



La tecnología del satélite *FASat-Alfa*

Fuerza Aérea de Chile
División Espacial
Santiago

Marzo de 1995
Rev. 0

Experimento de Transferencia de Datos (DTE)

El Experimento de Transferencia de Datos (DTE: Data Transfer Experiment) está destinado a proveer transferencia de datos y comunicaciones diferidas entre distintos puntos de nuestro territorio y al estudio práctico de distintas técnicas y procedimientos que permitan optimizar la calidad y confiabilidad de los futuros enlaces sateliticos sobre territorio chileno.

Aspectos Generales.

La transferencia de información o datos entre dos puntos de nuestro territorio, es una de las aplicaciones más importantes del satélite FASat-Alfa, implementada a a bordo de éste a través del Experimento DTE. Para entender este experimento es necesario conocer primero las diferencias entre las capacidades de comunicaciones que provee un satélite geoestacionario con las que permite un satélite de órbita baja como el FASat-Alfa.

Los satélites geoestacionarios estan ubicados a 36000 kilómetros de altura y con ello permiten comunicaciones instantáneas entre dos terminales terrestres que esten conectados a la red satelitica. Como su nombre lo indica estos satélites están estacionarios con respecto a un punto de la tierra, por lo que cubren siempre la misma porción de la superficie terrestre. El costo de estos satélites es del orden de los cientos de millones de dólares y su número está limitado por la asignación internacional de órbitas. Chile posee una órbita asignada que cubre la mayor parte de nuestro territorio y que no ha sido aún ocupada. El FASat-Alfa es la primera etapa de un proceso de desarrollo que debe culminar con la puesta en órbita de un satélite geoestacionario chileno en la órbita asignada a nuestro país.

Los satélites de órbita baja (LEO: Low Earth Orbit) como el FASat-Alfa, están ubicados a alturas entre 600 y 1000 kilómetros y circundan la tierra constantemente, pasando tres a cuatro veces en el día por sobre una misma zona geográfica. Por ello no proveen comunicaciones instantáneas entre dos terminales alejados, sino que permiten comunicaciones diferidas, las cuales se denominan del tipo "almacena y envía" (S&F: store and forward). En las comunicaciones S&F, el satélite LEO guarda primero en su memoria electrónica la información generada por un terminal transmisor en tierra y posteriormente la traspasa a tierra cuando se encuentre sobre la zona del terminal receptor del mensaje, tal como muestra la Figura 1.

Dotando a cada uno de los terminales en tierra de un transmisor y un receptor (transceptor) se establece un verdadero correo electrónico entre ellos. En cada pasada del satélite LEO que se encuentre su alcance, el terminal recibe desde el

satélite a través del “down-link” (radioenlace de bajada) la información a el destinada, y al mismo tiempo envía hacia el satélite a través del “up-link” (radioenlace de subida) la información que el desea transferir a otros terminales.

A pesar de la grandes ventajas que poseen los satélite geoestacionarios de permitir comunicaciones instantáneas y de durar un mayor tiempo en órbita, el interés por los satélites LEO para comunicaciones se mantiene, ya que también estos poseen importantes ventajas. A saber:

- 1.- Son mucho más económicos tanto en su fabricación como en su puesta en órbita.
- 2.- Pueden cubrir las zonas polares, las que los satélites geoestacionarios no pueden alcanzar. Esto es muy importante para un país con proyección antártica como el nuestro.
- 3.- Permiten establecer comunicaciones con aquellas zonas en las que la visibilidad hacia el satélite geoestacionario está bloqueada u obstruida, ya sea por accidentes naturales (montañas) o artificiales (edificios). Esto debido a que mientras que el satélite geoestacionario está fijo, el LEO cubre todas las direcciones en el firmamento y siempre pasa en algún momento por la zona libre de obstrucciones.
- 4.- Puede cubrir toda la superficie terrestre, mientras que un geoestacionario cubre solamente el 43 por ciento de esta.
- 5.- Una constelación de varios satélites LEO puede permitir comunicaciones instantáneas con cualquier punto de la tierra. Este es el principio básico del futuro sistema mundial de comunicaciones celulares, que utilizará 66 satélites LEO.

Principios del Experimento DTE

El experimento DTE a bordo del FASat-Alfa posee un doble propósito. El primero es establecer transferencia electrónica de datos entre distintos puntos de nuestro territorio continental e insular. El segundo es estudiar diversas técnicas y procedimientos que permitan mejorar la confiabilidad y calidad de los enlaces de comunicaciones entre nuestro territorio y los satélites LEO.

El experimento DTE constará de dos segmentos:

- **Segmento Espacial**, a bordo del satélite FASat-Alfa. La transferencia electrónica de datos está basada en los mismos elementos que componen el “up-link” (antenas VHF y receptores) y el “down-link” (antenas UHF y transmisores) del satélite. Además de éstos, existen dos receptores dedicados especialmente al experimento y dos procesadores de señales digitales (DSP: Digital Signal Processor). Todos estos elementos a bordo del satélite, son los que componen el denominado “segmento espacial” del experimento.
- **Segmento Terrestre**, que se definirá de acuerdo al experimento específico de transmisión de data que se desee realizar. Este segmento está compuesto en primer término con la Estación de Control de Misión (ECM) Santiago ubicada en Los Cerrillos. Esta ECM es la encargada de programar la ejecución del DTE y de enviar al satélite los comandos que permitan dirigir los distintos tipos de comunicaciones y estudios del DTE a bordo. En segundo término, el segmento terrestre estará compuesto por una Estación Transportable Prototipo (ETP) la cual podrá ser desplegada en distintos

puntos de nuestro territorio. La ETP posee distintos tipos de antenas y receptores, por lo que permitirá establecer en cada localidad en que sea operada, cual es la combinación de antenas y receptores más adecuada para las distintas aplicaciones. Finalmente, el segmento terrestre comprenderá las Estaciones Dedicadas (ED), las cuales serán especificadas a la medida de cada aplicación, dependiendo de los resultados previamente obtenidos con la ETP.

Aplicaciones de Transferencia de Datos.

Entre las distintas aplicaciones de transferencia de datos, que se podrán investigar y materializar mediante el FASat-Alfa y su segmento terrestre, se pueden destacar las siguientes:

- Correo electrónico mediante comunicaciones S&F.

Este tipo de correo es especialmente útil para comunidades aisladas y para aquellas zonas geográficas que no poseen acceso a comunicaciones a través de satélites geoestacionarios. A través del correo electrónico se puede enviar cualquier tipo de información escrita e incluso hasta imágenes digitales.

Un ejemplo de utilización de este correo electrónico con satélites en LEO es el que se usa para contactarse con médicos en zonas remotas en África.



Representación esquemática del Experimento de Transferencia de Datos (DTE)

- Recolección de datos de redes de sensores ambientales.

Estos sensores ambientales, tanto en el área meteorológica como sísmica, recogen continuamente datos para el estudio del clima y de los temblores, pero se encuentran normalmente en lugares de difícil acceso. El satélite LEO permite recoger diariamente los datos medidos por ellos y transferirlos en forma electrónica a la unidad central de proceso, a una fracción del costo que implicaría recoger los datos en forma manual.

El concepto es que se deben desarrollar prototipos de estaciones autónomas de sensores acoplados a Estaciones tranceptoras.

Estudios de Comunicaciones con Satélites LEO.

Las comunicaciones con satélites LEO poseen un gran potencial, especialmente para un país como Chile que se beneficia geográficamente con sus trayectorias en sentido Norte-Sur, pero una de sus más importantes limitaciones son los altos niveles de interferencia que se pueden presentar en ciertas ocasiones, y que degradan la confiabilidad y calidad de los enlaces. Esta degradación se produce ya sea porque dos satélites que usan frecuencias similares, se encuentran próximos entre sí, o porque la estación del segmento terrestre se ve afectada por otros equipos electrónicos que operan cerca de ella.

Dada la proliferación de los equipos electrónicos, el espectro electromagnético es un recurso que va siendo día a día más escaso, por lo cual aumenta en forma progresiva la probabilidad que las comunicaciones se vean sometidas a interferencia. Tanto es así, que por ejemplo, se fija el número máximo de satélites geoestacionarios (y por lo tanto el espaciamiento mínimo entre ellos) en base a la calidad actual de las técnicas para evitar la interferencia electrónica. Cuando esta calidad mejoró se pudo aumentar en 1985 el número de estos satélites sobre Norte América, reduciendo su distancia orbital de 3 a 2 grados.

La forma tradicional de evitar la interferencia es aumentar la directividad de las antenas y la potencia de transmisión. Este es el método de la "fuerza bruta" y no siempre es aplicable ya que en los dos casos el costo del sistema se incrementa. Por otra parte, una antena más directiva es necesariamente más grande y por ello no puede ser instalada en un satélite pequeño. Además, el aumentar la potencia soluciona el problema para un enlace, pero lo agrava para los enlaces vecinos que se ven sometidos a un mayor nivel de interferencia.

Existen otras técnicas y procedimientos más "inteligentes" para evitar la interferencia, manteniendo la misma antena y nivel de potencia. Varias de estas técnicas han sido implementadas en el segmento espacial del FASat-Alfa, con el propósito de estudiar cual combinación de éstas da el mejor resultado para establecer comunicaciones con satélites LEO sobre territorio chileno.

Entre las diversas técnicas y procedimientos implementados a bordo del FASat-Alfa, para mejorar la calidad y confiabilidad de los enlaces de comunicaciones, se destacan las siguientes:

- Medición del nivel de interferencia a distintas frecuencias, para determinar cuales son las frecuencias que poseen un menor nivel de interferencia y que por lo tanto puedan ser solicitadas para futuros satélites LEO chilenos.

- Caracterización del tipo de interferencia presente en las frecuencias seleccionadas, para determinar cual es el tipo de modulación o de codificación de la señal de comunicaciones, menos susceptible de ser degradado por la interferencia.
- Capacidad de implementar y probar diversos esquemas para modulación y codificación de las señales de comunicaciones, para determinar cual de estos esquemas es más eficiente en el uso del espectro (causa menos interferencia a sistemas vecinos) y cual permite una mayor confiabilidad del enlace.

Mayores informaciones, dirigirse a:
División Espacial de la Fuerza Aérea de Chile,
Fono 672-2061, Fax 696-4581.