

LA ARMADA ARGENTINA EN EL GOLFO PERSICO
Desfile de la Victoria - Abanderado naval de la delegación argentina. Nueva York, 10 de junio de 1991.

PRECIO DEL EJEMPLAR EN LA REPUBLICA ARGENTINA 40.000 Australes - EN EL EXTERIOR US\$ 4



BOLETIN

Número **763** DEL

CENTRO NAVAL

FUNDADO EN MAYO DE 1882
INVIERNO 1991 - VOLUMEN 109

- GEOPOLITICA DEL PETROLEO:** PETROLEO Y GEOPOLITICA / DESREGULACION
- CRISIS INTERNACIONALES:** GOLFOS PERSICO Y FONSECA / CONTROL NAVAL DE CRISIS
- ESTRATEGIA GENERAL:** ETICA Y RR.II./ PERESTROIKA/TIEMPO Y ESTRATEGIA
- TECNOLOGIA:** UNA EXPERIENCIA SATELITAL
- SOCIOLOGIA MILITAR:** ENTREVISTA PTE. INWC / FORMACION EN LA USN / PROMOCIONES FF.AA. / MODELO FORMACION OFICIAL
- SALVAMENTOS:** DOS EXPERIENCIAS JURIDICAS
- HISTORIA:** MAS ACA DEL MAR / LA GUERRA RUSO-JAPONESA
- SECCIONES FIJAS:** ESTELAS AJENAS / BIBLIOGRAFIA / HUMOR



CORREO ARGENTINO CENTRAL (E)	FRANQUEO PAGADO CONCESION Nº 4830
	TARIFA REDUCIDA CONCESION Nº 1023



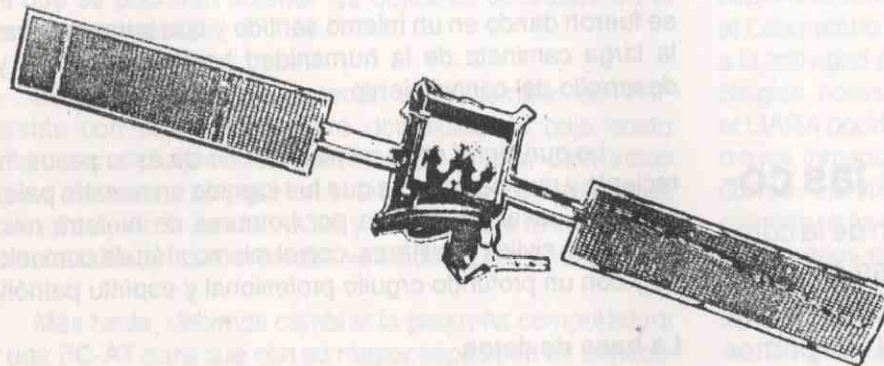
LA ARMADA Y UNA EXPERIENCIA EN EL AREA SATELITAL

JUAN CARLOS PARRA
GUILLERMO A. FROGONE

CDU 355.3: 629.783

Recibido:

02 de noviembre de 1990



El ingeniero **Juan C. Parra** se graduó en 1977 como ingeniero en Electrónica (Comunicaciones) en la Universidad Tecnológica Nacional (F.R. Avellaneda). Ingresó a la Armada en 1978 realizando los cursos CUINA y CUCOPRO.

Se especializó en Microprocesadores (U.N.L.P.) y en Guerra Electrónica de Telecomunicaciones (George Washington University, EE.UU.). Completó su capacitación en otros rubros a través de seminarios y simposios en el país y en el extranjero.

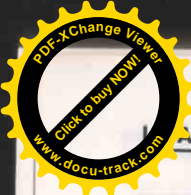
Jefe de Comisión Técnica Asesora del Servicio Auxiliar de Radioaficionados de la Armada (SARA). Gerente de Hardware del proyecto ADITAR.

Ha ejercido la cátedra en la enseñanza media y universitaria.

En 1988, a su solicitud, pidió la baja de la Armada. Es socio adherente N° 7918 del Centro Naval.

El capitán de corbeta **Guillermo Alfredo Frogone**, egresó de la ESNM con el grado de guardiamarina en 1973. Cursó la ESOA en la especialidad Comunicaciones en 1977. Sus destinos en la Armada fueron: aviso A.R.A. *Yamana*, portaaviones A.R.A. *25 de Mayo*, Comando de la Flota de Mar, Base Aeronaval Punta Indio, destructor A.R.A. *Piedra Buena*, corbeta A.R.A. *Drummond*, destructor A.R.A. *Santísima Trinidad* y primera división corbetas.

Actualmente revista como jefe de Operaciones del Servicio de Comunicaciones Navales.



396

El advenimiento de las co-

municaciones digitales. La incorporación de la computadora en la estación de radio. La base de datos inteligente y el manejo de mensajes. El conjunto radio-computadora y el medio espacial. El primer satélite argentino de comunicaciones. La estación terrena. De como, con elementos simples y a un bajo costo, se pudieron realizar las primeras experiencias vía satélite en el ámbito de la Armada. El futuro. Posibilidades y limitaciones. La aplicación operativa.

La comunicación

Desde los primeros intentos de Guillermo Marconi a principios de siglo y hasta nuestros días, la actividad del hombre en su intento por vencer las distancias comunicándose ha sido incesante. Por esa historia han pasado ya todo tipo de ingenios, los que confluyen en la magnífica realidad tecnológica que hoy nos sorprende y deslumbra.

Esa misma historia está llena de pequeños pasos que

se fueron dando en un mismo sentido y que sumados, hacen la larga caminata de la humanidad hacia el progreso y el desarrollo del conocimiento.

Lo que sigue es la crónica de uno de esos pasos, muy reciente y muy cercano ya que fue logrado en nuestro país, en el medio naval y fue dado por hombres de nuestra misma condición, civiles y militares, con el mismo afán de comunicarse y con un profundo orgullo profesional y espíritu patriótico.

La base de datos

En el ámbito de la Armada, desde hace ya 29 años funciona el Servicio Auxiliar de Radioaficionados (SARA), dependiente del Servicio de Comunicaciones Navales. Su misión es nuclear a un nutrido grupo de personas afines al medio naval, con aptitudes en el arte de las comunicaciones, que brindan un valioso aporte desde el medio civil en apoyo a las actividades de los buques y de las Bases Antárticas en tiempo de paz y con capacidad de movilización en tiempo de guerra. Prueba de esto último son sus actuaciones en 1978 y 1982.

Este heterogéneo grupo humano, diseminado por todo el país, mantiene permanente contacto con las autoridades de la fuerza y participa continuamente en un amplio programa de ejercitaciones tendiente a preservar su capacidad operativa y elevar el nivel técnico, a fin de compatibilizarlo con los medios y doctrinas utilizadas vigentes en la Institución.

En este marco, a principios de 1990 se planificó una estrategia que permitiese al SARA alcanzar los niveles de desarrollo técnico que ya habían adquirido algunos radioaficionados argentinos y que, vistas las posibilidades presupuestarias, insumiera la menor inversión con el mayor rédito en concepto de adquisición de tecnología y enseñanza para los integrantes.

Se analizaron los medios disponibles en la estación cabecera de Buenos Aires y se planteó la ingeniería necesaria para que se pudieran obtener los objetivos deseados en el menor tiempo posible.

Se comenzó interconectando un transmisor de VHF existente con una computadora doméstica de bajo costo mediante una plaqueta de construcción propia. Con estos simples elementos se puso en el aire la primera estación de Packet-Radio en la norma AX.25 y se incorporó la capacidad de transmisión de datos en alta velocidad y sin errores.

Más tarde, debimos cambiar la pequeña computadora por una PC-AT para que con su mayor capacidad de almacenamiento de información permitiese soportar el tráfico de mensajes que crecía vertiginosamente. Con la nueva computadora se incorporó un programa que habilita el poderoso correo electrónico y a esta facilidad se le agregaron una docena de archivos de información renovables con temas diversos. No podían estar ausentes temas específicos de nuestra actividad como Navegación, Historia Naval Argentina, etc.

A la facilidad de acceder por radio a esta fantástica base de datos se le incorporó el medio telefónico. Ahora no sólo se brindaba este servicio a todos los radioaficionados de la zona que se conectaban por VHF sino que también cualquier organismo que dispusiese de una computadora con modem telefónico podía acceder a ella. También a través de la estación de radio teníamos acceso una veintena de bases de datos nacionales y podíamos intercambiar mensajes y textos con un

sinnúmero de similares del resto del mundo. Las posibilidades se multiplicaban superando lo imaginable. Los mensajes dejados en la computadora del SARA son enrutados hacia el destinatario aun más allá de nuestras fronteras, ya que cada hora y en forma automática, nuestra máquina establece un contacto con otras redes de datos e intercambia el tráfico. Así es como en cuestión de minutos se reciben boletines y mensajes originados en Japón, Nueva Zelanda, etc.

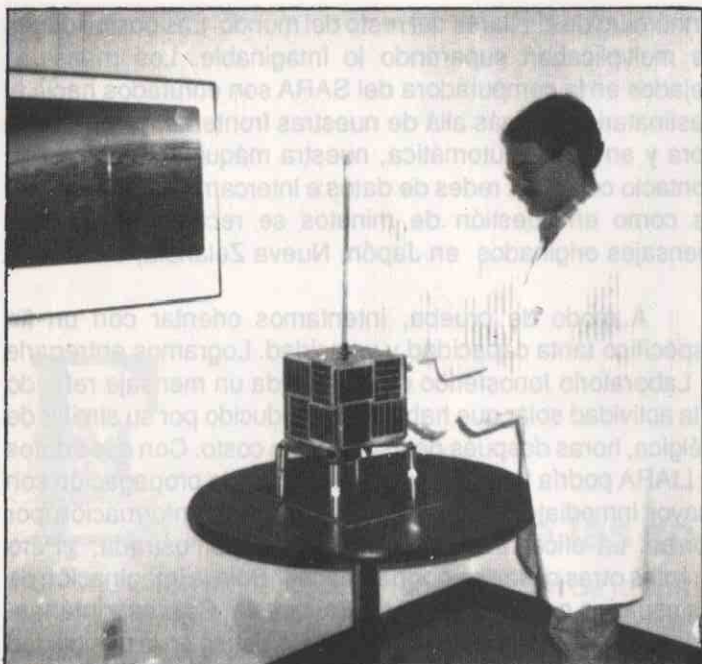
A modo de prueba, intentamos orientar con un fin específico tanta capacidad y velocidad. Logramos entregarle al Laboratorio Ionosférico de la Armada un mensaje referido a la actividad solar que había sido producido por su similar de Bélgica, horas después de escrito y sin costo. Con esos datos el LIARA podría formular sus pronósticos de propagación con mayor inmediatez que cuando recibía esta información por correo. La eficacia del método estaba demostrada. ¿Pero cuántas otras cosas se podrían hacer? Sólo la imaginación de los usuarios es capaz de dar la respuesta. Casi espontáneamente el grupo de ingeniería del SARA pensó en la posibilidad de incorporar en el archivo de navegación informaciones de interés general como los avisos a los navegantes, el pronóstico meteorológico y de olas, la tabla de mareas... Seguíamos sumando y el acceso a la computadora por HF desde un buque en el mar era sólo cuestión de proponérselo ya que los medios materiales necesarios a bordo se reducían a unos pocos elementos y una buena dosis de ingenio.

El Lusat-1

Dentro del programa de lanzamientos de satélites de comunicaciones geo-estacionarios que anualmente formula la agencia espacial europea ARIANE, se estableció que para el proyecto SPOT-2 a lanzarse hacia fines de 1989, había disponible lugar para transportar una carga secundaria aprovechando el mismo cohete de la misión.

El grupo AMSAT-USA (Amateur Satellite Association) es una sociedad civil norteamericana sin fines de lucro,





Un radioaficionado argentino muestra el LUSAT-1 terminado antes de su colocación a bordo del ARIANE.

compuesta por radioaficionados que entusiastamente investigan temas relativos a la utilización de satélites de comunicaciones en forma amateur. Este grupo disponía de un proyecto de satélite de uno de sus miembros que parecía interesante de ensayar. Se contaba con la experiencia de 13 artefactos colocados en órbita anteriormente. AMSAT-USA propuso en 1988 a sus filiales en aquellos países que ya habían dado muestras de interés y capacidad técnica, la posibilidad de llevar a cabo un proyecto en conjunto para esta nueva familia de micro-satélites.

La filial argentina de AMSAT, estudió el tema y en atención al tiempo disponible hasta la fecha de lanzamiento, optó por encarar la construcción del microsatélite argentino con medios propios, apoyándose en sponsors locales que

financiarían los materiales y el viaje de un estudiante argentino a Bolder, Colorado, USA para colaborar directamente en la construcción y producir la consecuente transferencia de tecnología.

Finalmente el 22 de enero de 1990 a medianoche y desde Kourou, Guayana Francesa, se lanzó junto al SPOT-2 el grupo de los cuatro microsatélites pertenecientes a AMSAT-USA, AMSAT-Argentina, AMSAT-Brasil y los de las Universidades de Utah-USA y de Surrey-Gran Bretaña.

Ciento nueve minutos después del lanzamiento, luego de haber sobrevolado el Polo Norte, el Océano Pacífico y la Antártida y cuando estuvo a la vista de nuestro territorio, desde Villa Madero, provincia de Buenos Aires, un radioaficionado argentino le emitió las órdenes para que iniciara su funcionamiento. Hasta la fecha ha completado más de 2500 órbitas emitiendo telemetría y actuando como repetidor digital de comunicaciones.

Su funcionamiento aún no está completo, ya que se le incorporará el programa que le permitirá recibir mensajes en una zona del planeta y depositarlos en cualquier otra durante su vuelo, esta modalidad se denomina "correo electrónico" o bien "Store and Forwarding".

Mientras tanto, ha servido de valioso apoyo para efectuar investigaciones sobre la incidencia de partículas libres en la estratósfera del Atlántico Sur que están llevando a cabo científicos de la CNIE.

Consiste básicamente en una caja cúbica de 23 centímetros de lado con un peso de 7,5 Kg. En líneas generales los cuatro micro-satélites son iguales salvo el argentino al que se le agregó un transmisor adicional de telegrafía totalmente diseñado y construido en el país.

En el interior se alojan una computadora del tipo PC-AT, dos transmisores de UHF de sólo 4 watts de potencia, cinco



receptores y sensores de temperatura. El exterior presenta las antenas y los paneles solares para alimentación. La construcción del satélite es sumamente compacta y modular.

Como dato adicional se puede mencionar que el costo total del satélite puesto en órbita rondó los 120.000 dólares, incluyendo en esta suma todos los gastos derivados de ensayos previos y los derechos de lanzamiento.



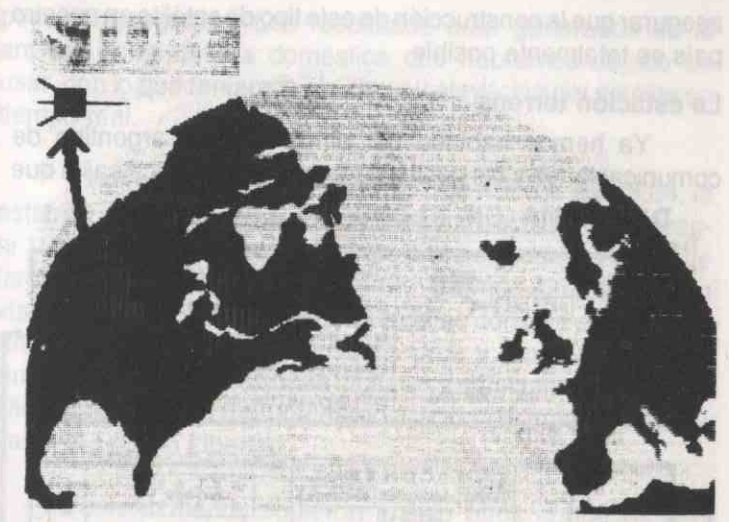
altura: 822 Km

una vuelta
a la TIERRA
cada 100 minutos

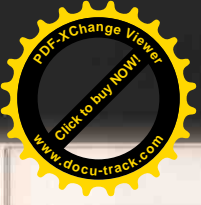


INCLINACION
de la ORBITA:
98.7 grados

orbita
SOL-SINCRONICA



Cabe recordar que su utilización está plenamente abierta a todo tipo de experimentación para radioaficionados, grupos universitarios y fines educativos. Hecha la excepción de los medios necesarios para la puesta en órbita, podemos



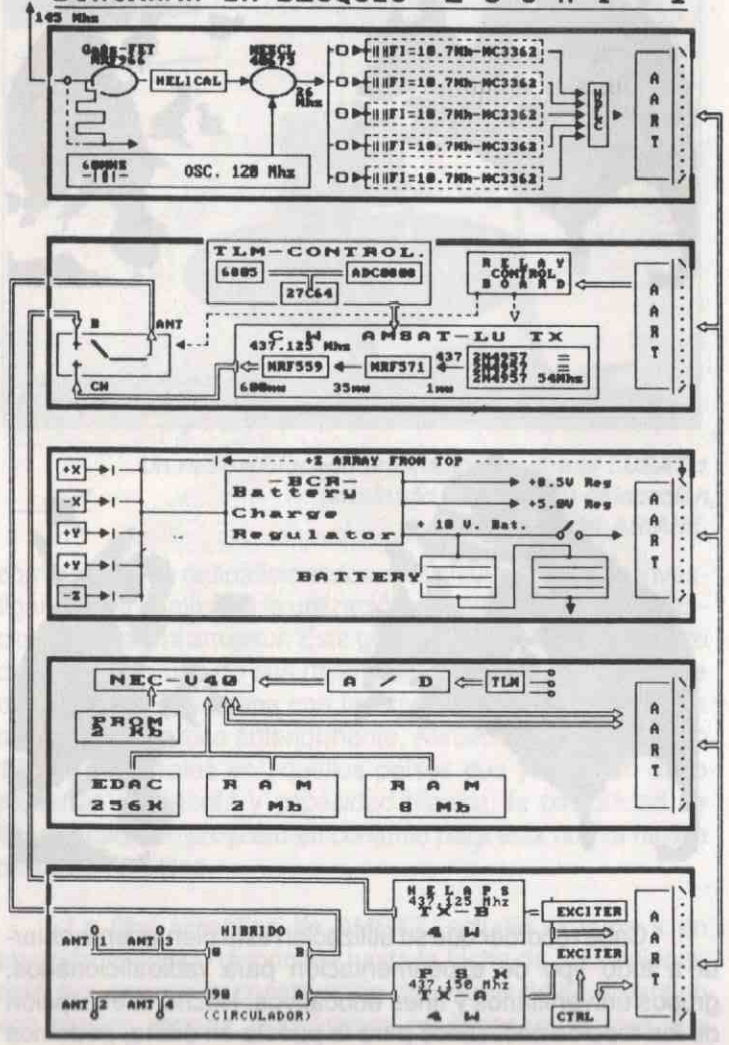
LA ARMADA Y UNA EXPERIENCIA EN EL AREA SATELITAL

asegurar que la construcción de este tipo de satélite en nuestro país es totalmente posible.

La estación terrena

Ya hemos hablado del primer satélite argentino de comunicaciones y las posibilidades de esta mágica cajita que

DIAGRAMA EN BLOQUES L U S A T - 1



400

sobrevuela nuestro territorio unas seis veces por día a 820 Km de altura.

Por otro lado, la computadora del SARA, con su poderosa capacidad de manejo de tráfico de mensajes e informaciones generales vinculada por varios medios a la comunidad de radioaficionados, a los que se suman como usuarios potenciales las unidades y organismos de la Armada, estaba en su plenitud operativa.

¿Cómo vincular ambos gigantes tecnológicos en un verdadero sistema?

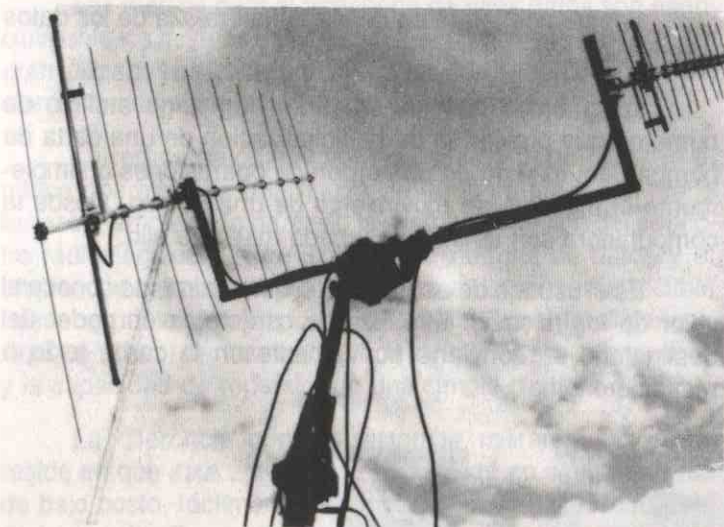
Para esto también fue necesario implementar la ingeniería correspondiente atendiendo a la minimización de recursos. Esta se redujo a obtener un transceptor capaz de recibir la emisión del satélite en 437 Mhz y emitir simultáneamente en 145 Mhz. Este equipo de singular concepción técnica fue conectado a la computadora y los resultados superaron las más tímidas expectativas.

Pero fue necesario superar dos dificultades: el efecto Doppler y el tracking de antena.

Como consecuencia de la velocidad propia del satélite, unos 7 km por segundo, se hace notorio el efecto Doppler en la frecuencia recibida en tierra. Esto nos lleva a tener que resintonizar continuamente el equipo receptor siguiéndolo con la perilla de sintonía.

Por su órbita circular y ángulo de inclinación respecto del Ecuador, para un observador terrestre el satélite describe una trayectoria matinal de Norte a Sur y nocturna de Sur a Norte. La elevación del mismo respecto del horizonte varía desde los 0 grados hasta el zenit. Además desde su aparición hasta el ocaso sólo transcurren unos 20 minutos, por lo que fue necesario disponer de un conjunto de antenas capaces de seguirlo en azimut y elevación con una considerable precisión.

El primero de estos desafíos fue superado electrónica-



Detalle de las antenas de VHF y UHF para seguimiento del satélite con sus rotores de azimut y elevación.

mente haciendo que la computadora corrija continuamente la frecuencia del receptor para mantenerlo sintonizado automáticamente. El segundo problema tuvo una solución más humanizada: entrenamos al operador de antenas en el seguimiento de objetos móviles para que mantuviese las antenas en puntería. Esta tarea fue realizada por un conscripto de la clase 1970 que actualmente cumple tareas en el Servicio de Comunicaciones Navales.

Por supuesto que un objeto de tan pequeño tamaño no es visible a esa distancia. ¿Cómo saber dónde está el satélite en un instante dado? ¿Hacia dónde apuntar inicialmente la antena?

Afortunadamente la NASA difunde regularmente los parámetros keplerianos de la mayoría de los objetos que circulan por el espacio. Estos parámetros que recibíamos en forma de mensaje por Packet-Radio, los introducimos en un programa que calcula la efemérides del satélite para nuestra

posición geográfica. Los resultados eran generados en la antigua computadora doméstica que habíamos dejado de usar, con lo que teníamos el azimut y elevación del satélite en tiempo real.

Finalmente, el 21 de setiembre de 1990 a las 23:34, la estación del SARA estableció contacto con el LUSAT-1 durante 18 minutos e intercambió datos a la perfección. Días más tarde, desde la estación en Palermo, Buenos Aires y también vía satélite, se intercambiaron mensajes con una estación de Río Gallegos, provincia de Santa Cruz y durante el primer simposio de comunicaciones digitales y satelitales para radioaficionados se efectuó una demostración de enlace desde y hacia el Edificio Libertad.

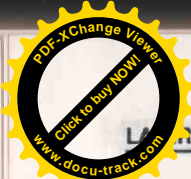
Posteriormente siguieron a esto otros contactos con diversos ingenios del hombre en el espacio, tal el caso del satélite japonés JAS-1.

Posibilidades y limitaciones

Ya se han descrito en forma por demás reducida algunas de las posibilidades del sistema de tráfico de mensajes. A esto debe agregarse que el criterio básico del método de paquete de datos posibilita un tráfico totalmente libre de errores lo que permite el intercambio de programas y textos de cualquier longitud. A ello, deben sumarse algunos tópicos relativos a la facilidad de repetidores que poseen todas las estaciones y la interconectividad entre circuitos de VHF y HF ampliando ilimitadamente el alcance de una estación mínima y haciendo un uso racional de la potencia disponible.

En todo el conjunto se debe considerar al satélite como una estación más, que sólo tiene mayor alcance y movilidad propia.

La única limitación que hasta el momento merece consideración está referida a la velocidad de los datos. Para los circuitos de VHF el límite aparece a los 9600 baudios sin



modificar los equipos corrientes mientras que para los circuitos de HF éste se reduce a tan sólo 600 baudios debido a la naturaleza del medio de propagación, la ionósfera.

Para la aplicación que nos ocupa, esta frontera parece demasiado débil frente a las ventajas expuestas.

La aplicación operativa

Para analizar una aplicación operativa de lo mostrado debemos distinguir dos aspectos: la red de datos en sí misma y el medio satelital como apoyatura de la primera.

Separemos ahora en la red, la naturaleza de los datos y lo medios para su transporte.

Imaginemos que los datos son un largo archivo de números que provienen de la digitalización de una carta de bombardeo, el texto de una orden de operaciones o simplemente el mensaje de movimiento de una unidad. Desde la computadora son sólo datos y nada más que ello.

Es el usuario de esos datos el que realmente conoce el valor de los mismos. Esa lista de caracteres en poder del destinatario se convierte nuevamente en la carta, texto o mensaje original.



Estación de Comunicaciones y Control Satelital del SARA y sus operadores durante una transmisión al Satélite Argentino LUSAT-1.

Los medios para el transporte de esos datos son esencialmente los mismos enlaces radioeléctricos que hasta ahora eran utilizados para voz humana, a los que se le han agregado elementos mínimos externos sin desnaturalizarlos.

La red de datos es capaz de soportar con facilidad el tráfico operativo de una fuerza de tareas tanto naval como terrestre, empleando para ello la misma ocupación del espectro radioeléctrico. La transmisión de ráfagas de datos y el empleo de bajas potencias lo hace particularmente factible desde el punto de vista de la SIG-INT (Signal Intelligence). Aquí se sostienen los métodos de difusión para submarinos y la capacidad de repetidor de una simple mochila de IM.

La diferencia con los sistemas militares conocidos reside en que esta aplicación está basada en computadores de bajo costo, fácilmente obtenibles y cuya flexibilidad está dada por el software empleado.

Dentro de los medios de transporte de señal, el satélite de órbita baja no resulta en principio un recurso militar aplicable por el bajo tiempo de disponibilidad. Para ser de alguna utilidad debería pensarse en una constelación de ellos con el objeto de lograr continuidad, pero se incrementa linealmente el costo y es demasiado vulnerable a las contramedidas electrónicas. Por el momento no se aprecia una aplicación militar muy rentable de este elemento en un Teatro de Operaciones.

**DE PROXIMA
APARICION**

SATELITES Tomo II

por el capitán de navío **Néstor Antonio Domínguez**

INSTITUTO DE PUBLICACIONES NAVALES

Av. Córdoba 354 (1054) Buenos Aires - Argentina - Tel. 311-0042 y 0043

Corolario

Si nos remitimos a los resultados obtenidos podemos decir que en función de los medios involucrados el balance costo-prestaciones resulta exageradamente favorable y hasta desmesurado. No debe perderse de vista que si bien el conjunto de aplicaciones ha tenido en esta oportunidad un matiz puramente amateur, no por ello deja de constituir una alternativa válida como medio de obtención de experiencia y formación técnica.

Sólo de la comprensión de los sistemas más elementales y de su ensayo y manipulación surge el desarrollo posterior de técnicas más depuradas. Para alcanzarlas es necesario recorrer el camino previo, que partiendo de hechos simples nos lleven a adquirir, con acabada solvencia, las capacidades que nos ofrece la ciencia de nuestros días.

Bibliografía sugerida

- The Packet Radio Handbook.** Jonathan May. TAB Books Inc. 1987.
- Proceedings del Primer Simposio de Comunicaciones Digitales y Satelitales para Radioaficionados.** AMSAT. Buenos Aires 1990.
- Data Communications Standards.** H. Folts Mac Graw-Hill. New York. 1979.
- Satélites.** C. Huertas. Ed. HASA. Buenos Aires 1988.
- Packet Radio TNC System.** Tucson Am. Group. TAPR. USA. 1984.
- The Amateur Radio Handbook.** Ed. ARRL. Newington CT. 1990.