

ANEXO TÉCNICO

CONVOCATORIA ARDUSAT 2014

EXPERIMENTOS Y APLICACIONES

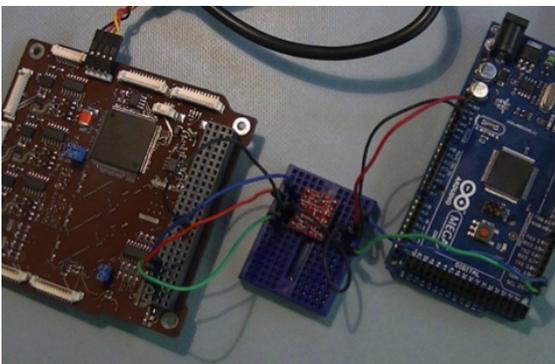
INTRODUCCIÓN.

La Agencia Espacial Mexicana en conjunto con la Cámara de Diputados convocan a la sociedad mexicana interesada en el área espacial, así como en el desarrollo científico y técnico, al Concurso de Experimentos ArduSat 2014.

Esta plataforma espacial cuenta en su carga útil con diversos sensores y actuadores controlados todos ellos por sistemas basados en la arquitectura Arduino, de aquí la denominación ArduSat (Arduino en el espacio). Dicha plataforma se presenta como la primera de su tipo en ser abierta para el uso de la comunidad mundial interesada en la exploración espacial a partir del desarrollo de aplicaciones y experimentos.

¿Qué es ArduSat?

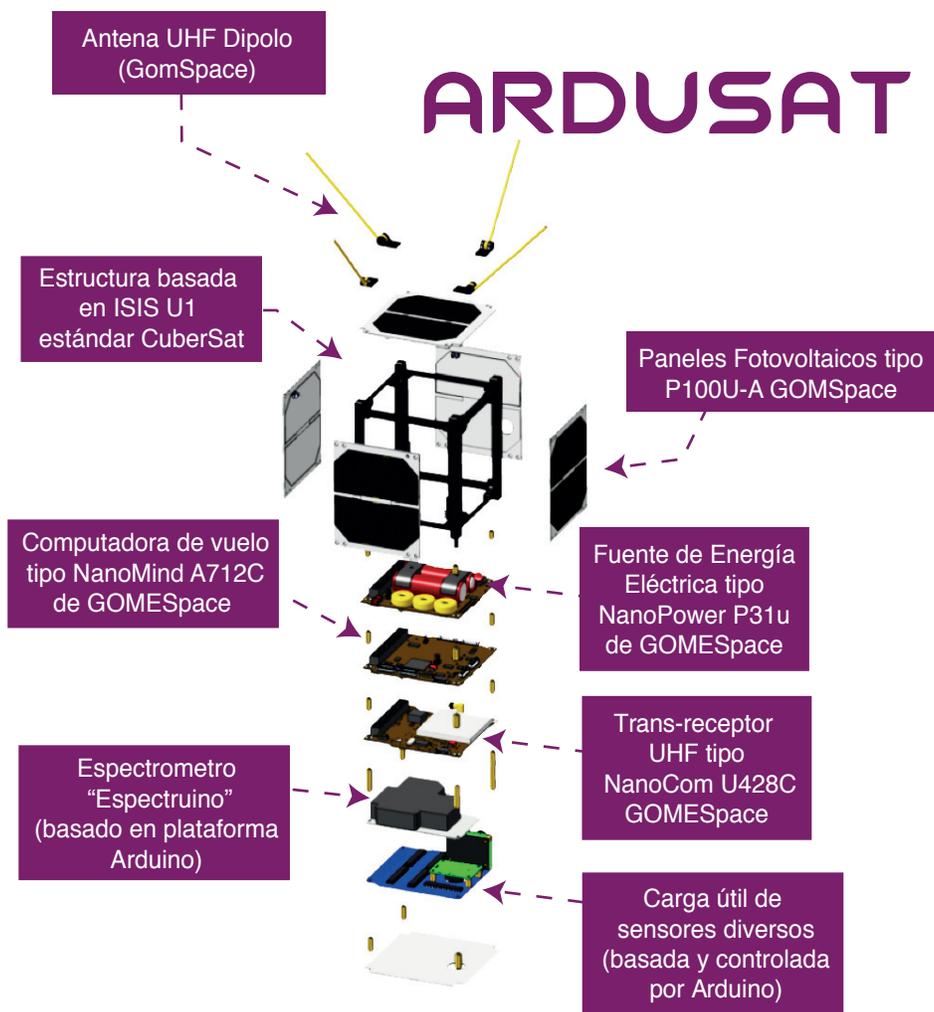
ArduSat es un satélite de código abierto, basado en una plataforma Arduino para el manejo de su carga útil y que se encuentra diseñado bajo el estándar Cubesat. Este satélite contiene una serie de tarjetas Arduino, las cuales permiten el uso de los sensores que incorpora el satélite. Este satélite fue construido por la compañía aeroespacial Nanosatifi, la cual tiene la meta de “democratizar” el uso del espacio.

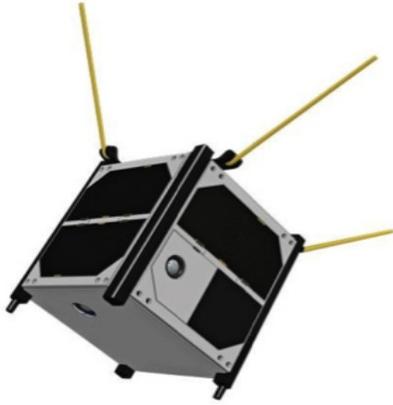


El satélite ArduSat (del cual se espera una vida útil de 2 años), permitirá su uso y control a través de una comunicación hacia los servidores de la compañía Nanosatifi por parte de cualquier persona interesada en la realización de experimentos por medio de cámaras y los diversos sensores que contiene. La comunicación se realizará mediante un código que se ingresará en una página web de la compañía (SDK ó Entorno de Desarrollo de Software disponible en

línea) y donde se encontrarán algunos códigos predeterminados para su prueba, pero con el fin de que cada usuario genere su propio código. El periodo de realización de experimentos será de una semana.

Entre los diversos sensores y etapas con que cuenta el satélite se tienen cámaras para la toma de fotografías, sensores de temperatura, sensores magnéticos (magnetómetros), sensores de luminosidad, un espectrómetro, un sensor de radiación, un giroscopio y un acelerómetro, ambos con medida en los tres ejes, así como las etapas típicas de cualquier satélite comercial: computadora de vuelo, sistema de orientación, sistema de energía eléctrica y sistema de comunicaciones. Actualmente existen dos versiones de la plataforma ArduSat (ArduSat 1 y X) y se encuentran a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS) esperando a ser desplegados para comenzar actividades en enero de 2014.





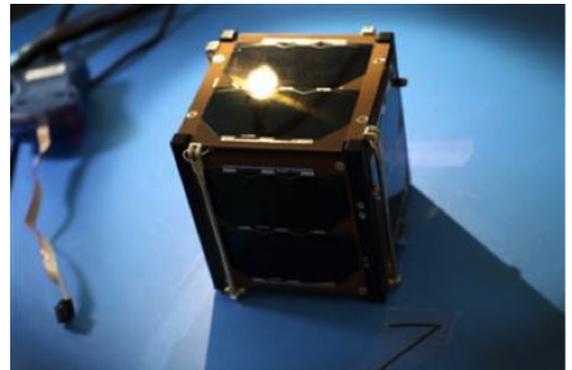
Satélite ArduSat.
Representación
del modelo

ArduSat es la primer plataforma satelital (Open Space Network) que se encuentra en uso, bajo demanda y además abierta al público en general. Aunado a lo anterior, permite interactuar, controlar, realizar experimentos y aplicaciones diversas en un satélite real.

Esta plataforma del tipo cubesat, contiene los principales subsistemas que un satélite de grandes dimensiones incorpora, con alrededor de 15 sensores a bordo, entre los cuales, se encuentran cámaras, un espectrómetro, un contador Geiger, un magnetómetro de 3 ejes, un giroscopio digital de 3 ejes, un acelerómetro de 3 ejes, sensores de temperatura y sensores de luminosidad. También se tienen varios microprocesadores **Arduino***, que son los que se encargan de gestionar y controlar todos los recursos de la carga útil, así como una computadora de vuelo, sistema de alimentación eléctrica, un sistema de comunicaciones con antenas y la estructura mecánica en la cual se monta todo.

***Arduino** es la plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en entornos u objetos interactivos. Fuente: <http://www.arduino.cc/es/>

Existen diversos ejemplos de aplicaciones para esta plataforma, entre los que se puede mencionar: la utilización de la cámara para toma de fotografías, seguimiento de objetos y navegación, el cálculo y uso de datos extraídos de satélites de la NASA, en conjunto con los sensores del satélite y los más de 100 millones de teléfonos iPhones/Android en el mundo; todo ello para mostrar la influencia de las tormentas del Sol sobre la red de transporte, redes de energía y las personas en la Tierra. El potencial de creatividad e innovación que permite es muy amplio y versátil.



Satélite ArduSat. Sistema Terminado

El reto y uso de este satélite, consiste en realizar aplicaciones sobre la plataforma ArduSat dentro de tres categorías: ciencia, ingeniería (software y hardware) y entretenimiento.

Categoría de Ciencia

Dentro de esta categoría se pretenden realizar estudios de fenómenos, así como probar teorías que van desde la observación de la tierra hasta observaciones del espacio. Se puede, por ejemplo “hackear” y hacer uso de la cámara ArduSat para crear un sensor de horizonte de la Tierra (Earth sensor), un sensor de Sol (Sun sensor), o un seguidor de estrellas (Star tracker) y de esta manera, combinar con el resto de los sensores que incorpora ArduSat.

Un sensor de horizonte permite al sistema de orientación del satélite ubicarse respecto a la observación del globo terrestre como referencia, partiendo del hecho de que la forma del planeta debe “caber” dentro del campo de visión del dispositivo (cámara); por otra parte, un sensor de Sol utiliza el apuntamiento hacia el mismo Sol para ubicarse y cambiar la orientación, dependiendo de la magnitud (intensidad) y del ángulo de la luz solar que incide dentro del sensor (en este caso la cámara), donde típicamente se utilizan dos o más celdas solares en arreglo para determinar el ángulo de la luz que a su vez, incide en un sensor común de este tipo.

***Cuaternión**, es una extensión de los números reales similar a como ocurre con los números complejos, y que en el caso de los sistemas de orientación y navegación, facilita la matemática y el computo de los valores de salida de diversos tipos de sensores.

Finalmente, un seguidor de estrellas se basa en la detección de ciertas estrellas con determinada magnitud en una “época” y dirección específicas del año (efemérides) y su respectiva comparación con un catálogo de estrellas, a partir de donde se obtiene la orientación del satélite. Los tres tipos de sensores de orientación mencionados producen típicamente a su salida, valores en la forma de **cuaternion***, a fin de facilitar el tratamiento de los datos.

Entre algunas ideas para desarrollar con ArduSat en el área de ciencia se encuentran las siguientes:



Figura 2. Determinación de órbita y orientación del satélite ArduSat.

- **Cazador de meteoros:** Pequeños meteoros que llegan a la Tierra todos los días crean rastros de gas ionizado en la atmósfera superior. Esto permitiría realizar un experimento para tratar de detectar los impactos de meteoritos, al escuchar emisoras de radio más allá del horizonte, reflejadas por el trazo de los meteoros.
- **Cinturones de radiación de Van Allen:** Detectar la anomalía del Atlántico Sur en el campo magnético terrestre, utilizando el GPS así como la resonancia ionosférica, sensores de radiación, la cámara, el magnetómetro y otros sensores más.
- **Meteorología:** Utilización de la cámara, sensores de luz visible y el espectrómetro para observar las nubes desde arriba. Tomando como base la luz reflejada, se trata de predecir el tiempo hacia donde se observa.
- **Radio Astronomía:** Observaciones de pulsares y solares se encuentran dentro del rango de frecuencia del satélite, por lo que pueden realizarse mediciones de este tipo.
- **Espectroscopía:** Observación y detección del espectro de emisión del Sol para encontrar los diferentes componentes químicos presentes en el astro; por ejemplo, el hidrógeno H₂.
- **Mapeo del campo magnético de la Tierra:** Utilizando el magnetómetro se realiza una reconstrucción 3D, la cual se compara con las imágenes y datos disponibles en libros de texto y bases de datos.

Categoría de Ingeniería

En el ámbito de ingeniería se pretende desarrollar y utilizar estrategias que permitan obtener los mejores resultados de los subsistemas con que cuenta el satélite ArduSat. Algunas de las ideas que se puede desarrollar son:

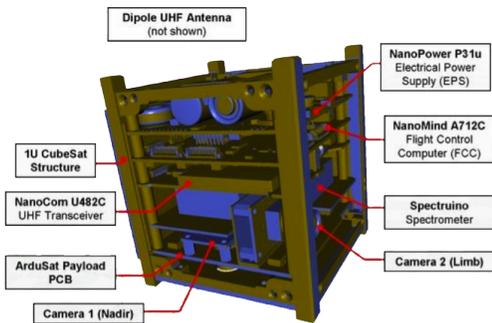
- **Apuntar, ajustar y disparar con la cámara (software y configuración de hardware):** Los siguientes ajustes se pueden ajustar en la cámara: tiempo de exposición, ganancia, balance de blancos, matriz de color y ventanas. Se trata de diseñar un algoritmo que ajusta con precisión la configuración para obtener mejores fotos o imágenes más artísticas.
- **Realizar controladores PID simples (software y hardware):** Con esto se pretende probar la respuesta del sistema de orientación, a medida que se alteran las ganancias del controlador en tiempo real. También se pueden sintonizar las ganancias para que el satélite responda con rapidez y sin oscilar. Así mismo, se puede realizar un control de tipo no lineal.
- **Software:** Combinar datos meteorológicos de la NASA con los sensores de clima espacial de ArduSat, además de experimentos de sensores en tierra e información de los sensores magnéticos de teléfonos tipo iPhone/Android en una base de datos mundial; en donde se muestre un mapeo de como las tormentas solares afectan el campo magnético de la Tierra, tanto en el espacio como en la superficie del planeta.

*Un contador Geiger o tubo Geiger, es un dispositivo que permite medir la radiación o flujo de partículas ionizantes, mediante un arreglo en un tubo de un conductor central inmerso en un gas y alimentado con alta tensión, el cual produce a su salida un pulso de corriente detectable, de acuerdo a la magnitud de la radiación que cruza por el dispositivo.

La NASA tiene información meteorológica espacial en línea que la aplicación debe aprovechar y preparar en una base de datos, a fin de tenerlos disponibles.

ArduSat tiene magnetómetros y un **contador Geiger*** a bordo. La aplicación debe recibir la información e incluirla en la base de datos.

Por ejemplo, un experimento basado en ArduSat con un magnetómetro, se usa para registrar los cambios en el campo magnético de la Tierra. Individuos, grupos

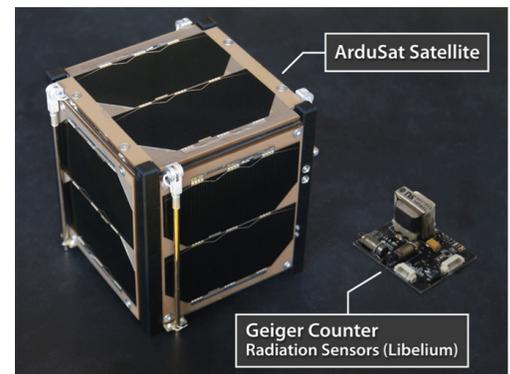


y escuelas podrán ejecutar este sencillo experimento más o menos continuamente (similar al SETI) y registrar información sobre los cambios en el campo magnético terrestre y en el tubo contador (Geiger) en una base de datos global.

SETI: Acrónimo en inglés de Search for Extraterrestrial Intelligence ó Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre

Así mismo, se busca realizar una aplicación para iPhone/Android que utiliza el magnetómetro del dispositivo “smarthphone” (iPhone/Android) para registrar dicha medición del campo magnético y los integra en la base de datos.

Finalmente, se requiere conjuntar toda la información en la base de datos, con la finalidad de mostrar gráficamente los cambios del campo magnético de la Tierra que son inducidos por el Sol, y que se reflejan en la órbita terrestre así como en el planeta mismo. Los mapas podrán ser del tipo de mapas de calor, donde se muestran diferentes colores para la cantidad de cambios medidos, y en donde podría tenerse un mapa con todos los lugares en que se recolecta la información en la base de datos y las tablas de clasificación para saber quién proporciona la mayor cantidad de información, etc.



■ **Hardware:** Construir la próxima versión de la carga útil ArduSat con capacidad de procesamiento notablemente mejorada:

Nivel 1: Utilizar un Arduino Due/Maple como computadora principal, así como un Arduino Mega como control para los nodos de experimentos.

Nivel 2: Utilizar una computadora Linux (BeagleBone/Raspberry Pi), como computadora principal y un Arduino Due/Maple como nodo de experimentos.

Nivel 3: Utilizar una computadora Linux (BeagleBone/Raspberry Pi), para emular microcontroladores Arduino.

Categoría de Entretenimiento

En esta categoría se trata de realizar experimentos a modo de juegos, para aprender de forma divertida el funcionamiento y capacidades de la plataforma ArduSat. Algunas aplicaciones de entretenimiento que se pueden realizar son:

- **Geo-Caching desde el espacio:** Se trata de desafiar a tus amigos para identificar un punto de referencia (su país o un conjunto de coordenadas), por medio de la cámara del satélite. Más información en: www.geocaching.com/
- **Concurso de Fotografía:** Concurra con tus amigos para ver quién puede tomar la foto más interesante desde el espacio; por ejemplo, el ojo de un huracán, la salida del sol sobre el océano, auroras desde el espacio, etc.
- **Exploración de sitios espaciales:** Fotografía los sitios históricos relacionados con la carrera espacial de todo el mundo como: Baikonur, Moscú, el Centro Espacial Kennedy, Kourou, y muchos más.
- **Juego de Bingo con el contador Geiger:** Realiza una aplicación que transmite un mensaje con un número aleatorio y una carta cada vez que una partícula con suficiente energía golpea el satélite.



Fotografías tomadas desde satélites alrededor de la Tierra.



Los experimentos presentados son sólo demostrativos, por lo que cualquier experimento dentro de las capacidades de ArduSat puede ser desarrollado. El único límite es la imaginación de cada participante.

Para mayor información visita:

<http://2013.spaceappschallenge.org/challenge/ardusat/>

<http://www.kickstarter.com/projects/575960623/ardusat-your-arduino-experiment-in-space>

<http://www.nanosatisfi.com/>

Para contacto en la AEM: **Isai Fajardo Tapia** (fajardo.aem@gmail.com).