Revista Académica Arjé. ISSN 2215-5538
Vol. 7, N° 2, 1-23. Julio–diciembre, 2024
Heriberto Salazar-Agüero

https://doi.org/10.47633/0h57ky21

Análisis de acimut y ángulos de elevación para enlaces de microondas al satélite Aqua de la NASA, con generación desde la Universidad Técnica Nacional, Costa Rica

Analysis of azimuth and elevation angles for microwave links to NASA's Aqua satellite, with generation from the Universidad Técnica Nacional, Costa Rica

Análise de Azimutes e Ângulos de Elevação para Links de Micro-ondas com o Satélite Aqua da NASA, Gerados a partir da Universidade Técnica Nacional, Costa Rica

Heriberto Salazar-Agüero
Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica
https://ror.org/01t466c14
https://orcid.org/0000-0002-4431-0882
hsalazar@utn.ac.cr

Recibido 13-5-2024 | Revisado 21-6-2024 | Aceptado 30-7-2024

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Resumen

Este artículo analiza la calidad de la conectividad del satélite Aqua en el monitoreo de variables ambientales, considerando su capacidad de transmisión de datos y cobertura geográfica en Costa Rica. El estudio incluyó una revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias, como libros, revistas, documentos académicos y datos proporcionados por agencias espaciales sobre satélites. Además, se empleó un software de simulación de enlace en tiempo real con el satélite Aqua, complementado con una validación matemática para evaluar el rendimiento del modelo y detectar errores que garantizaran la consistencia de los resultados. Con base en estos insumos, se obtuvieron datos relevantes para la configuración de la antena terrestre, demostrando que el enlace del satélite Aqua ofrece una comunicación óptima respecto a las referencias establecidas. En consecuencia, dentro de la variedad de satélites que orbitan sobre Costa Rica (tanto estacionarios como no estacionarios), el satélite Aqua presenta condiciones excepcionales de conectividad, lo que facilita el monitoreo de diferentes variables ambientales.

Palabras Clave: Acimut, Aqua, Enlaces, Satélites, Telecomunicaciones

Abstract

This article analyzes the quality of connectivity of the Aqua satellite for monitoring environmental variables, considering its data transmission capacity and geographical coverage in Costa Rica. The study included a bibliographic review of primary and secondary sources, such as books, journals, academic documents, and data provided by space agencies regarding satellites. Additionally, real-time link simulation software was employed with the Aqua satellite, complemented by a mathematical validation to evaluate the model's performance and identify errors to ensure result consistency. Based on this input, relevant data were obtained for configuring the ground antenna, demonstrating that the Aqua satellite link provides optimal communication compared to established references. Consequently, among the variety of satellites orbiting over Costa Rica (both stationary and non-stationary), the

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Aqua satellite exhibits exceptional connectivity conditions, facilitating the monitoring of various environmental variables.

Keywords: Aqua, Azimuth, Links, Satellites, Telecommunications

Resumo

Este artigo analisa a qualidade da conectividade do satélite Aqua no monitoramento de variáveis ambientais, considerando sua capacidade de transmissão de dados e cobertura geográfica na Costa Rica. O estudo incluiu uma revisão bibliográfica de fontes primárias e secundárias, como livros, revistas, documentos acadêmicos e dados fornecidos por agências espaciais sobre satélites. Além disso, foi utilizado um software de simulação de enlace em tempo real com o satélite Aqua, complementado com uma validação matemática para avaliar o desempenho do modelo e identificar erros que garantissem a consistência dos resultados. Com base nesses insumos, foram obtidos dados relevantes para a configuração da antena terrestre, demonstrando que o enlace do satélite Aqua oferece uma comunicação ideal em relação às referências estabelecidas. Consequentemente, dentro da variedade de satélites que orbitam sobre a Costa Rica (tanto estacionários quanto não estacionários), o satélite Aqua apresenta condições excepcionais de conectividade, facilitando o monitoramento de diferentes variáveis ambientais.

Palavras-chave: Aqua, Azimutes, Enlaces, Satélites, Telecomunicações

Introducción

En Costa Rica, los satélites que orbitan desempeñan un papel fundamental en la vida moderna, proporcionando servicios esenciales que impactan positivamente en la sociedad, la economía, la ciencia y la seguridad. Entre sus principales aplicaciones destacan el monitoreo ambiental, la cartografía y la investigación científica. En particular, los satélites de la serie Landsat, operados por la NASA y el Servicio

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), han sido ampliamente utilizados en el país para el monitoreo y análisis de recursos naturales, la vegetación, los cambios en el uso del suelo y la planificación del desarrollo sostenible. Estos satélites ofrecen imágenes multiespectrales de alta resolución espacial y temporal, lo que garantiza datos precisos y confiables para estas actividades.

Además, los satélites de la serie Sentinel, que forman parte del programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA), se utilizan en Costa Rica para diversas aplicaciones, como la monitorización de la cobertura forestal, el seguimiento de la calidad del agua y el análisis de la vegetación. Estos satélites proporcionan datos ópticos y de radar con distintas resoluciones espaciales, lo que permite una caracterización detallada de los ecosistemas y recursos naturales.

Cabe destacar que los satélites de la serie Aqua y Terra, que son operativos por la NASA, han sido utilizados para el monitoreo de procesos relacionados con el agua y el clima de Costa Rica. Estos satélites obtuvieron datos sobre la temperatura de la superficie del mar, la evaporación, la precipitación y otros parámetros atmosféricos. Actualmente, el satélite Aqua tiene la ID (Identificación Código Internacional) 2002-022A, con esto es posible ubicarlo en el globo terráqueo gracias a las herramientas tecnológicas al alcance.

El satélite más utilizado en Costa Rica es el SAT-I, también conocido como Libertad 1. Este fue desarrollado por la Agencia Espacial de Costa Rica (AEC) y lanzado al espacio el 23 de marzo de 2018. Asimismo, el SAT-I fue un CubeSat, un tipo de satélite pequeño y modular, con un tamaño de 10x10x11,35 centímetros y un peso de 1 kilogramo y fue diseñado para llevar a cabo diversas misiones científicas y tecnológicas, así como para promover la educación y la capacitación en tecnología espacial en Costa Rica. Entre las principales aplicaciones del SAT-I se encuentran la captura de imágenes de la Tierra para su análisis y monitoreo, la recopilación de datos ambientales y meteorológicos, y la experimentación con tecnologías espaciales.

Para efectos de este artículo y revisando las características de cada uno de los elementos y su importancia, el satélite Aqua será el que sea objeto de revisión de calidad de enlaces, ya que comprende los mecanismos que rigen las variables

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

del clima en el pasado, el presente y futuro potencial del corredor biológico mesoamericano (Revista Global Reach A View of International Cooperation in NASA's Earth Science Enterprise, p. 32); por ende, cuenta con un registro importante sobre la huella de carbono en la zona continental, de relevancia mayor para la NASA.

Referencial teórico

La tecnología satelital está posicionada para establecer una infraestructura de banda ancha de relevancia global en plazos razonables. Es importante destacar que las terminales satelitales, junto con las constelaciones de satélites, ofrecen servicios esenciales, como la provisión de comunicación de voz y datos a través de dispositivos móviles. Estos servicios son especialmente valiosos en áreas fuera de la cobertura de los sistemas de comunicación tradicionales, como las redes celulares y telefónicas.

La tecnología satelital facilita las ventajas de una cobertura internacional añadida a probabilidades de transmisión de un punto a muchos otros, transmisiones directas y sin interrupciones, libertad con respecto a la infraestructura terrestre y medios de emplazamiento rápido. De esta forma, la tecnología de satélite facilita en plazos y a precios razonables, servicios de internet en banda ancha tanto en países desarrollados como en áreas rurales y remotas de los países desarrollados donde la infraestructura terrestre es escasa y su tendido tiene un valor muy significativo.

Como indican Huidobro Moya y Luque Ordóñez (2014) "El GMPCS es un sistema de comunicaciones personales que ofrece una cobertura transnacional, regional y mundial mediante una constelación de satélites accesibles con pequeños terminales fácilmente transportables" (p.364). En definitiva, los autores expresan que, por medio de los servicios satelitales, es posible lograr servicios como telefonía, mensajería, transmisión de datos, inclusive para redes de multimedia.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 1

Logos de operadores satelitales

Fuente: Huidobro Moya y Luque Ordoñez (2014).

El costo del uso de las terminales satelitales es sumamente alto, por ejemplo, el terminal Iridium tiene un valor medio de 1100 euros; con planes prepago y postpago, según información suministrada por el sitio Latin Setalital (s.f.).

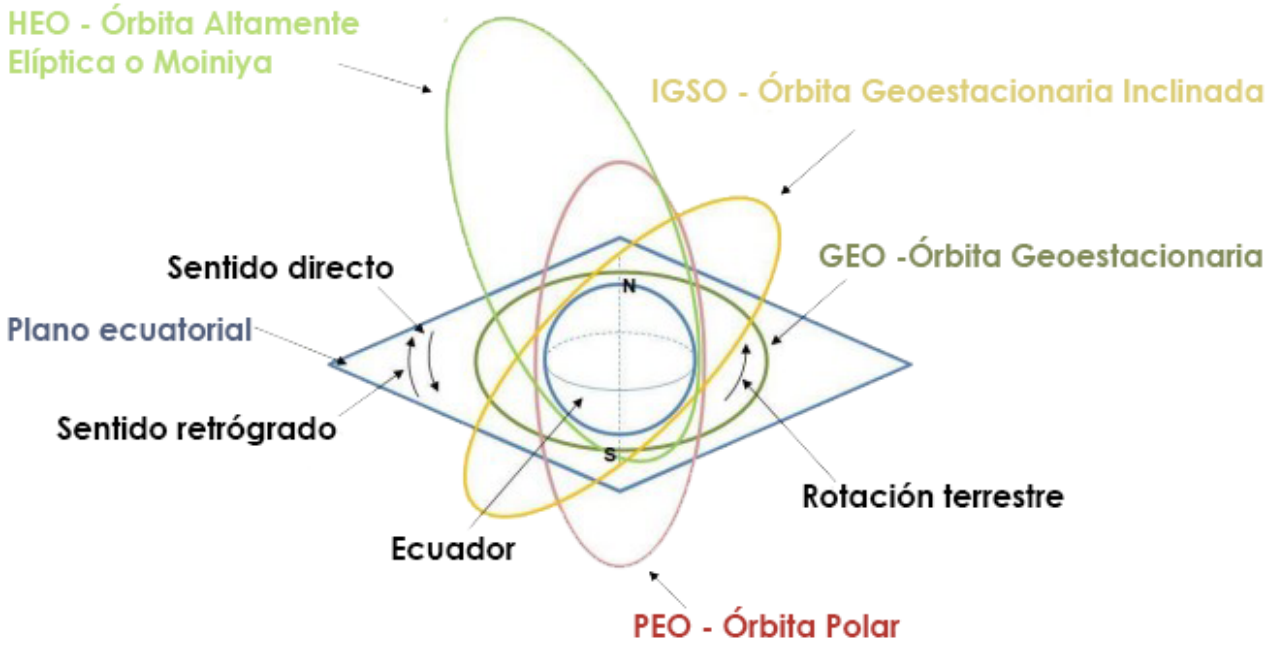
Clasificación de los satélites

Con respecto específicamente a satélites utilizados en las telecomunicaciones, en general, todos responden al mismo esquema básico, se aplican como repetidores, igual a los utilizados en los enlaces de microondas; ya que reciben una señal, se le brindan un tratamiento y la retransmiten finalmente. Otra manera de clasificar los satélites es por su forma y altura de las órbitas. La figura #2 muestra gráficamente una representación de las distintas formas e inclinaciones que las órbitas poseen con su respectivo nombre.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 2

Tipos de órbitas y sentidos de rotación



Fuente: Escuela (2010)

Donde el significado de las siglas es el siguiente:

- HEO: Highly Eliptical Orbit – órbita altamente elíptica.
- IGSO: Inclined GeoSynchronous Orbit – órbita geosíncrona inclinada.
- GEO: Geostationary Orbit – órbita geoestacionaria.
- PEO: Polar Earth Orbit – órbita terrestre polar.

En la figura 2, se perciben dos direcciones posibles de rotación para el satélite: una en sentido directo que significa en el mismo sentido que gira la tierra, y la conocida como retrograde que es la otra en dirección contraria a la rotación de la tierra.

Otro punto por considerar es que una órbita geoestacionaria como lo indican Huidobro Moya y Luque Ordóñez (2014), "es una órbita geocéntrica que tiene el mismo periodo orbital que el periodo rotacional sideral de la tierra" (p. 156); en otras

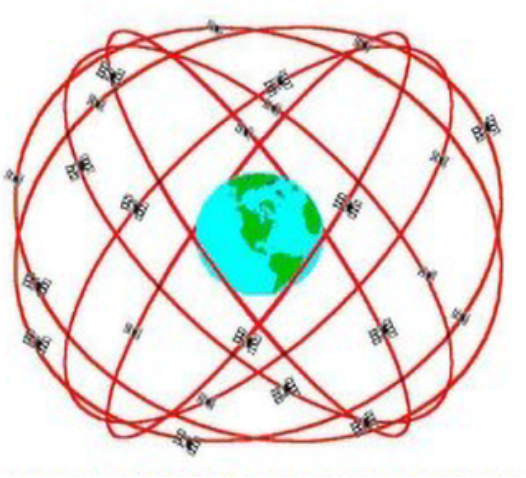
Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

palabras, es similar al tiempo que dura la tierra en girar sobre su eje (23 horas, 56 minutos y 4,01 segundos).

En las órbitas LEO, los enlaces abarcan áreas muy pequeñas por cada satélite. Por ello, es necesario emplear "constelaciones" de satélites, es decir, grandes grupos de entre 20 y 50 dispositivos organizados en conjuntos que trabajan de manera coordinada para cubrir la totalidad del planeta. Un ejemplo representativo son los satélites del sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global), utilizados en aplicaciones como Maps o Waze. Según Tomasi (2003), "La principal ventaja de estos satélites es que la pérdida de trayectoria entre las estaciones terrestres y los vehículos espaciales es mucho menor que para satélites que operan a altitudes intermedias o altas" (p. 797). Esto se traduce en la necesidad de potencias de transmisión más bajas, así como en el uso de antenas más pequeñas y ligeras.

Figura 3

Órbita de satélites



Fuente: Olmo de Sevilla (2005).

Tomasi (2003) también indica que "El sistema satelital se comporta como una estación repetidora ubicada en el espacio, al que se conectan estaciones terrestres por medio de enlaces de microondas" (p. 492); lo cual facilita las comunicaciones desde cualquier extremo del globo terráqueo a otro.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Direccionamiento de antenas satelitales

Para lograr utilizar los satélites cuando están en órbita, se requiere una antena en tierra, idealmente parabólica, cuyo direccionamiento debe ser hacia la posición del satélite seleccionado, del cual se miden dos valores específicamente: el acimut y el ángulo de elevación.

El sistema de coordenadas horizontales es una forma de describir la posición de los objetos en el cielo, especialmente en astronomía y navegación. Este sistema se basa en un observador en la Tierra y utiliza dos coordenadas principales: la altitud y el azimut.

Altitud (o elevación): es la medida vertical sobre el horizonte. Se mide en grados y va desde 0° (en el horizonte) hasta 90° (directamente sobre la cabeza del observador). Un objeto en el horizonte tiene una altitud de 0°, mientras que un objeto directamente sobre el observador tiene una altitud de 90°.

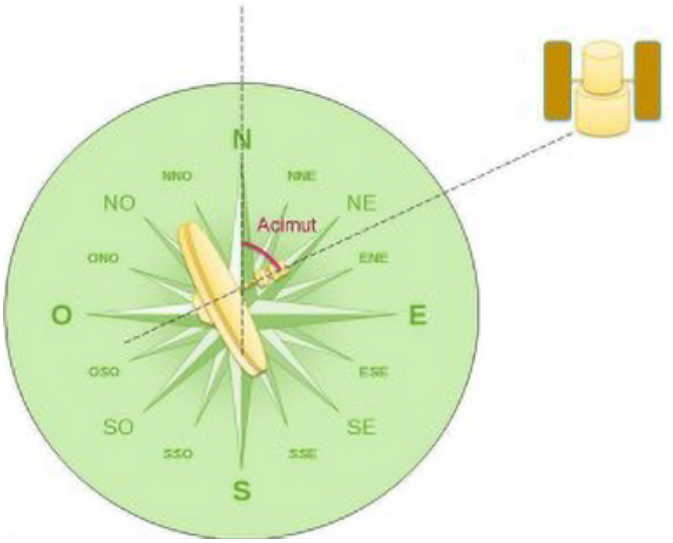
Acimut: es la medida horizontal en dirección al norte, medida en grados en sentido horario. Se mide desde el norte en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj. Así, el norte tiene un azimut de 0°, el este, 90°; el sur, 180° y el oeste, 270°.

Este último es el ángulo que guarda la línea recta que conecta la antena con el satélite en relación con la línea que conecta la antena con el polo norte. Según Tomasi (2003), "El ángulo acimut se suele medir en grados a partir del norte verdadero, en el sentido de las manecillas del reloj" (p.807). Obsérvese la siguiente figura 4. Este sistema de coordenadas es particularmente útil para observaciones locales y se ajusta fácilmente a la percepción humana de la posición de los objetos en el cielo desde la superficie de la Tierra.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 4

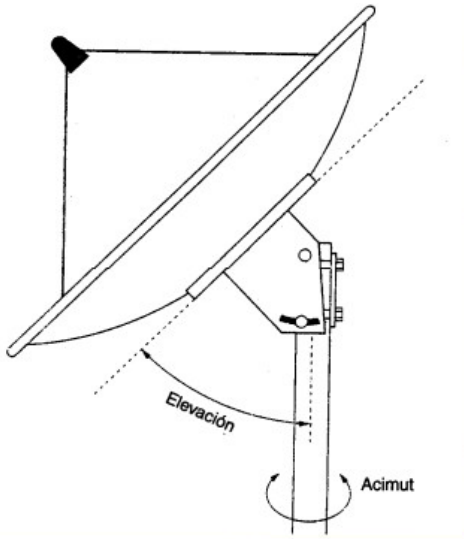
Acimut



Fuente: http://serbal.pntic.mec.es/

Figura 5

Elevación



Fuente: http://serbal.pntic.mec.es/

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Elevación: se denomina el ángulo de elevación a aquel que guarda la línea recta que conecta la antena con el satélite en relación con una línea horizontal que sale de la antena.

Según Cerdá Filiu e Hidalgo Iturralde (2022) "También llamado inclinación, es el ángulo al que hay que elevar la antena, desde el horizonte" (p. 128). Generalmente, se desconocen de forma inicial el acimut y la elevación, motivo por el cual deben descifrarse por medio de fórmulas a partir de los valores que sí se conocen como, por ejemplo:

- Posición de la antena en latitud y longitud. Debe considerarse que las longitudes al oeste de Greenwich son negativas y las longitudes al este de Greenwich son positivas. De igual manera, las latitudes al norte del ecuador son positivas y al sur son negativas.
- Posición del satélite. En el caso de los geoestacionarios, la posición del satélite se da con la longitud únicamente, pues como se mencionó antes, una de las condiciones para ser geoestacionario es que esté en el plano del ecuador, por tanto, su latitud es cero. También, en este caso, debe considerarse que las longitudes al oeste de Greenwich son negativas y las longitudes al este de Greenwich son positivas.

Metodología

El marco metodológico es el componente principal de la investigación, para esta fase se utilizarán tres pasos primordiales que ayudarán en la construcción de la investigación: revisión bibliográfica, utilización de software en tiempo real y validación matemática.

La revisión bibliográfica cumple varios roles cruciales dentro de una investigación académica. En primer lugar, permite situar el estudio en un marco teórico y metodológico sólido, proporcionando una justificación clara para la elección de temas, enfoques y métodos de investigación. Además, ofrece al investigador una comprensión profunda del contexto en el que se desarrollan las discusiones

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

académicas, lo que facilita la identificación de áreas poco exploradas o carentes de datos suficientes.

Otro aspecto relevante es la capacidad de la revisión bibliográfica para mejorar la calidad de los estudios. Al basarse en investigaciones previas y comprobar sus hallazgos, el investigador puede evitar la duplicación de esfuerzos y enfocarse en innovar, perfeccionar o refutar las teorías existentes. Este enfoque garantiza que la investigación académica sea acumulativa, es decir, que se construya sobre los conocimientos ya adquiridos y que contribuya al avance de una disciplina.

En el contexto de la investigación, el uso de software ha transformado significativamente la manera en que se recopila, organiza, analiza y presenta la información. Desde la automatización de tareas repetitivas hasta el análisis avanzado de datos, las herramientas tecnológicas han permitido que los investigadores sean más eficientes y precisos en su trabajo. El software puede integrarse de manera efectiva en las distintas fases de una investigación, resaltando su impacto en la metodología, su importancia en la era digital y los desafíos que puede conllevar.

La validación matemática es un proceso metodológico clave que tiene como objetivo comprobar si un modelo matemático representa, de manera adecuada, el fenómeno real que se desea estudiar o simular. En la investigación científica y tecnológica, la construcción de modelos matemáticos es una herramienta poderosa, ya que permite abstraer y simplificar situaciones complejas en términos cuantitativos. No obstante, la utilidad de estos modelos depende, principalmente, de su validez, es decir, de su capacidad para producir resultados coherentes con la realidad.

El explorar el concepto de validación matemática como parte integral de la metodología científica, su relevancia en diversas disciplinas, y cómo es este proceso, son acciones que contribuyen a asegurar la confiabilidad y precisión de los modelos empleados en la investigación.

El proceso de validación involucra comparar los resultados obtenidos del modelo con datos experimentales o empíricos. Si los resultados coinciden o están dentro de un rango aceptable de error, se considera que el modelo es válido. Esta metodología es, especialmente, relevante en disciplinas donde el margen de

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

error debe ser reducido al mínimo, como en la ingeniería, las ciencias exactas y las finanzas, entre otras.

Resultados y discusión

Con los resultados obtenidos se logró seleccionar el satélite en órbita, buscar la trayectoria en tiempo real y la información de esa trayectoria, realizar los ajustes de las antenas desde su acimut y elevación desde la Universidad Técnica Nacional (UTN), Sede Central para lograr hacer enlace sobre ellos.

A. Trayectoria

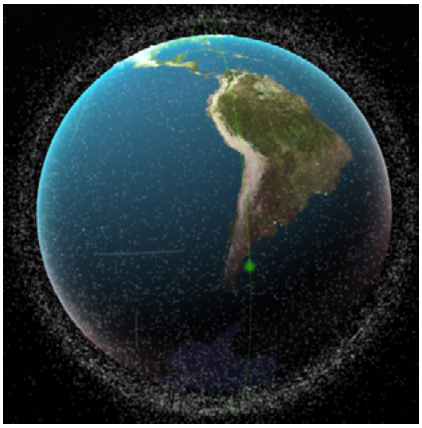
Como se mencionó anteriormente, se analizó el satélite Aqua, el cual es un elemento posicionado por la NASA para poder monitorear ciertos elementos de Costa Rica como el clima, cambio climático, cambios en la densidad demográfica, entre otros. Este satélite no es geoestacionario, hay que recordar que esta característica es que permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra, en este caso el Ecuador.

El satélite Aqua tiene una trayectoria diferente, por lo que por medio de la herramienta digital keeptrack.space se puede estudiar el rumbo que lleva el satélite en este momento, con solo conocer su código internacional, que en este caso es el 2002-0222 A, según el designador satelital internacional.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 6

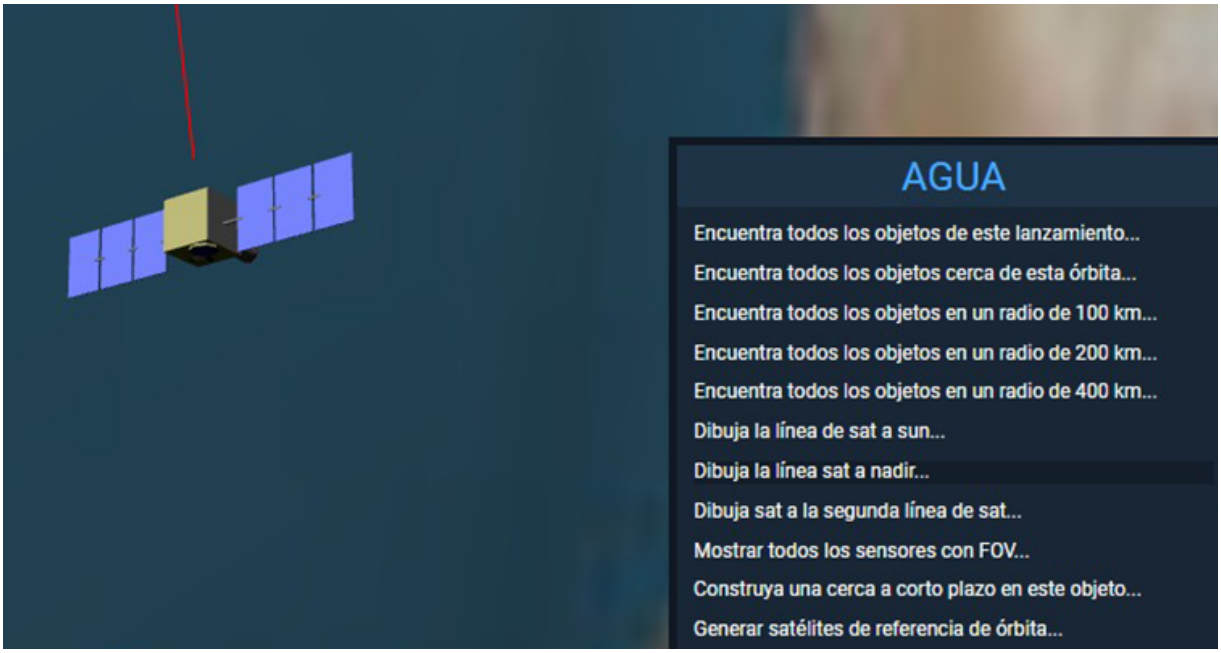
Trayectoria Satélite Aqua



Fuente: keeptrack.space

Figura 7

Trayectoria Satélite Aqua



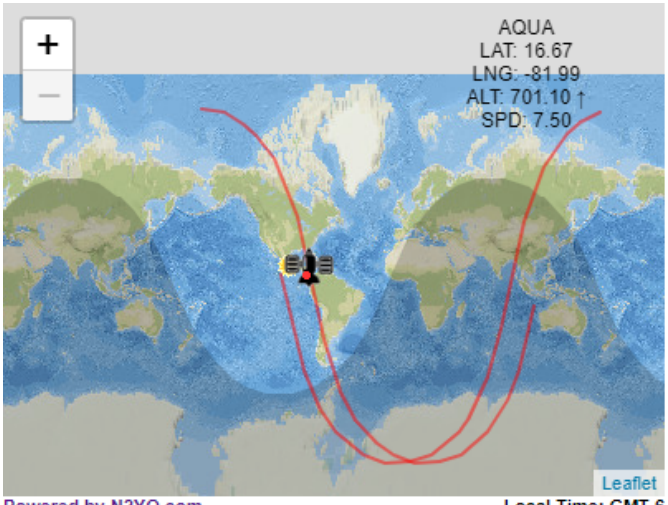
Fuente: keeptrack.space

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

En la figura 7, se observa su forma y movimiento en tiempo real. Como se puede apreciar, el satélite se encuentra en este momento en Sudamérica, en Argentina. La línea verde dibuja su trayectoria y cómo influye sobre Costa Rica. Posteriormente, se analiza la trayectoria en tiempo real sobre el planeta; con la herramienta n2yo.com es posible divisarlo y otras características detalladas en la figura 8.

Figura 8

Características Trayectoria Satélite Aqua



NEXT PASS OF AQUA OVER YOUR CURRENT LOCATION						
START AZIMUTH		MAX ELEVATION		END AZIMUTH		TOTAL DURATION
Jul 5 13:08	24° NNE	13:08	47°	13:13	354° N	05m 40s

Fuente: n2yo.com

Características de la trayectoria

Perigee: 704.8 km

Apogee: 707.8 km

Inclination: 98.3 °

Period: 98.8 minutes

Semi major axis: 7077 km

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Launch date: May 4, 2002

Source: United States (US)

Launch site: AIR FORCE WESTERN TEST RANGE (AFWTR)

En este caso, estos parámetros son necesarios para medir la eficiencia del satélite, por ende, se explica a continuación cada uno de estos:

El perigeo es el punto de la órbita elíptica que describe un cuerpo, ya sea natural o artificial, alrededor de la Tierra, en el que dicho cuerpo se encuentra más cercano al centro del planeta. Por otro lado, el apogeo es el punto de la órbita de la Luna, de un satélite artificial o de la trayectoria de una nave espacial donde la distancia al centro de la Tierra es máxima.

La inclinación del satélite es justamente el ángulo determinado por el plano que contiene una órbita y el plano del ecuador terrestre medido en grados entre 0 y 180 y en sentido antihorario desde el plano ecuatorial de la Tierra. Su periodo hace referencia al tiempo que tarda en dar la vuelta a la órbita terrestre.

El Semi major axis es el semidiámetro más largo o la mitad del eje mayor y, por lo tanto, se extiende desde el centro, a través de un foco y hasta el perímetro. Los tres últimos parámetros se tratan de la fecha de lanzamiento, país de origen y, finalmente, el lugar donde se envió. Desde la longitud del satélite (normalmente para un satélite GEO la latitud es cercana a 0°). Si el valor es negativo se trata de una longitud oeste (west) y si es positivo se trata de una longitud este (east).

Cálculo de enlaces

En este punto, es necesario determinar los valores de acimut y ángulo de elevación que requiere la antena terrestre para lograr hacer contacto con el satélite Aqua, es interesante el último dato respecto a la longitud, ya que su valor es negativo, por ende, se establece un indicador oeste.

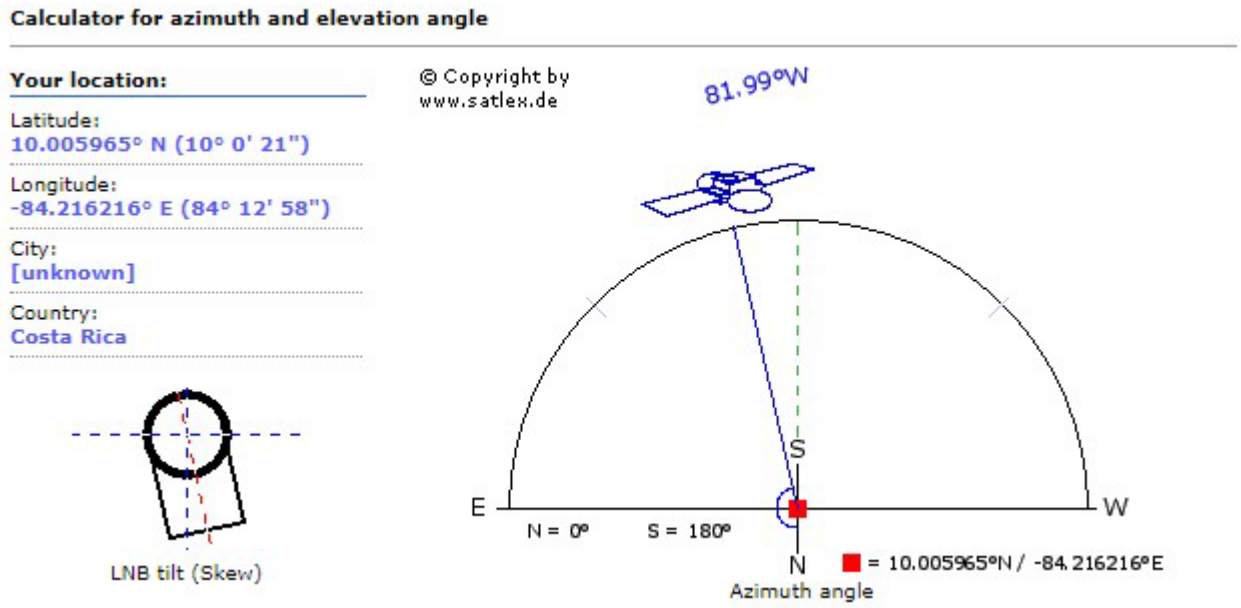
Es importante encontrar la ubicación de la UTN, con base en esto, se puede colocar la antena, para ello se consulta en Google Maps para apreciar tanto su latitud como la longitud, la cual, para el Edificio de Ingenierías de la Sede Central, tiene una

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

ubicación aproximada de 10.005965, -84.216216. Ahora, con la herramienta Satlex es posible hacer un cálculo aproximado del enlace con el satélite Aqua, en la ubicación que se muestra en la figura 7; para ello, al colocar los parámetros de ubicación de la trayectoria actual aunado a la ubicación terrestre se obtiene lo siguiente:

Figura 9

Cálculos



Fuente: Satlex.de

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 10

LNB

Fuente: Guita (s.f.)

Cabe destacar que el LNB es un dispositivo que se sitúa en el foco de la antena parabólica y es el encargado de adaptar la señal recibida del satélite y distribuirla, mediante cable coaxial, a toda la instalación. LNB, que significa "Low Noise Block Downconverter", es un dispositivo utilizado en sistemas de recepción de señales de satélite, especialmente, en sistemas de televisión por satélite. Aquí hay una explicación más detallada de lo que implica cada parte del término:

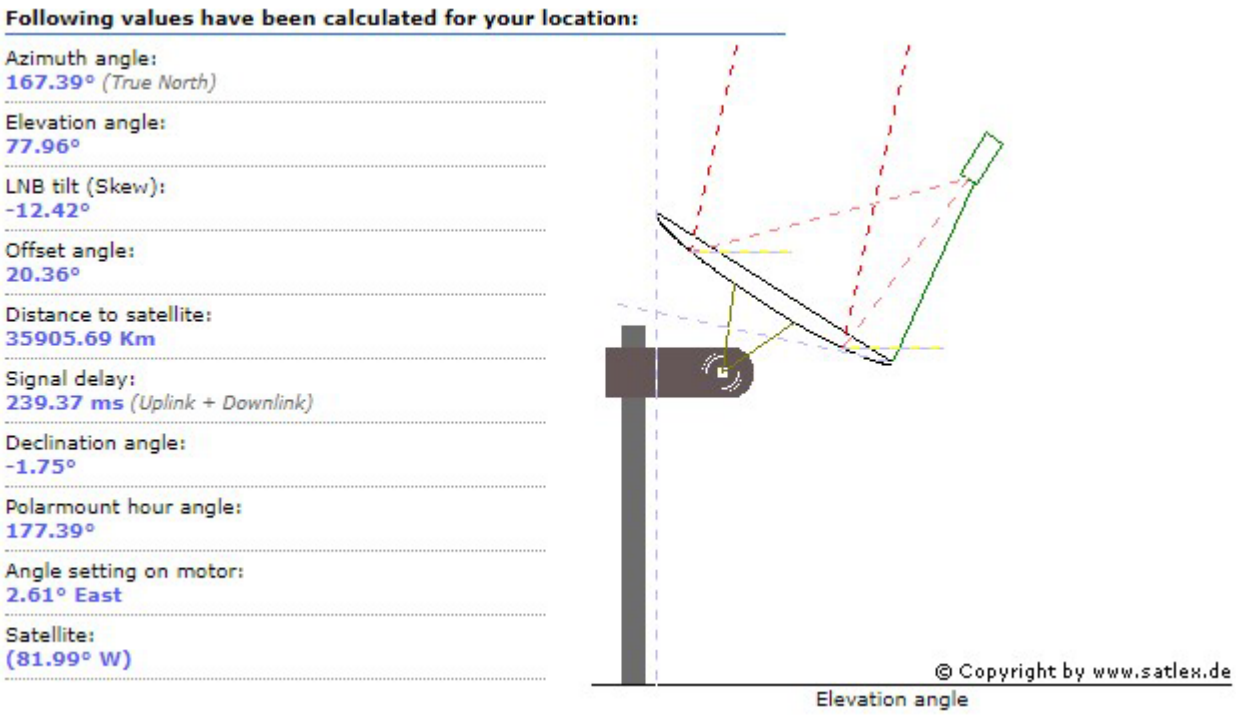
Low Noise: hace referencia a la capacidad del dispositivo para minimizar la adición de ruido a la señal que recibe. Un LNB de baja emisión de ruido es esencial para obtener una señal clara y de alta calidad.

Block Downconverter: el término "Downconverter" significa que el LNB convierte las frecuencias de las señales recibidas desde el satélite a frecuencias más bajas. El "Block" indica que esta conversión se realiza en bloques o bandas de frecuencia específicas.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Figura 11

Cálculos



Fuente: Satlex.de

El desfase de la antena calcula aproximadamente el cambio o variación entre la antena del satélite con respecto a la terrestre. También, la latencia (duración de percepción de una señal) es bastante rápida, ya que no llega ni al segundo.

Matemáticamente es posible determinar el valor del acimut y el ángulo de elevación, por medio de las siguientes fórmulas, según Berral Montero (2007):

Acimut:

$$\alpha = 180^{o} + arctan(tan\phi / sen\theta) \quad (1)$$

En donde ϕ es la diferencia entre la longitud del lugar y la del satélite y θ es la latitud del lugar. En una comprobación rápida, se puede apreciar:

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

$$\alpha = 180^{o} + arctan\left(\frac{tantan\,(82 - 84.21)}{sen(10)}\right) \quad (2)$$

$$\alpha = 167.47^{o}$$

Respecto a los grados de elevación se utiliza la siguiente fórmula:

$$ß = arcos(cos\phi cos\theta) \quad (3)$$

$$ß = 10.23$$

$$Y = arctan(cos\, ß - 0.151269)/Sen\, ß \quad (4)$$

$$Y = \frac{arctan(cos\ 10.23 - 0.151269)}{Sen\ 10.23}$$

$$Y = 77.96^{o}$$

Hay que recordar que 0.151269 es una constante del valor que marca la relación entre el radio de la tierra y el de la órbita geoestacionaria.

Estos valores coinciden desde la herramienta virtual, donde es necesario primero sacar la variable ß porque es con base al horizonte.

El valor de ajuste de LNB, se puede medir con la siguiente fórmula:

$$\varrho = arctan(sen(-\phi)/tan\theta) \quad (5)$$

En donde:

$$\varrho = arctan(sen(-82 - 84.21)/tan10) \quad (6)$$

$$\varrho = 12.33^{o}$$

Cabe destacar que el instrumento advanced Microwave scanning Radiometer-Earth Observing System (AMSR-E) a bordo de la terminal satelital Aqua transmite en frecuencias de microondas con las siguientes bandas:

- Banda C: 5.255 GHz
- Banda X: 10.65 GHz

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

- Banda Ku: 23.8 GHz
- Banda Ka: 36.5-37 GHz

Conclusiones

Entre la gran cantidad de satélites, tanto geoestacionarios como no geoestacionarios, se encuentran muchos con diversas funciones. Resulta difícil llevar un inventario preciso de aquellos que están arrendados por empresas de transmisión de contenido multimedia, así como de los que tienen objetivos específicos, como el monitoreo de variables naturales, ejemplificado por el Satélite Aqua.

La calidad de transmisión de los enlaces en los satélites depende de diversos factores. Entre ellos se destacan el tipo de órbita, como las órbitas geoestacionarias y de órbita media, cuya estabilidad y cobertura constante ofrecen ventajas significativas para los servicios de telecomunicaciones. No obstante, otros elementos clave, como la banda de frecuencia utilizada, la tecnología de modulación y codificación, así como las capacidades técnicas del satélite, también desempeñan un papel crucial en el desempeño de las transmisiones.

Para mejorar el enlace del satélite Aqua, reconocido por su buen alcance y calidad de transmisión, es fundamental contar con antenas terrestres de alta ganancia. Además, es necesario implementar técnicas avanzadas de corrección de errores y utilizar modulación digital, que permiten mantener la transmisión incluso en condiciones de alta interferencia. En resumen, la mejora requiere optimizar tanto la infraestructura terrestre como las tecnologías asociadas al sistema de comunicación.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica Nacional por su respaldo ante nuestro trabajo académico, abrir sendas de conocimiento para aportar a la sociedad costarricense, fortalecer los vínculos con diversos sectores, además promover la ejecución de un modelo educativo sostenible para beneficio del cuerpo docente y estudiantil.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Referencias

Berral Montero, I. (2007). *Instalación de antenas de televisión*. Ediciones Paraninfo.

Cerdá Filiu, L. M., & Hidalgo Iturralde, T. (2022). *Procesos en instalaciones de infraestructuras comunes de telecomunicaciones* (2ª ed.). Ediciones Paraninfo.

Escuela, L. (2010, abril 29). *Satélites y comunicaciones: Órbitas de satélites. Satélites y comunicaciones*. http://satelitesycomunicaciones.blogspot.com/2010/04/orbitas-de-satelites.html

Guita. (s.f.). ¿Qué es y para qué sirve un LNB? | Tipos de LNB para satélite + Características + Funcionamiento + Precio [Imagen]. *Pinterest*. https://in.pinterest.com/pin/683702787204852778/

Huidobro Moya, J. M., & Luque Ordóñez, J. (2014). *Comunicaciones por Radio. Tecnologías, redes y servicios de radiocomunicaciones*. Grupo Editorial RA-MA.

Kuhlmann, F., & Choncheiro, A. A. (2013). *Información y telecomunicaciones*. Fondo de cultura económica.

Latin Satelital. (s. f.). *Teléfonos Satelitales y Dispositivos de Internet Satelital de Costa Rica—Latin Satelital*. https://www.latinsatelital.com/Telefonos-Satelitales-y-Dispositivos-de-Internet-Satelital-de-Costa-Rica-s/1865.htm

Lechtaler, A. R. C., & Fusario, R. J. (1999). *Teleinformática para ingenieros en sistemas de información. II* (Vol. 2). Reverté.

National Aeronautics and Space Administration. (2004). *Global Reach: A View of International Cooperation in NASA's Earth Science Enterprise*. National Aeronautics and Space Administration, Earth Science Enterprise and Office of External Relations.

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Pérez Gutiérrez, C., & Muñoz Nieto, A. L. (2006). *Teledetección: nociones y aplicaciones*.

Sacristán Romero, F. (2005). Satélites de comunicación. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, (091), 64–71.

Sistema de posicionamiento global (M. Olmo de Sevilla, Trad.). (2005). http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/gps.html

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. Pearson

Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Nuestros artículos son publicados bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0.