



Asamblea General

Distr. GENERAL

A/AC.105/684

23 de diciembre de 1997

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

COMISIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO
ULTRATERRESTRE CON FINES PACÍFICOS

**INFORME DEL CURSO PRÁCTICO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE
TECNOLOGÍA DE LAS COMUNICACIONES ESPACIALES PARA EL
FOMENTO DE LA CAPACIDAD, ORGANIZADO CON LA
COOPERACIÓN Y POR INVITACIÓN DEL
GOBIERNO DE ISRAEL**

(Haifa (Israel), 21 a 25 de septiembre de 1997)

ÍNDICE

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
INTRODUCCIÓN	1-9	2
A. Antecedentes y objetivos	1-5	2
B. Organización y programa del curso práctico	6-9	2
I. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DEL CURSO PRÁCTICO	10-26	3
A. Observaciones	10-21	3
B. Recomendaciones	22-26	4
II. RESUMEN DE LAS PONENCIAS	27-114	5
A. Comunicaciones y transmisiones por satélite para el desarrollo	27-47	5
B. Nuevos sistemas mundiales de comunicación por satélite y estratosféricos	48-88	8
C. Sistemas de satélites regionales y nacionales	89-96	14
D. Tecnología avanzada de comunicaciones	97-103	16
E. Reglamentación internacional del uso del espectro radioeléctrico	104-106	17
F. Ejemplos de aplicaciones de los satélites de comunicación en la infraestructura de telecomunicaciones de determinadas economías en transición	107-114	17

INTRODUCCIÓN

A. Antecedentes y objetivos

1. El 10 de diciembre de 1982, la Asamblea General aprobó la resolución 37/90, en que hizo suyas las recomendaciones¹ de la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos. En esa resolución, la Asamblea decidió, entre otras cosas, que el Programa de las Naciones Unidas de aplicaciones de la tecnología espacial difundiera, por medio de reuniones de grupos de expertos y seminarios, información sobre tecnología y aplicaciones nuevas y avanzadas, poniendo de relieve su pertinencia y sus consecuencias para los países en desarrollo.

2. El Curso Práctico de las Naciones Unidas sobre tecnología de las comunicaciones espaciales para el fomento de la capacidad fue una de las actividades del programa para 1997 que la Asamblea General aprobó en su resolución 51/123. El mencionado curso se organizó en cooperación con el Gobierno de Israel, en cuyo nombre actuó como anfitrión el Instituto S. Neaman. Tuvo lugar del 21 al 25 de septiembre de 1997, proviniendo los participantes tanto de países desarrollados como de países en desarrollo.

3. Los objetivos del curso práctico eran, por una parte, dar a los participantes, particularmente a directivos de instituciones de telecomunicación, la oportunidad de estudiar las formas de utilizar la tecnología de las comunicaciones espaciales para seguir desarrollando las respectivas infraestructuras de telecomunicación y, por otra parte, examinar las formas en que los países en desarrollo podrían utilizar las comunicaciones y transmisiones por satélite y transmisiones para convertirse en parte de la sociedad mundial de información.

4. Las ponencias presentadas en el curso versaron sobre la utilización de sistemas mundiales de comunicación de banda ancha por satélite, plataformas estratosféricas de gran altitud de larga resistencia, transmisiones por satélite directamente a los hogares, sistemas con terminal de muy pequeña apertura, sistemas de transmisión de mensajes no vocales en órbita terrestre, reglamentación y uso de espectro de frecuencias, comunicaciones ópticas por satélite, transmisión por satélite de alertas sobre desastres, y tecnología a bordo de naves espaciales, así como la forma en que, por separado o colectivamente, se podrían utilizar dichos elementos para mejorar las actuales infraestructuras de telecomunicación y prestar servicios telefónicos básicos en las regiones rurales y servicios con valor agregado en las zonas de alta densidad demográfica.

5. Este informe, que trata de los antecedentes, los objetivos y la organización del curso práctico, así como de las observaciones y recomendaciones formuladas por los participantes, e incluye un resumen de las ponencias presentadas, se ha preparado para la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y su Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos. Los participantes presentarán informes a las autoridades competentes de sus respectivos países.

B. Organización y programa del curso práctico

6. Asistieron al curso práctico 72 participantes de 19 Estados Miembros de las Naciones Unidas, entre ellos los siguientes: Belarús, Camerún, Chipre, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Nigeria, Polonia, República Checa, Rumania, Sudáfrica, Ucrania y Viet Nam. Tomaron la palabra en el curso oradores de los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia, Francia, Israel e Italia. También estuvieron representadas las siguientes entidades: la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, de la Secretaría de las Naciones Unidas, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y el Sistema y Organización Internacional de Comunicaciones Espaciales (Intersputnik).

7. Los participantes en el curso eran profesionales con varios años de experiencia en cargos directivos de instituciones y empresas nacionales de telecomunicación.

8. Se utilizaron fondos asignados por las Naciones Unidas para costear el viaje en avión y las dietas para gastos menudos de 13 participantes de 13 países. El Gobierno de Israel, por conducto del Instituto S. Neaman, proporcionó pensión completa a esos participantes.

9. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y el Instituto S. Neaman elaboraron conjuntamente el programa del curso. Éste constó de una serie de sesiones plenarias y de grupos de trabajo. En estas últimas, los participantes analizaron las cuestiones relacionadas con la utilización de la tecnología de las comunicaciones espaciales para mejorar las infraestructuras de telecomunicación y terminaron las sesiones con las observaciones y recomendaciones que figuran a continuación.

I. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DEL CURSO PRÁCTICO

A. Observaciones

10. Los participantes señalaron que, en las zonas donde la infraestructura de telecomunicación no está desarrollada, las tecnologías basadas en circuitos inalámbricos locales surgen con ímpetu como solución poco costosa del problema de los “últimos kilómetros”. Esas zonas tienen actualmente una población de más de 3.000 millones de personas. El único modo razonable de entrar en ese mercado es explotar conjuntamente las tecnologías inalámbricas tanto terrestres como con satélites.

11. Es cada vez menos realista esperar que los países en desarrollo que tienen vastas zonas escasamente pobladas construyan una infraestructura con tecnologías de tipo alámbrico. Lo más probable es que las zonas aisladas densamente pobladas de tales países se conecten por medio de enlaces inalámbricos y de satélites.

12. Existe considerable interés en la creación de nuevos sistemas mundiales de satélites para prestar servicios de comunicación a las regiones del mundo insuficientemente servidas en la actualidad y explotar el crecimiento previsto de la demanda de distribución de datos como consecuencia de la distribución de computadora a computadora de material multimediático. El costo de construcción de todos esos sistemas probablemente supere el monto del capital de riesgo disponible, de modo que seguramente se construirán sólo algunos de ellos.

13. A fines de 1996, la UIT tenía en una de las fases de procesamiento casi 2.200 redes espaciales, notificadas por 62 Administraciones (incluidas las organizaciones de satélites internacionales).

14. Según se estima en general, la fracción de los ingresos por servicios de telecomunicación correspondiente a los satélites es menor del 3% del mercado que representan actualmente las infraestructuras mundiales de telecomunicación; probablemente esa cifra crezca y se sitúe entre el 5% y el 10% en el futuro. Las comunicaciones por satélite, combinadas con la tecnología inalámbrica, pueden desempeñar un papel importante en la infraestructura mundial de comunicaciones.

15. En el último decenio, la novedad más importante en cuanto al diseño de misiones para las comunicaciones por satélite ha sido el uso de nuevas configuraciones orbitales para crear mejores ángulos de orientación, aumentar la densidad de potencia irradiada, lograr diferentes modalidades de cobertura, reducir la fase de latencia en la transmisión de señales y permitir la utilización de terminales manuales.

16. Además de la financiación de los nuevos sistemas de comunicación, hay retos técnicos por superar. Entre ellos figuran la construcción de satélites que por primera vez lleven a bordo procesadores grandes y complejos, así como la reducción a niveles asequibles del costo de los terminales terrestres. El problema del desvanecimiento en la banda Ka a causa de la lluvia será grave en algunas partes del mundo y podría limitar los tipos de servicio aceptables para

los usuarios. Se sabe que algunos iniciadores de propuestas se replantean ya el cuadro hipotético de la misión de sus sistemas de comunicación, a fin de lograr un costo más bajo de entrada en el mercado. Asimismo, es probable la fusión de algunas propuestas de proyectos como un medio más de reducir los riesgos comerciales.

17. Varias importantes tecnologías relacionadas con los satélites están aún en etapa de desarrollo. No hay procesador a bordo que pueda realizar en milésimas de segundo todas las operaciones de conmutación y distribución requeridas por miles de llamadas. Actualmente no hay, a un precio razonable, ningún sistema de antena de fase activa capaz de formar y rastrear haces electrónicos. Por último, no hay satélites automáticos confiables y ensayos en vuelo, ni plataformas de gran altitud y larga resistencia que puedan dar un soporte económico a esas operaciones.

18. De algunas estimaciones conservadoras se desprende que los sistemas de satélites móviles con tarifas de comunicación proyectadas de 1,00 a 3,00 dólares por minuto captarán como máximo el 3% del total de los ingresos por concepto de comunicaciones móviles inalámbricas. Las proyecciones más optimistas indican tasas de penetración de tres a cinco veces mayores. Ya que esos sistemas no se empezarán a usar en gran escala más que a comienzos del próximo siglo, los resultados comerciales reales no se conocerán durante cierto tiempo.

La incógnita principal es hasta qué punto los consumidores ajenos al pequeño grupo de hombres de negocios que actúa a nivel internacional estarán dispuestos a pagar una suma cuantiosa por tener conectividad con el mundo entero desde cualquier lugar remoto.

19. Los países en desarrollo temen que la mayor parte de sus ciudadanos no pueda permitirse los servicios de satélites móviles. En cambio, esos servicios deberían ser un elemento esencial de las actividades de alerta temprana, preparación y socorro en caso de desastre y deberían servir de medio de comunicación en situaciones de emergencia. Al parecer, los servicios móviles por satélite serán eficaces sobre todo para el socorro en casos de desastre, ya que son los más inmunes a los efectos de eso desastres.

20. Actualmente, los países pueden vigilar o interceptar transmisiones telefónicas dentro de sus fronteras. Una importante preocupación del personal regulador a nivel nacional es si los servicios móviles por satélite permitirán a las autoridades encargadas de aplicar la ley seguir vigilando las llamadas.

21. De conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, el procedimiento de publicación previa es la primera fase obligatoria del proceso reglamentario pertinente. No se concede a la Administración notificante ningún derecho o prioridad. El procedimiento de coordinación es una obligación reglamentaria formal para la Administración que pide la coordinación y para la Administración cuyos servicios existentes o previstos puedan verse afectados por nuevas asignaciones de frecuencia. La coordinación debe concluir antes de que tales asignaciones se hagan efectivas o se notifiquen a la Dirección de Radiocomunicaciones.

B. Recomendaciones

22. Dada la utilización cada vez mayor de recursos orbitales y espectrales y, en consecuencia, la probabilidad de congestión de satélites en la órbita geoestacionaria, los participantes recomendaron que se estudie más a fondo la cuestión del acceso equitativo y el aprovechamiento eficiente de los recursos orbitales y espectrales en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones, de 1997.

23. Para facilitar el establecimiento de sistemas mundiales de comunicación por satélite, se requiere mejorar la cooperación internacional entre los países industrializados y los países en desarrollo, así como entre estos últimos.

24. También necesitan mejorar las políticas de fijación de precios de las comunicaciones por satélite. Se debe alentar a los proveedores locales de servicios, a nivel nacional, y a la UIT, a nivel mundial, a que traten de adoptar enfoques más liberales para la fijación de las estructuras de precios.

25. Los países en desarrollo deberían dar alta prioridad a las aplicaciones en telemedicina y educación a distancia (atendiendo en particular al uso de las mismas en sus zonas remotas y rurales, que podrían permitir a precios asequibles los futuros sistemas de comunicación de banda ancha por satélite.

26. Los participantes señalaron que WorldSpace Inc. estaba poniendo a punto, concretamente para los países en desarrollo, el primer sistema mundial de transmisión radiofónica digital por satélite. Pero, probablemente, la gran mayoría de la población de esos países no podría permitirse pagar el precio indicado, de 200 dólares por un receptor radiofónico digital ("Starman"). Por ello, se recomendó que se procurase reducir todo lo posible el costo de dicho aparato. Asimismo, se señaló que, al parecer, esa radio se podía modificar a un costo razonable, a fin de incorporarle un dispositivo de alerta para casos de desastre, y se formuló una recomendación en tal sentido a un representante de WorldSpace Inc.

II. RESUMEN DE LAS PONENCIAS

A. Comunicaciones y transmisiones por satélite para el desarrollo

27. En el próximo decenio, la industria mundial de telecomunicaciones y, en general, la industria de la información experimentarán grandes cambios. La privatización del sector público de telecomunicaciones y la liberalización de la legislación son las fuerzas que impulsan el desarrollo y la transformación de la infraestructura de dicha industria.

28. Tradicionalmente, la industria de la información viene definida por la "forma" de la información en cuestión y las tecnologías básicas de tratamiento de cada forma, en particular la imagen, el texto, la voz, datos, señales audio o vídeo. Para atender a su mercado, cada forma debe realizar una serie de funciones, entre ellas las de creación, distribución, procesamiento, almacenamiento y presentación.

29. La innovación tecnológica es evidentemente el impulso principal para la convergencia de esas diferentes formas de información, y la innovación tecnológica esencial ha sido la rápida difusión de la tecnología digital en una serie cada vez más amplia de empresas de información. A parte de la digitalización, también impulsan esa convergencia profundas innovaciones en las industrias de la informática y las telecomunicaciones.

30. La tecnología digital promete asimismo innovaciones aún mayores que serían continuas y abrirían prácticamente todos los hogares a la información en forma multimediática y de vídeo: por el aire, procedente de satélites y sistemas terrestres inalámbricos, mediante cables de fibra óptica o televisión por cable, e incluso por cables coaxiales de compañías telefónicas.

31. La infraestructura y los servicios de comunicación han tenido una tasa de crecimiento exponencial, estimulado por las fuerzas económicas y comerciales desencadenadas por el proceso de liberalización en muchos países. Sin embargo, esa actividad amenaza con aumentar el desfase existente entre los países industrializados y los países en desarrollo, lo cual no es deseable para unos ni para otros.

32. El acceso a una amplitud de banda barata será un factor esencial del desarrollo económico en el próximo siglo, igual que lo fue la energía poco costosa para la revolución industrial. Los países en desarrollo deben tener la seguridad de un acceso amplio y poco costoso a enlaces de telecomunicación de alta densidad y banda ancha.

33. Se estima que harían falta unos 25 años para realizar esta ardua tarea con medios terrestres, y que costaría alrededor de 1 billón de dólares conectar todo el mundo por medio de fibras ópticas. Otras estimaciones indican que sólo eliminar el desfase existente en materia de telecomunicaciones en los países en desarrollo costaría en total 3 billones de dólares. Menos de una quinta parte de la superficie terráquea cuenta actualmente con cables para servicios

de comunicación. Aunque hay muchas redes de fibra óptica en el mundo y su número crece diariamente, se utilizan sobre todo para conectar entre sí, mediante líneas principales, países y oficinas centrales de compañías telefónicas que tienen un tráfico muy denso. Conectar oficinas y hogares con cables de fibra óptica representa el 80% del costo de una red.

34. En esos casos, en las zonas rurales con tráfico de baja densidad, se puede recurrir a la nueva tecnología de comunicaciones por satélite. El servicio telefónico a los clientes de esas zonas, basado en cables, es actualmente de 10 a 30 veces más caro que el servicio a los clientes urbanos. Los países en desarrollo poseen solamente del 1 al 3% de los teléfonos existentes en todo el mundo y el 10% de los aparatos de televisión. Unos 3.000 millones de personas, aproximadamente la mitad de la población mundial, viven en países con menos de una línea telefónica por cada 100 habitantes. De las investigaciones recientes se desprende que los sistemas inalámbricos representan la manera más económica de desarrollar o mejorar las redes de telecomunicación en las zonas con una densidad de menos de 200 abonados por kilómetro cuadrado. Los sistemas inalámbricos fijos pueden instalarse de cinco a diez veces más rápidamente que las redes alámbricas, que requieren una inversión considerable en infraestructura.

35. Los satélites han demostrado su capacidad para prestar servicios de comunicaciones a las zonas menos desarrolladas del planeta, con sorprendente facilidad. Se adaptan de manera ideal a las emergencias causadas por desastres y a las labores de socorro y desarrollo, porque funcionan independientemente de la infraestructura local de telecomunicaciones. Los desastres como las sequías y las plagas de insectos producen actualmente pérdidas anuales de más de 50.000 millones de dólares. Los costos conocidos de los sistemas de satélites representan sólo una fracción de esa suma.

36. Las comunicaciones por satélites son la tecnología clave para que los países en desarrollo participen en el establecimiento de una infraestructura mundial de información. Si bien esos países no constituyen un mercado viable para la mayor parte de los proyectos de comunicaciones por satélite en gran escala, sí se benefician de los mercados lucrativos existentes en los países industrializados, que viven de señuelo para esos programas internacionales comerciales, y podrían utilizar el exceso de capacidad de esos programas para satisfacer sus propias necesidades de comunicaciones.

37. Los servicios de comunicación por satélite y la industria de las telecomunicaciones entran en una nueva era impulsados por una combinación de factores como el crecimiento de los mercados, liberalización y la eliminación de restricciones legales, que han desencadenado fuerzas económicas comerciales y los adelantos tecnológicos, muchos de los cuales se derivan de los inventos militares. El desarrollo de esa industria requiere aún la debida atención: las grandes huellas de haz de los satélites limitan la densidad de las comunicaciones a las que puede dar soporte sin interferencias. Pueden enmascarar observaciones científicas que sean igualmente importantes para la economía mundial (por ejemplo, las observaciones meteorológicas) y para la investigación (la astronomía). A fin de garantizar un verdadero progreso, en todo el proceso se tiene que establecer y preservar un cuidadoso equilibrio entre los diversos intereses: las comunicaciones para todos, la economía, los intereses nacionales y las necesidades científicas.

38. Actualmente, los sistemas internacionales, regionales y nacionales de satélites son predominantemente "servicios fijos" (es decir, estaciones terrestres no móviles). Esos satélites representan el 90% de los sistemas comerciales en funcionamiento, y casi todos operan en las bandas C (6/4 GHz) y Ku (14/12 GHz). En los últimos 30 años, la evolución de los servicios fijos por satélite se ha caracterizado por el aumento de la potencia de los satélites de comunicación, su estabilización en tres ejes y dotación con antenas de más alta ganancia y mayor apertura, que funcionan con haces múltiples para su utilización en frecuencias también múltiples. Esa evolución permite a los satélites no solamente aumentar su capacidad y vida útil, sino también funcionar con estaciones terrestres mucho más pequeñas y baratas. Paralelamente a este crecimiento notablemente rápido de la tecnología de los servicios fijos por satélite ha aumentado la competencia con los cables de fibra óptica y ha subido la demanda de tráfico internacional de telecomunicaciones y todas las formas de retransmisión de televisión. El deseo de descentralizar las estaciones terrestres y reducir sus gastos también ha sido una fuerza clave en el mercado.

39. El mercado mundial de las comunicaciones por satélite se distribuye entre el segmento espacial (satélites, lanzadores, seguros y estaciones de control), el segmento terrestre (terminales y redes para usuarios finales) y los servicios prestados. Con la ampliación de los servicios de televisión de transmisión directa a los hogares (DTH) y de radiofonía digital, así como la introducción de los servicios multimediáticos y de comunicación personal, el segmento terrestre crecerá a razón de muchos millones de usuarios por año y su mercado mundial prácticamente duplicará casi el del segmento espacial. Sin embargo, el segmento de los servicios tendrá con creces el mayor aumento. El mercado total de los próximos 10 años puede estimarse en una cifra de 60.000 a 80.000 millones de dólares para el segmento espacial, 120.000 a 150.000 millones de dólares para el segmento terrestre y más de 400.000 millones de dólares para los servicios. Ello representará un mercado mundial de las comunicaciones por satélite de más de 600.000 millones de dólares.

40. Se prevé que en los próximos 10 años se pongan en órbita más satélites que todos los lanzados durante los últimos 30 años. Aproximadamente 800 de los 1.138 satélites previstos para los próximos 10 años serán para sistemas móviles. En los últimos cinco años, la tasa de crecimiento mundial de la telefonía móvil ha girado en torno a la extraordinaria cota del 50% anual y, actualmente, algunos países duplican cada año su número de abonados a los servicios móviles.

41. Los sistemas que utilizan constelaciones de satélites en órbita terrestre baja o en órbita terrestre intermedia pronto prestarán servicios de comunicación personal. Las constelaciones en órbita terrestre baja, así como las de satélites geoestacionarios, prestarán servicios multimediáticos, con rápido acceso a Internet, en los primeros años del próximo decenio.

42. El mercado que se ofrece a los servicios de televisión directa y a los de radiodifusión directa, así como a los servicios de terminales de apertura muy pequeña (VSAT), computadoras personales, servicios multimediáticos y otros, es enorme, pero habrá que ver si todos los sistemas proyectados tienen éxito y continúa la actual expansión. Asimismo, se estudia con detenimiento el uso de la radiodifusión directa no sólo para servicios de diversión, sino también como interfaz para las telecomunicaciones de banda ancha con los hogares, en apoyo de los servicios vídeo en mosaico de Internet, así como de otros servicios en banda ancha.

43. Los sistemas de comunicación por satélite han evolucionado rápidamente pasando de un enfoque puramente orientado a las redes, y la interconexión de puntos de entrada de diferentes redes terrestres, a enfoques cada vez más centrados en el usuario, con prestación de servicios directamente a terminales instalados en los locales de los usuarios. Esa evolución inevitable ha sido resultado de la rápida expansión de los cables de fibra óptica, que se prestan mejor que los satélites para la telefonía interurbana y las comunicaciones de un punto a otro. Las características concretas de los satélites, a saber, la cobertura de vastas zonas y el acceso instantáneo a ellos desde cualquier sitio de esas zonas, han hecho que los servicios se centren en el aprovechamiento de tales posibilidades.

44. El actual auge de los sistemas de satélites se extiende tanto a los basados en satélites geoestacionarios como a los basados en constelaciones de satélites de órbita terrestre baja o intermedia. Ese auge se debe a muchos factores: a) el crecimiento mundial de la economía, en particular, en la región de Asia y el Pacífico; b) el aumento de la demanda de servicios directos a los usuarios finales; c) la expansión mundial de los servicios celulares terrestres, pero de cobertura limitada; d) la insuficiencia de la infraestructura terrestre en muchas zonas, tanto en los países en desarrollo como en los países industrializados; e) la liberalización y privatización general de las telecomunicaciones nacionales, regionales y mundiales; f) la intensa competencia en la industria del espacio y las telecomunicaciones: muchos fabricantes de satélites también se han convertido en promotores y operadores de sistemas; y g) los considerables fondos privados conseguibles para los nuevos sistemas de satélites.

45. Este auge de los sistemas de comunicación por satélite implica un progreso continuo y rápido de las tecnologías espaciales y ciclos más cortos de producción de satélites y lanzadores, pero hay que resolver las

dificultades de coordinación de las frecuencias, que han aumentado significativamente. Muchos sistemas de satélites requieren una considerable inversión privada tanto en el segmento espacial como en el terrestre.

46. La mencionada evolución también ha sido impulsada por el rápido progreso de la tecnología de los satélites (y el rendimiento de los vehículos de lanzamiento), lo que ha permitido aumentar significativamente la masa de las naves espaciales y la potencia consumida, lo cual se traduce en una mayor potencia isótropa efectiva irradiada por las antenas de a bordo y en una reducción general de las dimensiones así como del costo de los terminales en tierra. El número de estos terminales ha crecido considerablemente con la ampliación de los servicios de televisión de transmisión directa a los hogares en la banda Ku, que se han convertido en los principales usuarios de la capacidad de los satélites. La creciente expansión de esos servicios y la próxima introducción de servicios multimediáticos y de computadora personal por satélite harán también que dicho número aumente rápidamente.

47. La digitalización de las transmisiones por satélite ha sido posterior a la de las transmisiones terrestres. Las dificultades de coordinación y las consideraciones de economía obligan a los sistemas de satélites al empleo de técnicas de transmisión con un aprovechamiento más racional del espectro, la reutilización múltiple de frecuencias, antenas más sofisticadas, nuevas bandas de frecuencia y, de ser posible, transmisiones más resistentes a las interferencias. Un aprovechamiento más racional del espectro se logra con transmisiones digitales y técnicas de codificación sofisticadas. Por ejemplo, en telefonía, la capacidad de un ponedor de 36 MHz, que es de 500-700 canales vocales en el caso de las transmisiones analógicas, aumenta a 3.600-4.000 canales cuando las transmisiones son digitales, y esa cantidad probablemente se duplicará en el próximo decenio. En televisión, un transpondedor de 27 a 36 MHz que transmite un programa de televisión analógico es capaz de transmitir de cuatro a 12 programas recurriendo a la comprensión digital. Asimismo, en el próximo decenio se introducirán probablemente tasas de compresión considerablemente más altas para las señales de televisión.

B. Nuevos sistemas mundiales de comunicación por satélite y estratosféricos

48. Se ha hecho sumamente difícil lograr un puesto en el arco de la órbita geoestacionaria y operar en las bandas C o Ku sin interferir en el tráfico de los satélites adyacentes. Si bien existen asignaciones adicionales de frecuencia para uso de satélites comerciales en la banda Ka (en general longitudes de onda de 1,5 a 1 cm), no se tienen en cuenta por ahora debido que la lluvia absorbe esas longitudes de onda y es escaso el equipo existente para las terminales terrestres en esa banda.

49. Los nuevos sistemas proyectados de satélites (que operarían en la banda Ka) y los nuevos sistemas estratosféricos (que operarían en la banda V), acelerarían la realización de infraestructuras de información nacionales y mundiales, en particular en las regiones del mundo donde no existe una infraestructura de telecomunicaciones terrestres o es insuficiente para las comunicaciones de alta velocidad. El término "satélite de banda Ka" se admite ahora en general como expresión abreviada, que designa nueva generación de satélites de comunicaciones que dispondrán de procesamiento y conmutación a bordo para brindar servicios completos de recepción y transmisión con destino y origen en pequeñas estaciones terrestres comparables en tamaño a las actuales antenas parabólicas de televisión. Esos sistemas de satélites de la banda Ku también se designan con otras expresiones como las de "satélites para transmisiones multimediáticos", "satélites con modo de transmisión asíncrona", "satélites con conmutación de banda ancha" y "satélites interactivos de banda ancha".

50. Entre los servicios en proyecto figuran los de comunicación vocal, servicios de datos, de vídeo, de imágenes, de teleconferencias por vídeo, de vídeo interactivo de televisión, de espacios multimediáticos, servicios para Internet a nivel mundial, de mensajes y de concentración de enlaces. Se prevé una amplia gama de aplicaciones gracias a esos servicios, entre ellas la enseñanza a distancia, la formación en las empresas, la colaboración de grupos de trabajo, la teleconmutación, la telemedicina, la interconexión inalámbrica de estructuras básicas (por ejemplo, entre redes inalámbricas de zonas locales y de grandes zonas), la distribución por vídeo, la transmisión vídeo directa a los hogares y el acopio de información por satélite, así como la distribución de programas informáticos, música, datos

científicos e información financiera y meteorológica mundial. Los sistemas de transmisión por satélite también son indispensables para los servicios de comunicación en caso de emergencia.

51. De conformidad con las recomendaciones de la UIT, esos servicios se dividen en cinco categorías: a) envío de mensajes (correo electrónico, radiobúsqueda); b) recuperación (videotextos, recuperación de documentos, recuperación de imágenes de alta resolución, recuperación de datos); c) conversaciones (telefonía de persona a persona en banda ancha, videoconferencias en banda ancha entre múltiples puntos, vigilancia por vídeo, señales para programas con sonido múltiple, transmisión a alta velocidad de información digital irrestricta, transferencia de archivos, teleacción de alta velocidad, telefax, recuperación de imágenes de alta resolución, comunicación de documentos, telefonía digital, etc.); d) distribución controlada por el usuario (transmisión de información digital restringida, videografía); y e) difusión interactiva (difusión de mensajes, difusión de voz y sonido, difusión de documentos, transmisión de información digital irrestricta);

52. El concepto basado en la banda Ka propone el equivalente de un circuito telefónico local, donde el usuario paga por el alquiler de un tiempo determinado. El sistema de la banda Ka también ofrece la posibilidad de facturar por cada bitio de información desplazado. Sin embargo, esos servicios requieren una gran amplitud de banda, porque cada enlace se suele establecer de punto a punto. El método principal para aprovechar racionalmente el espectro disponible es usar haces múltiples concentrados, cada uno de los cuales cubra solamente una pequeña zona de la Tierra. Ello permite reutilizar las frecuencias, del mismo modo que, en una red telefónica celular, se reutiliza el espectro.

53. La utilización de múltiples haces concentrados requiere de por sí mecanismos de procesamiento y conmutación a bordo, para dirigir los trayectos de transmisión entre los diferentes haces empleados para los enlaces ascendentes y los descendentes. Asimismo, los enlaces entre satélites realizados con satélites de banda Ka similares requerirán capacidad de conmutación. En efecto, la capacidad de procesamiento y conmutación a bordo es un medio de gestión de red y cada operador de satélite en banda Ka será como una especie de compañía telefónica, sólo que las correspondientes centrales estarán en el cielo.

54. Los sistemas de banda Ka proyectados tienen velocidades de transferencia de datos de usuarios que van desde 16 Kbps hasta un máximo de 1 Gbps, soporte para un modo de transferencia asíncrona, cobertura regional y mundial mediante enlaces entre satélites, gran número de haces estrechos concentrados y medios de procesamiento/conmutación a bordo en la banda de base para la interconexión de los haces. Con algunos de los sistemas propuestos se intenta ofrecer una cobertura mundial completa o prácticamente completa.

55. La banda Ka de que disponen los operadores de satélites supone de 2,5 a 3,5 Ghz del espectro, intervalo enorme que es de 4 a 7 veces mayor que el disponible para algunos operadores de satélites en la banda C. En 1997 tomaron forma a nivel mundial unos 59 proyectos relativos a la banda Ka, a la par que se intensificó la labor de investigación y desarrollo para perfeccionar los satélites de la banda Ka y las tecnologías conexas.

56. El desarrollo de esos sistemas depende de que se superen importantes problemas relativos a la coordinación de las frecuencias, la madurez de la tecnología y la financiación. Ello significa que es de prever que serán pocos los sistemas proyectados que se habrán emplazado en el período 2000-2005.

57. En los sistemas proyectados de la banda Ka se prevé el empleo de un gran número de haces estrechos (aproximadamente 1 grado) para suministrar a los terminales de los usuarios una alta potencia radiada aparente isotropa de 50 dBW. Los tipos de haz y su número varían ampliamente de un sistema a otro. Los haces con cambio de dirección (previstos en algunos sistemas) permiten una utilización eficaz de los recursos de los satélites al asignar cada haz a un número de zonas de acción (cobertura por haces puntuales que comprende una zona de mucho tráfico y varias zonas de poco tráfico. La duración de la acción puede ajustarse dinámicamente en función de la respuesta a la demanda de tráfico en cada zona de cobertura de los haces.

58. En general, el diseño de los satélites de haces fijos es más simple que el de los satélites de haces con cambio de dirección. Sin embargo, para una utilización eficiente de los recursos, es necesario ajustar las zonas de cobertura a fin de tener aproximadamente igual densidad de tráfico en cada haz. El número de haces fijos por satélite puede ser uno cualquiera a partir de diez.

59. En la mayor parte de los sistemas propuestos se realizaría a bordo el tratamiento y conmutación de la banda de base. Los subsistemas de tratamiento a bordo efectuarían una conmutación rápida de paquetes, también denominada “conmutación de células”, “conmutación de paquetes”, “conmutación con modo de transmisión asíncrona” y “encaminamiento paquete por paquete”. El tratamiento de la banda de base a bordo permitiría conmutar y multiplicar el tráfico de los usuarios, según el lugar de destino, hacia portadoras de enlace descendente de alta velocidad. Ello permitiría que los enlaces descendentes funcionaran con una sola portadora por amplificador de potencia, lo que, cuando trabajaban cerca del punto de saturación, hacía posible la utilización más eficiente de la potencia de transmisión disponible. La transmisión de enlace descendente sería de acceso múltiple por distribución en el tiempo para los haces con cambio de dirección y de multiplexaje por distribución en el tiempo para los haces fijos. La velocidad de transmisión propuesta en la mayor parte de los sistemas de órbita terrestre geosíncrona era de aproximadamente 100 Mbps. En la mayor parte de los sistemas de tratamiento a bordo de la banda Ka se preveía utilizar enlaces entre satélites para brindar una conexión directa de usuario a usuario sin ayuda de estaciones terrestres intermedias.

60. Se habían propuesto varios terminales de usuario para los sistemas de banda Ka. En general, un terminal de usuario que funcione a una tasa binaria de enlace ascendente de entre 128 y 768 Kbps emplearía una antena de abertura pequeña con un diámetro de 66 cm y un amplificador de potencia sólido de 1 a 3 W. Todos los componentes de las frecuencias radiofónicas (amplificador de potencia sólido, amplificador de bajo ruido y convertidores ascendentes/descendentes) se integrarían en una pequeña unidad exterior que se montaría en el reflector. Los terminales de cabecera tendrían una antena mayor, con un diámetro de 2,4 a 5 m y un amplificador de alta potencia de 50 a 200 W.

61. Los usuarios podrían emplear antenas más pequeñas en el caso de los sistemas de banda Ka que se emplacen en órbita terrestre baja. Sin embargo, sus terminales habrían de poder rastrear los satélites y realizar una transferencia cada pocos minutos. Las transferencias entre satélites en esos sistemas requieren también una coordinación precisa en el tiempo entre el encaminamiento del tráfico de los satélites y el procesamiento en los terminales de los usuarios, así como una configuración del tráfico en las interfaces de dichos usuarios.

62. Existían terminales de muy pequeña apertura capaces de funcionar en las bandas C o Ku, pero costaban de 5.000 a 15.000 dólares, según sus aplicaciones. Los sistemas propuestos de banda Ka, para ser financieramente viables, tendrían que ser accesibles con terminales que costaran considerablemente menos (por ejemplo, 1.000 dólares). Para lograr precios tan bajos, se requería una producción masiva, lo cual a su vez obligaba a la entidad explotadora a hacer un pedido muy grande (por ejemplo, por lo menos 1 millón de terminales), cosa que aumentaría el riesgo financiero.

1. Ejemplos de sistemas propuestos

63. EuroSkyWay era una red multiregional de satélites interconectados de banda Ka que desarrollaba la empresa Alenia Aerospazio para prestar servicios innovadores y asequibles a usuarios del mundo de los negocios o simples consumidores. Se adoptaban terminales de bajo costo y abertura ultrapequeña para gestionar el tráfico de datos con conmutación de paquetes y circuitos, y los recursos se asignaban de manera flexible a pedido del usuario.

64. El sistema EuroSkyWay representaba una solución para prestar servicios multimediatícos a usuarios de Europa, África y el Oriente Medio, incluida la posibilidad de integrarlos en la infraestructura mundial de información, así como en otras redes de zona amplia que funcionen con satélites o con medios terrestres.

65. El sistema EuroSkyWay se desplegaría en dos fases diferentes: en la primera fase operacional se preveían dos satélites coubicados que abarquen toda Europa y países vecinos (del Oriente Medio, el África mediterránea y algunos de la Comunidad de Estados Independientes); en la segunda fase operacional se preveían tres satélites adicionales que se integrarían con la primera fase para aumentar la capacidad y abarcar África (dos satélites) y la parte occidental de Asia (un satélite).

66. La red EuroSkyWay difería de otras redes mundiales de satélites propuestas en que su ubicación en órbita geoestacionaria, el diseño selectivo de enlaces y el plan novedoso de gestión del tráfico permitían una mejor utilización de los recursos y la rentabilidad general del servicio. La alta capacidad acumulativa de rendimiento del sistema (46 Gbps), obtenida mediante un solo conglomerado de cinco satélites, requería inversiones iniciales menores y menos tiempo de emisión de los satélites, tanto en lo que respecta a los proveedores de servicios como a los usuarios finales. El diseño digital adoptado para los enlaces de transmisión ofrecía un servicio de calidad excepcional.

67. El sistema Celestri de Motorola se había concebido para dar cobertura prácticamente mundial con satélites en órbita geosincrónica y en órbita terrestre baja a fin de prestar al costo más bajo, a terminales de difusión a los hogares, de pequeñas empresas y de sociedades, un servicio de banda ancha optimizado. Dicho sistema se compondría del sistema Celestri de órbita terrestre baja y otros dos sistemas desarrollados también por Motorola: el Millennium y el M-Star. El sistema Celestri de órbita geosincrónica utilizaba nueve satélites para dar cobertura mundial. Al enlazar los satélites de órbita baja terrestre con los de órbita geosincrónica, el sistema brindaría capacidad para transmisiones regionales con interactividad en tiempo real.

68. El sistema Celestri multimediático de órbita baja terrestre era una constelación de 63 satélites en siete planos orbitales inclinados interconectados con casi toda las tierras pobladas del mundo. Los planos eran circulares, situados a una altura de 1.400 km y con una inclinación de 48 grados respecto al ecuador, lo que permitiría la transmisión a terminales terrestres de potencia y costo relativamente bajos, con demoras equivalentes a las de los sistemas terrestres. Cada satélite contenía todo el equipo físico necesario para encaminar el tráfico de comunicaciones por la red, incluidas las conexiones de la Tierra al espacio, del espacio a la Tierra y del espacio al espacio. Para las interconexiones de satélite a satélite se usaban enlaces láser, mientras que para las interconexiones de la Tierra al espacio se utilizaba la banda de 30 Ghz y para las del espacio a la Tierra, la banda de 20 Ghz. Con antenas multihaces de elementos en fase se obtendrían haces fijos para cubrir todos los puntos de la respectiva huella. La velocidad de los datos era de 64 Kbps a 155,52 Mbps.

69. El sistema Celestri de órbita baja terrestre se había diseñado de forma que permitiera compartir frecuencias del espectro de la banda Ka con sistemas de órbita geosincrónica y otros sistemas de órbita terrestre baja, gracias a la diversidad de los satélites. Las antenas formaban un gran número de haces estrechos. Los haces que podrían causar interferencia con satélites de órbita geosincrónica, u otros satélites de órbita baja terrestre que funcionen en las mismas frecuencias, se neutralizaban (se dejaban en blanco) y la comunicación se conmutaba a otro satélite con una posición diferente. La conmutación se podía predecir en función de las posiciones conocidas de los satélites. Se daba instrucciones a los terminales en tierra, así como equipo de los satélites, para efectuar la neutralización de haces a fin de evitar geometrías que causaran interferencias. No se requería la cooperación de otros sistemas, aparte de los datos sobre la posición de los satélites. El compartir frecuencias gracias a la diversidad de los satélites permitía aumentos valiosos de funcionalidad de los limitados recursos espectrales.

70. El sistema M-Star tenía 72 satélites operacionales en órbita baja terrestre en 12 planos orbitales inclinados. Las órbitas eran circulares, situadas a una altura de 1.350 km. Se seleccionó una órbita baja terrestre para permitir la utilización en tierra de terminales pequeños, de potencia y costos bajos, y hacer que las demoras que experimentaran los usuarios finales fueran prácticamente iguales que las de los sistemas nacionales de transporte. Cada satélite contenía múltiples transpondedores de guíaondas acodado con antenas para haces puntuales. Los enlaces entre satélites conectaban cada uno de éstos con cuatro satélites adyacentes. Esa estructura permitía

transponder las señales directamente de vuelta a la Tierra o retransmitirlas a otros satélites y, luego, encaminarlas a cualquier lugar del mundo. Los enlaces de servicios funcionaban en la banda de 40 Ghz, mientras que los enlaces entre satélites funcionaban en la de 60 Ghz. El sistema ofrecería el transporte de voces y datos a proveedores de servicios y a clientes del ámbito comercial, así como un servicio de interconexión que permitiera a portadoras terrestres agregar señales de voces o datos.

71. La sociedad Alcatel había propuesto un nuevo sistema, llamado SkyBridge, que funcionaría en la banda Ku para reducir el problema de la atenuación causada por la lluvia, y concebido también para evitar interferencias con los satélites geoestacionarios existentes en la banda Ku. SkyBridge utilizaba dos constelaciones, cada una de 32 satélites en órbita baja terrestre y a una altura de 1.457 km. Ambas constelaciones se componían de cuatro satélites uniformemente espaciados en cada uno de los ocho planos orbitales, que tenían una inclinación de 55 grados y un espaciamiento a entre sí de 45 grados en el ecuador. Ambas constelaciones estaban destinadas a compensarse mutuamente, de modo que cruzaran el cielo parejas de satélites. En consecuencia, era posible evitar las interferencias con los satélites geoestacionarios ordenando a todas las estaciones terrestres que dejen de usar un satélite SkyBridge cuando esté aproximadamente a ± 10 grados del arco geoestacionario y que conmuten al otro satélite de la pareja. Mientras que se requerirían 387 estaciones terrestres de cabecera para cubrir todas las zonas terrestres situadas entre ± 68 grados de latitud, solamente se requerirían 253 para prestar servicios al 90% de la población mundial.

72. SkyBridge aportaría una conexión asimétrica de banda ancha a la red fija, con una capacidad máxima de 60 Mbps (con incrementos de 16 Kbps) para terminales de particulares y de 2 Mbps (con incrementos de 16 Kbps) en el enlace de retorno a través de una cabecera. Con terminales de profesionales podrían admitirse tasas más altas. Además, dada la escasa cuantía de los incrementos el usuario dispondría amplitud de banda cuando lo requiriera.

73. El sistema SkyBridge era una red de acceso basada en el modo de transmisión asíncrono, que ofrecía los “últimos kilómetros” de la conexión entre los usuarios y una central local. El satélite transmitía de manera transparente (es decir, sin ningún procesamiento, excepto la amplificación y la transposición de frecuencias) a la cabecera y viceversa el tráfico generado por los terminales. En el caso de las comunicaciones de terminal a terminal, el conmutador de cabecera establecía la conectividad por enlace con dos satélites. Cada cabecera reunía, por conducto del segmento espacial, el tráfico de los terminales situados en una subzona de 700 kilómetros de diámetro. Las subzonas de SkyBridge estaban permanentemente iluminadas por al menos un haz puntual. En la mayor parte de los casos, había por lo menos dos satélites permanentemente visibles en las latitudes de la zona templada.

74. En el sistema SkyBridge todos los usuarios debían emplear por lo menos dos antenas de rastreo, lo que suponía una penalización económica y podría limitar el uso del sistema a las grandes empresas capaces de pagar terminales caros; sin embargo, el sistema entrañaba la promesa de una mayor disponibilidad de servicios.

2. Plataformas estratosféricas

75. Había cuatro arquitecturas generales de telecomunicación que se podían utilizar para prestar servicios inalámbricos de banda ancha en circuito local a los consumidores. Dos de esas arquitecturas eran de tipo espacial: los satélites geoestacionarios y los no geoestacionarios. Las otras dos se consideraban terrestres: los repetidores celulares de onda milimétrica en tejados y las plataformas estratosféricas de retransmisión.

76. Razones intrínsecas de geometría y tecnología del equipo físico llevaban inevitablemente a la conclusión técnica de que la arquitectura estratosférica sería la que ofreciera la mayor capacidad de comunicación en las zonas metropolitanas, a nivel mundial, para una inversión equivalente en equipo y amplitud de banda. En consecuencia, las telecomunicaciones estratosféricas serían las que permitieran dar a los consumidores, la mayor capacidad de Internet en banda ancha al costo más bajo.

77. Si permanecían constantes la amplitud de banda, la apertura de antena, la potencia y otros factores técnicos, la capacidad metropolitana de un sistema de telecomunicaciones era igual al número de haces puntuales producido

por el sistema. El número de haces puntuales que un sistema podía generar para zonas metropolitanas variaba en proporción directa a la distancia entre el repetidor radiofónico y la zona de cobertura, hasta que la línea de visión se aproximaba al límite exterior de la zona metropolitana, y en proporción inversa más adelante. Por ejemplo, debido a los condicionamientos impuestos por el tamaño de la antena, a todos los efectos prácticos, un solo repetidor en el tejado de un edificio podía generar a lo más seis haces puntuales, utilizando una antena sectorial de 60 grados. En el otro extremo de la escala, un satélite geoestacionario no podía generar más de un haz puntual por zona metropolitana, utilizando las aperturas típicas de antena más avanzadas, de cinco metros a 20 ó 30 GHz.

78. Sin embargo, una sola plataforma estratosférica de telecomunicaciones, a una altura de 21 km, podía generar aproximadamente de 700 a 1.000 haces puntuales en una sola zona metropolitana, mientras que un satélite no geoestacionario a 500 km de altura generaría solamente de 4 a 16 haces puntuales que llegarían hasta a 100 kilómetros del centro de una zona metropolitana. En consecuencia, la arquitectura estratosférica tenía una capacidad aproximadamente 100 veces mayor en las zonas metropolitanas que la de satélites de órbita no geoestacionaria, en el supuesto de que la amplitud de banda asignada fuera la misma.

79. En los sistemas estratosféricos y otros sistemas de banda ancha se podían distinguir segmentos de mercado de lata y baja densidad. Todos los sistemas espaciales (geoestacionarios integrados en redes) eran arquitecturas de baja densidad. Realizaban una excelente función ofreciendo cierta amplitud de banda en todas partes, pero no podían competir con arquitecturas terrestres para brindar máxima capacidad en zonas metropolitanas. Los sistemas de ondas milimétricas, tanto estratosféricos como terrestres, eran arquitecturas de alta densidad. Esos diseños eran excelentes porque reportaban a los consumidores de las zonas metropolitanas la mayor utilidad expresada en costo por unidad de amplitud de banda, pero no eran muy rentables cuando se trataba de prestar servicios a las zonas rurales.

80. Por consiguiente, era sumamente importante que los países en desarrollo incluyeran plataformas estratosféricas, como la denominada Sky Station, en sus planes nacionales de telecomunicaciones. Si esos países recurrían sólo a los satélites para sus enlaces de banda ancha, se encontrarían en la situación de disponer sólo de capacidad de banda ancha de baja densidad para satisfacer la demanda de banda ancha de alta densidad. Ello los reduciría a una infraestructura de información inferior, lo que sería incompatible con el mandato de la UIT de promover el desarrollo mundial de la información. La tecnología de las plataformas estratosféricas de telecomunicación estaba ya disponible para su utilización a nivel mundial, a reserva de que se aprueben las asignaciones de frecuencias y se hagan los arreglos comerciales nacionales pertinentes.

3. Órbita baja terrestre pequeña

81. ORBCOMM estaba poniendo una constelación de 28 pequeños satélites de comunicaciones en una órbita a 775 km de la Tierra. Con ayuda de una infraestructura de estaciones terrestres de cabecera, los satélites conectan conectaban a los usuarios de ORBCOMM con la red mundial de telecomunicaciones. Ya existía un servicio parcial y el sistema entraría plenamente en funcionamiento en 1998.

82. Un usuario podía enviar un mensaje al aparato de comunicación de un abonado remoto con cualquier computadora personal, utilizando protocolos de comunicación estándar. El usuario conectaría simplemente con la estación de cabecera y enviaría un mensaje, utilizando su computadora. La estación de cabecera retransmitiría el mensaje al satélite pertinente y, por su conducto, al aparato de comunicación del abonado remoto. Los mensajes provenientes de los abonados remotos seguirían el mismo camino, pero al revés. Esos mensajes podían hacerse llegar por un circuito activo o almacenarse en la memoria de la estación de cabecera para recuperarlos cuando el cliente lo deseara.

83. El sistema ORBCOMM también tenía la capacidad singular de determinar la posición de los abonados remotos y darla a conocer a los usuarios. Los aparatos de comunicación de ORBCOMM, por su diseño, eran capaces de medir el desplazamiento Doppler en las señales de enlace descendente provenientes del satélite. Cada satélite

determinaba su propia posición, utilizando el sistema de posicionamiento mundial (GPS). Combinando las mediciones del desplazamiento Doppler con los datos del GPS, un aparato de comunicación podía determinar su propia posición, en general con un margen de error de menos de 1.000 metros.

4. Sistemas de radiodifusión por satélite

84. La radiodifusión era el instrumento de comunicación generalizado en el mundo. Había más de 2.000 millones de aparatos de radio a nivel mundial y más de 100 millones de aparatos se vendían al año. Por ejemplo, en los países en desarrollo, en promedio, había una emisora de radio por cada 2 millones de personas; en los países industrializados, la proporción era una por cada 30.000 personas.

85. El objetivo de WorldSpace era poner transmisiones radiofónicas digitales baratas, pero de alta calidad, al alcance de 3.500 millones de personas, sobre la base de un sistema de radiodifusión digital que, por conducto de un terminal de muy pequeña apertura, transmitía una señal radiofónica a un satélite geoestacionario. El satélite retransmitía a tierra la señal, que captaban millones de receptores de radio portátiles. La nueva infraestructura mundial que WorldSpace estaba creando permitiría a los locutores y los agentes publicitarios llegar hasta los mercados nacientes, insuficientemente servidos, en particular de Oriente Medio, África, Asia, el Caribe y América Latina. La población de esas zonas podría recibir transmisiones radiofónicas digitales de calidad y diversidad sin precedentes, con un nuevo tipo de aparato de radio necesario para captar los programas de los satélites de WorldSpace.

86. Había tres satélites, AmeriStar, AfriStar y AsiaStar, cada uno con un peso aproximado de 3.000 kg. Los tres estarían en órbita geoestacionaria. Todos tenían tres haces puntuales, cada uno de los cuales representaba una zona de cobertura de aproximadamente 14 millones de kilómetros cuadrados por canal. Sería posible transmitir programas hablados por un máximo de 288 canales, música monofónica por un máximo de 144 canales, o sonido de alta fidelidad hasta por un máximo de 72 canales.

87. El receptor portátil de WorldSpace, que se espera cueste 200 dólares, se basaba en varias tecnologías para lograr los objetivos de la empresa en cuanto a costo, tamaño y confiabilidad. Constaba de una antena, un conjunto de chips Starman, amplificador de sonido, altoparlantes, monitor e interfaz en serie.

88. Estos aparatos recibirían programas monofónicos de alta calidad y programas estereofónicos de nivel prácticamente igual al de los discos compactos, que se transmitirían en la banda L (1.467 a 1.492 MHz) por medio de los tres satélites de comunicaciones de WorldSpace. El uso de la tecnología de transmisión digital permitía ofrecer otros servicios, incluso los de transmisión de textos, fax y correo electrónico, además del de mensajería personal. Una antena del tamaño de una tarjeta de negocios, insertada en el receptor, captaría las señales de satélite. Además, los receptores estarían equipados para recibir transmisiones normales en AM, FM y onda corta. La incógnita principal persistente en el aspecto financiero y técnico era el precio de esas radios portátiles. El precio inicial se estimaba en unos 200 dólares, inasequible para todos menos para la clase media de cada región, pero aun así lo suficientemente bajo como para captar de 5 a 10 millones de radioyentes, el número necesario para que el proyecto sea financieramente viable.

C. Sistemas de satélites regionales y nacionales

1. Lockheed Martin Intersputnik

89. Intersputnik, organización a la cual pertenecen 22 naciones, ofrecía comunicaciones internacionales, regionales y por satélite desde hacía más de 25 años. Recientemente había iniciado con la Lockheed Martin, una empresa mixta, llamada *Lockheed Martin Intersputnik* (LMI), con lo que aumentaría mucho la capacidad de ambas organizaciones. Los satélites que pusiera en órbita LMI serían naves espaciales A2100 de alto rendimiento, ensayadas en vuelo y construidas por la Lockheed Martin Missiles & Space. Las plataformas A2100, con una vida útil de 15 años,

reemplazarían a los satélites de construcción rusa y ofrecerían mayor capacidad, con 44 transpondedores de alta potencia que funcionarían en las banda C y Ku. LMI ofrecería su capacidad y competencia excepcionales para aportar soluciones con los últimos perfeccionamientos técnicos que satisfagan las necesidades de los usuarios, además de tarifas flexibles y acceso directo al segmento espacial.

90. El primer lanzamiento, mediante el vehículo Proton, estaba previsto para fines de 1998 con el fin de emplazar un satélite LM-1 en la ranura orbital a 75 grados de longitud este. Otros tres se lanzarían antes de terminar el año 2000. Intersputnik tenía 15 ranuras orbitales muy valiosas. Inicialmente, LMI prestaría servicios de transmisión radiofónica, telecomunicaciones fijas y terminales de muy pequeña abertura (VSAT) a clientes de Europa oriental, el Asia meridional, África y la Comunidad de Estados Independientes. Más adelante, los servicios de LMI abarcarían transmisiones vídeo y audio directamente a los hogares y servicios móviles a clientes de todo el mundo. Se prevé que los ingresos anuales sean de 300 millones a 500 millones de dólares en el año 2001 y que sigan creciendo a medida que aumenten los servicios.

2. Satélite Kupon

91. En Rusia, el progreso económico dependía de la eficiencia de los servicios de las redes financieras. Las telecomunicaciones eran una parte esencial de la tecnología de los servicios bancarios. El Banco Central de Rusia había desarrollado la red BANKIR de comunicaciones por satélite, que ofrecía un poderoso medio de satisfacer las actuales necesidades esenciales en materia de telecomunicaciones y la flexibilidad necesaria para establecer futuras redes.

92. Una nueva generación de satélites Kupon se había diseñado especialmente para aplicaciones del tipo VSAT, con nueva tecnología VSAT desarrollada en Rusia. La primera fase de instalación de la red empezó en 1997. El primer satélite Kupon se había lanzado el 12 de noviembre de 1997 a una ranura orbital situada a 55 grados de longitud este, en apoyo de la red BANKIR de comunicaciones por satélite del Banco Central de Rusia. Pero también podía prestar servicios a Europa, África y el Oriente Medio, así como a la mayor parte de Asia y el arco insular del Pacífico. Los tres satélites previstos brindarían una cobertura virtualmente mundial.

93. Los satélites Kupon incorporarían las tecnologías más recientes, anteriormente sólo disponibles para las comunicaciones militares y gubernamentales. Contarían con antenas receptoras-transmisoras multihaz, haces electrónicamente dirigibles, control en órbita del tamaño y la forma de las huellas de haz, distribución dinámica de la potencia entre los haces y conmutación a bordo del tráfico entre los transpondedores. Esas características avanzadas permitirían una mayor flexibilidad incorporada en los servicios de la red y una vasta gama de aplicaciones.

94. El uso a bordo de antenas activas múltiples con mando de fase aseguraba una flexibilidad muy alta y confiabilidad en el sistema. Cada satélite Kupon tenía 24 transpondedores de potencia intermedia en la banda Ku (ese número se podía ampliar a 32) y 16 pares de haces puntuales receptores-transmisores independientes. Los transpondedores Kupon y las huellas de haz podían reconfigurarse instantáneamente para satisfacer una amplia gama de necesidades, siempre cambiantes, de los clientes.

3. Satélite AMOS

95. El sistema de comunicaciones por satélite AMOS se había iniciado como empresa comercial en enero de 1992. El satélite AMOS-1 se lanzó con éxito en mayo de 1996 y los servicios de comunicación comenzaron el 1º de julio de 1996. El AMOS era un nuevo satélite de comunicaciones geoestacionario ligero, con un peso de lanzamiento inferior a 1.000 kg y un subsistema triaxial de control de actitud. Llevaba una carga útil para comunicaciones en la banda Ku, con siete transpondedores activos (de un total de nueve) que tenían 72 amplitudes de banda cada uno.

96. Se prestaban servicios de comunicación a las dos principales zonas previstas: Oriente Medio (centrada en Israel) y Europa central (centrada en Hungría). La repartición de los transpondedores activos entre las dos zonas se efectuaba por una orden desde tierra. Existía la posibilidad de interconectar ambas zonas de servicios: con un enlace ascendente de la una y un enlace descendente hacia la otra. El satélite AMOS tenía una huella de 750.000 kilómetros cuadrados. Las características técnicas del AMOS, como su alta potencia isotrópica radiada efectiva, de 55 dBW en el centro de la huella, permitían numerosos servicios de vídeo, transmisión de voz y comunicación de datos, así como transmisiones radiofónicas tradicionales.

D. Tecnología avanzada de comunicaciones

97. La *Gilat Satellite Networks Ltd.* diseñaba, desarrollaba, fabricaba, comercializaba y daba apoyo a estaciones terrestres de satélites VSAT y equipo y programas informáticos conexos para estaciones centrales. Dicha empresa tenía una cuota de mercado mundial de más del 37% en 1996. Sus productos se incorporaban en redes de telecomunicaciones por satélite entre un lugar central y gran número de lugares geográficamente dispersos.

98. La empresa ofrecía una amplia gama de productos: *Skystar Advantage*, que permitía aplicaciones interactivas y orientadas hacia las operaciones de tipo económico; *FaraWay* VSAT prestaba servicios telefónicos de múltiples canales y calidad comercial; *DialAway* VSAT prestaba servicios telefónicos de un solo canal y calidad casi comercial; *SkySurfer* VSAT brindaba acceso a Internet por satélite; y *OneWay* VSAT brindaba transmisiones unidireccionales de datos. El equipo de esta empresa se utilizaba para numerosas aplicaciones, entre ellas la autorización de tarjetas de crédito, las operaciones de lotería, la vigilancia de tuberías, la enseñanza a distancia, los usos empresariales de la telefonía y la radiobúsqueda. Actualmente se diseñaba la próxima generación de productos VSAT para lograr una capacidad de caudal de 10 a 100 veces mayor que la actual con miras a transmitir textos, voces y señales de vídeo en tiempo real.

99. Los productos telefónicos VSAT de la empresa Gilat representaban una excelente solución al problema de prestar servicios de telefonía básicas en lugares remotos. Los posibles usuarios de la telefonía rural VSAT eran las comunidades rurales servidas por oficinas públicas de teléfonos, los usuarios del ámbito comercial, las autoridades locales y los turistas en lugares remotos.

100. El *Technion Institute* había desarrollado la nave espacial Techsat-I. Esta era ligera (50 kg), poco costosa, consumía poca energía (10 W) y tenía estabilización triaxial. Todas esas características hacían que la plataforma se prestara a varias aplicaciones. Actualmente se desarrollaban dos tipos de satélite orientados a aplicaciones: el microsatélite SensTech, para la teleobservación de alta resolución, y el ComTech, para las comunicaciones. Dos plataformas estaban ya en fase de fabricación y se tenía previsto lanzar una de ellas a fines de 1997.

101. Para los enlaces entre satélites, en los proyectos de alcance mundial, se utilizaban microondas como energía portadora. El alcance óptico en el espacio libre entre los satélites componentes de una red podía permitir comunicaciones de alta velocidad entre diferentes lugares de la Tierra. Las ventajas de un sistema de comunicación óptica en el espacio libre, en vez de un sistema de comunicación por microondas, eran: a) tamaño y peso menores; b) menor potencia del transmisor; c) mayor amplitud de banda; d) mayor inmunidad a las interferencias. La puntería de un satélite a otro era un problema complicado debido a la gran distancia entre los satélites, el estrecho ángulo de divergencia de los haces láser y la vibración del sistema de puntería. La vibración del haz transmitido en el plano del receptor hacía disminuir, en promedio, la señal recibida, lo cual aumentaba la tasa de error en los bits.

102. Los recientes adelantos en el desarrollo de láseres solares directamente bombeados brindaban nuevas oportunidades dada la creciente demanda de banda ancha y potencia para las comunicaciones espaciales. El recurso a una técnica singular para concentrar la luz solar, dividir el espectro en varias bandas y utilizar cada banda para el bombeo óptico directo de diferentes láseres cerca de su banda de emisión dio como resultado una eficiencia general del 20%. Los láseres utilizados en los experimentos se produjeron con alexandrita, sintonizables en el intervalo de 750 nm a 900 nm, y con varios cristales dopados con neodimio activo, sintonizables en la región de 1.054 a 1.064

micras. La amplitud de banda podía acrecentarse aún más duplicando la frecuencia y utilizando osciladores ópticos de múltiples canales. Un espejo colector de dos metros de diámetro podía producir una potencia láser total de más de 500 vatios. Esa potencia era suficiente para las comunicaciones entre los satélites de órbita baja y alta y ofrecía mejores condiciones para penetrar en la atmósfera. Otra aplicación de esta tecnología era la transmisión de potencia entre satélites.

103. Se mostraron a los participantes ensayos del equipo de multiplicación de circuitos digitales DTX-360. Cada terminal DTX-360 admitía hasta 360 canales principales, portadores de un volumen de señales de 64 Kbps. Ese sistema permitía un coeficiente de compresión alto, de hasta 10 a 1, para las transmisiones de voz, y hasta 6 a 1, para las de fax. Los ensayos del sistema demostraron que era adecuado para utilizarlo en redes de satélites operacionales.

E. Reglamentación internacional del uso del espectro radioeléctrico

104. El régimen internacional aplicable a la utilización de los recursos espectrales y orbitales era el prescrito en el Reglamento de Radiocomunicaciones, instrumento complementario de la Constitución y el Convenio de la UIT.

105. Los procedimientos establecidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones, permitían a los Estados miembros de la UIT satisfacer sus necesidades en materia de recursos orbitales y espectrales, ya que garantizaban, por una parte, un acceso equitativo a esos recursos limitados y, por otra, su utilización eficiente.

106. El crecimiento explosivo del uso de satélites por los distintos servicios ofrecía muchos beneficios a la humanidad pero su actual expansión planteaba una amenaza para los servicios de radioastronomía y exploración de la Tierra. Las emisiones de enlace descendente podían ser particularmente dañinas y las emisiones de algunos sistemas de satélites han limitado ya gravemente las observaciones radioastronómicas. Algunos futuros satélites suponían una amenaza similar. No debían sacrificarse las más altas normas de ingeniería en favor de argumentos económicos, al construir vehículos espaciales. En particular, deberían exigirse declaraciones sobre los efectos ambientales electromagnéticos antes del lanzamiento de sistemas de transmisión con soporte espacial.

F. Ejemplos de aplicaciones de los satélites de comunicación en la infraestructura de telecomunicaciones de determinadas economías en transición

Belarús

107. A pesar de que Belarús era desde hacía mucho tiempo miembro de Intersputnik, la Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite (INTELSAT) y la Organización Internacional de Telecomunicaciones Móviles por Satélite (Inmarsat), sólo recientemente había empezado a participar en proyectos concretos de comunicaciones por satélite, con la puesta en servicio, el 1º de noviembre de 1996, de Belarus Teleport, que comprendía dos estaciones terrestres estándar B de Intelsat, con antenas de 11 metros de diámetro. Una de ellas funcionaba por medio del satélite Express-6 de Intersputnik y prestaba servicios en la región del Océano Índico, con una capacidad de caudal de 512 Kbps. La segunda funcionaba por medio de un satélite de Intelsat y prestaba servicios en la región del Océano Atlántico, con una capacidad de caudal de 2.048 Kbps. La mitad de esa capacidad se destinaba al acceso a Internet. Se proyectaba instalar otras dos estaciones terrestres en los locales de Teleport, a fin de prestar servicios a las regiones del Asia central y el Cáucaso. Estaban en curso negociaciones para establecer un enlace por satélite entre Belarús e Israel.

Estonia

108. En Estonia las redes públicas de comunicaciones móviles terrestres estaban muy desarrolladas, por lo que no era de prever una gran necesidad de comunicaciones por satélite. Hasta agosto de 1997 las redes públicas de radiocomunicaciones telefónicas móviles tenían aproximadamente 85.000 clientes. La actual tasa de penetración de

los servicios móviles en Estonia era del 6,1%, para una población de 1,5 millones. El país utilizaba canales de comunicación por satélite por conducto de Inmarsat, sobre todo para las comunicaciones móviles marítimas. Había también unos pocos casos de uso de terminales móviles terrestres de Inmarsat. Existían asimismo estaciones terrestres para satélites, destinadas a transmisiones radiofónicas y de datos.

Lituania

109. A comienzos de 1996, las redes de telecomunicaciones de Lituania prestaban servicios a 940.977 abonados (751.725 en las zonas urbanas y 189.252 en las rurales). La capacidad global de las centrales telefónicas automáticas era de 1.058.454 números (un 77,6% en las zonas urbanas y un 22,4% en las rurales). Funcionaban en el país siete emisoras de radio y televisión estatales potentes, 13 de baja potencia y dos de onda media. Las mismas contaban con 53 transmisores de televisión y 61 de radio, incluidos 49 transmisores de radio de onda ultracorta. El Estado se encargaba de las líneas de retransmisión radiofónica, que sumaban 1.147 kilómetros. Había más de 40 transmisores privados de radio y 16 de televisión. Se habían concedido 42 licencias a empresas privadas para establecer y operar redes de televisión por cable.

110. El Ministerio de Comunicaciones e Informática había firmado acuerdos de cooperación con Alemania, Dinamarca, Finlandia, los Países Bajos, Polonia, Rusia, Suecia y Ucrania. Se había tomado contacto con Grecia e Israel. Para el año 2000 se preveía una densidad de 35 a 40 teléfonos por cada 100 habitantes. Con ese fin, había que instalar en cinco años nuevas centrales telefónicas automáticas digitales, con una capacidad comprendida entre 360.000 y 500.000 números. Los principales sistemas de satélites que se utilizaban en el país eran los de la Organización Europea de Satélites de Telecomunicaciones (EUTELSAT) y de Intelsat. La más potente estación terrestre (2 Mbps) era aún el puente más importante con el Canadá y los Estados Unidos. Lituania tenía registrados más de 100 terminales de EUTELTRAC y aproximadamente 40 de Inmarsat.

Polonia

111. Polonia había ingresado en organizaciones mundiales y regionales de satélites, como INTELSAT, Inmarsat, Intersputnik y EUTELSAT. En la parte central del país se había establecido el Centro de Comunicaciones por Satélite, con estaciones terrestres que funcionaban con satélites de las organizaciones mencionadas. En Polonia, las comunicaciones por satélite se limitaban a servicios fijos que operaban en la banda Ku y utilizaban los satélites geoestacionarios de EUTELSAT, INTELSAT, Dividends from Space (DFS), Kopernikus y ORION F1. La banda C no estaba disponible para servicios por satélite, debido a su gran ocupación por servicios fijos.

112. Como resultado de las posibilidades que ofrecía la nueva legislación y el desarrollo de la empresa privada en el país, se había presentado un número considerable de solicitudes de licencias para satélites. La insuficiente y obsoleta infraestructura de telecomunicaciones de Polonia se había reemplazado y completado gracias al desarrollo dinámico de redes nacionales de VSAT. Actualmente, había en el país siete empresas privadas independientes que poseían redes de VSAT y utilizaban en conjunto 1.000 terminales. La red más vasta tenía más de 350 terminales en funcionamiento.

Rumania

113. Dada la nueva legislación adoptada por Rumania en 1990 y su infraestructura de telecomunicaciones insuficientemente desarrollada, se habían instalado muchos sistemas de VSAT. Ahora había más de 100 operadores privados de sistemas VSAT, además de gran número de redes interactivas privadas en estrella, que transmitían sobre todo datos. Las redes de VSAT para transmitir programas audio o vídeo estaban menos difundidas. Los procedimientos de concesión de licencia eran simples y transparentes y los derechos a pagar, muy reducidos, lo cual había conducido a la existencia de más de 850 VSAT operativas que utilizaban los sistemas de INTELSAT, EUTELSAT y ORION.

114. En particular, la utilización de servicios de satélites móviles, por medio de los sistemas de Inmarsat y EUTELSAT, había comenzado en Rumania en 1990. En 1991, el país ratificó un acuerdo internacional sobre la utilización de buques como estaciones terrestres en aguas territoriales y puertos, a fin de dejar expedito el camino para el desarrollo de esos servicios. La utilización de frecuencias de la banda L ya no estaba restringida.

Nota

¹ Véase *Informe de la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Viena, 9 a 21 de agosto de 1982 (A/CONF.101/10 y Corr.1 y 2)*, Primera parte, secc. III.F, párr. 430.