

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE GLOBO AEROSTÁTICO  
UTILIZANDO SENSORES DE PRESIÓN PARA LA  
DEMOSTRACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE GASES”**

**POR:**

**ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título  
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**.

---

**ING. MARCO PILATASIG**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, 13 de octubre del 2010

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico ante todo y sobre todo a mi Dios, quien fue el que me dio la sabiduría, fortaleza y salud para cumplir mis metas, sueños dentro de mis aspiraciones que es el feliz término de este trabajo.

A mis padres que con su apoyo, abnegación y esfuerzo me supieron dar su ejemplo y aprender a seguir el sendero que me trazaron para lo cual estoy dispuesto a cumplir con sus caros anhelos, aportando con lo que esté a mi alcance para ser un gran profesional para cimentar de gran manera mi futuro.

**ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**

## **AGRADECIMIENTO**

Primordialmente debo retribuir a la grandeza, que mis padres han infundido día a día la paciencia y tenacidad que se necesita para emprender un desafío que hoy lo finalizo de la mejor manera posible, la convicción de apoyo de mi hermana, tíos y abuelitos por esa voz de estímulo que una persona necesita.

Acto seguido quiero dejar constancia mi gran reconocimiento a los docentes del instituto, personal del CID-FAE Ambato en particular a las áreas de Electrónica y Estructuras, de manera especial a mi director de proyecto; que con su libre cognición puesta a nuestro haber lograron plasmar a los profesionales holísticos que tanto se puede anhelar; a mis compañeros que en momentos de regocijo y nostalgia nos respaldamos.

**ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XI
RESUMEN .....	XII
SUMARY.....	XIII

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación e Importancia .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos .....	3
1.5 Alcance.....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2. Introducción.....	5
2.1 La atmósfera .....	6
2.1.1 Composición.....	9
2.1.2 Presión atmosférica.....	9
2.2 Sistema estructural.....	11
2.2.1. Domo de acrílico .....	11

2.2.2. Prototipo .....	11
2.2.2.1. Según su origen .....	12
2.2.2.2. Según su composición química.....	13
2.2.2.3. Según sus aplicaciones.....	13
2.2.2.4. Según su comportamiento al elevar su temperatura .....	14
2.2.3. Tablero para base de maqueta .....	14
2.2.3.1 Tablero MDF .....	14
2.2.4. Base metálica.....	16
2.2.4.1 Pernos y tornillos.....	16
2.2.4.2 Roscas .....	16
2.2.6. Garruchas.....	18
2.3 Sistema eléctrico .....	19
2.3.1. Cables .....	19
2.3.1.1. Cable plano flexible .....	20
2.3.2 Enchufe .....	21
2.3.2.1. Enchufe macho o clavija.....	21
2.3.2.2 Tipos.....	22
2.4 Sistema electrónico .....	22
2.4.1 Componentes electrónicos .....	22
2.4.1.1. Resistencias .....	22
2.4.1.2 Condensadores.....	24
2.4.1.3 Diodos .....	25
2.4.1.4 Transistores.....	26
El transistor de potencia.....	27
Reguladores de voltaje en C.I. ....	27
2.4.1.5. Sensores de presión.....	29
2.5 Sistema neumático.....	30

2.5.1 Bomba de vacío.....	30
2.5.1.1. Tipos de bombas de vacío .....	31
Rotativas de paletas.....	31
De Canal Lateral .....	32
2.5.2 Conectores neumáticos.....	34
2.5.2.1 Conector Recto .....	35
2.5.2.2 Conector Curvo .....	35
2.5.2.3. Conector tipo Distribuidor .....	36
2.5.3 Electroválvulas .....	37
2.5.4 Tubería neumática .....	40
2.5.5 Válvulas de control de flujo.....	42

### CAPÍTULO III

#### DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	45
3.2.1 Sistema estructural.....	46
3.2.1.1 Esquema general .....	46
3.2.1.2 Base principal.....	47
3.2.1.3 Domo de acrílico .....	49
3.2.1.4 Prototipos del globo aerostático .....	50
3.2.1.5 Sellado de la base principal.....	52
3.2.1.6 Elaboración de la base metálica.....	54
3.2.2. Sistema neumático .....	56
3.2.2.1 Descripción de los componentes.....	56
3.2.2.2 Esquema neumático.....	56
3.2.2.3 Colocación de los elementos neumáticos .....	56
3.2.2.4 Bomba de vacío.....	58

3.2.3 Sistema electrónico .....	59
3.2.3.1 Fuente de poder .....	59
3.2.3.2 Sensores de presión.....	63
3.2.4 Sistema eléctrico .....	64
3.2.5 Señalización de la Maqueta .....	66
3.3 Pruebas y análisis de resultados.....	67
3.3.1 Ensayos de los sistemas estructurales y neumático .....	67
3.3.2 Pruebas de los sistemas eléctrico y electrónico .....	68
3.3.3 Prueba operativa .....	69
3.3.3.1 Ajuste de las válvulas reguladoras de flujo.....	70
3.4.4 Análisis de resultados.....	71
3.4.4.1 Estudio del funcionamiento .....	71
3.4.4.2 Análisis de gastos.....	73

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	77
4.2 Recomendaciones.....	78
GLOSARIO.....	79
BIBLIOGRAFÍA .....	82
ANEXOS .....	83



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Gases que forman la atmósfera.....	9
Tabla 2.2. Características de la atmósfera en distintas alturas.....	10
Tabla 2.3. Propiedades de los tableros MDF.....	15
Tabla 2.4. Características de operación del sensor MPX4115.....	30
Tabla 2.5. Características de la bomba de vacío.....	33
Tabla 2.6. Datos técnicos de electroválvula Mac serie 100.....	39
Tabla 2.7. Tubería neumática.....	42
Tabla 2.8. Datos técnicos de válvula control de flujo.....	44
Tabla 3.1. Dimensiones principales de los prototipos.....	51
Tabla 3.2. Gastos del sistema estructural .....	73
Tabla 3.3. Gastos del sistema neumático.....	74
Tabla 3.4. Gastos del sistema eléctrico y electrónico.....	75
Tabla 3.5. Gastos totales del proyecto .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Superficie de la tierra.....	6
Figura 2.2. Capas de la atmosfera.....	7
Figura 2.3. Los polímeros.....	12
Figura 2.4. Tableros MDF.....	14
Figura 2.5. Perno con rosca mariposa.....	17
Figura 2.6. Perfil cuadrado de acero.....	18
Figura 2.7. Garruchas.....	18
Figura 2.8. Cable plano flexible.....	21
Figura 2.9. Enchufe.....	21
Figura 2.10. Símbolos de las resistencias.....	23
Figura 2.11. Composición interna de la resistencia de carbón.....	23
Figura 2.12. Los condensadores y su composición interna.....	24
Figura 2.13. Símbolos de los condensadores.....	25
Figura 2.14. Los diodos.....	25
Figura 2.15. Los transistores.....	27
Figura 2.16. Configuración del regulador de tensión.....	28
Figura 2.17. Sensores de presión MPX4115.....	29
Figura 2.18. Funcionamiento de la bomba de vacío.....	31
Figura 2.19. Bomba de vacío.....	33
Figura 2.20. Conector recto.....	35
Figura 2.21. Conector curvo.....	35
Figura 2.22. Conector en “T”.....	36
Figura 2.23. Conectores complementarios.....	36
Figura 2.24. Diagrama interno de la electroválvula.....	37
Figura 2.25. Electroválvula Mac serie 100.....	38
Figura 2.26. Tabla para determinar el diámetro de la tubería.....	40

Figura 2.27. Tubería neumática.....	41
Figura 2.28. Válvula de control de flujo.....	43
Figura 3.1. Diagrama de la estructura.....	47
Figura 3.2. Diagrama neumático en FluidSIM-P.....	56
Figura 3.3. Diagrama en bloques de una fuente.....	59
Figura 3.4. Diagrama esquemático en Eagle 4.15.....	61
Figura 3.5. Diagrama impreso diseñado en Eagle 4.....	61
Figura 3.6. Circuito filtro de sensores de presión.....	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

### **Anexo A**

#### **Anteproyecto**

### **Anexo B**

#### **Características de bomba de succión**

### **Anexo C**

#### **Datos técnicos del Sensor de presión**

### **Anexo D**

#### **Datos de Electroválvulas**

### **Anexo E**

#### **Manual del usuario**

## RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación forma parte del proyecto que se lleva a cabo desde hace dos años en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial ubicado en el Aeropuerto de Ambato, el cual consiste en la construcción del Prototipo de Gran Altitud (PGA), el mismo que requiere de control autónomo de ascenso y descenso del dirigible; para esto por medio del Instituto se puso a conocimiento de los requerimientos que debía tener este control para lo cual se autorizó la elaboración de un modelo de dirigible que demuestre este sistema en una maqueta la misma que la llevaré a cabo, por lo que se dio comienzo a realizar investigaciones sobre sensores de presión, sistemas neumático y en especial el área de Electrónica, para definir el diseño que se lo elaborará más adelante.

Luego de un arduo trabajo se procedió adquirir los materiales necesarios para este objetivo, se comienza con la elaboración de la base principal donde ira asentado el domo de acrílico en cuyo interior se alojará un dirigible similar a un Zeppelin; dicha estructura se lo dispone a sellarle ya que este es el escenario donde el sistema neumático hará su función de regularizar y transportar el aire ya sea en succión como en ingreso.

Dicho sistema contará con una fuente de alimentación que proveerá de voltaje a las electroválvulas y sensores de presión absoluta, los mismos que serán monitoreados desde un computador; además de esto cuenta con válvulas reguladoras de flujo para hacer manualmente pequeños cambios de flujo; la succión lo hace una bomba de vacío eléctrica, la cual también es controlada; se puede decir que la compensación del dirigible, esta dado por una variación de presión el globo interno o ballonet, se infle o desinfe y se procura que el globo externo mantenga su forma, en esta fase se toma en cuenta la ley de gases puesto que un gas al disminuir la presión éste tiende a ocupar mayor volumen, para finalizar con la adecuación necesaria en la maqueta y proporcionar de movilidad para su transportación, todo este sistema será de gran soporte para los técnicos que realizan el PGA.

## SUMARY

The project that shows up next is part of the project that is carried out for two years in the Center of Investigation and Aerospace Development located in the Airport of Ambato, which consists on the construction of the Prototype of Great Altitude (PGA), the same one that requires of autonomous control of ascent and descent of the blimp; for this by means of the Institute started to knowledge of the requirements that should have this control for that which the elaboration of a blimp model was authorized that demonstrates this system in a scale model the same one that I will carry out it, for what beginning was given to carry out investigations on pressure sensors, systems tire and especially the area of Electronic, to define the design that will elaborate it to him later on.

After an arduous work you proceeded to acquire the necessary materials for this objective, you begins with the elaboration of the main base where seated anger the dome of acrylic in whose internal will lodge a similar blimp to a Zeppelín; this structure prepares it to seal him/her since this it is the scenario where the pneumatic system will make its function of to regularize and to either transport the air in suction like in entrance. The project that shows up next is part of the project that is carried out for two years in the Center of Investigation and Aerospace Development located in the Airport of Ambato, which consists on the construction of the Prototype of Great Altitude (PGA), the same one that requires of autonomous control of ascent and descent of the blimp; for this by means of the Institute started to knowledge of the requirements that should have this control for that which the elaboration of a blimp model was authorized that demonstrates this system in a scale model the same one that I will carry out it, for what beginning was given to carry out investigations on pressure sensors, systems tire and especially the area of Electronic, to define the design that will elaborate it to him later on.

This system will have a feeding source that will provide from voltage to the electrovalves and absolute pressure sensors, the same ones that will be watch over from a computer; besides this bill with flow control valves to make small changes of flow manually; the suction makes it an electric vacuum pump, which is also controlled; one can say that the compensation of the blimp, this is given for a

variation of pressure the internal globe or ballonet, fill out or deflate and it is tried that the external globe maintains its form, in this phase he/she takes into account the law of gases since a gas when diminishing the pressure this spreads to occupy bigger volume, to conclude with the necessary adaptation in the scale model and to provide of mobility for its transportation, this whole system will be of great support for the technicians that PGA carries out.

## **CAPÍTULO I**

### **EL TEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

El 10 de julio del 2008, en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, inició el proyecto pionero en el desarrollo aeroespacial del Ecuador: el diseño y construcción de un prototipo de Plataforma de Gran Altitud (PGA), con la necesidad de un control del nivel de elevación con la regulación de gases atmosféricos para alcanzar la meta de poseer un servicio similar a un satélite y proveer de varios servicios como tv, internet, teléfono, etc. ; a las zonas más recónditas del Ecuador.

La misión del CID-FAE es: "Desarrollar la investigación científica y tecnológica aeronáutica y aeroespacial, para mejorar la capacidad operativa de la Fuerza Aérea y contribuir a la producción científica, tecnológica y al desarrollo intelectual a nivel nacional.

La visión del CID-FAE es: "Ser el pionero en el desarrollo aeroespacial nacional".

Son escasos los trabajos investigativos sobre este tema en el país, es decir, las investigaciones de este tipo no se han realizado dentro del instituto por lo que este trabajo contiene amplios conocimientos sobre otras especialidades que conllevaron a realizarlo como la mecánica, neumática y el área de electrónica mediante técnicas de planificación, organización y supervisión técnica de miembros del CID-FAE como del ITSA.

La PGA que desarrolla el CID-FAE, y en particular la parte del proyecto que es objeto de la presente investigación, de donde surgió el tema se pueden corroborar

que en los archivos de la biblioteca del ITSA, no se ha realizado trabajos similares, ya sea por desconocimiento o rehusar la importancia que genera su creación por parte de la FAE.

## **1.2 Justificación e Importancia**

Dentro de las finalidades del CID-FAE al desarrollar la PGA, se presenta la labor de elaborar el guiado, control y navegación mediante un sistema controlado por un computador, quien administra el vuelo en base a la información generada por los sensores a bordo y en función a la planificación cargada en memoria; sin embargo, el plan de vuelo puede ser modificado desde tierra a través de un enlace de datos, de acuerdo a los requerimientos operacionales.

El tema a investigarse se justifica puesto que es un requerimiento que puede otorgar fundamentos al proyecto PGA, en algo esencial como es el Control Automático de Gases, que para su desarrollo se contó con los documentales informativos difundidos en prensa, radio, tv como también internet, con el apoyo incondicional del personal del CID-FAE, docentes de la carrera de Electrónica del ITSA y demás técnicos e ingenieros que aportaron con sus valiosos conocimientos.

El trabajo investigativo se constituirá en un aporte significativo para la culminación del objetivo propuesto por parte de los técnicos a cargo del proyecto, ya que podrá ser beneficioso por el análisis que se realizó dentro de este módulo, una variación de presiones para observar y controlar el comportamiento del prototipo en una atmósfera regulada, además de incentivar la búsqueda de nuevas tecnologías a implementarse en el país para emprender nuevas formas de desarrollo aeroespacial. Todo esto se puede lograr a base de conocimientos, destrezas y actitudes impartidos, a su vez asimilados por los estudiantes del ITSA.



## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

- Construir un modelo de globo aerostático empleando sensores de presión, que permita demostrar el control automático de gases para la Plataforma de Gran Altitud.

### **1.3.2 Específicos**

- Analizar los requerimientos fundamentales y precisar los componentes necesarios para la construcción del modelo para la demostración del Control Automático de Gases.
- Diseñar y elaborar el modelo de globo aerostático por medio de elementos neumáticos, mecánicos y los sensores de presión.
- Examinar el dispositivo adecuado para succión de aire y de esta forma disminuir la presión dentro de la cápsula.
- Demostrar el funcionamiento del control automático de gases mediante el modelo de globo aerostático.
- Determinar el fenómeno físico que se presenta en el modelo de globo aerostático cuando es sometido a variación de presión.

## **1.5 Alcance**

La PGA necesita un control de altura de vuelo autónomo es decir por órdenes enviadas desde tierra, porque sin esto el prototipo podría desestabilizarse debido a variaciones atmosféricas y climáticas, por lo tanto se puede perder su control, provocar daños en el prototipo que ocasione pérdidas económicas así como tiempo de trabajo en los dispositivos de gran tecnología que se encontrarán a bordo. Sin este control el prototipo de gran altura también podría exceder la altura deseada. La investigación servirá para el análisis de la presión y el volumen

indicado para mantener estable a la Plataforma a la altura deseada sobre la superficie terrestre, el sistema servirá de base para aplicarla en los prototipos que se van a llevar a cabo ya que con esto se obtendrá las señales desde el prototipo para monitorearlas y controlarlas constantemente desde la estación en tierra, como finalidad del proyecto se hará un modelo que permita demostrar el control autónomo de gases.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2. Introducción<sup>1</sup>

El dirigible fue el primer aparato volador tripulado, completamente gobernable que surcó los cielos de la tierra hacia 1854, mucho antes que el lejano 1901 o 1903 en que volaron los primeros aviones con motor de Whitehead y de los Wrigt, respectivamente.

Este primer vuelo de un dirigible tripulado (antes se habían construido algunos no tripulados), fue comandado por el que hoy se considera el inventor de los dirigibles: Enrique Giffard, quien en un dirigible de 2500m<sup>3</sup> de hidrógeno que lo elevaba a él, a un motor de vapor de 2,2 kW y a los órganos de control y dirección del dirigible (un timón, la barquilla, y los cables respectivos con los cuales se dirigía aquel vehículo), hizo un vuelo corto pero que significó un gran salto para el desarrollo de la técnica aérea mundial. Luego de este hombre vinieron muchos más, para realizar aportes significativos en una progresión que llevó hacia los grandes dirigibles rígidos que se guardan en la memoria de la gente por el trágico espectáculo del Hindenburg. En esta lista de ilustres se encuentran grandes nombres que desde cada uno de sus países han logrado realizar hazañas que se han perdido en el olvido y que fueron en su momento, como lo es hoy, la tecnología espacial para las potencias mundiales, una batalla publicitaria.

---

<sup>1</sup>[http://pacac.org.coapc-aa- files504f45444b444b444b444b444b44vol%20XI%20No.%202%20\\_](http://pacac.org.coapc-aa- files504f45444b444b444b444b444b44vol%20XI%20No.%202%20_)

Hoy en día se puede decir que un dirigible consta de una envoltura exterior que da forma al dirigible y unos *ballonets* en su interior, que controlan la altura y en gran medida la actitud del dirigible, esto sin importar el tipo de dirigible, rígido, semirrígido o no rígido. Todos los dirigibles sin excepción, cuentan también con órganos motores y de dirección, los primeros, son los encargados de brindar el movimiento al dirigible y también colaboran en su control cuando se les trabaja de manera diferencial uno con respecto al otro, o cuando se les permite bascular de manera que el empuje generado por ellos pueda no solo dar fuerza para el avance, sino también fuerza ascendente o descendente según se necesite.

## 2.1 La atmósfera<sup>2</sup>

Es la capa gaseosa que envuelve la tierra y que se mantiene unida al planeta por la fuerza de la gravedad. Entre sus funciones más importantes cabe destacar que provee a los seres vivos de gases imprescindibles para la vida, forma parte del ciclo hidrológico, sirve de protección frente a los rayos cósmicos y distribuye la energía del sol por toda la Tierra.



Figura 2.1. Superficie de la tierra

Fuente:[http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea\\_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555](http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555)

---

<sup>2</sup> [http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea\\_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555](http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555)

Tiene un espesor de aproximadamente 1000 kilómetros y a su vez se divide en varias capas concéntricas sucesivas, que se extienden desde la superficie del planeta hacia el espacio exterior. Atendiendo a una clasificación en función de la distribución de temperatura la podemos dividir en troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera.

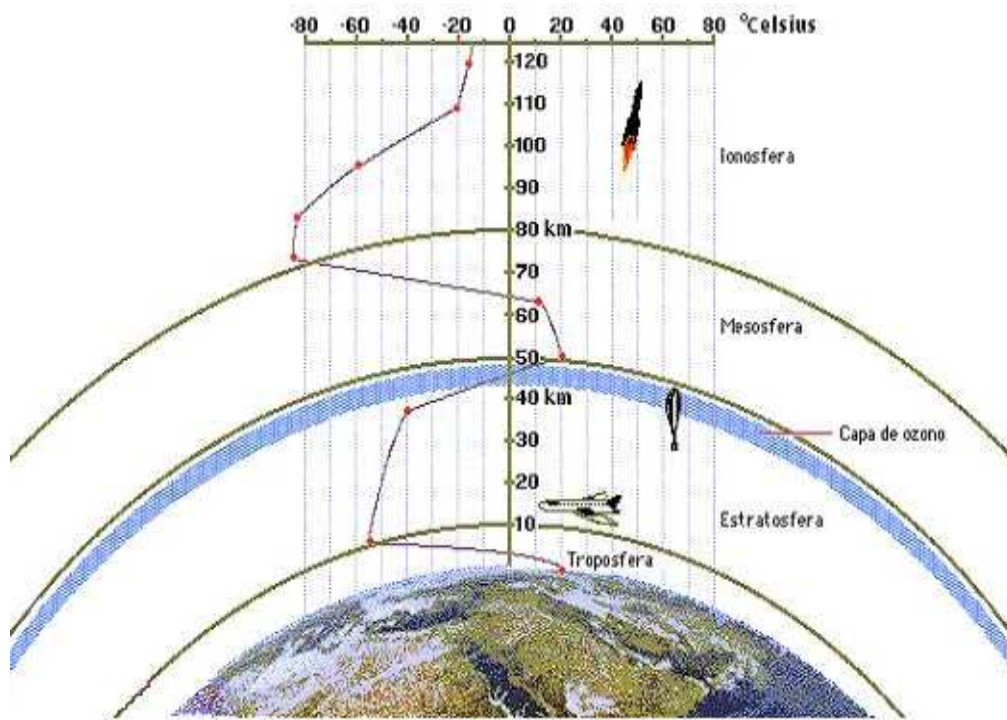


Figura 2.2. Capas de la atmosfera

Fuente:<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

La capa inferior o troposfera se extiende desde la superficie hasta unos 10-15 kilómetros de altitud (menor en los polos y mayor en el ecuador). Contiene aproximadamente el 75% de la masa de gases totales que componen la atmósfera.

En esta capa la temperatura disminuye con la altitud. Cada 100 m de ascenso disminuye la temperatura 0,64 °C aproximadamente.

$$\frac{\Delta T}{\Delta h} = -0.64^\circ K/100m$$

En general, se puede considerar que la tropósfera tiene una composición homogénea, ya que existe una mezcla continua de gases debida a las diferencias de presiones, las cuales originan una circulación global de grandes masas de aire en la Tierra. También a nivel local, en función del relieve y la meteorología de la zona se producen movimientos y mezclas de las masas de aire.

En esta capa, donde se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) se dispersan la mayor parte de los contaminantes y aquí es donde tienen lugar los fenómenos meteorológicos.

En el extremo superior de la troposfera se encuentra la tropopausa, una superficie ideal que marca el principio de la estratosfera, a una altura en donde la temperatura llega aproximadamente a los  $-57^\circ\text{C}$ .

La estratosfera se extiende desde la tropopausa (15 km de altitud) hasta la estratopausa (50 km de altitud). En ella se distingue dos partes: la estratosfera inferior, en la que la temperatura se mantiene constante, y la estratosfera superior, en la que la temperatura aumenta conforme se asciende donde se puede llegar a alcanzar  $60^\circ\text{C}$  en su punto más alto, coincidiendo con la estratopausa.

El aumento de temperatura en la estratosfera se debe a la presencia de ozono ( $\text{O}_3$ ). Éste se localiza aproximadamente a un intervalo de altura de 20 a 40 kilómetros y tiene la propiedad de absorber gran parte de las radiaciones ultravioletas (con una  $\lambda$  menor de 360 nm) que llegan del sol, de esta manera se produce ese efecto de calentamiento.

Por encima de la estratopausa se encuentra la mesosfera, esta capa se extiende por encima de los 50 kilómetros, aquí la temperatura vuelve a descender hasta un mínimo de  $85^\circ\text{C}$  a una altura de 80 kilómetros. Sobre la mesosfera se encuentra la mesopausa.

A continuación, se encuentra con la termosfera, o ionosfera. Las radiaciones ultravioleta desempeñan un papel fundamental en esta capa, por su capacidad de disociar las moléculas de nitrógeno y oxígeno existentes. La temperatura vuelve a ascender hasta aproximadamente 1.500°C debido a la absorción de estas radiaciones de alta energía.

### 2.1.1 Composición<sup>3</sup>

Los gases fundamentales que forman la atmósfera son:

Tabla 2.1. Gases que forman la atmósfera

Gas	% (en vol.)
Nitrógeno	78.084
Oxígeno	20.946
Argón	0.934
CO <sub>2</sub>	0.033

Fuente:<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

Otros gases de interés presentes en la atmósfera son el vapor de agua, el ozono y diferentes óxidos de nitrógeno, azufre, etc.

### 2.1.2 Presión atmosférica<sup>2</sup>

La presión disminuye rápidamente con la altura (Tabla 2.2), pero además hay diferencias de presión entre unas zonas de la troposfera y otras que tienen gran interés desde el punto de vista climatológico.

---

<sup>3</sup> <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.html>

Son las denominadas zonas de **altas presiones**, cuando la presión reducida al nivel del mar y a 0°C, es mayor de 1.013 milibares o zonas de **bajas presiones** si el valor es menor que ese número. En meteorología se trabaja con presiones reducidas al nivel del mar y a 0°C para igualar datos que se toman a diferentes alturas y con diferentes temperaturas y hacer así comparaciones.

El aire se desplaza de las áreas de más presión a las de menos formándose de esta manera los vientos.

Se llaman **isobaras** a las líneas que unen puntos de igual presión. Los mapas de isobaras son usados por los meteorólogos para las predicciones del tiempo

Tabla 2.2. Características de la atmósfera en distintas alturas

Altura (m)	Presión (milibares)	Densidad (g · dm <sup>-3</sup> )	Temperatura (°C)
0	1013	1,226	18
1000	898,6	1,112	12,5
2000	794,8	1,007	8
3000	700,9	0,910	-2,5
4000	616,2	0,820	-10
5000	540	0,736	-17,5
10000	264,1	0,413	-50
15000	120,3	0,194	-56,5

Fuente:<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



## 2.2 Sistema estructural

### 2.2.1. Domo de acrílico<sup>4</sup>

Un domo de acrílico impacta con base a las necesidades del mercado; este acrílico cuenta con las mismas propiedades típicas del acrílico convencional en su uso general tales como alto brillo, estabilidad a la interperie, estabilidad en color y la más importante que ofrece una ventaja adicional en su alta resistencia al impacto.

#### **Este domo cuenta con las siguientes características:**

Más resistente, 300 veces más resistente que el vidrio y 30 veces más resistente que el acrílico. Resiste a impactos de piedras y granizo, no se astilla ni se rasga.

- Alta transmisión de luz. Protección UV y contra efectos del medio ambiente.
- Térmico. Debido a su estructura de dos paredes con cámara de aire provee de un aislamiento prolongado ya que es celular.
- Autoextinguible. Seguridad ante incendios; su material plástico no propaga la flama y lo más importante no produce gases tóxicos en caso de combustión forzada.
- Larga vida útil.

Existen diversos diseños de domos, todos ellos ofrecen ventajas y se ajustan a las necesidades de cada espacio; desde el tradicional tipo burbuja hasta los domos triangulares, hexagonales o circulares. Todos garantizan alta transmisión de luz, resistencia, ligereza y economía.

### 2.2.2. Prototipo<sup>5</sup>

En química, los **polímeros** son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción

---

<sup>4</sup> <http://www.skydom.com.mx/pag-ac.html>

<sup>5</sup> [http://www.grupoidesa.com/uploads/boletin\\_tecnico\\_5.pdf](http://www.grupoidesa.com/uploads/boletin_tecnico_5.pdf)

de polimerización para dar lugar al polímero, ésta se clasifica como polimerización por pasos o como polimerización en cadena. En cualquier caso, el tamaño de la cadena dependerá de parámetros como la temperatura o el tiempo de reacción, teniendo cada cadena un tamaño distinto y, por tanto, una masa molecular distinta, por lo que se habla de masa promedio para el polímero.



Figura 2.3. Los polímeros

Fuente: <http://www.seplavar.com/uploads/30.gif>

Existen varias formas posibles de clasificar los polímeros, sin que sean excluyentes entre sí:

#### 2.2.2.1. SEGÚN SU ORIGEN

- **Polímeros naturales.** Existen en la naturaleza muchos polímeros y las biomoléculas que forman los seres vivos son macromoléculas poliméricas. Por ejemplo, las proteínas, los ácidos nucleicos, los polisacáridos (como la celulosa y la quitina), el hule o caucho natural, la lignina, etc.
- **Polímeros semisintéticos.** Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Por ejemplo, la nitrocelulosa, el caucho vulcanizado, etc.
- **Polímeros sintéticos.** Muchos polímeros se obtienen industrialmente a partir de los monómeros. Por ejemplo, el nylon, el poliestireno, el cloruro de polivinilo (PVC), el polietileno, etc.

### 2.2.2.2. SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

- **Polímeros orgánicos.** Posee en la cadena principal átomos de carbono.
- **Polímeros vinílicos.** La cadena principal de sus moléculas está formada exclusivamente por átomos de carbono.
- **Poliolefinas,** formados mediante la polimerización de olefinas. Ejemplos: polietileno y polipropileno.
- **Polímeros estirénicos,** que incluyen al estireno entre sus monómeros. Ejemplos: poliestireno y caucho estireno-butadieno.
- **Polímeros vinílicos halogenados,** que incluyen átomos de halógenos (cloro, flúor) en su composición. Ejemplos: PVC y PTFE.
- **Polímeros acrílicos.** Ejemplos: PMMA.

### 2.2.2.3. SEGÚN SUS APLICACIONES

- **Elastómeros.** Son materiales con muy bajo módulo de elasticidad y alta extensibilidad; es decir, se deforman mucho al someterlos a un esfuerzo pero recuperan su forma inicial al eliminar el esfuerzo. En cada ciclo de extensión y contracción los elastómeros absorben energía, una propiedad denominada resiliencia.
- **Plásticos.** Son aquellos polímeros que, ante un esfuerzo suficientemente intenso, se deforman irreversiblemente, no pueden volver a su forma original. Hay que resaltar que el término plástico se aplica a veces incorrectamente para referirse a la totalidad de los polímeros.
- **Fibras.** Presentan alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad, lo que permite confeccionar tejidos cuyas dimensiones permanecen estables.
- **Recubrimientos.** Son sustancias, normalmente líquidas, que se adhieren a la superficie de otros materiales para otorgarles alguna propiedad, por ejemplo resistencia a la abrasión.
- **Adhesivos.** Son sustancias que combinan una alta adhesión y una alta cohesión, lo que le permite unir dos o más cuerpos por contacto superficial.

#### 2.2.2.4. SEGÚN SU COMPORTAMIENTO AL ELEVAR SU TEMPERATURA

- **Termoplásticos**, que fluyen (pasan al estado líquido) al calentarlos y se vuelven a endurecer (vuelven al estado sólido) al enfriarlos. Su estructura molecular presenta pocos (o ningún) entrecruzamientos. Ejemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), PVC.
- **Termoestables**, que no fluyen, y lo único que conseguimos al calentarlos es que se descompongan químicamente, en vez de fluir. Este comportamiento se debe a una estructura con muchos entrecruzamientos, que impiden los desplazamientos relativos de las moléculas.

#### 2.2.3. Tablero para base de maqueta<sup>6</sup>

##### 2.2.3.1 Tablero MDF

También se le llama DM o tablero de fibra de densidad media. Esta fabricado a partir de elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco. Se utiliza como aglutinante un adhesivo de resina sintética.



Figura 2.4. Tableros MDF

Fuente:[http://img.alibaba.com/photo/222521093/MDF\\_medium\\_density\\_fibre\\_board\\_.jpg](http://img.alibaba.com/photo/222521093/MDF_medium_density_fibre_board_.jpg)

Presenta una estructura uniforme, homogénea y una textura fina que permite que sus dos caras y sus cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar incluso los cantos. La

---

<sup>6</sup> <http://www.bricotodo.com/tipostableros.html>

estabilidad dimensional, al contrario que la madera maciza, es óptima, pero su peso es muy elevado. Constituye una base excelente para las chapas de madera. Es perfecto para lacar o pintar. También se puede barnizar. Se encola (con cola blanca) fácilmente y sin problemas. Es comercializado en grosores desde 2,5 mm a 4 cm o más. La medida del tablero es de 244 x 180 cm. Suele ser de color marrón medio-oscuro.

Tabla 2.3. Propiedades de los tableros MDF

<b>Grosor</b>	<b>Densidad aprox.</b>	<b>Peso aprox.</b>
de 2,5 a 3 mm	800 Kg/m <sup>3</sup>	7 Kg
de 4 a 6 mm	780 Kg/m <sup>3</sup>	12 Kg
de 7 a 9 mm	770 Kg/m <sup>3</sup>	16 Kg
de 10 a 16 mm	760 Kg/m <sup>3</sup>	23 Kg
de 18 a 19 mm	755 Kg/m <sup>3</sup>	36 Kg
de 22 a 25 mm	750 Kg/m <sup>3</sup>	43 Kg
de 28 a 32 mm	740 Kg/m <sup>3</sup>	66 Kg
de 35 a 38 mm	730 Kg/m <sup>3</sup>	70 Kg

Fuente: <http://www.bricotodo.com/tipostableros.htm>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

Recomendable para construir todo tipo de muebles (funcionales o artísticos) en los que el peso no suponga ningún problema. Son una base óptima para lacar. Excelente como tapas de mesas y bancos de trabajo. Se puede utilizar como lienzo para pintar, como base para maquetas, como trasera y fondo de cajones en muebles y como trasera de portafotos, posters y puzzles. También se usa para hacer formas, peanas, para tallar e incluso para hacer esculturas (pegando varios tableros para obtener un grosor adecuado). No es apto para exterior ni condiciones húmedas.

## 2.2.4. Base metálica

### 2.2.4.1 Pernos y tornillos<sup>7</sup>

Los tornillos se encuentran disponibles en gran variedad de tamaños, clases de roscas y gran diversidad de cabezas. Pueden emplearse en agujeros angostados o con tuercas.

**Tornillos de cabeza o comunes:** Un tornillo de cabeza es un sujetador roscado que une dos o más partes pasando a través de un agujero holgado en una parte, y que luego se atornilla en el agujero roscado de la otra. Se aprietan o aflojan aplicando un momento de torsión en la cabeza.

Clasificación: los tornillos de cabeza varían en tamaño a partir de 6 mm de diámetro y se encuentran en cinco tipos básicos de cabezas.

**Pernos:** Un perno es un sujetador roscado que pasa a través de agujeros holgados en las partes ensambladas, y que se atornilla en una tuerca. Los pernos y tuercas se encuentran en varias formas y tamaños. Los de cabezas cuadradas y hexagonales son los más comunes y varían en tamaño, desde 6 hasta 72 mm de diámetro.

### 2.2.4.2 Roscas

Los sujetadores roscados como tornillos, pernos, espárragos y tuercas se fabrican en formas y tamaños muy diversos.

Una **rosca de tornillo** es una arista continua de sección uniforme en forma de hélice sobre la superficie interna o externa de un cilindro.

**Formas de las roscas:**

**La forma de rosca en V.** Para sistemas de sujeción de instrumentos de precisión.

**La rosca redonda o de cordón.** Es laminada o fundida.

**Formas cuadradas y trapeciales.** Se diseñan para transmitir movimiento o potencia.

**Roscas de estribo.** Transmite presión en una sola dirección

**Roscas simples y compuestas** Casi todos los tornillos tienen roscas sencillas

---

<sup>7</sup> <http://pdf.rincondelvago.com/tuercas-y-remaches.html>

La **rosca sencilla** tiene un solo filete en forma de hélice. Una **rosca doble** tiene dos filetes en forma de hélice que se inician en dos puntos separados por 180°, y el avance es dos veces el paso. Se denomina **rosca de dos entradas**.



Figura 2.5. Perno con rosca mariposa

Fuente:[http://img.alibaba.com/photo/272146314/Butterfly\\_screw.jpg](http://img.alibaba.com/photo/272146314/Butterfly_screw.jpg)

### **Estándares de roscas**

Roscas métricas: Las roscas métricas se agrupan en combinaciones de diámetro y paso, se distinguen unas de otras por el paso aplicado a diámetros específicos.

Roscas en pulgadas: hasta 1976, casi todos los ensambles con rosca se calcularon en pulgadas, en este sistema el paso es igual al número de hilos por pulgada.

### **2.2.5. Tubo cuadrado de acero<sup>8</sup>**

Producto realizado en caliente por láminas, su uso es muy frecuente y muy conocido. Se usan en la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

El acero que sale del horno alto de colada de la siderurgia es convertido en acero bruto fundido en lingotes de gran peso y tamaño que posteriormente hay que laminar para convertir el acero en los múltiples tipos de perfiles comerciales que existen de acuerdo al uso que vaya a darse del mismo.

---

<sup>8</sup> [http://wapedia.mobi/es/Acero\\_laminado](http://wapedia.mobi/es/Acero_laminado)

El tipo de perfil de las vigas de acero, y las cualidades que estas tengan, son determinantes a la elección para su aplicación y uso en la ingeniería y arquitectura. Entre sus propiedades están su forma o perfil, su peso, particularidades y composición química del material con que fueron hechas, y su longitud.



Figura 2.6. Perfil cuadrado de acero

Fuente:<http://img-europe.electrocomponents.com/largeimages/R436768-01.jpg>

### **2.2.6. Garruchas**

Es producida con el proceso de vulcanización tiene una elasticidad medio-alta. Ofrece una excelente relación coste/rendimiento de la rueda. Los bandajes pueden ser realizados en goma negra o en goma azul antihuella; las ruedas de goma vulcanizadas tienen la llanta en aluminio, hierro fundido mecánico o poliamida 6.





Figura 2.7. Garruchas

Fuente:[http://www.gerardoortiz.com/pls/aplicaciones/p\\_imagen\\_articulo%3FPv\\_Codigo%3D4G10315&imgrefurl](http://www.gerardoortiz.com/pls/aplicaciones/p_imagen_articulo%3FPv_Codigo%3D4G10315&imgrefurl)

Características:

- Ruedas de goma Sigma Elastic, dureza 70+/-3 Shore A, buena resistencia al desgarre y al desgaste; núcleo de aluminio y en hierro fundido para mecánica.
- Soportes industriales (NL), pesados (P), extrapesados (EP), electrosoldados (EE).
- Se puede utilizar en ambientes húmedos, con agentes químicos de media agresividad; se desaconseja su utilización en ambientes con solventes orgánicos, aromáticos, clorurados e hidrocarburos.

## 2.3 Sistema eléctrico

### 2.3.1. Cables<sup>9</sup>

Los cables cuyo propósito es conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico.

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500  $\mu$ m hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable así como el grosor mismo del material conductor.

---

<sup>9</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Cable>

Las partes generales de un cable eléctrico son:

- ✓ Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- ✓ Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- ✓ Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- ✓ Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

### **2.3.1.1. Cable plano flexible<sup>10</sup>**

Se refiere a cualquier variedad de cable eléctrico que sea plano y flexible. Sin embargo, el término FFC refiere generalmente al cable extremadamente plano encontrado a menudo en usos electrónicos de alta densidad como las computadoras portátiles y los teléfonos de la célula. FFC es una forma miniaturizada de cable de cinta, que es también plano y flexible. El cable consiste en generalmente una base de película plástica plana y flexible, con los conductores metálicos múltiples enlazados a una superficie. En cada extremo el cable es levemente más grueso ayudar a la inserción y al retiro.

---

<sup>10</sup> [http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flexible\\_flat\\_cable](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flexible_flat_cable)

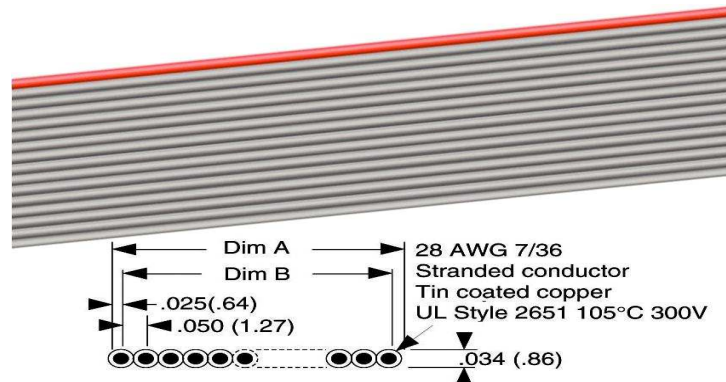


Figura 2.8. Cable plano flexible

Fuente: <http://www.shoptronica.es/img/p/Flat%20cable.jpg>

## 2.3.2 Enchufe<sup>11</sup>

### 2.3.2.1. Enchufe macho o clavija

Un enchufe macho o clavija es una pieza de material aislante de la que sobresalen varillas metálicas que se introducen en el enchufe hembra para establecer la conexión eléctrica. Por lo general se encuentra en el extremo de cable. Su función es establecer una conexión eléctrica con la toma de corriente que se pueda manipular con seguridad. Existen clavijas de distintos tipos y formas que varían según las necesidades y normas de cada producto o país.



Figura 2.9. Enchufe

Fuente: <http://www.asteenperu.com/images/productos/L054.jpg>

<sup>11</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Enchufe>

### 2.3.2.2 Tipos

Existen numerosos tipos de enchufes regidos por normas estándar a nivel geográfico, que dependen de numerosos factores, como la tensión, amperaje (intensidad), seguridad, etc, y que afectan al tamaño, formas y materiales empleados para su fabricación.

En la mayor zona de América los enchufes domésticos funcionan con corriente alterna a 110 voltios y 60 hercios. Además, en todos los países de la Unión excepto Chipre, Irlanda, Malta y Reino Unido se utilizan enchufes de tres contactos (partes metálicas) con dos varillas, estando el tercer contacto en la parte superior e inferior del enchufe. Las dos varillas conectan una **fase** y el **neutro**, y el tercer contacto el cable de **tierra** que conecta todas las piezas metálicas de los aparatos eléctricos con tierra para evitar posibles descargas al usuario.

## 2.4 Sistema electrónico

### 2.4.1 Componentes electrónicos

#### 2.4.1.1. Resistencias<sup>12</sup>

Las resistencias son de los componentes electrónicos pasivos. Las mismas cumplen infinidad de funciones en diferentes tipos de circuitos. Entre las funciones que cumple:

1. Divisor de tensión.
2. Limitadora de corriente.
3. Carga.

---

<sup>12</sup> <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

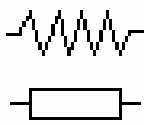


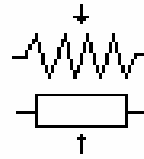
			
Resistencia	Resistencia Variable	Resistencia Ajustable	Potenciómetro

Figura 2.10. Símbolos de las resistencias

Fuente: <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

Las resistencias básicas se pueden encontrar construidas de carbón y un compuesto metálico denominado NICRON, que es la mezcla de NIQUEL y CROMO, así como de compuestos especiales para funciones especiales.

### Resistencias de Carbón.

Las que son de carbón están construidas de la siguiente forma.

El carbón mineral es pulverizado y depositado sobre un tubo cerámico en forma de bobina. La densidad del carbón depositado, así como el largo de la bobina de carbón determinan el valor obtenido. Luego todo esto va recubierto por un material aislante, normalmente cerámica.

Estos tipos de resistencias normalmente, tienen su valor determinado por un código de colores que vienen en forma de anillos. Este código determina su valor así como su tolerancia.

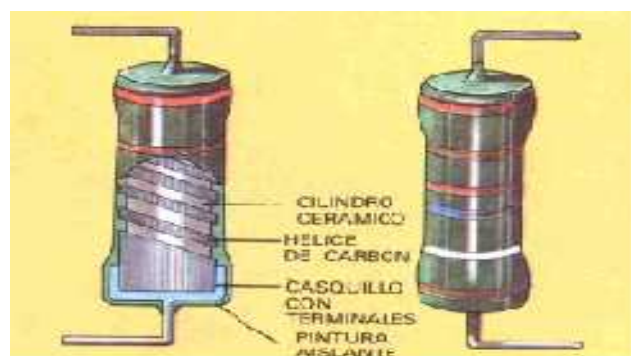


Figura 2.11. Composición interna de la resistencia de carbón

Fuente: <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

### 2.4.1.2 Condensadores<sup>12</sup>

De la misma forma que dos conductores por los que circula una corriente eléctrica, alrededor de ellos se genera un campo eléctrico, al enfrentar dos placas las cuales están sometidas a una diferencia de potencial, entre las mismas se genera un campo eléctrico que provoca una acumulación de cargas entre ellas.

La cantidad de carga eléctrica que capaz de retener un condensador se denomina **CAPACITANCIA** y la misma se mide en **FARADIOS**.

Esta capacitancia es directamente proporcional al tamaño de las placas e inversamente proporcional a la distancia que las separa. Esto quiere decir que a medida que aumentamos el área de las placas, aumenta la capacitancia. En cambio, si aumenta la distancia entre ellas, disminuye la capacitancia.

Otro factor que determina la capacitancia es el elemento aislante que se encuentra entre las placas y que denomina **DIELECTRICO**.

Cualquier elemento aislante puede actuar como dieléctrico. Uno de los elementos dieléctricos más conocidos es el aire.

El tipo de condensador toma el nombre de su dieléctrico. De esta forma se tiene condensadores cerámicos, electrolíticos, poliéster, tantalio, etc.

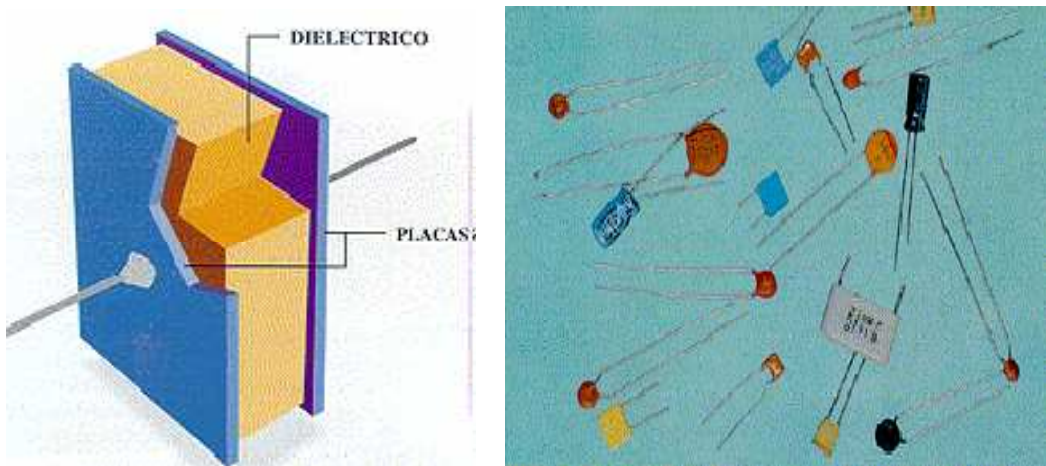


Figura 2.12. Los condensadores y su composición interna

Fuente: <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

A continuación se presenta los símbolos más usados para representar a los condensadores y algunos significados de los mismos.

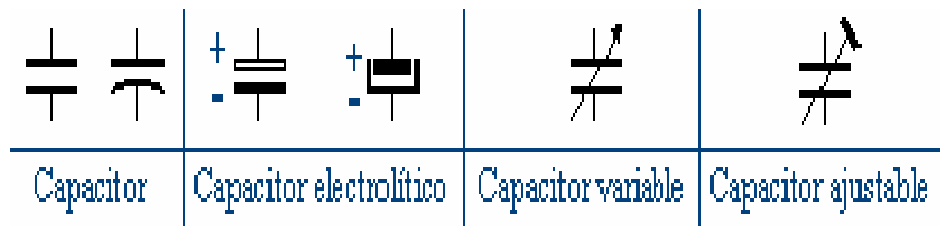


Figura 2.13. Símbolos de los condensadores

Fuente: <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>

### 2.4.1.3 Diodos<sup>13</sup>

Los diodos son componentes electrónicos polarizados, contruidos a base de materiales semiconductores protegidos por una envoltura de plástico o de metal de la que salen dos contactos unidos a las regiones P y N respectivamente. Para identificar la polaridad de un diodo hay que localizar la banda circular impresa en uno de los laterales que indica el polo negativo o cátodo, que es el terminal unido al material tipo N. Se trata de un dispositivo unidireccional, ya que sólo permite el paso de la corriente eléctrica en una dirección.

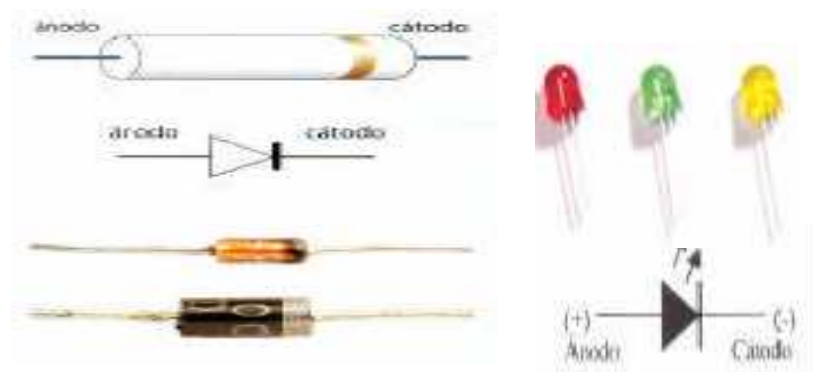


Figura 2.14. Los diodos

Fuente: <http://www.educa.madrid.org/web/ies.victoriakent.fuenlabrada/Departamentos/Tecnologia/Apuntes/ELECTRONICA%20BASICA.pdf>

<sup>13</sup><http://www.educa.madrid.org/web/ies.victoriakent.fuenlabrada/Departamentos/Tecnologia/Apuntes/ELECTRONICA%20BASICA.pdf>

**Diodos rectificadores.** Se fabrican a base de silicio. Los distintos encapsulados dependen de la potencia que tengan que disipar (hasta 1 vatio el encapsulado es de plástico y de metal para potencias superiores). Este tipo de diodos soporta elevadas temperaturas, siendo su resistencia muy baja y la corriente en tensión inversa muy pequeña, gracias a lo cual se pueden construir diodos de pequeñas dimensiones para potencias grandes. Se emplean como elemento de protección en circuitos electrónicos.

**Diodos LED.** Su característica fundamental es la capacidad para emitir luz, cuyo color depende de los materiales con los que se fabrica, cuando se polarizan de forma directa. Cuando el diodo LED se encuentra en conducción, la energía generada por la recombinación de los portadores de carga se libera en forma de radiación electromagnética visible. Cuando se polarizan de forma inversa no emiten luz y no dejan pasar la corriente. El cátodo es el terminal más corto y el ánodo el más largo. El encapsulado es de plástico y presenta un chaflán que indica el cátodo. La tensión umbral de este tipo de diodos se encuentra comprendida entre 1,3 y 4 V lo cual depende del color del mismo. Estos diodos se conectan en serie con una resistencia que limita la intensidad que circula por ellos (la intensidad mínima para que emita luz visible es de 4 mA).

#### **2.4.1.4 Transistores**

Los transistores son dispositivos semiconductores que permiten el control y la regulación de una corriente grande mediante una señal muy pequeña. Son componentes electrónicos con tres terminales de conexión denominados emisor, colector y base. Las dos primeras son las regiones dopadas con el mismo tipo de impureza. Los transistores están formados por dos uniones PN juntas y en oposición en un mismo material semiconductor, que dan lugar a dos tipos de transistores:

**Transistores PNP.** Están formados por un semiconductor con una región dopada con impurezas tipo N situada entre dos regiones dopadas con impurezas tipo P, formando dos uniones PN.





interna es algo diferente que la que se describió para los reguladores de voltaje discretos, la operación externa es prácticamente la misma. La operación de algunos de los reguladores de voltajes fijos de 3 terminales tanto para voltajes positivos como negativos y los que permiten tener un voltaje de salida ajustable.

Una fuente de suministro puede construirse en una forma simple al emplear un transformador conectado al suministro de C.A. para aumentar o disminuir el valor deseado, posteriormente rectificándolo con un circuito de  $\frac{1}{2}$  onda o onda completa, filtrarlo para obtener el nivel de voltaje deseado y finalmente regular el voltaje de C.C. utiliza un regulador de voltaje en C.I.

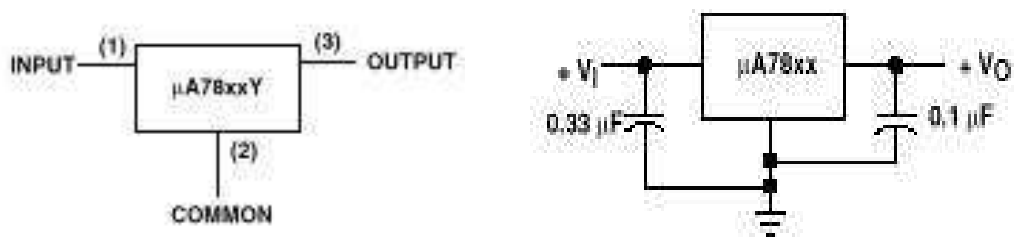


Figura 2.16. Configuración del regulador de tensión

Fuente: <http://www.oocities.com/televisioncity/9387/ReguladoresCI.htm>

La etapa de regulación posee diversas configuraciones, depende de cada aplicación. Entre estas configuraciones se tiene las que hacen uso de los reguladores integrados de tensión, como salida fija en tensión negativa o positiva.

La familia 78XX consiste en circuitos integrados reguladores positivos, mientras que la serie 79XX trabaja con valores de tensión negativos en su salida.

### 2.4.1.5. Sensores de presión<sup>15</sup>

En un semiconductor la movilidad de portadores de carga puede variar si se le somete a un esfuerzo. Depende del dopado un aumento del esfuerzo puede aumentar o disminuir la resistencia del material, esto se denomina efecto piezoresistivo.

El sensor de serie de MPX4115A / MPXA4115A de Motorola elimina la segregación on - desportíllase amplificador de op bipolar la circuitería y redes de resistor de película delgadas proveer una señal de producto alta y la compensación de temperatura. La forma pequeña el factor y confiabilidad alta de la sobre - la integración de chip hacen el que el sensor de presión Motorola un lógico y elección económica para el diseñador de sistema.

#### Características

- Error 1.5 % máximo sobre de 0C °para 85 C °
- Ideal para microprocesadores o Microcontroladores basados en sistemas
- La compensación de temperatura de -40 C°a 125 C °
- Elemento de Unibody de epoxi durable o material termoplástico (PPS) paquete de montura de superficie
- Rangos de 15 a 115 kPa (2.2 a 16.7 psi) y 0.2 a 4.8 Voltios de salida.

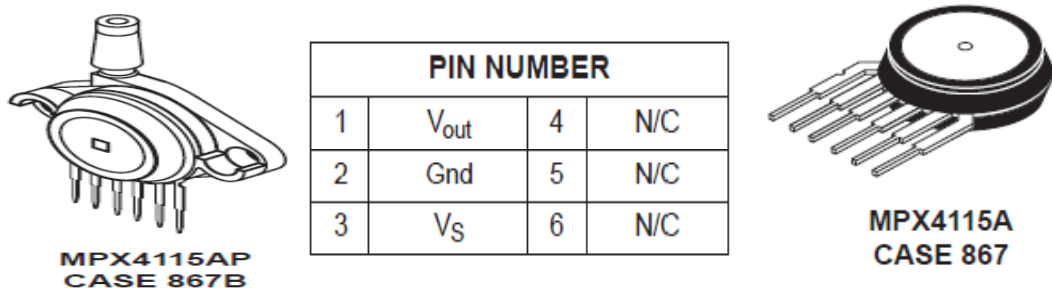


Figura 2.17. Sensores de presión MPX4115

Fuente: [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MPX4115A.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115A.pdf)

<sup>15</sup> [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MPX4115A.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115A.pdf)

Tabla 2.4. Características de operación del sensor MPX4115

Característica	Símbolo	Mínimo	Típico	Máximo	Unidad
Rango de presión	POP	15	—	115	kPa
Voltaje requerido	VS	4.85	5.1	5.35	Vdc
Corriente requerida	Io	—	7.0	10	mAdc
La compensación de mínima de presión (0 a 85°C)	Voff	0.135	0.204	0.273	Vdc
Full Scale Output(3) (0 to 85°C)	VFSO	4.725	4.794	4.863	Vdc
Exactitud	-	-	-	±1.5 %	VFSS
Sensibilidad	V/P	—	45.	—	mV/kPa
Tiempo de respuesta	tR	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	Io+	—	0.1	—	mAdc
Tiempo de precalentamiento	-	-	20	-	ms
Estabilidad de compensación	-	-	±_0.5	—	%VFSS

Fuente: [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MPX4115A.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115A.pdf)

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## 2.5 Sistema neumático

### 2.5.1 Bomba de vacío<sup>16</sup>

Una bomba de vacío extrae moléculas de gas de un volumen sellado, para crear un vacío parcial. La bomba de vacío fue inventada en 1650 por Otto von Guericke, estimulado por el trabajo de Galileo y Torricelli, usando los Hemisferios de Magdeburgo.

<sup>16</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_vac%C3%ADo#Tipos\\_de\\_bombas\\_de\\_vac.C3.ADo](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_vac%C3%ADo#Tipos_de_bombas_de_vac.C3.ADo)

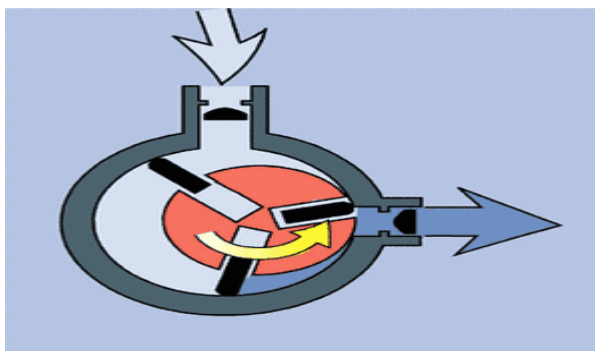


Figura 2.18. Funcionamiento de la bomba de vacío

Fuente:[http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_vac%C3%ADo#Tipos\\_de\\_bombas\\_de\\_vac%C3%ADo](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_vac%C3%ADo#Tipos_de_bombas_de_vac%C3%ADo)

### 2.5.1.1. Tipos de bombas de vacío

#### Rotativas de paletas

Bomba de vacío de lóbulos, un tipo de bomba rotativa de vacío.

Con la adopción de una técnica constructiva de vanguardia y el empleo durante la fase de fabricación de modernos centros de trabajo de control numérico, las bombas de vacío P.V.R. reúnen un elevado estándar de calidad y de rendimiento, características que economizan su utilización con:

- Alta velocidad de bombeo en el campo de presión absoluta, comprendido entre 850 y 0,5 mbar;
- Bajo nivel sonoro;
- Ausencia de contaminación;
- Refrigeración por aire
- Construcción particularmente robusta
- mantenimiento reducido

Las bombas de vacío de la serie PVL/EU y PVL/B - EU/B bombas rotativas de paletas de una etapa, con sistema de lubricación automático por recirculación de aire, utilizadas sobre todo para la aspiración de aire, aun en presencia de vapor de agua y para procesos industriales continuos. Se construyen en dos versiones

en función del vacío previsto para su utilización. La gama completa va de 10 a 12000 m<sup>3</sup>/h (según normativa PNEUROP 6602).

### **De Canal Lateral**

Las máquinas extractoras de canal lateral están conceptuadas según el principio de los canales laterales. Funcionan tanto en aspiración como compresión y han sido proyectadas para trabajar en servicio permanente.

Mediante un rodete especial, el aire aspirado está obligado a seguir un recorrido en espiral y asimismo sometido a reiteradas aceleraciones incrementando así la presión diferencial del fluido transportado a través del soplante. El rodete está montado directamente sobre el eje del motor y todas las partes giratorias están dinámicamente equilibradas, obteniéndose así una ausencia prácticamente total de vibraciones. Los soplantes de Canal Lateral están normalmente contruidos totalmente en aluminio moldeado a presión.

Es importante apreciar que el aire o gas aspirado o comprimido se mantiene limpio, y libre de rastros de aceite, ya que ningún tipo de lubricación es necesaria en nuestros Soplantes de Canal lateral. El nivel sonoro normalmente estará alrededor de los 70 dBA y los niveles de vibración son prácticamente inexistentes, lo cual implica que normalmente no se requiere ningún tipo de anti vibradores y/o cabina acústica. Cabe reiterar que estos equipos pueden ser montados tanto en forma vertical como horizontal, dando así aún más flexibilidad de diseño al sistema en el cual se lo incorpora. Los Soplantes de Canal lateral son generalmente usados en sistemas de: -Transporte Neumático -Plantas Purificadores de Agua -Industria Textil -Equipamientos de limpieza industrial Y otras aplicaciones donde existe la necesidad de aire o gas limpio.

Tabla 2.5. Características de la bomba de vacío

Ítem N°		AVP 502
Voltaje		110 V / 60Hz
Flow rate	l/min	138
	CFM	5.0
Ultimate vacuum		$3 \times 10^{-1}$ Pa
		30 micrones
Stage		2
Power		½ hp
Inlet port		¼ flare
Oil capacity		340 ml
Weight (Kg)		11.4 Kg

Fuente: Manual de operación

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

Bomba de vacío Quality:



Figura 2.19. Bomba de vacío

Fuente: <http://www.qequality.com/uploads/products/1330.jpg>

## 2.5.2 Conectores neumáticos<sup>17</sup>

Los conectores, son una forma limpia y rápida para acoplar tuberías flexibles a cualquier componente neumático. Para aplicaciones especiales se encuentran disponibles en una variedad de diseños.

Estos conectores reducen el tiempo de ensamble entre un 70% y 80% del que se utiliza para la inserción de conectores con tuercas de compresión.

No requiere herramientas para remover la manguera de los conectores simplificando las modificaciones a las instalaciones y reduciendo el tiempo de mantenimiento

### Principales características

Paso Total: Gracias a que sujeta por el exterior, no hay ninguna restricción del paso de aire

Seguridad: Gracias a su buen ajuste, la dinámica (entrada de aire) se realiza solo por la manguera neumática.

Adaptación: Diseñados para la conducción de aire y vacío de forma óptima.

Compactos y Estéticos: gracias a su tamaño óptimo y forma diseñada; logran el máximo de acabado en su estructura final.

Ligereza: Se adapta fácilmente a los conjuntos móviles de trabajo.

Utilidad: De fácil colocación y sustitución de manguera.

### Condiciones Técnicas

Fluido utilizable: aire comprimido.

Presión de trabajo: 18 bar máximo. La presión máxima de un circuito depende igualmente de la calidad del tubo utilizado.

Temperatura de utilización: de -15 a +70°C. La resistencia a la temperatura de un circuito depende igualmente de la calidad del tubo utilizado.

---

<sup>17</sup> [http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)



### 2.5.2.1 Conector Recto

Fue uno de los primeros conectores que la industria recibió con agrado, su facilidad de instalación y versatilidad de funciones hizo que rápidamente se posicionara en el mercado, de gran estabilidad y poco mantenimiento hace que este tipo de conector tenga una gran gama de utilidades dentro del proceso de producción.



Figura 2.20. Conector recto

Fuente:[http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)

### 2.5.2.2 Conector Curvo

- Diseño oscilante, que satisface las exigencias de la automatización industrial y de la robótica.
- Gracias a su capacidad de realizar movimientos oscilantes con una mínima resistencia, este conector se adapta perfectamente a los movimientos de desplazamiento del cilindro, evitando así el deterioro o envejecimiento prematuro que sufriría el tubo si estuviera sometido a un régimen de excesivas flexiones.



Figura 2.21. Conector curvo

Fuente:[http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)

### 2.5.2.3. Conector tipo Distribuidor

Este tipo de conector tiene la particularidad de poseer varias líneas de salida de aire, esta capacidad hace atractiva su adquisición, puesto que lleva la facilidad de una conexión rápida y la variante de conectar más de una manguera neumática.

Entre su variedad de presentaciones, las más comunes son:

- Conector “T” con rosca en escala de medida NPT
- Conector “Y” con rosca en escala de medida NPT



Figura 2.22. Conector en “T”

Fuente:[http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)

Así mismo, dentro de la gama de los conectores neumáticos se encuentra las uniones entre manguera que facilitan la dirección del aire comprimido para toda la línea de trabajo, por ejemplo la unión entre manguera, reducción entre manguera, unión curva, unión de manguera en forma “T”, unión de manguera multi “T” más conocido como “flauta”



Figura 2.23. Conectores complementarios

Fuente:[http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)

### 2.5.3 Electroválvulas<sup>18</sup>

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesta que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

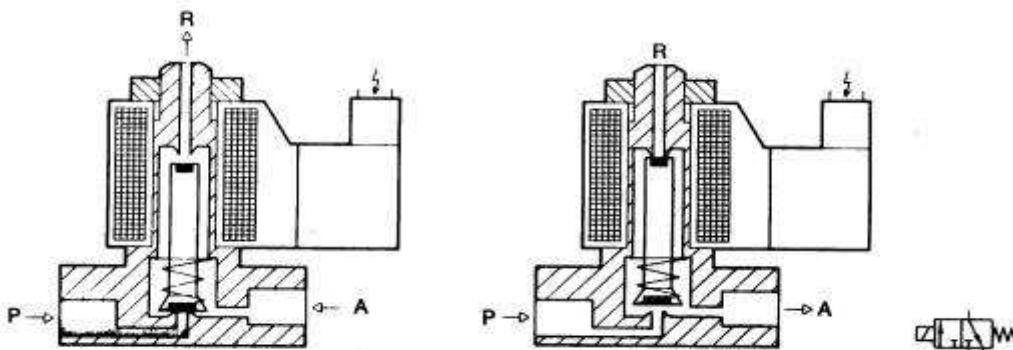


Figura 2.24. Diagrama interno de la electroválvula

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos13/valvidos/valvidos.shtml>

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R. Esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto.

<sup>18</sup> <http://www.monografias.com/trabajos13/valvidos/valvidos.shtml>

Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanes, se utilizan válvulas de mando indirecto, que se componen de dos válvulas: Una válvula electromagnética de servopilotaje (312, de diámetro nominal pequeño) y una válvula principal, de mando neumático.

Datos técnicos: MAC Series 100 3/2 NO-NC, 2/2 NO-NC 1/8"



Figura 2.25. Electrovalvula Mac serie 100

Fuente:<http://www.ainsa.com.ec/paginas/Manuales/MAC/VALVUAS%20DE%203%20VIAS/SERIE%20100%20%20EN%20LINEA%20SMALL.pdf>

#### Beneficios operacionales

1. Se balancea a poppet, inmune a las diferencias de presión.
2. Carrera breve con la circulación alta.
3. El solenoide patentado se desarrolla a alto cambio de fuerza.
4. Regreso fuerte de muelle o resorte.
5. Operador manual sobre todas válvulas.
6. Prueba de agotamiento del selenoide sobre el servicio de CA.

Tabla 2.6. Datos técnicos de electroválvula Mac serie 100

Fluido	Aire comprimido, el vacío, los gases inertes
Alcance de presión :	Vacio a 150 PSI
Lubricación :	No requiere, si usar selecto un punto de aniline mediano lubricante (entre 180°F y de 210°F )
Filtración :	40μ
Alcance de temperatura :	0°F de para 140°F de (- 18 C de °a 60 C de °)
Circulación :	0,18 Cv
Régimen de fuga:	
Bobina :	De uso general clase A, trabajo continuo, encapsulada.
Rango de voltaje:	-15% a +10% del voltaje nominal
Protección :	Consulte con fábrica
Alimentación de poder:	< En funcionamiento: 14.8 VA En espera : 10.9 VA= 1 a 17 W
Tiempo de respuesta:	24 VDC (8.5 W ) Energizado : 7 ms De-energizado : 2 ms

Fuente:<http://www.ainsa.com.ec/paginas/Manuales/MAC/VALVUAS%20DE%203%20VIAS/SERIE%20100%20%20EN%20LINEA%20SMALL.pdf>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## 2.5.4 Tubería neumática<sup>19</sup>

Las tuberías que se emplean en los sistemas de conexión son de medidas métricas de 4,6, 8, 10, 12, 14 Y más milímetros de diámetro exterior con diferentes espesores de pared. Las roscas de conexión a los elementos de automatismo, en el continente europeo, son en general de roscas tipo B.S.P. con calibres de 1/8, 1/4,3/8, 1/2,3/4, etc. En el continente americano los diámetros exteriores de los tubos son, generalmente, medidos en pulgadas y las roscas de adaptación a elementos de automatismo en roscas N.P.T.

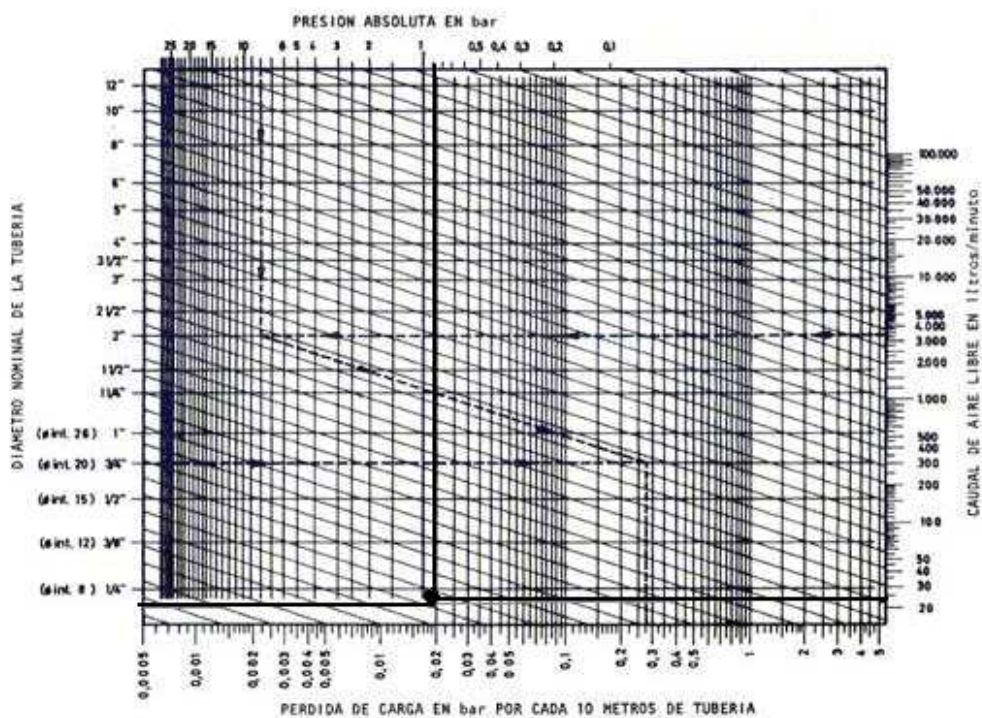


Figura 2.26. Tabla para determinar el diámetro de la tubería

Fuente:[http://www.guillesime.galeon.com/index\\_archivos/image9071.jpg](http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/image9071.jpg)

En cuanto a materiales se refiere, los tubos de diámetros métricos empleados se fabrican en nylon 11, poliuretano, polipropileno, etc. El nylon y poliuretano se fabrican en diferentes colores, permite la selección de los diferentes circuitos. El color negro se emplea preferentemente en sistemas que deben resistir la intemperie.

<sup>19</sup> [http://www.guillesime.galeon.com/index\\_archivos/Page736.htm](http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page736.htm)



Figura 2.27. Tubería neumática

Fuente: [http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220306453E\\_UM.pdf](http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220306453E_UM.pdf)

Las tuberías rígidas empleadas suelen ser de cobre, cobre recubierto de PVC, acero, acero inoxidable, etc., empleándose para infinidad de fluidos además del aire comprimido, atender siempre a las tablas de compatibilidades.

En cuanto se refiere a la instalación de flexibles para conducir el fluido a zonas de máquinas con movimientos relativos, es necesario cumplir cuatro condiciones principales:

- 1) Los flexibles no deben ser sometidos a tracción.
- 2) Los flexibles no deben ser sometidos a torsión.
- 3) Los flexibles no deben someterse a curvaturas exageradas que sobrepasen las prescripciones del fabricante.
- 4) En caso de limitación de espacio, utilizar codos y curvas rígidas de adaptación.

La instalación de tuberías de nylon tiende siempre a adquirir un aspecto desaliñado, por lo que, para la organización y presentación de las instalaciones con este tipo de tubos, es preciso utilizar elementos exteriores de ordenamiento como:

-Canaletas ranuradas con tapa, iguales a las empleadas en instalaciones eléctricas.

-Clip sujeto a elementos resistentes.

-Corbatillas de nylon para agrupar tubos de recorridos paralelos.

Tabla 2.7. Especificación de tubería neumática

Modelo	MCRA
Medio:	Aire
Rango de presión operativo:	0-100 PSI (0-0,7 MPa)
Trabajo en vacío:	-100 KPa
Temperatura ambiente:	-15 +60°C (No refrigerado)
Tamaño:	8mm

Fuente: [http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220306453E\\_UM.pdf](http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220306453E_UM.pdf)

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 2.5.5 Válvulas de control de flujo

En estas válvulas, los diversos orificios se unen o cierran por medio de una corredera de émbolo, una corredera plana de émbolo o una corredera giratoria.





Figura 2.28. Válvula de control de flujo

Fuente: [http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220303250E\\_MSC200.pdf](http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220303250E_MSC200.pdf)

El elemento de mando de esta válvula es un émbolo que realiza un desplazamiento longitudinal y une o separa al mismo tiempo los correspondientes conductos. La fuerza de accionamiento es reducida, porque no hay que vencer una resistencia de presión de aire o de muelle (como en el principio de bola o de junta de disco). Las válvulas de corredera longitudinal pueden accionarse manualmente o mediante medios mecánicos, eléctricos o neumáticos. Estos tipos de accionamiento también pueden emplearse para reposicionar la válvula a su posición inicial. La carrera es mucho mayor que en las válvulas de asiento plano.

En este tipo de válvulas se hace muy difícil la estanqueidad de la corredora. El procedimiento de cierre empleado para impedir el paso del aire en sentido diferente al deseado puede ser:

Estos distribuidores de émbolo deslizante son los más empleados por la sencillez de su concepción y fabricación. Son de fácil mantenimiento y es de destacar la versatilidad que les confiere la posibilidad de adaptación de diversos sistemas de accionamiento.

Tabla 2.8. Datos técnicos de válvula control de flujo

Modelo	MSC200
Diámetro interior No	6A
Tamaño de puerto:	PT 1/8"
Medio:	Aire
Rango de presión operativo:	0-0,99 MPa
Presión de prueba:	1.5 MPa
Temperatura ambiente:	-5 +60°C (No refrigerado)
Circulación ( $\bar{U}$ /m):	800
Peso:	72g

Fuente: [http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220303250E\\_MSC200.pdf](http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220303250E_MSC200.pdf)

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

Como prólogo a la construcción de modelo se efectuó el análisis de cada una de las partes que conformarían cada sistema del modulo de globo aerostático, que permite simular el comportamiento del prototipo debido a la variación de presión dentro del modulo por medio del control de gases; todo esto con datos reales dados por el sensor de presión; donde se da lugar la investigación principalmente del diseño de la maqueta la cual está compuesta por un conjunto de sistemas como son: el Estructural, Eléctrico, Electrónico y el Neumático.

Dentro de lo que se considera en cada uno de las secciones se puede enunciar:

Parte estructural. En este aspecto se consideró que el modelo debe contener una soporte metálico como soporte a la base principal del modelo compuesta por la capsula en la cual estará alojado el prototipo de globo, a esta parte se considera que es compleja porque este sector debe sellarse completamente para evitar fugas de aire; en la cual se pueda simular la atmósfera y poner a prueba el control de gases. Para esto se construyó la base metálica basado en tubo cuadrado de acero de 1" Pulgada, base principal que consta de tablero de madera MDF con terminados en laca, la capsula o domo hecha de plástico tipo acrílico transparente la misma sujeta a la base con pernos con enchapado de caucho como sello para evitar fugas.

Parte eléctrica. Este segmento se puede decir se definió los conductores para la alimentación de la fuente de poder se utiliza cable gemelo # 12 y para la transmisión de datos desde o hacia la DAQ por medio del cable plano flexible.

Parte electrónica. Consiste en los elementos activos y pasivos que constituye la fuente de poder dentro de este se define los elementos utilizados en la regulación para obtener como voltajes fijos +5 Vcd y +24 Vcd, como la activación de las electroválvulas por parte de transistores de potencia, además consta de los sensores de presión ubicados en la estructura.

Parte neumática. Esta sección del proyecto es la más importante ya que la dificultad se centra en definir como indagar los dispositivos como: el elemento de succión que luego de haber experimentado con compresores, generadores de vacío, motores, se opto por la bomba de vacío, las características de electroválvulas de igual manera válvulas reguladoras, acoples y tubería lo que se definió el diámetro de 1/8", dando el control de aumento o disminución de presión dentro de la cápsula por medio del aire a manipularse. Para la adquisición de los materiales que era necesario para elaborar esta fase se acudió a empresas comerciales dedicadas a la venta como asesoría para proyectos neumáticos los mismos que fueron de gran ayuda al momento de la compra.

## **3.2 Desarrollo**

### **3.2.1 Sistema estructural**

#### **3.2.1.1 Esquema general**

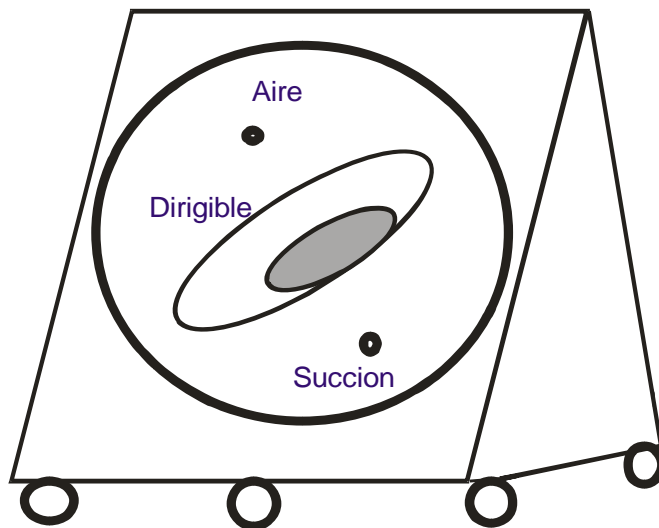


Figura 3.1. Diagrama de la estructura

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.1.2 Base principal

Se elaboró una base con madera MDF la cual fue sometida a proceso de ebanistería para dejarla lisa, sin porosidad y lacada.

Materiales:

- Tablero MDF de 18mm
- Sellador Decorlac
- Lijas # 20 y masking
- 2 litros de Laca blanca, esmalte gris y thinner

1.- Se procedió a cortar el tablero MDF de 18mm con las dimensiones de 180cm x 180 cm además elaborar 8 listones para formar la base externa e interna de asentamiento del tablero con las medidas de 180cm de largo, 6 cm de ancho y 2 cm de espesor mientras que para la parte interna 100 cm de largo, 6 cm de ancho y 2 cm espesor para esto se utilizo un serrucho.



Foto 1. Corte de los listones para la base  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.- Enseguida, se clavó los listones al tablero previamente pegado con cola plástica para asegurarlos a la tabla con lo que se quedo formado la base además se realizó un orificio concéntrico donde encajara la cápsula cuyo diámetro es 170 cm lo que quedó lijado y listo para pintarlo.



Foto 2. Clavado de listones con tablero



Foto 3. Lijado del tablero base

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- A continuación se aplicó el sellador para las porosidades propias de la madera y masilla plástica para las perforaciones hechas para madera para luego de estar seco, se procede aplicar laca blanca y dejar consistente y vistosa a la base.



Foto 4. Realizado de la sellada



Foto 5. La pintura de la base

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

4.- Finalmente, se realizó lo mismo en la parte posterior con esmalte gris además se realizó perforaciones para tomas del sistema neumático con el taladro eléctrico.

### 3.2.1.3 Domo de acrílico

1.- La capsula de forma redonda transparente fue diseñada con 170 cm de diámetro, 38 cm de alto y una ceja adicional de 3 cm para sujetarla a la base principal, la misma que fue elaborada en una empresa dedicada a este tipo de trabajos ya que se menciona que para elaborarla se confecciona un molde con estas medidas luego es sometido a altas temperaturas con el fin de formar la figura del molde.



Foto 6. Domo de acrílico

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.1.4 Prototipos del globo aerostático

1.- Para la elaboración de los prototipos tanto interno como externo se contó con el software Solid Works, para elaboración de las dimensiones que son proporcionales a los tamaños normales el cual se elabora los gajos que al unirlos dan la forma de un zeppelin.

Materiales:

- 3m de polímero termosellable
- Molde de los prototipos de 130 cm y de 78 cm.
- Tijeras y cinta adhesiva
- Fuente de calor (plancha)



Foto 7. Gajos molde de los prototipos internos como externo

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.- Se procede a cortar los gajos del polímero que es de alta resistencia y termo sellable, además se une por medio de calor dejando dos tomas las cuales servirán para tomas neumáticas.



Foto 8. Unión gajos del polímero por medio de calor

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



3.-Finaliza con la colocación del sensor en el interior y con la pruebas llenándolo de aire con leves apisonamientos sobre el globo, para detectar fugas o daños en el materia.

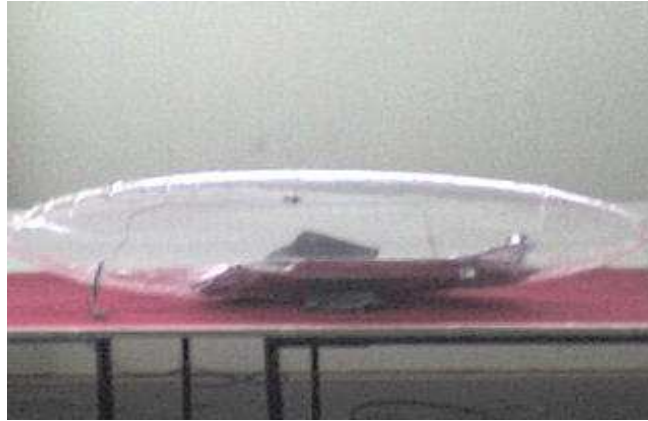


Foto 9. Aspecto del dirigible al terminarlo

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

Tabla 3.1. Dimensiones principales de los prototipos

Número de gajos (4)	Unidades	Medida	
		Prototipo 1	Prototipo 2
Longitud elipse frontal	a (cm)	53.85	32.52
Longitud elipse trasera	a2 (cm)	76.15	45.98
Longitud total del prototipo	l (cm)	130	78.50
Longitud eje trasero del gajo	f (cm)	79.85	48.19
Longitud eje delantero del gajo	e (cm)	58.44	35.27
Longitud total del gajo	g (cm)	138.30	83.47
Volumen total	V (m <sup>3</sup> )	0.066	0.014
Superficie exterior	s (m <sup>2</sup> )	1.02	0.372

Fuente: Ingeniería estructural del CID-FAE

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.1.5 Sellado de la base principal

1.- Luego de haber finalizado la elaboración de los componentes de esta de la base se procedió a realizar el sellado de la capsula para la cual se empleo lo siguiente:

- 9 m de caucho de 3 cm (polímero)
- 20 Pernos de 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" con tuercas tipo mariposa
- 20 Arandelas cubiertas con caucho
- 1 Tarro cemento de contacto
- Taladro y broca de 1/2"
- Silicona liquida

2.- Se coloca el cemento de contacto en el caucho como en la ceja de la cápsula en ambos lados y se pega, además se señala para realizar los orificios en las bases.



Foto 10. Colocación del sello alrededor del domo

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Se procedió con la colocación de los conectores en las tomas neumáticas colocó el prototipo en dichas tomas, procurar que los cables de los sensores instalados se los deje en el exterior además de la colocación de señalización respectiva.



Foto 11. Colocación de tubería y rótulos  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

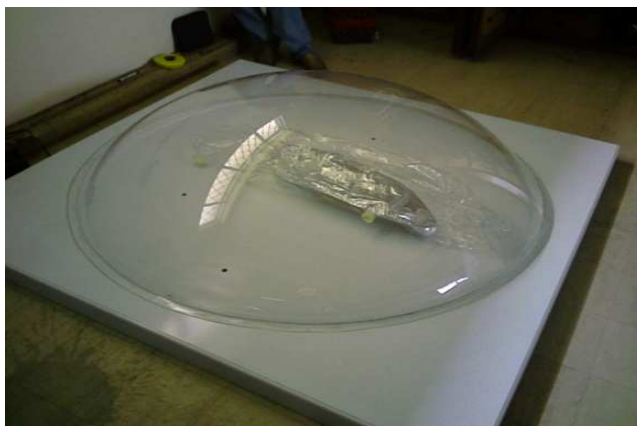


Foto 12. Ubicación del prototipo en el domo  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

4.- Se realizan los orificios en las bases, se debe procurar que la cápsula entre en el arco concéntrico, se introdujo los pernos con pegamento y colocó las arandelas para ajustarlas con las tuercas.



Foto 13. Ubicación de los pernos, tuercas y arandelas  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

5.- Al fusionar estas partes se coloca la silicona liquida alrededor de la ceja para sellar pequeños orificios que puedan quedar entre la madera y el domo dejándolo resecar todo por 3 días.



Foto 14. Puesta de silicona en los orificios

Foto 15. Base principal terminada

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.1.6 Elaboración de la base metálica

Materiales y herramientas utilizadas:

- 3 Tubos cuadrados de acero de 1"
- 2 libras de suelda AGA
- 4 Garrucha de caucho de 2"
- Sierra metálica y lima
- Estación de suelda eléctrica

1.- Se procede a cortar con la sierra los tubos cuadrados con las siguientes dimensiones: 3 tubos de de 174cm, 4 tubos de 120cm, 2 tubos de 89 cm y 2 pedazos de tubos de 10cm necesario para formar el trípode se lima para eliminar restos en el tubo.

2.- Enseguida se procede a unirlos mediante la soldadura eléctrica, estos tubos formando un trípode; para complementarlo se soldó las garruchas con ello esto facilitará su movilización donde va apoyarse la base principal.



Foto 16. Suelda de los tubos

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Para finalizar se coloca un soporte para la bomba de succión como complemento se instala pernos para ser desarmada en el momento que se la vaya a transportar.



Foto 17. Garruchas y bases colocadas

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



Foto 18. Base metálica terminada

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.2. Sistema neumático

#### 3.2.2.1 Descripción de los componentes

Los materiales son especialmente diseñados para operar con presión de aire como aditamentos especiales se puede decir que los conectores son instantáneos, que no necesitan tornillos o abrazaderas para sujetarlos y son de 1/8" de material plástico resistente libre de filtraciones; la tubería es flexible de 8mm de diámetro además que las válvulas reguladoras son manuales de tipo tornillo.

#### 3.2.2.2 Esquema neumático

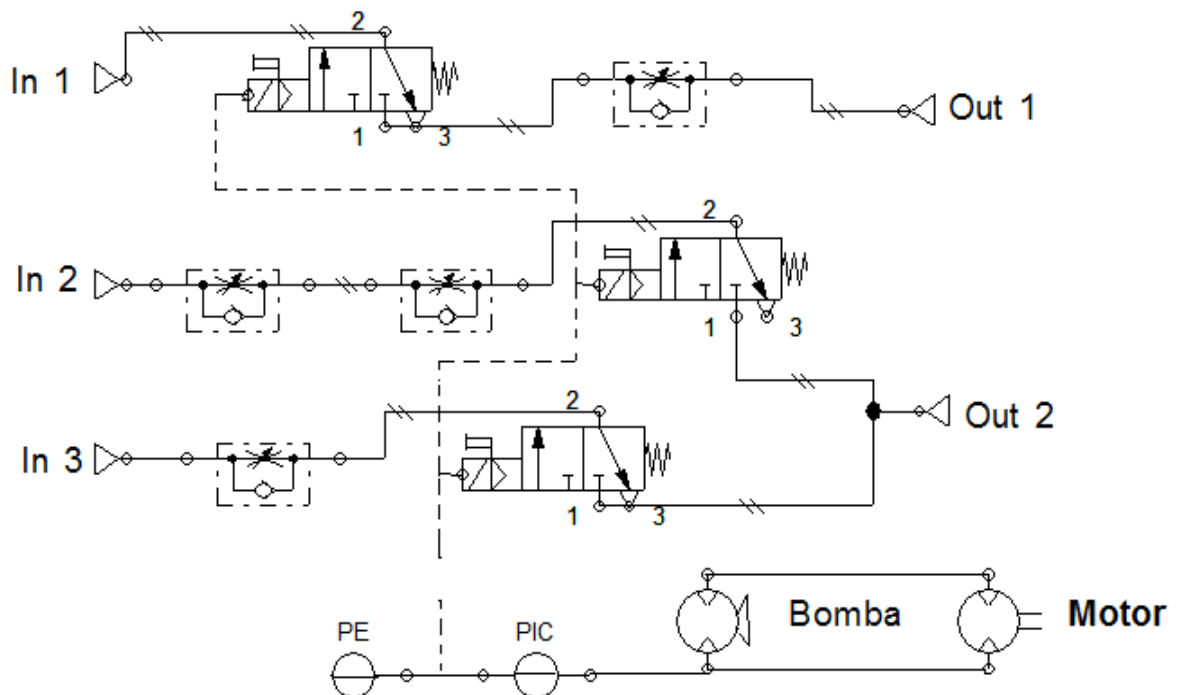


Figura 3.2. Diagrama neumático en FluidSIM-P

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

#### 3.2.2.3 Colocación de los elementos neumáticos

Componentes neumáticos:

- 3 electroválvulas de 24 Vcd



- 4 válvulas reguladoras de flujo
- Conectores neumáticos
- 10 tipo curvo
- 14 tipo recto
- 1 unión recta
- 1 tipo “T”
- tapones
- 5 m de tubería para aire
- 1 tubo de pega polimax
- 1 rollo de teflón

1.- Se realizó una medición para el dimensionamiento de cómo se colocarían los elementos del sistema en la parte posterior de la base principal del modulo, se marcó con siluetas de los componentes en los lugares definitivos para colocarlos.

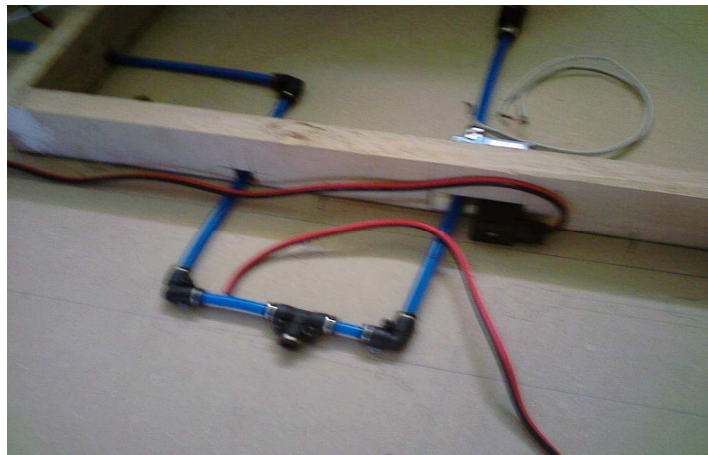


Foto 19. Ubicación de los componentes

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.- Luego de haber determinado el esquema gráfico y tener definido el sitio de cada elemento se procede colocar el teflón en las partes roscadas de los conectores para acoplarlo a las electroválvulas y válvulas reguladoras previniendo filtraciones además de limpiar las partes a sujetarlas, con un pegamento especial se sitúa en los elementos del sistema para afianzar a la base.

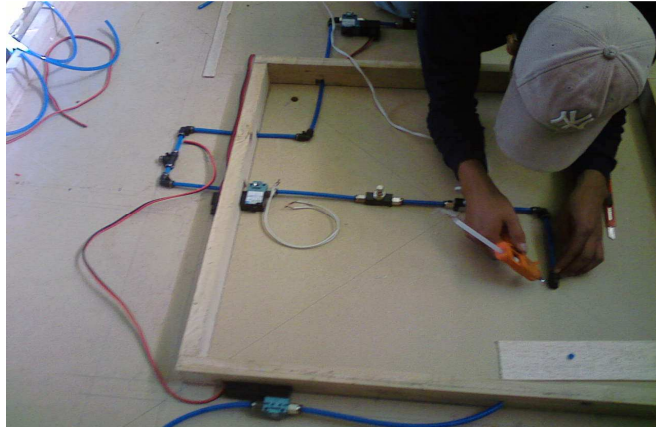


Foto 20. Colocación de la pega en los conectores  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Con un estilete se procede a retirar el exceso de pega previamente secado por unos 5 días hasta que se endurezca y se compacte con la base notando que las partes estén bien fijadas.

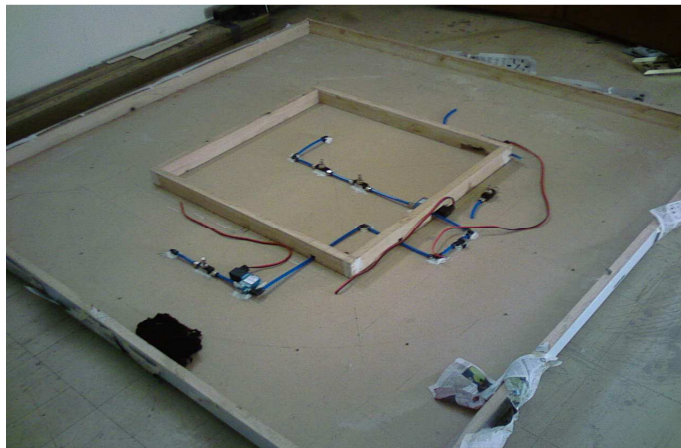


Foto 21. Sistema neumático terminado  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

#### **3.2.2.4 Bomba de vacío**

Para poder determinar el tipo de dispositivo de succión se realizó pruebas con distintos aparatos neumáticos como: compresores, motores, generadores de vacío, en donde se optó por la bomba de vacío que permite la absorción continua de la capsula sellada la cual se adquirió de acuerdo a los siguientes parámetros:

El volumen de acuerdo a las dimensiones de la capsula:



Diámetro 170 cm el Volumen es 0,33 m<sup>3</sup>

La misma que es de 5 CFM es decir que puede transferir 5 pies<sup>3</sup> /min. (141,6 Litros/min), el accionamiento de la bomba se lo hace desde el control automático para poder reducir la presión en domo.



Foto 22. Bomba de vacío

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.3 Sistema electrónico

#### 3.2.3.1 Fuente de poder

En esta etapa se elaboró una fuente de poder la cual permite la alimentación de los sensores de presión, electroválvulas, la conmutación entre la tarjeta DAQ y el resto de componentes, dicha fuente consta básicamente de un circuito de regulación comprendido así:

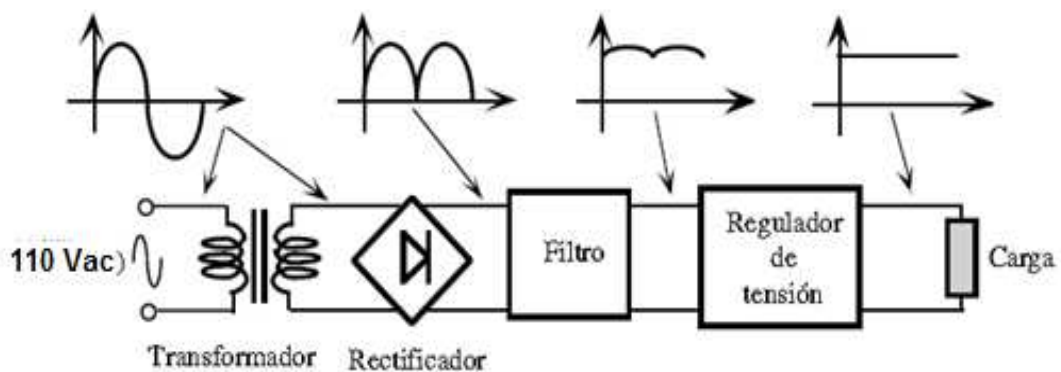


Figura 11.1. Diagrama de bloques de una fuente de alimentación regulada.

Figura 3.3. Diagrama en bloques de una fuente

Fuente: <http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/lic/el3212/Libro/Tema11.pdf>

La primera etapa consta de un transformador el cual reduce la tensión de 110 Vac de línea a 18 Vac dicho voltaje es rectificado es decir convertido en voltaje pulsatorio esta señal es limpiada de picos por medio del filtro luego de esta fase se obtiene la señal más pura o continua para ser estabilizada por los reguladores que entrega voltaje fijos de +5 Vcd y +24Vcd, como complemento se añadieron los transistores de potencia para la activación de las electroválvulas por parte de la DAQ.

Lista de elementos:

- 1 Transformador de 110Vac a 18 Vac a 1A.
- 2 Rectificadores tipo puente de 1.5 A
- 1 Fusible de 1.5 A
- 2 Reguladores de voltaje de +5 Vcd y +12 Vcd
- 5 Diodos de 1 A
- 3 Transistores TIP122
- 1 Transistor TIP3055
- 4 Condensadores de 0,1uF
- 2 Condensadores de 0,01uF
- 2 Condensadores de 1uF
- 2 Condensadores de 470pF
- 3 Resistencias de 4,7K $\Omega$
- Baquelita de 10 x 10 cm
- Cloruro férrico y papel transfer

### **3.2.3.2 Placa de la fuente de poder**

El diseño del circuito impreso se lo realizó en el programa Eagle ya que contiene herramientas que permiten elaborar impresos con tamaños reales de los elementos electrónicos.

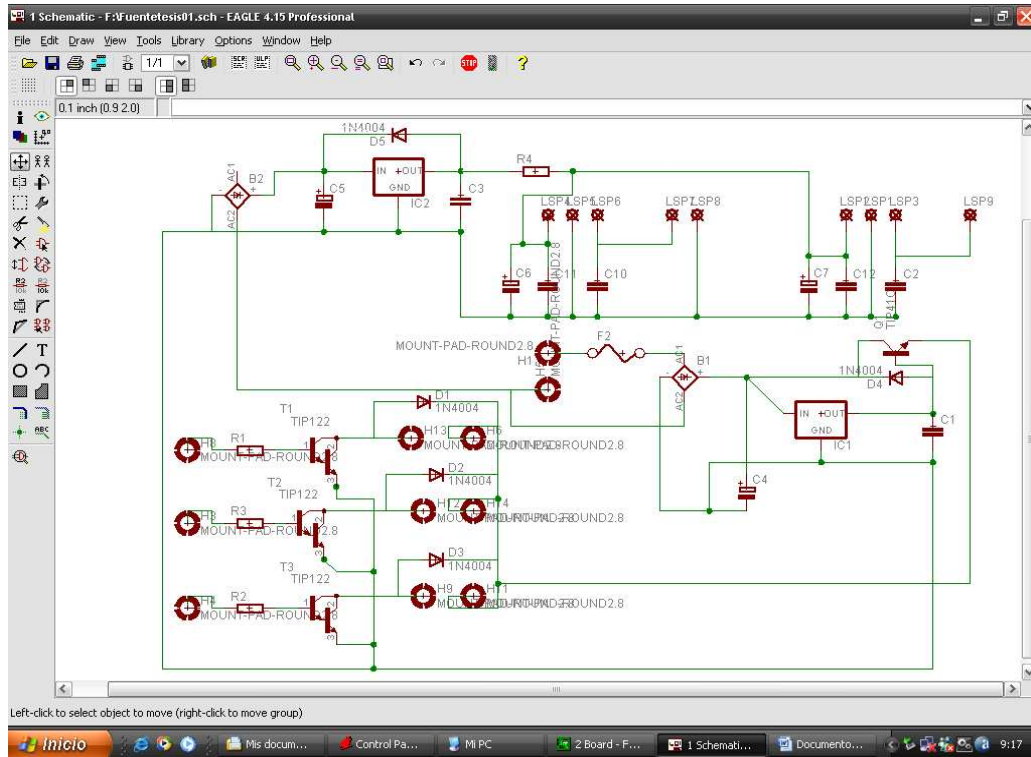


Figura 3.4. Diagrama esquemático en Eagle 4.15

Fuente: Software Eagle 4.15

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

Elaboración del diagrama esquemático luego se lo transforma en circuito impreso, se imprime y se lo transfiere a la baquelita.

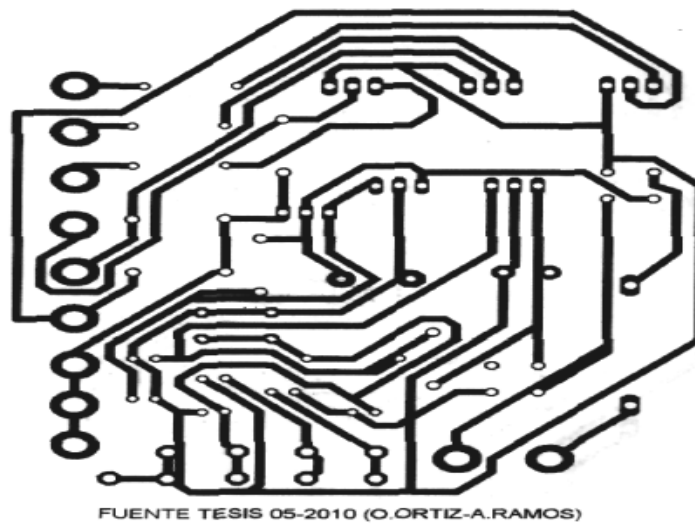


Figura 3.5. Diagrama impreso diseñado en Eagle 4.15

Fuente: Eagle 4.15

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## Procedimiento:

1.- Se elabora del diagrama esquemático para elaborar el circuito impreso para la fuente de poder del sistema electrónico.



Foto 23. Materiales electrónicos  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.- En esta parte se imprime y coloca en la baquelita para someterles a cloruro férrico para obtener las pistas en la baquelita, inmediatamente se hacen las perforaciones para los pines de los elementos.

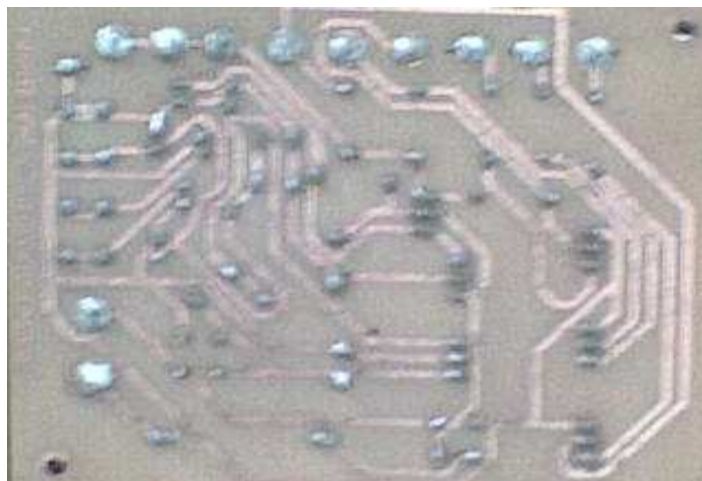


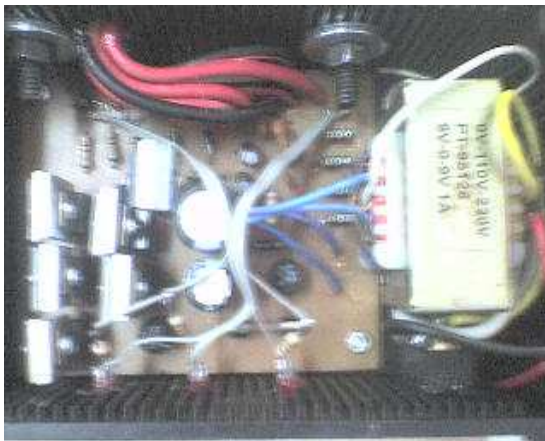
Foto 24. Circuito impreso de la fuente de poder  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Se procedió a colocar los elementos y a soldar en la placa, se limpia los residuos de suelda y pasta con thinner; se hizo 2 perforaciones para sujetar la caja a la base con dos pernos de ¼”.



Foto 25. Elementos soldados en la placa  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

4.- Se colocó a la placa dentro de la caja y se sujeta a la base con los pernos para



dejarla fija a ella realizo las conexiones necesarias.

Foto 26. Caja sujeta a la base

Foto 27. Soldadura de cables de poder

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.3.2 Sensores de presión

Los sensores son de presión absoluta, dichos dispositivos dan como salida un voltaje de acuerdo a la presión sometida, los cuales se instalaron en la cápsula y dentro del prototipo para obtener la variación de este parámetro el cual va ser

monitoreada desde un computador. Los +5 Vcd que entrega la fuente son para la alimentación de estos sensores.

Estos dispositivos están acoplados con circuito de filtro para sus pines tanto en su alimentación como en su salida como medida de recomendación del fabricante.

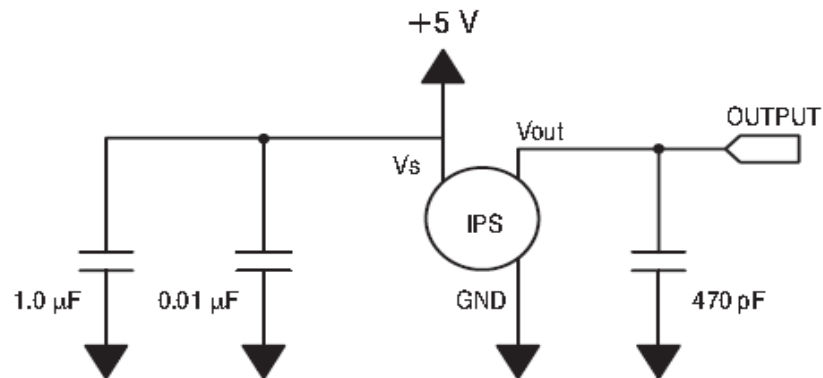


Figura 3.6. Circuito filtro de sensores de presión

Fuente:[http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MPX4115A.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115A.pdf)

### 3.2.4 Sistema eléctrico

Para complementar el modulo se tiene el medio de conducción de la energía eléctrica, como la transferencia de datos al control automático, se utilizo lo siguiente:

#### Materiales eléctricos

- Cable gemelo AWG 12
- Cable plano flexible de 8 líneas
- Enchufe
- Desarmadores y cortadora
- Conector de cable plano

1.- En primera instancia se midió la longitud del cable para ser utilizado en la alimentación de la fuente como la transmisión de datos desde o hacia la DAQ.

2.- Para la alimentación de la fuente se utilizó el cable de AWG 12, se conecta el cable con el transformador de la fuente y se coloca el enchufe al otro extremo



para esto se utilizó el desarmador fijándolo para poder enchufarlo en el tomacorriente.



Foto 28. Colocación del enchufe  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Para la transmisión de datos coloca el cable plano donde en las líneas estará activación de las electroválvulas y envío de datos de los sensores instalados en el modulo, se realizó con la suelda de los conectores con el cable.

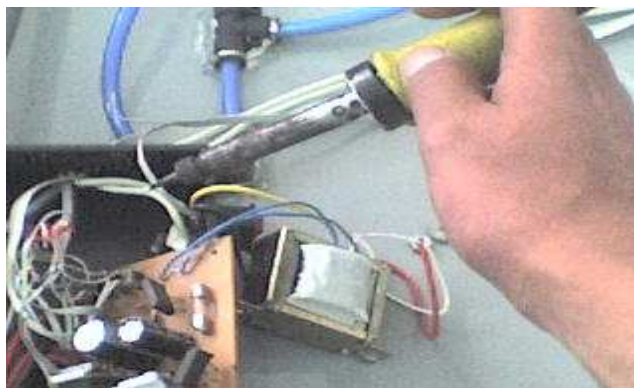


Foto 29. Suelda de cable plano para transmisión  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.2.5 Señalización de la Maqueta

- 1.- Se realizó los rótulos e identificaciones por medio tabla técnica de cada componente en la computadora para imprimirla en papel adhesivo.
- 2.-Se procede a limpiar las superficies donde se colocaría, y se ubica los rótulos cerca de los elementos de referencia en la cual se ubico un plástico protector, para evitar su pronto deterioro.



Foto 30. Ubicación de los rótulos informativos

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



Foto 31. Rótulos colocados en la parte posterior

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



### 3.3 Pruebas y análisis de resultados

#### 3.3.1 Ensayos de los sistemas estructurales y neumático

Luego de haber terminado con la construcción de estas fases de proyecto se procede con las pruebas, las mismas que consistieron en:

1.- Se revisa que los pernos colocados en la capsula estén ajustados adecuadamente con el caucho haciendo sello a la capsula además que el perfil del domo que se encuentra la silicona este bien seca, de la misma forma se hace con la parte posterior en este caso con el sistema neumático para el chequeo de juntas entre los conectores y la estructura.

2.- Enseguida se verifica estos aspectos se realiza la comprobación de circulación en el sistema neumático al aplicar aire a presión por medio de un compresor, el cual se ingresa en el domo para detectar fugas de aire se forma una solución espumante a base de detergente.



Foto 32. Compresor de aire

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Se procede a colocar esta solución alrededor de la cápsula, en las uniones de tuberías y acoples para proporcionar la presión debida, en caso de haber fugas el espumante comienza a burbujear por lo que se lo sellará en esta parte nuevamente.



Foto 33. Chequeo de fugas de aire  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.3.2 Pruebas de los sistemas eléctrico y electrónico

- 1.- Al finalizar la conexión de los conductores eléctricos se procede a comprobar que existe continuidad entre ellos al igual que los cables en el circuito eléctrico estén soldados para aplicar el voltaje de línea.
- 2.- Se revisa con un multímetro los voltajes y corriente correctos en la fuente de alimentación es decir +5Vcd y +24Vcd que serán suministro de energía para los sensores y las electroválvulas.

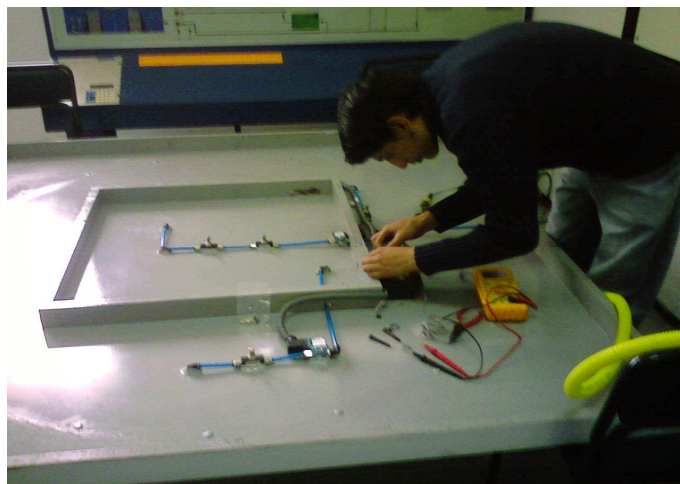


Foto 34. Revisión de los sistemas eléctrico y electrónico  
Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Se realiza la conexión de los voltajes a las cargas antes mencionadas para efectuar la prueba de comunicación entre la tarjeta y fuente.

4.- Se verifica la comunicación, por el voltaje digital de +5Vcd que la DAQ envía, para activar las electroválvulas, las cuales se activan normalmente; en los sensores de presión se confirma voltaje de alimentación +5Vcd con un multímetro cuya señal es ingresada en la DAQ para el monitoreo.



Foto 35. Fuente de poder en funcionamiento

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.3.3 Prueba operativa

La fase de funcionamiento del sistema consta en:

1.- Se comprobó una vez más el correcto ensamblaje de los diferentes sistemas, se conecta las mangueras neumáticas a y b, que se dirigen hacia la bomba de succión y al compresor de igual manera los cables de comunicación a la DAQ y alimentación de la fuente al tomacorriente de 110Vac.



Foto 36. Comprobación de voltajes correctos

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.- Se lleno parcialmente al globo exterior con helio (si es necesario) para luego ser llenado el interno con aire en el cual se queda formado el prototipo llamado zeppelin. Activo la fuente de poder

3.- Se verificó que las señales estén correctas en los sensores como las electroválvulas; el controlador del sistema debe fijar una altura a la que este el prototipo, dependiendo de este parámetro el sistema activará o desactivará la bomba de vacío y electroválvulas, lo que da lugar al aumento o disminución de presión.

### **3.3.3.1 Ajuste de las válvulas reguladoras de flujo**

Como se mencionó el sistema posee este tipo de dispositivos ubicados en junto a las electroválvulas para regular el flujo de aire que ingrese o que sale de la cápsula y en especial del prototipo interno, por efecto de la simulación permite que la evacuación no sea muy rápida ni muy lenta, lo cual depende del control automático, dichos elementos son de operación manual es decir se gira su tornillo para abrir o cerrar el paso de flujo.



Foto 37. Ajuste de las válvulas reguladoras de flujo

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

### 3.4.4 Análisis de resultados

#### 3.4.4.1 Estudio del funcionamiento

Como se detalló anteriormente este proyecto posee varios temas o disciplinas en las que se estructuró para construirlo; en el transcurso de este surgió inconvenientes propios de la complejidad del mismo. La operación del modulo depende del control de proceso que realiza el control automático de gases.



Foto 38. Módulo en funcionamiento

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

#### a. Funcionamiento del modulo

1.- Se efectúa las conexiones y alimentaciones a los distintos sistemas para luego a encenderlos, se ejecuta el control automático teniendo como datos la presión a la que encuentran, la capsula y el prototipo por efectos de esta el ambiente oscila entre los 72-73 Kpa por lo que en el globo aumenta la presión entre 0.5 – 0.8 Kpa por efecto del exterior, datos enviados por los sensores; al momento se encuentra cerradas las electroválvulas.

2.- Se desea que el prototipo suba, se fija una altura mayor a la actual el control realiza los ajustes necesarios permitiendo que se abra la electroválvula de succión se active la bomba de vacío y empiece a evacuar el aire del domo por efectos de disminución de aire se reduce la presión en el contenido, el globo interno iría poco a poco desinflándose lo que provoca que suba de altura hasta alcanzar dato fijado lo que implicaría apagado del sistema de succión.

3.- Ahora el momento de bajar al prototipo de la altura anterior se procede de forma contraria se fija un dato inferior al actual lo que sucederá es que el globo interno se vaya llenando relativamente al igual que la capsula lo que aumentara de presión y por ende disminución de altura.

#### **b. Fenómeno físico de la atmósfera**

La hipótesis anterior tiene su sustentación física la que manifiesta que nuestro planeta está formado por la atmosfera en la cual se tiene como un edificio de aire en donde los pisos son las capas de aire que la forman, tomamos como ejemplo nuestro país en la costa a orillas del mar la columna de aire será más grande puesto el primer piso soporta a los de encima permitiendo que haya mayor oxígeno por la cantidad de capas que se tiene, por lo que hace que estas partículas se colisionen, como en todo fricción de cuerpos se produce el calor hace que la temperatura aumente; ahora si nos situamos a unos 3000 msnm la columna de aire se menor por lo que existe menor presión y disminución de temperatura. (Crnl .P. Vinueza, conversación, abril, 2010)

#### **c. Fenómeno físico de los gases**

Este fenómeno se lo menciona puesto que la ley de gases se pone de manifiesto en el prototipo en donde se menciona: las variables de la ley que incluyen la presión ( $p$ ), el volumen ( $V$ ) y la temperatura ( $T$ ). La ley de Boyle-Mariotte afirma que el volumen de un gas a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión. La ley de Charles y Gay-Lussac afirma que el volumen de un gas a presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta. (D. Giancoli "Física de Giancoli", P.Tippens "Física conceptos y aplicaciones")

Aplicando estos principios se tiene que al disminuir la presión en el globo el volumen va aumentar por el contrario si aumento la presión el volumen disminuye por efectos del gas ideal y de las características físicas del gas en este caso el helio para evitar que el globo se deforme se coloca un ballonnet o prototipo interno que compense el volumen del globo, lo que se noto que estas leyes se cumplen en nuestro caso. (Cptn.C.Miño, conversación, marzo, 2010).

### 3.4.4.2 Análisis de gastos

Dentro de los egresos que se realizaron en la construcción de este proyecto se detallan en cada sistema a continuación:

#### Gastos del Sistema estructural

Tabla 3.2. Gastos del sistema estructural

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
Tablero MDF	1	42.10	42.10
Decolar sellador	2	4.62	10.34
Tan gris perla	1	4.95	5.62
Tan laca blanca	1	7.24	8.11
Expothinner	4	1.21	5.42
Lija Fan-220	3	0.31	1.15
Tubo cuadrado 1"	3	8.72	29.98
Suelda AGA 6011	2	1.56	3.49
Domo de Acrílico	1	132.00	150.00
Garrucha caucho 2"	4	1.78	7.92
Cemento de contacto 1/4	2	0.76	1.70
Caucho de 2"	9	1.10	9.90
Pernos, tuercas y arandelas de 1 <sup>1/4</sup> "	22	0.25	5.50
Teflón y Broca 1/4"	1	1.50	1.50
Polimax Bison	1	12.65	12.65
Silicona líquida	2	2.50	5.00
Mano de obra	1	50.00	50.00
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>Egreso Total</b>	<b>\$ 350.38</b>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## Gastos del sistema neumático

Tabla 3.3. Gastos del sistema neumático

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor total (\$)
<b>Mac Electroválvula 3/2 serie 100 de 1/8"</b>	<b>3</b>	68.50	230.19
<b>Kit Bomba de vacío Quality de 1/2 de HP</b>	<b>1</b>	265.00	296.80
<b>Motorcompresor Embraco y accesorios</b>	<b>1</b>	35	39.20
<b>Válvulas reguladoras de flujo MSC200 de 1/8"</b>	<b>4</b>	8.50	38.08
<b>Tubería neumática MCRA de 8mm</b>	<b>8</b>	1.24	10.11
<b>Conectores Rectos JPL a 8mm</b>	<b>16</b>	1.30	23.29
<b>Tapón de 8mm NPT</b>	<b>3</b>	1.35	4.53
<b>Conector unión recta JPU 8mm</b>	<b>2</b>	2.02	4.52
<b>Unión codo JPV a 8mm</b>	<b>10</b>	1.56	17.47
<b>Conector "T" y "Y" igual JPE y JPY 8mm</b>	<b>3</b>	1.78	5.99
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>Egresos totales</b>	<b>670.18</b>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz



## Gastos del sistema eléctrico y electrónico

Tabla 3.4. Gastos del sistema eléctrico y electrónico

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
<b>Sensores de presión MPX4115A</b>	<b>4</b>	30.69	137.49
<b>Kit de elementos electrónicos</b>	<b>1</b>	22	24.64
<b>Caja de proyectos</b>	<b>1</b>	4.50	4.50
<b>Cable plano flexible</b>	<b>5</b>	1.80	10.08
<b>Cable gemelo AWG 12</b>	<b>4</b>	0.35	1.40
<b>Enchufe y conectores</b>	<b>3</b>	2.20	2.20
<b>Masking y Adhesivos</b>	<b>2</b>	1.34	3.00
<b>Baquelita y estaño</b>	<b>1</b>	2.25	2.52
<b>Tubería eléctrica y accesorios eléctricos</b>	<b>3</b>	1.35	4.54
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>Egresos totales</b>	<b>190.37</b>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## Gastos totales

Tabla 3.5. Gastos totales del proyecto

Descripción	Cantidad	Valor total
Sistema estructural	58	350.38
Sistema neumático	51	670.18
Sistema eléctrico y electrónico	24	190.37
Internet	30	24.00
Transporte y movilización	1	100.00
Copias	600	12.00
Impresiones	170	18.00
Mano de obra	1	60.00
Extras	1	100.00
<b>Egresos Totales</b>	<b>936</b>	<b>\$ 1524,93</b>

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se realizó un estudio de los componentes fundamentales para construir el modelo de globo aerostático, los mismos que reúnen los requisitos elementales como las electroválvulas, la base principal que contiene un prototipo dentro de una capsula de acrílico, la bomba de vacío y su fuente de poder.
- Se diseñó un esquema para la elaboración del modelo de globo aerostático el cual se lo dividió en 4 sistemas para su funcionamiento: sistema estructural que consta principalmente del domo de acrílico y el prototipo; sistema neumático donde se resaltan la bomba de vacío y las electroválvulas; sistema electrónico y eléctrico que su función primordial es la de proveer energía eléctrica a los sensores de presión, electroválvulas y la transmisión de información de la DAQ.
- Para disminuir la presión dentro del Domo, se experimentó compresores, generadores de vacío, con los cuales no se obtuvo los resultados deseados por tal razón se optó por la bomba de vacío que es un dispositivo eléctrico el mismo que efectúa la absorción continua de aire.
- Se verificó que el modelo de globo aerostático cumple con los principales requerimientos como envió de señales por parte de los sensores de presión hacia la DAQ y la ejecución de los dispositivos neumáticos y electrónicos que permita el funcionamiento del control automático de gases.
- El fenómeno que se presenta en el prototipo, es la Ley de Gases que manifiesta que el volumen de un gas (helio), refleja simplemente la distribución de sus moléculas que lo componen sujetas a una variación presión.

## 4.2 Recomendaciones

- Revisar periódicamente el sistema estructural especialmente los sellos, pernos y arandelas ya que pueden estar desajustados o desgastados.
- Colocar aceite en las ruedas como uniones de la base metálica ya que pueden dificultar la movilización o desmontaje de esta estructura.
- Efectuar limpieza en zonas como el domo, bases, conectores, tuberías, bomba de vacío, etc. Ya que puede imposibilitar la visibilidad o el funcionamiento de la maqueta.
- Chequear las conexiones de los cables de alimentación y de datos con de los voltajes que se encuentren en la DAQ y fuente de poder.
- Por ningún motivo exceda la presión o succión, ni se apoye sobre la cápsula ya que puede fisurarse o romperse.
- Aspectos para la bomba de vacío:
  - Para operación, cambio o aumento de aceite y manipulación de la bomba debe hacer según los pasos del manual de operación.
  - La toma y el aire deben estar libre de residuos de polvo o grasa.
  - Nunca coloque otro tipo de lubricante solo aceite para bombas de vacío o la maltrate.
- Las electroválvulas y el compresor debe estar libre de impurezas que pueden tapar sus conductos y no sobre recalentarlos.
- Ejecute las recomendaciones para no tener inconvenientes en su funcionamiento. Para cualquier cambio o sustitución de una parte asegúrese de realizarlo de acuerdo a los manuales u hojas técnicas.

## GLOSARIO

**Acrílico.-** Dicho de una fibra o de un material plástico: Que se obtiene por polimerización del ácido acrílico o de sus derivados

**Aerostático.-** Parte de la mecánica que estudia el equilibrio de los gases y de los sólidos sumergidos en ellos.

**Arandela.-** Pieza generalmente circular, fina y perforada, que se usa para mantener apretados una tuerca o un tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas.

**Arista.-** Línea que resulta de la intersección de dos superficies, considerada por la parte exterior del ángulo que forman.

**Ballonet.-** Bolsas o cámaras de aire que están dentro del dirigible.

**Bandajes.-** Caucho que va montado sobre los cubos del acoplamiento y fijado por medio de coronas de sujeción y tornillos.

**Canaletas.-** Pieza de madera en forma de teja de los telares de terciopelos, en la cual apoya el pecho el obrero.

**Cápsula.-** Casquillo con que se cierran herméticamente las botellas después de llenas y taponadas con corcho.

**CFM.** Es la habilidad transferir 1 pie cubico de aire en un minuto. CFM o pies cúbicos por minuto (28,31Litros/min)

**CID-FAE.-** Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

**Concéntrico.-** de figuras y de sólidos: Que tienen un mismo centro.

**DAQ.-** Tarjeta de adquisición de datos diseñada por National Instruments.

**Dieléctrico.-** Dicho de un material: Que es poco conductor y a través del cual se ejerce la inducción eléctrica.

**Dirigible.-** Aparato más ligero que el aire con una carena llena de un gas capaz de elevarlo.

**Elipse.-** Lugar geométrico de los puntos del plano cuya suma de distancias a otros dos fijos llamados focos es constante. Resulta de cortar un cono circular por un plano que encuentra a todas las generatrices del mismo lado del vértice.

**Émbolo.-** Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

**Estanqueidad.-** Embargo o prohibición del curso y venta libre de algunas cosas, o asiento que se hace para reservar exclusivamente las ventas de mercancías o géneros, fijando los precios a que se hayan de vender

**Gajo.-** Cada una de las partes en que está naturalmente dividida.

**HAPS. -** High Altitude Platform Stations (PGA)

**Hidrológico.-** Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.

**Holgado.-** Ancho y sobrado para lo que ha de contener.

**ITSA.-** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**Lóbulos.-** Cada una de las partes, a manera de ondas, que sobresalen en el borde de una cosa; como en la hoja de una planta o en el intradós de un arco.

**Monitoreo.-** Acción que regula y controla a distancia el funcionamiento de un aparato, mecanismo o sistema.

**Neumático.-** Dispositivo que funciona con aire u otro gas.

**Ozono.-** Estado alotrópico del oxígeno, producido por la electricidad, de cuya acción resulta un gas muy oxidante, de olor fuerte a marisco y de color azul cuando se liquida.

**PGA.-** Plataforma de Gran Altitud.

**Poliamida.-** Polímero caracterizado por la presencia de múltiples grupos amida, como el nailon.

**Polietileno.-** Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, objetos moldeados, etc.

**Presión.-** Es el cociente de la fuerza aplicada y la superficie de aplicación.

**Prototipo.-** modelo o versión inicial de un producto, previsto para probar y desarrollar el diseño.

**Relieve.-** Conjunto de formas complejas que accidentan la superficie del globo terráqueo.

**Satélite.-** Vehículo tripulado o no que se coloca en órbita alrededor de la Tierra o de otro astro, y que lleva aparatos apropiados para recoger información y retransmitirla.

**Siderurgia.-** Arte de extraer hierro y de trabajarlo.

**Software.-** Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**Sujetador.-** Son dispositivos mecánicos que en general, sirven para impedir el movimiento entre piezas que se acoplan.

**Transmisión.-** Dicho de una emisora de radio o de televisión: Difundir noticias, programas de música, espectáculos, etc.

**Vulcanización.-** Combinar azufre con goma elástica para que esta conserve su elasticidad en frío y en caliente.

**Zeppelin.-** aparato más ligero que el aire con una carena llena de un gas capaz de elevarlo, un dispositivo de propulsión, medios para ajustar la fuerza ascensional y una o más góndolas para la tripulación, los pasajeros y las unidades de alimentación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Douglas Giancoli “Física de Giancoli” (3era Ed.), Editorial Pearson
- La ley de gases. (Cptn.C.Miño, conversación, marzo, 2010)
- Paul Tippens “Física conceptos y aplicaciones”,(6ta Ed.) Editorial Mcgraw Hill
- Fenómeno atmosférico. (Crnl .P. Vinueza, conversación, abril, 2010)
- <sup>1</sup>[http://pacac.org.coapc-aa-files504f45444b444b444b444b44vol%20XI%20No.%202%20\\_EXPLORACION\\_ROBOTICA.pdf](http://pacac.org.coapc-aa-files504f45444b444b444b444b44vol%20XI%20No.%202%20_EXPLORACION_ROBOTICA.pdf)
- <sup>2</sup> [http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea\\_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555](http://www.cma.gva.es/contenidoHtmlArea_PPNN/mostrar.aspx?idioma=C&Nodo=4555)
- <sup>3</sup><http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.html>
- <sup>4</sup> <http://www.skydom.com.mx/pag-ac.html>
- <sup>5</sup> [http://www.grupoidesa.com/uploads/boletin\\_tecnico\\_5.pdf](http://www.grupoidesa.com/uploads/boletin_tecnico_5.pdf)
- <sup>6</sup> <http://www.bricotodo.com/tipostableros.html>
- <sup>7</sup> <http://pdf.rincondelvago.com/tuercas-y-remaches.html>
- <sup>8</sup> [http://wapedia.mobi/es/Acero\\_laminado](http://wapedia.mobi/es/Acero_laminado)
- <sup>9</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Cable>
- <sup>10</sup> [http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flexible\\_flat\\_cable](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Flexible_flat_cable)
- <sup>11</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Enchufe>
- <sup>12</sup> <http://valetron.eresmas.net/Componenteselectronicos.pdf>
- <sup>13</sup><http://www.educa.madrid.org/web/ies.victoriakent.fuenlabrada/Departamentos/Tecnologia/Apuntes/ELECTRONICA%20BASICA.pdf>
- <sup>14</sup> <http://www.oocities.com/televisioncity/9387/ReguladoresCI.html>
- <sup>15</sup> [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MPX4115A.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115A.pdf)
- <sup>16</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_vac%C3%ADo#Tipos\\_de\\_bombas\\_de\\_vac.C3.ADo](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_vac%C3%ADo#Tipos_de_bombas_de_vac.C3.ADo)
- <sup>17</sup> [http://www.industrialbarrios.com/ib\\_m\\_articulos/ib\\_pdf/articulo73.pdf](http://www.industrialbarrios.com/ib_m_articulos/ib_pdf/articulo73.pdf)



# **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **ANTEPROYECTO**

#### **CAPITULO I**

#### **EL PROBLEMA**

##### **1.1 Planteamiento del Problema**

La transmisión de información ha llegado a ser una herramienta sumamente importante a nivel mundial permitiendo obtener referencias en poco tiempo sin necesidad de trasladarnos a un lugar específico. La transmisión se la realiza por vía terrestre y medios satelitales abarcando casi todo el globo terrestre; sin embargo hay lugares donde se hace difícil la difusión y recepción de datos por la situación geográfica como: grandes extensiones marítimas, deformidad en la superficie, elevaciones, valles o simplemente bajos recursos económicos para obtener la tecnología necesaria.

La mayoría de países latinoamericanos son subdesarrollados, como es el caso de nuestro país, no cuentan con el capital suficiente para el avance tecnológico necesario, esto a su vez llega a ser el mayor inconveniente para tener una comunicación fácil y rápida. Además existe una extensión marítima entre el continente y la región insular, una selva amazónica y una cordillera andina que incrementa la dificultad para la telecomunicación.

Para esto el Estado ecuatoriano por medio de la SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología), el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (CID-FAE), lleva adelante el proyecto "Diseño y construcción de un prototipo de una plataforma de gran altitud, con fines de investigación". La plataforma de gran altitud (PGA) es un proyecto de investigación científica que permitirá al Ecuador contar con los servicios similares al de un satélite el cual permitirá la investigación atmosférica, mediante

plataformas de gran altitud ubicadas a 15 kilómetros de altitud, donde surge el principal inconveniente que el prototipo no contará con tripulación a bordo para poder mantener la altura del mismo con respecto a la superficie sobre el nivel del mar por lo que es necesario el diseño de un sistema de control por un medio computarizado para el monitoreo del vuelo. Para esto los técnicos del CID-FAE solicitaron el apoyo a instituciones educativas que fomentan la investigación como es el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico mediante la carrera de Electrónica será parte de este proyecto.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo mantener el nivel de elevación respecto a la superficie sobre el nivel del mar de la plataforma de gran altitud en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CID-FAE) mediante el control de gases atmosféricos?

## **1.3 Justificación e importancia<sup>20</sup>**

Es un proyecto de investigación científica que permitirá al Ecuador contar con los servicios similares a un satélite para telecomunicaciones, internet, señal de radio, televisión y monitoreo de la tierra principalmente en la serranía y la región amazónica, la vigilancia de volcanes y áreas de potenciales desastres naturales, como incendios, inundaciones, deslaves, serán parte de las múltiples aplicaciones que se darán a este proyecto.

Para la ejecución del proyecto tecnológico multidisciplinario reúne a investigadores en las líneas de aeronáutica, materiales compuestos, instrumentación de aviónica, control automático de vuelo, telecomunicaciones, sistemas de energía fotovoltaica, atmósfera, modelos matemáticos, sensores ópticos y gestión de comunicaciones los cuales son los principales gestores para su implementación.

---

<sup>20</sup> <http://www.diariolosandes.com.ec> Motorizado por Joomla! Generado: 21 July, 2009

La PGA deberá estar ubicado a 15Km de altitud teniendo en cuenta las condiciones climáticas extremas, como vientos fuertes, temperaturas demasiado elevadas o demasiado bajas, y de esta manera poder cumplir su propósito.

## **1.4 Objetivos:**

### **1.4.1 General**

- Realizar un estudio de los requerimientos necesarios para el control del nivel de elevación respecto a la superficie sobre el nivel del mar de la plataforma de gran altitud mediante la regulación de gases atmosféricos.

### **1.4.2 Específicos**

- Analizar los diferentes tipos de programas para elaborar el software e identificar la mejor opción para realizar la programación que permita controlar el dispositivo para el estudio atmosférico.
- Investigar sobre las características adecuadas que requieren los dispositivos de la Plataforma de Gran Altitud.
- Establecer el método para monitorear el nivel de elevación del prototipo de la plataforma de gran altitud.
- Determinar el modo de control que se empleará para el procesamiento de información obtenida del dirigible.

## **1.5 Alcance**

Mediante el proyecto se espera superar el desafío tecnológico de llevar el internet, la señal de radio y televisión a las áreas rurales, utilizando la PGA, lo cual podrá facilitar las actividades de tele-medicina, tele-educación, entre otros proyectos de inclusión social además del monitoreo de recursos estratégicos, principalmente en la serranía y la región amazónica, la vigilancia de volcanes y áreas de potenciales desastres naturales y fenómenos climatológicos, será parte de las múltiples aplicaciones de esta plataforma<sup>1</sup>.

La PGA necesita tener un control de altura de vuelo autónomo o por órdenes enviadas porque sin esto el prototipo podría en cualquier instante estrellarse teniendo grandes pérdidas económicas así como tiempo de trabajo en los dispositivos de gran tecnología que se encontrarán a bordo. Sin este control el prototipo de gran altura también podría elevarse excediendo la altura deseada. La investigación servirá para el análisis de la altura por medio de la presión y el volumen indicados para mantener estable la Plataforma a 15 Km sobre la superficie terrestre, el sistema electrónico obtendrá las señales desde el prototipo para poder monitorearlas y controlarlas.

Además dicho proyecto servirá de base para las nuevas invenciones tecnológicas dentro de la Fuerza Aérea, ITSA, y demás instituciones que son centros de formación aeroespacial y entidades que apoyan la investigación de igual manera al (los) que ejecutaran el plan será de mucha ayuda, ya que se pondrá en práctica lo impartido por parte del instituto como el desarrollo de las destrezas que en un futuro servirá para el desempeño profesional.

## CAPITULO II

### PLAN METODOLÓGICO

#### 2.1 Modalidad básica de la investigación:

- **De campo**

Nuestro modelo básico investigativo se basa en una modalidad de campo ya que se realizará en el lugar donde existe el problema, es decir en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial situado en Ambato; así se podrá obtener toda la información necesaria y trabajar conjuntamente con el avance de los demás sistemas precisando ser los protagonistas de este evento ya que nuestra misión será el de recolectar información mediante una investigación que nos permita recabar los principales aspectos que debemos procurar tener en cuenta para la implementación.

- **Bibliográfica Documental**

También se utilizará una investigación bibliográfica o documental ya que se podrá clasificar toda la información escrita, rescatada de libros, revistas, internet u otros proyectos de similares características en bibliotecas o centros de información las mismas que al compararlas con lo escrito nos puedan ayudar a definir de una manera explícita lo necesario para nuestro trabajo.

#### 2.2 Tipo de investigación

##### **No Experimental**

Para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto se manejará el tipo de investigación no experimental. Ya que no habrá la intervención directa para la manipulación de las variables durante la ejecución del proyecto pero existirá un análisis, incentivando proyectos interinstitucionales, en los que se plasma el esfuerzo nacional de civiles y militares, de universidades, entidades estatales

como empresas privadas, lo que marca la pauta de la competitividad de una nación por tal motivo es fundamental enfocarse de forma íntegra hacia el proyecto que se podrá constituir en pionero en el desarrollo aeroespacial del Ecuador.

### **2.3 Niveles de investigación**

- **Exploratoria**

Se ejecutara de forma exploratoria ya que se buscara familiarizarnos con el fenómeno que en este caso nos adentraríamos en los principios de vuelo que se basa en la diferencia de densidades entre la aeronave y el aire, teniendo en cuenta la temperatura y presión donde se encontrara, principalmente este principio servirá de base para elaborar nuestros algoritmos de control para dicho proyecto.

- **Descriptiva**

El nivel descriptivo donde se podrá especificar las características o fenómenos formulando los conceptos que se aplicarán en el proyecto para su estructuración y pruebas de funcionamiento, desarrollando una serie de cuestiones con el propósito de dar una breve solución de lo que será el trabajo final haciendo referencia a los diversos conceptos que se enunciaran durante el trabajo.

- **Correlacional**

El nivel correlacional será de gran ayuda para medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos enfocándose en nuestro trabajo de investigación en una analogía entre los elementos que formaran parte del proyecto y su área de operación para elegir la mejor opción.

### **2.4 Universo, Población y Muestra**

De acuerdo con el tamaño de la población, en este tema de investigación se aplicará el cuestionario en el que se conocerá la población de los conjuntos de

interés con una serie de especificaciones donde precisen la factibilidad sobre el cual se hará el respectivo escrito como herramienta, la muestra probabilística que nos permitirá saber el número de elementos que serán objeto de investigación para llegar a los objetivos del problema. Esta fórmula se aplicara para saber la muestra.

**Formula:** 
$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

**Donde:** **N** = Tamaño de la muestra

**m** = Tamaño de la población

**e2** = Error máximo admisible (1%)

## 2.5 Recolección de Datos

### 2.5.1 Técnicas:

- **Bibliográfica**

Se manejará la observación bibliográfica porque facilitará la obtención de información de los libros, revistas, biografías, informes, entre otros, para desarrollar un sustento del marco teórico.

- **De campo**

Se aplicará la técnica de observación de campo en cuanto la investigación se ejecutará en el lugar donde ocurrirán los hechos o fenómenos a investigar.

- **Observación**

Mediante esta técnica podremos analizar todos los fenómenos que puedan darse en el transcurso del proyecto.



- **Entrevista**

Esta técnica la aplicaremos a las personas que conocen sobre el tema, proporcionando valiosos aportes teóricos y prácticos para el trabajo de investigación.

- **Encuesta**

Como herramienta de la encuesta tenemos el cuestionario, que se aplicará directamente a los participantes del proyecto.

## **2.6 Procesamiento de la Información**

Será el proceso en el que se realizará una revisión a las encuestas y entrevistas efectuadas, ayudándonos a organizarlas y archivar todas las respuestas, de la misma manera nos servirá para detectar y eliminar información incompleta o confusa. Esto se lo realizará por medio de los siguientes pasos:

- Revisión crítica de la información
- Limpieza de información incompleta o confusa
- Tabular los datos
- Control de resultados
- Representación gráfica de los datos obtenidos

## **2.7 Análisis e interpretación de resultados**

- **Análisis**

El análisis estadístico de la representación gráfica de los datos obtenidos en el procesamiento de la información lo realizaremos de manera que la información obtenida y requerida sea la indispensable y veraz para estructurar el trabajo.

- **Deducción**

Nos permitirá hacer una interpretación ordenada y lógica de los resultados alcanzados.

- **Síntesis**

Deberemos priorizar y categorizar los datos obtenidos de forma que al interpretarla emitiremos los primeros resultados. (Ver anexo A)

## **2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación**

Las conclusiones y recomendaciones del trabajo es una forma donde se expondrán las ideas que surgieron, pensamientos o nuevas innovaciones que se realizaran al futuro, de acuerdo con la generación de los resultados que se sometieron a un análisis que determinen la factibilidad del trabajo que lo describiremos más adelante. Esto mostrará los logros que alcanzará el proyecto y dará una orientación para las mejores alternativas a la solución al problema.

## **CAPITULO III**

### **EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 Marco Teórico**

##### **3.1.1 Antecedentes de la investigación**

La constitución legal de la empresa fue aprobada mediante ley N°154 del 26 de mayo de 1992, publicada en el registro oficial N° 957 del mes de junio del mismo año en la administración del Dr. Rodrigo Borja Presidente Constitucional de la República, se creó como una empresa de derecho público, adscrita a la Comandancia General de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, con personería jurídica, autonomía operativa, administrativa y financiera, patrimonio y fondos propios que se regirá por esta ley, sus estatutos y sus leyes que por su naturaleza sean aplicables<sup>21</sup>.

La misión del CID-FAE es: "Desarrollar la investigación científica y tecnológica aeronáutica y aeroespacial, para mejorar la capacidad operativa de la Fuerza Aérea y contribuir a la producción científica, tecnológica y al desarrollo nacional.

La visión del CID-FAE ES: "Ser el pionero en el desarrollo aeroespacial nacional".

El 10 de julio del 2008, en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, inició el proyecto pionero en el desarrollo aeroespacial del Ecuador: el diseño y construcción de un prototipo de Plataforma de Gran Altitud (PGA) o High Altitud Plataform (HAP), con la

---

<sup>21</sup> [www.fae.mil.gov.ec](http://www.fae.mil.gov.ec)

necesidad de un control del nivel de elevación con la regulación de gases atmosféricos.

### **3.1.2 Fundamentación Teórica**

#### **3.1.2.1 ¿Qué es un prototipo?<sup>22</sup>**

Un prototipo es una representación limitada del diseño de un producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso.

Un prototipo puede ser cualquier cosa, desde un trozo de papel con sencillos dibujos a un complejo software.

Son útiles para comunicar, discutir y definir ideas entre los diseñadores y las partes responsables.

Los prototipos apoyan el trabajo evaluando productos, clarificando requisitos de usuario y definiendo alternativas.

#### **3.1.2.2 Origen del Zeppelin<sup>23</sup>**

En Alemania, por los años 1900, el visionario Ferdinand Graf von Zeppelin ideó una aeronave más liviana que el aire. Esta especie de aeronave tripulada, en ese entonces, empleaba el hidrógeno como gas para generar sustentación. Tal desarrollo alcanzó esta industria del transporte aéreo que se realizaron muchas travesías entre los continentes europeo y americano, al estilo crucero.

---

<sup>22</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/prototipos>

<sup>23</sup> Airship Aerodynamics, Technical Manual (pilots). War Department. Washington, February 11, 1941.

La física de vuelo se basa en la diferencia de densidades entre la aeronave y el aire, similar al principio de operación del submarino (es importante destacar que para poder sumergirse o emerger, los submarinos usan los tanques de proa y popa, que se abren y se llenan completamente de agua para sumergirse o se llenan de aire a presión para emerger. En el momento en que se produce la inmersión, los tanques principales permanecen inundados, esto genera que su diseño sea más simplificado. En muchos submarinos estos tanques son simplemente una sección del espacio entre los cascos); la sustentación se complementa con la propulsión de motores, que a su vez ayudan a la navegación.



**Elaborado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** <http://www.ecuadorciencia.org/noticias.asp7>

Hay básicamente tres tipos de dirigibles: A) Los rígidos, es decir que tienen una estructura interior, como los zepelines; B) No rígidos, a los cuales se conoce como blimps y C) Semi-rígidos, que combinan características de los dos tipos anteriores.

Hoy podemos hablar de empresas como la Zeppelin Luftschifftechnik, WDL y Cargolifter alemanas; la Whestinghouse Airship Inc, inglesa; Boch, Good Year, Airship Industries e infinidad de pequeñas empresas estadounidenses en el área de California, que se encuentran trabajando en el desarrollo de vehículos de este tipo. Los dirigibles de la Goodyear son blimps y su característica forma elíptica se mantiene gracias al gas y a

la presión del aire contenido en sus compartimentos interiores. Una de las ventajas del zepelín en relación al blimp es que el zepelín puede perder hasta el 80% de la presión en su interior y mantener su integridad estructural. Los dirigibles pueden ser inflados con helio o con aire caliente. Los de aire caliente, o termales o hot air airships, son aeronaves de categoría intermedia entre los globos aerostáticos y los dirigibles inflados con helio y tienen la ventaja de que pueden ser desinflados sin desperdiciar el valioso helio. Otras iniciativas que surgieron en la década de los 90, son la de Angel Technologies, que se basa en interconexión de una red de aviones pilotados de gran altitud y que en estos momentos se encuentra suspendido por falta de fondos, o Sky Station que fundada en 1996 que también se basa en globos de helio. Platform Wireless, fundada también en 1996 y que cotiza en Nasdaq, se basa también en las torres soportadas en el aire por zeppelines<sup>24</sup>.

En todas estas empresas se utiliza el helio como elemento principal para sustentación y llenado de los prototipos además cuenta con un sistema de diferencia de presión interna relacionada con la externa siendo el método desarrollado para la construcción de estos dirigibles.

Hoy en día un dirigible cuenta con equipos electrónicos similares a los de los más modernos aviones, que le permite predecir con antelación las condiciones climáticas y evitar así las que lo perjudiquen, sin embargo, no debe creerse que éste sea un vehículo frágil, pues puede resistir vientos cercanos a los 200 km/h.

### **3.1.2.3 Características Generales del Sistema<sup>25</sup>**

El sistema central comprende una plataforma de gran altitud situada en la estratosfera, en un emplazamiento fijo con respecto a la superficie sobre el nivel del mar, que funciona como estación repetidora (PGA).

---

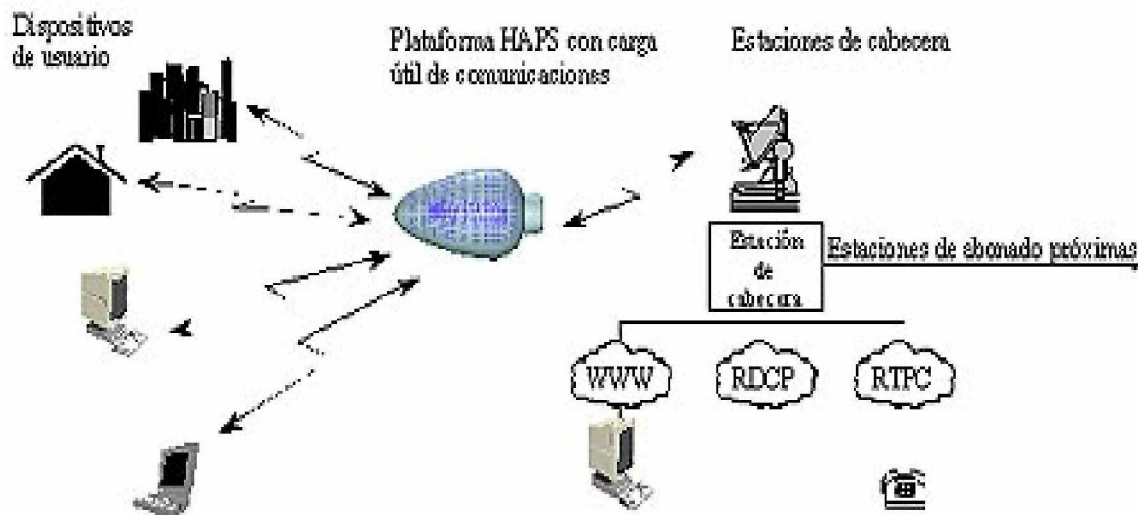
<sup>24</sup> Castrillon, PL; Rodríguez, A: *"En el Amazonas el sueño de Zeppelin vuelve a surgir"*. (Centro las Gaviotas). Universidad de los Andes. Correo de los Andes, Vol 2, #1. Bogotá, Enero, 1980

<sup>25</sup> [www.uteq.edu.ec/facultades/empresariales/informatica/tutoriales/siscomunicaciones/skystation.pdf](http://www.uteq.edu.ec/facultades/empresariales/informatica/tutoriales/siscomunicaciones/skystation.pdf)

Las estaciones terminales de usuario se encuentran distribuidas en tierra, en una disposición de tipo celular que permite una mejor reutilización de frecuencias. Los terminales de usuario son dispositivos portátiles que comunican directamente con la carga útil del PGA. Inicialmente no está prevista la interconexión directa de los terminales de usuario entre sí porque complicaría excesivamente la complejidad de la carga útil en la PGA.

La plataforma PGA es el globo ubicado en la estratosfera que contiene el repetidor de radiocomunicaciones o carga útil. Toda conmutación de comunicaciones entre usuarios se realiza directamente en la carga útil, que contiene una gran unidad de conmutación normalizada del tipo “módulo de transferencia asíncrona” (ATM-Asynchronous Transfer Module) normalizado por el UIT-T; no está prevista la interconexión directa entre los terminales sino solo mediante esta plataforma PGA o, a su través, con la red pública de telecomunicaciones.

### Configuración de la red



RDCP: Red de datos con conmutación de paquetes

1500-01

**Elaborado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

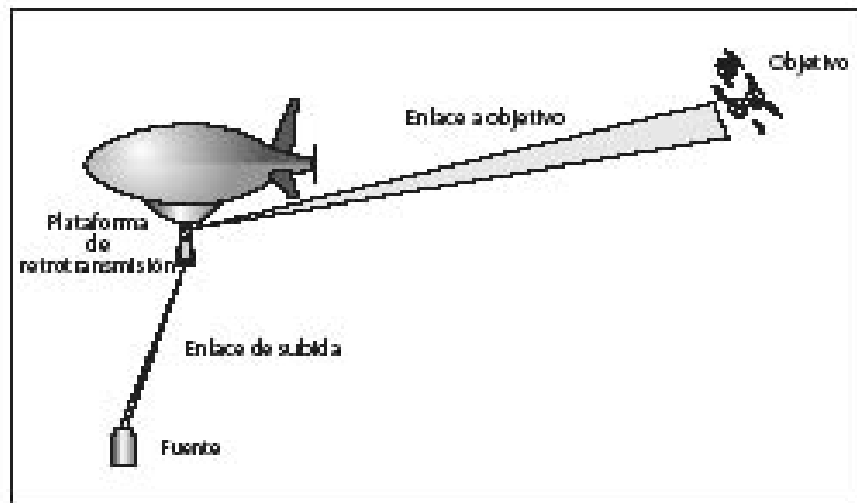
**Fuente:** <http://www.airship.com>

### 3.1.2.4 Altitud de la Plataforma PGA

En el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, estipula que las aeronaves PGA deberán estar situadas a una altura sobre la superficie terrestre limitada entre 20 y 50 Km. La limitación inferior de 20 Km trata de evitar choques con ciertas aeronaves de tipo comercial o científico tomando a consideración que la cordillera de los Andes que cruza por la Sierra ecuatoriana tiene una altura promedio de 3.660 metros sobre el nivel del mar, mientras que el límite superior obedece a la multitud de meteoritos existentes que podrían alterar la configuración de la plataforma e incluso dañar seriamente su carga útil.

Los dos sistemas PGA actualmente especificados han fijado la altitud entre 15 Km y un máximo en 25 Km. Ello se debe principalmente a la velocidad del viento que es mínima para ese margen de alturas. Altitudes superiores permitirían una mayor zona de cobertura e incluso obtener un mayor aporte de energía solar al estar más altas y próximas al Sol, pero dificultarían el mantenimiento en posición de la plataforma e incrementarían la energía necesaria para su funcionamiento (mayor potencia de transmisión necesaria) al estar más alejada. La densidad atmosférica a una altitud de 50 Km es muy inferior a la de la altitud de 20 Km, en una relación aproximada de 1/90. Esto significa que la aeronave PGA situada a 50 Km de altitud necesitaría 90 veces más de gas helio que la situada a 20 Km y requeriría una longitud de la estructura 4,5 veces mayor. Suponiendo que a una altitud de 20 Km se necesita una PGA de 200 m de longitud para aguantar un cierto peso, a una altitud de 50 Km se requeriría una aeronave de 900 m de longitud para el mismo peso. Es absolutamente imposible construir una aeronave PGA tan enorme con la tecnología actual y la previsible en un futuro próximo con el avance de investigaciones.





**Elaborado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** <http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational>

### 3.1.2.5 Aporte de Energía Eléctrica

La plataforma PGA precisa energía eléctrica durante las 24 horas del día, tanto para el funcionamiento del paquete de comunicaciones como para el mantenimiento en posición de la aeronave. Esta función de aporte de energía se efectúa durante el día con baterías alimentadas por células solares eficaces que irían situadas en la superficie superior de la aeronave, y durante la noche mediante baterías de regeneración de combustible hidrógeno-oxígeno. Los componentes de las células de combustible de regeneración y del subsistema electrolítico de que va equipada la plataforma, convierten el agua en combustible durante el día y dicho combustible se utiliza para generar la energía eléctrica que requiere el funcionamiento nocturno. El electrolito convierte el agua en gases hidrógeno y oxígeno para el funcionamiento nocturno de la célula de combustible.

### 3.1.2.6 Comparación entre un HAPS y un Satélite

	SISTEMAS WIRELESS TERRESTRES	HAPS		SISTEMAS SATELITALES
		TECNOLOGÍA AIRSHIP	TECNOLOGÍA AIRCRAFT	
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	5 ... 250 m.	3 ... 22 Km.	16 ... 19 Km.	500-36000 Km
DURACIÓN	Más de 15 años	Más de 5 años		Más de 15 años
CAPACIDAD	Alta	Media	Media	Baja
ORBITA	x	"Geoestacionaria" Alrededor del mundo	"Geoestacionaria" Alrededor del mundo	Geoestacionaria solamente sobre la línea ecuatorial
COBERTURA	Solamente en la tierra	Posibilidad en la tierra y en el mar	Posibilidad en la tierra y en el mar	Posibilidad en la tierra y en el mar
MARGEN DE DESVANECIMIENTO	Alto	Medio	Medio	Bajo
COMENTARIOS ADICIONALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento posible</li> <li>• Alto número de transmisores necesarios</li> <li>• Tecnología probada y bien conocida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento posible</li> <li>• Sin resolver problemas de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento posible</li> <li>• Sin resolver problemas de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de lanzamiento</li> <li>• Bien conocido y tecnología probada</li> </ul>

### 3.1.2.7 GASES ATMOSFÉRICOS<sup>26</sup>

#### 3.1.2.7.1 OXIGENO

El Oxígeno es indispensable para casi todas las formas de vida en la Tierra pero además resulta muy útil en muchas otras aplicaciones además de facilitar la respiración. Utilizado en Combustión en lugar del aire, mejora la Productividad, ahorra Energía y minimiza las Emisiones de humos en la Producción de Vidrio, Productos Químicos y Farmacéuticos y Metales incluidos el Acero. También se utiliza en el Blanqueo de Papel y para potenciar el rendimiento de las Depuradoras de Aguas Residuales y de las Piscifactorías.

El Oxígeno es incoloro, inodoro e insípido. Tiene una solubilidad pobre

<sup>7</sup><http://www.carbonicogas.com/MANUAL%20GASES.doc>

en el agua y reacciona con todos los elementos, excepto gases inertes, para formar componentes llamados óxidos. El ratio de reacción - conocido como oxidación - varía. Por ejemplo, el magnesio se oxida muy rápido, reaccionando espontáneamente en el aire. No obstante, los metales nobles, como el oro y el platino, se oxidan sólo a muy altas temperaturas.

#### **3.1.2.7.2 ARGON**

El Argón constituye aproximadamente el 0,93% de la atmósfera. (Forma parte del grupo de los gases nobles. Estos son un grupo de gases raros que poseen una gran estabilidad y unos ratios de reacción extremadamente bajos. También son llamados gases inertes).

El Argón es incoloro, inodoro, insípido y no tóxico. Tiene una gravedad específica de 1.38 que le hace ser un 25% más pesado que el aire. A presión atmosférica, se hace líquido a  $-186^{\circ}\text{C}$ . No es corrosivo, ni inflamable y tiene una baja conductividad termal y baja solubilidad en agua.

#### **3.1.2.7.3 NITRÓGENO**

El aire está constituido en un 80% por Nitrógeno. Además de en el aire, el nitrógeno se encuentra en las proteínas de todas las formas de vida, en algunos depósitos naturales de hidrocarburos gaseosos y en muchos compuestos orgánicos e inorgánicos de los cuerpos.

Es un gas incoloro, inodoro, insípido y no tóxico, y existe como gas no inflamable a temperatura y presión atmosférica. Una densidad relativa de 0.9669 hace que el nitrógeno sea más ligero que el aire. Es además ligeramente soluble en agua, y otros muchos líquidos, y es un conductor pobre de calor y electricidad.

#### **3.1.2.7.4 HELIO**

El Helio es mucho más ligero que el aire y es el líquido más frío que se encuentra en la tierra. Se obtiene de fuentes de gas natural y se utiliza en Soldadura, Refrigeración de Equipos de Imágenes por Resonancia Magnética, la Producción de Componentes Electrónicos, el Buceo a grandes profundidades, para inflar globos y en muchos procesos industriales.

El Helio, He, es el segundo gas elemental más ligero después del hidrógeno. El más pequeño de todas las moléculas, tiene el punto de ebullición más bajo de cualquier elemento. Es incoloro, inodoro, insípido y no tóxico, químicamente inerte y no inflamable, sólo ligeramente soluble en agua, y tiene una conductividad térmica alta.

El Helio se produce continuamente en la corteza de la tierra por bajada radiactiva del uranio y otros elementos. El Helio sería mucho más abundante en el aire si no fuera por el hecho de que sus átomos son tan ligeros que escapan del campo de gravedad de la tierra, y desaparecen en el espacio.

El Helio en la atmósfera tiene aproximadamente una concentración de cinco partes por millón. Debido a esta baja concentración, su extracción comercial del aire es inviable. Afortunadamente, han sido encontrados algunos depósitos naturales que contienen cantidades significativas de Helio.

#### **3.1.2.7.5 DIÓXIDO DE CARBONO**

Nuestra atmósfera contiene menos del 1% de Dióxido de Carbono. Por sus propiedades químicas y físicas, este gas resulta ideal para producir bebidas carbonatadas y para conservar o congelar alimentos.

El Dióxido de Carbono, CO<sub>2</sub>, es insípido, incoloro, inodoro, y no

inflamable. El Dióxido de Carbono es una parte integral del ciclo básico natural de la vida. Es exhalado por humanos y animales, y además ayuda a las plantas en su crecimiento. Estas devuelven así oxígeno, gas imprescindible para la supervivencia humana.

### **3.1.2.7.6 HIDRÓGENO**

El Hidrógeno, H<sub>2</sub>, es el más ligero de todos los gases. Se extrae del gas natural o como subproducto de procesos petroquímicos y es el más abundante del universo. El Hidrógeno es uno de los componentes del agua, minerales y ácidos, así como una parte esencial de todos los hidrocarburos y otras sustancias orgánicas. De hecho, el 98% del universo está compuesto de Hidrógeno.

El Hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido y no tóxico. Es inflamable y combustible. Forma una mezcla explosiva con el aire y el oxígeno. Por ello, es un gas que requiere cuidadas medidas de seguridad en su uso y almacenaje.

El hidrógeno es extremadamente inflamable, característica que causó el desastre del Hindenburg, así como otros accidentes. La sustentación que provee el hidrógeno es sin embargo sólo un 8% mayor que la del helio. Con el tiempo, el balance entre coste y seguridad se ha inclinado definitivamente por el uso del helio.

### **3.1.2.7 Programas para La Adquisición de Datos <sup>27</sup>**

#### **3.1.2.7.1 Labview**

Un programa que facilita el diseño de aplicaciones para adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de información es el LabVIEW, por lo que se recomienda su uso para disminuir los tiempos de desarrollo. Es un sistema de programación de propósito general con

---

<sup>27</sup> [www.monografias.com/computacion/programacion](http://www.monografias.com/computacion/programacion)

librerías extendidas de funciones para cualquier tarea de programación. LabVIEW incluye librerías para adquisición de datos, GPIB (Bus de Interface para Propósitos Generales) y control de instrumentos seriales, análisis, presentación y almacenamiento de datos, El cual también incluye herramientas convencionales de programación, de tal forma que se puedan colocar puntos de interrupción, animar la ejecución y ver cómo pasan los datos a través del programa lo que hace de él un programa fácil de depurar y manejar.

#### **3.1.2.7.1 Matlab**

Matlab no es sólo un paquete de computación y graficación, sino una herramienta versátil y flexible, que permite a usuarios que cuentan con conocimientos de programación básicos producir gráficas e interfaces gráficas de usuario (GUIs) sofisticadas, y para programadores con más experiencia tiene la versatilidad de poder interactuar con otros lenguajes como C. Matlab es uno de los lenguajes de programación más utilizados en el ámbito de la investigación debido a su gran capacidad para el procesamiento de cálculos matemáticos. Además de que cuenta con ToolBoxes (Cajas de herramientas) que contienen controles que facilitan aún más la programación de aplicaciones específicas en diferentes áreas del conocimiento como pueden ser: comunicaciones, control, procesamiento digital de señales, etc.

#### **3.1.2.7.2 Visual Basic**

Es un lenguaje de programación que se ha diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno grafico (GUI-GRAPHICAL USER INTERFACE) Como Windows 98, Windows NT o superior.

#### **Características de Visual Basic.**

- Diseñador de entorno de datos: Es posible generar, de manera automática, conectividad entre controles y datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.
- Los Objetos Activos son una nueva tecnología de acceso a datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.
- Asistente para formularios: Sirve para generar de manera automática formularios que administran registros de tablas o consultas pertenecientes a una base de datos, hoja de cálculo u objeto (ADO-ACTIVE DATA OBJECT)
- Asistente para barras de herramientas es factible incluir barras de herramientas es factible incluir barra de herramientas personalizada, donde el usuario selecciona los botones que desea visualizar durante la ejecución.
- En las aplicaciones HTML: Se combinan instrucciones de Visual Basic con código HTML para controlar los eventos que se realizan con frecuencia en una página web.

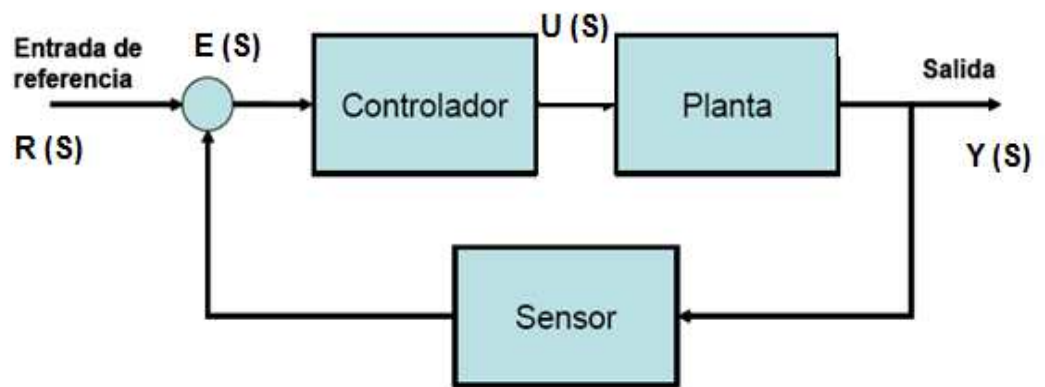
### **3.1.2.7.3 Microcode Studio**

MicroCode Studio es un programa utilizado como un editor basado en basic para programar PICs. Este programa funciona en conjunto con el compilador PBP pic Basic pro y un software programador denominado ICPROG .

- Presta facilidad de programación a diferencia del lenguaje ensamblador con un entorno más amigable.
- •Numeración de líneas en la programación lo cual permite la rápida detección y corrección de errores.
- Permite simular lo programado con mayor facilidad.

### 3.1.2.8 Tipos de Control para Procesos<sup>28</sup>

Un controlador automático compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina la desviación y produce una señal de control que reduce la desviación a cero o a un valor pequeño. La manera en la cual el controlador automático produce la señal de control se denomina acción de control. La figura siguiente muestra el diagrama de bloques de un sistema de control industrial que consiste en un controlador automático, un actuador, una planta y un sensor (elemento de mediación).



Por un lado, la salida del controlador se alimenta a un actuador, como un motor, una válvula neumática, un motor hidráulico o un motor eléctrico. Mientras que el sensor, o elemento de medición, es un dispositivo que convierte la variable de salida en otra variable manejable, como un desplazamiento, una presión o un voltaje, y que puede usarse para comparar la salida con la entrada de referencia.

#### Control Proporcional

Para un controlador con una única acción proporcional, la relación entre la salida del controlador  $u(t)$  y la señal del error  $e(t)$  es:

---

<sup>28</sup><http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Sistemas%20de%20Control%20Automatico/guia5CA.pdf>

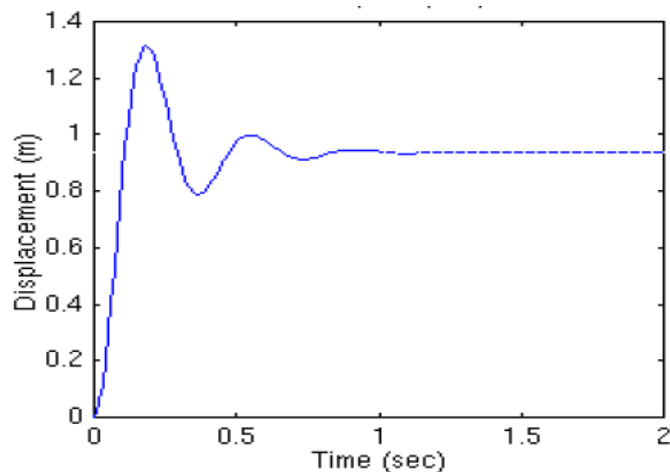


$$u(t) = K_p e(t)$$

la cual, utilizando la transformada de Laplace, se convierte en:

$$u(s) = K_p e(s)$$

De las ecuaciones anteriores se puede observar claramente que el controlador proporcional es utilizado para “controlar teniendo en cuenta el presente”, es decir, el error actual es multiplicado por una ganancia constante ( $K_p$ ) y aplicado al actuador. Como es obvio, cuando el error es cero, la salida de este regulador también es cero, por lo que junto a la señal de control proporcional habría que añadir un offset, que permitiese al valor de salida seguir a la señal de referencia.



### **CONTROL PROPORCIONAL-DERIVATIVO**

El controlador derivativo reduce tanto el sobrepico, cuanto el tiempo de establecimiento. La acción de control se define mediante

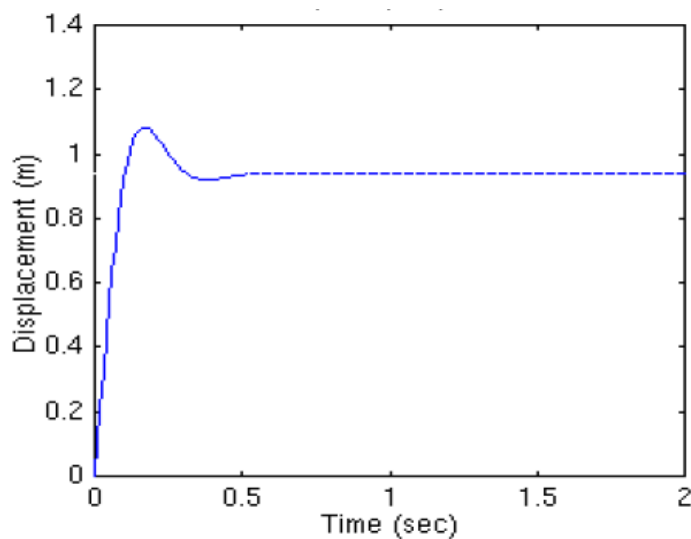
$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_d \frac{d e(t)}{dt}$$

Y la función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s)$$

Donde  $T_d$  es el tiempo derivativo.

En este caso, la acción derivativa pretende controlar el sistema “teniendo en cuenta el futuro” puesto que tomamos la derivada del error con respecto del tiempo (su variación) y se multiplica por una constante. El término derivativo se utiliza para modificar la respuesta temporal del controlador ante cambios del sistema. De esta forma, mientras mayor es la variación del error, mayor será la acción de control derivativa; sin embargo, conforme la derivada del error disminuye (significando que el error tiende a cero), menor es su acción de control.



### CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL

En un controlador proporcional-integral decremента el tiempo de elevación, incrementa tanto el sobrepico cuanto el tiempo de establecimiento, y elimina el error

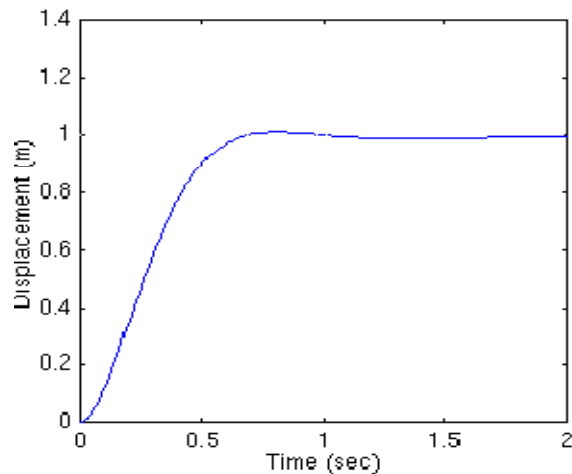
de estado estacionario, la acción de control se define mediante

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt$$

Siendo la función de transferencia del controlador:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

Donde  $T_i$  es el tiempo integral.



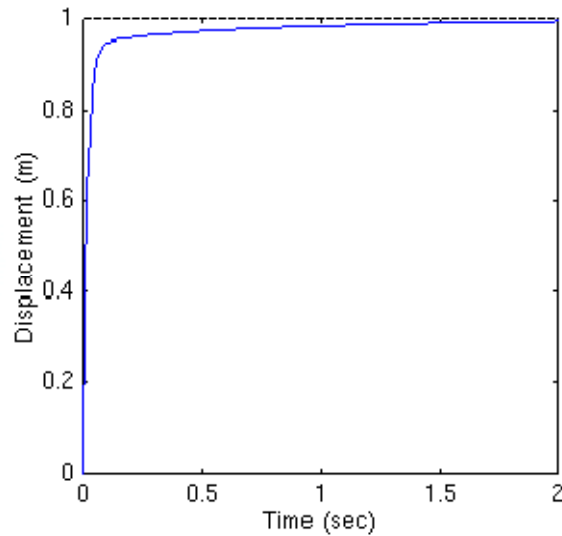
### **CONTROL PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVO**

La combinación de las acciones de control proporcional, derivativa e integral da lugar al controlador PID o controlador proporcional-integral-derivativo. Esta acción combinada tiene las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales. La ecuación del controlador viene dada por:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{d e(t)}{dt}$$

y la función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$



### 3.1.2.9 Avances del proyecto Plataforma de Gran Altitud <sup>29</sup>

En el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial, la Fuerza Aérea Ecuatoriana lleva adelante el proyecto “Diseño y construcción de un prototipo de una plataforma de gran altitud, con fines de investigación”. En agosto de 2008 comenzó la ejecución.

La plataforma de gran altitud (PGA) es un proyecto de investigación científica que permitirá al Ecuador contar con los servicios similares al de un satélite, mediante plataformas de gran altitud ubicada a 15 kilómetros de altitud.

El secretario nacional de Ciencia y Tecnología, Pedro Montalvo Carrera, visitó el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial, ubicado en Ambato, y constató los avances que registra el proyecto, cuya ejecución tomará 24 meses.

---

<sup>29</sup> <http://www.senacyt.gov.ec/ficha/PGA>

Técnicos de la FAE explicaron que en coordinación con el Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (Inamhi), para lo cual se han lanzado sondas estratosféricas de investigación con la finalidad de estudiar los vientos a gran altura; la información obtenida se la está remitiendo a la Escuela Politécnica Nacional para la modelación matemática.

Otro avance es el diseño conceptual de las formas aerodinámicas más adecuadas para las plataformas aéreas. La estructura del primer prototipo del globo se lo está fabricando en México; para el mes de julio de 2009 se realizará el primer vuelo de prueba.

Se destacan avances en la implementación de un taller especializado en estructuras aeronáuticas, para conformar y ensayar materiales compuestos que serán empleados en la construcción de los prototipos.

Técnicos de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) están trabajando en el diseño de un sistema de guiado, navegación y control automático. También se está ensayando con un sistema computarizado de administración del vuelo, que permitirá realizar los primeros vuelos autónomos y sin tripulación.

Al momento cuentan con un prototipo Cero que permite ensayar estabilidad, principios de vuelo aerostático, control y guiado y manejo de materiales.

Además, los técnicos de la EPN efectuaron el estudio de factibilidad del sistema de energía fotovoltaica, y los primeros diseños; actualmente se está realizando el proceso de adquisición de materiales para desarrollar el primer prototipo de energía.

La FAE y la EPN suscribieron un Convenio Complementario para desarrollar el componente carga útil de Broadcast de radio, TV y comunicaciones IP (internet).

El proyecto, ejecutado por la Fuerza Aérea Ecuatoriana, Escuela Politécnica Nacional y el Inamhi, recibe financiamiento de la Senacyt por un monto de 3'325.722,00 dólares.

### **3.1.3 Fundamentación Legal**

El proyecto está basado por las siguientes Leyes de la Constitución Política del Ecuador:

#### **Sección octava de Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.**

**Art. 385.-** El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrán como finalidad:

- 1.- Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
- 3.-Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

**Art. 386.-** El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporara a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

### **3.2 Modalidad básica de la investigación**

- **Investigación de campo**

Mediante esta investigación se constato que la FAE destinó, para la ejecución de este proyecto, las instalaciones ubicadas en el aeropuerto Chachoán de Ambato, donde se dispone de 32 hectáreas de espacio, entre edificaciones, plataforma y pista, las mismas que fueron adecuadas como laboratorios de las líneas de investigación y centro de los primeros ensayos de vuelo de los prototipos, donde laboran 88 personas entre directores, administrativos y técnicos además con personal capacitado de la Politécnica Nacional.

- **Bibliográfica y documental**

A través de esta modalidad se obtuvo información de los trabajos y proyectos realizados en diferentes partes del planeta como también del proyecto que se desarrolla en el Ecuador, la información bibliográfica fue escasa ya que es la primera vez que se ejecuta este tipo de proyectos en nuestro país.

Por lo que para el desarrollo del marco teórico, se recurrió a información del internet como son documentales de diarios nacionales (Diario Los Andes-Riobamba, Ecuador inmediato Edición N° 1833 ), de estaciones PGA internacionales (Angel Technologies, Goodyear , Sky Station , Platfrom Wireless)<sup>5</sup> , trabajos investigativos de universidades que explican los aspectos que conforman una PGA como UTEQ, ESPE, Politécnica Nacional entre otras.

### **3.3 Tipo de investigación**

- **No Experimental**

Al utilizar este tipo de investigación no hemos manipulado las variables del problema pero se accedió a toda la información necesaria para la ejecución práctica y de esta manera evitar errores a lo largo del proceso. El proyecto PGA, que cuenta con el apoyo del alto mando militar, está en plena marcha y a la fecha registra un avance que supera el 20 por ciento, sobre el que se viene desarrollando el primer prototipo que permitirá experimentar en vuelo: configuraciones de aviónica, controles de vuelo y propulsión, que al momento está en ensayo en laboratorio donde se pudo constatar la falta de un control

automático de elevación para supervisar los vuelos y continuar con la implementación de los demás sistemas.

### **3.4 Niveles de investigación**

- **Investigación exploratoria**

Mediante este nivel se indaga sobre el principio de vuelo del dirigible que se basa en la utilización de dos gases de diferentes características el helio y el aire que es un elemento compuesto (Hidrogeno, oxígeno y CO<sub>2</sub>), la sustentación es causa de las partículas del helio que son más livianas que el aire, este nos ayudara al ascenso del dispositivo, el aire principalmente controlara su descenso y estabilidad para lo cual tiene que ver básicamente con las presiones que ejerce la tierra y la interna del prototipo, para lo cual se viene desarrollando el primer modelo que permitirá experimentar en vuelo: configuraciones de aviónica, controles de vuelo, propulsión y sensores, los mismos que abarcaran todos los parámetros de funcionamiento.

El espacio físico tanto de estudio y estructuración del proyecto será el CID-FAE, una de las etapas está a cargo nuestro que consiste en el control del nivel de elevación de la PGA.

- **Investigación descriptiva**

El monitoreo que se registra mediante un sistema computarizado empleando software de control permitirá la supervisión y priorización de acciones a tomarse debidas a condiciones hostiles en donde se encuentra la PGA con capacidad de transmitir información en tiempo real hasta la estación en tierra.

Se debe puntualizar sobre la presión que la máxima presión atmosférica se da al nivel del mar y disminuye al aumentar la altitud, la humedad y la temperatura, tres factores muy relacionados entre sí. Es menor cuanto más alto está un lugar sobre el nivel del mar, pues es menor la capa de aire que tiene encima (decrece aproximadamente 0,000987Atm cada 8 m en las capas



atmosféricas más bajas y, a unos 1.500 m, alrededor de 0,000987Atm cada 15 m), teniendo que 1 Atm equivale a 14,7 PSI<sup>30</sup>.

Finalmente en el área de ejecución, la institución a cargo cuenta con los laboratorios adecuados y equipados específicamente para la realización del proyecto obteniendo mas detalles mediante la visita de observación a este centro, además posee el financiamiento del Senacyt, el apoyo de instituciones educativas y de investigación.

- **Investigación correlacional**

Dentro de este nivel se estableció que los dispositivos que se instalaran en la plataforma deben contar con ciertos parámetros técnicos los mismos que servirán como pauta para una estructuración fiable del proyecto.

Para desarrollar de mejor manera los objetivos y en base a los requerimientos operacionales, estructurales y medios físicos del prototipo deben ser:

En su misión de proporcionar información a la estación de control se debe evitar que estos elementos sean vulnerables al ruido producido por cargas estáticas, que el margen de error sea mínimo por otro lado tener compatibilidad con el software y demás equipos.

Estructuralmente deben ser de tamaño reducido, ligeros, no emitan energía en forma de calor ya que producirían la inflamación de los gases.

De acuerdo al medio donde se operará el dirigible deberán tener resistencia a variaciones climáticas como temperatura, humedad y presión.

Por lo que se determinó que Labview es el programa más idóneo para la elaboración del software de acuerdo al cuadro comparativo.

---

<sup>30</sup> Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

**Tabla 3.3** Características de software de programación

CARACTERISTICA	LABVIEW	MATLAB	VISUAL BASIC	MICROCODE
<b>Tiempo para elaboración de proyectos</b>	Corto	Breve	Prolongado	Moderado
<b>Cantidad de Librerías</b>	Extendidas	Suficientes	Limitadas	Pocas
<b>Para adquisición de datos</b>	Existen funciones predeterminadas En serial, paralelo y Wireless	Serial y Paralelo	Serial	Serial y paralelo
<b>Detección de errores</b>	Seguimiento por simulación del proceso	Indicación de la sección de error	Indicación de la línea de error	Numeración de líneas de programación
<b>Manejo del software</b>	No necesita conocimientos previos de programación	Se necesita conocimientos básicos de programación	Se necesita conocimientos de programación	Se necesita conocimiento de programación
<b>Compatibilidad</b>	Con cualquier programa, dispositivos electrónicos y tarjetas DAQ de National Instruments	Con lenguaje C, funciones matemáticas ciertos dispositivos	Con lenguaje C y código HTML	Con micro Controladores
<b>Aplicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición de datos</li> <li>• Control de procesos</li> <li>• Presentación de información</li> <li>• Análisis de medidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficas</li> <li>• Interfaces gráficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entornos de datos</li> <li>• Formularios</li> <li>• Aplicaciones HTML</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación y control de Pic's</li> </ul>

**Fuente:** Investigación bibliográfica documental

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

### 3.4 Universo, Población y Muestra

El Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana fue considerado para llevar adelante el proyecto “Diseño y construcción de un prototipo de una plataforma de gran altitud, con fines de

investigación“, de tal manera que es el escenario para la recolección de datos; esto implica el total de sus integrantes del centro, que labora en áreas de Mecánica aeronáutica, laboratorio de electrónica, torre de control y áreas afines así como de seguridad y defensa.

En el CID-FAE laboran 88 personas entre personal civil y militar de los cuales hemos adquirido información principalmente del área técnica deslindando el área administrativa puesto que nuestro trabajo se centra en la parte tecnológica; mediante las técnicas de la entrevista y la encuesta debido al pequeño número de investigados y de acuerdo a una norma universal no es recomendable realizar una muestra ya que existiría fallas en la obtención de datos. Es necesario indicar que parte del personal no se encontró en el recinto por motivos de comisiones, permisos y vacaciones.

Si la población hubiese sido mayor se debió obtener una muestra con la siguiente fórmula:

**Formula:** 
$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

**Donde: N =** Tamaño de la muestra

**m =** Tamaño de la población

**e2 =** Error máximo admisible (1%)

Tabla.3.5 Personal del CID-FAE

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>
Administrativo y Servicios	28
Directores y Técnicos	60
<b>Total</b>	<b>88</b>

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Investigación de campo

Tabla. 3.5 Personal informante

<b>Persona</b>	<b>Cantidad</b>
Directores y Técnicos	60
Directores y Técnicos ausentes	18
<b>Total</b>	<b>42</b>

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Investigación de campo

### 3.5 Recolección de datos

#### Observación

Antes de comenzar con la parte práctica necesitamos información que sustente, valore la necesidad de nuestro trabajo y nos dé una guía de lo que debemos tomar a consideración. Para esto hemos utilizado la técnica bibliográfica que nos sirvió para recolectar los datos necesarios para el marco teórico, la técnica de campo por medio de la observación de los laboratorios del CID-FAE ubicado en Ambato.

Se permitió conocer sobre las distintas actividades que se vienen desarrollando desde hace un año en el CID-FAE donde se pudo constatar que dicho centro fue adecuado exclusivamente para el desarrollo de este proyectos se designo un reparto compuesto por personal civil y militar que consta de 88 personas divididas en tres sectores: administrativo, electrónica e instrumentación virtual y mecánica de estructuras las mismas que desempeñan papel importante como el manejo de recursos, la área de electrónica que en sus laboratorios se diseña controles para tener el mando sobre el dirigible mientras que en la última área se encarga de la construcción del prototipo, para su sustentación en el aire. Al momento se efectúa pruebas de campo con vuelos de baja altitud conjuntamente se realiza ensayos de los materiales compuestos que serán empleados en la construcción del prototipo y su administración de vuelo.

Tabla. 3.6 Personal informante

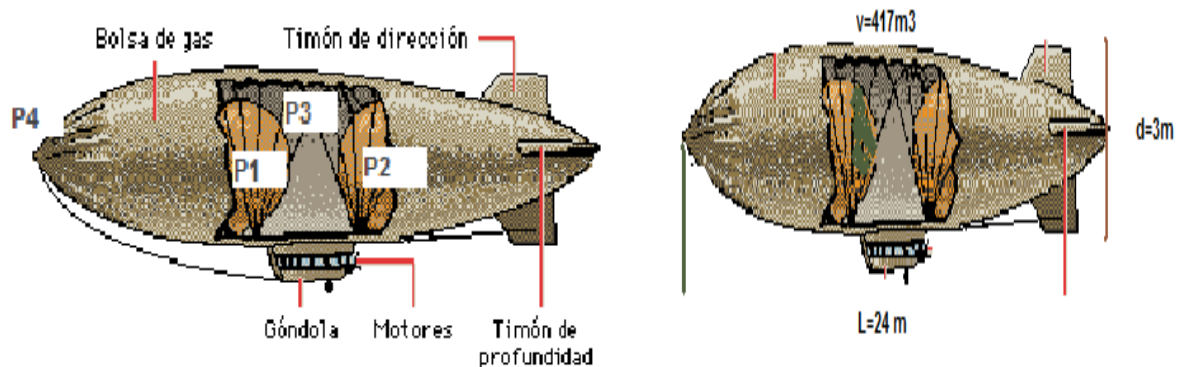
<b>Persona</b>	<b>Cantidad</b>
Directores y Técnicos encuestados	40
Directores y Técnicos entrevistados	2
<b>Total</b>	<b>42</b>

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Investigación de campo

La entrevista que se la realizó a dos personas entendidas en el proyecto de la PGA: el Capitán Paul Armas y el Capitán Camilo Miño.

La entrevista realizada con el señor Cptn. Paul Armas nos permitió conocer información sobre la PGA, las dimensiones de este serán: Largo 24m y diámetro 3m, el relleno de Helio se lo realizara con 20 botellas; es decir, 417m<sup>3</sup>. La altura a la que permanecerá será de 10 a 15 Km, enfatizó: “Dentro del ámbito militar la aplicación de la PGA consistirá en proporcionar información a las tropas en tierra con imágenes en tiempo real, el sistema de llenado del Helio para el prototipo se lo realizará por la cola. El envoltente interno es polímero especial con la capacidad de retener las partículas de helio evitando al mínimo la pérdida de este gas costoso; contendrá internamente dos bolsas de aire que servirán como lastre para el globo, al introducir aire existirá más peso por lo que el globo tiende a bajar, al sacar el aire el prototipo comenzará a subir. La mayor preocupación es la variación de presión mientras más alto se encuentre la presión será menor y la presión interna aumentará tratando de reventar el envoltente. Al momento que se desee recuperar la aeronave se ingresa el aire aumentando la presión atmosférica lo que facilitara la entrada de aire; las bolsas que contendrán el aire ocuparan de un 30 a 40% del prototipo”.



**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Investigación de campo

**Fig.3.6** Estructura de un Zeppelin

La conversación establecida con el señor Cptn. Camilo Miño, nos permitió conocer sobre el principio de control de la PGA: “El control es similar a la de un submarino, cuando desea sumergirse abre válvulas que permiten el ingreso de agua aumentando su peso, para salir a la superficie expulsa el liquido de su interior.<sup>1</sup> En la PGA el control no se lo realizara por ingreso de agua, en este caso será aire puesto que es un gas más pesado que el helio. Los materiales para el prototipo deberán ser de tamaño reducido, resistentes a variaciones climáticas y con rapidez de respuesta, a bordo del prototipo estarán 4 sensores de presión, el sensor 1 y 2 serán de las bolsas de aire, el tercero sensará la presión del helio y el cuarto la presión atmosférica, siempre que la  $P1=P2$  estará estable el prototipo, y si  $P4=P1+P2+P3$ , se encontrará fijo en el nivel de elevación deseada. Para lo cual se deberá implementar un sistema de control de gases con respuesta correctiva proporcional al error generando una acción a la velocidad del cambio de error, debe poseer propiedades predictivas para dar mayor estabilidad al sistema y que reduzca el error de regulación a cero; por lo cual el sistema que cumple con esto es el Proporcional-Integral-Derivativo (PID)”. (Ver anexo C)

Además a través de la técnica de la encuesta se realizó un cuestionario el cual fue entregado a todo el personal técnico que se encontraba realizando importantes adelantos en el prototipo (ver Anexo B).

### 3.6 Procesamiento de la información

Después de haber realizado una revisión crítica y limpieza de información de los cuestionarios realizados al personal técnico del CID-FAE se obtuvieron los siguientes resultados:

#### PREGUNTA 1

**¿Cree usted que al incorporar un sistema automático de regulación de gases atmosféricos nos ayudará a controlar el nivel de elevación de la PGA?**

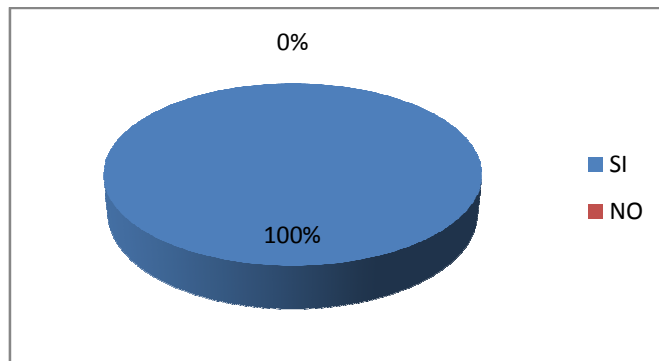
**Tabla. 3.7.1** Tabulación de la primera pregunta

Opciones	Personas	Porcentaje
“SI”	40	100
“NO”	0	0
Total	40	100,0

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Cuestionario realizado al personal técnico

Después de la tabulación de la primera pregunta tenemos la siguiente grafica:



**Fig. 3.7.1** Grafica porcentual de la primera pregunta

## PREGUNTA 2

Identificar la mejor opción de Software para realizar la programación que permita controlar el dispositivo por medio de la adquisición de datos.

a.- MATLAB.

b.- LABVIEW.

c.- MICROCODE

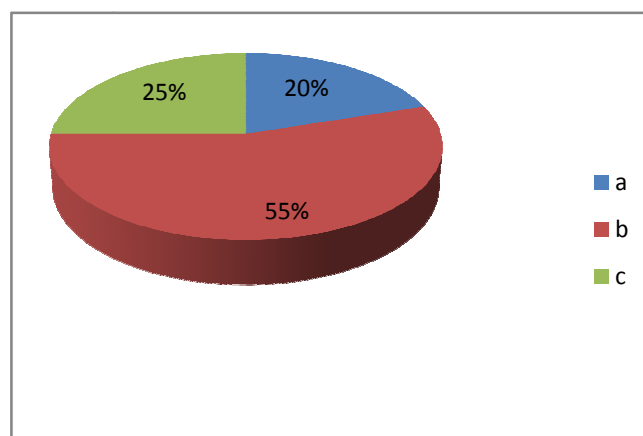
**Tabla. 3.7.2** Tabulación de la segunda pregunta

Opciones	Personas	Porcentaje
"a"	8	20
"b"	22	55
"c"	10	25
Total	40	100,0

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Cuestionario realizado al personal técnico

Después de la tabulación de la segunda pregunta tenemos la siguiente grafica:



**Fig. 3.7.2** Grafica porcentual de la segunda pregunta



### PREGUNTA 3

**Seleccionar las opciones que usted considere apropiadas. Los materiales más adecuados que requiere la Plataforma de Gran Altitud deben ser:**

- a.- Resistentes a bajas y altas temperaturas.
- b.- Alta sensibilidad y respuesta rápida.
- c.- Tamaño reducido y bajo costo.
- d.- De gran durabilidad y Eficacia

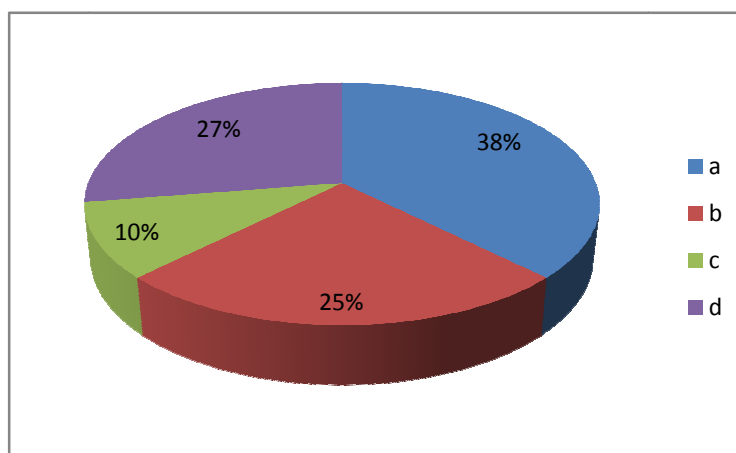
**Tabla. 3.7.3** Tabulación de la tercera pregunta

Opciones	Personas	Porcentaje
“a”	15	37,5
“b”	10	25
“c”	4	10
“d”	11	27,5
Total	40	100,0

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Cuestionario realizado al personal técnico

Después de la tabulación de la tercera pregunta tenemos la siguiente grafica:



**Fig. 3.7.3** Grafica porcentual de la tercera pregunta

#### PREGUNTA 4

De los siguientes dispositivos cual considera que son los apropiados para el monitoreo del nivel de elevación de la PGA. (Subraye)

- a.-Radares meteorológicos .
- b.- Satélites meteorológicos.
- c.- Sensores de presión.
- d.- GPS

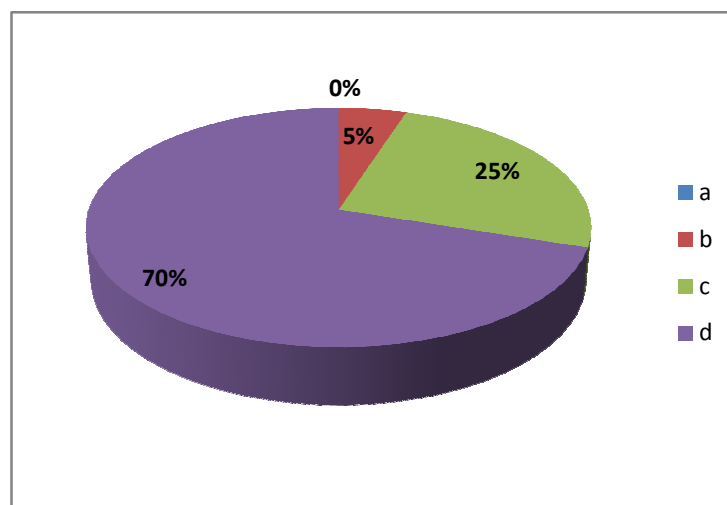
**Tabla. 3.7.4** Tabulación de la cuarta pregunta

Opciones	Personas	Porcentaje
“a”	0	0
“b”	2	5
“c”	10	25
“d”	28	70
Total	40	100,0

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Cuestionario realizado al personal técnico

Después de la tabulación de la cuarta pregunta tenemos la siguiente grafica:



**Fig. 3.7.4** Grafica porcentual de la cuarta pregunta

## PREGUNTA 5

De acuerdo a su criterio, ¿Qué es un sistema de control de gases?

.....  
.....

Esta pregunta no necesita ser tabulada y graficada pero es de gran aporte para evaluar el conocimiento del personal técnico de nuestro proyecto de investigación.

## PREGUNTA 6

De estos aspectos cual considera el más importante de acuerdo a su criterio que es prioritario para evitar problemas en vuelo de la PGA.

- ..... a.- Monitoreo las 24 horas
- ..... b.- Alarmas de prevención de fallas
- ..... c.- Automatización del sistema de control.

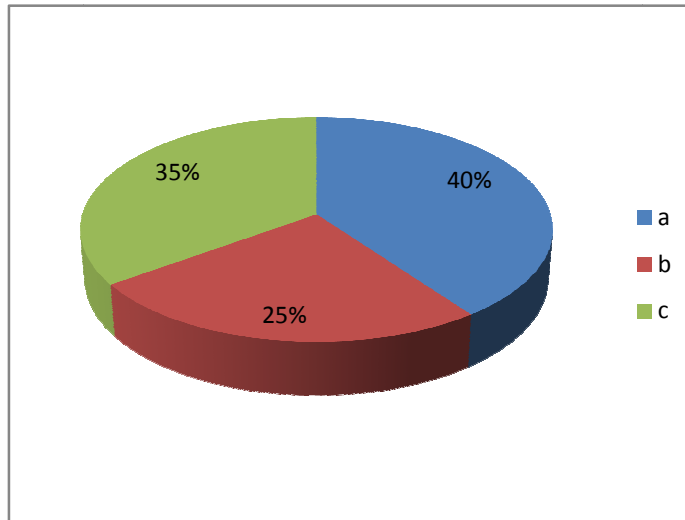
**Tabla. 3.7.5** Tabulación de la quinta pregunta

Opciones	Personas	Porcentaje
“a”	16	40
“b”	10	25
“c”	14	35
Total	40	100,0

**Realizado por:** Santiago Ortiz y Andrés Ramos

**Fuente:** Cuestionario realizado al personal técnico

Después de la tabulación de la sexta pregunta tenemos la siguiente grafica:



**Fig. 3.7.5** Gráfica porcentual de la sexta pregunta

### **3.7 Análisis e interpretación de resultados**

#### **PREGUNTA 1**

Todo el personal técnico consideró que es necesario incorporar un sistema automático de regulación de gases atmosféricos para controlar el nivel de elevación de la PGA.

#### **PREGUNTA 2**

Del personal técnico encuestado el 20% considero que la mejor opción de Software para realizar la programación que permita controlar el dispositivo por medio de la adquisición de datos es MATLAB.

Mientras que el 25% cree que Microcode sería la mejor opción de software donde se puede realizar la programación y control para adquisición de datos.

En tanto que un mayoritario 55% de los técnicos están de acuerdo en que el mejor programa computarizado es LABVIEW, basados en sus conocimientos en proyectos anteriores.

#### **PREGUNTA 3**

Teniendo el conocimiento que los materiales que se encontrarán en la PGA serán especiales se determinó que un 10% del personal cree que deben ser de tamaño reducido y bajo costo, mientras que un 25% consideraron que los materiales sean

de alta sensibilidad y respuesta rápida, un 27,5% asegura que necesitan ser de gran durabilidad y Eficacia , pero un 37,5% enfatizo que los materiales sean resistentes a bajas y altas temperaturas siendo importante tomar en cuenta este parámetro en nuestro proyecto.

#### **PREGUNTA 4**

De todo el personal encuestado ninguno cree que el radar meteorológico sea el mejor dispositivo para el monitoreo del nivel de elevación de la PGA, tan solo un 5% citaron que los satélites meteorológicos sean la mejor solución para el problema, en cuanto un 25% del personal piensa que los sensores de presión instalados en la PGA serán una excelente alternativa, y un notable 70% asegura que los GPS reúnen todas las características necesarias para dicho problema.

#### **PREGUNTA 5**

Después de un análisis realizado del cuestionario el personal técnico está de acuerdo en que un sistema de control de gases es un conjunto de equipos mecánicos y electrónicos como válvulas y sensores los cuales permiten regular la cantidad o volumen de gas en un espacio determinado, tanto el ingreso como la salida controlando la presión interna con respecto a la presión externa y de esta manera evitar que los gases atmosféricos afecten la altitud del dirigible. Esto facilitara una evaluación oportuna en el momento que se quiera recurrar la PGA de vuelo.

#### **PREGUNTA 6**

El 25% del personal determino que es prioritaria la instalación de alarmas de prevención de fallas para evitar problemas en vuelo de la PGA. Mientras que un considerable 35% de técnicos estima que la automatización del sistema de control notificara sobre fallas en el prototipo, igualmente un 40% de encuestados manifiesta que el monitoreo las 24 horas evitara tener este inconveniente.

### 3.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

- **Conclusiones**

- ✓ Para obtener el control del nivel de elevación sobre la superficie terrestre de la PGA del Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CID-FAE) es necesario incorporar un sistema automático de regulación de gases atmosféricos que conste de software para adquisición de datos, sensores como medidores de la variable física (presión) y el control que nos permita tratar de llevar la señal de salida al valor deseado.
- ✓ Para la adquisición de datos y el procesamiento de información el software apropiado es LABVIEW ya que consta de una programación sencilla totalmente grafica compatible con cualquier sistema.
- ✓ Las características adecuadas de los dispositivos de la Plataforma de Gran Altitud se priorizaron por su compatibilidad con los demás sistemas y medio de operación.
- ✓ El monitoreo del nivel de elevación del prototipo de la PGA será realizado por un sistema GPS y complementado por la información generada por los sensores de presión para la estabilidad de las variables físicas internas.
- ✓ El modo de control adecuado para el resultado que se desea obtener es el PID que conserva los parámetros básicos de sintonización de los modos de control proporcional, integral y derivativo, como la ganancia, la constante de tiempo del modo integral y la constante de tiempo del modo derivativo.

- **Recomendaciones**

- ✓ Para el proyecto es recomendable el software llamado LABVIEW que por medio de sus herramientas se podrá manipular sin necesidad de tener conocimientos de programación.

- ✓ Los componentes que se requiere para elaborar este prototipo deben ser resistentes a variaciones de temperatura además siendo admisible el tamaño reducido y su eficacia al estar en vuelo.
- ✓ En la supervisión del nivel de elevación del globo se debe adecuar al sistema de sensores de presión un control para el monitoreo y alertas de fallas.
- ✓ El programa de control que generará estabilidad a la aeronave dentro de un ambiente de perturbaciones atmosféricas deberá ser vigilado frecuentemente para evitar fallas de sus sistemas.

## CAPITULO IV


### Factibilidad del Tema

#### 4.1 Factibilidad Técnica

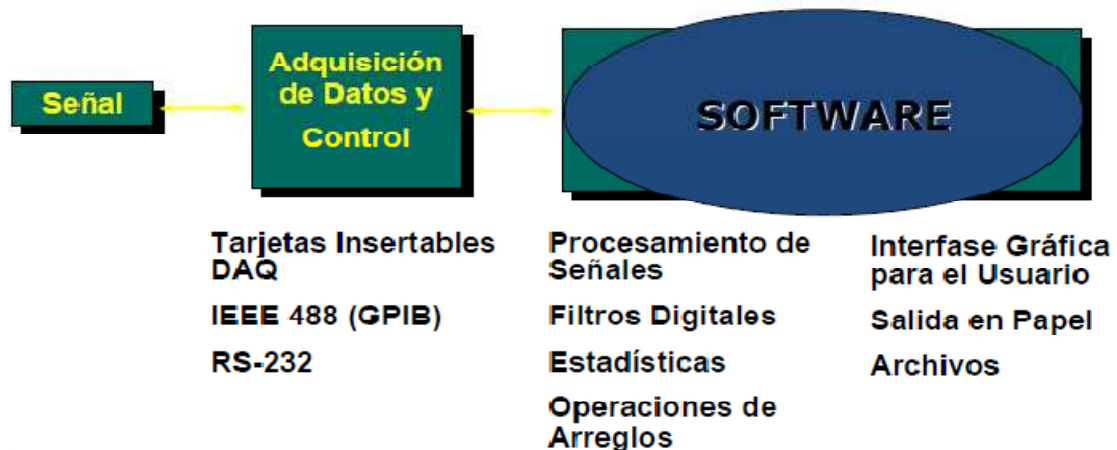
Es factible técnicamente porque se cuenta con los elementos necesarios como:

El software LABVIEW<sup>31</sup> que posee las siguientes características que lo hacen idóneo para este proyecto:

- No se requiere conocimientos previos de programación
- Plataforma de programación completa

**Simulación → Prototipo → Control Real** 

- Programación totalmente grafica y compatibilidad con cualquier sistema de desarrollo para transferir códigos de manera transparente.
- Sistema de control que se realizara en LABVIEW.



Realizado por: Santiago Ortiz

Fuente: Investigación bibliográfica documental

Para complementar se posee de los sensores de presión que se detallan a continuación.

<sup>31</sup> [www.inducontrol.com.pe/ni.com](http://www.inducontrol.com.pe/ni.com)



Sensores de Presión son fabricados de Cerámica de silicio provistos de exactitud estándar es sensor de silicio de piezo resistivo que ofrece medida entre dos magnitudes completamente calibrado y temperatura compensada destinados para el proyecto previa investigación realizada de acuerdo a sus parámetros técnicos:

#### Características Técnicas

- Largo plazo de estabilidad y extremadamente preciso de  $\pm 0.25\%$  FSS BSFL.
- Banda de error total de  $\pm 2\%$  máximo del total de escala
- Encapsulado en miniatura de 10 mm x 10 mm (0.39 in x 0.39 in)
- Voltaje operativo bajo y bajo consumo de poder
- Precisión condicionante en ASIC y compensador de temperatura entre los rangos de  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $85^{\circ}\text{C}$  ( $-4^{\circ}\text{F}$  a  $185^{\circ}\text{F}$ )
- La presión se extiende 60 mbar a 10 bares (1 psi para 150 psi)

#### 4.2 Factibilidad Legal

Es factible de forma legal de acuerdo a la Constitución Política del Ecuador y con la aprobación y financiamiento del estado por parte del Senacyt; ejecutada por el CID-FAE.

**Tabla 4.2** Descripción del proyecto

<b>Diseño y Construcción de un Prototipo de una Plataforma de gran Altitud, con fines de Investigación.</b>	
<b>Área:</b>	Tecnologías de la Información y Comunicación
<b>Código:</b>	PIN-08-FAE-0001
<b>Institución ejecutora:</b>	Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE)
<b>Dirección:</b>	Centro de Investigación de Desarrollo Aeroespacial-Ambato.

<b>Duración (Meses):</b>	24	<b>Inicio:</b> agosto 2008 <b>Fin:</b> agosto 2010
<b>Encargados:</b>	Crnl. Edgar Jaramillo Tcrn. Patricio Salazar	

**Realizado por:** Santiago Ortiz

**Fuente:** Investigación bibliográfica documental

También se cuenta sobre la plataforma de programación y equipos (Labview) que esta licenciada por parte de National Instruments hacia el CID-FAE para ejecución del proyecto y demás experimentos futuros.

#### **4.3 Factibilidad Operacional**

Es operativamente factible porque el proyecto se está ejecutando por técnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) y también participan científicos de la Escuela Politécnica Nacional y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi). Este sistema cumplirá con las características necesarias de operación, fácil manejo, compatibilidad y una confiabilidad para el usuario o responsable que lo manipule.

#### **4.4 Factibilidad Económico-Financiero**

Es factible en el ámbito Económico ya que dicho proyecto es financiado por el Gobierno Nacional por medio del Senacyt el rubro asignado es:

**Financiamiento en efectivo:** **Senacyt:** USD. 3'325.722,00

Dicha factibilidad se empleara para la adquisición de materiales y componentes que se utilizarán para el desarrollo del trabajo además se deberá agregar los recursos económicos que utilizara por parte del responsable para gastos de logística y transporte descritos a continuación.

**Tabla 4.3** Presupuesto para el Proyecto por parte del CID-FAE

<b>Control del nivel de elevación de la PGA</b>			
<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor unitario</i>	<i>Valor total</i>
4	Sensores de presión	\$ 55	\$ 220
1	Kid de Software licenciado	\$ 800	\$800
1	Tarjetas de DAQ	\$300	\$300
1	Kid de dispositivos electrónicos en Stock	\$200	\$200
	Subtotal 1	\$1355,00	\$1520,00

**Realizado por:** Santiago Ortiz

**Tabla 4.4** Presupuesto para el Proyecto (Adicional)

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valor unitario</i>	<i>Valor total</i>
1	Elaboración del prototipo	\$ 200	\$ 200
1	Equipo de computo	\$1000	\$1000
40 horas	Internet	\$0,75	\$30
600	Impresiones y copias	\$ 0,10	\$60
1	Kid de dispositivos electrónicos fuera de Stock	\$200	\$200
Indeterminado	Transporte	\$ 100	\$ 100
1	Imprevistos	\$100	\$100
	Subtotal 2	\$1600,85	\$1690,00
	Subtotal 1	\$1355,00	\$1520,00
	Total de Presupuesto	\$2955,85	\$3210,00

**Realizado por:** Santiago Ortiz

## **CAPITULO V**

### **Denuncia del Tema**

“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE GLOBO AEROSTÁTICO UTILIZANDO  
SENSORES DE PRESIÓN PARA LA DEMOSTRACIÓN DEL CONTROL  
AUTOMÁTICO DE GASES”

#### **5.1 CRONOGRAMA**

Para el desarrollo de nuestro proyecto es preciso contar con un calendario de trabajo el cual servirá como herramienta de organización y coordinación de las actividades planteadas para el tema. (Anexo D)

#### **5.2 GLOSARIO<sup>11</sup>**

**Algoritmo.-** Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

**ASIC.-** Aplicación de circuito integrado específico.

**Aviónica.-** Es la aplicación de la electrónica en la aviación.

**Broadcast.-** Transmisión de señales de radio y televisión.

**CID-FAE.-** Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

**Eficacia.-** Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Energía fotovoltaica.-** Es la transformación de células solares hechas con obleas finas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, convierten la radiación del sol en electricidad de forma directa.

**Factibilidad.-** Cualidad o condición de factible (que se puede hacer).

**GPS.-** Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema de navegación basado en 24 satélites, que proporcionan posiciones en tres dimensiones, velocidad y tiempo, las 24 horas del día, en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas.

**HAPS. -** High Altitude Platform Stations (PGA)

**Hidrocarburos.-** Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos.

**Hostiles.-** Acciones contrarias o enemigas.

**LABVIEW.-** Software de programación totalmente grafica compatible con cualquier sistema.

**Logística.-** Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.

**MATLAB.-** Es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M).

**MICROCODE.-** Software de baja programación utilizado para ordenamiento de microcontroladores.

**Monitoreo.-** Acción que regula y controla a distancia el funcionamiento de un aparato, mecanismo o sistema.

**PGA.-** Plataforma de Gran Altitud.

**Piscifactorías.-** Establecimiento donde se practica la piscicultura.

**Prototipo.-** modelo o versión inicial de un producto, previsto para probar y desarrollar el diseño.

**RDCP.-** Red de datos con conmutación de paquetes

**Satélite.-** Vehículo tripulado o no que se coloca en órbita alrededor de la Tierra o de otro astro, y que lleva aparatos apropiados para recoger información y retransmitirla.

**SENACYT.-** Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología

**Sensores ópticos.-** Dispositivo capaz de detectar diferentes factores a través de un lente óptico.

**Software.-** Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**Subdesarrollados.-** Atraso, situación de un país o región que no alcanza determinados niveles económicos, sociales, culturales, etc.

**Tabular.-** Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

**Telecomunicación.-** Sistema de comunicación telegráfica, telefónica o radiotelegráfica y demás análogos.

**Transmisión.-** Dicho de una emisora de radio o de televisión: Difundir noticias, programas de música, espectáculos, etc.

**Zeppelin.-** aparato más ligero que el aire con una carena llena de un gas capaz de elevarlo, un dispositivo de propulsión, medios para ajustar la fuerza ascensional y una o más góndolas para la tripulación, los pasajeros y las unidades de alimentación.

### 5.3 BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup> <http://www.diariolosandes.com.ec> Motorizado por Joomla! Generado: 21 July, 2009.
- <sup>2</sup> [www.fae.mil.gov](http://www.fae.mil.gov)
- <sup>3</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/prototipos>
- <sup>4</sup> Airship Aerodynamics, Technical Manual (pilots). War Department. Washington, February 11, 1941.
- <sup>5</sup> Castrillon, PL; Rodríguez, A: *“En el Amazonas el sueño de Zeppelin vuelve a surgir”*. (Centro las Gaviotas). Universidad de los Andes. Correo de los Andes, Vol 2, #1. Bogotá, Enero, 1980.
- <sup>6</sup> [www.uteq.edu.ec/facultades/empresariales/informatica/tutoriales/siscomunicaciones/skystation.pdf](http://www.uteq.edu.ec/facultades/empresariales/informatica/tutoriales/siscomunicaciones/skystation.pdf)
- <sup>7</sup> <http://www.carbonicogas.com/MANUAL%20GASES.doc>
- <sup>8</sup> [www.monografias.com/computacion/programacion](http://www.monografias.com/computacion/programacion)
- <sup>9</sup> <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Sistemas%20de%20Control%20Automatico/guia5CA.pdf>
- <sup>10</sup> [http:// www.senacyt.gov.ec/ficha/PGA](http://www.senacyt.gov.ec/ficha/PGA)
- <sup>11</sup> Microsoft® Encarta® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- <sup>12</sup> [www.inducontrol.com.pe/ni.com](http://www.inducontrol.com.pe/ni.com)
- <sup>13</sup> <http://www.senacyt.gov.ec/?q=node/147>
- <http://www.airship.com/AeroVironment>.
- <http://www.ecuadorciencia.org/noticias.asp7>
- [http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apjs/2005/4tri05/4tri05\\_images/lambersonfig3.jpg](http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apjs/2005/4tri05/4tri05_images/lambersonfig3.jpg)
- Khoury, G., y Gillet D., (1999) *Airship Technology*, (1era Ed.) Cambridge University.

## 5.4 ANEXOS

(Anexo A)

### Matriz de Operacionalización De Variables

<b>Variable Independiente: Mantener el nivel de elevación de la PGA</b>				
<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnica e instrumento</b>
Software de control para el control de gases.  Control meteorológico:  Estudio de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas.	Diseños generales  Con planos de la atmosfera	Visión espacial intuitiva  El flujo del proceso de propiedades eléctricas y el clima.	¿Cómo elaborar un software de control en Labview?  ¿Qué aspectos considera para instalar un control de gases?	Encuesta y cuestionario para los Técnicos del CID-FAE.  Entrevista y encuesta para los Técnicos del CID-FAE.

<b>Variable Dependiente: Control de Gases</b>				
<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnica e instrumento</b>
Es la forma por la cual se puede determinar automáticamente los aspectos de los gases como densidad, presión, volumen, etc. Para determinar posición y altitud de la PGA.	Ilustración Grafica  Virtual  Real-física	Laboratorios  Proyectos Ejecutados	¿Qué tipo de control automático implementaría usted?  ¿Cuáles los aspectos son importantes para que tomaría UD para monitorear este sistema?	Encuesta y cuestionario para los Técnicos del CID-FAE.  Entrevista y cuestionario para Técnicos del CID-FAE.



(Anexo B)

## CUESTIONARIO

Encuesta:.....

Fecha:.....

Encuesta dirigida al personal de Técnicos del Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CID-FAE).

Objetivo: Esta encuesta esta enlazada con el proceso de Control del nivel de elevación sobre la superficie terrestre de la plataforma de gran altitud mediante la regulación de gases atmosféricos en el Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CID-FAE). Agradecemos su información y garantizamos que el mismo será tratado de forma confidencial. Andrés Ramos y Santiago Ortiz, estudiantes del I.T.S.A.

### Preguntas:

1.- Seleccione la respuesta que considere usted correcta.

¿Cree usted que al incorporar un sistema automático de regulación de gases atmosféricos nos ayudara controlar el nivel de elevación de la PGA?

SI

NO

Por favor continúe con las preguntas, si su respuesta es afirmativa.

2.- Identificar la mejor opción de Software para realizar la programación que permita controlar el dispositivo por medio de la adquisición de datos. (Subraye)

a.- MATLAB.

b.- LABVIEW.

c.- MICROCODE

3.-Seleccionar las opciones que usted considere apropiadas. Los materiales más adecuados que requiere la Plataforma de Gran Altitud deben ser:

Resistentes a bajas y altas temperaturas.

Alta sensibilidad y respuesta rápida.

Tamaño reducido y bajo costo.

De gran durabilidad y Eficacia

4.-De los siguientes dispositivos cual considera que son los apropiados para el monitoreo del nivel de elevación de la PGA. (Subraye)

a.-Radares meteorológicos .

b.- Satélites meteorológicos.

c.- Sensores de presión.

d.- GPS

5.- De acuerdo a su criterio, ¿Qué es un sistema de control de gases?

.....  
.....

6.- De estos aspectos asigne un valor jerárquico de 1 a 3 de acuerdo a su criterio que es prioritario para evitar problemas en vuelo de la PGA.

..... Monitoreo las 24 horas

..... Alarmas de prevención de fallas

..... Automatización del sistema de control.

Observaciones.....

Datos socio-demográficos del encuestado (Opcional):

Nombre.....Dirección.....

Teléfono..... Edad.....Estado Civil.....

Gracia por su colaboración

(Anexo C)

**Avances de la Plataforma en el CID-FAE<sup>32</sup>**



Prototipo cero de la Plataforma de Gran Altitud.



Técnico de la FAE explica sobre el sistema electrónico de la PGA.

---

<sup>32</sup> <http://www.senacyt.gov.ec/?q=node/147>



Durante el recorrido por los laboratorios en donde se desarrolla el proyecto.



Científico de la Escuela Politécnica Nacional explica los avances en el sistema de generación y almacenamiento de energía fotovoltaica para la PGA.



Técnicos de la Fae experimentan con un prototipo a escala

(Anexo D)

### CRONOGRAMA PARA EL TRABAJO DE GRADUACION

Nombre de tarea	septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero				febrero						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	
Presentación de anteproyecto																											
Aprobación del proyecto																											
Estudio de materiales para el proyecto																											
Elaboración del Software																											
Primeros ensayos																											
Implementación de modelo de PSA																											
Pruebas de Campo																											
Presentación de Proyecto																											
Elaboración del 1 Borrador																											
Elaboración del 2 Borrador																											
Desarrollo del informe final																											
Presentación de trabajo de Graduación																											

Realizado por: Santiago Ortiz

# ANEXO B

## DATOS TÉCNICOS SENSORES DE PRESIÓN

### MPX4115A

**MOTOROLA** Freescale Semiconductor, Inc.  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by MPX4115A.D

## Integrated Silicon Pressure Sensor for Manifold Absolute Pressure, Altimeter or Barometer Applications On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated

Motorola's MPX4115A/MPXA4115A series sensor integrates on-chip, bipolar op amp circuitry and thin film resistor networks to provide a high output signal and temperature compensation. The small form factor and high reliability of on-chip integration make the Motorola pressure sensor a logical and economical choice for the system designer.

The MPX4115A/MPXA4115A series piezoresistive transducer is a state-of-the-art, monolithic, signal conditioned, silicon pressure sensor. This sensor combines advanced micromachining techniques thin film metallization, and bipolar semiconductor processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to applied pressure.

Figure 1 shows a block diagram of the internal circuitry integrated on a pressure sensor chip.

#### Features

- 1.5% Maximum Error over 0° to 85°C
- Ideally suited for Microprocessor or Microcontroller-Based Systems
- Temperature Compensated from -40° to +125°C
- Durable Epoxy Unibody Element or Thermoplastic (PPS) Surface Mount Package

#### Application Examples

- Aviation Altimeters
- Industrial Controls
- Engine Control
- Weather Stations and Weather Reporting Devices

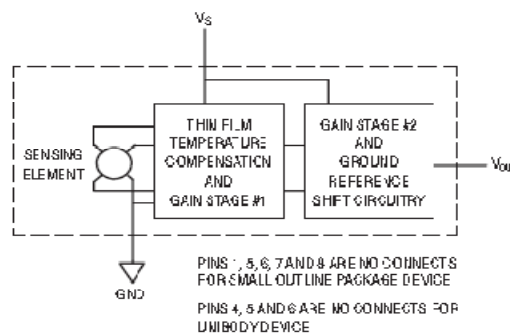
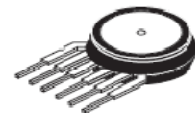


Figure 1. Fully Integrated Pressure Sensor Schematic

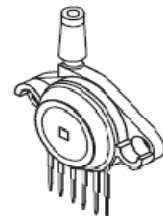
## MPX4115A MPXA4115A SERIES

INTEGRATED  
PRESSURE SENSOR  
15 to 115 kPa (2.2 to 16.7 psi)  
0.2 to 4.8 Volts Output

#### UNIBODY PACKAGE



MPX4115A  
CASE 867



MPX4115AP  
CASE 867B

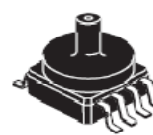


MPX4115AS  
CASE 867E

#### SMALL OUTLINE PACKAGE



MPXA4115AGU  
CASE 482



MPXA4115AC6U  
CASE 482A

PIN NUMBER			
1	N/C	5	N/C
2	V <sub>S</sub>	6	N/C
3	Grd	7	N/C
4	V <sub>out</sub>	8	N/C

NOTE: Pins 1, 5, 6, 7, and 8 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

PIN NUMBER			
1	V <sub>out</sub>	4	N/C
2	Gnd	5	N/C
3	V <sub>S</sub>	6	N/C

NOTE: Pins 4, 5 and 6 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

Freescale Semiconductor, Inc.

REV 4

© Motorola, Inc. 2001

For More Information On This Product,  
Go to: [www.freescale.com](http://www.freescale.com)



MOTOROLA

## Operating Characteristics

**Table 1. Operating Characteristics** ( $V_B = 5.1$  Vdc,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted,  $P1 > P2$ . Decoupling circuit shown in Figure 3 required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup>	$P_{OP}$	15	—	115	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	$V_B$	4.85	5.1	5.35	Vdc
Supply Current	$I_B$	—	7.0	10	mAdc
Minimum Pressure Offset @ $V_B = 5.1$ Volts <sup>(3)</sup>	$V_{off}$	0.135	0.204	0.273	Vdc
Full Scale Output @ $V_B = 5.1$ Volts <sup>(4)</sup>	$V_{FSD}$	4.725	4.794	4.863	Vdc
Full Scale Span @ $V_B = 5.1$ Volts <sup>(5)</sup>	$V_{FSS}$	4.521	4.59	4.659	Vdc
Accuracy <sup>(6)</sup>	—	—	—	$\pm 1.5$	% $V_{FSS}$
Sensitivity	$V/P$	—	46	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	$t_R$	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	$I_{O+}$	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	mSec
Offset Stability <sup>(9)</sup>	—	—	$\pm 0.5$	—	% $V_{FSS}$

- 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.
- Device is ratiometric within this specified excitation range.
- Offset ( $V_{off}$ ) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.
- Full Scale Output ( $V_{FSD}$ ) is defined as the output voltage at the maximum or full rated pressure.
- Full Scale Span ( $V_{FSS}$ ) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.
- Accuracy (error budget) consists of the following:
  - Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure over the specified pressure range.
  - Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.
  - Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at  $25^\circ\text{C}$ .
  - ToSpan: Output deviation over the temperature range of 0 to  $85^\circ\text{C}$ , relative to  $25^\circ\text{C}$ .
  - ToOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0 to  $85^\circ\text{C}$ , relative to  $25^\circ\text{C}$ .
  - Variation from Nominal: The variation from nominal values, for Offset or Full Scale Span, as a percent of  $V_{FSS}$ , at  $25^\circ\text{C}$ .
- Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.
- Warm-up Time is defined as the time required for the product to meet the specified output voltage after the Pressure has been stabilized.
- Offset Stability is the product's output deviation when subjected to 1000 hours of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

## Pressure

### Maximum Ratings

Table 2. MAXIMUM RATINGS<sup>(1)</sup>

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure ( $P_1 > P_2$ )	$P_{MAX}$	400	kPa
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 to +125	°C
Operating Temperature	$T_A$	-40 to +125	°C

1. Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

Figure 1 shows a block diagram of the internal circuitry integrated on a pressure sensor chip.

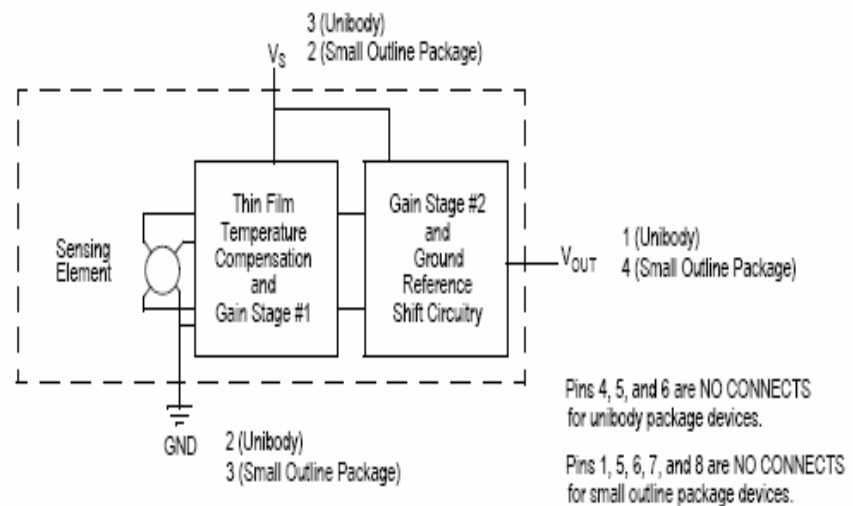


Figure 1. Fully Integrated Pressure Sensor Schematic for Unibody Package and Small Outline Package



### On-chip Temperature Compensation and Calibration

Figure 2 illustrates an absolute sensing chip in the basic chip carrier (Case 867) and the small outline chip carrier (Case 482). A fluorosilicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the sensor diaphragm. The MPX4115A series pressure sensor operating characteristics, and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media, other than dry air, may have adverse effects on sensor performance and long-term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

Figure 3 shows the recommended decoupling circuit for interfacing the output of the integrated sensor to the A/D input of a microprocessor or microcontroller. Proper decoupling of the power supply is recommended.

Figure 4 shows the sensor output: signal relative to pressure input. Typical, minimum, and maximum output curves are shown for operation over a temperature range of 0° to 85°C using the decoupling circuit shown in Figure 3. (The output will saturate outside of the specified pressure range.)

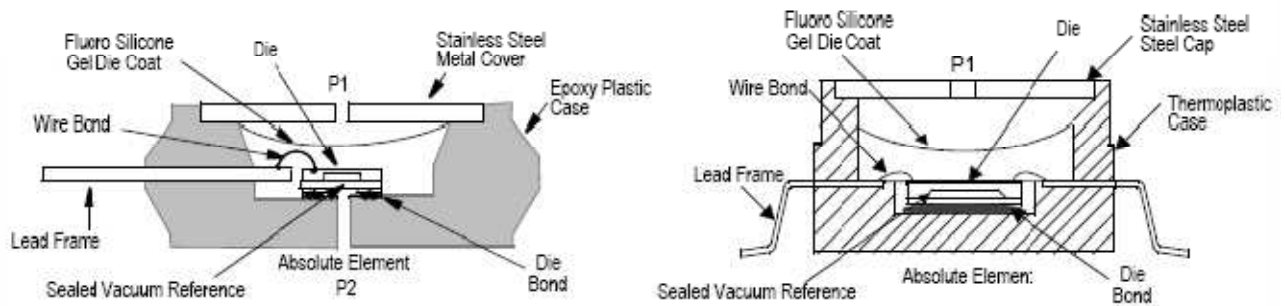


Figure 2. Cross-Sectional Diagram (not to scale)

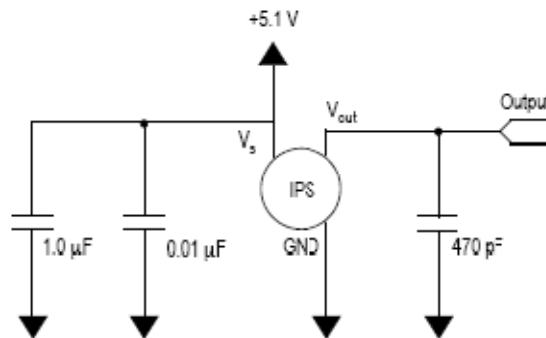


Figure 3. Recommended Power Supply Decoupling and Output Filtering (For output filtering recommendations, refer to Application Note AN1646.)

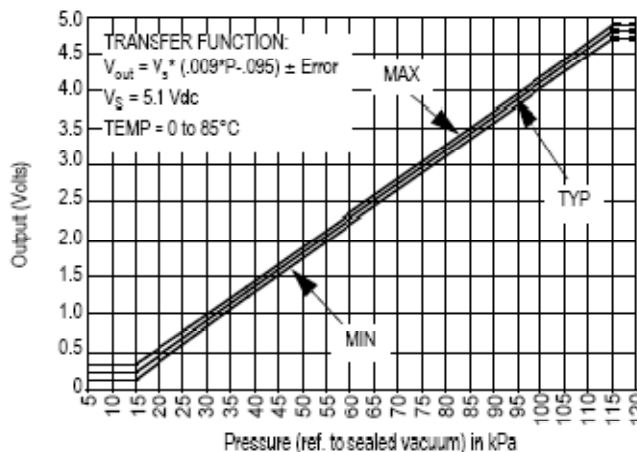


Figure 4. Output versus Absolute Pressure

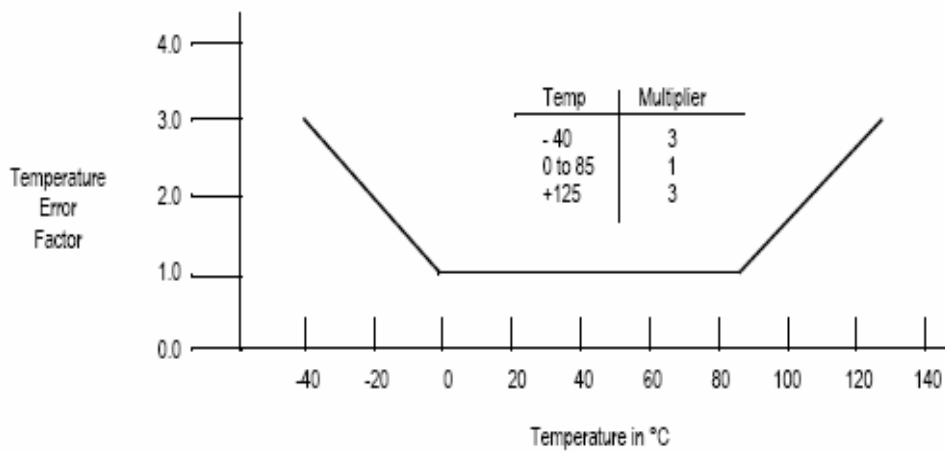
# Pressure

## Transfer Function (MPX4115A)

**Nominal Transfer Value:**  $V_{out} = V_S (P \times 0.009 - 0.095)$   
 $\pm (\text{Pressure Error} \times \text{Temp. Factor} \times 0.009 \times V_S)$   
 $V_S = 5.1 \text{ V} \pm 0.25 \text{ Vdc}$

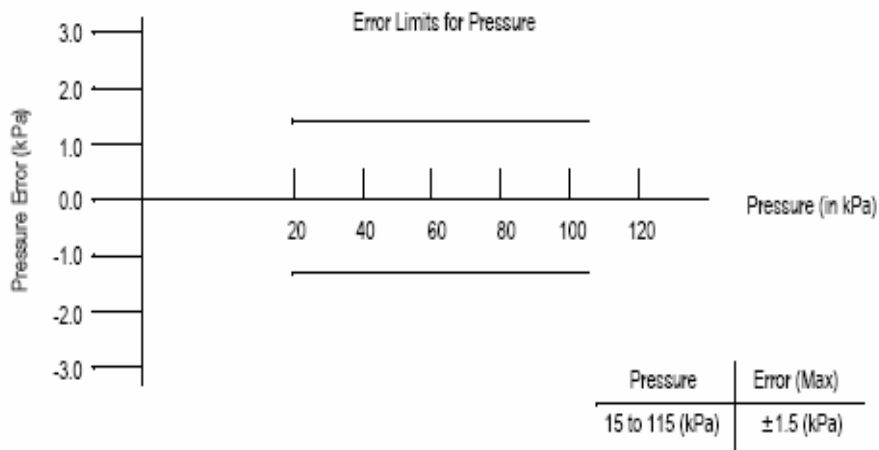
## Temperature Error Band

### MPX4115A Series



NOTE: The Temperature Multiplier is a linear response from 0°C to -40°C and from 85°C to 125°C.

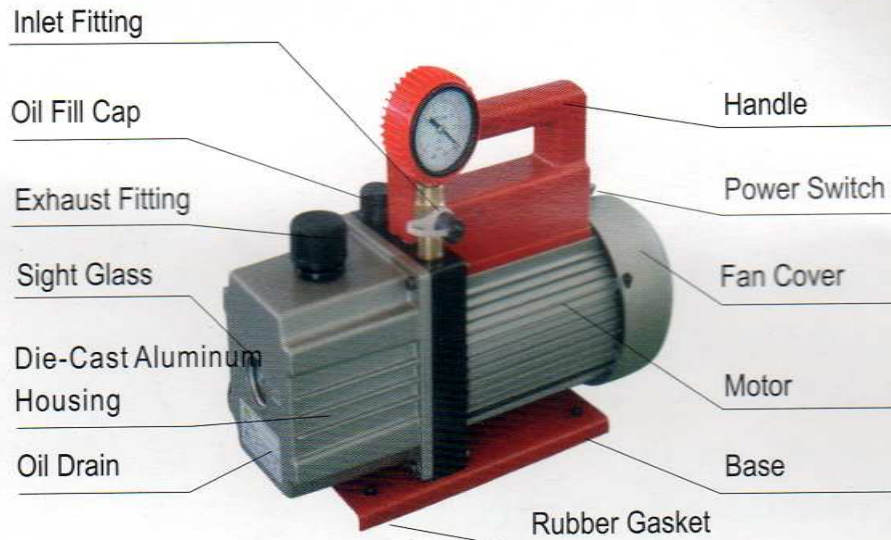
## Pressure Error Band



## ANEXO C

### DATOS TECNICOS DE LA BOMBA DE VACIO

#### I. Pump Components



Item No.	AVP501		AVP502		AVP802		
Voltage	220V/50Hz	110V/60Hz	220V/50Hz	110V/60Hz	220V/50Hz	110V/60Hz	
1.Flow Rate	l/min	115	138	115	138	184	220
	CFM	4.2	5.0	4.2	5.0	6.5	8.0
2.Ultimate Vacuum	5Pa		$3 \times 10^{-1}$ Pa		$5 \times 10^{-1}$ Pa		
	150 microns		30 microns		40 microns		
3.Stage	1		2		2		
4.Power	1/3HP		1/2HP		3/4HP		
5.Inlet Port	1/4" Flare		1/4" Flare		1/4" Flare		
6.Oil Capacity	250 ml		340 ml		250ml		
7.Dimensions(mm)	322X124X224		340X138X240		385X140X280		
8.Weight(kg)	8.9kg		11.4kg		22.1kg		

## ANEXO D

### DATOS TÉCNICOS DE ELECTROVÁLVULAS

#### MAC USA SERIE 100



Direct solenoid and solenoid pilot operated valves

Individual mounting

Series

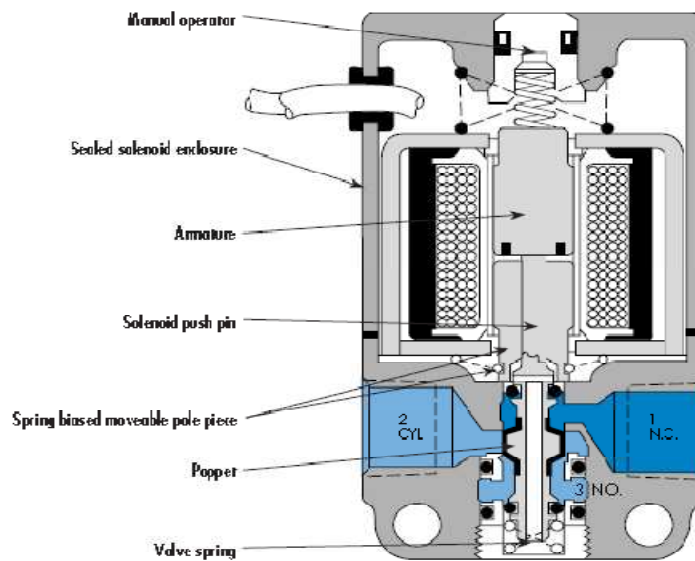
inline
--------

Manifold mounting

35

stacking	sub-base non "plug-in"
----------	------------------------

100



200

55

56

57

58

59

45

700

900

82

#### SERIES FEATURES

- The patented MACSOLENOID® with its non-burn out feature for AC service.
- Six valve functions with one individual valve.
- Individual, stacking body & add-on manifold base capability.
- Use on tube or non-tube service.
- Extremely rapid response and cycle rate.
- Various types of manual operators and electrical enclosures.
- Extremely long service life.
- Optimal low wattage DC solenoids down to 1 watt.

6300

6500

6600

1300

800

ISO 1

ISO 2

ISO 3

MAC 125A

MAC 250A

MAC 500A

**APPLICATION CONVERSION PROCEDURE:**

**INDIVIDUAL MODELS**

The balanced poppet design facilitates using the same valve for 4 functions with any port being connected to vacuum, pressure or plugged. Piping is shown in the chart below.

**STACKING BODY MODELS**

The interchangeable function plate between the valve bodies permits selection of either 2-way Normally Closed or 3-way Normally Open operation.

**MANIFOLD BASE MODELS**

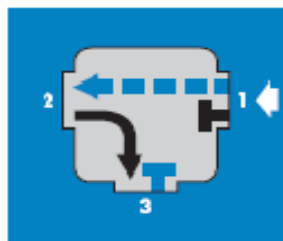
The interchangeable function plate between the valve bodies and base permits selection for 2- or 3-way, Normally Closed or Normally Open operation. On 3-way applications, one

function plate is used for both N.C. and N.O. When "3-NC" is visible on the plate, the function will be N.C. When "3-NO" is visible, the function is N.O. On 2-way applications, two separate plates are used—one for N.C., marked "2-NC"; the other for N.O., marked "2-NO". The 2-way plates block the exhaust at the valve, permitting the mixing in a stack of 3-ways and 2-ways. Changes within a stack from one function to another can be made without disturbing the plumbing.

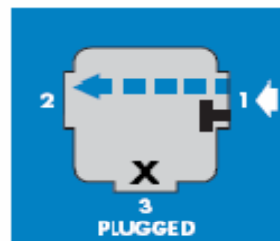
**N.C. ONLY MODELS**

A single purpose Normally Closed Only model is available for those applications where a greater tolerance for heavy concentrations of water, compressor products and other air line contaminants is desired.

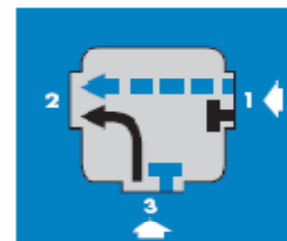
**PIPING CHART FOR INDIVIDUAL MODELS**



**3 Way  
Normally Closed**



**2 Way  
Normally Closed**



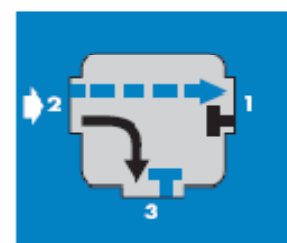
**Selector**



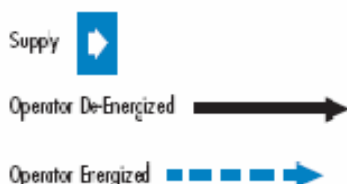
**3 Way  
Normally Open**



**2 Way  
Normally Open**



**Divertor**





# Direct solenoid and solenoid pilot operated valves

Function	Port size	Flow (Max)	Individual mounting	Series
<b>3/2 NO-NC, 2/2 NO-NC</b>	<b>1/8" - 1/4"</b>	<b>0.18 C<sub>v</sub></b>	<b>inline</b>	

### OPERATIONAL BENEFITS

1. Balanced poppet, immune to variations of pressure.
2. Short stroke with high flow.
3. The patented solenoid develops high shifting forces.
4. Powerful return spring.
5. Manual operator standard on all valves.
6. Burn-out proof solenoid on AC service.



35

**100**

200

55

56

57

58

59

### HOW TO ORDER

Port size	Universal valve	NC only valve
<b>1/8" NPTF</b>	111B-XXYZZ	161B-XXYZZ
<b>1/4" NPTF</b>	113B-XXYZZ	163B-XXYZZ

45

### SOLENOID OPERATOR >

### XX Y ZZ\*

XX Voltage	Y Manual operator	ZZ Electrical connection
11 120/60, 110/50	1 Non-locking	JB Rectangular connector
12 240/60, 220/50	2 locking	JD Rectangular connector with light
22 24/60, 24/50		JA Square connector
59 24 VDC (2.5 W)		K Square connector with light
87 24 VDC (17.1 W)		BA Flying leads (18")
61 24 VDC (8.5 W)		CA Conduit 1/2" NPS

700

900

82

\* Other options available, see page 357.

### Notes:

CHANGING FROM NORMALLY CLOSED TO NORMALLY OPEN

Individual inline valves can be changed from normally closed to normally open by connecting the inlet to port 3 instead of port 1.

### NORMALLY CLOSED ONLY MODELS

A single purpose Normally Closed only model is available for those applications where a greater tolerance for heavy concentrations of water, compressor products and other air line contaminants is desired. Model numbers are indicated above.

6300

6500

6600

1300

800

ISO 1

ISO 2

ISO 3

MAC 125A

MAC 250A

MAC 500A





100%  
OF  
PRODUCTION  
TESTED  
100%

WARRANTY  
18  
MONTHS

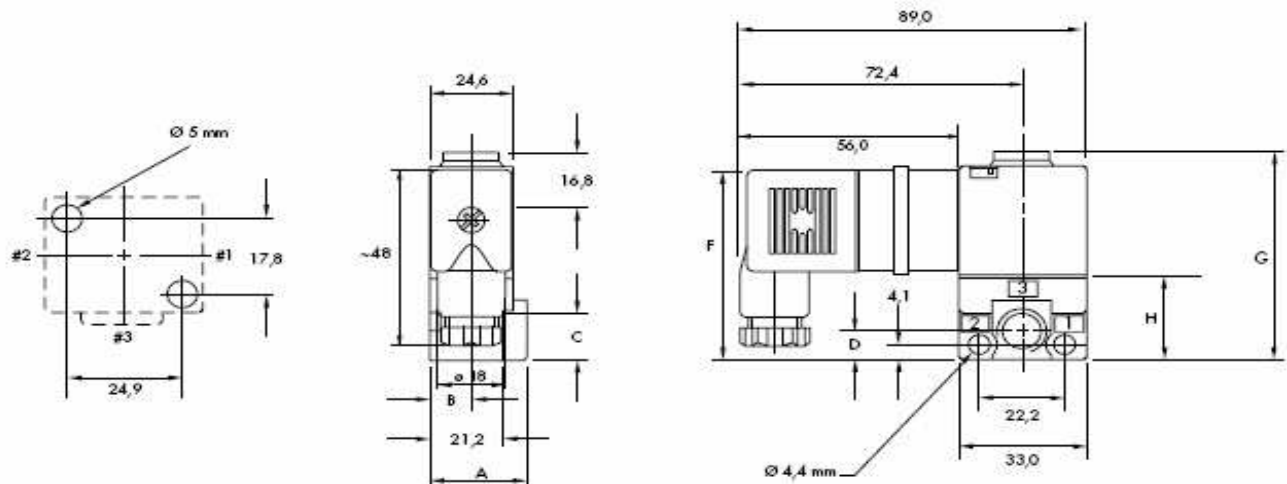
**TECHNICAL DATA**

Fluid :	Compressed air, vacuum, inert gases		
Pressure range :	Vacuum to 150 PSI		
Lubrication :	Not required, if used select a medium aniline point lubricant (between 180°F and 210°F)		
Filtration :	40 µ		
Temperature range :	0°F to 140°F (-18°C to 60°C)		
Flow (at 6 bar, ΔP=1 bar) :	0.18 C <sub>v</sub>		
Leak rate :			
Coil :	General purpose class A, continuous duty, encapsulated		
Voltage range :	-15% to +10% of nominal voltage		
Protection :	Consult factory		
Power :	- Inrush : 14.8 VA      Holding : 10.9 VA = 1 to 17 W		
Response times :	24 VDC (8.5 W)	Energize : 7 ms	De-energize : 2 ms
	120/60	Energize : 3-8 ms	De-energize : 2-7 ms

- Spare parts :      • Solenoid operator (power ≥ 4 W) ; D1-XXAA, cover mounting screws 32184 and seal 16234.
- Options :            • BSPP threads.

**DIMENSIONS**

Dimensions shown are metric (mm)



<b>1/8"</b>	28.4	12.7	14.0	8.0	40.1	64.9	60.1	23.2
<b>1/4"</b>	29.8	13.3	12.7	9.9	40.9	65.8	60.9	24.1

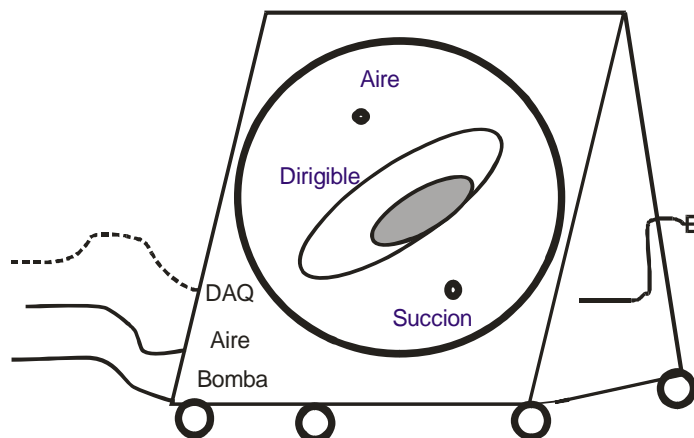
## ANEXO E

### Manual del usuario

#### Instrucciones de seguridad

- 1.- Revise que los conectores y cables eléctricos del modulo no estén en mal estado o fuera de su lugar antes de encender el modulo.
- 2.- Al encender el modulo no trate de moverlo o halarlo en ninguna dirección.
- 3.- No exceder los voltajes indicados en las hojas de especificaciones.
- 4.- No manipule o modifique el interior del modelo sin previa autorización.
- 5.- No exponer a la maqueta a excesivo sol o calor, peor a una lluvia o granizada, manténgalo en un lugar fresco y seco.
- 6.- No sobrecargue de peso o presión al modelo, ya que contiene elementos frágiles.

#### Esquema general del modelo de globo aerostático





## Puesta en funcionamiento del modelo

1.- Realizar las conexiones del sistema eléctrico (enchufe de 110 Vac y conector hacia la DAQ 6221) y neumático (tubería neumática a bomba de vacío y compresor).



Foto a. Conexiones de la maqueta.

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

2.-El controlador ejecuta el programa de control de gases a continuación enciende la DAQ 6221, y luego de esto enciende la fuente de poder, por último la bomba de vacío.

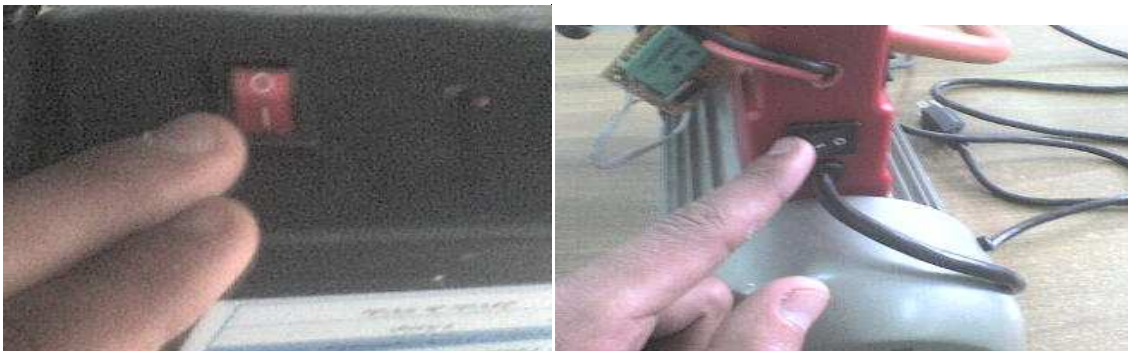


Foto b. Activación de fuente de poder y bomba de vacío.

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

3.- Comprobar los voltajes que proporciona el sensor de presión (0,2 a 4,8 Vcd) como las señales para las electroválvulas (+5Vcd).



Foto c. Chequeo de voltajes correctos.

Elaborado por: Oscar Santiago Ortiz

4.- Seguir instrucciones para el funcionamiento control automático de gases (Ver tema de elaboración software).

5.- Para apagar el sistema se detiene el programa, apague la DAQ 6221, bomba de succión y la fuente de poder y desconecte los cables, conectores al igual de taponar la bomba de vacío.

### **Mantenimiento y cuidados**

El modelo se ha diseñado y construido cuidadosamente, si se tiene en cuenta las indicaciones enumeradas más abajo se podrá contar con el modelo durante mucho tiempo (ver datos técnicos).

- No emplee el modelo en entornos con polvo o sucios ni los guarde allí. Podrían dañarse piezas móviles de electroválvulas y bomba de vacío.
- No emplee productos químicos, soluciones limpiadoras ni detergentes corrosivos para limpiar al módulo.
- Si alguna de las piezas no funciona como debiera, consulte con las especificaciones técnicas o consulte a su fabricante.
- No derramar líquidos o aceites en los dispositivos eléctricos, puede ocasionar corto circuitos o chispas.
- Evite sobrepasar el tiempo de operación del modelo o la activación reiterativa de los componentes.
- Materiales muy combustibles no someter a llamas o chispas.
- El reemplazo de aceite o mantenimiento para la bomba de vacío se debe realizar de acuerdo al manual de operación del dispositivo.

## Datos técnicos del modelo de globo aerostático

Características técnicas:

Clase:	Maqueta
Peso total aprox:	65 Kg
Dimensiones:	184 x 178 x 100 cm
Temperatura de funcionamiento:	-5°C a 40°C
Tiempo de funcionamiento:	45 minutos
Alimentación de energía:	
-Bomba de vacío y fuente de poder	110 Vac/ 60 Hz
-Electroválvulas	+24 Vcd
-Sensores de presión	+5 Vcd
Rango de presión:	4 – 11PSI (27.5 - 75.8Kpa)

## Guía de fallas

### A. Parte estructural

- En la estructura, si se presenta fuga de aire realizar la técnica de la espuma jabonosa sobre las uniones del domo con la base para luego sellarlas con silicón y pegamento instantáneo.
- Si fuera el caso de romperse el domo o el prototipo de procede a retirar la pega, desajustar los pernos cuidadosamente hasta cambiar la pieza dañada.
- Si la estructura metálica no se moviliza, revisar que no exista objetos obstruyendo las ruedas.

### B. Parte neumática

- Fugas de aire puede ser ocasionado por conectores mal sujetos, en mal estado o que la tubería este rota.
- Electroválvulas que no se activan se puede deber a un problema eléctrico en la fuente de poder.

- No hay circulación de aire en el sistema percatarse de que abrir las válvulas reguladoras de flujo o revisión de conectores.
- La bomba de succión debe estar provista de aceite para la aspiración, se debe activar el interruptor antes de su funcionamiento automático.

### **C. Parte eléctrica**

- No existe voltaje al circuito de la fuente de poder puede haberse desconectado el conductor de la placa o pudo romperse el cable alimentación.
- Si no hay señal del sensor y electroválvulas no se activan, revisar el cable puede que se haya roto o revisión de la fuente de poder y en la DAQ 6221.

### **D. Parte electrónica**

- La fuente no entrega voltajes adecuados en este caso puede ser causa de los reguladores de voltaje en mal estado.
- No hay tensión de salida se pudo haberse quemado el fusible de protección o dañado el transformador.
- El fusible se quema frecuentemente, puede haber fragmentos metálicos o de grasa obstruyendo las pistas.
- No hay señal de sensores pero si existe voltajes de alimentación se pudieron quemar los sensores proceda a cambiarlos.
- Electroválvulas no se pueden activar, chequear lo transistores de potencia o las señales que se transmiten en la DAQ 6221.

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Oscar Santiago Ortiz Robles  
NACIONALIDAD: Ecuatoriana  
FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Octubre del 1988  
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180326361-3  
TELÉFONOS: (03) 2451151- 092474200 - 087326121  
CORREO ELECTRÓNICO: ortyz\_santi65@yahoo.es  
DIRECCIÓN: Av. Indoamérica Km 5 vía Quito (Ambato)



### ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Pensionado "La Merced"  
Secundaria: Colegio Técnico "Atahualpa"  
Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller Técnico Industrial en Electrónica  
Suficiencia en el idioma Inglés

### EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Centro de Mantenimiento de la Defensa Aérea (Cemda)  
Base Aérea Cotopaxi –Escuadrón de Accesorios-Electrónica  
Ala de Transportes N°11 Escuadrón de Electrónica N° 1123

## **CURSOS Y SEMINARIOS**

Certificado de Computación Básica

Certificado Técnicas para crear empresas juveniles

## **EXPERIENCIA LABORAL**

Auxiliar técnico por un tiempo acumulado de 1 año en la Electromecánica Ambato

Auxiliar de ventas por un tiempo de 6 meses en el Almacén Garage Clothing

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN  
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

---

**Pablo Pilatasig Director de la Carrera de Electrónica Mención  
Instrumentación & Aviónica**

---

Latacunga, 13 de octubre del 2010

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, **ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**, Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica , en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 180326361-3, autor del Trabajo de Graduación con el tema **“CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE GLOBO AEROSTÁTICO UTILIZANDO SENSORES DE PRESIÓN PARA LA DEMOSTRACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE GASES”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Centro de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, y previa autorización del CID-FAE el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico podrá hacer uso del mismo.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**ORTIZ ROBLES OSCAR SANTIAGO**

---

Latacunga, 13 de octubre del 2010