

35
2oj.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**EL FUTURO DE LAS REDES DIGITALES
DE SERVICIOS INTEGRADOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A N

JORGE ARTURO CASTRO CUELLAR

ROBERTO MIGUEL SIERRA BEDOY

**DIRECTOR:
ING. JORGE GIL MENDIETA**

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

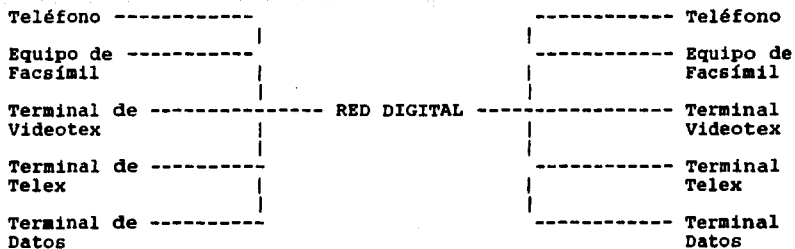
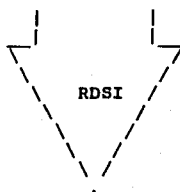
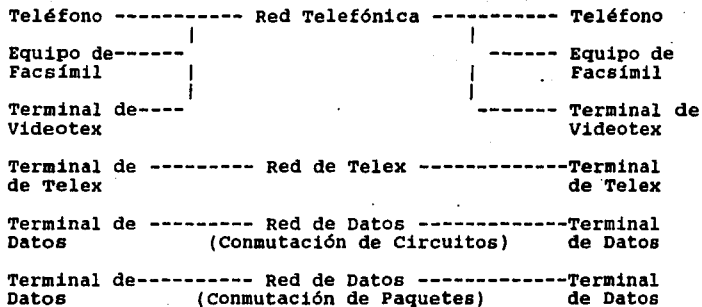


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Indice

Introducción	.....	1
Objetivos	.....	3
CAPITULO I Evolución de las telecomunicaciones	.....	5
A) Desarrollo histórico	.....	5
B) Telefonía	.....	18
b.1) Fibras ópticas	.....	23
b.2) Satélites	.....	24
b.3) Telefonía celular	.....	25
b.4) Planta telefónica	.....	26
b.5) Organización del sistema telefónico	.....	27
b.6) Intercambio de señales	.....	30
C) Teleinformática (redes de computadoras)	.....	32
c.1) Componentes de la red	.....	33
c.2) Arquitectura de redes de computadoras	.....	38
D) Otros Servicios de telecomunicaciones	.....	58
d.1) Telex	.....	58
d.2) Facsímil	.....	62
d.3) Correo electrónico	.....	66
CAPITULO II. Redes Digitales de Servicios Integrados	.....	69
A) Introducción a las RDSI	.....	70
a.1) Origen	.....	70
a.2) Definición	.....	72
a.3) Ventajas de las RDSI	.....	73
a.4) Esquema básico	.....	74
a.5) Estrategia de penetración	.....	75

Indice

	a.6)	Disponibilidad.....	75
	a.7)	Confiabilidad e inteligibilidad.....	76
	a.8)	Calidad de servicios.....	76
	a.9)	Diversificación.....	76
B)		Proceso de transformación hacia la RDSI.....	77
	b.1)	Digitalizar la red.....	77
	b.2)	Sincronización de la red.....	79
	b.3)	Introducir la señalización por canal común #7..	81
	b.4)	Plan de numeración.....	86
	b.5)	Plan tarifario.....	87
	b.6)	Interfases.....	88
	b.7)	Terminales de abonado.....	96
C)		Servicios.....	99
	c.1)	Servicios portadores.....	100
	c.2)	Teleservicios.....	104
	c.3)	Servicios suplementarios.....	106
D)		RDSI de banda ancha.....	107
	d.1)	Diferencias fundamentales.....	108

CAPITULO III. Diagnóstico y escenarios de las telecomunicaciones

		en México.....	111
A)		Contexto nacional.....	112
	a.1)	Condiciones geográficas.....	112
	a.2)	Consideraciones demográficas.....	113
	a.3)	Consideraciones económicas.....	116
B)		Estructura de la administración de telecomunicaciones...	120
C)		Evolución de la infraestructura de telecomunicaciones...	123
	c.1)	Teléfonos.....	123
	c.2)	Telex.....	130
	c.3)	Teleinformática.....	133
D)		Tendencias según el modelo logístico de crecimiento....	135

Indice

	d.1)	Población.....	136
	d.2)	Teléfonos.....	138
	d.3)	Telex.....	141
	d.4)	Teleinformática.....	142
E)		Digitalización de la red telefónica.....	143
	e.1)	Estructura de la red superpuesta.....	145
F)		Impacto de la introducción de las RDSI.....	148
	f.1)	Impactos a nivel nacional.....	149
	f.2)	Impactos a nivel industrial.....	151
	f.3)	Impactos nivel individual y familiar.....	153
	f.4)	Impactos a nivel internacional.....	154
	f.5)	Objetivos de la introducción de la RDSI.....	155
Conclusiones		.....	157
Bibliografía		.....	163

Introducción

Tratar el tema de las telecomunicaciones en un país, cuya infraestructura en este campo no es acorde a los requerimientos de la población, ni a las necesidades de información que se están presentando a nivel mundial, aspectos ambos que tienen su raíz principal en el relativamente escaso desarrollo general de nuestra nación, pero que sin embargo, se encuentra ya inmerso en una reestructuración productiva y tecnológica, con una orientación privatizadora en algunas esferas y con una creciente apertura económica, se antoja tan compleja y extensa como interesante, que implica, para obtener de forma condensada, reunir informes y datos que resultan en ocasiones contradictorios e inconclusos, posiblemente debido a la falta de coordinación en esta área.

Por lo que la intención de este trabajo no es abordar con detenimiento ninguno de los puntos aquí presentados, digno cada uno de un trabajo particular, sino conjuntar cada uno de los aspectos relevantes en torno al sector telecomunicaciones, que nos permita tener un panorama general y actual de nuestra situación ante la historia tecnológica, y darnos una perspectiva en cuanto al futuro. Para ello, se ha formulado una cronología con los descubrimientos tecnológicos y hechos relevantes que han servido para construir lo que hasta hoy se tiene en las materias de electrónica, comunicaciones y computación, y se abordan también cada uno de los principales servicios que forman la base de la comunicación contemporánea y que sin duda formarán parte esencial de la comunicación futura.

Introducción

El hecho de hablar de las telecomunicaciones en los días presentes implica sin duda, incluir de manera prioritaria el tema de las Redes Digitales de Servicios Integrados (RDSI), fundamento de este trabajo, ya que todo parece apuntar hacia ellas como el futuro de las redes de telecomunicaciones. Por ello, aquí subrayamos su importancia y enfocamos sus principios básicos, identificando también patrones de introducción, correlacionándolos con variables exógenas al medio propias de nuestro país que interactúan e intervienen impactando en el desarrollo de los acontecimientos.

Hemos entrado en un periodo en el que los métodos de trabajo, la universalización de los mercados y los sistemas políticos mundiales son interdependientes y se ven afectados por la revolución de los medios técnicos para satisfacer unas necesidades de información que aumentan sin cesar. Para bien o para mal nos encontramos inmersos en una extraordinaria expansión de nuevas técnicas y vías de comunicación e información: comunicaciones terrenales y espaciales, sistemas telefónicos nacionales, regionales y mundiales, cadenas de televisión y radiodifusión, microelectrónica y optoelectrónica, redes digitales que se dirigen ya en el caso de algunos proveedores de servicios de gran volumen de tráfico, hacia las RDSI.

Por otro lado, se hace el diagnóstico de las variables tecnológicas, así como, de las demográficas, sociales y económicas, que afectan la oferta y la demanda de las telecomunicaciones. A partir de las observaciones realizadas en el diagnóstico mencionado sobre los indicadores de infraestructura y servicios, se plantean diversos escenarios que proyectan imágenes factibles.

Objetivos

- a) Presentar una visión de las telecomunicaciones partiendo del análisis de los aspectos tecnológicos involucrados y su impacto social.

- b) Plantear los aspectos más relevantes de la tecnología de las Redes Digitales de Servicios Integrados.

- c) Enmarcar dentro del contexto nacional las posibles imágenes de la infraestructura asociada a los principales servicios de telecomunicaciones.

CAPITULO I

EVOLUCION DE LAS TELECOMUNICACIONES

En este capítulo se presenta el desarrollo de la tecnología de telecomunicaciones hasta llegar a lo que ahora representa el nivel de vanguardia mundial y se incluyen, además, los principios básicos de funcionamiento de los servicios de comunicación de mayor aplicación en la actualidad.

A) Desarrollo histórico

Se presenta la cronología de los principales avances tecnológicos que contribuyeron al desarrollo de las telecomunicaciones y la computación tratando de enfatizar la relación existente entre el progreso electrónico y el avance obtenido en dichas áreas.

Capítulo I

Cronología

1642	Máquina calculadora. (Primer dispositivo mecánico capaz de sumar y restar en forma digital).	Pascal
1672	Máquina calculadora. (Dispositivo mecánico que podía ejecutar las cuatro operaciones básicas).	Leibniz
1745	Capacitor.	Leyden Jar
1774	Telégrafo eléctrico	Le Sags
1791	Primer telégrafo de semáforo.	Hnos. Chappe
1800	Batería Eléctrica.	Volta
1809	Telégrafo Electrolítico.	Soemering
1820	Electromagnetismo. Leyes del Electromagnetismo. Descubrimiento del Electroimán.	Oersted Ampere Arago y Davy
1826	Ley de Ohm.	Ohm
1831	Inducción Electromagnética.	Faraday
1833	Computadora - máquina calculadora.	Babbage
1837	Se inventa el telégrafo eléctrico. Relevadores. Trepidación Magnética.	Morse Cooke, Wheatstone, Davy Page
1843	Reproducción por facsimil.	Bain
1844	Se emplea la primera línea telegráfica (Baltimore - Washington).	
1845	Leyes de Kirchhoff.	Kirchhoff
1851	Teoría del Electromagnetismo.	Kelvin
1860	Micrófono tipo diafragma.	Reis
1861	Teléfono musical.	Felipe Reis
1865	Propagación de las ondas de radio.	Maxwell

Evolución de las Telecomunicaciones

1866	Se tiende el primer cable telegráfico transoceánico exitoso.	
1876	Se inventa el teléfono.	Bell
1877	Primera conversación telefónica (Boston - Salem). Se detectan, producen y miden las ondas electromagnéticas. Micrófono de carbón. Bocina de bobina móvil.	Hertz Edison Siemens
1878	Se inicia la sustitución de los cables telegráficos por hilos de cobre. Se inaugura la primera central telefónica comercial (Newhaven, Connecticut). Primera prueba de comunicación telefónica en México. Se instala la primera red telefónica en México.	Westrup y Cía.
1879	Primera patente del sistema de interrupción automática. Primer uso de números telefónicos. Primer sistema PBX (estándar actual).	Conolly
1880	Efecto Piezoeléctrico.	Curie
1882	Se funda la Cía. Telefónica Mexicana.	
1883	Se realiza la primera conferencia internacional (Matamoros-Brownsville).	
1887	Antenas.	Hertz
1889	Se inventa la conmutación automática. Primeros teléfonos de magneto con baterías. Máquina tabuladora.	Strowger Hollerith
1890	Se descubre que las limaduras metálicas expuestas a ondas electromagnéticas sirven como conductores eléctricos (coherencia).	Branly
1893	Guías de Onda.	Thomson

Capítulo I

1895	Primeras pruebas de telegrafía inalámbrica.	Marconi
1896	Primer disco dactilar en teléfonos.	Ericsson
1902	Primer mensaje telegráfico inalámbrico trasatlántico.	Marconi
1903	Primera central telefónica basada en el principio de batería central.	
1904	Invencción del diodo.	Fleming
1905	Inicia actividades en México LM Ericsson y Cía.	
1906	Se inventa el tubo de vacío.	De Forest
1915	Primera transmisión radiotelefónica trasatlántica (Arlington-París).	
1920	Aplicación del muestreo a las comunicaciones. Se inicia la conversión a operación telefónica automática.	Carson
1925	Se demuestra la posibilidad de transmitir imágenes por hilos telefónicos.	Bell System
1927	Amplificador con retroalimentación negativa.	Black
1929	Comunicaciones vía microondas.	Clavier
1931	Se inaugura el servicio de teleimpresión TWX.	ATT
1932	Modulación de frecuencia.	Armstrong
1935	Primeros ensayos de videotelefonía en Alemania (Berlín-Leipzig). Transistor de efecto de campo.	Heil
1938	Modulación por impulsos codificados (PCM).	Reeves
1940	Circuitos de película delgada. Se establece el servicio de facsimil en México.	Cent Ralab

Evolución de las Telecomunicaciones

1941	La Ericsson y la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana enlazan líneas en todo el territorio mexicano salvo en el D.F.	
1943	Circuito impreso.	Eisler
1946	ENIAC; Primera computadora digital electrónica rápida (primera generación de computadoras). Primer servicio comercial de teléfono móvil (San Luis Missouri).	Moore School
1947	Se inventa el transistor. Se constituye Teléfonos de México.	Bardeen, Brattain y Shockley
1948	Teoría de la Información.	Shannon
1950	Modem. Se aplica el multiplexor por división de tiempo a la telefonía. Teléfonos de México adquiere los bienes de la Cia. Telefónica y Telegráfica Mexicana y se inicia la fusión de los dos sistemas.	MIT y Lab. Bell
1952	Concepto de circuito integrado.	Dummer
1954	Primera computadora digital transistorizada. TRADIC (segunda generación de computadoras).	Lab. Bell
1956	Se tiende el primer cable telefónico transoceánico. Se crea el FORTRAN (primer lenguaje de alto nivel).	
1957	Superconductividad	John Bardeen, Leon Cooper, Robert Schrieffer
1958	Se anuncia el primer sistema de transmisión de datos a alta velocidad por vía telefónica.	
1959	Patente del Circuito Integrado. Lenguaje COBOL. Se inicia el servicio de Telex en México.	Kilby SCT
1960	Primera central telefónica electrónica (Morris Illinois).	

Capítulo I

1960	Demostración del rayo Laser. Lenguaje ALGOL Se inicia el establecimiento de la Red Federal de Microondas en México	Maiman SCT
1961	Minicomputadora.	Digital Equipment Inc.
1962	Primer Satélite de comunicaciones. Tercera generación de computadoras (a base de circuitos integrados SSI y MSI).	USA
1964	Comutación de Paquetes. Se crea el BASIC. Primeros intentos de WSI (Wafer Scale Integration).	Baran Texas Instruments
1965	Se lanza el primer satélite comercial para comunicaciones (Pájaro Madrugador). Primeras pruebas de equipos con memorias para almacenar números telefónicos marcados con frecuencia, y transferencia automática de llamadas recibidas a otro número.	
1966	Fibra óptica. México se convierte en miembro del Consorcio INTELSAT.	Kao y Hockham
1968	Se instala en México la estación terrena Tulancingo I. Se inaugura en México la Torre Central de Telecomunicaciones.	SCT SCT
1970	Sistema comercial público de videotelefonía (Chicago).	
1971	Primera llamada videotelefónica trasatlántica bidireccional. Microprocesador 4004 (4 bits). Calculadora electrónica (un sólo chip).	Ericsson Intel Texas Inst.
1972	Microprocesador 8008 (8 bits). Microcomputadora. Cuarta generación (circuitos integrados LSI). Concepto de RDSI.	Intel Intel CCITT
1974	Microprocesador 8080 (8 bits). Microprocesador IMP-4 (4 bits, 3 CI's).	Intel National

Evolución de las Telecomunicaciones

1975	Microprocesador PACE. (16 bits, 1 solo chip). Se introduce la Computadora Personal Apple I.	National Steve Wozniac
1976	Se tiende un cable telefónico transoceánico con amplificadores a base de transistores. Sistema computacional portátil. Microprocesador Z-80. Sistema Operativo CP/M.	Wang Zilog Digital Research
1977	Primeros sistemas comerciales de videodatos.	
1978	Microprocesador 8086 (16 bits).	Intel
1979	Se instala el primer sistema telefónico por ondas de luz (Filtros ópticos) de Bell System. Primera prueba importante de sistemas con servicio telefónico de información al hogar (noticias, información general, compras y servicios bancarios, etc). Microprocesador 8088. Se introduce el Word-Star.	Monroe y Trunbull Intel Micropro International
1981	Se permite a la ATT lanzar comercialmente su servicio avanzado de telefonía móvil (Telefonía Celular) Se introduce la PC IBM. Aparece el sistema operativo MS-DOS.	Microsoft
1982	Microprocesador 80286 (16 bits). Primeros sistemas comerciales de videotexto. Sistema operativo OS.	Intel Digital Research Concurrent SP/M-86
1983	Lotus 1-2-3 (hoja de cálculo). PC XT.	IBM
1984	PC Apple Macintosh. PC AT. DBase III (base de datos). Microprocesador MC68020 (32 bits).	IBM Ashton-tate Motorola
1985	Microprocesador 386 (32 bits)	Intel

Capítulo I

1985	Primer sistema comercial de computación concurrente IPSC (basado en la estructura de hipercubo).	Intel
1985	Sistema de Satélites Morelos. Se da a conocer comercialmente el CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory).	
1986	PC RT (basada en arquitectura RISC).	IBM
1988	Cables ópticos transoceánicos enlazan América, Europa y Asia. (capacidad de hasta 40,000 conversaciones telefónicas simultáneas).	
1989	Microprocesador i860 (64 bits, un millón de transistores). Telefonía Celular en México.	Intel IUSACEL
1990	Puesta en órbita del satélite de comunicaciones INTELSAT VI. (capacidad de 120, 000 circuitos telefónicos). Estándar de video de alta resolución VGA. Privatización de TELMEX.	

Dentro de la industria moderna es difícil precisar cuál es el motor que impulsa los grandes cambios, esto se puede observar al hablar de tres grandes grupos de importancia estratégica: la electrónica, las telecomunicaciones y la computación.

La evolución de estos sectores ha tenido un desarrollo explosivo a partir de los años cincuenta ya que anteriormente su andar fue lento.

Podemos señalar que antes del desarrollo del tubo de vacío el mayor avance de la industria fue la maquinaria

eléctrica y los sistemas telefónico y telegráfico. La aparición del tubo de vacío en 1906 abrió un nuevo campo en el área de las comunicaciones con el radio y el radar.

A partir de este momento, en lo que se refiere a componentes, todos los esfuerzos se dedicaron al mejoramiento de los bulbos, esto hace que en 1946 aparezca la primera computadora digital electrónica "ENIAC" con lo que se marca el comienzo de la primera generación de computadoras. Se utilizaron entonces los relés electromecánicos y las válvulas de vacío como elementos de conmutación que se interconectaban con cables aislados. En estas primeras computadoras sólo se utilizaba el lenguaje de máquina codificado en binario.

En 1950 se marca el comienzo del uso del software de sistema para liberar al usuario de las molestias de la programación de bajo nivel.

Dos años después de la aparición de la computadora ENIAC, se inventa un dispositivo que por sus características desplazaría al bulbo y haría que los procesos de manufactura tuvieran cambios notables, el transistor, que fue el precursor de la miniaturización electrónica, del bajo consumo de energía y por ende, la reducción de costos.

El primer computador digital transistorizado "TRADIC" fue construido en 1954 dando paso a la segunda generación de computadoras. Los bloques de construcción

Capítulo I

fueron transistores y diodos discretos. Aparecieron los circuitos impresos, se desarrollaron las memorias de ferrita y los lenguajes ensambladores siguieron utilizándose hasta la creación de los lenguajes de alto nivel, fortran en 1956 y algol en 1960.

El desarrollo del circuito integrado en 1959 condujo a una nueva generación de componentes electrónicos: las familias lógicas.

Su introducción revolucionó aún más la industria y aumentó la fabricación de dispositivos a gran escala, y en el campo de las telecomunicaciones se tuvo un avance espectacular al incorporar la nueva tecnología.

Al inicio de la década de los sesenta se construyó la primera central telefónica electrónica, se lanzaron los primeros satélites de comunicaciones y se inició la tercera generación de computadoras, la cual estuvo marcada por la utilización de circuitos integrados de pequeña y mediana escala, el empleo de circuitos impresos multicapa y la sustitución de las memorias de ferrita por memorias de estado sólido. Los lenguajes de alto nivel fueron enormemente potenciados durante este periodo con compiladores inteligentes.

En el caso de los circuitos para comunicaciones se usaron chips de baja integración (SSI), uno en la conversión analógica/digital y en la modulación por pulsos codificados (PCM), y otro con la etapa de filtrado y los circuitos de ganancia. Estos dos chips

Evolución de las Telecomunicaciones

ayudaron a ser posible la conversión hacia los sistemas de conmutación digital.

Con la aparición de las terminales en esta década se obtuvo una comunicación directa entre la unidad central de proceso y los usuarios, con lo que se logró una comunicación más rápida y eficiente. Sin embargo, se encontró un obstáculo, entre más terminales y periféricos se agregaban a la computadora central, la velocidad de comunicación disminuía.

En la década de los setenta, la tecnología del silicio y la integración en miniatura permitieron a los fabricantes de computadoras obtener mayor inteligencia en un espacio más reducido, el resultado fue el microprocesador. La apariencia inicial de éste era la de una buena solución a un problema estrictamente electrónico. Se trataba de incluir en un sólo circuito integrado o chip, buena parte del corazón de la computadora, el procesador. Esto traería como consecuencia inmediata un incremento importante a la confiabilidad del equipo, permitiría equipos más pequeños y con menos problemas de ventilación y, finalmente, se hacía posible una importante reducción de su costo. Los primeros microprocesadores que cumplieron con esos objetivos fueron el 6800 de Motorola y el 8080 de Intel el cual sirvió como base para la construcción de la Altair 8800 en 1975 por la compañía MITS.

El mercado de la computadora personal se creó cuando las compañías Commodore International, Apple Computer y

Capítulo I

Tandy Corp. (Radio shack) introdujeron respectivamente la PET 2002, Apple II y TRS-80 que a diferencia de la Altair no requerían de un experto para operarlas, y sus capacidades eran mucho mayores.

La evolución de las computadoras se aceleró aún más con la aparición de la siguiente generación de microprocesadores: el Z80 de Zilog y el 6502 de Mos Technology cuyas mejoras se dirigían hacia el juego de instrucciones para facilitar la labor del programador y no tan sólo a la electrónica.

Las computadoras de la presente generación, la cuarta, favorecen el uso de los circuitos de alta escala de integración (LSI). Se amplían los lenguajes de alto nivel para que manejen tanto datos escalares como vectoriales.

La mayoría de los sistemas operativos son de tiempo compartido y emplean memorias virtuales. Aparecen maxi y supercomputadoras de alta velocidad en sistemas multiprocesadores.

Por otro lado, los circuitos integrados destinados a ser utilizados en las comunicaciones electrónicas son fabricados con una integración muy alta, ya que el objetivo es el de concentrar en el mismo espacio físico (chip) un número considerablemente mayor de funciones, teniendo como resultado circuitos de propósito especial, de bajo costo, bajo consumo de energía, menor tamaño, etcétera.

Los componentes de telefonía PCM LSI extienden el nivel de integración, ya que combinan el CODEC y funciones de filtro para cada línea en un simple chip. El proceso de combinación de ambas funciones y el mejoramiento en el diseño de circuitos, tienen también optimizaciones en su funcionamiento, ya que reducen la cantidad de componentes externos, incrementan la calidad, proporcionan una despreciable disipación de potencia y mantienen la arquitectura transparente.

La siguiente etapa de componentes de telecomunicaciones, combinan procesadores y periféricos haciendo posible la comunicación entre equipos de voz, datos y equipos de telecomunicaciones, localizados en diferentes partes del mundo.

Desde los primeros años de la década de los ochenta, el rápido desarrollo de la conmutación digital y las técnicas de transmisión, acopladas con la convergencia de las comunicaciones y el procesamiento de datos, empezaron a alterar radicalmente la manera en la cual las corporaciones e instituciones planeaban y desarrollaban sus redes de comunicación.

La falta de regulación de la industria de las telecomunicaciones, la proliferación de computadoras personales y de otros sistemas multifunción, el surgimiento de las redes públicas de datos y el advenimiento de la automatización en las oficinas, han creado una fuerte demanda dirigida a interconectar estos sistemas en uno sólo y en múltiples localidades, por lo que la tendencia es crear

Capítulo I

una red universal de comunicaciones que permita la transmisión de voz, datos e imágenes.

Uno de los aspectos que podemos observar dentro de la cronología anterior es la diferencia entre la periodicidad de los grandes descubrimientos; es notable la disminución del tiempo en la sucesión de acontecimientos que marcan un nuevo ciclo y cada uno de ellos conlleva una serie de cambios que conducen hacia la creación de otro.

B) Telefonía

La necesidad de agilizar las comunicaciones llevó a un gran número de científicos a múltiples ensayos; y en el siglo pasado después de varios intentos, Alejandro Graham Bell vio coronados sus esfuerzos con el descubrimiento del teléfono.

Fue el 10 de marzo de 1876 en Boston que el señor Watson, su asistente, escuchó la primera transmisión, "señor Watson venga, lo necesito".

Dos años después, el 13 de marzo de 1878, se efectuó en México la primera comunicación telefónica (México-Tlalpan).

Posteriormente se celebra la primera conferencia internacional entre las ciudades de Matamoros, Tamps. y Brownsville, Texas en 1883.

Hoy el teléfono forma parte de la cotidianidad al hacer posible el contacto entre las personas sin importar las distancias, con gran rapidez y eficiencia, empleando una enorme y compleja planta integrada con un gran número de aparatos, sistemas electrónicos y de microondas, estaciones terrenas, satélites, etcétera.

En un principio cada teléfono se hallaba conectado por un par físico a cada uno de los demás aparatos; para resolver la desventaja que esto significaba se creó un punto central donde pudieran interconectarse los abonados, con lo que nace el concepto de conmutación.

Al extenderse el uso del teléfono creció también el número de centrales y rutas, por lo que surge la necesidad de optimizar el tráfico y mejorar las técnicas de transmisión, la topología y la arquitectura de la red.

La primera solución para efectuar la conmutación fue a través de una central manual, hasta que en 1892 se construye el primer cuadro conmutador telefónico automático. Ambos conceptos dan origen a las centrales electromecánicas y en los años cincuenta, la revolución producida por los semiconductores y las computadoras aceleró el desarrollo de la conmutación, naciendo así la primera generación de centrales semielectrónicas.

Capítulo I

En lo que se refiere a técnicas de transmisión la atención se enfocaba inicialmente a las formas analógicas a pesar de que la información era en parte digital, concretamente la señalización, y continua en lo que se refiere a las corrientes vocales.

A medida que se perfeccionaban los aparatos periféricos y las velocidades de transmisión aumentaban, comenzaron a aparecer los inconvenientes de los métodos analógicos para transmitir señales digitales. La distorsión de fase y el ruido acumulado reducían seriamente el rendimiento a causa de frecuentes repeticiones que eran inevitables por el gran número de errores detectados.

En lo concerniente al volumen del tráfico surgieron también dificultades cuando se presentaron grandes aglomeraciones en las redes de enlace entre centrales urbanas y suburbanas. En esas condiciones se dirigió la atención hacia una solución conocida, la transmisión de la palabra bajo la forma de una serie de impulsos que constituían códigos como los utilizados en telegrafía.

A principio de los sesenta se empezó a usar en los Estados Unidos de Norte América, en los medios de transmisión una nueva técnica denominada "PCM" (Modulación de Pulsos Codificados).

Estas primeras muestras de tecnología digital en las redes telefónicas aparecieron en los enlaces de comunicación entre centrales (troncales); las troncales

permitían multiplexar hasta 24 canales sobre un sólo par de cables de cobre.

El origen de diseñar y emplear sistemas multicanales se debió principalmente a razones económicas. Cuando el número y la longitud de los circuitos telefónicos comenzaron a aumentar, se hicieron evidentes las dificultades económicas que este aumento llevaba consigo.

El precio del cobre es elevado y el de los trabajos necesarios para el tendido de líneas (zanjas, conductores, postes, etc.) también es considerable.

Por otra parte, en los circuitos de cierta longitud, es preciso usar amplificadores e incluso se emplean circuitos a cuatro hilos cuando lo elevado de las distancias a cubrir, hace peligrar la estabilidad. Todo esto encarece aún más los altos presupuestos necesarios.

Todavía se puede considerar otro factor que puede ser de importancia e influir indirectamente en las consideraciones económicas: el tiempo necesario para realizar las instalaciones.

Por todo esto crece el afán de científicos e ingenieros por crear minúsculos circuitos electrónicos y reunir tantos circuitos como sea posible en un espacio más pequeño y en los últimos años de la década de los setenta se desarrolla el CODEC (Codificador/Decodificador) y posteriormente los combo-chips (filtros más CODEC's) que

Capítulo I

permitieron la digitalización a bajo costo de señales de voz analógicas en señales moduladas por pulsos codificados.

Surge también la central digital, que puede funcionar como central tandem local o de larga distancia simultáneamente y con mayor facilidad de manejo por la modularidad del software, como respuesta a la búsqueda de un sistema integral digitalizado en donde se trata de reducir el costo de operación y mantenimiento, introducir nuevos servicios a los suscriptores, aumentar la calidad del servicio y obtener mayor flexibilidad en el crecimiento a futuro haciendo la inversión más rentable.

Los métodos y las capacidades acompañados por esta evolución han sido agrupados bajo el término de RDSI.

Además se desarrollaron también muchos comités nacionales e internacionales para revisar y acordar las bases conceptuales sobre las RDSI. La principal de estas asociaciones es la del CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía).

El CCITT es un organismo permanente, formado en 1956 en el seno de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), institución especializada de la ONU, con la misión de efectuar estudios y emitir recomendaciones sobre las cuestiones técnicas relacionadas con la telegrafía y telefonía.

En el seno de esta organización, los representantes de los países miembros estudian los diversos problemas técnicos y elaboran conclusiones adecuadas para resolverlos.

Estas conclusiones se aprueban en asambleas plenarias y se publican posteriormente con carácter de recomendaciones en una serie de libros.

b.1) Fibras ópticas

Todos estos avances en comunicaciones a larga distancia y la integración de sus servicios, no habrían sido posibles si los científicos y técnicos no hubieran evolucionado el canal o ducto por el que transcurren los mensajes vocales, toda vez que el cable de cobre, base de la telefonía, no permite la suficiente calidad, ni en volumen ni en velocidad para agilizar las transmisiones.

De ahí que otro de los hallazgos tecnológicos del siglo actual lo constituye la fibra óptica, material indispensable para, en el caso de la telefonía digital, poder transmitir a elevadas velocidades.

La importancia básica de las fibras ópticas en la industria telefónica se sustenta en dos ventajas fundamentales: logística y económica.

Capítulo I

Considerando estos puntos, la fibra óptica es el elemento más viable de realizar en un futuro inmediato. La mayoría de las grandes ciudades tienen inversiones considerables en plantas fijas respecto a cables; además, la demanda del servicio telefónico continúa creciendo a una tasa relativamente estable.

Un cable de fibras ópticas con la presente tecnología ofrece el manejo de más de 20 veces el tráfico que pueda manejarse con cables de cobre, e incluso, puede pensarse en adelantos futuros, con factores multiplicadores de 10 hasta 100.

El costo por metro de cable de fibras ópticas se vuelve competitivo con el del cable de cobre; no obstante, el equipo terminal es mucho más costoso.

La ventaja fundamental de las troncales telefónicas de fibras ópticas estriba en la posibilidad de expandir las capacidades del sistema, para satisfacer necesidades futuras sin realizar excavaciones, además de tener una enorme flexibilidad y ligereza, elementos que facilitan el trabajo de instalación.

b.2) Satélites

Parte muy importante de la comunicación vía telefónica se constituye por la red de satélites existentes. Desde la creación del consorcio internacional INTELSAT

(International Satellites), con objeto de diseñar, desarrollar, construir, establecer y mantener la operación del segmento espacial de un sistema global de satélites que inicia en 1965 con la puesta en órbita del INTELSAT I (Pájaro Madrugador) con una capacidad de 240 circuitos telefónicos hasta el INTELSAT VI con 40 mil circuitos y dos canales de televisión, además de otros consorcios, satélites domésticos y sistemas de estaciones terrenas, concentran una importante densidad de tráfico y complementan a las RDSI.

b.3) Telefonía celular

Desde que se inició el servicio de radiotelefonía se han venido usando diferentes espectros de frecuencia, esto ha sido propiciado por el hecho de que las bandas asignadas para tal uso se han saturado, siendo éste el principal obstáculo para la expansión del servicio. Por esto y considerando que las frecuencias son recursos no renovables, los laboratorios Bell en los EUA concibieron la idea desde 1958 de crear un sistema de alta capacidad, capaz de volver a utilizar las frecuencias asignadas para el servicio de telefonía móvil. Fue en 1970 cuando se dieron los primeros pasos para la fabricación de este tipo de sistema, presentando los laboratorios Bell un reporte técnico indicando con cierto detalle, las características técnicas que debía cubrir un sistema celular.

Capítulo I

En 1977 entró en operación el primer sistema celular en Chicago, con el alto desarrollo tecnológico de los últimos años en el área de la conmutación digital y centrales controladas por programa almacenado (SPC). A la fecha se han desarrollado diferentes sistemas celulares y varios de ellos se encuentran en operación en distintas partes del mundo.

b.4) Planta telefónica

Una planta telefónica está formada esencialmente por dos partes: la interna y la externa.

La parte interna está constituida por los equipos instalados en el edificio central (rural o urbano) como son: los órganos de conmutación, la planta de fuerza, las baterías y los equipos de larga distancia.

La parte externa empieza en el distribuidor general de la central. Está integrada por: la obra civil (canalización), la red troncal que sirve de enlace entre las centrales, las cajas de distribución, los puntos de dispersión llamados también cajas terminales para unir a la red del abonado, la red directa que conecta a las centrales con los puntos de dispersión sin pasar por las cajas de distribución, la red secundaria para unir las cajas de distribución con los puntos de dispersión, y finalmente, los aparatos telefónicos con el número asignado a cada usuario o abonado.

Para elaborar el proyecto de una red telefónica urbana, es necesario hacer el estudio pormenorizado de sus características:

Es indispensable un plano de la ciudad a una escala conveniente, que muestre las curvas de nivel para reconocer la topología.

También es importante conocer la anchura de sus calles, los materiales y espesor de pavimentos y banquetas; el tamaño de las cuadras residenciales; los planes de desarrollo y expansión; antigüedad de las construcciones. Y como el proyecto está destinado al servicio de la gente, hay que investigar cuantos habitantes son actualmente y cuantos se calcula habrá para los siguientes años; las actividades ocupacionales y el nivel de vida promedio, con objeto de calcular la densidad actual de abonados y pronosticar el desarrollo futuro a corto y largo plazo.

b.5) Organización del sistema telefónico

La telefonía se basa esencialmente en un transmisor ante el cual se habla, un receptor que sirve para escuchar y un alambre conductor que los conecta.

En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones imprescindibles de: conmutación, señalización y transmisión.

Capítulo I

La conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada.

La señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesitan para realizar la operación anterior.

El aspecto de transmisión se refiere a la transferencia del mensaje del abonado y de las señales de control.

El propósito de un sistema conmutado de telecomunicaciones es el de proporcionar principalmente el paso de información de una terminal a cualquier otra terminal seleccionada por el originador de la llamada.

Para llevar a cabo las funciones antes mencionadas son necesarios tres componentes: las terminales (aparatos telefónicos), los enlaces de transmisión y los centros de conmutación.

Las funciones del aparato telefónico son:

- El cierre de un circuito de CD que conecta al abonado a la central a través de un par de hilos.
- La generación de señales codificadas que representan las cifras necesarias para que el equipo de la central establezca la conexión.
- Convertir las señales eléctricas de la central en señales acústicas con el fin de despertar la atención de la parte llamada.
- Convertir las señales acústicas en señales eléctricas para transmitir hacia la parte receptora.

- Convertir las señales eléctricas de la parte transmisora en señales acústicas.

Enlaces de transmisión: llevan la información y las señales de control entre la terminal y los centros de conmutación.

Centros de conmutación: reciben las señales de control y conectan las de información.

En general se distinguen tres áreas fácilmente diferenciables en una central telefónica:

Los circuitos terminales, la red de conmutación y la unidad de control.

Los circuitos terminales sirven de interfase entre la red telefónica y el equipo de control en las centrales.

La red de conmutación conecta automáticamente, bajo supervisión del control, abonados entre sí, abonados a circuitos o circuitos entre sí.

El sistema de control se encarga de supervisar todo el proceso de establecimiento y liberación de una comunicación.

El sistema que ha venido incrementando su uso es el control por programa almacenado que utiliza instrucciones en memoria, organizadas para dirigir la secuencia de ejecución.

b.6) Intercambio de señales

El primer paso en cualquier diseño de sistemas es considerar el rango de las señales de control que han de ser intercambiadas entre una terminal y el sistema. Esta información es transferida en forma de señal y se usan muchas maneras diferentes para codificar dichas señales. En los sistemas telefónicos una forma de señal comúnmente usada es el cambio del valor de una cantidad analógica, tal como la resistencia de CD entre un par de cables, la amplitud del voltaje sinusoidal, etcetera. En mensajes y sistemas de datos, se usan patrones especiales de bits como señales. Cualquiera de las técnicas que se use, el tipo de señal básico sigue siendo el mismo.

En el modo de llamada (originador) la primera acción que el usuario de la terminal debe de efectuar es transmitir una señal de captura hacia el sistema para indicar que la terminal desea efectuar una conexión o pasar un mensaje.

El sistema generalmente contesta a la captura con una señal de aceptación. La terminal entonces transmite señales de enrutamiento y el sistema responde con una diversidad de señales de estado. Una vez que la conexión se efectúa, la terminal envía una serie de señales que se refieren a la dirección de tráfico necesaria para fluir entre la terminal de origen y de destino. En el modo de llamada (receptor), la terminal recibe una señal

de captura del sistema y responde con una señal de aceptación. Al fin del periodo de comunicación, a la terminal le puede llegar una señal para indicar el final de la conexión.

La infraestructura telefónica es el punto de partida para la modernización de los servicios de telecomunicaciones y el arribo a la era de las RDSI. Si bien es cierto que los países desarrollados tienen una infraestructura enorme, el cambio a una organización telefónica y de comunicaciones modernas requiere de grandes inversiones para cambiar los conmutadores centrales de tecnología analógica a digital, así como enlaces y terminales.

Los países en desarrollo, y entre ellos México, pueden iniciar su digitalización a un costo menor. No van a remplazar equipo obsoleto, por que no lo tienen. La posibilidad de iniciar el crecimiento de la infraestructura con tecnología digital representa una ventaja.

La nueva tecnología en electrónica, computación y comunicaciones, así como los requerimientos empresariales y sociales están transformando el plan original del servicio telefónico en una sofisticada red de telecomunicaciones.

Se están introduciendo bases de datos inteligentes en la red telefónica pública para ofrecer servicios tales como el servicio 800; la señalización por canal común para permitir una rápida y compleja transmisión de informa-

Capítulo I

ción de control entre diferentes partes de la red, principalmente para servicios más sofisticados de la red inteligente; conmutación de paquetes y facilidades de transmisión en banda ancha para proporcionar datos y servicios multimedia; servicio de comunicación de datos multimegabit (SMDS) para proporcionar alta velocidad (por ejemplo, 45 Mbps) para interconectar redes de área local; el acceso integrado a voz, datos y video se está proporcionando, primero con RDSI y después con RDSI de banda ancha.

C) Teleinformática (redes de computadoras)

La necesidad de la sociedad actual de manejar cada vez más información ha hecho que el uso de las computadoras se extienda a todos los campos de las actividades. Esto, aunado a los grandes progresos en materia de telecomunicaciones, hizo posible que las computadoras pudieran intercambiar información entre sí.

Las primeras redes se encontraban instaladas en una misma sala, y estaban integradas de un pequeño número de terminales y dispositivos periféricos conectados a una computadora "Mainframe". Posteriormente, se alargaron los cables que conectaban las terminales con la computadora hasta otras salas del mismo edificio. Con estos primeros sistemas de cableado los especialistas se dieron cuenta que los datos digitales en forma binaria que utilizaban las computadoras podían modularse con

formas análogas de onda, transportarse a través de grandes distancias por medio de la red telefónica pública (analógica), y luego demodularse hacia otro proceso digital. Así, con este principio de comunicación y con el rápido crecimiento en el número de computadoras se hicieron posibles las redes de datos.

El objetivo original de estas redes fue el de compartir recursos, tales como: memoria, unidad central de procesamiento (CPU), bases de datos, programas, impresoras u otro tipo de periférico disponible en la red.

Una ventaja de estos sistemas es que los costos pueden ser compartidos por los usuarios, ya que tanto éstos como el hardware pueden estar distribuidos en localidades geográficas distintas.

c.1) Componentes de la red

Las redes de computadoras están compuestas de un conjunto de nodos, circuitos o canales (medios de comunicación), computadoras y terminales de usuario como se muestra en la figura I.c.1.1.

De las computadoras que conforman la red, las que son utilizadas por los usuarios para procesar su información se les conoce comúnmente con el nombre de "Sistemas Anfitriones" (Host) o "End System". Estas son interconectadas por medio de la subred de comunicaciones, la

Capítulo I

cual se encarga de transferir bits de host a host a través de sus dos componentes: medios de comunicación y elementos de conmutación.

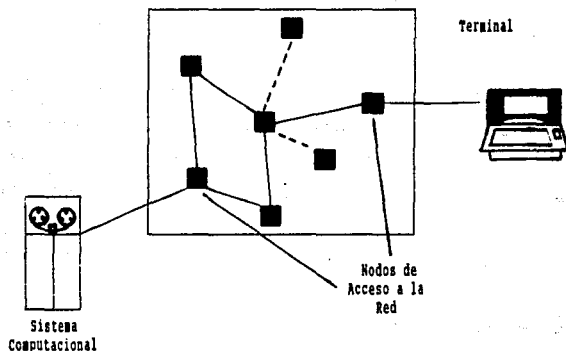


Figura I.c.1.1. Red de Computadoras

Medios de comunicación

Antes de que se consolidaran las redes de computadoras, la forma más común para transportar datos de una máquina a otra era por medios magnéticos, ya fueran cintas o discos flexibles. Este método aparte de resultar caro era muy lento. Con la conexión de las computadoras por medio de líneas de transmisión el transporte de bits se agilizó de tal manera que el tiempo utilizado en realizar dicho transporte se redujo de minutos e inclusive horas al orden de milisegundos.

El avance de la tecnología ha permitido que el "medio de comunicación" vaya ampliando su capacidad y mejorando sus características. Algunos de los medios para el transporte de bits más utilizados actualmente son:

Par trenzado: es el medio de transmisión más antiguo y el más utilizado hoy en día debido a su adecuado funcionamiento y bajo costo. La aplicación más común de este cable está en el sistema telefónico, del cual se aprovecha la infraestructura instalada para transmitir datos a través de grandes distancias. El par trenzado puede recorrer muchos kilómetros sin requerir amplificación de la señal, aunque para distancias largas si necesita de repetidores. Además puede ser utilizado en transmisión analógica o digital con el empleo de modems.

El ancho de banda depende del grosor del cable y la distancia recorrida; en banda base puede tener hasta 10 Mbits/seg en tramos de 110 metros.

Cable coaxial: por las características de construcción, este cable brinda una buena combinación de gran ancho de banda y excelente inmunidad al ruido. Debido a esto es fuertemente utilizado en redes locales ya que es apropiado para transmitir bits en banda ancha y en banda base, llegando en esta última a velocidades de 10 Mbits/seg en tramos de hasta un kilómetro.

Fibra óptica: esta tecnología ofrece varias ventajas; proporciona expansión en la capacidad del canal e incrementa el ancho de banda en grandes distancias sin

Capítulo I

regeneración de la señal, además de ser inmune al ruido. También reduce el costo de instalación debido a las características de peso y tamaño de la fibra.

El reciente desarrollo en tecnología óptica ha hecho posible transmitir datos por pulsos de luz a velocidades aproximadas a los 1000 Mbits/seg para distancias de un kilómetro. La fibra óptica se está instalando en los sistemas telefónicos modernos de muchos países, especialmente en troncales de larga distancia, la tendencia en las siguientes décadas es la de sustituir todo el cable de cobre del sistema telefónico por fibra, para alcanzar grandes anchos de banda, ingrediente indispensable para la conformación de las RDSI de banda ancha.

Medio ambiente: Otro medio para transmitir datos es a través del aire. La transmisión de datos por medio de rayos infrarrojos, láser, microondas y radio no requieren de ningún medio físico.

Para comunicaciones de larga distancia la transmisión por microondas es una alternativa del cable coaxial, ya que resulta mucho más económico la instalación de torres cada determinado número de kilómetros que efectuar la excavación para la inmersión del cable a través de toda la trayectoria.

Los parámetros importantes a considerar en un canal son: velocidad máxima de transmisión, atenuación, distorsión,

interferencia y ruido, así como el retraso y las limitaciones direccionales.

Elementos de conmutación

Los elementos de conmutación también llamados nodos son computadoras especialmente usadas para conectar dos o más líneas de transmisión.

En un principio, era muy costoso agregar funciones inteligentes a los nodos de la red, tales como enrutamiento y conmutación, sin embargo, con la aparición del microprocesador y la reducción del tamaño y costo en las memorias, hoy en día los nodos pueden variar de una muy pequeña cantidad de hardware lógico a un gran sistema computacional.

Algunos de los nodos son usados únicamente para conectar la red, tal es el caso de los concentradores o las computadoras store-and-forward. Otros nodos además de tener esta función, sirven como puntos externos de conexión para terminales y sistemas de computadoras.

Un nodo controla el tráfico de los canales conectados a él, si el nodo es un simple multiplexor efectúa su función con las salidas de los canales ya sea en el dominio del tiempo o de la frecuencia.

Si el nodo es un concentrador y tiene como entradas una gran variedad de canales de comunicaciones con caracteres asíncronos y síncronos, entonces se requiere una

Capítulo I

computadora con programa almacenado que contenga una cantidad razonable de memoria para hacer más eficiente la salida de los paquetes de datos. Un concentrador típicamente combina las entradas de un cierto número de canales de baja velocidad en un canal de salida de alta capacidad.

Donde hay más de un canal de salida el nodo deberá ejecutar una función de enrutamiento y además empaquetar los datos para el uso eficiente de cada uno de los canales.

c.2) Arquitectura de redes de computadoras

La definición de las funciones que debe realizar una red, así como la especificación de las actividades de cada uno de sus componentes es a lo que se le llama arquitectura de una red de computadoras.

Los atributos básicos que distinguen dicha arquitectura son: topología, tamaño, composición, tipo de conmutación (conmutación de circuitos, mensajes o paquetes) así como protocolo de comunicación utilizado.

Funciones de la red

Las redes de computadoras se pueden dividir en tres categorías, de acuerdo al tipo de función que realizan:

recursos compartidos, procesamiento distribuido y comunicación remota.

Redes de recursos compartidos, en estas redes los recursos de una computadora están disponibles para ser usados por otros sistemas. Los recursos pueden ser dispositivos físicos o virtuales.

Redes de procesamiento distribuido, en estos sistemas la realización de una tarea se lleva a cabo por medio de programas o procesos que se ejecutan en diferentes computadoras comunicándose e intercambiando información entre sí.

Redes de comunicación remota, el objetivo de estas redes es conectar a los usuarios a sistemas anfitriones localizados a distancia.

Topología

La topología es una rama de la geometría, estudia las propiedades de las líneas y superficies independientemente de su forma y tamaño; en las redes, estas propiedades comprenden el patrón de conexión de enlaces y nodos.

De acuerdo a lo anterior la topología de una red es la manera en la cual las computadoras o nodos que la forman están conectadas entre sí.

La red centralizada, es esencialmente una configuración de estrella (radia enlaces de un solo nodo) como se

Capítulo I

muestra en la figura I.c.2.1. Este esquema topológico requiere un enlace entre el nodo central y cada una de las terminales.

La confiabilidad de la red centralizada depende del conmutador central o nodo, sus fallas suspenden toda la actividad de la red, mientras que las fallas en los enlaces individuales afectan sólo el enlace en cuestión.

Cuando existen muchas terminales en un sistema dispersado geográficamente, y están cerca una de otra, frecuentemente se conectan por concentradores o multiplexores a la computadora central como se muestra en la figura I.c.2.1. Estos dispositivos obtienen enlaces más eficientes, aunque en ocasiones existe un pequeño retraso en el tiempo de respuesta.

Un multiplexor se usa cuando la velocidad de transferencia de información de todas las terminales transmitiendo simultáneamente no sobrepase la velocidad de transferencia de información de un canal a el nodo central; cuando se excede esta velocidad es necesario utilizar un concentrador. Ambos dispositivos combinan mensajes de un determinado número de terminales en una sola línea, además el concentrador tiene memoria para ser utilizada cuando la velocidad de entrada es mayor que la capacidad del enlace.

Los concentradores también pueden unir muchos enlaces de baja velocidad en uno solo de alta capacidad. Sin embargo, los concentradores y multiplexores no pueden

hacer que la red continúe funcionando cuando falla la computadora central.

Las redes distribuidas (como se muestra en la figura I.c.2.1) consisten de un conjunto de subredes en las cuales cada nodo es conectado a por lo menos otros dos nodos. La configuración de anillo es una derivación de este tipo de redes; en el anillo cada nodo es conectado exactamente a otros dos nodos. Cada nodo puede conmutar sistemáticamente entre enlaces de acuerdo a un algoritmo de enrutamiento que es seleccionado para maximizar la capacidad de una red.

El funcionamiento de las redes de datos distribuidas es caracterizado en términos de costo, tiempo de respuesta y confiabilidad.

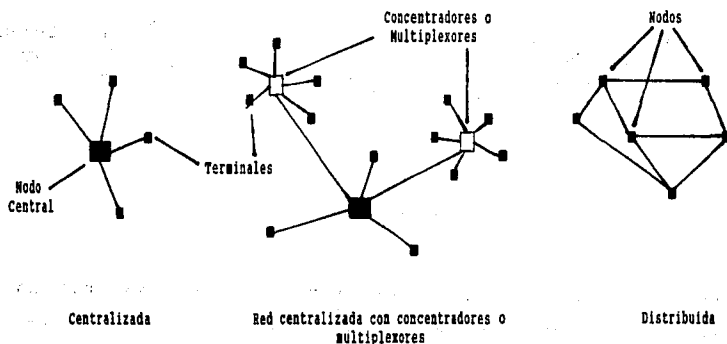


Figura I.c.2.1 Topología de la Red

Capítulo I

Técnicas de conmutación

Existen básicamente tres técnicas para interconectar computadoras; conmutación de circuitos, conmutación de mensajes y conmutación de paquetes.

Conmutación de circuitos: Es un método de comunicaciones en el cual se establece una conexión eléctrica entre una estación transmisora y una receptora, quedando este circuito para uso exclusivo de la comunicación lograda hasta que se libera la conexión, esta técnica es ilustrada en la figura I.c.2.2.

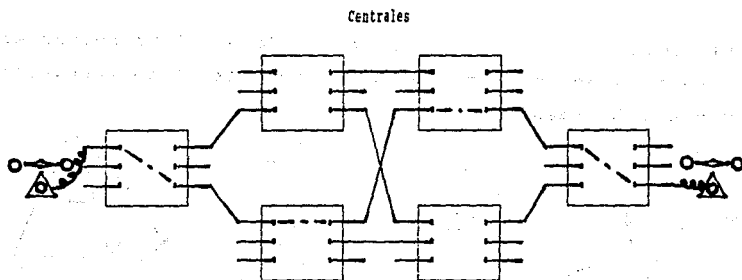


Figura I.c.2.2 Conmutación de Circuitos

En este ejemplo cada nodo tiene 3 líneas de entrada y tres de salida. Cuando una llamada pasa a través de un nodo de conmutación se establece una conexión física entre la línea a la que entró la llamada y una de las líneas de salida, como se muestra en la figura anterior.

Una propiedad importante de la conmutación de circuitos es la necesidad de establecer una trayectoria de estación a estación antes de que cualquier dato pueda ser transmitido.

En redes de computadoras, el proceso de diálogo generalmente es manual. Aunque esto compromete el uso exclusivo del circuito, se utiliza mayormente con terminales remotas para comunicaciones interactivas. En este modo, el usuario marca una secuencia de dígitos para obtener acceso a un sistema de computadoras particular. Si encuentra la trayectoria ocupada, o si desea acceder a otra computadora, termina la conexión y vuelve a marcar para establecer un circuito diferente.

La conmutación de circuitos ha sido considerada ineficiente y no muy práctica económicamente hablando.

Conmutación de mensajes: Es un método para manejar mensajes sobre redes de comunicación. Se transmite el mensaje entero a un punto intermedio (nodo de conmutación), es guardado por un periodo de tiempo, quizás muy corto, y entonces se transmite de nuevo hacia su destino (a este método se le conoce como transmisión store-and-forward), el cual es indicado por una dirección integrada al mensaje.

La conmutación de mensajes difiere de la conmutación de circuitos en que los circuitos utilizados no están dedicados para uso exclusivo.

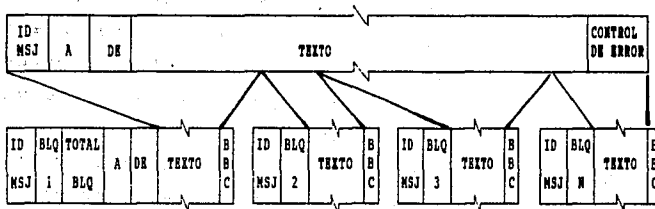
Capítulo I

Cada mensaje dividido en bloques de datos es transmitido y recibido en su totalidad, todos los bloques del mensaje deben ser transmitidos en su secuencia correcta; el nodo receptor reconstruye el mensaje y avisa de su recepción a el nodo transmisor. Unicamente el primer bloque de un mensaje lleva información de control (fig. I.c.2.3.a). Si el mensaje no es aceptado por el nodo receptor, debe ser retransmitido sobre el mismo enlace hasta que el informe pueda ser verificado por el nodo receptor o hasta que se reconozca que el enlace tiene una falla.

Comutación de paquetes: Un paquete es un grupo de bits que incluye datos y elementos de control, que se conmutan y transmiten como un compuesto completo. Los datos, los elementos de control y posiblemente la información de control de errores son arreglados en un formato específico.

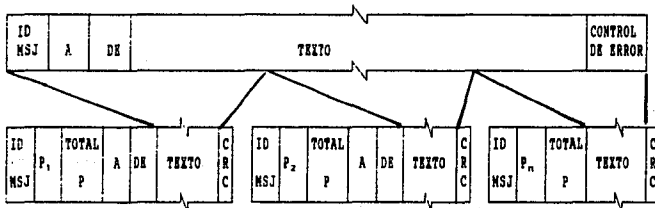
La conmutación de paquetes es un proceso de transmisión de datos que utiliza bloques direccionados, en el cual un canal se ocupa únicamente durante la transmisión del paquete.

La diferencia con la conmutación de mensajes es que cada paquete incluye información de control para direccionarlo a través de la red, independientemente de otros paquetes, como se muestra en la fig I.c.2.3.b.



BBC - CARACTER DE CHEQUEO DE BLOQUE
BLQ - BLOQUES DE DATOS

a) Mensajes



P - PAQUETE
CRC - CHEQUEO CICLICO REDUNDANTE (CODIGO POLINOMIAL)

b) Paquetes

ID - IDENTIFICADOR
MSJ - MENSAJE

Fig 1.c.2.3. Formato para conmutación de a) Mensajes y b) Paquetes

Por medio de la evaluación tanto de circuitos como de la carga en el conmutador, los sistemas enrutan los paquetes hacia los circuitos de carga mínima.

Capítulo I

Si cualquier nodo recibe un paquete mutilado, se le pide al nodo transmisor retransmitirlo. También, cuando el nodo destino recibe el último paquete, retorna un aviso por toda la trayectoria de la red hasta el nodo origen, de haber recibido todos los paquetes en un intervalo específico de tiempo. La habilidad para transmitir inmediatamente un paquete sin tener que esperar por todo el mensaje completo y la habilidad para ajustar dinámicamente el factor de carga, minimiza los requerimientos de recursos en cada nodo.

Hay nodos que ocasionalmente se saturan, sin embargo, generalmente rechazan tráfico hasta que su carga se normaliza.

Protocolo

Al conjunto de reglas y convenciones que gobiernan la comunicación entre computadoras se le conoce con el nombre de protocolo.

La necesidad de utilizar un protocolo de comunicaciones en una red de datos es esencialmente para establecer las siguientes convenciones:

1. - Establecer un elemento estándar de datos:
 - Caracteres
 - Mensajes
 - Paquetes

2. - Establecer las convenciones necesarias para la comunicación entre dos entidades:
 - Formatos
 - Estructura de transmisión (Frames).
 - Velocidad
 - Códigos
 - Mensajes de Control

3. - Establecer una trayectoria de comunicación:
 - Crear un medio virtual de comunicación
 - Direccionamiento
 - Prioridad
 - Secuencia
 - Control de error
 - Control de flujo
 - Iniciación/Terminación

Inicialmente, casi todos los protocolos fueron diseñados de una manera ad-hoc, de aplicación específica y estructurados en un sólo módulo con procesos monolíticos los cuales desarrollaban todas las operaciones de la red.

Sin embargo, todos los protocolos modernos se han direccionado hacia una estructura jerárquica de niveles o capas, cada una construida sobre su precedente, con lo cual se reduce la complejidad de implementar los protocolos en un sólo módulo. A un conjunto de niveles o capas estructurado de esta manera se le conoce como protocolo de n capas.

Capítulo I

En una conversación entre computadoras utilizando una estructura jerárquica, los datos no son transferidos directamente de la capa x de una computadora a la capa x de la otra máquina. En lugar de esto, cada capa pasa los datos y la información de control a la capa inferior inmediata hasta que se alcanza la capa más baja, donde se encuentra el nivel físico a través del cual ocurre la comunicación.

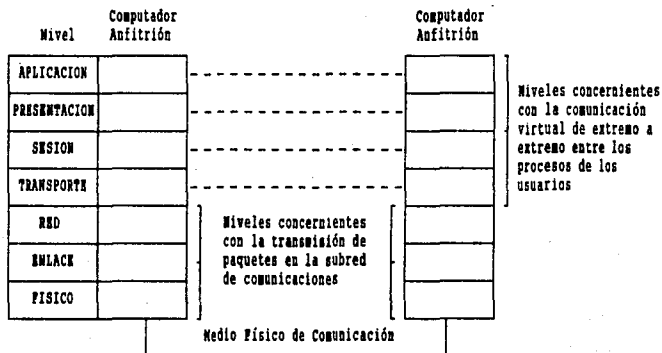


Figura 1.c.2.4 Modelo de Referencia ISA (7 Capas)

Hoy en día existen una gran variedad de protocolos, de hecho difieren de una red a otra. Debido a esto surgió la necesidad de crear estándares que permitieran la constitución de redes heterogéneas de computadoras. La Organización Internacional de Estándares (International Standards Organization - ISO) propuso el Modelo

de Referencia ISA (Interconexión de Sistemas Abiertos). Este modelo (fig I.c.2.4) tiene 7 niveles divididos en dos grupos:

a) Funciones de red: Los niveles físico, enlace y red componen este grupo, cuya responsabilidad es la de entregar los bits de datos a los usuarios de una manera satisfactoria, de su funcionamiento depende la calidad de los servicios de la red.

- Nivel físico

- Le concierne la transmisión de bits sobre un canal de comunicaciones.
- Se establecen los niveles de voltaje requeridos para representar un bit "1" y un bit "0".
- Se establecen los microsegundos de duración de un bit.
- Determina el modo de transmisión: Full duplex o Half duplex.
- Indica cómo se establece una conexión y cómo termina.
- Se diseñan las interfases mecánicas y eléctricas.

- Nivel de enlace

- Corrige la transmisión para que llegue limpia de errores al nivel de red. Para realizar esta tarea, se tiene que dividir la cadena de datos en estructuras (algunos cientos de bytes), después,

Capítulo I

transmitirlas secuencialmente y procesar las estructuras de reconocimiento enviadas por el receptor.

- Este nivel resuelve problemas causados por daños, pérdidas y duplicación de información.

- Nivel de red

- Le concierne la operación y control de la subred.
- Determina la ruta para que los paquetes lleguen a su destino.
- Controla los congestionamientos que se forman en la subred cuando se presentan muchos paquetes al mismo tiempo.

b) Funciones de los usuarios: Este grupo está compuesto por los niveles de transporte, sesión, presentación y aplicación, y es donde se lleva a cabo la generación y el procesamiento de los datos.

- Nivel de transporte

- Acepta datos provenientes del nivel de sesión.

De ser necesario divide los datos en pequeñas unidades, los pasa al nivel de red y se asegura que todas las unidades lleguen correctamente al otro extremo.

- Crea una conexión distinta de la red para cada conexión de transporte requerida por el nivel de sesión.

Evolución de las Telecomunicaciones

- El tipo más común de conexión de transporte es el canal libre de error punto a punto que entrega los mensajes en el orden en el que fueron enviados.
- Se determina el tipo de servicio cuando se establece la conexión.

- Nivel de sesión

- Permite el establecimiento de sesiones entre usuarios.
- Permite el transporte ordinario de datos, como lo hace el nivel de transporte, pero proporcionando algunos servicios útiles en las aplicaciones.
- Permite el registro de usuarios en sistemas remotos de tiempo compartido.
- Permite la transferencia de archivos entre máquinas.
- Maneja el control del diálogo.
- Permite que el tráfico sea en ambas direcciones al mismo tiempo, o en una sola dirección.
- Utiliza el servicio de manejo de token (señal).

Este servicio es con el objeto de que en ambos extremos de un enlace no se intente la misma operación al mismo tiempo. Para manejar estas actividades el nivel de sesión proporciona tokens que puedan ser intercambiados. Únicamente el extremo del

Capítulo I

enlace que tenga el token puede ejecutar la operación.

- Otro servicio de este nivel es el de sincronización, el cual agiliza la transferencia de datos entre máquinas. Esto se realiza colocando puntos de chequeo a lo largo de la cadena de datos, así después de una colisión, únicamente se tienen que retransmitir los datos que están después del último punto de chequeo, de otra forma se tendrían que transmitir los datos desde el principio hasta que se lograra pasar la hilera de datos completa sin sufrir colisiones.

- Nivel de presentación

- A este nivel le concierne la sintaxis y la semántica de la información a transmitir.
- Codifica los datos en una forma estándar convenida.

Como diferentes tipos de computadoras tienen distintos códigos para representar cadenas de caracteres (ejemplo: ASCII, EBCDIC), este nivel convierte los datos de la representación usada en el interior de la computadora a la representación estándar de la red.

- Nivel de aplicación

- Contiene una variedad de protocolos que son comúnmente requeridos.

- Define una Terminal Virtual de Red.
Como existen cientos de terminales incompatibles en el mundo, el editor de pantalla que trabaja sobre una red con muchos tipos diferentes de terminales, se enfrenta al problema de que cada terminal tiene diferente organización de pantalla, secuencia de escape para insertar y borrar texto, movimiento de cursor, etc. Para resolver este problema se define la Terminal Virtual de Red, con la cual se pueden escribir y borrar editores y otros programas.

El propósito de dividir el modelo en un cierto número de niveles es para proporcionar una clara separación de los detalles de implementación. Así por ejemplo, sería posible hacer cambios en el nivel físico sin afectar los niveles 2-7, o cambiar una red de conmutación de paquetes a conmutación de circuitos sin afectar los niveles 4-7.

Tamaño de la red.

Las redes de computadoras se clasifican por su tamaño en redes locales (LAN) o en redes de área amplia (WAN).

Una red local es un sistema que permite comunicación entre un determinado número de dispositivos independientes. Estos pueden ser computadoras, terminales,

Capítulo 1

memorias, impresoras, graficadoras, etc. La red puede soportar una gran variedad de aplicaciones, tales como transferencia y edición de archivos, gráficas, procesadores de palabras, correo electrónico, manejo de bases de datos y voz. Las redes locales son operadas en una área geográfica restringida (extensión menor a 10 Km) y son normalmente adquiridas para servir a una sola organización. Los medios más comunes utilizados para transmitir información en redes locales se muestran en la tabla I.c.2.1.

Tabla I.c.2.1

Comparación de los Medios de Transmisión para Redes Locales				
	Par Trenzado	Cable Coaxial de Banda Base	Cable Coaxial de Banda Ancha	Fibra Optica
Ancho de Banda	1.5 a 10 Mbps	10 a 16 Mbps	400 MHz	> 150 Mbps
Costo \$/Km	300 Dólares	de 1500 a 5000 dls	de 1500 a 5000 dls	de 300 a 6000 dls
Costo de Instalación	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Susceptible de Interferencia	Alta	Baja	Baja	Ninguna
Confiable	Baja	Alta	Alta	Muy Alta
Seguridad	Baja	Baja	Baja	Alta

La extensa penetración de las redes locales ha establecido redes de datos de muy alta velocidad. El auge de estas redes ha sido consecuencia del rápido desarrollo

y amplio uso de PC's cada vez más poderosas, así como de estaciones de trabajo para aplicaciones de alto grado de desarrollo tales como servidor de archivo remoto y procesamiento distribuido.

Por otro lado, la mayoría de las redes de área amplia (WAN) tienen una colección de computadoras anfitrionas comunicadas vía una subred. Esta puede variar en la utilización de los medios de comunicación, puede utilizar desde múltiples líneas punto a punto entre sus nodos hasta un solo canal común radiado, como en una red satelital.

El ancho de banda depende del medio de comunicación que utilicen para hacer la transferencia de bits entre anfitrionas. Las líneas telefónicas arrendadas de alta velocidad normalmente corren a 56 Kbits/seg, aunque líneas a 1.544 Mbits/seg (Sistema T1) son utilizadas en aquellos lugares donde es factible pagar el costo. La transmisión por medio de satélites ofrece velocidades de datos 1000 veces más altas. Así, por ejemplo, si se enviara una cinta magnética sobre una línea telefónica arrendada a 56 Kbps tomaría siete horas en completar la transferencia de bits; en cambio, enviando la misma cinta magnética por un transponder de 50 Mbits/seg de un satélite tomaría no más de 30 segundos.

Las redes de área amplia generalmente son obtenidas por empresas de comunicaciones y son operadas como redes públicas para ofrecer servicios tales como: voz, datos y video a sus suscriptores.

Capítulo I

Las diferencias entre Redes Locales y Redes de Area Amplia se resumen en la tabla I.c.2.2.

Tabla I.c.2.2

CARACTERISTICAS	LAN's	WAN's
ANCHO DE BANDA	10 Mbits/seg	1.544 Mbits/seg
RECONOCIMIENTO	Reconoce un Mensaje a la vez	Reconoce N Mensajes a la vez
TAMAÑO Y FORMATO DEL MENSAJE	Pequeño (Header simple). No Requiere dividir los mensajes en paquetes.	Grande (Header complejo). Requiere dividir los mensajes en paquetes.
CONTROL DE LA RED	Requerimientos mínimos debido al pequeño número de enlaces y nodos y a la simpleza de la topología.	Extenso, debido al gran número de nodos y enlaces, y a la complejidad de la topología.
FLUJO/CONTROL DE TRAFICO	Mínimo, debido al gran ancho de banda y a la simpleza de la topología.	Extenso, debido al bajo ancho de banda y a la complejidad de la topología.
INDICE DE ERROR	Relativamente bajo, operando en ambientes benignos.	Relativamente alto, operando en ambientes ruidosos de redes telefónicas.
SECUENCIA Y REPARTO DE MENSAJES	Problemas mínimos, debido a la simpleza de la topología	Problemas mayores debido a complejidad de la red.
ARQUITECTURA	Generalmente utiliza dos o tres capas inferiores.	Frecuentemente utiliza todas o muchas de las capas ISA.

Table I.c.2.2 (continuación)

CARACTERISTICAS	LAN's	WAN's
ENRUTAMIENTO	No requiere, debido a la simpleza de la topología.	Problemas mayores, debido a la complejidad de la red.
TIEMPO DE RETRASO	Pequeño, debido a las distancias cortas y al medio de transmisión.	Grande, debido a la distancia y medio de transmisión.
DIRECCIONAMIENTO	Simple intra-red, debido a la simpleza de la topología. Complejo inter-red, debido a que tiene que usar WAN's.	Complejo, debido a la cantidad de nodos y enlaces.

Los avances en electrónica están impactando a los servicios de telecomunicaciones en todo el mundo. El explosivo crecimiento de computadoras y equipo para comunicaciones no vocales ha incrementado la demanda para la transmisión de datos. Actualmente se está haciendo posible la digitalización de la voz, lo que ha permitido la conjunción de ésta con otras fuentes de datos en una sola red de telecomunicaciones más eficiente. Esto motivará a una gran cantidad de hogares y empresas para usar terminales con teléfono y servicios tales como el facsímil, transmisión de datos, imágenes, telemetría y funciones de telecontrol.

La tendencia en la arquitectura de redes es hacia las RDSI, la cual proporciona la integración de todos ellos con conexión digital a los largo de toda la red. Esta

Capítulo I

arquitectura permite acceso compartido o dedicado, integración de nuevos servicios de red a los ya existentes, ancho de banda variable en un sólo enlace y señalización de usuario a usuario.

D) Otros Servicios de Telecomunicaciones

d.1) Telex

El telex es hoy en día un concepto de comunicación ampliamente usado cuyos orígenes se remontan hacia 1931. Su introducción, en un principio, fue para enviar palabras ordinarias a través de la línea telefónica empleando una técnica similar a la del telégrafo.

Descripción

Se entiende como TELEX al sistema de telecomunicaciones por medio del cual es posible la transmisión de caracteres alfanuméricos mediante una línea de comunicación, a través de una red pública y con un costo por uso en tiempo medido.

Al equipo capaz de transmitir caracteres alfanuméricos y adaptarse al sistema TELEX se le llama teleimpresor y trabaja sobre una red propia parecida a la telefónica.

La transmisión de los caracteres se efectúa de forma codificada, la cual consiste en la transformación de la información en claves preestablecidas de tal forma que tanto el TX (transmisor) como el RX (receptor) las puedan interpretar. Esto es, que cada caracter representado por una tecla de una terminal o teletipo es codificado o traducido a un código binario y se transmite en forma de una serie de señales eléctricas (positivas o negativas) y que generalmente son llamadas "marca" y "espacio" respectivamente.

Estas señales eléctricas son conocidas como bits; con un bit pueden codificarse dos estados o números: "0" cero o espacio y "1" uno o marca.

En la fig I.d.1.1 se pueden ver estas señales, estos bits deben tener una misma duración, de igual forma el valor de todos los bits "1" tiene que ser el mismo. Una de las características principales del sistema TELEX es la velocidad de transmisión, las normas internacionales recomiendan que deben ser 50 unidades por minuto, esta unidad se llama baud y se usa para indicar la velocidad de transmisión de datos en bits por segundo.

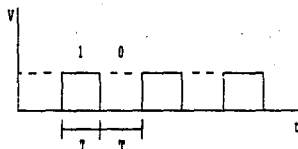


Fig. I.d.1.1 Señales eléctricas (marcas y espacios)

Capítulo I

El código Baudot es el más utilizado hasta ahora en todo el mundo para transmisión vía telex. Este utiliza 5 bits para representar cada carácter por lo que se llama código de nivel 5, posibilitando de esta forma 2⁵ combinaciones o sea 32 símbolos diferentes.

La introducción de computadoras y su necesidad para transmitir y procesar enormes cantidades de datos condujo a crear un código de mayor flexibilidad con un número mayor de caracteres de control, el código "ASCII" (Código Americano Estándar para Intercambio de Información). Este tiene 7 bits de información o sea 128 combinaciones y un octavo bit para chequeo de errores que es llamado bit de paridad, por lo que se considera un código de nivel 8.

Para terminales usadas en sistemas telex de nivel 5 se utilizan: 1 bit de arranque, 5 de información y 1.5 bits de paro, lo que nos daría un total de 7.5 bits por cada carácter. Esto lo podemos observar en la fig. I.d.1.2, donde el bit de arranque siempre será espacio y el uno y medio bit de paro son marca.

En un sistema telex se toma como una palabra el envío de 6 caracteres consecutivos, sabiendo además que la velocidad de transmisión es de 50 Baudios (bits/seg).

Para terminales de nivel 8 se utilizan: un bit de arranque, siete de información, uno de paridad y de uno a dos bits de paro, lo que nos da un total de 10 u 11 bits por carácter.

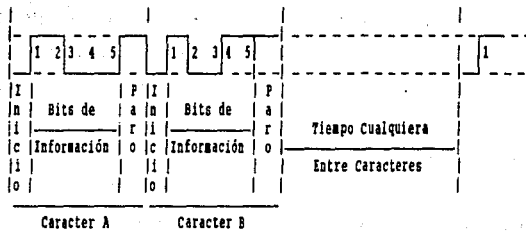


Fig. I.d.1.2 Bits que se utilizan en una terminal de nivel 5

Los teletipos pueden ser usados sobre líneas privadas con características especiales sobre las cuales es posible alcanzar velocidades mayores, ellas son llamadas de punto a punto, lo que quiere decir que no pertenecen a la red pública y sólo están al servicio del usuario que las instaló. El pago por el uso de estas líneas es por cuota fija, es decir, que el usuario pagará lo mismo las utilice o no.

La forma de comunicación que utiliza el telex es la denominada half duplex, en este medio se utiliza un sólo canal de comunicación y es bidireccional, esto es, la información puede fluir en ambos sentidos pero no simultáneamente, por lo tanto en los extremos existirán transmisores y receptores que pueden cambiar su funcionamiento, obteniendo siempre un TX y un RX.

Capítulo I

Configuración: Una terminal completa para uso en sistema TELEX debe de componerse por una terminal que trabaje con código de nivel 5, ya sea Baudot o CCITT No. 2 y tenga velocidad de transmisión de 50 baudios, un monitor y una impresora.

En conclusión, se entiende como telex al sistema de telecomunicaciones por medio del cual es posible la transmisión de caracteres alfanuméricos mediante una línea half duplex, valiéndose de un código de nivel 5, pudiendo ser CCITT No. 2 o Baudot y a una velocidad de 50 baudios o 66.7 palabras por minuto.

Así mismo, se le conoce como TWX (Teletypewriter Exchange Service) al sistema que trabaja a una velocidad de 110 baudios, lo que corresponde a 100 palabras por minuto con un código de nivel 8 ya sea ASCII o CCITT No.5.

El telex es un sistema que está diseñado para transmitir información punto a punto y debido al tipo de servicio que brinda está dirigido a los sectores productivos tanto de bienes como de servicios, por lo que el número de abonados es mucho menor al que se posee en telefonía.

d.2) Facsímil

El facsímil revolucionó la historia de las comunicaciones al desarrollar una nueva habilidad para enviar

documentos, fotos y dibujos sobre las líneas telefónicas, con lo cual se logra obtener una copia exacta del original en el otro extremo de la línea en pocos minutos.

El facsímil fue inventado en 1843 por Alexander Bain, pero fue hasta 1966 que la segunda generación de la tecnología de este equipo despertó una gran expectación. Este nuevo producto, llamado en un principio Telecopiadora Xerox-Magnavox, fue desarrollado y producido por Magnavox y vendido y atendido por la corporación Xerox. La industria se revolucionó por la combinación de los siguientes atributos: diseño de equipo terminal, facilidad de reproducción en papel, sencillez de operación y costo reducido.

En un principio, el crecimiento en el uso del facsímil estuvo limitado debido a la diversidad de normas utilizadas por los fabricantes para construir sus unidades, lo que las hacía incompatibles con equipos de otros fabricantes.

Hoy en día no se ha resuelto completamente este problema, sin embargo, se ha establecido ya una clasificación con cuatro grupos, los cuales se muestran en la tabla I.d.2.1.

Las especificaciones de grupo definen, entre otras cosas, el tiempo de transmisión, la resolución, el método de codificación, la señalización y funciones no estandarizadas.

Capítulo I

El facsímil está llegando a ser rápidamente tan indispensable como el teléfono, tanto para las empresas privadas como las públicas así como en instituciones educativas, etc., ya que su uso no se ha restringido tan sólo a la copia de documentos, sino que es útil para la transmisión de cualquier imagen. Por ejemplo, los cajeros automáticos en un banco pueden fotografiar a los usuarios para identificarlos y ayudar a prevenir fraudes y robos.

Las conferencias de negocios por vía telefónica pueden enriquecerse teniendo letreros y dibujos sobre pizarrones que se transmitirían junto con la voz. El video de barrido lento (una imagen cada cierta cantidad de segundos) puede también ser usado. En un futuro, cuando esté disponible el suficiente ancho de banda, también será posible el video de movimiento completo.

Tabla 1.d.2.1

GRUPOS DE EQUIPO DE FACSIMIL			
Grupo	Transmisión	Velocidad	Resolución
1	Análogica Frecuencia Modulada	6 minutos	98 x 98 líneas/pg.
2	Análogica Amplitud Modulada	3 minutos	98 x 98 líneas/pg.
3	Codificación Digital Con Algoritmo de Compresión Huffman Modificado	1 minuto	203 x 98 líneas/pg. a 203 x 198 líneas/pg
4	Digital Alta Velocidad	5 segundos	400 x 400 líneas/pg.

Desde el punto de vista de la comunicación gráfica, el facsímil, es una técnica mediante la cual se puede explorar la información contenida en un documento; transmitirla, recibirla y reproducirla; de tal forma que la copia recibida es igual al documento original.

Principios de operación.

- Generación de la señal banda base C.D.

El primer paso consiste en convertir la información gráfica a un nivel de voltaje en C.D., la cual varía de acuerdo con las áreas claras y oscuras que se encuentran en el documento original. A esta variación del nivel del voltaje en C.D. se le llama, señal banda base.

Esta señal se genera mediante un dispositivo fotoeléctrico el cual efectúa la función de exploración, reconociendo la superficie del documento.

Deberá notarse que el dispositivo fotoeléctrico puede responder a la escala de tonos grises o inclusive a la escala de colores.

- Modulación de la señal banda base.

Un nivel de voltaje en C.D. no se puede transmitir sobre una línea telefónica por lo siguiente:

Capítulo I

- a) La eficiencia de la transmisión es muy baja.
- b) La línea telefónica únicamente deja pasar frecuencias en el rango de la voz, es decir, bloquea la señales de C.D.

Por lo anterior es de notarse la necesidad de sobreponer la señal banda base sobre una frecuencia de audio para la transmisión de la misma sobre la línea telefónica.

Al proceso de sobreponer la señal banda base (señal de video) sobre una frecuencia de audio (portadora) se le llama modulación. Generalmente se emplea la modulación en amplitud o frecuencia para la transmisión de la señal de video.

- Demodulación de la Señal Banda Base.

En la terminal receptora la señal portadora se separa de la señal banda base, este proceso se conoce como demodulación. La señal banda base se recupera nuevamente y se utiliza para reproducir la información gráfica explorada en la terminal transmisora.

d.3) Correo electrónico

La integración de varias tecnologías de comunicación ha dado como resultado el término "Correo Electrónico". En

el más amplio sentido, el correo electrónico se define como la comunicación de persona a persona usando medios electrónicos para la distribución de información textual y gráfica.

El servicio postal tradicional y el electrónico son similares en algunos puntos:

- entregan mensajes escritos y gráficos
- entregan mensajes a direcciones específicas
- en algunas ocasiones proporcionan un método de verificación de recepción

Las principales ventajas del correo electrónico son:

- velocidad de entrega
- costo reducido en comparación con el correo regular y con el servicio de mensajería

La principal atracción del correo electrónico es su rapidez, comparativa con la del teléfono pero sin requerir que la parte receptora esté disponible en el momento de envío del mensaje.

CAPITULO II

REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS

Las telecomunicaciones constituyen una componente fundamental en la estructura socioeconómica de cada país. En la época presente la interacción de los países es cada vez más intensa, más aún con el avance acelerado de una red universal de servicios de comunicación basados principalmente en la red telefónica actual.

En esta nueva época denominada: "era de la información" el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT) ha recomendado un nuevo tipo de red; "Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)".

Esta ofrece varios servicios de comunicación provenientes de diversas fuentes, ya sean: voz, imagen o datos, se transmiten, conmutan y reciben como señales de información en forma digital.

Capítulo II

Además permite ampliar la capacidad de transmisión y manejo de información en una sola vía de acceso y así obtener un gran número de beneficios a menor costo.

Este capítulo comprende la parte descriptiva de las RDSI desde su terminología, forma de introducción y proceso de transformación hasta los diferentes tipos de servicios que conjunta, tanto los que utiliza como los que brinda.

A) Introducción a las RDSI

a.1) Origen

En marzo de 1968 con la colaboración de grupos de estudio expertos en transmisión y en conmutación, el CCITT dio su primer paso hacia lo que ahora se conoce como "Red Digital de Servicios Integrados" (RDSI).

El término que se utilizó en esos días fue IST (Integration of Switching and Transmission) o ITS (Integration of Transmission and Switching).

En este encuentro sobresalieron dos resultados: primero, el principio de la integración de dos tecnologías en el CCITT. Segundo, el establecimiento del Grupo de Estudio Especial D, después llamado Grupo de Estudio XVIII.

En el encuentro que ocurrió en Junio de 1971 una de las discusiones que se presentó fue para tratar los términos que habían sido propuestos por el Grupo Especial D.

Estos términos incluyeron títulos como "Integrated Digital Network" e "Integrated Service Network" que parecía más conveniente. Sin embargo, se observó que los servicios también podrían integrarse en un medio analógico. Por lo tanto Japón propuso añadir la palabra "Digital" a "Integrated Service Network". Esto aclararía la diferencia entre servicios factibles en un medio analógico y otros posibles, únicamente a través de una red digital. Así, desde entonces el término RDSI fue común para todos.

En los encuentros quinto y sexto (1973-1976, 1977-1980) se concientizó sobre la importancia de realizar una interfase múltiple usuario-red que pudiera recibir simultánea o alternativamente los servicios telefónicos y no telefónicos para integrarlos.

En el séptimo encuentro (1981-1984) se desarrolló el concepto "Red de Servicios Integrados que ofrece comunicación digital entre las interfases usuario-red".

Se estableció también, la Recomendación de la CCITT Serie I que proporciona las normas y principios de las RDSI, así como las especificaciones detalladas de las interfases usuario-red e inter-red.

Capítulo II

Los Grupos de Estudio (GE) adscritos al CCITT que actualmente están haciendo el análisis sobre los aspectos de las RDSI son los siguientes:

GE XVIII. Red Digital incluyendo RDSI (núcleo del estudio sobre las RDSI)

GE XI. Conmutación y sistema de señalización de las RDSI.

GE VII. Red de comunicación de datos (instalación de las terminales existentes de datos en RDSI).

GE XVII. Transmisión de datos por medio de la red telefónica (instalación de las terminales de modems existentes en RDSI).

GE III. Principio de tarifa de la RDSI.

GE II. Operación de la RDSI.

a.2) Definición

La RDSI es una red que ha evolucionado a partir de la red digital integrada (RDI) para telefonía y que proporciona una conectividad digital de extremo a extremo, para apoyar una amplia gama de servicios vocales y no vocales, a los cuales los usuarios tienen acceso mediante un conjunto limitado de interfaces normalizadas y polivalentes usuario-red.

De esta definición se pueden observar los siguientes puntos:

- Evolucionan a partir de la red telefónica.
- La RDI (integración de transmisión y conmutación) es la base para desarrollar las RDSI.
- Conectividad digital de extremo a extremo.
- Variedad de servicios (vocales y no vocales).
- Conjunto limitado de interfases de propósito múltiple estandarizados usuario-red.

a.3) Ventajas de la RDSI

- Por el uso común de los equipos, se eleva la eficiencia de uso de las redes de comunicación y se economiza en los servicios.
- A través de una red de comunicación, se ofrecen varios servicios y se eleva la comodidad de los usuarios.
- Se pueden controlar más de dos equipos terminales.
- No se acumula ruido ni deformación y se puede asegurar la comunicación estable y de alta calidad hacia un lugar lejano.
- Permite ofrecer varios servicios (llamada a una tercera persona, comunicación simultánea de telefonía y datos, indicación de tarifa y el número telefónico de la persona distante, conferencia telefónica, facsímil en colores, teléfono de video, etc.).
- Permite una transmisión rápida de información.
- Permite la racionalización (unificación) de la tarifa de comunicación (tarificación por cantidad

Capítulo II

de información, extinción/disminución de la diferencia por distancia).

a.4) Esquema básico

En esta figura podemos localizar las partes principales que componen la RDSI.

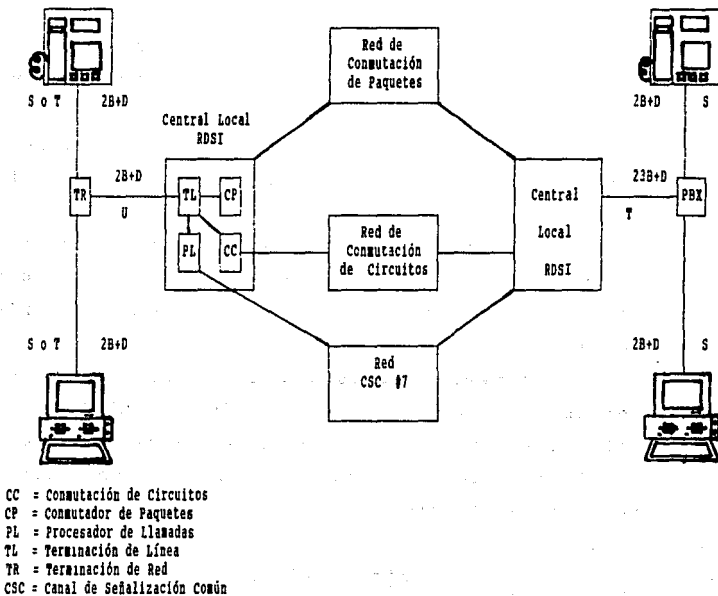


Fig.III.a.1 Esquema Básico de la RDSI

- Terminales de abonado e interfases a la red (U, S y T).
- Red local
- Central Local RDSI.
- Red de Conmutación de Circuitos.
- Red de Conmutación de Paquetes.
- Red de Señalización por Canal Común #7.

a.5) Estrategia de penetración

La introducción de nuevos servicios es un proceso que comprende algo más que dotar de nuevas facilidades a un sistema existente o de adquirir una nueva tecnología. Este proceso debe tener una sólida infraestructura sobre la cual se pueda apoyar el lanzamiento de un nuevo producto y debe tener, además, un objetivo claro de alcanzar a largo plazo.

a.6) Disponibilidad

Es el aspecto básico que desean los usuarios. Consiste primordialmente en la satisfacción de la demanda de servicio en un tiempo reducido, y una vez que se posee, en tener comunicación cuando se requiere con un mínimo de fallas y de congestión.

Capítulo II

a.7) Confiabilidad e inteligibilidad

Se espera tener pocas fallas y que cuando éstas se presenten reciban una atención ágil en la reparación. Así mismo se desea buena fidelidad en la información transmitida, sea cual fuere su naturaleza.

a.8) Calidad de los servicios

Para que los servicios de telecomunicaciones sirvan efectivamente deben de ser ofrecidos en niveles de operación competitivos y sostenerlos por medio de un sistema adecuado de mantenimiento.

a.9) Diversificación

Este aspecto se relaciona con la variedad de servicios que se pueden ofrecer con la digitalización de las redes y que van de acuerdo a las necesidades que el usuario demanda y a la capacidad de penetración del sistema elegido.

B) Proceso de transformación hacia la RDSI

b.1) Digitalizar la red

El proceso de conversión de la red telefónica analógica en una red digital de servicios integrados es largo y caro, requiere además la consideración de múltiples factores derivados de la variedad de servicios a cursar por la red y de las nuevas tecnologías que acompañan a los mismos.

Se consideran dos formas básicas de digitalización de las redes de comunicación:

- El establecimiento de una red digital sobrepuesta.
- La aplicación de sistemas digitales en forma de "Islas".

Red Sobrepuesta: Esta estrategia de conversión se basa en la creación de una nueva red digital paralela a la red analógica existente. Las centrales que se necesitan sustituir en la red analógica debido al fin de su vida útil o por otras razones, deberán hacerlo por equipos digitales que se incorporarán en la red sobrepuesta, al mismo tiempo que se establecen los enlaces de transmisión digital correspondientes.

Capítulo II

Los puntos principales de esta estrategia se enumeran a continuación:

- Congelar la red analógica existente. Tanto las centrales como las líneas de esta tecnología no deben ampliarse más.
- Establecer una nueva red de circuitos de tránsito por medio de centrales digitales y enlaces de transmisión digital.
- Interconectar la red analógica existente y la nueva red digital sobrepuesta en algunos puntos de los niveles jerárquicos superiores de la red nacional.
- Introducir centrales digitales locales en todos los casos de instalación de nuevas centrales y sustituir a las antiguas y conectarlas a la nueva red sobrepuesta por enlaces de transmisión digital.

Estrategia de Islas: utilizando esta estrategia, algunas áreas (islas) de la red son seleccionadas y digitalizadas. El orden cronológico de esta digitalización será determinado por la prioridad dada a los servicios de telecomunicación y al remplazo del equipo analógico existente.

En general, se puede considerar desde el punto de vista económico y técnico que es más efectivo digitalizar la red telefónica presente, la cual representa el núcleo de los servicios de telecomunicaciones existente. Formar

como primera instancia la Red Digital Integrada (RDI) y posteriormente transformarla en la RDSI unificando las otras redes e introduciendo otros servicios.

b.2) Sincronización de la red

La sincronización ha sido uno de los factores intrínsecos y esenciales considerado en el diseño de redes de comunicación digital.

El papel básico de la sincronización de la red es el control del índice de degradación de la información en el mensaje de la señal.

Cuando los relojes de dos centrales interconectadas no tienen la misma frecuencia suele haber errores de sincronización (slips), que conllevan a pérdidas o duplicación de la información debidas a la diferencia entre el número de bits transmitidos y aceptados por unidad de tiempo, la velocidad de los bits de salida de cada central se determina por medio de la frecuencia de su reloj.

La frecuencia aceptable de ocurrencia de errores de sincronización depende de los servicios que serán prestados por la red.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Capítulo II

Existen dos propuestas que son generalmente aceptadas para mantener la exactitud de temporización entre los nodos de la red.

La primera se llama operación plesiócrona, en ella los relojes se ajustan manualmente en forma periódica siendo alineados con una frecuencia de referencia dada. Entre los ajustes, los relojes funcionan independientemente de la referencia.

Otra alternativa es la operación síncrona que se refiere al continuo ajuste automático de los relojes de las centrales, para proporcionar la misma frecuencia promedio con límites específicos de una frecuencia de referencia.

Para la red internacional digital, el CCITT recomienda que el método de sincronización debe ser plesiócrono. En esta forma de operación cada nodo contiene un reloj que genera una referencia de temporización autónoma con exactitud lo suficientemente estable como para que las diferencias de frecuencia entre los nodos sea insignificante.

Aunque los costos de instalación y mantenimiento son altos en la operación plesiócrona, la administración de la red, diseño y expansión, es muy sencilla. Esta forma de operación es ampliamente independiente de la fallas de reloj de referencia en otros nodos por lo que el manejo de la red puede aislar una falla de reloj y conservar los demás enlaces de comunicación intactos.

b.3) Introducir la señalización por canal común #7

En la red telefónica actual la señalización para el control de las comunicaciones se efectúa empleando las mismas trayectorias de la voz o datos. Esto trae consigo algunas limitaciones que disminuyen la potencialidad de la red.

Para optimizar las ventajas de la tecnología digital el CCITT ha diseñado el sistema de señalización #7, cuyo objetivo global es el proporcionar un sistema de señalización por un canal común de aplicación general, normalizado internacionalmente.

Características generales

- óptimo cuando se aplica en redes digitales junto con centrales controladas por programa almacenado;
- flexible para atender nuevas demandas de transferencia de información;
- asegura la transferencia de información en la secuencia correcta evitando las pérdidas y duplicaciones;
- satisface las exigencias de la señalización de las llamadas para servicios de telecomunicaciones por conmutación de circuitos;
- puede utilizarse para aplicaciones diversas tanto en redes especializadas como en redes capaces de ofrecer múltiples servicios;

Capítulo II

La señalización por canal común es un método en el cual un solo canal transfiere, por medio de mensajes etiquetados, información de señalización relativa a varios circuitos y otras informaciones tales como la administración y mantenimiento de la red. Se le puede considerar como una forma de comunicación de datos que está especializada para varios tipos de transferencia de información y de señalización entre procesadores en redes de telecomunicaciones.

Estructura Básica

El diseño de la estructura de este sistema se basa en el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA). Como otros sistemas de protocolos de comunicación, el sistema de señalización =7 tiene varios niveles, en los cuales se agrupan las distintas funciones que realiza.

Las capas 1 a 3 comprenden funciones para el transporte de información de un lugar a otro (usuario-red), posiblemente a través de varios enlaces de comunicación en tandem.

Las capas 4 a 7 definen las funciones relativas de extremo a extremo (usuario-usuario). Estas capas están definidas de tal manera que son independientes de la estructura interna de la red de comunicaciones.

El sistema consta de dos partes principales, la Parte del Usuario (PU), la Parte de Transferencia de Mensajes (PTM).

La PU es el sistema que se encuentra en las instalaciones del usuario (hardware y software) que se encarga de ejecutar los distintos procedimientos para que se puedan establecer y liberar los enlaces, además del diálogo para gestionar los distintos servicios que la red ofrece.

La PU RDSI, comprende las funciones de señalización requeridas para proporcionar servicios y facilidades de usuario con conmutación para aplicaciones vocales y no vocales. Responde a todas las exigencias de las características en el servicio, las facilidades para el usuario y capacidades de red definidas por el CCITT para los servicios telefónicos internacionales automáticos y semiautomáticos.

La PU RDSI utiliza los servicios proporcionados por la PTM entre partes usuario RDSI.

El servicio ofrecido por la PU RDSI es el control de las conexiones de la red con conmutación de circuitos entre las terminaciones de las líneas de abonado en la central.

La PTM es la unidad correspondiente (software y hardware) que atiende al usuario desde la central de acceso a la red y proporciona las funciones que permiten que la

Capítulo II

información significativa de la PU transmitida a la PTM, sea transferida a través de la red del sistema de señalización #7 hacia el destino requerido. Además, en la PTM se incluyen funciones que permiten remediar las fallas de la red y del sistema.

Los objetivos generales de la PTM consisten en proporcionar los medios necesarios para:

- a.- el transporte y entrega confiables de la información de señalización de la PU a través de la red del sistema de señalización #7;
- b.- reaccionar a las fallas del sistema y de la red que puedan afectar las funciones indicadas en "a", y tomar las medidas necesarias para que se realicen dichas funciones.

Para llevar a cabo esto, las funciones de la PTM se separan en tres niveles.

Funciones del enlace de datos de señalización (nivel 1): Define las características físicas, eléctricas y funcionales de un enlace de datos de señalización y los medios para acceder al mismo.

Funciones del enlace de señalización (nivel 2): Define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes de señalización por un determinado enlace. Las funciones del nivel 2 junto con las funciones del nivel 1 como soporte, constituyen un enlace para una transfe-

rencia confiable de mensajes de señalización entre dos puntos.

Funciones de la red de señalización (nivel 3): Define las funciones de transferencia y los procedimientos de operación de los distintos enlaces de señalización.

Estas funciones están agrupadas en dos categorías:

- a) funciones de tratamiento de los mensajes de señalización: éstas son las que en la transferencia efectiva de un mensaje se encargan de dirigirlo hacia el enlace de señalización o a la parte del usuario que le corresponda.
- b) funciones de gestión de la red de señalización: éstas son las que controlan en cada instante el enrutamiento de los mensajes y la configuración de las facilidades de la red de señalización.

El principio general de la señalización por canal común sigue siendo el mismo que para la señalización convencional, "el intercambio de la información necesaria para el establecimiento de una llamada telefónica entre dos abonados cualesquiera". Sin embargo, la señalización por canal común se adapta mejor a las diversas necesidades de las modernas centrales telefónicas controladas por computadoras y a la transmisión digital.

Capítulo II

b.4) Plan de numeración

El objeto de este plan es la asignación, administración y control de códigos de acceso a abonados, servicios y facilidades de la red digital de servicios integrados.

Dependiendo de la localización del punto que se quiera acceder el número de la RDSI puede ser:

- Un número RDSI internacional
- Un número RDSI nacional
- Un número RDSI local

Núm. RDSI Inter. = clave internacional + núm. RDSI nal.

Núm. RDSI Nal. = clave nal. + núm. RDSI local.

Núm. RDSI local = núm. local.

La estructura completa de direccionamiento en las RDSI, comprende el número RDSI más una información de direccionamiento adicional opcional (subdirección).

La subdirección es agregada por la parte que llama y transferida por la red de una manera transparente hasta el punto que identifica la instalación del equipo terminal del abonado llamado.

Para el cambio se debe contemplar un periodo suficientemente grande que minimice las modificaciones en la planta, y garantice su crecimiento.

b.5) Plan tarifario

El equipo técnico de la RDSI es más complicado y sofisticado debido a que tiene que proporcionar las facilidades para todos los servicios previstos por esta red.

El costo total de una RDSI tendrá que ser compartido por los diferentes servicios incluidos en la red. Si uno o más de los servicios ofrecidos son infrautilizados, aumentará el costo de los otros servicios para el usuario.

Los servicios prestados actualmente por redes de estructura diferente y con procedimientos de explotación diferente, tendrán que convertirse a una red universal donde las tarifas deberán ser armonizadas.

Los servicios de RDSI serán proporcionados con inversiones adicionales a las actuales en voz y datos. A nivel mundial las tarifas se están dimensionando en función del tiempo de ocupación, del volumen de información y de la velocidad de transmisión, que serán los nuevos criterios de tasación de servicios que deberán incorporarse al plan tarifario. En este plan se deben evaluar las implicaciones financieras que se tendrán al operar los nuevos servicios, además de tener un pronóstico en las demandas para establecer las bases que regirán este plan.

b.6) Interfases

Un elemento clave de la integración de los servicios para las RDSI, es el contar con un conjunto limitado de interfases usuario-red estandarizado de propósitos múltiples. Estas interfases representan un punto esencial tanto en el desarrollo de los componentes y configuraciones como del equipo terminal y sus aplicaciones.

Desde el punto de vista del usuario, una RDSI está totalmente definida por los atributos que pueden observarse en sus interfases usuario-red, con inclusión de sus características físicas, electromagnéticas, de protocolo, servicio, capacidad, mantenimiento, explotación y calidad de funcionamiento. Para definir e incluso reconocer una RDSI, es fundamental especificar estas características.

Uno de los objetivos de la RDSI es que una pequeña serie de interfases usuario-red compatibles pueda hacer frente económicamente a una extensa gama de aplicaciones de usuario, de equipos y configuraciones.

Otro de los objetivos es utilizar las mismas interfases aún cuando existan diferentes configuraciones o distintas reglamentaciones nacionales.

Configuración de referencia

Las configuraciones de referencia son esquemas conceptuales útiles en la identificación de diferentes posibles arreglos de acceso de un usuario a la red.

Las configuraciones de referencia para interfase usuario-red de la RDSI, definen los puntos conceptuales (puntos de referencia) que dividen juegos de funciones (grupo funcional) que pueden ser necesarias en las disposiciones de acceso del usuario a la RDSI.

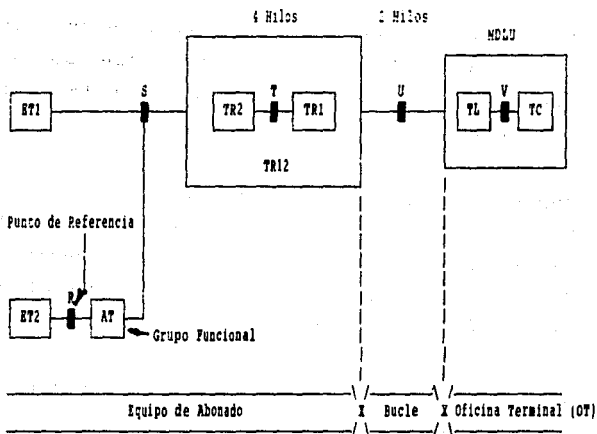


Fig.III.B.1 Grupos Funcionales y Puntos de Referencia

Capítulo II

Definiciones

ET: Equipo Terminal, incluye funciones pertenecientes en gran parte a la capa 1 y a las capas superiores del modelo de referencia de las recomendaciones X.200.

Funciones: de protocolo, mantenimiento, interfase y de conexión con otros equipos.

ET1: Equipo Terminal de tipo 1, contiene una interfase que se ajusta a las recomendaciones sobre interfases usuario-red de la RDSI.

ET2: Equipo Terminal de tipo 2, contiene una interfase que no se ajusta a las recomendaciones sobre interfases usuario-red de la RDSI y por lo tanto debe conectarse a un AT.

AT: Adaptador de Terminal, incluye funciones pertenecientes, en gran parte, a las capas 1 y superiores del modelo de referencia de la recomendación X.200, que permiten que un ET2 sea atendido por una interfase usuario-red de la RDSI.

R: Interfase entre un adaptador de terminal (AT) y una terminal tipo 2 (T2).

TR1: Terminación de Red 1, contiene funciones asociadas con la terminación física y electromagnética de la

red equivalentes a la capa 1 del modelo de referencia ISA.

Funciones: terminación de la línea de transmisión, funciones de mantenimiento de la línea y control de calidad, temporización, transferencia de potencia, multiplexación de nivel 1, terminación de interfase.

TR2: Terminación de Red 2, incluye funciones del nivel 1 (físico) y niveles superiores del modelo de referencia de la recomendación X.200.

Funciones: tratamiento de protocolo y multiplexación de los niveles 2 y 3, conmutación, concentración, funciones de mantenimiento y terminación de interfase y otras funciones del nivel 1.

T: Interfase entre una terminación de red tipo 1 (TR1) y una terminación de red tipo 2 (TR2).

TR12: Es un sólo dispositivo que combina todas las funciones de TR1 y TR2.

S: Interfase entre una o varias terminales del tipo 1 (T1) y un terminador de red tipo 1-2 (TR12). Es la más importante en las RDSI, ya que es el punto de acceso a todos los servicios de la red; emplea las capas 1, 2 y 3, permitiendo así que se

Capítulo II

desarrollen terminales compatibles para todos los servicios.

Multiplexa los 2 canales B y el D; la instalación es a 4 hilos, con acoplamiento por transformador; la energía de alimentación de terminales de comunicación es por medio de circuitos fantasma.

En esta interfase se implementan las configuraciones siguientes: bus pasivo, punto a multipunto y punto a punto.

TL: Terminación de Línea, es el equivalente de TR1 en la oficina central de conmutación; TR1 y TL concluyen el lazo local en sus respectivos lados.

TC: Terminación de la Central, central local de conmutación de las portadoras.

V: Interfase entre la terminación de línea (TL) y la terminación de central.

U: Interfase entre una TR1 y el lazo local de abonado, proporciona la conversión de 4 a 2 hilos para el acceso básico a la RDSI.

Transmite los bits promedio de acceso básico sobre el par convencional de abonado. La interfase U difiere de la S sólo en el nivel 1.

Estructura de interfase y capacidad de acceso

Un canal representa una porción específica de la capacidad de transmisión de información de una interfase. En las RDSI se utilizan tipos de canales diferentes de acuerdo al flujo de información que se transmite, ya sea información de usuario o información de señalización para conmutación de circuitos.

En la tabla II.b.6.1 se mencionan los distintos tipos de canales y el uso al que están destinados.

Capacidades de acceso

Como se mencionó en la definición de la RDSI existe un conjunto limitado de interfaces usuario-red por medio de las cuales los abonados tienen acceso a los servicios proporcionados por estas redes.

Cada elemento de este grupo puede contener un amplio rango de aplicaciones. La diferencia entre los miembros de este conjunto es la velocidad de transmisión a la que actúan.

Las interfaces están compuestas de uno o más canales que le proporcionan su estructura o tipo de acceso.

Los canales proveen compatibilidad a través de las diferentes interfaces y son las bases para las capacidades de la RDSI.

Capítulo II

Tabla II.b.6.1 Tipos de Canales

Tipo de canal	Velocidad del canal	Uso
B	64 Kbits/seg	<ul style="list-style-type: none"> - Transporta flujo de información de usuario únicamente. - Voz codificada a 64 Kbits/seg. - Información de datos, correspondiente a clases de servicios de usuario con conmutación de circuitos o conmutación de paquetes a velocidades binarias iguales o inferiores a 64 Kbits/seg. - Únicamente voz codificada a velocidades binarias inferiores a 64 Kbits/seg o combinada con otros flujos de información digital.
D	16 Kbits/seg 64 Kbits/seg	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza principalmente para transmitir información de señalización para conmutación de circuitos. - Se puede utilizar este canal para transmitir información de teleselección o datos con conmutación de paquetes.
H	H_0 384 Kbits/seg $H_{1,1}$ 1536 Kbits/seg $H_{1,2}$ 1920 Kbits/seg	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo transmite flujos de información de usuario. - Transmite flujos de información que han sido adaptados o multiplexados conjuntamente, cada uno de ellos a velocidades inferiores a la velocidad binaria del canal H. - Facsímil rápido. - Video (por ejemplo, Teleconferencias). - Datos a altas velocidades. - Señales de audio de alta calidad o material de programas radiofónicos. - Datos con conmutación de paquetes.
E	64 Kbits/seg	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza principalmente para transmitir información de señalización para conmutación de circuitos. - Se utiliza únicamente en la velocidad primaria de las estructuras de canales multiplexados en la interfase usuario-red.

La estructura de acceso básico consiste de un ensamblaje de dos canales B y un canal D. Esta estructura se aplica en las interfases físicas correspondientes a los puntos de referencia S o T. Una característica esencial del acceso básico es que algunos servicios de la RDSI no requerirán el uso de uno o ambos canales B de modo que la red (enlace de suscriptor) puede ser equipada para

soportar un subconjunto de B + B + D, por ejemplo, B + D o solamente D. Así, los sistemas de transmisión de enlace pueden operar en un rango neto de 144, 80 ó 16 Kbits/seg y todos utilizan la interfase de terminal básica operando a la velocidad neta de 192 Kbits/seg en la interfase S/T.

La estructura de acceso primario, corresponde al primer nivel de la jerarquía digital y presenta dos opciones (1544 y 2048 Kbits/seg) de acuerdo a los equipos utilizados en los diversos países. Esta interfase solo se utiliza en configuraciones punto a punto y no maneja ningún mecanismo de activación.

La velocidad primaria de acceso sirve para interconectar PABX's digitales de servicios integrados o terminales digitales de banda ancha.

Debe distinguirse entre capacidad de transporte de información (caudal) y velocidad de transmisión de la línea, para cada uno de los tipos de acceso en la interfase S/T, según se muestra en la tabla II.b.6.2.

Tabla II.b.6.2

Capacidad y Velocidad de Transporte		
Tipo de Acceso	Capacidad de Transporte de Información	Velocidad de Transmisión de Información
Acceso Básico	144 Kbits/seg	192 Kbits/seg
Acceso Primario	1536 Kbits/seg 1920 Kbits/seg	1544 Kbits/seg 2048 Kbits/seg

Capítulo II

b.7) Terminales de abonado

Existen en el mercado una amplia gama de equipos terminales de voz, datos, textos y video, todos con diferentes características. Las terminales pueden diferenciarse por su capacidad para el manejo de todas las opciones de un teleservicio o por la versatilidad de sus capacidades locales y sus interfases de diálogos. Más aún, ciertas terminales pueden ser adecuadas para manejar una serie de teleservicios, posiblemente al mismo tiempo. Similarmente, ciertas aplicaciones pueden unir varios servicios y sus terminales asociadas estableciendo puentes de comunicación.

A nivel mundial, se están desarrollando terminales RDSI por diferentes fabricantes bajo las condiciones establecidas para las interfases definidas por el CCITT. Según las configuraciones de referencia definidas por el CCITT los clientes pueden acceder a los distintos servicios de telecomunicación por puntos diferentes. La fig. II.b.7.1 muestra estos puntos de acceso. Esta figura tiene en cuenta el hecho de que la prestación del servicio por el proveedor de la red a un cliente conectado a una RDSI puede abarcar la totalidad o sólo una parte de los medios necesarios para la prestación completa del servicio.

Las definiciones de los puntos de acceso representados en la figura II.b.7.1 son las siguientes:

- 1) Los puntos 1 (punto de referencia T) y 2 (punto de referencia S) son los puntos de acceso para los servicios portadores prestados por una RDSI. La elección entre el punto 1 y el punto 2 depende de la propiedad y de la forma de suministro del equipo de comunicaciones en los locales del cliente.

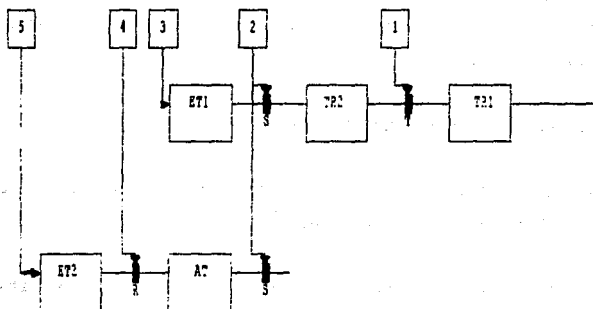


Fig.II.b.7.1 Acceso del cliente a los servicios prestados por una RDSI

- ii) En el punto de acceso 4 (punto de referencia R), según el tipo de adaptador de terminal proporcionado puede tenerse acceso a otros servicios normalizados por el CCITT.
- iii) En los puntos de acceso 3 y 5 (interfase de usuario a terminal) se accede a teleservicios.

Capítulo II

En los primeros años de su operación comercial la RDSI estará ampliamente basada en los sistemas existentes de terminales, proporcionándoles un medio adaptado de conexión que dependerá de las interfases específicas de las terminales, las cuales se denominan R.

Está aceptado que esta función no será realizada por la red pública, la cual sólo entregará interfases RDSI del tipo T. Será entonces la instalación privada la que contenga las adaptaciones.

Existen dos posibilidades:

- 1.- La TR2 realiza esta función proporcionando diferentes interfases R.
- 2.- La adaptación de interfases se lleva a cabo a nivel de la terminal por medio de un adaptador terminal (AT).

La primera opción es responsabilidad de los fabricantes de instalaciones privadas y serán seguramente muy utilizadas.

Sin embargo, la segunda solución tiene más flexibilidad y favorece el desarrollo de instalaciones privadas con interfases "S", en este enfoque, se garantiza la evolución hacia terminales puramente RDSI y de aplicación inmediata en una instalación simple (bus pasivo).

C) Servicios

Una RDSI proporciona un conjunto de capacidades de red que vienen definidas por protocolos y funciones normalizadas que permiten el ofrecimiento de servicios de telecomunicación a los clientes.

El suministro de un servicio a un cliente conectado a una RDSI, puede comprender la totalidad o sólo una parte de los medios necesarios para la completa realización del servicio (aspectos comerciales y de explotación).

Un servicio de telecomunicación se compone de:

- atributos técnicos, desde el punto de vista del cliente, y
- otros atributos asociados con el abastecimiento del servicio.

Los servicios de telecomunicación se dividen en dos categorías generales:

- servicios portadores
- teleservicios

Capítulo II

c.1) Servicios portadores

Son aquellos que proporcionan al sistema la capacidad necesaria para la transferencia de información entre dos interfases usuario-red.

Los servicios portadores se describen mediante atributos que deben ser independientes. Estos atributos se agrupan en tres categorías:

i) atributos de transferencia de información: son las características que posee la red para llevar a cabo esta tarea, desde un punto de referencia S/T hacia otro u otros puntos de referencia S/T.

- modo de transferencia de información
- velocidad de transferencia de información
- capacidad de transferencia de información
- estructura
- establecimiento de la comunicación
- configuración de la comunicación
- simetría

ii) atributos de acceso: son los que describen los medios utilizados para obtener las funciones o facilidades de la red en el punto de referencia S/T.

- canal de acceso y velocidad
- protocolo de acceso

iii) atributos generales: son las características que tratan aspectos del servicio en forma global.

- servicios suplementarios proporcionados
- calidad de servicio
- posibilidad de interfuncionamiento
- aspectos de explotación y comerciales

Definición de atributos

- Modo de transferencia de información: describe el modo operacional para la transferencia (transportación y conmutación) de la información del usuario a través de la RDSI.
Puede usarse para caracterizar un servicio de telecomunicación o una conexión en la red.

Valores: circuito y paquete.

- Velocidad de transferencia de información: describe tanto la velocidad de los bits (modo circuito) o el throughput (modo paquete). Se refiere a la transferencia de información digital entre dos puntos de acceso o puntos de referencia.

Valores: velocidad apropiada de bits y velocidad de throughput.

- Capacidad de transferencia de información: denota la capacidad asociada con la transferencia de los

Capítulo II

diferentes tipos de información a través de la RDSI.

Puede usarse para caracterizar un servicio o una conexión de comunicación.

Valores: información digital sin restricción.

- Estructura: se refiere a la capacidad de la RDSI para entregar información al punto de acceso del destino o al punto de referencia de una estructura (por ejemplo, intervalo de tiempo para modo circuito, unidad de servicio de datos para modo paquete) que fue presentada en una señal estructurada en el origen.

Valores: integración a 8 KHz, integración de la unidad de servicios de datos y no estructurada.

- Establecimiento de la comunicación: se asocia con un servicio de telecomunicación que describe el modo para establecer y realizar una comunicación dada.

Valores: demanda, reservado y permanente.

- Configuración de la comunicación: describe el arreglo espacial para la transferencia de información entre dos o más puntos de acceso. Asocia la estructura con un servicio de telecomunicación por

medio de la relación entre los puntos de acceso involucrados y el flujo de información entre ellos.

Valores: punto a punto, multipunto y radiodifusión.

- Simetría: describe la relación del flujo de información entre dos o más puntos de acceso o puntos de referencia involucrados en una comunicación.

Caracteriza la estructura asociada con un servicio o una conexión de comunicación.

Valores: unidireccional, bidireccional simétrica y bidireccional asimétrica.

- Canal de acceso y velocidad: describe los canales y su velocidad utilizada para transferir la información del usuario y/o la información de señalización a un punto de acceso o punto de referencia dado.

Valores: nombre del canal (letra) y la correspondiente velocidad de bit.

- Protocolo de acceso: caracteriza al protocolo en la señalización y/o en el canal de transferencia de información del usuario a un punto de acceso o de referencia dado.

Capítulo II

- Servicios suplementarios proporcionados: Se refiere a los servicios complementarios asociados con un servicio de telecomunicación.

- Calidad de servicio: se describe por un grupo de subatributos específicos, por ejemplo: confiabilidad y disponibilidad del servicio.

- Posibilidad de interfuncionamiento: describe el funcionamiento de la red que se relaciona con la conexión a una RDSI.

Este atributo de funcionamiento consta de varios subatributos, por ejemplo: errores de funcionamiento o de sincronización.

c.2) Teleservicios

Es un conjunto de estándares elaborados para unificar el intercambio de información sobre un amplio rango de aplicaciones, haciendo uso de los recursos de la red así como de las funciones residentes en las terminales.

Los teleservicios proporcionados por una RDSI se describen por medio de varios atributos, que serán en gran medida independientes entre sí. Los mismos se clasifican en tres categorías:

- i) atributos de capa inferior
 - transferencia de información
 - acceso

- ii) atributos de capa superior
 - tipo de información de usuario
 - funciones de protocolo de las capas 4 a la 7

- iii) atributos generales
 - atributos suplementarios de capa inferior y superior (servicios suplementarios)
 - calidad de servicio orientada al usuario
 - posibilidades de interfuncionamiento
 - aspectos operacionales y comerciales

Algunas de las funciones especiales consideradas dentro de los teleservicios son:

- telefonía mejorada utilizando la conmutación de circuitos a 64 Kbits/seg para el servicio soporte de transferencia de información vocal.

- teletexto utilizando el servicio soporte de audio a 3.1 Khz, o bien el servicio no restringido a 64 Kbits/seg de conmutación por circuitos.

- facsímil utilizando el servicio soporte de audio a 3.1 Khz, o bien el servicio no restringido a 64 Kbits/seg en modo circuito.

- videotexto utilizando el servicio soporte de audio a 3.1 Khz, o bien el servicio no restringido a 64 Kbits/seg en modo circuito.

Capítulo II

c.3) Servicios suplementarios

Un servicio suplementario modifica o complementa a un servicio de telecomunicación básico. En consecuencia, no puede ofrecerse a un abonado como servicio independiente. Tiene que ofrecerse junto o en asociación con un servicio de telecomunicación básico. Un mismo servicio suplementario puede ser común a varios servicios de telecomunicación.

Una lista de los servicios suplementarios de los que se puede disponer se ofrece a continuación:

- restricción de llamada saliente
- restricción de llamada entrante
- servicio de abonado ausente
- servicio de no interrupción
- servicio de intercepción
- prioridad
- marcación abreviada
- línea instantánea
- desviación inmediata
- desviación en línea ocupada
- desviación en no respuesta
- despertador
- conferencia múltiple
- llamada en espera
- seguimiento de llamadas maliciosas
- servicio de medidor privado

- transferencia de mensajes (señalización abonado-abonado)
- identificación de línea que llama
- transferencia a otras direcciones
- grupo de abonados particulares

D) RDSI de banda ancha

En un futuro cercano, los usuarios requerirán velocidades de transmisión más altas que las que actualmente se ofrecen por la RDSI de banda angosta. El uso de estas velocidades a grandes distancias se aprovechará para realizar interconexiones entre redes locales, y así maximizar su potencial, en la distribución de televisión de alta definición y en videotelefonía, entre otros.

Los principales elementos de las nuevas redes estarán basados en una serie de recomendaciones internacionales conocidas como RDSI de banda ancha. Las series están siendo desarrolladas por el CCITT para describir las técnicas de conmutación de paquetes de datos, voz y video a muy altas velocidades.

Esta red proporcionará a los usuarios velocidades de transmisión arriba de 155.52 Mbits/seg, inicialmente, en una base conmutada.

Capítulo II

d.1) Diferencias fundamentales

La RDSI de banda ancha difiere de la RDSI de banda angosta en tres áreas claves:

- La RDSI de banda angosta hace uso de la infraestructura de la red telefónica, tal como existe ahora, usando pares trenzados de cobre; la RDSI de banda ancha usa cable de fibra óptica hasta la terminal del usuario.
- La RDSI de banda angosta es principalmente una red basada en conmutación de circuitos y realiza conmutación de paquetes sólo en el canal D, el cual es usado únicamente para señalización; la RDSI de banda ancha usa sólo conmutación de paquetes.
- En la RDSI de banda angosta la velocidad de transmisión del canal está preespecificada: por ejemplo, 16 Kbits/seg (canal D) y 64 Kbits/seg (canales B o D). En contraste, la RDSI de banda ancha hace uso de canales virtuales sin velocidades preespecificadas. La única limitación de la velocidad en estos canales es la velocidad de bits física de la interfase usuario-red (la cual puede ser de 155.52 Mbits/seg o de 622.08 Mbits/seg).

Es una opinión generalizada que los servicios de datos, más que los de voz, jugarán un papel más importante en la introducción de la RDSI de banda ancha en todo el

Redes Digitales de Servicios Integrados

mundo. Los proveedores del servicio de red están trabajando con el CCITT, el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) y el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) para determinar cuales servicios de datos iniciarán el camino.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO Y ESCENARIOS DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

Los servicios de telecomunicaciones de los países en desarrollo mantienen una marcada diferencia con los de las naciones vanguardistas, debido a razones inherentes a ellos mismos y que abarcan aspectos tales como la composición de su producto nacional bruto y las limitaciones procedentes de su balanza comercial, que les hace indispensable la búsqueda de fuentes de financiamiento; la localización de sus centros de producción y de consumo, ubicados en grandes polos de desarrollo que concentran a la mayoría de los usuarios potenciales dejan a un lado al resto de la población debido a la baja rentabilidad de las inversiones.

En este capítulo se tratará de establecer en términos relativos la situación del país con sus promedios nacionales mediante los indicadores más significativos, para caracterizar los problemas presentes tomando en cuenta las cuestiones económicas y financieras del

Capítulo III

entorno moderno y las condiciones variables que se presentan a la industria de las telecomunicaciones.

A) Contexto nacional

a.1) Condiciones geográficas.

México es el puente que une las dos masas continentales americanas y cuenta con una superficie de 1,969,269 kilómetros cuadrados. Está surcado por cordilleras y montañas. La actividad volcánica es considerable y ha influido notablemente en el suelo. Una inmensa altiplanicie se extiende desde el centro del país hasta el límite norte.

Tiene una zona tropical y otra extratropical, y esto, unido a la complicada orografía del país, origina una variedad climática muy grande. Las precipitaciones son más importantes en la vertiente atlántica y bastante reducidas en el noroeste, encontrándose clima alpino en las altas montañas.

La situación geográfica del país hace de él un punto central de intercambios económicos, por lo que debemos empezar a considerar cómo podemos utilizar en forma

eficiente nuestra infraestructura de telecomunicaciones para poder ingresar al intercambio de servicios, que se está planteando mundialmente, en forma ventajosa.

a.2) Consideraciones demográficas.

Uno de los elementos importantes que influyen sobre la planeación de una red de telecomunicaciones es el demográfico, ya que la demanda de estos servicios se ve directamente afectada por: el crecimiento y la distribución de la población (rural y urbana), la participación por grupos de edades y la importancia económica de las ciudades, entre otros.

Observando el efecto de los programas de planificación familiar, la población crecerá con tasas cada vez menores a las anteriores, mas parece inalcanzable el uno por ciento que se ha propuesto como meta oficial para el año 2000 como porcentaje anual de crecimiento, aún ante la reducción notoria obtenida en el censo de 1990.

La cifra real de esta tasa será la meta a superar por la cobertura de servicios y por lo tanto, por los niveles de inversión suficientes para sostenerla, lo que marca una dura competencia para el incremento de la densidad telefónica que actualmente es una de las más bajas del mundo, con 6.39 líneas por cada 100 habitantes.

Capítulo III

Los grupos de edades constituyen otra variable demográfica de importancia, ya que es natural que entre ciertas edades, por razones sociales, laborales o de movilidad geográfica se utilicen más los medios de telecomunicación. Entre los 20 y los 40 años, y por los factores anteriores se observa una mayor demanda per cápita, por lo que dependiendo de su participación en la pirámide poblacional por grupos de edades tendremos determinada gran parte de la concentración en la demanda.

Tomando en cuenta que el predominio actual se basa en los grupos de menor edad, el envejecimiento de la población, dado por la mayor esperanza de vida influirá, muy posiblemente, en el aumento de la necesidad real de contar con más servicios de comunicación.

Un aspecto más a considerar es el nivel de educación, cuya proporción es directa con la demanda de servicios al aumentar el campo de acción y las perspectivas según el índice de escolaridad.

Según la Encuesta Nacional de Valores Educativos (ENAVE) se puede decir, sobre una muestra, que el deseo de la población es que sus hijos tengan mucha educación escolar, aunque las expectativas reales disminuyan las cifras, existiendo una diferencia significativa. No obstante, las posibilidades de obtener un mejor nivel

¹ Según estudio realizado por la Fundación Javier Barros Sierra.

son más altas para los hijos, pues se pueden señalar como motivos para seguir estudiando: los deseos de superación, el mejoramiento de ingresos y el bienestar familiar.

Se denota que la mayor causa del fracaso escolar es el factor económico, haciendo ver a éste como el principal elemento en la distribución del fracaso y el éxito escolar.

Otro factor importante a tomar en cuenta en la planeación de una red, lo constituye el movimiento migratorio. Entre los diferentes tipos de desplazamientos internos de un país, cabe resaltar por su significación económica y social aquellos en que los habitantes de las zonas rurales se cambian a las urbanas y preferentemente a las ciudades de mayor tamaño.

En forma general, estos movimientos se deben a la combinación de varias situaciones como: el desempleo, bajos ingresos, deficiencias en los servicios, falta de medios de instrucción, etcétera.

Los movimientos migratorios se traducen en una demanda inmediata de toda una serie de servicios y obras públicas, entre los cuales están directamente involucrados los servicios de telecomunicaciones.

En nuestro país, la población urbana representaba en 1930 aproximadamente el 17% de la población total, y en

Capítulo III

la década de los setenta igualó a la población rural, estando ahora por encima de ésta.

Según el último censo de población el país cuenta con 81,140,536 habitantes². La tasa promedio de crecimiento en la última década fue de 1.95%. En la tabla III.a.2.1 se puede observar la variación de la distribución de la población en el territorio nacional y la tendencia hacia la urbanización.

a.3) Consideraciones económicas

El aspecto económico también ejerce una gran influencia en la demanda y en la posibilidad de incrementar la infraestructura de telecomunicaciones.

La estructura de nuestra economía se basa en un sistema de producción mixto, en donde participan tanto la propiedad privada de los medios de producción como el estado con una intervención cada vez menor, asumiendo tan sólo una función regulatoria.

El crecimiento de la economía, se ha llevado a cabo con fuertes desequilibrios entre los sectores primario, secundario y terciario; comprendiendo el primero la

² Datos Preliminares tomados del INEGI

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y minería; el segundo el industrial y el tercero el de servicios.

Tabla III.a.2.1

POBLACION								
AÑO	TOTAL	URBANA	RURAL	% RESPECTO A LA POBLACION TOTAL		TASA DE CRECIMIENTO		
				URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
1930	16552722	2891000	13662000	17.46	82.53	n.d.	n.d.	n.d.
1935	18036623	3369415	14667208					
1940	15653552	3927030	15727000	19.98	80.02	1.73	3.11	1.41
1945	22514108	5316629	17197479					
1950	25791017	7198000	18593000	27.90	72.09	2.75	6.24	1.85
1955	30011714	9579149	20432565					
1960	34923129	12748000	22175000	36.50	63.49	3.07	5.88	1.77
1965	41038715	16574661	24464054					
1970	48225238	21550000	26675000	44.68	55.31	3.27	5.39	1.86
1975	56777675	27308199	29469466					
1980	66846833	34605000	32242000	51.76	48.23	3.31	4.85	1.91
1985	73623589	■ 42222158	■ 31400431					
1990	P 81140922					1.95		

Notas:

La Población Urbana es aquella que se encuentra en poblaciones de 15,000 o más habitantes.

P : Datos Preliminares

E : Datos Estimados

n.d.: No Disponible

Fuente: Estadísticas Históricas de México, Tomo I, INEGI-SPP; Censos de Población, INEGI-SPP.

Capítulo III

El sector primario, concretamente las actividades agrícolas, es el que ha experimentado un crecimiento más lento en las últimas tres décadas, pero podemos observar que hay áreas de nuestra economía que están teniendo un rápido desarrollo. Las maquiladoras, los servicios turísticos, los servicios financieros, las ramas en que se están impulsando las importaciones no petroleras y la generación de nuevos polos de desarrollo, plantean grandes demandas en el campo de las telecomunicaciones.

Para obtener una visión amplia de la situación en que se encuentra actualmente la infraestructura de telecomunicaciones, es importante señalar las condiciones económicas bajo las cuales se ha desarrollado el país desde la década de los sesenta, ya que mientras en esa época las telecomunicaciones alcanzaron un avance espectacular en las naciones altamente tecnificadas, debido a la revolución de la electrónica, en nuestro país se redujeron las posibilidades de progresar en esta rama a causa del proteccionismo existente.

En aquel tiempo, según se muestra en la tabla III.a.3.1, nuestra economía crecía a tasas del 6%; la inflación era del orden del 3% anual; la deuda externa apenas sumaba 2114 millones de dólares; el déficit comercial ascendía a 400 millones de dólares, a 12.5 pesos por dólar, y el salario mínimo mensual era de 17.8 pesos³.

³ Datos Tomados de la Revista Expansión, Junio de 1991.

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

Tabla III.a.3.1

PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL Y POR HABITANTE								
AÑO	TOTAL MILLONES DE PESOS CORRIENTES	TASA DE CRECIMIENTO %	TOTAL MILLONES DE PESOS DE 1980	TASA DE CRECIMIENTO REAL %	PIB PER CAPITA			
					PESOS CORRIENTES POR HABITANTE	TASA DE CRECIMIENTO %	PESOS DE 1980 POR HABITANTE	TASA DE CRECIMIENTO REAL %
1940	8248.8		371369.9		419.7		18896.3	
1945	20565.6	20.04	497949.1	6.04	888.4	16.18	21497.4	2.60
1950	42162.8	15.44	662553.4	5.87	1540.1	11.63	24202.0	2.40
1955	90053.3	16.38	888168.8	6.03	2843.5	13.04	28045.4	2.99
1960	159703.2	12.14	1197080.6	6.15	4307.8	8.66	32289.8	2.85
1965	267420.2	10.86	1588674.9	7.12	6147.5	7.37	38820.1	3.75
1970	444271.4	10.68	2358991.2	6.91	8681.2	7.14	46095.7	3.49
1975	1120192.1	20.31	3238848.0	6.54	18622.3	16.49	53843.5	3.15
1980	4470077.3	31.88	4470077.0	6.65	64174.5	28.07	64174.4	3.57
1985	47391702.0	60.35	4920430.0	1.93	643702.6	58.58	66832.2	0.81
1986	79442870.0	67.63	4732150.0	-3.82	1058402.1	64.42	63045.5	-5.66
1987	192934856.0	142.85	4802394.0	1.48	2521269.4	138.21	62757.6	-0.45
1988	392714900.0	103.54	4884242.0	1.70	5033831.8	99.65	62606.3	-0.24
1989	511537500.0	30.25	5037763.0	3.14	6556903.6	30.25	63339.0	1.17
1990	9668691100.0	30.72	5236337.0	3.94	8241107.9	25.68	64533.8	1.80

Fuente: Indicadores Económicos de México, Banco de México; y Censos de Población y Vivienda, INEGI-SPP.

P: Datos Preliminares.

Capítulo III

En 1990 el PIB creció a un ritmo de 3.5%; la inflación era de 30% anual; la deuda externa asciende a 75 mil millones de dólares a un tipo de cambio de 2838.4 pesos por dólar; el déficit comercial es de 2996 millones de dólares y el salario mínimo es de 13.7 pesos de 1965'.

B) Estructura de la administración de telecomunicaciones

Los servicios públicos de telecomunicaciones de los países en desarrollo, generalmente son proporcionados por entidades que forman parte de la administración gubernamental o de empresas paraestatales. Estas entidades tienen el monopolio de todos los servicios de telecomunicaciones, así como de las funciones reguladoras.

En México las telecomunicaciones recaen en la responsabilidad del gobierno, cuya Dirección General de Telecomunicaciones presta servicios de conducción de señales. También a través de Telégrafos Nacionales, Servicio Postal Mexicano y Telerreservaciones, presta los servicios públicos de telégrafos, correos y reservaciones de aerolíneas nacionales respectivamente.

Los servicios de radio y televisión generalmente han sido concesionados al igual que el servicio telefónico

* Datos tomados de la Revista Expansión, Junio de 1991.

público, el cual es prestado por Teléfonos de México S.A. y Teléfonos del Noreste.

En años recientes la tecnología de las comunicaciones y la práctica de los negocios han cambiado en forma acelerada, especialmente en los países industrializados, ya que en éstos se ha dejado sentir una fuerte demanda, por parte de los grandes usuarios, de mejores servicios de comunicación, más variados y más económicos, lo que refleja la toma de conciencia de la importancia económica del sector. Para responder a estas necesidades una verdadera ola mundial de cambios en las políticas y estructuras de las telecomunicaciones se han puesto en movimiento. En Estados Unidos de Norte América, la estructura de las telecomunicaciones ya ha entrado a la libre competencia, marcando la pauta para optimizar los niveles de calidad, acelerando la desregulación y el rompimiento de la AT&T. En Reino Unido y Japón las telecomunicaciones ya han pasado a manos del sector privado. Estos y otros ejemplos, nos muestran que la privatización es un fenómeno que está acompañando a la transformación de las telecomunicaciones, de un servicio monopolístico a un mercado competitivo.

En otras épocas, se otorgó a las comunicaciones una relativa y modesta participación en la solución de los problemas nacionales. Este enfoque cambió en el pasado reciente y se les concedió un carácter trascendente, lo que produjo una importante reforma estructural en la administración, tendiente a integrar una moderna red de telecomunicaciones con la más amplia cobertura.

Capítulo III

Para lograr esto, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) diseñó un programa de trabajo para 1991, el cual destaca la indispensable modernización y expansión de los sistemas de telecomunicaciones, que se basará en el reglamento de telecomunicaciones publicado el 29 de octubre de 1990. Este constituye un moderno marco jurídico que contiene los instrumentos para regular las comunicaciones, dentro de un nuevo ambiente tecnológico y de administración pública, en el que se considera ya, la nueva operación de Telmex, la definición de la función estratégica del organismo Telecomm y la apertura a la competencia de nuevos servicios de telecomunicaciones.

Además, la SCT fortalecerá sus funciones como autoridad reguladora para inducir el desarrollo eficiente de los servicios de telecomunicaciones. Se modernizará la gestión del sistema de radiofrecuencias con objeto de lograr un uso más eficiente de este recurso limitado.

La SCT vigilará el cumplimiento de las cláusulas que el título de concesión establece para Telmex: garantizar la rectoría estatal en las telecomunicaciones; mejorar radicalmente el servicio telefónico a los ciudadanos; garantizar los derechos de los trabajadores; expandir el sistema telefónico; realizar investigación científica y tecnológica para fortalecer la soberanía; y permanecer bajo el control mayoritario de los mexicanos.

C) Evolución de la infraestructura de telecomunicaciones

En la actualidad, se cuenta con un conjunto de servicios de comunicación que si bien no contemplan una cobertura acorde con los requerimientos de la población y de las actividades económicas, se ha venido creando la infraestructura para conferir mayor capacidad a los diferentes servicios, de tal modo, que el país en un esfuerzo constante disponga de un sistema nacional de comunicaciones eficiente y equilibrado.

c.1) Teléfonos

Entre los quinquenios de 1950 y hasta 1975 se mantuvo una tasa de crecimiento ascendente en el número de teléfonos, aumentando en 13.8 veces, como se puede apreciar en la tabla III.c.1.1. En estos años la economía crecía a una tasa anual media de 6%, siendo una de las más altas del mundo, por lo que en este periodo la inversión en la planta telefónica tuvo un incremento real.

La distribución de las líneas telefónicas se concentra principalmente en dos sectores, el comercial y el residencial, como se puede ver en la tabla III.c.1.2.a; este último fue ganando terreno respecto al primero, debido entre otras razones, a que México desarrolló en

Capítulo III

Tabla III.c.1.1

NUMERO DE TELEFONOS		
AÑO	TOTAL	
	Num.	T.C.
1945	216103	n.d.
1950	284578	5.66
1955	364991	5.10
1960	531956	7.82
1965	827739	9.24
1970	1516675	13.53
1975	2982252	13.81
1980	5024161	10.99
1984	6811000	
1985	7325000	7.83
1986	7735000	
1987	8176000	
1988	8666000	
1989	9579000	
1990	10691000	7.85

Tabla III.c.1.1 a

NUM. DE TEL. POR SECTOR Y % RESPECTO AL TOTAL						
AÑO	SECTOR COMERCIAL		SECTOR RESIDENCIAL		SECTOR OFICIAL	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%
1965	423853	51.20	356164	43.02	30030	3.62
1970	728043	48.00	723818	47.72	37325	2.46
1975	1171864	39.29	1653359	55.43	68279	2.28

Fuente: Manual de Estadísticas Básicas del Sector Com. y Transportes, SPP, 1984.

n.d.: Dato No Disponible

T.C.: Tasa de Crecimiento del número de teléfonos con respecto al quinquenio anterior

Fuente: Anuarios Estadísticos de la SCT; Manual de Estadísticas Básicas del Sector Com. y Transportes, SPP; y Segundo Informe Presidencial, 1990.

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

Tabla III.c.1.2

LINEAS TELEFONICAS		
AÑO	TOTAL	
	num.	T.C.
1940	79732	
1945	100054	4.64
1950	141544	7.18
1955	242981	11.41
1960	318947	5.59
1965	466180	7.88
1970	823425	12.05
1975	1596658	14.16
1980	2633882	10.52
1985	3705000	7.06
1986	3927000	
1987	4092800	
1988	4301400	
1989	4847100	
1990	5489000	8.17

Tabla III.c.1.2.a

NUMERO DE LINEAS TELEFONICAS POR SECTOR Y % CON RESPECTO AL TOTAL										
AÑO	SECTOR COMERCIAL		SECTOR RESIDENCIAL		PBX		PUBLICAS		OTRAS	
	NUM.	%	NUM.	%	NUM.	%	NUM.	%	NUM.	%
1940	34650	43.45	38997	48.91	4627	5.81	226	0.28	1222	1.53
1945	55976	55.94	40490	40.45	2302	2.30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1950	75866	53.59	59960	42.36	3943	2.78	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1955	111015	45.68	109964	45.25	8633	3.55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1960	137806	43.20	151821	47.60	15936	4.99	7371	2.31	6013	1.88
1965	180804	39.78	243114	52.15	26928	5.77	7594	1.65	7640	1.63
1970	271942	33.02	475514	57.74	46936	5.70	11195	1.35	17838	2.16
1975	429124	26.87	1052929	65.94	75022	4.69	11617	0.72	27966	1.75
1980	615408	23.36	1818287	69.03	123570	4.69	27652	1.04	48965	1.85
1984	748023	22.05	2385677	70.33	169161	4.98	35192	1.03	54062	1.59

n.d.: Dato No Disponible

Fuente: Informes Anuales de la Dir. Gral. de Planeación de TELMEX.

T.C.: Tasa de Crecimiento con respecto al quinquenio anterior

Fuente: Informes Anuales de la Dir. Gral de Planeación de TELMEX; Anuarios Estadísticos de la SCT; y Segundo Informe de Gobierno 1990.

Capítulo III

esa etapa una importante base industrial y amplió considerablemente su mercado interno, formándose una capa cada vez más numerosa de su población con ingresos medios y con mayor capacidad de consumo. Esto, aunado a la alta tasa de crecimiento de la población que se dio en el país, propició un aumento en la demanda, ocasionando que el porcentaje de solicitudes atendidas con respecto a las presentadas decayera a partir de 1970, (tabla III.c.1.4). Además con la inclinación hacia la urbanización de la población, crece el número de usuarios de este servicio debido a la necesidad de información, propia del ritmo de las ciudades.

El sector telefónico que por muchos años se distinguió por su crecimiento continuo, se vio afectado por múltiples problemas que limitaron su desarrollo y produjeron un palpable deterioro en el servicio, ocasionando una serie de rezagos entre los que cabe hacer notar:

- La existencia de 10 mil poblaciones con más de 5 mil habitantes que hasta fines de 1990 carecían de servicio telefónico.
- Hasta finales de 1990 existían sólo 40 mil casetas telefónicas públicas, por lo que se calcula un déficit de 60 mil.
- El número de líneas conectadas resulta insuficiente para alcanzar los niveles internacionales de densidad telefónica.
- Hay una gran demanda de líneas nuevas que no ha sido atendida.

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

Una de las causas que dio origen a estos rezagos fue la inversión real por habitante (manejada en pesos constantes de 1980, tabla III.c.1.3) en la planta telefónica, ya que se había mantenido en forma ascendente hasta 1972, y posteriormente se redujo hasta obtener su

Tabla III.c.1.3

INVERSION EN PLANTA TELEFONICA							
AÑO	MILLONES DE PESOS CORRIENTES	MILLONES DE PESOS CTNS. DE 1980	PESOS DE 1980 PER CAPITA	AÑO	MILLONES DE PESOS CORRIENTES	MILLONES DE PESOS CTNS. DE 1980	PESOS DE 1980 PER CAPITA
1963	292.113	2000.773	52.00	1977	6324.889	11605.300	191.47
1964	380.000	2451.612	61.69	1978	7457.552	11670.613	186.36
1965	601.903	3809.512	92.82	1979	8126.941	10527.125	162.70
1966	706.472	4281.648	101.01	1980	10458.796	10458.796	156.45
1967	1036.984	6136.000	140.17	1981	14302.549	11351.229	164.35
1968	1352.153	7815.913	172.87	1982	24792.577	12225.136	171.32
1969	1166.670	6492.611	139.04	1983	40627.942	10522.647	143.13
1970	1474.270	7841.861	162.60	1994	80327.000	13074.055	171.63
1971	1583.491	7917.455	158.90	1995	n.d.	n.d.	n.d.
1972	2273.661	10674.464	207.35	1986	171249.000	10204.326	135.95
1973	2323.253	9640.053	181.24	1987	621237.000	15458.635	202.01
1974	3109.720	10435.302	199.89	1988	1496905.000	18618.221	238.64
1975	3878.056	11208.254	197.40	1999	2331620.000	22962.576	288.70
1976	4817.547	11608.546	197.88	1990	4016303.000	31451.080	387.61

n.d.: Dato No Disponible

Fuente: Informes Anuales de la Dir. Gral. de Planeación de TELMEX; y Revista Expansión (1986-1990).

Capítulo III

cifra más baja en 1986, ocasionando que la tasa de crecimiento del número de teléfonos se redujera de 13.81% en 1975 a 10.99% en 1980, continuando su caída hasta 1990 con 7.85% con respecto a 1985, no obstante que a partir de 1987 se produjo una alza importante en la inversión real por habitante.

Entre 1980 y 1984 se acentuó la demanda insatisfecha de teléfonos, teniéndose tasas muy por debajo de las anteriormente obtenidas, a pesar de haberse reducido el número de solicitudes telefónicas presentadas, muy posiblemente debido a la crisis económica que impactó al país en 1982, tabla III.c.1.4.

Tabla III.c.1.4

SOLICITUDES TELEFONICAS							
ANO	SOLICITUDES TELEFONICAS PRESENTADAS	SOLICITUDES TELEFONICAS ATENDIDAS	SOL. TEL. ATEN. COMO % DE LAS SOL. TELEFONICAS PRESENTADAS	ANO	SOLICITUDES TELEFONICAS PRESENTADAS	SOLICITUDES ATENDIDAS	SOL. TEL. ATEN. COMO % DE LAS SOL. TELEFONICAS PRESENTADAS
1967	90458	55917	61.81	1977	521705	363080	58.09
1969	119140	78516	65.90	1978	582452	340986	58.54
1971	400903	223092	55.64	1979	621773	307658	49.48
1972	398094	219664	55.17	1980	756860	347965	45.97
1973	356981	172225	48.24	1984	583307	109982	18.85
1974	486417	279596	57.48	1985	616095	78121	12.68
1975	310134	164880	53.16	1986	710821	107332	15.29
1976	487663	234438	48.07	1987	696452	118920	17.11

Fuente: Anuarios Estadísticos de la SCT.

6-

6-

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

En cuanto a densidad telefónica se refiere (tabla III.c.1.5), se ha venido incrementando año con año debido a que la tasa de crecimiento de los teléfonos se ha mantenido por arriba de la tasa de crecimiento de la población, a pesar de que ésta ha sido alta. Sin embargo, deberá obtenerse en un futuro inmediato un aumento en la tasa de crecimiento de los teléfonos para poder aspirar a una mejoría en este rubro, ya que actualmente es una de las más bajas, ocupando el número 23 en América Latina y el 83 a nivel mundial⁴.

Tabla III.c.1.5

DENSIDAD TELEFONICA			
AÑO	TELEFONOS POR CADA 100 HAB.	AÑO	TELEFONOS POR CADA 100 HAB.
1945	0.95	1984	8.94
1950	1.10	1985	9.40
1955	1.21	1986	9.70
1960	1.52	1987	10.10
1965	2.01	1988	10.30
1970	3.14	1989	11.40
1975	5.25	1990	P 13.17
1980	7.51		

Fuente: En base a datos obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la SPP se hicieron los cálculos correspondientes.

P: El año de 1990 se calculó en base a datos preliminares.

⁴ Datos tomados de la Revista Expansión, Febrero de 1991.

Capítulo III

Con objeto de superar el estado actual en que se encuentra la empresa, Telmex ha diseñado un plan trabajo con los siguientes puntos:

- Crecimiento del 12% anual.
- Servicio con conmutación automática en todas las poblaciones del país con más de 5 mil habitantes (según censo de 1990).
- En 1995 se atenderá cualquier solicitud de servicio telefónico básico en un plazo no mayor a seis meses, plazo que se disminuirá en un mes por cada año que transcurra hasta el año 2000, a partir del cual el lapso de respuesta será de un mes.
- Servicio a todas las poblaciones con más de 500, habitantes al menos con una caseta de servicio de larga distancia antes de 1995.
- Servicio mediante conmutadores manuales o electrónicos en todas las poblaciones de 2500 habitantes, en donde exista un mínimo de 100 solicitudes de usuarios.
- Aumentar la densidad de las casetas públicas de 0.5 a 2 unidades por cada mil habitantes.
- Reducción del número de líneas descompuestas, en 1988 eran el 1.5% del total, a menos del 0.5% en 1994.

c.2) Telex

El sistema telex es un servicio relativamente joven en el país ya que su introducción data de 1959, y puede

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

notarse en la tabla III.c.2.1 que es un servicio que predominantemente se brinda a las instituciones, ya sean éstas: industriales, comerciales, de crédito, turísticas o de otra índole, más que a particulares.

Tabla III.c.2.1

ABONADOS AL SERVICIO TELEX												
AÑO	TOTAL		INDUSTRIA		COMERCIO		INSTITUCIONES DE CREDITO		TURISMO		OTROS	
	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%
1965	1045	100	373	35.69	193	18.46	214	20.47	37	3.54	228	21.81
1970	2653	100	992	37.39	411	15.49	491	18.50	74	2.78	685	25.81
1975	4980	100	1280	25.70	931	18.69	797	16.00	249	5.00	1723	34.59
1980	9939	100	2361	23.82	2014	20.33	1057	10.67	421	4.25	4056	50.53
1981	10693	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1982	12347	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1983	13853	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1984	14500	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1985	16114	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1986	16961	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1987	17505	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	
1989	17054	100	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	

Fuente: Manual de Estadísticas Básicas del Sector Comunicaciones y Transportes. SPP, Octubre de 1984; y anuarios Estadísticos de la SCT.

Se considera que es un servicio económico que no requiere de personal especializado para operarlo ya que la transmisión es muy simple y la recepción es automática.

Capítulo III

De la evolución de su infraestructura podemos decir que de contar en 1960 con 480 líneas instaladas y 325 ocupadas, a las cifras de 1989 de 24671 y 17054 se obtienen 51.4 y 52.5 veces más respectivamente, tanto en oferta como en demanda. Además, de las 28 ciudades enlazadas en 1965 a las 66 enlazadas en 1987 se ha logrado un avance que pudiera parecer poco significativo comparativamente con la red telefónica, mas esto es debido a la naturaleza de los usuarios de este servicio.

Tabla III.c.2.2

LINEAS TELEX					
AÑO	LINEAS INSTALADAS	%	LINEAS OCUPADAS	%	POBLACIONES ENLAZADAS AL SERVICIO TELEX CON BARRAS DE LARGA DISTANCIA
1960	480	100	325	67.70	
1965	1686	100	1045	62.20	28
1970	4430	100	2653	59.88	34
1975	6050	100	4980	82.31	59
1980	11477	100	9909	86.33	64
1985	23319	100	16114	69.10	61
1986	23916	100	16961	70.91	66
1987	24526	100	17505	71.37	66
1988	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1989	24000	100	17054	69.12	n.d.
1990	24663	100	n.d.	n.d.	n.d.

E: Dato Estimado en la fuente n.d.: Dato No Disponible

Fuente: Manual de Estadísticas Básicas del Sector Com. y Transportes, SPP, 1984; Anuarios Estadísticos de la SCT; Informes Presidenciales; Anuarios Estadísticos de la SPP; y México Social, Banamex, 1984.

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

Tomando en cuenta la distribución existente, según datos de la SCT, de las centrales en el territorio nacional, es de notarse que éstas se encuentran ubicadas en ciudades con cierto grado de urbanización y un determinado número de habitantes.

Se puede notar que al transcurrir de los años la planta instalada nunca ha sido ocupada en su totalidad, teniendo como referencia la tabla III.c.2.2, contrariamente a lo que ocurre en el caso de teléfonos donde siempre ha existido una demanda no satisfecha.

c.3) Teleinformática

En estos tiempos la necesidad de importantes sectores de usuarios van más allá de la comunicación de voz y les es ya de interés primordial la transmisión de datos.

Al entrar de lleno a la era de la tercera generación de computadoras, en el mundo había tan solo 100 mil equipos para el procesamiento de la información. México no era ajeno a este cambio tecnológico, algunas empresas invirtieron en 1965 alrededor de 64 mil dólares mensuales en renta de equipo de cómputo, lo que representaba apenas 250 computadoras distribuidas en el país.

Para 1972, habían 500 equipos y el valor del mercado no excedía los 80 millones de dólares, lo que marca a esta

Capítulo III

década como una etapa previa al despunte de la industria de cómputo.

Tabla III.c.3.1

TELEINFORMATICA						
AÑO	SISTEMAS PRIVADOS	CIUDADES ENLAZADAS	TERMINALES DE LOS SIST. PRIVADOS	SISTEMAS PUBLICOS	TERMINALES DE LOS SIST. PUBLICOS	USUARIOS DE LOS SIST. PUBLICOS
1973	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1974	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1975	24	n.d.	334	n.d.	n.d.	n.d.
1975	54	n.d.	1625	n.d.	n.d.	n.d.
1977	68	n.d.	1949	n.d.	n.d.	367
1978	134	n.d.	2349	n.d.	n.d.	414
1979	174	24	4546	4	792	362
1980	263	24	7542	4	1496	1433
1981	375	24	9373	4	1502	861
1982	442	24	12713	4	1508	450
1983	486	25	14842	5	1513	496
1984	550	25	17323	5	1519	550
1985	758	25	24044	5	1525	648
1986	807	27	28174	7	1531	732
1987	910	27	32280	7	1537	827
1988	1026	27	33141	8	1629	934
1989	1121	27	35641	8	1716	1055

Fuente: Informes Presidenciales; y Anuarios Estadísticos, SPP.

En México el sector privado tomó la iniciativa para instalar el primer sistema de teleinformática en el año de 1973, y hace aún más notoria su participación imponiendo presiones interesantes y trascendentales tanto sobre los prestadores del servicio como sobre los organismos reguladores y legislativos.

Aunque hasta hace algunos años en México el número de usuarios de sistemas de teleinformática no era grande, ya que se contaba en 1975 con sólo 24 sistemas privados registrados, la proliferación de éstos ha sido rápida, en especial desde la puesta en órbita del satélite Morelos, pues en 1989 ya se tenían 1121, aunque no por ello deja de existir un importante retraso con respecto a otros países con mayor grado de desarrollo.

El aumento en el interés del público por estos sistemas se hace notorio por el crecimiento del número de terminales que pasó de 334 en 1975 a 35461 en 1989, teniendo como tasa anual promedio de crecimiento, entre esos años, el 39.59%.

D) Tendencias según el modelo logístico de crecimiento

Frecuentemente existe un tiempo de demora entre el conocimiento de la inminencia de un evento y su ocurrencia. Si el tiempo de retraso es largo y el

Capítulo III

resultado final depende de factores identificables, el planear puede desempeñar un papel importante.

En tales situaciones el crear una posible imagen del futuro se hace necesario para determinar cuando ocurrirá un evento o surgirá una necesidad y así tomar las acciones apropiadas de modo que sean efectivas y eficientes.

Cualquier persona puede cuestionar la validación de una disciplina dirigida a predecir un futuro incierto, sin embargo, debe reconocerse que el progreso se ha logrado sobre imágenes realizadas en base a datos y hechos del pasado.

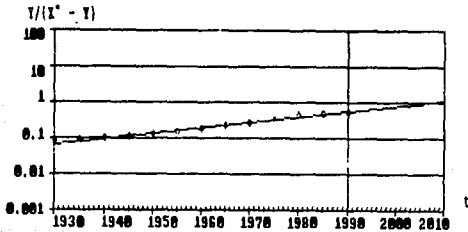
En la actualidad existe una gran variedad de métodos y modelos matemáticos que alimentándose con datos históricos proyectan posibles imágenes basadas en la hipótesis de que el sistema seguirá comportándose como en el pasado.

Uno de los modelos que mejor se adapta a este tipo de proyecciones es el que parte de las ecuaciones de tipo Volterra y cuyas soluciones son las funciones logísticas, de las cuales nos valdremos para obtener algunos escenarios tendenciales.

d.1) Población

Se puede observar que la tasa de crecimiento de la población a partir de la última década tiende a

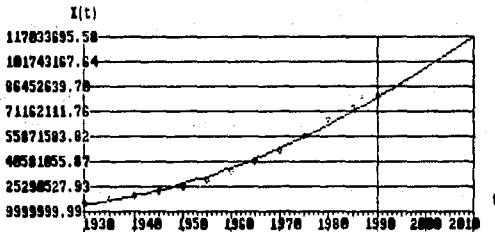
Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México



a) Representación en un Plano Semilogarítmico

AÑO	VALOR
1995	89037892
2000	98277727
2005	107656905
2010	117033695

Valores
Proyectados



b) Representación en el Plano $X(t)$ vs t (curva S).

$X^* = 215 \times 10^6$

X^* se alcanzará en
el año 2135

Notas

$X(t)$ => Población en México

Y => Datos Históricos de $X(t)$ (1930 - 1990; referirse a la tabla III.a.2.1)

X^* => Valor máximo que puede alcanzar la variable $X(t)$ (Punto de Saturación).

t => tiempo

Gráfica III.d.1.1. Ajuste Logístico de la Población Total en México

disminuir, reflejándose el efecto de los programas de planificación familiar, con lo cual el número de habitantes podría llegar a ser 98,277,727 en el año 2000 y 117,033,695 en año 2010 según la imagen que ofrece el modelo logístico de la gráfica III.d.1.1.

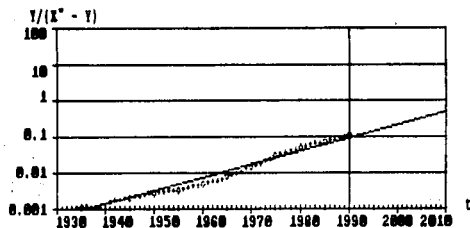
Capítulo III

d.2) Teléfonos

La demanda creciente del servicio telefónico en nuestro país nos hace pensar que éste seguirá siendo el principal servicio de telecomunicaciones, debido entre otras cosas, al carácter personal que encierra el utilizar nuestro medio natural de comunicación, el habla; al contar ya en nuestros días con una red altamente sofisticada tendiente a integrar las naciones por medio de un sistema común; y al estar directamente involucrado en el desarrollo de cada país como factor esencial de sus economías, lo que se comprueba al analizar la relación existente entre el PIB per cápita, la densidad telefónica y el grado de desarrollo de las naciones, elementos todos, directamente proporcionales y altamente elevados en los países industrializados.

En México de continuar con la tendencia que se ha venido presentando hasta 1990, es de esperarse que para el año 2000 el número de teléfonos oscile entre 18,364,140 y 19,510,865 y hacia el año 2010 exista una fluctuación entre 34,402,139 y 40,037,429; como se puede apreciar en las gráficas III.d.2.1 y III.d.2.2.

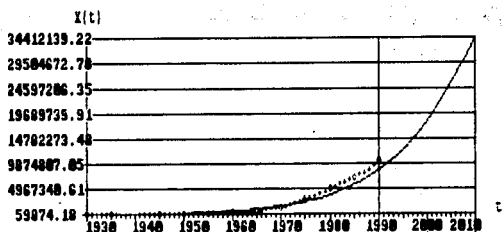
Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México



a) Representación en el Plano Semilogarítmico

AÑO	VALOR
1995	12838519
2000	18364140
2005	25570272
2010	34412139

Valores
Proyectados



b) Representación en el Plano $X(t)$ vs t (curva S)

$X^* = 100 \times 10^6$

X^* se alcanzaría en
el año 2071

Notas

$X(t)$ => Número de Teléfonos en México

Y => Datos Históricos de $X(t)$ (1945 - 1990; referirse a la tabla III.c.1.1)

X^* => Valor máximo que puede alcanzar la variable $X(t)$ (Punto de Saturación)

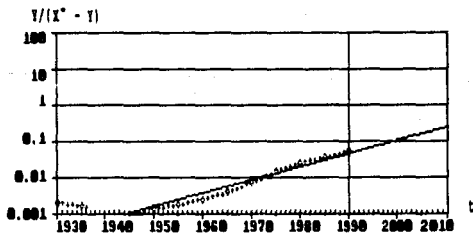
t = tiempo

Gráfica III.d.2.1. Ajuste Logístico del Número de Teléfonos en México

Con los datos obtenidos en el escenario de población, estas cifras nos conducirían a tener una densidad telefónica para el año 2000 entre 18.6 y 19.8 teléfonos por cada 100 habitantes y entre 29.3 y 34.2 para el 2010, de continuar por este camino, el país se atrasaría

Capítulo III

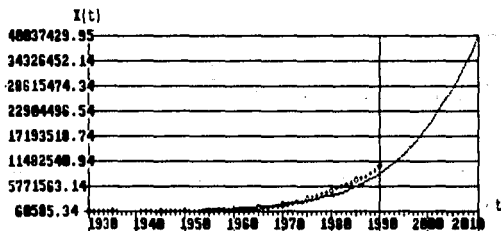
aún más con respecto a los países industrializados. Sin embargo, se espera que con la privatización de Telmex se mejoren estas condiciones.



a) Representación en el Plano Semilogarítmico

AÑO	VALOR
1995	13265934
2000	19510865
2005	26250834
2010	40037429

Valores
Proyectados



b) Representación en el Plano $X(t)$ vs t (curva S)

$$X^* = 200 \times 10^6$$

X^* se alcanzaría en
el año 2080

Notas

$X(t)$ => Número de Teléfonos en México

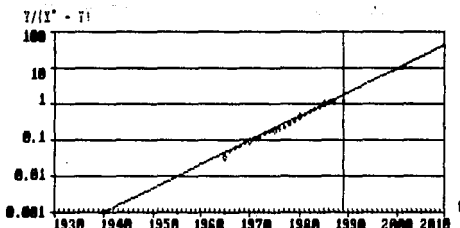
Y => Datos Históricos de $X(t)$ (1945 - 1990; referirse a la tabla III.c.1.1)

X^* => Valor máximo que puede alcanzar la variable $X(t)$ (Punto de Saturación)

t => tiempo

Gráfica III.d.2.2. Ajuste Logístico del Número de Teléfonos en México

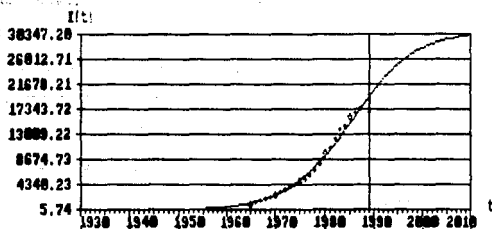
d.3) Telex



a) Representación en el Plano Semilogarítmico

AÑO	VALOR
1995	25326
2000	29107
2005	29603
2010	30347

Valores
Proyectados



b) Representación en el Plano $X(t)$ vs t (curva S)

$X^* = 31011$
 X^* se alcanzará en
 el año 2015

$X(t)$ => Número de Abonados al Servicio Telex; t => tiempo; X^* => Punto de Saturación
 Y => Datos Históricos de $X(t)$ (1965 - 1989; referirse a la tabla III.c.2.1)

Gráfica III.d.3.1 Ajuste Logístico del Número de Abonados al servicio Telex.

A pesar de ser éste un servicio relativamente joven, en los últimos años su tasa de crecimiento ha decaído en forma notable y tomando en consideración la curva que se ajusta mejor a los datos históricos, encontramos que

Capítulo III

para el año 2000 existirán 28107 abonados al servicio y para el año 2010 habrán ya 30347, llegando a su punto de saturación en el año 2015. Sin embargo, consideramos que este punto podría presentarse algunos años antes debido principalmente a la introducción de nuevos servicios de telecomunicaciones.

d.4) Teleinformática

Con la nueva política de privatización, desincorporación y de apertura comercial y de los servicios, es importante que las empresas y la industria mexicana definan y orienten sus actividades hacia los mercados internacionales. Hoy en día es vital que se reconozca la importancia que tienen éstos y así poder examinar y monitorear los eventos globales que afectan a las empresas para incorporarlos posteriormente a sus estrategias corporativas.

Realizar negocios a nivel internacional constituye un reto por ser una labor muy complicada. Requiere de estrategias muy específicas y de una planeación idónea para manejar las cantidades gigantescas de información que proporciona el medio internacional y para considerar los múltiples factores que lo determinan.

Debido a la escasez de datos que se tienen de los sistemas de teleinformática por su corta edad resulta

difícil precisar una tendencia en base al modelo logístico. Sin embargo, tomando en consideración los factores mencionados, estimamos que su uso siga extendiéndose ampliamente ya que cada día que pasa se convierten en una herramienta de trabajo indispensable en cada una de las actividades de la sociedad moderna.

E) Digitalización de la red telefónica

La información se ha convertido en un recurso vital para organizaciones grandes y pequeñas, las cuales demandan cada vez servicios de telecomunicaciones más sofisticados, entre puntos cada vez más distantes y con velocidades también mayores. Como respuesta a estas peticiones se están proporcionando redes de tecnología digital con funciones apropiadas a los requerimientos implícitos en los servicios.

La digitalización de los sistemas en las redes de telecomunicaciones ha permitido fluidez y descongestión en los enlaces telefónicos, así como una mayor capacidad para el almacenamiento de datos, pero sobre todo, los procesos digitales son parte de una infraestructura para poder llegar a la universalización de las redes y sistemas de telecomunicaciones, en la que se agrupará cada uno de los servicios existentes y cada uno de los que surjan posteriormente como respuesta a la demanda de los consumidores.

Capítulo III

Hacia 1987 el tráfico digital sólo representaba entre el 5 y el 15% del total de las comunicaciones manejadas por el sistema telefónico de los países avanzados.

En el caso de nuestro país, desde 1983 se tuvieron enlaces telefónicos de tipo digital, contando hasta la fecha con cuatro centrales digitales.

Telmex ha recibido peticiones de los usuarios para que a través de su red proporcione servicios de comunicación más complejos, tal como la transmisión de datos. Sin embargo, al no participar directamente en la construcción y administración de estos servicios y a pesar de tener la infraestructura en la cual se basa el servicio de teleinformática del país, no se han podido atender de manera eficiente tales solicitudes, ocasionando la instalación de redes privadas apoyadas por enlaces de microondas terrestres y vía satélite.

Ante tal demanda se ha reconocido la necesidad de brindar atención específica a este tipo de clientes, a quienes se les ha denominado "Grandes Usuarios": empresas generadoras de un alto porcentaje del total de comunicaciones telefónicas, entre las que se incluyen los sectores gubernamental, financiero, industrial y turístico.

Como respuesta a ellos se inició un proyecto, el de la red superpuesta, el cual se basa en la construcción de una red paralela que estará sobrepuesta a la red

telefónica existente y que contará con sus propios medios de transmisión utilizando tecnología avanzada. Los principales atributos y características de la red superpuesta son:

- Atender rápida y eficazmente las demandas de servicios de manera que reflejen una alta disponibilidad.
- Responder con prontitud a las fallas de servicio a través de una infraestructura redundante y de atención continua que ofrezca una gran confiabilidad al servicio.
- Mantener una alta calidad de transmisión.
- Ofrecer un paquete de servicios avanzados de comunicación de voz y datos.
- Establecer las bases para la RDSI en México.

e.1) Estructura de la red superpuesta

Centrales Digitales de Conmutación de Circuitos: éstas apoyan a los servicios conmutados; la red está constituida con base en sistemas de conmutación de circuitos que emplean tecnología digital a través de la cual se ofrecen de modo integral los servicios convencionales de voz y datos, con un gran conjunto de servicios suplementarios.

Medios de Transmisión Digital PCM Local: esta red es la infraestructura de transmisión local donde se apoya la

Capítulo III

red superpuesta y está constituida con base en sistemas de transmisión e interconexión PCM a nivel local (fibras ópticas y radios digitales), ofreciendo facilidades para el transporte de información digital de baja, media y alta velocidad, por medio de circuitos dedicados punto a punto y sin posibilidades de conmutación. También a través de esta red se contará con troncales urbanos para Telefonía Digital.

Medios de Transmisión Digital PCM Inter-Urbana: esta red es el soporte de transmisión de larga distancia. Por medio de sistemas de transmisión e interconexión PCM a nivel interurbano sobre medios digitales de la red de larga distancia o del satélite Morelos, ofrece facilidades para el transporte de información digital de baja, media y alta velocidad a través de circuitos dedicados punto a punto y sin posibilidades de conmutación.

Otra característica importante de la red superpuesta es el hecho de contar con un sistema que permite la administración de la red mediante la utilización de bases computacionales y con el apoyo de terminales de video. A este sistema se le conoce con el nombre de DACS (Sistema de Interconexión y Acceso Digital).

Servicios

Los servicios que se ofrecen a través de la red superpuesta son:

Diagnóstico y Escenarios de las Telecomunicaciones en México

- Troncales digitales privados PABX de alta velocidad que no requieren de modems para transmitir datos a velocidades de 64 Kbits/seg y 2 Mbits/seg.
- Acceso digital a usuarios con equipos analógicos por medio de concentradores o multiplexores de abonado, para transmisión de voz y datos.
- Acceso a la red telefónica pública, así como al servicio de lada 800.
- Marcación entrante directa a extensión, sin intervención de la operadora.
- Grupo cerrado de abonados. Ofrece la oportunidad de acceder a empresas de alto interés de comunicación, sin utilizar la red telefónica pública.
- Centrex básico, permite al cliente hacer uso de los servicios y funciones de un conmutador sin necesidad de inversiones en equipo.
- Centrex avanzado, posibilita al usuario en manejo de voz, datos y video sin necesidad de más erogaciones.

Para 1992 se pretende que 25 ciudades del país estén enlazadas a la red superpuesta, para lo cual se instalarán 19 nodos de conmutación y 127 de transmisión. Así mismo, en este lapso, la red satelital contará con 300 estaciones remotas VSAT, interconectadas a 2 estaciones maestras que estarán ubicadas en el Distrito Federal, y ciudad Juárez, Chihuahua.

Capítulo III

Actualmente la red superpuesta proporciona servicios en las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Ciudad Juárez, Chihuahua, Reynosa y Nuevo Laredo.

Como se puede observar en México se encuentran ya los sistemas y servicios que actualmente se prestan en los países más desarrollados, sin embargo, el tamaño del mercado o la cantidad de abonados que tienen acceso a estos servicios es realmente muy limitado ya que sólo los grandes usuarios tienen la posibilidad de invertir y aprovechar los beneficios que esta red les brinda, razón por la cual la introducción de esta red se está dando en los lugares con más actividad económica.

Integración de servicios

Cada uno de los servicios de telecomunicaciones que existen actualmente pueden ser considerados para implantarse en la RDSI, ya que la fuerza impulsora de ésta ha sido la creciente demanda así como la aparición de nuevos servicios con funciones más sofisticadas, además del deseo de integrarlos por medio de la nueva tecnología.

F) Impacto de la introducción de la RDSI

El impacto de la introducción de la RDSI se da en distintas áreas, a diferentes personas y de varias maneras, según la forma específica del sistema intro-

ducido, escala, área, calidad y cantidad de servicios, etc.

f.1) Impactos a nivel nacional

Los impactos que recibirá un país se pueden dividir en los efectos generales: a la sociedad y economía, a las actividades políticas y a la comunidad local.

a) Impactos generales a la sociedad y economía.

- Contribución a la creación de bases para una nueva sociedad y economía. La RDSI por sí misma, constituye una infraestructura importante en la sociedad altamente informada.
- Contribución a la garantía de seguridad y al mantenimiento del orden social (formación de redes eficientes e integradas).
- Rectificación de diferencias regionales (desarrollo regional y creación de nuevos empleos por la descentralización de polos de desarrollo económicos).
- Cambio estructural de la industria y el desarrollo en nuevas áreas (florecimiento de industria de hardware y software relacionadas con la RDSI).

Capítulo III

b) Principales impactos a las actividades Gubernamentales.

- Eficientización, diversificación y sofisticación de los servicios públicos.
- Mejoramiento de servicios médicos, educativos y de bienestar (modificación y mejoramiento en el sistema y en el contenido).

c) Principales impactos en la comunidad local.

- Eficientización y amplificación de actividades relacionadas con la prevención de desastres y la conservación del medio ambiente.
- Tecnificación de la sociedad local (control de tráfico, chequeos médicos a distancia, etc.).

Se espera que con estos beneficios se aumente el prestigio internacional del país. Por otra parte, se tendrán que cuidar los siguientes puntos al introducir la RDSI:

1. Modificación de las diferencias regionales (puede mejorarlas, sin embargo también es posible que las agrande, dependiendo de la forma de su introducción).
2. Aumento en los problemas de congruencia con el sistema legal existente, y la necesidad de tener

leyes y reglamentos adecuados en el área de comunicación y fuera de ella.

3. Aumento en los problemas de restricción de información (en el contenido y en la distribución).
4. Debilitamiento del dinamismo social (pueden aparecer problemas de distorsión social por la formación de la sociedad manipulada).

f.2) Impactos a nivel industrial

Estos pueden dividirse en impactos generales a las industrias e impactos concretos a las actividades empresariales.

a) Principales impactos generales a las industrias.

- Dinamismo industrial por la eficientización de las actividades económicas (mejoramiento del sistema de distribución, etc).
- Modificación estructural de industrias y el desarrollo de nuevas áreas dentro de ellas.

b) Principales impactos a las empresas.

- Construcción a precio económico de redes de comunicación.

Capítulo III

- Sofisticación y mejoramiento de la eficiencia del control de información.
- Mayor flexibilidad en las actividades empresariales (posibilidad para desenvolverse en nuevas empresas).
- Diversificación de actividades publicitarias y promocionales.
- Trabajo de escritorio más eficaz.
- Dinamismo y sofisticación en las organizaciones empresariales.
- Eficientización de las actividades empresariales (planificación, fabricación y ventas).
- Descentralización de bases empresariales (aprovechamiento efectivo de recursos humanos y materiales en la provincia).
- Mejor aprovechamiento en las actividades de capacitación internas de la empresa.

Por otra parte, se debe de prestar atención a los siguientes puntos al introducir la RDSI en las industrias:

- Agrandamiento de las diferencias entre empresas por la disparidad en la capacidad de aprovechamiento de la información.
- Desarrollo de la integración industrial que contraviene con la ley de antimonopolio (endurecimiento de la estructura industrial).
- Cambio de la forma de empleo.

f.3) Impactos a nivel individual y familiar

- Realización de una forma de vida más placentera por el aprovechamiento de la diversificación de los servicios y de la abundancia de la información.
- Variedad en las formas de trabajo (aspectos de espacio y de tiempo).
- Más tiempo libre y más actividades recreativas por el aumento de tiempo ocioso.
- Mejoramiento de servicios públicos, médicos, educativos y de bienestar.
- Dinamismo en intercambios regionales y en actividades de comunidad.
- Aumento de seguridad en la vida familiar.

Capítulo III

También se deben observar los siguientes puntos al introducir la RDSI en la actividad familiar o individual:

- Aumento de diferencias en la capacidad individual o en la vida personal, debido al aprovechamiento de la información.
- Debilitamiento de la vitalidad (dependencia excesiva de un sistema en la vida cotidiana).
- Aumento de la dependencia externa en las funciones del hogar, de la violación de la privacidad y de la tensión social (estrés por tecnificación).

f.4) Impactos a nivel internacional

Los principales efectos que ejercerán a la sociedad internacional serán los siguientes:

- Crecimiento de intercambios internacionales de información.
- Aumento de cooperación por parte de los países altamente industrializados en la construcción de las infraestructuras de comunicación de las naciones en vías de desarrollo.
- Identificación de diferencias nacionales.

Tendremos que tomar en cuenta los siguientes puntos al introducir la RDSI, en relación con la comunidad internacional:

- Cambio en las diferencias nacionales (puede disminuir o agrandar las diferencias dependiendo de la forma de su introducción).
- Aumento de problemas en congruencia con el sistema legal existente y la necesidad de tener las leyes y reglamentos adecuados en el área de comunicación y fuera de ella.
- Aumento de cargas por concepto de la ayuda a los países en vías de desarrollo para las naciones industrializadas (ayuda financiera, técnica y formación de recursos humanos)

f.5) Objetivos de la introducción de la RDSI

Los impactos positivos que ocasiona la introducción de la RDSI son precisamente los fines que buscan los diferentes países. Los siguientes puntos pueden considerarse como los objetivos principales de su introducción:

- Creación de infraestructuras para el futuro.

Capítulo III

- Diversificación de servicios y mejoramiento del bienestar social.
- Economía en la construcción de redes de comunicación y su desarrollo.
- Aumento del nivel técnico.
- Fomento de la internacionalización.
- Diversificación y dinamización de la sociedad y la economía (fomentar la aparición de nuevas industrias y desarrollar nuevos servicios).
- Contribución al mantenimiento de la seguridad nacional y del orden social.

Conclusiones

- La participación de la electrónica ha sido fundamental en el acelerado desarrollo tecnológico de las comunicaciones.
- Las comunicaciones han aprovechado gran parte de esa tecnología para dar respuesta a la necesidad de la comunicación a distancia, a través de una gran variedad de medios que cubren las expectativas de muy diversos usuarios.
- El manejo de enormes volúmenes de información de una manera rápida y eficiente, a través de redes, ha sido posible por el desarrollo de las computadoras y de las enormes posibilidades de interconexión entre éstas.
- La evolución de estas tres grandes áreas ha entrado en un proceso de retroalimentación ya que el desarrollo en cualquiera de ellas impacta a las otras.
- Prácticamente todos los servicios ofrecidos en la actualidad tienen como origen el telégrafo. A partir de éste se generaron, por una parte, los servicios de transmisión punto a punto, basados en ondas guiadas (inicialmente en conductores metálicos y recientemente utilizando también fibras ópticas), y por otra parte, la radiodifusión con una filosofía

Conclusiones

radicalmente distinta que marcó el principio de los sistemas conocidos como punto a multipunto.

- La necesidad de la sociedad actual de manejar cada vez más información ha hecho que el uso de las computadoras se extienda a todos los campos de las actividades, ocasionando que se incremente el uso de equipo de comunicaciones no vocales para atender la creciente demanda en transmisión de datos.
- La transferencia de grandes volúmenes de información a velocidades cada vez mayores de forma por demás eficiente, ocupa un lugar que tiende a ser más importante y estratégico, pasando a ser uno de los insumos indispensables en los procesos de producción, tan importante como las materias primas.
- Uno de los servicios más utilizados en la actualidad es el telefónico, que derivando su éxito por transmitir voz, ha creado como soporte la mayor red construida por el hombre, más de 700 millones de teléfonos en el mundo, y sirve de base para la transformación hacia las RDSI.
- Las RDSI se han convertido en un poderoso medio que aprovecha las más modernas manifestaciones tecnológicas, integrando en un principio, la transmisión y la conmutación en forma digital, logrando así obtener sobre un mismo canal la mezcla de señales originadas en diferentes fuentes, involucrando para llegar a ello, elementos clave como

son: la red telefónica desde la cual se transforma, el modelo de referencia ISA, estructurado en niveles jerárquicos, para enlazar una serie de sistemas heterogéneos; la creación de interfases capaces de soportar una gran variedad de equipos e interconectar al usuario con la red; y el uso de la fibra óptica como parte fundamental del ensanchamiento de la capacidad de transmisión.

- La importancia de las RDSI se fundamenta en las ventajas que ofrece, tales como:
 - Por el uso común de los equipos, se eleva la eficiencia de uso de las redes de comunicación y se economiza en los servicios.
 - A través de una red de comunicaciones, se ofrecen varios servicios y se incrementa la facilidad de uso.
 - Se pueden controlar más de dos equipos terminales.
 - No se acumula ruido ni deformación y se puede asegurar la comunicación estable y de alta calidad hacia un lugar lejano.
 - Permite ofrecer varios servicios (llamada a una tercera persona, comunicación simultánea de telefonía y datos, indicación de tarifa y el número telefónico de la persona distante, conferencia telefónica, facsímil en colores, teléfono de video, etc.).
 - Permite una transmisión rápida de información.
 - Permite la racionalización (unificación) de la tarifa de comunicación (tarificación por cantidad

Conclusiones

de información, extinción/disminución de la diferencia por distancia).

- Las RDSI impactarán directamente la forma de vida de las personas por las siguientes causas:
 - Tecnificación de la sociedad.
 - Eficientización, diversificación y sofisticación de los servicios en general.
 - Aumento de intercambios internacionales de información.
 - Cambio de la forma de trabajar por la reducción de traslados de las personas.

- México se está asomando a la denominada "era de la información" y cuenta ya con sistemas y servicios de muy alto nivel, sin embargo, el tamaño del mercado o la cantidad de abonados que tiene acceso a estos servicios es muy limitado ya que sólo los grandes usuarios tienen la posibilidad de invertir y aprovechar los beneficios que brinda la Red Digital Integrada (RDI) de nuestro país.

- A lo largo del desarrollo de las telecomunicaciones en México el servicio telefónico ha contado con la mayor parte de las inversiones e ingresos del sector, dividiendo el resto entre la telegrafía, telex y con una participación cada vez mayor la transmisión de datos.

- El Telex es un servicio que a lo largo de su existencia, la demanda nunca ha superado a la

oferta, y debido a la competencia que entablará con nuevos servicios, probablemente muy pronto llegue a su máxima utilización debiendo integrarse además a la RDSI.

- La transmisión de datos, dada la penetración de equipo de cómputo en los sectores laboral y educativo, tiende a ser cada día más utilizada; además, si este servicio se ofreciera de forma más accesible su uso en el hogar se extendería.

- La inversión en telefonía no ha sido suficiente para alcanzar el nivel de comunicación que necesita el país, apreciándose esto en las condiciones actuales de este servicio:
 - Existe una gran demanda no satisfecha.
 - La densidad telefónica se encuentra muy por debajo de la de los países industrializados.
 - La calidad del servicios no cumple con los requerimientos de los usuarios.
 - La red se encuentra en la etapa de transformación de analógica a digital.
 - La administración de Teléfonos de México se encuentra en un periodo de adaptación después del cambio de empresa pública a privada.

Con la privatización de Telmex se espera que mejoren estas condiciones y se supere el ritmo de crecimiento que se ha tenido hasta ahora, ya que de seguir esa tendencia de desarrollo el país se

Conclusiones

atrasaría aún más con respecto a las naciones del primer mundo.

- Las RDSI es la tendencia mundial en telecomunicaciones y se espera que se incremente su uso por los siguientes factores:

- El crecimiento de la población.
- La necesidad de una sociedad mejor informada.
- La tendencia hacia la urbanización.
- La madurez de la edad promedio (segmento que hace mayor uso de los servicios).
- La elevación del nivel de escolaridad.
- La modificación en el orden de los sectores predominantes en la economía (Primario, Secundario....).
- Globalización de la economía y el mercado.
- Mejor distribución de la población en el país.
- Posible mejora en el nivel de vida promedio.
- Aumento en los niveles de inversión.
- Reducción de costos.
- Desarrollo tecnológico.

En la medida que estos factores se vayan dando se fortalecerán tanto la oferta como la demanda.

La elaboración de este trabajo nos ha dejado una imagen de la condición actual de las telecomunicaciones, así como la importancia que está cobrando para el desarrollo de una nación.

Bibliografía

- Alcantar G., Introducción al Facsímil, Seminario de Capacitación, Telecopia, S.A. de C.V.
- Anda Gutiérrez C., México y sus Problemas Socioeconómicos, Tomo II, 3a Ed., IPN.
- Banamex, Dirección de Estudios Sociales, México Social 1984 (Indicadores Seleccionados), México, 1985.
- Banco de México, Indicadores Económicos de México, México, 1990.
- Caniece, Contacto, Revista, Año 34, 2a. época, Vol. 4 No. 43.
- CCITT, Aspectos Técnicos y Económicos de la Transición de una Red Nacional Completamente Analógica a una Red Digital, Ginebra, 1988.
- CCITT, Integrated Services Digital Network, Recommendations of the Series I, Vol. III, Fascicle III.5, Red Book, Geneva, 1985.
- CIDETI, Estrategia Industrial, Revista. Año 8, No. 88, Febrero de 1991.
- Contelmex, Hablando del Grupo Contelmex, Revista, 1980.
- El Colegio de México, Dinámica de la Población de México, El Colegio de México, 1970.
- Expansión, Revista, Año XXIII, Vol. XXIII, Números: 559, Febrero de 1991; 568, Junio de 1991; Número Especial de Aniversario, Junio 12 de 1991.
- G.W.A. Dummer, Electronic Inventions and Discoveries, 2nd edition of Electronic Inventions, 1745-1976. Pergamon Press, 1978.
- Gómez C. José, RDSI Curso de Actualización, AMICEE, Octubre, 1986.
- Hills M., Evans, B., Telecommunications Systems, Allen & Unwin, 1973.
- Horizon House, Telecommunications, Revista, Vol. 22, No. 5, Mayo de 1988; Vol. 23, No. 1, Enero de 1989; Vol. 23, No. 2, Febrero de 1989; Vol. 23, No 5, Mayo de 1989.

Bibliografía

- IEEE, Communications, Revista, Vol. 26 No. 7, Julio de 1988; Vol. 26, No. 11, Noviembre de 1988; Vol. 28 No. 4, Abril de 1990; Vol. 28, No.7, Julio de 1990.
- IEEE, Computer, Revista, Vol. 6, No. 8, Agosto de 1973; Vol 10, No. 11, Noviembre de 1979; Vol. 12, No. 9, Septiembre de 1979.
- IEEE, Network, Revista, Vol. 3 No. 5, Septiembre de 1989; Vol. 5, No.1, Enero de 1991.
- IEEE, Spectrum, Revista, Vol. 28, No. 8, Agosto de 1991.
- IEEE, Transactions on Communications, Revista, Vol. Com-28, No. 4, Abril de 1980.
- INEGI-SPP, Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1984, México, 1985.
- INEGI-SPP, Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1989, México, 1990.
- INEGI-SPP, Censos de Población y Vivienda 1990 (Resultados Preliminares), México, 1991.
- INEGI-SPP, Estadísticas Históricas de México, Tomo I, México, 1985.
- INEGI-SPP, Manual de Estadísticas Básicas del Sector Comunicaciones y Transportes, México, 1984.
- International Telecommunication Union, 5th World Telecommunication Forum, Geneva, 1987.
- Kuhlmann F., Alonso A., y Mateos A., Comunicaciones: Pasado y Futuros. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1989.
- Kuhlmann F., Alonso A., y Mateos A., Prospectiva Sobre Telecomunicaciones en México, Elaborado para la SCT. CEPRO, Fundación Javier Barros Sierra AC, 1986.
- McGlynn D., Distributed Processing and Data Communications. John Wiley & Sons, 1978.
- Makridakis S., Wheelwright S., y McGee V., Forecasting, Methods and Applications, John Wiley & Sons, 1978.
- Nexos, Revista, Año 14, Vol. XIV, Núm. 159, Marzo de 1991.

Bibliografía

- Novellco-Intersys, Red, Revista, Año I, No. 4; Año II, No. 7.
- Orellana R., Telefonía Elemental, Curso, Teléfonos de México, 1979.
- Pérez de Mendoza A., Evolución hacia la RDSI, Seminario: Redes Digitales Presente y Futuro, TELMEX, 1986.
- Presidencia de la República, Segundo Informe de Gobierno 1978, Sector Comunicaciones y Transportes, José López Portillo, México, Septiembre de 1978.
- Presidencia de la República, Tercer Informe de Gobierno 1979, Sector Comunicaciones y Transportes, José López Portillo, México, Septiembre de 1979.
- Presidencia de la República, Primer Informe de Gobierno 1983, Sector Comunicaciones y Transportes, Miguel de la Madrid Hurtado, México, Septiembre de 1983.
- Presidencia de la República, Tercer Informe de Gobierno 1985, Sector Comunicaciones y Transportes, Miguel de la Madrid Hurtado, México, Septiembre de 1985.
- Presidencia de la República, Segundo Informe de Gobierno 1990, Sector Comunicaciones y Transportes, Carlos Salinas de Gortari, México, Noviembre de 1990.
- Quarterman J., The Matrix: Computer Networks and Conferencing Systems Worldwide. Digital Press, 1990.
- SCT, Anuarios Estadísticos 1962-1963, 1966, 1968, 1970, 1971-1976, 1977-1979, 1980, 1985, 1987, 1988 y 1989.
- SCT, Teledato, Revista, Epoca 3, No. 32, Diciembre de 1984.
- SCT y JICA, Desarrollo Tecnológico en Telecomunicaciones, Perspectivas de la Tecnología Digital. Seminario Internacional México-Japón. Febrero, 1988.
- Tanenbaum A., Computer Networks, 2nd Edition. Prentice Hall, 1989.
- TELMEX, Dirección Gral. de Planeación, Informes Anuales de 1950 a 1986.

Bibliografía

- TELMEX, Voces, Revista, II Epoca, Año 28, No. 326, Febrero de 1989; III Epoca, Año 28, No 332 Enero de 1990, No. 334, Marzo de 1990, No. 335, Abril de 1990; IV Epoca, Año 29, No. 348, Junio de 1991.