

La interferencia solar en los enlaces satelitales, *un fenómeno inevitable pero predecible*

Ing. José R. Lauzán, Técnico en Telemática, Gerencia Gestión Tecnológica, UNI, ETECSA
lauzan@etecsa.cu

Introducción

En ETECSA se introdujo una red VSAT —*Very Small Aperture Satellite Communication Terminal*, por sus siglas en inglés— para la transmisión de datos y otros servicios de telecomunicaciones a diversos clientes, con una amplia red y fuera del dominio de los especialistas tradicionales. Se aprovecharon, por supuesto, muchas de sus numerosas ventajas, por ejemplo, la flexibilidad asociada a una fácil gestión de la red, un servicio independiente de la distancia, una cobertura global e inmediata, una gran variedad de configuraciones adaptables a las necesidades de cada empresa, la adecuación de los enlaces asimétricos a los requerimientos de transferencia de datos, la facilidad de reconfiguración y ampliación de la red; la fiabilidad porque suele diseñarse para tener una disponibilidad de la red del 99,5 % del tiempo y con una BER de 10^{-7} ; y las ventajas económicas relacionadas con una favorable estabilidad de los costes de operación de la red durante un largo período de tiempo, la posibilidad de establecer un presupuesto con bastante exactitud, la evasión de las restricciones que impone una red pública en cuanto a costes y puntos de accesos, el aumento de la productividad, entre otras.

No obstante, también esta red ha manifestado algunas desventajas que generan distintos problemas en su implementación, gestión y uso: en primer lugar, los inconvenientes económicos, sobre todo si se analizan desde determinados puntos de

vista, por ejemplo, por lo general las inversiones iniciales suelen ser elevadas; en segundo lugar, los radioléctricos, es el caso del retardo de propagación típico de 0,5 s —doble salto— que puede ser complejo para algunas aplicaciones —telefonía y videoconferencia—, o el caso del punto medular o crítico que se encuentra en el satélite, debido a que toda la red depende de la disponibilidad del mismo: si este cae, toda la red cae —aunque es un problema que puede ser solucionado por un simple cambio de frecuencia y polarización o con la reorientación de las antenas hacia otro satélite—, o el caso de la sensibilidad a las interferencias tanto de la tierra como del espacio; y en tercer lugar, el problema de la privacidad porque el uso de un satélite geoestacionario como repetidor permite que cualquier usuario no autorizado pueda recibir una portadora, y demodular la información; no obstante, para prevenir el uso no autorizado de la información puede encriptarse.

Por todas estas razones, es necesario tener en cuenta algunos elementos que afectan o degradan el servicio de una red VSAT. El problema de la interferencia solar es uno de los más peculiares, naturales, sin embargo, puede ser predecible. Justamente este es el tema a tratar en el artículo.

Los satélites de comunicaciones comerciales generalmente operan en órbita geoestacionaria y, por lo tanto, tienen sus órbitas en el plano ecuatorial. Durante el equinoccio en primavera y verano, el sol pasa también cerca de este plano. Visto desde la tierra, el sol parece transitar una vez por día detrás de los satélites. Durante el tiempo cuando el satélite y el sol están en el campo de vista de la estación de tierra, la energía del ruido de RF del sol puede predominar sobre la señal del satélite. A esta pérdida o degradación de tráfico de comunicaciones en los enlaces satelitales se le llama interferencia solar, tránsito solar o *Sun Outage* (Figura 1).

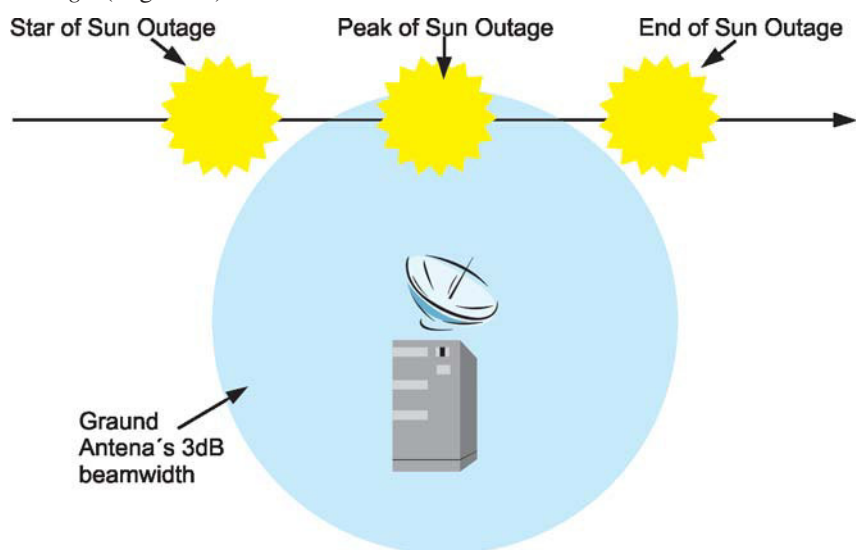


Figura 1 Interferencia solar, tránsito solar o *Sun Outage*

Parámetros

Las interferencias solares ocurren cuando el sol cruza el plano ecuatorial de la Tierra y queda alineado con el satélite y el haz de la antena de una estación terrena. Esto provoca un incremento importante en la temperatura de la antena que interfiere la operación normal.

Se trata de un fenómeno inevitable pero predecible que depende de la posición geográfica de la estación terrena y la posición orbital del satélite, la energía de RF emitida por el sol en esos momentos, la potencia de transmisión del satélite en cuestión, de la ganancia de la estación terrena en recepción y el diámetro de la antena, así como de la relación señal a ruido del enlace, etc. Todos estos factores pueden afectar hasta tal punto que una estación de tierra puede experimentar una pérdida completa de la señal o sólo una degradación tolerable en la calidad de esta. El punto exacto en que la interferencia solar empieza y los extremos son difíciles de determinar dado que es una transición gradual.

La ganancia de una antena cae grandemente fuera de los 3dB de su ancho de haz (*beamwidth*), pero no va a cero inmediatamente. Por lo tanto, si el sol está justo fuera del externo del ancho del haz de la antena, todavía puede contribuir con ruido y puede degradar la actuación del sistema. Esto hace difícil definir qué condiciones exactas contribuyen en el tránsito solar.

Este fenómeno de interferencia tiene una duración de algunos minutos en el período de tres a seis días. Es mayor mientras más pequeño es el diámetro de una antena, debido a que tiene un haz con mayor ancho. Se presenta dos veces al año, durante el equinoccio de primavera —desde fina-

les de febrero hasta principios de marzo— y durante el de otoño —desde finales de septiembre hasta principios de octubre—. Si se calcula en Ciudad de La Habana, se puede ver que en la zona occidental del país ocurrirá aproximadamente un minuto antes y en la zona oriental alrededor de tres minutos después, porque depende de la latitud geográfica.

Cálculo de la predicción

Para hacer cálculos más simples y evitar la necesidad de información detallada sobre el equipo de estación de tierra, el ángulo de *outage* se define como la suma de mitad el 3 dB *beamwidth* de la antena y el radio aparente del sol. Con esta definición, cuando cualquier parte del sol queda dentro del 3 dB *beamwidth* de la antena, la interferencia solar existe (Figura 2).

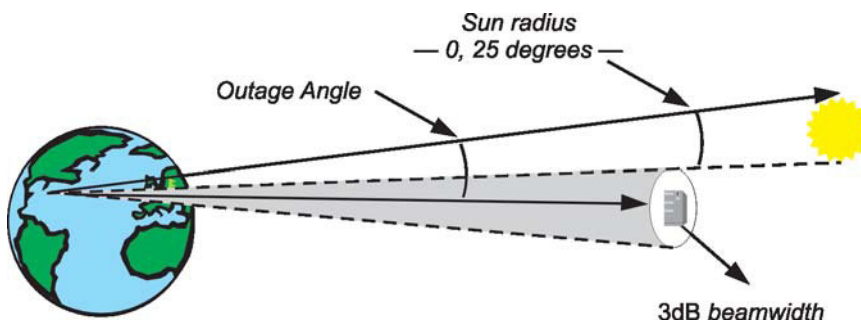


Figura 2 Ángulo solar

Una aproximación común de 3 dB *beamwidth* para un reflector parabólico es:

$$3 \text{ dB } beamwidth \text{ (grados)} = 72 / (F \times D)$$

donde F es la frecuencia de operación en GHz y D el diámetro del disco o antena en pies.

Los puntos de media potencia —3 dB *beamwidth*— son el ángulo medido de un punto de media potencia al punto de máxima, al otro punto de media potencia. Se requiere sólo del ángulo del centro al punto de media potencia y, normalmente, se especifica el tamaño del disco o antena en metros. La aproximación convertida ahora es:

$$\frac{1}{2} 3 \text{ dB } beamwidth \text{ (grados)} = 11 / (F \times D)$$

donde F es la frecuencia de operación en GHz y D el diámetro de la antena en metros.

Y como el sol subtende aproximadamente 0,5 grados visto desde la Tierra, el radio es aproximadamente 0,25 grados, y el cálculo del ángulo de *outage* será:

$$\begin{aligned} \text{Ángulo de outage de la antena} &= \text{mitad de 3 dB } beamwidth + \text{radio} \\ &\text{aparente del sol} \\ &= 11 / (F \times D) + 0,25^\circ \end{aligned}$$

donde F es la frecuencia de operación de bajada —3,95 para Banda C y 11,95 GHz para *Ku*— y D es el diámetro de la antena de la estación terrena receptora en metros.

Para simplificar estos cálculos, los operadores de satélite disponen de programas que ayudan a obtener este dato con suficiente antelación. En ese sentido, se precisa saber la situación de la estación terrena —latitud,

longitud— y del satélite con que se opera —posición orbital—. También se requiere conocer el tamaño de la antena de tierra (metros) y la frecuencia de la señal de bajada (*downlink*) del satélite —banda *Ku* o banda *C*— para que puedan calcularse los puntos de 3 dB *beamwidth* aproximados y el ángulo de *outage*. Después se selecciona el año y la estación del evento —otoño o primavera—, y el programa ya tiene todo lo que necesita.

A modo de resumen, se muestra un cálculo real de la red VSAT de ETECSA, donde se presenta, primero, el resultado del cálculo para el próximo equinoccio —en otoño de 2006— para una estación remota ubicada en Santiago de Cuba, después, en la Ciudad de La Habana donde se encuentra la estación principal o *Hub* y, al final, con una remota en Pinar del Río, donde se aprecia la dependencia con la ubicación de la estación de tierra respecto a la posición orbital y el diámetro de la antena que con menor diámetro del disco tiene una duración mayor al tener mayor abertura —más anchos los puntos de 3 dB—.

El cálculo se realizó con el programa a disposición del operador satelital Panamsat. Otros operadores disponen de su programa de cálculo y difieren ligeramente del resultado al considerar distintos factores, pero la diferencia es insignificante y, de cualquier manera, se trata de una predicción.

Con estos resultados, que se repiten dos veces al año, los operadores y los usuarios del servicio disponen de una predicción que los ayuda a no desgastar esfuerzos pensando en una deficiencia del enlace y que es, en definitiva, un fenómeno dado por la naturaleza.

Predicción de la Interferencia Solar Intelsat IS707,307° E. Servicio VSAT

Antena Remota Santiago de Cuba. Datos de entrada

Posición orbital del satélite	53,0° W, correspondiente al satélite IS707 (307,0° E)
Latitud estación terrena	20,0° N y Longitud 75,82° W, Santiago de Cuba
Diámetro de antena (metros)	1,2
Banda <i>C</i> ó <i>Ku</i>	<i>Ku</i>
Estación	Otoño
Año	2006

Antena Pointing: Acimut: 129,07°, Elevación: 55,05°

Predicción Outage

OutageDate	StartGMT	EndGMT	Duración	StartEST	EndEST
09/29/2006	15:05:50	15:09:45	03:55	10:05:50	10:09:45
09/30/2006	15:03:58	15:10:58	07:00	10:03:58	10:10:58
10/01/2006	15:03:11	15:11:11	08:00	10:03:11	10:11:11
10/02/2006	15:03:00	15:10:45	07:45	10:03:00	10:10:45
10/03/2006	15:03:27	15:09:32	06:05	10:03:27	10:09:32

Antena HUB Ciudad de La Habana. Datos de entrada

Posición orbital del satélite	53,0° W, correspondiente al satélite IS707 (307,0° E)
Latitud estación terrena	23,12° N y Longitud 82,42° W, Ciudad de La Habana
Diámetro de antena (metros)	6,3
Banda <i>C</i> ó <i>Ku</i>	<i>Ku</i>
Estación	Otoño
Año	2006

Antena Pointing: Acimut: 124,82°, Elevación: 47,37°

Predicción Outage

OutageDate	StartGMT	EndGMT	Duración	StartEST	EndEST
10/02/2006	15:02:10	15:04:55	02:45	10:02:10	10:04:55
10/03/2006	15:01:58	15:04:33	02:35	10:01:58	10:04:33

Antena Remota Pinar del Río. Datos de entrada

Posición orbital del satélite	53,0° W correspondiente al satélite IS707 (307,0° E)
Latitud estación terrena	22,40° N y Longitud 83,70° W, Pinar del Río
Diámetro de antena (metros)	1,2
Banda C ó Ku	Ku
Estación	Otoño
Año	2006

Antena Pointing: Acimut: 122,66°, Elevación: 46,71°


Predicción Outage

OutageDate	StartGMT	EndGMT	Duración	StartEST	EndEST
09/30/2006	15:01:07	15:05:47	04:40	10:01:07	10:05:47
10/01/2006	14:59:32	15:06:47	07:15	09:59:32	10:06:47
10/02/2006	14:58:44	15:06:49	08:05	09:58:44	10:06:49
10/03/2006	14:58:42	15:06:17	07:35	09:58:42	10:06:17
10/04/2006	14:59:19	15:04:59	05:40	09:59:19	10:04:59

El enlace se degrada sumando la degradación de la antena remota más la del Hub, por ejemplo, el día 10/02/2006 la remota de Santiago de Cuba se degradó durante 7 minutos y 45 segundos, más la diferencia entre el comienzo de la degradación del Hub y la remota, que en este caso sería de 8 minutos y 35 segundos. Se da la hora en GMT y la hora estándar del Este (EST); es necesario tener en cuenta la aplicación o no del horario de verano.

Conclusiones

En el acelerado y cambiante entorno de las comunicaciones modernas, ahora es posible lograr una rentabilidad y flexibilidad escalables en redes para multimedia bidireccional, gracias a la aplicación de estas tecnologías en la novedosa y poderosa plataforma de la red VSAT. La nueva plataforma de comunicaciones por satélite combina la flexibilidad y la infraestructura que posibilitan que los sistemas de satélites existentes operen con el soporte de protocolo de Internet, opciones de conectividad flexible de la red y ancho de banda por demanda.

A pesar de las bondades y ventajas que ofrece esta plataforma satelital para los operadores de telecomunicaciones y sus usuarios, también tiene sus desventajas. En consecuencia, el conocimiento de estos puntos débiles y las posibles soluciones alternativas con la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones, brindan la posibilidad de explotar eficientemente la red VSAT. 

Bibliografía

Programa de cálculo. Disponible en: http://www.panamsat.com/global_network/calc_sun_outage.asp (Consultado: 15 de marzo de 2006).

Programa de cálculo. Disponible en: <http://www.satmex.com/clientes/atención.php> (Consultado: 15 de marzo de 2006).