



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

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
MOTORES**

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

**TEMA: “RECTIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y  
ESCAPE DEL MOTOR CONTINENTAL IO-360-D,  
PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE  
TECNOLOGÍAS ESPE”**

**AUTOR: CHULDE QUIROZ, NELSON OSWALDO**

**DIRECTOR: TLGO. ARÉVALO RODRIGUEZ, ESTEBAN  
ANDRÉS**

**LATACUNGA**

**2017**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

### CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “**RECTIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE DEL MOTOR CONTINENTAL IO-360-D, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**” realizado por el señor **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO**, fue 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 **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 26 de Julio del 2017

---

TLGO. ARÉVALO RODRIGUEZ ESTEBAN ANDRES  
DIRECTOR DE PROYECTO



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO**, con cédula de identidad N° 1600551517, declaro que este trabajo de **“RECTIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE DEL MOTOR CONTINENTAL IO-360-D, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”** realizado por el señor **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO** 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, 26 de Julio del 2017

---

CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO

C.C. 160055151-7



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AEROSPACIALES  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación “**RECTIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE DEL MOTOR CONTINENTAL IO-360-D, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**” realizado por el señor **CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 26 de Julio del 2017

---

CHULDE QUIROZ NELSON OSWALDO

C.C. 160055151-7

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios quien con su infinita virtud e inmenso amor hizo posible alcanzar mis más anhelados sueños e ideales, entre el más importante de ellos la culminación de mi carrera profesional, la misma que fue realizada con gran dedicación y sacrificio para el día de mañana ser útil a la sociedad.

Y las personas que confían en mí, mis padres a quien no solamente les debo la vida si no por darme todo su amor, sacrificio y demostrarme su ejemplo y sobre todo por darme la herencia más grande de mi vida mi formación académica y profesional.

**Chulde Quiroz Nelson Oswaldo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir.

A la Universidad "ESPE" por haberme permitido desarrollar mis conocimientos por el lapso de varios años en los cuales se ha compartido muchas experiencias, sueños ideas propias de mi juventud de manera especial a mis docentes por ser la fuente de mis conocimientos enseñanzas para que en mi futuro cercano poder enfrentarme cada reto en mi vida profesional.

**Chulde Quiroz Nelson Oswaldo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>3</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>

### CAPITULO I

#### TEMA

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivo específico .....	4
1.5 Alcance .....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Aeronaves que operan con el motor continental IO 360-D .....	5
2.1.1 Beechcraft Musketeer .....	5
2.1.2 Cessna 172 Skyhawk .....	5
2.1.3 Diamond DA40 .....	6
2.1.4 Diamond DA42 Twin Star .....	6
2.1.5 Piper PA-34 Seneca .....	7
2.1.6 Mooney M20 .....	7
2.2 Descripción de máquinas .....	8
2.3 Tipos de máquinas rectificadoras .....	9

2.4 Motores .....	11
2.5 Motores recíprocos. ....	12
2.6 Clasificación de los motores por la posición del cilindro. ....	14
2.6.1 Motores de cilindros en línea. ....	14
2.6.2 Motores de cilindros horizontales y opuestos. ....	15
2.6.3 Motor rotativo. ....	16
2.6.4 Motores radiales. ....	17
2.6.5 Motores en V.....	18
2.7 Clasificación de los motores según el ciclo termodinámico. ....	19
2.7.1 Primer tiempo o admisión. ....	19
2.7.2 Segundo tiempo o compresión. ....	19
2.7.3 Tercer tiempo o explosión/expansión. ....	19
2.7.4 Cuarto tiempo o escape. ....	20
2.8 EL CICLO DE OTTO.....	20
2.9 Motor de dos tiempos. ....	21
2.10 Motor de cuatro tiempos. ....	22
2.11 Generalidades del motor CONTINENTAL IO-360-D.....	23
2.11.1 Dimensiones .....	25
2.11.2 Partes del motor CONTINENTAL IO-360-D.....	25
2.11.3 Configuración.....	27
2.12 Válvulas .....	27
2.12.1 Dimensiones de las válvulas .....	29
2.12.2 Tipos de válvulas .....	30
2.12.2.1 Válvula de cabeza esférica .....	30
2.12.2.2 Válvula de cabeza plana.....	30
2.12.2.3 Válvula de tulipa.....	31
2.12.3 Válvulas especiales .....	31
2.12.4 Rectificación de las válvulas en motores recíprocos.....	32



### **CAPITULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares.....	35
3.2 Descripción de los equipos.....	36
3.2.1 Motor IO-360-D UGT-ESPE.....	36
3.2.2 Máquina rectificadora TANGENCIAL.....	37
3.3 Mantenimiento y OVERHAUL de la rectificadora de válvulas.....	38
3.3.1 Limpieza y desmontaje del rectificador.....	38
3.3.2 Decapado y pintura de los componentes.....	41
3.3.3 Montaje de los componentes y lubricación.....	43
3.3.4 Prueba de funcionamiento de la máquina rectificadora de válvulas. ...	45
3.4 Práctica de rectificación de válvulas del motor CONTINENTAL IO-360-D ...	46
3.5 Generalidades de la práctica de rectificación de válvulas.....	46
3.5.1 Desmontaje de los elementos del motor.....	47
3.5.2 Procedimiento Estándar Io-360 Engine.....	47
3.5.3 Desmontaje De La Válvula.....	48
3.5.4 Corrección de las válvulas del motor.....	49
3.6 Programación de actividades.....	50
3.7 Fases de mantenimiento del rectificador tangencial.....	53

### **CAPITULO IV**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones.....	55
4.2 Recomendaciones.....	55
4.3 Glosario.....	56
4.4 Abreviaturas.....	56
4.5 Bibliografía.....	57
4.5 Anexos.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aeronave Beechcraft Musketeer.....	5
Figura 2 Aeronave Cessna 172 Skyhawk.....	6
Figura 3 Aeronave Diamond DA40.....	6
Figura 4 Aeronave Diamond DA42 Twin Star.....	7
Figura 5 Aeronave Piper PA-34 Seneca.....	7
Figura 6 Aeronave Mooney M20.....	8
Figura 7 Máquina rectificadora Kwik-Kway modelo N°20002.....	8
Figura 8 Proceso de rectificado de válvulas.....	9
Figura 9 Rectificadora plana.....	9
Figura 10 Principio de rectificación centerless.....	10
Figura 11 Rectificadora universal.....	11
Figura 12 Motor continental series.....	11
Figura 13 Motor reciproco tipo radial.....	12
Figura 14 Principio de reciprocidad de los motores recíprocos.....	13
Figura 15 Tipo de motor según la ubicación del cilindro.....	14
Figura 16 Diagrama de un motor en línea.....	14
Figura 17 Bloque de un motor en línea.....	15
Figura 18 Motor de tipo horizontal y opuesto.....	16
Figura 19 Continental IO360.....	16
Figura 20 Diagrama de dos tiempos del motor rotativo.....	17
Figura 21 Sección de un motor radial.....	17
Figura 22 Motor radial 18cilindros opuestos.....	18
Figura 23 Ciclos de un motor 4 tiempos.....	19
Figura 24 Ejemplo del ciclo diésel.....	21
Figura 25 Ciclo termodinámico de dos tiempos.....	21
Figura 26 Motor con 4 tiempos.....	22
Figura 27 Placa de identificación en el motor IO-360-D.....	24
Figura 28 Motor continental IO-360.....	25
Figura 29 motor continental IO-36 vista lateral.....	25
Figura 30 Cilindro del motor IO-360-D.....	26
Figura 31 Ensamble del cilindro.....	27

Figura 32 Válvulas de admisión y escape.....	28
Figura 33 Esquema de una válvula de escape refrigerada por sodio. ....	29
Figura 34 Dimensiones de las válvulas.....	30
Figura 35 Tipos de válvulas .....	31
Figura 36 Válvula de deflector.....	31
Figura 37 Válvulas con daños por temperatura y presión.....	32
Figura 38 Motor IO-360-D de la U. de Gestión de Tecnologías ESPE .....	35
Figura 39 Alas del socorro Ecuador.....	35
Figura 40 Motor continental IO-360-D.....	36
Figura 41 Máquina rectificadora previa el mantenimiento.....	37
Figura 42 Eje de rotación y porta válvulas .....	38
Figura 43 Máquina rectificadora previo mantenimiento.....	39
Figura 44 Equipos de Protección Personal.....	39
Figura 45 Herramientas necesarias para el mantenimiento.....	40
Figura 46 Limpieza de la máquina frontal. ....	40
Figura 47 Limpieza de la máquina interior. ....	41
Figura 48 Desmontaje de la máquina rectificadora.....	41
Figura 49 Desmontaje de la máquina rectificadora de válvulas.....	42
Figura 50 Desmontaje del porta disco de desbaste.....	43
Figura 51 Pintura de los elementos de la rectificadora. ....	43
Figura 52 Partes de la rectificadora vista interna.....	44
Figura 53 Ensamble del punto de rotación. ....	44
Figura 54 Prueba funcional de la máquina rectificadora de válvulas. ....	45
Figura 55 Prueba de funcionamiento de la máquina rectificadora. ....	46
Figura 56 Máquina rectificadora operativa.....	47
Figura 57 Ensamble del push road house. ....	49
Figura 58 Referencia de las dimensiones de las válvulas y cilindro .....	49
Figura 59 Programación de actividades.....	52
Figura 60 Fases de mantenimiento de la máquina rectificadora.....	54

## RESUMEN

Este trabajo de investigación trata de dar solución a la falta de una máquina dedicada a la tarea de rectificar las válvulas del motor continental IO-360-D, de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE, esta búsqueda nace del deseo de aportar de forma positiva con el desarrollo de la institución a fin de contribuir con los estudiantes dejando una herramienta de gran utilidad, permite realizar la prácticas más común en el campo de la aviación de motores recíprocos y esta tarea es la rectificación de las válvulas del motor, para poder llevar con éxito esta práctica primero se dio solución a adquirir la máquina que permitiría realizar las operaciones de rectificación de válvulas, esta fue adquirida a “Alas De Socorro Del Ecuador”, en un costo simbólico, las fases iniciales fueron la limpieza y el decapado de toda la estructura, previamente se desensambló los componentes tomando cuidado de su ubicación y función. Una vez listo esto se procedió a pintar con anticorrosivo, una pintura que le permitirá soportar de mejor forma la inclemencia del tiempo, y la mantendrá operativa muchos meses más, después se procedió con el montaje de la máquina rectificadora de válvulas , se verificó el estado de cada uno de los componentes, se comprobó la tensión de la banda sea adecuada para su correcto funcionamiento . Por último se dio paso a la práctica de rectificación de las válvulas de admisión y escape, con las precauciones debidas resultado de forma correcta, es necesario recalcar que en todas las operaciones del taller se hizo uso de las medidas de seguridad y protección, de la organización “Alas De Socorro Del Ecuador”.

### PALABRAS CLAVE

- **Motor continental IO-360-D**
- **Rectificar las válvulas**
- **Asentamiento**
- **Unidad de Gestión de Tecnologías**
- **Alas De Socorro**
- **Manuales técnicos**

## ABSTRACT

This research tries to solve the lack of a machine dedicated to rectify the valves of the IO-360-D continental motor, of the Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE. This research has the desire to contribute with the development of the institution in a positive way in order to help all the students, leaving a tool of great utility. It also allows performing the most common practices in the aviation field with reciprocal engines, and this task is the rectification of the engine valves. To carry out this job successfully, it was necessary to acquire a machine that would allow making the valve rectification operations. This machine was acquired from "Alas De Socorro Del Ecuador", at a symbolic cost. The initial phases were the cleaning and pickling of the whole structure, previously disassembling the components taking care of their location and function. Once this process was done, It proceeded to paint with anticorrosion, a painting that will allow us to better withstand the inclemency of the weather, and will keep it operative for many more months; Afterwards, It proceeded with the assembly of the valves rectifier machine, and it also verified the state of each of the components, and it was verified that the tension of the belt is suitable for its correct operation. Finally, there was the practice of rectifying intake and exhaust valves, the right precautions was correct. It is necessary to emphasize that all the operations of the workshop made use of the safety and protection measures of the organization "Alas De Socorro Del Ecuador".

### KEY WORDS

- **IO-360-D Motor Continental**
- **Rectify the valves**
- **Technology Management Unit**
- **Technical manuals**

---

**Checked by:** María Elisa Coque  
Docente UGT

## **CAPÍTULO I**

### **“RECTIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE DEL MOTOR CONTINENTAL IO-360-D, PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE.”**

#### **1.1 Antecedentes.**

Alas De Socorro Del Ecuador es una organización que tiene su sede de operaciones en el aeropuerto Rio Amazonas en la provincia de Pastaza, en la parroquia Shell del cantón Mera, esta es una empresa aérea que está encaminada a brindar los servicios de ambulancia aérea, taxi aéreo, servicio comunitario, bajo la RDAC parte 135 y trabajos de mantenimiento bajo la RDAC parte 145.

En la actualidad la organización Alas De Socorro Del Ecuador, cuenta con una máquina rectificadora de válvulas, misma que se utiliza para rectificar válvulas sea de admisión o escape, con el fin de adquirir las destrezas necesarias para poder realizar las mismas actividades en el motor existente en la Unidad de Gestión de Tecnologías de la ESPE.

En 1845, se construyen las primeras máquinas rectificadoras con nacientes muelas artificiales; alcanzándose velocidades de 26 metros segundo. En ese momento se diferenciaron claramente las siguientes operaciones realizadas con abrasivos: rebarbado, pulido, afilado y rectificado.

En 1864, se introduce la técnica de pulimento mecánico en nuestro país, utilizando poleas instaladas en el esmeril para el pulido y escobillas para abrillantar, sujetas en cabezales que giraban con energía hidráulica en su molino. En 1870, J. Norton Poole diseña una rectificadora "sin centros" para rectificar válvulas.

La rectificadora es un equipo, utilizado para alcanzar mecanismos de exactitud tanto en dimensiones como en acabado superficial, a veces a una operación de rectificado le proceden otras de pulido y lapeado. Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ello discos abrasivos robustos, llamados muelas.

Las partes de las piezas que se someten a rectificado han sido mecanizadas previamente en otros equipos, equipos puesto de ser endurecidas por tratamiento térmico y se ha dejado solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda desechar con facilidad y precisión.

## **1.2 Planteamiento del problema.**

En La ciudad de Latacunga, presta sus servicios la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, la misma cuenta con el departamento de ciencias espaciales, y tiene la carrera de mecánica aeronáutica con mención en motores, esta institución posee un conjunto de laboratorios que se destinan al aprendizaje de los principios de los motores, sean estos JET o RECIPROCOS, estos últimos se encuentran asilados en el denominado BLOQUE 42.

En el bloque antes mencionado existe el motor CONTINENTAL IO-360-D con número de serie 063040-R, mismo que tiene la función de capacitar a los estudiantes de la institución ,familiarizándose con los principios de funcionamiento de los motores de tipo reciproco, dicho motor llegó al instituto producto de un proyecto de graduación, a partir de ese momento el motor ha venido encendiéndose y apagándose, producto de diversos factores como el desgaste en las válvulas, que hacen que la compresión en los mismos sea ineficiente.

Una condición como la antes descrita, genera una problemática considerable, puesto que es un equipo que se utiliza frecuentemente, y se debe dar un mantenimiento exhaustivo en las válvulas para que mantenga al motor en condiciones operativas. La Unidad de Gestión de Tecnologías, implementará una máquina rectificadora de válvulas marca KWIK-WAY, importante en el campo de la enseñanza para que los estudiantes puedan de manera práctica aprender cómo rectificar válvulas ya sean de admisión o escape ya que es esencial para trabajar en aviación menor.

### **1.3 Justificación.**

La Unidad De Gestión De Tecnologías-ESPE, posee un motor CONTINENTAL IO-360-D, el mismo que se utiliza como material didáctico y práctico; dicho motor al estar en constantes procesos de encendido y apagado, es víctima del desgaste de las válvulas producto de la fricción que se producen en los mismos; la implementación de una máquina rectificadora de válvulas generaría la extensión del tiempo de vida útil del motor y a la vez otorgaría beneficios magistrales a la Institución.

Al realizar la experiencia de rectificación de las válvulas del motor CONTINENTAL IO-360-D, los estudiantes obtendrán una práctica que no existe en la actualidad en la carrera de mecánica aeronáutica mención motores; permitirá también a los docentes impartir una enseñanza integral con procedimientos que permitirán a los estudiantes observar y ejecutar utilizando los manuales prácticos del mantenimiento de la máquina y manuales del motor; permitiendo así a las siguientes promociones de estudiantes beneficiarse de la presencia de tan importante máquina.

El procedimiento ilustrará tanto a maestros como alumnos los pasos a seguir para rectificar las válvulas del motor, lo cual abonará en el entendimiento a través de la utilización de los manuales y herramientas y así a futuro puedan desempeñarse de la mejor manera en su vida profesional en el ámbito aeronáutico.



## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Rectificar las válvulas del motor continental IO-360-D mediante un equipo mecánico de rectificación para La Unidad De Gestión De Tecnologías-ESPE.

### **1.4.2 Objetivo específico.**

- Recopilar la información técnica necesaria proporcionada por los manuales del fabricante del motor.
- Implementación de un equipo donde los estudiantes puedan palpar la teoría como la práctica.(Grinding machine, valve face)
- Rectificación de las válvulas del motor, realizando pruebas operacionales que permitan comprobar la factibilidad del equipo la práctica fue realizada de manera correcta.

## **1.5 Alcance.**

Este proyecto pretende beneficiar a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ya que al realizar la rectificación de las válvulas se convertirá en una eje muy importante para el desarrollo de los estudiantes y de esta manera los estudiantes obtendrán mayores conocimientos tanto en la teoría como en la práctica, para posteriormente demostrar en el campo laboral ya que esta tarea se la realiza frecuentemente en la aviación menor.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Aeronaves que operan con el motor continental IO 360-D

##### 2.1.1 Beechcraft Musketeer

Es una familia de aviones ligeros monomotores de ala baja, que fue producida por la estadounidense Beechcraft en los años 60 del siglo XX. La serie incluye el Model 19 Musketeer Sport, el Model 23 Musketeer, Custom y Sundowner, el Model 23-24 Musketeer Super III, el de tren retráctil Model 24-R Sierra y el militar CT-134 Musketeer.

La línea del Musketeer estuvo en producción desde el año 1963 hasta 1983, tiempo durante el cual se produjeron 4.366 aviones. El certificado de tipo para la familia de aviones Musketeer ha estado en posesión de Hawker Beechcraft desde el 26 de marzo de 2007.



**Figura 1 Aeronave Beechcraft Musketeer.**

Fuente:(Victor Aviation, 2016)

##### 2.1.2 Cessna 172 Skyhawk

Es un avión monomotor de ala alta con capacidad para cuatro personas fabricado por la empresa Cessna. El Cessna 172 es el avión más fabricado de la historia y probablemente el avión de entrenamiento más popular del mundo.



**Figura 2 Aeronave Cessna 172 Skyhawk.**  
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

### **2.1.3 Diamond DA40**

Es un avión utilitario fabricado por el constructor aeronáutico austriaco Diamond Aircraft Industries. El DA40 dispone de cuatro plazas, motor de pistón y fuselaje fabricado en materiales compuestos. Esta aeronave se desarrolló a partir del avión biplaza Diamond DA20.



**Figura 3 Aeronave Diamond DA40**  
Fuente: (Victor Aviation, 2016)

### **2.1.4 Diamond DA42 Twin Star**

Es un avión utilitario bimotor propulsado por hélices, de cuatro plazas, fabricado por el constructor aeronáutico austriaco Diamond Aircraft Industries. La mayor parte de su cuerpo está constituida por materiales compuestos.



**Figura 4 Aeronave Diamond DA42 Twin Star**

Fuente:(Victor Aviation, 2016)

### **2.1.5 Piper PA-34 Seneca**

Es un avión ligero bimotor de origen estadounidense, producido por Piper Aircraft desde 1971 hasta el presente. El Seneca es usado principalmente como transporte aéreo personal y de negocios.



**Figura 5 Aeronave Piper PA-34 Seneca**

Fuente:(Victor Aviation, 2016)

### **2.1.6 Mooney M20**

Es un avión de aviación general de ala baja fabricado por Mooney Airplane Company. Está propulsado por un motor de pistón conectado a una hélice, y es un diseño de alas bajas. Su tren de aterrizaje es en triciclo.



**Figura 6 Aeronave Mooney M20**

Fuente:(Victor Aviation, 2016)

## **2.2 Descripción de máquinas**

La maquinaria que se destina para realizar la rectificación de válvulas, proporciona una solución ideal para despejar la erosión y los poros de la válvula de admisión y escape. Este equipo de reparación de motores de compresión sea para aplicaciones aeronáuticas o afines, es ampliamente utilizado en las plantas de reparación de automóviles y centros de mantenimiento de equipos agrícolas es decir cumple su función para diversos tipos de maquinaria.



**Figura 7 Máquina rectificadora Kwik-Kway  
modelo N°20002**

Fuente: (takeoffbriefing, 2017)

Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico. Para el rectificado se utilizan discos abrasivos robustos, llamados muelas.

El rectificado se aplica después de que la pieza se ha sometido a otras máquinas herramientas que le han quitado las impurezas mayores, dejando solamente un pequeño excedente de material para ser eliminado por la rectificadora con precisión. A veces, a una operación de rectificado le siguen otras de pulido y “lapeado”.



**Figura 8 Proceso de rectificado de válvulas.**

Fuente: (Maquicenter, 2017)

### **2.3 Tipos de máquinas rectificadoras.**

Las máquinas rectificadoras contienen piezas metálicas, que consisten en un bastidor que contiene una muela giratoria compuesta de granos abrasivos muy duros, resistentes al desgaste y a la rotura. La velocidad de giro de las muelas puede llegar a 30.000 rpm, dependiendo del diámetro de la muela.

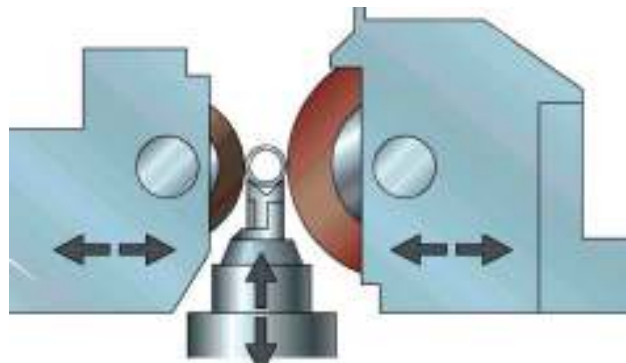


**Figura 9 Rectificadora plana.**

Fuente:(Prezi, 2017)

Según las características de las piezas a rectificar se utilizan diversos tipos de rectificadoras, siendo las más destacadas las siguientes:

Las rectificadoras planeadoras o tangenciales constan de un cabezal provisto de una muela y un carro longitudinal que se mueve en vaivén, en el que se coloca la pieza a rectificar. También puede colocarse sobre una plataforma magnética. Generalmente se utiliza para rectificar matrices, calzos y ajustes con superficies planas.



**Figura 10 Principio de rectificación CENTERLESS**

Fuente: (UNEFA, 2016)

La rectificadora sin centros (centerless) no tiene centros. Se utiliza para el rectificado de pequeñas piezas cilíndricas, como bulones, casquillos, pasadores, etc. Permite automatizar la alimentación de las piezas, facilitando el funcionamiento continuo y la producción de grandes series de la misma pieza. En este caso, la superficie de la pieza se apoya sobre la platina de soporte entre el disco rectificador (que gira rápidamente) y la platina regulable pequeña (que se mueve lentamente).

Las rectificadoras universales se utilizan para todo tipo de rectificandos en diámetros exteriores de ejes. Son máquinas de gran envergadura, cuyo cabezal portañuelas tiene un variador de velocidad para adecuarlo a las características de la muela que lleva incorporada y al tipo de pieza que rectifica.





**Figura 11 Rectificadora universal.**

Fuente: (sangliervolant, 2017)

## **2.4 Motores**

A continuación se encuentran los principales fundamentos para poder entender de forma clara y fluida la importancia de los motores recíprocos, su desempeño, y su relevancia en la aviación, además de los tipos entre otras características.

Además se expondrán conceptos ligados a la compresión de los motores y a los componentes involucrados en el mencionado proceso como son las válvulas de admisión, y escape, cuáles son los efectos y daños que se producen en estas, por causas de la temperatura y la fatiga del material. Se presentará información acerca del motor continental IO-360-D, mismo que ingreso en la institución producto de desarrollo de proyecto de grado y ha contribuido con la enseñanza y el aprendizaje de los maestros y los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.



**Figura 12 Motor continental SERIES.**

Fuente: (takeoffbriefing, 2017)



Dado que el presente proyecto presenta la actividad de la rectificación de las válvulas del motor, se describirá de forma textual, el objetivo de dicha práctica, la maquinaria necesaria y los procedimientos a realizar, además de la utilización de manuales técnicos, todo esto basándose en la sustentación teórica, obtenida de páginas web que se encuentran debidamente referenciadas.



**Figura 13 Motor recíproco tipo radial.**

Fuente: (Continental, 2017)

## **2.5 Motores recíprocos.**

En palabras de (cielos, 2014) La aviación como la conocemos comenzó gracias a la propulsión de aeronaves mediante motores de cilindros y pistones, también llamados motores alternativos o motores recíprocos. A pesar de que existían otros métodos y formas de propulsión, los motores de combustión interna permitieron una propulsión de trabajo constante, operados principalmente por gasolina. Debido a la rudimentaria tecnología de finales del Siglo XIX, puede atribuirse en parte al desarrollo de los motores el que a comienzos del Siglo XX el vuelo propulsado fuera posible. Por ejemplo, el motor que usó el Flyer III de los hermanos Wright hecho con la ayuda del mecánico Charles Taylor, fue un gran éxito debido a su excelente relación peso a potencia, ya que era un motor con un peso de 170 libras que producía una potencia de unos 12 CV a 1.025 RPM.

Los motores recíprocos según (Prezi, 2017) Un motor recíproco aeronáutico o motor de aviación es el que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje, los motores recíprocos o de pistón tienen gran aplicación en la industria aeronáutica

estos motores se utilizan en aviones pequeños los cuales no requieren un mayor uso de la potencia y son ideales para vuelos a bajas alturas.



**Figura 14 Principio de reciprocidad de los motores recíprocos.**

Fuente: (Continental, 2017)

En aviación se distingue el elemento propulsor y el moto propulsor. El propulsor es el órgano que transforma la energía mecánica del motor en energía cinética de una corriente de aire (o de gases). Por otra parte, se llama elemento moto propulsor al conjunto formado por el motor y el propulsor (motor y hélice por ejemplo).

El motor alternativo de aviación está formado por una serie de cilindros donde se comprime la mezcla aire-combustible y se inflama. La mezcla se prepara previamente en un dispositivo denominado carburador, o en un sistema de inyección. La combustión de la mezcla produce un incremento de la presión del gas en el interior del cilindro, aplicándose esta sobre el embolo. El movimiento lineal del embolo (pistón), ascendente y descendente en el cilindro, se transforma finalmente, en otro movimiento circular mediante un sistema articulado, que hace girar el eje del motor.

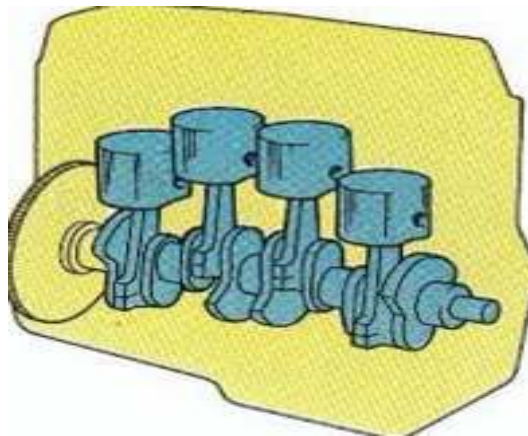
Por la forma de construcción y ordenación de sus cilindros, los motores alternativos pueden ser: motores en línea, de cilindros horizontales y opuestos, en estrella o radiales. Los motores de cilindros horizontales y opuestos constituyen la solución actual en la gama de baja potencia.



**Figura 15 Tipo de motor según la ubicación del cilindro.**

Fuente: (Santos, 2015)

## 2.6 Clasificación de los motores por la posición del cilindro.



**Figura 16 Diagrama de un motor en línea.**

Fuente: (Alfred H shute, 2016)

### 2.6.1 Motores de cilindros en línea.

En este tipo de motores, los cilindros se disponen unos detrás de otros. Suelen tener entre 4 y 6 cilindros, ya que al aumentar más los cilindros puede suponer un problema de refrigeración con los cilindros traseros. Existen casos de motores en línea con cilindros impares; esto se debe a que el balance de potencia producido es más fácil de equilibrarse con una cantidad par a lo largo del cigüeñal. La principal ventaja de un motor en línea es que permite que el avión pueda ser diseñado con un área frontal reducida que ofrece menor resistencia aerodinámica.



**Figura 17 Bloque de un motor en línea.**

Fuente: (todoautos, 2017)

Si el cigüeñal del motor está ubicado encima de los cilindros se le llama un motor en línea invertido, esta configuración permite que la hélice sea montada en una posición más alta, a una mayor distancia del suelo, permitiendo un tren de aterrizaje corto. Una de las desventajas de un motor en línea es que ofrece una relación potencia a peso inferior, debido a que el cárter y el cigüeñal son largos y por tanto más pesados.

Estos pueden ser refrigerados por aire o por líquido, pero lo más común es que sean refrigerados por líquido porque resulta difícil obtener un flujo de aire suficiente para refrigerar directamente los cilindros de la parte trasera. Este tipo de motores eran habituales en los primeros aviones, incluido el wright flyer, la primera aeronave en realizar un vuelo controlado con motor. Sin embargo, las desventajas inherentes del diseño pronto se hicieron evidentes, y el diseño en línea fue abandonado a favor del motor en V, siendo una rareza en la aviación moderna.

### **2.6.2 Motores de cilindros horizontales y opuestos.**

Es la solución estándar actual para los motores de baja-media potencia que consiste en 4 o más cilindros, opuestos, situados en un plano horizontal. De este modo ya no necesitamos un morro tal largo como en los motores en línea y obtenemos un motor más compacto, con menos vibraciones y más estrecho, por lo que también reduciremos la resistencia del avión.



**Figura 18 Motor de tipo horizontal y opuesto.**

Fuente: (cuidamostucoche, 2017)

Bajo estas líneas se tiene el famoso lycoming IO360 que entre otros aviones lo monta la también famosa C172 y a la izquierda un motor Continental de 6 cilindros.

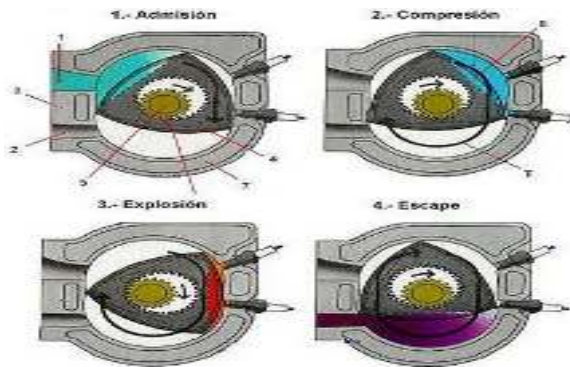


**Figura 19 Continental IO360.**

Fuente: (sangliervolant, 2017)

### **2.6.3 Motor rotativo.**

El motor rotativo fue uno de los primeros tipos de motores de combustión interna en el cual el cigüeñal permanece fijo y el motor entero gira a su alrededor. El diseño fue muy usado en los años anteriores a la Primera Guerra Mundial y durante ésta para propulsar aviones y también en algunos de los primeros autos y motocicletas.



**Figura 20 Diagrama de dos tiempos del motor rotativo.**  
 Fuente: (todoautos.com, 2017)

A principios de los años 20 del siglo XX el motor rotativo comenzó a volverse obsoleto, principalmente debido a su bajo par motor, consecuencia de la forma en que trabaja el motor. También estaba limitado por su restricción inherente dada por la forma de aspirar la mezcla de aire/combustible a través del cigüeñal y cárter hueco, que afectan directamente a su rendimiento volumétrico. Sin embargo, en su tiempo fue una solución muy eficiente para los problemas de potencia, peso y fiabilidad.



**Figura 21 Sección de un motor radial.**  
 Fuente: (Espinozas, 2015)

#### 2.6.4 Motores radiales.

Los motores en estrella o también conocimos como motores radiales, están constituidos por un conjunto de cilindros que se disponen de forma radial al rededor del cigüeñal. Surgieron a finales de 1920 y se usaron masivamente en los años posteriores.



Los motores radiales pueden estar constituidos por una estrella o por varias, que se van colocando una detrás de otra, pero siempre a la estrella posterior se va girando para que los cilindros queden entre los espacios de la estrella anterior, y así conseguir una mejor refrigeración. En este tipo de motores, casi siempre se construyen con un número impar de cilindros por estrella. De este modo se evitan los tiempos pasivos de los cilindros enfrentados.



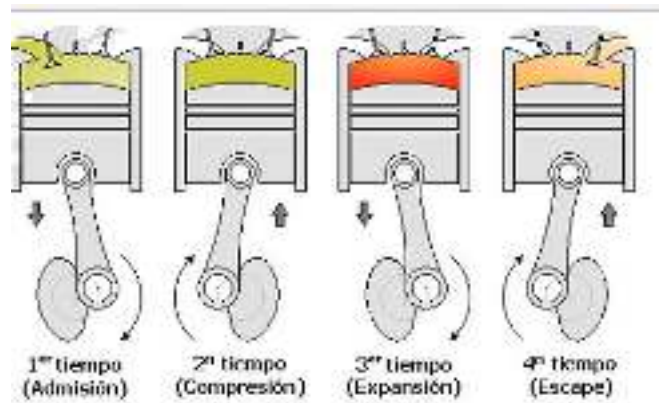
**Figura 22 Motor radial 18cilindros opuestos.**

Fuente: (aerospaceengines, 2016)

### **2.6.5 Motores en V.**

Como se expone en (Garro, 2016) “Los motores que tienen sus cilindros alineados en un solo bloc se denominan motores en línea. Cuando la cantidad de cilindros supera los seis da como resultado un motor exageradamente largo, con graves inconvenientes de construcción y colocación, pues ocuparía mucho espacio y los largos cigüeñales deberían ser muy robustos para soportar las vibraciones a la torsión. Para evitar tales inconvenientes en motores de ocho cilindros o más, se fabrican en dos bloques, uno al lado del otro, formando ángulo y usando un solo cigüeñal común a los dos bloques. A este tipo de motores se los denomina motores en V (actualmente algunas marcas están imponiendo los motores de 6 cilindros en V)”.

## 2.7 Clasificación de los motores según el ciclo termodinámico.



**Figura 23 Ciclos de un motor 4 tiempos.**

Fuente: (todoautos.com, 2017)

### 2.7.1 Primer tiempo o admisión.

En esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  y el árbol de levas da  $90^\circ$  y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

### 2.7.2 Segundo tiempo o compresión.

Al llegar al final de la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2º tiempo el cigüeñal da  $360^\circ$  y el árbol de levas da  $180^\circ$ , y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.

### 2.7.3 Tercer tiempo o explosión/expansión.

Al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, mientras que en los motores diésel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se autoinflama por la presión y temperatura existentes en el



interior del cilindro. En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  mientras que el árbol de levas gira  $90^\circ$  respectivamente, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.

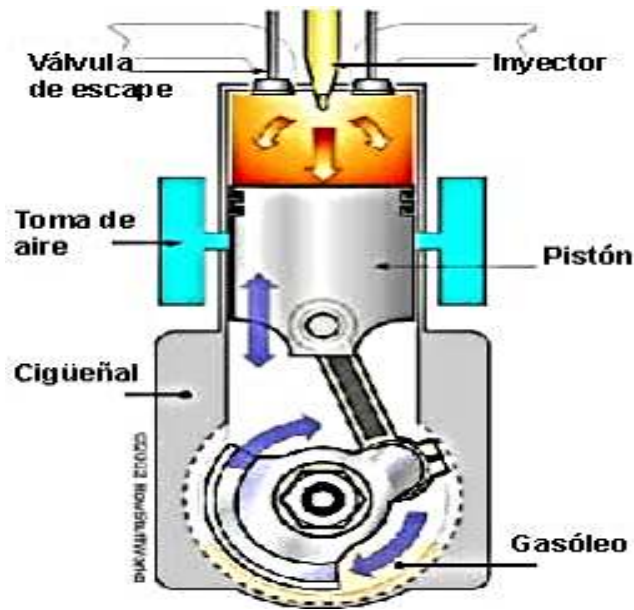
#### **2.7.4 Cuarto tiempo o escape.**

En esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira  $180^\circ$  y el árbol de levas gira  $90^\circ$ .

#### **2.8 Ciclo Otto.**

El desplazamiento del pistón en el cilindro se realiza en cuatro fases o etapas conocidas como el Ciclo de Otto, que son: admisión, compresión, explosión-expansión y escape. En los dos primeros tiempos la mezcla es aspirada y comprimida, con tiempo suficiente para realizar una buena carburación y combustión de la mezcla; en el tiempo de explosión se realiza una transformación de la energía, aportada por el combustible, en trabajo mecánico y, durante el tiempo de escape, se evacúan al exterior los gases residuales y el calor sobrante que no se ha transformado en trabajo mecánico. De los cuatro tiempos que componen el ciclo, solo efectúa el trabajo útil el tiempo de expansión.

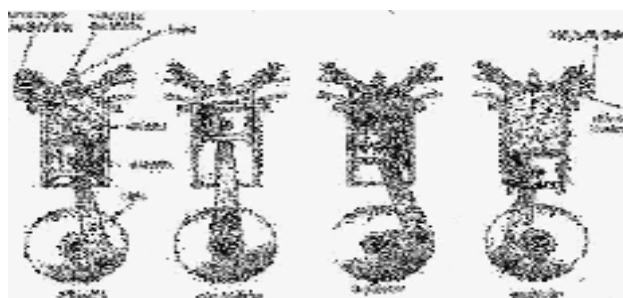
Si en un diagrama de ejes coordenados se representa el ciclo de funcionamiento teórico de estos motores se obtiene un diagrama cerrado, indicativo del trabajo máximo desarrollado en la transformación de la energía según el ciclo de Carnot, en función de sus características constructivas y sobre el cual se pueden estudiar las diferentes fases desarrolladas en el mismo. El nombre lo indica, es un diagrama teórico, luego tenemos el diagrama real y el práctico o indicado.



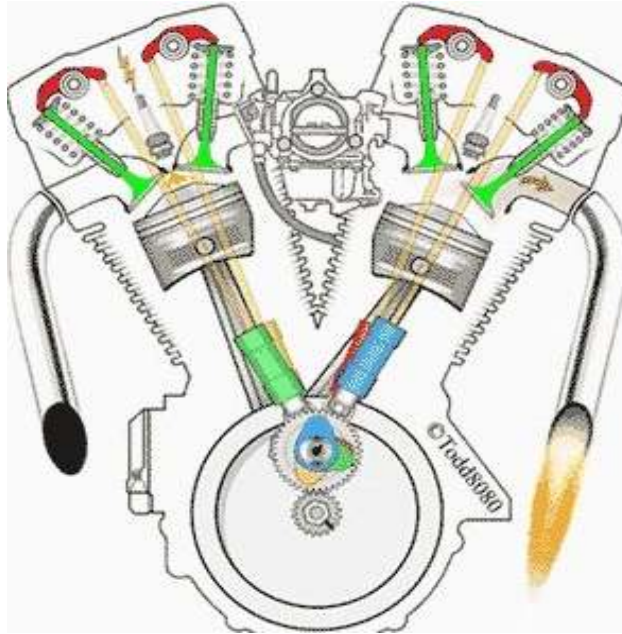
**Figura 24 Ejemplo del ciclo diésel.**  
Fuente: (UNEFA, 2016)

### 2.9 Motor de dos tiempos.

En el motor de dos tiempos, las cuatro etapas descritas se producen con dos movimientos del pistón. Esto es posible debido a la inercia de los gases, es decir, a su tendencia a conservar el movimiento una vez se ha iniciado. Con ello es posible el "solape" de las distintas etapas, de modo que pueden realizarse con dos carreras del pistón o una revolución del cigüeñal (el motor de cuatro tiempos precisa de dos revoluciones de cigüeñal para completar el ciclo).



**Figura 25 Ciclo termodinámico de dos tiempos.**  
Fuente: (todoautos.com, 2017)



**Figura 26 Motor con 4 tiempos.**

Fuente: (todoautos.com, 2017)

### **2.10 Motor de cuatro tiempos.**

En la fase de admisión, la válvula de admisión se abre y el pistón se desplaza hacia abajo en el cilindro, aspirando la mezcla de combustible y aire. La válvula de admisión se cierra cerca del final de la carrera de admisión y el pistón se mueve hacia arriba del cilindro, comprimiendo la mezcla. Al aproximarse el pistón a la parte superior del cilindro en la carrera de compresión, se enciende la bujía y la mezcla se inflama. Los gases de la combustión se calientan y expansionan con gran rapidez, lo que aumenta la presión en el cilindro, forzando al pistón de nuevo a bajar en lo que se denomina carrera de expansión o motriz. La válvula de escape se abre y forzados los gases por la subida del pistón pasan a través de ella para salir al exterior del cilindro.

## 2.11 Generalidades del motor CONTINENTAL IO-360-D.

**Tabla 1 Descripción técnica del motor Continental IO-360-D**

Descripción Técnica	
Engine Specifications	Maximum 210 Hp
Horsepower:	
Maximum Rated RPM:	2800
Cylinders:	6
Bore / Stroke (inches):	4.44/3.88)
Compression Ratio—Naturally Aspirated	8.5:1/ 7.5:1 for AF
Compression Ratio— Turbocharged:	7.5:1
Fuel System:	Continental Fuel injection
Dry Weight (pounds):	248.7 to 343.35
Height (inches):	22.43 to 32.82
Width (inches):	31.38 to 35.78
Length (inches):	34.03 to 57.5
Turbo Model Available:	Yes (360)
Hours to TBO:	1400 to 2000
Ser. NO:	E1CE
T.C:	508
Fire Order:	1-6-3-2-5-4

**Fuente:**(Continental, 2017)

**Tabla 2 Codificación de los motores**

IO	Utiliza sistema de inyección de combustible introducido en la década de los 60, la posición de los cilindros es OPUESTA
O	Indica que la posición de los cilindros es OPUESTA
TSIO	Turbo cargado, con sistema de inyección de combustible y cilindros opuestos
GTSIO	Caja de engranajes, Turbo cargado, con sistema de inyección de combustible y cilindros opuestos

**Fuente:**(Continental, 2017)



**Figura 27 Placa de identificación en el motor IO-360-D**

El IO -360 serie de motores de Continental tiene ocho modelos en el mismo: CB , D, DB , G, GB , H y HB. Teledyne Continental Motors fabrica la serie, así como otros motores y componentes utilizados en la aviación . Los motores pueden producir hasta 210 caballos de fuerza de frenado a 2.800 rpm y tiene una relación de compresión de 8,5 a 1 .

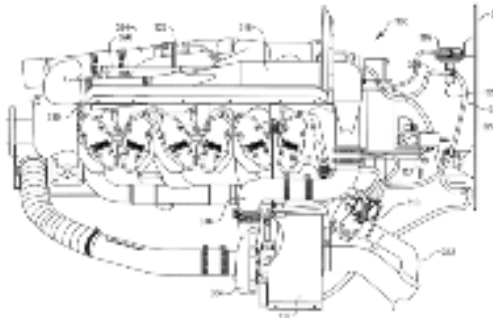


**Figura 28 Motor continental IO-360**

Fuente: (Continental, 2017)

### 2.11.1 Dimensiones

Los motores de la serie Continental IO- 360 tienen dimensiones de 22,4 centímetros de altura; 31,5 centímetros de ancho y 34 pulgadas de profundidad. Los modelos C , CB , G y GB pesan 331,25 libras secas , los modelos D, DB, H y HB tienen un peso en seco de 327,25 libras. Los motores de 360 cc se desplazan y tienen un diámetro de 4,4 pulgadas y una carrera de 3,9 pulgadas.



**Figura 29 Motor continental IO-36 VISTA LATERAL.**

Fuente: (Continental, 2017)

### 2.11.2 Partes del motor CONTINENTAL IO-360-D.

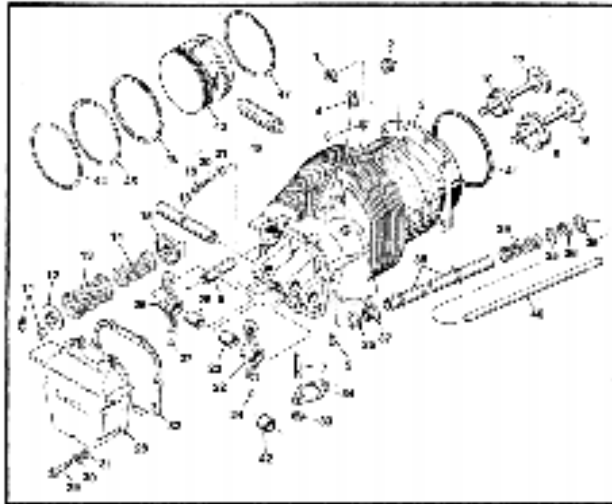
El motor continental 360-D se sub compone en diversos bloques de estudio que se describirán a continuación, para esta investigación en particular interesa el bloque de los cilindros o cylinder assemblies, que es el lugar donde se alojan las válvulas de admisión y escape, que son el punto focal del desarrollo.



**Figura 30 Cilindro del motor IO-360-D**

Fuente: (Continental, 2017)

- Crankcase Assembly
- Crankshaft Assembly
- Camshaft Assembly
- Valve Train Assembly
- Cylinder Assemblies
- Connecting Rod Assemblies
- Oil Sump Assembly
- Intercylinder Baffles
- Starter
- Lubrication System (Includes Oil Filter)
- Accessory Drive
- Ignition System (Includes Spark Plugs)
- Fuel System
- Starter Support Assembly
- Oil Gage
- Induction System
- Accessories



**Figura 31 Ensamble del cilindro**

Fuente: (Continental, 2017)

### **2.11.3 Configuración**

Los motores Continental IO- 360 son de seis cilindros dispuestos en una posición horizontal configuración opuesta . Esto significa que están alineados horizontalmente , pero están en ángulo a la izquierda y derecha alternativamente. El orden de encendido de los cilindros es de 1 , 6 , 3 , 2 , 5 y 4 . El cigüeñal está clasificado para una velocidad máxima de 2800 rpm y tiene una velocidad de ralentí recomendada de 600 rpm.

### **2.12 Válvulas**

Las válvulas son elementos que abren y cierran los conductos de admisión y escape sincronizados con el movimiento de subida y bajada de los pistones. A su vez mantiene estanca o cerrada la cámara de combustión cuando se produce la carrera de compresión y combustión del motor. Se utilizan dos válvulas por lo menos para cada cilindro (una de admisión y una de escape), aunque actualmente hay muchos motores con 3, 4 y hasta 5 válvulas por cilindro.





**Figura 32 Válvulas de admisión y escape.**

Fuente: (ITCA, 2015)

Las válvulas están constituidas por una cabeza mecanizada en todo su periferia, con una inclinación o conicidad en la superficie de asiento, generalmente de  $45^\circ$ , que hace de cierre hermético sobre el orificio de la culata. Unido a la cabeza lleva un vástago o cola perfectamente cilíndrico, cuya misión es servir de guía en el desplazamiento axial de la válvula, centrar la cabeza en su asiento y evacuar el calor de la misma durante su funcionamiento. En la parte del pie de la válvula lleva un rebaje o chavetero para el anclaje y retención de la válvula sobre la culata.

Las válvulas se fabrican de aceros especiales con grandes contenidos de cromo y níquel, que le dan una gran dureza, pues tienen que soportar grandes esfuerzos y resistir el desgaste y las corrosiones debidos a las grandes temperaturas a que están sometidas.

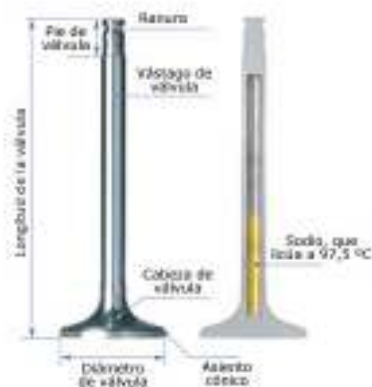
La válvula de admisión puede llegar a temperaturas de funcionamiento de  $400\text{ }^\circ\text{C}$  y eso que es refrigerada por los gases frescos de admisión.

La válvula de escape está sometida al paso de los gases de escape por lo que puede alcanzar temperaturas de hasta  $800\text{ }^\circ\text{C}$ . Para soportar estas temperaturas, tiene que estar fabricada con materiales que soporten estas condiciones de trabajo.

El calor que soportan las válvulas es evacuado en mayor parte a través de los asientos en la culata, el resto es evacuando a través de las guías de las válvulas para evacuar más calor las dimensiones de las guías son

distintas dependiendo que sea para la válvula de escape o de admisión. La guía utilizada para la válvula de escape será más larga para evacuar más calor.

En la mayor parte de los motores, las válvulas de admisión tienen la cabeza con mayor diámetro que las de escape, para facilitar el mejor llenado del cilindro. Las válvulas de escape, por el contrario, suelen hacerse con menor diámetro de cabeza para darle mayor consistencia, ya que estarán sometidas a las elevadas temperaturas de la salida de los gases. Por esta causa, en algunos casos, el vástago es hueco y esta relleno de sodio, que tiene la propiedad de que con el calor se hace líquido y transmite muy bien el calor, con lo que se consigue que la elevada temperatura de la cabeza de la válvula se disipe rápidamente a través del vástago. El sodio tiene un bajo punto de fusión (97 °C) y es muy buen conductor del calor. Al calentarse el sodio se funde y pasa a estado líquido, con el movimiento de subir y bajar de la válvula, el sodio se desplaza dentro de la válvula transmitiendo el calor de la cabeza hacia el vástago. Se consigue así rebajar en más de 100 °C la temperatura de la cabeza de la válvula.



**Figura 33 Esquema de una válvula de escape refrigerada por sodio.**

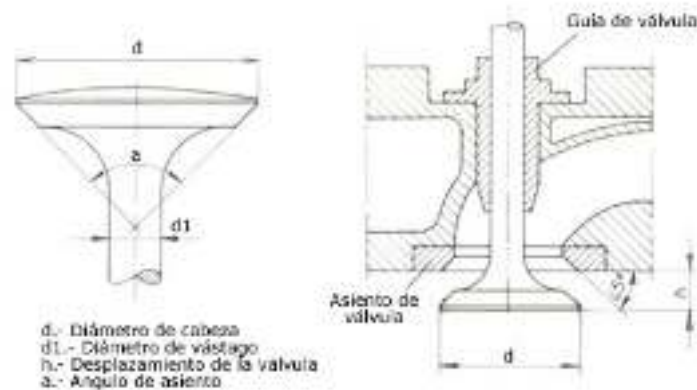
Fuente: (ITCA, 2015)

### 2.12.1 Dimensiones de las válvulas

El diámetros de la cabeza de la válvula de admisión siempre será mayor que la de escape, para dejar entrar la mayor cantidad de masa gaseosa en el cilindro. Sin embargo el diámetro de la válvula de escape es menor por que la salida de los gases de escape se hace a presión empujados por el pistón.

La válvula de admisión tiene un diámetro entre un 20 y 30% mayor que la válvula de escape. Las medidas más importante de las válvulas son:

- El diámetro de la cabeza de la válvula.
- La alzada o el desplazamiento de la válvula sobre su asiento.
- El ángulo de asiento.
- El diámetro del vástago.



**Figura 34 Dimensiones de las válvulas.**

Fuente: (ITCA, 2015)

### 2.12.2 Tipos de válvulas

Las válvulas se caracterizan por la forma de la cabeza o por disponer de unas características especiales en cuanto a su fabricación. Las más empleadas en automoción son las siguientes:

#### 2.12.2.1 Válvula de cabeza esférica

La zona de la cabeza, expuesta directamente a los gases, tiene forma abombada, con un ángulo de cierre en el cono de asiento de  $90^\circ$ . Es la más empleada para motores en serie de gran potencia, ya que su forma esférica le da una configuración robusta, limitando con ello la deformación por efecto de la temperatura.

#### 2.12.2.2 Válvula de cabeza plana

Esta válvula presenta la superficie de la cabeza expuesta a los gases completamente plana y, como la anterior, dispone de un ángulo de cierre en

el cono de 90°. Es menos robusta que la abombada pero mucho más económica. Se emplea para motores de serie de pequeña y media cilindrada.

### 2.12.2.3 Válvula de tulipa

Este tipo de válvula recibe su nombre por la forma especial que adopta en la cabeza. Tiene un ángulo de asiento en el cono de 120° que facilita grandemente la entrada de los gases. Debido a su elevado costo de fabricación no se utiliza para motores en serie. Su aplicación queda limitada exclusivamente a motores para vehículos de competición y en aviación.

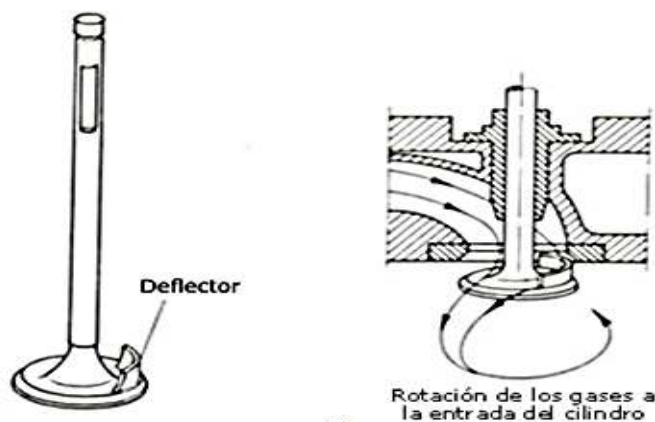


**Figura 35 Tipos de válvulas.**

Fuente:(ITCA, 2015)

### 2.12.3 Válvulas especiales

Dentro de este grupo está la válvula con deflector, que se emplea como válvula de admisión en los motores donde se necesita dar una orientación adecuada a los gases cuando entran en el cilindro. También dentro de este grupo estarían las válvulas refrigeradas por sodio.



**Figura 36 Válvula de deflector.**

Fuente:(ITCA, 2015)

#### **2.12.4 Rectificación de las válvulas en motores recíprocos.**

Como se sabe, de antemano el motor recíproco utiliza la compresión de gases en expansión para generar dinámica motriz y así poner en funcionamiento las máquinas que dependan de ella, por esta razón, dentro del motor son necesarias cámaras donde se genere esta expansión de gases. Esta cámara se denomina cilindro, y dentro del mismo se encuentran los elementos denominados válvulas, estas son las encargadas de abrirse u cerrarse para que pueda entrar aire/fuel, en el caso de la válvula de entrada, intake, y la salida de los gases que explotan y se expanden, exhaust, o salida.



**Figura 37 Válvulas con daños por temperatura y presión.**

Fuente: (Continental, 2017)

Las válvulas al encontrarse sometidas a altas temperaturas constantemente, a la fricción que genera desgaste, y la repentina explosión de gases inflamados, se produce en sus asientos y en el cuello formaciones de hollín sólido que afectan directamente al funcionamiento del motor de aviación, este hollín se queda impregnado en el asiento de la válvula mismo que se encarga de sellar la cámara donde se combustionaran los gases, si este defecto es muy grande el proceso de sellado de la cámara es ineficiente provocando que la compresión no sea la mejor para mantener en movimiento al motor en sus mejores características.

Cuando los acontecimientos anteriores se suceden es necesario realizar una rectificación de las válvulas del motor sean las de admisión o escape, el proceso de rectificado consiste en retirar cuidadosamente y en fases progresivas, el hollín producido por las explosiones a través de una maquinaria especializada para realizar este tipo de trabajos, en donde se pueda colocar la válvula y corregir el ángulo de desbaste cuidadosamente mediante una base rotativa graduada.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

En el presente argumento se detallan los procedimientos realizados para el desarrollo del tema, el cual es de gran beneficio para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

**CAMPO:** Mecánica Aeronáutica

**ÁREA:** Motores-Aviones

**TEMA:** Rectificación de las válvulas de admisión y escape del motor Continental IO-360-D, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

**BENEFICIARIOS:** Estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica

**INSTITUCIÓN EJECUTORA:** Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE.

**COSTO:** 2370, Dos mil trescientos setenta dólares americanos.

### 3.1 Preliminares.

En este capítulo se describirá, de forma textual los procedimientos que se aplicaran en la práctica de la corrección de válvulas de entrada y escape del motor IO-360-D, perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías-ESPE, y como se explicó antes ayudaría a la familiarización de una práctica común de los técnicos que trabajan en aviación menor, fumigación aérea, que es justamente el mayor campo laboral inicial de los profesionales graduados de mecánica aeronáutica.



**Figura 38 Motor IO-360-D de la U. de Gestión de Tecnologías ESPE**

En primer lugar se procedió a la búsqueda de información en el manual acerca del motor y sus componentes, a realizar una vista del motor existente en los talleres de la UGT, para no cometer errores de identificación, al mismo tiempo se daba comienzo a la búsqueda de la máquina rectificadora, misma que se encontró en el sector de la Shell, Cantón Mera, en la empresa “Alas de Socorro”, misma empresa en la que el investigador de este proyecto realiza las prácticas pre-profesionales, y en la misma empresa que se han logrado las destrezas necesarias para poder operar la máquina rectificadora de válvulas.



**Figura 39 Alas del socorro Ecuador.**

Fuente: (socorro, 2016)



Antes de poder dar uso a la máquina y comenzar con las prácticas a las que se refiere el presente documento, es necesario recalcar que se realizó el mantenimiento a la máquina; dicho mantenimiento fue de tipo básico y estético, dado que la rectificadora funciona de forma correcta y además cumple con la función pertinente de rectificación de la válvula de escape del motor Continental IO 360-D, para finalizar se trasladó la máquina a los talleres de la UGT, donde esta práctica se realizará a futuro para ayudar a los estudiantes en la familiarización de este tipo de procedimientos básicos y necesarios en la aviación menor.

### **3.2 Descripción de los equipos.**

#### **3.2.1 Motor IO-360-D UGT-ESPE.**

El motor IO-360-D que se encuentra en la unidad de gestión de tecnologías ESPE, se encuentra en la parte posterior en el lugar denominado bloque 42, este motor se encuentra montado sobre una superficie móvil, es decir con ruedas que permite su movilización a una posición segura fuera del bloque, donde pueda correrse el star up del mismo.

El motor se encuentra adosado a la superficie móvil a través de los montante de sujeción, y posee la sección de las palas de la hélice seccionada, esto con el objetivo de que cuando se realicen prácticas de corrida de motores, la hélice no posea tracción aerodinámica, de lo contrario empujaría la estructura móvil hacia adelante, y generaría una condición insegura para quien opera el motor como para quienes observan la práctica.



**Figura 40 Motor Continental IO-360-D**

La estructura de soporte es de color amarilla, como se explicó posee elementos que le permiten desplazarse por la universidad de forma segura, tiene seguros que le dan la capacidad de anclarse en caso de necesitarlo, conserva una forma multi poligonal amplia, en donde el operador del motor ingresa, y encuentra todos los elementos necesarios para encender y operar el motor IO-360D, y además cuenta común asiento, y protección para el impacto al rostro a través de ventanales acordes a la estructura.

### **3.2.2 Máquina rectificadora TANGENCIAL.**

La máquina rectificadora tangencial era propiedad de la organización Alas de Socorro, la misma se encontraba en desuso desde hacía pocos meses dado que se había adquirido una nueva, es así que se la adquiere, notándose que posee desgaste únicamente de la parte visual, puesto que sus componentes y función permanecen intactas.



**Figura 41 Máquina rectificadora previa el mantenimiento.**

### **3.3 Mantenimiento y OVERHAUL de la rectificadora de válvulas.**

El mantenimiento del equipo denominado “rectificadora tangencial” tiene el objetivo de dejar a la maquina en condiciones de realizar la práctica de desbaste de exceso de material no deseado de las válvulas del motor IO-360-D de la Unidad de Gestión de Tecnologías de forma eficiente.



**Figura 42 Eje de rotación y porta válvulas.**

Consta de cuatro fases, la primera en la que se desmonta todo el equipo para determinar su estado, la segunda donde se realiza la limpieza, decapado y pintura de la maquinaria, la tercera en la que se vuelven a montar los equipos en sus respectivas ubicaciones y se prueba si se desplazan de forma correcta, y la cuarta en la que se realiza pruebas de funcionamiento del dispositivo.

#### **3.3.1 Limpieza y desmontaje del rectificador.**

El rectificador se encontraba en la bodega de la empresa alas de Socorro, en un estado calificable de 8/10, puesto que se evidenciaba cierta corrosión en las partes móviles de la maquinaria así como en la estructura física se evidenciaba picaduras que comenzaban a transformarse en oxido galvánico. Producto del clima húmedo propio de la región sumado al contacto de superficies metálicas entre ellas.



**Figura 43 Rectificadora previo mantenimiento.**

En una superficie plana y segura mesa de trabajo, se colocó el equipo y con las debidas normas de seguridad:

- Overol
- Guantes
- Zapatos de seguridad



**Figura 44 Equipos de Protección Personal.**

Fuente: (americanflyers, 2014)

Con waype, se procedió a la primera fase de la limpieza la misma que evidencio más daños por corrosión, en las estructuras móviles, en su mayoría se necesita cuatro medidas de llaves.

- Llave de 9/16
- Llave de ½

- Llave 15/16
- Llave 5/8
- Desarmador plano



**Figura 45 Herramientas necesarias para el mantenimiento.**

Finalmente desmontado el equipo se procedió a dar limpieza a cada una de las partes de la maquina:

- Eje de desplazamiento angular
- Eje de desplazamiento lineal
- Palanca rotatoria de avance lineal de la muela.
- Palanca de ajuste de ángulo
- Base del equipo
- Cabezal porta pieza
- Motor (Anexo L)



**Figura 46 Limpieza de la máquina frontal.**



**Figura 47 Limpieza de la máquina interior.**

### **3.3.2 Decapado y pintura de los componentes.**

Para el decapado de los componentes que conforman la rectificadora se procedió a la adquisición de un decapante químico mismo que servirá para acelerar el proceso por el cual la estructura metálica de la maquinaria quedara limpia y pudo eliminarse la corrosión de ella, para esto se tomó las medidas de seguridad pertinentes y con el uso de un aplicador común brocha se inició ese proceso que tardo el aproximado de un día de trabajo.



**Figura 48 Desmontaje de la rectificadora.**





**Figura 49 Desmontaje de la máquina rectificadora de válvulas.**

Finalizada la fase de colocación del ácido decapador, y esperando un par de minutos para que este haga efecto, y con la ayuda de un elemento metálico que permita determinar si la base de pintura se estaba despegando, se procedió a realizar la fase de decapado manual, con una estopa abrasiva hasta que los componentes quedaron totalmente limpios.



**Figura 50 Desmontaje del porta disco de desbaste.**

Una vez limpios se dio una mano final de thinner que preparo al material para la fase de pintura en la cual se dio color nuevamente a los componentes dejándolos listos para el ensamble de los equipos y su

posterior prueba, la pintura tiene características anticorrosivas y esa es la razón de su color gris, el mismo se le dio varias capas hasta que los componentes recobraron su estado estético, es de recalcar que en la base para el eje de desplazamiento angular se colocó masque o cinta adhesiva, para que la pintura no dañe la superficie que para sus efectos, de girar angularmente debe estar sin pintura.



**Figura 51 Pintura de los elementos de la rectificadora.**

### **3.3.3 Montaje de los componentes y lubricación.**

Una vez pintados los componentes de la maquina rectificadora se procedió al montaje de los elementos, estos se acoplaron de forma rápida puesta que no hubo daños en los mismos, y además es notable recalcar que aunque la maquina es muy útil, goza de gran simpleza en el diseño es fácil de manipular y de montar. Para el montaje se utilizaron las mismas herramientas que para el desmontaje esto es.

- Llave de 9/16
- Llave de  $\frac{1}{2}$
- Llave 15/16
- Llave 5/8
- Desarmador plano



Se procede a colocar el bloque principal en el que se asilaran todos los elementos que corresponden a la rectificadora, en una mesa resistente, esto es porque posee mucha masa necesaria para que cuando este funcionando la rectificadora no tenga oscilaciones efecto del motor.



**Figura 52 Partes de la rectificadora vista interna.**

En el bloque claramente se ve la base del bloque de desplazamiento angular, el mismo no posee pintura para facilitar el desplazamiento, allí se coloca el bloque de desplazamiento angular, y con la herramienta recomendada, a través de un eje hueco que se encuentra en la base del bloque principal se inserta el eje de rotación de la base de desplazamiento angular.



**Figura 53 Ensamble del punto de rotación.**

Dicho eje de rotación es ajustado por medio de un perno pasador que sujeta el sistema y sirve de balancín para el eje de rotación de la base de desplazamiento angular. El eje de desplazamiento lineal, es integral con el bloque y al muelle de transmisión de movimiento, y en la parte superior del bloque se encuentra el asiento del motor que es ajustado con la ferretería

correspondiente al mismo. Por último se debe tomar en cuenta la colocación de la banda de transmisión que realiza la locomoción del eje de desbaste. (Anexo K)



**Figura 54 Prueba funcional de la máquina rectificadora de válvulas.**

### **3.3.4 Prueba de funcionamiento de la máquina rectificadora de válvulas.**

Para la prueba de funcionamiento se utilizó una válvula que se encontraba fuera de uso, esto con el objetivo de que en caso de no funcionar bien la maquina rectificadora, esta no dañe un componente funcional y además muy costoso. (Anexo E)



**Figura 55 Prueba de funcionamiento de la máquina rectificadora.**

- Se utiliza el porta cabeza pieza para montar la válvula a corregir.
- Se coloca el ángulo de corrección en el disco de medición que se encuentra bajo el Eje de desplazamiento angular  $45^\circ$  para esta prueba. (Anexo F)
- Sin encender la maquina se desplaza el eje de desplazamiento lineal para determinar que topa el asiento de la válvula y se regresa a su posición.
- Se enciende el motor que hace correr el disco de desbaste y con mucho cuidado de avanza con la manivela de avance longitudinal, y se observa que se va desgastando esa cara de la válvula.
- Si la cara del asiento se desbasta de forma uniforme la prueba dada como resultado una reconstrucción y mantenimiento bien ejecutado. (Anexo G)

### **3.4 Práctica de rectificación de válvulas del motor CONTINENTAL IO-360-D**

#### **3.5 Generalidades de la práctica de rectificación de válvulas.**

Se debe entender que in procedimiento previo al de rectificación de las válvulas obviamente es el desmontaje del motor, o por lo menos del bloque de cilindros que es donde se asilan las válvulas. el “cylinder valve train and

spring assembly”, es el conjunto de elementos que se centran en esta práctica.

Para poder entender los procedimientos que se deben realizar para desmontarse este conjunto de elementos del motor, se deben direccionar al manual donde se especifican los pasos para el efecto, una vez desensamblado el conjunto de válvulas apenas dará inicio el procedimiento de rectificación, y una vez terminado se ensambla los componentes del motor. El proceso de rectificación de las válvulas también se hace tomando en cuenta las recomendaciones del manual de overhaul del motor especificado que en este caso en particular es el IO-360-D. (Anexo D)



**Figura 56 Máquina rectificadora operativa.**

### **3.5.1 Desmontaje de los elementos del motor.**

### **3.5.2 PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR IO-360 ENGINE.**

**OBJETIVO: Desmontar la válvula de escape del motor Continental de la aeronave Cessna TU206G con matrícula HC-BXB en Alas de Socorro del Ecuador para su posterior rectificación, limpieza y montaje.**

- Llaves en pulgadas de 1/2 pulgada, y de 3/8 de pulgada
- Berbiquí de ángulo amplio
- berbiquí normal
- Llaves de graduación variable
- Desarmadores

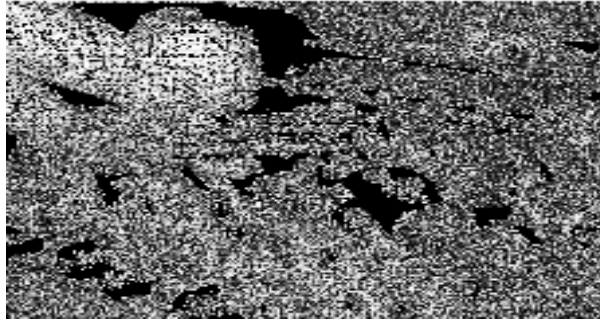
- Waipe
- Guantes de seguridad de látex
- Overol
- Zapatos de seguridad  
(Anexo H)

### **3.5.3 DESMONTAJE DE LA VÁLVULA.**

#### **PROCEDIMIENTO RECOMENDADO.**

**NOTA ESTE PROCEDIMIENTO ES REFERENCIAL SE DEBE OBSERVAR EL MANUAL OBLIGATORIAMENTE, OBSERVE QUE EL MOTOR ESTE TOTALMENTE DESENERGIZADO.**

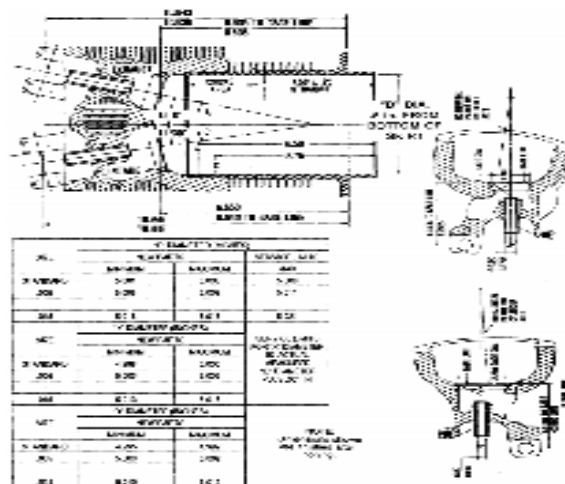
- Remueva las fuel injector nozzle line, con llaves de la medida adecuada.
- Remueva el fuel drain tube en la serie de motores 360.
- Remueva el valve cover que tapa el conjunto de cilindros.
- De forma manual mueva la hélice hasta que en el cilindro que se está desmontando quede en una posición que satisfaga la condición que las válvulas queden en la posición cerrada las dos entrada/ escape.
- Remueva el tornillo retenedor del rocket shaft.
- Remueva el rocker shaft.
- Remueva rocker arm.
- Remueva los washers correspondientes al ensamble, e identifíquelos para que vuelvan a ubicarse en la misma posición intake/exhaust.
- Retire los push road, cuidadosamente presionando sobre el mismo elemento.
- Remplace el oring, y el packing del push road.
- Remueva los nut plain que sostienen el cilindro en un numero de 7.
- Con un movimiento cuidadoso y oscilatorio retire el cilindro con cuidado de no dañar el pistón.
- Del bloque del cilindro remueva los balancines o valve rockers.
- retire los srings, o resortes de retorno y balanceo. herramienta especial.  
retire los valve keys, que son los seguros de las válvulas.
- Retire las válvulas de entrada y salida intake/exhaust.
- identifique las válvulas intake/exhaust. (Anexo I)



**Figura 57 Ensamble del PUSH ROAD HOUSE**

### 3.5.4 Corrección de las válvulas del motor.

El procedimiento de corrección de las válvulas del motor se debe hacer referencia al documento de overhaul del motor continental io-360-d. capítulo 70-00-08, para la inspección y reconocimiento además del capítulo de tolerancias métricas de las válvulas repair n° 8 valve, valve seat, and valve guide, se remueve el sistema de escape y admisión y demás componentes para tener acceso a los rines del motor y cambiar por baja compresión; también se rectifica y se asienta las válvulas de cada cilindro, la compresión después de reparado es 68/80, 70/80, 68/80, 59/80, 70/80, esto podemos verificar en la orden de trabajo.



**Figura 58 Referencia de las dimensiones de las válvulas y cilindro.**

Fuente: (Continental, 2017) **(Anexo B y C)**




## **PROCEDIMIENTO.**

- Retire con una esponja abrasiva y un poco de solución química los restos de hollín que se puedan retirar de forma manual.
- Coloque la válvula en la cabeza porta pieza.
- Coloque la válvula, e incluso el seguro tipo “U”, que se encuentra sobre ella.
- Regule el ángulo por medio de la franja graduada ubicada bajo el eje de desplazamiento angular.
- La medida del ángulo se colocará de acuerdo al manual repair n° 8 valve, valve seat, and valve guide. capítulo 72-00-08 manual overhaul io-360-d.
- Revise que el sistema de desplazamiento axial tiene movilidad libre, si es así, acerque sin encender la muela o disco de desbaste hasta la válvula.
- Retroceda el bloque de desplazamiento longitudinal a la posición alejada de la válvula. Precentrado.
- Asegúrese de haber ajustado todo, y que la banda de transmisión de rpm se encuentre en su posición. muela y válvula.
- Con suaves repeticiones mueva la manivela del eje de movimiento angular hasta que alcance la muela, y viceversa desde el desplazamiento longitudinal de la muela. desgaste por sobre la superficie asiento de la válvula con cuidado, la rectificación es de tipo milimétrico. (Anexo J)

### **3.6 Programación de actividades.**

1. Análisis de los componentes de los cilindros.
2. Recopilación de la información de relevancia.
3. Adquisición de los equipos rectificador.
4. Análisis y mantenimiento de la maquinaria.
5. Prueba funcional.
6. Diseño de la práctica de rectificación de válvulas para la UGT.
7. Ejecución de la práctica de rectificación de las válvulas del motor IO-360-D de la UGT

**Tabla 3 Flujograma significados**

 <p><b>Expresa a Inicio o Fin de un Programa.</b></p>
 <p><b>Expresa a proceso de llamada a una subalterna.</b></p>
 <p><b>Multi documento</b> : Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente que agrupa a distintos documentos.</p>



## FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

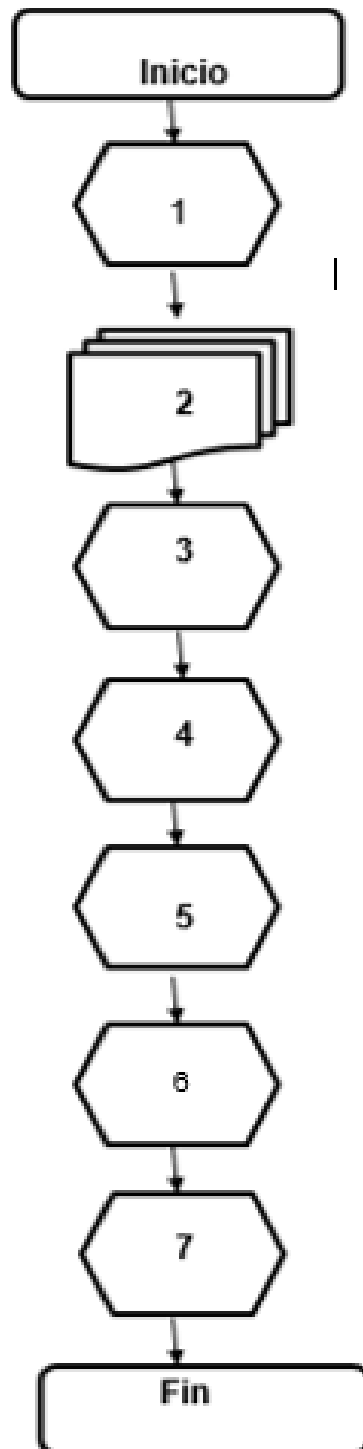





Figura 59 Programación de actividades.

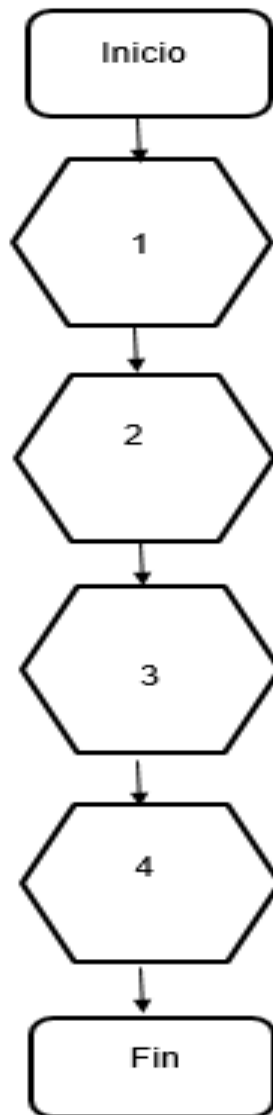
### 3.7 Fases de mantenimiento del rectificador tangencial.

1. Limpieza y desmontaje del rectificador.
2. Decapado y pintura de los componentes.
3. Montaje de los componentes y lubricación.
4. Prueba de funcionamiento.

**Tabla 4 Flujograma significados**

	<b>Expresa Inicio o Fin de un Programa.</b>
	<b>Expresa proceso de llamada a una subalterna.</b>
	<b>Multidocumento:</b> Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente que agrupa a distintos documentos.

**FLUJOGRAMA DE FASES DE MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA  
RECTIFICADORA**



**Figura 60 Fases de mantenimiento de la máquina rectificadora.**

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones.

- Se concluye que existe la suficiente información del motor IO-360D de la unidad de gestión de tecnologías, y que además es de muy fácil acceso pues la fábrica continental le ofrece un repositorio de manuales correspondientes a todas las series emitidas, además en la misma UGT se encuentra documentación enfocada al conocimiento de este tipo de motor, en conclusión el acceso a la información y manuales del motor fue accesible y fácil.
- La implementación del equipo rectificador permitió ver en la fase de investigación y desarrollo la importancia del uso de estas herramientas en aviación menor, por lo tanto se concluye que la potenciación de los talleres a partir del ingreso de esta maquinaria, permitirá a los docentes de la UGT poseer mejores oportunidades gracias al manejo de estas herramientas.
- Posterior a la rectificaciones de prueba se puede concluir que la maquinaria dedicada a la rectificación está operativa y funcional.

#### 4.2 Recomendaciones.

- Se recomienda hacer uso de los manuales de mantenimiento para que el proceso de rectificación sea efectivo evitando el mal uso de las válvulas.
- Se recomienda no realizar esta práctica si no se encuentra familiarizado con el procedimiento, o con las teorías expuestas en este documento
- Se recomienda tomar las medidas de seguridad al momento de realizar la prácticas esto es overol, guantes y gafas de protección, que permitan salvaguardar la integridad del practicante.

### 4.3 Glosario.

**Exhaustivo:** adj. Completo, que abarca todos los aspectos de una cosa.

**Desbasta:** tr. Quitar las partes más duras o ásperas de un material que se va a trabajar.

**Lapeado:** El lapeado es una operación de mecanizado en la que se frotran dos superficies con un abrasivo de grano muy fino entre ambas, para mejorar el acabado y disminuir la rugosidad superficial.

**Anclarse:** Mantener con fuerza y convicción una idea, opinión o posición, especialmente si está desfasada o es minoritaria.

**Disipar:** Hacer desaparecer una cosa de la vista poco a poco por la disgregación y dispersión de sus partes.

**Relanti :** Número de revoluciones por minuto que debe tener el motor de un automóvil u otro vehículo cuando no está acelerado.

**Solape :** tr. Cubrir una cosa a otra en su totalidad o en parte.

**Lycoming:** Es un importante fabricante estadounidense de motores de aviones.

**Ciclo Otto:** El ciclo Otto es el ciclo termodinámico que se aplica en los motores de combustión interna de encendido provocado.

### 4.4 Abreviaturas.

**Kwik-way :** Marca de la máquina rectificadora de válvulas.

**Intake :** Entrada.

**Exhaust :** Salida.

**UGT :** Unidad de Gestión de Tecnologías.

**RDAC:** Regulación de la Dirección de Aviación Civil.

**OMA:** Organización de Mantenimiento Aprobado.

**ESPE:** Escuela Superior Politécnica del Ejército

#### 4.5 Bibliografía.

Pinto, R. P. (2015). Aviónica y sistemas de navegación. pasión, por, & volar. (2014). pasión por volar.

Continental\_TSIO-360-RB\_Overhaul\_Manual\_1998

Máquina de pulir, VALVULA DE CARA, BANCO DE MONTAJE, 9/32 de pulgada a 11/16 PULGADAS Chuck, 0 A 45 GRADOS frente de válvula ÁNGULO DE AJUSTE, de 115 voltios, AC / DC, 60 ciclos monofásicos (Cedar Rapids MODELO "Kwik CAMINO"

*Alfred H shute.* (2016). Obtenido de <http://www.interempresas.net/>

Aerospaceengines. (2016). <http://aerospaceengines.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://aerospaceengines.blogspot.com/>: <http://aerospaceengines.blogspot.com/>

Affairs, M. o. (2016). *tele.soumu*. Recuperado el 2016, de <http://www.tele.soumu.go.jp>

Americanflyers. (2014). *americanflyers*. Recuperado el 2016, de [www.americanflyers.net](http://www.americanflyers.net)

Cielos, s. l. (2014). *surcando los cielos*. Obtenido de <http://surcandoloscielos.es/blog/frequently-asked-questions-ix-el-radar-3parte/>

Continental. (2017). [www.continentalengines.com](http://www.continentalengines.com). Obtenido de [www.continentalengines.com/vid/](http://www.continentalengines.com/vid/)

Cuidamostucoche. (2017). [cuidamostucoche.com](http://cuidamostucoche.com). Obtenido de [cuidamostucoche.com](http://cuidamostucoche.com): [www.cuidamostucoche.com](http://www.cuidamostucoche.com)

Enginesair. (2014). *reciprocyengines*. En BOEING.

Espinozas, V. (2015). <http://venturaespinozas.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://venturaespinozas.blogspot.com/>

Garro, R. (2016). *para nauticos*. Recuperado el 2017, de <http://www.paranauticos.com/Diccionario/M/motores-V.htm>

Goon, P. (2014). *ausairpower*. Obtenido de <http://www.ausairpower.net/TE-Cruise-Missiles-1985.html>

Hedgar, J. (2016). *electron tools*. Recuperado el 08 de 2016, de <http://www.electrontools.com/>

Investigador. (2017). *3 Motor IO-360-D Unidad de Gestión de Tecnologías*. Latacunga.

ITCA. (09 de OCTUBRE de 2015). *INSTITUTO TECNOLOGICO ITCA*. Recuperado el 2016, de INSTITUTO TECNOLOGICO ITCA: <http://www.itca.com.ar/novedades-detalle.php?id=453>

Maquicenter. (2017). <http://www.maquicenter.com>. Obtenido de <http://www.maquicenter.cl/>

NAVCOMPANELS. (2015). *allstar*. Recuperado el 2016, de [http://www.allstar.fiu.edu/pasión, por, & volar](http://www.allstar.fiu.edu/pasión,por,&volar). (2014). *pasión por volar*.

Pinto, R. P. (2015). *Aviónica y sistemas de navegación*.

Prezi. (2017). [www.prezi.com](http://www.prezi.com). Recuperado el 2016, de <https://prezi.com/9crotvpk-3qi/motores-reciprocicos/sangliervolant>. (2017). [www.sangliervolant.ne](http://www.sangliervolant.ne). Obtenido de [www.sangliervolant.ne](http://www.sangliervolant.ne): [www.sangliervolant.ne](http://www.sangliervolant.ne)

Santos, V. d. (2015). *Historia de la aviacion*. Obtenido de [http://historicalsociety.blogspot.com/2010\\_04\\_01\\_archive.html](http://historicalsociety.blogspot.com/2010_04_01_archive.html) shulde. (2016).

Sismosoluciones. (2016). *sismo-soluciones*. Obtenido de <http://www.sismosoluciones.com/index.php/shop/electronic-boards/144-2013-08-20-detail>

Socorro, a. d. (2016). *www.alasdesocorro.com*. Obtenido de <http://alasdesocorro.com/>

Takeoffbriefing. (2017). *www.takeoffbriefing.com*. Obtenido de <http://www.takeoffbriefing.com/>

Todoautos. (2017). *todoautos.com*. Obtenido de <http://www.todoautos.com.pe/todoautos.com>. (2017). *www.todoautos.com*. Obtenido de [www.todoautos.com](http://www.todoautos.com).

UGT. (2016). *UGT-Unidad de Gestión de tecnologías*. Obtenido de <http://ugt.espe.edu.ec/la-institucion/historia/>

UNEFA. (2016). <http://josefinadtermodinamica.blogspot.com/>. Recuperado el 2017, de <http://josefinadtermodinamica.blogspot.com/>

Victor Aviation. (2016). *Engine Application*. Obtenido de Engine Application: [http://victor-aviation.com/sp/Engine\\_Application.php](http://victor-aviation.com/sp/Engine_Application.php)

#### **4.5 Anexos.**