

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES NAVALES

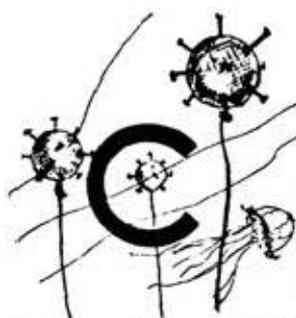
Por

Rolando ROGERS Mora

Capitán de navío, Armada de Chile

1. Introducción

Exposición del Jefe de la Delegación de Chile ante la V Conferencia Interamericana de Jefes de Comunicaciones Navales efectuada en San Diego, California, entre el 23 y el 27 de septiembre de 1974.



CUANDO SE analizan los métodos de operación del Sistema de Telecomunicaciones Navales

Interamericano IANTN, las técnicas modernas de telecomunicaciones actualmente en uso, la reglamentación internacional sobre radiocomunicaciones, las recomendaciones de los organismos tales como ITU, CCITT y CCIR y finalmente la calidad de los equipos entregados por la Armada de EE.UU. de A. para este propósito, se concluye que el sistema es ineficiente y que la confiabilidad y disponibilidad es baja. Que los métodos de operación son anticuados; que en general los equipos están obsoletos, y finalmente que en algunos países la operación es antieconómica y perjudica la calidad y tecnología de sus sistemas de telecomunicaciones.

Lo anterior es válido en el caso de la Armada de Chile. A continuación se analizarán algunos aspectos que demuestran la situación expuesta; las necesidades, los

requerimientos más inmediatos y algunas sugerencias para elevar el nivel y la eficiencia general del sistema IANTN.

2. Operación Telegráfica

El formato de mensaje telegráfico, que describe el Manual y el procedimiento de operación corresponde, en general, al de circuitos punto a punto, operando en telegrafía manual, con código morse; sin embargo, recomienda además la operación por máquinas teleimpresoras operando en código de 5 momentos, cada vez que sea posible.

Desde el punto de vista del tráfico, una red que opera con métodos distintos en sus enlaces, algunos en código morse y otros en códigos de 5 momentos, no sirve cuando deban emplearse estaciones de transferencia (relay station) debido a la demora que se origina al cambiar el mensaje de un código a otro; además, aquellas estaciones de tráfico intenso, la conversión y transmisión de mensajes, algunos en teleimpresores, a 66 palabras por minuto y otros en código morse de 20 a 25 palabras por minuto, originará un atochamiento de mensajes.

Los sistemas que operan con 2 códigos, como el caso de IANTN, generalmente se enlazan como red radial, varias estaciones periféricas se unen a una estación control central, con el propósito de disminuir la necesidad de cambio de códigos. Además, algunos enlaces periféricos, con intereses comunes en el tráfico, en algunas situaciones particulares, por ejemplo durante las recientes visitas a Chile de los Comandantes en Jefe de las Armadas de Brasil y Argentina, deberán establecer enlaces directos especiales para atender estas actividades. Si consideramos el sistema en conjunto, la disponibilidad del servicio depende casi exclusivamente de la Estación Control Central; en el caso de imposibilidad de un enlace directo con ella, el ruteo del tráfico deberá hacerse vía una o más estaciones periféricas, las cuales en general no se encuentran preparadas para atender emergencias.

Por lo anterior se recomienda adoptar comunicaciones telegráficas, por teleimpresoras, en las comunicaciones con la Estación Control Central (Balboa) y entre las estaciones periféricas.

Los standards de las comunicaciones telegráficas, adoptadas según IANCP, establecen emisión F1, variación o desplazamiento de frecuencias 850 Hz, velocidad telegráfica 50Bd. La señal citada requiere para su emisión 1,1 KHz de ancho de banda.

Por otra parte, considerando que algunas estaciones operan con código morse A1, y velocidad de manipulación de 30 palabras por minuto, el ancho de banda autorizado es aproximadamente 120 Hz. Por tanto, el cambio de la emisión de A1 a F1, manteniendo las frecuencias portadoras, originará algunas dificultades a otros usuarios del espectro electromagnético, debido al mayor ancho de banda de la señal F1.

También es conveniente tener presente que en la práctica comercial hace varios años dejó de usarse el desplazamiento de 850 Hz y velocidades telegráficas de 50 Bauds. En la actualidad los equipos de la Marina Mercante destinados a los enlaces buque-tierra operan con un desplazamiento de frecuencia de 170 Hz, velocidad telegráfica óptima 75 Bauds y velocidad máxima 100 Bauds (a 50 Bauds el ancho de banda requerido para un desplazamiento de 170 Hz es 250 Hz).

Es obvio que si a la frecuencia portadora autorizada para una señal dada, se cambia la señal por otra que requiere mayor ancho de banda, mientras mayor sea ésta, mayores serán las dificultades, y por lo tanto, será más sencillo duplicar que quintuplicar el ancho de banda. Por otra parte, la reducción del ancho de banda en la etapa preseleccionadora producirá mejor razón señal-ruido, 6dB en relación al desplazamiento de 850 Hz.

Los sistemas telegráficos, con teleimpresoras, en operación normal requieren mayor razón señal-ruido que la necesaria en la telegrafía normal, código morse, salvo que usen algunos sistemas especializados, tal como el "Piccolo".

En general podemos decir que la recepción de señales F1, con desplazamiento de frecuencia de 850 Hz y velocidad telegráfica de 50 Bauds requiere 13dB de razón señal-ruido superior que la señal de telegrafía manual, código morse, manipulando a 20 palabras por minuto.

De lo anterior se concluye que un transmisor de 1 Kw, con antena dipolo, que opera satisfactoriamente en telegrafía A1 un enlace determinado, al cambiar su emisión a telegrafía, código de 5 momentos, con desplazamiento de 850 Hz y velocidad de 50 Bauds, necesitará otro transmisor de 7 Kw y una antena de 5dB de ganancia en relación al dipolo, para obtener igual operación satisfactoria que la del enlace A1.

Algunos países, entre ellos Chile, en sus comunicaciones navales telegráficas emplean sistemas automáticos de conmutación de mensajes y sería ventajoso interconectar los enlaces IANTN directamente, con lo cual se obtendría la recepción y o entrega de mensajes desde cualquier punto del territorio nacional sin la participación de un operador en el Centro de Mensajes nacional del sistema IANTN.

El empleo de un sistema como el indicado requiere adoptar un formato de mensaje IANTN para centrales telegráficas automáticas de conmutación de mensajes y mejorar la disciplina de comunicaciones de la estación que origina el mensaje a fin de prevenir o evitar los errores antes de la entrega al sistema de conmutación automática.

En los enlaces en banda 7 (HF) la eliminación de errores de transmisión requiere el empleo de técnicas y correctores automáticos de errores, como las descritas en las Recomendaciones de CCIR N^{os}. 342 y 476. La primera destinada a rutas de alta densidad de tráfico, más un circuito duplex de 50 Bauds y la segunda Recomendación CCIR a canales telegráficos únicos que operan en forma simplex o semi duplex.

El empleo de sistemas correctores de errores, en conjunto con emisiones con desplazamiento de frecuencia pequeños, permitirá obtener operación satisfactoria sin necesidad de emplear transmisores de potencia mayor: sin embargo, se recomienda el uso de antenas directivas para disminuir las interferencias innecesarias a usuarios de la misma frecuencia, en otras partes del mundo.

3. Operación Telefónica

El procedimiento de radiotelefonía indicado en el Manual del Sistema IANTN parece diseñado para comunicaciones

simplex "push to talk" (adelante cambio); se estima además conveniente que los usuarios autorizados del enlace telefónico IANTN tengan acceso directo a los sistemas telefónicos navales nacionales. Lo anterior no es factible con el sistema actual.

Por consiguiente, el diseño de los circuitos telefónicos de IANTN deberá hacerse para operación duplex, con equipos apropiados supresores "singing suppressors", amplificadores de volumen constante, etc. La aplicación de técnicas de procesamiento de señales telefónicas, tal como Lincompex, ha demostrado prácticamente la mejoría que se obtiene en la calidad de la señal, y en la disponibilidad del circuito telefónico. Lo anterior está contenido en el Informe CCIR N^o 354/1.

Según éste, la estación receptora que usa Lincompex tiene 10dB de mejor razón señal-ruido respecto a la que no lo use.

La implicancia económica y ventajas del sistema en relación a la potencia transmitida es obvia y es conveniente destacarla.

Respecto a la seguridad de las comunicaciones telefónicas en los enlaces HF se obtendría mediante codificadores de voz apropiados.

4. Modernización de Tecnología y Equipos

De lo expuesto se concluye la necesidad de aplicar técnicas modernas de comunicaciones al sistema IANTN por las enormes ventajas que presenta.

Lo anterior hace necesario el reemplazo de algunos equipos por otros de mayor estabilidad y exactitud de frecuencia, tanto en los excitadores de los transmisores como en los receptores.

La alternativa de continuar usando los procedimientos actuales y equipos que no cumplen los standards modernos de operación significará continuar con las deficiencias de los enlaces o bien emplear transmisores de mayor potencia y antenas de mayor ganancia, en vez de hacer uso de técnicas modernas para mejorar la eficiencia operacional del sistema.

El continuar usando equipos obsoletos obliga a usar potencias excesivas, el mantenimiento se hace cada

día más difícil, la falta de repuestos a precios económicos y los largos plazos de entrega, son factores que afectan gravemente la confiabilidad y disponibilidad operacional de los enlaces.

El material usado en IANTN deberá cumplir las recomendaciones y reglamentación de ITU, CCITT y CCIR, con el objeto de disminuir los reclamos por mal uso del espectro electromagnético, patrimonio de la humanidad, y hacer además compatibles con otros equipos y sistemas de los países americanos.

Los equipos modernos, de estado sólido, aunque más complejos que los que usan válvulas, son en general de mayor confiabilidad y estabilidad de operación. Por consiguiente, el mantenimiento preventivo y correctivo se reduce considerablemente; igualmente la potencia eléctrica y el espacio de instalación se reduce en forma dramática.

El uso de equipos excitadores y receptores modernos permite el empleo de técnicas modernas sin necesidad de emplear transmisores de mayor potencia, por lo cual las ventajas económicas de la inversión de capital y costo de ganancia son enormes.

Las válvulas de potencia de los transmisores son de elevado costo y vida media de operación limitada. Por ello el costo de reemplazo de las válvulas es un factor importante en el valor de operación de la estación; el precio del tubo en general está en relación directa con la potencia de salida. Además, todo aumento de potencia transmitida normalmente requiere mayor espacio físico en la estación transmisora, y aumento de consumo de energía eléctrica, parámetro que deberá sumarse al costo de capital y de operación.

De lo anterior se concluye la conveniencia de emplear equipos de estado sólido, excitadores y receptores, en las instalaciones IANTN, a fin de continuar con los niveles de potencias actualmente en uso y la adopción de técnicas modernas de operación para aumentar la eficiencia general del sistema.

5. Enlace Santiago - Balboa

5.1 Requerimientos Militares

Las características fundamentales de

los enlaces de telecomunicaciones militares son: la rapidez, seguridad, eficiencia, confiabilidad, flexibilidad y disponibilidad. En este último aspecto, el enlace debe estar disponible y con máxima eficiencia a cualquier hora del día, cualquier día del mes y en cualquier año. Además los enlaces deben tener capacidad de tráfico de reserva, para atender circunstancias imprevistas. El enlace IANTN, y en particular el enlace Santiago-Balboa no reúne los requisitos antes citado, por lo cual la delegación chilena hace presente la necesidad de mejorar la disponibilidad, confiabilidad, flexibilidad y capacidad de tráfico de este enlace.

5.2 Enlaces en HF, rutas de alternativa

En general, en los enlaces de radio de banda 7 (HF) mientras mayor sea la capacidad de tráfico, la disponibilidad y la confiabilidad, mayor deberá ser la potencia de los transmisores y la ganancia de las antenas, mejores las técnicas de modulación y demodulación usadas, mayor la selección de frecuencias autorizadas y mejor la calidad de las estaciones transmisoras y receptoras.

Cuando no existen limitaciones económicas o políticas, deberán incluirse rutas de tráfico alternativas, mediante estaciones de relevo (Relay Station), para atender situaciones imprevistas o cuando existan dificultades en el enlace directo. Ejemplos típicos en este aspecto fueron los sistemas empleados durante la Segunda Guerra Mundial; en el tráfico Europa-EE UU., se empleó Tánger-Marruecos (R. C. A.) para evitar zonas de alta absorción o de auroras boreales que causan frecuentes interrupciones en los enlaces de HF que pasan próximos al sur de Groenlandia.

A continuación se analizarán las experiencias, los factores y parámetros que intervienen en el enlace Balboa-Santiago (trayectoria), y las sugerencias para mejorarlo a fin de aumentar la disponibilidad y capacidad del enlace.

5.3 Longitud del Enlace

La longitud total de la trayectoria es mayor de 5.000 kms.; por consiguiente, la comunicación de la onda espacial mediante un salto es imposible. En conse-

Por tanto, las frecuencias que se usen, deberán ser inferiores a las que puede transmitir Balboa, vía la región de refracción próxima al Ecuador. Esto conducirá a un aumento de las pérdidas de absorción de la onda sobre este sector de la trayectoria.

Considerando la diferencia de longitud entre Santiago y Balboa, aproximadamente 10° , existirá solamente un intervalo de tiempo muy corto en el cual uno de los terminales estará de día y el otro en la obscuridad.

5.5 Nivel de Ruido Atmosférico

Del informe CCIR N° 322 se concluye que la estación Balboa está muy próxima a una de las tres regiones del mundo de mayor nivel de ruidos atmosféricos. Según las cartas, el FAM (valor medio de ruido) en el área de Balboa en invierno y otoño, es mayor de 25dB en relación a Santiago.

Lo anterior indica que durante las estaciones del año, el producto de la potencia transmitida y ganancia de antena de Santiago deberá ser del orden de 25dB mayor que la de Balboa-Santiago, con el objeto de obtener igual Razón Señal-Ruido entre ambos terminales.

5.6 Predicción de Razón Señal-Ruido, mínima media trayectoria Balboa-Santiago

Las deducciones de la trayectoria Santiago-Balboa citadas, basadas en el análisis de propagación de 1964 en relación a la señal mínima media razón señal-ruido, establecen que para un transmisor de 1 kw. de potencia radiada, fuente isotrópica, la mínima razón señal-ruido media es 3dB para un receptor de 6 KHz de ancho de banda. Como información, en el caso de un salto simple, como de la trayectoria Valparaíso - Isla de Pascua, la razón es 29dB, lo que demuestra el efecto de un alto nivel de ruido de Balboa y la atenuación del doble salto.

Las recomendaciones de CCIR N°s. 339 - 340 establecen para los circuitos teletipos, que operan a la velocidad de 50 Bauds y emisión F1, con desplazamiento de frecuencia de 850 Hz., la mínima señal media razón señal-ruido en un

receptor de 6 KHz de ancho de banda, considerando el desvanecimiento, deberá ser del orden de 32dB.

De lo anterior se desprende que para obtener un circuito telegráfico eficiente Santiago - Balboa, el sistema deberá ser diseñado para una ganancia mínima de 29dB respecto al transmisor de 1 kw. de potencia equivalente radiada para mejorar la mínima razón señal-ruido de 3 a 32dB. Por consiguiente, en el circuito Santiago-Balboa, el transmisor deberá tener una potencia mínima de 10 Kwatt y la ganancia de antena de 19dB en relación a la antena isotrópica.

Por otra parte si se adopta la modulación de dos tonos, el desplazamiento de frecuencias de tono de 340 KHz permitirá obtener un empleo eficiente de circuitos de 100 Bauds, con sistemas diseñados para ganancia de 18dB con relación al transmisor de 1 kw. de potencia radiada o bien un transmisor de 3 kw. y ganancia de antena de 13dB.

Si se requiere disponer de capacidad de tráfico telegráfico de reserva podría emplearse un sistema de 100 Bauds. De acuerdo a la Recomendación CCIR N° 476 inicialmente podría emplearse un sistema corrector de errores y un canal simple. Un segundo canal duplex podría quedar disponible empleando el sistema multiplex corrector de errores dos canales por división de tiempo.

En el caso de los enlaces telefónicos la razón señal-ruido de 26dB, según CCIR, se considera la mínima para un "enlace apropiado entre operadores" y siempre que se empleen técnicas supresoras de ruidos.

Considerando que en los circuitos telefónicos normalmente los tonos de prueba se ajustan a un nivel de 8dB, puede concluirse que en el caso del transmisor de 1 kw. de potencia radiada la mínima razón media señal-ruido deberá ser de menos 5dB; por consiguiente, el sistema deberá ser diseñado para ganancias de 41dB respecto del transmisor de 1 kw. de potencia media radiada para lograr el grado de servicio indicado; el cual, según CCIR esté clasificado con disponibilidad de 70%.

El empleo de un sistema de procesamiento de telefonía tipo Lincompex permitirá obtener ganancias de 16dB, por

lo cual se requerirá una ganancia de 25dB con relación al transmisor de 1 kw. de potencia equivalente radiada; es decir, 4 kw p.e.p. y ganancia de antena de 19 dB.

5.7 Trayectorias Alternativas del Enlace Santiago - Balboa

Considerando la alta eficiencia del sistema de telecomunicaciones de la Armada de Chile, SITACH, no existe razón alguna para que el terminal IANTN esté ubicado en Santiago. El enlace Chile-Balboa puede ser instalado en cualquier puerto del norte del país; su ubicación en esa área disminuirá la longitud de la trayectoria bajo el límite de propagación de un salto; consecuencia inmediata es la eliminación de las pérdidas en el punto intermedio de reflexión de la onda en la superficie terrestre y el de la refracción de la misma en una región de la ionósfera.

La ubicación de la estación IANTN de Chile en el norte del país permitiría obtener la refracción en la ionósfera en un área próxima a 5° de latitud sur del Ecuador, permitiendo, por consiguiente, el empleo de frecuencias de trabajo más

altas que las que se usan desde Santiago, siendo las pérdidas menores. Lo anterior y el empleo de frecuencias más altas permitiría disminuir los efectos del nivel de ruido atmosférico en relación a lo que ocurre con las frecuencias que se usan desde Santiago.

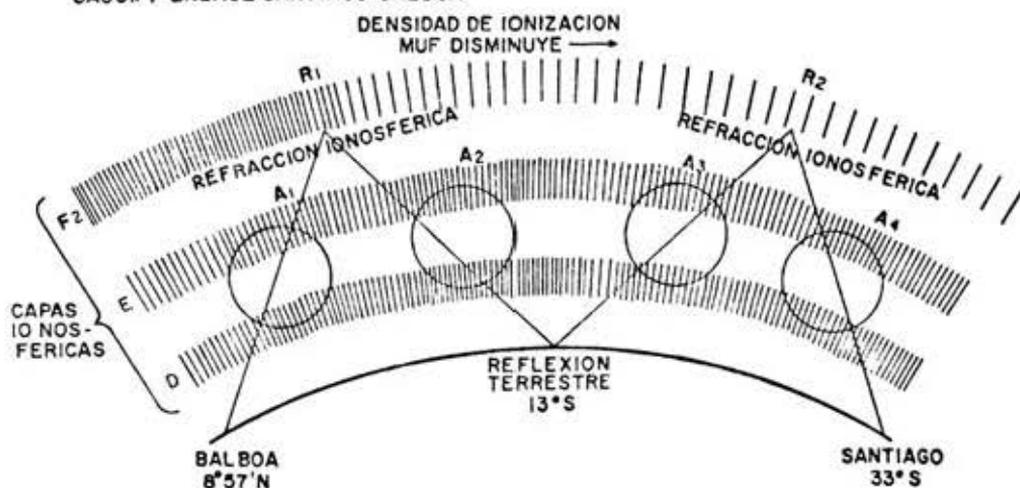
Por ello, parece probable que la operación de la estación IANTN en el norte del país, producirá mayor señal mínima media, en relación al ruido en Balboa, considerando igual potencia del transmisor y ganancia de antena.

Si consideramos las condiciones peores de propagación para el enlace Santiago-Balboa, hora y estación del año de Balboa, el aumento de frecuencia de trabajo de 5 a 7 MHz, por ejemplo, reducirá el FAM en 10dB, según el Informe de CCIR N° 322, mientras que un aumento de 1 MHz produce una mejoría de 5dB.

Por consiguiente, se estima que la reubicación de la estación IANTN en Chile, mejorará el enlace de éste con Estados Unidos de A. (estación NBA). La Armada de Chile, en consecuencia, coordinará bilateralmente con la Armada de EE.UU. la implementación de la estación IANTN en su nuevo sitio, instalación que deberá ser compatible con SITACH.

SISTEMA TELECOMUNICACIONES NAVALES INTERAMERICAS IANTN

CASO #1 ENLACE SANTIAGO-BALBOA



PERDIDAS POR ABSORCION A₁, A₂, A₃, A₄

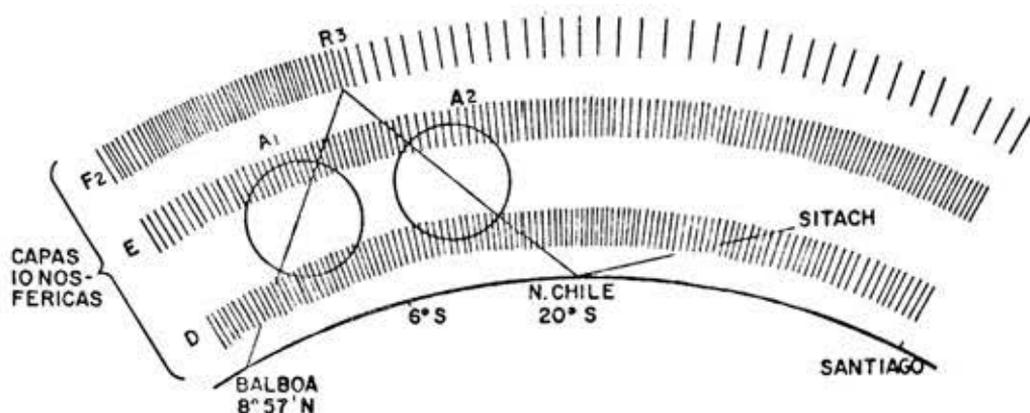
MUF EN R₁ > MUF EN R₂

∴ OWF < MUF EN R₂

∴ PERDIDAS EN A₁, A₂ EXCESIVAS

SISTEMA TELECOMUNICACIONES NAVALES INTERAMERICANO IANTN

CASO #2 ENLACE NORTE DE CHILE - BALBOA



PERDIDAS DE ABSORCION A₁A₂ TRAYECTORIA MUF FIJADA POR R₃ SOLAMENTE LA OPERACION PROXIMA AL MUF DISMINUYE LAS PERDIDAS DE ABSORCION EN A₁A₂.

6. Proposiciones para mejorar las Comunicaciones SITACH-IANTN.

6.1 Requerimientos de comunicaciones en la región sur de América

La Armada de Chile, consecuente con los compromisos internacionales de defensa hemisférica derivados de los pactos y tratados vigentes, tal como el tratado de Río (TIAR 1947), requiere disponer de enlaces telegráficos y telefónicos de alta confiabilidad y disponibilidad con la Estación Control de Balboa, y otros enlaces de igual calidad con los países que tienen la responsabilidad de la defensa de la región sur de América: Argentina en el Atlántico Sur; Chile y Perú en el Océano Pacífico Sur. En la actualidad, estos enlaces son deficientes; incluso las antenas de IANTN están diseñadas para el enlace punto a punto directo Santiago-Balboa, en circunstancias que faltan las antenas para los enlaces con Argentina y Perú.

6.2 Estaciones de control de alternativas

En caso de conflicto bélico con potencias extracontinentales, es probable que la Estación Balboa pueda quedar inope-

rante debido a su proximidad al Canal de Panamá, por lo cual se estima necesario que existan otra u otras Estaciones de Control de Alternativa, con lo cual se aseguraría mayor flexibilidad y supervivencia de la IANTN.

Incluso, lo anterior permitiría disponer de mallas de comunicaciones de alternativa para atender situaciones especiales de propagación electromagnética o de otra índole. Los enlaces con ésta o estas estaciones de control de alternativas deberán ser de alta confiabilidad, disponibilidad y calidad.

6.3 Standards

Es necesario establecer los standards a usar, tales como velocidad telegráfica, desplazamiento de frecuencia, ancho de banda etc.

En el enlace Santiago-Balboa la cantidad mínima de canales se estima en un canal telefónico y un canal telegráfico de 100 Bauds y dos tonos. La transmisión de esta señal requiere un ancho de banda de 4 KHz aproximadamente. La meta final deberá ser 4 canales telegráficos de 100 Bauds y uno de telefonía, lo cual requiere un ancho de banda de 5 KHz.

6.4 Metas a largo plazo

Como meta a largo plazo, se propone que los circuitos de IANTN puedan interconectarse a los sistemas y redes Tc privadas de las Armadas de los países miembros de IANTN, con el objeto de facilitar las comunicaciones en todos los niveles.

6.5 Ejercicios de Telecomunicaciones

En los ejercicios UNITAS y otros que efectúen los países limítrofes, deberán hacerse ejercicios de comunicaciones de los servicios fijo y móvil marítimos, empleando las redes navales del país y las del sistema IANTN.

6.6 Calidad y estado del material entregado por la Armada de EE.UU.

El material que se emplea en la IANTN, corresponde, en general, a equipos entregados por la Armada de EE.UU.; los equipos son usados o reacondicionados, y generalmente se entregan incompletos.

La instalación y operación de esta clase de equipo constituye para la Armada de Chile un atraso tecnológico que obliga a bajar la eficiencia de SITACH, debido a que no cumplen los standards de la Armada de Chile; además su operación es de elevado costo.

Para ilustrar lo anterior, hace algunos años se recibieron equipos a válvula en circunstancias que los standards de la Armada de Chile, entonces eran de estado sólido. Ultimamente se han recibido equipos de estado sólido, pero SITACH en esta época requiere equipos de control remoto y de mayor exactitud de frecuencia que los entregados por la Armada de Estados Unidos.

Por otra parte la falta de definiciones, tal como equipo ANCILIAR, hace que los

equipos se reciban incompletos; faltan, por ejemplo, antenas, terminales telegráficas, enlace UHF para su operación a distancia, etc.

Finalmente, la cantidad o tipos de antenas que se entregan son exclusivamente para el enlace con Balboa, en circunstancias que, en el caso de Chile, los enlaces directos con Lima y Buenos Aires son de importancia fundamental en relación a la defensa hemisférica, en el sector sur de América.

6.7 Financiamiento, costos de instalación y operación

La delegación de Chile estima conveniente que el costo de la estación IANTN sea equitativamente compartido por Estados Unidos y el país respectivo. Una proporción que se estima correcta, sería que la Armada de EE.UU. entregue, a su costo, la totalidad de los equipos y material de instalación especial, siendo con cargo al país destinatario, los costos de infraestructura (edificios, vialidad, poder eléctrico, etc.), la instalación, la operación y mantenimiento de la estación.

Finalmente, la delegación de la República de Chile espera confiada que las recomendaciones, resoluciones y conclusiones de esta V Conferencia Interamericana de Jefes de Telecomunicaciones Navales, serán positivas y que la red IANTN constituirá en un futuro próximo un modelo de eficiencia, de capacidad tecnológica-operativa, y de cooperación entre los países de América en la tarea común de la defensa del continente, además de constituir una poderosa herramienta que materializará los ideales integracionistas de los próceres de América, Washington, Bolívar, San Martín y O'Higgins, para contribuir con ello a que cada día nuestro continente sea más fraterno, poderoso y útil a la humanidad.

