

CubeSats Como Plataforma Integradora De Las Universidades Con La Tecnología Espacial

CubeSats as Integrating Platform of Universities with Space Technology

Carolina S. Regoli, *Prof. Agregado, UCV*, Leonardo H. Regoli, *Investigador Postdoctoral, U-M*, Francisco A. Varela, *Prof. Titular, UCV*

Resumen—El estándar para la fabricación de minisatélites conocido como CubeSat es presentado como una plataforma para lograr la integración de universidades venezolanas en el desarrollo de tecnología y ciencia espacial. La versatilidad y relativo bajo costo de este tipo de misiones, unido al creciente impacto que ejercen en la industria espacial hacen de esta tecnología una de las más llamativas y accesibles para el desarrollo de profesionales que en el futuro proveerán la experiencia necesaria para el crecimiento del programa espacial nacional.

Palabras Claves—CubeSat, minisatélites, tecnología, espacial, universidades, educación.

Abstract— The CubeSat standard, for the manufacture of minisatellites, is presented as a platform to achieve the integration of Venezuelan universities in the development of technology and space science. The versatility and relatively low cost of this type of missions, added to the increasing impact they have on the space industry, make this technology one of the most attractive and accessible for the development of professionals, who in the future will provide the necessary expertise for the growth of national space program.

Index Terms—CubeSat, minisatélites, tecnología, espacial, universidades, educación.

I. INTRODUCCIÓN

CON el lanzamiento de los satélites Simón Bolívar (Venesat-1) y Francisco de Miranda (VRSS-1), Venezuela ha incrementado sus capacidades de comunicación y monitorización medioambiental a niveles nunca antes alcanzados en el país. Mientras que el Venesat-1 es un típico satélite geoestacionario destinado a establecer un vínculo comunicacional permanente con cobertura nacional, el

VRSS-1 es un satélite de observación remota en órbita baja (LEO, Low-Earth Orbit) que permite capturar imágenes de alta resolución en diferentes bandas del espectro electromagnético que luego pueden ser utilizadas para propósitos de monitorización ambiental. Ambos satélites han permitido al país cortar, en buena medida, la dependencia de terceros, otorgando mayor control al momento de decidir factores como la dirección a donde apuntar los instrumentos así como permitir una mayor flexibilidad temporal.

Uno de los factores limitantes en el desarrollo de nuevas tecnologías es el relacionado con la formación de profesionales en un área de estudio para la cual las universidades todavía no cuentan con la infraestructura ni los *pensa* relevantes. Aunado a esto, los altos costos involucrados en la investigación y desarrollo relacionados con la ciencia y tecnología espacial complican aún más la posibilidad de conseguir la formación de profesionales a un ritmo comparable con el requerido por la industria.

En los últimos años, motivado en parte por factores económicos así como por la disponibilidad de nuevas tecnologías, el desarrollo de instrumentos se ha concentrado en parte en la miniaturización de los mismos con miras a ser utilizados en satélites de tamaño y masa reducidos. Esta tendencia busca minimizar los costos de todo el proceso de fabricación, lanzamiento y operación de misiones que puedan retornar datos útiles para aplicaciones específicas. Esto incluye la utilización de componentes comerciales que agilizan el desarrollo, reduciendo de esta forma el tiempo entre el comienzo del desarrollo y el lanzamiento del satélite. De igual manera, la disminución del consumo energético es un paso necesario para la reducción del área de los paneles solares que proveen la energía al satélite.

Uno de los estándares más utilizados en términos de miniaturización de satélites es el denominado CubeSat, cuyas especificaciones fueron desarrolladas en 1999 en la Universidad Politécnica del Estado de California (California Polytechnic State University, CalPoly) y la Universidad de Stanford [1]

El estándar CubeSat se basa en las llamadas ‘unidades’, donde cada unidad representa un cubo de 10cm x 10cm x

Artículo enviado para revisión en Julio 2017.

C. S. Regoli, Universidad Central de Venezuela (e-mail: carolina.regoli@ucv.ve).

L. H. Regoli, Universidad de Michigan (e-mail: lregoli@umich.edu).

F. A. Varela, Universidad Central de Venezuela (e-mail: francisco.varela@ucv.ve).

10cm y un peso no mayor a 1.33 kg. Las configuraciones más utilizadas son 1U (un solo cubo), 3U (tres cubos en serie) y 6U (dos módulos de 3U en paralelo). La Fig. 1 muestra varias configuraciones ofrecidas por la compañía Radius Space, desde 1U hasta 12U.

La popularización del estándar CubeSat ha llevado a un rápido crecimiento en el número de satélites desarrollados tanto por entes gubernamentales (agencias espaciales y militares) así como por la industria privada (involucrada tanto en el desarrollo de satélites propios como para propósitos de *outsourcing* como el ejemplo de Radius Space mostrado en la Fig. 1).

Para este estudio lo más relevante es, sin embargo, el importante aporte que universidades de todo el mundo han hecho al desarrollo de esta importante parte de la tecnología espacial.



Fig. 1. Configuraciones de CubeSat desde 1U (izquierda) hasta 12U (derecha). Tomada del sitio web radiuspace.com.

Desde comienzos del siglo XXI, numerosos CubeSats han sido lanzados al espacio por universidades con un amplio rango de éxito. El desarrollo de este tipo de tecnología, como cualquier otro, ha sido gradual. Mientras que las primeras misiones se han concentrado en la demostración de tecnología (incluyendo el establecimiento de vínculos de comunicación con la Tierra, la determinación y, más adelante, el control de actitud, etc.), hoy en día varias misiones con instrumentos científicos están o bien en sus primeras etapas de funcionamiento (e.g. QB50 [2]) o bien en camino a ser lanzadas en un futuro próximo (e.g. INSPIRE [3], MarCO [4]).

En este trabajo proponemos un sistema sencillo desde el cual comenzar el desarrollo de un programa de CubeSats en la Universidad Central de Venezuela (UCV) que sirva para dos propósitos específicos. El primero, es la involucración del país en el actual crecimiento de esta tecnología que se presenta como una de las más atractivas para diversas aplicaciones espaciales. El segundo propósito es el desarrollo de una plataforma que provea experiencia de primera mano en el desarrollo de satélites para estudiantes de pre-grado, maestría y doctorado en la UCV y, más ampliamente, en las diferentes universidades del país mediante colaboración activa.

Dada la ausencia de un programa similar en la UCV para el momento de preparar este manuscrito, el mismo está enfocado en la propuesta de un concepto básico de un sistema de una unidad (1U) para ser probado en Tierra. Dado que el mayor costo de un CubeSat funcional es el proceso de lanzamiento,

por el momento la puesta en órbita del sistema se deja como un paso a futuro que dependerá del financiamiento disponible o, algo usual con CubeSats, de la disponibilidad de espacio en lanzamientos programados que sean ofrecidos a bajo costo o sin costo alguno.

Al final del manuscrito se presentan las conclusiones de la propuesta, así como las posibilidades futuras identificadas tanto en el área de tecnología espacial como en el área de formación de profesionales, a nivel de pensum de estudios y de posibles proyectos de tesis de grado a diferentes niveles educativos.

II. DISEÑO DEL SATÉLITE

En este proyecto se plantea el diseño y construcción de un CubeSat de una unidad (1U), que debe regirse de acuerdo con la normativa para este tipo de satélites que se encuentra en el *CubeSat Design Specification (CDE)* [1].

La finalidad del proyecto es iniciar un programa de CubeSats en la UCV, como ya se mencionó anteriormente. Tomando en cuenta esta consideración, el prototipo inicial que se plantea será sencillo, para ir complementando su desarrollo posteriormente con trabajos de grado, maestría y doctorado, que permitan la creación de una línea de investigación en esta área dentro de la Universidad.

El sistema del CubeSat se divide en 4 aspectos generales: la estructura física, donde se establece la geometría, dimensiones, materiales y disposición de los diferentes componentes; fuentes de energía: en este punto se define los modos de alimentación del satélite para garantizar su funcionamiento, optimizando su tiempo de vida; control térmico: se refiere al mantenimiento de una temperatura óptima dentro del satélite, de manera de garantizar el buen funcionamiento de todo el sistema sin ocasionar daños internos; el sistema de telecomunicaciones: en él se contempla todo lo relacionado con el sistema de transmisión-recepción de señales, así como el sistema de antenas, incluyendo su ubicación y forma de despliegue; el sistema de sensores: se define el tipo de sensores que se va a implementar, así como el sistema de procesamiento de datos.

A continuación se describen los diferentes aspectos a considerar en el diseño del prototipo.

A. Estructura Física

Se tomarán en cuenta las características que debe tener el satélite, de acuerdo con el estándar [1], y con base en esto el prototipo cumplirá con los siguientes aspectos:

- Deberá tener medidas 10cm x 10 cm x 10cm
- Su peso a lo sumo será de 1.33kg
- Deberá tener acceso por una de las caras laterales, para poder introducir los componentes.
- En el interior se podrán insertar las diferentes tarjetas, que se deslizarán a través de unos rieles.
- Los ajustes se realizarán con anillos de fijación tipo *seeger* o de seguridad, para eliminar de esta manera las conexiones roscadas.
- El material a utilizar tanto para la estructura como para los rieles deberá ser aluminio 6061, 7075, 5005 y/o 5052.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la estructura de un CubeSat de 1U, donde se observan las diferentes tarjetas que van insertadas en los rieles.

Para la fabricación de la estructura, la Universidad Central de Venezuela (UCV) cuenta con laboratorios especializados en la manipulación de materiales como el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), así como la Escuela de Ingeniería Metalúrgica que podría proveer asesoramiento en la escogencia de materiales apropiados para las condiciones de extrema variabilidad de temperatura que se encuentran en el espacio.



Fig. 2. Modelo de estructura para un CubeSat de 1U [5]

B. Fuentes de Energía

En este diseño se prevé que las caras del CubeSat estén cubiertas por paneles solares, de manera tal que esa sea la fuente primaria de energía del satélite. Se debe tomar en cuenta que estos paneles no deben superar las dimensiones de las caras del CubeSat (10cm x 10cm x 10cm). Además se prevé la posibilidad de dejar una cara libre para la instalación de la antena del satélite, dependiendo del diseño final que se decida para la misma. Se estudiará la eficiencia de las diferentes celdas existentes en el mercado, y su disponibilidad en Venezuela.

Dependiendo la órbita de interés para una misión de CubeSat, el uso de baterías puede ser necesario si la fracción del tiempo de órbita durante el cual el satélite recibe luz solar (fuera de eclipse) no es suficiente para completar el ciclo de recarga de las baterías por medio de los paneles solares.

Es necesario considerar los diferentes tipos de baterías, identificando sus ventajas y desventajas en cuanto a tiempo de vida y peso, ya que el peso del satélite, como ya se mencionó, es limitado.

Debe haber un sistema de apagado de energía, y de igual manera un sistema de protección contra descargas.

La inclusión de baterías también haría necesaria la incorporación de un sistema activo de control térmico para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas.

Mientras que hoy en día las baterías (normalmente basadas en litio, e.g. [6], [7]) supondrían una parte importante del peso del satélite, nuevas tecnologías están siendo desarrolladas que permitirán la inclusión de baterías tan livianas que podrían incluso funcionar como la principal fuente de energía [8].

Esto no solo abre las puertas para CubeSats más eficientes y con instrumentos científicos más avanzados, sino que también facilitaría el diseño, fabricación y lanzamiento de misiones basadas en CubeSats que podrían explorar los planetas exteriores del Sistema Solar.

C. Control Térmico

Aunque la definición tradicional de temperatura no es válida en el espacio dada la ausencia de una atmósfera considerable, las variaciones térmicas a las que los diferentes componentes de un satélite son sometidos durante una órbita son significativas.

Estas variaciones pueden fácilmente llevar a los diferentes componentes electrónicos fuera de sus rangos ideales de operación, por lo cual algún tipo de sistema de control térmico es necesario.

Los requerimientos del sistema de control térmico dependerán directamente de los componentes y la instrumentación escogida para el CubeSat. Dada la simplicidad del primer diseño propuesto en este trabajo, un sistema pasivo en forma de disipadores podría ser suficiente.

Para el momento en que el desarrollo esté al nivel de poder ser lanzado al espacio, el control térmico podría ser simplificado mediante el diseño de la órbita, de manera de minimizar las variaciones de temperatura a las que estaría sujeto el CubeSat.

Además, en la escogencia del tipo de disipadores se deben tomar en cuenta las limitaciones en cuanto a las dimensiones y peso máximo del prototipo.

En caso de ser necesarios sistemas de control térmico más sofisticados, en años recientes ha habido esfuerzos para conseguir control pasivo en satélites del tamaño de un CubeSat [9].

El sistema funciona mediante la apertura o cierre de pequeñas compuertas que permiten controlar el flujo de calor desde el satélite hacia afuera. El sistema fue integrado en un CubeSat de 6U llamado Dellinger [10] que estudiará la ionósfera. Nuevamente, la construcción de un sistema similar podría ser posible mediante la colaboración interinstitucional dentro de la Universidad Central de Venezuela o con otras universidades del país.

D. Sistema de Telecomunicaciones

Este sistema se encarga de la recepción, adecuación, procesamiento y transmisión de las señales. Es importante destacar que las frecuencias de transmisión a utilizar deberán ser de la banda de uso libre que establece CONATEL.

Dentro de este sistema se incluye el despliegue de las antenas. Se estudia como opción utilizar para las antenas cintas métricas, como se muestra en la Figura 3, de acuerdo con el trabajo presentado por García [11].

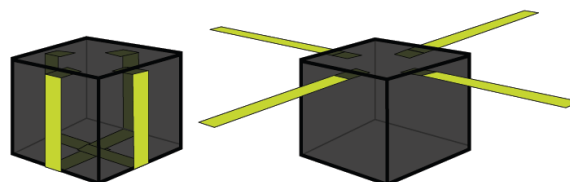


Fig. 3. Izquierda: Antenas plegadas. Derecha: Antenas desplegadas [12]

Asimismo, para el momento en que se estudie el lanzamiento del primer CubeSat será necesario el diseño y construcción de una base terrestre para comunicarse con el satélite.

Aparte de la selección de la frecuencia de comunicación que determinará el tipo de antena a ser utilizada, hoy en día el uso de radios definidas por software (SDR por sus siglas en inglés) es común en este tipo de aplicaciones, permitiendo la simplificación del hardware a ser utilizado. En este sentido, hardware típico de radioaficionados puede cumplir las funciones de estación terrestre a una fracción del costo de una base tradicional.

Este tipo de aproximación también abre las puertas para una colaboración activa con las comunidades locales de radioaficionados, lo cual también ayudaría a la inclusión de la población general en las actividades espaciales que se lleven a cabo en el país.

E. Sistema de Sensores

En el diseño preliminar se plantea utilizar un sensor de temperatura, un sensor de radiación y algún tipo de sistema de posicionamiento para conocer la ubicación del satélite, así como el almacenamiento y procesamiento de datos. Este sistema deberá estar conectado al sistema de telecomunicaciones, para poder transmitir los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas por los sensores.

Como sensor de temperatura, uno de tipo digital permitiría la monitorización de la temperatura interna para servir como entrada al sistema de control térmico. Igualmente, un sensor ubicado en el exterior de la estructura podría permitir obtener datos de la temperatura de la exósfera dependiendo de la órbita escogida.

Dada la perspectiva de utilización de una órbita baja (LEO) para el primer sistema que pudiera ser lanzado al espacio en el futuro, el uso de sistemas globales de navegación como el sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) permitirían obtener la posición del CubeSat en órbita en cualquier momento dado.

De igual forma, el uso de contadores Geiger podría proveer información sobre las condiciones en tiempo real de radiación en la órbita. Esta información podría utilizarse como un medidor rudimentario de la actividad geomagnética, un componente fundamental del llamado clima espacial.

F. Sistema de Procesamiento Central

Dadas las restricciones de tamaño y masa del estándar CubeSat, la escogencia del sistema de procesamiento central (CPU por sus siglas en inglés) estará determinada por su consumo energético.

Entre las opciones más sencillas para la etapa de desarrollo se tienen sistemas integrados como Raspberry Pi o la gama de módulos Arduino. Estas podrían ser utilizadas durante el primer prototipo para el cual fuentes extras de alimentación podrían ser utilizadas.

Mientras que el consumo de los modelos más nuevos de estas tarjetas es bastante bajo (90 mA para la Raspberry Pi Zero y 45 mA para la Arduino Uno), el uso de microcontroladores dedicados como por ejemplo el MSP430 de Texas Instruments proveen capacidades de cómputo muy

superiores a las requeridas por el sistema planteado y consumen menos de 100 uA.

G. Otros

Se trabajará el diseño con 3 tarjetas que irán insertadas en los rieles de la estructura: sistema de telecomunicaciones, sistema de sensores, sistema de protección contra descargas y derivación de corrientes de los paneles solares.

Es importante destacar que hoy en día programas de simulación como Matlab permiten realizar simulaciones de diferentes bloques que conforman los CubeSats, lo cual ayudaría mucho a perfeccionar los diferentes sistemas que componen el satélite, antes de pasar a la fase de construcción del mismo. Esto ahorraría costos, factor determinante en el éxito del proyecto, debido a las limitaciones de presupuestos que se tienen actualmente en la Universidad.

III. PERSPECTIVAS FUTURAS

Luego de la fabricación y prueba del primer prototipo de CubeSat, hay varios posibles caminos a seguir para continuar con el desarrollo del proyecto, tanto desde el punto de vista científico/tecnológico como desde el punto de vista educativo.

Dado el reducido tamaño impuesto por el estándar CubeSat, este tipo de satélites son idóneos para aplicaciones científicas, no así para aplicaciones de comunicaciones, donde la necesidad de antenas de comunicación de dimensiones que superan a la del satélite, lo cual hace que el concepto de miniaturización deje de ser llamativo.

En ese sentido, un paso natural hacia el crecimiento de un programa de CubeSats es el desarrollo de tecnologías para control de órbita así como de instrumentos científicos para ser incluidos en futuros satélites. Dependiendo del objetivo que se plantee, el nivel de dificultad puede variar desde metas relativamente sencillas que podrían ser alcanzadas mediante la realización de tesis de pregrado hasta proyectos que necesitarían varios profesionales involucrados durante periodos de varios años, incluyendo colaboraciones con universidades y laboratorios de investigación internacionales.

El primer paso futuro debe ser el del lanzamiento de un sistema como el propuesto para probar las capacidades de comunicación con la estación terrestre. Dada la falta de control de actitud, posiblemente establecer un vínculo de comunicación funcional sea difícil y, siendo el primer sistema, muy probablemente surjan dificultades que ayudarán al desarrollo de futuras versiones mediante las lecciones aprendidas.

El segundo paso natural es la inclusión de sistemas de control de actitud como torque magnético (haciendo uso del campo magnético de la Tierra y de la estabilización mediante giro alrededor de uno de los ejes del satélite) o, un poco más sofisticado, ruedas de reacción.

La inclusión de estos sistemas haría más sencilla la comunicación con la base terrestre, lo cual abriría la puerta para aplicaciones científicas. En este punto será importante definir los objetivos a seguir con el programa.

Si el objetivo se centra en el avance de tecnologías, el desarrollo de un sistema de propulsión eléctrico sería un paso

destinado a obtener mayor control, incluso posibilitando el cambio de órbitas mediante maniobras de transferencia tipo Hohmann o incluso enviando el satélite hacia una órbita abierta para estudiar el entorno interplanetario, tal como la futura misión CUSP [13].

Si, por otro lado, el foco del programa se mueve hacia la investigación científica, la colaboración con otras facultades o universidades sería importante. Entre los instrumentos científicos más importantes para estudiar la magnetósfera (la cavidad que rodea la Tierra y es originada por su campo magnético) se encuentran los magnetómetros. Casualmente, la construcción de estos instrumentos destinados a medir campos magnéticos es también una de las más sencillas, lo cual los coloca como uno de los posibles objetivos más llamativos desde el punto de vista de instrumentación a desarrollar con fines científicos.

IV. CONCLUSIONES

Este proyecto se plantea como un primer paso en el desarrollo de una línea de investigación en tecnología y ciencia espacial en la Universidad Central de Venezuela (UCV), lo que ayudaría a preparar profesionales en esa área para fomentar de esta manera el crecimiento del programa espacial nacional.

La manera en que se han dividido las diferentes etapas del diseño del CubeSat plantea la opción de generar diferentes trabajos de grado, involucrando además distintas áreas de la ingeniería, lo que podría integrar diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería, enseñando a los estudiantes a trabajar en un proyecto multidisciplinario, preparándolos así para el trabajo profesional.

Por otro lado, se requiere trabajo de investigación para el desarrollo de algunos aspectos del satélite, lo que requiere del planteamiento de trabajos de maestría y doctorado, con miras a que este proyecto se siga desarrollando a futuro, con inclusión de nuevas tecnologías y mejoras.

La rápida expansión del uso de CubeSats en misiones espaciales ha abierto el camino para que universidades de todo el mundo puedan experimentar con esta tecnología. Esto ha permitido la inclusión de casas de estudio en un nicho que tradicionalmente se ha caracterizado por los altos costos asociados a su desarrollo.

La popularización del estándar CubeSat ha bajado significativamente los costos involucrados en el desarrollo de un sistema completo. Mientras que algunas industrias, agencias espaciales y universidades con mayor historial en el desarrollo de tecnologías espaciales se encuentran en una etapa avanzada, con misiones propuestas para realizar estudios científicos no solo en la Tierra sino en otros planetas y en la heliósfera, universidades con menos experiencia como la Universidad Central de Venezuela se pueden beneficiar de la implicación en esta área mediante la creación de nuevas líneas de investigación.

Las ideas planteadas en este trabajo son preliminares y están en parte basadas en las experiencias de otras instituciones, así como en las personales de los autores. Como es común en el mundo de la investigación, paralelo al desarrollo del prototipo planteado, la selección final de componentes sería hecha a lo

largo del proyecto y parte del mismo requerirá necesariamente la comparación de diferentes opciones.

En general, se prevé que la colaboración entre instituciones dentro de la misma Universidad Central de Venezuela así como con otras universidades del país (y posiblemente a nivel internacional) será necesaria para la consecución de un programa a largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] California Polytechnic State University. "CubeSat Design Specification (CDS) Rev13" [en línea]. Disponible en: https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/56e9b62337013b6c063a655a/1458157095454/cds_rev13_final2.pdf
- [2] <https://www.qb50.eu/>
- [3] <https://www.jpl.nasa.gov/cubesat/missions/inspire.php>
- [4] <https://www.jpl.nasa.gov/cubesat/missions/marco.php>
- [5] Innovate Solutions In Space." Launch Services". Fecha de consulta: 6 julio 2012 [en línea]. Disponible en: <http://www.isispace.nl/cms/>
- [6] <https://www.clyde.space/products/49-40whr-cubesat-battery>
- [7] <http://granat1.ugr.es/index.php/es/documentacion/tecnica/documentacion/granatsat/satellite-2/power-system>
- [8] <https://www.nasa.gov/feature/next-generation-batteries-could-provide-power-to-microsatellites-cubesats>
- [9] <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/nasa-repurposes-passive-thermal-control-technology-for-cubesats>
- [10] <https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-team-set-to-deliver-newfan-gled-6u-cubesat>
- [11] A. Sanchez y J. Serra. *UPCSat-1. Analysis*, "Design and Breadboarding of a University Picosatellite". Proyecto Final de Carrera. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, marzo 2012.
- [12] Diseño e implementación de las antenas y los sistemas de transmisión y recepción de un CubeSat. Proyecto Final de Carrera. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, julio 2012.
- [13] <https://www.nasa.gov/launching-science-and-technology/multimedia/cusp.html>



Carolina S. Regoli nació en Caracas, Venezuela, en el año 1977. Obtuvo su título de pregrado en Ingeniería Eléctrica, mención electrónica, en la Universidad Central de Venezuela, en el año 2001 y en la misma casa de estudios recibió su título de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el año 2008, desarrollando su investigación en el área de adaptación de impedancias de líneas de transmisión para telecomunicaciones. En el año 2013 culminó una Maestría en Robótica, Automática y Telemática en la Universidad de Sevilla. En la actualidad se encuentra realizando su investigación doctoral en el área de Redes Inalámbricas de Sensores.

Desde el año 2001 trabaja como Profesora en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela, ocupando actualmente el cargo de Profesor Agregado.



Leonardo H. Regoli cursó estudios de pregrado en ingeniería eléctrica, mención electrónica, en la Universidad Central de Venezuela. Posteriormente completó una maestría en Ciencia y Tecnología Espacial en la Universidad de Würzburg (Alemania) y la Universidad Tecnológica de Luleå (Suecia).

Luego de trabajar como asistente de investigación en la Universidad de Würzburg en procesamiento de imágenes, completó estudios de doctorado en el área de física espacial en el University College London (Reino Unido) y el Instituto Max Planck para la Investigación sobre el Sistema Solar en Göttingen (Alemania). Actualmente trabaja como investigador post-doctoral en la Universidad de Michigan estudiando la interacción de Marte con el viento solar.



Francisco A. Varela nació en Mérida, Venezuela, el 17 de Agosto de 1971. Tiene un título de pregrado en Ingeniería Eléctrica (Universidad de Los Andes, Venezuela, 1996), Maestría en Ingeniería Eléctrica (Universidad Central de Venezuela, 2000) y Título de Doctor en Sistemas (Universidad de Beihang, China, 2010).

En la actualidad es Profesor Titular en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela, en el área de diseño de carga útil de satélites de telecomunicaciones, a nivel de pregrado y postgrado. Trabajó como Director Ejecutivo (2010 - 2012) y Director de Aplicaciones Espaciales (2012 – Abril 2016), en la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (2010 - 2012). Además fue miembro de la delegación venezolana en COPUOS (2010-2012) y del grupo directivo de los programas espaciales de VENESAT-1, VRSS-1 and VRSS-2, participando de manera activa en las actividades de ensamblaje, integración y pruebas de estos proyectos.

Dr. Francisco ha participado en conferencias nacionales e internacionales, y ha publicado artículos relacionados al área espacial y de telecomunicaciones. Cuenta con conocimientos especializados en comunicaciones por satélite, configuración de carga útil, propagación de radio, subsistemas de satélite, integración de ensamblaje y actividades de prueba y gestión de estaciones terrenas satelitales. También ha participado en la instalación y configuración de equipamiento en la estación terrena de control en Venezuela.