

# ESTACIÓN TERRENA PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

Facundo N. Busano<sup>1</sup>, Fernando D. Ribero<sup>2</sup>, Román Mapelli<sup>3</sup>,  
Emmanuel M. Dovis<sup>4</sup>, Emanuel Bernardi<sup>5</sup>

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.  
Avenida de la Universidad 501 (2400) San Francisco. Provincia de Córdoba. Argentina.

<sup>1</sup>fbusano@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar, <sup>2</sup>fribero@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar,  
<sup>3</sup>rmapelli@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar,  
<sup>4</sup>edovis@sanfrancisco.utn.edu.ar, <sup>5</sup>ebernardiemanuel@gmail.com

## Resumen

El creciente interés en la temática aeroespacial, ha sentado las bases propicias en las que aficionados a la materia vuelcan sus conocimientos y/o experiencias en el desarrollo de prácticas relacionadas. Es por ello que mediante este trabajo se planteó la construcción de un sistema de posicionamiento de antena para la recepción de señales de radiofrecuencia provenientes de satélites no geoestacionarios. Específicamente, se pretende la recepción de las transmisiones de los satélites meteorológicos. Asimismo, el sistema se propuso como herramienta de aplicación a la hora de procesar y analizar el contenido de la información relevada según los requerimientos existentes.

**Palabras clave:** sdr, apt, imágenes satelitales, estación terrena, antena.

## Introducción

En las últimas décadas, las imágenes satelitales han sido ampliamente utilizadas para el estudio y predicción de parámetros ambientales. En nuestra región, los fenómenos climatológicos tienen incidencia directa sobre las capacidades productivas, por lo que una mejora en la comprensión de sus impactos posibilita la ejecución de estrategias paliativas. Es por ello que el presente trabajo describe los aspectos técnicos y metodológicos abordados en el diseño, montaje y testeo de un sistema de radiofrecuencia, con el objetivo de recibir señales provenientes de satélites de órbita baja terrestre.

Los satélites meteorológicos de órbita baja LEO (del Inglés, Low Earth Orbit), tales como la familia compuesta por el NOAA-15, NOAA-18 y NOAA-19, pertenecientes a la National Oceanic and Atmospheric Administration, orbitan la esfera terrestre hasta catorce veces diarias obteniendo vasta información sobre la atmósfera y los océanos (NESDIS, 2017). Estos datos y otros son, entonces, enviados a las estaciones terrenas mediante enlaces de radiofrecuencia para su procesamiento y divulgación pública. Dentro servicios provistos por estos satélites de manera directa al usuario final se destaca el APT (del Inglés, Automatic Picture Transmission) o transmisión automática de imágenes (NOAA, 2009). El servicio consiste en la transmisión ininterrumpida de la vista terrena que va obteniendo el satélite en su paso de horizonte a horizonte gracias al barrido continuo de sus cámaras de espectro visible e infrarrojo (IR), como se muestra en la Fig. 1.

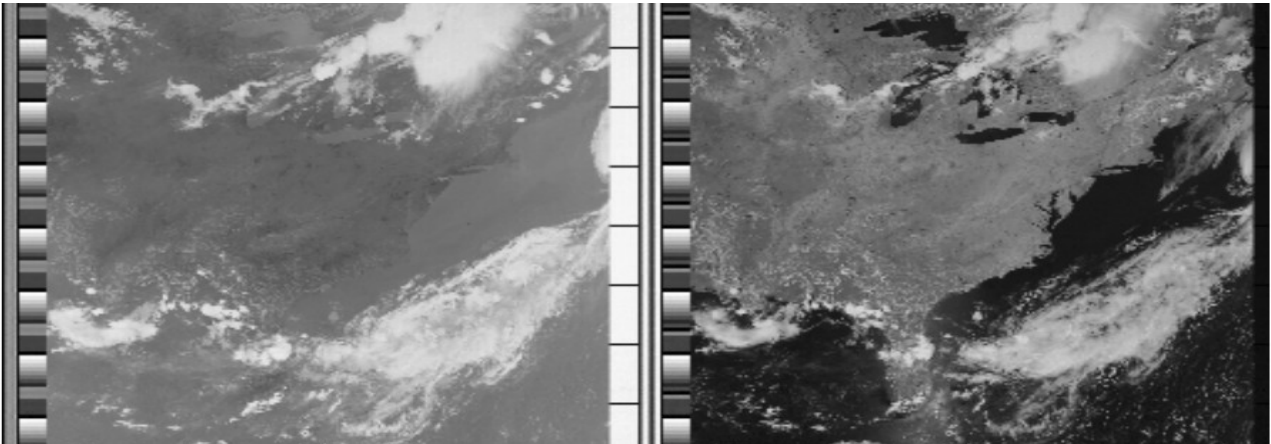


Figura 1: Imagen del canal IR (izq.) y canal visible (der.).

A tal efecto, el sistema de radiofrecuencia presentado está constituido por diversos elementos, siendo éstos: una antena Yagi-Uda, una etapa de filtrado, una etapa de amplificación LNA (del Inglés, Low Noise Amplifier) y un receptor SDR (del Inglés, Software Defined Radio). Por lo que, a través de éstos, se posibilita la eliminación de señales no deseadas (FM comercial, comunicaciones comerciales, banda aeronáutica y radioaficionados), la amplificación de las señales de interés y la recepción de información, entre otras (Dovis et al, 2019).

En consecuencia, el sistema de recepción satelital abordado en el presente trabajo permite facilitar el acceso a la información brindada por dichos satélites sobre la región para luego, a partir del acondicionamiento y posterior procesamiento, realizar un monitoreo y análisis climático de nuestro entorno. Esto permite transformar la accesibilidad y el tratamiento de la información en una herramienta de alto impacto en el quehacer diario de las actividades de nuestra región.

Por último, cabe destacar que la principal motivación para trabajar sobre estos temas se debe a que nuestra universidad se encuentra inmersa en una región principalmente agro-industrial. De manera que, los estudios o desarrollos tecnológicos inherentes a aplicaciones productivas en torno a dicha temática, presentan una gran factibilidad de aplicación en nuestro ámbito de acción. Así, los proyectos formulados no solo serán capaces de realizar aportes significativos en el área socio-productiva de la región, sino que serán de gran utilidad en la evolución de las prácticas preexistentes. Por tal motivo, este trabajo se enmarca dentro del PID-UTN (CCUTNSF0005361) “Estación terrena de recepción de señales provenientes de satélites no geoestacionarios para el estudio de parámetros de interés estratégico regional” (Busano et al, 2018).

## Desarrollo

Primero, con el propósito de contextualizar el trabajo abordado, en la Fig. 2 se muestra un diagrama general de la estación terrena propuesta. La disposición de cada uno de los bloques, como así también su funcionamiento individual e interacción en el sistema, se define de la siguiente manera:

- **Internet.** Para realizar el seguimiento, es necesario contar con datos que proporcionen parámetros orbitales que describan con exactitud la trayectoria del satélite elegido.
- **Linux PC.** El sistema procesa grandes cantidades de datos de manera fluida, tanto para la etapa de posicionamiento de antena como para la de recepción de señal.

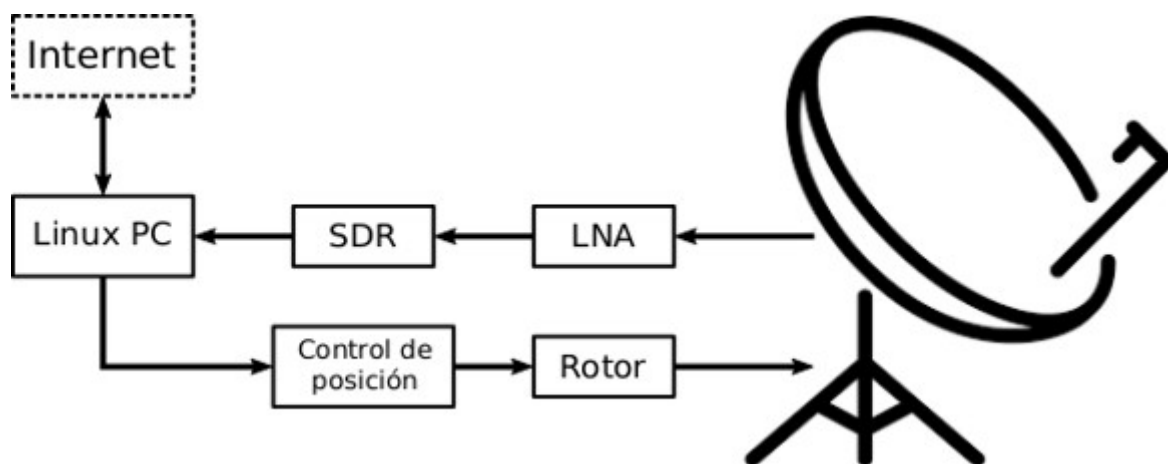


Figura 2: Diagrama general de la estación terrena.

- **Control de posición.** Una vez obtenida la información de posición, se ejecutan las decisiones pertinentes y se comunican con el resto del sistema, para posibilitar la obtención resultados.
- **Rotor.** Para transformar señales eléctricas en movimiento, se debe contar con un motor. Esto es, se considera este bloque como el final de la cadena de posicionamiento.
- **LNA** . Del inglés Low Noise Amplifier, o amplificador de bajo ruido, este bloque representa la primera etapa de procesamiento en recepción. Aquí, es primordial no solo aumentar el nivel de la señal, sino también evitar que se introduzcan señales no deseadas.
- **SDR** . Del inglés Software Defined Radio, o radio definida por software, este dispositivo conforma un sistema donde los componentes típicamente implementados en hardware (mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores/demoduladores, detectores, etc) son implementados en software.

## Procedimiento

Se adoptó un diseño de antena Yagi-Uda, justificado por la directividad que se desea obtener y por la relativa gran longitud de onda de la señal. La antena proyectada se debió configurar para que acepte una polarización circular, lo que implicó el anexo de una segunda antena Yagi-Uda de iguales características físicas, montada sobre el mismo boom (eje), pero rotada 90°. Por otro lado, se llevó a cabo el diseño de un PCB (del inglés, Printed Circuit Board) que contemple las etapas de filtro y LNA. En este caso, se planteó la utilización de un filtro analógico que posibilite el paso de las frecuencias específicas de los satélites (137-138 MHz) y elimine las señales pertenecientes a radiodifusoras locales de FM (87.5-108 MHz). Para mayor detalle el lector interesado puede referir a DAVIS et al, 2019.

El sistema de rotores que comanda la orientación de la antena quedó conformado por motores paso a paso y cajas reductoras para incrementar el torque total. Para lograr la ejecución de movimientos de manera conjunta (azimut y elevación), fue necesario realizar el acople de dos rotores. Finalmente, para ejecutar una calibración inicial del sistema respecto al origen de referencia (norte terrestre), se implementó un sistema pasivo de interruptores magnéticos (reed switch) e imanes asociados. Por otro lado, el control y funcionamiento del sistema está basado en el software Gpredict (Csete, 2009) en combinación con el paquete de librerías Hamlib. Esta, provee al software una API (del inglés Application Programming Interface), para controlar rotores o sintonizar radios. Para cubrir la amplia gama de modelos comerciales disponibles, Hamlib ofrece una lista de protocolos de comunicación activos según los comandos utilizados por cada firma de

dispositivos. En este caso, se estableció una comunicación RS-485 entre módulos según el protocolo EasyComm II, basado en caracteres ASCII.

## Resultados

Se confeccionó una estructura telescópica de acero que funciona como base principal y se le incorporó el acople de rotores con boom de fibra de vidrio para montaje de antena, presentada en la Fig. 3. Por último, se destaca la inclusión de un contrapeso en un extremo del boom para compensar el momento de torsión aplicado por la masa total de la antena.



Figura 3: Ensamble final de estructura (izq.) y estación de control (der.).

Seguidamente, se efectuó la prueba de la estación terrena con una pasada del satélite NOAA-15. En consecuencia, la Fig. 4, muestra los resultados obtenidos, observando los canales 2 (visible) y 4 (IR).

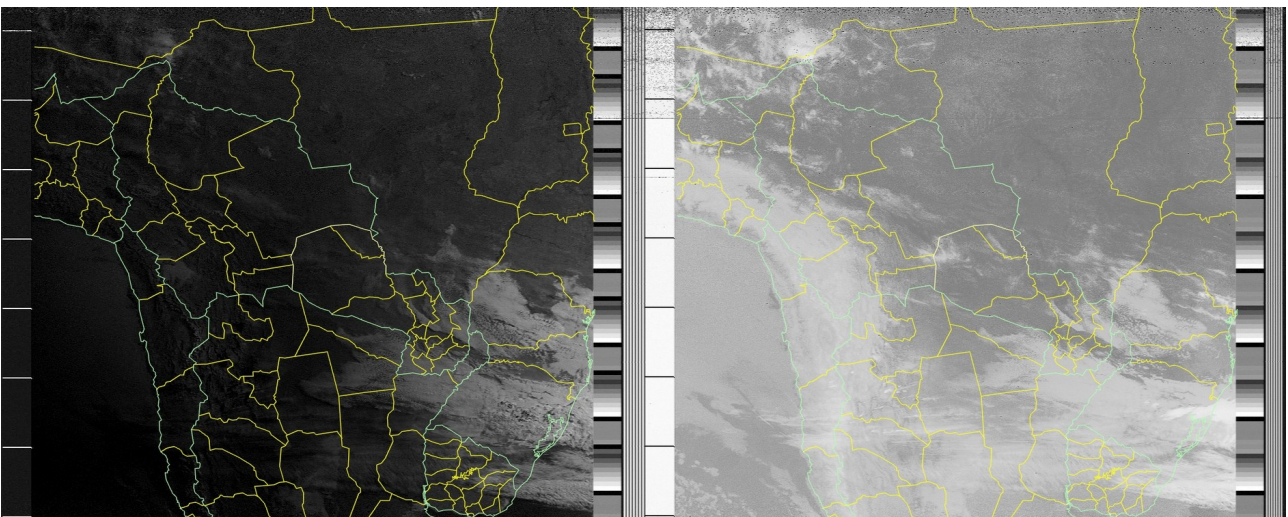


Figura 4: Imagen obtenida con capa de límites geográficos agregados.

## **Conclusiones**

Durante el transcurso del presente trabajo se desarrolló una estación terrena en base a antenas direccionales del tipo Yagi-Uda, para utilizarse en la recepción de señales proveniente de satélites meteorológicos de órbita baja. Se presentaron los requerimientos del sistema de comunicación y se establecieron los requerimientos mínimos necesarios para la recepción. Se demostró que, si bien se requiere de una cierta capacidad y conocimiento de elementos de hardware y software, es posible que en base a pocos materiales un aficionado sea capaz de construir una estación terrena con las características necesarias para la recepción de imágenes satélites.

## **Referencias bibliográficas**

Busano, Facundo; Miretti, Marco; Dosis, Emmanuel M., Bernardi Emanuel, Pipino Hugo, Felissia Sergio y Peretti Gastón. "Estación Terrena de Adquisición de Señales de Satélites no Geoestacionarios". En: WICC2018. Corrientes, Argentina: Red de Universidades Nacionales con Carreras de Informática (RedUNCI), abr. de 2018, págs. 978-981. ISBN : 978-987-36-1927-4.

Dosis, Emmanuel M.; Ribero, Fernando; Miretti, Marco y Bernardi, Emanuel. "Diseño e Implementación de antena para recepción satelital en VHF". X Congreso de Microelectrónica Aplicada (uEA 2019)., 2019.

Csete Alexandru. Gpredict User Manual . Inf. Téc. 2009.

NESDIS - National Environmental Satellite Data e Information Service. NOAA-15 Makes 100 Thousandth Orbit. 2017. URL : <https://www.nesdis.noaa.gov/content/noaa-15-makes-100-thousandth-orbit> (visitado 13-04-2011).

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. User's Guide for Building and Operating Environmental Satellite Receiving Stations. Inf. téc. 2009.