



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Reacondicionamiento del sistema eléctrico por inversores para la alimentación de equipos de la cabina de pasajeros acorde al manual de instalación y operación del fabricante para la aeronave Fairchild FH-227.

Pacheco Valdiviezo, Brandon Andrés

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

Monografía previa a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica
Mención Aviones

Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés

Latacunga, 14 de marzo del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Monografía, ***“REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO POR INVERSORES PARA LA ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS DE LA CABINA DE PASAJEROS ACORDE AL MANUAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL FABRICANTE PARA LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227”*** fue realizado por el señor **Pacheco Valdiviezo, Brandon Andrés**, el cual ha sido revisado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 marzo del 2021



Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3

Reporte urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFIA BRANDON PACHECO.pdf (D98298996)
Submitted: 3/14/2021 8:07:00 PM
Submitted By: bapacheco1@espe.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

CAPÍTULO I, 2 y 3.docx (D25956084)
 TRABAJO DE TITULACION HABILITACION DEL SISTEMA INTERPHONE.pdf (D41053082)
 TRABAJO DE TITULACION HABILITACION SISTEMA INTERPHONE DE LAS AERONAVES FAIRCHILD
 FH 227 Y HAWKER SIDDELEY 125 400.pdf (D41001298)
 RONNY REYES MONOGRAFIA SIN GRAFICOS.pdf (D97029785)
 TESIS FINAL ALEX PERALTA.docx (D47195677)
 RODRIGUEZ_CISNEROS_BRYAN_FABIAN.docx (D63449281)
 Moografia Sr. Estrada Ronaldo.pdf (D63108288)
 Tesis - Damian Tuarez Flores.pdf (D50922754)
<https://iie.fing.edu.uy/ense/asign/iiee/Documentos/Teorico/Sobrecorrientes.pdf>
<http://www.sectorelectricidad.com/5669/conductores-electricos-seleccion/>
<https://www.sab-cables.eu/productos/cables-y-conductores-para-las-mas-diversas-aplicaciones-industriales/cables-para-aviacion.html>
<https://www.lifeder.com/conductores-electricos/>
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/18103/1/TFG-P-380.pdf>

Instances where selected sources appear:

23

Tlgo. Arellano Reyes, Andrés Milton

C.C.: 172306451-3



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA MENCION AVIONES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Pacheco Valdiviezo, Brandon Andrés** con cédula de ciudadanía N° **172161062-2** declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“RECONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO POR INVERSORES PARA LA ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS DE LA CABINA DE PASAJEROS ACORDE AL MANUAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL FABRICANTE PARA LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de marzo del 2021

Firma:

Pacheco Valdiviezo Brandon Andrés

C.C.: 1721610622



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

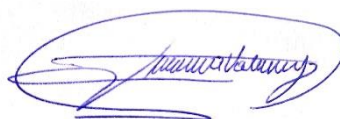
CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA MENCION AVIONES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Pacheco Valdiviezo, Brandon Andrés** con cedula de ciudadanía N° **172161062-2** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la Monografía: **“REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO POR INVERSORES PARA LA ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS DE LA CABINA DE PASAJEROS ACORDE AL MANUAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL FABRICANTE PARA LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Latacunga, 02 marzo del 2021

Firma:



Pacheco Valdiviezo Brandon Andrés

C.C.: 172161062-2

Dedicatorio

Mi monografía quiero dedicarlo a mis padres Wilma y Henry; que sin su apoyo no hubiese sido posible llegar a culminar mis estudios y a mis abuelos que no los tengo físicamente pero siempre me impulsaron a conseguir mi objetivo profesional, por los buenos consejos que siempre me han dado la salida correcta a cada una de las situaciones de la vida de sus enseñanzas, de sus buenos valores y como poder enfrentar la vida en los mejores y peores momentos, sobreponernos y seguir adelante cumpliendo nuestros sueños de vida; siendo el punto esencial de la motivación que yo he recibido durante mi transcurso universitario.

A mi hija, que ahora es el motor principal de mi vida, siendo ella la inspiración más grande que tengo para seguir adelante, el soporte para poder levantarme y seguir cumpliendo mis sueños, ya que por ella no decaigo y lucho con todos los obstáculos en mi camino, para que ella se sienta orgullosa de su padre.

BRANDON ANDRÉS PACHECO VALDIVIEZO

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme vida y bendecirme, para poder seguir cumpliendo mis metas y continuar lográndolas cada día, el apoyo incondicional recibido de mis padres y de las personas que siempre me dieron palabras de aliento, por su cariño y apoyo para nunca rendirme, en los días que fueron difíciles y necesitaba una voz de aliento.

A la institución que me abrió sus puertas la Universidad de las Fuerzas Armadas, por permitirme pertenecer a sus aulas, por sus prestigiosos educadores que me entregaron sus conocimientos y sus experiencias en el tiempo que curse mis estudios, para culminar uno de mis objetivos que es obtener mi título universitario.

A mi hija principalmente por el amor que me brindo, por darme la fortaleza de nunca rendirme, que con sus abrazos logró darme paz y tranquilidad para no abrumarme en los tiempos difíciles, que en su mirada me ofrece todo su amor incondicional.

A mis amigos que siempre entre nosotros nos apoyamos mutuamente para poder seguir adelante en nuestros estudios, lograr las metas que cada uno deseamos y por ser parte de mi vida en el transcurso de mi etapa en la universidad.

BRANDON ANDRÉS PACHECO VALDIVIEZO

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Reporte urkund	3
Responsabilidad de auditoría.....	4
Dedicatorio	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de tablas	13
Índice de figuras.....	14
Resumen	16
Abstract	17
Planteamiento del problema de investigación	18
Tema de investigación.....	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del Problema.....	19
Justificación e Importancia	20
Objetivos.....	21
<i>Objetivo General</i>	21
<i>Objetivos Específicos</i>	21
Alcance.	22
Marco teórico.....	23
Aviación	23
Historia de la Aviación.....	23

La “Maquina Voladora” de Leonardo	24
El Primer Vuelo.	25
<i>La Aviación en Europa</i>	26
IFE (In Flight Entertainment).....	27
Inversor	29
<i>Funcionamiento</i>	29
<i>Inversor Estático</i>	30
<i>Ventajas de un Inversor Estático</i>	31
<i>Inversor Rotativo</i>	31
Sistema eléctrico de la aeronave	32
<i>Orígenes del sistema eléctrico.</i>	32
<i>Sistemas en aviación comercial.</i>	34
<i>Sistema de generación de potencia.</i>	34
<i>Sistema de transformación y distribución de potencia.</i>	35
Sistemas consumidores de potencia.	35
Sistema de generación.	36
Sistema de distribución.....	37
Energía eléctrica y niveles de tensión.....	38
Operación Normal.....	41
Operación Anormal.	41
Operación de Emergencia.....	41
Conductores Eléctricos.....	43
Características	44
<i>Tipos de Conductores</i>	45
<i>Ejemplos de Conductores</i>	46

Selección de Conductores Eléctricos.	47
<i>Consideraciones Eléctricas.</i>	49
<i>Consideraciones Térmicas.</i>	49
<i>Consideraciones Mecánicas.</i>	49
<i>Consideraciones Químicas.</i>	49
Selección del Calibre del Conductor.	52
Calibre mínimo y capacidad de los circuitos ramales.	53
Selección de Protección	54
Protección sobre contra corriente.	55
<i>Tipos de dispositivos de protección contra sobre corriente.</i> 56	
Caída de tensión en los cables.	57
Métodos para determinar la capacidad de transporte de cables.	57
Cables en un arnés.	58
Instrucciones para el uso de cables eléctricos.	59
Selección del cable eléctrico para la aeronave.	60
Tamaño del cable.	60
Precauciones de instalación para cables pequeños.	61
Identificación.	61
Protección e inspección.	62
Mantenimiento y operaciones.	62
Alimentador de energía.	64
Protección contra el personal y la carga.	65
Metodología	66
Preliminares.	66

Consideraciones Generales	66
Inspección Visual del Sistema Eléctrico de la Aeronave Fairchild Hiller FH-227	67
Elaboración del boceto de la aeronave.	67
Adquisición del nuevo Sistema Eléctrico.....	68
Conexión del cableado.	69
Medición para realizar el corte.	70
Corte de los orificios para el tomacorriente.....	71
Empotrar los tomacorrientes.	72
Conexión en el breaker.....	72
Conexión al inversor.	73
Conexión de los fusibles.....	74
Conexión fuente 110V.....	75
Conexión a la planta externa.....	75
Colocar canaleta.	76
Empotrar caja de madera.	77
Elaboración de tapas.....	77
Pruebas de Funcionamiento	79
Acta de Entrega Oficial a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.....	80
Descripción del Inversor	80
Equipos, Herramientas y Medidas de Seguridad.....	81
Diseño del inversor.....	82
Procedimiento para la Instalación del Inversor.	83
Parámetros técnicos.....	83
Presupuesto	84

<i>Costos Primarios</i>	85
<i>Costos Secundarios</i>	87
<i>Costo Total del Proyecto de Titulación</i>	88
Conclusiones y Recomendaciones	89
Conclusiones	89
Recomendaciones	90
Bibliografía	91
Anexos	93

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Márgenes de tensión admisible en CC</i>	42
Tabla 2 <i>Márgenes de tensión admisible en CC</i>	43
Tabla 3 <i>Área de los conductores con calibre</i>	48
Tabla 4 <i>Calibre Mínimo del Conductor de acuerdo a su tensión nominal</i>	55
Tabla 5 <i>Herramientas, Materiales, Equipos</i>	78
Tabla 6 <i>Costos Primarios</i>	85
Tabla 7 <i>Costos Secundarios</i>	87
Tabla 8 <i>Costo Total</i>	88

Índice de figuras

Figure 1 <i>Alas de Pájaro - Leonardo da Vinci</i>	23
Figure 2 <i>Pioneros Aviacion - Siglo XX</i>	25
Figure 3 <i>Henri Farman, Henri Deutsch de la Meurthe y Charles Voisin</i>	27
Figure 4 <i>Sistema de entretenimiento</i>	28
Figure 5 <i>Inversor</i>	29
Figure 6 <i>Inversor Estático</i>	31
Figure 7 <i>Inversor Rotativo</i>	32
Figure 8 <i>Evolución en la generación de potencia eléctrica</i>	33
Figure 9 <i>Sistema de Generación de Potencia</i>	34
Figure 10 <i>Sistema Consumidor de Potencia</i>	35
Figure 11 <i>Sistema de Generación</i>	36
Figure 12 <i>Sistema de Distribución</i>	37
Figure 13 <i>Diagrama del sistema eléctrico del avión</i>	38
Figure 14 <i>Evolución de los sistemas a bordo</i>	40
Figure 15 <i>Operación Normal</i>	41
Figure 16 <i>Conductores Eléctricos</i>	44
Figure 17 <i>Conductores</i>	46
Figure 18 <i>Materiales</i>	47
Figure 19 <i>Cortocircuito</i>	50
Figure 20 <i>Sistema Electrico</i>	51
Figure 21 <i>Selección del Conductor</i>	53
Figure 22 <i>Calibre Minimo</i>	54
Figure 23 <i>Dispositivos de Protección</i>	57
Figure 24 <i>Cables con arnés</i>	58
Figure 25 <i>Curva de Reducción de Altitud</i>	60
Figure 26 <i>Tamaño del cable</i>	61
Figure 27 <i>Identificación cables</i>	62

Figure 28 <i>Mantenimiento</i>	63
Figure 29 <i>Agrupación</i>	64
Figure 30 <i>Alimentación de energía</i>	64
Figure 31 <i>Soporte</i>	65
Figure 32 <i>Conexión del cableado</i>	70
Figure 33 <i>Pruebas de Funcionamiento</i>	80
Figure 34 <i>Datos Técnicos del Inversor</i>	81
Figure 35 <i>Equipos de Protección Personal</i>	82

Resumen

En el presente trabajo de titulación se explicará el reacondicionamiento del sistema eléctrico por inversores para la alimentación de equipos de la cabina de pasajeros, acorde el manual de instalación y operación del fabricante del inversor, y acorde a los manuales de la aeronave Fairchild FH-227 la cual está en su poder la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, a la cual se dará una renovación e innovación para los aviones escuela que se dispone en la misma. El inversor de corriente eléctrica, es un componente que logra un cambio o una transformación de una tensión que ingresa de corriente continua a una tensión de salida de corriente alterna de tensión simétrica con una magnitud o frecuencia que el usuario o empleador de este componente quiera obtener, debido a una falta de tensión de corriente alterna dentro de la aeronave se va a implementar un proceso de inversor y teniendo una nueva adaptación de utilidad para docentes o estudiantes. Como fruto de este trabajo, la Universidad de las Fuerzas Armadas como la carrera de Mecánica Aeronáutica tendrá un perfeccionamiento en uno de sus instrumentos de enseñanza para mejorar la metodología y didáctica, entre docentes y estudiantes que forman parte de toda la Universidad que puedan dar uso a esta nueva innovación.

Palabras claves:

- **INVERSOR**
- **WIRING DIAGRAM**
- **TENSION**

Abstract

In the present work of certification will explain the reconditioning of the electrical system by inverters for the supply of equipment in the passenger cabin, according to the installation and operation manual of the manufacturer of the inverter, and according to the manuals of the aircraft Fairchild FH-227 which is in his possession the career of Aeronautical Mechanics of the University of the Armed Forces ESPE Latacunga headquarters, which will be given a renovation and innovation for the school aircraft available in it. The electric current inverter is a component that achieves a change or transformation of a voltage that enters from direct current to an output voltage of alternating current of symmetrical voltage with a magnitude or frequency that the user or employer of this component wants to obtain, due to a lack of alternating current voltage within the aircraft will implement an inverter process and having a new adaptation of utility for teachers or students. As a result of this work, the University of the Armed Forces as the Aeronautical Mechanics career will have an improvement in one of its teaching tools to improve the methodology and didactics, among teachers and students who are part of the entire University that can use this new innovation.

Key words:

- **INVESTOR**
- **WIRING DIAGRAM**
- **VOLTAGE**

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Tema de investigación

Reacondicionamiento del sistema eléctrico por inversores para la alimentación de equipos de la cabina de pasajeros acorde al manual de instalación y operación del fabricante para la aeronave Fairchild FH-227.

1.2. Antecedentes.

Mediante un estudio realizado en aviación desde las primeras aeronaves elaboradas en los diferentes países, tenían sistemas muy precarios de tecnología ya que en esos años se fue descubriendo poco a poco las actualizaciones que se puede dar a cada una de las aeronaves que disponen de más tecnología, como en este caso de un sistema de carga eléctrica que dan una gran comodidad y satisfacción de los usuarios, permitiendo satisfacer una necesidad ante el uso de la tecnología.

En Ecuador se ha determinado que son pocas las empresas que disponen de un sistema de entretenimiento que abarca la instalación de tomas eléctricas y puertos USB en cada uno de los asientos como es la empresa AVIANCA que dispone de este sistema, en un AIRBUS 319 que se realizó su modificación en el país de Colombia y que la aeronave tiene su funcionamiento aquí en el Ecuador dando sus servicios y comodidades.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, cuenta con el equipo necesario para poner en pie el proyecto, el cual se realizara en base al manual de instalación y operación para realizar la instalación del sistema inversor eléctrico, ya que ninguno de las aeronaves que dispone nuestra universidad dispone de este sistema, el proyecto es innovador ya que al realizar se pondrá en práctica todo lo aprendido en las aulas de

clase de esta manera la ESPE debe dar primicia a este tipo de proyectos, que ayudan a los estudiantes a fortalecer sus conocimientos.

1.3. Planteamiento del Problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, está ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, la carrera de mecánica aeronáutica es un centro de aprendizaje de todo lo relacionado a la aeronáutica civil, la misma cuenta con varias aeronaves escuela y laboratorios donde se obtienen conocimientos tanto teóricos como prácticos que son de gran importancia para la formación de profesionales con conocimientos en mecánica aeronáutica. En las cuales los aviones escuelas no disponen de un sistema de inversores para la alimentación de equipos eléctricos.

Desde que la aviación ha existido no se disponía de una conexión directa de 110V lo cual ha habido diversas dificultades para trabajos, o dar una comodidad y satisfacción al pasajero, las aeronaves solo disponen de la alimentación eléctrica de sus generadores, planta externa y APU; pero no de una alimentación de corriente alterna. De manera que conlleva a un problema como pasajeros, y tripulantes de la aeronave.

Debido a los inconvenientes que tienen los estudiantes al no tener un accesorio para cargar sus computadoras portátiles en las aeronaves escuela, para poder usarlo como una herramienta educativa en la cual pueden guardar información y fotografiar las clases impartidas y los procesos e instrucciones que el docente realiza, se ha propuesto implementar ideas innovadoras utilizando un sistema de inversión eléctrico para implementar puertos USB en la cabina.

De manera que al no poder realizar este proyecto se proseguirá con problemas que pueden ser solucionados al ejecutar la instalación del inversor, los trabajos en clases no podrán ser terminados con satisfacción, clases a realizar en la aeronave o pérdidas del tiempo de clases que serán impartidas.

Una vez instalados los puertos USB los estudiantes podrán cargar sus celulares y de esta manera documentar las clases impartidas y puedan realizar de mejor manera los informes solicitados por el docente

1.4. Justificación e Importancia

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE es una escuela pionera en la enseñanza técnica de aviación en nuestro país Ecuador, la cual está ubicada en la ciudad de Latacunga, su principal propósito es formar técnicos aeronáuticos de excelencia, dotando a los estudiantes de conocimientos sólidos los cuales ayudan a la formación de profesionales exitosos, de esta manera la institución mejora e innova los sistemas y herramientas, la cual tendrá la modificación que se va a realizar en el avión escuela para el aprendizaje de los estudiantes.

El beneficio principal del proyecto la factibilidad de tener corriente alterna de 110V, para la posibilidad de conexiones de aparatos electrónicos como computadores, televisiones, el aire acondicionado entre otros componentes. Dando una facilidad de trabajo o enseñanza como para estudiantes y docentes, en su labor en la universidad.

Este proyecto tendrá una gran importancia ya que será hecha la modificación del avión escuela para el ámbito de aprendizaje de los estudiantes, comodidad y factibilidad de tener una conexión directa de 110V, ya que serán de ayuda para los que necesiten

este servicio y dará una manera mejor de enseñanza como de trabajo como dentro y fuera de la aeronave

Esta investigación es factible ya que se cuenta con la predisposición del investigados tanto financiero, procedimental e investigativo, para logra la instalación del sistema inversor eléctrico para accesorios del sistema de cabina de pasajeros acorde el manual de instalación y operación para la aeronave Fairchild

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Implementar un sistema eléctrico por inversores para la alimentación de equipos de la cabina de pasajeros acorde el manual de instalación y operación para la aeronave Fairchild Hiller FH-227.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar fuentes bibliográficas sobre la instalación de sistemas inversores eléctricos
- Realizar el montaje mediante el manual de instalación y operación para la aeronave Fairchild
- Comprobar mediante pruebas de carga el óptimo funcionamiento de la implementación de sistema

1.6. Alcance.

La presente investigación tiene como propósito instalar sistemas inversores eléctricos que doten de energía de carga con la finalidad que utilicen el celular como herramienta académica y de esta manera amplíen sus conocimientos del avión escuela Fairchild Hiller FH-227, dando la facilidad de manera al estudiante como al docente al instante de impartir las enseñanzas utilizando un material de apoyo en correcto estado.

El proyecto abarca la conexión de un sistema inversor en la aeronave, para que de esta manera se pueda realizar una conexión de corriente alterna de 110V, el cual dará una mejoría a los métodos de enseñanzas, el proyecto dará una gran ayuda a cada uno de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica como fuente de aprendizaje de nuevos métodos.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

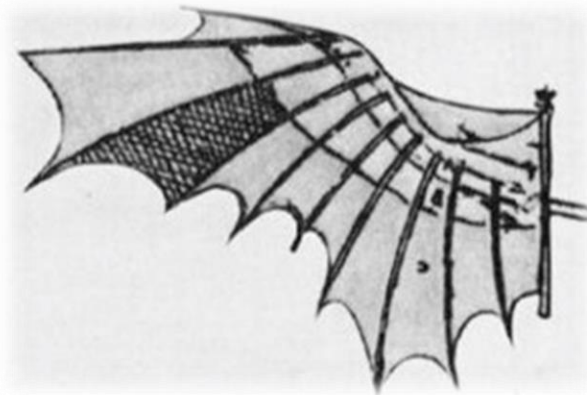
2.1. Aviación

2.1.1. Historia de la Aviación.

A lo largo de milenios, la tercera magnitud, el espacio sobre la extensión de la tierra, pareció vedada al hombre. Nacido sin alas, encadenado a la tierra, este extraordinario mamífero, que sabía hacer fuego y caminaba erecto, comprendió, no obstante, que claramente aquellas zonas inalcanzables determinaban su historia: allá arriba en el espacio recorría su ruta el globo ígneo, cuyos relámpagos entibiaban el aire y hacían brotar la vegetación, allá en aquella zona misteriosa residía la luna de cambiante forma y resplandecían las estrellas, flotaban las nubes y fulgían los rayos. (Barros, 2001)

Figure 1

Alas de Pájaro - Leonardo da Vinci



Nota: Obtenido de (Barros, 2001)

A partir del espacio caían la lluvia, la nieve, el granizo destructor los vivificantes relámpagos solares. Firngía evidente que dicha enorme cúpula azul escondía un invisible reino poblado por espíritus, demonios, dioses y otros seres que gobernaban el

destino humano. El "cielo" de antaño no es más que dicha tercera magnitud todavía inexplorada que hoy llamamos "espacio". (Barros, 2001)

2.1.2. La "Maquina Voladora" de Leonardo

Para intentar seriamente la averiguación de un camino que permitiera al hombre surcar los aires era primordial aprender primero el vuelo de los pájaros y después reproducir las condiciones que lo hacían viable, solucionando una proporción de inconvenientes mecánicos. Dichos 2 pasos primordiales fueron dados por Leonardo da Vinci, el fabuloso genio mundial que, además de pintor, escultor, arquitecto e ingeniero de dotes casi milagrosas, ha sido además un enorme desarrollador y diseñador. (Barros, 2001)

Leonardo, con el espíritu de observación que constituyó una de las causas de su grandeza, inició por aprender y reproducir en diversos diseños el mecanismo del vuelo de los pájaros. Se entregó cuenta de que la fuerza humana era incapaz de ocasionar y mantener el desplazamiento batiente de las alas: por esto, intuyó la necesidad de un mecanismo, una especie de resorte, que sustituyese a la musculatura pectoral de enorme manera realizada de las aves. Esta iniciativa central ha sido desarrollada por el desarrollador en una secuencia de diseños que incluyeron un "tornillo aéreo", antepasado del helicóptero y el paracaídas. Su plan, imperfecto y teórico, sin embargo, indicó el camino adecuado a los que han venido luego: en lugar de "alivianar" artificialmente al hombre, bastante pesado respecto a su fuerza muscular, había que incrementar esta última por medio de novedosas fuentes de fuerza. (Barros, 2001)

2.2. El Primer Vuelo.

Los hermanos Wright, tras diferentes experimentos con planeadores, construyeron su primer avión en 1903, un artefacto impulsado por un motor de gasolina de 4 cilindros y 16 H.P., al que bautizaron con el nombre de "The Flyer" (El Volador). (Barros, 2001)

Figure 2

Pioneros - Siglo XX



Nota: Obtenido de (Barros, 2001)

El primer intento de despegue lo han realizado el 14 de diciembre de ese año y constituyó un fracaso, puesto que el artefacto solamente alcanzó a levantarse levemente de la tierra, estrellándose luego de haber permanecido apenas 3 segundos y medio en el aire. Sin embargo 3 días después, el 17 de diciembre de 1903, el "Flyer" regresó a despegar, con Orville en los mandos, pudiendo seguir estando doce segundos en vuelo. La proeza de que una máquina más pesada que el aire pudiera remontarse por su propia fuerza y volar sin reducción de rapidez fue por fin lograda, y el avión con tanta Ahínco perseguido, era ya una realidad. (Barros, 2001)

Rápidamente luego, en el curso del mismo día, fueron hechos otros 3 exitosos ensayos, cediéndose alternativamente los dos hermanos los comandos. Al final, con Wilbur como piloto, el frágil biplano de 2 hélices conectadas al motor mediante cadenas de bicicleta, hizo un triunfal vuelo de 59 segundos, sobre una distancia de 260 metros, con lo cual no quedó sitio a dudas de que el planeta estaba frente a la existencia de un nuevo y revolucionario medio de transporte. (Barros, 2001)

2.2.1. La Aviación en Europa

En Italia, Arturo Crocco y Riccaldoni construían hidroplanos para aprender la hélice; y en Alemania, Karl Jatho efectuaba, en agosto y noviembre de 1903, sendos saltos de 20 y 60 metros, respectivamente, con un artefacto accionado por un motor de gasolina, que, al no poder seguir estando en el aire, no constituyeron propiamente vuelos. En conclusión, iba a ser Francia el territorio europeo en que la aviación proveería sus más tempranos frutos. El 25 de mayo de 1905 el capitán Ferdinand Ferber se convierte en el primer europeo en pilotar un aeroplano provisto de un motor de explosión, un biplano equipado con un Peugeot 12 C.V. (Barros, 2001)

Por dicha etapa se comienza a dialogar ya de los hermanos Gabriel y Charles Voisin, quienes, tras experimentar con varios planeadores sobre las aguas del Sena, por cuenta de Archdeacon y de Blériot, inauguran la primera fábrica de creación aerodinámica de todo el mundo, situada en el número 4 de la Rue de la Ferme, en Billancourt. De igual manera, 1905 presencia la fundación de la Federación Aeronáutica Universal (F.A.I.), autoridad que es reconocida mundialmente para implantar los reglamentos de los records y su homologación. Le siguen la construcción del Aero-Club de América y la ejecución del primer concurso de aviación auspiciado por el Aero-Club de Francia. De esta forma, lentamente, anterior a mostrar sus verdaderas proyecciones

y alcances, la aviación se institucionaliza, entreviendo sus gigantes modalidades.

(Barros, 2001)

Figure 3

Henri Farman, Henri Deutsch de la Meurthe y Charles Voisin



Nota: Obtenido de (Barros, 2001)

2.3. IFE (In Flight Entertainment)

Diversas aerolíneas en el planeta tienen un sistema de entretenimiento a bordo para la tranquilidad de los pasajeros y puntualizando al hablar de sistemas particulares, son esos en los que cada pasajero tiene su propia pantalla, o disponen de elementos que darán una más grande tranquilidad y factibilidad a hacer algunas actividades a lo largo del lapso de su vuelo. (Barros, 2001)

Figure 4*Sistema de entretenimiento*

Nota: Obtenido de (Perez, 2017)

Las aerolíneas han optado por estas novedosas creaciones intentando encontrar destacar el servicio prestado por cada compañía, dando una tranquilidad al instante de viajar largas distancias o aportando factibilidades a los usuarios en el lapso de su viaje. (Barros, 2001)

A partir de la construcción de la aviación civil cada compañía ha ido perfeccionando las comodidades de los usuarios revolucionando la forma de viajar, transformando el entretenimiento en vuelo al servicio de catering. (Barros, 2001)

Está con base en un servidor (un ordenador pequeño) situado en el avión. Se denomina LRU, Line Replaceable Unit, y es el responsable de mantener el control de cada una de aquellas pantallas debido a conexiones Ethernet. Las series y cintas se albergan en otros LRU con discos duros. Y el contenido se actualiza con fibra óptica, por medio de un dispositivo que tiene las cintas cifradas por los estudios. (Perez, 2017)

Cada aerolínea crea su propio sistema de entretenimiento, las operadoras permanecen bastante interesadas en conservar su propia marca, de esta forma que acostumbran generar un programa único que funcione únicamente en sus aviones, tiene

un contenido por medio de la red Wifi on-board una vez que nos conectemos al Wifi del avión, el LRU nos dará ingreso a todo aquel contenido y esto además abre las puertas a integrar conexiones a Internet. (Perez, 2017)

2.4. Inversor

Los inversores transforman la batería de la aeronave de un tipo de energía a otro para que los dispositivos electrónicos sean compatibles, a partir de los accesorios auxiliar de la aeronave hasta el equipo para pasajeros y pilotos. Luego, le indicamos cómo aseverarse de que tiene el inversor correcto para las necesidades de su aeronave. (Power®, 2019)

Figure 5

Inversor



Nota: Obtenido de (Power®, 2019)

2.4.1. Funcionamiento

Los inversores transforman la corriente continua (DC) de una aeronave, típicamente del bus primordial, en una corriente alterna (AC), utilizable para otras necesidades electrónicas. La AC convertida frecuenta ser un sistema de 24 voltios para aeronaves que combina la utilización de transformadores apropiados, circuitos de conmutación y control. La corriente eléctrica de salida debería pasar por medio de los disyuntores de

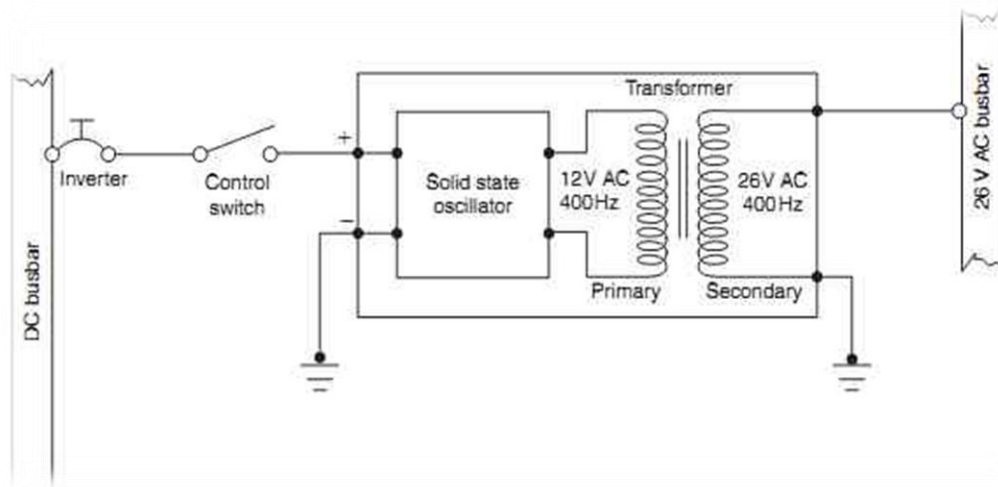
una barra colectora para que logre ser usada para aparatos, grupos de radio, luces de aterrizaje y navegación, indicador de combustible, calor de pitot y otros complementos. (Power®, 2019)

La carga empieza en la batería, pasa por relés, osciladores, amplificadores y más, antecedente de emerger como voltaje de CA utilizable. Hay 2 tipos básicos de inversores: rotativos y estáticos. Cada uno podría ser monofásico o multifásico. (Power®, 2019)

El inversor multifásico es más ligero que el monofásico, empero hay complicaciones en el reparto de la energía multifásica y en el mantenimiento de las cargas equilibradas. La fuente de ingesta de alimentos monofásica tiene un periodo de onda diferente, empero la multifásica tiene más. (Power®, 2019)

2.4.2. Inversor Estático

Los inversores estáticos se usan en la mayor parte de las aeronaves modernas. Son de estado sólido, lo cual supone que no poseen partes móviles, y usan circuitos electrónicos para cambiar la energía de CC en CA. Esta salida se eleva hasta el voltaje de salida de CA esperado por medio de un transformador. Los inversores estáticos son de manera considerable más pequeños, más compactos y muchísimo más ligeros que los inversores rotativos. (Power®, 2019)

Figure 6*Inversor Estático*

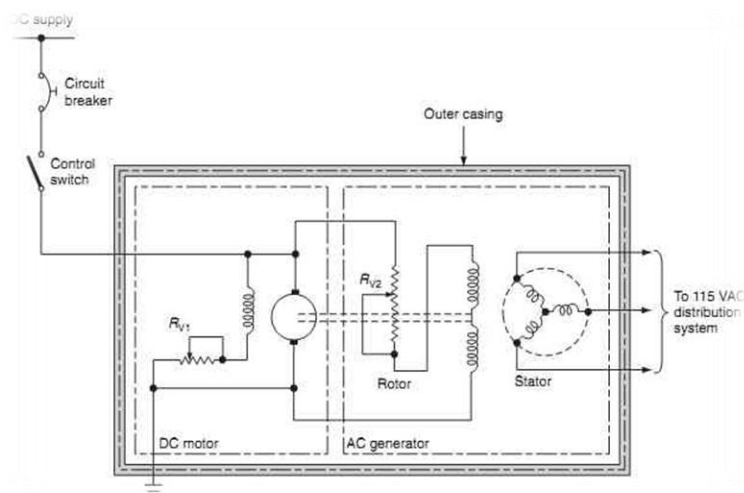
Nota: Obtenido de (Power®, 2019)

2.4.3. Ventajas de un Inversor Estático

- Alta eficiencia
- Bajo mantenimiento, larga vida
- No se requiere un período de calentamiento
- Capaz de comenzar bajo carga
- Operación extremadamente silenciosa
- Respuesta rápida a los cambios de carga (Power®, 2019)

2.4.4. Inversor Rotativo

Un inversor rotativo típico tiene un motor de CC compuesto de 4 polos que acciona un generador de CA enrollado en una estrella. Las salidas tienen la posibilidad de ser monofásicas o trifásicas, con una salida de 26 o 115 voltios AC. (Power®, 2019)

Figure 7*Inversor Rotativo*

Nota: Obtenido de (Power®, 2019)

Los inversores rotativos se limitan en enorme medida a las aeronaves más viejas, gracias a la poca confiabilidad, el exceso de peso y la ineficiencia. Emplean un motor de corriente continua que hace girar un generador de corriente alterna. La unidad comúnmente tiene un circuito regulador de voltaje para afirmar la igualdad del voltaje. (Power®, 2019)

2.5. Sistema eléctrico de la aeronave

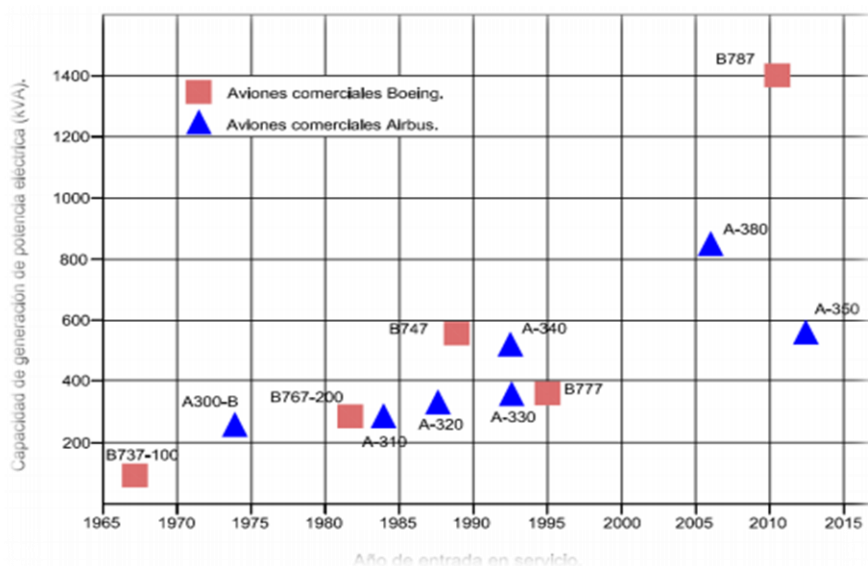
2.5.1. Orígenes del sistema eléctrico.

En la procedencia de la aviación los requerimientos eléctricos eran simbólicos la energía eléctrica para ocasionar el encendido de los motores por medio de bujías era facilitada por unos dispositivos llamados magnetos que en la actualidad permanecen en desuso; Mientras la tecnología se ha sido desarrollando se empezaron a implantar sistemas como por ejemplo radios que supusieron un incremento en las necesidades eléctricas de las aeronaves por lo cual se instalaron pequeñas baterías que necesitaban

de una dinamo capaz de recargarlas. El generador era impulsado por una turbina exterior que se movía por acción del aire y paralelamente hacía girar la dinamo. Las potencias que suministraban dichos generadores no eran mejores a los 500 W. (Burón, 2016)

Figure 8

Evolución en la generación de potencia eléctrica



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

En la actualidad los sistemas eléctricos de las aeronaves es una gigantesca necesidad gracias a las actualizaciones que se van dando al curso de los últimos años para los sistemas y subsistemas que dispone la aeronave que se requieren para el conveniente manejo de todos los sistemas. (Burón, 2016)

La grafica que se muestra luego sugiere la evolución del consumo de la potencia eléctrica que ha ido teniendo cada tipo de aeronave a partir del año de 1965 hasta el año del 2015, demostrando que cada aeronave dispone de diferentes consumos de energía eléctrica, todos los años teniendo un crecimiento de potencia por los diferentes

sistemas que se fueron agregando por las novedosas mejoras y teniendo novedosas actualizaciones. (Burón, 2016)

2.5.2. Sistemas en aviación comercial.

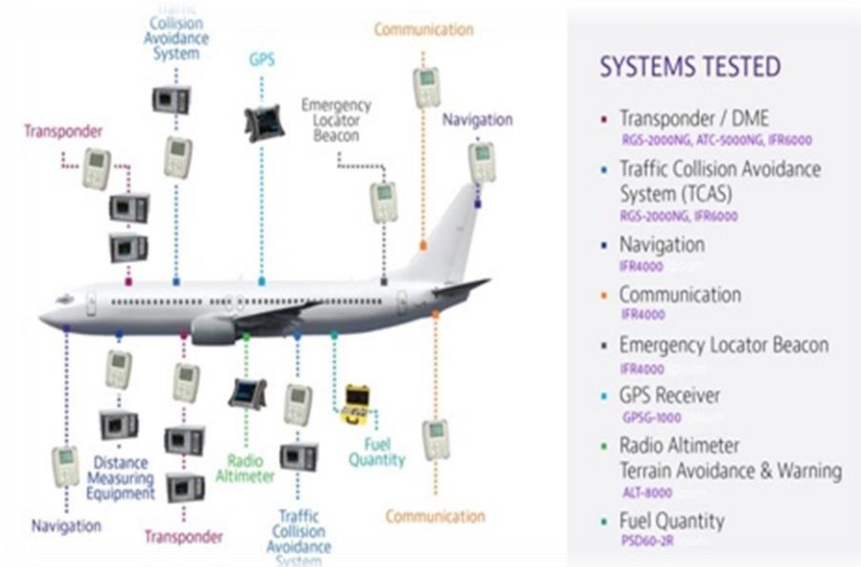
Un avión es un enorme sistema de alta dificultad en el cual intervienen varios sistemas por igual complicados como el eléctrico, el neumático o el hidráulico y que permanecen estrechamente involucrados. (Burón, 2016)

2.5.3. Sistema de generación de potencia.

En este conjunto permanecen los motores del avión, la unidad de potencia auxiliar APU, la turbina de efecto de aire RAT o en un futuro las células de fuel. (Burón, 2016)

Figure 9

Sistema de Generación de Potencia



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

2.5.4. Sistema de transformación y distribución de potencia.

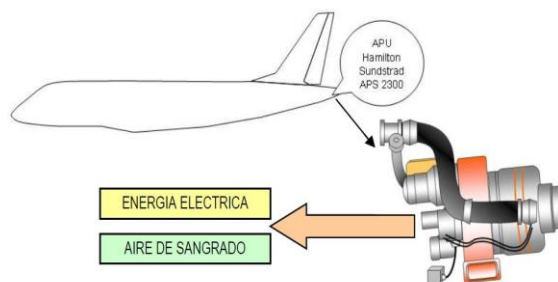
Sistemas de transformación y repartición de potencia: son esos sistemas delegados a cambiar y repartir la potencia procedente de los sistemas de generación a los sistemas clientes. El sistema eléctrico y el hidráulico pertenecen a este conjunto debido a que convierten la energía mecánica del motor en energía eléctrica e hidráulica respectivamente. (Burón, 2016)

2.5.5. Sistemas consumidores de potencia.

Hay monumental proporción de recursos clientes en un avión con diferentes usos y alimentados con diversos tipos de potencia, los primordiales son: sistema de control de vuelo, sistema de defensa contra la formación de hielo, sistema de control ambiental, sistema de fuel, sistemas de iluminación. (Burón, 2016)

Figure 10

Sistema Consumidor de Potencia



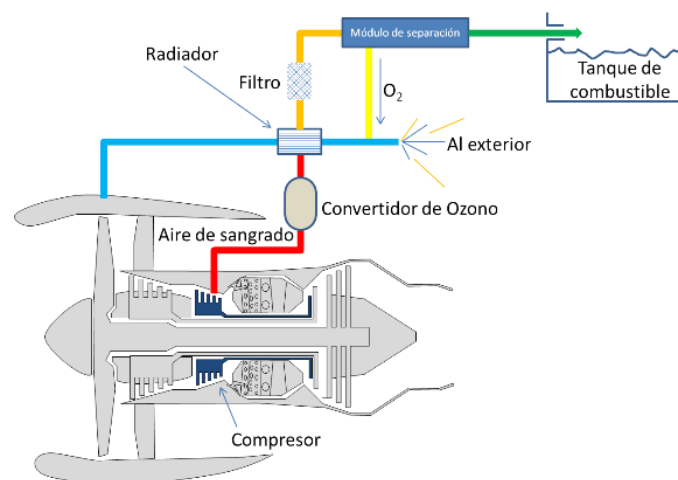
Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

2.6. Sistema de generación.

La generación se realiza por diferentes unidades instaladas en el avión como son los generadores primordiales, los sistemas de generación auxiliar GPU (Ground Power Unit) para el servicio de ingesta de alimentos en tierra y APU (Auxiliary Power Unit) o unidad de potencia auxiliar que puede utilizarse tanto en tierra como en vuelo, los generadores de emergencia se delegan de proporcionar energía en caso de fallo de los sistemas primordiales y auxiliares. (Burón, 2016)

Figure 11

Sistema de Generación



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

Las baterías además tienen la posibilidad de incluirse en el sistema de generación debido a que permiten guardar energía que puede emplearse en la situación de un fallo total del sistema eléctrico en el cual todos los Sistema. (Burón, 2016)

2.7. Sistema de distribución.

El sistema de repartición se puede dividir en 2 bloques, el reparto primario y el reparto secundaria, las dos cuentan con los conjuntos necesarios para el reparto como barras colectoras, dispositivos de custodia (fusibles disyuntores), recursos de conmutación de cargas (contactores y relés) y los conductores. (Burón, 2016)

El reparto primario constituye el primer enlace entre el sistema de generación y lo demás del sistema eléctrico incluyendo varias cargas de enorme consumo se alimentan en corriente alterna. (Burón, 2016)

Figure 12

Sistema de Distribución

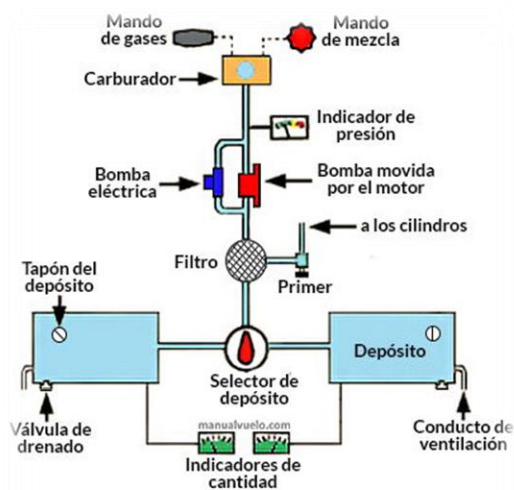


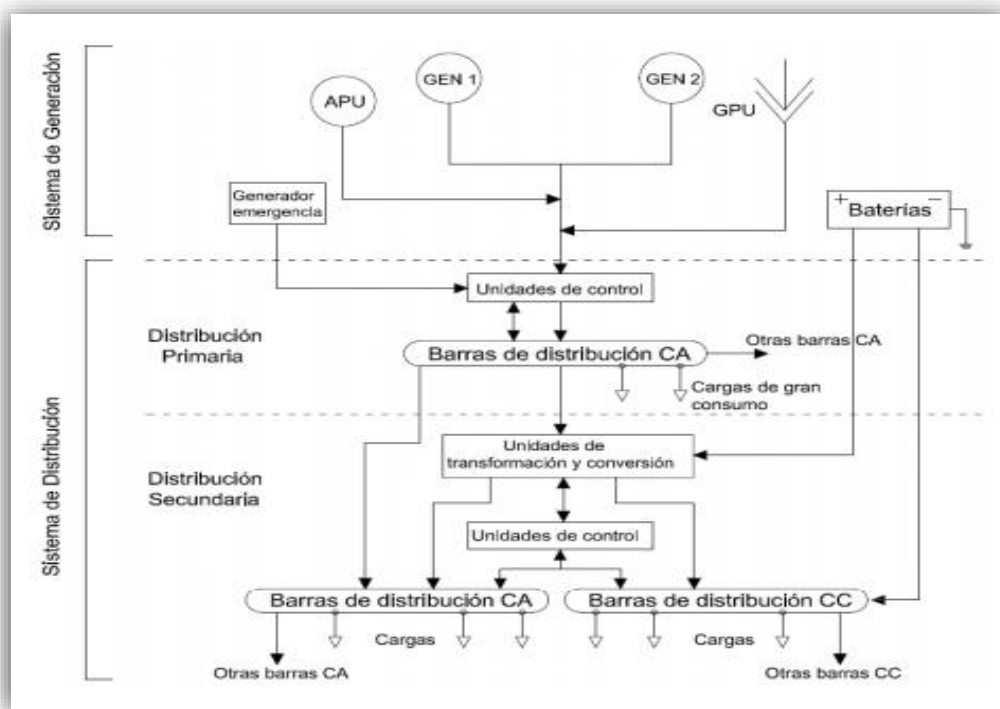
Fig 361 - Esquema del sistema de combustible

Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

El reparto secundario está formado por circuitos de corriente alterna y continúa alimentados a partir de diferentes barras de repartición, estas barras reciben energía de manera directa a partir de las barras de repartición primaria o por medio de las unidades de transformación y conversión. (Burón, 2016)

Figure 13.

Diagrama del sistema eléctrico del avión.



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

2.8. Energía eléctrica y niveles de tensión.

El incremento del consumo eléctrico y el valor en varios casos de las cargas que alimenta han convertido al sistema eléctrico en uno de los sistemas más críticos y exigidos, es por esto que la energía que suministra debería ser una energía de calidad, entendiendo este término como: (Burón, 2016)

- Gran nivel de fiabilidad.
- Ajustarse a estrechos márgenes de variación de magnitud.
- Elevado nivel de eficiencia. (Burón, 2016)

En la procedencia de la aviación los sistemas eléctricos embarcados se basaban en niveles de tensión de corriente continua de 12 Vcc que luego brindaron paso a los 24 Vcc por medio de la conexión en serie de las baterías, estas baterías estaban alimentadas por medio de una o numerosas dinamos colocadas en los motores primordiales del avión. (Burón, 2016)

Dichos niveles de tensión evolucionaron a partir de los 24 Vcc hasta los 28 Vcc que en la actualidad es la tensión a la que se crea la corriente continua en la mayor parte de las aeronaves. Únicamente las embarcaciones de diminuto tamaño y que demandan escasa energía eléctrica poseen sistemas de generación exclusiva en corriente continua. (Burón, 2016)

Actualmente los conjuntos a bordo del avión se alimentan tanto en corriente continua como en corriente alterna en funcionalidad de los requerimientos de la carga, es por esto que aun cuando la generación en aviación comercial sea a modo de corriente alterna va a ser primordial contar con los dispositivos adecuados como convertidores (CC/CC) o rectificadores (CA/CC) para dar una ingesta de alimentos en continua para los dispositivos que la requieran. (Burón, 2016)

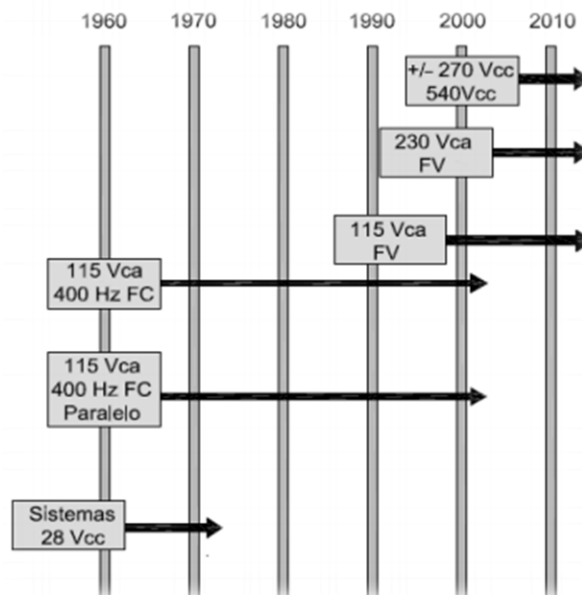
El terminal negativo para los dos sistemas (continua/alterna) está construido por la composición del avión, el terminal negativo tanto de generadores como conjuntos eléctricos se une al chasis del avión convirtiéndose este en el conductor neutro del sistema; este aspecto otorga un ahorro en el número de conductores y una reducción de peso bastante destacable. (Burón, 2016)

Los sistemas eléctricos recientes otorgan energía a varios y sofisticados grupos y subsistemas y las necesidades de potencia eléctrica embarcada van en crecimiento con perspectivas de que lo continúen realizando, es por esto que en los últimos años hayan

aparecido sistemas embarcados que muestran niveles de tensión mejores, 230/400 Vca y ± 270 Vcc (HVDC, High Voltaje DC). (Burón, 2016)

Figure 14

Evolución de los sistemas a bordo



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

La finalidad primordial de este crecimiento de tensión es minimizar la corriente que aguantan los sistemas eléctricos, debido a lo cual, posibilita minimizar la parte del conductor y el volumen y el peso del mismo, como observaremos a lo largo de todo el análisis el “ahorro de peso” es un aspecto determinante en el diseño y construcción de elementos eléctricos y electrónicos del avión. (Burón, 2016)

El propósito primordial de este incremento de tensión es minimizar la corriente que aguantan los sistemas eléctricos, debido a lo cual, posibilita minimizar la parte del conductor y el volumen y el peso del mismo, como observaremos a lo largo de todo el análisis el “ahorro de peso” es un aspecto determinante en el diseño y construcción de elementos eléctricos y electrónicos del avión. (Burón, 2016)

2.9. Operación Normal.

En operación usual se asume que todos los conjuntos eléctricos del avión (Generadores, unidades de transformación y rectificado, baterías, APU...) permanecen accesibles y funcionan de manera correcta. (Burón, 2016)

Figure 15

Operación Normal



Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

2.10. Operación Anormal.

Se estima un estado de operación anormal una vez que se crea un mal desempeño o fallo en el sistema eléctrico y los dispositivos de custodia permanecen actuando para resolver la ausencia impidiendo que las fronteras de operación anormal se superen. (Burón, 2016)

2.11. Operación de Emergencia.

La operación de emergencia se genera una vez que cada una de las fuentes de generación primordiales del avión permanecen inoperativas y se necesita hacer uso de las baterías o los generadores de emergencia backup o RAT. (Burón, 2016)

Tabla 1.

Márgenes de tensión admisible en CC.

Márgenes admisibles de tensión para sistemas de 28VCC.						
ISO 1540-2006 (E)						
	Normal		Anormal		Emergencia	
	Tensión	Rizado	Tensión	Rizado	Tensión	Rizado
Categoría A	22-30	4	20,5-32-2	6	18-32,2	6
Categoría B	26,5-28,5	1	22-30,5	2	22-30,5	2

Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

La regla ISO 1540-2006(E) define 2 categorías para la tensión de 28 Vcc, la categoría A para tensiones sin regulación como la que se recibe de los dispositivos de transformación y rectificación (TRU) y la categoría R para esos que otorgan una tensión de salida regulada como son los grupos llamados BCRU (Battery Charger Rectifier Unit). (Burón, 2016)

Para sistemas de 270 Vcc la regla mundial no recoge ni una restricción, la regla militar si lo hace debido a que este grado de tensión fue empleado típicamente en aviación militar, además incluye los márgenes admisibles de tensión que tienen la posibilidad de registrarse a lo largo del arranque del avión que la regla universal tampoco contempla. (Burón, 2016)

Tabla 2.*Márgenes de tensión admisible en CC*

Márgenes admisibles de tensión para sistemas de 28VCC y 270VCC.

MIL-STD-740 (F)

	Normal		Anormal		Emergencia	
	Tensión	Rizado	Tensión	Rizado	Tensión	Rizado
28 VCC	22-39	1,5	20-31	1,5	12-29	1,5
270 VCC	250-280	6	240-290	6	-	-

Nota: Obtenido de (Burón, 2016)

En las tablas 2, 3 y 4 se recogen los márgenes de alteración admitidos por las reglas ISO 1540-2006(E) y MIL-STD-704(F) para sistemas eléctricos de corriente alterna, las propiedades de tensión para sistemas que trabajan a 26 Vca y 230 Vca (F-N) tienen la posibilidad de obtenerse escalando los valores de tensión de 115 Vca (F-N) designados en las próximas tablas. (Burón, 2016)

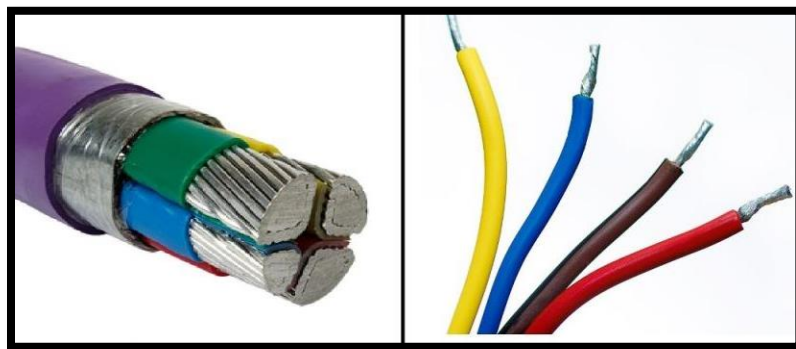
2.12. Conductores Eléctricos

Los conductores eléctricos o materiales conductores son esos que poseen escasa resistencia a la circulación de la corriente eléctrica, dadas sus características concretas. La composición atómica de los conductores eléctricos permite el desplazamiento de los electrones por medio de dichos, con lo que esta clase de recursos beneficia la transmisión de electricidad. (Torres, 2019)

Los conductores tienen la posibilidad de manifestarse de distintas maneras, una de estas es el material en condiciones físicas concretas, como barras de metal (cabillas) que no hayan sido desarrolladas para conformar parte de circuitos eléctricos. (Torres, 2019)

Figure 16

Conductores Eléctricos



Nota: Obtenido de (Torres, 2019)

Además, hay los conductores eléctricos unipolares o multipolares, los cuales son empleados formalmente como recursos conectores de circuitos eléctricos en espacios residenciales e industriales. Esta clase de conductor puede estar formado en su interior por hilos de cobre u otro tipo de material metálico, revestido de un área aislante. (Torres, 2019)

2.12.1. Características

- **Conductividad buena.**, Los conductores eléctricos tienen que tener una conductividad eléctrica buena para consumir con su funcionalidad de transporte de energía eléctrica. (Torres, 2019)
- **Estructura atómica permite el paso de la corriente.**, La composición atómica permite el paso de la corriente eléctrica, debido a que los átomos tienen pocos

electrones en su capa de valencia y, paralelamente, dichos electrones permanecen desprendidos del núcleo del átomo. (Torres, 2019)

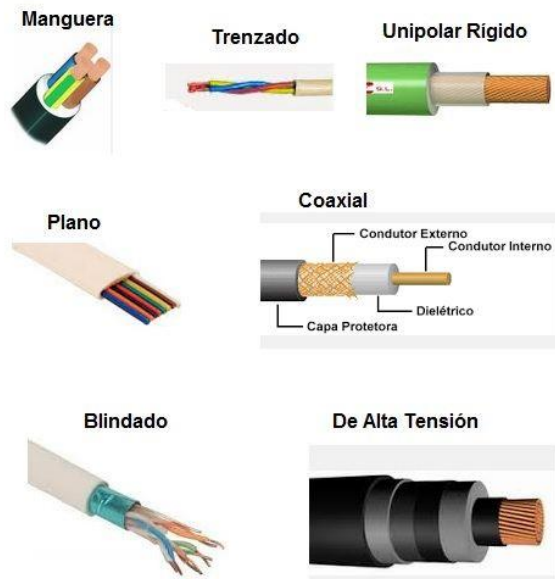
- **Núcleos unidos.**, La composición molecular de los conductores está constituida por una red de núcleos bastante unida, la cual se preserva básicamente fijo gracias a su cohesión. (Torres, 2019)

2.12.2. Tipos de Conductores

- **Conductores Metálicos.**, Los conductores metálicos tienen que su alta conductividad a las nubes de electrones libres que favorecen la circulación de corriente eléctrica por medio de dichos. Los metales ceden los electrones localizados en la última órbita de sus átomos sin invertir más grandes porciones de energía, lo que hace propicio el salto de electrones de un átomo a otro. (Torres, 2019)
- **Conductores Electrolíticos.**, Hablamos de resoluciones constituidas por iones libres, que ayudan a la conducción eléctrica de clase iónica. (Torres, 2019)
- **Conductores Gaseoso.**, En esta categoría se hallan los gases que hayan sido sometidos anteriormente a un proceso de ionización, lo que permite la conducción de electricidad por medio de dichos. (Torres, 2019)

Figure 17

Conductores



Nota: Obtenido de (Torres, 2019)

2.12.3. Ejemplos de Conductores

- **Aluminio.**, Es altamente empleado en sistemas de transmisión eléctrica aéreos ya que, a pesar de tener una conductividad 35 % menor al compararse con el cobre recocido, su peso es tres veces más ligero que este último. (Torres, 2019)
- **Cobre.**, Es el metal más empleado como conductor eléctrico en aplicaciones industriales y residenciales, dado el balance que presenta entre su conductividad y el precio. (Torres, 2019)
- **Oro.**, Es un material empleado en montajes electrónicos de microprocesadores y circuitos integrados. También es empleado para fabricar los bornes de las baterías para vehículos, entre otras aplicaciones. (Torres, 2019)

- **Plata.**, Se trata de un material muy maleable y dúctil, con una dureza comparable a la del oro o el cobre. No obstante, su costo es sumamente elevado, por lo que su uso no es tan común en la industria. (Torres, 2019)

Figure 18

Materiales



Nota: Obtenido de (Torres, 2019)

2.12.4. Selección de Conductores Eléctricos.

Las clases de conductores existentes se ordenan por el número de calibre que está regido por el sistema americano AWG (American Wire Gauge siglas en ingles). En la situación de tener un área alta se utiliza una unidad nombrada circular mil (área circular que tiene diámetro de milésimo de pulgada). (Loaiza, 2016)

Tabla 3.*Área de los conductores con calibre*

Calibre (AWG)	Área (mm ²)
12	3,31
10	5,27
8	8,35
6	13,30
4	21,20
2	33,60
1/0	53,5
2/0	67,4
4/0	107

Nota: Obtenido de (Prisma, 2013)

Para poder hacer una buena selección de un conductor eléctrico es dependiente de los porcentajes térmicos, químicas, mecánicas, eléctricas que tienen la posibilidad de considerarse las próximas: (Prisma, 2013)

2.12.5. Consideraciones Eléctricas.

Tamaño (capacidad de corriente), tipo y espesor de la aislación, grado de tensión (baja, media o alta), capacidad dieléctrica, resistencia de aislación, componente de potencia. (Prisma, 2013)

2.12.6. Consideraciones Térmicas.

Compatibilidad con el ambiente, dilatación de la aislación, resistencia térmica. (Prisma, 2013)

2.12.7. Consideraciones Mecánicas.

Flexibilidad, tipo de chaqueta exterior, armado, resistencia efecto, abrasión, contaminación. (Prisma, 2013)

2.12.8. Consideraciones Químicas.

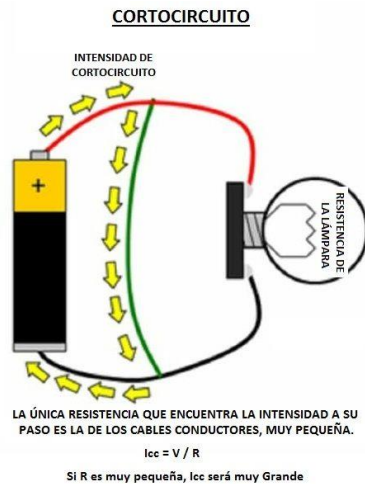
Aceites, llamas, ozono, luz solar, ácidos. (Prisma, 2013)

La selección del calibre o tamaño del conductor requerido para una aplicación, se determina mediante: (Prisma, 2013)

- Corriente requerida por la carga
- Caída de tensión admisible
- Corrientes de cortocircuito (Prisma, 2013)

Figure 19

Cortocircuito



Nota: Obtenido de (AREATECNOLOGIA, 2020)

Así sea en condiciones habituales de operación, como en sobrecargas y en cortocircuito. Una vez que la selección del tamaño del cable se hace con base a este criterio, se recurre a tablas normalizadas donde para diversos valores de corriente se especifica la parte mínima del conductor a ocupar (incremento de temperatura por efecto Joule I^2R). (Prisma, 2013)

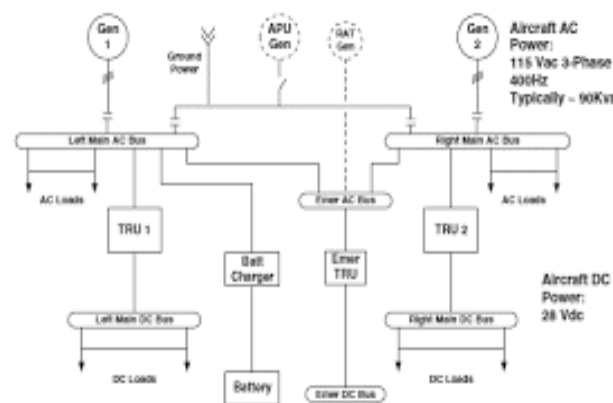
La verificación del tamaño o sección transversal del conductor se puede efectuar mediante los siguientes criterios: (Prisma, 2013)

- **En base a la capacidad de corriente:** las condiciones de operación nominales de un cable aseguran una vida eficaz que fluctúa entre 20 y 30 años. No obstante, en algunas ocasiones por condiciones de operación especiales se debería sobrepasar el límite de temperaturas de servicio, por tal fundamento, en períodos prolongados, reduce de esta forma su historia eficaz. (Prisma, 2013)

Al operar bajo estas condiciones no se reduce la vida eficaz del cable pues la temperatura en él se va aumentando paulatinamente hasta conseguir su grado mayor de equilibrio térmico, es por ello que los cables aceptan la probabilidad de sobrecarga.

Figure 20

Sistema Eléctrico



Nota: Obtenido de (González, 2020)

- En base a sobrecargas de emergencias:** bajo condiciones de cortocircuito, la temperatura del cable se incrementa velozmente, y si la falla no es despejada se producirá la rotura persistente del aislante IPCEA sugiere para cada tipo de aislación un límite de temperatura transitoria de cortocircuito, que no debería durar bastante más de 10 segundos. (Prisma, 2013)

Al operar bajo estas condiciones no se reduce la vida eficaz del cable pues la temperatura en él se va aumentando paulatinamente hasta conseguir su grado mayor de equilibrio térmico, es por ello que los cables aceptan la probabilidad de sobrecarga. (Prisma, 2013)

- **En base a la regulación de tensión:** se considera la sección que permita una caída de tensión inferior al 3% en el alimentador respecto a la tensión nominal, y que no supere al 5% en la carga más alejada. Este criterio es aplicable en baja tensión. (Prisma, 2013)
- **En base a la corriente de cortocircuito:** bajo condiciones de cortocircuito, la temperatura del cable se incrementa velozmente, y si la falla no es despejada se producirá la rotura persistente del aislante IPCEA sugiere para cada tipo de aislación un límite de temperatura transitoria de cortocircuito, que no debería durar bastante más de 10 segundos. (Prisma, 2013)

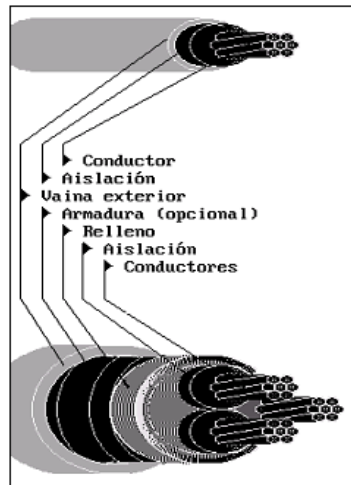
2.13. Selección del Calibre del Conductor.

Están contemplados 2 puntos para la votación del calibre de un conductor: (Loaiza, 2016)

- **Disposición de conducción de la corriente:** representa a la corriente más alta que puede tolerar el conductor, tomando en cuenta sus características mecánicas. (Loaiza, 2016)
- **Caída de tensión:** Además de considerar el aspecto para la votación de un conductor el CEN sugiere considerar el mínimo calibre de conductor según su tensión nominal y tipo de instalación. (Loaiza, 2016)

Figure 21

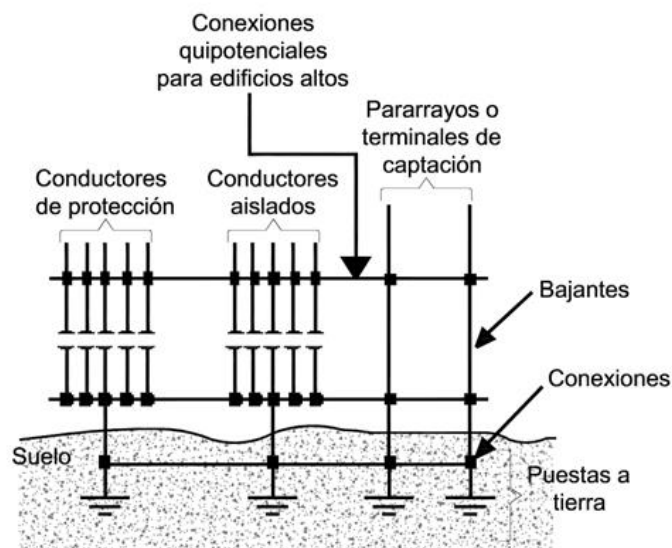
Selección del Conductor



Nota: Obtenido de (Prisma E. , 2020)

2.14. Calibre mínimo y capacidad de los circuitos ramales.

El requerimiento de un conductor se calcula por medio de la potencia, la cual es el producto del voltaje por la corriente que fluye en el conductor. El conductor mínimo para un circuito eléctrico es el THW #12 de cobre o #10 de aluminio con un revestimiento de cobre. (Loaiza, 2016)

Figure 22*Calibre Mínimo*

Nota: Obtenido de (AE280, 2020)

2.14.1. Selecci3n de Protecci3n.

El conductor de custodia está conectado en los conjuntos y circuitos derivados a una varilla de cobre puesta a tierra, para el calibre de hablado conductor nos basamos en la tabla 2.2 extraıda del CEN que se aprecia luego. El calibre del conductor se recibe a base de la capacidad nominal del dispositivo que está situado alado del alimentador.

(Loaiza, 2016)

Tabla 4.*Calibre Mínimo del Conductor de acuerdo a su tensión nominal*

Tensión Nominal del Conductor (V)	Calibre Mínimo del Conductor (AWG)
De 0 - 2000	14 de cobre
	12 de aluminio
De 2001 – 8000	8
De 8001 – 15000	2
De 15001 – 28000	1
De 28001 - 35000	1/0

*Nota: Obtenido de (Loaiza, 2016)***2.14.2. Protección sobre contra corriente.**

El propósito de la Defensa eléctrica es eludir o definir las secuelas destructivas o peligrosas de las sobre corrientes gracias a sobrecargas, cortocircuitos, y fallas de aislamiento, y dividir el circuito defectuoso del resto de la instalación. Se hace una excepción entre la defensa de: (Graw)

- Los elementos que constituyen la instalación eléctrica: cables, canalizaciones, dispositivos etc. (Graw)
- Las personas. (Graw)
- Los receptores alimentados por la instalación. (Graw)

2.14.3. Tipos de dispositivos de protección contra sobre corriente.

- **Fusible.**, factor fusible se abre una vez que circula por él una corriente de más grande capacidad que su costo nominal. La época de contestación es dependiente de la proporción de corriente en exceso que circula por este dispositivo. (Segura)
- **Interruptor Termomagnético.**, Su factor térmico abre (dispara) el interruptor una vez que circula una corriente de más grande capacidad que su costo nominal. La época de contestación es dependiente de la proporción de corriente en exceso que circula por este dispositivo. (Segura)
- **Relevadores de protección.**, Son usados en grupo con otros dispositivos, por ser de uso industrial no se detallan aquí. (Segura)
- **Sobrecarga.**, La sobrecarga se muestra al usar equipo eléctrico que consume más corriente que el costo indicado en el dispositivo de custodia. (Segura)

Otra causa común de sobrecarga se muestra una vez que la flecha del motor (la parte que gira) se atasca por cualquier fundamento o existe demasiada fricción en su desplazamiento. (Segura)
- **El Interruptor de Circuito por Falla a Tierra (ICFT).**, Es un dispositivo de acción electrónica, creado para la custodia de individuos, des energiza un circuito o parte del mismo, una vez que una corriente eléctrica a tierra excede un costo establecido, comúnmente bastante diminuto, 4 mA (4 milésimas de Ampere) intensidad que es mucho menor al primordial para que el dispositivo de defensa contra sobre corriente desconecte del circuito de ingesta de alimentos. (Segura)

Figure 23

Dispositivos de Protección



Nota: Obtenido de (Edgar, 2020)

2.14.4. Caída de tensión en los cables.

La caída de voltaje en los cables de ingesta de alimentos primordial a partir de la fuente de generación o la batería hasta el bus no debería exceder el 2 por ciento del voltaje regulado una vez que el generador lleva corriente nominal o la batería se descarga a la rapidez de 5 min. La tabulación que se muestra en la tabla 11-6 define la máxima caída de tensión aceptable en los circuitos de carga entre el bus y la tierra del equipo de implementación. (Circular, 2020)

2.14.5. Métodos para determinar la capacidad de transporte de cables.

Procedimientos para decidir la función de transporte de corriente de un cable eléctrico, tanto a modo de un solo cable en el aire independiente como una vez que está atado a un arnés. Muestra componentes de reducción de la capacidad para la corrección de la altitud y ejemplos que presentan cómo usar los datos gráficos y

tabulares proporcionados con este fin. En algunas ocasiones, el cable podría ser capaz de trasladar más corriente que la recomendada para los contactos del conector que corresponde. En esta situación, es la categorización de los contactos la que dicta la máxima corriente que puede trasladar un alambre. (Circular, 2020)

Quizás sea primordial usar cables de más grande calibre para que quepan dentro del rango de engarce de los contactos del conector que permanecen correctamente clasificados para la corriente que se lleva. (Circular, 2020)

2.14.6. Cables en un arnés.

Una vez que los cables se agrupan en arneses, la corriente derivada para un solo cable debería reducirse. La proporción de reducción de la corriente es una función del número de cables del arnés y del porcentaje de la capacidad total del arnés de cables que se está usando. (Circular, 2020)

Figure 24

Cables con arnés.



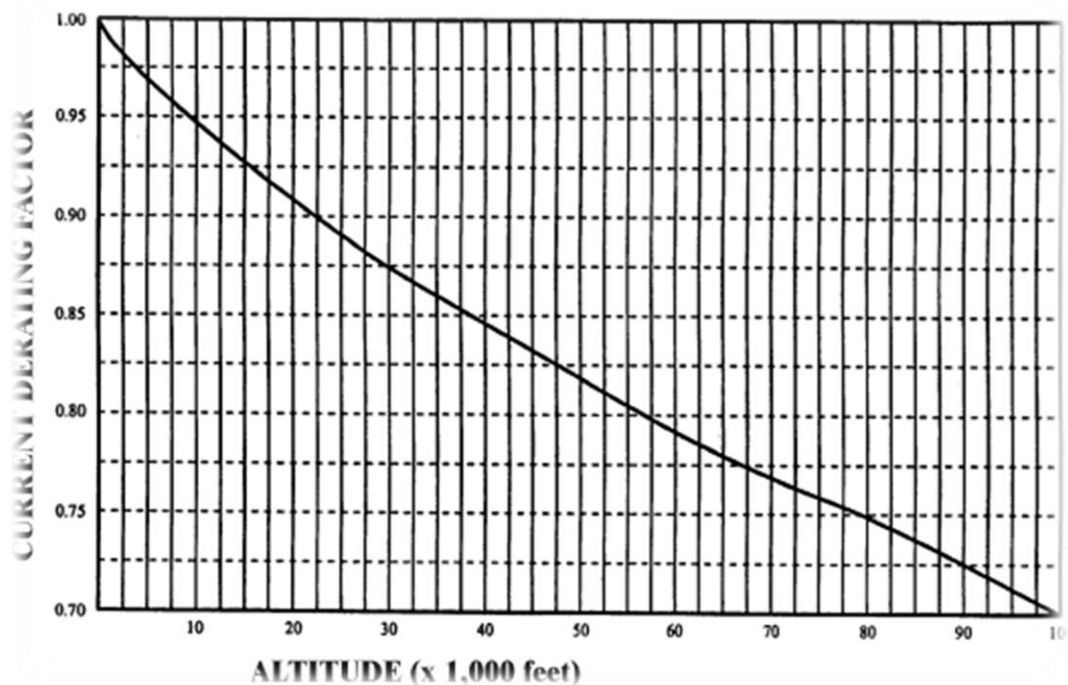
Nota: Obtenido de (Aviation, 2020)

2.14.7. Instrucciones para el uso de cables eléctricos.

- La medida del cable debería ser suficiente para eludir una caída de voltaje desmesurada a medida que se traslada la corriente elemental a la distancia solicitada. (Ver figure 12, Tabla de Tabulación, para las caídas de voltaje permitidas). (Circular, 2020)
- La medida debería ser suficiente para eludir un sobrecalentamiento del cable que lleve la corriente solicitada. (Circular, 2020)
- Debe saberse lo siguiente: (Circular, 2020)
 1. La longitud del cable en pies.
 2. El número de amperios de corriente a ser llevado.
 3. La caída de voltaje permitida permitido.
 4. La corriente continua o intermitente requerida.
 5. La temperatura estimada o medida del conductor.
 6. ¿Es el cable que se instalará en el conducto y/o paquete?
 7. ¿El cable se instalará como un solo cable en el aire libre? (Circular, 2020)

Figure 25

Curva de reducción de altitud



. Nota: Obtenido de (Circular, 2020)

2.15. Selección del cable eléctrico para la aeronave.

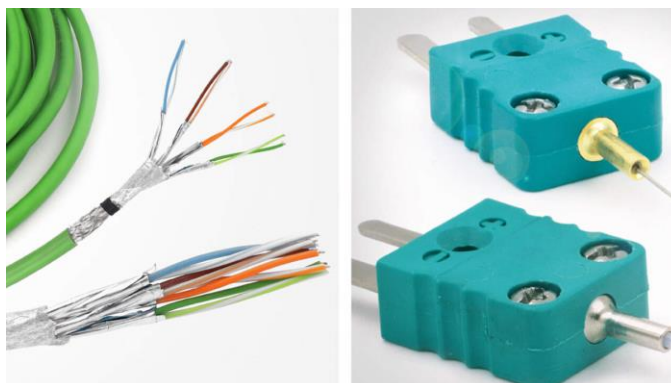
2.15.1. Tamaño del cable.

Los cables tienen que tener suficiente la fuerza mecánica para permitir las condiciones de servicio. No exceda la caída de voltaje permitida niveles. Ten en cuenta que los cables se encuentren salvaguardados por dispositivos de custodia de circuitos del sistema, y que llevar a cabo con los requisitos de transporte de corriente del circuito. Si es deseable usar tamaños de alambre más pequeños que el número 20, se debería prestar particular atención a la fuerza mecánica y la instalación la manipulación de dichos cables, ejemplificando, la vibración, la flexión, y la terminación. Una vez que se

utiliza en aplicaciones de interconexión de fuselajes, el cable de calibre 24 debería estar elaborado de una aleación de alta resistencia. (Circular, 2020)

Figure 26

Tamaño del cable



Nota: Obtenido de (SAB BROCKSKES, 2020)

2.15.2. Precauciones de instalación para cables pequeños.

Como práctica general, los alambres más pequeños que el tamaño #20 deben ser provistos de abrazaderas adicionales, agrupados con al menos otros tres alambres, y deben tener un soporte adicional en las terminaciones, tales como ojales de conexión, abrazaderas de alivio de tensión, mangas retráctiles o bujes telescópicos. No deben utilizarse en aplicaciones en las que estén sujetos a una vibración excesiva, a flexiones repetidas o a desconexiones frecuentes de las terminaciones de los tornillos. (Circular, 2020)

2.15.3. Identificación.

Como práctica general, los alambres más pequeños que la medida #20 tienen que ser provistos de abrazaderas extras, agrupados con por lo menos otros 3 alambres, y tienen que tener un soporte adicional en las terminaciones, como por ejemplo ojales de

conexión, abrazaderas de alivio de tensión, mangas retráctiles o bujes telescópicos. No tienen que utilizarse en aplicaciones en las que se encuentren sujetos a una vibración desmesurada, a flexiones reiteradas o a desconexiones recurrentes de las terminaciones de los tornillos. (Circular, 2020)

Figure 27

Identificación cables



Nota: Obtenido de: (Mayers, 2020)

2.16. Protección e inspección.

2.16.1. Mantenimiento y operaciones.

Los paquetes de cables tienen que ser dirigidos en zonas disponibles que se encuentren protegidas de los males generados por el personal, la carga y la actividad de mantenimiento. No tienen que ser dirigidos en regiones en las que sea factible que se usen como asideros o como soporte del equipo personal o en las que logren ser afectados a lo extenso de la evacuación del equipo de las aeronaves. El cableado debería ser sujetado de forma que se evite el contacto con los equipamientos y la composición. (Circular, 2020)

Una vez que esto no se logre llevar a cabo, se debería dar una custodia extra, a modo de ojales, bandas de roce, etcétera. Se tienen que usar ojales protectores, en los sitios donde no se logren sujetar los cables, de forma que se asegure una división de por lo menos 3/8 de pulgada de la composición en las penetraciones. Los alambres no tienen que tener una precarga contra las esquinas o bordes de las bandas de roce o los ojales. El cableado debería ser destinado lejos de conjuntos y líneas de alta temperatura para evadir el deterioro del aislamiento. (Circular, 2020)

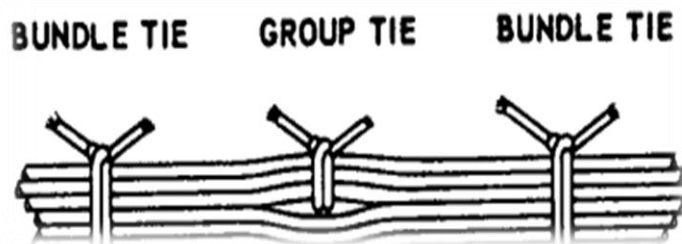
Figure 28

Mantenimiento



Nota: Obtenido de (Gomez, 2020)

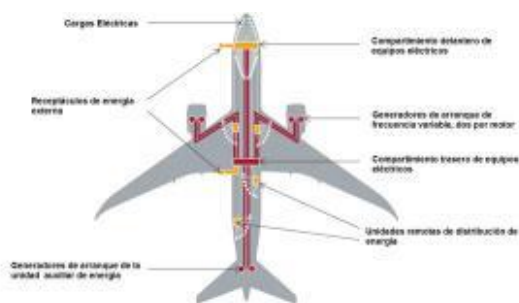
Defensor Los conductos flexibles tienen que ser de un material y un diseño que borra el potencial de rozando entre su cableado interno y el conducto de los muros internas. El cableado que debería ser por medio de paneles con bisagras, debería ser dirigido y sujetado para que el paquete se retuerza, en vez de doblarlo, una vez que el panel se mueve. (Circular, 2020)

Figure 29*Agrupación*

Nota: Obtenido de (Circular, 2020)

2.17. Alimentador de energía.

El poder los cables de ingesta de alimentos tienen que ser dirigidos para que logren ser de forma fácil revisado o reemplazado. Tienen que ser que se le da una defensa particular para prevenir probables rozaduras contra otros cables, la composición de la aeronave, o elementos. (Circular, 2020)

Figure 30*Alimentación de energía*

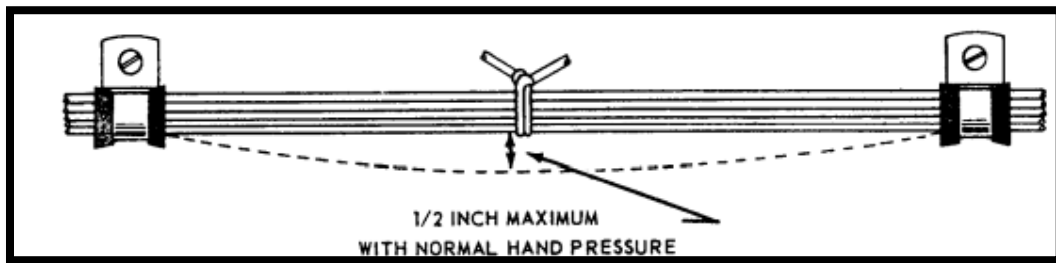
Nota: Obtenido de (Dreamliner, 2020)

2.18. Protección contra el personal y la carga.

El cableado debería ser instalado de forma que la composición ofrezca custodia contra su uso como asidero y los perjuicios provocados por carga. Una vez que la composición no posibilita custodia correcta, se debería usar un conducto, o un se debería conceder una guardia mecánica idónea. (Circular, 2020)

Figure 31

Soportes



Nota: Obtenido de (Circular, 2020)

CAPITULO III

3. Metodología

3.1. Preliminares

En el presente capítulo se puntualizará el proceso ejecutado en el avión escuela Fairchild FH-227 añadiendo las pruebas que se van a realizar terminado el trabajo, la instalación de los inversores y la implementación de los tomacorrientes y cableados en toda la aeronave, con la ayuda de los conocimientos obtenidos durante todo el ciclo universitario, el manual de operación y con la participación del tutor el Tlgo. Andrés Arellano.

Este trabajo de titulación consiste en implementar un sistema eléctrico por inversores para la alimentación de los equipos en cabina de pasajeros, para la interacción de docentes y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Latacunga.

3.2. Consideraciones Generales

Para realizar cada una de las ocupaciones que después van a ser detalladas como primer paso conoceremos con que está compuesta la aeronave para implementar un nuevo sistema eléctrico. Para realizar debemos instalar los tomacorrientes en los puestos de los asientos, realizar la conexión de las protecciones y demás cableado para realizar la instalación en la planta externa como en la toma de 110V de la aeronave para que circule corriente a los dispositivos de carga

El sistema eléctrico de la aeronave se encuentra medianamente funcional, ya que existen sistemas que se encuentra inoperables por falta de mantenimiento o los sistemas se encuentran incompletos, otros sistemas existentes se encuentran al 100%

de su funcionalidad gracias a la ayuda de una planta externa que distribuye corriente en los sistemas operables y otros sistemas funcionan mediante un sistema de paneles solares que dan energía a varios componentes de la aeronave.

3.3. Inspección Visual del Sistema Eléctrico de la Aeronave Fairchild Hiller FH-227

Una vez realizada una inspección visual del sistema eléctrico de la aeronave Fairchild Hiller FH-227 se verifico los componentes que están funcionales para poder observar en qué lugar se podrá realizar la conexión para el flujo de corriente a los dispositivos de carga (tomacorrientes).

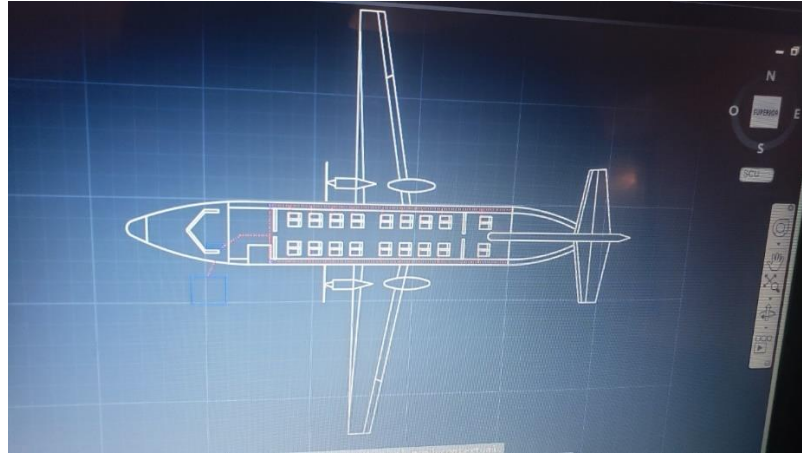
Figure 32

Sistema Eléctrico Aeronave



3.4. Elaboración del boceto de la aeronave.

Se realizo el boceto de las dimensiones de la aeronave en el programa AUTOCAD respecto al Manual de Mantenimiento de la Aeronave para observar las distancias de cada componente que se va a instalar para tomar en cuenta la compra de los materiales y observar en donde se instalará cada uno de ellos.

Figure 33*Boceto Aeronave*

Nota. La imagen muestra el modelo estructural que se deberá construir, las medidas dependerán hasta la llegada del extractor.

3.5. Adquisición del nuevo Sistema Eléctrico.

Mediante un estudio para encontrar cuanto voltaje se va a utilizar en cada uno de los tomacorrientes para determinar la potencia de los inversores se tomó en cuenta: Para el dimensionamiento del cable y de los inversores se ha utilizado la fórmula $(P \text{ Activa} / 120 \text{ v salida inversor} = \text{corriente Amp})$ para circuito monofásico, tomando en cuenta, la carga más crítica que puede soportar un toma corriente que en este caso es 375wats, de esto se deriva los cálculos realizados de corriente para dimensionar el conductor y de igual manera con la potencia de consumo que se propone se realiza el dimensionamiento de los inversores.

- 8 dispositivos que consumen 375w, 3000w de consumo.
- Se propone 2 inversores de 1500w c/u

Para sección del conductor: $((375 \text{ w} * 4 \text{ dispositivos} * 2 \text{ u inversor}) / 120\text{v}) =$
 $(3000\text{W} / 120\text{v} = 25 \text{ Amp})$

Según la corriente dada, se refiere a la tabla de conductores de cobre awg para determinar el conductor. **ANEXO E**

En efecto se considera calibre 12 awg, ya que soporta 34.16 Amp, ya que el calibre 14 Awg no soporta 25 amp, se considera el calibre inmediato superior. Para las protecciones se considera 1 inversor por línea (fase) lo cual nos indica un consumo de 12.5 Amp por línea y se suma el 25% de la carga por seguridad de disparo o accionamiento de dispositivos, los cual nos da 15.625 amp, por lo que se elige breakeres monopolares de 20amp.

Figure 34

Sistema Eléctrico



3.6. Conexión del cableado.

Se realizó la conexión del cableado de la caja de breakers hacia los tomacorrientes, se usó cable flexible ya que es maleable y es mejor conductor que un cable sólido por lo que es multifilar, dimensionando los cables en consecuencia de los inversores seccionando el conductor #12 para 300W cada interruptor; por medio de la ley de OHM se saca la corriente. Utilizando el conductor rojo como fase y el negro como neutro

dependiendo la normativa de la corriente alterna para que exista una diferencia didáctica, adicionando que no se realiza empalmes ya que quedan zonas calientes realizando únicamente los empalmes en los tomacorrientes con presión del tornillo dejando más seguro y en la zona caliente se va a reducir significativamente.

Figure 35

Conexión del cableado



3.7. Medición para realizar el corte.

En el interior de la aeronave se realizó la medición exacta para realizar el corte del lugar en donde se iba a ubicar cada uno de los tomacorrientes, elaborando una pequeña marca de las dimensiones con un rayador para comenzar hacer los cortes.

Figure 36*Medición***3.8. Corte de los orificios para el tomacorriente.**

Ya hecho la marca de las dimensiones del tomacorriente, con un taladro en cada una de las esquinas se realiza un orificio en donde nos va ayudar para comenzar el corte con la ayuda de una amoladora. Al momento de tener los orificios se introduce el cable en una manguera corrugada para la protección del cable que tiene una chaqueta THHN para evitar las fugas de corriente, ingresar el cable por la sección inferior de los asientos a cada uno de los tomacorrientes.

Figure 37*Corte de los Orificios*

3.9. Empotrar los tomacorrientes.

Introducido el cableado en la sección realizamos la conexión de los tomacorrientes teniendo el conductor rojo en el orificio **L** (línea) con el cable del Puerto USB y el conductor negro en el orificio **N** (neutrón) dependiendo de su polarización, asegurándolo con los tornillos de presión, para que nos produzca corriente en el tomacorriente. Y por último empotrar en la superficie ajustando con las tuercas que quede totalmente asegurado.

Figure 38

Empotrar Tomacorriente



3.10. Conexión en el breaker.

Existen dos polos para los breakers con una caja galvanizada, la **A** del lado izquierdo y la **B** del lado derecho de la línea de los tomacorrientes. Se ha considerado 32A ya que en cada brazo de circuitos y por los factores de utilidad, utilización y frecuencia; para que en caso de que se los use los tomacorrientes al 100% y en caso que exista una descarga el breaker se accionara con su respectivo funcionamiento que al superar los 32A desactivando los circuitos y que no fluya corriente a los tomacorrientes y tendrán

que reiniciarse. En cada uno de los breakers se conectará la línea A y B; de los conductores L en el breaker y de los conductores N en nuestro.

Figure 39

Conexión al Breaker



3.11. Conexión al inversor.

Los dos puntos de corriente del inversor van a ir hacia la caja térmica, teniendo dos polos: fase 1 y fase 2, utilizando la fase 1 para conectar inversor 1 y la fase 2 el inversor 2, adicionalmente se va a usar la otra polarización que es la barra del neutro del inversor independientemente. Para utilizar la corriente DC que transforma el inversor y la convierte en corriente alterna para el uso de los tomacorrientes de igual manera se conmuta una a la red eléctrica 110V en la cual se usa selectores de 3 posiciones con el cual tiene: energía de inversores, apagado y fuente eléctrica 110V.

Figure 40

Conexión Inversores



3.12. Conexión de los fusibles.

Los fusibles son instalados desde la fuente de poder DC se coloca fusibles con su respectivo portafusibles por cada línea lo cual llega al inversor, esto es para la protección de las líneas de flujo.

Figure 41

Conexión Fusibles



Nota: Al momento de usar fuente eléctrica 110V se puentea internamente fase A y B para tener corriente en todos los interruptores y al momento de usar los inversores se retira el puente teniendo de esta manera flujo de corriente de 110V.

3.13. Conexión fuente 110V.

Se realiza la conexión en la línea B del breaker del conductor rojo y en el neutro el conductor negro realizando un flujo de corriente para el paso de 110V hacia los tomacorrientes. Colocando al final de la conexión un tomacorriente para el ingreso del voltaje de 110V y se divide a todos los tomacorrientes.

Figure 42

Conexión 110V



3.14. Conexión a la planta externa.

Al realizar la conexión de los fusibles en las líneas del inversor se distribuye tres conductores que se dirigen hacia la planta externa que se conecta a la aeronave

Figure 43

Conexión Planta Externa

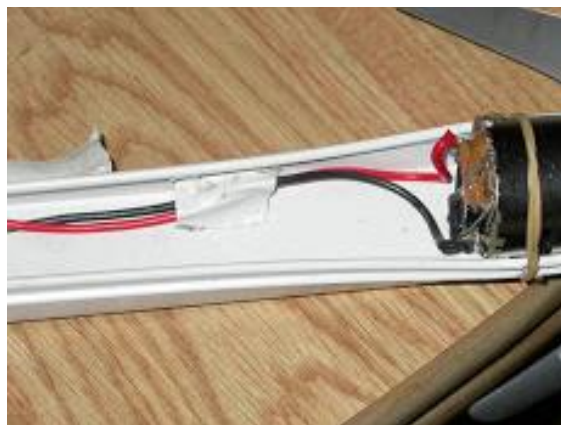


3.15. Colocar canaleta.

En las secciones en donde los conductores se encuentran sin protección alguna se coloca canaleta para introducir los cables y no exista ningún daño alguno en ellos.

Figure 44

Canaleta



3.16. Empotrar caja de madera.

Para la caja de breakers, estéticamente quede con el interior de la cabina de pasajeros se elaboró una caja de madera, empotrándola en la parte superior de la casa de breakers.

Figure 45

Empotrar Caja



3.17. Elaboración de tapas

Para la protección de los tomacorrientes que no permita el ingreso de suciedad o polvo dentro de los orificios se elaboró tapas para la carcasa de los tomacorrientes, la cual se mandó a imprimir en 3D con el respectivo sello de la carrera, colocando bisagras en la parte de la tapa y la carcasa.

Figure 46 *Elaboración de Tapas*

Las herramientas y equipos utilizados para la instalación son descritos en la siguiente tabla a saber.

Tabla 5

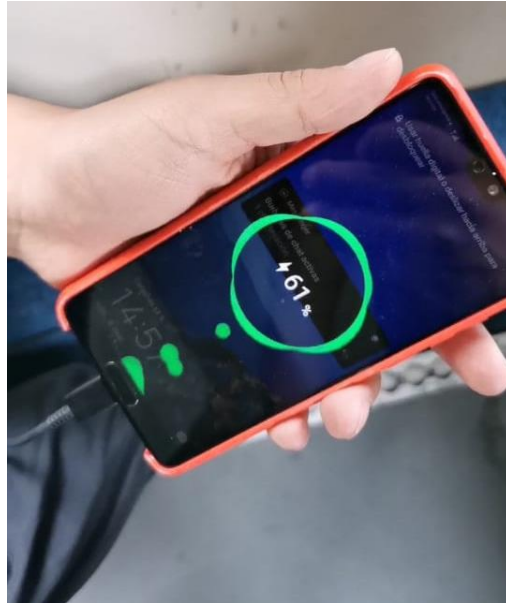
Herramientas, Materiales, Equipos

Herramientas	Materiales	Equipos
Desarmadores plano y estrella	Extensiones de cable eléctrico	Amoladora
Estilete	Energía 110V	Aspiradora
Sierra	Cemento de contacto	Taladro Eléctrico
Brocas	Madera	Equipos de Protección Personal.
Cinzel	Pernos	
Playo	Arandelas	
Pinzas	Tuercas	
Llaves	Disco de Corte	
Racha	Fusibles	
Lijas	Luz Eléctrica	

Herramientas	Materiales	Equipos
Limas	Porta fusibles	
Martillo	Tomacorrientes	
Cepillo	Cables AWG12	
Reglas	Tapas Tomacorriente	
Metro	Caja de Breakers	
	Inversores 1500W	
	Selectores de 2 y 3 posiciones	
	Masquen	
	Canaleta	
	Cinta Doble Faz	
	Manguera Corrugada	
	Terminales	
	Bisagras	

3.18. Pruebas de Funcionamiento

Se realizo la prueba de flujo de corriente mediante la conexión de la entrada de 110V, desde la entrada de los breakers hacia la conexión de un tomacorriente en donde se conectará una extensión para que pueda ingresar la corriente de 110V dando paso a un flujo de corriente a cada uno de los tomacorrientes y corroborar que tenga voltaje.

Figure 47*Pruebas de Funcionamiento***3.19. Acta de Entrega Oficial a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

El día 08 de Marzo del 2021 se hace la entrega formal con la presencia del Tutor el Tlgo. Andrés Arellano. A lo largo de esta acta se hace una pequeña inducción acerca del desempeño y custodia que tiene este sistema eléctrico instalado en la aeronave, una vez claro el tema se realiza la prueba de funcionamiento.

3.20. Descripción del Inversor

Los datos técnicos del inversor se encuentran en el **ANEXO F** con el fin de comprobar, verificar e identificar que el componente tenga el manual y documentación y pertenezca al inversor utilizado en la aeronave.

Figure 48

Datos Tánicos del Inversor


Specification					
Model	TCI-800	TCI-1200	TCI-1600	TCI-2200	TCI-2600
Peak Power	800W	1200W	1600W	2200W	2600W

4. Common problems and Solutions :

The electric appliance doesn't work and the inverter's indicator is not bright.

Cause	Suggestion
Battery damage.	Check the battery and replace the battery.
Battery reverse connection.	Check connection between the battery and the inverter is correct or not.
The connect is not tightened	Check the connection between the cable and the inverter, Tighten battery terminal.

If used the car cigarette lighter, the maximum power of the electric appliance can't exceed 150W.



Can not connect to inverter output from Socket

3.21. Equipos, Herramientas y Medidas de Seguridad

Las reglas de estabilidad constantemente estuvieron latentes y jamás han pasado desapercibidas, bastante relevantes a la vez, y al instante de hacer alguna práctica, puesto que fueron creadas para la custodia de la totalidad personal. Del mismo modo la utilización conveniente de los instrumentos de trabajo y un óptimo entorno gremial que debería existir en la organización. La confianza entre los miembros y colegas ya sean técnicos y administrativos.

Figure 49*Equipos de Protección Personal*

Nota. En el gráfico se observa cada uno de los Equipos de Seguridad de uso obligatorio. Tomado de: (Vecteezy, 2020)

Es primordial conocer antes el desempeño de cada equipo a usar para las debidas prácticas respectivamente, la hoja técnica de propiedades y especificaciones que dichos presentan, tanto de conjuntos, lubricantes, disolventes que se pretende usar para este trabajo cómodo, siendo estas detalladas en la siguiente tabla.

3.22. Diseño del inversor.

El diseño del circuito del inversor es avanzado (funciones de protección múltiple integradas), el volumen es ligero y práctico, este es un inversor de alta frecuencia estable y de alta eficiencia.

Conectado a una batería adecuada, puede proporcionar una alimentación de CA segura y confiable para electrodomésticos, como computadoras portátiles, televisores, ventiladores, herramientas eléctricas, etc.

Los cortes de energía ya no serán incómodos. Antes de utilizar este producto, lea atentamente la guía:

(1). Entorno de uso del inversor

Basado en consideraciones de seguridad y rendimiento, el entorno de instalación debe tener las siguientes condiciones:

1. Mantener seco, No se puede remojar en agua o ducharse;
2. Manténgase fresco y la temperatura entre 0 ° C y 40 ° C.
3. Manténgase ventilado, no hay una gran presión en la carcasa del inversor y los dos lados del radiador están bien ventilados.

3.23. Procedimiento para la Instalación del Inversor.

1. El interruptor del inversor se coloca en OFF, el inversor y la batería están bien conectados para asegurar una buena conexión.
2. Confirme que la energía de todos los aparatos eléctricos se usa dentro de la toma de salida AC220V del inversor, la potencia estándar de este producto, y el enchufe de 220 V.
3. Interruptor del inversor ENCENDIDO, la luz indicadora verde es un trabajo normal.
4. La luz indicadora roja es brillante, el inversor está apagado debido a sobretensión, bajo voltaje, sobrecarga y sobrecalentamiento.

3.24. Parámetros técnicos

1. Voltaje de salida: AC110V + 10% (personalizable) AC220V + 10%, frecuencia de salida 50 / 60HZ (personalizable)
2. Voltaje de entrada: 12V: DC10-15V / 24V: DC20-30V / (z) 48V: DC42-56V

3. Y seis funciones de protección principales: protección contra voltaje, protección contra sobrevoltaje, protección contra sobrecalentamiento, protección contra sobrecarga, protección contra polaridad inversa de la batería, protección contra cortocircuitos. (
4. El consumo de corriente en espera es inferior a 0,3 A, la eficiencia máxima es superior al 90%.
5. Material: carcasa de aleación de magnesio y aluminio, componente electrónico importado.
6. Tamaño del producto: todos los tipos de productos toman el objeto material como.

3.25. Presupuesto

El presupuesto que se presentó en el anteproyecto es una aproximación hecha con valores estimados, al momento de ejecutarse el trabajo técnico-practico de la tesis se han alcanzado los valores que son reales de los gastos realizados en todo el proyecto.

Para la implementación de sistema eléctrico por medio de inversores para la alimentación del equipo de cabina de pasajeros, se especificará a continuación los costos primarios y secundarios.

3.25.1. Costos Primarios

Tabla 6

Costos Primarios

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR	VALOR
			UNITARIO	TOTAL
1	Inversor 1600W	2	\$110	\$220
2	Cable THHN 12 AWG (ROJO)	50	\$0,32	\$16
3	Cable THHN 12 AWG (NEGRP)	50	\$0,34	\$17
4	Enchufe polarizado opuesto	2	\$0,46	\$0,92
5	Tomacorrientes + USB	10	\$7,69	\$76,90
6	Carcasas de tomacorrientes	10	\$3,50	\$35
7	Manguera corrugada plástica	50	\$0,12	\$6
8	Amarra plástica	1	\$3,23	\$3,23
9	Taype	3	\$0,80	\$2,40
10	Centro de carga monofásica	1	\$18,27	\$18,27
11	Breaker enchufable 32A	2	\$4,79	\$9,58
12	Caja de mando plástica vacía	1	\$10	\$10
13	Selector dos posiciones	1	\$11,88	\$11,88

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR	VALOR
			UNITARIO	TOTAL
14	Selector tres posiciones	1	\$11,32	\$11,32
15	Fusibles 25A	3	\$0,30	\$0,90
16	Portafusibles	3	\$0,25	\$0,75
17	Tomacorriente	1	\$1,25	\$1,25
18	Bisagras	8	\$0,25	\$2,00
19	Arandelas, tornillos, tuercas	20	\$0,05	\$1,00
20	Enchufes	3	\$0,75	\$2,25
21	Disco de Corte	1	\$1,50	\$1,50
22	Canaleta	3	\$0,75	\$2,25
23	Cinta doble faz	2	\$2,00	\$4,00
24	Cemento de contacto	1	\$1,75	\$1,75
25	Terminales	3	\$0,25	\$0,75
			TOTAL	\$456,90

Nota: Los valores antes mencionados presentan sumados los impuestos del valor agregado en Ecuador (12%), en el cual fueron los lugares donde se adquirieron los instrumentos de trabajo de titulación, en donde se maneja la moneda que se utiliza el Dólar Americano (\$).

3.25.2. Costos Secundarios.

En esta etapa se detalla los valores que han intervenido para la compra de información técnica que se recolecto a base de manuales de mantenimiento en cada una de las etapas del plan técnico.

Tabla 7

Costos Secundarios

No	DESCRIPCION	VALOR TOTAL
1	Impresión del Manual de Mantenimiento	\$5,00
2	Información extra conciliada a Mantenimiento	\$3,50
3	Internet	\$5,00
4	Papelería	\$10,00
5	Asesoría Técnica	\$50,00
6	Gastos Imprevistos	\$30,00
TOTAL		\$103,50

Tabla. Los valores antes mencionados presentas sumados los impuestos del valor agregado en Ecuador (12%), en el cual fueron los lugares donde se adquirieron los instrumentos de trabajo de titulación, en donde se maneja la moneda que se utiliza el Dólar Americano (\$).

3.25.3. Costo Total del Proyecto de Titulación.

Los valores de inversión total que conllevan realizar este tipo de proyecto se dan a conocer en la siguiente tabla a saber:

Tabla 8

Costo Total

No	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	Valor Total Costo Primario	\$456,90
2	Valor Total Costo Secundario	\$103,50
	TOTAL	\$560,40

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones.

- Se dimensiona el calibre del conductor tomando en cuenta el peor escenario de consumo que se plantea, para en caso de que llegara a cargarse la línea este soporte.
- Al implementar sistemas de energía eléctrica en corriente alterna en la aeronave, para uso de los estudiantes, estamos creando nuevas facilidades y comodidades a los usuarios, teniendo en cuenta que ellos van a ser los principales benefactores de estas implementaciones.
- Este proyecto está dirigido al consumidor en la aeronave, para destinar el uso a la carga de batería en sus dispositivos móviles, en los cuales se contempla, laptops, smartphones, cámaras fotográficas, en general todos los dispositivos móviles que estos acarreen durante su viaje.
- Es un sistema en el cual se beneficia el consumidor, ya que los usuarios mantienen tiempos de carga más cortos en sus dispositivos al no utilizar energía con corriente directa DC, y utilizar el propio cargador del dispositivo a cargar en corriente alterna AC.

4.2. Recomendaciones.

- Se recomienda el correcto dimensionamiento de protecciones, así como de sus conductores, en función del escenario más crítico que se pueda presentar en el sistema propuesto.
- No sobrepasar los niveles de carga establecidos, ya que estos provocan la activación de las protecciones eléctricas y no se permitirá el paso de energía a los dispositivos.
- Anunciar al usuario (pasajeros), que la utilización es únicamente para el uso de recarga de dispositivos móviles, no se podrá utilizar equipos de alto impacto o consumo ya que este puede provocar daños al sistema como sobre corrientes y pérdidas de tensión(voltaje).

Bibliografía

- AE280.. *enel codensa*. Obtenido el (02 de Diciembre de 2009) de
http://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae280_conductor_neutro_acometidas_subterranas_baja_tension
- AREATECNOLOGIA. Obtenido el (12 de Marzo de 2018) de
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/intensidad-cortocircuito.html>
- Aviation, F. Obtenido el (04 de Noviembre de 2012) *Fisac Aviation*. Obtenido de
<http://www.fisacaviation.com/harness/arnes-aviones.html>
- Barros, P. Obtenido el (2001). De *Libros Maravillosos*.
<http://www.librosmaravillosos.com/lahistoriadelaaviacion/index.html>
- Burón, G. M. Obtenido el (01 de Junio de 2016). *UNIVERSIDAD DE VALLADOLID* de
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/18103/TFG-P-380.pdf;jsessionid=F6DF0C91A2EB62F42FB976BF41BBCEE7?sequence=1>
- Circular, A. Obtenido el (09 de Agosto de 1998). De *Federal Aviation Administration de*
https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_43.13-1b_w-chg1.pdf
- Dreamliner. Obtenido el (09 de Julio de 2013). *CESDA* de
<https://blog.cesda.com/2013/07/09/el-sistema-electrico-del-dreamliner-787>
- Edgar, R. S. Obtenido el (01 de Julio de 2018). *Conalep plantel Toluca* de
<https://sites.google.com/site/webquestjairo304/dispositivos-de-proteccion-contrasobre-corriente-y-corto-circuito>
- Gomez, R. Obtenido el (01 de Enero de 2020). *electro system* de
<https://electrosystem.com.py/claves-para-el-mantenimiento-de-instalaciones-electricas-basicas/>
- González, J. M. obtenido el (18 de Febrero de 2017). *Departamento Ingeniería Eléctrica* de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91465/fichero/Jos%C3%A9+Maria+Peral+tfg.pdf>
- Graw, M. obtenido el (s.f.). *Instalaciones eléctricas* de
<https://iie.fing.edu.uy/ense/asign/iiee/Documentos/Teorico/Sobrecorrientes.pdf>

- Loaiza, L. R. Obtenido el (01 de Enero de 2016). *UNIVERSIDAD CATÓLICA* de
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5410/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-75.pdf>
- Mayers, C. Obtenido el (03 de Julio de 2019). *CASAMAYERS* de
<https://www.casamyers.com.mx/blog/clasificacion-de-los-cables-electricos/>
- Perez, D. Obtenido el (5 de Marzo de 2017). *EL ESPAÑOL* de
https://www.lespanol.com/omicrofono/tecnologia/20170305/funciona-sistema-entretenimiento-vuelo-avion/198480539_0.html
- Power®, T. B. Obtenido el (17 de septiembre de 2019). *MidContinent* de
<https://www.mcico.com/resources/electrical/how-to-choose-the-right-aircraft-inverter>
- Prisma. Obtenido el (11 de Septiembre de 2013). *SectorElectricidad* de
<http://www.sectorelectricidad.com/5669/conductores-electricos-seleccion/>
- Prisma, E. Obtenido el (11 de Septiembre de 2013). *Sector Electricidad* de
<http://www.sectorelectricidad.com/5669/conductores-electricos-seleccion/>
- SAB BROCKSKES*. Obtenido el (01 de Enero de 2017) de <https://www.sab-cables.eu/productos/cables-y-conductores-para-las-mas-diversas-aplicaciones-industriales/cables-para-aviacion.html>
- Segura, P. C. Obtenido el (s.f.). *International Copper Association Mexico* de
<http://programacasasegura.org/mx/dispositivos-de-proteccion-contrasobrecorriente/>
- Torres, J. Obtenido el (01 de Enero de 2019). *lifeder.com* de
<https://www.lifeder.com/conductores-electricos/>
- Vecteezy* . Obtenido el (01 de Enero de 2017) de <https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/359530-equipo-de-proteccion-personal-ilustracion>

Anexos