol* – Protocolo de control de transferencia / Protocolo de Internet) para cada uno de sus módulos cliente en el bus LAN.



ACARS

Aircraft Communication, Addressing and Reporting System



ACARS (*Airborne Communication Addressing and Reporting System* – Sistema de Reporte Aviso y Comunicación de Abordo) es un enlace de datos digitales sistema transmitido en la gama VHF (118 MHz a 136 MHz). ACARS proporciona un medio para con qué operadores de aeronaves pueden intercambiar datos un avión sin intervención humana. Esta hace posible que una aerolínea se comunique con los aviones de su flota en la misma forma manera ya que es posible intercambiar datos utilizando una red digital terrestre. ACARS utiliza un identificador único de la aeronave y el sistema tiene algunas características que son similares a las actuales utilizado para correo electrónico.

El sistema ACARS se especificó originalmente en el estándar ARINC 597 pero ha sido revisado como ARINC 724B. Una característica importante de ACARS es la capacidad de proporcionar datos en tiempo real sobre el terreno relacionado con el rendimiento de la aeronave; esto lo ha hecho posible identificar y planificar el mantenimiento de aeronaves ocupaciones.

Las comunicaciones ACARS se dirigido a través de una serie de ARINC terrestres (Aeronautical Radio Inc.) computadoras al operador de aeronaves pertinente. El sistema ayuda a reducir la necesidad de voz mundana HF y VHF mensajes y

proporciona un sistema que puede ser registrado y rastreado. Mensajes ACARS típicos se utilizan para transmitir información de rutina como:

- cargas de pasajeros
- informes de salida
- informes de llegada
- datos de combustible
- datos de rendimiento del motor.

Esta información puede ser solicitada por la empresa y recuperado de la aeronave en

intervalos periódicos o bajo demanda. Antes de ACARS este tipo de información habría sido

transferido a través de voz VHF.

ACARS utiliza una variedad de hardware y componentes de software, incluidos los que son instalados en el suelo y los que están presentes, Hay dos tipos de mensajes ACARS; mensajes de enlace descendente que se originan en el aviones y mensajes de enlace ascendente que se originan en estaciones terrestres.

Las frecuencias utilizadas para la transmisión y la recepción de mensajes ACARS están en la banda extendiendo de 129 MHz a 137 MHz (VHF) según la *Federal Communications Commission - FCC* y la *ITU (International Telecommunications Union – Unión Internacional de Telecomunicaciones)*, como se muestra a continuación, según la parte del mundo por donde esté operando la aeronave:

FRECUENCIAS DE SERVICIO ACARS

129.125 MHz USA and Canada (additional)

130.025 MHz USA and Canada (secondary)

130.450 MHz USA and Canada (additional)

131.125 MHz USA (additional)

131.475 MHz Japan (primary)

131.525 MHz Europe (secondary)

131.550 MHz USA, Canada, Australia (primary)

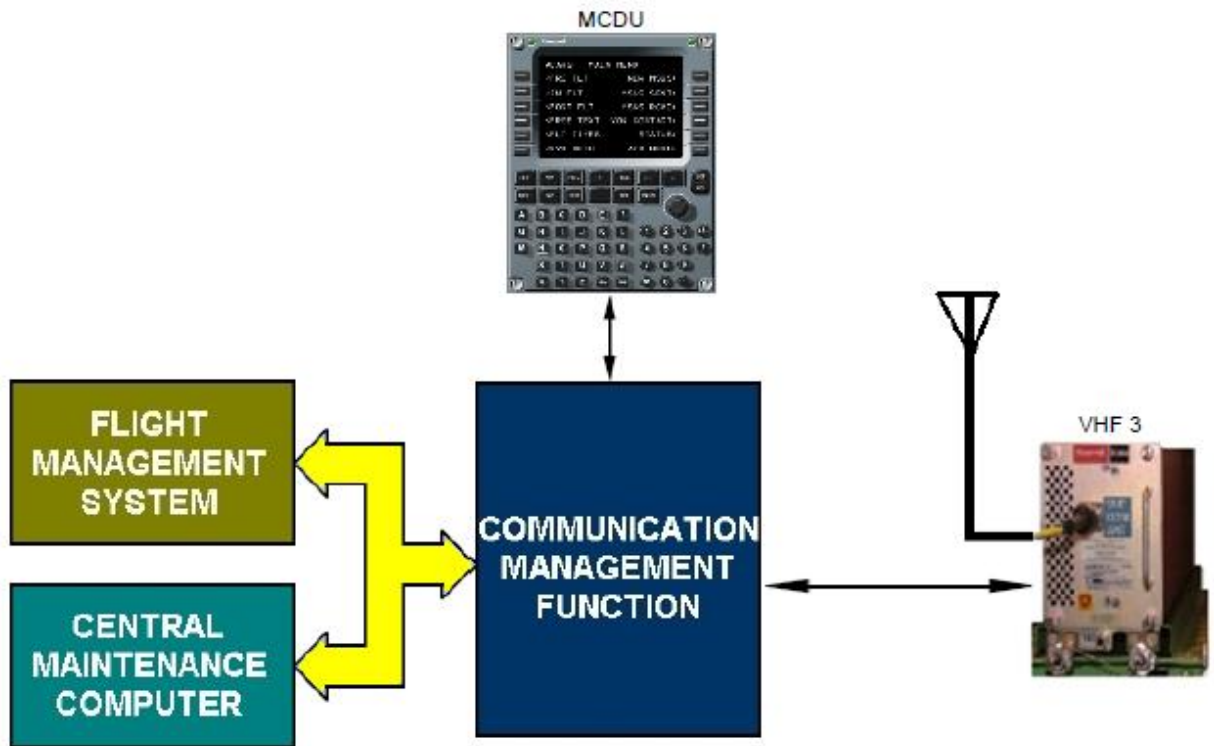
131.725 MHz Europe (primary)

136.900 MHz Europe (additional)

El sistema ACARS (*Airborne Communication Addressing and Reporting System*) en la aeronave Embraer 190 es llamado CMF (*Communications Management Function*), La CMF (función de gestión de comunicaciones) es un enrutador compatible con la red ACARS (sistema de notificación y direccionamiento de comunicaciones de aeronaves) a través del cual los mensajes de datos orientados a caracteres se comunican entre los proveedores de servicios terrestres y los sistemas de aeronaves.

El CMF proporciona una interfaz digital con la tripulación de vuelo para la operación y gestión del sistema COMM (Comunicaciones). El acceso al sistema ACARS se realiza a través de MCDU (*Multifunctional Control Display Unit*).

El CAS (*Crew Alerting System* – Sistema de alerta a la Tripulación) funciona con la pantalla EICAS (*Engine Indicating and Crew Alerting System* – Sistema de Indicación de motor y de alerta de la tripulación) para mostrar las indicaciones de alerta. Cuando ocurre una falla del sistema, la pantalla EICAS en el sistema de pantalla central muestra los mensajes CAS.



Durante las actividades de mantenimiento, la impresora se utiliza para imprimir los datos de mantenimiento y otros datos de diagnóstico del CMS (Sistema de mantenimiento central).

Todas las comunicaciones entre la impresora y otros sistemas están dirigidas por la CMC. Los menús de MCDU brindan la opción de imprimir los mensajes de la pantalla CMF en la impresora.

El CMF es un enrutador con datos ACARS a través del cual todos los datos orientados a caracteres se envían desde y hacia las estaciones en tierra. El CMF suministra las comunicaciones aire / tierra ACARS orientadas a caracteres a través de las subredes VHF y SATCOM.

El CMF permite a la aerolínea hacer una selección para un trabajo de subred y / o un canal VHF (muy alta frecuencia) relacionado con la posición de la aeronave.

La función de advertencia visual tiene un CAS que monitorea la función CMF en busca de indicaciones de alerta. Cuando se han recibido los nuevos mensajes de datos y están listos para ser leídos, el CMF envía una indicación de alerta al CAS para notificar al piloto o copiloto.

La CMF incluye una impresora matricial de velocidad media que utiliza papel térmicamente sensible. La impresora tiene electrónica de control y datos, una fuente de alimentación y un mecanismo de control / suministro de papel.



Operación

El CMF es una función de software alojada en el módulo del procesador en la MAU (Unidad de aviónica modular). Alberga el software funcional y los protocolos de comunicaciones que permiten que el CMF envíe mensajes entre los sistemas de subred aerotransportados y terrestres, y opera como un host de sistema final.

Como anfitrión, el CMF proporciona las funciones de aplicación con fecha y las tareas del enrutador para los ATS (*Air Traffic System* - Servicios de tráfico aéreo) y AOC (*Airline Operations Center* – Centro de Operaciones de la Aerolínea). Los otros sistemas finales con fecha de la aeronave son el FMS (*Flight Management System* – Sistema Administrador de Vuelo) y el CMC (*Central Maintenance Computer* – Computador Central de Mantenimiento).

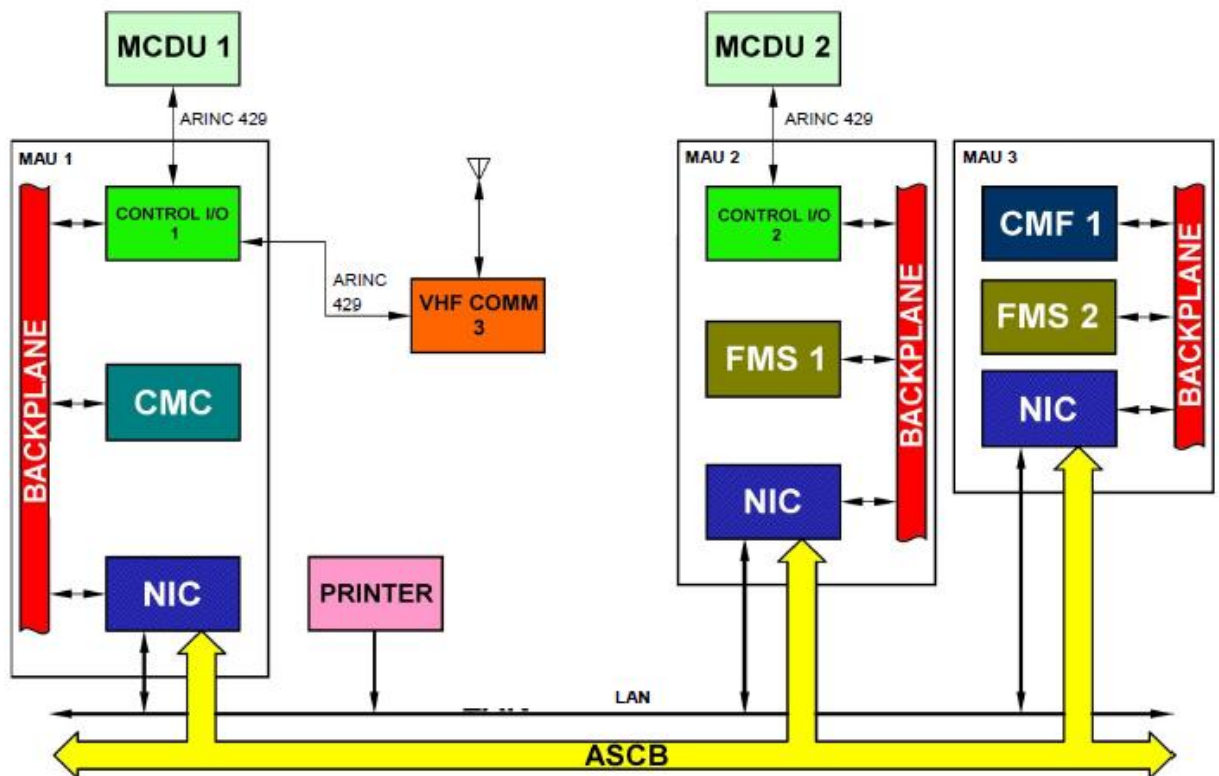
El CMF almacena los mensajes ATS y AOC para que la tripulación de vuelo pueda configurarlos y mostrarlos en la MCDU (Multifunctional *Control Display Unit* – Unidad Multifuncional de Control de Pantalla) en la cabina. La tripulación de vuelo puede utilizar las páginas CMF en la MCDU para iniciar solicitudes de datos y enviar mensajes a los sistemas terrestres.

El CMF se comunica con los sistemas externos al MAU a través de los buses ARINC (Aeronautical Radio Incorporated) -429, a través del módulo de control de E / S (Entrada / salida) en el MAU, o LAN (Red de área local). El CMF se comunica con los demás elementos del sistema a través del ASCB (Bus de comunicación estándar de aviónica). Los datos que se transmiten entre el CMF y el equipo de subred son los datos formateados ARINC-618. Estos datos se transmiten al equipo de subred que utiliza las transferencias de datos del archivo ARINC-429.

Todas las comunicaciones entre la impresora y otros sistemas están dirigidas por la CMC. Los menús de MCDU brindan la opción de imprimir los mensajes de la pantalla CMF en la impresora, a través de la LAN.

La CMC proporciona el controlador de impresora y la cola de impresión. La impresora tiene una conexión de bus ARINC-429 al módulo de E / S genérico.

COMMUNICATION MANAGEMENT FUNCTION – CMF OVERVIEW



El CMF permite a la aerolínea hacer una selección de una subred y / o un canal VHF (muy alta frecuencia) relacionado con la posición de la aeronave. Esta capacidad permite a la aerolínea realizar una selección en qué región opera la aeronave (y las subredes aéreas / terrestres recomendadas) a través de la base de datos del avión.

Forward LAN Port



**Forward Left Fuselage
AC Ext Power Panel**

ANTENA UTILIZADA PARA SISTEMA ACARS – CMF



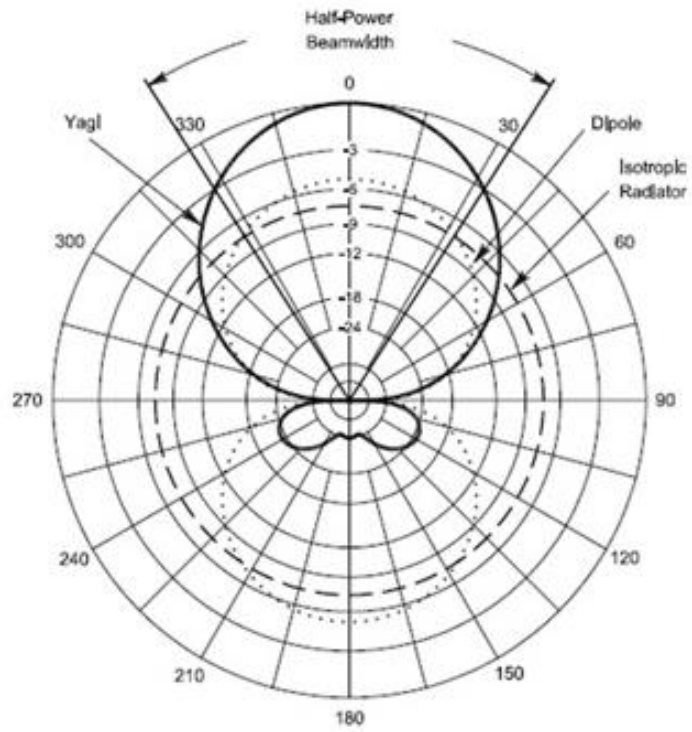
La antena utilizada para el sistema ACARS de la aeronave Embraer 190 es una antena con características similares a las de un sistema VHF comunicaciones, son antenas de baja carga aerodinámica es decir muy baja resistencia al aire, de aquí la forma de aleta de pescado que es ideal para este tipo de antenas, estas antenas están diseñadas tanto para transmitir como para recibir la antena tiene las siguientes especificaciones:

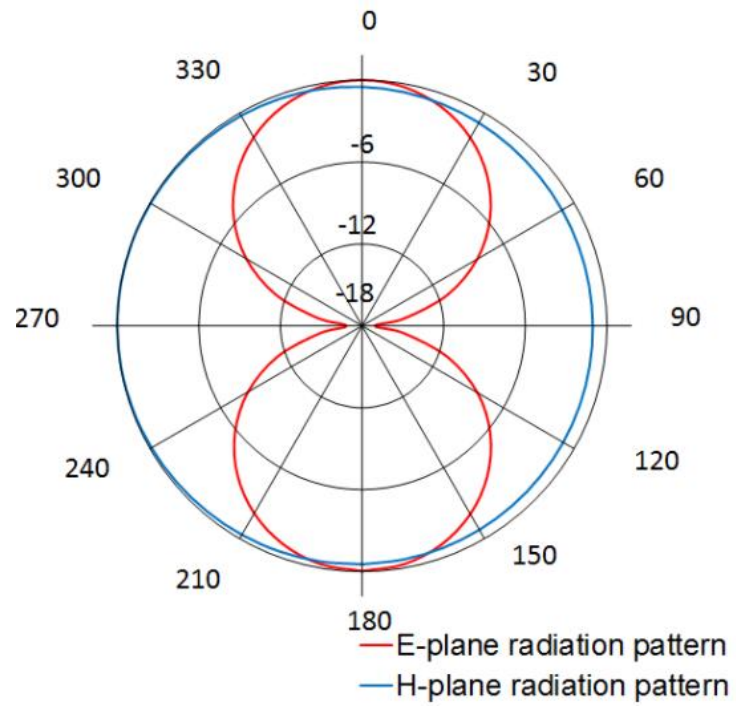
Antena VHF CI 108

- Banda de operación: Extendida desde 118-156 Mhz
- Tiene diseño compacto que la hace ideal para aviones grandes y reduce la resistencia al aire.
- La antena es fijada directamente a la estructura de la aeronave lo que brinda una protección efectiva contra las descargas eléctricas y la carga estática.
- Potencia: 40 Watts
- VSWR: < 2.5 :1
- Polarización: Vertical
- Patrón de radiación: Omnidireccional
- Rango temperatura de operación: -55 ° C hasta 85° C
- Altitud máxima de operación: 51.000 ft
- Velocidad máxima: 600 Knots TAS
- Impedancia: 50 Ohmios

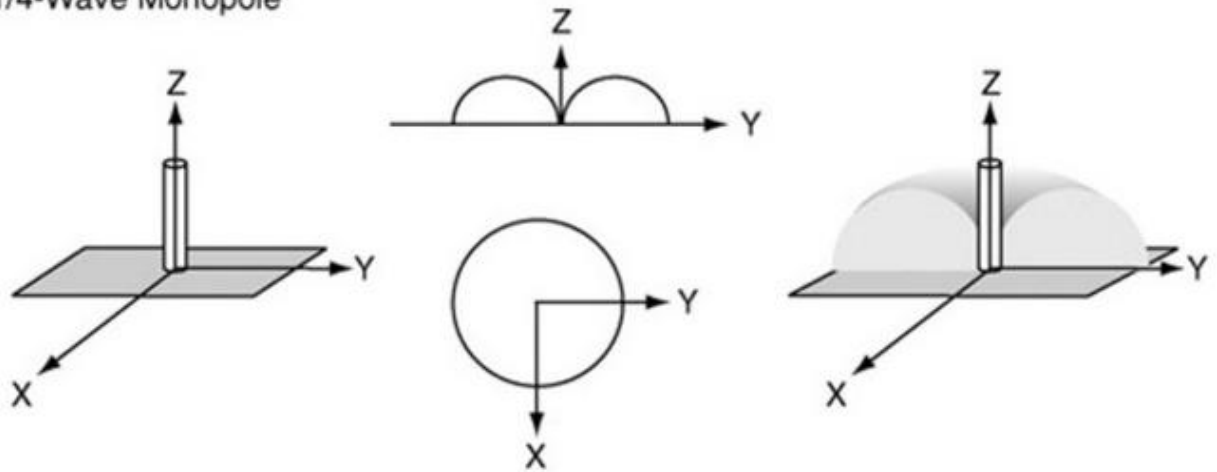
Patrón de radiación de las antenas en la aeronave

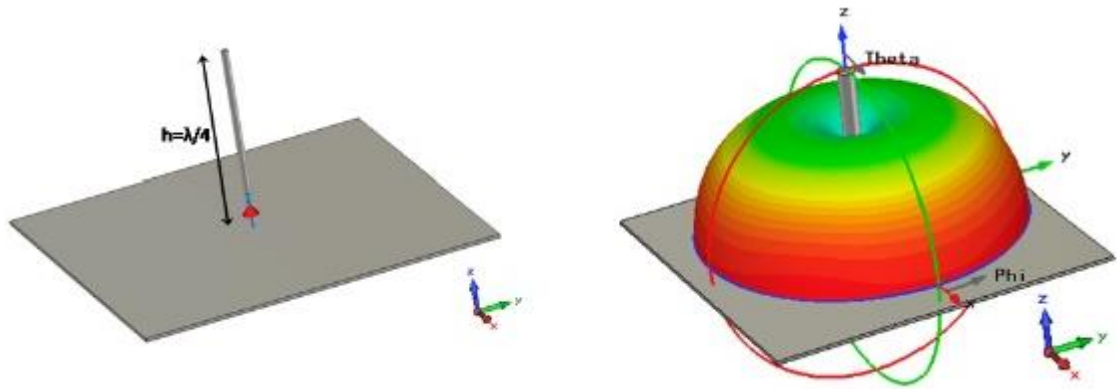
Simulación de radiación de las antenas de VHF





1/4-Wave Monopole



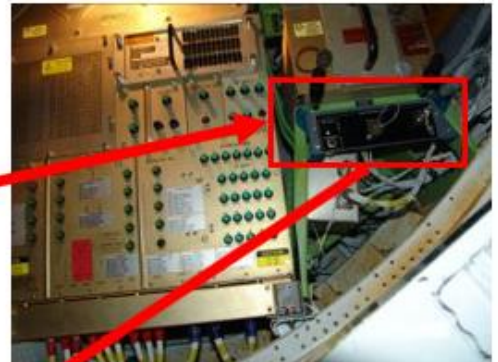


Remote Terminal (RT)





Mid Avionics Compartment LAN Port





```
FDE DETAIL
FDE NAME: ADS 1 FAIL CAUTION
FAULT NAME: AIR/AOA SNSR1 FAULT [UTIL]
FAULT TYPE: INTERNAL HARDWARE
FAULT CODE: 34150001UT1
POSSIBLE LRU(S) AT FAULT:
INTEGRATED PITOT/STATIC/AOA PROBE 1
SYMPTOM:
<NO FAULT DESCRIPTION>
DOCUMENTS:
FIM FAULT ISOLATION MANUAL FRMFIM34-15-00-810-825-A00
```


MONITOREO DE LA FLOTA VIA ACARS-CMF

← EMBRAER AHEAD - Aircraft Health Analysis and Diagnosis 11/26 Logged in as

Main panel Configuration Airline tools Fleet manager Reports Filters Help

Fleet monitoring

Fleet Monitoring View

Show: All aircraft Sort by: Most critical first Filter by: none Filter criteria: Apply

PIT B61290 BOS N247JB 11/26 14:12z C	ROU B61190 JFK N231JB 11/26 13:56z C	JFK B61061 AUS N281JB 11/26 14:11z A	PIT B61050 JFK N197JB 11/26 13:46z A	RIC B61280 BOS N274JB 11/26 14:11z A	--- B64983 --- N238JB 11/26 14:01z A	JFK B61051 PIT N267JB 11/26 14:01z A
JFK B61093 CMH N198JB 11/26 13:31z A	--- B60000 --- N265JB 11/26 04:56z A	BOS B61265 CMH N192JB 11/26 14:06z A	BOS B61253 IAD N187JB 11/26 13:56z A	JFK B61600 PVM N279JB 11/26 13:57z S	BOS B61263 AUS N203JB 11/26 14:01z S	IAD B61310 JFK N183JB 11/26 02:31z S
JFK B61043 BNA N239JB 11/26 14:11z M	--- B60000 --- N178JB 11/26 11:56z A	JFK B625 FLL N179JB 11/26 12:16z A	JFK B6611 JAX N184JB 11/26 14:01z A	CLT B61246 BOS N190JB 11/26 13:31z A	AUS B61060 JFK N193JB 11/26 13:31z A	BOS B61211 BUF N206JB 11/26 14:06z A
JFK B61081 CLT N216JB 11/26 12:37z A	JFK B6623 HOU N228JB 11/26 13:56z A	TPA B61000 BOS N229JB 11/26 13:17z A	MSY B6110 JFK N236JB 11/26 13:26z A	BNA B61048 JFK N249JB 11/26 14:12z A	JFK B6117 MSY N258JB 11/26 13:17z A	ORD B61731 JFK N266JB 11/26 12:47z A
HOU B6620 JFK N273JB 11/26 13:17z A	JFK B61303 IAD N283JB 11/26 13:46z A					

DIAGNOSTICO ENVIADO VIA ACARS-CMF A LA AEROLINEA

AHEAD - Aircraft Health Analysis and Diagnosis 11/26 Logged in as MSEQUERA | Logout

[Main panel](#) | [Configuration](#) | [Airline tools](#) | [Fleet manager](#) | [Reports](#) | [Filters](#) | [Help](#)

Events View

Aircraft: N197JB | Event category: New Event Active Follow Up History | Filter by: none | Filter criteria: |

HIDE FILTERS

Flag	SIT	TYPE	Fault Code	Filter / Event / Message	Date	Status	Phase	LVL	Notes	Event Actions
There are no filters associated with this aircraft or all filters are inhibited.										
Flag	SIT	TYPE	Fault Code	Event / Message	Date	Status	Phase	LVL	Notes	Event Actions
		CAS		APPR 2 NOT AVAIL	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		A		ACT FUP HST
		CAS		ICE CONDITION	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		A		ACT FUP HST
		CAS		STALL PROT ICE SPEED	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		A		ACT FUP HST
		CAS		A-1 ENG 1 VLV OPEN	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		S		ACT FUP HST
		CAS		A-1 ENG 2 VLV OPEN	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		S		ACT FUP HST
		CAS		A-1 WRNG VLV OPEN	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		S		ACT FUP HST
		CAS		ENG TDS REF A-1 ALL	11/26/07 13:06:37	ACTIVE		S		ACT FUP HST
		MNT	21516200AM1	LOW LMT BYPASS VLV (PK2)(C1)WRG FIM	11/26/07 12:18:47	ACTIVE	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	21516200AM2	LOW LMT BYPASS VLV (PK2)(C2)WRG FIM	11/26/07 12:18:47	ACTIVE	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	32612508PSS	PSEM2 NO ASCD DATA FROM CMC FIM	11/26/07 12:18:47	ACTIVE	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	34410024EG1	MAU2 OB [EGPWS]WRG FAULT FIM	11/26/07 12:18:47	ACTIVE	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	36115002AM1	LH FAN AIR VLV (CLOSED) [C1]WRG FIM	11/26/07 12:23:59	ACTIVE	CLIMB	M		ACT FUP HST
		MNT	36115003AM1	RH FAN AIR VLV (CLOSED) [C1]WRG FIM	11/26/07 12:18:47	ACTIVE	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	32410001ABM	ABM FAULT FIM	11/26/07 12:18:47	A-SPURIOUS	TAKE OFF	M		ACT FUP HST
		MNT	32410002ABM	ABM/BCM FAULT FIM	11/26/07 12:18:47	A-SPURIOUS	TAKE OFF	M		ACT FUP HST

Map | Plan | **Systems Maint**

FDE DETAIL

FDE NAME: DATALINK 1 FAIL ADVISORY

FAULT NAME: MAU1 CMC [CMF1]/WRG FAULT

FAULT TYPE: EXTERNAL

FAULT CODE: 23240008CMF

POSSIBLE LRU (S) AT FAULT:

CENTRAL MAINTENANCE COMPUTER MODULE

NIC + PROCESSOR MODULE 6 (MAU 3 - NIC 2)

SYMPTOM:

THE CMF 1 SENSES INCORRECT DATA FROM THE CMC MODULE.

DOCUMENTS:

FIM FAULT ISOLATION MANUAL FRMFIM 23-24-00-810-804-A

TCAS | Weather

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

Teniendo en cuenta el proceso desarrollado con relación a la implementación de la escuela de aviónica se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

De acuerdo con lo expresado en el primer objetivo del proyecto, se pudo determinar la necesidad existente en la aerolínea Copa Airlines, de implementar procesos formativos que permitiera la cualificación del personal del área de mantenimiento y con ello, el desarrollo de una labor que propicia mayor seguridad en los procesos de navegación, control de vuelo y comunicación de las aeronaves pertenecientes a la aerolínea. Esto se evidenció con base en los resultados del instrumento aplicado y en el que los encuestados, reflejaron dicha necesidad, por presentarse la carencia de ciertos conocimientos, que, como consecuencia de los avances tecnológicos en los sistemas de la aviónica, ellos no sabían cómo enfrentarlos, constituyéndose así, la escuela, en una grandiosa alternativa para la transformación del recurso humano del área de mantenimiento.

En cuanto al segundo objetivo, con el hecho de determinarse la importancia de implementación de procesos de formación a técnicos e ingenieros de la aerolínea, ésta fue abalada y financiada por la compañía debido a que redundaba en beneficios para ella, pero, ante todo, para la seguridad y efectividad en los procesos de control, navegación y comunicación de sus aeronaves y en la reducción de costos operacionales.

Con relación al tercer objetivo, el sector de la aviación ha sufrido enormes avances en todo lo correspondiente a los sistemas que integran las aeronaves, por lo que se debe favorecer procesos de capacitación del personal por lo que se concluye que con la implementación de la escuela se reduce la brecha existente entre la evolución de los sistemas de la aviónica y el conocimiento presente en el

personal perteneciente al área de mantenimiento de la compañía, obteniéndose mejor desempeño del personal y la superación de las falencias existentes.

De acuerdo con lo expresado en el cuarto objetivo, para la implementación de la escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines se diseñó una estructura curricular coherente con el proceso de formación y ajustadas a las mismas necesidades, permitiendo abarcar las temáticas propias del sector permitiendo el fomento de la profundización de los temas en la parte de la electrónica y telecomunicaciones aeronáuticas y el fortalecimiento de la rama de la aviónica en la aerolínea.

9.2. Recomendaciones

Es importante que la aerolínea siga fortaleciendo los procesos de capacitación y actualización del personal técnico e ingeniero del área de mantenimiento, como alternativa para la transformación de la mano de obra profesional de la compañía y de la prestación del servicio de aviación.

La compañía debe asumir como cultura organizacional el hecho de desarrollar inversiones que favorezcan el crecimiento personal, profesional y motivacional de su recurso humano mediante los procesos de capacitación teórica y práctica que posibiliten el despliegue de talentos y brindar aportes para el sector aeronáutico.

10. BIBLIOGRAFÍA

GAVIRIA, Manuel. Manual de sistemas de aviónica avanzada. [En línea]. Bogotá: Aeronáutica Civil de Colombia. 2020., Disponible en <http://bookstore.gpo.gov>.

HERNANDEZ, FERNANDEZ y BAPTISTA. Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2002.

SOTO, Andrés. Aviónica – Electrónica aeronáutica. [En línea]. Barcelona: Biblioteca digital, Boletín CIIAAS No 23., 2020., Disponible en <http://ciiias.wordpress.com>.

AERONAUTICA CIVIL COLOMBIANA. Reglamento de Aviación Civil Colombiano, RAC. Parte 65, Licencias para personal aeronáutico diferente de la tripulación de vuelo, Parte D, 65.400 requisitos de licencia. Bogotá D.C.,2020. 45 p.

RESTREPO MERINO, Fabio y RESTREPO MERINO, Jairo. Hola química, Tomo I. 1 ed. Bogotá: Susaeta.2001.

ALVIS, Evans. Electrónica Digital Básica – circuitos de los sistemas digitales y funciones. 1 ed. Niles, Illinois: Máster publishing, Inc. 2005.

CRANE, Dale. Serie técnica de mantenimiento aeronáutico – Volumen 2- sistemas de la aeronave. Newcastle, Washington: Aviation supplies & academics, Inc.1999.

SERWAY, Raymond.Física-Tomo I. 3 ed. México: McGraw-Hill / Interamericana de México S.A de C.V. 1992.

ALVIS, Evans y McWHORTER, Gene. Electrónica básica-Dispositivos Electrónicos y circuitos.1 ed. Lincolnwood, Illinois: Máster publishing, Inc. 1994.

HUDSON Jack y LUECKE Jerry. Comunicaciones básicas electrónicas - Circuitos y dispositivos electrónicos y digitales. 1 ed. Niles, Illinois: Máster publishing, Inc. 2005.

ALONSO, Marcelo y ACOSTA, Virgilio. Introducción a la física-Mecánica y calor. Tomo I. 2 ed. Bogotá: Ediciones cultural Colombiana LTDA. 1986.

HELFRICK, Albert. Principios de aviónica. 5 ed. Leesburg-Virginia: Avionics communications Inc. 2009.

TOMASI, Wayne, Sistemas de comunicaciones electrónicas. 2 ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1994.

ALVIS, Evans. Fundamentos de aviónica. 1 ed. Frankfurt: Jeppesen & co., GmbH. 1980.

MEIZOSO FERNANDEZ, José y MEIZOSO MUÑOZ Carlos. Compendio de aviónica digital Sistemas de control y guiado – volumen 1. 1 ed. Madrid, España: Ediciones Técnicas y Científicas, Bellisco. 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta Sobre Implementación Escuela Aviónica en Copa Airlines

Estimado(a) encuestado el presente instrumento tiene como finalidad determinar la importancia de la implementación escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines, por lo que le solicitamos su valiosa colaboración respondiendo con sinceridad los siguientes interrogantes dado que es anónimo y con carácter confidencial para el desarrollador. Con fines estadísticos se requieren ciertos datos sociodemográficos.

Edad: _____ Género: M _____ F _____ Estado Civil: soltero _____
Casado _____

Especialidad _____ Tiempo de vinculación

Fecha _____

1. Cómo técnico o ingeniero estás preparado para afrontar adecuadamente los avances de los sistemas de aviónica.

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre
_____ Siempre _____

2. Continuamente los equipos de aviónica reciben actualizaciones en sus sistemas, ¿desarrollas con frecuencia procesos de capacitaciones para afrontar esos cambios?

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre
_____ Siempre _____

3. ¿Consideras importante la implementación de una escuela de aviónica en la compañía Copa Airlines?

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre
_____ Siempre _____

4. ¿La compañía destina presupuesto para capacitar y actualizar a técnicos e ingenieros del área de mantenimiento aeronáutico para afrontar los avances de los sistemas de aviónica?

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre
_____ Siempre _____

5. ¿Crees que la implementación de una escuela de aviónica es necesaria para el mejoramiento del área de mantenimiento aeronáutico?

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre _____
Siempre _____

6. Con la implementación de la escuela, ¿consideras que se brinde mayor seguridad en la navegación, control y comunicación de las aeronaves de Copa Airlines?

Nunca _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____ Casi siempre _____
Siempre _____

1. ¿Qué beneficios consideras que le brindaría la escuela de aviónica a la compañía Copa Airlines?

Anexo 2. Certificado de autorización ejecución del proyecto



Panamá, 5 de marzo de 2020

CERTIFICADO DE AUTORIZACIÓN

La compañía Copa Airlines es una aerolínea internacional dedicada al servicio comercial de pasajeros con sedes en territorios de Panamá y Colombia, y un centro de conexiones principal en el aeropuerto internacional de Tocumen en ciudad de Panamá, denominado Hub de las Américas,

AUTORIZA

Al ingeniero Milton Guillermo López Galeano identificado con cédula de ciudadanía No 79709292 de Bogotá - Colombia, estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones de Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD para desarrollar el proyecto de **Escuela de Aviónica en Copa Airlines**, la cual estará anexa al departamento de capacitación de la organización, con la que se busca propiciar procesos de capacitación y actualización del personal del área de mantenimiento de la misma y con ello estrechar las brechas suscitadas entre el conocimiento que presenta este personal y los avances tecnológicos que ha experimentado el sector de la aviación, específicamente el de los sistemas de aviónica, además de propiciar mano de obra calificada para mayor seguridad y confiabilidad de los servicios que ofrece la compañía y la disminución de costos operacionales, de ahí, la autorización expresa para el desarrollo del proceso de formación

La presente certificación se expide a solicitud de la parte interesada, a los cinco (5) días del mes de marzo de 2020.

Jose Valverde

Gerente Copa Airlines

Anexo3. Certificado de idoneidad



Panamá, 21 de agosto de 2020

CERTIFICADO DE IDONEIDAD

La compañía Copa Airlines es una aerolínea internacional dedicada al transporte aéreo comercial de pasajeros con sedes en territorios de Panamá y Colombia, y un centro de conexiones principal en el aeropuerto internacional de Tocumen en ciudad de Panamá, denominado Hub de las Américas,

CERTIFICA

Que debido a los constantes avances que se han generado en el sector de la aviación, específicamente en los sistemas que integran a la aviónica, ha determinado el desarrollo de unos procesos de capacitación y actualización del personal, particularmente los del área de mantenimiento, para lo cual el Ingeniero Milton Guillermo López Galeano, identificado con Cédula de ciudadanía No 79709292 expedida en Bogotá - Colombia, y estudiante de la ingeniería de Telecomunicaciones de la universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, ha presentado una propuesta a la misma de **Implementación de una Escuela de Aviónica en Copa Airlines** para propiciar dichos procesos al personal de esta área, la cual consideramos muy pertinente y el ingeniero con una gran capacidad académica e idoneidad para el impulso del proyecto que propone para la generación de mano de obra calificada, redundando en beneficio de nuestra organización.

La presente certificación se expide a solicitud de la parte interesada, a los veintiún (21) días del mes de agosto de 2020.

Jose Valverde

Gerente Copa