



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

**TEMA: REHABILITACIÓN DE LAS LUCES EXTERIORES DE  
LA AERONAVE DASSAULT MIRAGE M50 UBICADO EN LA  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE EN EL  
CAMPUS DE BELISARIO QUEVEDO**

**AUTOR: SAENZ FALCON CARLOS ALEJANDRO**

**TUTORA: TLGA. MARITZA NAUÑAY**

**LATACUNGA**

**2016**



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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo titulado: **Rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50** ubicado en la **Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE** en el campus de **Belisario Quevedo**, realizado por: **SAENZ FALCON CARLOS ALEJANDRO**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

**Latacunga, 25 de Mayo del 2016**

-----  
**Tlga. Maritza Nauñay**

**DIRECTORA**



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

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

El proyecto de grado denominado: **Rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE en el campus de Belisario Quevedo**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

**Latacunga, 25 de Mayo del 2016**

-----  
Saenz Falcon Carlos Alejandro

C.I:050442121-5



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

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Saenz Falcon Carlos Alejandro**, autorizo a la Universidad de la Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución la tesis titulada: **Rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE en el campus de Belisario Quevedo**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Latacunga, 25 de Mayo del 2016**

-----  
Saenz Falcon Carlos Alejandro

C.I:050442121-5

## DEDICATORIA

A Dios, porque sé que cuento contigo y porque siempre pones en mi vida a personas buenas en las cuales puedo sentir tu presencia, a mis padres, porque gracias a su esfuerzo me han convertido en una persona de bien, íntegra y honesta, por educarme bajo los principios de nobleza y amor y nunca abandonarme en cada momento que siempre los he necesitado, a Pamela Segovia por ser mi apoyo y abrigo en los momentos más difíciles que he atravesado en la vida , y siempre brindarme su amor y cariño desinteresado , a la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE ,por haberme abierto sus puertas y permitirme educarme en sus aulas , así como a todos los docentes de mi carrera que estuvieron prestos a compartir sus conocimientos contribuyendo a mi desarrollo profesional , a mis amigos y compañeros que de una u otra manera han aportado al cumplimiento de mis objetivos.

*Carlos Saenz*

## AGRADECIMIENTO

La frase más humilde que puedo decir es que "**SIN DIOS NO SOY NADA**", pero la más poderosa es que "**CON ÉL LO PUEDO TODO**". Gracias Diosito porque hasta ahora todo ha salido como lo había planificado, porque sigo con mi familia unida y haz permitido que la misma me apoye en todas las etapas de mi vida profesional y porque a donde vayamos sé que siempre contaré con tu protección y con tu ayuda, darle las gracias eternas a mi abuelito Leonardo Saenz que desde el cielo me ilumina en cada caso firme que doy en la vida y junto contigo Dios mío permiten que no me rinda en cada meta y sueño que me propongo cumplir.

*Carlos Saenz*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiii
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación:.....	2
1.4 Objetivo general: .....	3
1.4.1Objetivos específicos:.....	3
1.5 Alcance:.....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Historia de la aeronave Dassault Mirage M50.....	4
2.2. Desarrollo de aeronave Dassault Mirage M50 .....	4
Especificaciones técnicas.....	5
2.3. Espacio aéreo ATIS.....	6

Espacio aéreo clase A.....	7
Espacio aéreo clase B.....	7
Espacio aéreo clase C .....	7
Espacio aéreo clase D .....	8
Espacio aéreo no controlado.....	8
Espacio aéreo clase E.....	8
Espacio aéreo clase G .....	8
2.4. Área RVSM .....	10
Beneficios del espacio aéreo RVSM .....	11
Equipos necesarios a bordo de una aeronave que vuela en RVSM .....	11
Pre-vuelo en el Aeronaves que vuelan en RVSM .....	12
Procedimientos Antes de la entrada del espacio aéreo RVSM .....	12
Procedimientos en ruta .....	12
Procedimientos durante el vuelo de contingencia .....	13
Fallo de comunicaciones .....	13
2.5. Iluminación de una Aeronave .....	14
Luces interiores .....	14
Luces exteriores .....	14
2.6. Luces rotativas o beacon.....	17
2.7. Luces de navegación.....	18
2.8. Luces de aterrizaje .....	21
2.9. Luces de rodaje o taxi light .....	22
Lámparas de giro para la iluminación en tierra.....	23
2.10. Luces estroboscópicas .....	24
2.11 Luces que deben ostentar las aeronaves.....	26
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>27</b>
3. DESARROLLO DEL TEMA .....	27



3.1. Preliminar .....	27
3.2. Situación actual de la aeronave Dassault Mirage M50.....	27
3.3. Herramientas y materiales utilizados.....	27
3.4. Procedimiento de sustitución e implementación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 .....	31
3.5. Análisis económico.....	54
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>58</b>
4.1. Conclusiones .....	58
5.1. Recomendaciones .....	59
6.1. Glosario de abreviaturas.....	60
7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	63

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de herramientas.....	27
Tabla 2: Listado de herramientas.....	29
Tabla 3: Recursos Humanos.....	54
Tabla 4: Costos Primarios.....	55
Tabla 5: Costos Secundarios.....	57
Tabla 6: Costo total del proyecto.....	57

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mirage 50EV con colores y matricula ecuatorianas .....	6
Figura 2: Tipos de espacios aéreos .....	9
Figura 3: Tipos de espacios aéreos .....	9
Figura 4: Tipos de espacios aéreos .....	10
Figura 5: Área RVSM.....	13
Figura 6: Control de luces exteriores .....	15
Figura 7: Paneles de control en cabina.....	16
Figura 8: Circuito eléctrico de la luz beacon .....	17
Figura 9: Luz beacon giratoria .....	18
Figura 10: Esquema de luces de navegación .....	19
Figura 11: Luces de navegación .....	20
Figura 12: Luces de navegación y su identificación.....	20
Figura 13: Luces de aterrizaje.....	21
Figura 14: Luces de rodaje .....	22
Figura 15: Luces de rodaje .....	23
Figura 16: Luz y unidad de potencia de lámpara estroboscópica .....	25
Figura 17: Luces de las aeronaves .....	26
Figura 18: Panel de acceso de las luces de navegación .....	32
Figura 19: Ruteado del nuevo arnés eléctrico .....	33
Figura 20: Instalación de los focos led G9- 2.4 W ,120-127 V .....	34
Figura 21: Pruebas operacionales del sistema .....	34
Figura 22: Conexión del cableado eléctrico del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V .....	36
Figura 23: Introducción del Dicroico Halógeno .....	36
Figura 24: Sellado del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V .....	37
Figura 25: Montaje y pintado de las bases del Head Lamp Unit Neo .....	38
Figura 26: Instalación del Head Lamp Unit Neo.....	38
Figura 27: Pruebas operacionales del sistema .....	39
Figura 28: Apertura del panel de acceso de las luces del estabilizador vertical .....	40
Figura 29: Ruteado del nuevo arnés eléctrico de las luces del estabilizador vertical .....	41

Figura 30: Instalación de los focos led G9- 2.4 W ,120-127 V en el estabilizador vertical .....	42
Figura 31: Pruebas operacionales del sistema .....	42
Figura 32: Apertura del panel de acceso a la luz estroboscópica .....	43
Figura 33: Ruteado del nuevo arnés eléctrico de la luz estroboscópica .....	44
Figura 34: Instalación de la Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V .....	45
Figura 35: Pruebas operacionales del sistema .....	46
Figura 36: Apertura del panel de las computadoras de vuelo .....	47
Figura 37: Ruteado del arnés eléctrico .....	47
Figura 38: Instalación del Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul .....	48
Figura 39: Pruebas operacionales del sistema .....	49
Figura 40: Ubicación de los reflectores Halogeno 500W-120V .....	50
Figura 41: Ruteado del cableado eléctrico de los reflectores .....	51
Figura 42: Colocación de canaletas Dexson lisa marfil 20x12 C/A .....	51
Figura 43: Pruebas operacionales del sistema .....	52
Figura 44: Diagrama eléctrico .....	53

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra los procesos descriptivos y secuenciales para llevar a cabo una **navegación** segura y también cumpliendo con las **reglas** y **normativas** establecidas por las Autoridades Aeronáuticas Civiles del mundo, las luces de navegación son una fuente de luz coloreada usadas en aviones, naves espaciales, o buques marítimos, utilizadas para señalar una posición, el rumbo, y el estado.

El tema que desarrolla este escrito científico, parte de la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad y operatividad de las aeronaves en sus fases de vuelo; mismo que en los últimos años promulga un crecimiento exitoso en el ámbito de la seguridad. Las Autoridades Aeronáuticas Civiles del mundo ha invertido en la evolución de la **seguridad** aérea al saber de su importancia para transporte de carga, y el incremento del transporte de pasajeros; esto obliga a todas las aeronaves, a un fortalecimiento técnico factible.

Desarrollando e implementando el presente trabajo de investigación fomentaremos una ayuda **académica** y practica a los estudiantes de la institución, mejorando sus procesos de aprendizaje y desarrollo, que luego de registrarla dentro de este documento quedará como una memoria técnica para futuras generaciones que contemplen el estudio de la seguridad aérea, con condiciones similares a la que se desarrolla en el ámbito aeronáutico y en la navegación aérea.

- **NAVEGACIÓN**
- **ACADÉMICA**
- **NORMATIVAS**
- **REGLAS**
- **SEGURIDAD**

## ABSTRACT

This research shows the descriptive and sequential processes to perform a safe **navigation** complying with the **rules** and **regulations** established by Civil World Aviation Authorities of the world. The navigation lights are a source of colored light used in aircraft, space ships or sea-going vessels used to indicate a position, course, and the state.

The topic that develops this scientific writing has the necessity to improve the security and operation of aircraft in flight phases which in recent years enacted a successful growth in the field of security. The Civil Aviation Authorities of the world has invested in the development of aviation **safety** knowing it's importance for freight transport and passenger transport increased. This requires all aircraft, a feasible technical strengthening.

Developing and implementing this research it will encourage **academic** and practical help to students of the institution, improving their learning and development which after registering, this document will be a technical memory for future generations to provide the study of air safety with similar conditions to develop in the aeronautics and air navigation.

### **Keywords:**

- Navigation
- Academic
- Regulations
- Rules
- Security

---

**LCDO.DIEGO GRANJA**

**JEFE SECC. DPTO. LENGUAS U.G.T**

# CAPÍTULO I

## TEMA

### **Rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE en el campus de Belisario Quevedo.**

#### **1.1 Antecedentes**

Los sistemas de iluminación de las aeronaves proporcionan su uso tanto exterior como interiormente. Las luces exteriores brindan la iluminación para las operaciones tales como el aterrizaje en la noche, la inspección de las condiciones de formación de hielo, y la seguridad de anticolidión en vuelo de las aeronaves.

Las luces exteriores de una aeronave que vuela sin visibilidad en la noche son muy importantes, ya que ayudan a fomentar la seguridad en vuelo, por tal razón es de vital importancia el estudio de dicho tema para un técnico aeronáutico al momento de realizar tareas de mantenimiento.

La comunicación visual es indispensable en la aviación, tanto entre aeronaves, y/o personal en tierra, por tanto desde que un avión está en rampa podemos saber con solo verlo y sin escucharlo si está apagado o encendido, si está dispuesto a salir próximamente y cuál es su estado operacional, todo esto solo con observar su iluminación externa.

Toda aeronave habilitada para realizar vuelos IFR debe contar sin excepción de una serie de luces en su exterior reglamentadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO por sus siglas en inglés) y las cuales no son al azar, cuentan pues cada una con un significado específico de acuerdo al momento y al tipo de maniobra que esté realizando una aeronave.

En toda aeronave, bien sea avión o helicóptero, en su exterior contará con 5 juegos de luces distintos que son: las de Navegación, Beacon, Taxi, Landing, Estroboscópicas, estas luces estarán siempre visibles en toda etapa de vuelo de la aeronave pero su uso no es obligatorio de día. Sin embargo es común tenerlas encendidas todo el tiempo según las reglas y normativas establecidas por las Autoridades Aeronáuticas de cada país donde se realicen las operaciones de las aeronaves. Además, si nos encontramos en un aeropuerto internacional, las luces de navegación deberían estar prendidas todo el tiempo, inclusive cuando la aeronave se encuentra en plataforma.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La inoperatividad de las luces exteriores de la aeronave conlleva una serie de inconvenientes académicos y técnicos hacia los estudiantes de la especialidad al no encontrarse operativas, con la creación de dicho proyecto se aportarán al desarrollo de los estudiantes ayudando a fomentar los temas de estudio de una manera más didáctica.

Al no fomentarse dicha propuesta presentada en esta investigación, lamentablemente no se podrán solventar las debilidades de enseñanza práctica que se deberían fortalecer en la formación de los futuros técnicos, así mismo con la elaboración del proyecto expuesto se aprovechará la ventaja de que puedan mejorar sus conocimientos y habilidades técnicas.

## **1.3 Justificación:**

Rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el campus de Belisario Quevedo, tendría como beneficio el desarrollo práctico de los estudiantes, mayor capacidad de conocimientos y destrezas que a futuro permitiría una mejor aceptación por parte de las empresas al momento de ingresar al mundo laboral.

La rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave contribuiría al desarrollo académico de todos los estudiantes y una mejor impartición de las



cátedras técnicas por parte de los docentes de Mecánica Aeronáutica, fortaleciendo el prestigio de la institución.

El cumplimiento del proyecto ayudaría al desarrollo académico de la institución, la cual contaría con un simulador de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 acorde con la documentación técnica exigida por la Autoridad Aeronáutica Civil.

#### **1.4 Objetivo general:**

Rehabilitar las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicada en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en el campus de Belisario Quevedo, contribuyendo a la formación técnica y académica de los estudiantes, mediante el cumplimiento de las regulaciones exigidas por la Autoridad Aeronáutica vigentes en las partes 43 y 91.

##### **1.4.1 Objetivos específicos:**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la aeronave, donde se va a llevar a cabo el cumplimiento del proyecto.
- Indagar mediante fuentes bibliográficas el funcionamiento y ubicación de las luces exteriores de la aeronave, para su rehabilitación.
- Elaborar el proyecto de luces exteriores de la aeronave bajo los requerimientos establecidos mediante la investigación realizada.

#### **1.5 Alcance:**

El presente proyecto está dirigido a todos los estudiantes y docentes de la carrera de Mecánica Aeronáutica, para facilitar su aprendizaje y para desarrollar un mejor método de enseñanza; a la vez, fortalecer a la institución con un mayor número de trabajos técnicos que tendrán como objetivo brindar la excelencia académica.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Historia de la aeronave Dassault Mirage M50**

A finales de los años ochenta se tomó la decisión de la modernización total de los Mirage venezolanos para la conversión de los tipos III EV y 5 V al más avanzado Mirage 50, con nuevos sistemas de navegación, control de tiro y ataque, así como también, cambios en la aerodinámica y la planta motriz.

Al avión se le agregaron unas nuevas aletas canard's justo detrás de la cabina, mejorando con estas, las prestaciones de maniobrabilidad de la aeronave a alta y baja velocidad. Por otra parte, el motor fue cambiado por el ATAR 9K-50, siendo este una versión más potente en comparación con la antigua planta motriz, con la ventaja adicional de menor consumo de combustible. Como nuevo aditamento, los Mirage poseen una sonda de reabastecimiento de combustible, lo que les confiere una mayor capacidad de vuelo.

Al mismo tiempo, fueron puestos al día los sistemas de iluminación nocturna y de transmisión de datos, además, cuenta al igual que el F-16 el sistema de comando HOTAS, mano en el acelerador y en la palanca de mando, permitiendo en combinación con un nuevo monitor de información sobre la cabina HUD que el piloto maniobre y elija las armas, más indicadas para el combate, sin dejar de prestar atención al objetivo. Se le incorporó el radar CSF Cyrano IV (utilizado por el Mirage F-1) de mayores prestaciones, en comparación con el Cyrano IIB y también sistemas para ECM o guerra electrónica.

#### **2.2. Desarrollo de aeronave Dassault Mirage M50**

Con la modernización, se incorporó varias armas para Mirage 50V. Entre ellas se encuentran el misil anti buque Aérospatiale AM.39 Exocet, los

Matra R.550 Magic II (reemplazando los veteranos AIM-9B Sidewinder), bombas anti-pistas Matra Durandal y Brandt BAP-100, bombas de caída libre SAMP, de 400kg y bombas anti-blindados Brandt BAT-120. Estas armas se unieron a las clásicas bombas de caída libre Mk.82 de 227 Kg, y los lanzacohetes Matra JL-100R, con cohetes SNEB, de 68mm utilizados en las versiones anteriores de Mirage.

Durante lo tiempo de la modernización, la operatividad del Grupo de Caza No.11 se vio seriamente afectada, ya que solo permanecían cuatro Mirage en servicio mientras que el resto se encontraba en Francia. Se estableció un programa de entregas en tres fases, donde los primeros y los últimos correspondieron a los Mirage IIIEV y 5V ya existentes, en tanto que los del medio fueron los de nueva fabricación.

Para misiones aire-aire, el Mirage 50 se arma con misiles Magic 2 de guía infrarroja y de su cañón DEFA de 30mm. Además del radar y equipos electrónicos para la detección, seguimiento del objetivo y guía de armas.

Para misiones contra objetivos terrestres, el Mirage 50 puede ser cargado hasta con 4400 Kg de armamento que incluyen bombas clásicas de 125, 250 y 500 kg, bombas de racimo y anti pista, bombas guiadas por láser, cohetes y misiles.

En misiones anti buque, el Mirage 50 sirve de plataforma para el lanzamiento de misiles anti buque Exocet siendo el único sistema en la FAV con esa capacidad.

### **Especificaciones técnicas**

**Dimensiones:** Longitud: 15,56m, Envergadura: 8,22m, Altura: 4,59m.

**Pesos: Vacío:** 7.050 Kg, Máximo al despegue: 13.500 Kg.

**Planta Motriz:** SNECMA ATAR 9K-50 de 7.200kg de empuje con posquemador.

**Prestaciones:** Velocidad máxima: Mach 2.2 a 12.000m; Autonomía: a gran altura, con dos bombas y depósitos auxiliares de combustible: 1.200 Km. En configuración limpia (sin armamento): 1.909 Km. Alcance de traslado (ferry), con depósitos auxiliares de combustible: 4.000 Km. Techo: 18.288m.

**Aviónica:** Radar Thompson-CSF Cyrano IVM3, RWR Thompson-CSF Sherlock, INS Sagem Uliss 81, HUD Thompson-CSF VE-110C, Computador abordo Crouzet 73, HOTAS, IFF, TACAN, ILS, UHF/VHF, etc.

**Armamento:** Dos cañones DEFA 552A de 30mm, con 125 proyectiles por arma, misiles aire aire Magic 2, misiles anti-buques AM-39 Exocet, bombas anti-pistas Durandal II y BAP-100, bombas de caída libre SAMP de 400 Kg. y Mk.82 de 227 Kg., bombas anti-blindados BAT-120, bombas de practica BDU-33 y lanzacohetes JL-100R de 68mm.



**Figura 1** Mirage 50EV con colores y matricula ecuatorianas

**Fuente:** (Delso E. López L .Taringa. 2011)

### 2.3. Espacio aéreo ATIS

Es la porción de la atmósfera terrestre, sobre tierra o agua, que está regulada por un país en particular y de acuerdo al tipo de operaciones que alberga, el nivel de seguridad y el movimiento de aviones, se puede hablar de distintos espacios aéreos.

La Organización de Aviación Civil Internacional divide el espacio aéreo en siete partes, nombradas con una letra:

### **Espacio aéreo clase A**

Generalmente espacio aéreo entre FL195 y FL060. Todas las personas deberán operar su aeronave bajo condiciones IFR. El espacio aéreo clase A no está especificado en las cartas de navegación.

### **Espacio aéreo clase B**

Es normalmente el espacio aéreo que va desde la superficie hasta FL100 o 10,000' (AGL) alrededor de terminales internacionales muy congestionados. La configuración de cada espacio aéreo de categoría B es seleccionada individualmente para cada aeropuerto y consiste en un área de superficie y otras 2 capas en el espacio. Las condiciones de cada espacio aéreo son: tener buen clima, que no haya complicaciones de ningún tipo y que tampoco haya mal tiempo para que cada uno de los vuelos internacionales llegue bien y con buenas condiciones para el ascenso de cada vuelo y ostentar un mayor beneficio tanto en el espacio aéreo como un buen clima.

### **Espacio aéreo clase C**

Espacio aéreo que se eleva desde la superficie hasta 4,000' sobre el terreno (AGL), alrededor de los aeropuertos que cuentan con una torre de control y con un servicio de control de aproximación por radar, con un cierto número de operaciones IFR. Cada operación de las torres de control advierte por radar el acercamiento del aterrizaje de cada vuelo internacional y que los radares afirman que la elevación se debe desde una superficie no tan elevada y tener un buen terreno para confirmar a la torre de control que el espacio aéreo tiene buena temperatura como buen terreno para obstaculizar mayores llegadas y aterrizajes de cada vuelo internacional.

## **Espacio aéreo clase D**

Espacio aéreo que va desde la superficie a 2,500' sobre el terreno (AGL) alrededor de aquellos aeropuertos que tienen una torre de control operacional. En las operaciones, cada torre de control opera cada espacio aéreo que va desde la superficie a 2,500 y puede cambiar a 2,300 sobre un terreno plano y cómodo donde la operación de cada torre de control sea bien específica para cada vuelo internacional que llegue y salga de cada aeropuerto y que ese espacio aéreo configure su superficie en base al terreno y así poder controlar el estudio de cada radar obteniendo un mejor uso de su espacio.

## **Espacio aéreo no controlado**

### **Espacio aéreo clase E**

Es todo aquel que no es ni clase A, B, C, o D, pero que está controlado, incluye aerovías. Las clases A, B, C, o D, tienen la misma configuración de tener sus operaciones respectivamente para todos los vuelos internacionales que, tienen ese tipo de sistema que va controlado por cada torre de control configurando el movimiento de cada vuelo que llega y sale de cada aeropuerto y tomando en cuenta que todo aquel tipo de sistemas con cada letra de primera clase sea de buen control y formando cada aerovía de cualquier forma obteniendo un buen uso como cada aerovía internacional.

### **Espacio aéreo clase G**

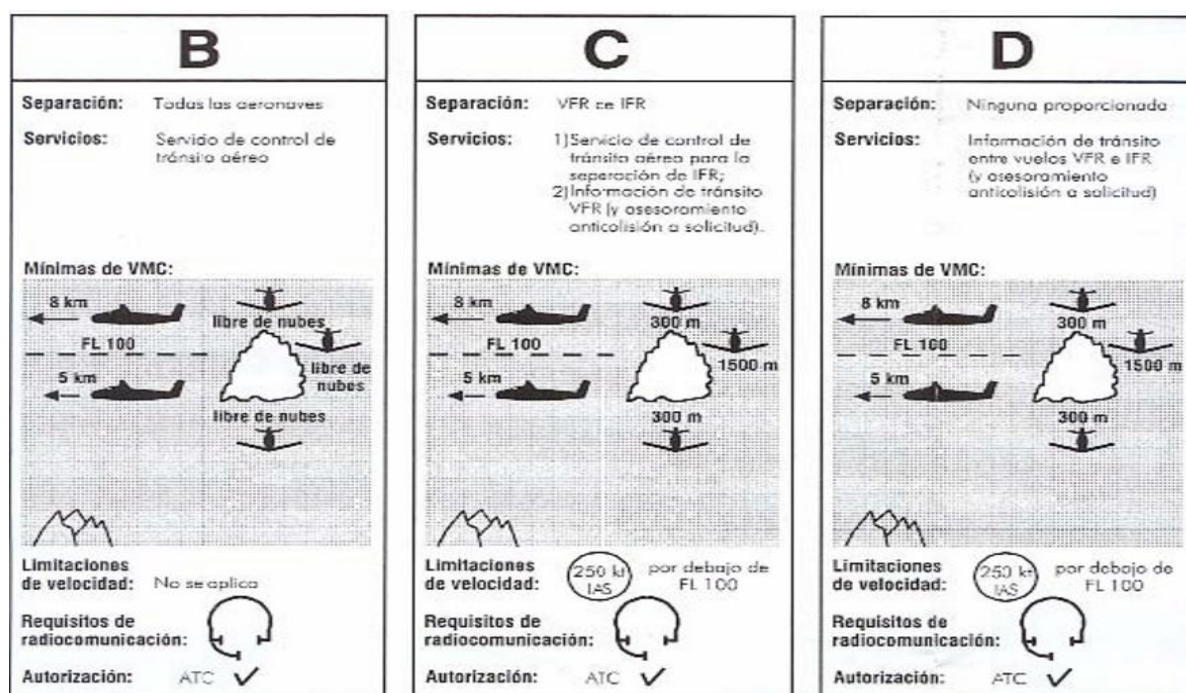
Es todo aquel espacio aéreo que no es clase A, B, C, D, o E y que NO es controlado por un ATC.

Clase	Tipo de vuelo	Servicios proporcionados			Sujeto a contacto de radio con el ATC	Sujeto a separación de ATC	Estado de vuelo
		Control	Información	Alerta			
<b>A</b>	IFR solo	sí – solo separación	sí	sí	sí	sí	controlado
<b>B</b>	IFR	sí – solo separación	sí	sí	sí	sí	controlado
	VFR	sí – solo separación	sí	sí	sí	sí	controlado
<b>C</b>	IFR	sí – solo separación	sí	sí	sí	sí	controlado
	VFR	sí - separación en IFR Inf. de tráfico en VFR	sí	sí	sí	sí	controlado
<b>D</b>	IFR	sí - separación en IFR Inf. de tráfico en VFR	sí	sí	sí	sí	controlado
	VFR	Inf. de tráfico	sí	sí	sí	sí	controlado
<b>E</b>	IFR	Separación en IFR Nada en VFR <sup>(1)</sup>	sí	sí	sí	sí	controlado
	VFR	no <sup>(1)</sup>	sí	sí	no	no	No-controlado
<b>F</b>	IFR	no <sup>(2)</sup>	sí <sup>(3)</sup>	sí	sí	no	No-controlado
	VFR	no	sí	sí	no	no	No-controlado
<b>G</b>	IFR	no	sí	sí	sí	no	No-controlado
	VFR	no	sí	sí	no	no	No-controlado

(1) Información de tráfico IFR/VFR o VFR/VFR.  
(2) Separación IFR/IFR.  
(3) Servicio de aviso de tráfico aéreo

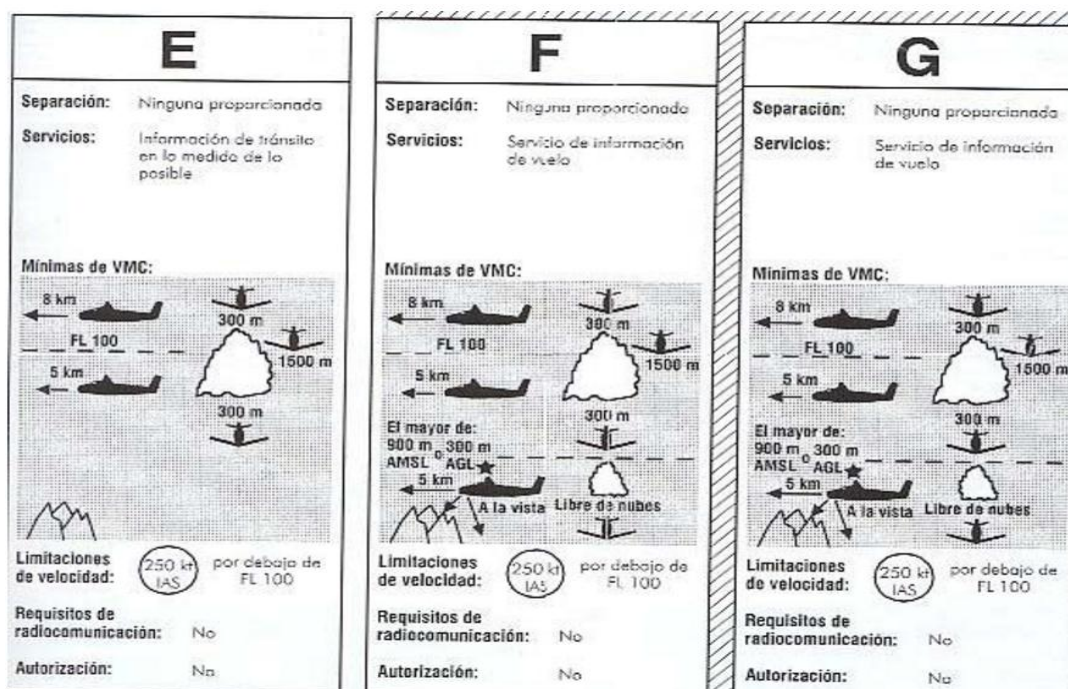
**Figura 2** Tipos de espacios aéreos

**Fuente:** (Organización de Aviación Civil Internacional, 2002)



**Figura 3** Tipos de espacios aéreos

**Fuente:** (Organización de Aviación Civil Internacional, 2002)



**Figura 4** Tipos de espacios aéreos

**Fuente:** (Organización de Aviación Civil Internacional, 2002)

## 2.4. Área RVSM

El programa de implantación de la separación vertical mínima reducida (RVSM) fue establecido para suministrar capacidad adicional en el espacio aéreo y mejoras en la performance operacional de los usuarios. La RVSM tiene como objetivo principal asegurar la implantación de la separación de 1000 pies entre los FL 290 y FL 410 entre aeronaves debidamente equipadas y aprobadas. Esos 6 niveles de vuelo adicionales en las altitudes más utilizadas les permitirán a los usuarios volar en o cerca de los niveles óptimos de vuelo con la consecuente disminución en el consumo de combustible y costos operativos e incrementar la capacidad del sistema de rutas ATS de la región.

El espacio aéreo RVSM es un espacio aéreo calificado como especial; el explotador y el avión utilizado por dicho explotador deben ser aprobados por la AAC. El control de tránsito aéreo alerta a los explotadores RVSM proporcionando información de planificación de ruta.



El proceso de cambiar de forma segura la norma de separación requiere un estudio para evaluar el rendimiento real de los usuarios del espacio aéreo bajo la norma de separación vertical antiguo de 2000 pies y el rendimiento potencial bajo la nueva norma de 1000 pies. En 1988, la Revista de la OACI del concepto general del panel de separación (RGCSP) completó este estudio y llegó a la conclusión de que la aplicación segura de la norma de separación de 1000 pies era técnicamente factible. RVSM se aplicó de inmediato y **hoy RVSM representa un estándar global para 1000 pies de separación vertical.**

### **Beneficios del espacio aéreo RVSM**

El espacio aéreo RVSM proporciona beneficios significativos en términos de economía y capacidad del espacio aéreo en ruta. La reducción de la separación vertical estándar de 2.000 pies / 600 metros a 1.000 pies / 300 metros entre aeronaves que se está volando en FL290 FL410 a través añade seis nuevos niveles de vuelo:

FL 300, FL 320, FL 340, FL 360, FL 380 y FL 400.

### **Equipos necesarios a bordo de una aeronave que vuela en RVSM**

- ✓ Sistemas independientes de medición de altitud.
- ✓ Un radar transpondedor secundario de vigilancia.
- ✓ Sistema de notificación de altitud que se puede conectar al sistema de medición de altitud en uso para mantener la altitud.
- ✓ Un sistema de alerta de altitud.
- ✓ Un sistema de control automático de altura.

MASPS requiere que los sistemas de altimetría tienen una error máximo de 80 pies / 25 metros y que el sistema de control automático de altitud.

### **Pre-vuelo en el Aeronaves que vuelan en RVSM**

- ✓ Registros de mantenimiento que garanticen disponibilidad / mantenimiento de equipos relacionados con la RVSM.
- ✓ Compruebe los sistemas de la MEL necesarios para la operación.
- ✓ Durante la inspección externa, compruebe puertos estáticos y condición del fuselaje alrededor de las fuentes estáticas.
- ✓ Comparación de altímetros para saber la elevación del terreno (la diferencia no deberá exceder los límites especificados <75 ft).
- ✓ Antes del despegue asegurarse que los equipos de RVSM estén operativos.

### **Procedimientos Antes de la entrada del espacio aéreo RVSM**

El siguiente equipo debe estar funcionando normalmente:

- ✓ Dos sistemas de medición de altitud primaria.
- ✓ Un sistema de control automático de altura.
- ✓ Un dispositivo de alerta de altitud.
- ✓ Transpondedor operativo.

Si alguno de estos equipos fallarían antes de que la aeronave entrar en el espacio aéreo RVSM, el piloto debería:

- Solicitar una nueva autorización con el fin de evitar la obstrucción en este el espacio aéreo.
- Seguir los procedimientos de contingencia establecidos.

### **Procedimientos en ruta**

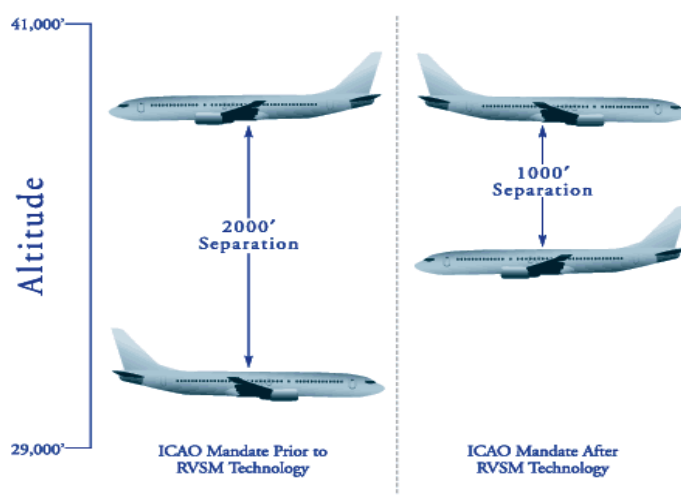
- ✓ En vuelo crucero, es esencial que la aeronave vuele a el nivel de vuelo autorizado (CFL).
- ✓ Tenerse especial cuidado en garantizar que las órdenes del ATC se hayan comprendido y cumplido.
- ✓ Excepto en el caso de una emergencia, el avión no debe salir intencionalmente del CFL sin autorización del ATC.

## Procedimientos durante el vuelo de contingencia

- ✓ El piloto informará al ATC tan pronto como sea posible de cualquier circunstancia en las que la navegación vertical no se puede mantener.
- ✓ Suspensión del RVSM se refiere a una interrupción del uso de una separación vertical mínima de 1 000 pies entre aeronaves con aprobación RVSM que operan en el espacio aéreo RVSM.
- ✓ Una separación vertical mínima de 2 000 pies será aplicada entre todas las aeronaves que operan en la porción del espacio aéreo RVSM donde ha sido suspendido, sin importar el estado de aprobación RVSM de la aeronave.

## Fallo de comunicaciones

Los procedimientos de la OACI especifica que la aplicable separación vertical mínima entre una aeronave que experimente un fallo de comunicación durante el vuelo y cualquier otra aeronave en donde las dos aeronaves operando dentro del espacio aéreo RVSM, será de 2 000 pies, a menos que una existe separación horizontal mínima apropiada.



**Figura 5** Área RVSM

**Fuente:** Organización de Aviación Civil Internacional

## 2.5. Iluminación de una Aeronave

El sistema de iluminación de una aeronave cumple dos funciones principales; iluminación exterior e iluminación interior.

Las luces, tanto las obligatorias como las opcionales que llevan las aeronaves para su señalización en tierra y el vuelo, son establecidas de la siguiente manera:

**Luces interiores:** zonas de carga, descarga de bodegas, servicios de combustible, en el compartimiento de vuelo que incluyen los distintos circuitos de luces para la iluminación general, iluminación para los sistemas de advertencia y precaución, luces en el pasillo de la aeronave y en la puerta de entrada y salidas de emergencia.

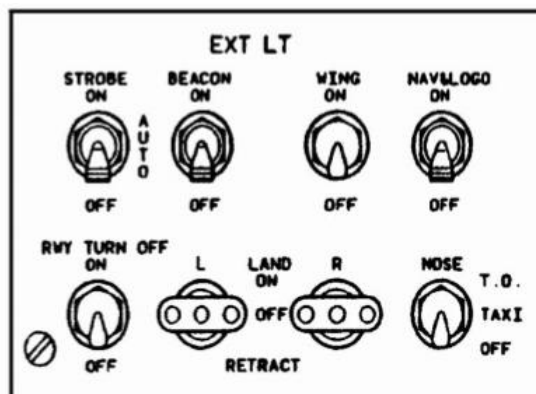
### ✓ Iluminación de instrumentos

La solución para iluminar los instrumentos son variada, la iluminación general emplea luces roja y blancas, con paneles reflectores que distribuyen el flujo luminoso sobre el tablero. También suele iluminarse cada instrumento en particular con luces rojas o fluorescentes.

### ✓ Luces de cabina y de pasillos

Estas zonas se iluminan con lámparas incandescentes ubicadas en el techo del avión o a los costados. Además del alumbrado reglamentario se emplean unidades de iluminación consistentes y lámparas incandescentes con reflectores.

**Luces exteriores:** de navegación, las de anticolisión o para la iluminación de partes de la misma aeronave, zonas por las que habrá que circular en tierra, todas las luces exteriores son controladas desde los correspondientes paneles en la cabina de mandos, del que se presenta un ejemplo en la siguiente figura:



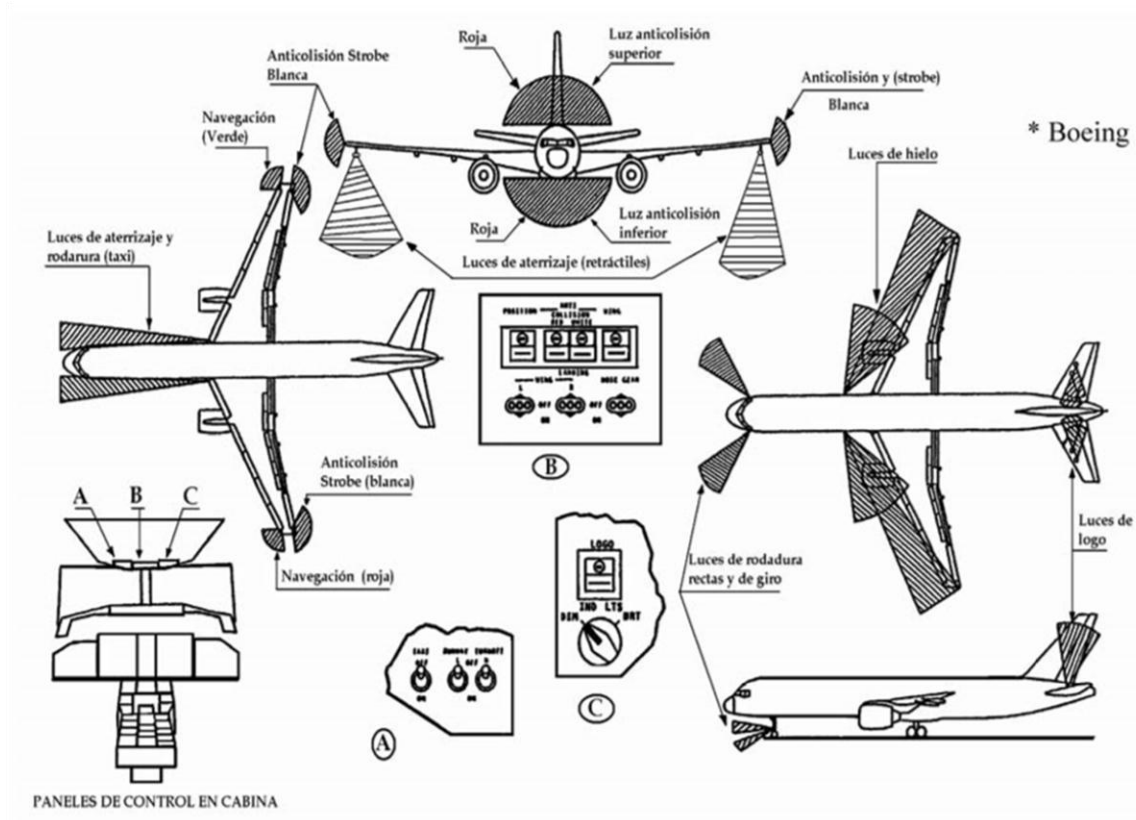
**Figura 6** Control de luces exteriores

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

La utilización de las luces en las diferentes fases del vuelo depende de la legislación en vigor en cada momento, así como las opcionales que estarán a voluntad del piloto. Generalmente y tomando como referencia la norma de dividir el vuelo en diez fases, las luces se activarán de la forma siguiente.

- ✓ **La anticollisión:** se deben encender en la fase uno, antes de arrancar el primer motor, se vaya a volar o a efectuar rodaje de pruebas sea de día o de noche, y se apagarán al final de la fase nueva, ya con la aeronave parada.
- ✓ **Las Strobes:** se encenderán al final de la fase dos, al salir de la posición de aparcamiento hacia el vuelo, y apagarse durante la fase nueva al llegar al aparcamiento. Las de navegación por el día no son obligatorias, pero por la noche se deben poner y quitar al mismo tiempo que las de anticollisión.
- ✓ **Las de aterrizaje:** se encenderán durante la fase tres, momentos antes de orientarse a la pista de despegue, y se apagarán durante la fase cinco, volviendo a encenderse durante la fase siete hasta que en la fase nueve se abandonan la pista de aterrizaje.
- ✓ **Las luces de rodadura o (Taxi):** se encenderán al principio de la fase tres y se apagarán cuando las de aterrizaje, volviendo a encenderse durante la fase siete hasta llegar al aparcamiento al final de la fase nueve.

- ✓ **Las luces de hielo:** se encienden y apagan a la vez que las de rodadura y durante el vuelo a voluntad del piloto.
- ✓ **Las de logo:** generalmente se encienden al mismo tiempo que las de navegación, en muchas aeronaves el mando de control es el mismo, en otras el encendido es automático y también el apagado. En la figura siguiente se presentan unos ejemplos de clases de luces exteriores y situación de los paneles de control.



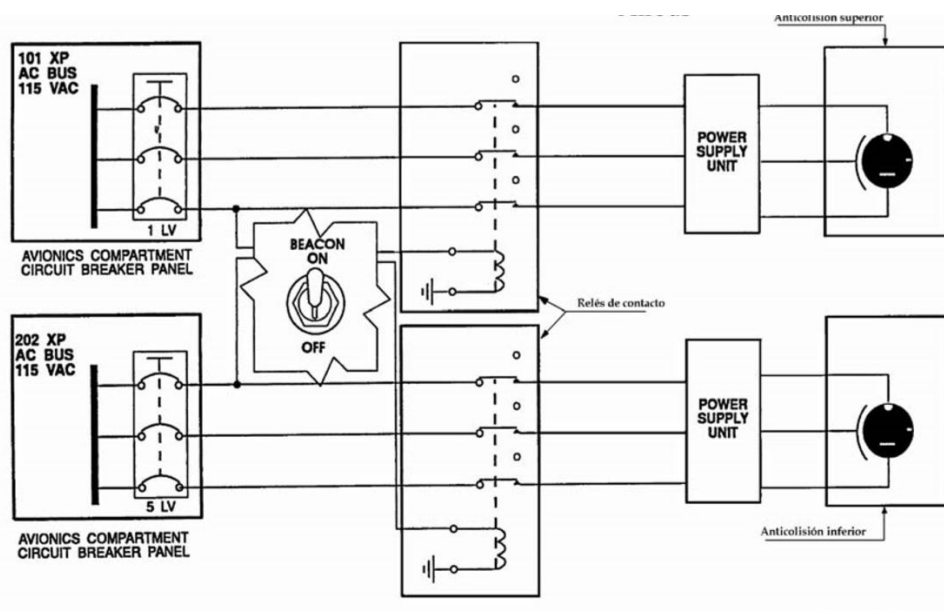
**Figura 7** Paneles de control en cabina

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

## 2.6. Luces rotativas o beacon

Son las luces rojas parpadeantes o rotativas que se encuentran en la parte de arriba y/o debajo de la parte del fuselaje. Se deben usar desde el momento del remolque o desde el momento de encender el primer motor hasta el apagado de todos los motores. Estas luces advierten en tierra de que los motores serán puestos en marcha o que los mismos se encuentran en marcha.

Los sistemas de luces anticolisión son todos muy similares en cuanto a arquitectura, desde las barras de alterna de 115 V AC, pasa a los relés de contacto cuya alimentación pasa a través del mando en la cabina, al poner este en la posición de ON se alimentan los relés, activan los contactos y se alimentan las unidades de potencia y los circuitos que convierten la corriente en continua para las lámparas y los circuitos de disparo, que la alimenta a un régimen de unos 60 destellos por minuto, más menos diez.



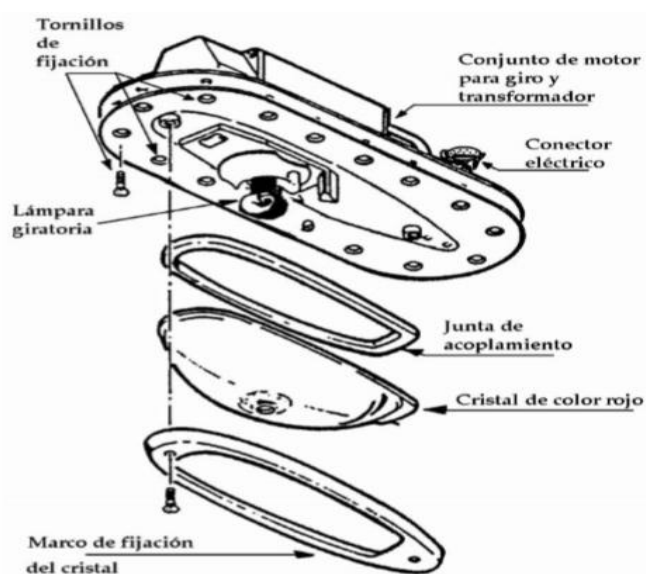
**Figura 8** Circuito eléctrico de la luz beacon

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

Aunque con la aplicación de los circuitos electrónicos de disparo para los destellos han quedado prácticamente en desuso los conjuntos de lámpara giratoria, existen gran cantidad de aeronaves que llevan instalado

este sistema, que no es otro que un motor monofásico que se energiza a la vez que las lámparas y que por medio de una caja de engranajes y unas levas hace girar el soporte de la lámpara 360° en unos casos, y en otros modelos solo gira 180° en un sentido y a partir de aquí vuelve a girar otros 180° en sentido contrario, y así sucesivamente, pero suelen tener dos lámparas.

La lámpara es del tipo reflector incorporado, con lo que el resultado es que se aprecia un barrido de haz de luz intermitente que permite ver una aeronave a una distancia de garantía. En la figura siguiente se presenta un ejemplo de conjunto de luz anticollisión, con una lámpara giratoria de reflector incorporado, cristal de cobertura de color rojo y el marco de sujeción; el conjunto va fijado al fuselaje mediante tornillos.



**Figura 9** Luz beacon giratoria

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

## 2.7. Luces de navegación

Las luces de navegación/posición indican la posición relativa del avión. Siguen un esquema semejante a las luces de navegación utilizadas en buques, es decir una luz roja situada a la izquierda y una verde a la

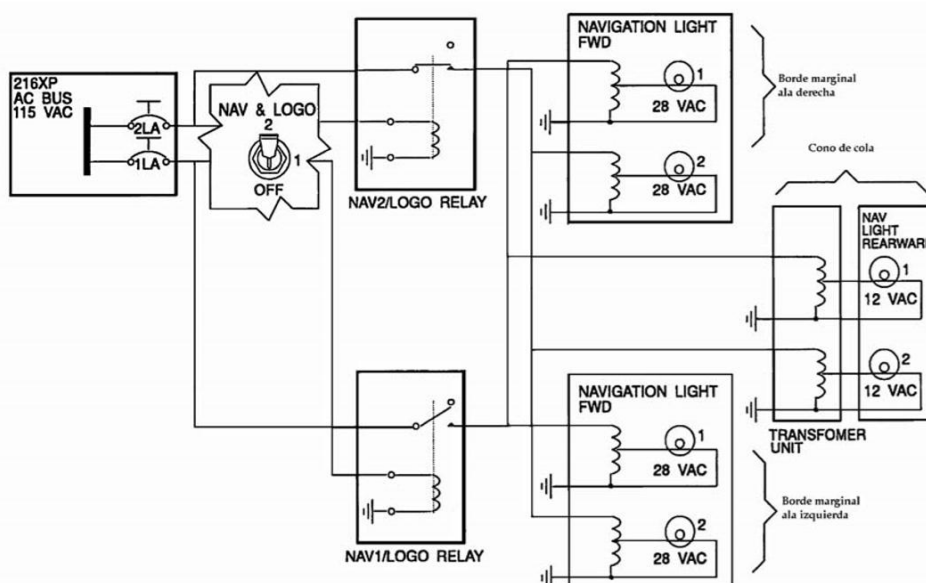


derecha, en sentido avante, más una blanca en la cola. Ambas, roja y verde, cubren un arco de 110 °.

Desde tierra o desde otro avión y simplemente observando estas luces, se puede determinar la posición del avión con respecto a nosotros.

Las luces de navegación proporcionan una indicación visual externa de la posición de la aeronave y de la dirección de la misma. Constan de una luz frontal delantera que va instalada en el extremo del borde marginal de cada ala, de color rojo en el ala izquierda y verde en el ala derecha, y una luz en la cola de color blanco, generalmente en el extremo del fuselaje.

La alimentación eléctrica se hace desde las barras correspondientes y a través del interruptor, relés y transformadores se encenderán las luces; en la figura siguiente se presenta un ejemplo de circuito de luces de navegación.

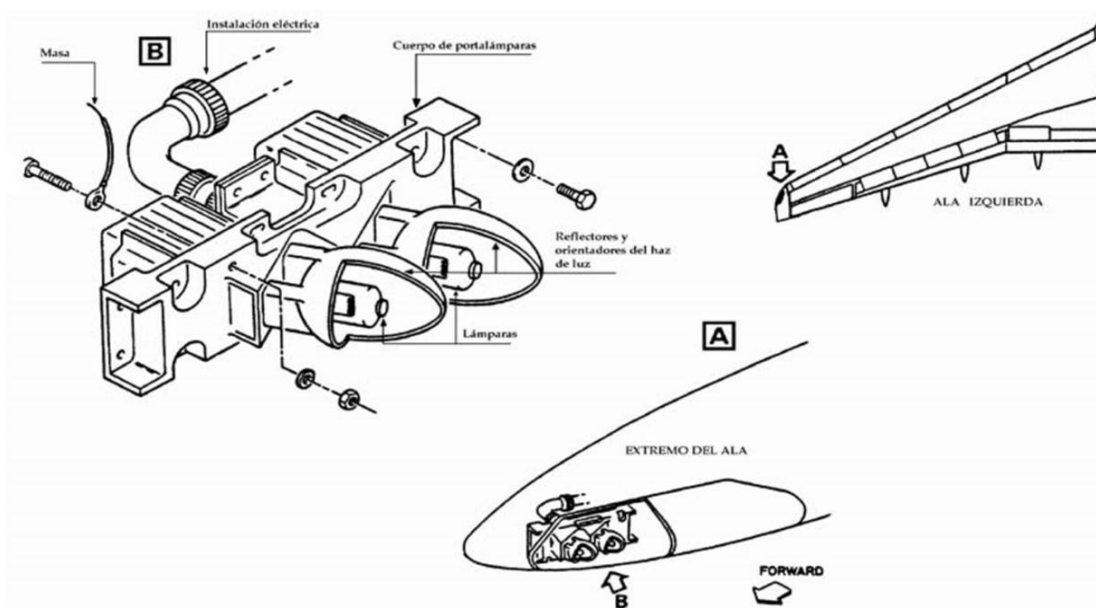


**Figura 10** Esquema de luces de navegación

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

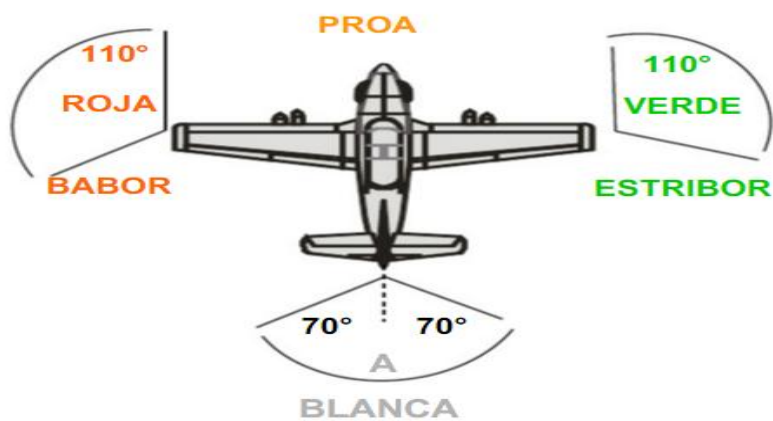
En cuanto a las formas, fijación a la estructura del ala y acceso a las lámparas, cada aeronave tiene la suya propia, si bien todas son similares, están bien detalladas en el manual, tanto las formas de acceso como las precauciones que se deberán respetar para manipular las lámparas, etc. En

la figura siguiente se presenta un ejemplo de la instalación de las luces de navegación de un ala de una aeronave A-320 de Airbus.



**Figura 11** Luces de navegación

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)



**Figura 12** Luces de navegación y su identificación

**Fuente:** (Andrés Felipe Ruiz, 2013)

## 2.8. Luces de aterrizaje

Son las luces más potentes en la aeronave. Son principalmente utilizadas para evitar colisiones y para ser divisados en el aire por otras aeronaves. Normalmente las luces de aterrizaje son entre dos a cuatro, dependiendo del tipo de aeronave. También existen dos luces a cada lado llamadas Runway Turn Off Lights (RTOL), que son luces de menor intensidad que las luces de aterrizaje y que apuntan hacia los lados de la aeronave para iluminar el área de viraje. Estas luces se usan en lugar de las TAXI LIGHTS cuando alguna aeronave no está equipada con las mismas o sea, algunas aeronaves no poseen taxi lights de fábrica.

Las luces de aterrizaje son las que facilitan al piloto la visión de la pista de aterrizaje y despegue, mediante la instalación de unos faros en diferentes puntos de la aeronave (zona del morro, bordes de ataque o intradós de las alas), estas luces pueden generalmente ser operadas en cualquier momento, salvo en aeronaves ligeras, que solo suelen tener un faro en la zona del morro, las luces tienen varios faros, y en muchos casos se mezclan las funciones con las de las luces de rodadura (taxi) con faros de dos intensidades que operarán, bien con mando propio o sujetas a la posición del tren.



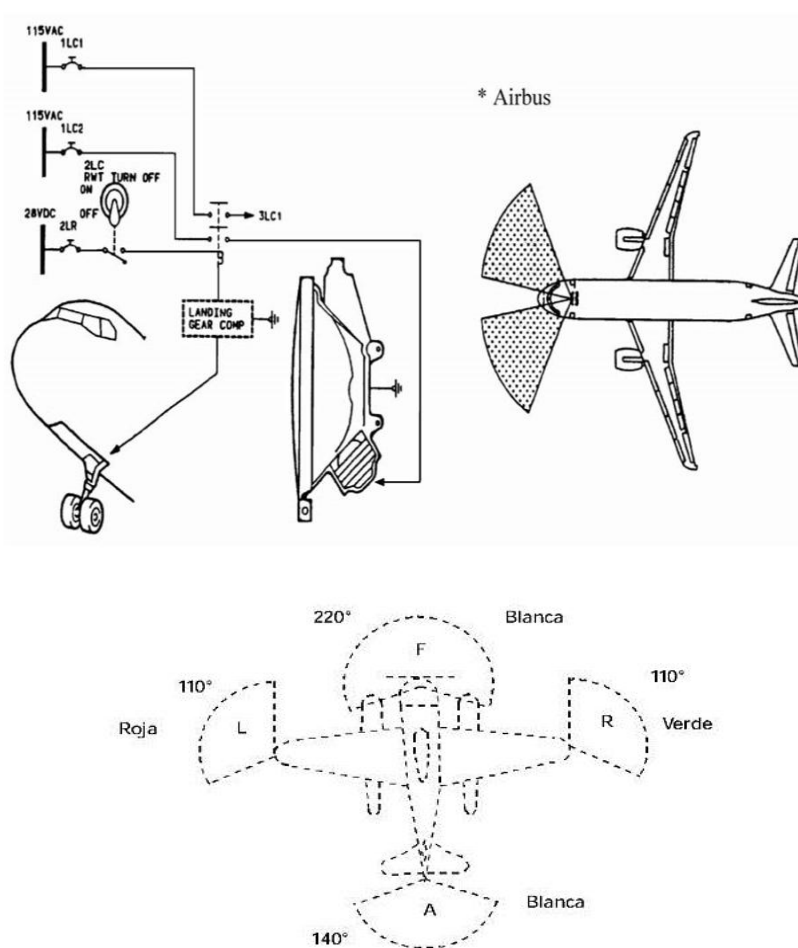
**Figura 13** Luces de aterrizaje

**Fuente:** (Forallpaper, 2015)

## 2.9. Luces de rodaje o taxi light

Las luces de rodadura o generalmente llamadas de Taxi son las que iluminan las pistas que enlazan los aparcamientos con las pistas de despegue o aterrizaje de los aeropuertos, al objeto de que el piloto pueda ver e identificar el camino que desde la torre de control del aeropuerto se le haya indicado seguir, cuando la oscuridad de la noche o las condiciones meteorológicas adversas lo impidan total o parcialmente.

La ubicación de estas luces está generalmente en la parte direccionable de la pata de morro a fin de que al girar la rueda ya quede iluminada la zona a circular. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de circuito de luces de iluminación lateral desde la parte giratoria de la pata de morro.



**Figura 14** Luces de rodaje

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

## Lámparas de giro para la iluminación en tierra

Normalmente la actuación de estas luces está sujeta, además de a que el piloto sitúe el interruptor en la posición de ON, a que el amortiguador de la pata de morro esté comprimido. Las lámparas son similares a las demás del mismo tipo aunque variará el tamaño y el voltaje. También es de resaltar que en las aeronaves que tengan dos intensidades en las luces de aterrizaje, la intensidad baja generalmente se utiliza también en las operaciones de carreteo por las pistas, lo que hace que junto con las luces de rodadura propias y las laterales queden las zonas por las que se va a transitar perfectamente iluminadas. Algunas aeronaves llevan unas luces de iluminación de pista ubicadas en el borde de ataque del ala, cercanas al encastre del ala y con un ángulo de inclinación con respecto al plano vertical suficiente para que al aterrizar iluminen la pista con el morro ligeramente levantado.



**Figura 15** Luces de rodaje

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

## 2.10. Luces estroboscópicas

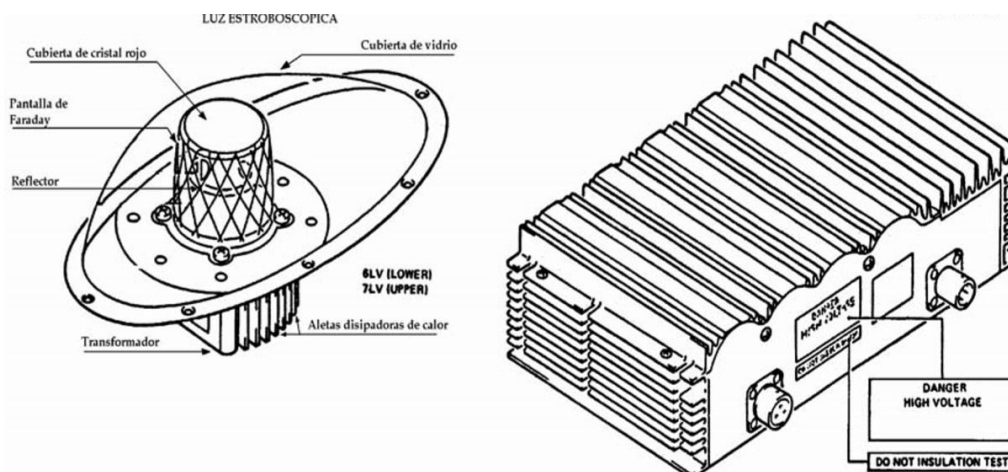
Complementarias con las luces de anticolisión rojas, muchas aeronaves instalan unas luces blancas en los extremos de las alas, en la parte del borde de ataque y en la cola al final del fuselaje, son estroboscópicas que emiten destellos de luz de alta intensidad, en muchos casos están diseñados para operar alternativamente y en sincronización con las luces de anticolisión rojas del fuselaje.

En caso de que el sistema esté sincronizado con las luces anticolisión rojas, medio segundo después de un destello de luz anticolisión destellan las luces blancas estroboscópicas, destello de luz roja y 0,7 segundos después se produce un segundo destello de luces estroboscópicas completando así el ciclo. Existe gran variación de ciclos, todos ellos similares al descrito. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de luces estroboscópicas de anticolisión, con mando de tres posiciones en la posición AUTO, es la unidad de control de tren de aterrizaje la que alimenta de masa al relé contactor cuando los amortiguadores de tren están comprimidos.

Cada fabricante y en cada modelo se van incorporando tanto variaciones de luces y avances tecnológicos en las luces anticolisión, siempre dentro de lo que indica la legislación, como entre las complementarias que pueden estar ubicadas en los extremos de las alas, tanto en el borde de ataque como en el de salida además de la que se ubica en el extremo del fuselaje. Los componentes son similares para cada grupo de luces, partiendo de que el mando de control será común para todas las lámparas estroboscópicas que lleve instaladas. Consta el sistema de:

Un conjunto de luz con transformador que lleva dos lámparas de tubo montadas en una carcasa metálica, con reflector y caja de Faraday cubierta por un cristal del color correspondiente según su ubicación, en la base del conjunto se instala un transformador, con carcasa metálica de aletas para disipar el calor.

Una unidad de potencia que recibe energía trifásica de las barras correspondientes y alimenta el resto de los componentes a los voltajes e intensidades programadas, estas unidades también controla el régimen de destellos.



**Figura 16** Luz y unidad de potencia de lámpara estroboscópica

**Fuente:** (Felipe Gutierrez, 2009)

### Luz y unidad de potencia de lámpara estroboscópica

Las unidades de potencia van equipadas con un filtro EMI para reducir al máximo las interferencias que se puedan producir en la alimentación de sus cargas. Se instala un convertidor AC/DC para alimentar de distintos voltajes a los componentes. Un convertidor de bloqueo para dividir el voltaje DC, transformarlo en voltajes más altos, y rectificarlos después. Un limitador de voltaje para limitar la carga del condensador a unos 450 V DC que facilita una vía de descarga. También lleva instalado un crono generador que mediante una pulsación de salida sincroniza las unidades de potencia.

El acumulador recargable, que consta de unos condensadores conectados en serie-paralelo junto con un circuito de carga para alimentar el generador de impulsos de arranque, que produce una oscilación de frecuencia de alto voltaje para el transformador del conjunto de luz alimentado desde la unidad de potencia.

✓ **Para recordar**

<b>LUZ</b>	<b>SE ENCIENDE</b>	<b>SE APAGA</b>
BEACON (Anticolision)	JUSTO ANTES DE ENCENDER MOTORES PARA INDICAR A TODO EL MUNDO QUE VAMOS A ENCENDER MOTORES.	CUANDO SE APAGAN LOS MOTORES.
NAV (navegación)	ANTES DE ENCENDER MOTORES DE NOCHE CUANDO SE SUBE AL AVION	AL APAGAR MOTORES
TAXI (Rodadura)	Después del pushback Cuando rodamos hacia la pista activa. Son a requerimiento de las condiciones externas. Si se necesita luz para el rodaje (bien sea por niebla, bien porque sea de noche) las enciendes, y no son obligatorias para rodar. Si durante el rodaje paramos para ceder el paso o cruzar pista activa, apagarlas para que los otros aviones, entiendan que no tenemos intención de seguir rodando. Cuando rodamos despues de salir de la pista activa.	Al entrar a la pista activa. Llegando al parking.
STROBES (Estroboscópicas)	ENTRANDO A PISTA. Se mantienen todo el vuelo...excepto volando dentro de nubes, niebla, humo, calima, etc... porque pueden marear al piloto.	AL LIBRAR PISTA ACTIVA
LANDING (Aterrizaje)	ENTRANDO A PISTA ACTIVA. POR DEBAJO DE LOS 10.000 PIES	POR ENCIMA DE LOS 10.000 PIES. AL LIBRAR PISTA ACTIVA.
LOGO	Según normas de la compañía pero por lo general: De noche para que se vea el dibujo de cola y el del fuselaje.	Por lo General cuando finaliza el vuelo.

**Figura 17:** Luces de las aeronaves

**Fuente:** (dragon737, 2007)

## **Organización de Aviación Civil Internacional**

### **REGLAMENTO DEL AIRE ANEXO 2**

#### **2.11 Luces que deben ostentar las aeronaves**

Nota 1. Las características de las luces destinadas a cumplir con las disposiciones de 3.2.3 para los aviones se especifican en el **Anexo 8**. Las disposiciones relativas a luces de navegación de los aviones figuran en los Apéndices a las **Partes I y II del Anexo 6**. Las especificaciones técnicas detalladas de las luces de los aviones figuran en el **Volumen II, Parte A, Capítulo 4**, del Manual técnico de aeronavegabilidad (**Doc. 9760**) y los correspondientes a los helicópteros, en la **Parte A, Capítulo 5**, de dicho documento.



## CAPÍTULO III

### 3. DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1. Preliminar

Después de realizar la presente investigación se encontró la necesidad de brindar la rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en el campus de Belisario Quevedo, por el cual se procedió a realizar el presente tema de investigación.

#### 3.2. Situación actual de la aeronave Dassault Mirage M50

La aeronave se encuentra en condiciones aceptables en los aspectos del interior de la cabina y sus respectivos instrumentos de navegación y vuelo así como el fuselaje, en el ámbito exterior se encuentran rehabilitados los sistemas de iluminación exterior , con el fin de contribuir a la imagen de la institución .


#### 3.3. Herramientas y materiales utilizados

**Herramientas:**

**Tabla 1**

**Listado de herramientas**


DESCRIPCIÓN	P/N	MARCA
Destornillador Plano	CRV6MM	Comando
Destornillado Estrella	CRV5MM	Comando
Destornillado plano de una pulgada	N/A	Snap-on
Alicate	N/A	Century

Continúa 

Diagonal	N/A	Truper Chrome Vanadium
Limas de Joyero	N/A	N/A
Pinza punta de aguja	N/A	N/A
AKG 6 Destornillador "Z"	N/A	Facom France
Chaveta	N/A	Indegana
Tijera	N/A	JPablo
Playo de Presión	6LN	Vise Grip
Pinza saca seguros	199/16	Facom France
Pinza a 45 °	N/A	N/A
Extensión J210 (3/8 a 3/8)-4"	N/A	Facom France
Palanca (racha) J151 -3/8	B.SGOG	Facom France
Copa J 3/8 cuadro 3/8	N/A	Facom France
Copa J 5/16 cuadro 3/8	N/A	Facom France
Pinza saca seguros roja	N/A	N/A
Llave de Boca 1/4-5/16	V0810 USA 4	Snap-on
Llave de Corona 5/16-11/32	XID2022 USA 4 PAT 3273430	Snap-on
Llave de Corona 1/4-9/32	XS089 USA PAT 3273430	Snap-on
Llave de Boca 3/8-7/16	VO1214 USA	Snap-on
Llave de Boca 1/2-9/16	VO1618 USA	Snap-on
Extractor de tornillos	N/A	Facom France
Berbiquí	N/A	Snap-on
Linterna	N/A	Luz de Acento

**Materiales utilizados:****Tabla 2****Listado de materiales**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	Uso
Foco led -G9- 2.4 W ,120-127 V	6 Unidades	Sylvania	Luces de navegación, (alas y rudder)
Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul	1 Unidades	Blitz	Interior de cabina
Dicroico Halógeno- JCR-S, 35W,120 V	2 Unidades	Blitz	Tren de aterrizaje
Head Lamp Unit Neo 912/913	2 Unidades	Neolite	Tren de aterrizaje
Flash Lamp 5-10 W,110-127 V	1 Unidad	I Hwa Bulb	Luz estroboscópica
Reflectores Halogeno 500W,110-130 V	4 Unidades	Exterior Halogen	Iluminación exterior
Protectores abrasivos	20 m		Protección del cableado
Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V	60 m	Conelsa	Sistema eléctrico exterior de la aeronave
Cableado eléctrico tipo 2x14 AWG-300V	50 m	Conelsa	Alimentación de reflectores
Cautín	1 Unidad	Truper	Suelda de cableado
Pomada de suelda	1 Unidad	Felder	Suelda de cableado
Estaño	2 m	N/A	Suelda de cableado
Multímetro	1 Unidad	N/A	Medición
Terminales eléctricos	10 Unidades	N/A	Punta de los filamentos del cableado eléctrico

Continúa 

Abrazaderas plásticas	20 Unidades	N/A	Sujeción cableado
Cinta doble faz	1 rollo	Abro	Sujeción cableado
Vinyl electrical Tape	1 rollo	3M	Protección del cableado
RTV Silicone sealant	80 ml	Abro	Sellado de componentes eléctricos
Ángulos planos para canaleta de / 90° y rectos	15 Unidades	Schneider	Protección del cableado
Canaleta Dexson lisa marfil 20x12 C/A	20 Unidades	Dexson	Protección del cableado
Caja plástica sobrepuesta 2EP/Riel	1 Unidad	Camsco	Protección de toma corriente de alimentación de la aeronave
Breaker Domae 1P,20A	1 Unidad	N/A	Paso de energía a los reflectores
Breaker de riel- SH201L 1P- 1Polo,10A-C10	1 Unidad	N/A	Paso de energía a la aeronave
Enchufe "Cooper" polarizado - 4867	2 Unidades	N/A	Alimentación de la aeronave
Broca concreto 1/4	1 Unidad	Irwin	Perforación para la sujeción de reflectores
Taco Fisher F8	12 Unidades	N/A	Sujeción de tornillos para los reflectores
Tornillo cole pato 11/2x8	12 Unidades	N/A	Sujeción para los reflectores
Supresor de pico aterrizado	1 Unidad	Voltech	Protección del sistema por posibles picos eléctricos

Spray Paint Black	400ml	Abro	Pintado de la base de Head Lamp Unit Neo 912/913 del tren de aterrizaje
-------------------	-------	------	---

### 3.4. Procedimiento de sustitución e implementación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50

#### 3.4.1 luces de navegación

- ✓ Apertura de paneles de acceso y localización del arnés eléctrico de alimentación de las luces de navegación en el ala de la aeronave.
- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico por los paneles de acceso del ala con su respectivo protector abrasivo.
- ✓ Instalación de los foco led G9- 2.4 W ,120-127 V.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

#### Procedimiento

- ✓ Apertura de paneles de acceso para localizar el arnés eléctrico de alimentación de las luces de navegación y proporcionar información por donde será ruteado el nuevo arnés eléctrico.
  - **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Llave de Corona 5/16-11/32, Linterna.
  - **Herramienta utilizada:** Berbiquí.



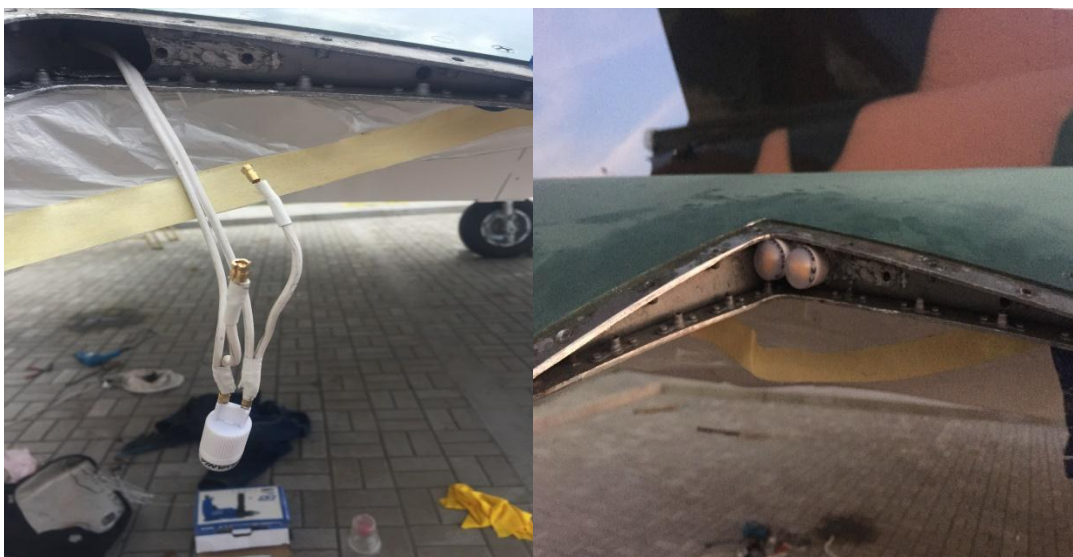
**Figura 18** Panel de acceso de las luces de navegación

- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico que alimentará las luces led ubicados en las puntas de ala (luces de navegación), utilizando los protectores abrasivos que tienen como función eliminar la fricción entre el arnés eléctrico y la estructura de la aeronave, además; ayuda a la distribución del arnés eléctrico por los paneles de acceso.
  
- **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Llave de Corona 5/16-11/32, Linterna, Alicates, Diagonal, Destornillador plano de una pulgada.
  
- **Materiales utilizados:** Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Cautín, Pomada de solda, Estaño, Abrazaderas plásticas, Vinyl electrical Tape.



**Figura 19** Ruteado del nuevo arnés eléctrico

- ✓ Instalación de los foco led G9- 2.4 W ,120-127 V en las puntas de ala (luces de navegación), utilizando los terminales de unión para proporcionar una instalación correcta de los filamentos del arnés eléctrico a la base del foco led, así también utilizando Vinyl electrical Tape para evitar el contacto de los filamentos proporcionando seguridad al circuito.
  
- **Herramientas utilizadas:** Diagonal, Destornillado plano de una pulgada, Chaveta.
  
- **Materiales utilizados:** Foco led G9- 2.4 W ,120-127V, Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Cautín, Pomada de suelda, Estaño, Terminales eléctricos, Abrazaderas plásticas, Vinyl electrical Tape.



**Figura 20** Instalación de los focos led G9- 2.4 W ,120-127 V

✓ Pruebas operacionales del sistema para verificar el trabajo del mismo y comprobando que no existan falla alguna y que todo se encuentre en los parámetros de operación.

- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 21** Pruebas operacionales del sistema



### 3.4.2. Luces de aterrizaje

- ✓ Conexión del cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V a los terminales de la base del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V.
- ✓ Introducción del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V dentro del alojamiento del Head Lamp Unit Neo 912/913.
- ✓ Sellado del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V.
- ✓ Montaje y pintado de las bases del Head Lamp Unit Neo 912/913 a el strut del tren de aterrizaje.
- ✓ Instalación del Head Lamp Unit Neo 912/913.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

### Procedimiento

- ✓ Conexión del cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V a los terminales de la base del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V, realizando su respectiva soldadura, respectivamente con su protección con Vinyl electrical Tape.
  - **Herramientas utilizadas:** Diagonal, Chaveta.
  - **Materiales utilizados:** Dicroico Halógeno JCR-S-35W,120 V, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V ,Cautín,Pomada de suelda ,Estaño ,Terminales eléctricos , ,Vinyl electrical Tape.



**Figura 22** Conexión del cableado eléctrico del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V

- ✓ Introducción del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V dentro del alojamiento del Head Lamp Unit Neo 912/913 con mucha preocupación ya que los terminales son delicados y pueden sufrir daños con rotura.

- **Herramientas utilizadas:** Destornillado plano de una pulgada.
- **Materiales utilizados:** Dicroico Halógeno- JCR-S-35W, 120 V, Head Lamp Unit Neo 912/913, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 23** Introducción del Dicroico Halógeno

- ✓ Sellado del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V con RTV Silicone sealant para mejorar la impermeabilización dentro del Head Lamp Unit Neo 912/913 evitando un posible daño al sistema eléctrico por el posible ingreso de agua.

- **Material utilizado:** RTV Silicone sealant.



**Figura 24** Sellado del Dicroico Halógeno JCR-S-35W, 120 V

- ✓ Montaje y pintado de las bases del Head Lamp Unit Neo 912/913 a el strut del tren de aterrizaje, donde tendrá como propósito de soporte para la misma.
  - **Herramientas utilizadas:** Destornillado plano de una pulgada.
  - **Material utilizado:** Head Lamp Unit Neo 912/913, Spray Paint Black.



**Figura 25** Montaje y pintado de las bases del Head Lamp Unit Neo

- ✓ Instalación del Head Lamp Unit Neo 912/913 en sus respectivas bases en el strut del tren de aterrizaje
  - **Herramientas utilizadas:** Destornillado plano de una pulgada.
  - **Material utilizado:** Head Lamp Unit Neo 912/913.



**Figura 26** Instalación del Head Lamp Unit Neo

- ✓ Pruebas operacionales del sistema para verificar el trabajo del mismo y comprobando que no existan falla alguna y que todo se encuentre en los parámetros de operación.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 27** Pruebas operacionales del sistema

### 3.4.3. Luces del estabilizador vertical

- ✓ Apertura del panel de acceso donde se encuentran ubicadas las luces del estabilizador vertical.
- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico por los paneles de acceso del ala con su respectivo protector abrasivo.
- ✓ Instalación de los foco led G9- 2.4 W ,120-127 V.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

## Procedimiento

- ✓ Apertura del panel de acceso donde se encuentran ubicadas las luces del estabilizador vertical para proceder a su sustitución y ser reemplazadas por los focos led G9- 2.4 W ,120-127 V.

- **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Diagonal.



**Figura 28** Apertura del panel de acceso de las luces del estabilizador vertical

- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico desde el panel de acceso del estabilizador vertical hacia el panel de control con su respectivo protector abrasivo protegiendo el arnés del roce directo con la estructura de la aeronave.

- **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Linterna, Alicates, Diagonal, Destornillado plano de una pulgada.



- **Materiales utilizados:** Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Abrazaderas plásticas, Vinyl electrical Tape, cinta doble faz.



**Figura 29** Ruteado del nuevo arnés eléctrico de las luces del estabilizador vertical

- ✓ Instalación de los foco led G9- 2.4 W ,120-127 V en el estabilizador vertical, utilizando los terminales de seguridad a la base del foco led, así también utilizando Vinyl electrical Tape para evitar el contacto de los filamentos proporcionando seguridad al circuito.

- **Herramientas utilizadas:** Diagonal, Destornillado plano de una pulgada, Chaveta, Berbiquí.
- **Materiales utilizados:** Foco led G9- 2.4 W, 120-127V, Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Cautín, Pomada de suelda, Estaño, Terminales eléctricos, Vinyl electrical Tape.



**Figura 30** Instalación de los focos led G9- 2.4 W ,120-127 V en el estabilizador vertical

- ✓ Pruebas operacionales del sistema para verificar su rendimiento y comprobando que no existan falla alguna y que todo se encuentre en los parámetros de operación.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 31** Pruebas operacionales del sistema



### 3.4.4. Luz estroboscópica

- ✓ Apertura del panel de acceso a la luz estroboscópica.
- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico por los accesos dados con su respectivo protector abrasivo.
- ✓ Instalación de la Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

#### Procedimiento

- ✓ Apertura del panel de acceso a la luz estroboscópica para realizar su sustitución y ser reemplazadas por la Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V.
  - **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Diagonal.



**Figura 32** Apertura del panel de acceso a la luz estroboscópica

- ✓ Ruteado del nuevo arnés eléctrico por los accesos dados desde el panel de acceso hacia la línea de alimentación de las luces del tren de aterrizaje con su respectivo protector abrasivo protegiendo el arnés del roce directo con la estructura de la aeronave.

- **Herramientas utilizadas:** Berbiquí, Linterna, Diagonal.
- **Materiales utilizados:** Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Abrazaderas plásticas, Vinyl electrical Tape.



**Figura 33** Ruteado del nuevo arnés eléctrico de la luz estroboscópica

- ✓ Instalación de la Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V, se procedió a realizar la soldadura del arnés eléctrico, se colocó RTV Silicone sealant para permitir un sellado hermético, así también se utilizó Vinyl electrical Tape para evitar el contacto de los filamentos proporcionando seguridad al circuito.

- **Herramientas utilizadas:** Diagonal.
- **Materiales utilizados:** Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V, Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Cautín, Pomada de suelda, Estaño, Terminales eléctricos, Vinyl electrical Tape.



**Figura 34** Instalación de la Flash Lamp 5-10 W, 110-127 V

- ✓ Pruebas operacionales para verificar su funcionalidad y comprobando que no existan fallas y que todo se encuentre en los parámetros de operación.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 35** Pruebas operacionales del sistema

### 3.4.5. Luz de cabina de vuelo

- ✓ Apertura del panel de alojamiento de las computadoras de vuelo de la aeronave.
- ✓ Ruteado del arnés eléctrico través las computadoras de vuelo de la aeronave.
- ✓ Instalación del Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

### Procedimiento

- ✓ Apertura del panel de alojamiento de las computadoras de vuelo de la aeronave por donde va a ser ruteado el arnés eléctrico de alimentación para la luz de cabina de vuelo.

- **Herramientas utilizadas:** Destornillador plano.



**Figura 36** Apertura del panel de las computadoras de vuelo

✓ Ruteado del arnés eléctrico tomado desde la luz estroboscópica por los accesos dados través las computadoras de vuelo de la aeronave con su respectivo protector abrasivo.

- **Herramientas utilizadas:** Linterna, Diagonal, Destornillador plano.
- **Materiales utilizados:** Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V, Abrazaderas plásticas, Vinyl electrical Tape.



**Figura 37** Ruteado del arnés eléctrico

✓ Instalación del Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul en unos de los compartimiento de los instrumentos de vuelo de la aeronave, así también se utilizó Vinyl electrical Tape para evitar el contacto entre filamentos proporcionando seguridad al circuito.

- **Herramientas utilizadas:** Diagonal, Chaveta, destornillador estrella.
- **Materiales utilizados:** Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul, Protectores abrasivos, Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 38** Instalación del Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul



- ✓ Pruebas operacionales para verificar su funcionalidad y comprobando que no existan fallas y que todo se encuentre en los parámetros de operación.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V.



**Figura 39** Pruebas operacionales del sistema

#### **3.4.6. Reflectores exteriores**

- ✓ Ubicación de los reflectores alrededor de la aeronave.
- ✓ Ruteado del cableado eléctrico y colocación de la toma de corriente para la alimentación de la aeronave.
- ✓ Colocación de canaletas Dexson lisa marfil 20x12 C/A para protección del cableado y ángulos planos para canaleta de / 90° y rectos.
- ✓ Pruebas operacionales del sistema.

## Procedimiento

- ✓ Ubicación de los reflectores Halogeno 500W-120V alrededor de la aeronave mediante la utilización de tacos Fisher F8 para brindar sujeción de los mismos.
  - **Herramientas utilizadas:** destornillador estrella, AKG 6 Destornillador “Z”, taladro eléctrico.
  - **Materiales utilizados:** Taco Fisher F8 ,Tornillo cole pato 11/2x8, Reflectores Halogeno 500W-120V.



**Figura 40** Ubicación de los reflectores Halogeno 500W-120V

- ✓ Ruteado del cableado eléctrico de alimentación de los reflectores Halogeno 500W-120V y colocación de la toma de corriente para la alimentación de la aeronave.
  - **Herramientas utilizadas:** destornillador estrella, diagonal, chaveta.
  - **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x14 AWG-300V, Caja plástica sobrepuesta 2EP/Riel, Vinyl electrical Tape.





**Figura 41** Ruteado del cableado eléctrico de los reflectores

- ✓ Colocación de canaletas Dexson lisa marfil 20x12 C/A para protección del cableado con la fijación de Taco Fisher F8 y Tornillo cole pato 11/2x8 y ángulos planos para canaleta de / 90° y rectos.

- **Herramientas utilizadas:** destornillador estrella, diagonal, chaveta.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x14 AWG-300V, Canaletas Dexson lisa marfil 20x12, Vinyl electrical Tape, de Taco Fisher F8, Tornillo cole pato 11/2x8.

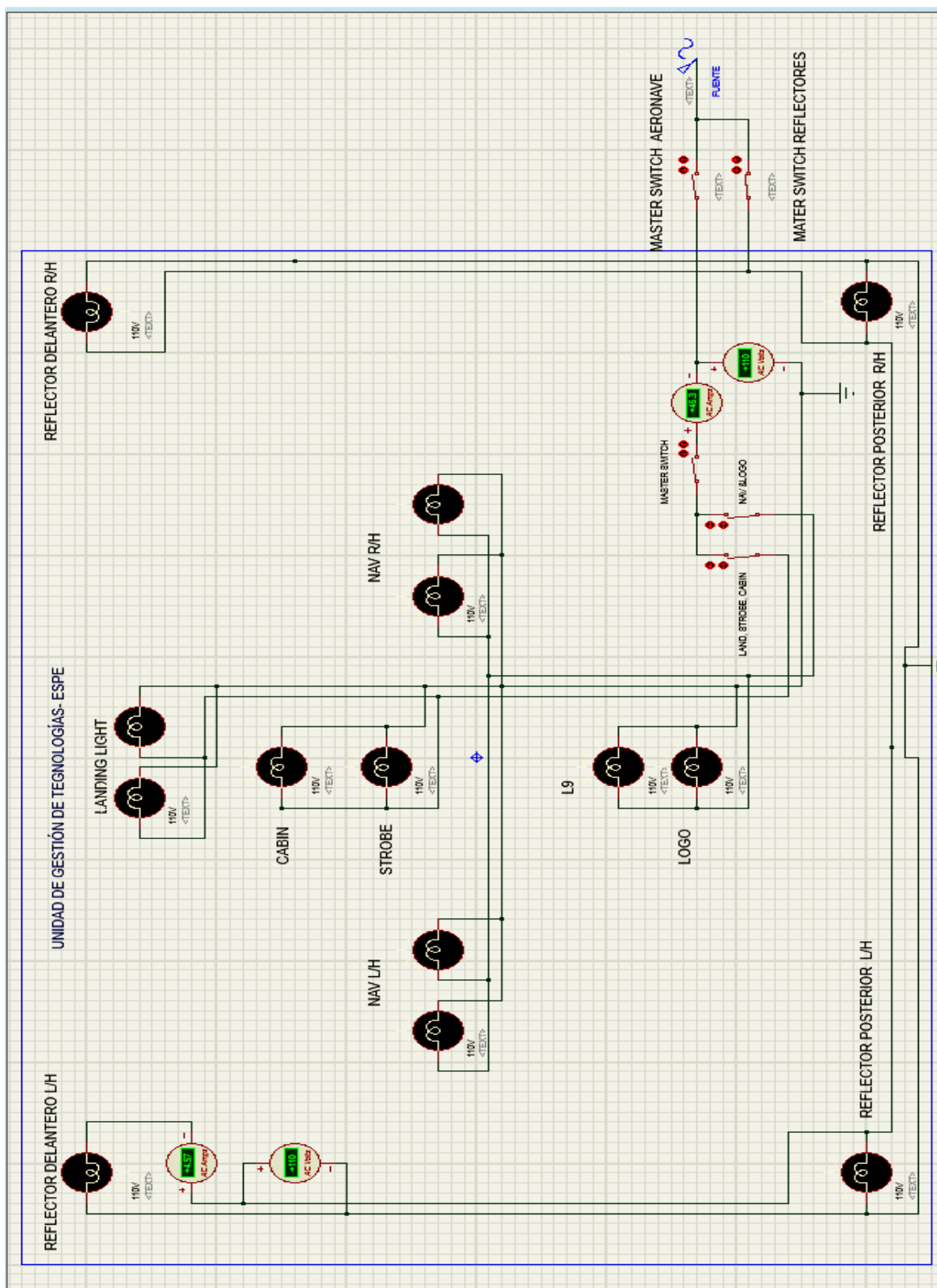


**Figura 42** Colocación de canaletas Dexson lisa marfil 20x12 C/A

- ✓ Pruebas operacionales para verificar la funcionalidad los reflectores Halogeno 500W-120V y el toma de corriente para la aeronave comprobando que no existan fallas y que todo se encuentre en los parámetros de operación.
- **Materiales utilizados:** Cableado eléctrico tipo 2x14 AWG-300V, Breaker Domae 1P, 20A.



**Figura 43** Pruebas operacionales del sistema



**Figura 44:** Diagrama eléctrico del sistema de luces exteriores de la aeronave

### 3.5. Análisis económico

De acuerdo a la planificación y estudio de materiales, costos y ejecución del proyecto a ser empleados, este resulta económicamente factible.

Todos los materiales y herramientas que se han utilizado serán descritos mediante el uso de tablas en las cuales consta la cantidad y el costo de cada uno de ellas así como su aplicación.

A continuación se especifica los recursos, presupuesto y costo total utilizado para la rehabilitación de las luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50 ubicado en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en el campus de Belisario Quevedo.

#### 3.5.1. Recursos

El proyecto mencionado requirió para su realización una serie de recursos:

✓ **Humanos:**

Para poner en marcha este proyecto hay que disponer de personas adecuadas y capacitadas para realizar las actividades y tareas previstas.

**Tabla 3**

**Recursos Humanos**

N°	Talento Humano	Designación
1	Saenz Falcon Carlos Alejandro	Investigador
2	Tlga.Nauñay Maritza	Tutora del proyector

✓ **Físicos:**

El desarrollo del proyecto se lo realizo en la en la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE en el campus de Belisario Quevedo y en la aeronave Dassault Mirage M50.

### 3.5.2. Presupuesto

Hace referencia al presupuesto necesario para la operación del proyecto. Sabemos que cualquier acción tiene un costo que es asumido por todas las partes comprometidas en su puesta en marcha.

Posteriormente a los análisis económicos realizados se puede afirmar que todos los materiales y herramientas utilizadas en el proyecto cumplen con las características técnicas y financieras, por lo que la ejecución de este proyecto se considera factible en relación a lo benéfico y económico.


La siguiente tabla detalla los gastos con cada uno de los costos de los materiales que se utilizaron durante el desarrollo de este proyecto, se encuentra dividido en:

✓ **Costos primarios:**

**Tabla 4**

**Costos Primarios**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MONTO
Foco led -G9- 2.4 W ,120-127 V	6 Unidades	\$32.14
Dicroico Halógeno- GU10-50W, 120 V-Azul	1 Unidades	\$7.56
Dicroico Halógeno- JCR-S, 35W,120 V	2 Unidades	\$12.27
Head Lamp Unit Neo 912/913	2 Unidades	\$24.00
Flash Lamp 5-10 W,110-127 V	1 Unidad	\$ 8.50
Reflectores Halogeno 500W,110-130 V	4 Unidades	\$75.00
Protectores abrasivos	20 m	\$10.00
Cableado eléctrico tipo 2x16 AWG-300V	60 m	\$27.00
Cableado eléctrico tipo 2x14 AWG-300V	50 m	\$35.00

Continúa 

Cautín	1 Unidad	\$2.50
Pomada de suelda	1 Unidad	\$1.25
Estaño	2 m	\$1.50
Multímetro	1 Unidad	\$8.60
Terminales eléctricos	10 Unidades	\$1.50
Abrazaderas plásticas	20 Unidades	\$3.00
Cinta doble faz	1 rollo	\$3.50
Vinyl electrical Tape	1rollo	\$1.50
RTV Silicone sealant	80 ml	\$4.50
ángulos planos para canaleta de / 90° y rectos	15 Unidades	\$3.00
Canaleta Dexson lisa marfil 20x12 C/A	20 Unidades	\$46.00
Caja plástica sobrepuesta 2EP/Riel	1 Unidad	\$2.04
Breaker Domae 1P,20 <sup>a</sup>	1Unidad	\$5.69
Breaker de riel- SH201L 1P- 1Polo,10A-C10	1Unidad	\$5.18
Enchufe "Cooper" polarizado - 4867	2 Unidades	\$3.56
Broca concreto ¼	1 Unidad	\$ 0.66
Taco Fisher F8	12 Unidades	\$4.80
Tornillo cole pato 11/2x8	12 Unidades	\$3.60
Supresor de pico aterrizado	1 Unidad	\$7.23

Spray Paint Black	400ml	\$2.50
<b>TOTAL COSTO PRIMARIO</b>		<b>\$346.58</b>

✓ **Costos secundarios:**

**Tabla 5**

**Costos Secundarios**

DESCRIPCIÓN	MONTO
Internet	\$40.00
Impresiones	\$70.00
Anillados	\$20.00
Copias	\$35.00
Transporte	\$50.00
Varios	\$175.00
<b>TOTAL COSTO SECUNDARIO</b>	<b>\$390.00</b>

**3.5.3. Costo total del proyecto**

El costo total del proyecto realizado es asumido por el autor del mismo.

**Tabla 6**

**Costo total del proyecto**

COSTOS	MONTO
Costos Primarios	\$346.58
Costos Secundarios	\$390.00
<b>Costo total del proyecto</b>	<b>\$736.58</b>

## CAPÍTULO IV

### 4.1. Conclusiones

- Mediante la inspección detallada en la aeronave Dassault Mirage M50 que se encuentra ubicada en la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en el campus de Belisario Quevedo, se determinó que es fundamental rehabilitar el sistema de luces exteriores, mismas que serán de apoyo primordial para la ejecución de prácticas de los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- La indagación mediante fuentes bibliográficas realizadas en el desarrollo del proyecto permitió verificar el funcionamiento del sistema de luces exteriores de la aeronave Dassault Mirage M50, para así evitar cometer errores ya que el proyecto está enfocado en la realización de un simulador de este sistema para fortalecer los conocimientos del estudiante.
- Se realizó la ejecución del proyecto de luces exteriores de la aeronave tomando en cuenta los parámetros a cumplir en base a la investigación técnica previa que se ejecutó.



### 5.1. Recomendaciones

- Es necesario ejecutar el diagnóstico periódico de la aeronave con el fin de precautelar la integridad de la misma y que todos sus componentes se encuentren operativos, lo que conllevará a que los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías puedan desarrollar sus prácticas correctamente.
  
- Dentro del desarrollo del proyecto, se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo que se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto realizar la complementación del sistema, así fortalecerá los conocimientos que se impartirán en la carrera de Mecánica Aeronáutica referente al tema desarrollado en el presente proyecto de investigación.
  
- Para realizar el estudio de las luces exteriores de una aeronave, se deberá investigar y recopilar información de las mismas de fuentes confiables, así también; de las Autoridades Aeronáuticas Internacionales que proporcionan información de estudio de los sistemas de una aeronave, detallando sus propósitos y su utilización en el ámbito aeronáutico.

## 6.1. Glosario de abreviaturas

**MASPS.** - Minimum Aviation System Performance Standards.

**AGL.** - Above Ground Level.

**RGCSP.** - Review of the General Concept of Separation Panel.

**HOTAS.** - Hand on Throttle and Stick.

**HUD.** - Head Up Display.

**ECM.** - Electronic Counter Messure.

**AAC.** - Autoridad Aeronáutica Civil.

**ATC.** - Controlador de Tráfico Aéreo.

**OACI.** - La Organización de Aviación Civil Internacional.

**ICAO.** - International Civil Aviation Organization.

**MEL.** - Lista Mínima de Equipos de una aeronave.

**CFL.** - Nivel de vuelo autorizado.

**RTOL.** - Runway Turn Off Lights.

**EMI.** - Electro Magnetic Interference.

**FAV.** - Fuerza Aérea Venezolana.

**ATS.** - Air traffic service.

**RVSM.** - Reduced Vertical Separation Minimum.

## 7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutiérrez, F. G. (2009). Sistemas de aeronaves de turbina Tomo IV. Valencia-España: Editorial Club Universitario. Obtenido de :  
<http://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3959.pdf>
- The International Federation of Air Line Pilots. Pilot RVSM Training Guidance Material. Obtenido de:  
[http://www.icao.int/ESAF/Documents/RVSM/RVSM\\_Pilot\\_Training.pdf](http://www.icao.int/ESAF/Documents/RVSM/RVSM_Pilot_Training.pdf)  
. (s.f.).
- International Civil Aviation Organization. (2002). Material de orientación para la elaboración de un programa nacional para la implantación y operación de la separación vertical mínima de 300 mts. (1000 pies) entre fl 290 y fl 410. Obtenido de:  
<http://www.icao.int/SAM/eDocuments/RVSMSPA.pdf>, 2. d. (20 de Mayo de 2002).
- Federal Aviation Administration. Air Traffic Separation Standards. Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM). Obtenido de:  
[https://www.faa.gov/air\\_traffic/separation\\_standards/rvsm/](https://www.faa.gov/air_traffic/separation_standards/rvsm/) January 20,
- Jaime Perez Gonzalez. Prezi. (2015). Clasificación de espacio aéreo ATIS. Obtenido de:  
<https://prezi.com/rzqdzqw5dlui/clasificacion-de-espacio-aereo-ats/>, & PEREZ, J. (17 de 03 de 2015).
- Cazaslatinos. Aeronaves de combate. (2009). Dassault Mirage 50 EV/DV. Obtenido de:  
<http://cazaslatinos.blogspot.com/2009/03/dassault-mirage-50-evdv.html>. (s.f.).

- Delso E. López L. Taringa. (2011). El Dassault Mirage en Venezuela. Obtenido de:

<http://www.taringa.net/posts/info/14475622/El-Dassault-Mirage-en-Venezuela.html> E., L. L., & López L, D. E. (Abril de 2011).

# ANEXOS