



UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

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

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE INFORMACIÓN DE
DATOS DE VUELO, PARA EL ALTÍMETRO, EL VELOCÍMETRO E
INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL, USANDO LAS TOMAS DE
PITOT Y ESTÁTICO PARA EL AVIÓN A-37B DE LA UNIDAD DE
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS ESPE”**

AUTOR: LEON PEÑAFIEL PABLO ALEJANDRO

DIRECTORA: TLG. MARITZA NAUÑAY

LATACUNGA

2015

I

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Sr. LEÓN PEÑAFIEL PABLO ALEJANDRO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

TLG. Maritza Nauñay
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Abril del 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, León Peñafiel Pablo Alejandro

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE INFORMACIÓN DE DATOS DE VUELO, PARA EL ALTÍMETRO, EL VELOCÍMETRO E INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL, USANDO LAS TOMAS DE PITOT Y ESTÁTICO PARA EL AVIÓN A-37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas consta al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, Abril del 2015

León Peñafiel Pablo Alejandro

CI: 172312559-5

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera profesional llena de éxitos, guiar mis pasos a lo largo de mi vida poniendo en el camino a las personas indicadas para llenar mi corazón de esperanza y buenos sentimientos sabiendo valorar cada día las bendiciones que me brinda.

A mis padres Alejandro León y Lourdes Peñafiel los seres que más amo, quienes me han dado los ejemplos de vida más grandes y con humildad me han brindado su apoyo en cada paso de mi vida enseñándome que todo se lo gana con esfuerzo, constancia y perseverancia, que un tropezón no es caída.

A mis hermanos Danilo, Sara y Álvaro con quienes he pasado los mejores años de mi vida y me han enseñado el maravilloso sentimiento de hermandad y unión familiar demostrando su apoyo incondicional con un abrazo un beso o una broma para opacar la tristeza que es no estar a su lado.

A mis sobrinos Pamela, Daniel y Génesis, como no mencionar a las personas que me han alentado y esperado en casa cada fin de semana para compartir con ellos momentos gratos y nunca han dejado de estar pendientes de mi avance profesional, enviándome sus buenos deseos.

A mis amigos en general, con quienes he compartido momentos felices y difíciles, quienes nos hemos convertido en familia y nos hemos dado aliento en momentos de soledad.

Pablo Alejandro León Peñafiel

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa muy importante en mi vida y destacar el duro trabajo que realicé en el transcurso como estudiante, es para mí muy grato utilizar este espacio para agradecer a las personas que me han apoyado durante este largo proceso pero no imposible de alcanzar gracias a su apoyo.

Agradezco también a la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE de manera especial los señores Tlgo. Cristian Esparza y Tlgo. Gabriel Inca por su apoyo y confianza en lo largo de mi carrera profesional y su capacidad para guiar nuestra educación, ha sido un aporte invaluable el cual debe ser destacado en todos los ámbitos correspondientes por su esfuerzo constante y dedicación.

Como no agradecer a las personas más importantes en mi vida quienes me han brindado amor y llenado de valor para alcanzar el éxito, mi familia, mis padres Alejandro León y Lourdes Peñafiel, quienes día a día se han esforzado por que sea una persona de bien tanto en valores como en lo profesional recibiendo su apoyo incondicional. Mis hermanos Danilo, Sara y Álvaro que me han llenado de alegrías y cada segundo agradezco sus buenos deseos. A mis cuñados Efraín, Mary y Prisila quienes siempre se han encontrado pendientes con sus concejos durante toda mi vida. A una persona especial quien llego a mi vida y la lleno de amor y sobre todo me brindo apoyo de manera desinteresada, a su lado comprendí el significado de luchar por alcanzar una meta.

León Peñafiel Pablo Alejandro

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	I
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE GENERAL DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
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 Objetivos específicos	4
1.5 Alcance.....	4
2.1 Sistema de Pitot-Estático	5
2.1.1 Presión Dinámica.....	6
2.1.2 Presión Estática.....	7
2.1.3 Presión Diferencial	8
2.1.4 Tubo pitot y líneas	8
2.1.5 Tomas estáticas y líneas	9
2.2 Instrumentos básicos de vuelo.....	9
2.2.1 Descripción y funcionamiento	10
2.2.2 Altímetro	11
2.2.2.1 Operación y funcionamiento.....	12
2.2.2.2 Presión QNH.....	14
2.2.2.3 Presión QNE	14

2.2.2.4 Presión QFE	14
2.2.2.5 Presión QFF	15
2.2.3 Velocímetro	15
2.2.3.1 Operación y funcionamiento.....	16
2.2.3.2 Marcas del velocímetro	17
2.2.3.3 Línea roja.....	17
2.2.3.4 Arco amarillo	17
2.2.3.5 Arco verde	18
2.2.3.6 Arco blanco	18
2.2.4 Indicador de velocidad vertical.....	19
2.2.4.1 Operación y funcionamiento.....	19
2.3 Sistema de simulación de datos de aire en los instrumentos	20
2.3.1 Descripción y funcionamiento	21
2.4 Humedad en líneas y tomas	21
2.4.1 Mantenimiento preventivo.....	21
2.4.2 Mantenimiento correctivo	22
2.4.3 Purga del sistema	22
2.4.4 Prueba del sistema pitot-estático	22
2.5 Historia del A37-B.....	23
2.5.1 Especificaciones técnicas del A-37B	25
2.5.2 Fundamento teórico	26
2.5.3 Sistema de pitot estático del avión A-37B	27
2.5.4 Instrumentos abastecidos por pitot estático	28
CAPÍTULO III	30
DESARROLLO DEL TEMA	30
3.1 Preliminares	31
3.2 Rehabilitación de las tomas pitot estático e instrumentos.....	32
3.3 Especificaciones técnicas del sistema pitot estático	33
3.4 Especificaciones técnicas del velocímetro.....	33
3.5 Especificaciones técnicas del altímetro.....	33

3.6 Especificaciones técnicas del indicador de velocidad vertical	33
3.7 Especificaciones técnicas del Air Data Test	34
3.8 Montaje del sistema e instrumentos	34
3.9 Ubicación del sistema pitot estático	35
3.10 Tomas del sistema	35
3.11 Ductos del sistema	37
3.12 Ubicación de los instrumentos	38
3.13 Construcción de un simulador de datos de aire	38
3.14 Simulador de datos de aire (Air Data Test)	39
3.15 Adaptación del sistema de simulación al avión	40
3.16 Diagramas de procesos.....	41
3.17 Diagrama de procesos para el montaje del sistema pitot estático	42
3.18 Diagrama de procesos para la limpieza del sistema pitot estático	45
3.19 Diagrama de procesos del montaje de los instrumentos	47
3.20 Diagrama de procesos del sistema de datos de aire	49
3.21 Diagrama de procesos de la adaptación del sistema.....	52
3.22 Diagramas generales	55
3.11 Pruebas de funcionamiento	56
3.24 Descripción de los manuales.....	59
3.24.1 Manual de operación	60
3.24.2 Manual de mantenimiento	60
3.25 Presupuesto	68
3.26 Costos primarios	68
3.27 Costos secundarios.....	70
3.28 Costo total del proyecto de grado	70
CAPÍTULO IV.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
Conclusiones	71
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	73
ABREVIATURAS	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

NDICE GENERAL DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones técnicas	26
Tabla 2: Datos técnicos de la maquinaria.....	32
Tabla 3: Codificación de Herramientas	32
Tabla 4: Componentes a usarse	38
Tabla 5: Simbología de los diagramas de proceso	41
Tabla 6: Proceso para el montaje del sistema pitot estático	43
Tabla 7: Proceso para la limpieza del sistema pitot estático.....	46
Tabla 8: Procesos del montaje de los instrumentos en el avión.....	48
Tabla 9: Proceso de la elaboración del sistema de datos de aire	50
Tabla 10: Proceso para la adaptación del sistema de datos de aire	53
Tabla 11: Parámetros de las pruebas de funcionamiento	59
Tabla 12: Codificación de los manuales	60
Tabla 13: Costo de materiales	68
Tabla 14: Costo por mano de obra	69
Tabla 15: Total costos primarios	69
Tabla 16: Total costos secundarios	70
Tabla 17: Total costo del proyecto	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de pitot y estática	6
Figura 2: Tubo pitot	8
Figura 3: Toma estática.....	9
Figura 4: Altímetro.....	11
Figura 5: Líneas de presión	12
Figura 6: Altímetro construcción interna	13
Figura 7: Altitud y nivel de transición	15
Figura 8: Velocímetro	16
Figura 9: Velocímetro construcción interna	17
Figura 10: Marcas del velocímetro	18
Figura 11: Indicador de velocidad vertical.....	19
Figura 12: Indicador de velocidad vertical construcción interna.....	20
Figura 13: Simulador de datos de aire en los instrumentos.....	20
Figura 14: Vista lateral del Avión Caza Modelo 318E A-37B Dragonfly .	24
Figura 15: Características Técnicas.....	25
Figura 16: Instrumentos abastecidos por pitot estático	28
Figura 17: Avión Escuela A-37B	31
Figura 18: Panel Frontal	34
Figura 19: Ubicación de las tomas de pitot estático en el avión A-37B.	35
Figura 20: Tubo pitot B727-200.....	36
Figura 21: Toma estática A-37B UGT ESPE.....	36
Figura 22: Múltiple para la toma estática	37
Figura 23: Ubicación de los ductos.....	37
Figura 24: Ubicación de los instrumentos	38
Figura 25: Air Data Test.....	39
Figura 26: Múltiple de distribución.....	40
Figura 27: Cañerías de presión.....	41
Figura 28: Acoples del avión al simulador.....	57
Figura 29: Prueba de funcionamiento presión positiva	57
Figura 30: Prueba de funcionamiento presión negativa	58

RESUMEN

Este proyecto surge de la necesidad de mejorar las técnicas de enseñanza mediante el uso de equipos didácticos, y la búsqueda de la aplicación de los conocimientos teóricos en forma práctica. Se busca demostrar que los instrumentos básicos de vuelo emiten una información sobre datos de aire que indica la altura y velocidad de la aeronave. Estos son un conjunto de mecanismos que equipan una aeronave y que permiten al piloto una operación de vuelo en condiciones seguras. Dependiendo de su tamaño o grado de sofisticación, una aeronave puede contar con un número variable de instrumentos, y se clasifican en tres grupos, instrumentos básicos de vuelo, instrumentos del motor, e instrumentos de navegación. Estos instrumentos básicos de vuelo, salvo la brújula, se suelen dividir en dos grupos: los que muestran información basándose en las propiedades del aire como son el altímetro, velocímetro, e indicador de velocidad vertical; y los que se basan en propiedades giroscópicas como son el indicador de actitud, indicador de giro o viraje, e indicador de dirección. El altímetro, velocímetro, e indicador de velocidad vertical son instrumentos que basan la lectura para su indicación en las propiedades del aire, miden presiones absolutas o diferenciales, que convenientemente calibradas, nos muestran en cabina en forma de pies de altura, pies por minuto, o nudos de velocidad. De esta manera también se busca el interés de la comunidad no solo de la Unidad sino de todas las personas interesadas en los sistemas de diferentes aviones en especial en el funcionamiento de los instrumentos de vuelo.

PALABRAS CLAVES:

- ✓ **ALTÍMETRO**
- ✓ **VELOCÍMETRO**
- ✓ **INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL**
- ✓ **PITOT**
- ✓ **ESTÁTICO**

ABSTRACT

This project arises from the need to improve teaching techniques through the use of teaching equipment, and search for the application of theoretical knowledge in a practical way. It seeks to demonstrate that the basic flight instruments emit air data information indicating the height and speed of the aircraft. These are a set of mechanisms that equip an aircraft and allow pilots a flight operation safely. Depending on their size or degree of sophistication, an aircraft may have a variable number of instruments, and are classified into three groups, basic flight instruments, engine instruments, and instruments navigation den. These basic flight instruments except the compass, are usually divided into two groups: those that display information based on the properties of air such as altimeter, speedometer, and vertical speed indicator; and gyroscopic based on properties such as the attitude indicator, turn indicator or turn, and direction indicator. Altimeter, speedometer, and vertical speed indicator are based instruments for reading indicated the properties of air, measure absolute pressure or differential, which conveniently calibrated show cabin shaped feet, feet per minute, or knots. Thus the interest of the community not only of unity but of all people interested in different aircraft systems especially in the functioning of the flight instruments are also looking.

KEYWORDS:

- ✓ **ALTIMETER**
- ✓ **SPEEDOMETER**
- ✓ **VERTICAL SPEED INDICATOR**
- ✓ **PITOT**
- ✓ **STATIC**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE INFORMACIÓN DE DATOS DE VUELO, PARA EL ALTÍMETRO, EL VELOCÍMETRO E INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL, USANDO LAS TOMAS DE PITOT Y ESTÁTICO PARA EL AVIÓN A-37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE.

1.1 Antecedentes

Desde el inicio de los vuelos, se ha reconocido que se debe suministrar al piloto información sobre la aeronave y su funcionamiento, ya que esto conduce a un vuelo más seguro. Los hermanos Wright tenían muy pocos instrumentos en su Wright Flyer, entre estos estaban un tacómetro de motor, un velocímetro (medidor de viento), y un cronómetro. Ellos obviamente se preocuparon por el motor de la aeronave y las condiciones de actitud en su progreso de vuelo. A partir de ese sencillo principio, una amplia variedad de instrumentos se han desarrollado para informar las condiciones de vuelo a tripulación de diferentes parámetros.

La conquista del aire por el hombre comenzó aquel memorable día en Kittyhawk USA, cuando los hermanos Wright volaron exitosamente el primer avión movido por motor en la historia. Que primitivo nos parece ahora el 'Wright Flyer', prácticamente desprovisto de instrumentos, comparado con los instrumentos controlados por computador como los que se encuentran en los grandes aviones modernos como el Boeing 777.

El estado ganó esta contienda por mucho tiempo por su capacidad de mantener en tierra aeronaves por los fuertes vientos, baja visibilidad o aun bajas temperaturas. Aunque la posibilidad de volar bajo esas condiciones severas puede que nunca sea posible, los aviones pueden y lo hacen, volar

bajo la lluvia y entre las nubes sin necesidad de visibilidad clara. La técnica que permite a un piloto reemplazar la necesidad de visibilidad natural por las indicaciones artificiales de los instrumentos es lo que se llama vuelo por Instrumentos.

El vuelo por instrumentos ha sido convertido en un arte por sus pioneros. Hoy en día todo el sistema de aerolíneas del mundo ha sido diseñado con el vuelo por Instrumentos como premisa básica. Es en muchos casos, un requisito legal para llevar pasajeros de líneas comerciales. Esta es una prueba de la seguridad que se obtiene utilizando las técnicas de Vuelo por Instrumentos. (FAA-H-8083-31A, Capítulo 10, sistema de instrumentos de la aeronave)

1.2 Planteamiento del problema

Una institución de educación enfocada en el ámbito aeronáutico debe contar con todos los equipos didácticos necesarios para el aprendizaje de los estudiantes; ya que ellos necesitan una adecuada formación, orientación y capacitación para desenvolverse en los diferentes ámbitos ocupacionales.

En la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, existe la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores y Aviones, carreras técnicas direccionadas a la formación de tecnólogos en el ámbito aeronáutico.

En las carreras señaladas el estudiante debe conocer cómo se encuentra estructurado y el funcionamiento de los instrumentos básicos de vuelo; en la actualidad la institución no cuenta con un sistema de simulación de datos de vuelo en una aeronave, para proporcionar una formación práctica sobre lo que es la indicación de los instrumentos del sistema pitot estático externo, que muestran las condiciones en las que se encuentra operando la aeronave durante el vuelo.

Por lo que al momento de realizar las prácticas pre-profesionales se observa que los estudiantes tienen poco conocimiento práctico acerca de la estructura y funcionamiento de los instrumentos básicos de vuelo; ya que estos son instrumentos de gran importancia a bordo de una aeronave, con el fin de informar a tripulación la altura a la que se encuentra, la velocidad a la que viajan y la velocidad de ascenso o descenso.

1.3 Justificación

Se tomó la iniciativa de investigar el tema, puesto que los instrumentos de navegación son de gran ayuda en el campo aeronáutico, por lo que este trabajo se realiza con el fin de que el conocimiento teórico pueda ser puesto en marcha a través del uso de un simulador de información de datos de vuelo montado en una aeronave que permita una formación integral para el estudiante. Los conocimientos y la habilidad de esto son de gran importancia, ya que toda aeronave cuenta con instrumentos de vuelo que permiten visualizar a tripulación sobre las condiciones en las que están operando la aeronave, con el fin de realizar un vuelo seguro. La implementación de un sistema de esta magnitud beneficiara a todos los estudiantes de la carrera de mecánica, ya que deben obtener los conocimientos necesarios para desenvolverse en el ámbito profesional si ningún inconveniente.

En la aeronave existen tres instrumentos que son abastecidos por las tomas de pitot estático, como son el altímetro que muestra la altura de referencia entre la aeronave y el nivel del mar, el velocímetro que indica la velocidad a la que se está moviendo la aeronave, el indicador de velocidad vertical que muestra la velocidad a la que se asciende o desciende la aeronave. El aprendizaje didáctico de estos instrumentos aporta a la formación de un ser humano eficiente, productivo y emprendedor, capaz de desarrollar sus potencialidades con base en su trabajo y el fin social del mismo, orientando sus actividades hacia la formación de talento humano.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Implementar un simulador de datos de vuelo, para el altímetro, velocímetro e indicador de velocidad vertical, usando las tomas de pitot estático en el avión escuela A-37B de la Unidad de Gestión de Tecnologías, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, como instrumento académico práctico.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir el problema para la implementación de un equipo didáctico.
- Indagar los parámetros y las variables de diseño y construcción del sistema, para ser montado en el avión A-37, con fines didácticos.
- Habilitar la toma pitot, para el funcionamiento del simulador, verificando su factibilidad durante las pruebas de funcionamiento.

1.5 Alcance

Una vez culminada la implementación del simulador de datos de aire del avión A-37B se podrá realizar prácticas funcionales en el mismo ayudando de esta manera a cubrir las necesidades de material técnico en los laboratorios. Con la siguiente implementación del simulador de datos de aire se pretende relacionar la enseñanza impartida a estudiantes en las materias de comunicación, navegación, posición y alarma, conocimientos de la aeronave en general y el sistema de instrumentación en la Unidad de Gestión de Tecnologías, además se fortalecerá las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico, lo más importante que se beneficiará a la calidad académica y por ende al prestigio de nuestra institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de Pitot-Estático

Un sistema pitot-estático es un sistema de instrumentos sensibles a la presión que se utiliza con mayor frecuencia en la aviación para determinar la velocidad de un avión, el número de Mach, la altitud, y la tendencia de altitud. Un sistema de pitot estático generalmente consiste de un tubo de Pitot, un puerto estático, y los instrumentos de pitot-estáticos. Este equipo se utiliza para medir las fuerzas que actúan sobre un vehículo como una función de la temperatura, densidad, presión y viscosidad del fluido en el que está operando. Otros instrumentos que puedan ser conectados son los equipos de aire de datos, grabadoras de datos de vuelo, codificadores de altitud, controladores de presurización de la cabina, y varios interruptores de velocidad aerodinámica. Los errores en las lecturas del sistema del tubo de Pitot-estática puede ser extremadamente peligrosa ya que la información obtenida a partir del sistema estático del tubo de Pitot, tales como altitud, es a menudo crítico para un vuelo con éxito. Varios desastres de aerolíneas comerciales han sido relacionados con un fallo del sistema pitot-estático.

Los instrumentos que están basados en las propiedades del aire realmente miden presiones, absolutas o diferenciales, que convenientemente calibradas, nos traducen en forma de pies de altura, pies por minuto, o nudos de velocidad. El sistema de tubo pitot y estática se encarga de proporcionar las presiones a medir y los instrumentos conectados a este sistema son: altímetro, variómetro (Indicador de Velocidad Vertical) y velocímetro. Para su correcto funcionamiento, estos instrumentos necesitan que se les proporcione la presión estática, la presión dinámica, o diferencial.



Figura 1: Sistema de pitot y estática

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS22.html>, 1993

Los instrumentos basados en las propiedades del aire realmente miden presiones, absolutas o diferenciales, que convenientemente calibradas, que ofrecen traducidas en forma de pies de altura, pies por minuto, o nudos de velocidad. El sistema de tubo pitot y estática es el que se encarga de proporcionar las presiones a medir, y los instrumentos conectados a este sistema son: altímetro, variómetro y anemómetro.

Para su correcto funcionamiento, estos instrumentos necesitan que se les proporcione la presión estática, la presión dinámica, o ambas. Estos dos tipos de presión definen los componentes principales de este sistema:

El dispositivo de recogida de presión de impacto (pitot) y sus conducciones, y el dispositivo que recoge la presión estática con sus respectivas conducciones.

2.1.1 Presión Dinámica

Es una variable instantánea que en aviación se utiliza como parámetro en el cálculo de la velocidad del avión. Más específicamente se usa para obtener la velocidad equivalente del aire (EAS, por sus siglas en inglés: Equivalent Air Speed) que se obtiene de la corrección de la velocidad calibrada del aire con los efectos de la

compresibilidad adiabática. Esta presión se mide en el avión a través de la toma Pitot.

Un avión en vuelo, además de estar sujeto a la presión estática de su nivel de vuelo, está sometido a una presión adicional, que afecta a la superficie frontal de la aeronave (la que impacta contra la corriente de aire) y que es debida a la resistencia que ofrece el aire al movimiento de la aeronave.

Esta presión adicional se denomina presión dinámica y su valor depende de la velocidad con la que se mueva el avión a través del aire y de la densidad de la atmósfera (al nivel de vuelo en el que se esté volando). Por tanto, los bordes de ataque del avión sufrirán una presión total que consiste en la suma de presión estática más presión dinámica. Esta presión total, en algunos países, se denomina también presión pitot.

2.1.2 Presión Estática

Un avión parado en tierra está sometido a la presión atmosférica normal, la cual es ejercida sobre todas las partes del avión por igual. Esta presión ambiente es conocida como presión estática, es la presión existente en la atmósfera y que varía conforme a la altitud de presión a que se está volando.

Se obtiene la presión estática a través de un puerto estático. El puerto estático es más a menudo un agujero de empotrar en el fuselaje de una aeronave, y se encuentra en los que puede acceder el flujo de aire en una zona relativamente inalterada. Algunas aeronaves pueden tener un solo puerto estático, mientras que otros pueden tener más de una. En situaciones en las que una aeronave tiene más de un puerto estático, por lo general hay uno situado en cada lado del fuselaje. Con este posicionamiento, una presión media puede ser tomada, que permite para las lecturas más precisas en situaciones específicas de vuelo. Un puerto estático alternativa puede estar ubicado dentro de la cabina de la aeronave como una copia de

seguridad para cuando el puerto estático externo están bloqueadas. Un tubo de tubo pitot-estática integra efectivamente los puertos estáticos en la sonda pitot. Se incorpora un segundo tubo coaxial con orificios de muestreo de presión en los lados de la sonda, fuera del flujo de aire directo, para medir la presión estática. Al avión asciende, la presión estática disminuye.

2.1.3 Presión Diferencial

Es la diferencia entre la presión de impacto (Pitot) y la presión estática (ambiental).

2.1.4 Tubo pitot y líneas

Consiste en un tubo sencillo u otro dispositivo similar de tamaño no muy grande que suele estar montado enfrentado al viento relativo, en el borde de ataque o debajo del ala, aunque en ciertos aeroplanos está colocado en el morro del avión o en el estabilizador vertical. Esta localización le pone a salvo de perturbaciones o turbulencias causadas por el movimiento del avión en el aire. Este dispositivo, tiene un pequeño agujero en la punta para recoger la presión de impacto, que debe permanecer siempre libre de cualquier impureza que lo obstruya. Suele tener un pequeño orificio en la parte de abajo para facilitar su limpieza.

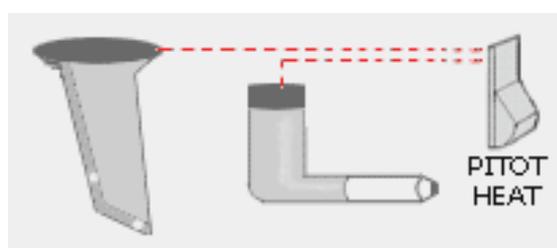


Figura 2: Tubo pitot

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS22.html>, 1993

Cuenta también con una resistencia, accionable con un interruptor desde la cabina (pitot heat), que al calentarse impide la creación de hielo cuando se vuela en condiciones atmosféricas que propician su formación.

Siempre que se vaya a entrar en condiciones de humedad visible, es conveniente conectar la calefacción del pitot para prevenir la formación de este hielo, y una vez desaparecida estas condiciones, desconectarla para evitar desgastes y falsas indicaciones debido a la temperatura.

2.1.5 Tomas estáticas y líneas

Como su propio nombre indica, toman la presión del aire libre en que se mueve el avión. Son unos orificios, protegidos por alguna rejilla o similar, que normalmente están situados en el fuselaje porque es donde sufren menos perturbaciones. Lo usual es que estas tomas sean dobles, una a cada lado del fuselaje, y sus conducciones se conecten en forma de Y en una sola para compensar posibles desviaciones, sobre todo en los virajes ceñidos en que una toma recibe mayor presión estática que otra. Esta toma, salvo en aviones capaces de volar en zonas de muy baja temperatura, no necesitan de protección anti hielo debido a su ubicación. Igual que el tubo pitot debe mantenerse limpias de impurezas.

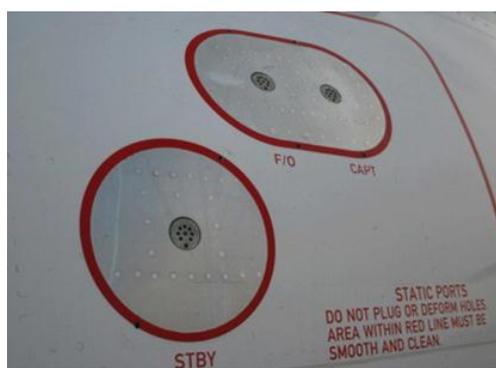


Figura 3: Toma estática

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS22.html>, 1993

2.2 Instrumentos básicos de vuelo

Hay un conjunto de relojes a los que no está acostumbrado, y que en apariencia presenta una gran complicación, parece difícil entender su significado y prestar atención a todos ellos al mismo tiempo.

El piloto debe aprender cómo volar haciendo uso de la información que le suministran estos, su significado y posibilidades, así como la relación que los une, y como el fallo de alguno puede limitar el vuelo. Debe reconocer su mal funcionamiento y la posibilidad de ser reparados en vuelo, o bien la utilización parcial en caso que la falla no sea completa.

- Clasificación

Los instrumentos se clasifican en dos grandes familias o grupos:

- a) Instrumentos basados en la medición de presión.
- b) Instrumentos basados en las propiedades giroscópicas.

Junto a estas dos grandes familias hay otros instrumentos que son clasificados normalmente como “otros instrumentos e indicadores”, ya que su principio de funcionamiento puede variar de unos tipos a otros, también se incluyen los instrumentos del motor.

Instrumentos basados en la medición o cambios de presión del aire.

Estos son:

- Velocímetro
- Altímetro
- Variómetro

2.2.1 Descripción y funcionamiento

Según el teorema de Bernoulli, la suma de la presión estática y la presión dinámica debe ser siempre una constante, e igual a la presión total. El fundamento de trabajo de estos instrumentos consiste en diseñar unos aparatos capaces de proporcionar información del movimiento del avión en el seno de la masa de aire. Estas mediciones se realizan mediante el tubo Pitot, y la toma o medidores de presión estática.

Recordar que el mecanismo básico de cada uno de ellos está estrechamente unido, por lo tanto, por razones de simplicidad de dibujo, se utilizará un mismo tipo de mecanismo para diferentes aplicaciones acondicionado para presentar la información, aunque en la realidad, cada uno de éstos tendrá algunas sutilezas particulares que lo identifica.

2.2.2 Altímetro

El altímetro muestra la altura a la cual está volando el avión. El hecho de que sea el único aparato que indica la altitud del aeroplano hace del altímetro uno de los instrumentos más importantes. Para interpretar su información, el piloto debe conocer sus principios de funcionamiento y el efecto de la presión atmosférica y la temperatura sobre este instrumento.



Figura 4: Altímetro

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS23.html>, 1993

Este instrumento mide la presión atmosférica permanentemente, a través de la toma estática. Su principio de funcionamiento está basado en la variación de presión debida a la altura. El instrumento incluye un sistema mecánico que transforma la indicación de presión en altura, generalmente en pies.

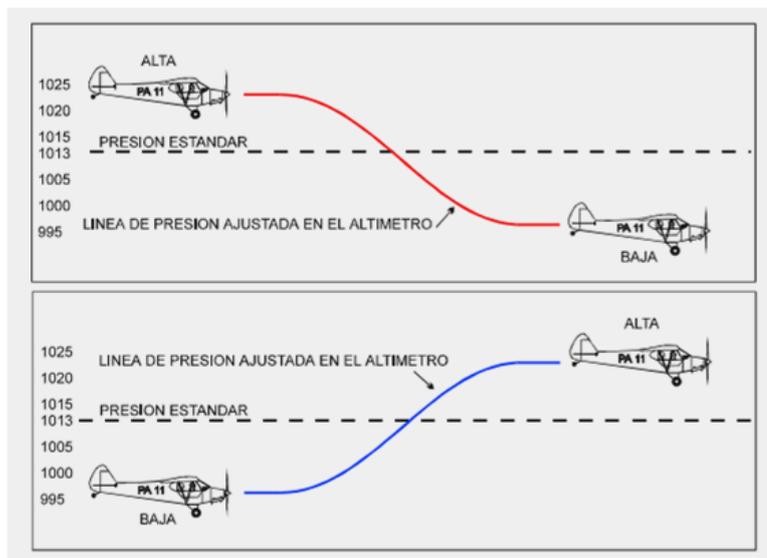


Figura 5: Líneas de presión

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS23.html>, 1993

2.2.2.1 Operación y funcionamiento

El altímetro es simplemente un barómetro aneroide que, a partir de las tomas estáticas, mide la presión atmosférica existente a la altura en que el avión se encuentra y presenta esta medición traducida en altitud, normalmente en pies.

La medida de presión de la toma de estática entra en un modelo de atmósfera que relaciona la presión con la altitud; de ahí se extrae la altitud de vuelo. Este sistema tiene cierta imprecisión porque la atmósfera nunca se comporta como el modelo, pero es a todos los efectos lo bastante bueno y robusto.

Los altímetros barométricos incorporan mecanismos de ajuste que permiten copar en cierta medida con las condiciones meteorológicas específicas. Es posible fijar el reglaje para la presión de referencia. Hay varios reglajes distintos, varios de ellos basados en medidas tomadas en estaciones de referencia que suelen estar en los mismos aeródromos.

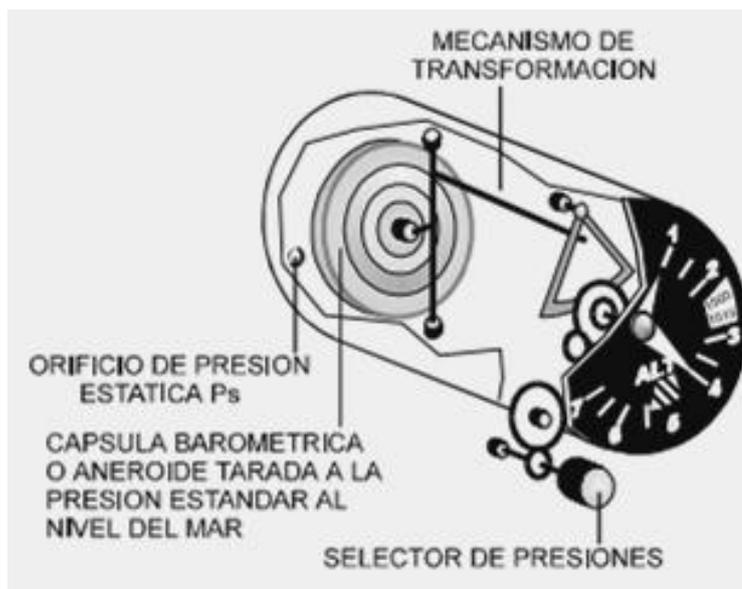


Figura 6: Altímetro construcción interna

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

El altímetro presenta en unidades de altitud los cambios de presión de la atmósfera real respecto a la presión según la atmósfera tipo con que están calibradas las cápsulas aneroides. Con esta premisa, este instrumento solo mostraría la altitud correcta si los valores atmosféricos coincidieran con los de la atmósfera tipo. Pero como es bastante improbable que las condiciones reales coincidan con las estándar, además de que estas condiciones cambian continuamente y son distintas de un lugar a otro, el altímetro sería poco fiable y el vuelo se haría arriesgado si no fuera por la posibilidad de ajustarlo y compensarlo para situaciones no estándar.

Este ajuste se hace mediante el botón de reglaje, que permite seleccionar una presión de referencia que se irá mostrando en la ventanilla de calibración a medida que se gira el botón. La escala mostrada en esta ventana puede estar graduada en milibares, en pulgadas de mercurio o ambas. Al seleccionar una presión de referencia, en realidad se está ajustando la marcación de las agujas a la dilatación que en ese momento tienen las cápsulas aneroides en condiciones de atmósfera real.

La mayoría de los aeródromos y todas las estaciones de seguimiento en tierra disponen de aparatos que miden la presión atmosférica. Puesto que la altura de la estación es fija, aplicando una sencilla regla (la presión

decrece 1" por cada 1000 pies o 110 milibares por cada 1000 metros) "deducen" la presión al nivel del mar; cuando un piloto establece contacto, se le comunica esta presión deducida.

Los distintos tipos de presión referencial que se puede colocar en la ventanilla del altímetro son:

2.2.2.2 Presión QNH

Presión al nivel del mar deducido de la existente en el aeródromo, considerando la atmósfera con unas condiciones estándar, es decir sin tener en cuenta las desviaciones de la temperatura real con respecto a la estándar. La utilidad de esta presión de referencia se debe a que en las cartas de navegación y de aproximación a los aeródromos, las altitudes se indican respecto al nivel del mar. Con esta presión de referencia, al despegar o aterrizar el altímetro debería indicar la altitud real del aeródromo.

2.2.2.3 Presión QNE

Presión estándar al nivel del mar. Por encima de una determinada altitud denominada de transición (normalmente 6000 pies) los reglamentos aéreos establecen que todos los aviones vuelen con la misma presión de referencia. Esta presión, 29,92" o 1013 milibares, es la correspondiente a la atmósfera tipo al nivel del mar. De esta manera, cualquier cambio en las condiciones atmosféricas afectan por igual a todos los aviones, garantizando la altura de seguridad que los separa.

2.2.2.4 Presión QFE

Presión atmosférica en un punto de la corteza terrestre. No utilizada en la práctica, al menos en España. Si se cala el altímetro con la presión QFE que dé un aeródromo, este marcará 0 al despegar o aterrizar en el mismo.

2.2.2.5 Presión QFF

Presión al nivel del mar, deducida de forma similar a la QNH pero teniendo en cuenta los gradientes de presión y temperatura reales en vez de los de la atmósfera estándar.

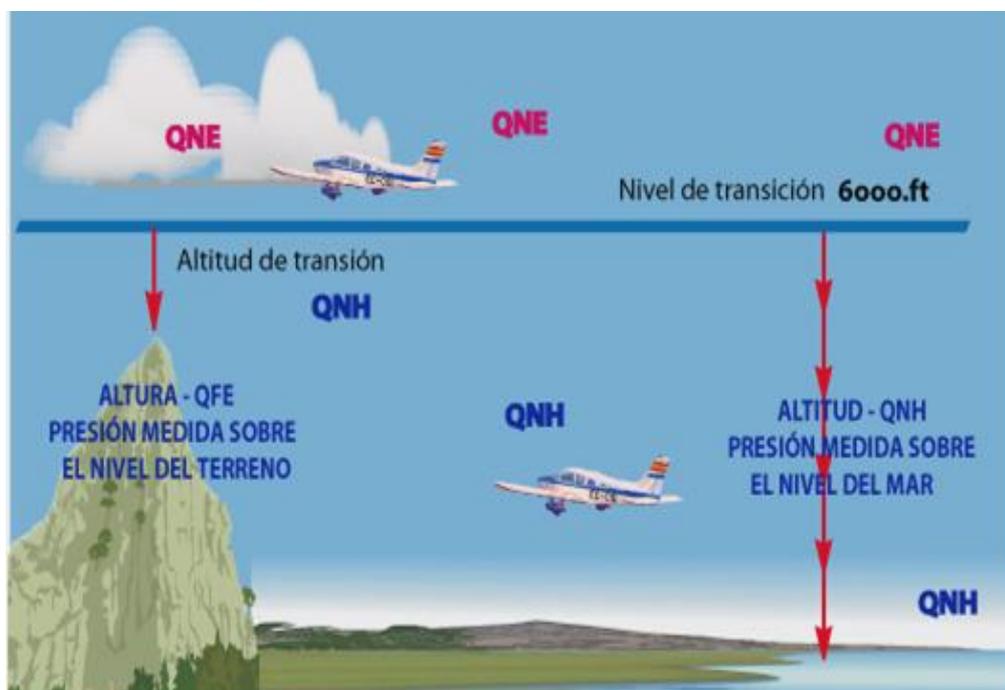


Figura 7: Altitud y nivel de transición

Fuente: <http://www.manualvuelo.com/INS/INS23.html>, 1993

2.2.3 Velocímetro

El velocímetro es un manómetro diferencial. Mide la diferencia entre la presión del aire que entra al tubo de pitot y el aire estático y relativamente no turbulento que rodea al avión. Una aguja presenta esta diferencia como velocidad aerodinámica. Los aviones modernos tienen velocímetros que muestran la velocidad aerodinámica indicada calibrada en nudos. Los aviones más antiguos suelen tener marcas que reflejan la velocidad aerodinámica calibrada en millas terrestres por hora.



Figura 8: Velocímetro

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

2.2.3.1 Operación y funcionamiento

El velocímetro es el único instrumento conectado simultáneamente al tubo de pitot y al sistema estático. El aire del sistema estático llena la caja del velocímetro y ejerce una presión "básica" contra un diafragma expandible. El aire dinámico que entra al tubo de pitot a medida que el avión se desplaza llena el diafragma, que se expande al incrementarse la presión dinámica y la velocidad del aire. Una aguja conectada al diafragma gira cuando éste se expande y la posición de la aguja en la superficie del instrumento indica la velocidad aerodinámica.

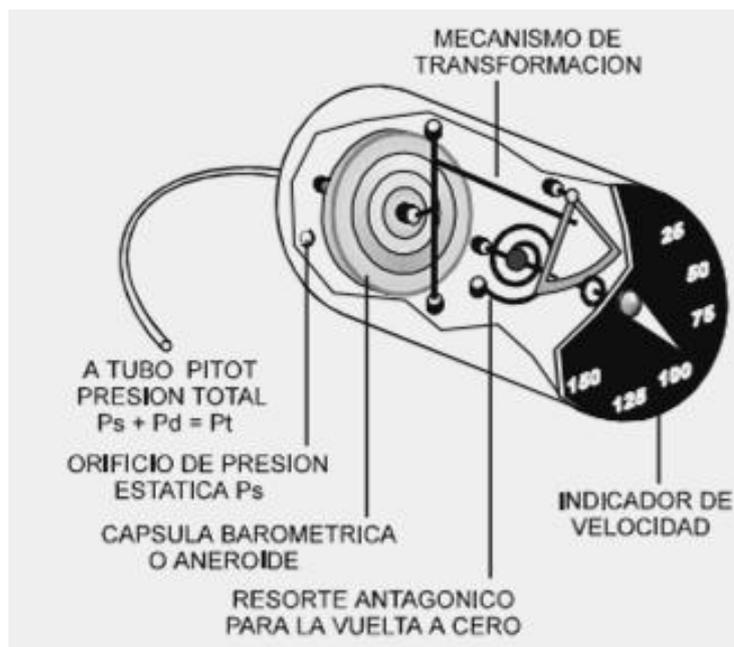


Figura 9: Velocímetro construcción interna

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

2.2.3.2 Marcas del velocímetro

Los velocímetros de los aviones ligeros están codificados con colores para destacar las limitaciones de velocidad aerodinámica más importantes.

2.2.3.3 Línea roja

VNE – (Velocity Never Exceed) – Velocidad que no debe sobrepasarse en ningún caso.

2.2.3.4 Arco amarillo

VNO – (Velocity Normal Operating) – Velocidad máxima estructural de vuelo. Margen de precaución.

El avión podría dañarse estructuralmente, en caso de encontrar ráfagas o turbulencias fuertes. En caso de estar estas presentes, no es conveniente volar dentro de este arco. El arco amarillo tiene como límite superior la VNE e inferior la VNO.

2.2.3.5 Arco verde

VS1 – Margen normal de operación. Su límite superior es la VNO y el inferior la velocidad a la cual el avión entraría en pérdida en la condición de: peso máximo, flaps retraídos y sin motor. En este margen el avión no tendrá problemas estructurales en caso de vuelo en turbulencia moderada (rachas verticales de hasta 9 metros por segundo).

2.2.3.6 Arco blanco

VS0 – Normalmente conocida como velocidad de flaps VF. No aplicable para el caso del tipo de máquinas a las que está dirigido este manual. Margen normal de operación con los flaps extendidos. El límite inferior es la velocidad de pérdida en la situación de: peso máximo, flaps completamente extendidos, tren de aterrizaje fuera y sin motor.

Estas marcas toman siempre como referencia las velocidades indicadas IAS. Por lo tanto, si un avión entra en pérdida por ejemplo a una velocidad de 90 km/h, lo hará siempre que aparezca esta velocidad indicada en el instrumento, cualquiera sea su altitud. Esto es así porque el sistema pitot se ve afectado por el mismo error de densidad que afecta al resto de fuerzas que son creadas en torno a la aeronave: sustentación, fuerzas estructurales, potencia desarrollada por el motor.

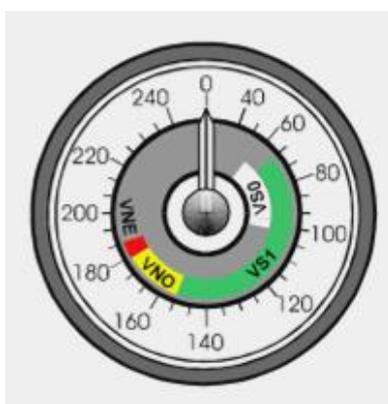


Figura 10: Marcas del velocímetro

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

2.2.4 Indicador de velocidad vertical

El variómetro o indicador de velocidad vertical muestra al piloto si el avión está ascendiendo, descendiendo, o vuela nivelado; y la velocidad vertical o régimen, en pies por minuto (f.p.m), del ascenso o descenso. Este instrumento también se denomina abreviadamente VSI (Vertical Speed Indicator).



Figura 11: Indicador de velocidad vertical

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

2.2.4.1 Operación y funcionamiento

El variómetro tiene una cápsula barométrica, pero ésta mide el régimen de cambio de presión en lugar de la variación absoluta. La cápsula tiene una conexión al sistema medidor de presión estática. Esto significa que dentro de la misma hay una presión igual a la de la atmósfera que rodea al avión.

De esta forma, la cápsula recibe la misma presión por el interior y el exterior, pero ésta es más lenta en su toma de entrada, ya que su entrada se produce por un tubo capilar. Esta diferencia o retardo en la igualación de presiones es acusada y medida por la cápsula, transmitiéndose su movimiento a través de un sistema de engranajes al indicador de velocidad vertical.

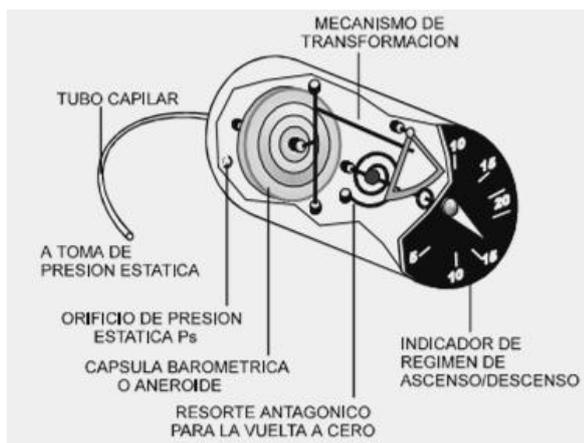


Figura 12: Indicador de velocidad vertical construcción interna

Fuente: <http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1993

2.3 Sistema de simulación de datos de aire en los instrumentos

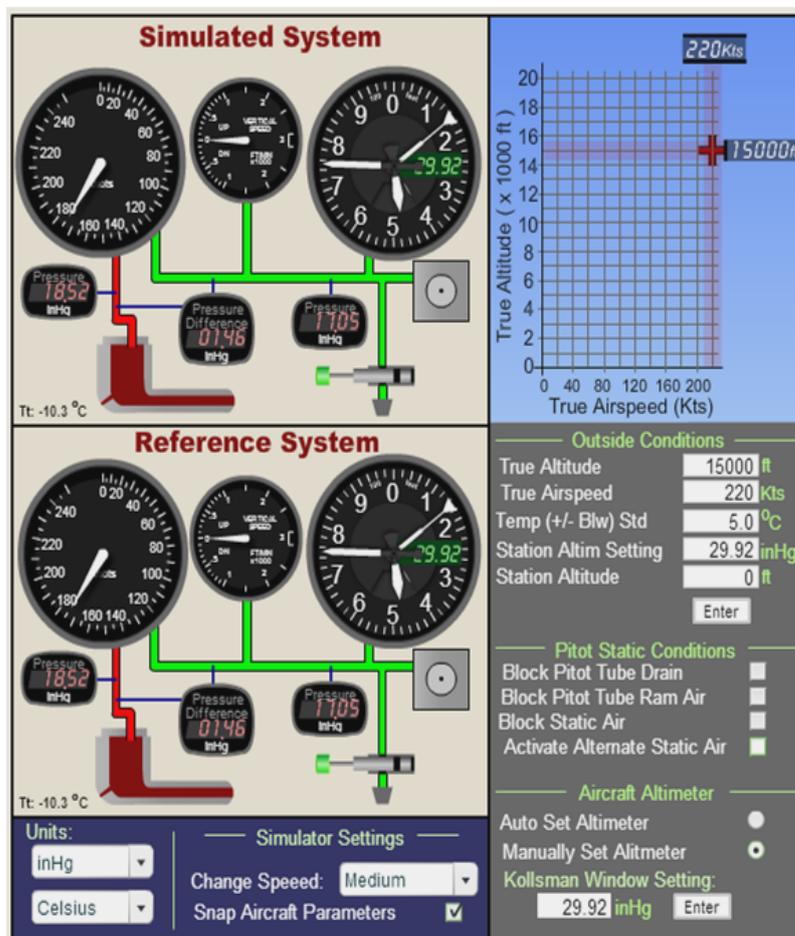


Figura 13: Simulador de datos de aire en los instrumentos

Fuente: http://www.luizmonteiro.com/learning_pitot_sim.aspx, 1993

2.3.1 Descripción y funcionamiento

Un simulador de datos de aire es aquel que brinda una información para verificar el funcionamiento de los instrumentos básicos de vuelo que se basan en las condiciones, variaciones y propiedades del aire para dar una indicación visual en cabina sobre la aeronave, su velocidad de ascenso, descenso y la velocidad a la que se mueve.

El simulador proporciona dos tipos de presiones, la primera es una presión positiva que abastece al sistema pitot la cual simula el impacto del viento. La segunda presión es negativa o presión ambiente ya que el simulador nos proporciona succión para abastecer al sistema estático y deducir los parámetros de altitud y para la velocidad vertical.

El velocímetro usa los dos tipos de presión ya que este en su interior cuenta con dos aneroides los cuales comparan la presión de impacto y la presión ambiente para generar una presión diferencial y de esta manera emitir la información a la caratula del instrumento sobre la velocidad a la que se mueve la aeronave.

2.4 Humedad en líneas y tomas

Estos dispositivos, tiene un pequeño agujero para recoger la presión de impacto y presión ambiente, por esta razón deben permanecer siempre libre de cualquier impureza que lo obstruya. Suele tener un pequeño orificio en la parte de abajo para facilitar su limpieza.

2.4.1 Mantenimiento preventivo

Son acciones de mantenimiento para disminuir la ocurrencia de fallas, acciones de mantenimiento basadas en las condiciones de un equipo o de un sistema, para prevenir la ocurrencia de fallas.

2.4.2 Mantenimiento correctivo

Acciones de mantenimiento orientada a restablecer el funcionamiento de un equipo o de un sistema, a sus condiciones normales de operación.

No es recomendable soplar este tubo para limpiarlo, pues esto podría causar daño a los instrumentos.

Cuenta también con una resistencia, accionable con un interruptor desde la cabina (pitot heat), que al calentarse impide la creación de hielo cuando se vuela en condiciones atmosféricas que propician su formación. Siempre que se vaya a entrar en condiciones de humedad visible, es conveniente conectar la calefacción del pitot para prevenir la formación de este hielo, y una vez desaparecida estas condiciones, desconectarla para evitar desgastes y falsas indicaciones debido a la temperatura.

2.4.3 Purga del sistema

El agua atrapada en un sistema de tubo pitot y estático externo puede causar indicaciones erróneas en los instrumentos de vuelo pitot-estática, esto es especialmente un problema si el agua se congela en vuelo. Muchos sistemas están equipados con desagües en los puntos bajos en el sistema para eliminar cualquier humedad durante el mantenimiento. El aire comprimido seco o nitrógeno pueden ser soplados a través las líneas del sistema. Siempre desconecte todos los ductos de pitot-estático e Instrumentos.

2.4.4 Prueba del sistema pitot-estático

Los sistemas con los desagües se pueden drenar sin que requiera una comprobación de fugas. Al terminar, el técnico debe asegurarse de que los drenajes estén cerradas y hacen seguro en conformidad con los procedimientos de mantenimiento aprobados.

Sistemas de pitot-estática de aeronaves deben hacerse la prueba de fugas después la instalación de cualquier componente o cuando el sistema tiene un mal funcionamiento.

2.4.5 Inspección de los sistemas pitot-estático

Unidades de verificación de fugas del sistema pitot-estático por lo general tienen incorporadas en los altímetros. Esto permite un control cruzado del altímetro del avión con el altímetro de la unidad de prueba calibrada.

Si es necesario para bloquear diversas partes de un sistema, revise para asegurarse que todos los tapones de cierre, adaptadores, o trozos de cinta adhesiva se han eliminado.

2.5 Historia del A37-B

En 1952, la USAF abrió una propuesta para diseñar y fabricar un avión jet de entrenamiento, económico, seguro y eficiente. En este proyecto participaron varias compañías con varios diseños distintos; el modelo 318 o T-37 que Cessna presentado gano la propuesta. Este avión realizó su vuelo de pruebas el 12 de octubre de 1954 comenzando las entregas para la USAF en junio de 1956. Mientras eran empleados con pleno éxito como aviones de entrenamiento, dos de ellos fueron modificados, adaptándoles dos motores General Electric de 1,080 Kg. de empuje cada uno. Se les denominó YAT-37D, los cuales realizaron su vuelo de pruebas el 22 de octubre de 1963. Estos nuevos modelos incluirían alas reforzadas, puntos duros bajo las alas para poder llevar tanques de combustibles, bombas, cohetes y otros equipos aéreos de combate. Luego de estas modificaciones, Cessna recibió un contrato para modificar 39 T-37 a la versión mejorada, los cuales estarían armados para efectuar misiones de apoyo, ataque y reconocimiento.

Durante la guerra en Vietnam la USAF pidió a Cessna que adaptase las unidades en la misma línea de producción para convertirlos en aviones

ligeros de asalto provistos de 8 puntos duros (hardpoints) bajo el ala, depósitos de combustible alojados en las alas. Los motores de estos aviones fueron modificados para alojar motores más potentes que duplicaban la potencia de su motor Continental J69-T-25 originales, esto a su vez incrementó su carga máxima de armamento. Así nace el A-37, que fue entregado en mayo de 1967 a la USAF. (fuerzaaerea.net, 1985)



Figura 14: Vista lateral del Avión Caza Modelo 318E A-37B Dragonfly

Fuente: <http://www.geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/cessna.html>, 1993

El A-37B, es ligeramente más potente, es el modelo definitivo del que se habían entregado más de 577 unidades en 1977; muchas de las cuales fueron vendidos a países de América latina. Este avión no lleva la cabina presurizada ni dispone de asientos lanzables, pero los dos tripulantes van protegidos por cortinas de nylon antibalas. Las posibilidades de los sistemas electrónicos de navegación y comunicaciones son enormes, así como la gran variedad de cargas lanzables que puede transportar. Casi todos los aviones del modelo B disponen de una sonda de aprovisionamiento de combustible en la nariz.

2.5.1 Especificaciones técnicas del A-37B

El A-37B es un avión ligero de asalto y de reconocimiento equipado con dos turborreactores General Electric J85-GE-17A con una velocidad máxima de 816 Km/h, techo de vuelo 12,730 m, radio de acción con 1,860 Kg. de carga de 740 Km. La envergadura, incluyendo los tanques alojados en el extremo del ala tienen 10,93 m. de longitud, 8,62 m. de altura 2,7 m, la superficie del ala mide 17,09 m². El armamento esta compuesto por una ametralladora de 6 cañones GAU-2 Minigun de 7,62 mm, además tiene 8 puntos duros bajo las alas para cargar más de 2,300 Kg. de material bélico como bombas, con compartimientos para cohetes y cañones, depósitos de NAPALM y otros equipos.

El 318E procede del Cessna modelo T37, uno de los jets más utilizados durante los años 50 y 70 en los Estados Unidos para entrenar a pilotos en el manejo de los nuevos aviones a reacción que se estaban desarrollando en los Estados Unidos. En 1962, el Special Warfare Center de la USAF evaluó dos unidades T37 y las declaró aptas como arma para operaciones contra-insurgencia.

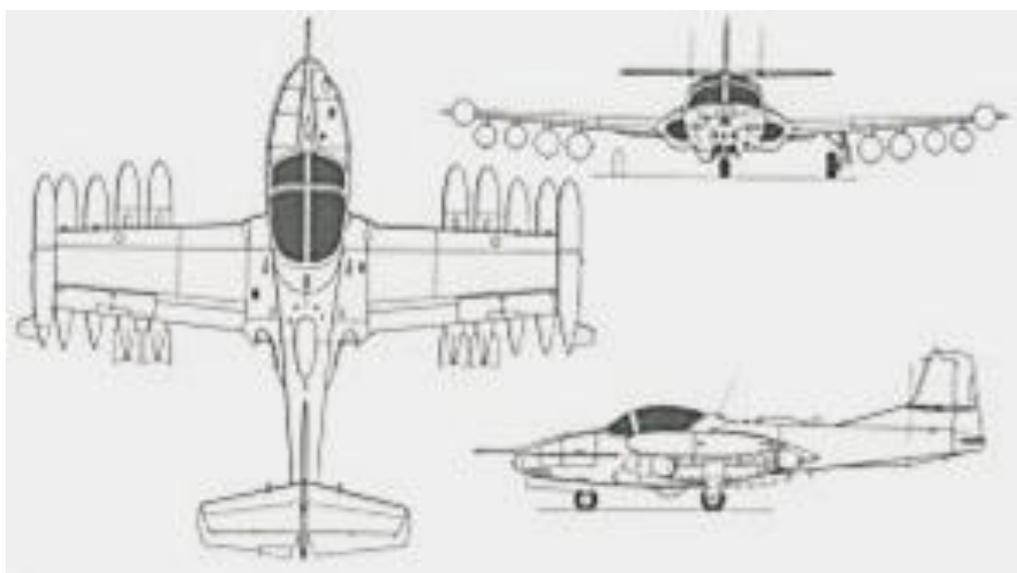


Figura 15: Características Técnicas

Fuente: <http://www.geocities.ws/aviacionperucenepa/Aeronaves>, 1985

Tabla 1:**Especificaciones técnicas**

Motores: 2 General Electric J85-GE-17A, 1,293 Kg. de empuje
Velocidad Máxima: 834 Km/h
Alcance: 1,630 Km
Tripulación: 2
Armamento: hasta 1,860 Kg. de cargas exteriores.
Envergadura: 10.93 m.
Longitud: 8.62 m.
Peso Máximo: 6,350 Kg.

Elaborado por: León Peñafiel Pablo Alejandro

Fuente: <http://www.geocities.ws/aeronavesfaeaeecenepa/cessna.html>, 1985

2.5.2 Fundamento teórico

Una de las cosas que más sorprende a las personas que no tienen conocimientos de aeronáutica es la cantidad de “relojes”, indicadores, palancas e interruptores que hay en la cabina de un avión. La disposición de estos instrumentos en el panel es estándar y es establecida por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), de forma que permite una lectura rápida y eficaz de todos ellos y para facilitar a los pilotos la navegación segura en aire. La distribución permite realizar un chequeo cruzado de instrumentos con relativa facilidad. Disposición de instrumentos en el panel de mando Los instrumentos de abordaje proporcionan a la tripulación la información adecuada para la vigilancia y control del rendimiento del avión, el funcionamiento de sus sistemas y su posición en el espacio. El piloto debe aprender a interpretar esta información, reconocer su

mal funcionamiento, si existe o no la posibilidad de reparación en vuelo, y que posibles limitaciones pueden surgir en caso de fallo. Normalmente los instrumentos se suelen clasificar, para facilitar su estudio, por su función: instrumentos de vuelo, de navegación, de motor, etc. En este trabajo nos centraremos en la descripción, funcionamiento y principio de medida de los instrumentos básicos de vuelo que debe poseer todo avión. Estos instrumentos de vuelo son aquellos que nos proporcionan la información de la altura y velocidad del avión, su actitud con respecto al vuelo sin necesidad de tomar referencias, si está en ascenso, descenso o nivelado, y en qué dirección que se desplaza.

2.5.3 Sistema de pitot estático del avión A-37B

Un sistema pitot-estático es un sistema de sensores e instrumentos sensibles a la presión que se utiliza principalmente en aviación para determinar la velocidad de una aeronave con relación al aire, la altitud y la variación de altitud. Estos tres instrumentos constituyen los tres instrumentos básicos de pilotaje. Por norma general un sistema de este tipo consiste en un tubo pitot del avión donde exista una mínima interferencia en el flujo de aire, normalmente las alas o nariz del avión. Su función es captar el flujo de aire de impacto que tiene el avión contra la masa de aire (presión de impacto) y a través de las líneas dirigir esa presión al velocímetro o indicador de número Mach, el tubo pitot posee un orificio de drenaje, su función es drenar el aire excedente, contenido en la cámara de presión del tubo pitot.

Tiene dos tomas estáticas, una a cada lado del fuselaje conectadas ambas a través de una línea principal. Esto se hace con el objeto de promediar ambas indicaciones minimizando el error por perturbaciones tales como actitudes anormales del avión. El objetivo de estas tomas es captar la presión atmosférica (presión estática) y enviar esa información a los instrumentos del sistema para ser procesada (Velocímetro, Altímetro y Variómetro).

El tubo pitot y el estático externo consiste en un tubo sencillo montado en frente al viento relativo en el borde de ataque o debajo del ala localizado que le pone a salvo de perturbaciones tiene un pequeño orificio para recoger la presión de impacto que debe permanecer siempre libre de cualquier impurezas que lo obstruya y un pequeño en la parte de abajo para facilitar su limpieza.

2.5.4 Instrumentos abastecidos por pitot estático

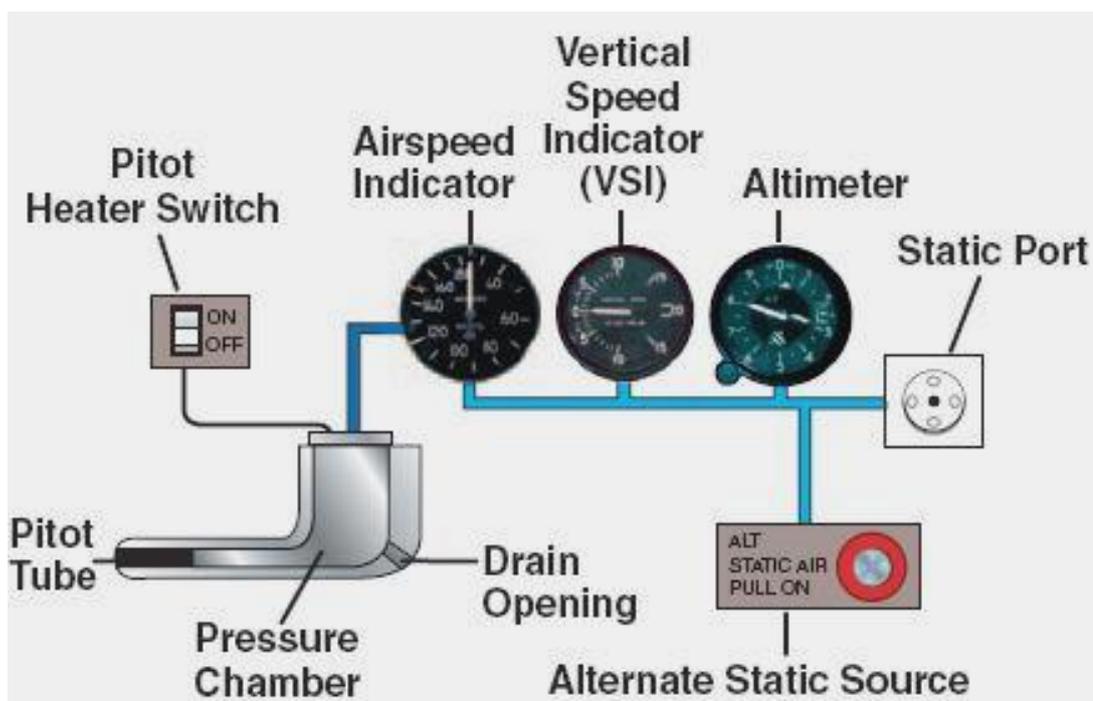


Figura 16: Instrumentos abastecidos por pitot estático del avión A-37B

Fuente: <https://upcommons.upc.edu/pfc/bit9.1/3544/2/40625-2>, 1985

Altímetro

El altímetro muestra la altura a la cual está volando el avión. El hecho de que sea el único aparato que indica la altitud del aeroplano hace de este instrumento uno de los instrumentos más importantes. Para interpretar su información, el piloto debe conocer sus principios de funcionamiento y el efecto de la presión atmosférica y la temperatura sobre la medida visualizada.

Indicador de velocidad vertical

El indicador de velocidad vertical muestra al piloto dos cosas, si el avión está ascendiendo, descendiendo o vuela nivelado, y la velocidad vertical o régimen, en pies por minuto (f.p.m), del ascenso o descenso. Este instrumento también se denomina abreviadamente VSI (Vertical Speed Indicator).

Indicador de velocidad

El indicador de velocidad aerodinámica o anemómetro es un instrumento que mide la velocidad relativa del avión respecto del aire en el que se mueve, e indica ésta en millas terrestres por hora (m.p.h), nudos "Knots" (1 nudo = 1 milla marítima por hora). En los manuales de operación no hay ninguna maniobra que no vaya asociada a una velocidad, a no sobrepasar, recomendada. Además los puntos críticos, y no tanto, con los que se tripula un avión, están referenciados en velocidades: velocidad de pérdida, de rotación, de mejor ascenso, etc.

El piloto se vale de este instrumento para:

- Limitar y no sobrepasar la velocidad máxima de maniobra
- Decidir cuándo rotar o cuando irse al aire en el momento del despegue.
- Corregir una velocidad de aproximación incorrecta.
- Reducir el ángulo de ataque que se mantiene.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SIMULADOR DE INFORMACIÓN DE DATOS DE VUELO, PARA EL ALTÍMETRO, EL VELOCÍMETRO E INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL, USANDO LAS TOMAS DE PITOT Y ESTÁTICO PARA EL AVIÓN A-37B

CAMPO: Mecánica Aeronáutica
ÁREA: Aviones
ASPECTO: Implementación de un equipo práctico didáctico

TEMA:

Implementación de un simulador de información de datos de vuelo, para el altímetro, el velocímetro e indicador de velocidad vertical, usando las tomas de pitot y estático para el avión a-37b

BENEFICIARIOS: Alumnos de Mecánica Aeronáutica
INSTITUCIÓN EJECUTORIA: Unidad de Gestión de Tecnologías
UBICACIÓN: Latacunga
COSTO: \$ 1831



Figura 17: Avión Escuela A-37B

3.1 Preliminares

Este capítulo detalla los diferentes pasos de construcción, operación y montaje de las partes y componentes del sistema de datos de aire para el avión A-37B.

El paso más importante en la implementación del sistema es la construcción del sistema de datos de aire convencional y la parte estructural necesaria en el avión para que este pueda ser operado y muestre los parámetros de vuelo en los instrumentos.

Para la implementación de este sistema se toman en cuenta muchos factores importantes ya que está montado en un área importante del avión, estos instrumentos deben estar calibrados correctamente para que muestren una información precisa de las condiciones de vuelo como son: la velocidad, la altura, y la velocidad de ascenso y descenso.

Se procederá a describir paso a paso la construcción y la rehabilitación del sistema pitot estático para el abastecimiento de flujo de aire en los instrumentos básicos de vuelo.

3.2 Rehabilitación de las tomas pitot estático e instrumentos

- a. Análisis para la compra de los equipos y componentes.
- b. Especificaciones técnicas del sistema.
- c. Montaje del sistema pitot estático e instrumentos en el avión.
- d. Ubicación de las tomas pitot estático, ductos e instrumentos.

En las siguientes tablas se detalla las características principales de las herramientas empleadas, sus datos técnicos y el tiempo de operación de las mismas en la rehabilitación del sistema pitot estático e instrumentos.

Tabla 2:

Datos técnicos de la maquinaria

Nº	Máquina	Características	Código
1	Cortadora neumática(Rápida)	90 PSI	M1
2	Compresor pulverizante	80/90 PSI	M2
3	Taladro eléctrico	110 V	M3

Tabla 3:

Codificación de Herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Juego de rachas y copas	H1
2	Soplete	H2

3	Juego de llaves mixtas	H3
4	Juego de desarmadores	H4

Tomando en cuenta que cada uno de estos puntos, se tomó la alternativa de comprar todo el equipo necesario para el funcionamiento del sistema de datos de aire.

Con la finalidad que el avión A-37B quede con un sistema de pitot estático e instrumentos de vuelo en estado operativo, los cuales puedan ser usados por los estudiantes y los docentes de la Unidad para aplicar los conocimientos en forma prácticos.

3.3 Especificaciones técnicas del sistema pitot estático

Proveniente: TAME B727-200

Número de parte: 0851CM-2

Fabricante: Boeing Company

3.4 Especificaciones técnicas del velocímetro

Proveniente: Aerokashurko 01

Número de parte: EA-5175-29-CES

Fabricante: Cessna Company

Velocidad máxima de alcance: 210 KNOTS

3.5 Especificaciones técnicas del altímetro

Proveniente: Aerokashurko 01

Número de parte: SC-2648-45-DFT

Fabricante: Cessna Company

Altura máxima: 5000 FT

3.6 Especificaciones técnicas del indicador de velocidad vertical

Proveniente: Aerokashurko 01

Número de parte: HD-3645-46-JTY

Fabricante: Cessna Company

3.7 Especificaciones técnicas del Air Data Test

Proveniente: Aerokashurko

Número de parte: XR-ME

Fabricante: Mityvac

3.8 Montaje del sistema e instrumentos

Se reconstruyó el panel frontal, en el cual van ubicados los tres instrumentos. El panel esta hecho de una lámina de aluminio de 15 por 15 pulgadas y 0.80 pulgadas de espesor, con tres orificios en la parte frontal en los cuales van a ser montados los instrumentos.



Figura 18: Panel Frontal

El panel va sujeto con dos pernos de 7/16 con sus respectivas arandelas y tuercas asegurados con un torque de 40 libras; los pernos están distribuidos dos a cada lado, los cuales aseguraran el panel con la estructura de la aeronave.

Los instrumentos van acoplados en los orificios de panel. En las partes traseras de los instrumentos van acopladas las cañerías de suministro de presión respectivamente, estas vas sujetas mediante el uso de fittings y sobrepuestos con teflón el cual impide la fuga de aire.

3.9 Ubicación del sistema pitot estático

Esta parte abarca todo el material y métodos que se emplearon para la rehabilitación del sistema pitot estático; el cual tiene las características que se detallan a continuación.



Figura 19: Ubicación de las tomas de pitot estático en el avión A-37B

Tomando en cuenta las necesidades del sistema pitot estático, se elaboró un plan de construcción, con un diseño acorde a las exigencias y necesidades del sistema en el avión.

3.10 Tomas del sistema

Tubo Pitot

El tubo pitot se instaló en la parte posterior derecha del avión, por debajo del estabilizador horizontal de tal forma que no altere al aeromodelo del avión. En la sección donde se ubicó la toma de aire se trazó medidas correspondientes para perforar la lámina de la estructura con un taladro eléctrico con brocas de 1/4, dejando tres orificios los cuales ayuden a sujetar el tubo pitot con la estructura de avión.



Figura 20: Tubo pitot B727-200

El tubo pitot está adherido a la piel del avión por tres pernos de 1/4 de pulgada con su respectiva arandela, con un torque aplicado a cada perno de 30 libras para una mayor seguridad.

Toma estática

La toma estática está instalada en la parte lateral derecha del avión, de igual manera esta no afecta al aeromodelo del mismo. Perforando la parte lateral usando un taladro y una broca de 1/4, dejando cuatros orificios, los cuales permiten la sujeción de la toma estática al avión.

Usando cuatro pernos de 1/4 avellanados con sus respectivas arandelas y tuercas para la sujeción de la toma estática a la estructura del avión, los pernos están asegurados con un torque de 30 libras.



Figura 21: Toma estática A-37B UGT ESPE

3.11 Ductos del sistema

Los ductos instalados son cañerías plásticas flexibles de 1/4 de pulgada. Estas cañerías están interconectan entre sus respectivas tomas y los instrumentos a los que abastecen. La cañería de presión está unida a su toma de pitot con uniones denominadas fittings sobrepuestas con teflón para evitar fugas. Las cañerías de succión están interconectadas a su toma estática por un múltiple de distribución de una entrada y tres salida para el respectivo suministro a los tres instrumentos, al igual que el tubo pitot las uniones están sobrepuestas con teflón y aseguradas con una llave de 3/8.



Figura 22: Múltiple para la toma estática

Las cañerías están debidamente ruteadas por la parte interna del fuselaje del avión y por la parte lateral derecha en cabina llegando al panel de instrumentos ubicado en la parte frontal de cabina



Figura 23: Ubicación de los ductos

3.12 Ubicación de los instrumentos

Los instrumentos están ubicados en el panel frontal P1 de la cabina de pilotos, ubicados en el siguiente orden de izquierda a derecha.

- Velocímetro
- Altímetro
- Indicador de velocidad vertical



Figura 24: Ubicación de los instrumentos

3.13 Construcción de un simulador de datos de aire

Tabla 4:

Componentes a usarse

Nº	Equipos	Características	Cantidad
1	Air data test	Presión 60 PSI Succión 20 PSI	1
2	Uniones en T	60 PSI	3
3	Válvulas de paso	60 PSI	4
4	Mangueras de presión	60 PSI	2

5	Acoples rápidos	60 PSI	4
6	Acoples de ángulos de 90°	60 PSI	2
7	Extensiones	1 pulgada	6
8	Extensiones	3 pulgadas	2
9	Fittings	60 PSI	6
10	Acople de cuatro entradas	60 PSI	1
11	Acoples mixtos	60 PSI	6
12	Reductores	60 PSI	2
13	Ductos flexibles	300 PSI	5

3.14 Simulador de datos de aire (Air Data Test)

El simulador de datos de aire cuenta con un manómetro y un vacuómetro incorporados en uno solo.

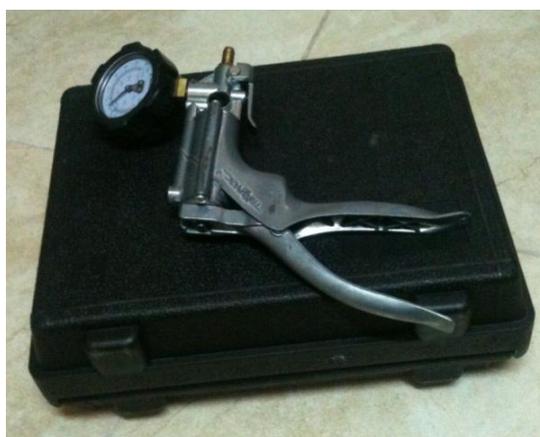


Figura 25: Air Data Test

El sistema emite presión o succión según sea la necesidad del operante, para lo cual cuenta con una manija de selección, si se desea enviar presión o vacío al sistema, para realizar la prueba de funcionamiento en los instrumentos que son abastecidos por el tubo pitot estático.

El simulador cuenta con un múltiple de distribución, el cual está compuesto por dos válvula de paso que permite que se emita presión al sistema de pitot y evitar esta presión en el sistema de estático, de igual manera sucede cuando se intenta suministrar vacío para el sistema de estático.



Figura 26: Múltiple de distribución

El sistema cuenta con dos válvulas de desfogue para cuando se desea aliviar los sistemas.

3.15 Adaptación del sistema de simulación al avión

El simulador cuenta con dos mangueras de presión, una es para sistema pitot y se la identifica por tener marcas de color verde y otra para estático con marcas de color rojo, las cuales van acopladas en los ductos desmontando las tomas de pitot estático, ubicadas en la parte lateral de la aeronave.



Figura 27: Cañerías de presión

3.16 Diagramas de procesos

1. En la siguiente tabla se gráfica la representación de todos los pasos de implementación, secuenciales y lógicos que se realizaron dentro de los procesos productivos, permite visualizar la implementación completa del sistema de datos de aire acondicionado del avión A-37B.

Tabla 5:

Simbología de los diagramas de proceso

NÚMERO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección
3		Fin de operación
4		Conector

3.17 Diagrama de procesos para el montaje del sistema pitot estático

Tomas de pitot y estático montada en la parte frontal izquierda de la aeronave, sujetas por pernos a la estructura, ductos de presión acopladas en la parte interna con el uso de fittings y teflón.

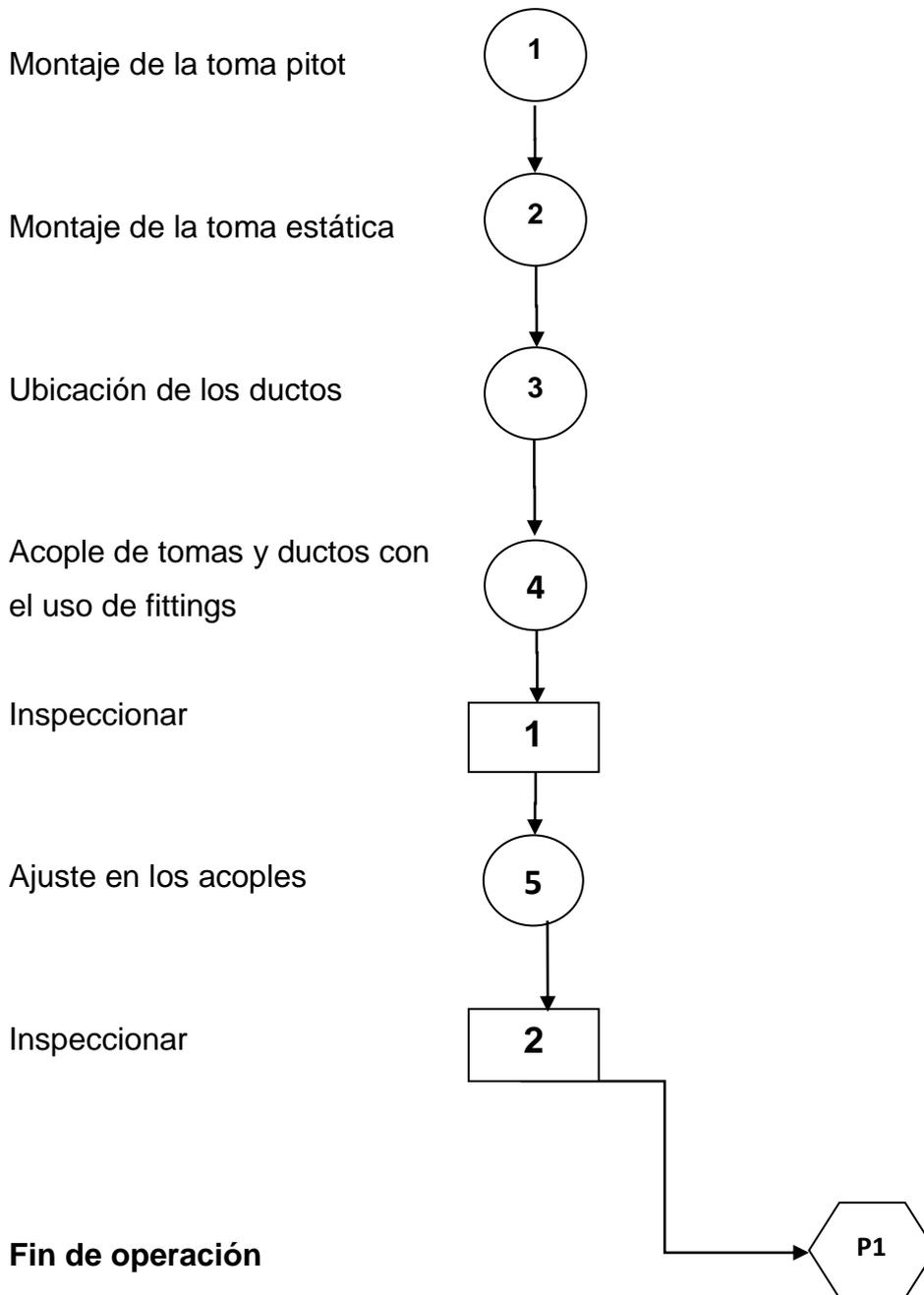


Tabla 6:

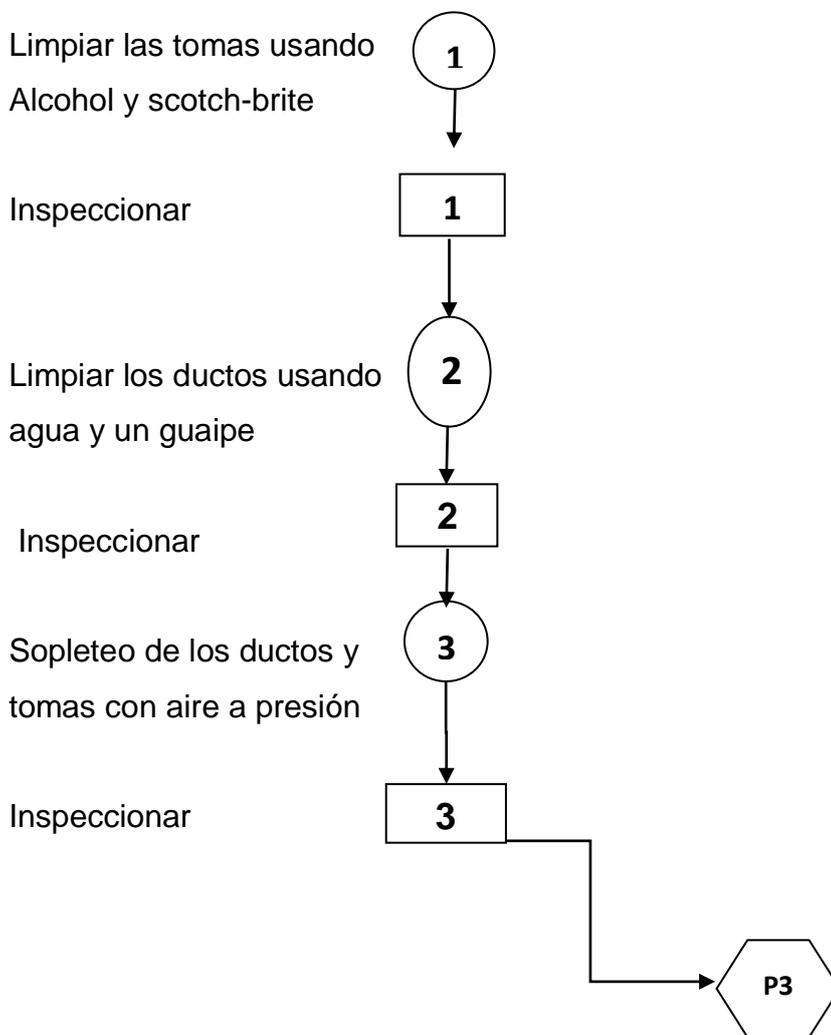
Proceso para el montaje del sistema pitot estático

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	T	E	t	H	t
1	Medir y perforar 3 orificios para pernos de 1/4 en la estructura, para la ubicación de las tomas.					Taladro y llaves	20
2	Medir y perforar 4 orificios para pernos de 1/4 con su respectiva arandela para una mejor sujeción en la estructura, para la ubicación de las tomas.					Taladro y llaves	30
3	Ductos con cañerías de lona flexibles de 1/4 conectadas con fittings sobrepuesto con teflon para evitar fugas y interconectadas con cada uno de los instrumentos.	Teflon	40				

4	La toma de pitot esta conectada con la cañería de 1/4 asegurada con una llave de 1/8 lo mismo para la toma estática.				Juego de llaves	40
5	Los acoples fueron asegurados con un torque de 12 lbs.				Torquimetro	10

3.18 Diagrama de procesos para la limpieza del sistema pitot estático

La limpieza se realizó con alcohol, scotch-brite, y en caso de las cañerías usar aire a presión para limpiar el interior.



Fin de operación

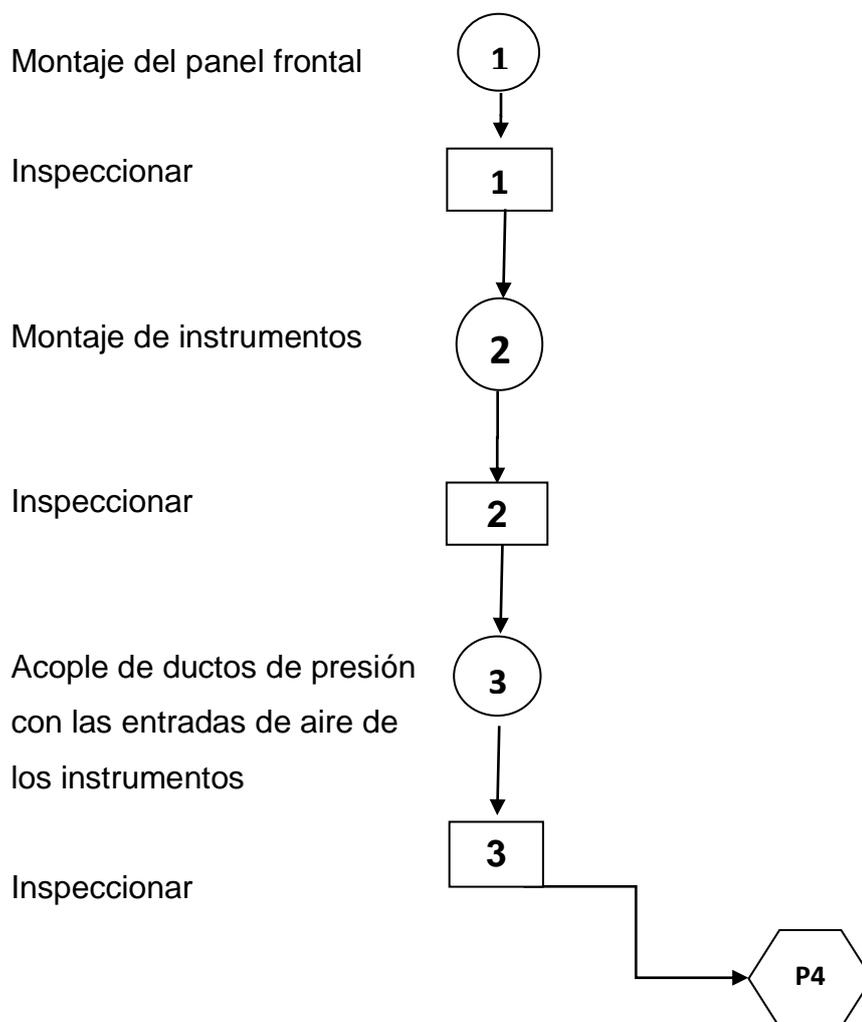
Tabla 7:

Proceso para la limpieza del sistema pitot estático

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	T	H	t
1	Limpieza de las tomas usando alcohol y scotch-brite.					Alcohol y scotch-brite	20
2	Limpiar los ductos usando agua y guaípe.					Agua y guaípe	20
3	Sopleteo de los ductos y tomas con aire a presión.	Compresor Manguera Pistola de aire	20				

3.19 Diagrama de procesos del montaje de los instrumentos

Se procederá a montar los instrumentos de vuelo en el avión.



Fin de operación

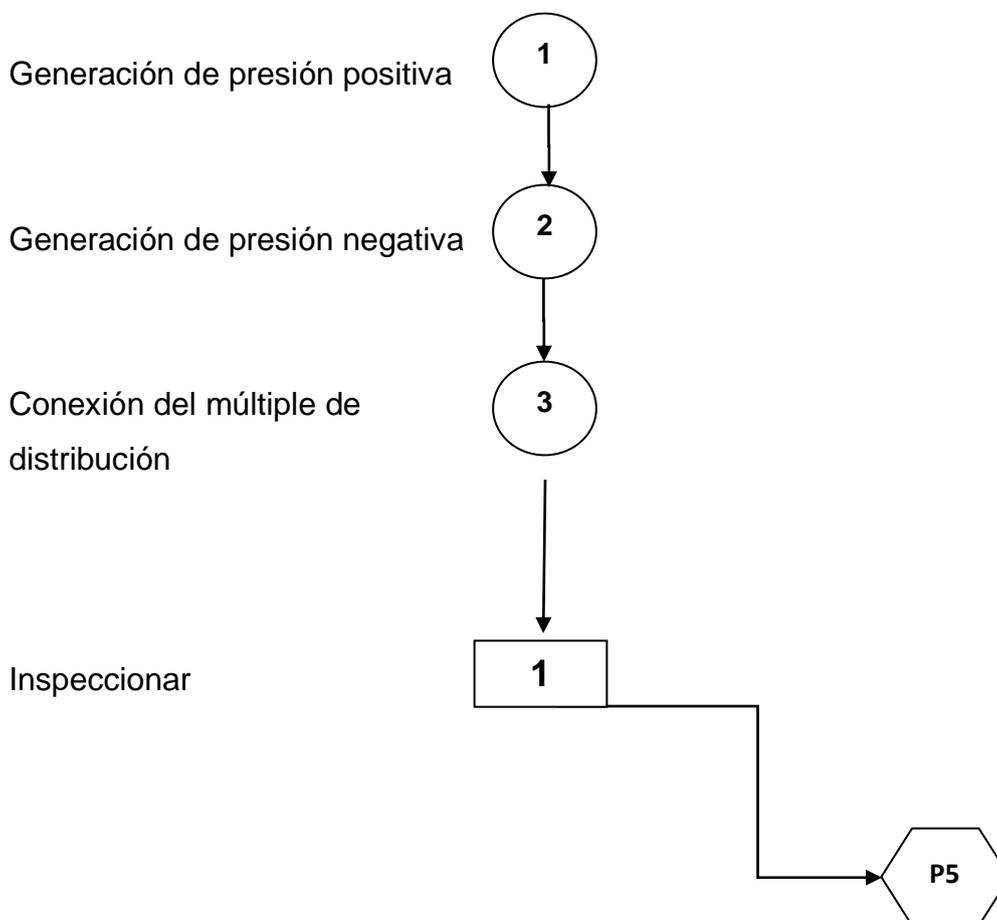
Tabla 8:

Procesos del montaje de los instrumentos en el avión

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	T	E	t	H	T
1	Montaje del panel frontal en cabina usando dos pernos para la sujeción con la estructura.					Taladro Llaves mixtas	2 0
2	Montaje de los instrumentos en el panel.					Llaves mixtas Destornilladores	9
3	Acople de ductos a sus instrumentos correspondientes.					Llaves mixtas Teflón	3

3.20 Diagrama de procesos del sistema de datos de aire

EL simulador es un sistema que emite presión o succión de acuerdo a lo que se necesite, todo esto está debidamente controlado y monitoreado por un manómetro y un vacuometro, para evitar sobre presiones que puedan afectar los mecanismos internos del instrumento.



Fin de operación

Tabla 9:

Proceso de la elaboración del sistema de datos de aire

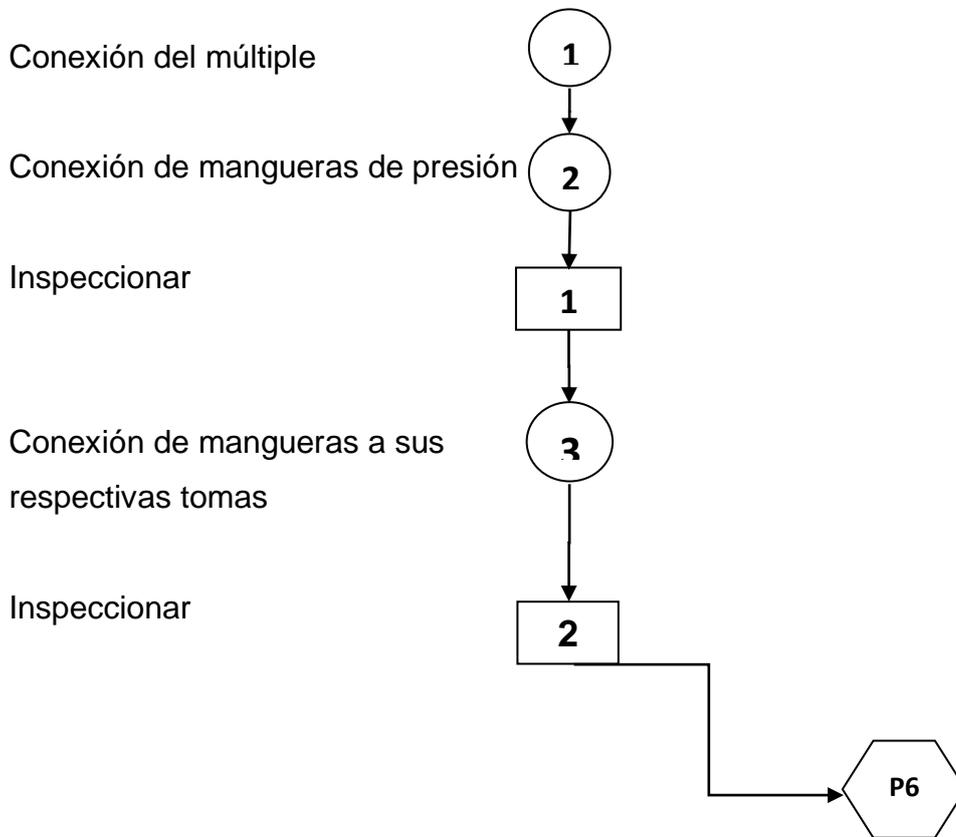
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	El sistema de generación de presión positiva cuenta con una pistola que emite presión al contraerla y esta es controlada por un manómetro.					Juego de llaves	30
2	El sistema de generación negativa cuenta con un pistola que emite succión al presionarla y esta es controlada por un vacuometro					Juego de llaves	30
3	El múltiple de distribución, el cual está compuesto por dos válvula de paso que permiten que se emita presión al sistema de pitot y					Teflón Juego de llaves	30

	evitar esta presión en el sistema de estático, de igual manera sucede cuando se intenta suministrar vacío para el sistema de estático.						
--	--	--	--	--	--	--	--

Elaborado por: León Peñafiel Pablo Alejandro

3.21 Diagrama de procesos de la adaptación del sistema

El sistema de simulación de datos de aire se acopla al avión por dos mangueras de presión, una con marcas verdes para el sistema de pitot y otra con marcas rojas para el sistema de estático.



Fin de operación

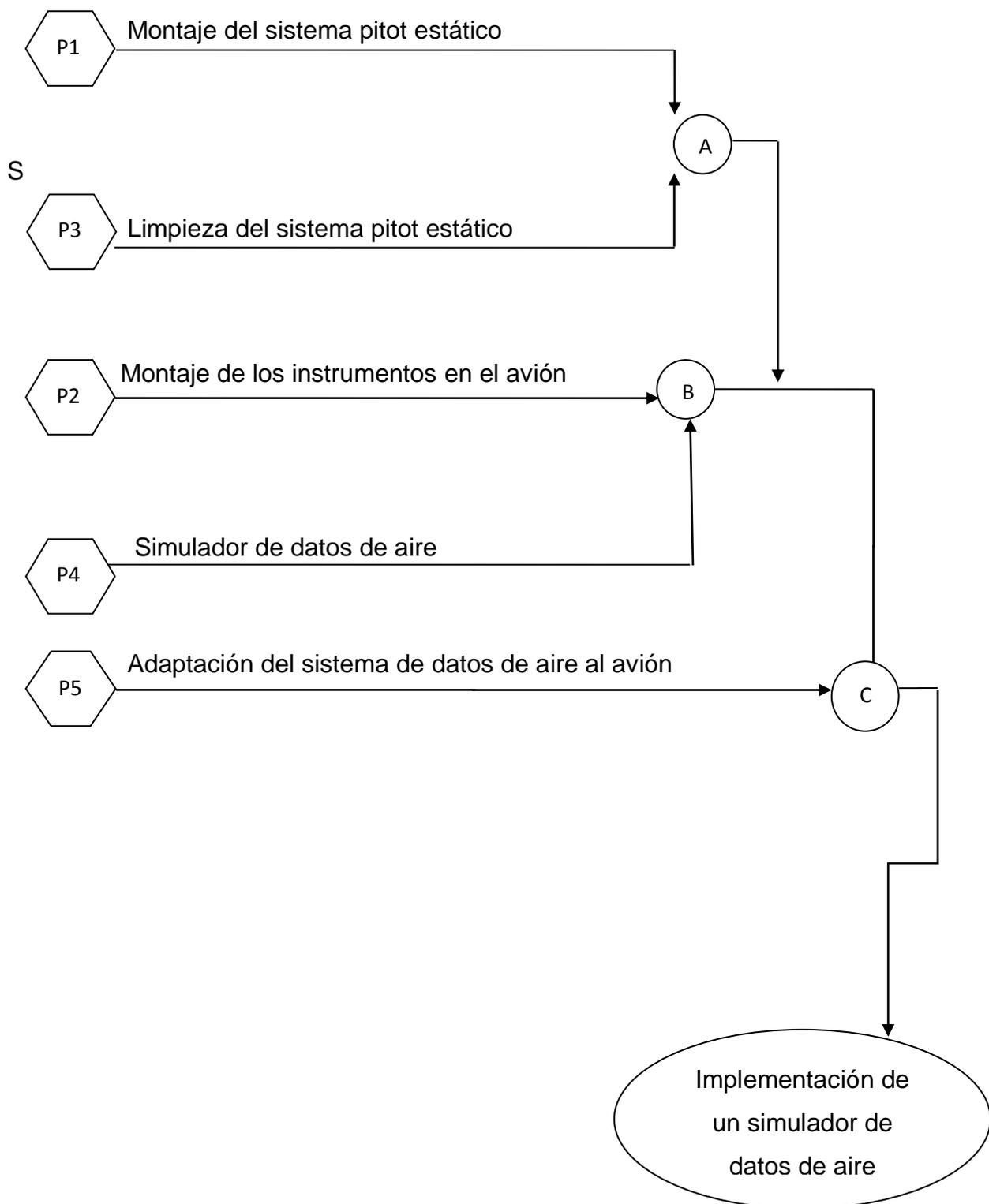
Tabla 10:

Proceso para la adaptación del sistema de datos de aire al avión

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	Máquina - Equipo - Herramienta-Tiempo (minutos)					
		M	t	E	t	H	T
1	Conexión del múltiple al Air Data Test. Este va unido por un acople de tres pulgadas y sujeto con teflón a la salida de presión del equipo.					Teflón	5
2	La conexión de las mangueras de presión al múltiple es por medio de un acople rápido.						5
3	Las mangueras de presión van conectadas a los fittings de las tomas de pitot estático. Para realizar este procedimiento es necesario					Juego de llaves	10

	desmontar las tomas para obtener un acople correcto y evitar las fugas en el sistema durante la prueba.						
--	---	--	--	--	--	--	--

3.22 Diagramas generales del sistema pitot estático e instrumentos, y la implementación de un simulador de datos de aire.



3.11 Pruebas de funcionamiento

Una vez ya instalado los instrumentos y el sistema de pitot estático del avión A-37B se procede a verificar el desempeño óptimo o posibles fallas, por medio de las pruebas de funcionamiento la misma que es realizada en el avión escuela de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Las pruebas se realizaron en la cabina del avión A37-B analizando que los instrumentos operen en óptimas condiciones y muestren datos reales según la presión o vacío que se les aplique a cada uno.

Para realizar esta prueba es necesario que los instrumentos estén debidamente calibrados según la altura a la que se encuentra la aeronave, es decir estén bajo parámetros de condiciones de campo.

Estos son los procesos que se ejecutaron en la prueba de funcionamiento:

- Se adapta el múltiple de suministro al Air Data Test con el uso de una cañería de acople rápido.
- Se conectan las mangueras según correspondan.
 - Verde para pitot
 - Roja para estático
- Se acopla las mangueras de presión a los ductos de pitot estático según correspondan.



Figura 28: Acoples del avión al simulador

- Presión positiva
 - Asegurarse que las válvulas de desfogue estén cerradas y la válvula de paso para estático y abrir la válvula de paso para pitot.
 - Asegurarse que el Air Data Test este ajustado en modo presión.
 - Cerrar la válvula de paso para pitot
 - Realizar el test.
 - Sangrar la presión del sistema.



Figura 29: Prueba de funcionamiento presión positiva

- Presión negativa
 - Asegurarse que las válvulas de desfogue estén cerradas y la válvula de paso para pitot y abrir la válvula de paso para estático.
 - Asegurarse que el Air Data Test este ajustado en modo presión.
 - Cerrar la válvula de paso para estático.
 - Realizar el test.
 - Sangrar la presión del sistema
 - Asegurarse que los instrumentos estén mostrando datos reales según las presiones suministradas.



Figura 30: Prueba de funcionamiento presión negativa

PRUEBA COMPLETADA

El manual de operación detalla paso a paso las instrucciones para operar este sistema.

Tabla 11:**Parámetros de las pruebas de funcionamiento**

Componentes del sistema	SI	NO
Los componentes se acoplan correctamente al sistema.	X	
Las cañerías y mangueras soportan la presión suministrada.	X	
Los instrumentos muestran datos reales según los datos de mantenimiento.	X	
Satisface los objetivos planteados	X	

La rehabilitación del sistema pitot estático e instrumentos y el simulador de datos de aire esta en óptimas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para lo que fue implementado.

3.24 Descripción de los manuales

La finalidad de este capítulo es dar a conocer los diferentes pasos, métodos establecidos de cualquier máquina a operar como son: mantenimiento, operación y sobre todo seguridad, procedimientos que nos brindarán mayor comodidad, operatividad y sobre todo el perfecto

desenvolvimiento de nuestro banco de prueba garantizando con esto cero fallas y tiempo perdido.

3.24.1 Manual de operación

Este instructivo brinda los diferentes procesos acordes a una correcta operación del sistema de simulación de datos de aire del avión A-37B, con este instructivo se obtiene mayor facilidad a la hora de operar el sistema, se gana más tiempo y el trabajo final será mucho más satisfactorio.

3.24.2 Manual de mantenimiento

Es importante llevar un control de mantenimiento del sistema de de simulación de datos de aire. Este proceso ayudara a alargar la vida útil del mismo y preservara su estado y correcto funcionamiento.

Tabla 12:

Codificación de los manuales

Manual	Código
ANALISIS DE RESULTADOS	A.R.S.A.COND
OPERACIÓN	M.O.S.A.COND
MANTENIMIENTO	M.M.S.A.COND
SEGURIDAD	M.S.S.A.COND
HOJA DE REGISTRO	H.R.S.A.COND

UGT	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Pág. 1 de 1
	OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SIMULADOR DE DATOS DE AIRE PARA EL AVION A37-B	Código: M.O.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Pablo León	Fecha: 11 Abr 2015
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	
<p>1. OBJETIVO:</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben tomar en cuenta para la correcta Operación y funcionamiento del simulador de datos de aire del avión A-37B.</p> <p>2. ALCANCE:</p> <p>Facilitar el material necesario para la operación normal del simulador de datos de aire del avión escuela A-37B de la Unidad de Gestión de Tecnologías.</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS:</p> <p>La operación de este sistema se produce en la caja de simulación ubicada en la parte exterior de la aeronave conectada sus mangueras a las tomas de pitot estático respectivamente</p> <p>Instrucciones para el uso del simulador de datos de aire:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el Air Data Test con el múltiple de distribución. 2. Se conecta las mangueras de presión al múltiple. Y a sus respectivas tomas. <ul style="list-style-type: none"> Manguera verde para el ducto de pitot. Manguera roja para el ducto de estático. <p>Asegurarse que no exista fugas de aire para esto cerrar las válvulas de paso de pitot y estático y emanar 15 in hg de vacío, verificar que por el lapso de 10</p>		

a 15 segundos la presión negativa se mantenga constante.

Drenar la presión con el purgante del Air Data Test, y asegurarse que en manómetro se encere.



3. Suministrar presión según sea el requerimiento.

Presión positiva

- Asegurarse que las válvulas de desfogue estén cerradas y la válvula de paso para estático y abrir la válvula de paso para pitot.
- Asegurarse que el Air Data Test este ajustado en modo presión.
- Suministrar presión hasta que el velocímetro muestre 120 knots a 140 knots.
- Cerrar la válvula de paso para pitot
- Sangrar la presión del sistema, y asegurarse que en manómetro se encere.



Presión negativa

- Asegurarse que las válvulas de desfogue estén cerradas y la válvula de paso para pitot y abrir la válvula de paso para estático.
- Asegurarse que el Air Data Test este ajustado en modo succión.
- Suministrar vacío asegurándose que el indicador de velocidad vertical este mostrando un ascenso positivo de 1500 a 1700 ft por minuto, y el altímetro muestre 4000 a 5000 ft
- Cerrar la válvula de paso para estático.
- Sangrar la presión del sistema, y asegurarse que en manómetro se encere.



Asegurarse que los instrumentos estén mostrando datos reales según las presiones suministradas.

Velocímetro

- Muestre un incremento de velocidad de 120 knots a 140 knots.
(RANGO ACEPTABLE)

Altímetro

- Muestre indicación de altura de 4000 ft a 5000 ft.
(RANGO ACEPTABLE)

Indicador de velocidad vertical

- Muestre una indicación de ascenso vertical de 1500 ft por min a

1700 ft por min.

(RANGO ACEPTABLE)

- Decrece su indicación hasta encerse, esto indica tránsito de vuelo nivelado.

4. Una vez culminada la prueba con éxito sangrar el sistema abriendo las válvulas de desfogue y proceder a descocotar el simulador de datos de aire.

NOTA: El sistema emana presión o succión según se lo requiera, para esto se debe estar completamente seguros que sistemas es el que se va a presurizar o succionar para evitar daños a los instrumentos.

UGT	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 1
	MANTENIMIENTO DEL SIMULADOR DE DATOS DE AIRE PARA EL AVIÓN A37-B	Código: M.M.S. A.COND
		Revisado: Nº: 1
	Elaborado por: Pablo León	Fecha:
	Aprobado por: Tlga. Maritza Nauñay	11 Abr 2015
<p>1. OBJETIVO:</p> <p>Obtener el procedimiento a seguir para mantener siempre en condiciones óptimas el simulador de datos de aire.</p> <p>2. ALCANCE:</p> <p>El presente manual permite mantener el simulador de datos de aire del avión A-37B de la Unidad de Gestión de Tecnologías en condiciones de operación óptima y preservar la vida útil del mismo</p> <p>3. PROCEDIMIENTOS:</p> <p>El mantenimiento de este sistema es semestral.</p> <p>3.1 Mantenimiento trimestral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este mantenimiento comprende de una limpieza en las superficie de pitot estática y verificar que la parte superficial de los ductos estén en buen estado, es decir no tengan abolladuras, rajaduras o estén demasiadamente templados. • De ser este el caso cambiar el ducto y ubicarlo en lugares que no afecte a su integridad ni a otros componentes. 		

3.2 Mantenimiento semestral

Los siguientes pasos son los procedimientos a seguir por el usuario:

- Se chequeará que no exista fugas ni daños en las cañerías del compartimiento del sistema pitot estático por medio de una inspección visual, ya que estas cañerías son de diámetro de 1/4 y su material es de lona y recubiertas de caucho, su vida útil es de larga duración y el material de alta durabilidad, en caso de encontrar fugas o daños se debe en lo posible reemplazar la sección con un material similar.
- Si los instrumentos no presenta una indicación real de acuerdo a las condiciones en las que esté operando ya sea en estado activo o inactivo se deberá realizar la calibración adecuada para el instrumento.
 1. Se desconectarán las cañerías que conectan al artefacto en las entradas de los domos de acrílico.
 2. Retirar la parte principal afectada, de manera cuidadosa para evitar daños en la misma.

3.3 Mantenimiento semestral

- Este mantenimiento comprende de una limpieza en las superficie de pitot estática y verificar que la parte superficial de los ductos estén en buen estado.
- Se chequeará que no exista fugas ni daños en las cañerías del compartimiento del sistema pitot estático por medio de una inspección visual, ya que estas cañerías son de diámetro de 1/4 y su material es de lona y recubiertas de caucho, su vida útil es de larga duración y el material de alta durabilidad, en caso de encontrar fugas o daños se debe en lo

posible remplazar la sección con un material similar.

Este mantenimiento es el más importante y necesario ya que se revisara algunos parámetros necesarios para el óptimo funcionamiento y abastecimiento del sistema.

Este mantenimiento se realiza para mantener los parámetros de calibración de los instrumentos.

Precauciones

- El mantenimiento del simulador de datos de aire del avión A37-B debe ser realizado por personal certificado y autorizado.
- No suministrara sobre presión.
- Para sopletear las tomas y ductos remover los instrumentos.

Firma de responsabilidad.....

3.25 Presupuesto

Costos Primarios

- ✓ Materiales
- ✓ Herramientas y equipos
- ✓ Mano de obra

Costos Secundarios

- ✓ Elaboración de textos

3.26 Costos primarios

Tabla 13:

Costo de materiales

Materiales	Cantidad	Valor x uni.\$	valor total \$
Air Data Test	1	400	400
Altimetro	1	200	200
Velocímetro	1	200	200
Indicador de velocidad vertical	1	200	200
Toma pitot	1	50	50
Toma estática	1	50	50
Ductos	5	1	5
Fittings	6	10	60
Uniones en T	3	8	24
Codos de ¼	2	8	16
Extensiones de 3 pulgadas	8	5	40
Acoples rápidos	4	5	20

Mangueras de presión	2	1	2
Pernos avellanados	10	0.10	1
Arandelas	10	0.10	1
Tuercas	10	0.10	1
Teflon	2	0,50	1
1271,00 USD.			

Tabla 14:

Costo por mano de obra

Nº	ITEM	Cant	V. Unitario Hrs. Hombre USD	Hrs. Empleadas	V. Total Hrs. Hombre USD
1	Maestro Cerrajero	1	50	1	50
2	Ayuda Calificada	2	25	4	200
TOTAL					250,00 USD.

Tabla 15:

Total costos primarios

Nº	Detalle	Valor \$
1	Costos de materiales	1271,00
3	Costo por mano de obra	250,00
	TOTAL	1521.00

3.27 Costos secundarios

Tabla 16:

Total costos secundarios

N°	Detalle	Valor \$
1	Elaboración de textos	180
2	CD'S	30
3	Asesoramiento	100
	TOTAL	310

3.28 Costo total del proyecto de grado

Tabla 17:

Total costo del proyecto

N°	Detalle	Valor \$
1	Gastos primarios	1521
2	Gastos secundarios	310
	TOTAL	1831

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se rehabilitó el sistema de pitot estático del avión A37-B, utilizando información técnica recolectada, y ayuda de un asesor especializado en el tema.
- Los requerimientos técnicos de funcionamiento u operación se determinaron previo a la implementación del simulador de datos de aire del avión A37-B permitiendo con esto establecer los parámetros requeridos para una operación favorable.
- Con la implantación del simulador de datos de aire del avión A37-B, brindando una ayuda muy importante en la enseñanza de este sistema y las actividades a realizarse dentro del avión escuela de Unidad de Gestión de Tecnologías, ya que el ambiente de estudio y actividades será confortable.
- Una vez finalizado el proceso de implantación del simulador de datos de aire del avión A37-B se ha podido comprobar el correcto funcionamiento del mismo, realizando ensayos, en los que se verifico su total funcionalidad y utilidad.

Recomendaciones

- Las instrucciones que se encuentran descritas en cada uno de los manuales deben ser seguidas paso a paso, para evitar un incidente o accidente.
- Es importante que toda la información relacionada con la implantación del sistema sea dada a conocer de manera detallada a las personas que lo van a operar.
- El mantenimiento del simulador de datos de aire del avión A37-B debe ser realizado por personal certificado y autorizado.
- El uso del simulador de datos de aire del avión A37-B es solamente con fines de instrucción en ningún caso el sistema de pitot estático reemplaza al sistema de original descrito en los manuales del avión A37-B.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Implementación:** Acción y efecto de realizar una instalación nueva para un sistema, u componente.
- **Presurizar:** Mantener la presión atmosférica normal en un espacio, independientemente de la presión exterior.
- **Válvula de paso:** Derivación, paso, desviación, tubo de paso o de dos pasos.
- **FAA:** Federal Aviation Administration, entidad gubernamental responsable de la regulación de todos los aspectos de la aviación civil en los Estados Unidos.
- **Fitting:** Unión metálica para cañerías de presión.
- **Tester:** Equipo para realizar una prueba de diagnóstico, funcionamiento u operación de sistemas o equipos con el fin de verificar su funcionamiento y condición actual.
- **Actitud:** Posición de una aeronave en términos de alabeo y cabeceo. En terminología sencilla, morro hacia arriba o hacia abajo, alas niveladas o inclinadas.
- **Altitud:** Distancia vertical a la que se encuentra una aeronave del nivel del mar. No confundir con "Altura".
- **Altitud de transición:** Altitud sobre la cual el altímetro se ajusta en una calibración internacional estándar, obviando las condiciones atmosféricas locales.

- **Altura:** Medida del tamaño de un objeto, en relación a su dimensión en la vertical. La Altura de un avión en vuelo se mide con respecto al nivel del suelo.
- **Altímetro:** Instrumento utilizado para estimar la altitud en la que se encuentra una aeronave, en base a la medición de la presión atmosférica circundante.
- **ALT:** Término utilizado para referirse al altímetro.
- **Anemómetro:** Instrumento meteorológico que sirve para medir la velocidad del avión en el aire.
- **ASI:** Siglas en inglés de "Air Speed Indicator" indicador de velocidad vertical.
- **VSI:** Término utilizado para referirse al indicador de velocidad vertical, variómetro.

ABREVIATURAS

M.O.A.COND: Manual de operación de la rehabilitación del sistema de pitot estático y simulador de datos de aire.

M.M.A.COND: Manual de mantenimiento del sistema pitot estático y simulador de datos de aire.

H.R.A.COND: Hoja de Registro del sistema pitot estático y simulador de datos de aire.

FAA: Federación de administración de la aviación.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS:

Conocimiento del avión, Antonio Esteban Oñate.

(FAA-H-8083-31A, Capitulo 10, sistema de instrumentos de la aeronave)

Instrumentos de avión, E.H.J Pallett.

NET GRAFÍA:

<http://www.geocities.ws/aviacionperucenepa/Aeroncessna.html>, 1985

http://www.luizmonteiro.com/learning_pitot_sim.aspx, 1985

<http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1985

<http://netsoldadores.blogspot.com/2005/11/el-velocimetro.html>, 1985

<http://www.manualvuelo.com/INS/INS23.html>, 1985