

ETAPAS DE RF Y FI DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES DEL SATÉLITE DE ÓRBITA BAJA NANOSAT

Javier García Cabezas

Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
ETSI de Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid
jgarcia83@AIRTEL.ES

Manuel Sierra Pérez

Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
ETSI de Telecomunicación
Universidad Politécnica de Madrid
manolo@gr.ssr.upm.es

ABSTRACT

The paper shows the design and implementation of the RF and IF stages of the Manosat communication system. The communication link has been design in the 400MHz band and carry all the satellite information messages: Satellite control, scientific experiment information and control and a message box to receive, store and transmit a message from one place to other. The RF-IF subsystem has been implemented based on integrated circuits to allow minimum size and weight. It has been divided into three blocks: Receiver stage, with the ability to receive from two polarisation antenna diagrams. Transmitter stage and frequency synthesis stage.

1. INTRODUCCIÓN

El NANOSAT es un pequeño satélite de órbita baja de comunicaciones cuya misión, una vez en órbita, será recibir y almacenar datos científicos adquiridos por diversas estaciones científicas, y transmitirlos en diferido a una estación central. Dicho proyecto comenzó en 1995, y está previsto su lanzamiento al espacio y posterior puesta en órbita en el año 2001. Se espera un periodo de vida útil del satélite de 5 años [1], [2].

El NANOSAT parte con la idea de mostrarse como un satélite revolucionario sobre la base de una nueva filosofía de diseño: más pequeño, más potente, más rápido, con una aplicación específica concreta, con mayores prestaciones y menor consumo. El éxito de este proyecto de vanguardia puede suponer una importante presencia española en la futura "pequeña revolución en el espacio".

El objetivo principal es conseguir que el servicio sustentado por el NANOSAT ofrezca una capacidad de mensajería de cobertura global basado en técnicas de almacenamiento y envío en diferido para enlazar, como mínimo, las estaciones científicas cuyos emplazamientos figuran a continuación, con la estación principal, localizada en Madrid:

- Islandia (64N, 23W)
- Irkutak (52N, 104E)
- Arenosillo (37N, 6W)

- Izaña (28N, 17W)
- Pune (18N, 74E)
- Ushuaia (55S, 66W)
- Juan Carlos I (62S, 60W)
- Marambio (64S, 56W)
- Belgrano (78S, 35W)

Una vez conocido el objetivo a conseguir se pasó al diseño, construcción y caracterización de un primer prototipo de las etapas de radiofrecuencia (RF) y de frecuencia intermedia (FI) del transmisor y del receptor del subsistema de comunicaciones del satélite NANOSAT, y de los sistemas necesarios en tierra [3].

2. SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES DEL NANOSAT

El diagrama de bloques genérico de dicho subsistema se muestra en la Figura 1, y puede dividirse en tres etapas:

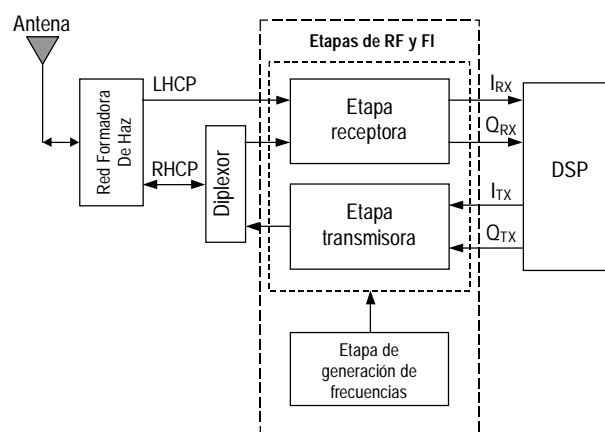


Figura 1. Esquema del bloques del sistema de comunicaciones.

- Una etapa de conformación del diagrama de radiación de la antena, y de elección del sentido de la comunicación mediante un diplexor.

- Una etapa analógica, en la que se acondicionan, según sea el sentido de la comunicación, bien las señales que se reciben (previamente a su tratamiento digital), bien aquellas señales que se van a transmitir (antes de pasar a la antena).
- Y una etapa digital, basada en un procesador digital de señal (*Digital Signal Processor*, DSP), encargada de realizar el tratamiento de la señal de información que se ha obtenido en la etapa anterior y de generar las componentes de la señal de información que se desea transmitir.

Observando la Figura 1, se aprecia que la etapa analógica (en la figura denominada "Etapas de RF y FI") se ha dividido a su vez en tres subetapas: una de recepción, una de transmisión, y una tercera que se encarga de la generación de frecuencias.

En líneas muy generales, las funciones que debe cumplir cada una de estas tres subetapas son:

- La antena genera dos polarizaciones que se utilizan para hacer un proceso de diversidad en recepción. Mientras una sola de las polarizaciones (RHCP) se utiliza para la transmisión, en recepción se conmuta entre las dos en función del nivel de potencia detectado en cada una de ellas. El conmutador se integra detrás del primer amplificador de RF para asegurar la mínima figura de ruido del sistema.
- La etapa receptora ha de convertir la señal de RF (centrada en 400 MHz) a FI (70MHz), y, posteriormente, dicha señal de FI a banda de base, obteniendo sus componentes en fase y en cuadratura, I_{RX} y Q_{RX} respectivamente, que serán entregadas al módem en recepción. Estas dos señales de banda de base habrán de tener el nivel adecuado cuando alcancen el módem, para lo cual es necesario que esta etapa lleve a cabo un proceso de amplificación de la señal recibida, proceso que se realizará en parte en RF, y el resto se hará en FI. La banda de paso en RF se filtra hasta una anchura de 50KHz en las tres etapas. Un primer filtrado en RF a 20 MHz, un segundo filtrado en FI a 400KHz y un filtrado final en banda base a 50 KHz. Como el enganche de portadora se realiza en el procesador digital, es necesario mantener la banda de paso por encima de la banda final del sistema para admitir las derivas de frecuencia y efecto Doppler. No se ha implementado un sistema de CAG, ya que el margen dinámico previsto es de 22dB y puede ser absorbido sin problema por el conversor A/D, sin que aumente el ruido de conversión.
- La etapa de transmisión toma como entrada las señales en fase y en cuadratura que proporciona el módem digital en transmisión, I_{TX} y Q_{TX} respectivamente, las cuales son convenientemente tratadas y convertidas luego a la frecuencia del enlace descendente para ser enviadas a la estación terrena. La potencia de transmisión es de 5w nominal y 7w máxima.

- La etapa de generación de frecuencias tiene por misión proporcionar a las etapas receptora y transmisora las frecuencias de oscilador local que éstas requieran para poder llevar a cabo las conversiones de frecuencia que correspondan en cada caso. Está formada por los osciladores que alimentan el modulador del transmisor, el conversor a de RF a FI en el receptor y el demodulador del receptor. Los osciladores no están enganchados pero están formados por cristales compensados en temperatura, para asegurar que las derivas térmicas o por envejecimiento no superan nunca 1KHz.

En lo referente a la implementación física de tales etapas, se optó por utilizar circuitos integrados comerciales, ya que aportan la totalidad de los componentes con un costo, un peso y un volumen muy reducido. No obstante, tales circuitos comerciales habrán de satisfacer un cierto estándar militar, que verifique que son capaces de soportar las condiciones de espacio. En un principio, el estándar exigido a todos los componentes fue el MIL-STD-883, pero a medida que avanzó el proyecto, este requerimiento se relajó hasta exigir simplemente que los componentes tuviesen encapsulado metálico, y un margen de temperaturas en operación que cubriese el rango de -10°C a $+40^{\circ}\text{C}$, rango dentro del cual cabe esperarse que estén las temperaturas en el interior del satélite.

3. CONCLUSIONES

Se ha diseñado y construido un sistema de comunicaciones para el conjunto de Nanosatélites que en poco tiempo iniciará su lanzamiento el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Actualmente el sistema completo está en fase de evaluación ambiental para asegurar su funcionamiento en condiciones de espacio.

4. REFERENCIAS

- [1] Martínez Jiménez, A.; Arrego, I.; Álvarez, M. T. ; Guerrero H.; Levy D. ;Gras A." Nanosatellites technology demonstration". The 14th Annual AIAA/Utah State University Convergence on Small Satellites. Logan, (Utah, EEUU) 21-24 de Agosto de 2000
- [2] Angel Martínez Jiménez "Diseño de un sistema de comunicaciones para satélite de órbita baja basado en modulaciones de fase continua." Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S.I. de Telecomunicación. 28 de marzo 2001
- [3] Cabrera Granado, Vicente; Iñigo Villacorta, Fernando; Masa Campos, J.Luis; Navarro Capa, Sergio; Sierra Pérez, Manuel. "Dual Adaptive earth antenna for a satellite communication system." Millennium Conferenca on Antennas and Propagation. Davos, (Suiza) 9-14 de Abril de 2000.