

PRESENTE Y FUTURO DE LAS TELECOMUNICACIONES

*Fernando Valenzuela Díez
Capitán de Corbeta*

No hay mayor elemento de contrarrevolución y conspiración que pueda ser imaginado.

JOSÉ STALIN

INTRODUCCION

LOS precursores de la telefonía tuvieron la visión de imaginar y predecir cómo serían los servicios de telefonía en el futuro. No sólo tenemos eso, sino muchos otros tipos de servicios.

En un área de acelerado desarrollo tecnológico, como es la de las telecomunicaciones, siempre estará presente la pregunta acerca de las nuevas facilidades con las que será posible contar en el futuro.

Antes de hablar de ello es conveniente revisar los servicios que actualmente existen y que todos damos por hecho que están a nuestra disposición o que simplemente no los consideramos, ya sea por desconocimiento o por que no hemos tenido la oportunidad de utilizarlos.

A continuación se pretende, en forma general, tratar algunos temas al respecto. Se explica los servicios tradicionales y los conceptos básicos que son importantes de conocer en el área. En una segunda parte se describe nuevos servicios disponibles, como asimismo el actual estado de la tecnología involucrada en el área de la defensa. Finalmente, una visión del futuro y algunos comentarios finales.

COBERTURA

Las telecomunicaciones comprenden todo tipo de transferencia de información, a través de un enlace o de una red —tanto interna como

externa— a una determinada organización, por medios electromagnéticos. Esto incluye telefonía, transmisión de datos, telegramas, facsímil y transmisión de radio.

El término "red" es utilizado en un sentido amplio y no sólo para incluir líneas de voz y datos, sino también terminales, tales como aparatos telefónicos, teleimpresoras, equipamiento de conmutación (PABX, computadores, etc.), y el personal para su operación.

Las telecomunicaciones y el procesamiento de información continúan penetrando todas las áreas, dando origen a la teleinformática. Dicha información está presente en variados servicios; es posible visualizar que ambas áreas caminen en forma integrada, siendo herramientas indispensables de administración. Ambas áreas son el soporte requerido en la gestión de mando y control, tanto civiles como militares.

Este surgimiento acelerado tiene varias causas; entre ellas, las siguientes:

- a) Incremento de beneficios en diferentes funciones.
- b) Explosión tecnológica.
- c) Incremento en el rol administrativo, donde es más fácil mover la información electrónicamente que por otros medios.
- d) Alternativas de ofertas.
- e) Mayor complejidad en la asignación óptima de los recursos.
- f) Formas alternativas de inversión de los recursos disponibles.

SERVICIOS TRADICIONALES

Telefonía

El servicio telefónico se ha hecho cada vez más indispensable en el diario vivir de la sociedad, llegando a ser una necesidad vital en los servicios de seguridad y salud, como asimismo estableciéndose un monopolio en las comunicaciones empresa-cliente. Esto es hoy en día el teléfono, elemento aparentemente tan simple y que para Stalin no había otro mayor de contrarrevolución y conspiración que pudiera ser imaginado.

El aparato telefónico es parte integral de un complejo sistema compuesto de diferentes medios de transmisión, capaces de transportar voz y señales de datos.

Físicamente, el teléfono está unido a la red a través de un cable telefónico (par trenzado), el que lo conecta a una planta telefónica. Los pares telefónicos mencionados, normalmente forman parte de cables que concentran cientos de ellos, denominados multipares.

La planta telefónica interpreta los dígitos marcados por el usuario. Si el originador es usuario de la misma planta, la conexión es efectuada a través de ella; si no, la comunicación es establecida a través de otros trayectos llamados troncales, los que transportan la señal hacia otras centrales; esta función, que es la más importante, es denominada conmutación de líneas, existiendo un espectro de servicios brindados por una central, que van desde un reloj despertador hasta un correo voz.

Una red de larga distancia está compuesta de muchas de estas centrales de conmutación y circuitos de transmisión a lo largo del país.

Un esquema general de conexión puede ser apreciado en la figura 1.

—Complejidad y costos asociados. El aparato telefónico es una fracción casi despreciable del costo total de un sistema telefónico. La mayor parte de la complejidad radica en la central telefónica, con un costo que puede ser similar, aunque normalmente menor, que todo el cableado y elementos que componen dicho sistema.

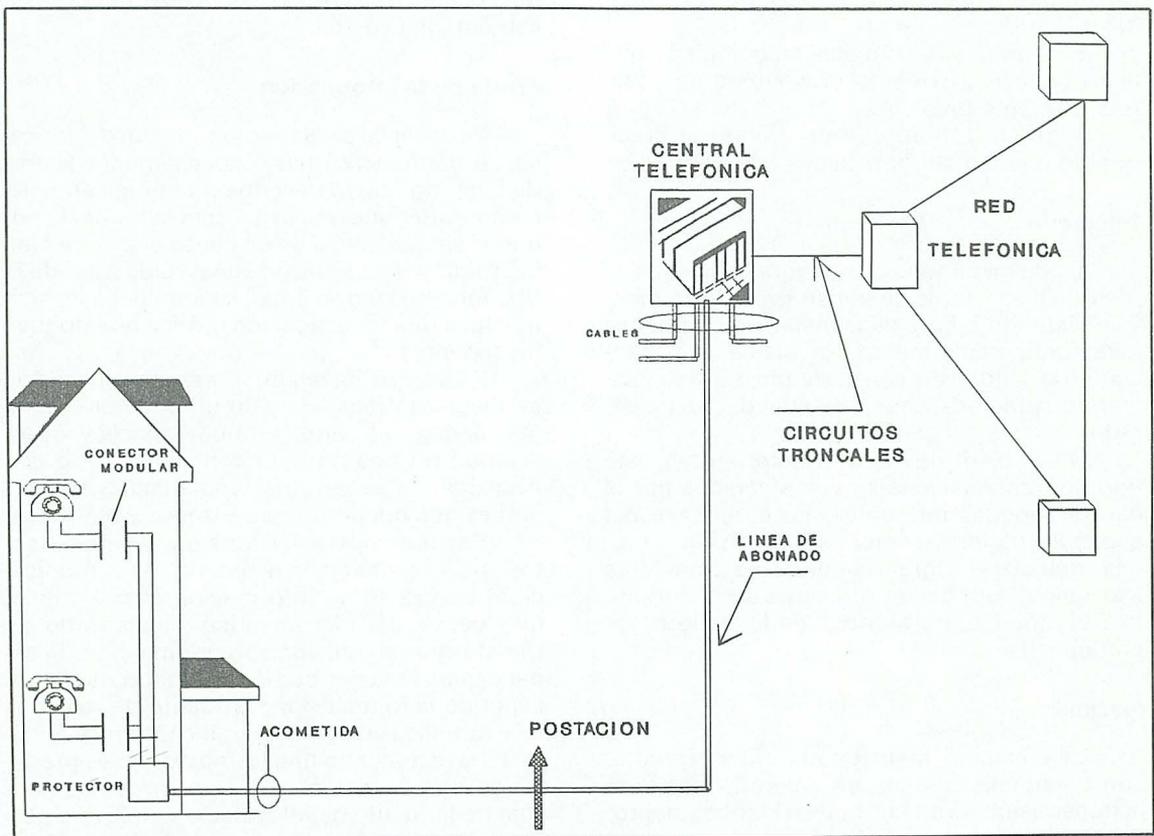


Figura 1. ESQUEMA DE CONEXION TELEFONICA

—Crecimiento. La fuerte influencia de la tecnología ha quedado de manifiesto por el rápido crecimiento de las llamadas de larga distancia, específicamente entre continentes. Este tipo de telefonía no existió hasta que el servicio estuvo disponible en 1926. Servicios de buena calidad sólo fueron posibles en 1956, con la instalación del primer cable transatlántico.

Desde el inicio de los servicios satelitales, en 1965, el número de países que pueden ser interconectados por este medio ha crecido enormemente.

Para servicios de países altamente desarrollados, tales como Estados Unidos y Japón, y otros de acelerado crecimiento, como Chile, los cables de fibra óptica son alternativas convenientes con respecto a los satélites.

El hecho de haber alcanzado un servicio telefónico de cobertura universal ha sido un desafío tecnológico único. Aquellos que han asumido la responsabilidad de concretarlo han tenido que integrar toda clase de normas, conformando un sistema confiable, estandarizado y automatizado, el cual permite a un suscriptor —al presionar los botones de un teléfono— hacer sonar un aparato similar en cualquier lugar del mundo.

Es a través de avances tecnológicos que estos servicios han sido provistos a un costo relativamente bajo.

Algunas tablas comparativas de crecimiento pueden ser apreciadas en la figura 2.

Telegrafía

Tradicionalmente, la telegrafía ha sido el método más simple de transmisión de un mensaje. Estando a flote es la instancia que nunca falla, fundamentalmente por sus bajas exigencias en la calidad del canal, siendo más relevantes las características y habilidades del operador.

Otros dispositivos que automatizan este tipo de transmisiones se ven afectados por el uso de lenguas diferentes; no es el caso del español e inglés, por ejemplo, pero sí del japonés, debido a la gran cantidad de caracteres asociados; este fue un problema serio durante la Segunda Guerra Mundial en las labores de criptoanálisis.

Facsimil

La dificultad mencionada anteriormente, con el lenguaje japonés, es superada mediante la transmisión de un facsimil en blanco y negro, ya sea de letra manuscrita o texto impreso.

Cabe destacar que, de hecho, la estandarización y rápido crecimiento de transmisiones de fax, que hacen uso del sistema telefónico, ha

provenido en una gran medida desde Japón. Este tipo de transmisión, podríamos decir que es algo parecido a la transmisión de una foto o imagen.

Los formatos, contratos y firmas crean problemas que el codificado de caracteres no puede resolver y una lectura "casi legible" no es suficiente. El fax hace posible este tipo de transmisión en una forma más conveniente y rápida que por correo. Al utilizar este tipo de servicios se debe enviar una gran cantidad de información; inicialmente esto fue considerado como una gran desventaja para el fax, principalmente debido a las limitaciones de los canales y líneas de comunicación, situación que actualmente está en vías de ser superada.

CONCEPTOS RELEVANTES

Es importante conocer algunos conceptos y aportes básicos efectuados a las telecomunicaciones, los que sin lugar a dudas han optimizado el uso de los recursos disponibles, a menudo escasos, y contribuido a disminuir drásticamente los costos.

Teoría de la información

Es esencial para la comprensión del proceso de comunicaciones, especialmente acerca de la teoría que la describe matemáticamente, comprender que una señal está compuesta por ondas sinusoidales, de un cierto ancho de banda, ruido y de una razón señal/ruido. Claude E. Shannon no sólo se limitó a examinar esto sino que hizo una investigación teórica que no tuvo precedentes.

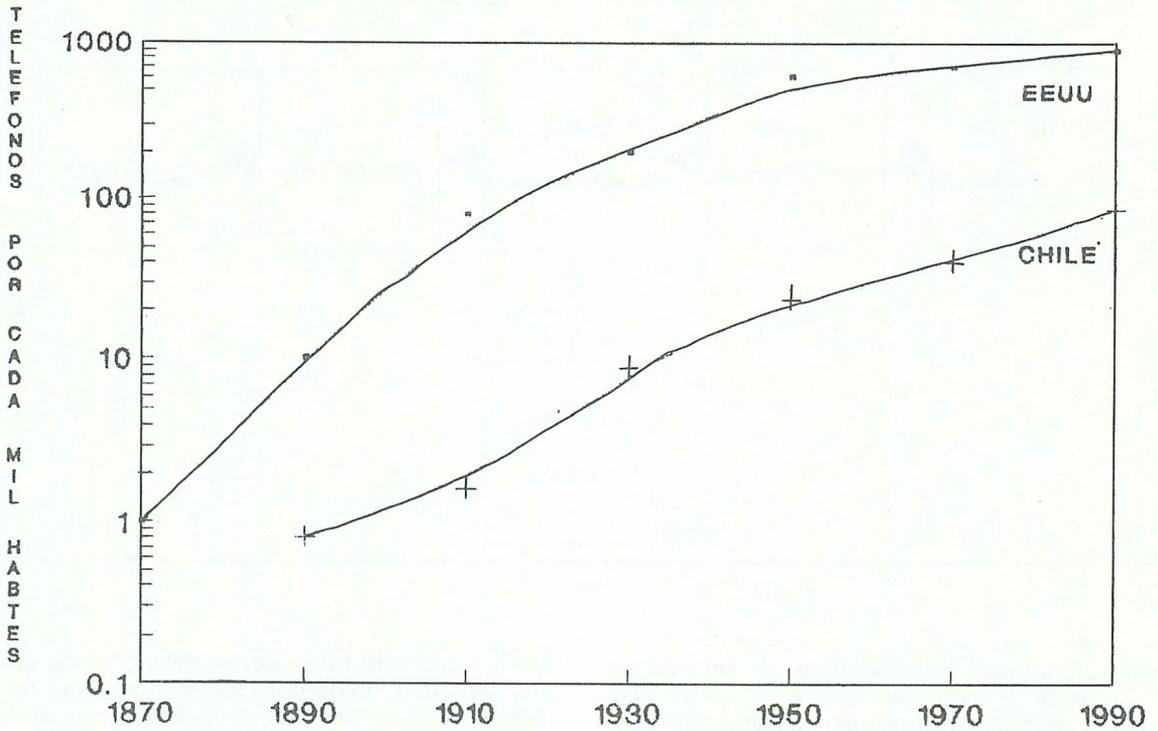
Esta teoría ha tenido una amplia aplicación en diversas áreas: Ha sido utilizada en psicología, pedagogía, arte, termodinámica y otras. Aunque no nos permite conocer todo lo que necesitamos saber, nos señala cuáles son los límites que pueden ser alcanzados y utilizados.

Shannon diferenció los siguientes elementos que intervienen en el proceso de comunicación. La fuente de información (por ejemplo, una persona); el transmisor, encargado de transformar la información original en una señal capaz de viajar por determinado medio; el canal de comunicación; la fuente de ruido, el cual modifica el mensaje codificado entre transmisor y receptor en una forma que no es predecible; un receptor, el cual reconstruye el mensaje de la fuente de información en forma perfecta o adecuada y el destinatario (figura 3).

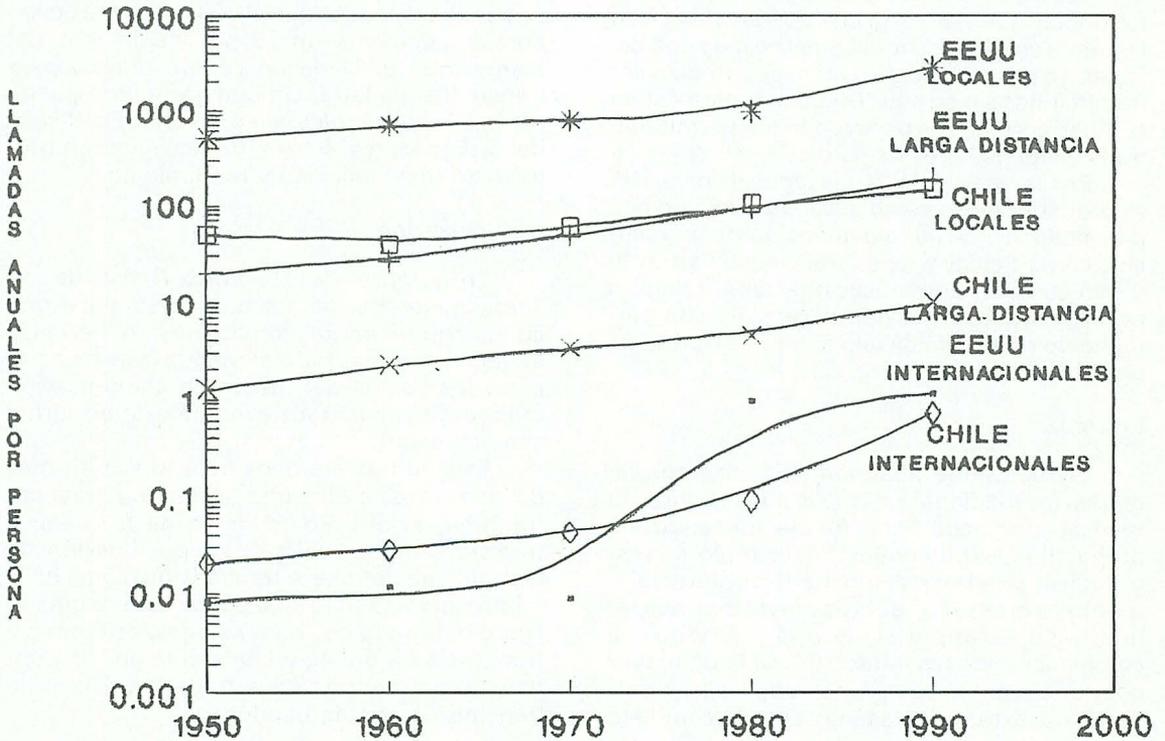
Shannon creó una medida de la razón a la

Figura 2. ESTADISTICAS DE CRECIMIENTO TELEFONICO

a) Aparatos telefónicos.



b) Llamadas telefónicas.



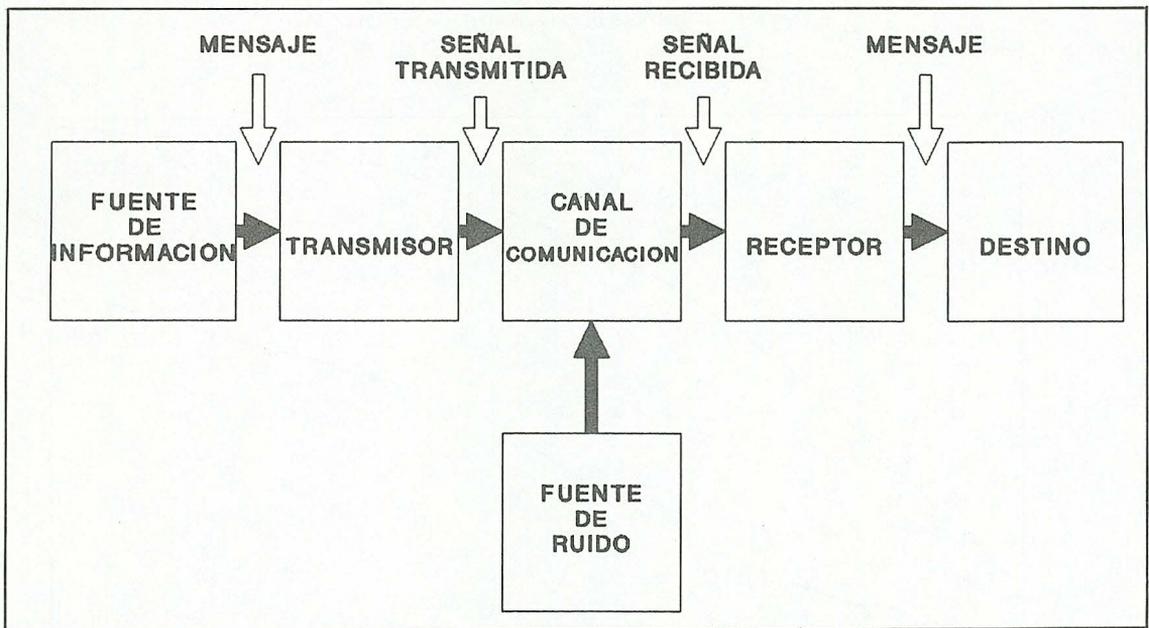


Figura 3

cual la información es generada por una fuente que produce mensajes; asimismo, determinó una medida de la capacidad de transmisión de la información de un canal de comunicaciones. Al respecto estableció un teorema fundamental, el cual indica que si la tasa de transmisión de la fuente es menor o igual que la capacidad del canal, en principio dichos mensajes podían ser transmitidos sin errores. Demostró que existían códigos correctores de errores que permitirían transmisiones libres de éstos.

En resumen, ésta es una teoría de naturaleza probabilística o estadística. Su teoría no nos dice nada acerca de la generación de un mensaje en particular y de su transmisión a través de un canal de comunicaciones en un tiempo específico, pero sí nos habla acerca del comportamiento promedio de una fuente y de un canal de comunicación.

Entropía

El análisis de Shannon comienza por caracterizar, mediante un análisis estadístico, el mensaje originado por la fuente, midiendo sus probabilidades inherentes. Por ejemplo, con este análisis puede ser demostrado que en el idioma inglés la letra "e" es la de mayor ocurrencia; que la "u" siempre sigue a la "q" y que la combinación de las letras "th" es la de mayor ocurrencia, entre otras. Esto es aplicable a partes de un texto y, por lo tanto, el texto completo

es impredecible. La dificultad para predecir un mensaje es medida en base a la cantidad de información de dicho mensaje, lo cual recibe el nombre de entropía.

Mediante la aplicación de estos conceptos se puede demostrar que el código Morse ocupa aproximadamente un 25 por ciento más del tiempo que utilizaría un código óptimo para transmitir una letra. Un código óptimo puede ser bastante complejo de aprender. En el caso del código Morse, éste es un excelente compromiso entre simplicidad y rendimiento.

Multiplexación

En los inicios de la telefonía el costo de una llamada era alto; para cada una era necesario contar con un par telefónico. Hoy en día, estas llamadas son más baratas ya que la gente comparte los costos del medio de comunicación utilizado, hablando a través de éste en forma simultánea.

Existen tres métodos para transmitir más de una señal utilizando el mismo trayecto (multiplexación). Por división de frecuencia, tradicionalmente utilizado, y por división de tiempo, que permite la transmisión digital de la información, todo lo cual puede ser imaginado como utilizando dos dimensiones, de tiempo y frecuencia (figura 4), y finalmente por división de espacio, donde varios trayectos físicos de transmisión son agrupados.

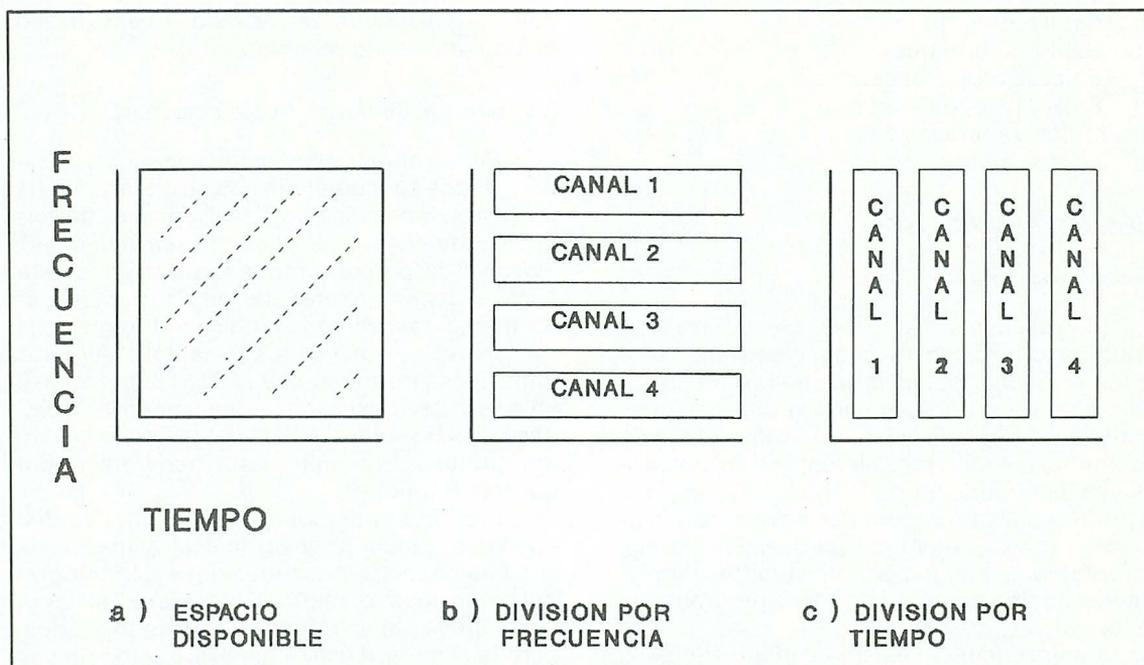


Figura 4. METODOS DE MULTIPLEXACION

Conmutación

Existen tres tipos básicos de conmutación: De circuitos, de mensajes y de paquetes. En la conmutación de circuitos se habilita un trayecto desde el origen hasta el destino, en el momento que la llamada es efectuada, el cual queda habilitado hasta que es liberado (se use o no). Este es el caso de las comunicaciones telefónicas.

Las redes de datos más elaboradas hacen uso de la conmutación de mensajes y paquetes. En estos casos un mensaje completo, o un bloque de datos llamado paquete, es introducido a la red, buscando llegar a destino. Estos son precedidos de una dirección, tal como el envío de una carta a través del correo.

Una característica importante de este tipo de conmutación es que no existe una asignación exclusiva del circuito desde el originador hasta el destinatario.

Un mensaje es una transferencia de datos completa y puede ser extenso.

Un paquete es un bloque pequeño de datos generalmente de largo fijo y no mayor a los mil bits.

Señalización

Además de transmitir información, todas las redes de telecomunicaciones deben trans-

mitir señales de control. Estas señales son las que permiten establecer, desconectar y controlar la transmisión. Para el caso telefónico, éstas se hacen presente al momento de colgar el aparato telefónico, el que alerta al sistema (Central Telefónica) que requerirá el servicio. La central retorna el tono de marcar indicando que está lista para recibir el número al que uno desea llamar. Los dígitos marcados indican las rutas que deberá seguir el llamado para retornar al originador el tono de llamado. Finalmente, la comunicación se completa cuando el destinatario descuelga su aparato telefónico.

Transmisión

Los primeros enlaces telegráficos eran capaces de soportar señales a una velocidad de hasta 30 palabras por minuto, o alrededor de 15 bits por segundo. Hoy en día contamos con medios físicos que permiten la utilización simultánea de millones o miles de millones de canales telefónicos, video u otros, lo que es equivalente a megabits o gigabits por segundo.

Los siguientes son los medios de transmisión de mayor interés hoy en día:

- Cables telefónicos.
- Cables coaxiales.
- Enlaces de microondas.

- d) Satélites.
- e) Cables submarinos.
- f) Enlaces en frecuencia HF.
- g) Enlaces troposféricos.
- h) Guías de onda.
- i) Fibras ópticas.

NUEVOS SERVICIOS

Redes programables

Con el advenimiento de la electrónica integrada contamos con un menor costo relativo de la transmisión a distancia, el que resulta principalmente de la digitalización o uso de fibras ópticas y la señalización estandarizada; hoy contamos con una red telefónica más poderosa, flexible y funcional.

En el pasado, cambiar un sistema era oneroso y tedioso, mientras que hoy en día hay cambios que pueden ser efectuados simplemente modificando el *software* de programación de la red.

En la actualidad existen variados tipos de servicios, algunos de los cuales ya están en operación en nuestro país, no sólo en plantas telefónicas privadas sino de servicios públicos. Entre estas facilidades existen las siguientes posibilidades: Que el llamado siga al destinatario a un lugar fuera de su hogar; hacer llamados de negocios desde cualquier parte del país, los que son cobrados al destinatario, servicio de amplio uso en Estados Unidos, denominados *toll free numbers*; identificación del número de la persona que llama y tantos otros que todos hemos tenido la oportunidad de utilizar.

Discado

Los teléfonos de pulso son más fáciles de operar que los rotatorios, pero ésta no es su principal ventaja. En efecto, la señalización que maneja el del tipo rotatorio es limitada, siéndole imposible alcanzar más allá de la central asociada. Los teléfonos de pulso manejan pares de tonos que recorren el trayecto completo una vez que éste ha sido activado.

Desde hace dos años un importante banco de Chile puso a disposición de sus clientes un sistema de consultas de estado de cuenta vía teléfono.

Las empresas de seguridad ofrecen un sistema de alarmas para casas que son controladas utilizando el sistema telefónico.

En países desarrollados es normal encontrar que las universidades dispongan de facilidades de acceso a sistemas computacionales para servicios, tales como inscripciones a cur-

sos, lo que puede ser llevado a cabo desde cualquier aparato telefónico.

Sistemas de "paging" (busca personas)

Son innumerables los escenarios de trabajo donde se requiere la ubicación urgente de personas, médicos, abogados, oficiales de servicio y muchos otros. Los "busca personas" avisan a la persona requerida para que ésta llame a un número predeterminado para recibir un mensaje; incluso les indican el número, el que aparece en una pequeña pantalla. Algunas variaciones permiten que el "busca personas" sólo se mueva en el bolsillo, causando vibraciones que sólo son percibidas por el usuario y no los que lo acompañan; esto tiene aplicación durante reuniones.

Los "busca personas" (*beepers*), son dispositivos pequeños y portables, alimentados con baterías. Los más reducidos están integrados a un lápiz o reloj de pulsera. El sistema cubre áreas especificadas que alcanzan a todos, pero la señal codificada hace que sólo uno sea el que se active.

Telefonía celular

Algunas de las limitaciones del sistema telefónico tradicional son las grandes inversiones en una planta externa, las que dejan fuera de alcance lugares geográficos de baja densidad de requerimientos telefónicos y la inmovilidad del aparato. Estas limitaciones son superadas por la telefonía móvil celular, la cual agrega algunas ventajas, no sin antes superar algunas limitaciones de carácter técnico.

La limitada disponibilidad de bandas de frecuencias es solucionada en base a un ordenamiento y reutilización de las frecuencias disponibles, de acuerdo a la disposición indicada en la figura 5. Las celdas son hexágonos regulares de algunos kilómetros de ancho. Un grupo de frecuencias es asignado a cada celda y diferentes frecuencias son asignadas a celdas adyacentes.

Las celdas son agrupadas en bloques de siete. Dentro de un bloque no se repiten las frecuencias, pero cada frecuencia es reutilizada en cada bloque adyacente.

Un usuario puede efectuar un llamado estando ubicado en cualquier celda. El sistema es capaz de localizar la ubicación de éste y asignarle una de las frecuencias disponibles de esa celda. El usuario puede estar viajando a gran velocidad entre dos celdas; para ello el sistema es capaz de detectar esta situación y asignar la frecuencia que corresponde a la nueva celda.

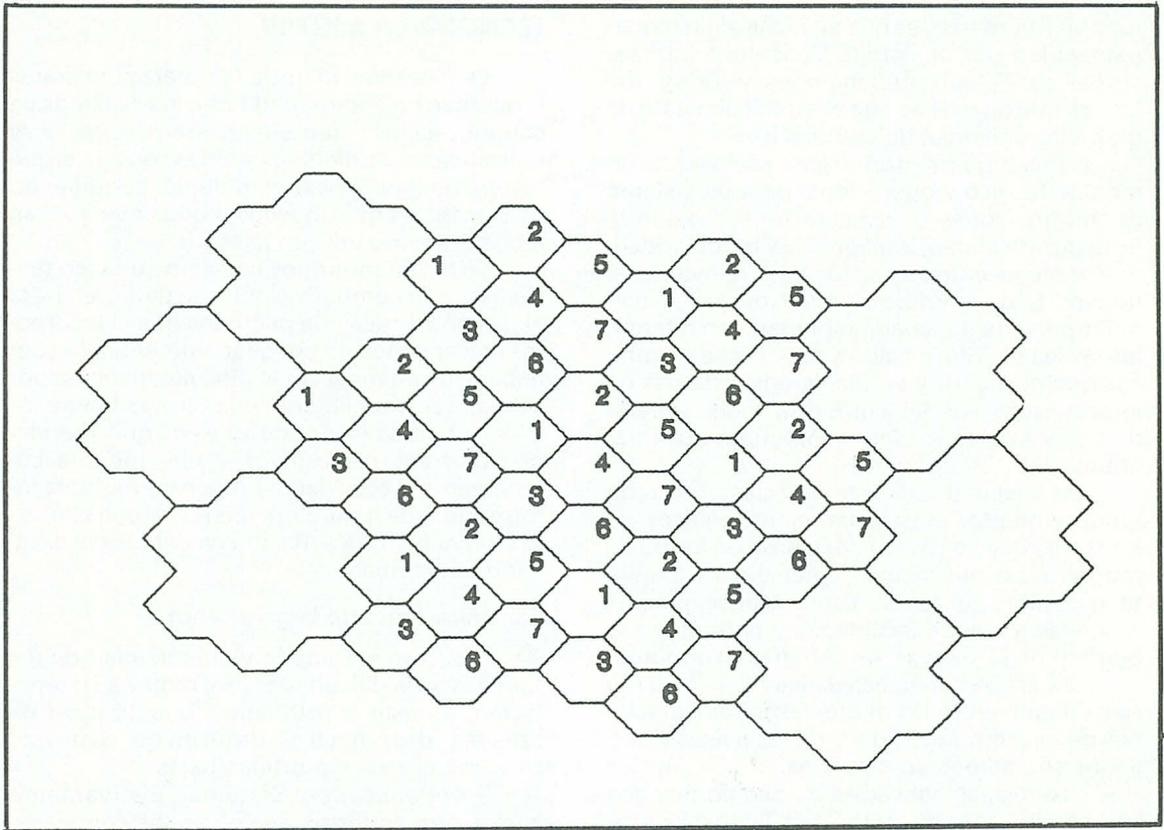


Figura 5. DISPOSICION DE CELDAS EN TELEFONIA CELULAR

Este cambio se efectúa sin interrumpir la conversación ni disminuir la calidad de la señal.

En cuanto al crecimiento, el aumento en la densidad de los subscriptores es resuelto de varias formas:

En la primera, las celdas pueden ser más pequeñas; de esta manera, por ejemplo, el centro de una ciudad puede ser cubierto con varias celdas pequeñas, dejando otras de mayores dimensiones en la periferia.

La segunda forma es mediante una mayor asignación de frecuencias para cada celda; esto siempre y cuando haya espectro disponible. Otras alternativas son las de efectuar transmisiones digitales y utilizar técnicas de comprensión de voz.

La disposición geométrica aquí explicada se cumple cabalmente en zonas urbanas de grandes extensiones, como es el caso de ciudades de países desarrollados y aquellos lugares en que su geografía carece de alturas en los alrededores. En el caso de Chile existen zonas de concentración de la población bastante marcadas, con alturas importantes a lo largo de todo el país, lo que facilita y hace más económico este tipo de soluciones. Si a lo anterior le

agregamos el servicio que puede prestársele a zonas rurales, como es el caso actual de la zona de Curacaví, tenemos un servicio de importancia social y económica relevante.

Comunicaciones satelitales

En la última década se ha desarrollado la tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminals), producto de mejoras tecnológicas substanciales que han permitido la utilización de estaciones terrestres de dimensiones pequeñas utilizando antenas de 1,8 metros y más o menos 0,6 metros de diámetro. Esto ha permitido la interconexión en forma arbitraria de diferentes puntos geográficos. Su estado actual de desarrollo permite contar con servicios de alta calidad, confiabilidad y menor costo relativo.

Red Digital de Servicios integrados

Nos referiremos al concepto, más que a las definiciones formales de las organizaciones internacionales. La sigla RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es usada en variadas formas

más bien comerciales que en razón al fin último perseguido por el Comité Consultivo Internacional de Telecomunicaciones y Telegrafía (CCITT), que no es más que el establecimiento de un modo universal de comunicarse.

Conceptualmente, la RDSI representa un modelo técnico y operacional para un sistema de informaciones cuyas características son la de la universalidad, inteligencia y modularidad, que incluye como una función relevante el transporte de la información. Proveerá a cualquier persona, en cualquier lugar, con diferentes clases de información y servicios electrónicos que desee. Hoy en día vemos sistemas de información y de telecomunicaciones separados, los cuales serán completamente integrados.

Las facilidades de este servicio, tales como procesamiento, almacenamiento, enlaces de transmisión y *software* asociado en la forma de programas e información, serán dinámicamente asignados por la red. Esto significa que una RDSI activará estas facilidades y permitirá que operen con el resto de los sistemas en armonía.

Las aplicaciones específicas del concepto RDSI difieren entre las diferentes administraciones de telecomunicaciones de los países y personas entendidos en esta área.

La principal motivación para conformar una RDSI son la economía y la flexibilidad. Las economías son conseguidas como producto de que muchos de los nuevos servicios son digitales y pueden ser combinados con servicios existentes para utilizar facilidades de transporte a un costo significativamente más bajo que el que resultaría a cada servicio de utilizar arquitecturas diferentes. La flexibilidad se consigue, entre otros, en base a una asignación dinámica de los recursos disponibles.

Terminales de acceso

En la actualidad ya existen redes que permiten efectuar transacciones electrónicas, obtener información, servicios de emergencia, consulta a hospitales, médicos y muchas otras.

La extensión lógica de estos servicios es hacia los hogares, a los cuales ya ha llegado. Para ello, el usuario puede ocupar el aparato telefónico, el televisor o un terminal para tener acceso a variados servicios. Una red de este tipo, que incluía video, fue implementada hace casi diez años en la ciudad de Turku, en Finlandia.

Los servicios disponibles pueden ser resumidos como sigue: Entretenimiento, comunicaciones de personas a personas, televisión interactiva, propaganda, monitoreo, información y terminales computacionales.

TECNOLOGIA MILITAR

La alta movilidad de las fuerzas militares modernas ha determinado que los sistemas de comunicaciones que sirven áreas específicas utilicen técnicas digitales y redes con una arquitectura de interconexión múltiple, permitiendo de esta forma que aquellos modos que quedan inoperantes no utilicen la red.

En los últimos años ha habido una tendencia hacia las comunicaciones de datos, en base al diseño de redes de paquetes que al incorporar mecanismos de chequeo aumentan la confiabilidad con respecto al dificultoso medio por el cual tradicionalmente es utilizada la voz.

En teatros de operaciones en que intervienen diversos dispositivos y unidades ha aumentado la necesidad de procesar múltiple información, de naturaleza diferente, con el objeto de obtener una situación en detalle del escenario de combate.

Comunicaciones de largo alcance

—*Satélites*. Dada la vulnerabilidad de los satélites y las dificultades inherentes a su reparación, se está investigando la utilización de satélites "desechables", de un menor costo, peso y de utilización a órbitas bajas.

—*Meteoscat*. Sistema relativamente nuevo, que en forma análoga a las comunicaciones en alta frecuencia (HF) utiliza una capa de restos de meteoritos que se forma al entrar éstos a la atmósfera. Se ha conseguido tasas de transmisión bajas en distancias de hasta dos mil kilómetros. Por otra parte, se estudia la utilización de la misma técnica para comunicaciones de voz.

—*Comunicaciones en HF*. En este rango de frecuencia podemos obtener comunicaciones dentro del horizonte o hacia cualquier parte del mundo. Sin embargo, las perturbaciones inherentes a la ionosfera, capa donde son refractadas, conlleva variabilidad e imposibilidad de predecir ciertos parámetros de comportamiento.

Con el advenimiento de los satélites en la década de los años sesenta el desarrollo de esta banda fue, en cierta forma, frenado. En el presente se ha reconocido la vigencia de esta banda dado el rol único que tiene operacionalmente por su autarquía, en especial en escenarios donde se considera que será el único medio de supervivencia de las comunicaciones.

Hoy nos encontramos con que han sido desarrolladas variadas técnicas para aumentar las tasas de transmisión de datos y resolver el problema de la congestión e interceptación de la comunicación, mediante la utilización de la

agilidad de frecuencia (saltos en frecuencia) y secuencia directa, ambas técnicas de espectro ensanchado.

Asimismo, han sido desarrolladas técnicas de administración de frecuencias tales como las de frecuencia adaptativa, que permiten la búsqueda de la mejor frecuencia de transmisión dentro de un conjunto previamente definido.

—*Estándares.* Con el objeto de asegurar la compatibilidad entre redes computacionales, el Departamento de Defensa de Estados Unidos estableció un conjunto de estándares militares y de protocolos de comunicaciones de datos, dando un fuerte respaldo e incluso determinando el futuro de los sistemas de interconexión abiertos, todo lo cual permitirá ventajas financieras y concentración de los esfuerzos de desarrollo. Adaptaciones y complemento de éstos han sido adoptados por el CCITT.

Dentro de estos estándares se encuentran los ya ampliamente probados protocolos X.25, de conmutación de paquetes, y X.400, de tratamiento de mensajes.

—*Sistemas de a bordo.* A bordo de los buques modernos es necesario distribuir una gran cantidad de información. Especialmente, los sistemas de combate requieren que sea ejecutada una rápida conexión y distribución a varias de estas fuentes de información. Así, existen sistemas que interconectan varios sensores, tales como los sistemas de navegación inercial, medición de velocidad, MAE y radares, a los sistemas de control del armamento.

Destacan los requerimientos modernos de distribución interna de la información "Message Handling Systems", desarrollados con lenguajes de alto nivel tales como ADA. A través de este sistema se rompe la tradicional forma de manejo de los mensajes, incorporando la rapidez, privacidad y descentralización de los recursos de seguridad (medios criptográficos).

Los desarrollos en las comunicaciones HF, indicados anteriormente, encuentran una amplia aplicación en las unidades a flote, constituyéndose en medios confiables durante períodos de conflicto.

Comunicaciones tácticas terrestres

Los ejércitos están incorporando sistemas de comunicaciones digitales, los que proveen enlaces seguros para la transmisión de datos, voz, telegrafía y facsímil.

Dichos sistemas se componen de una red troncal integrada por nodos de computación instalados en vehículos e interconectados vía enlaces satelitales o troposféricos. A los siste-

mas tradicionales de conmutación de circuitos y mensajes se han agregado los de conmutación de paquetes, que permiten soportar los altos volúmenes de información; estos últimos están en aumento.

Criptografía

En este campo de amplias aplicaciones militares y civiles resaltan los desarrollos efectuados desde mediados de la década de los años 80. De especial interés son aquellos relacionados con el denominado *public-key*, del que hay múltiples aplicaciones, entre las cuales: Administración de claves para equipos criptográficos convencionales, correo electrónico e intercambio de datos, control de acceso, verificación de *software* y detección de virus, entre otros.

Los algoritmos de *public-key* emplean dos claves, una para criptografiar y otra para descifrar. A pesar de que en teoría una clave está relacionada en forma única con la otra, lo importante es que son "casi" independientes una de la otra, en el sentido de que el conocimiento de una de ellas nada indica de la otra.

EL FUTURO

Servicios tradicionales

—Dadas las altas inversiones realizadas en el sistema telefónico, el cual es de cobertura mundial, éste seguirá siendo la base de cualquier sistema a integrar.

—La telegrafía seguirá vigente, en especial para lugares aislados, por cuanto es un sistema sencillo, barato y altamente confiable, dadas las menores exigencias de calidad de la señal.

—El facsímil será un elemento vital en el ejercicio del trabajo. El desarrollo de nuevas técnicas permitirá la incorporación de este servicio en forma más eficiente a nuevos tipos de redes, en especial, en lo referente a la comprensión y almacenamiento de la información.

Conceptos relevantes

—El estudio y conocimiento de la teoría de la información nos permite conocer los límites tecnológicos que es posible alcanzar en esta área. Su conocimiento es relevante en la criptografía.

—Las ventajas de la Multiplexación por División de Tiempo (TDM) no harán desaparecer los sistemas que aún utilizan Multiplexación por División de Frecuencia (FDM). El futuro de las telecomunicaciones telefónicas está en las fibras ópticas, donde los Sistemas de Modulación por codificación de Pulsos (PCM) se comportan idealmente.

—Las señales telefónicas son combinadas por PCM y TDM, pero la actual transmisión de señales multiplexadas por radios y otros medios todavía incluyen la Modulación en Amplitud (AM), en Single Side Band (SSB) y en FM.

—Al igual que el sistema telefónico, los sistemas de conmutación de paquetes utilizados para las redes de datos se constituirán en la base de la RDSI. Especial atención debe observarse con la emergente técnica de Conmutación Rápida de Paquetes, la que permitirá manejar varias formas de comunicación.

—La señalización telefónica utilizada actualmente, dada su amplia cobertura y por constituir en sí un estándar, seguirá siendo utilizada sin variaciones, a lo menos por treinta años más.

Nuevos servicios

—En el hogar, tal cual ya se ha hecho realidad en otros países, será posible controlar variadas funciones en forma remota. Asimismo, y haciendo uso de terminales, se generalizará el acceso a servicios tales como pago de cuentas, consultas, ayuda a la instrucción de escolares, etc.

—La tecnología de cuarta generación jugará un importante rol en apoyar nuevas aplicaciones para transmisión de datos de alta velocidad, difusión de imágenes, integración de voz y datos y comunicaciones móviles. Asimismo, una mayor conexión entre redes del área local y entre éstas y las de servicio público, flexibilidad en el enrutamiento y soporte del correo electrónico. Será posible definir redes por *software*, mejor administración, aun menores dimensiones de antenas, y comunicaciones que no requerirán la utilización de una estación *relay* (Hub Station).

—El concepto RDSI, si bien está en tabla desde hace alrededor de quince años, sólo recién está naciendo. Las comunicaciones ópticas, de anchos de banda comparativamente altos, empiezan a ser competitivas y, por lo tanto, quedan abiertas las puertas para el comienzo de la integración de servicios tales como telefonía, datos, textos y video. Asimismo, está abierta la posibilidad de integración de la radio y televisión.

—En la evolución de las redes de telecomunicaciones será preponderante la observancia de los estándares internacionales y la preparación de personal administrador y técnico; para ello debiera haber presencia de éstos en los lugares de avanzada, tales como universidades del mundo —que se abocan a la investigación en el área— y presencia en las organizaciones internacionales.

—Tecnología militar. Sin la participación del sector defensa en muchas de las tecnologías descritas anteriormente, tales como las comunicaciones de datos y telecomunicaciones satelitales, la implementación de éstas habría sido totalmente diferente o, al menos, retardada su disponibilidad en el mercado.

De las comunicaciones en HF es posible esperar notorias mejorías en los desarrollos de técnicas de espectro ensanchado y la administración de las frecuencias. Deben ser observados los desarrollos actuales, teniendo en consideración los costos involucrados. Por ser un sistema de naturaleza militar, no puede esperarse estandarización siendo cada sistema único.

Los estándares internacionales a los cuales las organizaciones militares y civiles han otorgado su apoyo serán decisivos en las arquitecturas a obtener. Las Fuerzas Armadas desarrolladas implementarán, entre otros sistemas, los de conmutación de datos, de transferencias de mensajes y archivos, considerando para ello ciertas normas que en particular son requeridas en el ambiente militar, tales como: Conexiones múltiples de un usuario a la red, conectividad entre redes, administración del sistema, seguridad, calidad del servicio, confiabilidad, precedencia, comunicaciones tácticas y en tiempo real. Las normas a utilizar en los sistemas de mando y control no serán diferentes en este aspecto.

El desarrollo de los sistemas criptográficos debe tender a la disminución del uso del papel en las labores administrativas. Lo anterior considerando el campo de aplicación; de especial interés es la firma digital, medio eficiente para obtener la autenticación automatizada.

COMENTARIOS FINALES

Las telecomunicaciones, en sus diferentes formas, se encuentran en proceso de evolución y expansión. Las capacidades de los actuales sistemas y su crecimiento están regidos por varios factores: Las regulaciones que ejercen los Gobiernos a través de los organismos pertinentes, la economía de la industria de telecomunicaciones y la tecnología.

Tradicionalmente, la demanda por los servicios y capacidades de telecomunicaciones han excedido siempre la disponibilidad y todo parece indicar que esta constante se mantendrá. Se estima que las razones para ello se deben a que los sistemas de telecomunicaciones se caracterizan por largos ciclos de vida y por sus altos costos de inversión inicial. Una alta proporción de capitales disponibles son consu-

midos con estos fines y todo pareciera indicar que la disponibilidad de ellos marcará el ritmo de expansión.

La situación de Chile estará marcada por una rápida expansión de redes de comunicaciones, fundamentalmente en las ciudades y —en forma paralela— en el desarrollo exponencial de sistemas de transmisión, asociados a los servicios de larga distancia. El actual ritmo de progreso del país está marcando drásticamente el desarrollo de esta área, a la cual le queda aún un largo camino por recorrer.

Quizás el crecimiento más relevante corresponde al área de transmisión de datos, la cual puede ser descrita como comunicaciones entre computadores. Esto se debe fundamentalmente a las reducciones de costos del procedimiento, manejo y almacenamiento, lo que ha determinado que para que una organización sea capaz de realizar sus funciones eficientemente deba contar con ellos.

La presente década comienza para Chile con fuertes inversiones en el sector. En estas tareas destacan, entre otras, las siguientes empresas y filiales asociadas.: Entel-Chile, Compañía de Teléfonos de Chile, Telex-Chile y VTR, fundamentalmente en desarrollos en telefonía celular, telefonía y transmisión (fibras ópticas, redes digitales y comunicaciones satelitales).

A pesar del bajo crecimiento que expe-

rimió la economía chilena durante 1990, el área de las telecomunicaciones mantuvo un comportamiento dinámico. Entre los indicadores económicos relevantes se cuenta con la emisión de bonos del sector, instrumento de deuda, la que alcanza al 26,5%, sobrepasándola sólo el sector de electricidad.

El panorama presentado permite concluir que en todo sistema u organización las telecomunicaciones juegan un rol preponderante. No contar con esta herramienta en forma adecuada conduce al fracaso en una empresa y similar destino en el campo militar. En este último se puede apreciar que la razón de costos de los sistemas de telecomunicaciones y sistemas de armas ha ido en aumento. Romper este crecimiento conduce al fracaso en la guerra. Deben ser observados especialmente los últimos acontecimientos en el golfo Pérsico, donde el que era dueño de la información fue quien finalmente venció.

La situación política mundial y los últimos acontecimientos militares permiten predecir un período de tranquilidad relativa. Los nuevos avances tecnológicos en el área de las comunicaciones y el procesamiento de la información no estarán fuera del alcance en la reducción de los gastos militares, por lo que también debe esperarse una desaceleración en el campo de la investigación.

BIBLIOGRAFIA

- **Bellamy, John:** *Digital telephony*, John Wiley and Son, New York, 1982.
- **Chorafas, Dimitris:** *The handbook of data communication and computer networks*, Petrocelli Books, New Jersey, 1985.
- **Ebel, Kebin** (Lieutenant Commander): "Gossip protocols to be used for industry Bid", *Signal*, march 1990.
- *El Mercurio*: Artículos varios de la sección "Economía y negocios" y de ediciones especiales de telecomunicaciones y telemática, 1989-1991.
- *International Defense Review*: Ediciones varias.
- *Jane's military communications*, 1990-1991.
- **Jordan, Edward:** *Reference data for engineers: Radio, electronics, computers and communications*, Howard Sams and Company, Indiana, 1988.
- **Martin, James:** *Future developments in telecommunications*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New York, 1977.
- *Ibidem*: *Telecommunications and the computer*, IBM System Research Institute, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New York, 1976.
- **Mitchell, A.W.** (Commander): "Reaching Nato C3 Standards", *Signal*, october 1989.
- **Omura, Jim:** "Novel applications of cryptography in digital communications", *IEEE Communication Magazine*, may 1990.
- **Pierce, John:** *Signals*, Scientific American Library, New York, 1990.
- Revistas *Communications International*, de noviembre de 1987, febrero y junio de 1988.
- Revistas *Telecommunications*, de diciembre de 1987, septiembre y diciembre de 1988 y diciembre de 1990.
- **Rutkowski, Anthony:** *Integrated services digital networks*, Artech House, Inc., MA, 1985.
- "Telecommunications Security System", Curso EE250, G. Washington, Univ.