

Carga de Aplicación para el Estudio de la Baja y Alta Atmosfera.

Javier Eduardo Epeloa¹, Ricardo Esteban Pavéz², Juan Pablo Ciafardini¹,
Víctor Sergio Sacchetto⁴, Amalia Meza¹, Alberto Bava^{2,3}

1-Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, U.N.L.P.

2-Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería U.N.L.P.

3-Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP), U.N.L.P.

4-UTN Universidad Tecnológica Nacional, Regional La Plata.

Ciudad de La Plata, Prov. Buenos Aires, República. Argentina.

jepeloa@gmail.com

bava@ciop.unlp.edu.ar

RESUMEN

La medición de parámetros geofísicos que caracterizan a la atmósfera terrestre resulta de fundamental importancia desde un punto de vista científico. Permiten estudiar diversos fenómenos físicos entre los cuales se destaca el calentamiento global y el cambio climático.

El estudio integrado de una región del espacio sobre nuestro territorio, desde los pocos metros hasta 200-300km de altura es de suma importancia para entender mejor el comportamiento de la atmósfera y sus implicancias en el clima, presentando un desafío interesante en la ingeniería de cada componente de medición.

En síntesis, este trabajo propone utilizar los lanzamientos de vectores en desarrollo, permitiendo de esa forma el estudio de perfiles atmosféricos a grandes alturas. Se propone que, durante la caída de la cofia del vector, el instrumental electrónico detecte y transmita a tierra mediciones de parámetros que caracterizan a la atmósfera a diferentes alturas como son: la temperatura, presión, densidad de ozono, densidad de dióxido de carbono, humedad relativa, concentración de iones, corriente eléctrica, velocidad del viento, etc., dando valiosa información del perfil atmosférico y de sus constituyentes.

El instrumento constituye un primer paso hacia el desarrollo de dispositivos más complejos que puedan ser puestos en órbita. Permitirá obtener perfiles de parámetros que caracterizan la atmósfera, mucho de los cuales hoy en día son medidos de forma indirecta.

I. INTRODUCCION

Nuestra propuesta se localiza en la baja y alta atmósfera terrestre, adonde encontramos la mayoría de los constituyentes moleculares y atómicos. En particular nos centraremos en la medición y estudio de aquellos que si bien son minoritarios tienen una gran influencia en el comportamiento climatológico de la región. Estos constituyentes se los denomina variables ya que sus características cambian con el tiempo y en el espacio. También resulta sumamente importante obtener de manera conjunta las

mediciones de temperatura a diferente altura y combinar los efectos que producen estos constituyentes minoritarios en su variabilidad. Aunque las abundancias del vapor de agua y ozono son muy pequeñas estas juegan un rol muy importante en los procesos radiactivos y químicos de la atmósfera.

Para el estudio de la atmósfera neutra los constituyentes fundamentales cuyas densidades nos proponemos medir fueron escogido según su participación fundamental a diferente altura: al vapor de agua (entre la superficie y los 10-15 km),

el ozono (entre los 15 km y los 45 km) y el dióxido de carbono (entre los 45-50km y 100km) [2].

La atmósfera ionizada es la región que abarca desde los 60-70 Km hasta los 1000-2000 Km aproximadamente. En los niveles más bajos, es decir la capa D y E y parte de la capa F (hasta los 200-300 Km.) [1], resulta interesante la medición de la concentración de electrones, iones (positivos y negativos) y su temperatura. Estos parámetros son muy importantes para caracterizar este medio donde las corrientes y las cargas eléctricas pasan a cobrar protagonismo.

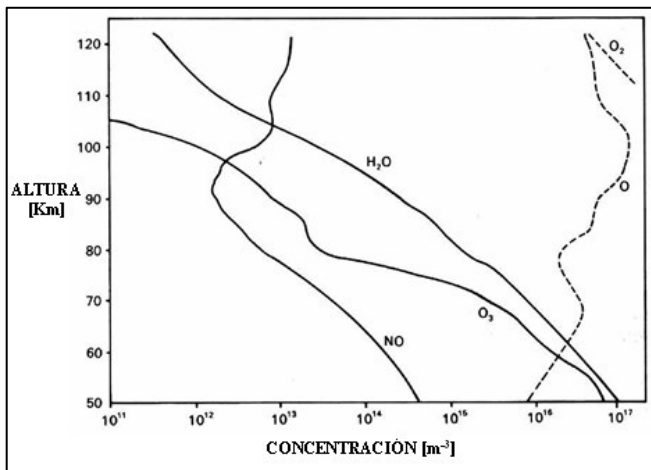


Figura 1- Constituyentes en la atmósfera terrestre (figura del Handbook of Geophysics and Space Environment, AFGL, 1985).

Entre los 10 Km y los 100 Km los constituyentes minoritarios dominan la química atmosférica (Figura 1); entre ellos destacamos al ozono y al dióxido de carbono. Estos dos gases resultan interesantes de estudiar y en particular el dióxido de carbono esta fuertemente relacionado con el conocido efecto invernadero. Este gas permite la entrada de la radiación proveniente del sol, y retiene la radiación infrarroja reflejada por la tierra provocando un efecto similar al que ocurre en un invernadero pero a escala mundial.

Frente a la necesidad de conocer los perfiles de nuestra atmósfera en todo el rango de extensión de la misma, y teniendo como limitación los lanzamientos de radiosondas que llegan a alturas del orden de 35 Km, en este trabajo se propone utilizar los lanzamientos de vectores (Figura 2) permitiendo de esa forma el estudio de perfiles atmosférico

sobre alturas mayores a lo que se logran actualmente [3], [4].

Durante la caída de la cofia del vector, instrumental electrónico podría detectar y transmitir a tierra mediciones de parámetros que caracterizan a la atmósfera a diferente altura como son: la temperatura, presión, densidad de ozono, densidad de dióxido de carbono, humedad relativa, concentración de iones, corriente eléctrica, velocidad del viento, etc., dando información de importancia del perfil atmosférico y de sus constituyentes.

Por lo tanto este proyecto consiste en el diseño y construcción de una Carga Útil de pequeñas dimensiones. Uno de los objetivos fundamentales es diseñar un sistema que permita operar en condiciones ambientales similares a las espaciales, y de esta forma poder medir diferentes parámetros geofísicos.

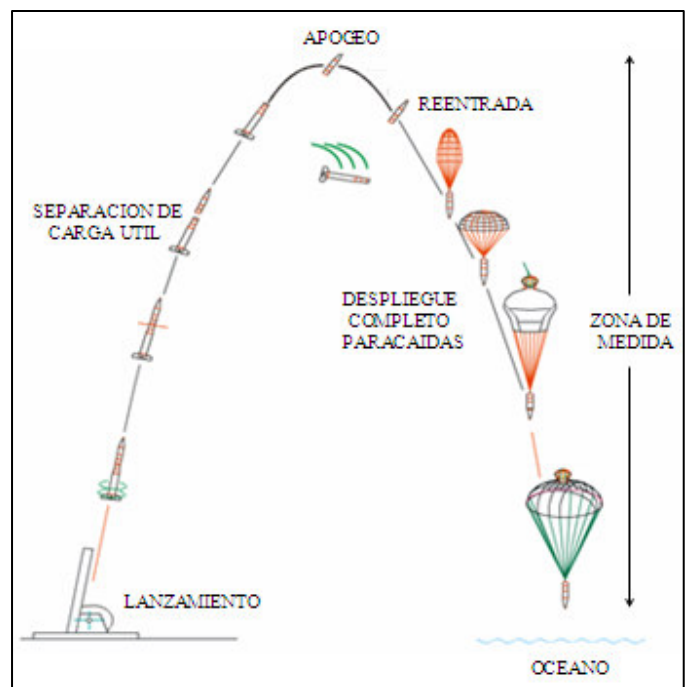


Figura 2- Esquema de lanzamiento típico de un vector y zona de medida de perfil atmosférico

Para este tipo de aplicaciones resulta fundamental la validación de técnicas y/o componentes, de modo de poder ser utilizadas en futuras aplicaciones. Es por esto que el presente proyecto servirá como puntapié inicial para el desarrollo de cargas

espaciales más complejas y tecnológicamente más avanzadas.

La carga de análisis estará compuesta por una Unidad Electrónica confinada en el interior de un módulo diseñado para operar en condiciones ambientales del espacio durante su vuelo.

II. DISEÑO

Este trabajo consiste en el diseño integral de una carga de análisis para la medición de los parámetros geofísicos en la atmósfera para alturas inferiores a 200 km. La carga estará compuesta por una Unidad Electrónica confinada en el interior de un módulo diseñado para operar en condiciones de baja temperatura y presión hasta 200 km de altura. Esta carga también deberá soportar las condiciones ambientales del vector de lanzamiento a las que estará sometido en el trayecto de ascenso.

Para llevar a cabo el diseño del proyecto ha sido necesario conocer en forma aproximada el rango de valores posibles de las variables a medir, para ello se utilizó el modelo: US Atmósfera Estándar 1976, el cual permite estimar las propiedades atmosféricas: Temperatura y Presión en función de la altura. Una muestra de estos parámetros en función de la altura se pueden observar en la Figura 3.

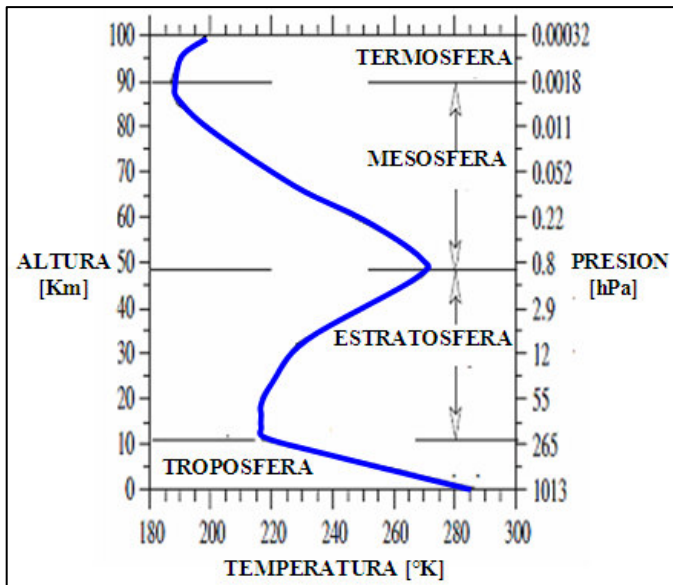


Figura 3 – Típico perfil de variabilidad de la temperatura y presión con respecto a la altura [1].

La Unidad Electrónica [5], [6] estará compuesta por las siguientes etapas y/o partes:

- Sistema de Alimentación o toma de alimentación del lanzador
- Controlador destinado al verificar el estado de los diferentes subsistemas y a la recepción y envío de datos.
- Sensores de Temperatura, Presión, Humedad Relativa, Dióxido de carbono, ozono.
- Equipamiento para la atmósfera ionizada que permitirá medir densidad de corriente eléctrica.
- Un GPS, que permitirá obtener la trayectoria de descenso del dispositivo, y además derivar parámetros geofísicos como la velocidad del viento en capas inferiores de la atmósfera.
- Medición de Tensión Interna del Sistema.
- Interfaz para comunicación con el Router del lanzador y otros periféricos.
- Etapa de radiofrecuencia que permitirá enviar la información de las mediciones a una estación en tierra.

En la figura 4 se puede observar un diagrama en bloques del modelo de la carga de aplicación desarrollado.

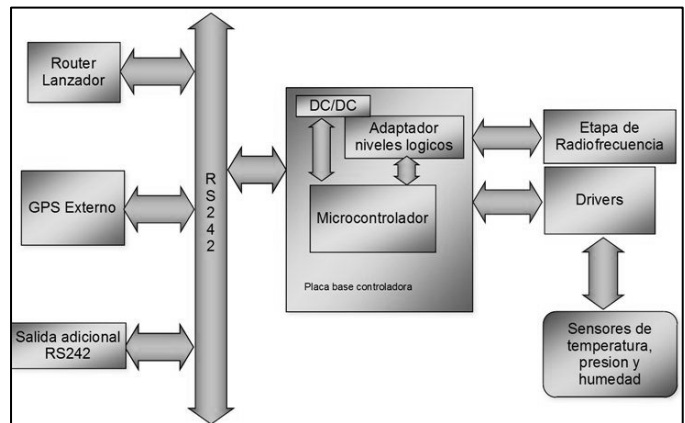


Figura 4 – Diagrama en bloques de la unidad electrónica de la carga de aplicación.

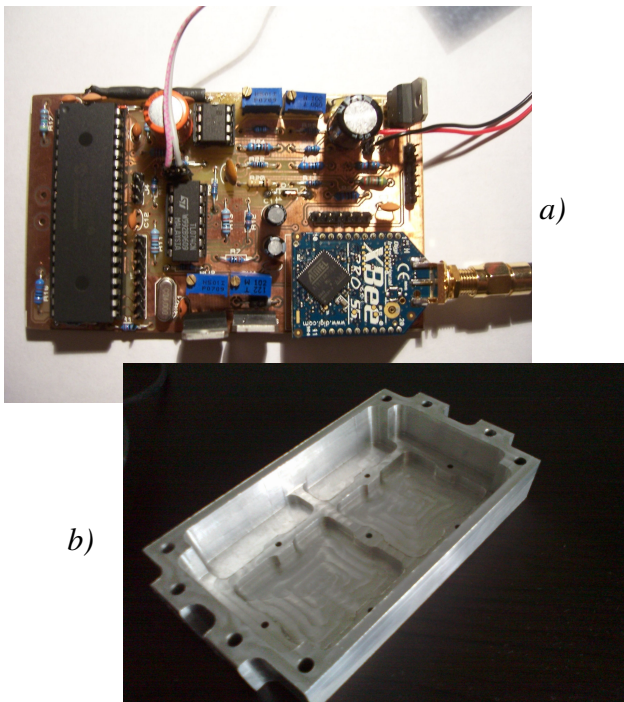
Este modelo permite un enlace a través de una etapa de RF a una frecuencia de transmisión en 868 Mhz, utilizando el protocolo Zigbee 802.15.4. Los módulos utilizados poseen una potencia máxima 30dbm y se alimentan con una tensión de 8 a 30 V, pudiendo adaptarse mediante convertor DC/DC. El

consumo es de 50 mA sin transmitir, y del orden de 800 mA en transmisión.

La carga de aplicación posee un bus RS242 que permite la conexión con el router del Lanzador para poder interactuar con el control del mismo. Este bus permite la conexión de periféricos adicionales, por ejemplo un modulo GPS.

Se están realizando lanzamientos en globos meteorológicos para las primeras pruebas del equipo. Los primeros prototipos utilizan un PIC 18f452 para controlar el sistema (Figura 5 a).

En esta etapa del proyecto se esta trabajando con sensores de temperatura con un rango de -40 a 125 °C, y error de ± 0.2 °C. Sensores de humedad con un rango de 10 al 95 %, y error de $\pm 3\%$. La presión se mide en el rango en de 15 Kpa y 110 Kpa con un error de 1.5 Kpa. En la figura 5 se observa un prototipo de una placa electrónica probada en un globo meteorológico.



*Figura 5.- a) Prototipo de placa electrónica y
b) Gabinete de la carga de aplicación.*

Uno de los objetivos del diseño es trabajar con componentes de bajo costo, ya que la carga aplicación no se recupera. Se seleccionan componentes certificados con normas de electrónicas de la industria automotriz (AEC-Q100 - Automotive Electronics Council). La mayor parte de los componentes deberán poseer un rango de

funcionamiento extendido, en este caso se utiliza el grado 1 que corresponde a un rango entre -40 °C a +125 °C de temperaturas ambiente de operación.

El gabinete esta construido con aluminio 8080 y permitirá la superposición de otros módulos a medida que el proyecto agregue otras placas electrónicas (Figura 5 b).

Algunos de los componentes de esta carga de aplicación fueron probados hasta una altura de 15 Km en lanzamientos con radiosondas [7].

III. CONCLUSIONES

La carga de aplicación esta siendo evaluada electrónicamente y serán realizaran ensayos térmicos y mecánicos a fin de lograr que sean aptas para el uso espacial.

Se están estudiando otros modelos que permitan una mejor transmisión de la señal y una óptima recuperación de los parámetros geofísicos de la atmósfera.

Esta carga de aplicación es una primera etapa para lograr desarrollos de dispositivos más complejos y evolucionados que puedan ser puestos en órbita, permitiendo obtener perfiles de parámetros geofísicos que caractericen la atmósfera.

IV. BIBLIOGRAFIA

1. Hargreaves J.K., The solar-terrestrial environment. 1992. Cambridge University Press.
2. Jacobson, Fundamentals of Atmospheric Modelling. 2005. Cambridge University.
3. Fernández L.I., Meza A.M., Natali M.P. Determinación del contenido de vapor de agua integrado (IPWV) a partir de mediciones GPS en Argentina, GEOACTA, Vol 34, 36-58, 2008, ISSN 0326-7237.
4. Meza A., Fernández L., Brunini C., Gende M., Müller M., Aráoz L. (2005) Monitoring the variability of the ionosphere and troposphere over Argentina, Geophysical Research Abstracts Volumen 7, 2005, ISBN 1029-7006

(<http://www.cosis.net/abstracts/EGU05/01223/EGU05-J-01223.pdf>)

5. Carga de Análisis Para Ensayos de Instrumentación En Vuelo - Ricardo Esteban Pavez, Jose Alberto Bava, Javier Eduardo Epeloa and Juan Pablo Ciafardini – III Congreso Microelectrónica Aplicada 2012 (UEA 2012) – 20 al 28 de septiembre, Rosario, Santa Fe – 2012.
6. Utilización de vectores de lanzamiento para la medición de parámetros geofísicos en la atmósfera terrestre - Epeloa J E, Bava J A, Meza A M, Pavez R E - Reunión Nacional de la Asociación de Física Argentina, Carlos Paz, Córdoba, 25 al 28 de Septiembre del 2012.
7. Utilización de radiosondeos atmosférico para la medición de parámetros geofísicos en la atmósfera terrestre - - Epeloa J E, Bava J A, Meza A M - Reunión Nacional de la Asociación de Física Argentina, Carlos Paz, Córdoba, 25 al 28 de Septiembre del 2012.