



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES OFICINA DE DESARROLLO DE LAS TELECOMUNICACIONES

**CONFERENCIA MUNDIAL DE DESARROLLO DE LAS
TELECOMUNICACIONES (CMDT-98)**

**Documento 17-S
17 de diciembre de 1997
Original: inglés**

La Valetta, Malta, 23 de marzo - 1 de abril de 1998

Para información

Punto del orden del día: 3.1

SESIÓN PLENARIA

TELE Greenland A/S

GRANDES ESTACIONES TERRENAS DE SATÉLITE EN EMPLAZAMIENTOS REMOTOS

Resumen

Con objeto de dotar de telecomunicaciones por satélite a los asentamientos de Groenlandia, TELE Greenland ha construido una estación terrena de satélite barata, flexible, independiente de los proveedores de equipos, gobernada por control remoto y que se ajusta a las especificaciones de INTELSAT. Algunas de estas estaciones terrenas llevan un par de años en funcionamiento. Este artículo describe los problemas encontrados durante la construcción de la estación y las experiencias adquiridas durante el funcionamiento de la misma. También recoge una estimación del coste por minuto de tráfico, presentando asimismo una serie de conclusiones y recomendaciones.

TELE Greenland

Servicios

TELE Greenland es un proveedor de servicios de telecomunicaciones de propiedad exclusiva de las Autoridades de Groenlandia. Provee servicios de telecomunicaciones a toda Groenlandia, entre los que se encuentran:

- telefonía y transmisión de datos con conmutación;
- comunicaciones móviles terrestres;
- comunicación de estación costera a barco en las bandas de ondas métricas y hectométricas;
- radiodifusión sonora y de televisión.

El conjunto de la red de comunicaciones fija de Groenlandia está totalmente digitalizado y cumple con las normas y la disponibilidad de cualquier país industrializado. Todos los gastos de funcionamiento y expansión de la red están totalmente financiados con las cuotas de los abonados.

En 1996 el volumen total de negocio de TELE Greenland fue de USD 92 millones. El 25% aproximadamente del volumen de negocio anual se reinvierte en la expansión de la red. El beneficio neto se dedica a reducir las tarifas telefónicas de Groenlandia. Desde 1995 a 1997 la reducción total de las tarifas ha sido del 20%.

- Este documento se imprime en un número limitado de ejemplares, por razones de economía. Por tanto, se ruega a los • participantes los lleven consigo a la reunión ya que no podrán disponer de otros adicionales.

Clientes

Groenlandia es la isla más grande del mundo, con 2 millones de km² aproximadamente, de los cuales el 80% está permanentemente cubierto de hielo. La población (55 000 habitantes) vive en 18 ciudades y 60 asentamientos a lo largo de la costa. El número de abonados de línea fija es de 22 000, lo que supone una penetración telefónica del 40% en la isla.

En 1993 las Autoridades de Groenlandia dispusieron que todas las ciudades, y los asentamientos con una población superior a 50 habitantes, debían tener servicios fijos de telecomunicaciones, radiodifusión y televisión antes del año 2000. Por este motivo TELE Greenland elaboró un plan para el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones en dichos asentamientos. Las comunicaciones terrenales son suficientes para la mayoría de los asentamientos, pero en ciertos casos es preferible utilizar comunicaciones por satélite. De ahí la creación de una estación terrena de satélite especial.

Comunicaciones por satélite en Groenlandia

TELE Greenland explota comunicaciones por satélite desde 1978. Hoy en día los satélites son el único medio de comunicar a Groenlandia con el mundo exterior y de intercomunicar sus diferentes zonas. Se utilizan tres sistemas de satélite:

- INTELSALT;
- EUTELSAT;
- GE Americom.

En la siguiente página se muestra un mapa de Groenlandia en el que se pueden ver los tres sistemas con las estaciones terrenas. INTELSAT es el más importante de los tres sistemas. Actualmente TELE Greenland tiene arrendados 72 MHz de capacidad de transpondedor en un haz mundial en la posición 325,5° E.

Trece estaciones terrenas de satélite funcionan en este segmento espacial: ocho de Norma B (una en Dinamarca), dos de Norma F3, una de Norma F2, una de Norma D1 y una de 9,3 m para TVRO. El motivo de utilizar antenas relativamente grandes en el sistema de satélite nacional es que el haz mundial de INTELSAT es el único haz de satélite que cubre toda Groenlandia.

La estación terrena de satélite de los asentamientos

Requisitos

Los requisitos que debe cumplir una estación terrena destinada a los asentamientos son los siguientes:

- posibilidad de recibir y transmitir una portadora digital de telecomunicaciones;
- posibilidad de recibir una señal digital de 4,8 Mbit/s de radiodifusión sonora y de televisión;
- compatibilidad con INTELSAT y otras especificaciones internacionales;
- monitorización y control remotos;
- elevada fiabilidad;
- funcionamiento en condiciones meteorológicas extremas;
- bajo consumo de energía y tamaño reducido;
- ¡bajo precio!

Realidades

En 1993 TELE Greenland solicitó ofertas para la mencionada estación terrena de satélite.

Los requisitos básicos eran:

- antena de 6-7 metros (INTELSAT F2);
- dos amplificadores (convertidores) de bajo nivel de ruido (LNA, LNC) de 45 K;
- un amplificador de potencia transistorizado (SSPA) de baja potencia (p.i.r.e. de 60 dBW);
- conversión de frecuencia a 70 MHz (FI);
- módems digitales (INTELSAT IESS-308);
- recepción de radiodifusión sonora y de televisión digital;
- interfaz con un sistema de monitorización y control.

Las respuestas obtenidas no fueron muy satisfactorias. Algunos proveedores ni siquiera contestaron. De las respuestas obtenidas sólo una era razonablemente próxima a satisfacer los requisitos mínimos. El nivel de precios era en general demasiado elevado.

Tras analizar las diferentes ofertas se vio que, combinando una antena con un conjunto de SSPA y un módem de satélite de otra oferta, casi se podía conseguir la estación terrena deseada.

Tras confirmar con los diferentes ofertantes los precios por separado también se observó que, comprando los diferentes componentes por separado en vez de la estación entera, el precio se reducía a una cantidad situada entre el 33 y el 50% de los precios de las primeras ofertas.

Configuración final

La configuración finalmente adoptada fue:

- una antena fija de 7,3 metros;
- un SSPA de 5 W;
- dos LNC (de la banda C a la L) de 45 K;
- un conjunto de convertidores ascendente-descendente (70 MHz FI);
- un módem de satélite (IESS-308);
- un receptor de televisión digital;
- un interfaz de control y monitorización.

Todos los elementos, a excepción del módem, el receptor de televisión y parte del control y el monitor, debían estar situados en la propia antena, lo que simplificaba la instalación y utilizaba más eficazmente la capacidad del SSPA al no haber atenuación de un guíaondas.

Los siguientes elementos quedaron excluidos de la estación:

- motores y sistema de seguimiento de la antena;
- sistema de deshielo de la antena;
- redundancia.

Una estación terrena con una antena de 7 metros dirigida hacia un satélite INTELSAT sin inclinación no necesita motores ni sistema de seguimiento. La instalación de la antena es mucho más sencilla, aunque la localización del satélite puede ser algo más lenta, utilizando un volante manual.

Un sistema de deshielo no es necesario en muchos lugares de Groenlandia gracias a los reducidos ángulos de elevación y las bajas temperaturas (nieve en polvo). En cualquier caso, muy pocas de las centrales eléctricas de los asentamientos de Groenlandia podrían alimentar un sistema de deshielo para una antena de 7 metros. Cuando hay nieve húmeda en la antena, los habitantes del asentamiento saben cómo quitarla en forma manual.

Una de las mejores maneras de reducir el coste de la estación terrena es prescindir del requisito de la redundancia. Dadas las cifras de MTBF de los equipos electrónicos modernos, no se consideró que esto constituyera un problema.

Otros equipos

Un sistema de telecomunicaciones y radiodifusión sonora y de televisión para una comunidad necesita además:

- equipo multiplexor, con LRE;
- una central telefónica rural;
- transmisores de radiodifusión sonora y de televisión;
- una fuente de alimentación ininterrumpida;
- cobijo y cimientos.

Aunque este equipo no interviene directamente en las comunicaciones por satélite, hay que incluir parte del mismo en el cálculo del precio del circuito.

Adaptación e instalación

El tiempo necesario para la adaptación, instalación y puesta en servicio de la configuración antedicha se estimó aproximadamente en seis meses-hombre, considerando además todos los problemas adicionales propios de un lugar aislado en el Norte de Groenlandia (transporte caro, inexistencia de carreteras y grúas, energía eléctrica restringida, durísimas condiciones meteorológicas, etc.).

Precios reales

La cifra más importante es el precio del circuito por minuto. Dicho precio se ha calculado en base a los siguientes costes:

- equipo de comunicaciones por satélite;
- otro equipo pertinente;
- costes de instalación;
- capacidad de satélite;
- coste de explotación y mantenimiento.

Se entiende por "otro equipo pertinente" el necesario para las telecomunicaciones. No se considera el coste de los equipos de radiodifusión sonora y de televisión, ya que se financia por otros medios.

Se obtuvieron los siguientes precios por estación (en miles de USD).

Costes de instalación

Estación terrena de satélite	120
Otro equipo:	
– múltiplex	
– central telefónica	
– fuente de alimentación ininterrumpida	
– cobijo y cimientos	
– red de abonados	240
Adaptación e instalación	45
Gastos generales y transporte	30
<hr/>	
Total	435

Gastos anuales y tráfico

Instalación (7 años, 8%)	83,5
Capacidad de satélite	
– (2 × 192 kbit/s en un transpondedor de haz mundial INTELSAT)	28,0
Explotación y mantenimiento	7,5
<hr/>	
Gastos totales por año	USD 119 000

Tráfico

TELE Greenland trata siempre de dimensionar sus enlaces para obtener una tasa de rechazo del 1% durante la hora cargada. Para poder ofrecer 5 erlangs en este periodo a los emplazamientos, por medio de la fórmula de Erlangs hemos calculado que harán falta 11 circuitos para mantener una tasa de rechazo de llamadas tan baja como el 1%.

Se ha visto que esto es suficiente, pero no más. Por otra parte, hemos medido el número total de minutos de tráfico por año del emplazamiento, que resulta ser de 735 000. Como el número total de minutos en un año es de 525 600 (365 días), el tráfico medio que cursa la estación es de 1,4 erlangs.

Precio por circuito por minuto: $119/735 = \text{USD } 0,16$

Esta cifra no refleja el hecho de que la central telefónica también permite las llamadas locales en el asentamiento, y como TELE Greenland también las cobra a sus abonados, el precio por minuto de las llamadas entrantes y salientes de la estación es incluso inferior al valor de USD 0,16 calculado.

Hay que destacar finalmente que el número de circuitos viene fijado por los requisitos de tráfico y no por el diseño de la estación terrena. La estación puede transmitir una portadora de 512 kbit/s a otra estación terrena de Norma B a través de un transpondedor de haz mundial. Como se utilizan módems de velocidad binaria variable, la capacidad de la estación puede aumentarse sin necesidad de modificar sus equipos.

El precio del circuito disminuye al aumentar la capacidad necesaria. Si ésta es superior a 512 kbit/s, es preciso utilizar un SSPA más potente (10, 20 ó 50 W).

Experiencias en la explotación

La primera de cuatro estaciones terrenas instaladas lleva ya tres años funcionando. Las experiencias obtenidas en esta estación fueron generalmente tan positivas que el año siguiente se pusieron en funcionamiento tres estaciones más de concepción similar. (Dos de éstas no estaban situadas en un asentamiento.)

Se ha suspendido la puesta en funcionamiento de estaciones terrenas adicionales debido a la falta de capacidad de satélite en el haz mundial de INTELSAT.

Se puede decir que, en general, las estaciones funcionan con una disponibilidad superior a la prevista. La disponibilidad se había estimado en un 98% como mínimo, pero la disponibilidad real es la misma que en el resto de la red de comunicaciones por satélite de Groenlandia, que se ajusta a las recomendaciones de INTELSAT para los circuitos IDR.

Al principio, el diseño del sistema creó dos tipos de problemas: por una parte, había un error sistemático en el convertidor ascendente que disminuía la p.i.r.e. de salida. Esto se pudo compensar a través del sistema de control remoto hasta que se pudo efectuar una visita de mantenimiento. El fabricante del equipo admitió que el problema se debía a un error en el diseño de la unidad.

El segundo problema consistió en que el transmisor de audio MF interfería con la FI del convertidor ascendente de la estación, provocando la transmisión de una portadora falsa hacia el satélite. Esto se corrigió desplazando la frecuencia del transmisor MF e insertando atenuadores.

Este problema nos obligó a volver a diseñar el sistema de control remoto para poder desconectar la estación terrena y volverla a poner en marcha automáticamente 5 minutos después. Uno de los problemas más importantes que plantea el control y la monitorización de estos sistemas es que esta función se pierde si se interrumpe el enlace con el satélite.

Aparte de los problemas citados, las visitas de mantenimiento se han limitado a ocasiones especiales originadas por otras circunstancias (cambio del transpondedor del satélite, cambio del sistema de televisión, etc.).

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Las conclusiones generales de las experiencias recogidas con las comunicaciones por satélite en programa para los asentamientos de Groenlandia pueden resumirse así:

- 1) Es posible diseñar y construir una estación terrena de satélite barata que se ajuste a las especificaciones internacionales y que sea capaz de funcionar con los actuales satélites geoestacionarios en órbita.
- 2) Combinando equipos de diferentes proveedores y asumiendo el cliente la responsabilidad global del sistema, el precio de la estación terrena puede reducirse a un porcentaje comprendido entre el 33 y el 50% del precio de un sistema llave en mano.
- 3) El hecho de prescindir del requisito de redundancia de una estación terrena no altera significativamente la disponibilidad global de la misma.
- 4) Es fundamental disponer de un buen sistema de monitorización y control remoto de la estación si se pretende que esta funcione adecuadamente y con un mínimo de visitas de mantenimiento.
- 5) El coste por minuto del circuito de la estación a través de un transpondedor de haz mundial de INTELSAT puede reducirse a USD 16 céntimos comprendidos todos los gastos, incluso los de la red de abonados.

Recomendaciones

Nuestra experiencia nos permite hacer las siguientes recomendaciones a los operadores de los países con problemas de comunicaciones en las zonas rurales:

- 1) Definir las necesidades de tráfico en las ciudades o zonas donde deban crearse sistemas de telecomunicación.
- 2) Buscar un sistema de satélite adecuado. No utilizar un satélite que implica inclinación.
- 3) Determinar el tipo de estación terrena de satélite que arroja el mejor equilibrio entre el consumo de energía del transpondedor y la anchura de banda con objeto de obtener la solución más rentable.
- 4) Utilizar especificaciones internacionales en el diseño de la estación terrena, para que sea compatible con la red existente y reducir la dependencia respecto del fabricante.
- 5) Conectar las estaciones terrenas a un sistema de control remoto y monitorización informatizado.
- 6) No es necesaria la redundancia en la estación terrena. Hay que mantener una provisión de piezas de recambio en un lugar centralizado.

ESTACIÓN GE
(FUERZA AÉREA DE EE.UU.)

ESTACIÓN GE
(FUERZA AÉREA DE EE.UU.)

ESTACIÓN GE
(FUERZA AÉREA DE EE.UU.)

ESTACIÓN GE
(FUERZA AÉREA DE EE.UU.)

SÓLO ENLACE
DESCENDENTE

SÓLO ENLACE
DESCENDENTE

SÓLO ENLACE
DESCENDENTE

ESTACIÓN GE

ESTACIÓN GE

ESTACIÓN GE

DINAMARCA

DINAMARCA

Dinamarca

Dinamarca

Dinamarca

COPENHAGUE

COPENHAGUE

COPENHAGUE

COMUNICACIONES POR SATÉLITE
DE TELE GREENLAND

COMUNICACIONES POR SATÉLITE
DE TELE GREENLAND