



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES.**

**“REPARACIÓN DE RAJADURAS DE LA REVERSA TIPO  
CLAMSHELL DOORS DEL MOTOR JT8D POR MÉTODO DE  
SUELDA DE ACUERDO AL MANUAL DE MANTENIMIENTO  
AMM 78-30-31 PERTENECIENTE A LA CARRERA DE  
MECÁNICA AERONÁUTICA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS-ESPE”**

**AUTOR: MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**

**DIRECTOR: TLGO. JOHNATAN VALENCIA**

**LATACUNGA**

**2019**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**REPARACIÓN DE RAJADURAS DE LA REVERSA TIPO CLAMSHELL DOORS DEL MOTOR JT8D POR METODO DE SUELDA DE ACUERDO AL MANUAL DE MANTENIMIENTO AMM 78-30-31 PERTENECIENTE A LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**” realizado por el señor **MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Julio del 2019

---

Tlgo. Johnatan Valencia

**DIRECTOR**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS** con cédula de identidad N° 1722125273 declaro que este trabajo de titulación “**REPARACIÓN DE RAJADURAS DE LA REVERSA TIPO CLAMSHELL DOORS DEL MOTOR JT8D POR METODO DE SUELDA DE ACUERDO AL MANUAL DE MANTENIMIENTO AMM 78-30-31 PERTENECIENTE A LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS-ESPE**”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, Julio del 2019**

---

**MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**

**ID: L00370484**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

#### AUTORIZACIÓN

Yo, **MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**REPARACIÓN DE RAJADURAS DE LA REVERSA TIPO CLAMSHELL DOORS DEL MOTOR JT8D POR METODO DE SUELDA DE ACUERDO AL MANUAL DE MANTENIMIENTO AMM 78-30-31 PERTENECIENTE A LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE *TECNOLOGÍAS-ESPE***” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Julio del 2019**

---

**MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**

CC: 1722125273

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de graduación se lo dedico a mis padres y familiares que siempre han estado brindándome su amor y apoyo incondicional en todo momento a lo largo de mi carrera universitaria. Por enseñarme valores como la humildad, el esfuerzo, el respeto y constancia para enfrentar los obstáculos y problemas que se presenten en mi vida, siendo ellos mi motor para cumplir cualquier meta que me lo proponga.

**MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, le agradezco a Dios que me ha brindado y bendecido con lo más importante para una persona que es la salud, la solidaridad y la felicidad de mantener y ayudar a mis seres queridos cuando lo han necesitado, gracias a ello he podido culminar uno de mis objetivos que es graduarme como Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica para brindar y aplicar mis conocimientos para la realización de este proyecto de titulación.

A mis padres principalmente por su cariño y apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y mi carrera profesional, por sus esfuerzos y consejos para poder ser un hombre de bien basándose en el respeto y la humildad hacia las personas y a no rendirme nunca en cualquier adversidad de la vida.

A mis primos y verdaderos amigos por estar a mi lado compartiendo el amor, respeto y risas se convierten en una gran fuente de inspiración para cumplir mis metas y propósitos.

A mi tutor de proyecto de titulación el señor Tecnólogo Jonathan Valencia Fuel, por compartir sus conocimientos y por enseñarme a nunca rendirse ante cualquier problema ya sea personal o profesional.

A las personas que directa o indirectamente me ayudaron a conseguir este objetivo, manteniéndose o alejándose de mi lado en esta etapa de mi vida les agradezco por toda la ayuda brindada a lo largo de esta carrera universitaria.

**MONCAYO RIVADENEIRA ALEJANDRO NICOLAS**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I.....	1
TEMA.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación e importancia.....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 Alcance.....	3
CAPÍTULO II .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Descripción general del avión Boeing 737 .....	5
2.1.1 Historia .....	5
2.1.2 Generalidades .....	5
2.1.3 Diseño y desarrollo.....	5
2.1.4 Descripción del avión Boeing 737 .....	6
2.1.5. Datos técnicos .....	7
2.2 Descripción general del motor JT8D.....	8
2.2.1 Descripción del motor. ....	8
2.2.3 Características técnicas del motor.....	12
2.2.4 Funcionamiento .....	13

<b>2.3 Reversa (Thrust Reverse).....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 Tipos de Reversas. ....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Reversa tipo Clamshell Doors .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.1 TIPOS DE SUELDA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1.1 Proceso de Soldadura TIG (GTAW) .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2 ESPECIFICACIÓN MATERIALES DE APORTACIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4.3 Componentes estructurales primarios.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4.4 Componentes principales de la reversa tipo Clamshell Doors .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 Mandos de vuelo.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.1 Controles de vuelo primarios y secundarios .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.2 Switch de los controles de vuelo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Mantenimiento de Aeronaves .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.1 Generalidades .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.2 Tipos de Mantenimiento .....</b>	<b>30</b>
<b>2.7 Inspecciones y Chequeos de mantenimiento de la Clamshell Doors</b> <b>.....</b>	<b>32</b>
<b>2.7.1 General .....</b>	<b>33</b>
<b>2.8 Equipos de protección personal en la aviación .....</b>	<b>35</b>
<b>2.8.1 Casco de suelda.....</b>	<b>40</b>
<b>2.8.2 Orejeras .....</b>	<b>40</b>
<b>2.8.3 Gafas .....</b>	<b>40</b>
<b>2.8.4 Guantes .....</b>	<b>41</b>
<b>2.8.5 Overol .....</b>	<b>41</b>
<b>2.8.6 Zapatos de punta de acero.....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>42</b>
<b>DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Preliminares .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Medidas de seguridad .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3 Herramientas.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Componentes de la reversa tipo Clamshell Doors y su tablero de</b> <b>control .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4.1 Fuente de presión neumática (EXTERNA) .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4.2 Manómetro de tablero de control .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4.3 Válvula de Accionamiento Manual de 2 Posiciones.....</b>	<b>45</b>



3.4.4 Válvulas reguladoras de presión .....	45
3.4.5 Cañerías y adaptadores de la reversa tipo Clamshell Doors.....	46
3.4.6 Cilindro de argón (Ar) 2 metros cúbicos y manómetro de Argón .	47
3.4.7 Reparación estructural por método de suelda GTAW.....	48
3.4.8 Pintura de los componentes (Clamshell Doors).....	52
3.5 Comprobación de funcionamiento de la Reversa tipo Clamshell Doors .....	58
3.6 Simbología en diagrama de flujo de análisis .....	62
3.6.1 Diagrama de flujo de análisis de la reparación de rajaduras por Método de suelda. ....	62
3.6.2 Diagrama de flujo de análisis de tema .....	63
3.7 Presupuesto .....	64
3.7.1 Análisis de Costos.....	64
3.7.1.1 Costos primarios .....	65
3.7.1.2 Costos Secundarios .....	66
3.7.2 Costo total del proyecto de grado .....	66
CAPÍTULO IV.....	67
4.1 Conclusiones .....	67
4.2 Recomendaciones .....	67
GLOSARIO .....	68
ABREVIATURAS .....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS .....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avión Boeing 737-100 .....	6
Figura 2 Dimensiones Laterales del Avión .....	8
Figura 3 Dimensiones Frontales del Avión.....	8
Figura 4 Motor JT8D.....	9
Figura 5 Secciones del motor JT8D .....	10
Figura 6 Sección de accesorios del motor .....	12
Figura 7 Motor JT8D-200.....	14
Figura 8 Activación de la Reversa .....	15
Figura 9 Tipos de Reversas .....	18
Figura 10 Activación de la Reversa tipo Clamshell Doors .....	19
Figura 11 Controles de Vuelo Primarios y Secundarios .....	29
Figura 12 Interruptores de los Controles de Vuelo .....	29
Figura 13 Mantenimiento a un motor TurboFan .....	32
Figura 14 Compresor rojo .....	44
Figura 15 Manómetro medidor de presión 0-160 PSI .....	45
Figura 16 Válvula de accionamiento Manual .....	45
Figura 17 Válvula Reguladora de Presión .....	46
Figura 18 Cañerías Flexible conectada a la reversa.....	46
Figura 19 Cañerías Flexibles conectadas al tablero de control.....	47
Figura 20 Cilindro de Oxígeno .....	47
Figura 21 Limitación de rajadura Clamshell Superior .....	48
Figura 22 Limitación de rajadura Clamshell Inferior. ....	48
Figura 23 Desbaste de pintura con la rotaflex .....	49
Figura 24 Selector en función TIG .....	49
Figura 25 Preparación de la antorcha TIG.....	50
Figura 26 Flujómetro a 15 L/min .....	50
Figura 27 Antorcha y material de aporte para rellenar rajadura. ....	51
Figura 28 Suelda por proceso GTAW .....	52
Figura 29 Rajadura rellena con material de aporte ER308L .....	52
Figura 30 Poliuretano Amarillo.....	53
Figura 31 Aplicar el esmalte amarillo al soporte .....	54
Figura 32 Aplicar la pintura en las partes inferiores .....	54

<b>Figura 33 Poliuretano Naranja .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 34 Clamshell inferior en proceso de pintado .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 35 Clamshell superior en proceso de pintado.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 36 Adhesivos Clamshell inferior. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 37 Adhesivos Clamshell Superior .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 38 Presentación final de la Reversa .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 39 Reversa Abierta .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 40 Reversa Cerrada .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 41 Manómetro del tablero de control.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 42 Test de apertura y cierre de la reversa .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Matriz de Equipos de Protección Personal.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 2. Total, de Costos Primarios .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 3. Total, de costos secundarios. ....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 4. Total, Costo de Proyecto.....</b>	<b>66</b>

## RESUMEN

El presente proyecto de graduación detalla el procedimiento de la Reparación de rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors del motor JT8D por Método de suelda de acuerdo al manual de mantenimiento AMM 78-30-31 perteneciente a la carrera de mecánica aeronáutica de la unidad de gestión de tecnologías-ESPE mediante el uso de proceso de suelda GTAW el mismo que se realizó siguiendo las medidas de seguridad adecuadas en el Bloque 42 de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

El método de suelda por proceso GTAW nos permite realizar la reparación estructural de las rajaduras mediante el relleno con la ayuda de la antorcha con un electrodo de Tungsteno E3 (morado) y el material de aportación ER308L diseñado para materiales resistentes a la corrosión y aceros inoxidable, antes de realizar el trabajo de suelda se preparó las Clamshells con una limpieza de toda la pintura y pequeñas partículas de oxido al momento de realizar la reparación de rajaduras se usa el gas de protección Argón (Ar) para que el trabajo tenga un mejor acabado de esta manera no se contamina el material sujeto a la reparación de suelda por proceso GTAW.

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE contara con una soldadora que cuenta con los procesos que se usan en el campo de la aviación proceso GTAW y proceso de Corte por plasma, facilitando una formación práctica a los estudiantes y una ayuda en la parte práctica a los docentes usando las medidas de seguridad respectivas y siguiendo el manual de instrucciones de la soldadora.

### **PALABRAS CLAVES:**

- CLAMSHELL DOORS
- GAS DE PROTECCION ÁRGON
- PROCESO GTAW
- MATERIAL DE APORTACION ER308L

## ABSTRACT

The present research details the procedure for the repair of cracks in the reverse Clamshell Doors of the JT8D engine by welding method according to the maintenance manual AMM 78-30-31 belonging to the aeronautical mechanics race of the technology management unit-ESPE through the use of the GTAW welding process, which was carried out following the appropriate safety measures in Block 42 of the Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

The GTAW process welding method allows us to perform structural repair of cracks by filling with the aid of the torch with an E3 Tungsten electrode (purple) and the ER308L filler material designed for corrosion resistant materials and stainless steels, Before the welding work was performed Clamshells were prepared with a cleaning of all the paint and small particles of rust at the time of performing the repair of cracks is used Argon protection gas (Ar) so that the work has a better finish so that the material subject to the repair of weld by GTAW process is not contaminated.

La Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE will have a welder that has the processes used in the field of aviation GTAW process and plasma cutting process, providing practical training to students and practical help to teachers using the respective safety measures and following the instruction manual of the welder.

### KEYWORDS:

- CLAMSHELL DOORS
- ARGON PROTECTION GAS
- GTAW PROCESS
- SUPPORT MATERIAL ER308L

**CHECKED BY**

.....  
**Lcda. María Elisa Coque**  
**DOCENTE UGT**

# CAPÍTULO I

## TEMA

**“Reparación de rajaduras de la reversa tipo CLAMSHELL DOORS del motor JT8D por método de suelda de acuerdo al manual de mantenimiento AMM 78-30-31 perteneciente a la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE”**

### 1.1 Antecedentes

La Carrera de mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Espe campus Unidad de Gestión de Tecnologías tiene el propósito de formar tecnólogos en mantenimiento aeronáutico que brindan los servicios de mantenimiento preventivo a las empresas aeronáuticas en sus diferentes ámbitos regidos en los lineamientos proporcionados por la dirección general de Aviación civil estipulada en La regulación RDAC 147 constituyéndose como la única institución en el país en ser un centro de instrucción de aeronáutica civil aprobado CIAC.

Siendo estudiante de la carrera de mecánica aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Espe campus Unidad de Gestión de Tecnologías y la oportunidad que me brinda la carrera de mecánica aeronáutica se realiza el chequeo limpieza y reparación de rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors del motor JT8D que será rehabilitada para la unidad de gestión de tecnologías.

La importante operación de los distintos métodos que posee las reparaciones de rajaduras de la reversa Clamshell Door del motor jt8d es fundamental para el aporte a estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Espe campus Unidad de Gestión de Tecnologías mejorando sus habilidades en el ámbito tanto práctico y teórico simulando una práctica que se puede realizar en el ámbito profesional lo cual ayuda a su desarrollo profesional de los estudiantes y ayuda a los docentes al momento de impartir sus conocimientos.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La ausencia de una soldadora con suelda TIG, suelda por electrodo y corte por plasma en la misma en la Universidad de las Fuerzas Armadas de Espe campus Unidad de Gestión de Tecnologías se ha convertido en una necesidad para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de la institución esto va a producir un problema en los estudiantes ya que al recibir la teoría sin la práctica de esta no se logra llegar de una forma completa en el aprendizaje de los estudiantes.

El Bloque 42 de la Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta con soldadoras de electrodos y una oxiacetilénica que no tienen las funciones necesarias dentro del campo de la aviación para realizar trabajos de mantenimiento la donación de una soldadora con corte por plasma suelda por electrodo y suelda TIG servirá para la aplicación de los estudiantes en una reparación estructural.

La soldadora que se usara en el proyecto de titulación es poseedora de tres sistemas soldadura por electrodo, soldadura por Proceso TIG o Corte por Plasma todo es fundamental porque esto podría resultar en una instrucción incompleta tanto para docentes y los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

## **1.3 Justificación e importancia**

La carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, cuenta con soldadoras por electrodos en sus instalaciones, tomando en cuenta la necesidad del funcionamiento de la reversa tipo Clamshell Door para la instrucción de los estudiantes la Mecánica Aeronáutica por esta razón el presente proyecto se centra en reparación de rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors del motor JT8D con la ayuda de la soldadora, equipada con tres funciones soldadura por electrodo, soldadura por Proceso TIG y Corte por Plasma.

Este proyecto de grado permitirá a los estudiantes practicar y experimentar con los nuevos métodos de suelda utilizados en la aviación



además de los conocimientos adquiridos por parte de los docentes en las aulas universitarias.

Este proyecto nos permite el desarrollo práctico de las tres funciones de la soldadora esto se logrará planteando prácticas en los cuales el estudiante podrá resolver sus dudas del mejor método ya sea soldadura por electrodo, soldadura por Proceso TIG o Corte por Plasma además de comprender la importancia que presentan estos tres procesos en el campo de la Aviación.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Reparar las rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors del motor JT8D, mediante el método de suelda de acuerdo al manual de mantenimiento AMM 78-30-31 perteneciente a la carrera de mecánica aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información necesaria acerca de los métodos de suelda sus procedimientos y datos técnicos aplicables a los procesos de soldadura.
- Implementar la suelda por proceso TIG con la soldadora Inverter modelo IPET 812/170 BV para realizar el proceso de suelda según la información técnica obtenida.
- Reparar las rajaduras mediante los determinados métodos estipulados en el manual de mantenimiento AMM 78-30-31 en la sección de reparaciones estructurales de la reversa.

## **1.5 Alcance**

El proyecto reparación de rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors del motor JT8D va dirigido a los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica de la unidad de gestión de tecnologías el cual permite el uso completo de la soldadora Inverter modelo IPET 812/170 BV para realizar

nuevos procesos de suelda usados en el campo de la aviación y de esta manera ayudar a una mejor práctica de los estudiantes en sus labores académicos y educación continua.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Descripción general del avión Boeing 737**

##### **2.1.1 Historia**

En 1965, el nombre de Boeing era sinónimo de grandes aviones a reacción de varios motores, por lo que cuando la compañía anunció su nuevo Twinjet comercial, el 737, se ganó rápidamente el apodo de "Baby Boeing". El primer 737 fue el último avión nuevo que se construyó en la Planta 2 en Boeing Field en Seattle, con una producción que incluyó la legendaria B-17 Flying Fortress, el B-52 Stratofortress y el primer avión de gran tamaño del mundo, el XB-47 Stratojet. Si bien el antiguo edificio de ensamblaje en la Planta 2 parecía cavernoso, aún no era lo suficientemente alto para la cola del 737, que se adjuntó con una grúa en el estacionamiento. Luego, el avión fue llevado a una planta cercana conocida como el Sitio Thompson, donde Boeing había establecido la primera línea de producción para el 737. (Boeing, 2002)

##### **2.1.2 Generalidades**

El 737 tenía seis asientos al corriente, un punto de venta, porque de esta manera podría llevar más pasajeros por carga. El número de asientos en el 737 también se incrementó montando los motores debajo del ala. Esta ubicación del motor amortiguó parte del ruido, disminuyó la vibración y facilitó el mantenimiento del avión al nivel del suelo. Al igual que el 727, el 737 podía operar de manera autosuficiente en aeropuertos pequeños y en campos remotos, no mejorados. El desempeño del avión en estas condiciones condujo pedidos en África, Centro y Sudamérica, Asia y Australia. (Boeing, 2002)

##### **2.1.3 Diseño y desarrollo**

El -100 tenía una longitud de 94 pies (28.65m), transportaba a 115 pasajeros y tenía un MTOW de solo 42,411 Kgs, menos de la mitad que el de la actual serie -900. La elección original del motor fue el Pratt & Whitney JT8D-1

con un empuje de 14,000 libras, pero cuando las negociaciones con Lufthansa se completaron, se usó el JT8D-7. La calificación de -7 fue plana para desarrollar el mismo empuje a temperaturas ambientales más altas que la de -1 y se convirtió en el motor estándar para la -100. Se construyeron solo 30 series 100, 22 de ellas para Lufthansa, 5 para Malaysia Airlines y 2 para Avianca. (Brady C. , 1999)

#### 2.1.4 Descripción del avión Boeing 737

El avión Boeing 737-100 de fabricación americana del año 1967 tiene dos motores modelo JT8D-7, de clase comercial con una capacidad de 118 pasajeros, piloto y copiloto, 4 auxiliares de vuelo y una velocidad de máxima de 945 km/h. El 737 se desarrolló como una versión derivada de los Boeing 707 y 727, de menor coste, menor tamaño y bimotor. El 737 se empezó a diseñar en el año 1964, realizando su primer vuelo en 1967, y entró en servicio el 10 de febrero de 1968 con Lufthansa. Es el avión de pasajeros a reacción con mayor número de unidades vendidas de la historia de la aviación. Este modelo ha sido fabricado sin interrupción por parte de Boeing desde 1967, con un total de 9247 aeronaves entregadas (Boeing, 2002)

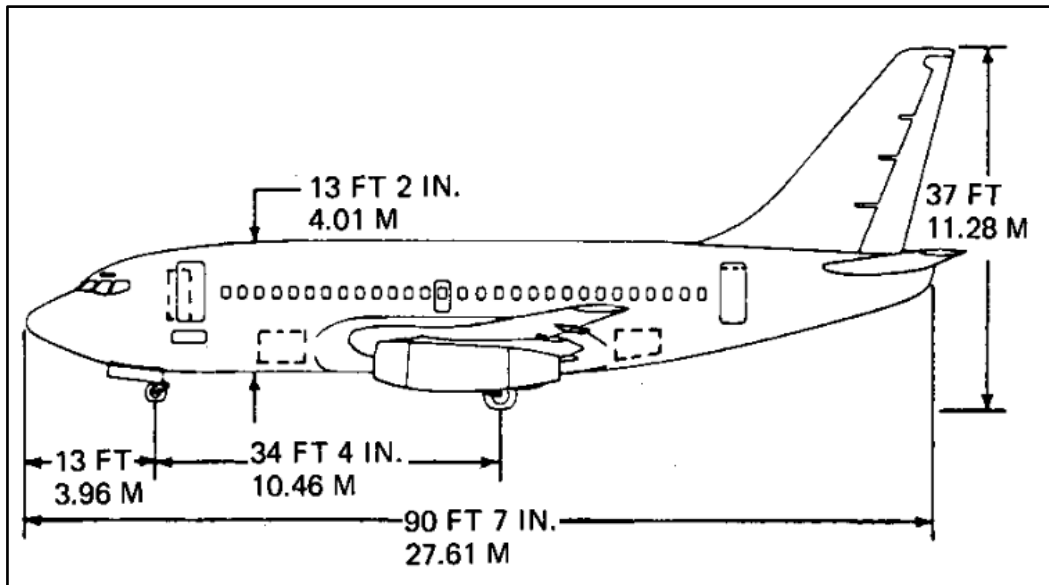


**Figura 1 Avión Boeing 737-100**

Fuente: (Boeing, 2016)

### 2.1.5. Datos técnicos

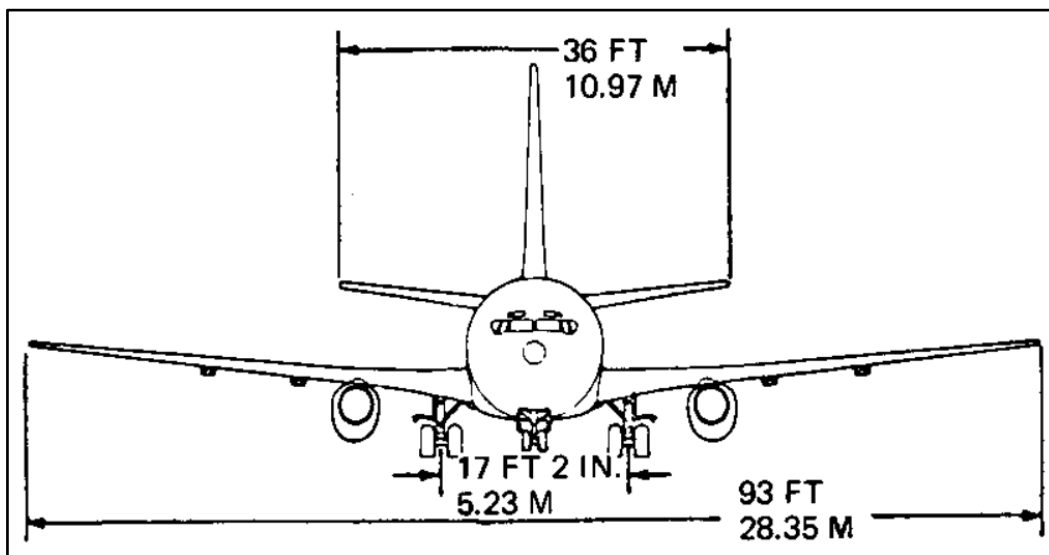
<b>Casa fabricante</b> .....	Americana.
<b>Año de fabricación</b> .....	1967.
<b>Modelo motor</b> .....	JT8D-7.
<b>Clase</b> .....	Comercial.
<b>Tipo</b> .....	Turbo Fan.
<b>Longitud</b> .....	28.6 m.
<b>Envergadura</b> .....	28.3 m.
<b>Altura</b> .....	11.3 m.
<b>Cabina</b> .....	Presurizada.
<b>Ancho de la Cabina (Pasajeros)</b> .....	3.54 m.
<b>Alto de la Cabina</b> .....	2.20 m.
<b>Capacidad/pasajeros</b> .....	124 pasajeros.
<b>Capacidad de carga</b> .....	17865 Lbs Full Fuel.
<b>Tripulación Básica</b> .....	Piloto, Copiloto.
<b>Velocidad crucero</b> .....	925 km/h.
<b>Velocidad Máxima</b> .....	Mach 0.82 (473 Nudos).
<b>Techo máximo</b> .....	35.096 pies.
<b>Autonomía de vuelo</b> .....	04:00 horas.
<b>Peso máximo de despegue</b> .....	52.390 kg.
<b>Peso de aterrizaje máximo</b> .....	45.000 kg.
<b>Panel de instrumentos</b> .....	Completo (Análogos).
<b>Tipo de combustible</b> .....	JET-A1.
<b>Empuje Máximo</b> .....	84.5 kN.
<b>Diámetro de los álabes o las aspas del motor</b> .....	1.12 m.
<b>Longitud del motor</b> .....	3.20 m.



**Figura 2 Dimensiones Laterales del Avión**

Fuente: (737-100 AIRPLANE DIMENSIONS, 2005)

Continúa



**Figura 3 Dimensiones Frontales del Avión**

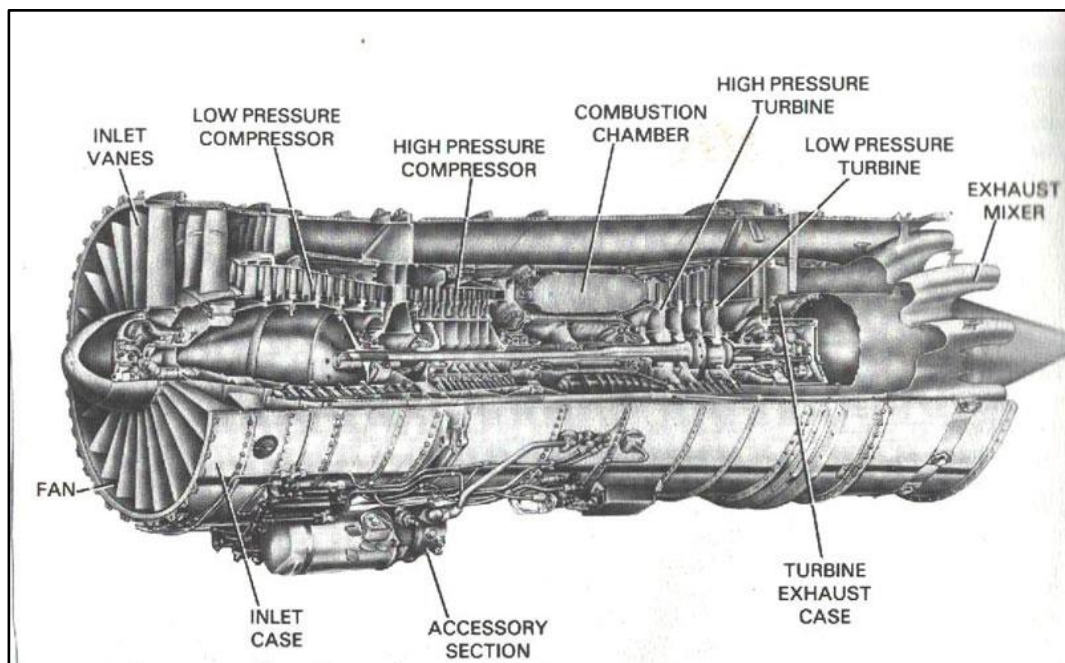
Fuente: (737-100 AIRPLANE DIMENSIONS, 2005)

## 2.2 Descripción general del motor JT8D

### 2.2.1 Descripción del motor.

El JT8D es un motor Turbo fan de flujo axial frontal que incorpora un diseño de doble eje. Tiene dos ensambles de rotación independiente coaxialmente conectados: un ensamble de rotación para el compresor de baja presión (LPC) que abarca las primeras seis etapas (seis pares de palas rotativas y estatores,

incluyendo las dos primeras etapas que comprenden el ventilador frontal); y un segundo ensamble rotativo para la sección del compresor de alta presión (HPC) que comprende siete etapas. El compresor de alta presión está conectado a la primera turbina delantera, que tiene una sola etapa. El ventilador (fan) frontal tiene dos etapas. El ducto anular de descarga para el ventilador recorre todo el motor, permitiendo que el aire que pasa por el ventilador salga junto a los gases de combustión por la misma tobera. (Swopes, 2018)



**Figura 4 Motor JT8D**

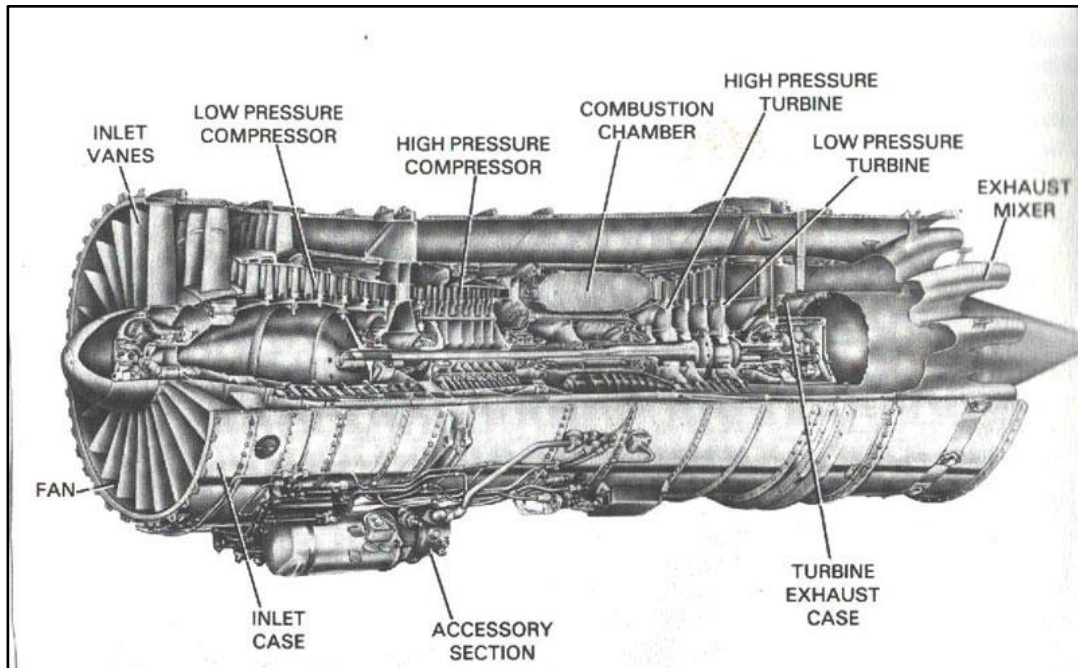
Fuente: (rcgroups, 2014)

Los motores JT8D-1,-1A, 1B-, -7,-7A, 7B-, -9,-9A, -11,-15,-15A, -17,-17A,-17R son básicamente los mismos a excepción de pequeñas diferencias físicas que dependen de la incorporación de los cambios a continuación se detalla las secciones del motor. (ARIAS, 2002)

### 2.2.2 El motor tiene seis secciones generales.

- Sección de entrada de aire.
- Sección del compresor.
- Sección de combustión.
- Sección de la turbina y de escape.
- Caja de accesorios (Caja de engranes).

- Sección de descarga del fan.



**Figura 5 Secciones del motor JT8D**

Fuente: (rcgroups, 2014)

### 2.2.2.1 Sección de entrada de aire

La sección de entrada de aire conduce el aire directamente hacia la cara frontal del compresor. Si existe alguna ineficiencia en el ducto de ingreso de aire afectara directamente a la eficiencia del motor. El ducto de ingreso de aire tiene dos funciones en el motor, la primera consiste en recoger el aire exterior e incrementar la presión, con un mínimo de pérdidas, la segunda consiste en entregar el aire al compresor en distintas variaciones y posiciones de vuelo, con mínimas turbulencias y variaciones posibles. (ARIAS, 2002)

### 2.2.2.2 Sección de compresión

El principio de funcionamiento de la turbina de aviación se basa en la compresión a altos niveles del aire que ingresa por el ducto de entrada del motor. Existen dos tipos de compresores utilizados en aviación, y son: El compresor de Flujo Axial, y el del Flujo Centrifugo o Radial. El motor JT8D utiliza dos compresores de flujo axial. (ARIAS, 2002)

### 2.2.2.3 Sección de combustión



La sección de combustión contiene las cámaras de combustión, cuyo propósito es quemar en ella la mezcla de combustible y aire generando gases con una temperatura elevada que no debe exceder el límite admisible en la entrada de la sección turbina. La puesta en marcha debe ser rápida y efectiva y la combustión debe ser completa, para evitar formación de carbón. La razón de aire-combustible que ingresa a las cámaras es de aproximadamente 50 a 1, y solo una pequeña parte de todo el aire es usado para la mezcla con combustión. La restante básicamente se usa para enfriamiento. (ARIAS, 2002)

#### **2.2.2.4 Sección de turbina**

La turbina extrae la energía cinética de la expansión de los gases que fluyen de la cámara de combustión, convirtiéndola en potencia para arrastrar el compresor y los accesorios.

La turbina de flujo axial está compuesta por dos elementos principales: el rotor y los alabes estacionarios (estatores), los chorros de gases procedentes de la combustión están dirigidos contra los alabes rotatorios de la turbina en una dirección tal que hacen posible que la energía cinética de los gases se transforme en energía mecánica creada por la rotación de la rueda de la turbina. El motor JT8D tiene dos turbinas la de baja presión de tres etapas y la de alta presión de una sola etapa, cada una conectada a su respectivo compresor. (ARIAS, 2002)

#### **2.2.2.5 Sección de escape**

La labor del ducto de salida de gases es aumentar la velocidad de los gases de escape en el área de salida de gases, lo que equivale a la generación de alto empuje. El ducto de escape tiene la forma cónica convergente, que permita la aceleración de los gases a la salida del motor. (ARIAS, 2002)

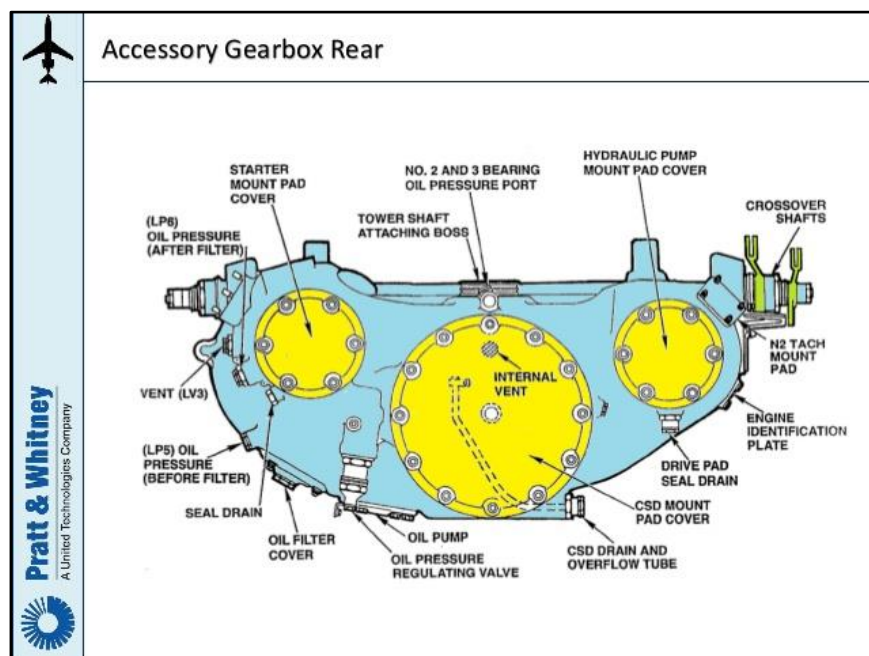
#### **2.2.2.6 Sección de carga del Fan**

El fan está considerado como parte de la salida de la cara frontal del compresor de baja presión. Este hace la función de un gran ventilador que

ayuda a mover grandes cantidades de masa de aire hacia el motor, posteriormente estas grandes masas de aire son divididas, una ingresa como flujo directo hacia el motor para el proceso de compresión, combustión y escape, mientras la otra es direccionada por la parte exterior del motor ocasionando así un impulso adicional para el motor y su enfriamiento. El uso del Fan tiene muchas ventajas en el rendimiento del motor, por el hecho de permitir un acceso de una gran masa de aire al interior del motor (mueve el aire como un ventilador) y provoca un empuje adicional con la división del flujo de aire. (ARIAS, 2002)

### 2.2.2.7 Sección de accesorios

Los accesorios para motores de turbina a gas pueden ser divididos en dos categorías, aquellos que son impulsados por aire de sangrado tomado del compresor del motor y otros que toman su movimiento mecánicamente, por intermedio de engranajes intermedios o una caja de engranajes. (ARIAS, 2002)



**Figura 6 Sección de accesorios del motor**

Fuente: (Pratt & Whitney, 2014)

### 2.2.3 Características técnicas del motor

- Modelo del motor: JT8D-200.
- El peso del motor: 3252 libras

- Poder del motor: 850 SHP.
- Diámetro del motor: 49.2 pulgadas/1250 mm.
- Longitud del motor: 120.0 pulgadas.
- Máxima capacidad de combustible: 17.860 lt.
- Empuje Unitario: 21.700 lbf/96.5 kN.
- Compresión: 16:1.

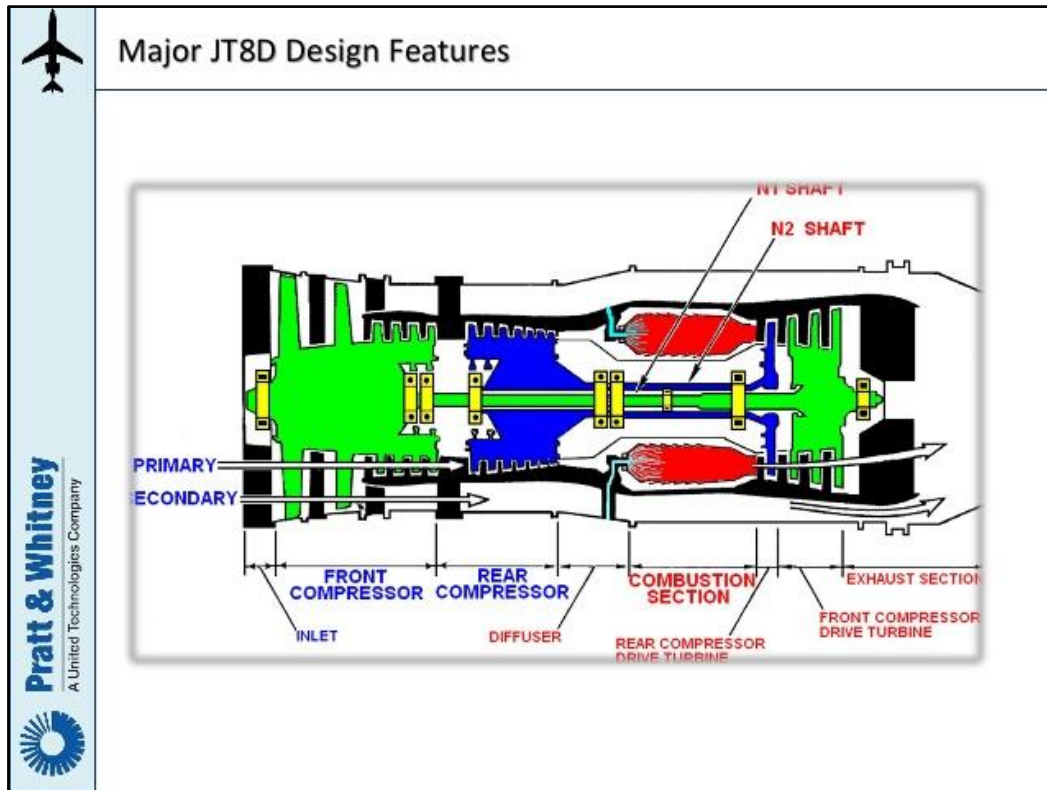
## **2.2.4 Funcionamiento**

Aunque en su diseño y aplicación es muy complicado, el motor de turbina es increíblemente sencillo en su operación. La propulsión de una turbina esta explicada de manera muy simple por la tercera ley de Newton:

Para cada acción, habrá una reacción directamente opuesta y de la misma intensidad. A continuación, se detalla el arranque, encendido. (ARIAS, 2002)

### **2.2.4.1 Arranque, Encendido y Funcionamiento**

La turbina a gas inicia su funcionamiento siempre y cuando el compresor empiece a rotar. En el caso del compresor de flujo doble axial, la gran presión que genera este compresor es aprovechada solo cuando este inicia a moverse por accionamiento del arranque. Para el arranque es necesario acelerar el compresor hasta que este consiga elevar la presión hasta el rango necesario e inmediatamente en la sección de combustión del motor se generara la chispa eléctrica que iniciara la combustión, pero tomemos en cuenta que el sistema de arranque del motor todavía está en funcionamiento y aún asiste al motor de encendido. El tipo de arranque utilizado por el motor JT8D es neumático, funciona en base al accionamiento de la A.P.U (Auxiliary Power Unit), la cual acciona una turbina de pequeña escala que empieza a dar movimiento a un eje que se encuentra enclavado al eje compresor-turbina de los motores, de esta manera inicia a girar el compresor hasta que este alcanza la velocidad adecuada. Una vez llegada a esta velocidad el piloto acciona la inyección de combustible, y la ignición en las cámaras de combustión produciéndose la primera combustión. (ARIAS, 2002)



**Figura 7 Motor JT8D-200**

Fuente: (Pratt & Whitney, 2014)

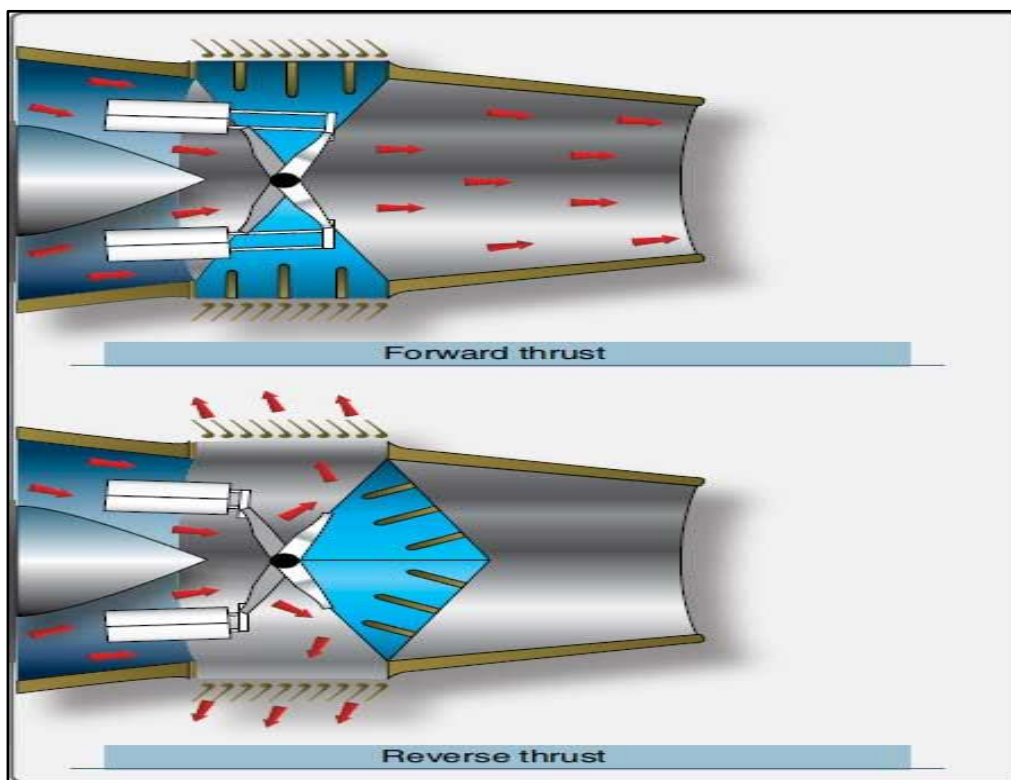
### 2.3 Reversa (Thrust Reverse)

A medida que los aviones aumentaron su peso bruto con velocidades de aterrizaje más altas, el problema de detener un avión después del aterrizaje ha aumentado considerablemente. En muchos casos, ya no se puede confiar en los frenos de la aeronave únicamente para reducir la velocidad de la aeronave a una distancia razonable, inmediatamente después del aterrizaje. La mayoría de los sistemas de inversión de empuje se pueden dividir en dos categorías: bloqueo mecánico y bloqueo aerodinámico. (Federal Aviation Administration, 2012)

El bloqueo mecánico se logra colocando una obstrucción removible en la corriente de gases de escape, generalmente algo en la parte trasera de la boquilla. Los gases de escape del motor se bloquean mecánicamente y se desvían en un ángulo adecuado en la dirección inversa por un cono invertido, una media esfera o una concha de almeja. [Figura 8] Esto se coloca en posición para revertir el flujo de los gases de escape. Este tipo se usa generalmente con motores turbofan con conductos, donde el ventilador y el flujo del núcleo se mezclan en una boquilla común antes de salir del motor. El inversor de bloqueo

mecánico o de tipo concha funciona para formar una barrera en la ruta de escape de los gases de escape, que anula e invierte el empuje hacia adelante del motor. (Federal Aviation Administration, 2012)

El sistema de inversión debe ser capaz de soportar altas temperaturas, ser mecánicamente fuerte, relativamente liviano, confiable y "a prueba de fallas". Cuando no está en uso, debe integrarse en la configuración de la góndola del motor. Cuando el inversor no está en uso, las puertas de la cubierta se retraen y se anidan ordenadamente alrededor del conducto de escape del motor, formando generalmente la sección trasera de la góndola del motor. (Federal Aviation Administration, 2012)



**Figura 8 Activación de la Reversa**

Fuente: (Federal Aviation Administration, 2012)

En el tipo de bloqueo aerodinámico del inversor de empuje, utilizado principalmente con motores turbofan sin ductos, solo se usa aire de ventilador para reducir la velocidad de la aeronave. Un moderno sistema de inversión de empuje aerodinámico consiste en una capucha de traslación, puertas de bloqueo y paletas en cascada que redirigen el flujo de aire del ventilador para reducir la velocidad del avión. Si las palancas de empuje están en la posición de ralentí y

la aeronave tiene peso sobre las ruedas, mover las palancas de empuje hacia atrás activa la capucha de traslación para abrir y cerrar las puertas del bloqueador. (Federal Aviation Administration, 2012)

### **2.3.1 Tipos de Reversas.**

Las aeronaves pequeñas generalmente no tienen sistemas de inversión de empuje, excepto en aplicaciones especializadas. Por otro lado, los aviones grandes (aquellos que pesan más de 12,500 libras) casi siempre tienen la capacidad de revertir el empuje. Motor recíproco, turbopropulsor y aviones a reacción pueden ser diseñados para incluir sistemas de inversión de empuje.

Sus tipos son:

#### **2.3.1.1 Variable-pitch propellers**

Los aviones propulsados por hélices generan empuje inverso al cambiar el ángulo de sus hélices de paso controlable para que las hélices dirijan su empuje hacia adelante. Esta característica de empuje inverso estuvo disponible con el desarrollo de hélices de paso controlable, que cambian el ángulo de las palas de la hélice para hacer un uso eficiente de la potencia del motor en una amplia gama de condiciones. Los aviones monomotores tienden a no tener un empuje inverso. Sin embargo, los aviones turbohélices monomotores como el PAC P-750 XSTOL, Cessna 208 Caravan y Pilatus PC-6 Porter tienen esta función disponible. (Flight Mechanics, 2017)

#### **2.3.1.2 Target 'bucket' thrust reverser**

El inversor de empuje objetivo utiliza un par de puertas tipo "bucket" accionadas hidráulicamente para invertir la corriente de gas caliente. Para empujar hacia adelante, estas puertas forman la boquilla de propulsión del motor. En la implementación original de este sistema en el Boeing 707, y aún hoy en día, se articulaban dos cucharones de inversión, de modo que, cuando se desplegaron, bloquearon el flujo hacia atrás del escape y lo redirigieron con un componente delantero. Este tipo de inversor es visible en la parte trasera del motor durante el despliegue. (Federal Aviation Administration, s.f)

### **2.3.1.3 Clam-shell**

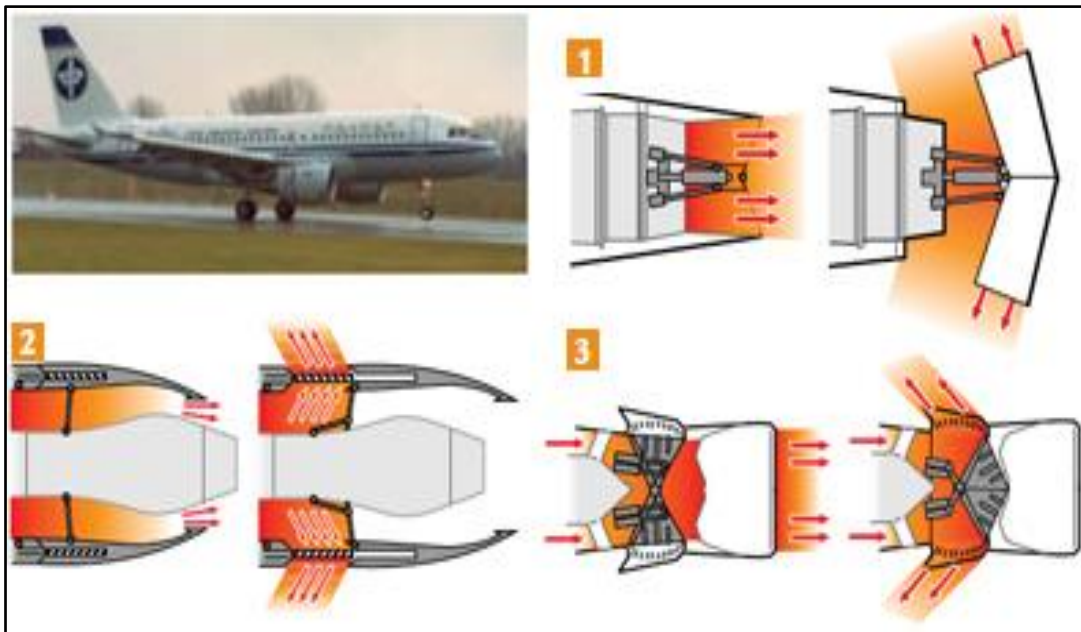
El sistema de puerta de almeja, o cascada, se opera neumáticamente. Cuando se activan, las puertas giran para abrir los conductos y cerrar la salida normal, lo que hace que el empuje se dirija hacia adelante. El inversor de empuje en cascada se usa comúnmente en los motores turbofan. En los motores turborreactores, este sistema sería menos efectivo que el sistema objetivo, ya que el sistema en cascada solo utiliza el flujo de aire del ventilador y no afecta al núcleo principal del motor, que continúa produciendo empuje hacia adelante. (Flight Mechanics, 2017)

### **2.3.1.4 Pivoting-door thrust reversal**

Un inversor de empuje del motor de turbina de avión de tipo puerta giratoria que incluye un par de paneles pivotantes en el lado interior de la puerta. Los paneles se colocan a lo largo del mecanismo de accionamiento de la puerta. Los paneles forman una superficie al ras a lo largo de la trayectoria de flujo del conducto del ventilador cuando se guardan durante el funcionamiento normal del motor en vuelo. (Flight Mechanics, 2017)

### **2.3.1.5 Cold-stream**

El sistema de inversión de corriente fría se activa mediante un motor neumático. Durante el funcionamiento normal, las paletas de empuje inverso están bloqueadas. En la selección, el sistema dobla las puertas para bloquear la boquilla final de la corriente fría y redirigir este flujo de aire a las paletas en cascada. Este sistema puede redirigir tanto el flujo de escape del ventilador como del núcleo. (Flight Mechanics, 2017)



**Figura 9 Tipos de Reversas**

Fuente: (Microsiervos, 2013)

## 2.4 Reversa tipo Clamshell Doors

El motor Pratt and Whitney JT8D que impulsa el modelo 737-200 de Boeing es un motor turbofan de derivación baja que incorpora carretes de alta y baja presión, compuestos de múltiples etapas de compresor y turbina. El JT8D emplea un sistema de inversión tipo concha que utiliza dos puertas deflectoras instaladas en el extremo posterior del motor. Cuando se selecciona el empuje inverso, las puertas del deflector se mueven hacia atrás y se giran a una posición vertical para redirigir el flujo de gases de escape de la turbina, lo que resulta en una inversión del vector de empuje generado por el motor.

Los componentes principales utilizados para controlar la posición de dos puertas deflectoras son una válvula de aislamiento hidráulica, una válvula de control direccional, dos actuadores de bloqueo y dos actuadores de posicionamiento. Durante el vuelo, la válvula de aislamiento hidráulico está cerrada, y la válvula de control direccional está orientada hacia el puerto de bloqueo de los actuadores de bloqueo y el puerto de almacenamiento de los actuadores de posicionamiento.

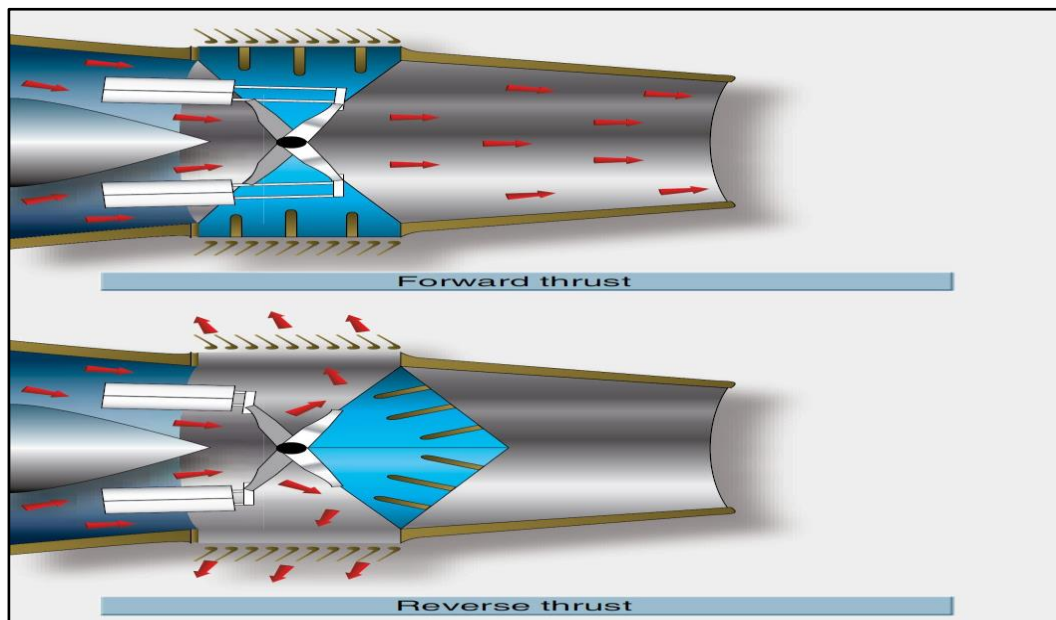
La operación del inversor de empuje se inicia moviendo la palanca de empuje inversa montada en la palanca de empuje hacia adelante en el soporte de



control. Las palancas de empuje inversas izquierda y derecha están disponibles para el funcionamiento independiente de los inversores de empuje instalados en los motores izquierdo y derecho. Las palancas de empuje delanteras deben devolverse a la posición de ralentí antes de mover las palancas de empuje inversas.

A medida que el tren de aterrizaje se comprime al tocar tierra, se cierra un interruptor aire-tierra, lo que permite que la energía eléctrica se envíe a la válvula de aislamiento. Posteriormente, la válvula de aislamiento se abre y la presión hidráulica está disponible para la operación del inversor de empuje.

Cuando se selecciona empuje inverso moviendo la palanca de empuje inverso hacia una posición de bloqueo, la válvula de control direccional se reorienta a través de un enlace mecánico y se aplica presión hidráulica al puerto de desbloqueo de los actuadores de bloqueo.



**Figura 10 Activación de la Reversa tipo Clamshell Doors**

Fuente: (Federal Aviation Administration, 2012)

A medida que los accionadores de bloqueo se retraen, los pestillos de la puerta se desbloquean, lo que permite que las puertas del deflector se muevan desde la posición de almacenamiento. Las puertas del deflector comienzan a trasladarse hacia la posición de despliegue cuando los actuadores de posicionamiento se retraen.

## 2.4.1 TIPOS DE SUELDA

### 2.4.1.1 Proceso de Soldadura TIG (GTAW)

Gas tungsten arc welding (GTAW) o Tungsten inert gas (TIG)

GTAW El proceso de soldadura TIG (tungsten inert gas), identificado por la AWS como Gas Tungsten Arc Welding-GTAW, es un proceso de soldadura por arco eléctrico, que se establece entre un electrodo de tungsteno y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas inerte que evita el contacto del aire con el baño de fusión y con el electrodo, que se encuentran a alta temperatura.

El electrodo de tungsteno está sujeto a una torcha que le transmite la corriente eléctrica e inyecta el gas de protección; puede estar refrigerada y es alimentada por una fuente de poder que puede ser de corriente continua o alterna. El metal de aporte, cuando es necesario, se agrega directamente a la pileta líquida.

#### **Ventajas:**

- Permite soldar en toda posición y todos los metales, a saber, aceros aleados, aluminio, magnesio, cobre, níquel y otros metales especiales, tales como el titanio y el circonio; es imprescindible para espesores finos.
- Debido a que el electrodo de tungsteno y el material de aporte son independientes, permite añadir sólo la cantidad adecuada, evitando generar soldaduras con sobre espesores innecesarios, con muy buen aspecto.
- Genera un decapado de la capa de óxido que recubre los metales, refractaria en el caso del aluminio, mientras que el gas inerte evita la regeneración de la misma, lo que produce una soldadura limpia, sin escoria.
- No transfiere material a través del arco, por lo que no se producen salpicaduras.
- Permite al soldador ver bien la pileta líquida, con lo que podrá manejarla.

- Mantiene el arco aún con muy bajas corrientes, se puede soldar una amplia gama de espesores y hasta 4 mm de espesor sin preparación de bordes.
- Permite controlar la penetración, por lo que se usa para la pasada de raíz de finos y grandes espesores, luego se puede completar la junta con cualquier otro proceso.
- Aporta energía concentrada, con mínimas deformaciones y la zona afectadas al calor.
- Permite obtener soldaduras con la misma composición química y propiedades mecánicas que el metal base, cuando no hay material de aporte.

**Limitaciones:**

- Velocidades de deposición son menores que aquéllas obtenidas con otros procesos de soldadura por arco eléctrico con consumible.
- Se requiere mayor habilidad del soldador que con electrodo revestido y MIG-MAG.
- Presenta baja tolerancia a los contaminantes de los consumibles o el metal base. (ESAB, 2019)

**2.4.1.2 Proceso de Soldadura – GMAW**

Metal Inert Gas (MIG) / Metal Active Gas (MAG) / Gas Metal Arc Welding (GMAW)

Este proceso de soldadura se establece un arco eléctrico entre un alambre que es alimentado de manera continua y la pieza a soldar. La protección del arco se efectúa a través de un gas que puede ser inerte (Argón o Helio) proceso MIG: Metal Inert Gas; o activo (CO<sub>2</sub> o Mezcla Ar-CO<sub>2</sub>) proceso MAG: Metal Active Gas. La AWS identifica a este proceso como GMAW: Gas Metal Arc Welding.

Este proceso necesita más elementos para poder soldar que los necesarios en otros procesos:

- Una fuente de corriente continua y tensión constante.

- Un devanador que alimenta de manera continua el alambre macizo, que consta de un mecanismo de tracción compuesto de uno o dos pares de rodillos.
- Una torcha, que está compuesta de un tubo de contacto donde el alambre recibe la corriente de soldadura proveniente de la fuente; una tobera de metal que direcciona el gas que protege la soldadura, un liner que está dentro de la torcha por donde pasa el alambre.
- Un tubo de gas y un regulador correspondiente

Este proceso puede ser utilizado de 2 maneras: semiautomática (el soldador hace avanzar la torcha manualmente) y automatizada (el avance se hace mecánicamente). Permite soldar todos los metales ferrosos y no ferrosos.

Tiene 3 maneras de transferir el alambre a la pieza, a saber:

- **Cortocircuito:** El metal se transfiere a la pieza cuando se produce el contacto entre el alambre y la pieza, se produce una piletta líquida pequeña que se enfría rápidamente y puede soldar espesores finos en toda posición. Se produce en voltajes y corrientes bajas lo que ocasiona un bajo aporte de calor.
- **Globular:** El tamaño de la gota que se transfiere a la pieza es mayor que el diámetro del alambre se utiliza con gas de protección CO<sub>2</sub>, sirve solamente para trabajar en posición plana. Se utilizan valores más altos de tensión y corriente que para cortocircuito, por lo que genera una mayor penetración, pero a la vez mayores salpicaduras.
- **Spray:** La transferencia de las gotas se hace a muy altas velocidades y en tamaños muy pequeños, se transfieren entre 100 y 300 gotas de metal por segundos. El alambre no llega a tocar la pieza y la piletta líquida es de baja viscosidad, alta fluidez, lo que ocasiona que no se pueda soldar en todas las posiciones. Solamente se puede alcanzar con gas Ar o mezclas de Ar-CO<sub>2</sub>, con parámetros de tensión y corriente muy elevadas.

#### **Tipos de Gases:**

- **CO<sub>2</sub>:** El anhídrido carbónico o dióxido de carbono es el de mayor utilización y más económico. Genera buena penetración, aumenta la

viscosidad del baño, el arco es menos estable con numerosas proyecciones. Se utiliza para aceros al carbono y poco aleados.

- **Ar:** El argón es un gas inerte, monoatómico, no tóxico, no respirable, no inflamable y es parte del aire (0,934%), no tiene acción sobre la pileta líquida, favorece el encendido del arco y su estabilidad.
- **Ar 80% CO2 20%:** Esta mezcla de gases se utiliza en aceros al carbono y poco aleados, mejora el inicio del arco y lo hace más estable.
- **O2:** El oxígeno es un gas biatómico, que se utiliza en mezclas binarias o ternarias de gases. Estabiliza el arco, mejora el mojado y disminuye las salpicaduras, eleva la temperatura del baño de fusión favoreciendo la transferencia spray.

#### **Ventajas:**

- Velocidades de soldadura mayores a SMAW y GTAW.
- Mayor tasa de deposición horaria
- Se requiere mínima limpieza luego de soldar
- Puede utilizarse para soldar cualquier metal ferroso y no ferroso.
- En transferencia cortocircuito se puede soldar en toda posición.
- Se pueden realizar soldaduras de grandes longitudes sin que tengan empalmes entre los cordones, evitando imperfecciones.

#### **Limitaciones:**

- El equipo para GMAW es más complejo, más costoso y menos portable que SMAW.
- El arco debe ser protegido de las corrientes de aire, por lo que su aplicación al aire libre es limitada.
- Es difícil de utilizar en juntas de difícil llegada. (ESAB, 2019)

#### **2.4.1.3 Proceso de Soldadura - SMAW**

El proceso de electrodo revestido (Manual), identificado por la AWS como SMAW (Shield Metal Arc Welding), es un proceso de soldadura por arco eléctrico entre un electrodo revestido y un metal base.

El arco produce una temperatura aproximadamente de 3500°C en la punta del electrodo, superior a la necesaria para fundir la mayoría de los metales. El calor funde el metal base y el electrodo revestido, de esta manera se genera una pileta líquida o baño de fusión, que va solidificando a medida que el electrodo se mueve a lo largo de la junta.

En la soldadura de electrodos revestidos el amperaje queda fijado por el diámetro del electrodo y tipo de revestimiento, el voltaje por la longitud del arco.

Las funciones que cumple el revestimiento son las siguientes:

Protección del metal fundido a través de la generación de gas, de la escoria, provee desoxidantes, provee elementos de aleación, facilita el inicio del arco y su estabilidad, determina la forma del cordón y su penetración, establece la posición de soldadura, transmite mayor o menor calor y determina la viscosidad y fusión de la escoria.

#### **Tipos de electrodos:**

- Celulósicos
- Rutílicos
- Básicos / Bajo Hidrogeno
- Para combatir el desgaste
- Aceros inoxidable
- Fundición de Hierro
- Bronce
- Cobre
- Aluminio
- Corte

#### **Ventajas:**

- Bajo nivel de inversión
- Proceso simple, flexible y portable
- Acceso a juntas en lugares difíciles de llegada
- Uso en exteriores, al aire libre

- Capacidad de soldar la mayoría de los metales ferrosos y no ferrosos

**Limitaciones:**

- La productividad, las velocidades de deposición con electrodo revestido son menores que aquéllas obtenidas el proceso de soldadura Mig-Mag
- El rendimiento del electrodo revestido (60%) es menor que el alambre macizo del proceso Mig-Mag (95%). (ESAB, 2019)

**2.4.1.4 Proceso de Soldadura FCAW****FCAW - Flux Cored Arc Welding**

FCAW es un proceso de soldadura de arco eléctrico que utiliza el arco formado entre un electrodo alimentado continuamente, que es el metal de aporte, y el charco de soldadura.

El proceso emplea gas (que proviene de ciertos componentes del fundente que está contenido dentro del alambre tubular) para proteger el metal líquido cuando el arco está encendido; con o sin protección adicional proveniente de un gas suministrado externamente, y sin la aplicación de presión. Durante el enfriamiento y solidificación Del metal de soldadura depositado la protección se hace con escoria.

(ESAB, 2019)EN FCAW la Fuente de poder es una que suministra corriente continua y generalmente es de voltaje constante, en las aplicaciones de unión se emplea polaridad positiva (el alambre-electrodo está conectado al borne positivo de la fuente).

El propósito de la unidad de alimentación es traccionar (halar) y controlar la salida del alambre continuamente hacia el arco a una velocidad contante establecida previamente.

La Pistola contiene la Boquilla de Contacto que es la que energiza el alambre electrodo. Las pistolas pueden ser enfriadas con aire o con agua (generalmente cuando la corriente de soldadura excede 500 amperios)

Cuando se utiliza gas de protección suministrado externamente, se emplea un Cilindro que lo contiene y el Sistema debería tener un Flujómetro [mide el volumen de gas que fluye al arco por unidad de tiempo- medido en pie<sup>3</sup>/h (CFH: Cubic Feet per Hour-Pies Cúbicos por Hora) o L/min (Litros por Minuto)] y el Regulador de Presión [equipo mecánico que reduce la presión del cilindro a una presión de trabajo deseada, mediada en psi (lb/in<sup>2</sup>-libras por pulgada cuadrada)]

El Electrodo es un Alambre Tubular que consiste en un fleje metálico conformado mecánicamente hasta formar una especie de "pitillo" (de varios diámetros desde 0.8 mm hasta 2.8 mm) el cual se rellena con una mezcla controlada y formulada de metal pulverizado, ferroaleaciones, fundentes y materiales formadores de escoria. El Alambre viene enrollado en una Bobina o Carrete de diversas presentaciones.

FCAW tiene dos modalidades que dependen formulación que se haga del alambre tubular: Cuando los alambres tubulares se formulan y especifican con gas de protección (el cual puede ser 100% CO<sub>2</sub> o una mezcla de Argón y CO<sub>2</sub>) suministrado externamente, el proceso se designa FCAW-G.

Cuando los alambres tubulares se formulan y especifican SIN gas de protección suministrado externamente, el proceso se designa FCAW-S (S: Self). Se les suele llamar alambres autoprotegidos. (ESAB, 2019)

#### **2.4.2 ESPECIFICACIÓN MATERIALES DE APORTACIÓN**

Estas varillas deben ser de igual o mejor calidad que el material a soldar. Su fabricación puede ser de acero inoxidable, aluminio o de acero al carbono. Sus diámetros varían entre 1.1, 1.6, 2, 2.4, 3.2, 4 y 4.2 milímetros (mm), con una longitud de 900 milímetros (mm).

Si se quiere obtener una soldadura sana en la parte a trabajar, es muy importante mantener la varilla de aporte libre de contaminación y humedad. Estas no necesitan de fundente para realizar un buen cordón de ensambladura, ya que se realiza en la atmósfera inactiva producida por el gas de protección.



Entre las varillas de aporte dependiendo del material encontramos:

**Acero inoxidable:** TIG WELD 308L, TIG WELD 309L, TIG WELD 316L.

**Acero al carbono:** TIG WELD ER 70S-3, TIG WELD ER 70S-6.

**Níquel:** ALLOY 82.

**Aluminio:** TIG 4043.

**Cobre:** APSIL 0, LOW FUMING BRONCE RF, LOW FUMING BRONCE D.

**Plata:** OXIWELD 600, OXIWELD 800.

Es importante seleccionar el tipo de varilla de aporte adecuado al trabajo que quieras realizar, ya sea soldadura TIG o convencional. Esto, te permite obtener cordones más resistentes y menos sensibles a la corrosión. **(ANEXO G)**

### **2.4.3 Componentes estructurales primarios**

Son esenciales para el correcto funcionamiento de la aeronave, la falla de estos componentes ocasionaría un serio daño a los pasajeros y a la aeronave.

- Sistemas de control
- Montantes del motor
- Uniones
- Piel del fuselaje, alas. Cola y superficie de los controles
- Estructura del soporte del tren de aterrizaje
- Estructura del soporte de los asientos

### **2.4.4 Componentes principales de la reversa tipo Clamshell Doors**

Los siguientes componentes principales en un evento de falla deberían requerir inmediatamente atención por parte del departamento de mantenimiento para su respectiva acción correctiva. (BOEING COMPANY, 2005)

- Hinge Joint
- Deflector Door-2 Places

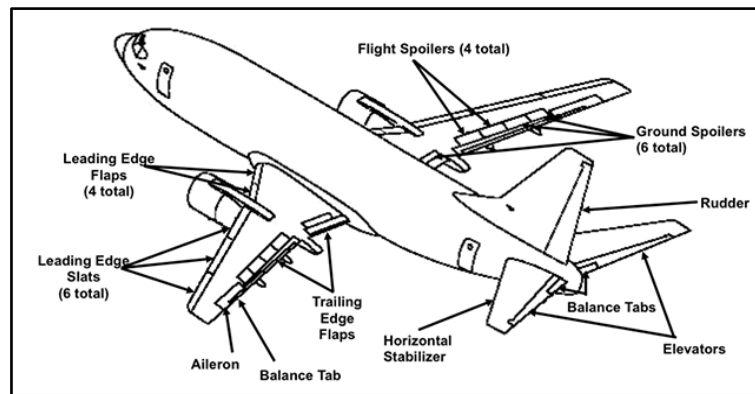
- Clamshell Door-2 Places
- Thrust Reverser Shoud Assembly
- Clamshell Door Truck
- Deflector Door Truck
- Thrust Reverser Frame Assembly
- Thrust Reverser Actuator-2 Places
- Thrust Reverser Aft Fairing
- Tailpipe

## **2.5 Mandos de vuelo**

El avión Boeing 737-200 tiene como controles primarios elevadores, rudder y alerones por otra parte los controles de vuelo secundarios son slats, flaps, flight spoilers.

### **2.5.1 Controles de vuelo primarios y secundarios**

El sistema de control de vuelo primario utiliza la rueda de control convencional, la columna y los pedales unidos mecánicamente a las unidades de control de potencia hidráulica que controlan las superficies de control de vuelo primarias; Alerones, Elevadores y Rudder. Los controles de vuelo son alimentados por fuentes hidráulicas redundantes; sistema A y sistema B. Cualquiera de los sistemas hidráulicos puede operar todos los controles primarios de vuelo. Los alerones y los elevadores pueden operarse manualmente si es necesario. El Rudder puede ser operado por el sistema hidráulico de reserva si el sistema A y la presión del sistema B no están disponibles. Los controles de vuelo secundarios, los dispositivos de alta elevación que consisten en aletas de borde de salida (TE) y los flaps de borde de ataque (LE) y los flaps y slats (dispositivos LE), son alimentados por el sistema hidráulico B.



**Figura 11 Controles de Vuelo Primarios y Secundarios**

Fuente: (Code7700, 2013)

### 2.5.2 Switch de los controles de vuelo.

Control de vuelo Interruptores STBY RUD: activa la bomba del sistema hidráulico de reserva y abre la válvula de cierre del timón de reserva para presurizar la unidad de control de potencia del timón de reserva. Apagado: cierra la válvula de cierre del control de vuelo, aislando los alerones, los ascensores y el timón de la presión del sistema hidráulico asociado. (Brady C. , 1999)



**Figura 12 Interruptores de los Controles de Vuelo**

Fuente: (Brady C. , THE BOEING 737 TECHNICAL SITE, 1999)

## 2.6 Mantenimiento de Aeronaves

### 2.6.1 Generalidades

El programa de mantenimiento bajo las FAR parte 129 trata de las normas de mantenimiento especificadas en el Anexo 6 de OACI (párrafo 7 de

preferencia) que se aplica a todas las marcas y modelos de aeronaves registradas en los EEUU en la flota del operador comprometida en transporte común. Esto incluye el control de calidad y las funciones de garantía de la calidad de los requisitos del sistema de inspección del Anexo 6, párrafo 8.4, y debería incluir un sistema de análisis continuo de la eficacia de los programas de mantenimiento. Asimismo, esto incluye el mecanismo para el ajuste de los programas de mantenimiento de aeronaves, control de confiabilidad (si es aplicable), y control total de los programas de mantenimiento de aeronaves. El operador debería documentar este programa como se indica en el párrafo 16. (Dirección Nacional de Aeronavegabilidad República Argentina, 1996)

## **2.6.2 Tipos de Mantenimiento**

Un programa de mantenimiento individual para cada aeronave según su marca y modelo es la parte bajo la FAR Parte 129 (Apéndice de referencia 1, Ejemplos 1 y 2). A continuación, se describen elementos del programa de mantenimiento de una aeronave extractados de la Circular de Asesoramiento 120-16C, Programas de Mantenimiento de Aeronavegabilidad Continuada, párrafo 4. (Dirección Nacional de Aeronavegabilidad República Argentina, 1996)

### **2.6.2.1 Inspección de Aeronaves.**

Este elemento trata de inspecciones de rutina, mantenimientos y ensayos realizados sobre la aeronave a intervalos determinados. Incluye instrucciones y normas detalladas (o referencias) a través de formularios de trabajo, tarjetas de trabajo, etc., que también sirven para controlar la actividad, y para registrar y estimar las tareas que comprende este elemento. (Dirección Nacional de Aeronavegabilidad República Argentina, 1996)

### **2.6.2.2 Mantenimiento Programado.**

Este elemento concierne a tareas de mantenimiento realizadas a intervalos prescritos. Algunas se realizan junta con tareas de inspección que forman parte del elemento de inspección y pueden incluirse en el mismo formulario. Otras tareas se realizan independientemente las tareas programadas incluyen

reemplazo de ítems con límites de vida componentes que requieran reemplazo para recorrida general inspecciones especiales tales como rayos X chequeos o ensayos de ítems por condición lubricantes etcétera. Formularios especiales de trabajo pueden proporcionarse para la realización de estas tareas o pueden estar especificadas en la orden de trabajo o en algún otro documento en cualquiera de los casos se deberán proporcionar las instrucciones y las normas de realización de cada tarea para garantizar su apropiador cumplimiento quedando un registro firmado del cumplimiento de dichas tareas. (Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina, 1996)

### **2.6.2.3 Mantenimiento No Programado.**

Este elemento proporciona procedimientos instrucciones y normas para el cumplimiento de las tareas de mantenimiento generadas por la inspección y mantenimiento programa de los elementos informes de pilotos, análisis de fallas u otras indicaciones de una necesidad para mantenimiento. Los procedimientos para informar, registrar y procesar lo detectado en la inspección y el mal funcionamiento operativo junto con el mantenimiento programado forma una parte esencial de este elemento. Los procedimientos para procesar fallas operativas y situaciones anormales durante inspecciones programadas pueden ser comunes a todas las marcas/ modelos de aeronaves, pero las instrucciones y normas para estas actividades nos proporciona el programa de mantenimiento de la aeronave individual. (Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina, 1996)

### **2.6.2.4 Reparación y Recorrida General de Motor, Hélice y Accesorios.**

Este elemento Consigna las operaciones de taller que, aunque abarquen tareas programadas y no programadas son remotas en lo referente a su coincidencia con el mantenimiento realizado a la aeronave como una unidad. Tanto para los elementos programados como para los no programados deberán proporcionarse normas e instrucciones junto con un medio para la certificación y registro de

trabajo. Los requisitos de reemplazo de partes con vida límite se incluye en este elemento. (Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina, 1996)

### **2.6.2.5 Programa de Inspección Estructural/ Recorrida General de la Aeronave**

Este elemento concierne a las inspecciones estructurales identificadas como a nivel de chequeo D y E los informes MRB y/o recorrido general mayor de la aeronave. De la misma manera que para la inspección de los componentes de la aeronave las instrucciones viendo las detalladas deberían estar provistas un poco en medio de registro y control del trabajo. Adicionalmente a la inspección estructural los programas mayores de recorrida General incluyen tareas de mantenimiento programadas extensivas. (Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina, 1996)



**Figura 13 Mantenimiento a un motor Turbo Fan**

Fuente: (Antair Service Center, 2014)

Las tareas, procedimientos y frecuencias de mantenimiento para cada programa de mantenimiento de aeronaves derivan originalmente de informes del MRB desarrollados bajo los Documentos de Planeamiento de Mantenimiento del Fabricante/Aerolínea. (Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina, 1996)

## **2.7 Inspecciones y Chequeos de mantenimiento de la Clamshell Doors**

### 2.7.1 General

**A.** El control de daños en las puertas de la cubierta consiste en revisar visualmente la puerta de la cubierta para ver si hay grietas, verificar si hay hojas de sellado faltantes o dañadas en la puerta de la cubierta y los sellos de popa, verificar si hay un contacto adecuado entre los sellos de adelante y atrás y sus áreas de contacto en la puerta y marco respectivamente, y para un acoplamiento adecuado de los bordes de popa de las puertas en posición de empuje inverso. Abra las puertas del deflector o retire los deflectores de paletas en cascada según AMM 78-30-22 para acceder a las puertas de concha.

**(1)** Compruebe visualmente las puertas de la cubierta para detectar grietas o distorsiones.

**(a)** Las grietas en el revestimiento interno de la puerta soldada adyacente al doblador en forma de dedo en el área del buje y ubicadas en una dirección de proa y popa se pueden perforar en seco. Un máximo de una grieta de hasta 1-1 / 2 pulgadas de largo en cada ubicación del doblador de dedos de la puerta se considera tolerable antes de la reparación.

**(b)** Las grietas en la soldadura de costura entre la puerta y el ángulo de contacto del sello del borde anterior hasta 4-1 / 2 pulgadas de largo se consideran tolerables antes de que se requiera una reparación.

**(2)** Verifique visualmente que el conector del eje de la bisagra de la puerta de la cubierta no tenga fisuras. Se debe prestar especial atención al área de filete maquinado entre el eje y el borde de la brida en la puerta de la cubierta de la cubierta posterior del plano del borde. La grieta del accesorio de soporte de la bisagra no debe exceder 0.75 pulgadas. Si la grieta no excede 0.75 pulgadas, el inversor de empuje puede continuar en servicio, pero no en operación, por un máximo de 25 horas de vuelo antes del reemplazo.

**(3)** Examine la piel interior de la puerta de la cubierta soldada para ver si hay grietas en el anillo de soldadura. Las grietas en el costurero entre el revestimiento interno de la puerta y la estructura interna de refuerzo de hasta 6.00 pulgadas de largo se consideran tolerables antes de la reparación.

**NOTA:** La arruga de la piel interior de la puerta entre los refuerzos de apoyo no se considera perjudicial para la resistencia o la función de la puerta.

**(4)** Compruebe si hay espacio entre las puertas de la cubierta en posición de empuje inverso.

**(a)** Gire manualmente las puertas de la cubierta para invertir la posición de empuje.

**PRECAUCIÓN:** COMPRUEBE QUE LA PRESIÓN DE AIRE A TIERRA NO ESTÁ CONECTADA.

**(b)** Coloque la palanca de empuje de retroceso del motor aplicable en la posición de empuje de retroceso.

**(c)** Aplique de 50 a 60 psi a la conexión de servicio a tierra (AMM 78-30-00 / 501, inversor de empuje para obtener instrucciones sobre cómo conectar aire a tierra).

**(d)** Verifique que el borde posterior de las puertas de la cubierta estén en contacto en al menos un punto y se mantengan firmemente en esta posición como resultado de la carga de aire aplicada y que el espacio entre las puertas izquierda y derecha no exceda de 5/16 de pulgada en ningún punto.

**(e)** Regule el suministro de aire a tierra a 30 psi y regrese el sistema a la posición de empuje hacia adelante.

**(5)** Verifique visualmente que los sellos de las puertas de la cubierta no estén en contacto con sus superficies de contacto y que no tengan hojas selladas.

**(a)** Regule la fuente de presión a 75 psi.

**(b)** Revise las puertas de la cubierta para al menos un 50% de contacto el sello delantero y su área de contacto y la instalación del sello de popa en las puertas y su área de contacto en el marco.

**(c)** Se permite la pérdida de una u otra de las dos hojas de sellado solapadas en los conjuntos de sellado delantero o trasero.



**(d)** Se considera tolerable la pérdida de hojas de sellado solapadas, tanto internas como externas, que sumen un máximo de seis espacios de hojas en el área de contacto del conjunto de sello delantero con la puerta de la cubierta o en el área de contacto de los sellos de la puerta de popa.

**NOTA:** Se enfatiza que el máximo de seis espacios foliares se aplica al total de los sellos delanteros y traseros combinados, es decir, seis hacia adelante, ninguno en popa; dos adelante, cuatro en popa; Cinco adelante, uno en popa, etc.

**(6)** Alivie la presión de aire y retire la fuente de presión de aire. (BOEING COMPANY, 2005)

## 2.8 Equipos de protección personal en la aviación

El equipo de protección personal individual debe ser llevado durante todo el tiempo de trabajo, incluso durante cortos periodos de tiempo, puede disminuir de manera significativa la protección ofrecida. Ejemplos: dejar de usar un corto periodo de tiempo un equipo de protección respiratoria puede dar lugar a un decrecimiento de la protección total resultante, y lo mismo ocurre para los protectores auditivo en cuyo caso la disminución de la protección en función del tiempo de no uso tiene carácter exponencial. (Aeropuerto de Quito , 2015)

**Tabla 1**  
**Matriz de Equipos de Protección Personal**

<b>MATRIZ DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
<b>No</b>	<b>DETALLE</b>	<b>USO</b>	<b>AREAS DE USO</b>	<b>PERSONAL</b>
<b>1</b>	Casco	Caía de objetos, golpes y proyecciones , riesgos térmicos debidos a metales	HBS ( Verificar en bandas que no exista equipajes retenidos), inspecciones	Gerencia General, Gerencia de Control de la Concesión, Medico Ocupacional,

		fundidos, calor y riesgos eléctricos en maniobras y/u operaciones de alta y baja tensión,	en obras en construcción	Técnico de SSO, Inspectores, Supervisores, Operadores de CCTV, Secretario de seguridad y Agentes de Seguridad
2	Gorra de lana	Temperaturas bajas	Plataforma-carga, plataforma de aviación general, plataforma de pasajeros	Inspectores, Supervisores, Operadores de CCTV y Agentes de Seguridad
3	Orejas	Protegen al oído contra el trauma sonoro producido por una exposición excesiva a un nivel de ruido.	Plataforma, tomógrafos nacionales e internacionales , Plataforma de aviación general.	Gerencia de Control de la Concesión, General de Seguridad, Director de Seguridad, Operadores de CCTV, Agentes de seguridad, Técnico de SSO, Medico, Trabajadora Social, Directora TH
4	Tapones auditivos		Plataforma, tomógrafos nacionales e internacionales	Visitas y Personal Administrativo
5	Mascarillas	Infección de vías respiratorias	Todas las áreas	Todo el personal

6	Respiradores	Exposición a olores	Plataforma-carga, plataforma de aviación general, plataforma de pasajeros Nivel cero	Gerencia de Control de la Concesión, Gerente de Seguridad, Director de Seguridad, Secretario de Seguridad, Técnico de SSO, Medico Ocupacional, Directora de TH, Trabajadora Social, Inspectores, Supervisores, Operadores de CCTV y Agentes de Seguridad
7	Lentes	Exposición a rayos ultravioletas	Plataforma-carga, plataforma de aviación general, plataforma de pasajeros	Gerencia de Control de la Concesión, Gerente de Seguridad, Director de Seguridad, Secretario de Seguridad, Técnico de SSO, Medico Ocupacional, Directora de TH, Trabajadora Social, Inspectores, Supervisores, Operadores de CCTV y

				Agentes de Seguridad
<b>8</b>	Guantes de nitrilo	Protectores de manos los cuales pueden verse sometidas a riesgos mecánicos, eléctricos, químicos, térmicos, etc.	Manipulación de objetos olvidados, corto punzantes y mercancías peligrosas	Secretario de seguridad, Dirección de Calidad, Dirección de Control Ambiental
<b>9</b>	Guantes de nylon	Los cuales pueden verse sometidos a riesgos mecánicos, eléctricos, químicos, térmicos, etc.	Inspecciones en obra	Dirección de Infraestructura
<b>10</b>	Guantes de lana	Las protecciones frente a dichos riesgos son los guantes, según el riesgo que tengan que proteger	Plataforma-carga, plataforma de aviación general, plataforma de pasajeros	Inspectores, Supervisores, Operadores de CCTV y Agentes de Seguridad
<b>11</b>	Botín de seguridad	Protección de pies contra riesgos mecánicos, pinchazos, goles, aplastamientos	Nivel 0, Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3	Gerencia de Control de la Concesión, Gerente de Seguridad, Director de Seguridad, Inspector, Supervisores, Operadores de CCTV, Agentes de Seguridad, Técnica de SSO, Medico Ocupacional, Directora de TH

<b>12</b>	Bota de caucho	Protección de pies	Inspecciones	Gerente de Control de la Concesión, Director de Infraestructura, Director y Analistas de Control Ambiental
<b>13</b>	Chalecos reflectivos	Identificación	Todas las áreas aeroportuarias	Todo el personal
<b>14</b>	Chompas	Temperaturas bajas	Plataforma, carga, plataforma de aviación general, plataforma de pasajeros	Todo el personal
<b>15</b>	Mandil	Protección	Consultorio, bodega, limpieza	Medico Ocupacional Bodega y Limpieza
<b>16</b>	Chubasqueros	Protección de lluvias	Plataforma, tomógrafos nacionales e internacionales, Plataforma de aviación general	Gerencia de Control de la Concesión, Gerente de Seguridad, Director de Seguridad, Secretario de Seguridad, Técnico de SSO, Medico Ocupacional, Directora de TH, Trabajadora Social, Inspectores, Supervisores,

				Operadores de CCTV y Agentes de Seguridad
17	Chalecos brigadistas	Identificación	En una evacuación	Estructura de Emergencia

### 2.8.1 Casco de suelda

Es el equipo de protección personal usado en las actividades de soldadura o corte, que sirve para proteger los ojos, la cara y el cuello del trabajador contra la radiación ultravioleta, infrarroja y visible, y de quemaduras por salpicaduras de cualquier material que sea expulsado al soldar o cortar. Como norma general, la careta de soldador deberá utilizarse para: Reducir exposiciones de Luz intensa mientras se realizan los trabajos de corte y soldadura. Complementar otras medidas de seguridad, Guantes de Carnaza, Pechera. Minimizar el riesgo de lesión a la vista por exposición permanente. (Universidad Regiomontana, 2008)

### 2.8.2 Orejeras

Son una especie de ventosas hechas de material ligero o plástico y llenas de un material absorbente de sonido. Para asegurar un confortable ajuste alrededor del oído, están cubiertas de material elástico lleno de un líquido de alta viscosidad. Este recubrimiento actúa como obturador oficial y ayuda a amortiguar las vibraciones. Será importante tomar en cuenta que siempre se seleccionara el equipo que le brinde mejor confort al personal, además de que se deberá exigir al proveedor los certificados de laboratorio aprobado para que estos puedan ser recibidos de conformidad. (Universidad Regiomontana, 2008)

### 2.8.3 Gafas

Se debe dotar protecciones para la cara y ojos en áreas donde es probable que su empleo evite o reduzca las lesiones relacionadas. Estas áreas se encuentran típicamente ubicadas donde la operación con el equipo presenta peligro de partículas volantes, brillo directo o reflejado, líquidos peligrosos o

cualquier combinación de estos peligros. (Trabajos de esmeril, corte y soldadura, aplicación de material aislante) (Universidad Regiomontana, 2008)

#### **2.8.4 Guantes**

La protección de las manos debe proporcionarse cuando exista peligro de cortes, como cuando se manejan cuchillas o herramientas de corte; cuando el contacto o manejo de materiales a altas temperaturas, o cuando exista un peligro de contacto con líneas eléctricas, materiales corrosivos y otros productos químicos y disolventes peligrosos. (Universidad Regiomontana, 2008)

#### **2.8.5 Overol**

Ropa de Trabajo Preferentemente de Algodón. Debido a las Actividades que se realizan. Hay varias categorías generales de riesgos para el cuerpo de los que es posible protegerse con ropa especializada; estas categorías comprenden los riesgos de naturaleza química, física y biológica. (Universidad Regiomontana, 2008)

#### **2.8.6 Zapatos de punta de acero**

La protección de los pies se deberá proporcionar donde son probables lesiones del pie, dedos o empeine. Además de las punteras metálicas, algunas industrias requieren características como protectores de empeine, protecciones de metatarso y suelas antiestáticas y o dieléctricas. (Universidad Regiomontana, 2008)



**Figura 14 EPP de Suelda**

### **CAPÍTULO III**

## **DESARROLLO DEL TEMA**

### **3.1 Preliminares**

En este capítulo se detalla el procedimiento que se realizó en la reparación de rajaduras de la reversa tipo Clamshell Doors por método de suelda de acuerdo al manual de mantenimiento AMM 78-30-31 mediante la aplicación de conocimientos que adquirió en todos los semestres de la carrera universitaria además de eso un curso de suelda por proceso GTAW y con la tutoría del Sr. Tlgo. Johnatan Valencia encargado de este proyecto recibiendo su tutoría para el correcto desarrollo de este proyecto. Este proyecto de titulación es con la finalidad de implementar un equipo de soldadura por proceso GTAW y Cortadora por Plasma para la Carrera de Mecánica Aeronáutica y así poder realizar los



trabajos de mantenimiento que requieren estos procesos de soldadura y obtener mejores resultados de aprendizaje para los estudiantes.

### **3.2 Medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad en este proyecto son muy importantes usando los siguientes ítems.

- Utilizar EPP
- Utilizar EPP para soldadura
- Uso de los manuales de mantenimiento (AMM B727 y Manual de procedimientos TIG)
- Conocimiento

### **3.3 Herramientas**

- Soldadora
- Electrodo de Tungsteno
- Boquilla Gas Lens (Antorcha TIG)
- Esmeril
- Rueda recta-afilado de sierras (Óxido de Aluminio – blanco)
- Cilindro de Argón (Ar)
- Pulimento 3M
- Compresor
- Pintura anaranjada y amarilla
- Pistola de pintura
- Mangueras
- Tiñer
- Guaipes

### **3.4 Componentes de la reversa tipo Clamshell Doors y su tablero de control**

#### **3.4.1 Fuente de presión neumática (EXTERNA)**

La fuente de presión neumática hace referencia a un compresor externo a la reversa tipo Clamshell Doors el cual envía el fluido (aire), a través de un

intercambio de energía entre la maquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir para accionar la reversa de esta manera realizar el movimiento de abierto y cerrado por parte de la Clamshell Doors.



**Figura 14 Compresor rojo**

- Conectar el compresor a un tomacorriente de 110V
- Regular la presión de salida del compresor a 200 PSI.
- Colocar la toma de salida del aire del compresor y conectar a toma de aire de salida del tablero de control ubicado a la derecha.

### **3.4.2 Manómetro de tablero de control**

El manómetro del tablero de control cuenta con 3 tipos de lecturas la primera nos da una indicación de hasta 250 PSI, la segunda nos da una indicación de hasta 11Kg/cm<sup>2</sup> y la tercera nos da una indicación de hasta 1100 kPa.



**Figura 15 Manómetro medidor de presión 0-160 PSI**

### 3.4.3 Válvula de Accionamiento Manual de 2 Posiciones

La válvula de accionamiento ubicada en el tablero de control nos permite controlar los actuadores de doble efecto ubicados en la reversa tipo Clamshell Doors, esta válvula cuenta con dos vías de trabajo para el traslado del fluido (aire) en la una vía el ingreso del aire comprimido y en la otra la salida del mismo.

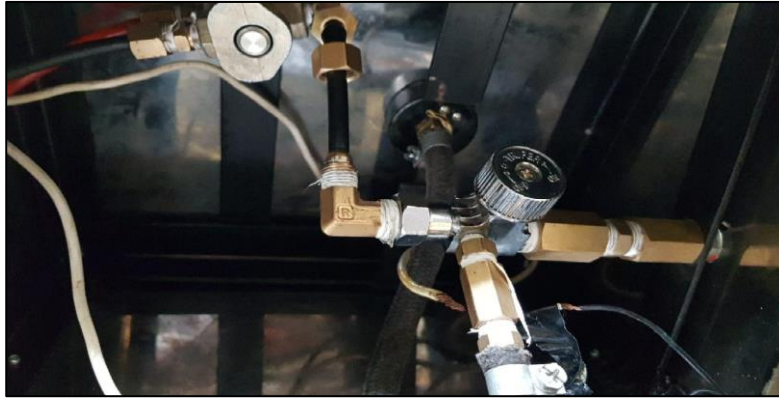


**Figura**

### **16 Válvula de accionamiento Manual**

### 3.4.4 Válvulas reguladoras de presión

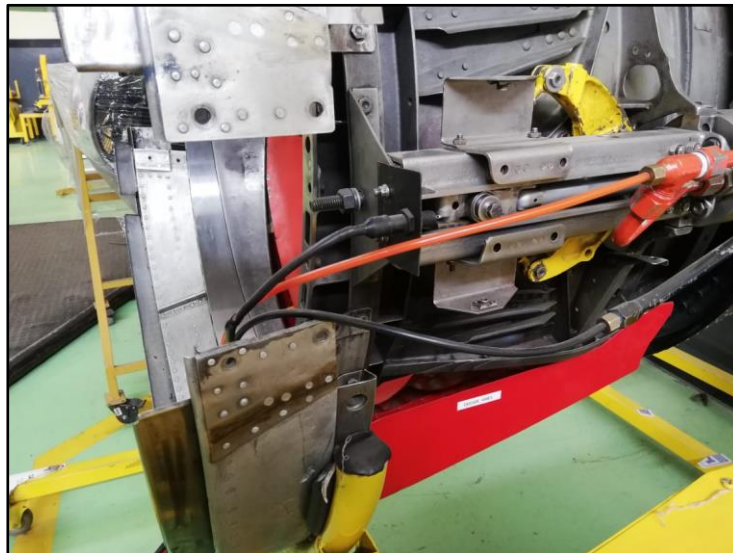
La válvula reguladora de presión es un dispositivo mecánico con el cual se puede regular la circulación del aire comprimido regulando el flujo de manera suave a una presión de 40 PSI.



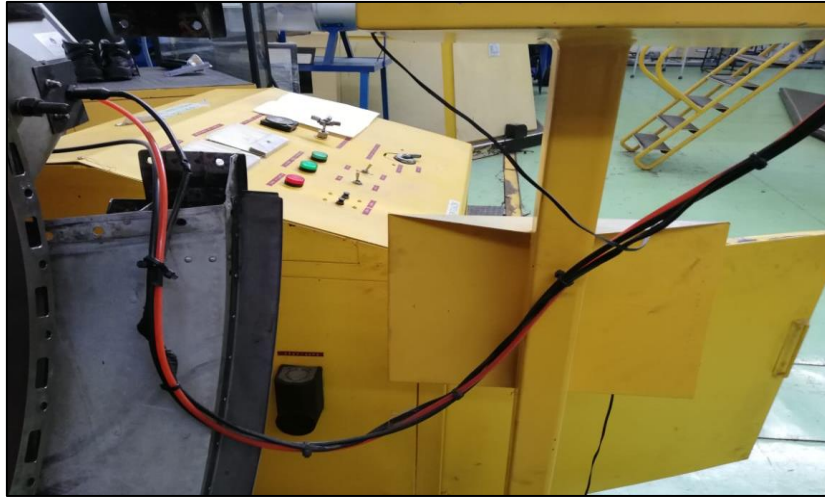
**Figura 17 Válvula Reguladora de Presión**

### **3.4.5 Cañerías y adaptadores de la reversa tipo Clamshell Doors**

Las cañerías de la reversa tipo Clamshell Doors son flexibles diseñadas para trabajar a alta presión de 80 PSI. Están conectadas desde el tablero de control hasta las líneas de entrada de la reversa para efectuar el trabajo de abrir y cerrar las Clamshells.



**Figura 18 Cañerías Flexible conectada a la reversa**



**Figura 19 Cañerías Flexibles conectadas al tablero de control**

### **3.4.6 Cilindro de argón (Ar) 2 metros cúbicos y manómetro de Argón**

El cilindro de argón que se usa para la suelda por proceso GTAW es una de 2 metros cúbicos llenado a 666.66 PSI. Este cilindro es un recipiente que debe tener una seguridad de alto grado tanto para su traslado y su almacenaje. **(ANEXO E)** Por otra parte el manómetro de argón debe contar con un flujómetro para regular la salida de presión del mismo.



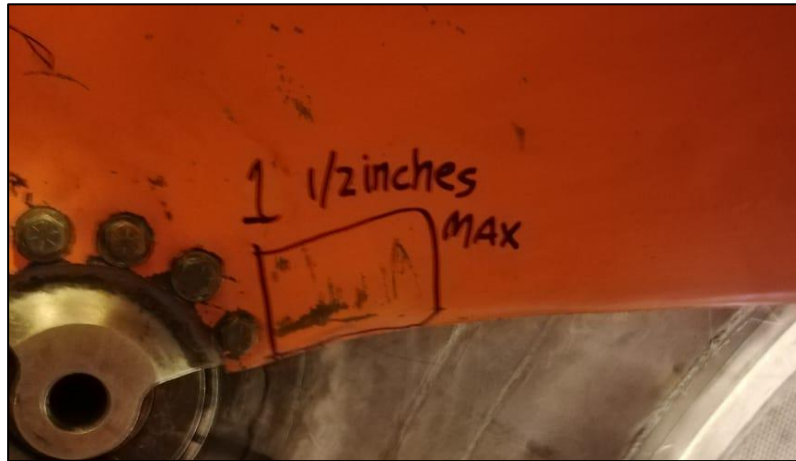
**Figura**

**20 Cilindro de Oxígeno**

### 3.4.7 Reparación estructural por método de solda GTAW

Para la reparación por método de soldadura GTAW de las rajaduras de la reversa rito Clamshell Doors se utilizaron herramientas y equipos para las diferentes tareas que se realiza en este trabajo. Las rajaduras fueron rellanadas con material de aporte ER 308L aplicando los siguientes pasos:

- Delimitar las rajaduras permisibles en las Clamshells. (**ANEXO G**)



**Figura 21 Limitación de rajadura Clamshell Superior**



**Figura 22 Limitación de rajadura Clamshell Inferior.**

- Pulir las rajaduras ya seleccionas con una disco de desbaste para conectar la pinza de masa a las rajaduras y poder realizar el trabajo con el proceso de soldadura GTAW.



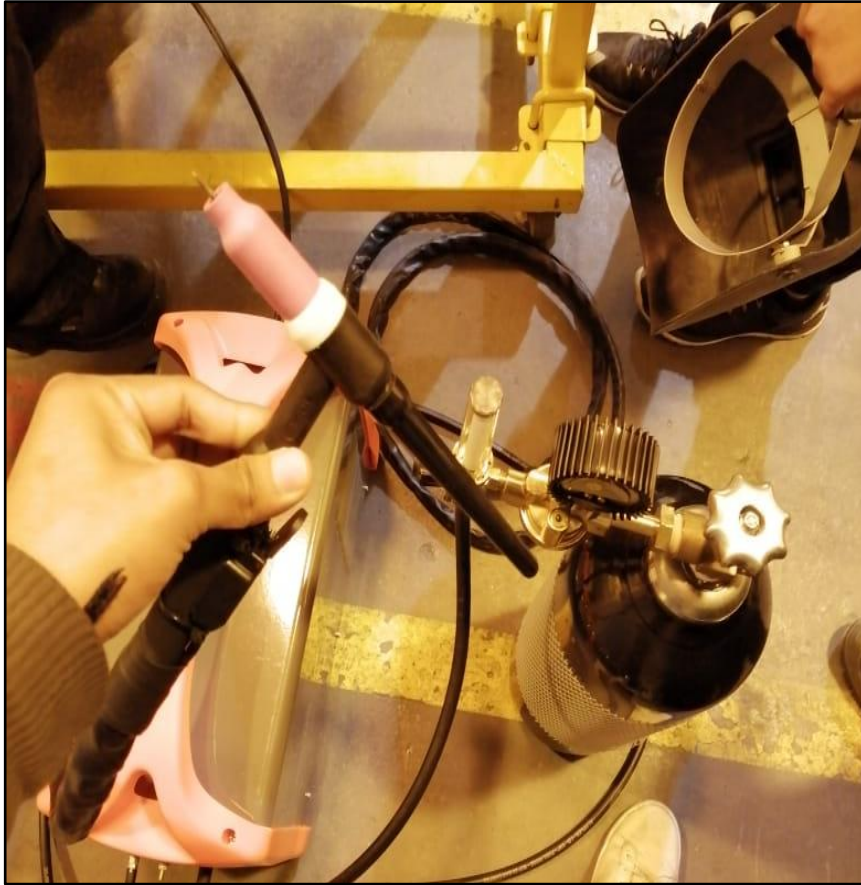
**Figura 23 Desbaste de pintura con la rotaflex**

- Regular amperaje (70A) en la soldadora y colocar el selector de función en TIG.



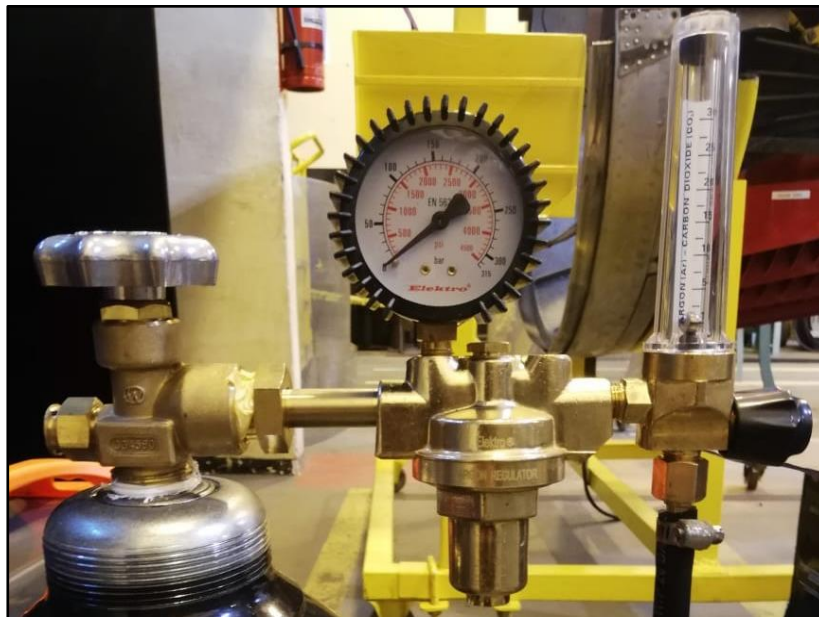
**Figura 24 Selector en función TIG**

- Preparación de la antorcha con electrodo de Tungsteno E3 (**ANEXO B**)
- Colocar boquilla N.º 4 en la antorcha para iniciar el proceso de soldadura



**Figura 25 Preparación de la antorcha TIG**

- Colocar la presión se salida del argón en 15 L/min.



**Figura 26 Fluómetro a 15 L/min**

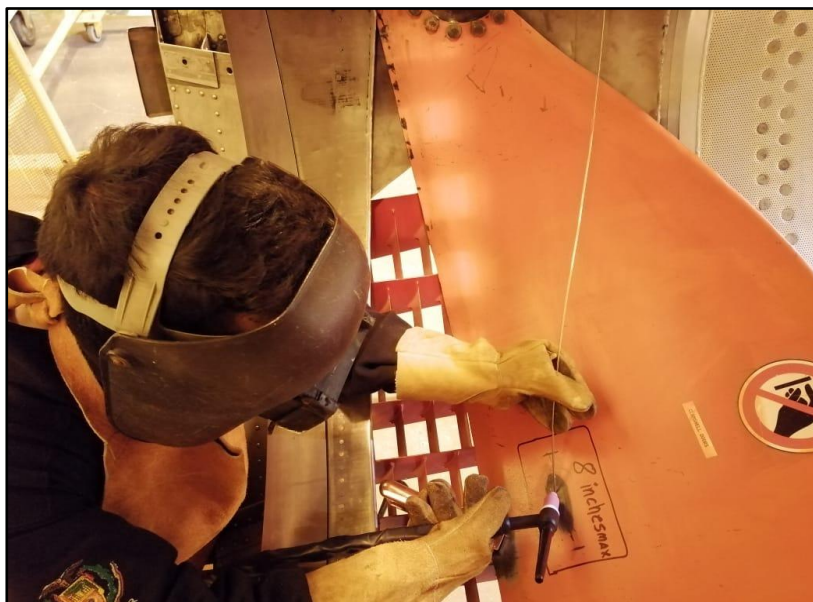
- Calentar el electrodo de tungsteno junto con el material de aporte ER 308I (**ANEXO A**).





**Figura 43 Arco de suela iniciado**

- Comenzar el proceso por soldadura GTAW para rellenar las rajaduras como especifica el AMM (**ANEXO G**)



**Figura 27 Antorcha y material de aporte para rellenar rajadura.**



**Figura 28 Suelda por proceso GTAW**

- Una vez terminada la reparación por método de suelda GTAW revisar visualmente el terminado del trabajo.



**Figura 29 Rajadura rellenada con material de aporte ER308L**

### 3.4.8 Pintura de los componentes (Clamshell Doors)

Para pintar las Clamshell Doors y la base de apoyo de la reversa primero debemos limpiar con guaípe y tiñer para evitar que la pintura no se compacte bien al momento de pintar cada uno de los componentes.

Una vez teniendo todo el soporte limpio y sin rebabas de la suelda se puede preparar el esmalte con un porcentaje de tiñer para eso procedemos a realizar los siguientes pasos:

- Aplicar una parte del esmalte en la pistola de pintura con un porcentaje de tiñer para así preparar una mezcla homogénea y obtener una buena mezcla.
- Preparar la pintura amarilla para el soporte con la ayuda de la pistola y proceder a pintar de izquierda a derecha en toda la base.



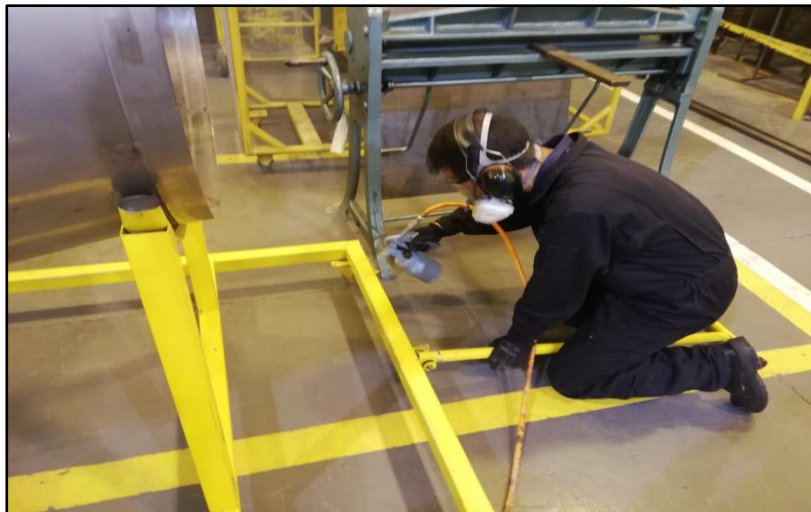
**Figura 30 Poliuretano Amarillo**

- Lavar y limpiar la pistola de pintar con diluyente y guaipe principalmente la boquilla de salida de pintura con todos sus componentes.
- Preparar el compresor con la manguera y tener cargado el compresor para tener una excelente aplicación de fondo.
- Llenar el recipiente de la pistola con el fondo preparado y conectar a la manguera para proceder a pintar.
- Pintar toda la estructura con el fondo preparado de una manera uniforme.



**Figura 31 Aplicar el esmalte amarillo al soporte**

- Esperar que el fondo se seque en un lugar seguro libre de polvo y en un lugar donde no pueda caer la lluvia o salpiquen gotas de agua para evitar que se formen burbujas en la pintura.



**Figura 32 Aplicar la pintura en las partes inferiores**

- Preparar la pintura final con diluyente.
- Preparar el esmalte anaranjado para las Clamshells
- Lavar la pistola de pintura con tiñer
- Limpiar las Clamshells con un guaipe y un poco de tiñer
- Retirar los stickers con un poco de tiñer
- Colocar la mezcla en la pistola de pintura
- Aplicar la pintura de manera uniforme



**Figura 33 Poliuretano Naranja**

- Pintar la Clamshell inferior uniformemente con un acabado de primera



**Figura 34 Clamshell inferior en proceso de pintado**

- Pintar la Clamshell superior.



**Figura 35 Clamshell superior en proceso de pintado**

- Colocar los adhesivos de seguridad y del nombre del componente.



**Figura 36 Adhesivos Clamshell inferior.**

- Colocación de adhesivos de seguridad.



**Figura 37 Adhesivos Clamshell Superior**

- Aplicación de pintura parte posterior de las Clamshell Doors



**Figura 56 Clamshell Doors posteriores**

- Pulida de carcasas de la Reversa tipo Clamshell Doors



**Figura 56 Pulida de la carcasa anterior**

- Pulida de carcasa de la parte posterior



**Figura 57 Pulida de la carcasa anterior**

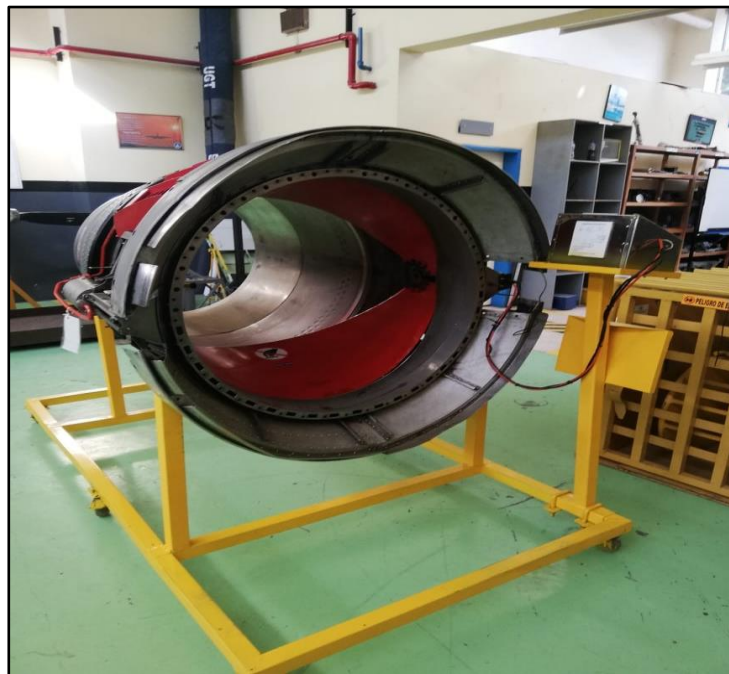
### 3.5 Comprobación de funcionamiento de la Reversa tipo Clamshell Doors



Para la realización de la comprobación de la reversa tipos Clamshell Doors perteneciente a la carrera de mecánica aeronáutica de la unidad de gestión de tecnologías-ESPE se lo realizó en el Bloque 42 con la respectiva autorización realizada por el estudiante Alejandro Nicolas Moncayo Rivadeneira y aprobada en el Bloque 42 por el encargado del Bloque TLGO. Gabriel Inca.

En el Bloque 42 se procedió a hacer la prueba de apertura y cierre de la reversa con la supervisión del Tlgo. Jonathan Valencia siendo el tutor del proyecto de titulación aplicando los siguientes pasos.

Para realizar la activación de la reversa tipo Clamshell Doors verificar que la fuente de presión externa esté conectada al tablero de control, verificar la presión del compresor que no exceda los 100 PSI y que toda el área se encuentre limpia y libre de FOD.



**Figura 38 Presentación final de la Reversa**

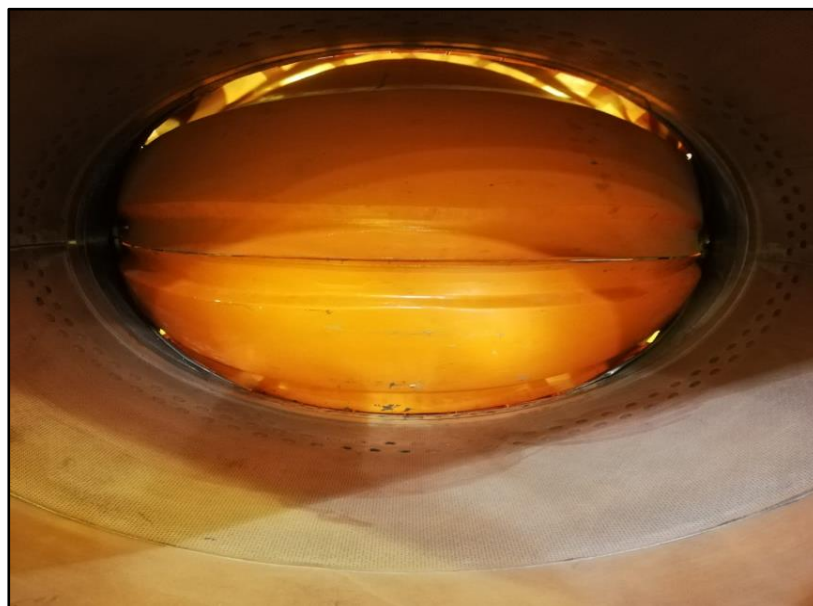
- Conecte la manguera del compresor a la toma externa del tablero de control.
- Para activar la reversa verifique la presión en el tablero de control (50-60 PSI)
- Verifique que no haya ningún tipo de guapes que obstruyan las Clamshells
- Verifique que la luz de indicación esté apagada

- Asegúrese de que la válvula de dos posiciones este en la posición cerrada.
- Coloque la válvula de dos posiciones en posición abierta.
- Asegúrese de que la luz de indicación este encendida cuando la reversa está cerrada.



**Figura 39 Reversa Abierta**

- Verifique que el manómetro de la botella indique la presión necesaria para el servicio.
- Abra la válvula reguladora de presión del equipo lentamente verificando el paso de oxígeno indicado el manómetro de flujo de oxígeno.



**Figura 40 Reversa Cerrada**

- Verifique que el manómetro de presión del tablero de control no haya variado.



**Figura 41 Manómetro del tablero de control**

- Una vez realizado el servicio procedemos a cerrar la válvula y a desconectar la línea neumática del tablero de control.



**Figura 42 Test de apertura y cierre de la reversa**

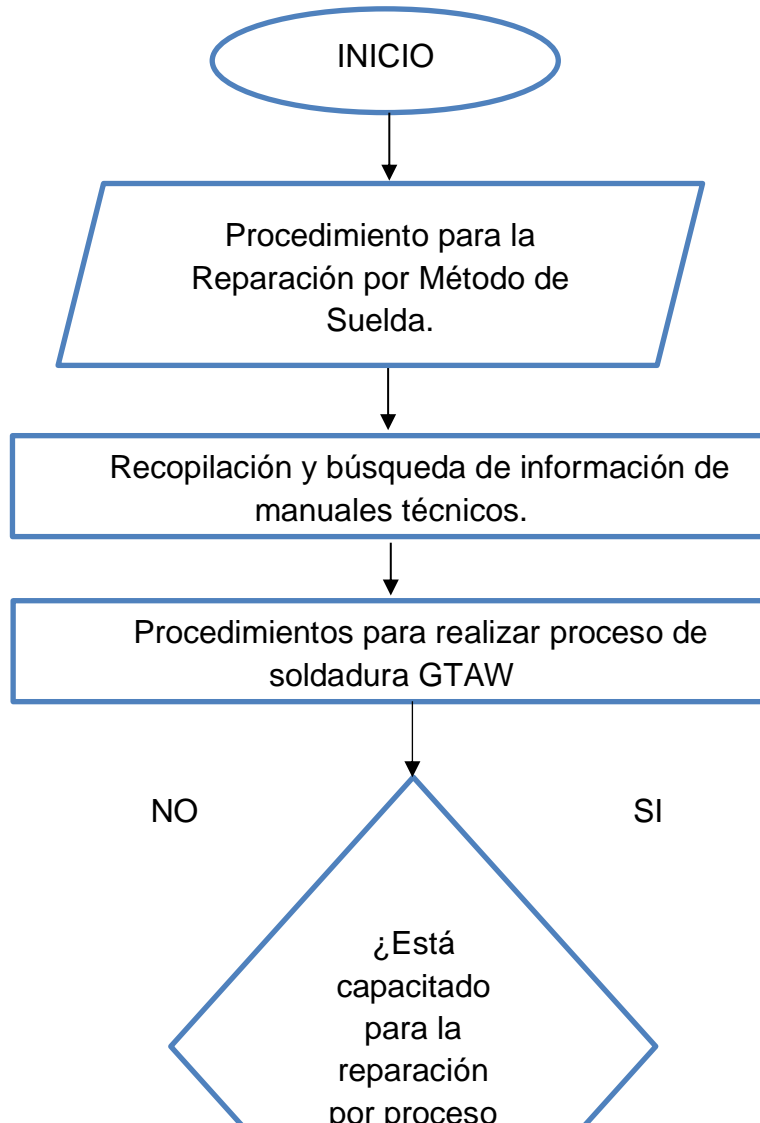
No cargue el sistema demasiado rápido, si se carga muy rápido se creará una sobrecarga en las mangueras neumáticas que conectan a la reversa con el tablero de control para evitar una sobrecarga ajuste la presión de salida del compresor.

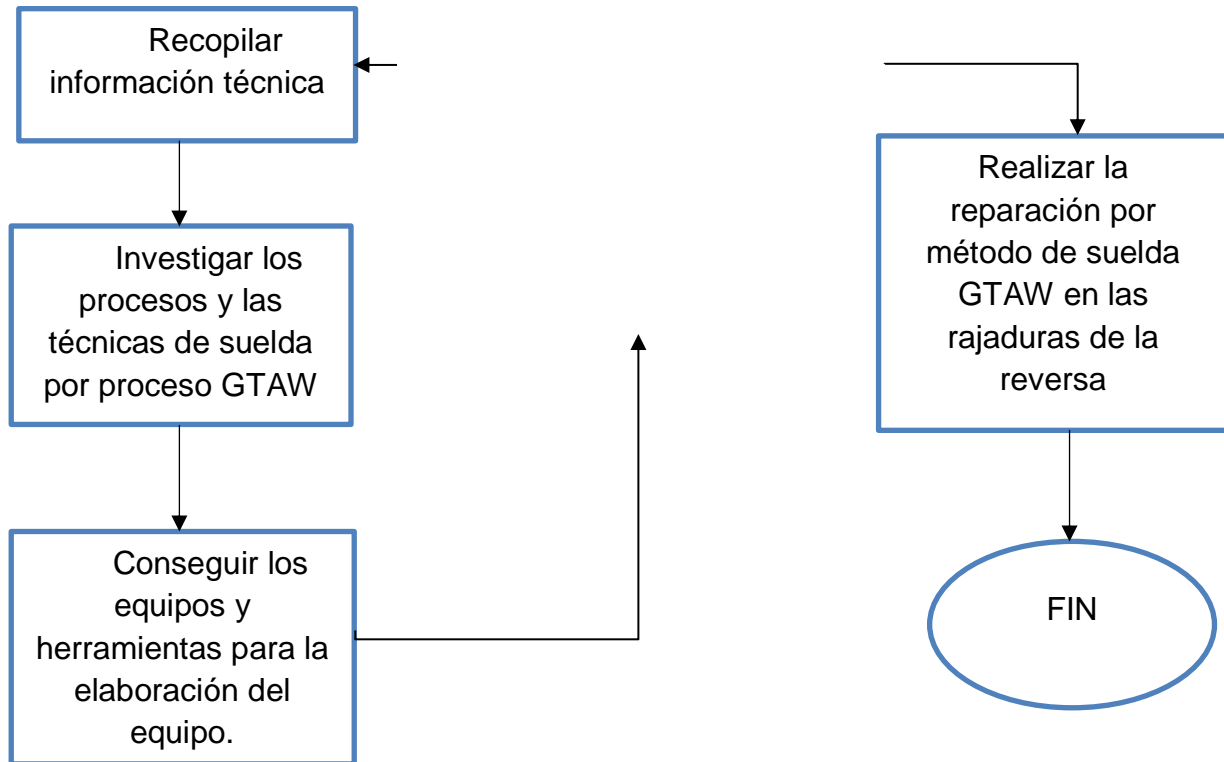
Asegúrese de que la luz de indicación permanezca apagada mientras la reversa este en posición cerrada después de verificar que esté cerrada asegúrese que tanto la presión como la luz de indicación se hayan mantenido en sus parámetros.

### 3.6 Simbología en diagrama de flujo de análisis

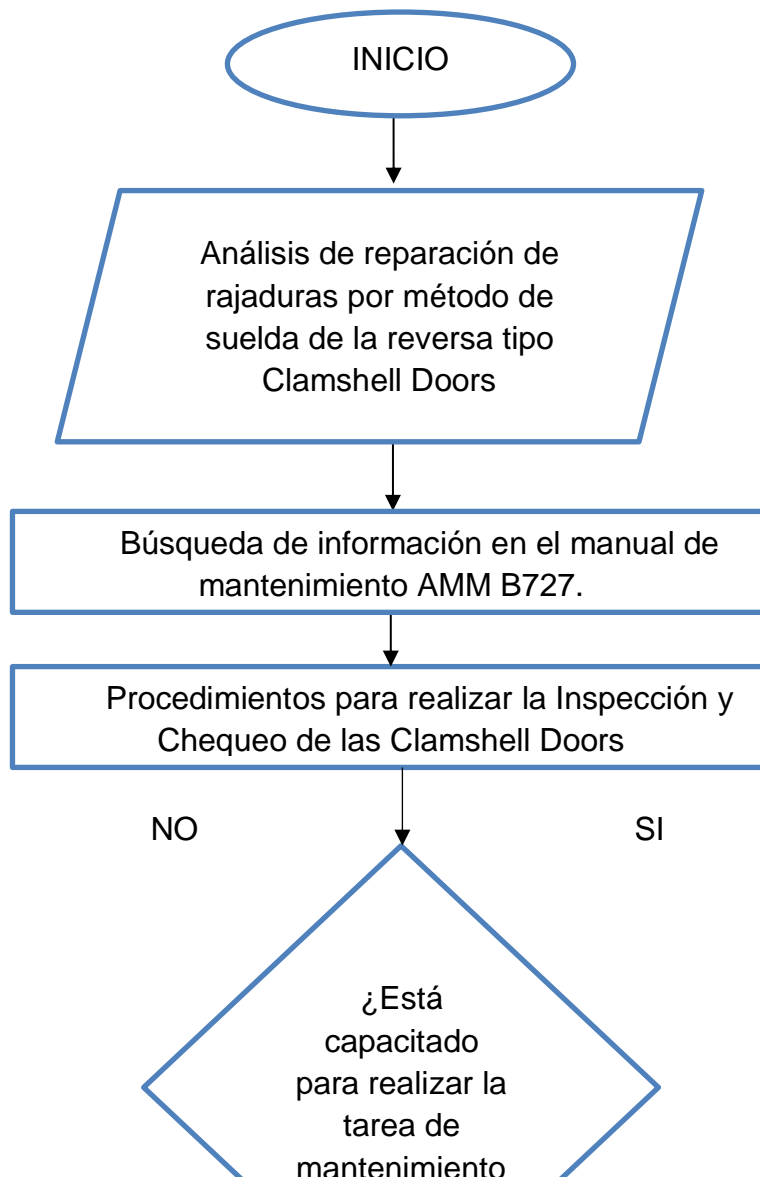
En la simbología de análisis de se usan formas especiales tales como óvalos, rombos y rectángulos para representar gráficamente cada una de las acciones y pasos en un proceso. Las líneas y las flechas muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos.

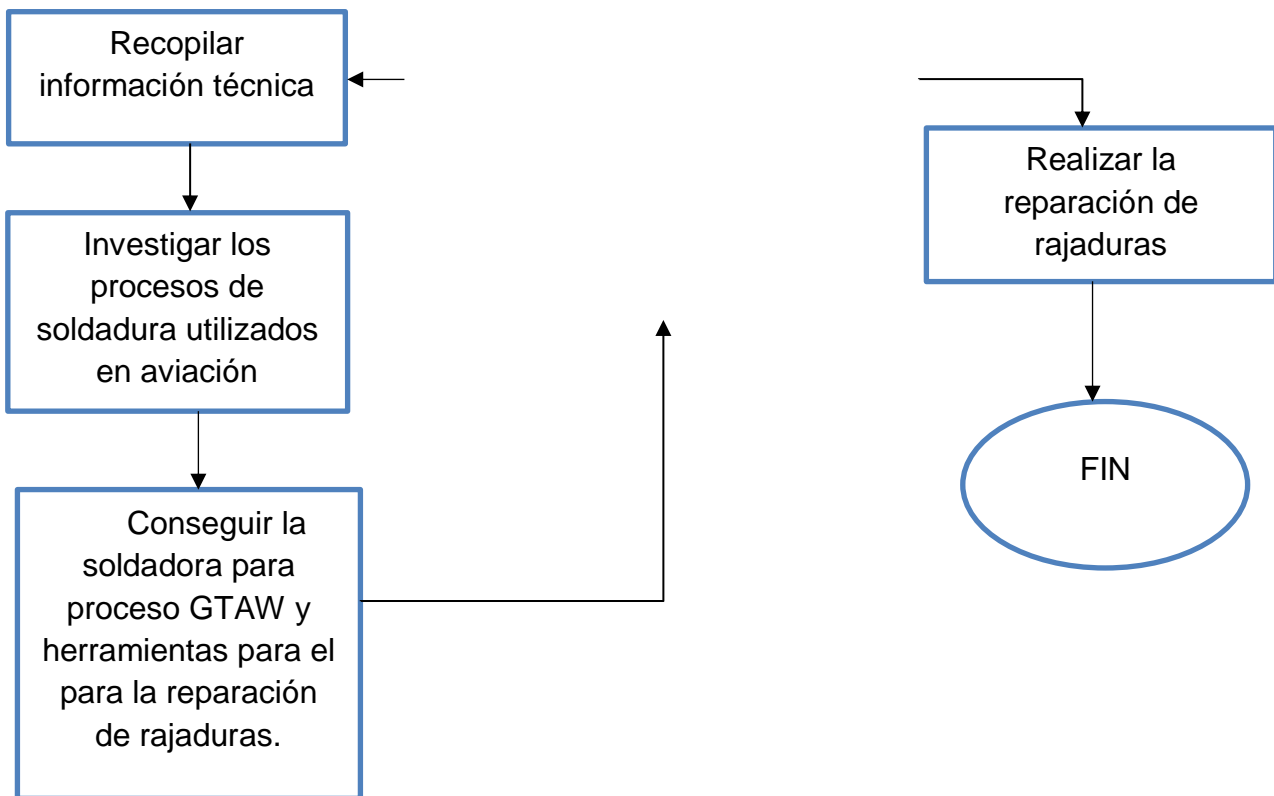
#### 3.6.1 Diagrama de flujo de análisis de la reparación de rajaduras por Método de suelda.





### 3.6.2 Diagrama de flujo de análisis de tema





### 3.7 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto es un presupuesto con un promedio que se usara en el proyecto, una vez al realizar el trabajo practico-teórico de la tesis con esto se obtuvo los valores reales de los gastos realizados.

#### 3.7.1 Análisis de Costos

Para la reparación de rajaduras por método de soldadura de la reversa tipo Clamshell Doors, se detallan a continuación los costos primarios y secundarios.

##### Costos primarios

- Materiales
- Herramientas
- Consumibles

##### Costos secundarios

- Elaboración de textos
- Movilización
- Tramites de graduación

### 3.7.1.1 Costos primarios

**Tabla 2**

**Total, de Costos Primarios**

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
Cilindro de Argón 2M <sup>3</sup>	1	200.00	200.00
Regulador de presión Argón	1	65.00	65.00
Soldadora INVERTER TIG ELECTRO Y CORTE POR PLASMA IPET 812/170/220	1	800.00	800.00
Electrodo de Tungsteno E3 3/32	1	3.50	3.50
Válvula de presión de 2 Posiciones	1	13.29	13.29
Cañería flexible ¼	3 mts	4.50	4.50
Varilla de Aportación ER308I 1/16	1	13.50	13.50
Disco de Zirconio laminado 4 1/2	1	3.88	3.88
Grata tipo copa ¾ Truper hilo grueso	1	3.66	3.66
Piedra Esmeril Widia Norton N100 6´´X3/4	1	12.85	12.85
Broca ¼	1	4.50	4.50
Remaches ¼	6	0.15	0.90
Pintura Amarilla	2 litros	5.26	10.52
Pintura Naranja	2 litros	5.26	10.52

SUBTOTAL	\$ 1146.62
VALOR TOTAL	\$ 1146.62

### 3.7.1.2 Costos Secundarios

**Tabla 3**

**Total, de costos secundarios.**

N°	DESCRIPCIÓN (material)	CANT.	P / U	VALOR TOTAL
1	Útiles para escritorio	varios	-	30.00
2	Transporte	-	-	85.00
3	Papel bond (A4 una resma)	1	5	5.00
4	Impresiones (otros formatos)	20	0.25	5.00
5	Anillados	3	2.50	7.50
6	Empastado	4	6.5	26
7	Gastos imprevistos			30.00
	VALOR TOTAL			188.50

Elaborado por: Alejandro Nicolas Moncayo Rivadeneira

### 3.7.2 Costo total del proyecto de grado

**Tabla 4**

**Total, Costo de Proyecto**

N°	Detalle	Valor Total (USD)
1	VALOR TOTAL COSTO PRIMARIO	1146.62
2	VALOR TOTAL COSTO SECUNDARIO	188.50
	TOTAL	\$ 1335.12



## CAPÍTULO IV

### 4.1 Conclusiones

- Con la ayuda del curso de suelda por proceso GTAW del a escuela de soldadura de Linde y de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria en la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE se realizó la reparación de rajaduras por método de suelda de la reversa tipo Clamshell Doors de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.
- Por medio de la Soldadora por proceso GTAW y herramientas necesarias se consiguió realizar la reparación de rajaduras de la reversa con un buen terminado de la misma.
- Al momento de realizar la suelda por proceso GTAW en la reversa tipo Clamshell Doors utilizando la orden de trabajo del manual de mantenimiento AMM 78-31-30 se pudo constatar que se rellenó de forma correcta las rajaduras que existían en las Clamshells de la reversa así mismo un buen trabajo estético para una mejor observación.

### 4.2 Recomendaciones

- Para un óptimo desarrollo del proyecto se debe usar los equipos, herramientas y materiales consumibles adecuados para obtener un buen acabado en las rajaduras de la reversa estableciendo un buen uso de los mismos.
- El uso de los manuales es primordial para realizar toda tarea de mantenimiento por lo que se debe seguir todas las instrucciones al inicio, durante y al finalizar la tarea de mantenimiento.
- La seguridad al momento de realizar cualquier proceso de soldadura es primordial y se la debe realizar con conocimientos previos a esta actividad o con una persona calificada para realizar este trabajo teniendo en cuenta las medidas de seguridad y los procedimientos respectivos de cada proceso de soldadura.

## GLOSARIO

**Aeronave:** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Componente:** Conjunto, parte, artículo, pieza o elemento constitutivo de una aeronave según las especificaciones del fabricante y por extensión, de la estructura motor, hélice o accesorio.

**Sistema:** Combinación de componentes y/o accesorios interrelacionados a distancias para desarrollar una función específica. Incluye los componentes básicos y todos los instrumentos, controles, unidades, piezas y partes mecánicas, eléctricas, y/o hidráulicas o equipos completos relacionados con el sistema.

**Tungsteno:** Elemento químico de número atómico 74, masa atómica 183,85 y símbolo W (antiguamente Tg); es un metal sólido de color blanco plateado, dúctil y difícil de fundir, que en la naturaleza aparece combinado con otros metales.

**Argón:** El Argón es el más abundante de los gases raros en el aire (0.9 % en vol.). Es incoloro, sin sabor, no es tóxico, ni inflamable. Es un 30 % más pesado que el aire; además es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión. Es un excelente conductor de la electricidad. A presión atmosférica y temperatura inferior de -186 °C es un líquido incoloro, más pesado que el agua.

**Manómetro:** instrumento de medición analógico utilizado para medir la presión de un gas en recipientes cerrados.

**Válvula:** dispositivo mecánico que abre y cierra el paso de un fluido por un conducto regulando el flujo necesario para cualquier uso.

**Cañería:** es un conducto que cumple la función de transportar fluidos, se puede elaborar de materiales muy diversos siendo estas cañerías flexibles o cañerías rígidas.

**Cilindro:** es un recipiente de almacenaje de argón o cualquier fluido que son utilizados para procesos industriales, soldadura.

## ABREVIATURAS

**LPM:** Liters per minute (Litros por Minuto)

**ICAO:** International Civil Aviation Organization (Organización de Aviación Civil Internacional)

**TIG:** Tungsten Inert Gas (Gas Inerte de Tungsteno)

**GTAW:** Gas Tungsten Arc Welding (Soldadura por arco de tungsteno con gas)

**PSI:** Pounds-force per square inch (Libra por pulgada cuadrada)

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil

**CFM:** Cubic Feet per Minute (Pies cúbicos por minuto)

**AMM:** Aircraft Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento del Aeronave)

**ILS:** Instrumental Landing System (Sistema de aterrizaje por instrumentos)

**Ar:** Argón

**EGT:** Exhaust Gas Temperature (Temperatura de escape de gases)

**N1:** Low Compressor (Compresor de baja, dado en %)

**N2:** High Compressor (Compresor de alta, dado en %)

## BIBLIOGRAFÍA

- 737-100 AIRPLANE DIMENSIONS. (S.f). Obtenido de [http://www.b737.org.uk/images/dimensions\\_737100.gif](http://www.b737.org.uk/images/dimensions_737100.gif)
- Aeropuerto de Quito . (2015). *Procedimiento de Equipo de Proteccion Individual*. Obtenido de <http://www.aeropuertoquito.com/transparencia/anexos/procedimiento-equipos-proteccion.pdf>
- Antair Service Center*. (2014). Obtenido de <http://www.antair.com.mx/wp-content/uploads/2016/11/mtto>
- ARIAS, F. J. (2002). *ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CONFIABILIDAD DEL MOTOR PRATT & WHITNEY JT8D*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7884/1/T-ESPE-ITSA-000131.pdf>
- B737 FLIGHT CONTROL (ATA 27)*. (25 de September de 2014). Obtenido de <http://theboeing737.blogspot.com/2014/09/b737-flight-control-ata-27.html>
- Boeing. (13 de 08 de 2002). *737 Commercial Transport*. Obtenido de <https://www.boeing.com/history/products/737-classic.page>
- Boeing. (15 de Febrero de 2016). *ABC Aeronáutico*. Obtenido de <https://abcaeronautico.com/boeing/1485-boeing-737-100.html>
- Boeing 727. (February de 2001). *JT8D Engine Data*. Obtenido de <https://www.boeing-727.com/Data/engine/engdata.html>
- BOEING COMPANY. (01 de December de 2005). *MAINTENANCE MANUAL*. BOEING PROPRIETARY.
- Brady, C. (1999). *Flight Controls*. Obtenido de The Boeing 737 Technical Site: <http://www.b737.org.uk/flightcontrols.htm>
- Brady, C. (1999). *History & Development of the Boeing 737*. Obtenido de The Boeing 737 Technical Site: <http://www.b737.org.uk/737original.htm#737-100>
- Brady, C. (September de 1999). *THE BOEING 737 TECHNICAL SITE*. Obtenido de <http://www.b737.org.uk/images/flightcontrolpanel.jpg>
- Code7700. (s.f.). *Code7700*. Obtenido de [http://code7700.com/images/b737\\_balance\\_tabs.png](http://code7700.com/images/b737_balance_tabs.png)
- Coyure, R. (s.f.). *JT8 engine 1* . Obtenido de Slideshare: <https://www.slideshare.net/RicardoCcoyureTito1/jt8-engine-1>

- Dalazen, J. C. (s.f.). *Flickr JT8D*. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/aviao/7295266100>
- Deagel. (s.f.). *JT8D*. Obtenido de [http://www.deagel.com/Propulsion-Systems/JT8D\\_a001746001.aspx](http://www.deagel.com/Propulsion-Systems/JT8D_a001746001.aspx)
- Dirreccion Nacional de Aeronavegabilidad Republica Argentina. (Abril de 1996). *Circular de Asesoramiento 129-4*. Obtenido de [http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ\\_as/faa-ac-129-4.pdf](http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/circ_as/faa-ac-129-4.pdf)
- ESAB. (2019). *CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB*. Obtenido de <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-fcaw-alambre-tubular-relleno-de-fundente-definiciones-del-proceso.cfm>
- ESAB. (2019). *CENTRO DE CONOCIMIENTO ESAB*. Obtenido de <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-smaw.cfm>
- ESAB. (2019). *Proceso de Soldadura - GMAW*. Obtenido de [https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso\\_soldadura\\_gmaw.cfm](https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso_soldadura_gmaw.cfm)
- ESAB. (2019). *Proceso de Soldadura TIG (GTAW)*. Obtenido de <https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-tig.cfm>
- Esquivas, A. (20 de Agosto de 2014). *Mantenimiento de Aviones*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/3q8js5m642v2/mantenimiento-de-aeronaves/>
- Federal Aviation Administration. (s.f.). *Clamshell-type Thrust Reverser Animation Audio Transcript*. Obtenido de [https://lessonslearned.faa.gov/PWA314/Clamshell\\_Reverser\\_transcript\\_pop\\_up.htm](https://lessonslearned.faa.gov/PWA314/Clamshell_Reverser_transcript_pop_up.htm)
- Federal Aviation Administration. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant Volume 1*. Oklahoma: FAA.
- Federal Aviation Administration. (s.f.). *Accident Overview Pacific West Flight 314*. Obtenido de [https://lessonslearned.faa.gov/ll\\_main.cfm?TabID=3&LLID=53&LLTypeID=2](https://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=3&LLID=53&LLTypeID=2)
- Flight Mechanics. (2017). *Thrust Reversers*. Obtenido de <http://www.flight-mechanic.com/thrust-reversers/>
- Microsiervos. (s.f.). Obtenido de <https://img.microsiervos.com/aerotrastorno/sabias-reversas.jpg>

- Modern Airlines . (2019). *Boeing 737 History*. Obtenido de <http://www.modernairliners.com/boeing-737/boeing-737-history/>
- MotoArt. (2019). *Aircraft History of the Boeing 737*. Obtenido de <http://www.motoart.com/studio/airplane-history/aircraft-history-of-the-boeing-737>
- Pratt & Whitney. (s.f.). Obtenido de Fuente: <https://www.slideshare.net/RicardoCcoyureTito1/jt8-engine-1>
- Pratt & Whitney . (s.f.). Obtenido de <https://image.slidesharecdn.com/jt8engine1-160821004333/95/jt8-engine-1-66-638.jpg?cb=1471744511>
- rcgroups. (23 de 09 de 2014). *static groups*. Obtenido de <https://static.rcgroups.net/forums/attachments/2/4/7/8/7/a234004-37-SW-JT8D-200.jpeg>
- Salpuskas, A. (September de 20 de 1985). PRATT & WHITNEY'S WORKHORSE. *The New York Times*, pág. 2.
- Santiago Mendez. (28 de Febrero de 2017). *Types of Thrust reversal*. Obtenido de Quote: <https://www.quora.com/Why-are-there-various-types-of-Thrust-reversal>
- Smart Cockpit. (s.f). *boeing 737 systems review flight controls*. Obtenido de <https://studylib.net/doc/8341353/boeing-737-systems-review-flight-controls>
- Sunny. (8 de November de 2010). *Boeing 737*. Obtenido de <http://b737-sunny.blogspot.com/2010/11/reverse-thrust-he-original-737-1200.html>
- Swopes, B. R. (2018). *Pratt & Whitney JT8D-7*. Obtenido de <https://www.thisdayinaviation.com/tag/pratt-whitney-jt8d-7/>
- Universidad Regiomontana. (2008). *Manual de Equipo de Proteccion Personal*. Mexico D.F: -.
- Vuela sin Miedo. (2013). *Mantenimiento de Aviones*. Obtenido de <https://vuelasinmiedo.es/aviacion/mantenimiento-de-aviones/>
- Whitney, P. &. (s.f.). Obtenido de Fuente: <https://www.slideshare.net/RicardoCcoyureTito1/jt8-engine-1>