



**Cuestión 6 del
Orden del Día:**

Evaluación de los requisitos operacionales para determinar la implantación de mejoras de las capacidades de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) para operaciones en ruta y área terminal.

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA LA TRANSMISIÓN DE SEÑALES POR SATÉLITE

RESUMEN

Esta nota de estudio tiene por objeto presentar a los participantes de la reunión RCC-14 los resultados de investigaciones hechas por Brasil con respecto a tecnologías satelitales disponibles.

Referencias:

- Informe Final de la RCC/12 – Proyecto RLA 03/901;
- Informe Final de la RCC/13 – Proyecto RLA 03/901;
- Informe Final de la SAM/IG6;
- Informe Final de la RCC/4 – Proyecto RLA 06/901;
- Estudio de Implantación de una Nueva Red Digital para la Región SAM.

1. Antecedentes.

1.1 En los últimos años, la Administración Brasileña ha hecho estudios sobre tecnologías satelitales existentes, teniéndose en cuenta la posible modernización del sistema brasileño de comunicaciones por satélite.

1.2 Fueron hechas investigaciones lo que resultó la formulación de un RFI (“Request for Information”) a los principales fabricantes y empresas integradoras para llegarse a la conclusión de cual tecnología era la más apropiada para la transmisión de aplicaciones de los sistemas móviles y fijos aeronáuticos.

1.3 Por otro lado, la Red Digital Sudamericana (REDDIG), introducida para llevar a cabo mejoras en la transmisión de los servicios Fijos Aeronáuticos, y que brinda los Estados miembros del Proyecto RLA03/901 con la excelencia de servicios desde el año de 2003, se encuentra en estado de obsolescencia.

1.4 Durante la RCC/12, la administración de la REDDIG informó a los participantes que los principales equipos del sistema empezaban a no estar más disponibles comercialmente;

1.5 En la RCC/13 la administración de la REDDIG presentó dos planes, uno gradual y otro en forma completa, para posible cambio de la plataforma de la red. También se consideró la posibilidad de realizarse un estudio preliminar que presentara los requisitos básicos y de infraestructura de la nueva red.

1.6 Durante la reunión SAM/IG/6, se presentaron los resultados del Estudio para la Implantación de una Nueva Red Digital para la Región SAM, llevado a cabo en la Oficina Regional de Lima de la OACI en Agosto de 2010, teniéndose por base los requisitos definidos en la reunión SAM/IG/5.

1.7 Los resultados del referido estudio, condujeron a la conclusión de que es una ventaja a los miembros del Proyecto de Cooperación Técnica RLA 03/901 hacer la adquisición de nuevos sistemas de transmisión por satélite en lugar de los actuales equipos.

1.8 La Cuarta Reunión del Comité de Coordinación del Proyecto RLA06/901 aprobó la realización de un seminario/taller sobre nuevas tecnologías en redes satelitales y terrestres, lo que deberá suceder en medianos del año de 2011.

1.9 Así, la presente nota de estudio tiene la intención de proporcionar informaciones generales relativas a los resultados de las investigaciones desarrolladas en Brasil, entre los años de 2008 y 2009, con respecto a las tecnologías disponibles para la transmisión por satélite y que puedan remplazar los equipos actuales de la REDDIG.

1.10 La tecnología es desarrollada continuamente. Con eso, por ocasión del seminario/taller de nuevas tecnologías los fabricantes tendrán la oportunidad de presentar los equipos más nuevos de sus portafolios de productos, lo que podrá conducir a algunas actualizaciones con respecto a las investigaciones hechas por la Administración Brasileña.

2. Informaciones Generales sobre Transmisión por Satélite

2.1 Redes de comunicaciones por satélite son imbatibles cuando se desean comunicaciones entre localidades particularmente lejanas unas de las otras o donde haya dificultad de acceso para los proveedores de servicios terrestres, dentro de la cobertura efectiva del satélite empleado.

2.2 Se constituye una ventaja para las comunicaciones por satélite, en relación a las transmisiones terrestres, la rápida implantación de la infraestructura necesaria.

2.3 Además de eso, teniéndose en cuenta que la transmisión por satélite es, en la mayoría de los casos, una transmisión punto a punto son obtenidas características homogéneas de calidad de servicio para las estaciones involucradas.

2.4 En comunicaciones satelitales, el punto principal de desventaja es el costo del segmento espacial asociado. Por esa razón, técnicas que permiten el uso eficiente de segmento espacial son, cada vez más, empleadas. Las referidas técnicas comprenden los siguientes puntos:

- Técnicas de codificación y compresión de datos, que permiten la transmisión de información con una cantidad menor de bits;
- Técnicas eficientes de modulación, que mejoran la capacidad de canales limitados en banda, permitiendo una mayor razón bps/Hz con el costo de una mayor necesidad de Eb/No; y

- Técnicas eficientes de utilizarse los recursos de red, con el uso de técnicas múltiples de acceso al medio por división del tiempo (TDMA), frecuencia (FDMA) o códigos (CDMA). Además, hay la posibilidad de aplicarse técnicas de acceso por demanda, de acuerdo a las características de las aplicaciones.

2.5 Con respecto a las técnicas más modernas de modulación, hoy es común el uso del 8-PSK en sistemas satelitales, lo que significa que son transmitidos 3 bits por cada símbolo.

2.6 Como el canal puede distorcer y causar errores a la información, por no ser inmune a las interferencias y ruidos, respectivamente, son aplicados Códigos Correctores de Errores. Un código muy utilizado actualmente es el “Turbo-Coding”, que obtiene más eficiencia por el uso de códigos concatenados y decodificación iterativa. Sistemas modernos usan el “Turbo-Coding 7/8”, en lo cual un bit de redundancia es puesto para cada 7 bits de información útil.

2.7 La Figura 1 presenta las principales características de modulación en relación a la potencia proporcionada.

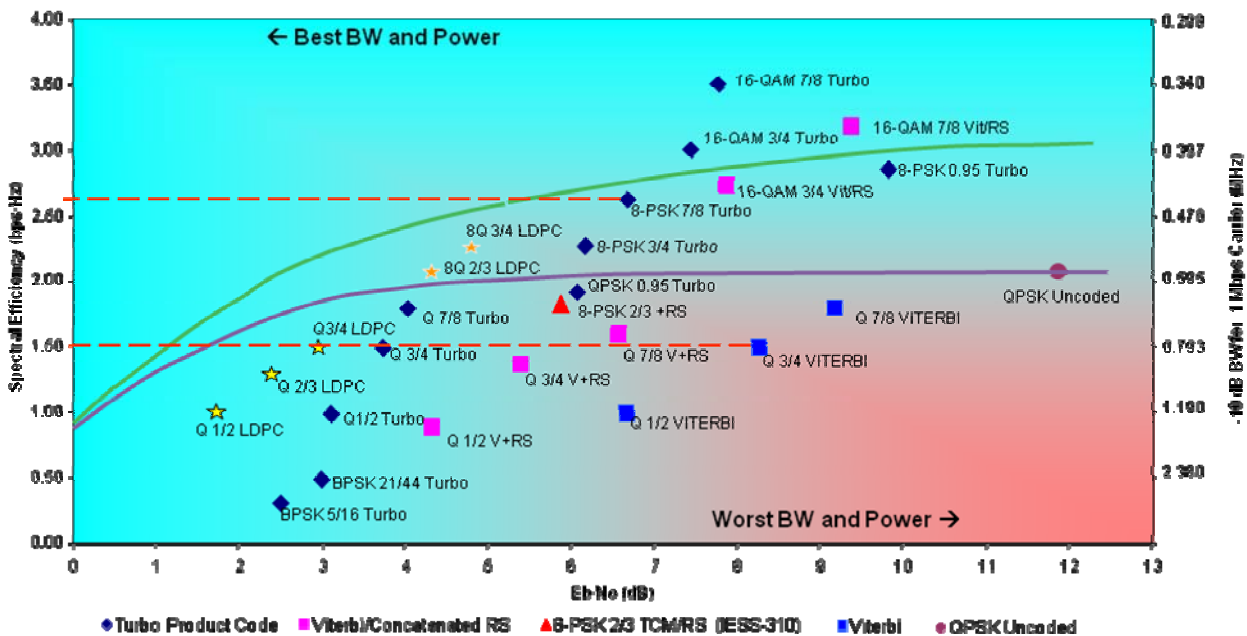


Figura 1: Eficiencia de las Diferentes Técnicas de Modulación

2.8 En los últimos años ocurrió un desarrollo rápido de las aplicaciones que se utilizan del IPS (IP “suite”), principalmente impulsadas por la Internet en nivel global.

2.9 A ese respecto, el Grupo de Tarea I (ACP/WG/I) está desarrollando el Doc 9896 sobre el uso de IP para la ATN, incluyendo la aplicación de “climax”.

2.10 Varias son las ventajas del uso de IP, destacándose la posibilidad de la transmisión de voz y datos con el uso de un único protocolo. Sin embargo, la transmisión de aplicaciones de voz por IP conduce al apareamiento de características que tienen que ser llevadas en cuenta: “jitter” (variación de retraso), retraso fin a fin y pérdida de paquetes.

2.11 En los sistemas legados de transmisión de voz con el uso de redes determinísticas, la transmisión de la voz es hecha por medio de conmutación de circuitos y solamente es necesario garantizar un retraso aceptable.

2.12 En el caso de redes IP terrestres, la existencia de un gran número de enrutadores en el camino entre el origen y el destino dificulta la previsión del comportamiento de la red. Con eso, aunque se pueda garantizar un bajo porcentaje de errores, el “jitter” es un problema que ha sido investigado continuamente en los últimos años.

2.13 Las redes por transmisión por satélite, aunque no tengan grandes problemas con respecto a “jitter” presentan los problemas asociados al tiempo de transmisión de ida y vuelta del orden de 500 ms (satélites geoestacionarios), al tamaño de la ventana TCP y fuentes de interferencia externos que causan errores en la información transmitida y pérdida ocasional de la señal. Para corregir los problemas de la ventana TCP, son utilizados mecanismos de “spoofing”, conforme mostrado en la Figura 2.

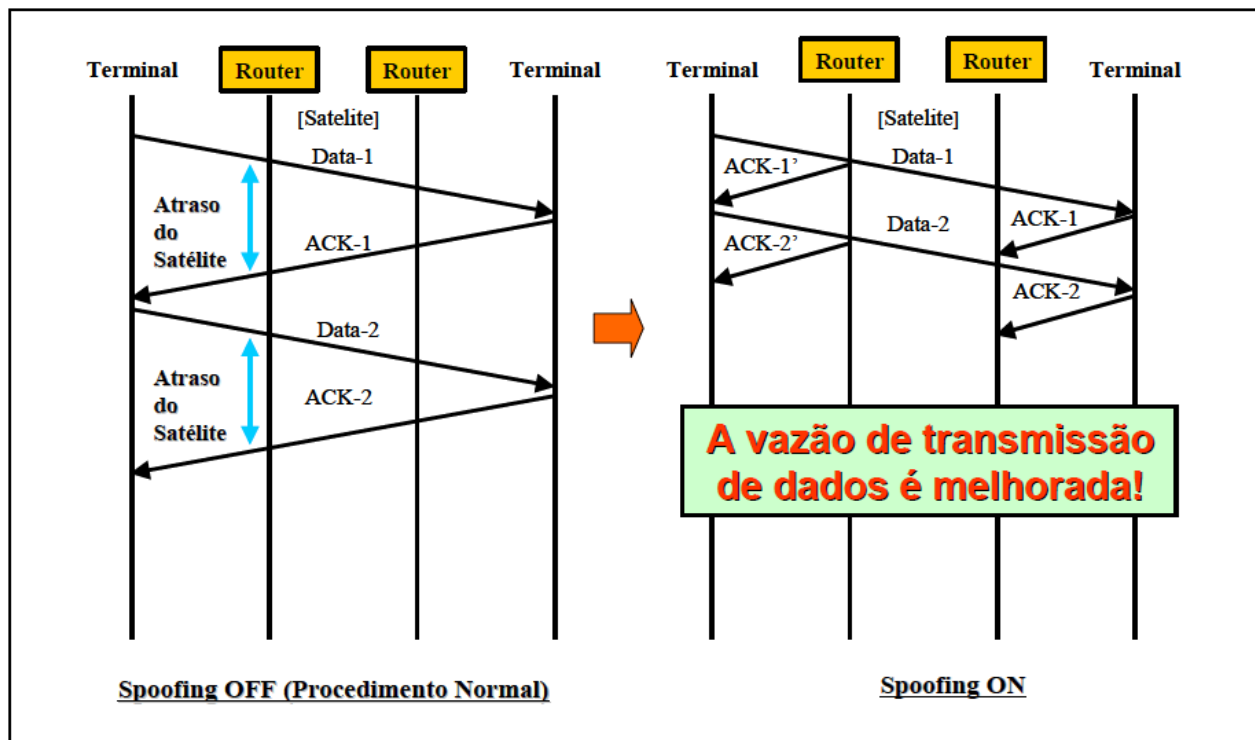


Figura 2: Aplicación de “Spoofing” en Secciones TCP

2.14 En la sección 3 se presenta un resumen de las contestaciones al RFI hecho por la Administración Brasileña, entre los años de 2008 y 2009, sobre las principales tecnologías satelitales existentes comercialmente.

2.15 Se resalta que solamente serán descriptas algunas soluciones de los fabricantes que presentaron datos más consistentes a la solicitud de informaciones hecha.

2.16 Además de eso, ni todas las respuestas presentaron informaciones de interfaces eléctricas, periféricos, modulaciones, entre otras, que fueron solicitadas en el RFI.

3. Tecnologías Existentes

3.1 ND SATCOM

3.1.1. La solución presentada por la empresa ND SATCOM es basada en la tecnología SkyWAN, método de acceso al medio MF-TDMA y hasta 8 portadoras con asignación dinámica del rango de frecuencias.

3.1.2. Es una topología “hubless”, o sea, no necesita de un nodo “hub” y la capacidad de transmisión llega a 100 Mbps.

3.1.3. El sistema SkyWAN presenta dos interfaces genéricas, IP y FR (“Frame-Relay”), capaces de transmitir informaciones en tiempo real y otras aplicaciones.

3.1.4. Aunque todas las estaciones sean semejantes, es necesario que una tenga funciones de gestión y control de la red (Master), sobre todo con respecto al TDMA.

3.1.5. La asignación dinámica de frecuencias es hecha por medio de solicitud de la estación remota al centro de control de la red.

3.1.6. La Figura 3 trae una posible configuración con la arquitectura SkyWAN donde se nota la posibilidad del uso de IP y/o FR. Además de eso, con la utilización de un equipo llamado de FAD (“Frame-Relay Access Device”) es posible hacerse la multiplexación de aplicaciones legadas de telefonía analógica o digital.

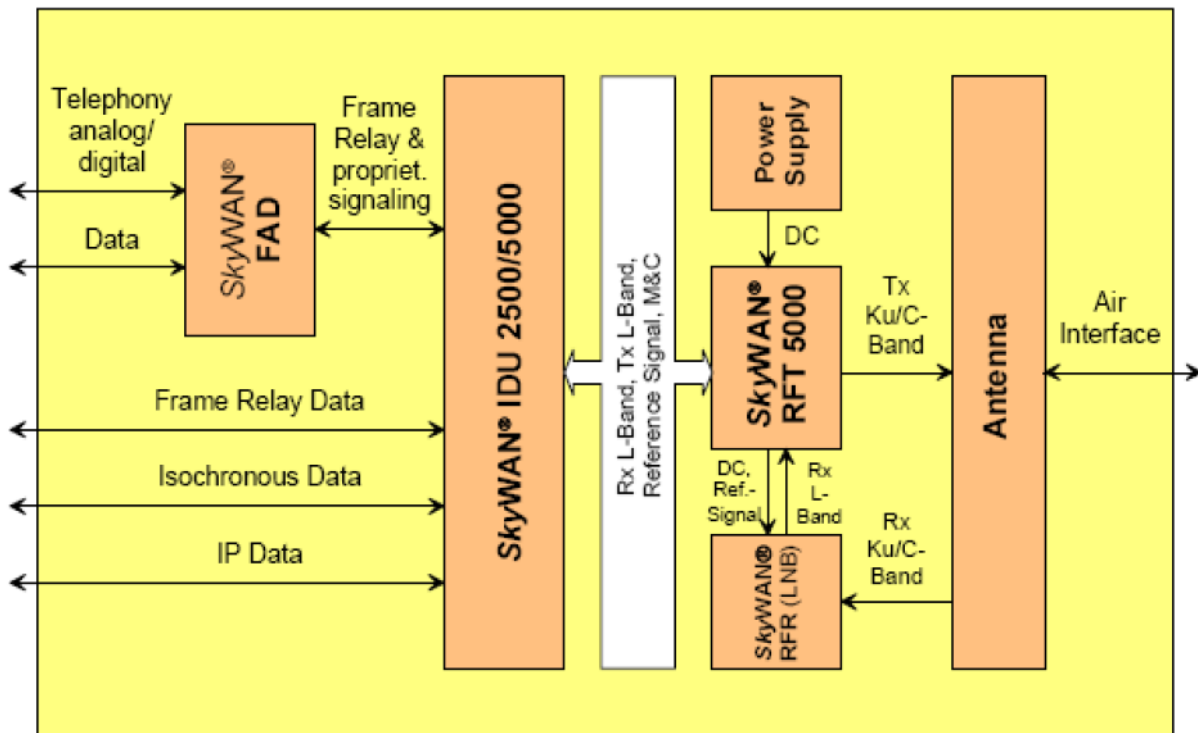


Figura 3: Arquitectura de Estación Terrena SkyWAN

3.2 COMTECH EF DATA

3.2.1. La tecnología presentada por COMTECH es llamada de VIPERSAT y emplea el DVB-S2, el dSCPC (“Dynamic SCPC”) y el STDMA (“Selective TDMA”).

3.2.2. En la técnica de acceso TDMA, la velocidad de transmisión es limitada por la estación que representa el peor caso, o sea, aquella donde se consigue la velocidad más baja. Por otro lado se consigue una mejor utilización del segmento espacial asociado. Además, los recursos de segmento espacial son mejor utilizados con la técnica TDMA.

3.2.3. En un sistema SCPC un canal de retorno es asignado para cada estación remota, proporcionando mejores características de retraso y “jitter”.

3.2.4. El dSCPC, implementado por COMTECH, proporciona una mezcla de las funcionalidades TDM/TDMA y SCPC, o sea, asignación dinámica de ancho de banda con posibles bandas dedicadas para las estaciones remotas. En situación normal de funcionamiento, la transmisión entre “hubs” y estaciones remotas se empieza con el uso de TDM/TDMA y solamente cambia para SCPC si es necesario más ancho de banda.

3.2.5. Con eso, aparecen tres tipos de portadoras en el VIPERSAT:

- TDM que es transmitida de la “hub” a las remotas;
- un número de portadoras STDMA entre las remotas y la “hub”; y
- un ancho de banda que es alocado dinámicamente bajo demanda (SCPC).

3.2.6. Específicamente para aplicaciones ATC, COMTECH mencionó la posible utilización del multiplex MEMOTEC CX960e. La solución provee la capacidad de comunicaciones de VHF para sistemas analógicos o digitales

3.2.7. Una configuración de la “hub” para la solución VIPERSAT es mostrada en la Figura 4.

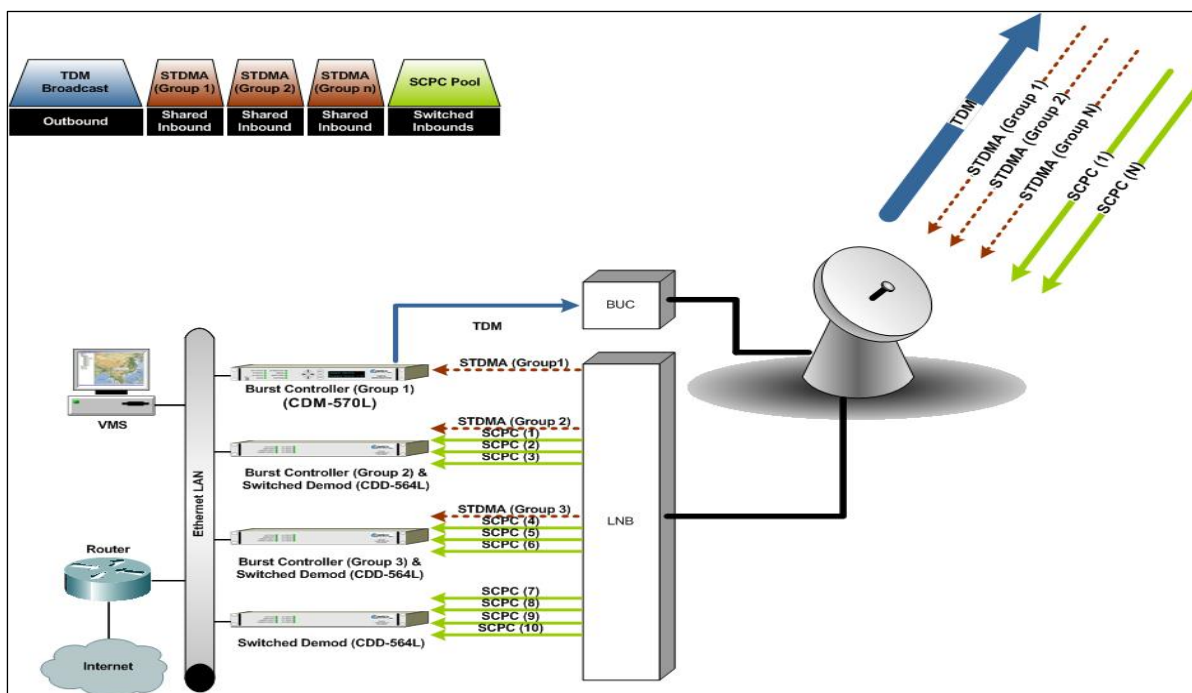


Figura 4: Solución VIPERSAT para una “HUB”

3.2.8. Las velocidades de transmisión llegan a 120 Mbps en el “outbound” (“hub”-estaciones remotas), con el uso de DVB-S2, y para las estaciones remotas se consigue la velocidad de 10 Mbps.

3.2.9. Las modulaciones posibles son el QPSK, 8-PSK, 8-QAM; 16-QAM.

3.3 THALESALLENIA SPACE

3.3.1. La solución propuesta por la empresa consiste del uso de la plataforma de comunicaciones bidireccionales en banda ancha DVB-RCS ALCATEL 9780.

3.3.2. Normalmente la tecnología es empleada en configuraciones en estrella con DVB-S2 en el “outbound” y DVB-RCS para el tránsito “inbound” (estaciones remotas-“hub”).

3.3.3. La transmisión del “outbound” es hecha en banda ancha y atinge 90 Mbps. Con respecto a las velocidades de las estaciones remotas, la tecnología proporciona hasta 4 Mbps.

3.3.4. En resumen, la configuración propuesta por la empresa para una estación remota aparece en la Figura 5 donde aparece la capacidad de transmitir datos legados e IP.

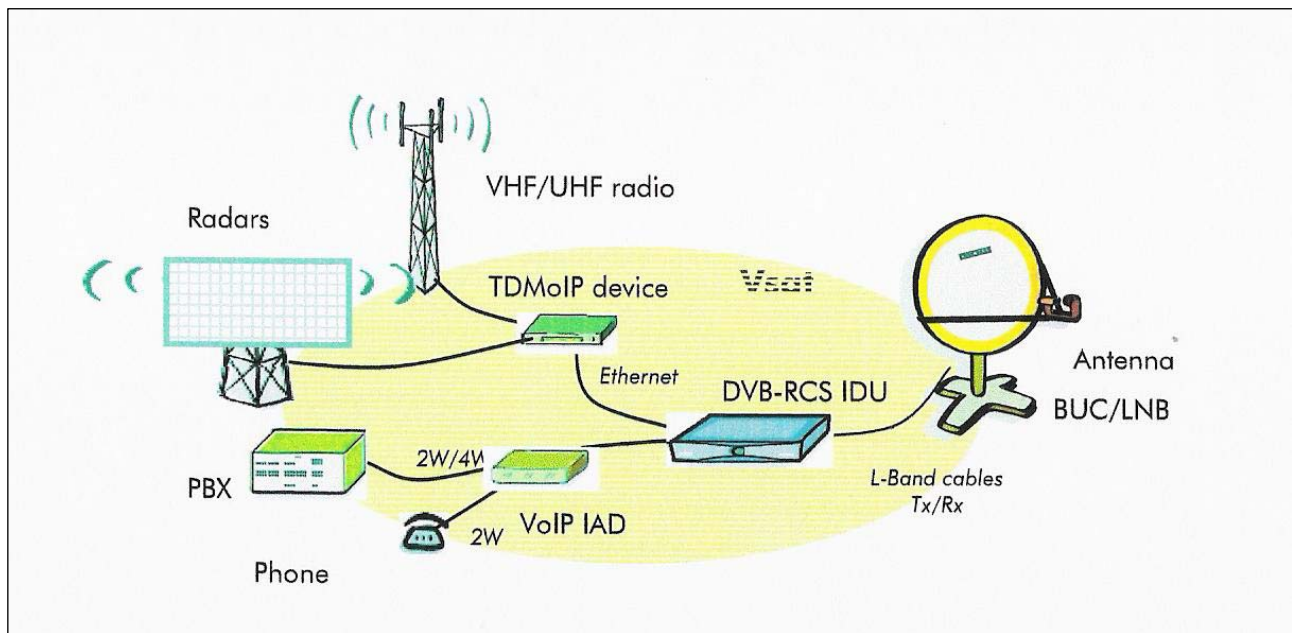


Figura 5: Estación VSAT con la Solución THALESALLENIA

3.3.5. La técnica de acceso empleada es MF-TDMA con el control hecho por el NCC en la estación “hub”. La modulación de la solución presentada es QPSK y los códigos correctores de errores son el VITERBI-REED SOLOMON y el “Turbo-Coding”.

Nota: La empresa ADVANTECH presentó solución (SatNet) semejante a la tecnología de THALESALLENIA SPACE, garantizando que su diferencial es la posibilidad de suministrar, además del DVB-RCS, portadoras SCPC en el “inbound”.

3.4 IDIRECT

3.4.1. La solución tecnológica presentada por IDIRECT es llamada INFINITY que envuelve una estación “hub” y VSAT remotas.

3.4.2. La velocidad de transmisión de la “hub” puede llegar hasta 17,5 Mbps en el “outbound” y 10,3 Mbps en el “inbound” por circuito modulador/demodulador.

3.4.3. La empresa enfatizó que es posible la instalación de circuitos adicionales que aumentan la capacidad de las estaciones “hub”. Como ejemplo, si se tiene 10 circuitos, es posible alcanzar la velocidad de 175 Mbps en el “outbound”.

3.4.4. El sistema puede operar con “outbound” DVB-S2 y TDMA y MF-TDMA o SCPC en el “inbound”.

3.4.5. Conforme mostrado en la Figura 6, el sistema permite las configuraciones de estrella/malla con el uso de TDMA, pero solamente es posible estrella si se utiliza el SCPC.

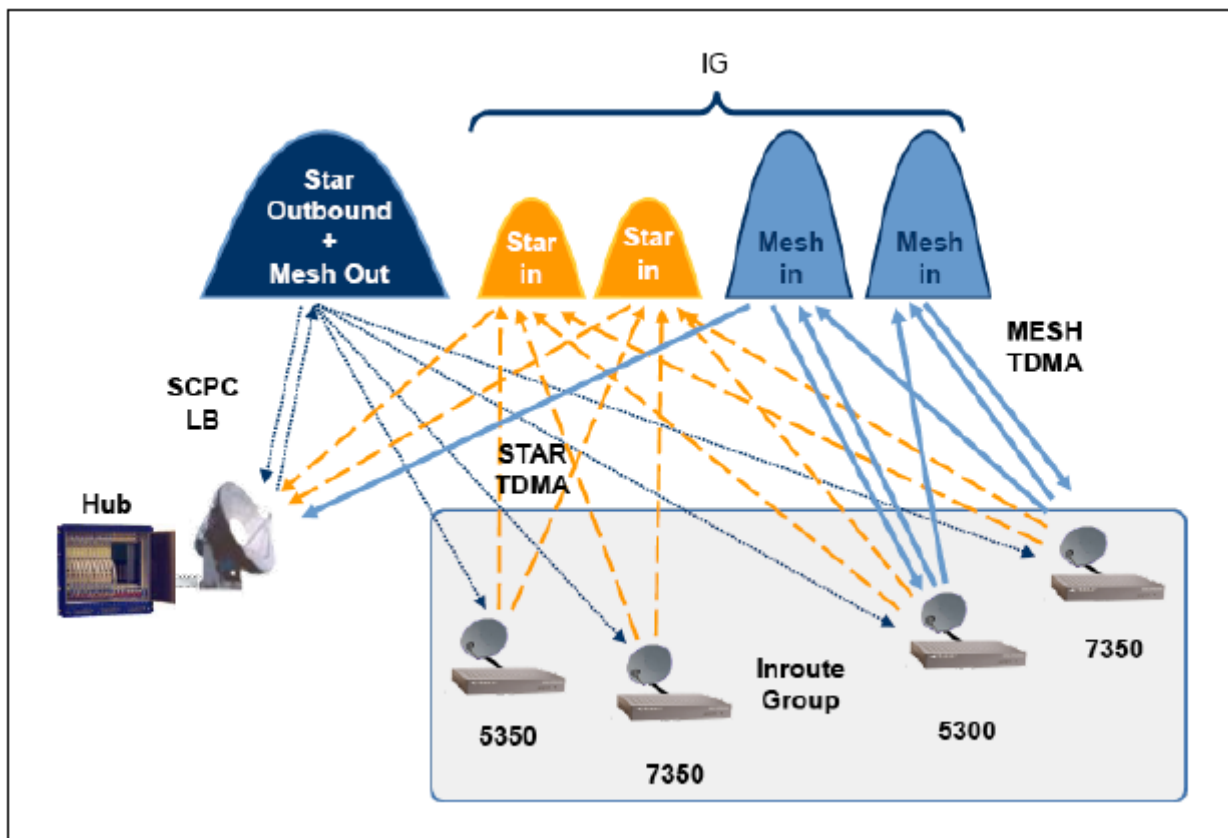


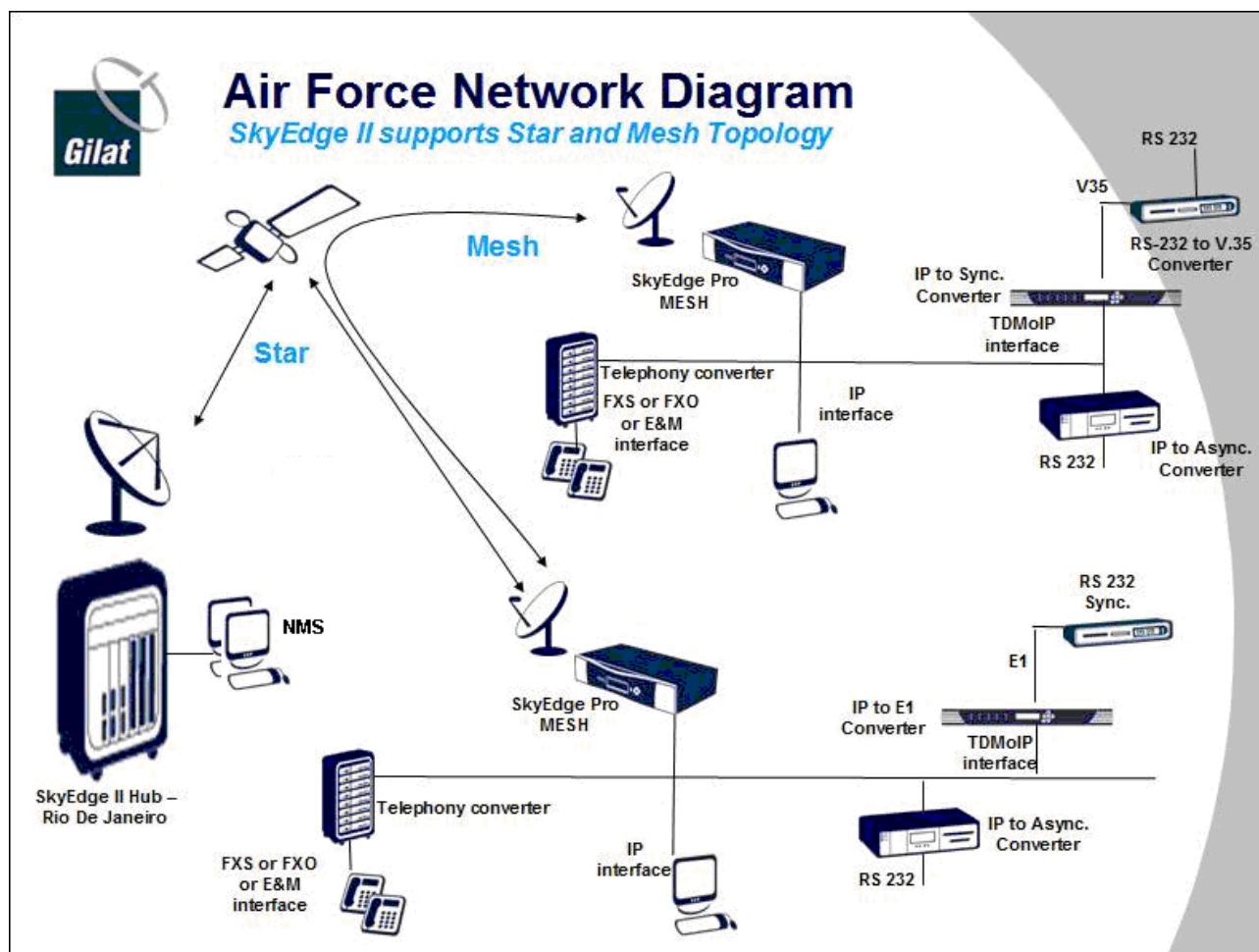
Figura 6: Esquema de Acceso para el Sistema IDIRECT

3.5 GILAT

3.5.1. El SkyEdge II es un sistema bidireccional compuesto de:

- una “hub” que provee el control de las comunicaciones entre las remotas;
- una familia de VSAT SkyEdge II con la posibilidad de soportar un gran número de aplicaciones;
- y

- 3.5.4. La Figura 7 describe, en líneas generales, la solución GILAT.



3.6.2. La supervisión de las redes instaladas es hecha por medio de una plataforma desarrollada por la empresa, llamada de INEOVision.

3.6.3. Por su portafolio presentado, la empresa detalló una serie de soluciones alrededor del mundo relativas a aplicaciones aeronáuticas.

3.6.4. La empresa utiliza en sus soluciones una red IP para el tráfico administrativo y FR para las aplicaciones operacionales ATS/ATC.

3.6.5. La Figura 8 ilustra la solución INEO.

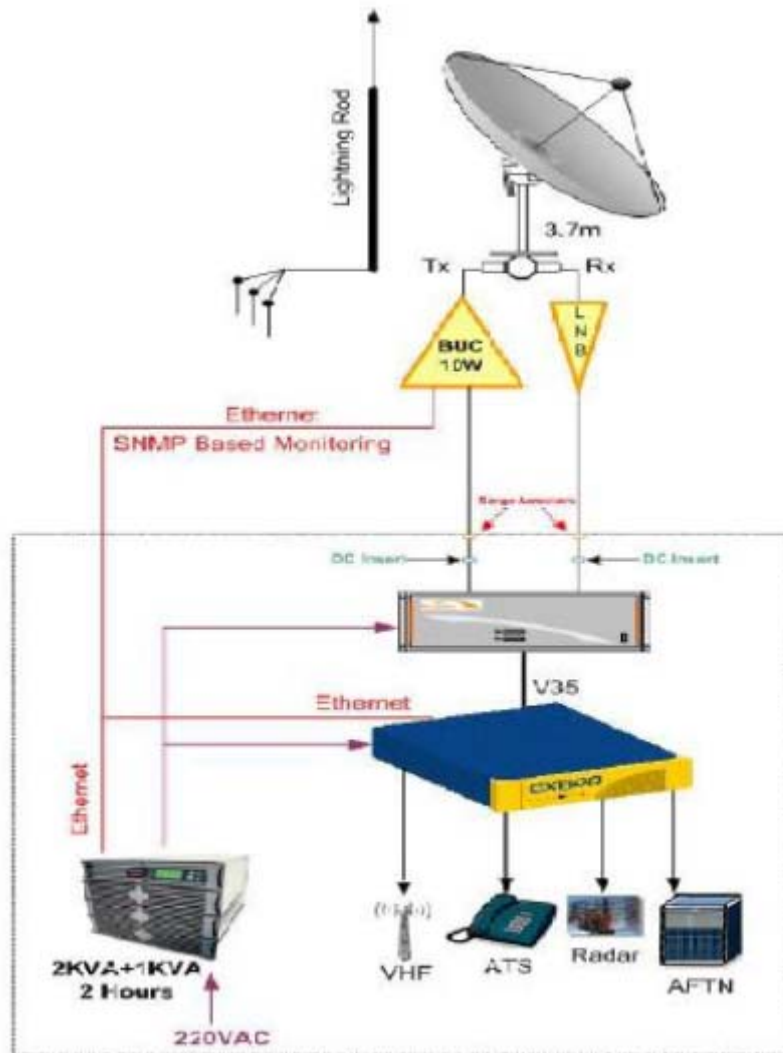


Figura 8: Ejemplo de VSAT para Aplicaciones ATS/ATC

Nota: El Integrador General Dynamics SATCOM presentó una solución idéntica a la da INEO y la única diferencia fue en el FRAD de fabricación VERSO en vez de MEMOTEC.

4. Conclusiones

4.1 Del punto de vista tecnológico, hay una gran variedad de soluciones vinculadas a las aplicaciones que serán cargadas.

4.2 Las plataformas presentadas pueden ser “hub centric” o “hubless”, con una serie de tecnologías de acceso al medio, velocidades de transmisión y modulaciones.

4.3 Los estudios hechos por la administración brasileña apuntan para la viabilidad del uso de la tecnología IP en aplicaciones aeronáuticas.

4.4 En lo que respecta a las aplicaciones de voz, es hecho que el VoIP fue desarrollado para aplicaciones de telefonía y no de radio. Sin embargo, se nota que los esfuerzos mundiales están concentrados en la evolución de la tecnología IP lo que representa que a lo largo del tiempo la industria debe tomar en cuenta las necesidades aeronáuticas. Así, no se restringe, en un proceso licitatorio, el uso de IP, si es probada la factibilidad del empleo.

4.5 Además de eso, el ACP, por medio del ACP/WG/I, está desarrollando el Doc 9896 que estandariza las aplicaciones ATN con el uso de IP.

4.6 En relación a los resultados del trabajo hecho en Brasil, llegase a la conclusión de que no se debe imponer tecnología cualquiera para uso en la red satelital. El foco tendrá que ser dado a las características de desempeño de las aplicaciones, los costos de adquisición de equipos y recurrentes mensuales.

4.7 Los proponentes en una licitación deberán presentar resultados que comprueben que sus tecnologías contemplan los requerimientos de desempeño establecidos.