



Identificación de funciones complementarias para la estación terrena satelital de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Identification of complementary functions for the satellite ground station of the Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

María Paula Maury Atencia¹ Oscar Fernando Vera Cely²

Para citar este artículo: Maury, P. y Vera, O. (2017). Identificación de funciones complementarias para la estación terrena satelital de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Revista Redes de Ingeniería*. 8(1), 29-35, doi: <https://doi.org/10.14483/2248762X.11177>.

Recibido: 16-noviembre-2016 / **Aprobado:** 9-junio-2017

Resumen

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Uptc, posee una estación terrena con funciones de seguimiento a satélites de órbita LEO, pero según datos estimados por Genso [1] el tiempo de visibilidad de los satélites que describen órbitas LEO es de cinco minutos en promedio cada vez que pasa, estiman la comunicación con los satélites durante el 3% de su vida útil por lo que la estación terrena permanece inactiva la mayor parte del tiempo. La presente investigación surge de la necesidad de darle mayor utilidad a dicha infraestructura, para ello se realizó una investigación de tipo exploratorio implementando un protocolo de revisión de literatura, se caracterizó la infraestructura existente y de las señales a recibir, esto permitió la identificación de funciones y aplicaciones en tierra que podrían incrementar el porcentaje de uso de la estación, sin dejar de realizar las funciones satelitales para las cuales fue diseñada.

Palabras clave: aplicaciones, comunicaciones UHF, diseño tradicional monolítico, antenas UHF, módem, transceptor.

Abstract

The Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia Uptc has a ground station with low-orbit satellite (LEO) tracking functions, but according to data estimated by GENSO [1] the visibility time of satellites that describe LEO orbits is 5 minutes in average each time it passes, it is estimated that communication with satellites during 3% of its useful life so the earth station remains inactive most of the time, the present research arises from the need to give greater utility to such infrastructure, an exploratory research was carried out, implementing a literature review protocol, the characterization of the existing infrastructure and the signals to be received were carried out. This allowed the identification of functions and applications on land that could increase the percentage of use of the station without ceasing to perform the satellite functions for which it was designed.

Keywords: applications, communications UHF, modem, traditional monolithic design, transceiver, UHF antennas.

1. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Correo electrónico: maria.maury@uptc.edu.co
2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Correo electrónico: oscar.vera@uptc.edu.co

INTRODUCCIÓN

El grupo de investigación en Informática, Electrónica y Comunicaciones INFELCOM de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Uptc, ha desarrollado desde el año 2010 trabajos de investigación relacionados con comunicaciones satelitales y, en particular, en lo que atañe al segmento terrestre encargado de recibir las señales provenientes de los satélites. La estación terrena satelital de la Uptc fue implementada siguiendo el diseño tradicional monolítico, por lo que está formada esencialmente por cuatro componentes: antenas, mecanismo de posicionamiento, transceptor y módem [1].

Antenas

Una antena es un dispositivo con la capacidad de radiar y capturar ondas electromagnéticas, de acuerdo con la función que realicen de transmisión o recepción. En el transmisor la antena convierte la energía eléctrica que contiene la información en ondas electromagnéticas y en el receptor la antena convierte las ondas electromagnéticas en energía eléctrica, de tal forma que pueda ser interpretada la información [2]. La estación terrena de la Uptc cuenta con dos antenas Yagi, una que opera en la banda de muy alta frecuencia (VHF) y la otra en la banda de ultra alta frecuencia (UHF).

Mecanismo de posicionamiento

El mecanismo de posicionamiento es un sistema que permite ajustar la orientación de las antenas para poder realizar seguimiento a los satélites. Dichos sistemas de posicionamiento ajustan los ángulos de azimut y elevación.

La elevación es el ángulo requerido para elevar la antena desde el horizonte (90° en el ecuador), y azimut es el ángulo horizontal necesario para hacer girar la antena desde el polo norte geográfico hasta encontrar el satélite, tal como se puede ver en la Figura 1. Los valores de estos ángulos no

son constantes, sino que dependen de la ubicación geográfica de la estación y la trayectoria seguida por el satélite con que se desea realizar el enlace, este proceso es realizado en la estación terrena de la Uptc a través de un rotor de referencia G-5500 de Yaesu y su respectiva unidad de control.

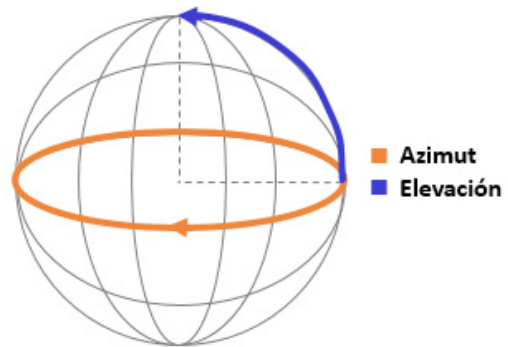


Figura 1. Ángulos de elevación y azimut.

Fuente: elaboración propia.

Transceptor

El transceptor es el equipo encargado de trasladar la señal de información hacia una portadora con frecuencias de operación óptimas para los radios de enlaces satelitales [1].

Módem

El módem es un dispositivo que, utilizando un esquema de modulación para señales de radio analógicas, procesa la información que se desea transmitir o recibir desde la estación terrena [1]. En la estación terrena de la Uptc se cuenta con un equipo que realiza tanto las funciones de módem como las de transceptor para VHF y UHF.

La estación terrena satelital de la Uptc actualmente ejecuta funciones de seguimiento a satélites de órbita baja y recepción de señales provenientes de los mismos; sin embargo, para que se pueda establecer un enlace satelital se requiere disponibilidad de satélites a fin de establecer comunicación con ellos y línea de vista entre la estación terrena y el satélite. En los trabajos realizados en la Uptc no

se ha incursionado en el segmento espacial y por tanto no se cuenta con satélites propios disponibles para establecer enlaces de comunicación de forma recurrente, entonces el uso de la estación terrena se ha limitado a la realización de seguimientos ocasionales a satélites cuya predicción de trayectoria coincida con la ubicación geográfica de la estación, pero dadas las características de la infraestructura que posee la estación terrena satelital Uptc, esta podría ser usada en otras funciones o aplicaciones en tierra. Identificado este problema se realiza el presente trabajo con la finalidad de contribuir a incrementar el porcentaje de uso de la estación terrena sin que se vean afectadas las funciones satelitales para las cuales fue concebida.

El presente trabajo muestra inicialmente una descripción de la estación terrena satelital Uptc; en segundo lugar se presentan las bandas de frecuencia compatibles con la infraestructura existente; acto seguido, se muestran las funciones y alternativas para el uso de la estación en aplicaciones en tierra; en la sección siguiente se realiza un análisis de respuesta en frecuencia de las señales que maneja la estación Uptc; y, finalmente, se entrega la conclusión del trabajo.

Estación terrena satelital de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Una estación terrena satelital es “la parte encargada de establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales; o con una o varias estaciones terrenas, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores” [3]. La estación terrena satelital de la Uptc, con miras a cumplir la función para la cual fue diseñada, realiza las funciones que se describen a continuación:

A. Seguimiento (tracking)

Esta función permite establecer la posición del satélite en su órbita. Usando el sistema de posicionamiento con que cuenta la estación se orientan las antenas de forma que se tenga línea de vista con

el satélite. La estación terrena de la Uptc utiliza un software de predicción para establecer la trayectoria de los satélites con respecto a la ubicación geográfica de la estación [4], y con base en esos datos, realizar los ajustes de orientación de las antenas.

B. Recepción de señales

Esta función implica la adquisición de señales provenientes de los satélites en la banda UHF. Para la realización de esta función la estación terrena cuenta con una antena Yagi para UHF, un amplificador de bajo ruido y un radio que realiza las funciones de transceptor y módem.

En la revisión de antecedentes se encontró que todos los trabajos de investigación relacionados con la Estación Terrena Satelital de la Uptc se limitan exclusivamente a las funciones de seguimiento y recepción de señales provenientes de satélites de órbita baja, los resultados y aspectos más relevantes de dichos proyectos se encuentran en trabajos como el de Espíndola y Mesa [3], quienes plantearon un diseño del sistema de comunicaciones para la estación terrena y dieron recomendaciones para la fase de implementación; Espíndola, Ferro y Mesa [5] propusieron un software con el propósito de realizar el direccionamiento autónomo de las antenas de dicha estación empleando técnicas de inteligencia artificial. No se encuentra evidencia ni recomendaciones para investigaciones futuras en dichos trabajos relacionadas con realización de otras funciones desde la estación terrena de la Uptc.

Bandas de operación permitidas para la estación

En Colombia, el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es el ente regulador de todo el sector de las comunicaciones, por tanto se realizó la revisión de las bandas de frecuencia que pueden ser usadas de forma libre para fines sin ánimo de lucro, como el caso del presente

proyecto de investigación, y que se encuentran dispuestas en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CNABF) en la categoría de radioaficionados, se compararon estas frecuencias legalmente permitidas con las de operación de las antenas que hacen parte de la estación terrena de la Uptc, dando como resultado las frecuencias de operación mostradas en la Tabla 1:

Tabla 1. Rango de frecuencias para operación de la estación terrena Uptc.

Rango de frecuencias	Uso
UHF: 430 - 440 MHz	Radioaficionados
VHF: 145 – 148 MHz	Radioaficionados

Fuente: elaboración propia.

FUNCIONES Y APLICACIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA ESTACIÓN TERRENA SATELITAL DE LA UPTC

A partir de una revisión documental acerca de estaciones terrenas se identificaron funciones alternativas para el aprovechamiento de este tipo de infraestructuras, monitoreo de señales en bandas UHF o VHF dentro del marco legal aplicable a este tipo de comunicaciones en Colombia.

Con las características de los equipos existentes en la estación terrena satelital Uptc se encontraron funciones y aplicaciones que podrían ser implementadas en tierra para dar un mayor uso a la infraestructura existente, sin dejar de realizar las actividades de seguimiento a satélites para las cuales fue diseñada originalmente. Se muestra a continuación el listado de funciones que actualmente no se ejecutan en la estación y que contribuirían dar mayor uso a la misma.

Procesamiento

Por procesamiento de datos se entienden habitualmente las técnicas eléctricas, electrónicas o

mecánicas usadas para manipular datos y lograr en ellos una transformación, en dicha transformación el sistema de procesamiento convierte al dato en información [6]. Teniendo en cuenta que actualmente en la estación terrena Uptc solo se reciben señales beacom provenientes de los satélites de órbita baja, sería conveniente diseñar un sistema de procesamiento para la decodificación y posterior uso de la información, esta función sería aplicable tanto para señales provenientes del segmento espacial como para señales en tierra.

Monitoreo

El monitoreo es el proceso continuo de recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos que permite la observación de un proceso en funcionamiento, examinando el transcurso del mismo por medio de ciertas variables seleccionadas; tiene como propósito descubrir fortalezas o debilidades a fin de establecer líneas de acción, permitiendo brindar correcciones y reorientaciones técnicas en la ejecución, con base en los objetivos planteados en un programa o proyecto [7]. La implementación de esta función adicional en la estación terrena de la Uptc implicaría el desarrollo de un sistema de procesamiento para las señales recibidas y la transmisión de las mismas hacia la estación en las bandas de operación de la estación.

Telemando

Utilización de las telecomunicaciones para la transmisión de señales destinadas a iniciar, modificar o detener el funcionamiento de los dispositivos de un equipo [7]. Dado que no se cuenta con satélite propio o alianzas con instituciones que tengan satélites y permitan la realización de operaciones de telemando, no se podrían realizar este tipo de funciones en el segmento satelital, pero sí sería posible implementar esta función en tierra con otros dispositivos que operen en la banda UHF.

Telemedida

Aplicación de las telecomunicaciones que permite indicar o registrar automáticamente medidas a distancia del instrumento de medida [7]. Esta funcionalidad adicional se podría implementar tanto para los enlaces satelitales como para enlaces en tierra, requiere el procesamiento de las señales y que la transmisión de las mismas se haga en las frecuencias de operación de la estación terrena.

Enlaces (voz y datos)

Si se establecen una o varias de las funcionalidades descritas en este ítem, se puede adicionalmente establecer enlaces (voz y datos) con otras estaciones o centros de procesamiento para compartir la información obtenida en la estación terrena Uptc.

Aplicaciones adicionales para la estación terrena de la Uptc

Además de las funciones complementarias que ya se describieron, el presente trabajo permitió la identificación de aplicaciones puntuales que podrían ser implementadas para aumentar el porcentaje de uso de la estación terrena de la Uptc, o podrían usarse para futuros trabajos de investigación, tales como: telemetría de variables en cultivos, sistemas de comunicación para personas con audición deficiente, control de dispositivos inalámbricos, telemetría biomédica, monitoreo de sistemas de alarmas y sensores, telemetría y telecontrol de medidores, identificación automática de elementos, entre otras.

RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RESPUESTA EN FRECUENCIA DE LAS SEÑALES COMPATIBLES CON LA ESTACIÓN TERRENA UPTC

Con el fin de soportar la selección de las aplicaciones adicionales a la infraestructura existente de la estación terrena satelital Uptc se realizaron

mediciones con la ayuda del analizador de espectros, con el propósito de determinar el comportamiento en frecuencia de las señales que pueden ser captadas por las antenas con que cuenta la estación, en la figura 2 se muestra el espectro en el rango de frecuencias de 430 MHz a 440 MHz.

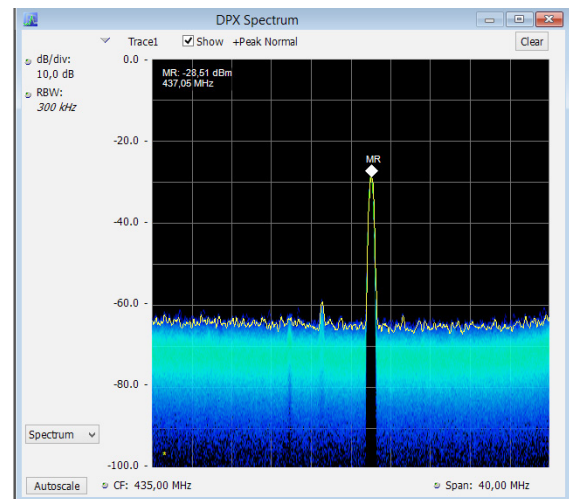


Figura 2. Respuesta en frecuencia en la banda UHF
Fuente: elaboración propia.

En el momento de realizar la medición se utilizó el transceptor kenwood TM-D700 con que cuenta la estación sintonizado a una frecuencia de 437.05 MHz, en la figura 2 se observa que en esta frecuencia la potencia de la señal tiene mayor intensidad reflejada en una potencia de -28.51 dBm.

Con la ayuda de la función de espectrograma con que cuenta el analizador de espectros tektronix RSA306 con el que se realizaron las medidas es posible visualizar la existencia de otras dos señales captadas por la estación, en la figura 3 se muestra el espectrograma en el cual se puede observar al lado izquierdo del marcador MR las dos señales captadas de menor potencia.

DISCUSIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal la identificación de funciones o aplicaciones alternativas para la estación terrena de la Uptc con miras

a darle un mayor tiempo o porcentaje de uso a la misma, y se encontraron funciones complementarias y aplicaciones en tierra que se pueden implementar con la infraestructura existente.

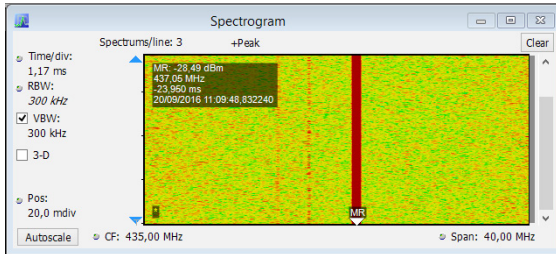


Figura 3. Espectrograma de la banda UHF.

Fuente: elaboración propia.

Con base en la respuesta en frecuencia producto de las mediciones realizadas sobre la banda UHF, se infiere que la estación puede funcionar perfectamente como estación de monitoreo o radio base para aplicaciones que transmitan en el rango de frecuencias comprendidas entre los 430 y los 440 MHz.

El valor agregado del presente trabajo radica en la identificación de nuevas funcionalidades para una estación terrena de seguimiento a satélites, pero sin dejar de realizar las tareas para las cuales fue diseñada e implementada originalmente, en la revisión de antecedentes se encontró que trabajos como el de Espíndola, Nonsoque y Molano [4], Salas et al. [8], Pérez y Hernández [9], entre otros, dan cuenta del uso de las estaciones terrenas exclusivamente para seguimiento a satélites; sin embargo, García y Rivera [10], González [11], Aparicio y otros [12] exploran la posibilidad de usar las estaciones terrenas en aplicaciones de telemetría y telemedicina.

La aplicabilidad de la estación terrena se podría ampliar en gran medida, y el presente trabajo da una visión de los trabajos que se podrían realizar para explotar al máximo el potencial de la infraestructura, no solo de la estación terrena satelital de la Uptc sino de todas las estaciones que hayan sido construidas usando el modelo tradicional monolítico.

CONCLUSIONES

El presente trabajo describe la infraestructura de la estación terrena satelital de la Uptc, bandas de operación y funciones que realiza la misma actualmente, a partir de la necesidad de dar un mayor uso a dicha estación se realizó el análisis de la banda de frecuencias de 430MHz a 440 MHz y se obtuvo una respuesta positiva en cuanto a los niveles de potencia que puede captar la estación y se concluye que la infraestructura existente puede ser utilizada con sistemas que utilicen frecuencias de portadora que estén en la banda de UHF.

De igual forma, el análisis realizado permitió identificar funciones y aplicaciones adicionales que se pueden llegar a implementar para aprovechar de manera más eficiente la infraestructura de la estación terrena satelital Uptc. Como proyecto a corto plazo, se implementará el sistema de monitoreo desde la estación terrena de las señales provenientes de un sistema de sensores de variables meteorológicas.

REFERENCIAS

- [1] Vera, O. Análisis de desempeño del protocolo AX.25 en el enlace de la estación terrena satelital Uptc. Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, 2015.
- [2] Tomasi, W. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Phoenix, Arizona: Pearson Education, 2003. 948 pp.
- [3] Espíndola J. y Mesa J., "Implementación de estación terrena para seguimiento a picosatélites de órbita LEO", Ventana Informática, vol 26, 2012, p. 77-91.
- [4] Nonsoque, C., Molano J. y Espíndola, J. "Montaje e implementación de una estación terrena satelital para el seguimiento de satélites de órbita baja". Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference - International Competition of Student Posters and Papers (LACCEI'2012), Jul. 23-27, 2012.

- [5] J. E. Espíndola Díaz, R. Ferro Escobar, y J. A. Mesa Lara, "Direccionamiento automático de antenas en estaciones terrenas de seguimiento a picosatélites," *Tecnura*, vol. 17, no. 35, pp. 26–37, 2013. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.1.a02>
- [6] Muñoz J., Castañeda J. y Ruíz G., *Diseño e Implementación de un Controlador de Temperatura y Monitoreo de Señales para la automatización de equipos de refrigeración*. Tesis de Ingeniería electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Buenaventura, Bogotá, D.C., Colombia, 2006.
- [7] Cuellar G. *Aspectos técnicos de los sistemas de información*. Universidad del Cauca, S.f. [En línea]. Disponible en: <<http://fccea.unicauca.edu.co/old/procesamiento.htm>>
- [8] Salas, M. et al. "Nueva Estación Terrena para seguimiento de satélites LEO". *Actas del XXIII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)*, 2008, De 22-24 Septiembre de 2008.
- [9] Perez, O. y Hernández, M. "Diseño e Implementación de una estación terrena en la Universidad panamericana Bogotá para seguimiento de Satélites en la banda de Radioaficionados". *III Simposio Nacional y II Internacional de investigación y emprendimiento*, 12 pp., 2014.
- [10] García, D. y Rivera, H. *Diseño del sistema de comunicaciones de la estación terrena sede Neiva Cubesat UD*. Tesis de Ingeniería electrónica, Facultad de Ingeniería,, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia, 2007
- [11] González, R. *Propuesta para el cálculo de un enlace en un sistema de comunicación satelital (SCPC- FDMA) utilizando el estándar ATSC para aplicaciones en Telemedicina*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, 2009.
- [12] Aparicio, L., Cerquera y Pérez, C. *Diseño, simulación e implementación de una estación terrena cubesat UD-USCO*. Convenio de cooperación académica Universidad Surcolombiana–Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Neiva, 2014

