ANALES

DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

SAN MARTIN 352 — CASILLA 487 — SANTIAGO

Sucesor

De la: «SOCIEDAD DE INGENIERIA» Fundada el 31 de Mayo de 1888

Y del: «INSTITUTO DE INGENIEROS» Fundado el 28 de Octubre de 1888

Con Personalidad Jurídica desde el 28 de diciembre de 1900

Adherido a la USAI y a la CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA

AÑO LXVII ● MAYO - JUNIO DE 1954 ● N.os 5 - 6

Comisión Editora: *Raúl Sáez (Pdte.). Rodrigo Flores y Sergio Silva.*

Ings. R. Harnecker, F. Palma, D. Santa María, R. Sáez y J. Hinrichsen

Política Chilena de Telecomunicaciones

Los autores del presente trabajo enviaron al Instituto de Ingenieros la siguiente carta que pone en evidencia el interés del tema

Santiago, 20 de abril de 1954.

Señor Presidente del Instituto de Ingenieros de Chile,
Presente.
Señor Presidente:

Nuestro país atraviesa una etapa de expansión de todas sus actividades. Es así como se han estudiado y están en vías de solución sus abastecimientos de fierro, de acero, de energía eléctrica, de petróleo, de carbón, de azúcar, de celulosa y otros. Asimismo se trabaja en el mejoramiento de los servicios ferroviarios y camineros, en la extensión de las superficies regadas y en el desarrollo de las obras de ingeniería sanitaria.

Cabe a los ingenieros chilenos la responsabilidad de estudiar los problemas nacionales que se relacionan con su profesión y de señalar, ante la opinión y ante los poderes del Estado, la importancia de ellos, así como de exponer la mejor forma de solución en beneficio general del país. La solución debe basarse en las normas técnicas más adecuadas para Chile, dadas las características peculiares del país y las experiencias y realizaciones de otras naciones.

Especial importancia tienen los problemas técnicos que dicen relación con las actividades económicas, ya que, en muchos casos, la falta de planeación y de desarrollo armónico y progresivo de las instalaciones de servicios públicos, su conservación inadecuada y su ampliación retardada, acarrean repercusiones dolorosas y perjudiciales en las actividades nacionales.

Estimamos que Chile no puede continuar por más tiempo en la situación de atraso y de estagnación de sus servicios de telecomunicaciones y que ha llegado el momento en que es necesario y urgente estudiar ampliamente el problema relacionado con estos servicios a fin de realizar una solución orgánica y de alcance nacional.

En atención a lo expuesto, los suscritos hemos iniciado el estudio de una "Política Chilena de Telecomunicaciones", trabajo que deseamos entregar a la consideración de nuestros colegas y demás personas interesadas en la materia.

Solicitamos del señor Presidente el patrocinio y la tribuna del Instituto para abordar el problema, y las páginas de los "Anales" para publicar el resultado de nuestros estudios. Asimismo le pedimos que, si lo cree conveniente, se sirva solicitar la cooperación de los ingenieros, de las entidades particulares y de los organismos fiscales que tienen a su cargo los servicios y la fiscalización de las telecomunicaciones, para que aporten sus ideas y sus experiencias. Así se podrá iniciar un estudio amplio sobre esta materia, que seguramente contribuirá a la solución de este urgente problema nacional.

En esta iniciativa y su estudio participó también, junto a los firmantes, el ingeniero don José Luis Claro Montes, cuyo reciente fallecimiento ha sido tan doloroso para nosotros.

Saludan muy atentamente al señor Presidente,

Firmado: Reinaldo Harnecker, Fernando Palma Rogers, Domingo Santa María Sánchez, Raúl Sáez Sáez y Juan Hinrichsen.

INTRODUCCION

El Instituto de Ingenieros de Chile colabora, desde hace muchos años, en la tarea de cambiar nuestra economía, de país semicolonial, de simple proveedor de materias primas, hacia su industrialización gradual y persistente. Creemos que esto constituye uno de los medios de alcanzar mejores niveles de vida y una más justa convivencia social. No olvidemos que la industrialización debe dar la debida importancia a las actividades fundamentales que constituyen las bases de nuestra alimentación, habitación y vestuario.

Chile pugna ahora para entrar a su madurez. Nosotros los ingenieros trabajamos, a la medida de nuestras fuerzas, para que esa madurez llegue a ser vigorosa y promisora.

Nuestro país, en su actual desarrollo, así como el joven que deviene hombre, debe aspirar a constituir y a mantener su organismo sano y resistente. Así, los ingenieros ayudamos a obtener su alimentación más abundante, con el riego de nuevas tierras de cultivo y con el mejoramiento de las existentes. Contribuimos al vigor del país y a la eficiencia en su acción mediante el suministro de energía en forma de carbón, de petróleo y de electricidad. Trabajamos en el mejoramiento de la vialidad en el territorio por medio de sus ferrocarriles, sus caminos, sus puertos, y su navegación marítima, fluvial, lacustre y aérea. Ponemos nuestros esfuerzos y conocimientos en la tarea de aprovechar los minerales y en general las

materias primas nacionales. Aportamos el esfuerzo y la técnica a la mejor salud nacional con la construcción de habitaciones y de talleres más apropiados. Colaboramos, asimismo, para tener un servicio cada vez más extenso de agua potable y desagües y, en general, al más vasto desarrollo de la Ingeniería Sanitaria. Contribuimos, por último, à llevar adelante la industrialización sistemática del país y asimismo al perfeccionamiento y extensión de la enseñanza y de la investigación técnica.

Todo lo anterior ya está en marcha entre nosotros y son los ingenieros y los técnicos, entre otros, quienes conciben, animan y ejecutan las diferentes partes de esta magna obra.

Necesitamos preocuparnos ahora de un problema que no admite mayores dilaciones. No podemos mantener por más tiempo a nuestro país, en su pugna por entrar a su madurez, parcialmente ciego, sordo y mudo como lo está ahora.

Necesitamos, pues, sin mayor demora, y en forma enérgica y persistente desarrollar una *Política Chilena de Telecomunicaciones,* que propenda a que el país pueda oír, hablar y ver más allá de lo que los oídos, las cuerdas vocales y los ojos naturales le permitan al hombre.

Es impresionante el progreso técnico que en estos últimos años han experimentado las telecomunicaciones en todas sus formas. Unas son poderosas palancas de las actividades económicas y las otras son elementos de seguridad, de información, de esparcimiento y de cultura.

Las comunicaciones telegráficas, telefónicas, de telescritura y de telefotografía; los programas de radiodifusión y de televisión; la realización de telemedidas y telecomandos, etc., pueden ser conducidos hoy día con economía, rapidez y claridad, mediante circuitos comunes, ya sean metálicos o de radio. Las telecomunicaciones interiores de un país y las internacionales pueden ser realizadas de acuerdo con una planeación que permita aprovechar la técnica moderna, concentrándolas en circuitos y centros de telecomunicación bien determinados, con ventajas de toda índole, en cuanto a la economía de las inversiones así como al rendimiento y expedición en el funcionamiento.

El actual progreso de las telecomunicaciones permite ahora establecer diversos nuevos servicios y extender las comunicaciones a regiones apartadas que antes era difícil atender.

El desarrollo que las telecomunicaciones han alcanzado en otros países contrasta vivamente con el que tienen en Chile. Nuestras instalaciones son generalmente anticuadas, precarias y dispersas, a pesar del sacrificio que gastan en mantenerlas quienes tienen la responsabilidad de operarlas y a pesar de la demanda apremiante del público, que necesita de estos servicios.

Sin embargo, la solución que proponemos de carácter nacional, es sencilla y aunque abarcaría a todo el país, requerirá menores inversiones que las que el país ha hecho y está haciendo para obras tales como para disponer de puertos y vías de comunicación, para realizar la electrificación nacional y para abastecer al país de petróleo y de carbón.

Pedimos a todos los que se interesen por el progreso del país, el entusiasmo y la experiencia que permitirá obtener una solución al problema de las telecomu-

Estimamos que Chile no puede continuar por más tiempo en la situación de atraso y de estagnación de sus servicios de telecomunicaciones y que ha llegado el momento en que es necesario y urgente estudiar ampliamente el problema relacionado con estos servicios a fin de realizar una solución orgánica y de alcance nacional.

En atención a lo expuesto, los suscritos hemos iniciado el estudio de una "Política Chilena de Telecomunicaciones", trabajo que deseamos entregar a la consideración de nuestros colegas y demás personas interesadas en la materia.

Solicitamos del señor Presidente el patrocinio y la tribuna del Instituto para abordar el problema, y las páginas de los "Anales" para publicar el resultado de nuestros estudios. Asimismo le pedimos que, si lo cree conveniente, se sirva solicitar la cooperación de los ingenieros, de las entidades particulares y de los organismos fiscales que tienen a su cargo los servicios y la fiscalización de las telecomunicaciones, para que aporten sus ideas y sus experiencias. Así se podrá iniciar un estudio amplio sobre esta materia, que seguramente contribuirá a la solución de este urgente problema nacional.

En esta iniciativa y su estudio participó también, junto a los firmantes, el ingeniero don José Luis Claro Montes, cuyo reciente fallecimiento ha sido tan doloroso para nosotros.

Saludan muy atentamente al señor Presidente,

Firmado: Reinaldo Harnecker, Fernando Palma Rogers, Domingo Santa María Sánchez, Raúl Sáez Sáez y Juan Hinrichsen.

INTRODUCCION

El Instituto de Ingenieros de Chile colabora, desde hace muchos años, en la tarea de cambiar nuestra economía, de país semicolonial, de simple proveedor de materias primas, hacia su industrialización gradual y persistente. Creemos que esto constituye uno de los medios de alcanzar mejores niveles de vida y una más justa convivencia social. No olvidemos que la industrialización debe dar la debida importancia a las actividades fundamentales que constituyen las bases de nuestra alimentación, habitación y vestuario.

Chile pugna ahora para entrar a su madurez. Nosotros los ingenieros trabajamos, a la medida de nuestras fuerzas, para que esa madurez llegue a ser vigorosa y promisora.

Nuestro país, en su actual desarrollo, así como el joven que deviene hombre, debe aspirar a constituir y a mantener su organismo sano y resistente. Así, los ingenieros ayudamos a obtener su alimentación más abundante, con el riego de nuevas tierras de cultivo y con el mejoramiento de las existentes. Contribuimos al vigor del país y a la eficiencia en su acción mediante el suministro de energía en forma de carbón, de petróleo y de electricidad. Trabajamos en el mejoramiento de la vialidad en el territorio por medio de sus ferrocarriles, sus caminos, sus puertos, y su navegación marítima, fluvial, lacustre y aérea. Ponemos nuestros esfuerzos y conocimientos en la tarea de aprovechar los minerales y en general las

materias primas nacionales. Aportamos el esfuerzo y la técnica a la mejor salud nacional con la construcción de habitaciones y de talleres más apropiados. Colaboramos, asimismo, para tener un servicio cada vez más extenso de agua potable y desagües y, en general, al más vasto desarrollo de la Ingeniería Sanitaria. Contribuimos, por último, à llevar adelante la industrialización sistemática del país y asimismo al perfeccionamiento y extensión de la enseñanza y de la investigación técnica.

Todo lo anterior ya está en marcha entre nosotros y son los ingenieros y los técnicos, entre otros, quienes conciben, animan y ejecutan las diferentes partes de esta magna obra.

Necesitamos preocuparnos ahora de un problema que no admite mayores dilaciones. No podemos mantener por más tiempo a nuestro país, en su pugna por entrar a su madurez, parcialmente ciego, sordo y mudo como lo está ahora.

Necesitamos, pues, sin mayor demora, y en forma enérgica y persistente desarrollar una *Política Chilena de Telecomunicaciones,* que propenda a que el país pueda oír, hablar y ver más allá de lo que los oídos, las cuerdas vocales y los ojos naturales le permitan al hombre.

Es impresionante el progreso técnico que en estos últimos años han experimentado las telecomunicaciones en todas sus formas. Unas son poderosas palancas de las actividades económicas y las otras son elementos de seguridad, de información, de esparcimiento y de cultura.

Las comunicaciones telegráficas, telefónicas, de telescritura y de telefotografía; los programas de radiodifusión y de televisión; la realización de telemedidas y telecomandos, etc., pueden ser conducidos hoy día con economía, rapidez y claridad, mediante circuitos comunes, ya sean metálicos o de radio. Las telecomunicaciones interiores de un país y las internacionales pueden ser realizadas de acuerdo con una planeación que permita aprovechar la técnica moderna, concentrándolas en circuitos y centros de telecomunicación bien determinados, con ventajas de toda índole, en cuanto a la economía de las inversiones así como al rendimiento y expedición en el funcionamiento.

El actual progreso de las telecomunicaciones permite ahora establecer diversos nuevos servicios y extender las comunicaciones a regiones apartadas que antes era difícil atender.

El desarrollo que las telecomunicaciones han alcanzado en otros países contrasta vivamente con el que tienen en Chile. Nuestras instalaciones son generalmente anticuadas, precarias y dispersas, a pesar del sacrificio que gastan en mantenerlas quienes tienen la responsabilidad de operarlas y a pesar de la demanda apremiante del público, que necesita de estos servicios.

Sin embargo, la solución que proponemos de carácter nacional, es sencilla y aunque abarcaría a todo el país, requerirá menores inversiones que las que el país ha hecho y está haciendo para obras tales como para disponer de puertos y vías de comunicación, para realizar la electrificación nacional y para abastecer al país de petróleo y de carbón.

Pedimos a todos los que se interesen por el progreso del país, el entusiasmo y la experiencia que permitirá obtener una solución al problema de las telecomu-

nicaciones. Así contribuiremos a ofrecer, a nuestro país, la mejor solución de un apremiante problema que enerva su progreso.

Las telecomunicaciones comprenden todas las transmisiones a distancia de sonidos, de signos y de imágenes, sea que éstas se realicen entre dos puntos determinados o desde un centro de irradiación a un número indeterminado de puntos de recepción. Quedan así comprendidos en las telecomunicaciones: el teléfono, el telégrafo, la telescritura privada o telex, el facsímil, la telefotografía, el telecomando, la telemedida, la conducción de programas de radiodifusión y de televisión, la radiodifusión, la televisión, la radio navegación y el radar.

Estos servicios de telecomunicaciones desempeñan en la actualidad, debido al progreso técnico, una influencia preponderante en el desarrollo económico y cultural de los países. Esta influencia es de mayor importancia en aquellos que tienen que intensificar la producción y se encuentran en la etapa de incorporación de todas sus zonas a las actividades productoras. Actualmente Chile afronta esta etapa.

En los órdenes económico, industrial y social, las telecomunicaciones eficientes y oportunas, por la economía de tiempo, al permitir conversaciones a distancia y conferencias telegráficas o telefónicas, conducen a acelerar y facilitar los procesos de la producción y a obtener la disminución de los costos. Esto tiene mayor repercusión cuando las distancias y los obstáculos geográficos impiden el contacto personal de los interesados o la remisión directa, entre éstos, de mensajes escritos.

Proporcionalmente, el bienestar que puede producir un buen sistema de telecomunicaciones en Chile será mayor que el que puede obtenerse en países de gran densidad de población, de cortas distancias y de territorio plano, con fáciles vías y medios de transporte.

También desempeñan las comunicaciones una función importante en el aspecto educacional y cultural, ya que los servicios de telescritura, telefotografía, radiodifusión y televisión permiten difundir las noticias, informaciones, actos culturales y artísticos y efectuar una difusión de la enseñanza a gran número de habitantes. La difusión cultural y artística, tanto de las ideas como de la música, ejerce una enorme influencia sobre la población que la escucha, pues la percepción por el sentido del oído, o conjuntamente por el oído y la vista, es más efectiva y tiene alcance sobre mayor número de personas que la difusión por medio de lo escrito.

Las telecomunicaciones permiten desarrollar una buena administración en los países, facilitando todas las resoluciones gubernamentales y permiten además la satisfacción de las necesidades particulares de los habitantes.

Un completo y buen sistema de telecomunicaciones, diseñado para satisfacer coordinadamente las necesidades de un país, desempeñará funciones importantes en los casos de emergencia o catástrofe, así como para atender a la defensa nacional.

Las necesidades de disponer de telecomunicaciones entre los diversos puntos del territorio nacional y entre Chile y los demás países del mundo, exige la reali-

zación de una red chilena de telecomunicaciones para todos los servicios, que debe desarrollarse de acuerdo con un plan debidamente estudiado para el conjunto de ellos y para realizar una explotación eficiente, de modo que pueda aprovecharse el progreso técnico en estas materias, lo cual es de gran importancia.

Para este fin, es conveniente que los medios de comunicación sean para el uso conjunto del público, del gobierno, de los transportes marítimos, aéreos y sobre caminos, de las fuerzas armadas y carabineros, de las empresas de servicio público, como ser de ferrocarriles y de energía eléctrica, de las grandes empresas industriales, como las de acero, petróleo, cobre, salitre, etc. y también de la prensa y de todas las demás actividades importantes del país.

La realización de las telecomunicaciones de acuerdo con el progreso técnico, que en gran parte conduce a que sean automáticas y secretas, implica que una red de esta naturaleza facilitaría ventajosamente las comunicaciones que puedan requerirse, tanto en tiempo de paz como de guerra.

El enorme atraso y falta de capacidad y eficiencia de las escasas instalaciones de telecomunicaciones de Chile, hace que sea una imperiosa necesidad formular una política chilena en cuanto a las telecomunicaciones del país y de sus conexiones con el exterior. Como es notorio, los servicios telefónicos y telegráficos están en Chile, en general, en una situación de gran deficiencia y representan factores de perturbación económica de gran importancia. A tal extremo ha llegado esta situación que se ha hecho extensiva la instalación de pequeños transmisores de radio de ondas cortas, para atender necesidades individuales, los que están produciendo una saturación totalmente indeseable del espacio radial, con las perturbaciones consiguientes en las transmisiones. Además, estos servicios individuales resultan costosos y de calidad inadecuada, con las consiguientes deficiencias de transmisión.

El problema de las telecomunicaciones abarca, en general, tres grupos de servicios:

1º El servicio local en las ciudades, principalmente servidas por las comunicaciones telefónicas, a las cuales deben agregarse los telescritores.

2º El servicio a distancia, dentro del territorio del país, desempeñado por las comunicaciones telefónicas de distancia y los servicios de telegrafía y de telescritura, a más de la realización de cadenas nacionales de radiodifusión y de televisión, que abarquen a todos los puntos del país.

3º Las comunicaciones internacionales, que se realizan por los servicios de teléfono, de telégrafo y de telescritura, y además por la irradiación de programas nacionales de radiodifusión, desde estaciones destinadas a su propagación hacia los demás países.

La comparación de las telecomunicaciones chilenas, en su actual etapa de atraso, de servicios limitados y de carencia de varias de ellas, con las de otros países de características similares a las de Chile, indican la deficiencia existente, que tiene repercusiones de todo orden y que frena al desarrollo industrial, comercial y cultural del país.

El presente trabajo tiene por objeto esbozar una planeación general de las telecomunicaciones que deben instalarse en Chile. Las necesidades son tan gran-

des que debería abordarse la solución de este problema dándole preferencia sobre otros, en atención a las limitaciones económicas del país. La instalación de los servicios que hacen falta puede hacerse en desarrollo progresivo, por etapas. Para formarse una idea de lo que debería hacerse en atención a lo que falta en Chile, se ha esbozado un esquema completo de una red de telecomunicaciones que abarque a todo el país. Para la parte de mayor importancia, entre Serena y Puerto Montt, se ha indicado la solución por líneas físicas y también la alternativa, hoy día posible, de instalar radioenlaces en algunos sectores, en atención a las ventajas que esta última solución puede representar. Estas líneas deberán después extenderse hasta Arica.

Con respecto a la solución de los problemas locales y de los distritos, se ha esbozado también la forma de solucionarlo, la que puede llevarse a cabo progresivamente, por etapas y separadamente para cada ciudad o distrito, en atención al monto de las inversiones que estas soluciones representan.

En este estudio se ha esbozado, en la Primera Parte, los diferentes medios y sistemas de telecomunicación y lo que se puede hacer gracias al avance técnico.

En la Segunda Parte, se dan algunas breves reseñas de lo que se ha hecho en otros países según nuestras informaciones, y las estadísticas telefónicas y telegráficas de los principales de esos países, para el quinquenio 1945-1950. Además, hemos reunido los datos e informaciones que nos ha sido posible recoger sobre las instalaciones de telecomunicaciones existentes en Chile en 1953.

Por último, en la Tercera Parte, se esboza un plan coordinado de lo que creemos debe realizarse en Chile y la forma de financiar y realizar las obras, para dotar al país de las telecomunicaciones que urgentemente necesita.

En atención a lo expuesto, estimamos que el estudio que hemos realizado de una Política Chilena de Telecomunicaciones, constituirá un aporte a la mejor solución de las instalaciones que exige el país, basado en los intereses nacionales y a la vista de los antecedentes que hemos podido reunir. Esto no obstante, la realización de los estudios detallados y proyectos, junto con completar los antecedentes necesarios, puede determinar, especialmente desde el punto de vista económico, otras soluciones como más convenientes con respecto a las que propiciamos. Pero creemos, en todo caso, que las soluciones que en definitiva deban adoptarse deberán ajustarse, en sus líneas generales, al programa y planeación que dejamos esbozado en este estudio.

PRIMERA PARTE

Capítulo I

ASPECTOS GENERALES DE LAS TELECOMUNICACIONES

1. *Reseña histórica*

El primer sistema eléctrico de telecomunicaciones fué el telégrafo electromagnético, que fué iniciado por Oersted en 1819 al encontrar que una aguja mag-

nética podía ser girada desde una posición normal por medio de un alambre que conducía corriente eléctrica. Poco después, Ampere propuso el primer sistema telegráfico, seguido por Gauss y Weber en 1833. En seguida, Wheatstone y Cooke trabajaron para popularizar el telégrafo, pero correspondió aplicar estos principios en forma satisfactoria a Samuel Morse, quien en 1835 hizo una demostración de su telégrafo e introdujo el método de punto y raya para la lectura de los mensajes, en forma que en 1844 realizó la construcción de la primera línea telegráfica, entre Washington y Baltimore.

Posteriormente Gintl inventó el sistema duplex en 1853 y Heaviside y Edison, en 1873 y 1874, inventaron el sistema cuadruplex. El sistema multiplex fué sugerido por Farmer en 1852.

Una de las primeras tentativas para colocar un cable submarino fué hecho en 1850 entre Inglaterra y Francia y a través del Atlántico en 1857; pero estos cables fracasaron por ruptura. En 1866 se colocó un cable a través del océano Atlántico, con resultado satisfactorio. Existen ahora más de 20 cables a través del Atlántico y más de 3.500 cables submarinos en el mundo, con una longitud de unos 600.000 Km.

En los últimos años se han colocado también cables telefónicos submarinos con amplificadores repetidores sumergidos. Se han colocado estos cables entre Estados Unidos y Cuba, y entre Holanda y Dinamarca, y se encuentra en realización el tendido del primer cable telefónico transatlántico entre Canadá y Gran Bretaña, para 32 comunicaciones telefónicas simultáneas.

Las tentativas para transmitir la voz eléctricamente fueron iniciadas por Bourseul en 1854, seguidas por Reis en 1861, quien construyó un aparato que llamó teléfono; pero el teléfono para transmitir la voz eléctricamente fué inventado por Alexander Graham Bell, quien transmitió los primeros sonidos el 2 de junio de 1875. La primera instalación de línea telefónica con tablero fué hecha en Boston en 1877. Posteriormente contribuyeron al desarrollo del teléfono Edison, Hughes y Hunnings.

Hasta alrededor de 1891 casi todos los teléfonos funcionaban con baterías locales, introduciéndose en 1893 el primer tablero con batería central. El sistema automático rotativo fué desarrollado a principios del siglo XX y el sistema de barras cruzadas fué desarrollado alrededor de 1935.

En cuanto a los conductores, las primeras instalaciones fueron con alambres de fierro, introduciéndose los conductores de cobre por primera vez en 1883. En 1881 se desarrolló el circuito metálico de 2 alambres, eliminándose el retorno por tierra, lo que fué hecho por Carty, a quien se ha considerado el inventor de los circuitos fantasmas.

Los primeros cables telefónicos puestos en servicio fueron colocados en el puente de Brooklyn en 1879, con aislación de caucho y goma. Alrededor de 1890 se introdujo la aislación de cada conductor con una cinta de papel, recubiertos con un forro de plomo. Alrededor de 1940 se completó el sistema transcontinental de cables en Estados Unidos.

Otros importantes avances fueron el repetidor telefónico y el sistema carrier de transmisión, los cuales pudieron realizarse por medio del amplificador inventado

por De Forest, usado por primera vez en forma experimental en 1913, que hizo posible el funcionamiento de los circuitos telefónicos transcontinentales en Estados Unidos, entregados al servicio comercial en 1915. El sistema de transmisión carrier telefónico fué desarrollado por el Bell System y usado por primera vez en 1918.

El desarrollo de la radio y comunicación inalámbrica, desde cierto punto de vista, no constituye un sistema diferente de comunicación sino que el uso de ondas electromagnéticas para efectuar las transmisiones telegráficas y telefónicas.

Los primeros que se ocuparon de esta transmisión fueron Henry en 1843, Maxwell quien desarrolló matemáticamente los fenómenos electromagnéticos en 1865 y 1873, seguido de Ruhmkorff en 1869 y Hughes en 1879. Branly descubrió el principio del cohesor para la detección de las señales. Hertz publicó en 1881 el resultado de sus experimentos sobre las ondas electromagnéticas.

Tesla y Rutherford en 1891 tuvieron éxito en recibir señales a distancia de 800 m., seguidos de Marconi, quien en 1897 solicitó las patentes para el sistema inalámbrico, obteniendo la transmisión de señales desde la costa a un buque a una distancia de alrededor de 30 Km. En 1901 Marconi recibió señales inalámbricas a través del Atlántico. Paralelamente con estos trabajos, Braun efectuaba investigaciones importantes, lo que motivó que Marconi y Braun recibieran simultáneamente el premio Nobel de Física.

Mejoramientos se obtuvieron con la introducción del tubo termoiónico de 2 electrodos como detector, por Fleming en 1904, y con el invento del tubo de vacío tríodo amplificador, llamado audión, por De Forest en 1906. El servicio regular telegráfico transatlántico fué iniciado por la Compañía Marconi en 1907.

La radiotelefonía está basada en los trabajos de Fesseden, quien en 1902 desarrolló un sistema de modulación de radio frecuencia para la voz. En 1915 los ingenieros del Bell System tuvieron éxito en efectuar comunicaciones radiotelefónicas entre Arlington y Hawai y entre Arlington y París. En 1920 se estableció el primer sistema comercial de radiotelefonía y en 1927 se estableció un circuito transatlántico, para conectar los sistemas telefónicos de Europa y de Estados Unidos.

La radiodifusión fué inaugurada por Conrad en 1920, usando un sistema de ondas moduladas por amplitud. Armstrong desarrolló los aparatos receptores superheterodinos, ampliamente en uso desde 1930, y también perfeccionó el sistema de modulación por frecuencia en 1936.

Durante y después de la 2ª guerra mundial, se efectuaron importantes adelantos en el campo de las ondas ultra cortas y micro ondas, dando lugar a los sistemas de radio-enlace con estaciones repetidoras, que también se han denominado cables hertzianos.

Igualmente, en estos últimos años se ha desarrollado la televisión, haciendo posible su uso generalizado, del cual el mejor ejemplo es Estados Unidos, que tiene más de 25 millones de receptores en servicio. Primeramente se desarrolló en blanco y negro y en el presente año se ha implantado la televisión en colores.

Desde los primeros sueños e investigaciones de Bell, se ha desarrollado un vasto sistema internacional de comunicaciones que sirve para reunir los pueblos diseminados sobre el mundo. Este sistema puede realizar la visión del distinguido

ingeniero telefónico J. Carty quien expresaba "tengo fe que algún día vamos a construir un gran sistema telefónico mundial, que haga necesario a todos los países el uso de un idioma común, que unirá a todos los pueblos de la tierra en una hermandad".

En poco más de un siglo, desde el telégrafo de Morse hasta las telecomunicaciones que hoy día se realizan, se ha recorrido un enorme camino, de modo que han llegado a ser parte muy importante de la función económica de la producción y del desarrollo de la vida de los pueblos en los diversos puntos de la superficie de la tierra y su inter relación cada día más completa entre los diferentes países.

2. *Diferentes clases de telecomunicaciones*

Hasta hace pocos años se entendía que las telecomunicaciones comprendían solamente las transmisiones de mensajes escritos por medio del telégrafo y la transmisión de la voz por medio del teléfono. Actualmente existe, además, la posibilidad de transmitir otras informaciones. Estas se dividen en las transmisiones unidireccionales, que son: el telégrafo, la transmisión de documentos por medio del facsímil, fotografías por medio de la telefotografía, la irradiación de la palabra y de la música por medio de la radiodifusión, la irradiación simultánea de los sonidos y de la visión de los hechos por medio de la televisión, en blanco y negro y en colores, la telemedida y el telecomando de aparatos, los radiofaros para la navegación marítima y aérea. Las transmisiones bidireccionales, que permiten enviar mensajes y obtener la respuesta inmediata, son: el teléfono, el radioteléfono, la telescritura privada designada telex y el radar.

Las diferentes comunicaciones pueden agruparse fundamentalmente en tres clases, a las cuales corresponden la transmisión de signos, de sonidos y de la visión, respectivamente.

3. *Diferentes tipos de telecomunicaciones*

En consideración al rol que desempeñan las diversas clases de telecomunicaciones, las de signos pueden dividirse en telegrafía pública, telegrafía privada, telemedida y telecomando. El primer tipo de comunicación corresponde al más antiguo de todos, constituído por el telégrafo, el cual permite el rápido despacho de mensajes desde su punto de origen, pero que presenta una demora apreciable para hacer llegar el mensaje recibido al destinatario. La telescritura privada o telex, al efectuar la impresión de los mensajes en aparatos instalados en los lugares de los destinatarios, disminuye apreciablemente el tiempo total necesario para hacer la transmisión entre el remitente y el destinatario con respecto al telégrafo; pero no tiene la aplicación amplia de la telegrafía pública.

La telemedida es la transmisión a distancia de las medidas efectuadas por instrumentos, que tiene aplicación especialmente para algunos servicios de utilidad pública, como los de electricidad, agua, gas, etc.

El telecomando permite transmitir impulsos telegráficos para controlar operaciones a distancia, sea sobre aparatos o para dar indicaciones de ruta, por señales de radio o radar a los aviones y buques.

Las telecomunicaciones de sonido pueden dividirse en: telefonía, radiotelefonía, radiodifusión de palabras y de música y conducción de programas de radiodifusión entre los puntos de origen y los centro de irradiación.

Las telecomunicaciones para transmitir la visión pueden dividirse en: las destinadas a transmitir facsímiles; a enviar fotografías mediante telefotografía; a obtener la visión de hechos a distancia por medio de la televisión, y a conducir programas de televisión, distinguiéndose la televisión en blanco y negro y la en colores.

4. *Calidades de las telecomunicaciones*

La calidad de las telecomunicaciones ha mejorado en forma creciente, de tal modo que pueden hacerse comunicaciones con gran velocidad para las telegráficas, de alta fidelidad para las telefónicas y de radiodifusión, y de alta fidelidad de sonido y de visión para la televisión.

Las comunicaciones de distancia dentro del territorio nacional, entre los principales centros de actividad, deberán tener la calidad y rapidez necesarias que permitan la continuidad de los procesos de la producción. Igualmente, los servicios internacionales deberán tener la calidad adecuada en relación con la clase de las instalaciones de los países con quienes se comuniquen, o sea, deberán ajustarse a los standards internacionales, a fin de obtener una buena calidad para las telecomunicaciones totales, sea entre dos aparatos telefónicos o dos aparatos telegráficos.

Los servicios podrán ser reducidos cuando se trate de atender a ciudades pequeñas, a simples centros poblados o a zonas rurales; pero deberán ser de igual calidad, puesto que a causa del desarrollo de los países, se producirá en el futuro la interconexión de estos centros de poca intensidad de tráfico con el resto de la red nacional, y aún con los demás países.

En general, la importancia de las zonas, distritos, ciudades o pueblos determinarán la amplitud de las instalaciones y la diversidad de las telecomunicaciones que deban instalarse, ya que ellas deben tener su justificación económica. Sólo para los puntos muy apartados del territorio nacional, donde razones de soberanía o defensa del país lo aconsejen, deberán extenderse instalaciones reducidas a su mínimo, que pueden no tener justificación económica.

Las características de calidad deberán ser las fijadas por los Comités Consultivos Internacionales Telegráfico, Telefónico y de Radio (CCIT, CCIF y CCIR), a fin de que puedan realizarse integralmente las comunicaciones necesarias y además que la parte chilena de los circuitos internacionales presente el mismo grado de calidad que las partes correspondientes de los demás países.

5. *Necesidades que satisfacen las telecomunicaciones*

Los servicios de telecomunicaciones satisfacen las necesidades de la producción. Son, en cierto modo, una herramienta de la producción que tiene enorme influencia en el desarrollo económico de los países.

Sirven las telecomunicaciones para la transmisión de informaciones escritas y de imágenes fijas, por medio del telégrafo, de la telescritura, del facsímil y de la telefotografía. También para la transmisión audible del teléfono, que se utiliza extensamente para concertar operaciones, para suministrar informaciones y para aclarar detalles. Las comunicaciones telefónicas comerciales deben ser, en muchos casos, confirmadas por escrito, lo que puede realizarse mediante las informaciones escritas de las telecomunicaciones. Estas satisfacen también necesidades de orden general, que deben estar al alcance de todos los habitantes. En este orden, el elemento primordial es el teléfono, que acerca y coloca a las personas en contacto directo, el cual permite desarrollar las reacciones inmediatas de las personas. El telégrafo es ahora, en cierto modo, un servicio que reemplaza al teléfono cuando se desea dejar constancia escrita, o se trata de simples informaciones.

Las necesidades de comunicaciones de los gobiernos y de las administraciones públicas, así como las de policía, se satisfacen por todos los medios de comunicación: el telégrafo y el telescritor para distribuir órdenes, el teléfono para las resoluciones inmediatas y las informaciones, el facsímil y la fotografía, en las comunicaciones de policía.

Las telecomunicaciones desempeñan también otra función muy importante: la de difundir informaciones, de inculcar los conocimientos y la de proporcionar entretenimiento a los habitantes. Esto se realiza por la radiodifusión y la televisión. La primera efectúa una difusión audible de la voz y de la música y la segunda agrega la visión de sucesos o espectáculos en el momento en que acaecen. Estos dos medios de difusión son elementos muy eficaces para obtener el desarrollo de la cultura, no sólo en los niños y jóvenes sino en los adultos, o sea para la cultura general de la población.

Para obtener el máximo de provecho de la radiodifusión debe tenderse a que los programas puedan ser recibidos con intensidad adecuada en todos los puntos del territorio nacional y que estén exentos o tengan una propaganda comercial limitada. En cuanto a la televisión, la cual es costosa y de alcance limitado, cabe expresar que existe la televisión en blanco y negro y la en colores. Además de la irradiación de los programas, es necesario considerar las características especiales que exige el transporte de los programas, desde los puntos de origen a los de irradiación.

6. *Transmisión de signos*

El primer servicio de telecomunicaciones fué la transmisión de signos por medio de un código arbitrario de señales, el cual se llevó a cabo mediante el telégrafo. Este código arbitrario representativo de letras y de números puede transmitirse, desde una oficina que despacha los mensajes a otra que los recibe, en forma rápida; pero el proceso total de la transmisión comienza en la persona que escribe el mensaje y termina en la que lo lee. El tiempo necesario para hacer llegar el mensaje que se escribe a la oficina telegráfica despachadora se ha acortado sensiblemente, mediante el dictado de los telegramas usando el teléfono, lo que

modifica en cierto modo la característica del telégrafo, al desaparecer el mensaje escrito del punto de origen.

En cuanto a la distribución de los telegramas desde la oficina receptora, se ha ensayado el sistema de transmitirlos por facsímil a vehículos de reparto en movimiento, en diversos barrios de una ciudad, en forma de entregar al destinatario rápidamente un facsímil del telegrama recibido. Este procedimiento acorta en forma apreciable la demora en la distribución de los telegramas, pero es de costo elevado.

En el caso de transmisión de un gran número de telegramas, como ser para los servicios comerciales de prensa, de gobierno, de la administración pública y de las fuerzas armadas y policía, conviene establecer el telescritor, que corresponde al servicio de subscriptores denominado telex, que realiza la transmisión del telegrama desde la persona que lo escribe hasta la que lo lee. En otras palabras, el telescritor es un telégrafo automático a domicilio, que presenta además la ventaja de no ser necesaria la presencia del destinatario en el punto de recepción.

Los telescritores permiten además la respuesta inmediata de lo que se ha recibido, enviando un mensaje a quien remitió el anterior. Este servicio puede extenderse al establecerse aparatos telescritores de funcionamiento múltiple, que pueden conectarse en conferencia. Se llega así a una utilización semejante al teléfono, con el agregado de que la conferencia queda registrada en forma escrita. Por todas estas ventajas el telex es un medio de telecomunicaciones que está adquiriendo un enorme desarrollo en los países donde se ha instalado, hasta llegar, en esta forma, a reemplazar en parte las comunicaciones escritas transmitidas por correo.

7. *Transmisiones de imágenes y fotografías*

La transmisión de imágenes fijas, que corresponde a los facsímiles, y la de fotografías se hace por la transmisión sucesiva de la luminosidad de los diferentes puntos en que se descompone la imagen o fotografía. Esto permite la transmisión instantánea de estas informaciones, reemplazando con ventajas su transporte real.

Estos servicios son de gran beneficio para la prensa, los bancos, la policía y otras actividades. Exigen, como en el caso del telégrafo, que el original sea enviado a una oficina despachadora, y después, que el documento recibido sea entregado al destinatario.

8. *Transmisión de sonidos*

El medio para transmitir los sonidos es el teléfono, que ha tenido enorme desarrollo en todo el mundo. Los mensajes telefónicos han reemplazado en parte al servicio telegráfico.

La transmisión de sonidos comprende la de la voz y de la música, especialmente el transporte de los programas de radiodifusión. La transmisión musical exige instalaciones de mejor calidad y de mayor amplitud de frecuencia, ya que

se trata de transmitir los sonidos originales con fidelidad, mientras que en el caso de la transmisión de la voz basta que se produzca la inteligibilidad de las palabras.

El servicio telefónico, con su gran número de aparatos instalados en el punto mismo donde se encuentran las personas que deseen efectuar las conversaciones, representa, tal vez, el medio de telecomunicación de mayor uso y que proporciona mejores servicios, que en cierto modo han llegado a ser indispensables.

La radiodifusión de la voz y de la música se hace por medio de la irradiación de ondas electromagnéticas moduladas, desde un sistema irradiante.

La frecuencia de las ondas portadoras es variable, distinguiéndose actualmente cinco grupos de frecuencias: ondas largas, ondas medianas, ondas cortas, ondas ultracortas y ondas de muy alta frecuencia o micro-ondas. Estas diferentes ondas tienen características de transmisión y alcance diferentes.

La modulación de las ondas portadoras por los sonidos a transmitirse, puede hacerse variando la intensidad de la onda portadora, o sea, la modulación por amplitud (AM); variando la frecuencia de éste, o sea, la modulación por frecuencia (FM); variando la fase de la onda portadora, o sea, modulación por fase; o variando la intensidad, el ancho, la posición en el tiempo o el código de impulsos formados por trenes de ondas de muy alta frecuencia (PM).

La radiodifusión y la televisión emplean sólo la modulación por amplitud y por frecuencia; y para el transporte de los programas se usa también las micro-ondas y la modulación por impulsos.

9. *Transmisiones visuales: televisión*

La televisión corresponde a la transmisión muy rápida de una figura o escena, de modo que el ojo humano perciba sólo en su conjunto, y en forma aparentemente simultánea, una serie de puntos luminosos transmitidos sucesivamente a una pantalla fluorescente. Hay diversos tipos de transmisiones, correspondientes a mallas de diferente número de puntos explorados por segundo por cada imagen, de diverso número de imágenes exploradas por segundo, etc.

10. *Transmisones instrumentales*

Las transmisiones de las informaciones de los instrumentos pueden corresponder a dos fines: recibir las indicaciones o medidas que produzcan instrumentos ubicados a distancia, o telemedida, o transmitir órdenes de funcionamiento a aparatos, o telecomando.

Las bandas de frecuencia necesarias para estas transmisiones instrumentales dependerán de las características de las medidas que se desee efectuar o de las órdenes por impartir. En general, estas transmisiones serán en una sola dirección, o susceptibles de la inversión de la dirección para una transmisión posterior.

Capítulo II

PROCEDIMIENTOS DE TELECOMUNICACIONES

Salvo en la transmisión directa de algunos impulsos originalmente eléctricos, los procedimientos de telecomunicaciones están constituídos fundamentalmente por:

1. La conversión de las informaciones, comprendiendo en éstas toda clase de signos, sonidos, imágenes y demás fenómenos que deban transmitirse, en variaciones de corrientes eléctricas representativas de las mismas;

2. El transporte de estas variaciones de corrientes eléctricas;

3. La reconversión de estas variaciones a formas lo más similares posibles a las informaciones originales.

1. *Conversión de las informaciones a variaciones de corrientes eléctricas y vice versa*

La conversión de las informaciones originales que deben transmitirse, corresponde a tres clases: a las imágenes, a los sonidos y a la visión instantánea.

La conversión de las imágenes, incluyendo los signos, figuras y fotografías, a oscilaciones eléctricas, se hace por dos métodos. Uno es el uso de un código arbitrario de impulsos, que se emplea para transmitir los signos, y el otro es la transmisión sucesiva de los diferentes puntos en que se descomponen las imágenes, como ser por medio de la exploración fotoeléctrica, para transmitir las figuras y fotografías. En este segundo método hay conversión de intensidad luminosa a oscilaciones eléctricas. Para la reconversión de las oscilaciones eléctricas a imágenes fijas pueden usarse los métodos fotoeléctrico o electroquímico.

La conversión de los sonidos se hace desde los medios físicos vibratorios, traduciendo las variaciones de presión a variaciones de corriente eléctrica, lo que produce oscilaciones eléctricas representativas de las vibraciones acústicas, las que tienen igual frecuencia que éstas.

La conversión de la visión instantánea se hace por el método de exploración fotoeléctrica, análogo al de la transmisión de imágenes fijas, y a tan alta velocidad que en la reconversión el ojo humano percibe en visión simultánea los diferentes puntos explorados sucesivamente, debido al fenómeno de la persistencia de la visión óptica o inercia de la percepción del ojo humano. En la reconversión se agrega un efecto fluorescente para ayudar a la reconstitución de las intensidades luminosas originales.

De consiguiente, existen tres métodos para hacer la conversión de las informaciones a oscilaciones eléctricas: el código arbitrario de signos, la exploración sucesiva de la luminosidad de los puntos de una imagen y la transformación de la energía mecánica de las variaciones de presión acústica en oscilaciones de energía eléctrica.

De las tres fases indicadas: la conversión, el transporte y la reconversión, es el transporte de las oscilaciones e impulsos eléctricos, el que tiene especial importancia por las exigencias de evitar deformaciones y amortiguamientos excesivos y por el valor de las inversiones correspondientes.

2. *Frecuencias de las oscilaciones y bandas de frecuencias*

En el caso de la transmisión de signos, el número de impulsos representativos, o sea el código elegido, junto con la velocidad con que se transmiten,

o sea el número de signos por segundo, determina las distintas frecuencias eléctricas representativas de los signos transmitidos a esa velocidad. Las frecuencias mínima y máxima que resulten fijarán el ancho de la banda de frecuencias necesario para reproducción de los signos, de modo que se realice conformemente con sus originales.

En el caso de las oscilaciones generadas por los fenómenos acústicos, las frecuencias eléctricas más alta y más baja resultantes serán fijadas por su igualdad con las frecuencias acústicas más alta y más baja que se quiera reproducir y con ello queda determinado el ancho de la banda de frecuencias necesario.

En el caso de la exploración fotoeléctrica, el número de puntos luminosos en que se descomponga cada imagen y la velocidad con que se transmitan estos puntos determinan el número de oscilaciones eléctricas por segundo, o sea su frecuencia.

Para las imágenes fijas, la velocidad es relativamente pequeña, pudiéndose extender a varios minutos por imagen. Para las imágenes instantáneas de la televisión, la velocidad es tan alta que se necesita la transmisión de 25 a 30 imágenes por segundo.

Los anchos de las bandas de frecuencias resultantes son del siguiente orden:

1. Para los signos del telégrafo y de la telescritura: en general de 0 a 300 ciclos por segundo;

2. Para los sonidos: de 300 a 3.400 ciclos por segundo para las comunicaciones telefónicas, y de 60 a 6.000 o de 30 a 15.000 ciclos por segundo para las transmisiones de radiodifusión;

3. Para las imágenes fijas: aproximadamente de 0 a 6.000 ciclos por segundo, pudiendo ser menor o mayor según sea el sistema y velocidad de transmisión que se emplee;

4. Para las imágenes de la televisión: aproximadamente de 0 a 5.000.000 de ciclos por segundo;

5. Para la telemedida y telecomando: en general, análogas a las de los signos, o sea, de 0 a 300 ciclos por segundo.

3. *Transporte de las oscilaciones eléctricas*

El transporte de las oscilaciones eléctricas, representativas de las informaciones por transmitir, está condicionado a la atenuación, deformación, perturbación externa y a la energía necesaria para efectuarlo. Además, las vías o canales disponibles de los diferentes medios determinan la cantidad de transportes simultáneos que pueden hacerse, sea por un circuito directo o por uno de ondas portadoras.

Los transportes directos pueden realizarse solamente con sus frecuencias naturales por medio de circuitos físicos. Los circuitos de ondas portadoras permiten la transposición de las oscilaciones eléctricas, desde las frecuencias originales a frecuencias más altas, asociándolas a las frecuencias portadoras. Pueden transmitirse estas ondas portadoras tanto por los circuitos físicos como por los de radio.

4. *Velocidad de conversión de las informaciones a las oscilaciones eléctricas*

De lo expresado anteriormente se deduce que pueden distinguirse tres casos, con respecto a las velocidades con que se realiza la conversión de las informaciones a oscilaciones eléctricas:

1. Para las vibraciones acústicas, la conversión de las informaciones originales es instantánea, quedando ésta obligada porque se desea escucharlas al mismo tiempo que se producen;

2. Para las imágenes de televisión, la velocidad mínima queda determinada por la persistencia de la visión del ojo humano y por las características de las pantallas fluorescentes, lo que obliga a un mínimo de 25 a 30 imágenes por segundo;

3. Para los signos, las imágenes fijas, la telemedida y el telecomando, la velocidad depende de las exigencias del servicio y de las características técnicas de los aparatos.

Las velocidades de reconversión serán iguales a las velocidades de conversión indicadas.

5. *Transporte múltiple de las informaciones*

La asociación de las frecuencias representativas de las informaciones con las frecuencias portadoras, que constituye el proceso de la modulación, determina el aprovechamiento para las telecomunicaciones de una gran parte del espectro total de frecuencias, que alcanza actualmente desde 0 hasta alrededor de 10.000 megaciclos por segundo.

El aprovechamiento está limitado a aquella parte del espectro de frecuencias de fácil transporte, sea a causa de su atenuación como de las características de los dispositivos de transmisión y recepción.

En la parte aprovechable del espectro de frecuencias, en atención a lo expuesto anteriormente, pueden colocarse en forma adecuada, una al lado de la otra, las frecuencias naturales y varias bandas de frecuencias transpuestas, provenientes de otras frecuencias naturales, correspondientes a otras informaciones.

Basta, por consiguiente, que pueda transportarse por un mismo circuito el conjunto de las frecuencias correspondientes a las diversas informaciones, colocadas una al lado de la otra, para realizar la transmisión simultánea. Esto es posible hacerlo actualmente gracias al desarrollo de la técnica. La transmisión simultánea está limitada por las características del medio transportador, sea circuito físico o circuito de radio, y por los aparatos empleados, ya que la transmisión del ancho total de las bandas de frecuencias debe hacerse en forma lineal, es decir prácticamente sin atenuaciones diferentes para las diversas frecuencias. También es necesario un cierto nivel de calidad para los circuitos, como ser distorsión y nivel de ruido admisibles.

De lo que antecede se desprende que en cuanto al transporte se refiere, existe la conveniencia evidente de transportar en común el mayor número posible de informaciones simultáneas, incluyendo las de clases y tipos diferentes.

En el estado actual de desarrollo de la técnica de telecomunicaciones es inadmisible una planeación de redes físicas o de radio que no contemple la utilización múltiple de cada circuito para transmitir diversas informaciones.

El caso más simple donde debe aplicarse este criterio es la utilización múltiple de toda línea rural única formada por un par de conductores, para transmitir simultáneamente una comunicación telegráfica y una telefónica en sus frecuencias naturales.

Uno de los casos más complejos en el uso del cable coaxial, de 2 a 3 cm. de diámetro, formado por sólo 2 conductores, que puede transportar 1.800 comunicaciones telefónicas simultáneas y reemplaza, por consiguiente, a unos 2.400 conductores telefónicos de líneas aéreas, que necesitarían 24 postaciones, si se usaran circuitos fantasmas además de los físicos correspondientes.

En lo que antecede está basada la concentración de las telecomunicaciones en unos pocos circuitos físicos o de radio, al establecerse en ellos el transporte por medio de ondas portadoras.

6. *Realización eficiente y económica de las telecomunicaciones múltiples*

La realización eficiente y económica de las telecomunicaciones múltiples se presenta, en el caso de los circuitos físicos, para más allá de una cierta distancia, cuando el costo de los aparatos adicionales requeridos por la utilización múltiple resulte menor que el costo de los circuitos físicos adicionales al primer circuito. Con el perfeccionamiento actual de la técnica de ondas portadoras y la fabricación de los aparatos en gran escala, el costo de éstos ha disminuído en tal forma que la utilización múltiple de líneas de muy corta distancia, como ser del orden de 30 Km., resulta económicamente favorable.

En cuanto a los circuitos de radio de onda corta, el uso de un solo transmisor y los dispositivos de modulación múltiple o de canalización de las diferentes informaciones, resulta económico en reemplazo de cierto número de transmisiones de utilización simple. Además, se obtiene así la gran ventaja de disminuir el número de los circuitos de radio, despejando el espectro de frecuencias.

El perfeccionamiento alcanzado en los circuitos de radio múltiples ha llegado a ser tal que su uso resulta a menudo más económico que el de los circuitos físicos de utilización múltiple, llegándose al caso de los radio-enlaces o "cables hertzianos". Estos circuitos tienen, además, las ventajas de su seguridad de permanencia, que para los casos eventuales de catástrofes o de fenómenos climatéricos extraordinarios es mayor que para los circuitos físicos, y de su fácil y rápida instalación o traslado, mediante la sola instalación de los equipos transmisores y receptores, en comparación con la laboriosa y demorada construcción de los circuitos físicos.

7. *Características de los medios de transporte*

Como se ha dicho, los medios de transporte de las informaciones están constituídos por circuitos eléctricos, realizados físicamente o por radio.

Los circuitos físicos más comunes están formados por un par de conductores

de cobre, que permite transportar, con atenuación aceptable, las frecuencias hasta de unos 150.000 ciclos por segundo.

Si se trata de más de un par de conductores, sobre una misma postación, las frecuencias máximas transportables por cada circuito disminuyen, a no ser que se tomen precauciones especiales para la construcción de las líneas.

Por cada uno de los circuitos físicos pueden efectuarse simultáneamente una transmisión telegráfica de signos y una comunicación telefónica de voz, en sus frecuencias naturales, por medio de la ayuda de filtros.

Si las características de los circuitos son buenas, dependiendo de la forma de construir las líneas, se pueden transportar en sus frecuencias naturales, programas de radiodifusión e imágenes fijas de facsímiles.

Para la radiodifusión los circuitos tienen que presentar también muy bajo nivel de ruido propio y responder linealmente a las frecuencias.

Por cada dos pares de conductores de dos circuitos físicos puede obtenerse, con ayuda de elementos auxiliares, un tercer circuito físico, llamado fantasma. En este caso se usan conjuntamente los dos conductores de cada circuito para formar un conductor del tercer circuito. En los circuitos fantasmas, en la práctica, el límite superior de las frecuencias que pueden transportarse, con diafonía aceptable, es inferior al límite de los circuitos físicos simples.

Para la transmisión de las imágenes instantáneas de la televisión por medio de circuitos físicos, es necesario usar cables coaxiales que permiten el transporte de frecuencias muy altas, como hasta los 5.000.000 de ciclos por segundo o aún más. Puede hacerse además por medio de radio-enlaces, que permiten también transportar frecuencias muy altas.

Los circuitos físicos pueden quedar realizados por los cuatro tipos siguientes de instalaciones:

1. Líneas aéreas, con conductores de cobre, por ejemplo de 3 mm. de diámetro, construídas en postaciones que soportan hasta 5 crucetas, con 10 conductores cada uno, o sea unos 25 circuitos;

2. Cables, con pares de conductores trenzados, con aislación de papel entre los conductores y protección conjunta de éstos, para colocación aérea o subterránea. Generalmente los cables se fabrican desde 25 a 1.500 pares de conductores, o sea para 25 o 1.500 circuitos.

3. Cables especiales de pocos pares de conductores, destinados a la transmisión de ondas portadoras;

4. Cables coaxiales, formados por dos conductores, correspondiendo uno a un cilindro hueco o tubo exterior, y el otro a un cilindro lleno o alma, colocado concéntricamente en el interior del primero. El circuito correspondiente permite el transporte de muy altas frecuencias y también puede transmitir por él, simultáneamente, la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de repetidores o amplificadores.

En el conjunto físico de estos clables coaxiales puede colocarse, además, un número limitado de pares de simples conductores, para tener uno o varios circuitos físicos adicionales, por los que pueden transportarse frecuencias hasta del orden de 150.000 ciclos por segundo. O sea, los cables coaxiales permiten simultánea-

mente con la transmisión de programas de televisión o de miles de comunicaciones telefónicos, las transmisiones de programas de radiodifusión por el mismo cable. El transporte de muy altas frecuencias por los cables coaxiales hace que en las ondas portadoras que pueden transmitirse por el circuito único, puedan ubicarse varias informaciones, hasta del orden de 1.000 telefónicas. Los canales correspondientes se disponen de a 3 ó 4 reuniéndose en grupos de a 12, que a su vez se agrupan en haces de 60 canales.

Los circuitos de radio permiten las transmisiones de ondas portadoras moduladas, para introducir en éstas las bandas de frecuencias de las diversas informaciones que pueden transportarse.

Los circuitos de radio se dividen, según las frecuencias de sus ondas portadoras, expresadas en kilociclos por segundo, como sigue:

1. Circuitos de ondas largas, con frecuencias de	20	a	500
2. Circuitos de ondas medianas, con frecuencias de	500	a	3.000
3. Circuitos de ondas cortas, con frecuencias de	3.000	a	30.000
4. Circuitos de ondas ultra cortas, con frecuencia de	30.000	a	300.000
5. Circuitos de ondas de muy alta frecuencia o micro-ondas, superiores a			300.000

La propagación de las ondas de los circuitos anteriores es diferente y, en consecuencia, también los alcances de éstas, los que dependen de los valores de las frecuencias. La propagación puede hacerse por onda de tierra, por onda reflejada en la ionósfera y en línea visual, por rayo directo.

La propagación por onda de tierra se aprovecha de preferencia en los circuitos de ondas largas y medianas. La propagación por onda reflejada en la ionósfera se aprovecha a su vez de preferencia en los circuitos de ondas cortas, aunque también en las ondas medianas. Los circuitos de ondas ultra cortas y de micro-ondas emplean, por lo general, la propagación por rayo directo.

De lo anterior se desprende que las ondas largas y las medianas tendrán especial aplicación en las transmisiones radiales, o sea, radiodifusión. Por otra parte, las ondas cortas, ultra-cortas y micro-ondas tienen aplicación preponderante para transmisiones de punto a punto. No obstante, las ondas cortas y ultra-cortas se usan también en las transmisiones radiales, esto es, para radiodifusión y para televisión.

El número de circuitos de ondas cortas que se puede utilizar en una determinada región de la tierra, como ser en un país, es limitado.

8. *Características de los dispositivos y aparatos para convertir las informaciones*

Para convertir las informaciones originales a variaciones de corriente eléctrica se usan distintos aparatos y dispositivos, según sea la clase de información, esto es, signos, sonidos o imágenes, y la perfección con que deba obtenerse la reproducción de las informaciones originales. Además, los aparatos y dispositivos varían de acuerdo con la velocidad de transmisión de las informaciones.

Los aparatos más sencillos son los transmisores de signos usados en la tele-

grafía y algunos en la telemedida y telecomando. La velocidad de transmisión de los signos telegráficos está regida por la capacidad de despacho o escritura de los mensajes y por la capacidad de su entrega a los destinatarios, pues nada se obtiene en aumentar la capacidad de transporte por unidad de tiempo de los signos entre los aparatos de emisión y recepción si supera a la capacidad de despacho o de recepción, salvo que pueda economizarse en el número necesario de circuitos de comunicación.

Los aparatos telescritores son más complicados, pero son siempre transmisores y receptores de signos traducidos a una serie combinada de impulsos sucesivos. En general, la velocidad de transmisión está regida por la velocidad a la que pueda efectuarse la escritura de la transmisión.

La transmisión de las voces y sonidos se hace a base de su conversión a variaciones de corriente eléctrica, en los micrófonos, y de la reconversión a vibraciones acústicas, en los fonos y altoparlantes.

Para las transmisiones musicales todos estos aparatos deben tener gran fidelidad o capacidad de captar y reproducir bandas de frecuencia mayores que para la simple transmisión de voces y sonidos. La velocidad de transmisión está regida por la de la información original vocal o musical.

Para la transmisión de facsímiles y fotografías se usan aparatos de exploración fotoeléctrica de los diversos puntos en que se descompone la imagen por transmitir, obteniéndose las variaciones correspondientes de la corriente eléctrica, según sea la intensidad luminosa de esos puntos. Esto exige usar circuitos de características especiales, que puedan transmitir la banda de frecuencias correspondiente. La velocidad de transmisión de las imágenes fijas varía en relación con el tiempo aceptable para efectuarlas.

Para las transmisiones de televisión se requieren aparatos y dispositivos más complejos y perfeccionados, pues debe existir una gran fidelidad para reproducir la información original y gran rapidez en el transporte de la exploración fotoeléctrica, de modo que ésta se lleve a cabo con tal frecuencia por segundo que el ojo humano perciba la transmisión hecha sucesivamente de toda la imagen, como si fuera una sola producida instantáneamente. Son estas condiciones las que hacen necesario la transmisión de frecuencias de 0 hasta 6.000 kilociclos por segundo.

Capítulo III

REALIZACION DE LAS TELECOMUNICACIONES Y ASPECTOS DERIVADOS

1. *Formas de realizar las telecomunicaciones*

La elección entre circuitos físicos y de radio para efectuar las transmisiones dependerá de varios factores, como ser las características geográficas, la densidad y el crecimiento del tráfico, y las condiciones de costos de construcción y de explotación de los servicios.

Los circuitos físicos pueden utilizarse directamente para las frecuencias naturales y también para el transporte de una onda portadora de mayor frecuencia, sometida a modulación. Los circuitos de radiotransmisión constan de una onda portadora modulada. En ambos circuitos la modulación puede ser simple o múltiple, disponiéndose en este último caso de varios canales para comunicaciones simultáneas.

Ciertas comunicaciones, como las telefónicas urbanas o locales, deberán forzosamente realizarse por medio de circuitos físicos.

Los primeros circuitos físicos, telegráficos y telefónicos, fueron constituídos por alambres de fierro con retorno por tierra. Después se introdujo el alambre de cobre y actualmente sólo se usa, en general, circuitos de un par de alambres de cobre aislados de tierra. En estos circuitos pueden transmitirse conjuntamente las frecuencias telegráficas, que llegan hasta unos 300 ciclos por segundo, y las frecuencias vocales necesarias para las comunicaciones telefónicas, que varían entre 300 hasta 3.400 ciclos por segundo.

La colocación de varios circuitos físicos paralelos puede reemplazarse con ventajas por la introducción de sistemas de ondas portadoras y los correspondientes canales de frecuencias, especialmente conveniente para largas distancias, pues permite eliminar el aumento de conductores, aunque exige introducir equipo más complicado, compuesto de osciladores, moduladores, amplificadores y filtros. Esto permite gran número de circuitos simultáneos, tanto telefónicos como telegráficos, por un mismo par de conductores.

Los equipos carrier de onda portadora pueden instalarse en algunos casos sobre líneas físicas construídas con anterioridad, siempre que éstas presenten condiciones de construcción adecuadas o fáciles de mejorar. Esto puede significar, en la práctica, que estos carriers sólo permitan proveer un número reducido de canales, en comparación con aquellos colocados en líneas proyectadas y construídas con las características adecuadas para la instalación de carriers. En este último caso pueden llevarse prácticamente por un par de conductores de cobre, un circuito telegráfico y uno telefónico a las frecuencias naturales, un carrier de 3 vías telefónicas, un carrier de 12 vías telefónicas y un carrier especial para conducir programas de radiodifusión. Teóricamente podría aumentarse mucho más el número de circuitos; pero condiciones prácticas, limitadas por motivos de diafonía (1), conducen a no sobrepasar 16 pares de conductores con 8 circuitos de onda portadora en una sola postación. Sobrepasando este número de circuitos debe pensarse en la solución de cables telefónicos, en vez de líneas aéreas.

El número de circuitos telegráficos puede aumentarse considerablemente, puesto que la banda de frecuencias de un canal telefónico permite establecer por él hasta 18 circuitos telegráficos.

Un problema especial lo constituye el transporte de programas de radiodifusión, pues el espectro de frecuencias necesita mucho mayor extensión que el de un circuito de conversación telefónica. Como ya hemos indicado, para esta últi-

---

(1) La diafonía es la inducción de los circuitos entre sí.

ma se necesita sólo la inteligibilidad de las palabras, mientras que para el primero también debe obtenerse la naturalidad de la transmisión.

Los circuitos de transmisión de programas también difieren de los de la conversación telefónica, por necesitarse en éstos sólo la transmisión en un sentido, aunque en otras oportunidades se efectúe por el mismo circuito en sentido inverso. En igual forma, en un solo sentido, se realizarán la telemedida y el telecomando. Para éstos, el ancho de bandas de frecuencias es muy variable, dependiendo del sistema empleado y del número de informaciones e impulsos simultáneos que se necesite transmitir.

La transmisión de facsímiles y de fotografías requiere condiciones semejantes a las necesarias para la conducción de programas de radiodifusión, pues los anchos de bandas son superiores a los necesarios en la telegrafía y telefonía.

La necesidad de mayor número de circuitos conduce a la instalación de cables de conductores pareados, aislados con papel y forrados con plomo, que permiten la transmisión de casi todos los tipos de telecomunicaciones, pues sólo se exceptúa el transporte de programas de televisión.

En general, los circuitos de cables tienen mayor atenuación que las líneas aéreas de modo que exigen mayor número de repetidores.

No es posible dar normas generales para determinar cuándo deben usarse conductores en líneas aéreas y cuándo en cables pareados. Para resolverlo deberán tenerse presente varios factores, además de la comparación económica, como ser la seguridad del servicio, el crecimiento del tráfico y el número de circuitos locales que se deba albergar en cada cable. En general, las soluciones con cables permiten establecer mayor número de circuitos simultáneos que por medio de una postación con conductores aéreos.

En las rutas de gran tráfico es conveniente la instalación de cables coaxiales, los que permiten conducir toda clase de transmisiones, incluyendo el transporte de programas de televisión, sea en blanco y negro o en colores. Estos cables coaxiales presentan, además, como ya se ha dicho, la particularidad de permitir la conducción por ellos de la energía eléctrica necesaria para alimentar los repetidores ubicados en los puntos intermedios del cable, los que así pueden instalarse con funcionamiento automático. Estos permite su instalación como cables submarinos telefónicos.

En las comunicaciones para radiotransmisión se distinguen dos grupos: el de frecuencias hasta de 25 megaciclos por segundo y el superior a esta frecuencia. En el primero se emplea generalmente la modulación por amplitud; su propagación puede verificarse por reflexión en la ionósfera y por consiguiente las comunicaciones de este grupo sirven para cubrir grandes distancias. En el segundo grupo las comunicaciones se caracterizan por el empleo casi general de los tipos de modulación por frecuencia o por pulsos, estando su propagación substancialmente limitada a la línea recta, sobre todo a partir de cierta frecuencia. Este tipo de radiocomunicación exige, por consiguiente, estaciones repetidoras intermedias, para aumentar el alcance de las transmisiones más allá del horizonte. Cabe hacer resaltar también que el ancho de banda necesario en cierto tipo de comunicaciones, como por ejemplo en televisión, que es de hasta 4.000 ó 6.000 kilociclos por segun-

do, o aún más, exige el uso de frecuencias portadoras aproximadamente mayores de 25 megaciclos por segundo. Para conducir, pues, por radio, un programa de televisión, de una ciudad a otra, situada más allá del horizonte, se necesitará siempre de una o más estaciones repetidoras intermedias.

Como se ha indicado, las radiotransmisiones pueden ser múltiples, por medio de una sola onda portadora de radiofrecuencia. El número de estos canales será siempre muy reducido en frecuencias menores de 25 megaciclos por segundo; pero en frecuencias superiores ya se ha llegado hasta 120 canales telefónicos simultáneos. Este número está limitado prácticamente por la ganancia de los amplificadores de banda ancha, sujetos aún a continuo perfeccionamiento.

Las radiotransmisiones en frecuencias elevadas, de gran número de canales, tienen un gran porvenir y están reemplazando, en muchos casos, a los sistemas carriers sobre circuitos físicos. Esto sucede sobre todo en países montañosos, en donde sea posible emplazar las estaciones repetidoras en puntos elevados del terreno, ganándose así mucho en la distancia cubierta por las transmisiones. Sin embargo, no basta disponer de puntos elevados donde ubicar los repetidores, sino que éstos deben ser fácilmente accesibles y que sea posible de llevar a ellos, desde lugares cercanos, la energía eléctrica necesaria.

Deben considerarse también las transmisiones radiales desde estaciones difusoras destinadas a ser recibidas simultáneamente por un gran número de radio-oyentes, o sea, la radiodifusión y la televisión en blanco y negro y en colores.

Debe recalcarse que estas transmisiones deben ser colocadas al alcance del mayor número posible de radio-oyentes, lo que significa que debe ser posible oírlas en todo el territorio nacional, mediante receptores sencillos y por ende poco costosos. Esta exigencia trae consigo la necesidad de establecer una red de radiodifusoras a través de todo el país, interconectadas en cuanto a programas se refiere, cuya ubicación debe estudiarse de manera que proporcionen, en todos los centros poblados, una intensidad de campo que sobrepase a los valores mínimos prefijados, de modo que la recepción pueda hacerse con receptores sencillos. En el caso de la televisión, debido a que la radiotransmisión de ésta sólo tiene alcance hasta el horizonte, es de necesidad imprescindible tal red de emisoras para hacer llegar los programas a los diversos centros poblados.

De esto se desprende que debe disponerse de canales de transmisión para el transporte de programas de radiodifusión y de televisión, entre los principales centros de irradiación de tales programas.

2. *Vías múltiples y servicios combinados*

La realización de vías múltiples, tanto por circuitos físicos como por los de radio, para transmitir simultáneamente toda la gama de informaciones ya enumerada, conduce a la conveniencia de establecer los servicios combinados, que pueden sintetizarse como sigue:

a) Transmisión telegráfica, de telex y telefónica en sus frecuencias naturales, por un mismo circuito físico;

b) Formación de circuitos nuevos o fantasmas, ocupando dos circuitos físi-

cos, para transmisiones telegráficas, de telex, telefónicas, de telefotografía, telecomando, etc., incluyendo discar automáticamente;

c) Superposición de ondas portadoras con modulación simple o múltiple, para las transmisiones telegráficas, de telex, telefónicas, de programas de radiodifusión y de televisión, además de los otros servicios ya enumerados, por un mismo circuito físico o por uno de radio-enlace.

Estas características de las vías múltiples conducen a los servicios combinados y a la coordinación y planeación de las instalaciones. En esta forma se puede obtener grandes ventajas al evitar instalaciones prácticamente duplicadas, como ser rutas telegráficas y telefónicas paralelas, y atender con un mismo personal técnico la red única de los servicios combinados.

3. *Ventajas sociales y económicas. De las telecomunicaciones*

Las telecomunicaciones, en el conjunto de todos los servicios, constituyen un factor importante para el desarrollo social de los pueblos.

Las comunicaciones telefónicas y telegráficas constituyen medios efectivos, que el progreso técnico ha puesto a disposición de los hombres, para facilitar su convivencia. De éstas, las telefónicas especialmente permiten a las personas percibir directamente las reacciones de una conversación cuando se encuentran en distintos puntos de una ciudad, o de un país, o aún del mundo entero. Los mensajes telegráficos y las conversaciones de telex disminuyen el tiempo necesario para el transporte de las comunicaciones escritas, asegurando además su recepción por el destinatario.

La conversación telefónica significa obtener la transmisión inmediata de la voz y de las reacciones de una conversación, lo que tiene especial importancia desde el punto de vista social, ya que este tipo de comunicaciones no tiene la frialdad de las expresiones escritas. Desde el punto de vista comercial, la comunicación telefónica permite el intercambio inmediato de ideas, con la correspondiente repercusión económica. La difusión y rapidez de las comunicaciones, tanto de las telefónicas como de las telegráficas, trae como consecuencia un mejor entendimiento entre los hombres, sea esto para los efectos de negocios, de gobierno o de fines personales y sociales.

La radiodifusión y la televisión son servicios que tienen una enorme influencia social: permiten hacer llegar las noticias, los conocimientos y las entretenciones, al contarse con las instalaciones adecuadas, a los habitantes de cualquier punto del territorio nacional. Permiten participar a los habitantes de las ciudades y pueblos apartados y a los de las zonas rurales, de las ventajas y conveniencias que para estos aspectos se derivan de la vida en las ciudades más importantes, haciendo así efectiva una disminución entre las diferencias de condiciones de vida que existen entre las ciudades, los pueblos y los campos.

Estos servicios de telecomunicaciones pueden ser instrumentos poderosos para mejorar y difundir los conocimientos, ya que por medio de ellos puede enseñarse transmitiendo lecciones, tanto a las escuelas como al público en general. La difusión de la cultura en todos sus aspectos, musical, artístico y técnico, puede ha-

cerse en forma eficiente por medio de la radiodifusión y de la televisión. Las noticias pueden transmitirse en forma mucho más efectiva y rápida por estos medios, que mediante el papel escrito. Además, como ya se ha expresado, la radiodifusión afecta al sentido pasivo del oído, o sea, la influencia de estas informaciones se hace llegar así a todo el que pueda escuchar, sea o no capaz de leer, sea niño o viejo, y sea que se encuentre o no ocupado en otra actividad. En cuanto a la televisión, su influencia es aún mucho mayor, porque afecta a dos de los sentidos, al oído y a la vista, que son los que sirven para que los hombres reciban la más grande proporción de las expresiones o conocimientos externos a su ser.

Una ventaja social que también se deduce de los servicios de telecomunicaciones es que permiten llevar a cabo una mayor unión cultural y económica entre las diversas zonas y provincias de los países y entre éstas y la capital.

En cuanto a la repercusión económica que tienen los servicios de telecomunicación, es de enorme importancia en atención a la complejidad actual de los fenómenos de la producción y distribución de los bienes. Para el industrial, el minero, el agricultor, y en general, para cualquier productor, un buen servicio telegráfico y telefónico significará una economía considerable en tiempo y dinero. Hay casos en que los medios de comunicación son vitales para el proceso mismo de la producción. Se agrega a los anteriores el servicio de telex, que representa también un factor muy importante en las actividades industriales y comerciales. Los servicios públicos y los gobiernos necesitan de buenas comunicaciones y la eficiencia de estos servicios se traduce también en economía y menor costo para los servicios públicos en general.

4. *Planeación de las telecomunicaciones*

Las telecomunicaciones de un país corresponden a un servicio de utilidad pública, de crecimiento en intensidad y extensión, y de perfeccionamiento continuo, en forma que satisfagan las necesidades de las actividades de la producción y del comercio, de los habitantes y de sus costumbres, y guarden relación con el desarrollo de los países.

Estas exigencias y el objetivo de atender a la economía de las instalaciones y de su explotación, conducen a la necesidad de una planeación de los servicios a escala nacional, a fin de que el desarrollo de las instalaciones se haga armónicamente, en correlación con las que existan y las que se tengan programadas para construir en el futuro. La planeación a escala nacional se justifica especialmente en los países sudamericanos, que tienen grandes extensiones y se encuentran relativamente aislados de los países vecinos, puesto que en otros países, que carezcan de límites naturales y tengan gran interrelación con sus vecinos, como en algunos ejemplos europeos, la planeación podrá abarcar a varios países, o en otros de gran extensión como Estados Unidos, la planeación podrá cubrir a un grupo de Estados o una región del país.

Las apreciables inversiones que representa una red completa de telecomunicaciones para los diferentes tipos de servicios que cubra todo el territorio nacional, hace más imperiosa la necesidad, desde el punto de vista económico, que se efec-

túe la coordinación de todas las telecomunicaciones y se ejecuten de acuerdo con una planeación adecuada, asegurando así la continuidad del aprovechamiento de las instalaciones y evitando la multiplicidad de ellas.

La planeación nacional debe quedar sujeta a las características propias de cada país, especialmente a su geografía y al desarrollo de las actividades de la producción, lo cual conduce a dividirlos en regiones de telecomunicaciones. Estas serán los grandes sectores que tengan actividades propias o constituyan, en cierto modo, entidades de producción y de consumo. Cada región de telecomunicaciones tendrá un centro primario, que será el centro de gravedad de sus actividades, a través del cual deberán efectuarse las comunicaciones entre las regiones entre sí y con un centro regional principal, que será a la vez centro internacional, para la realización de las telecomunicaciones con los demás países.

Cada región de telecomunicaciones deberá dividirse en zonas, y éstas en distritos, los cuales tendrán centros regionales y de distrito que correspondan a los respectivos centros de gravedad de sus actividades. Se tendrán así los centros primarios regionales, los centros secundarios zonales, los centros terciarios de distrito y las diferentes oficinas conectadas a los centros de distrito.

La norma general para realizar las comunicaciones, desde una oficina a otra, será a través del centro terciario de distrito, si corresponden a un mismo distrito. Si están ubicadas en dos distritos diferentes, será desde un centro de distrito a otro, por intermedio del centro zonal, o en algunos casos, según las condiciones geográficas, por unión directa entre los centros de distrito, si las oficinas tienen ubicación geográfica cercana. En forma análoga, la comunicación entre dos oficinas ubicadas en zonas diferentes, se realizará por medio de los centros de distrito y los centros zonales correspondientes y su comunicación directa entre estos últimos, cuando las dos oficinas por comunicarse queden ubicadas en la misma región de telecomunicaciones. Si las oficinas están ubicadas en regiones diferentes, la comunicación se realizará interesando a los centros regionales y la comunicación directa entre éstos.

La planeación, por cierto, no sólo debe abarcar a estas rutas de distancia principales, de unión entre los centros regionales y zonales, sino también a las líneas de comunicación a los centros terciarios de distrito, la ubicación y tamaño de las oficinas urbanas o suburbanas y la colocación de los ductos y cables de las redes urbanas, en las grandes ciudades, con agregado de líneas aéreas en los sectores de poca intensidad de las instalaciones telefónicas.

También queda sujeta a su planeación la ubicación y la potencia de las estaciones de radiodifusión y de televisión, a fin de que conjugadas con los circuitos que permiten el transporte de los programas, éstos se puedan irradiar económicamente por estaciones emisoras que produzcan intensidad de campo suficiente para que los programas sean escuchados en los receptores ubicados en todos los puntos del territorio nacional.

5. *Aumento progresivo de las instalaciones de telecomunicación*

La necesidad de aumentar las instalaciones obedece a cuatro factores:

1. Aumento de población;
2. Aumento de producción y de los niveles de vida;
3. Extensión del área nacional dotada de servicio;
4. Progresos técnicos.

Estos cuatro factores conducen a curvas de crecimiento de las telecomunicaciones que se reflejan en las estadísticas. Estas curvas han sido afectadas por la limitación de las instalaciones disponibles, como ser restricciones durante la segunda guerra mundial.

Los cuatro factores indicados tiene una influencia diversa en los diferentes países.

El aumento de la población producirá uniformemente un aumento proporcional de las necesidades de telecomunicaciones.

Los aumentos de la producción y de los niveles de vida pueden presentar incrementos bruscos, debido a causas no controladas, como ser, períodos de desarrollo industrial, medidas de fomento, razones políticas, exigencias de defensa nacional, etc. Esto se reflejará en la necesidad urgente de atender a los incrementos consiguientes de telecomunicaciones.

La extensión del área nacional que disponga de servicios hará incrementar la demanda de telecomunicaciones al extenderse ésta a aquellas regiones anteriormente sin servicio o que tenían comunicaciones inadecuadas o insuficientes. Esto ocurre en los países en que no se hubiera llegado a cubrir todo el territorio nacional con los servicios de telecomunicación, mientras que en otros países de desarrollo más avanzado y uniforme del territorio, este factor no tendrá influencia.

Los progresos técnicos repercuten en las telecomunicaciones en dos formas. El progreso técnico general demanda el uso más intensivo de las telecomunicaciones, por la interdependencia de las diferentes zonas de un país y de los países entre sí. También la demanda depende de la mayor o menor rapidez y amplitud con que se desenvuelven las actividades humanas, a medida que avanza el progreso técnico.

La segunda forma de repercusión es el efecto del progreso técnico sobre los sistemas mismos de telecomunicaciones. En los últimos 40 años han aparecido muchos de los servicios actualmente en uso: telescritura, facsímil, telefotografía, telemedida, telecomando, radiodifusión y televisión. Todos estos avances científicos ya han creado, y los nuevos descubrimientos seguirán creando, un incremento técnico y progresivo de las instalaciones de telecomunicación. Además, el mejoramiento de los sistemas y disminución relativa de los costos de los servicios traerán aparejados un factor de incremento de las demandas.

El desarrollo de los sistemas de telecomunicaciones debe efectuarse armónicamente en sus diferentes partes, de modo que a un aumento de facilidades de comunicación a distancia corresponda un aumento de las redes locales y aparatos terminales. Así, por ejemplo, un gran número de aparatos telefónicos provocará una gran demanda de comunicaciones de distancia, y viceversa, un gran número

de facilidades de distancia provocará un aumento de la demanda de aparatos telefónicos.

Todos estos factores conducen a que no pueda trazarse un plan fijo y determinado de las instalaciones de telecomunicación, sino que su planeación deberá quedar sometida continuamente a perfeccionamiento y ampliación. Esta debe cristalizarse en sucesivos planes de obras y programas de desarrollo, que deberán llevarse a la realidad en función de la capacidad técnica y económica de los países.

6. *Precedencia de la oferta de comunicaciones sobre la demanda*

Los servicios de utilidad pública pueden desarrollarse en dos formas: haciendo preceder la oferta a la demanda de ellos o a la inversa, esto es, construyendo sólo las instalaciones mínimas necesarias para satisfacer las demandas más apremiantes, dejando su ampliación para cuando la presión ejercida por la necesidad de ellas lo haga imprescindible.

El primer método representa la inversión mínima global en el servicio en su conjunto, mientras que el segundo método corresponde a menores inversiones inmediatas y más alta utilidad también inmediata; pero con sacrificio del costo final y de la calidad del suministro.

En atención a su calidad de utilidad pública de los servicios de telecomunicación, sólo debe adoptarse el primer método para realizarlos, esto es, haciendo que la oferta preceda a la demanda. En esta forma se obtendrán las siguientes ventajas:

1. Podrá realizarse una mejor planeación y ejecución del sistema nacional de telecomunicaciones, pues en cierta forma la necesidad de la demanda se canalizará para aprovechar las rutas disponibles;

2. Producirá un mejor servicio y economía en la explotación, al trabajar las instalaciones sin recargo y en forma eficiente, lo que acarreará su mayor duración y menor depreciación de ellas;

3. Contribuirá al mayor desarrollo económico del país o de la región, al atender rápidamente las demandas de servicio, contribuyendo también al mejor nivel de vida de la población, al no tener que negar los servicios que se soliciten;

4. Permitirá establecer precios bajos y buen servicio aún para alto tráfico, en vez de presentarse las situaciones opuestas, cuando se espera que la satisfacción de las demandas esté atrasada con respecto a las instalaciones, lo que produce la saturación y recargo de éstas y los servicios demorados y de mala calidad, de precios altos y poco tráfico.

La precedencia de la oferta a la demanda conduce, en general, al crecimiento más rápido de los servicios, ya que así se obtiene la desaparición del efecto de frenaje por los inconvenientes derivados de la falta de capacidad de las instalaciones para atender a las demandas. En esta forma se obtiene una mayor satisfacción colectiva y condiciones más equitativas de vida de la población, al desaparecer la negación o la restricción de los servicios.

7. *Efecto económico*

La repercusión económica que tienen las telecomunicaciones sobre un país es múltiple. En el aspecto individual, simplifican las actividades diarias produciendo la economía consiguiente, ya que permiten la rapidez en las transacciones, órdenes, adquisiciones, atención de accidentes, etc., todo lo cual, si existe demora en la transmisión de los mensajes o se redujesen a las comunicaciones del correo y personales, representaría un recargo apreciable de los costos y disminución de la producción.

En cuanto a las actividades productoras y fabriles, un buen servicio de comunicaciones redunda en eficiencia y economía en la producción. En algunos casos las comunicaciones constituyen un servicio esencial: las actividades mineras o de una gran industria no podrían funcionar sin servicio de comunicaciones. La repercusión económica de éstas en la producción es muy grande.

Otras actividades, como los servicios de transporte marítimo, aéreo y ferroviario y de energía eléctrica dependen de las comunicaciones en forma esencial: no podría haber prácticamente un servicio medianamente aceptable sin las telecomunicaciones correspondientes.

En cuanto al comercio y a las actividades bancarias, las telecomunicaciones constituyen un elemento de eficiencia, que se traduce en economía de tiempo y de dinero, cuya cuantía es difícil de calcular.

Los servicios de telecomunicación de las actividades gubernamentales y de policía tienen también su efecto económico, ya que al acelerar las actividades de estos servicios representan ahorro de tiempo y de dinero en las actividades productoras de los países.

Por los ejemplos indicados puede estimarse que los efectos económicos de un buen sistema de telecomunicaciones pueden llegar a ser de igual o mayor importancia que su repercusión social, cultural y de defensa nacional. Esto será aún de mayor trascendencia en los países que tengan gran extensión y que posean medios de transporte y de comunicación difíciles o deficientes. Asimismo, en aquellos países cuyo estado de desarrollo cultural y social sea incipiente, y cuando se encuentren en las primeras etapas de desarrollo y de expansión de su industrialización.

8. *Intervención del Estado en los servicios*

La amplitud e importancia que tienen en la actualidad los diferentes servicios de telecomunicaciones, su planeación y coordinación, las que deben abarcar a todos los puntos del territorio nacional y aún a sus interconexiones con todos los países del mundo, conducen a la conveniencia que estos servicios de utilidad pública sean realizados en forma de atender primordialmente las necesidades nacionales y por lo tanto en estrecha relación con el Estado. Por otra parte, la importancia vital que ellos tienen para el progreso social y económico de los países, además de la trascendencia que les corresponde desde el punto de vista de la defensa nacional, determinan la conveniencia de que estos servicios sean nacionales.

Es generalmente aceptado, en todos los países, que los servicios telegráficos sean estatales, y en la actualidad, en la mayoría de ellos, los servicios telefónicos también son estatales. Esto se explica y justifica cada vez más porque la red telefónica y la red telegráfica se combinan en una sola, gracias al estado actual de la técnica.

Como se ha expuesto, los servicios de telecomunicaciones están formados principalmente por dos grupos de instalaciones:

1. La red de líneas de transmisión o radio-enlaces para transmitir los mensajes entre las ciudades y puntos de concentración de los servicios de un país, sistema que debe servir para transmitir todos los tipos de servicios de telecomunicaciones; y

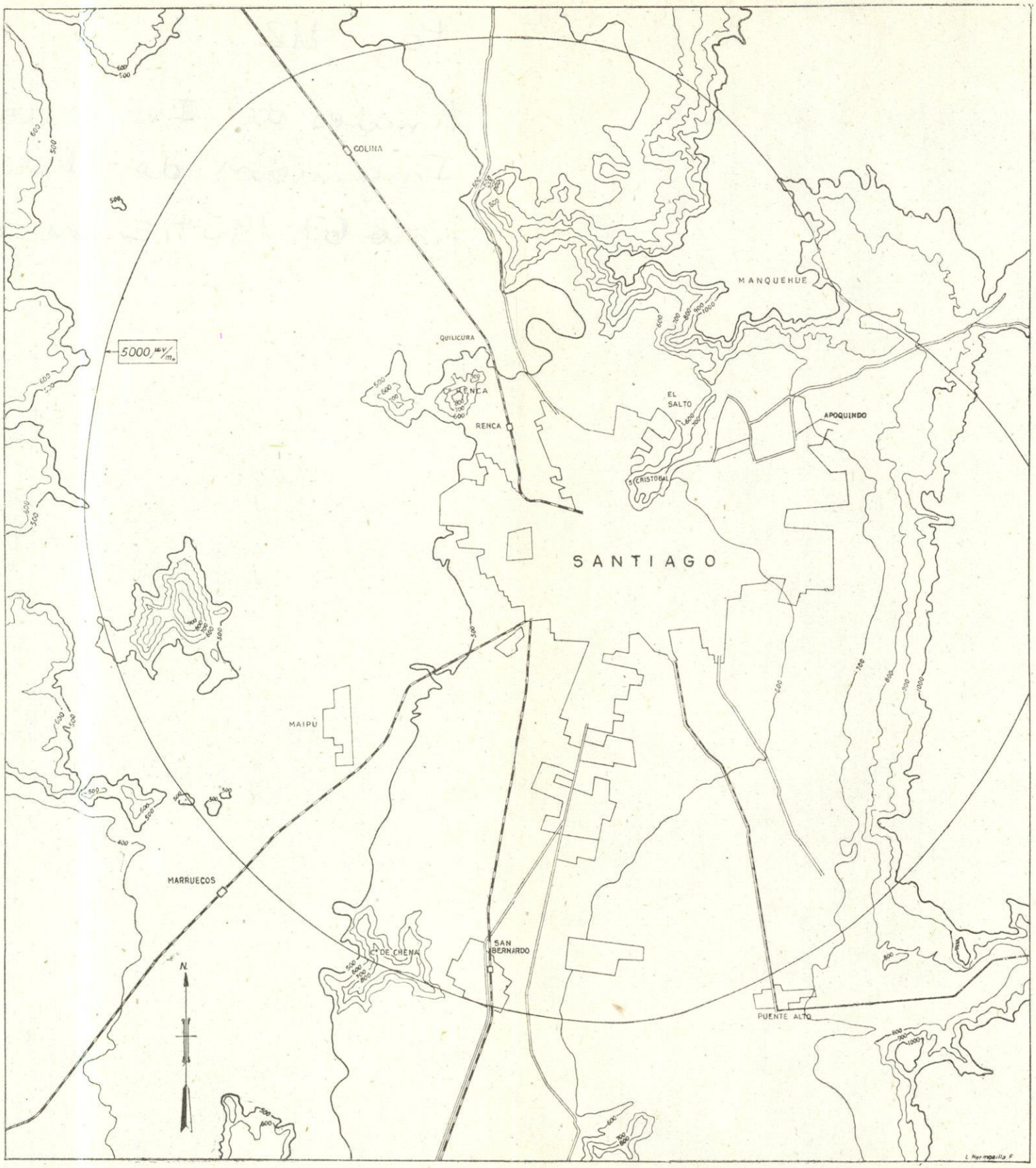
2. Las redes locales, oficinas y aparatos de servicio individual, destinados para que el público despache y reciba los mensajes, sean éstos telegráficos, de telex, telefónicos, etc.

El primer grupo de instalaciones constituye un todo, dentro del territorio de cada país. Debe tener el mismo nivel de calidad en toda la red y tiene que ser ampliado continuamente para atender a los aumentos de los servicios y para introducir los mejoramientos que el progreso técnico aconseja. Todo esto, en la práctica, sólo puede obtenerse si la red de líneas es realizada con financiamiento parcial o total por el Estado.

El segundo grupo de instalaciones lo constituyen principalmente las redes telefónicas, sean éstas urbanas o de las zonas rurales adyacentes a los grandes centros de población. Estas redes, con sus oficinas y aparatos, desempeñan dos funciones: las comunicaciones internas o locales dentro de cada red y las comunicaciones que tienen su origen o recepción en una red local y corresponden a comunicaciones con otros puntos del país o de los diversos puntos del extranjero, con los cuales existan interconexiones telefónicas.

El servicio del segundo grupo es en parte aislado o limitado a la red local y, en consecuencia, sus instalaciones y explotación se podrían hacer hasta cierto punto en forma independiente. Sin embargo, el servicio del primer grupo obliga a las redes locales a someterse a las normas técnicas y a las exigencias de las demás instalaciones del país, y aún a las de los países extranjeros, ya que la deficiencia de las instalaciones en una pequeña parte del circuito total de larga distancia, como ser en la parte local de tal circuito, afecta a la calidad de la comunicación total. En esta forma, la amplitud, calidad y eficiencia de las redes locales deben estar estrechamente relacionadas con las facilidades de comunicaciones de las líneas principales, ya que si esto no fuera así, existiría un desequilibrio entre unas y otras instalaciones.

Existe, además, otra razón que aconseja que los servicios de telecomunicaciones tengan estrecha conexión con el Estado. Se basa en la conveniencia de que las comunicaciones no estén al alcance y al servicio de los intereses particulares, sean éstos nacionales o extranjeros, en cuanto a su continuidad, interrupciones o interferencias. Esto puede afectar aún al desarrollo y a la defensa nacional del país.


COLINA
MANQUEHUE
QUILICURA
5000 μV/m
LA REINCA
RENCA
EL SALTO
APOQUINDO
S. CRISTOBAL
SANTIAGO
MAIPU
MARRUECOS
L. DE CHENA
SAN BERNARDO
PUENTE ALTO
N