



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO Y ANALISIS DE LA RED DIGITAL
DE SERVICIOS INTEGRADOS.**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P r e s e n t a n

**Hugo Barrera Flores
Pastor Antonio Castellanos Cruz**



Dir. Ing. Carlos G. Girón G.

México, D. F.

Agosto 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

SIMBOLOGIA

A/D	-	Convertidor Analógico a Digital
ADI	-	Acceso Digital Integrado
CCITT	-	Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía
D/A	-	Convertidor Digital a Analógico
FDM	-	Multiplexaje por División de Frecuencia
FDMA	-	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
FM	-	Modulación en Frecuencia
GAS	-	Grupo Autónomo Especial
ISO	-	Organización de Estándares Internacionales
LSI	-	Integración a Grande Escala
PABX	-	Central Automática Privada
PBX	-	Central Privada Electromecánica
PCM	-	Modulación de Pulsos Modificados
RDSI	-	Red Digital de Servicios Integrados
SCC	-	Señalización por Canal Común
SCPC	-	Un solo Canal por Portadora
SD	-	Conmutación por División de Espacio
SPC	-	Control por Programa Almacenado
SXS	-	Conmutación paso a paso
TD	-	Conmutación por División de Tiempo
TDM	-	Multiplexaje por División de Tiempo
TDMA	-	Acceso Múltiple por División de Tiempo
UIT	-	Unión Internacional de Telecomunicaciones
URA	-	Unidad Remota de Abonados
VLSI	-	Integración a muy grande escala
XB	-	Conmutación por punto de cruce

-INDICE GENERAL

INTRODUCCION	3
CAPITULO UNO	
CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PLANIFICACION DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES.	6
1.1 Filosofía de la Planificación de Redes de Telecomunicaciones para las Administraciones Públicas.	6
1.2 Aspectos Generales del desarrollo de una Red de Telecomunicaciones.	7
1.3 Impacto de la Tecnología Digital en la Planificación de una Red Telefónica.	8
1.3.1 Plan fundamental para una Red Telefónica Nacional.	9
CAPITULO DOS	
ESTRATEGIA DE EVOLUCION DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES ACTUALES HACIA LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)	14
2.1 Elementos de una Red de Comunicación Eléctrica.	14
2.2 Tendencia Histórica del Proceso de Digitalización de una Red.	30
2.2.1 Ventajas de la Digitalización	32
2.3 Transición de las Redes de Telecomunicaciones Analógicas a Redes Digitales.	35
2.3.1 Aspectos Generales de la Digitalización de una Red de Telecomunicaciones.	35
2.3.2 Adaptación del Plan Fundamental en la Transición hacia una Red Digital.	37
2.3.3 Estrategias en la Transición de las Redes de Telecomunicaciones Digitales.	38
2.4 Evolución de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).	40

CAPITULO TRES	EL CONCEPTO DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI).	43
	3.1 Características Generales de la RDSI	43
	3.2 Estructura de la RDSI	46
CAPITULO CUATRO	ELEMENTOS DE UNA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.	52
	4.1 Accesos Básicos	52
	4.2 Enlaces de Adaptación	62
	4.3 Centrales de Conmutación Integradas	63
CAPITULO CINCO	CONSIDERACIONES PARA LA POSIBLE IMPLEMENTACION EN MEXICO DE LA RDSI.	72
CAPITULO SEIS	CONCLUSIONES	78
APENDICE A		80
APENDICE B		83
BIBLIOGRAFIA		87

INTRODUCCION

Como resultado de la transferencia, cada vez mayor, de información para las actividades en todos los ordenes de la vida social y económica del hombre moderno, se hizo necesario contar con un sistema mucho más perfeccionado de telecomunicaciones al lado de los servicios tradicionales de telefonía, télex y telegrafía.

La respuesta a tal problemática fué la alianza de las telecomunicaciones con la computadora.

La relación que existe entre la computadora y las comunicaciones en la actualidad, no fué tan estrecha en sus inicios. Ambas tomaron rumbos separados, y lo único que las unía entonces, eran las tecnologías nuevas adoptadas, que se iban introduciendo en el campo de la electrónica. Conforme transcurre el tiempo, las comunicaciones han venido recurriendo cada vez más a las técnicas de computador, -necesarias para la transmisión y conmutación digital.

Haciendo una retrospectiva, vemos que en los años 50's, las computadoras empezaron realizando funciones individuales. A su vez, la telefonía para comunicar a un abonado con otro se valió de la transmisión analógica, haciendo uso de la conmutación crossbar.

El denominador común de la computadora y de las comunicaciones se reflejaba en la tecnología de circuitos integrados, en la década de los años 60's. A lo largo de este período, en las computadoras se lograron avances al tener éstas objetivos múltiples, ya fueran en programas individuales ó en un conjunto de ellos. En las comunicaciones, la transmisión digital mediante la técnica del PCM marcó el camino a seguir hacia lo que hoy puede ser una red digital integrada.

También en esta década, en varios centros mundiales de investigación se empezaron a desarrollar prototipos de centrales que realizaran la conmutación digital de la señal telefónica, con la idea de que la numeración de la conmutación, así como la transmisión, permitieran integrar varios servicios de comunicaciones.

A principio de los 70's se alcanzó la comunicación de datos mediante el uso del facsimil, empleando para su fin la técnica de integración a grande escala. La telefonía por su parte, incorporó en su equipo la conmutación por división de espacio; y la computación trabajó con procesamiento centralizado. Casi, para finalizar esta década, el rumbo que siguieron las comunicaciones fué directamente hacia-

la digitalización, por las ventajas que ésta presenta. Alcanzar este objetivo, -
fue un reto para la investigación y el desarrollo tecnológico. Este último alcan-
zó un gran auge, reduciendo costos y ampliando las aplicaciones en telefonía, lo -
que permitió que los sistemas digitales empezaran a competir con los tradicionales.
Así, los sistemas de conmutación y transmisión digital están siendo implementados-
en las redes telefónicas analógicas existentes en todo el mundo, transformándolas-
en digitales.

Por otra parte, la telefonía empieza a conmutar su información a través de la
técnica de división de tiempo; a la vez que se empieza a formar una red de transmi-
sión digital en varios países. También surge el video y otro tipo de servicios, -
que vienen a conformar en los años 80's, lo que puede ser una red de comunicación-
integrada. Por su parte en el proceso de sistematización dentro de la computado-
ra se empezó a introducir el procesamiento distribuido.

Es preciso observar que la evolución de la comunicación vocal y de datos ---
hacia la comunicación de textos, gráficas y video, viene siendo impulsada por el -
progreso en la tecnología de fibras ópticas, además el gran desarrollo alcanzado -
en la tecnología de circuitos integrados digitales-para circuitos lógicos de compy-
tadora y memoria-aplicada en transmisión digital y sistemas de conmutación. Con-
secuentemente, los circuitos integrados de grande escala que se están desarrollan-
do, serán exclusivamente para funciones de telecomunicaciones.

Dentro de poco tiempo se espera una evolución de los sistemas terrestres debi-
do principalmente al proceso de digitalización que se viene realizando, aunando a-
ésto la reducción de costos obtenidos a través de las tecnologías de integración a
gran escala (LSI) y la integración a muy grande escala (VLSI).

Cabe aclarar que la tecnología de la programación es esencial para los siste-
mas de telecomunicación, que son sistemas en tiempo real con un grado elevado de -
conurrencia y paralelismo. Pero los lenguajes y técnicas de programación actua-
les no son satisfactorios para representar, analizar y diseñar tales sistemas cuan-
do su complejidad es muy elevada, como sucede con la tecnología VLSI.

Es obvio que mientras más avances se logren en la tecnología se estrecharán -
más los lazos comunes entre la computadora y las comunicaciones, además se entrará
más rápidamente a una nueva era de la telecomunicación, basada inicialmente en la
Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y más tarde en redes integradas de ban-
da ancha que permitirán una amplia gama de servicios nuevos.

La finalidad de este trabajo es el de dar una panorámica del desarrollo que -

tendrá la red telefónica pública hacia una RDSI, introduciendo en ésta su concepto su evolución, sus características principales y algunas consideraciones básicas para su implantación. Por lo tanto, este libro tratará de ser como una guía para el lector, de modo tal que pueda adentrarse a este proyecto, que tiene como objetivo unir una gran variedad de servicios en una sola red de telecomunicaciones.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PLANIFICACION DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

Hoy en día, la red telefónica ha adquirido un carácter muy complejo e independiente, pues se utilizan cada vez más, nuevos lineamientos con objeto de aumentar al máximo la capacidad total de la red internacional.

Las redes actuales son objeto de una demanda mucho mayor por parte de los abonados, los cuales reciben en la mayoría de los casos un servicio de buena calidad. La planificación de una red cumple una función muy importante en el mantenimiento y el mejoramiento de la calidad del servicio ofrecido a los abonados.

Los métodos actuales sobre la planificación de redes deben aprovechar cabalmente los últimos progresos tecnológicos, en especial las técnicas de computador, con el objeto de que se obtenga la máxima utilización de la red en cualquier situación.

1.1 FILOSOFIA DE LA PLANIFICACION DE REDES DE TELECOMUNICACIONES PARA LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS.

La política en un plan de ampliación se basa en la situación presente de la red, - la cual afecta el campo de posibles soluciones; en consecuencia, una decisión incorrecta hoy, no sólo implica un problema en sí, sino también condicionará las posibles soluciones futuras.

Para elaborar la planificación de las redes y tratar de optimizarla deben considerarse ciertos aspectos.

Como premisa se tiene el desarrollar una red de telecomunicaciones moderna -- y homogénea que satisfaga las necesidades del crecimiento socio-económico del país, teniendo cuenta la evolución de la red, de tal forma que esté ligada con la tendencia mundial de las innovaciones técnicas en el campo de la electrónica.

Otro aspecto importante es el de proveer un número suficiente de teléfonos en relación a la población, al precio más bajo posible consistente con las prácticas-comerciales usuales. Aunado a esto se encuentra el suministrar un servicio tele-

fónico nacional de alta calidad y con la mayor cantidad de servicios, incluyendo la selección automática urbana y la selección automática internacional.

También se considera de vital importancia proteger a los habitantes de las áreas remotas de la aislación económica y social.

El desarrollo de una red de telecomunicaciones en una administración como -- parte constituyente de una red global, necesitará el apoyo y aportación en cuanto a avances de las demás administraciones para poder cumplir satisfactoriamente su objetivo.

Un punto principal en la planificación para las administraciones telefónicas de los países en desarrollo es contar con una tasa de crecimiento de densidad telefónica por habitante constante. Además de tener como meta a largo plazo la -- realización de una red digital.

Como consecuencia obligada de la época actual la evolución progresiva de la red deberá encaminarse hacia una futura red digital de servicios integrados --- (ROSI) que pueda ofrecer una variedad de servicios tanto vocales como no vocales.

1.2 ASPECTOS GENERALES DEL DESARROLLO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

Se observa que durante el proceso de digitalización será necesario realizar una amplia labor de planificación de la red, en cuanto a los aspectos de funcionamiento y calidad de servicio, así como a la estructura y optimización de la red. El servicio de telefonía seguirá siendo el de mayor demanda a nivel mundial; por ello es que se debe buscar la planificación de una red de conmutación digital que pueda manejar algunos otros servicios además del de telefonía.

En algunos países por el volumen de las inversiones que tienen en equipo -- existente analógico, la implantación o modernización hacia una red digital todavía requerirá muchos años, es por esto que buscaron otra forma de no irse rezagando de los adelantos técnicos. Así, en varios países desarrollados las redes de datos digitales se están manejando por medio de servicios con conmutación por -- paquetes¹ en forma separada de las redes telefónicas analógicas, por ejemplo la -- red Transpac en Francia, la red Datapac en Canadá, redes VDX en Japón con servicio de conmutación de circuitos o de conmutación por paquetes, redes Telenet en -- E.U.A. y otras.

Estas redes de conmutación de datos públicas no pueden, sin embargo, cursar-

una información de banda ancha, tal como una señal de T.V. cromática

Por otra parte, un problema hacia la evolución de la red es la coexistencia de dos sistemas en la técnica de la modulación por codificación de pulsos (PCM), ya que no se pueden interconectar entre sí, los sistemas son: La ley μ y la Ley - A.

La ley μ se utiliza en el sistema PCM de 24 canales con codificación mediante 8 Bits; y la ley A se utiliza en el sistema PCM de 30 canales con 8 Bits de codificación.

Otro aspecto importante son los sistemas de transmisiones ópticas que sobresalen por su bajo costo, pocas pérdidas y son inmunes al ruido y a las interferencias, además de que tienen un fácil manejo. Por todo esto están cada día adquiriendo más adeptos para su plena utilización futura.

1.3 IMPACTO DE LA TECNOLOGIA DIGITAL EN LA PLANIFICACION DE UNA RED TELEFONICA

El concepto tradicional de desarrollar planes para una red telefónica consiste en desarrollar: un plan fundamental, un plan a corto plazo y un plan a largo plazo.

De el plan fundamental de acuerdo a los recursos disponibles, tanto técnicos como económicos se trazarán los planes a corto y largo plazo con la premisa de que se irá reestructurando e incorporando los adelantos técnicos en la red telefónica nacional.

Según los planificadores y de acuerdo a estudios realizados se tiene que con las prácticas adoptadas en algunos países el período óptimo para un plan de desarrollo a largo plazo es de 20 años y nunca deberá ser menor de 15 años.

1 - La conmutación por paquetes es una técnica de conmutación digital que se dedica al tráfico de datos en forma de ráfaga, caracterizados por cortos intervalos de comunicación y largos períodos de silencio. La red de conmutación de paquetes consta de dos elementos básicos: los nodos de conmutación y el sistema de control de red.

La conmutación de circuitos es una técnica de conmutación digital y se utiliza para tráfico de señales sincrónicas (señales de voz), caracterizado por largos intervalos de comunicación.

Pero debido a los avances técnicos y las repercusiones que éstos van creando se vió que 20 años es demasiado tiempo, por lo que lo más razonable para las administraciones telefónicas es crear un plan fundamental y un plan de 5 años -- con previsiones de la demanda que cubran más de 20 años.

Los planes de corto y largo plazo varían según el país dónde se vaya a desarrollar la red telefónica debido a la problemática que se tenga por las condiciones geográficas, sociales y económicas.

Un plan fundamental para la red telefónica que incorpora la digitalización en todo el país, incluye los siguientes puntos:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| a) Plan de numeración | e) Plan de transmisión |
| b) Plan de jerarquía de la red | f) Plan de señalización |
| c) Plan de enrutamiento | g) Plan de sincronización de la red |
| d) Plan de tasación | h) Provisión de equipo y circuitos |

Cada uno de ellos debe relacionarse con las condiciones de transición en una red híbrida que está siendo progresivamente transformada de analógica a digital.

El aumento de los sistemas de transmisión digital instalados, incrementa la viabilidad de la conmutación digital.

En áreas vírgenes una red digital integrada se puede formar sin problemas -- de compatibilidad con equipos existentes.

En áreas con redes ya constituidas, el equipo digital de transmisión y conmutación se pueden introducir, mediante tres formas: puede superponerse, reemplazar o modernizar el equipo analógico existente. Con la aparición progresiva de la tecnología digital, ésta traerá una serie de ventajas a las administraciones telefónicas. Entre otras está un menor requerimiento de superficie para la instalación del equipo; uso de concentradores de abonados remotos, que ampliarán el área de servicio de las centrales locales y redituarán una capacidad de manejo de tráfico mucho mayor por conmutador, lo cual trae consigo una disminución en la configuración de la red.

1.3.1. PLAN FUNDAMENTAL PARA UNA RED TELEFONICA NACIONAL

Para preparar la introducción de las técnicas digitales en la red telefónica se tendrá que hacer una adaptación de los planes básicos en la estructura de dicha red.

- a) Debe establecerse un plan de numeración, que pretenda asignar a cada abonado un número que determine su posición dentro de la red. De esta forma, el sistema permite establecer la comunicación de un abonado con cualquier otro, sin importar la localización de éstos. Hasta ahora, los planes de numeración --

de muchas administraciones se han basado en la superposición de redes de servicios separadas. Una de las ventajas económicas que se vislumbra con la operación digital es que una red podrá cumplir con otros servicios adicionales. Antes de establecer una red de servicios comunes, será necesario revisar todo el plan de numeración existente para producir un plan de numeración uniforme para todos los servicios que serán incluidos en la red digital de servicios integrados.

- b) Respecto al plan de jerarquía de la red, éste se encargará de estructurar una red interurbana que satisfaga las necesidades del servicio telefónico automático. Para esto, el país entero se dividirá en áreas para conmutación interurbana llamadas áreas primarias, cada una teniendo un centro primario.

Normalmente un centro secundario sirve simultáneamente como un centro primario para el área primaria que contiene ese centro secundario.

La operación es similar para los centros terciarios, cuaternarios y demás.

La conmutación digital incrementará la capacidad de manejo de tráfico por unidad de conmutación, tanto en los niveles urbanos como interurbanos, esto generalmente producirá una disminución en el número de centrales, y un menor número de niveles en la jerarquía de la red, lo cual conduce también a simplificar el enrutamiento. Ver figura 1.1.

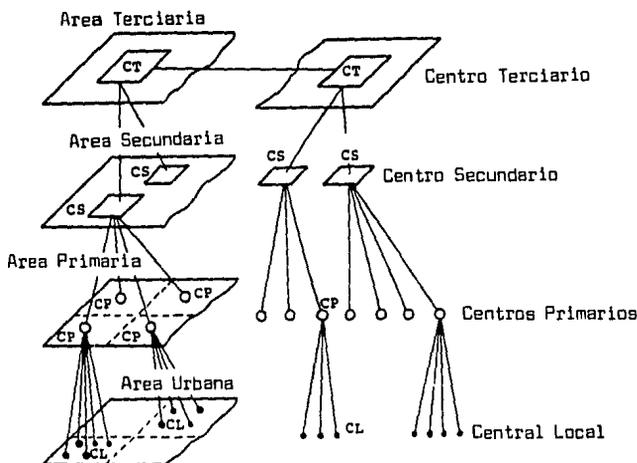
- c) El objetivo que presenta el plan de enrutamiento es el de conjuntar y distribuir el tráfico hacia su destino mediante la interconexión de los centros de conmutación, de una manera rápida y económica.

La estructura básica de la red puede optimizarse con la implantación de rutas directas entre centros de conmutación, que por su alto interés de comunicación lo ameriten.

El principio del enrutamiento alterno automático hace uso de estas rutas directas para cursar por ellas, en forma prioritaria el tráfico; es decir, con la técnica del enrutamiento alterno automático, se dispone de varias posibilidades de rutas elegibles para establecer una comunicación, de las cuales, el equipo selecciona primero las más cortas. De esta forma, si la llamada encuentra todos los circuitos ocupados en la primera ruta (la más corta), se ofrecerá en forma consecutiva para su encaminamiento a una o más rutas alternas o secundarias previamente establecidas.

Esto puede observarse en la figura 1.2

- d) Por otra parte, el plan de tasación tiene la función de establecer las tarifas-



- Fig.1.1 Jerarquía de una red de 4 niveles

al usuario, mediante una cuota fija preestablecida y de acuerdo a los tipos -- de llamadas que se realicen, éstas pueden ser urbanas o internacionales. La totalidad de un país se dividirá en zonas de tasación de dimensiones apro -- piadas llamadas grupos, y esto influye al momento de establecer una tarifa, ya que al entablarse comunicación entre dos abonados se considerará el número de - conexiones efectuadas entre grupos de tasación.

Debido al incremento del tráfico no vocal, algunas administraciones telefónicas ya han llevado a cabo la tasación variable con la distancia en todo el país.

- e) Como consecuencia de las sucesivas transiciones de 2 a 4 hilos en la transmisi -- sión, y a las también sucesivas etapas de codificación y decodificación, se bus ca eliminar reflexiones ó ecos en la señal, que provocan adaptaciones imperfec -- tas de impedancias, trayendo consigo inestabilidades y distorsiones al sistema. El plan de transmisión abarca lo anterior y también se encarga de la instala -- ción inicial de cables primarios (cables de alimentación), los cuales deben -- reflejar requerimientos de capacidad para futuro; además considera también la - instalación de cables secundarios (cables de distribución).

miento de los conmutadores y los enlaces de transmisión.

La sincronización de la red es una expresión colectiva para las medidas que --pretenden originar y mantener una velocidad de transmisión de bits común para todas las centrales digitales y que dé como resultado la prevención de los deslizamientos para que la calidad de la transmisión se mantenga dentro de límites aceptables.

- h) Por último, las provisiones de los equipos para conmutación y de los enlaces - deben ser los necesarios para ofrecer un servicio adecuado a los abonados.

ESTRATEGIA DE EVOLUCION DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES ACTUALES
HACIA LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI).

Desde hace tiempo se admite que la evolución de una red de telecomunicaciones del modo analógico al modo digital, constituye un aspecto de primordial importancia para el usuario; ésto a causa de los numerosos servicios que puede proporcionar una red digital a las administraciones telefónicas de los países, pues simplifica la integración del sistema, permitiendo reducir los costos y constituye el primer paso hacia una red digital de servicios integrados (RDSI).

Una característica importante de la red digital moderna es su sencilla concepción modular. Una central digital se compone en su gran mayoría de módulos idénticos y el número total de módulos diferentes es pequeño. Esta construcción modular ofrece ventajas, pues permite a la organización encargada de la explotación reducir sus existencias de piezas de cambio, simplifica el mantenimiento y las reparaciones.

No obstante, pese a las ventajas de los sistemas digitales, las redes existentes representan una enorme inversión tanto de equipo como de organización y no puede reemplazarse de una manera prematura. De ahí que los sistemas digitales tengan que introducirse gradualmente. La meta es llegar a una red totalmente digital en un plazo lo más breve posible, pero utilizando el equipo existente de una manera eficaz mientras esto resulte económico.

Las técnicas digitales sin embargo, no son siempre compatibles con el equipo analógico existente, y hacen falta medios de interface entre las partes analógicas y digitales de la red.

2.1 ELEMENTOS DE UNA RED DE COMUNICACION ELECTRICA

Refiriéndonos al caso de una comunicación telefónica (Fig.2.1), se describirán los elementos que constituyen una red de comunicación.

En el teléfono se transmiten dos tipos de información completamente diferentes.

El primer tipo consiste de señales eléctricas que se utilizan para controlar a distancia los procesos de conmutación en las centrales telefónicas que dan por resultado el establecimiento de la conexión entre el abonado que llama y el solicitado. El segundo tipo de información es la voz. Dónde el teléfono actúa como transmisor-receptor.

Al teléfono digital se le puede incorporar la transmisión de datos y voz. Ade más en él se incrementa la velocidad de transmisión. Un aspecto importante de este teléfono es que ofrece gran flexibilidad al ubicar y reubicar las terminales de datos y otros equipos periféricos a medida que surjan las necesidades.

Los enlaces entre el abonado y el equipo de conmutación pueden ser por: línea abierta, multiplexor ó concentrador.

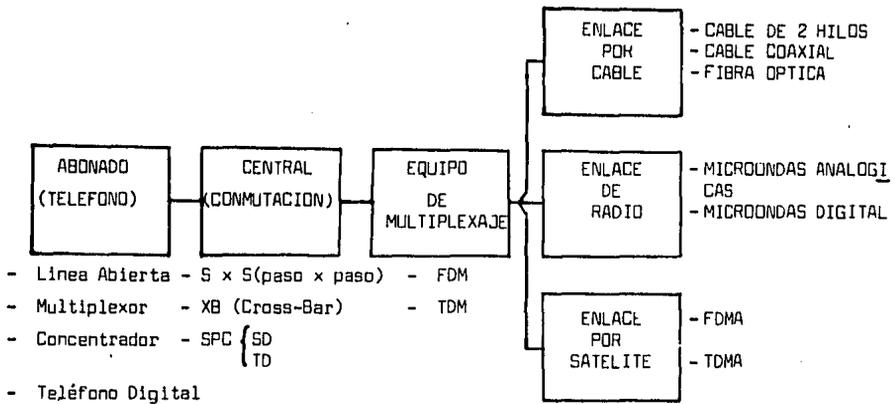
La línea abierta está constituida por un par de conductores desnudos parale los adecuadamente soportados en postes para ser utilizados como líneas de transmisión. Esta debe ser una línea uniforme, o sea, sus propiedades eléctricas no varían en toda su longitud.

El multiplexor es empleado para transmitir varias señales en forma simultánea entre dos puntos. Las técnicas de multiplexaje están relacionadas con la modulación y permiten la transmisión de señales múltiples por un canal, de tal manera que cada señal puede ser captada y separada en el receptor.

El concentrador es el encargado de conectar varias líneas telefónicas en el mismo instante, de acuerdo al tráfico que se maneje. Es decir, si llegan varias llamadas telefónicas al mismo tiempo, no podrá conectar todas a la vez si exceden la capacidad del concentrador, sino que algunas tendrán que esperar hasta que una de las líneas se desocupe. Por ejemplo si la capacidad del concentrador es de 10 conexiones simultáneas y llegan 15 llamadas para ser conectadas, tendrán que en trar en espera 5 hasta que alguna de las 10 primeras se desocupe. Esto se hace con el fin de ahorrar, ya que en algunas regiones no hay mucho tráfico telefónico.

La función del equipo de conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada. Los tipos de equipo de conmutación que se pueden encontrar en una central telefónica son los siguien tes:

a) El equipo de conmutación paso a paso (sxs) es el más común en las centrales te lefónicas. Su nombre deriva de la forma en que los conmutadores responden di rectamente a los impulsos de discado del teléfono que llama. La figura 2.2 --



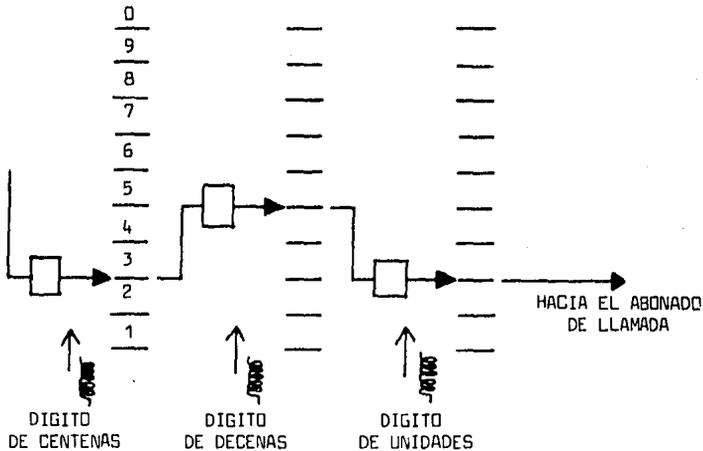
- Fig.2.1 Elementos de una Red de Comunicación Eléctrica.

es un diagrama simplificado de un sistema paso a paso. Cuando se descuelga el auricular del teléfono solicitante, un buscador de línea está adosado a un selector, que dá el tono para marcar, a dicho teléfono. Controlados por los impulsos de discado, los contactos del selector se elevan hasta el nivel del número que se marcó y luego pasan rapidamente a la primera terminal de línea que esté libre.

b) El switch crossbar tiene varias trayectorias verticales y horizontales; su mecanismo opera electromagnéticamente para interconectar una trayectoria vertical con una trayectoria horizontal como se muestra en la figura 2.3.

A diferencia del sistema paso a paso vemos que en el crossbar los impulsos de discado no actúan directamente en una serie escalonada de conmutadores, el equipo común está ocupado solo durante las etapas inicial y final de una llamada.

El sistema crossbar absorbe todo el número, analiza los pasos necesarios para realizar la conexión, dispone de las líneas y equipos requeridos, prueba el circuito.



- Fig.2.2 Switch Stroger ó Paso a Paso.

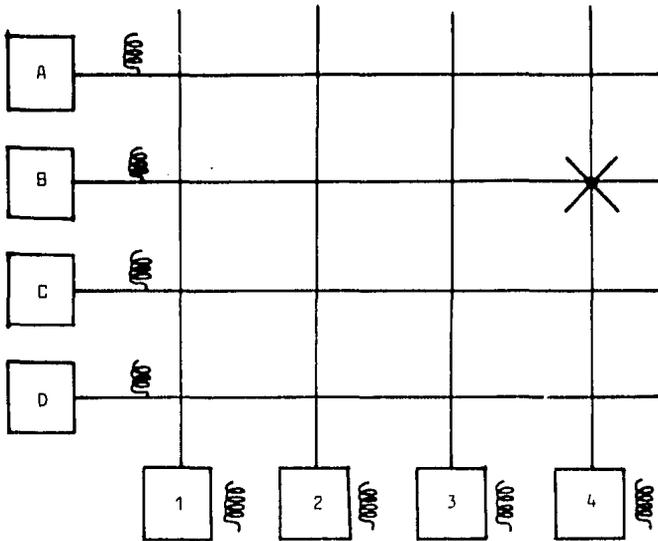
cuito, conecta las estaciones terminales y vuelve a su condición normal.

- c) El control por programa almacenado (SPC) es un conmutador dónde un control común está siendo dirigido desde afuera en forma parcial ó completa por una computadora de gran escala, una microcomputadora, un microprocesador u otros circuitos lógicos electrónicos. Es decir, el SPC es el encargado de la operación y mantenimiento desde un centro único, de toda red compuesta por centrales electromecánicas, analógicas y/o digitales.

El SPC tiene como aspecto más importante la capacidad de poder introducir y cambiar los diferentes tipos de datos de la central por medio de señales eléctricas, comandadas desde una unidad de entrada/salida (I/O). Esta capacidad permite introducir la supervisión remota de las centrales desde un centro administrativo ó desde un centro de operación y mantenimiento.

Con la introducción de los sistemas de SPC se ha hecho posible introducir una serie de nuevas facilidades, inclusive en pequeños sistemas de centrales de conmutación automática privada (PABX).

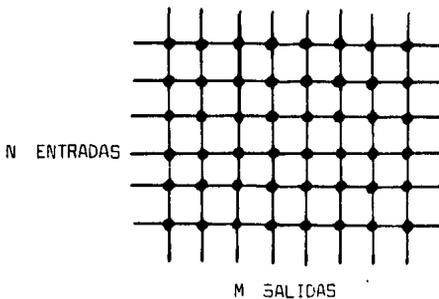
La conmutación por división de espacio (SD) es la solución que se está empleando en gran escala en la actualidad, habiéndose utilizado desde hace varios años. La razón de haberse sostenido por mucho tiempo, es por el grado de perfección y avance que han alcanzado los equipos con los que se implementa.



- Fig.2.3 Switch Crossbar.

Conceptualmente, la estructura de conmutación más simple es un arreglo rectangular de puntos cruzados como lo muestra la Fig.2.4.

Esta matriz de conmutación es usada para conectar cualquiera de las N entradas a cualquiera de las M salidas. Si las entradas y salidas son conectadas a circuitos de dos alambres, unicamente un cruce de puntos por conexión es requerido.



- Fig.2.4 Arreglo Rectangular de Puntos Cruzados.

Los arreglos de los puntos cruzados rectangulares son diseñados para proporcionar intergrupos (tránsito), conectados unicamente, desde un grupo de entrada a un grupo de salida. Las aplicaciones de este tipo de operación ocurre en:

- 1) Concentradores remotos
- 2) Distribuidores de llamadas
- 3) En una parte de los conmutadores privados (PBX) ó en oficinas centrales que -- proporcionan tránsito de conmutación.

La conmutación por división de tiempo (TD) sólo se ha construido para el tráfico privado. Pero las aplicaciones al campo de la telefonía pública se encuentran en una etapa muy avanzada de desarrollo.

Esta solución se perfila como el futuro de los sistemas de conmutación.

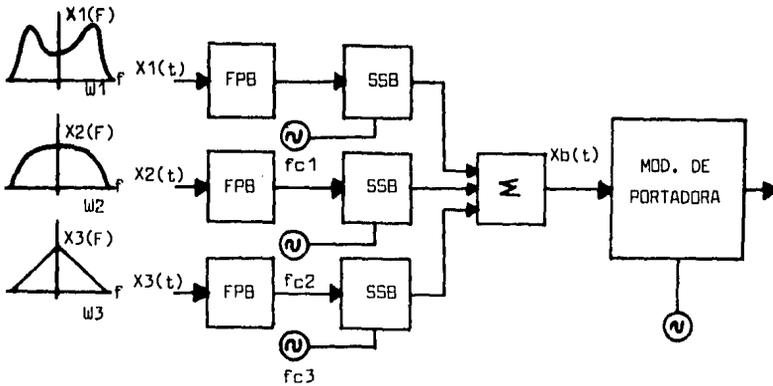
Dentro del equipo de conmutación para una sola trayectoria de conexión, se -- transmiten cierto número de comunicaciones sin interferencia, pues mediante el método por modulación de pulsos, la información realmente no se transmite al mismo -- tiempo. La señal analógica de cada llamada se muestrea a determinados intervalos en forma sucesiva, convirtiendo cada señal en un tren de pulsos de amplitud variable. Los trenes de pulsos se envían por el circuito único en forma entrelazada -- con respecto al tiempo, evitando así la interferencia de las llamadas. Se dice -- en este caso que la separación de las trayectorias de conexión, es por distribución en el tiempo. En el otro extremo del circuito, el sistema separa las muestras de cada llamada y a partir de ellas reconstruye las señales analógicas que se distribuyen sobre las líneas de abonado hacia su destino correspondiente.

Para el equipo de multiplexaje se tienen dos tipos: el multiplexaje por división de frecuencia (FDM) y el multiplexaje por división de tiempo (TDM).

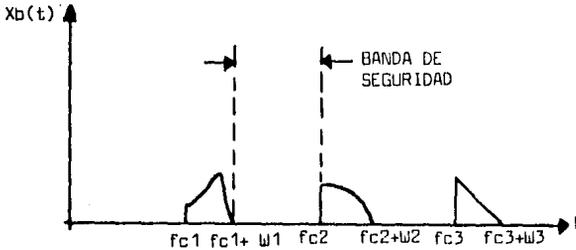
La técnica de multiplexaje por división de frecuencia asigna a cada espectro de los mensajes, una porción, en el dominio de la frecuencia. El principio de la técnica FDM se ilustra en la figura 2.5, en donde varios mensajes de entrada modulan en forma individual a las subportadoras f_{c1} , f_{c2} , f_{c3} , después de que pasan -- a través de filtros paso bajas para obtener una señal de banda lateral única --- (SSB).

Posteriormente se combinan las señales moduladas para producir la señal de -- banda base, con espectro $X_b(f)$, como se muestra en figura 2.6.

La recuperación del mensaje se hace en tres pasos. Primeramente el demodulador de portadora reproduce la señal de banda base $X_b(f)$, luego se separan las subportadoras moduladas por medio de un banco de filtros paso banda en paralelo, y en



- Fig.2.5 Técnica de Multiplexaje por División de Frecuencia.



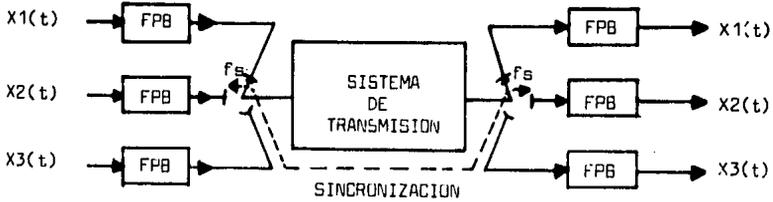
- Fig.2.6 Señal de Banda Base.

seguida se detectan cada uno de los mensajes.

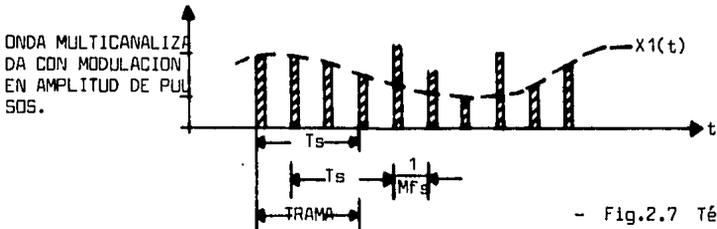
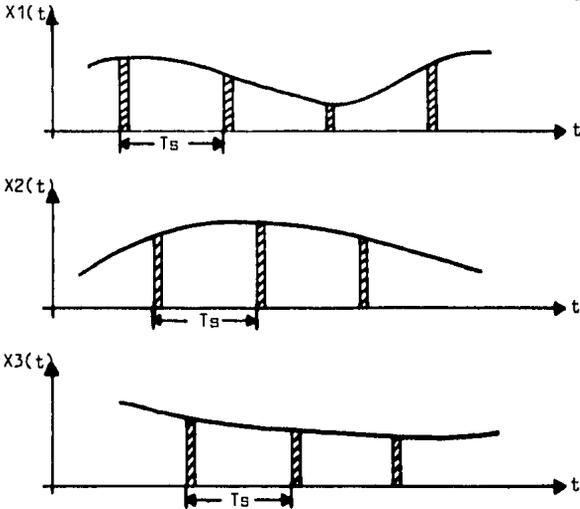
El multiplexaje por división de tiempo (TDM) es una técnica para transmitir -- varios mensajes, dividiendo el dominio del tiempo en ranuras, una para cada mensa -- je.

La esencia del multiplexaje por división de tiempo se ilustra en la figura -- 2.7. Las diferentes señales de entrada, de banda limitada ω por los filtros paso -- bajas, son muestreadas en forma secuencial en el transmisor por medio de un inte -- rruptor rotatorio ó conmutador. El interruptor efectúa una revolución completa -- a cada intervalo $T_s \leq 1/2 \omega$, extrayendo una muestra de cada entrada. Por lo que, -- la salida del conmutador es una forma de onda de modulación en amplitud de pulsos -- que contiene las muestras individuales de los mensajes entrelazadas en forma periódica en el tiempo. Si hay M entradas, el espaciamiento entre pulsos es $T_s/M = -- 1/Mf_s$, mientras que el espaciamiento entre muestras sucesivas de una entrada cual -- quiera es, por supuesto, T_s .

En el receptor, un interruptor rotatorio similar, (deconmutador ó distribuidor) separa las muestras y las distribuye a un banco de filtros paso bajas, el cual a su vez reconstruye los mensajes originales. La acción de conmutación es por lo general electrónica, y se proporciona sincronización¹ a las señales, para mantener al distribuidor acorde con el conmutador.



- DIAGRAMA DE BLOQUES -



- Fig.2.7 Técnica de TDM.

Para los sistemas TDM, existe una jerarquía² - al igual que los sistemas FDM -- dónde la rapidéz de pulsos binarios ó rapidéz de Bits (Bits por segundo), juega -- el mismo papel que el ancho de banda en los sistemas FDM.

Los tipos de enlace existentes para poder comunicar al otro extremo de la línea (receptor), son de tres tipos

- a) Enlace por cable
 - b) Enlace de radio
 - c) Enlace por satélite
- a) El enlace por cable se divide en tres clases: los cables pares, cable coaxial - y fibra óptica.

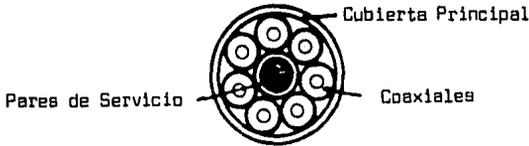
Los cables pares son un conjunto de conductores pares aislados entrelazados, -- que minimizan la interferencia electromagnética entre un par y otro. Un solo-cable telefónico puede contener desde varios pares, hasta miles, todos ellos -- con su aislamiento codificado por colores, para poder identificarlos, y son capa ces de transportar uno ó más canales de voz.

Los cables estaban antes revestidos con cubierta de plomo, pero los modernos -- tienen forros de polietileno.

El cable coaxial consiste de un cierto número de líneas coaxiales-su estructura está formada de un conductor cilíndrico en cuyo centro existe otro conductor- y conductores dentro de una sola cubierta. Cada línea coaxial proporciona el me dio de transmisión en una sola dirección. Por este tipo de línea se transmite una cantidad grande de canales de voz ó una señal de T.V. Ver figura 2.8.

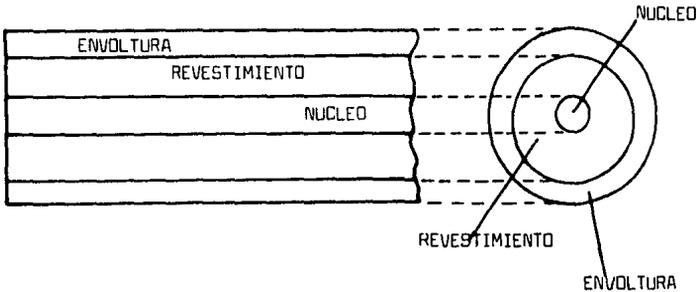
Las fibras ópticas están constituidas por una capa de material llamada revesti- miento, en cuyo centro se localiza una región conocida como núcleo, por la cual se desplaza el haz de luz. La fibra óptica está diseñada para trabajar como - una línea de transmisión para conducir energía electromagnética de ciertas lon- gitudes de ondas particulares. La capacidad de portar información depende del diseño de la fibra, las propiedades del material de la fibra y el ancho de ban- da espectral de la fuente de energía electromagnética. En este tipo de enlace se pueden tener hasta 10 000 comunicaciones telefónicas simultáneas, Ver figu - ra 2.9.

1 - Con la técnica de sincronización las señales digitales son enviadas contínua mente a una velocidad constante. Entonces la terminal receptora deberá es- tablecer y mantener una muestra de reloj que esté sincronizada a la entrada- de datos para un período indefinido de tiempo.



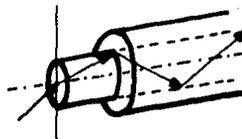
- Fig.2.8 Cable Coaxial para Comunicaciones.

Las fibras ópticas están destinadas a desempeñar un papel determinante en la evolución de las redes terrestres y marinas gracias a tres ventajas específicas: ancho de banda apreciable, paso de amplificación importante y diámetro reducido. Sus aplicaciones en la red telefónica aparecen en conexiones urbanas intercentrales; en enlaces por microondas controladas a distancia; también en conexiones interurbanas a gran distancia; conexiones por cables submarinos y en redes locales de distribución.



- Fig.2.9 Estructura Física de una Fibra Optica.

Desplazamiento del Haz de Luz en la Fibra Optica.



b) Diversas circunstancias tales como los terrenos montañosos, desarrollo urbano - ó grandes volúmenes de tráfico, conducen al empleo de la radio, como medio de - transmisión. Los sistemas de radio de microondas terrestres distribuyen señales de televisión y telefonía en todo el país. En los enlaces de radio varias de las señales de la banda base son enviadas a altas frecuencias mediante transmisión de multiplex para ser enviadas a un punto distante por una sola vía. Los sistemas de radio suelen ser más económicos en la distribución de circuitos de voz en las redes de larga distancia. La mayor ventaja de los sistemas de radio es que no se requiere un camino continuo, sino unicamente puntos con espacios de 40 a 50 Km. para torres y equipo de protección, ya que en estos intervalos se usa como medio de transmisión el aire.

En muchas áreas metropolitanas, las rutas de microondas están densamente congestionadas, entonces los sistemas de cable coaxial, fibras ópticas y posiblemente algunos sistemas de guías de onda serán por algún tiempo las únicas alternativas para la transmisión de alta capacidad.

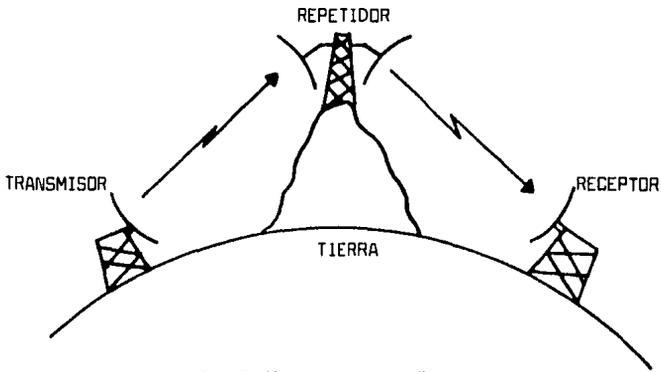
Las bandas de frecuencia de distribución más empleadas son las de 2,4,6,9,11,--14,16,22 y 30 GHz, de las cuales una son utilizadas para transmitir y otras -- para recibir.

Las microondas son un caso particular de la transmisión por radio, en el sentido de que ocupan la parte del espectro comprendido entre 890 MHz y 30 GHz; aún cuando las frecuencias que están por encima de los 16 GHz solo tienen algunos usos específicos. Las características que hacen atractivas las microondas son su capacidad para transmitir un alto tráfico de información sin necesidad de tender kilómetros de líneas de conexión entre distintos puntos, además de que los equipos utilizados requieren poco mantenimiento. La figura 2.10 muestra un enlace por radio.

c) Un enlace por satélite se presenta en el diagrama de la Figura 2.11.

Un transmisor (Tx) de una estación terrena transmite una señal de 6 GHz al satélite. Un transpondedor (repetidor) en el satélite recibe la señal, la convierte en su interior a una señal de 4 GHz, la amplifica y retransmite a una estación repetidora (Rx). La mayor diferencia entre este sistema y un sistema de comunicación terrestre es que el satélite se encuentra localizado aproximadamente a 36 000 Km. sobre el plano del Ecuador de la tierra.

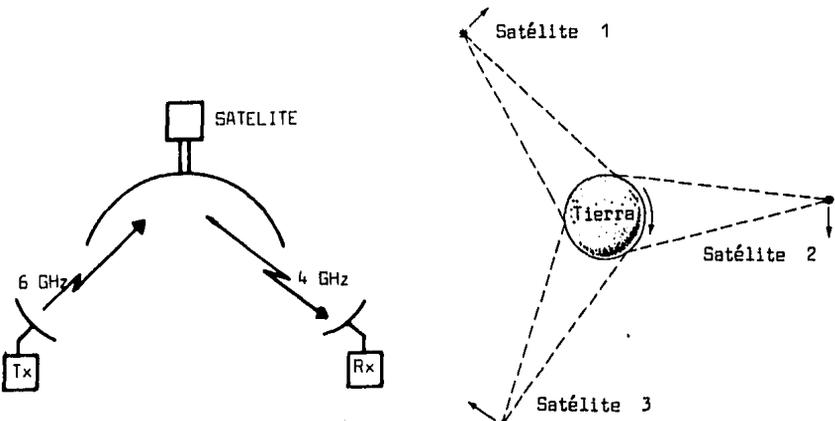
Como la pérdida por propagación es enorme, se requieren antenas de alta ganancia, transmisores de alta potencia, y receptores de bajo ruido.



- Fig.2.10 Enlace por Radio.

Una característica de la comunicación vía satélite es que hace posible una comunicación global por medio del uso de solo tres satélites, como se muestra en la figura 2.12.

En este sistema, un satélite es comúnmente compartido por varios países.



- Fig.2.11 Enlace por Satélite.

- Fig.2.12
Comunicación Global por medio
de 3 Satélites.

La clasificación por tipo de acceso al satélite son: el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).

Para poder explicar el acceso múltiple por división de frecuencia, en la tabla (a) se enlistan los requerimientos de tráfico de un sistema típico de tres estaciones, y se ejemplifica en la figura 2.13. La estación A transmite la portadora F. con 36 canales a las estaciones B y C. Cada estación recibe los 36 canales.

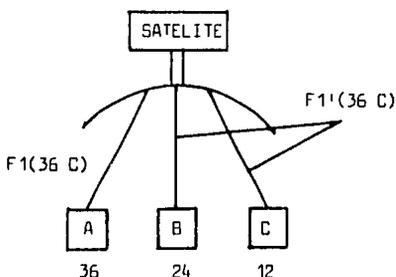
La estación B selecciona sus 24 canales requeridos de entre los 36 aprovechables. Asimismo, la estación C selecciona 12 canales.

Ya que la comunicación telefónica requiere 2 vías de transmisión, la estación B transmite 30 canales en la portadora F2 (no mostrada) y la estación C transmite 18 canales en la portadora F3 (tampoco mostrada).

Las portadoras F2 y F3 podrían ser dibujadas en diagramas similares a la figura 2.13

ESTACION	A	B	C
A		24	12
B	24		6
C	12	6	

- Tabla A



- Fig.2.13 Requerimientos de tráfico de un Sistema Típico de 3 Estaciones.

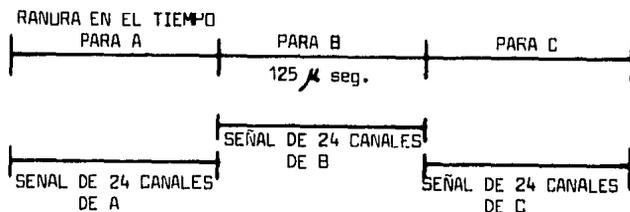
Así, la técnica de FDMA consiste en dividir el ancho de banda del transpondedor en bandas de frecuencia, correspondiendo a la modalidad un solo canal por portadora (SCPC).

La técnica FDMA es el sistema empleado tradicionalmente para telefonía por satélite debido a su simplicidad, bajos costos en las estaciones terrenas y una mejor adaptación a los sistemas terrestres de telefonía.

El acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) consiste en compartir el transpondedor en tiempo. Es decir, una estación terrena puede disponer de toda la capacidad del transpondedor en un solo intervalo o ranura de tiempo. De esta

forma, cada estación terrena envía sus señales en forma de ráfaga durante el intervalo que le corresponda. Por ejemplo: las estaciones A, B y C transmiten 24 canales cada una, como solamente una radiofrecuencia es aplicada, las tres estaciones-deberán distribuirla. Cada estación empleada será colocada como se muestra en la figura 2.14.

Entonces cada estación transmitirá una vez cada 125 μ seg. Esto producirá -- 8000 transmisiones por segundo.



- Fig.2.14 Distribución de Radiofrecuencia para 3 Estaciones.

La técnica de TOMA tiene la ventaja de permitir la utilización del transpondedor a plena potencia y saturación, y una mayor flexibilidad para manejar diferentes tipos de tráfico y de servicios. La técnica TDMA es un sistema más complejo y las estaciones terrenas que utiliza son todavía mucho más costosas que las que se emplean en FDMA.

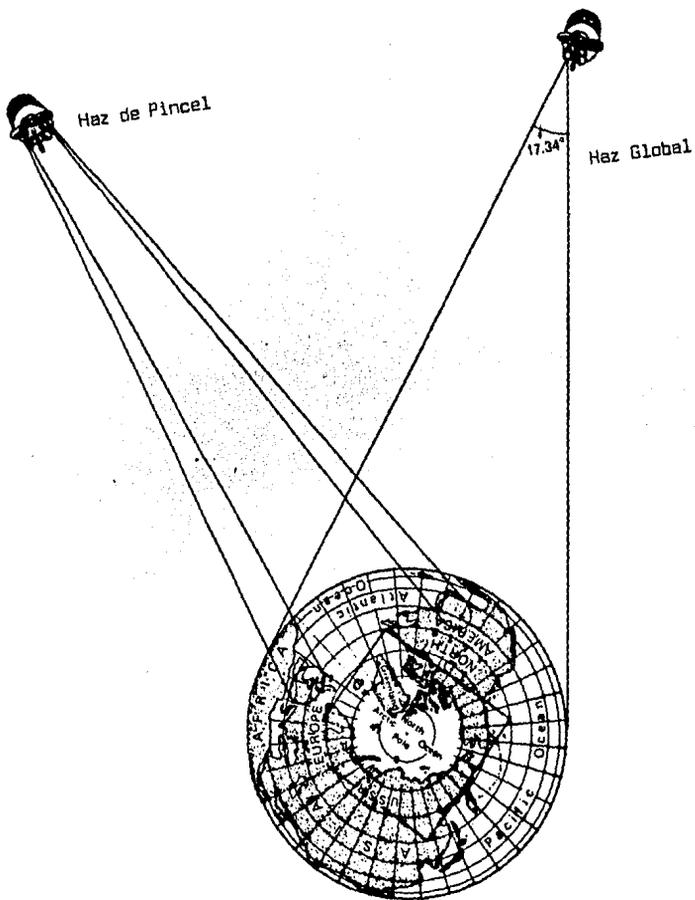
Se espera que con el tiempo las ventajas de FDMA desaparezcan, debido principalmente a la evolución de los sistemas terrestres hacia una completa digitalización, y a la reducción de costos obtenidos a través de las tecnologías de integración a gran escala (LSI) y la integración a muy grande escala (VLSI).

Ahora bien, la estructura básica de un satélite consta de : antenas, transpondedores, alimentación, propulsión, comando y telemetría.

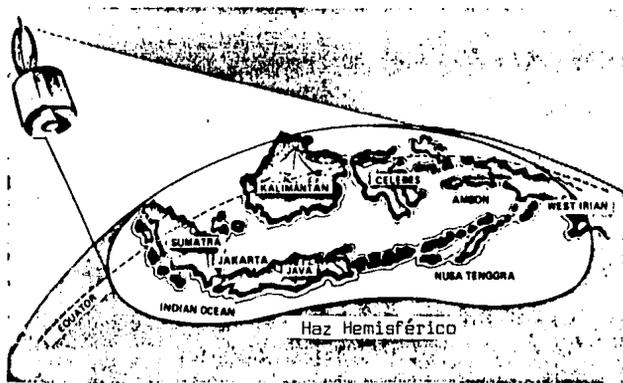
El subsistema de antenas de comunicaciones es un conjunto de varias antenas que producen diferentes tipos de haz, así tenemos: haz global, haz hemisférico y haz de pincel. Ver figura 2.15.

El transpondedor, es el encargado de convertir la frecuencia de 6 GHz a 4 GHz. Está constituido por las partes mostradas en la Figura 2.16.

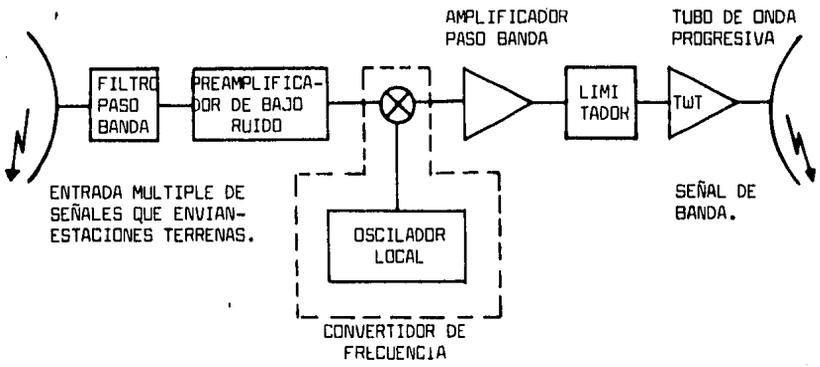
La alimentación es la potencia necesaria para la operación del satélite, y se obtiene mediante celdas solares montadas en paneles específicos. Durante los eclipses se emplean baterías que alimentan la carga total sin que se vea disminuido



- Fig.2.15 Diferentes tipos de Haz...



... Fig.2.15



- Fig.2.16 Transpondedor.

el número de canales que pueden emplearse o las características de éstos.

Los propulsores son utilizados para el control de la posición orbital del satélite, se emplean grupos idénticos e independientes de propulsores a base de hidracina. Cada uno de los conjuntos incluye dos tanques de hidracina y algunos pares de impulsores montados en posiciones radial y axial con respecto al cuerpo del satélite.

El subsistema de comando, permite el control del satélite a partir de las instrucciones que se envían desde tierra.

Mediante el subsistema de telemetría se transmite información en frecuencias portadoras empleando modulación de pulsos codificados a fin de monitorear continuamente el funcionamiento de todos los subsistemas del satélite.

2.2 TENDENCIA HISTORICA DEL PROCESO DE DIGITALIZACION DE UNA RED

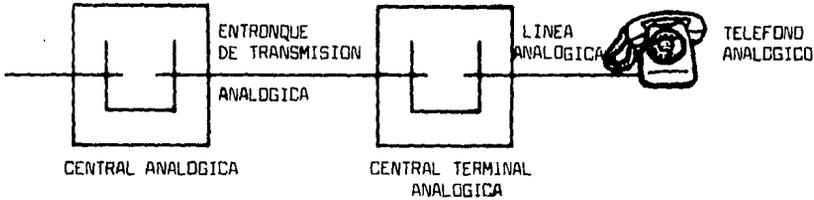
Las redes telefónicas son dinámicas por naturaleza; están en forma continua experimentando cambios, por un lado debido a la realización de ampliaciones para satisfacer la nueva demanda, y por otro lado por razón de las sustituciones, de equipos que cumplieron su vida útil por nuevos equipos de mejores prestaciones que los sustituidos. El objetivo de este tema será el de encaminarnos a la evolución de la red desde la estructura de un sistema tradicional hasta una estructura de un sistema completamente digital.

Algunos requerimientos que constituyen la transición de la red analógica a la red digital son:

- a) El aumento en la demanda de tráfico
- b) Introducción de nuevos servicios (voz, datos, facsímil, telex, teletex, etc).
- c) Mejores comunicaciones rurales
- d) Administración de una red flexible

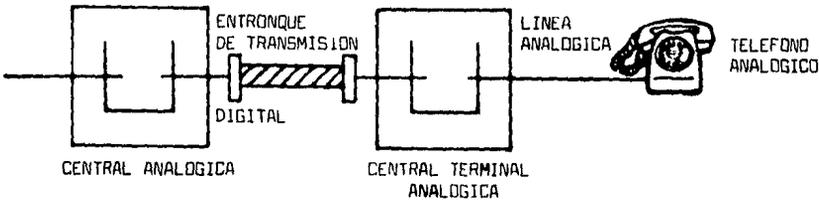
La estructura del sistema tradicional de una red telefónica (mostrada en la figura 2.17), está formada por una central analógica, la cual está encargada de transmitir el mensaje hacia otra central terminal analógica por medio de un tronco de transmisión analógica. La central terminal se encargará de transmitir el mensaje por la línea del teléfono receptor.

El primer gran paso parte de las técnicas tradicionales, siendo tomada la introducción de los sistemas de transmisión de modulación por codificación de pulsos



- Fig.2.17 Estructura del Sistema Tradicional de una Red Telefónica.

(PCM). (Figura 2.18). Inicialmente estos sistemas fueron justificados en la planta de transmisión por lo económico y por las velocidades de transmisión que manejaban.

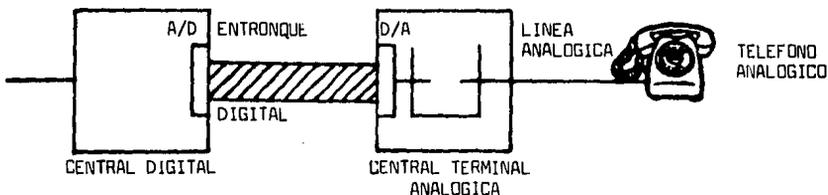


- Fig.2.18 Introducción del Sistema de Transmisión PCM.

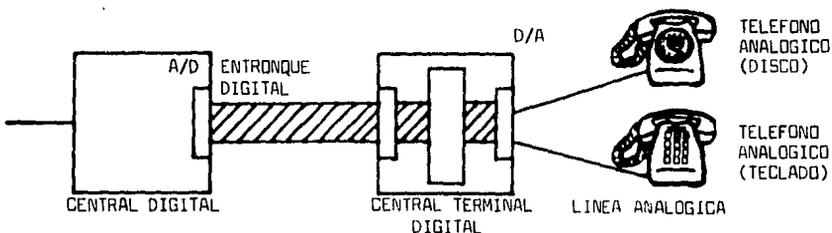
Pronto se pudo ver que se podría tener un gran ahorro si se aplicaba una com-mutación digital en la transmisión anteriormente aplicada. Este cambio trajo -- como consecuencia que la central de transmisión anterior se convirtiera en una cen-
tral digital con sus respectivas interfaces. (Figura 2.19).

En la actualidad podemos encontrar sistemas casi completamente digitales; se-
exceptúan las líneas telefónicas y los abonados. Ver figura 2.20. Este sistema
tiene como ventaja una información más confiable; es decir, con menos distorsión -
y más rápida. Además mucho equipo analógico ha sido desplazado, lo cual trae --
como consecuencia centrales más reducidas y de fácil mantenimiento.

La digitalización gradual de la red telefónica conducirá a una red digital --



- Fig.2.19 Introducción de la Central Digital, en la Transmisión.



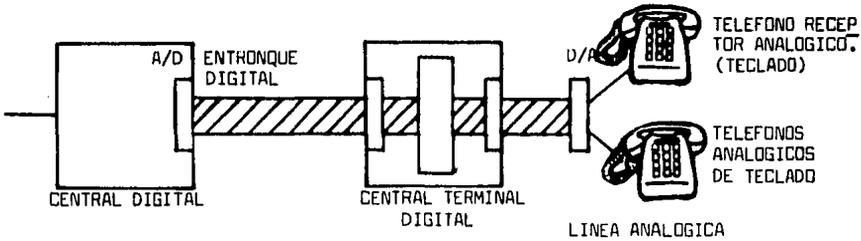
- Fig.2.20 Sistema casi completamente Digital.

integrada (RDI), en la que las líneas de abonado podrán seguir siendo analógicas -- como se muestra en la figura 2.21-- así como también los abonados.

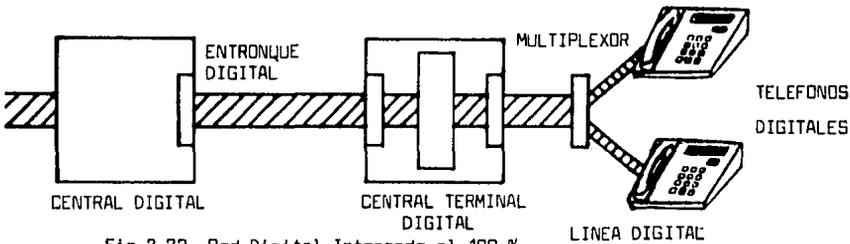
El establecimiento de una RDI al 100 % (Ver figura 2.22), no es muy probable -- que se produzca en un futuro próximo puesto que el equipo analógico existente, la transmisión y la conmutación pueden seguir proporcionando servicios telefónicos -- satisfactorios durante varios años.

2.2.1 VENTAJAS DE LA DIGITALIZACION

El proceso de la digitalización trae consigo varias ventajas, entre las que -- destacan: la facilidad de señalización, referida a los sistemas digitales que admiten información de control para ser insertada y seleccionada dentro de un mensaje-



- Fig.2.21 Red Digital Integrada con Abonados Analógicos.



- Fig.2.22 Red Digital Integrada al 100 %.

común, independientemente de la característica del medio de transmisión. Siendo así, las funciones de control y formatos pueden ser modificados independientemente del subsistema de transmisión.

El gran desarrollo de la tecnología de circuitos integrados digitales para -- circuitos lógicos de computadora y memoria está siendo aplicada directamente a la transmisión digital y a los sistemas de conmutación. Así, los circuitos integrados de grande escala se están desarrollando específicamente para funciones de tele comunicaciones.

El relativo bajo costo y alto desempeño de circuitos digitales permite utilizarlos en importantes aplicaciones que resultan demasiado caras cuando se implementa con componentes analógicos, la ventaja de las implementaciones digitales deriva de la facilidad con la cual las señales digitales pueden ser multiplexadas.

Los sistemas de transmisión y conmutación de redes telefónicas tradicionalmente han sido diseñados y administrados en forma independiente.

Cuando la técnica TDM para señales de voz digitales fue introducida en el área de enlace y se empezó a considerar la conmutación digital, se observó que las operaciones de la técnica TDM eran muy similares a las funciones de la conmutación por

división de tiempo; de esta forma se concluyó que las operaciones de multiplexaje de un sistema de transmisión podían ser integradas dentro del equipo de conmutación.

La ventaja básica de la integración de estos dos sistemas es que el equipo de multiplexaje-banco de canales-en la oficina de conmutación se hace innecesario; si ambas terminales del entronque de la técnica TDM digital son integradas dentro de un conmutador digital, el banco de canales en ambas terminales del entronque serán eliminadas.

Por otra parte, puesto que los circuitos digitales son a 4 hilos, los ecos son eliminados. Además, el requerimiento de entrada de cables-pares-es gradualmente reducido porque todos los entronques son implementados como subcanales de una señal TDM.

El ruido y las interferencias en una red de voz analógica llegan a ser más evidentes durante las pausas al estar hablando; cuando la amplitud de la señal es baja, esta misma señal de ruido llega a ser imperceptible cuando se está hablando continuamente.

En un sistema digital las pausas al hablar son codificadas con un particular modelo de datos y transmitidas en el mismo nivel de potencia de la voz en turno.

De esta forma la regeneración de la señal virtualmente elimina todo el ruido originado en el medio de transmisión.

Una característica fundamental de un sistema digital es que la probabilidad de errores de transmisión se pueden disminuir en forma arbitraria si se colocan repetidores regenerativos en puntos intermedios en el enlace de transmisión. Si se ponen bastante cercanos se detectarán y regenerarán las señales digitales antes de que las degradaciones sean mayores y provoquen errores de decisión.

El consumo de energía es otro aspecto en que los sistemas digitales resultan ventajosos, no solo por las economías directas que permiten realizar en cuanto a costos de energía y en equipo de alimentación, sino también al reducir el alto costo y uso excesivo de energía de las instalaciones de climatización que requieren los edificios de las centrales.

Es de vital importancia la característica que presentan las redes digitales debido a su potencial para la integración de servicios.

La facilidad de encriptación es un aspecto que también resulta de gran importancia, puesto que se podrán mandar "mensajes secretos" con una gran confiabilidad.

2.3 TRANSICION DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES ANALOGICAS A REDES DIGITALES

En la actualidad se han identificado los principales aspectos técnicos de la transición de las comunicaciones de las redes analógicas a redes digitales y se han -- elaborado las correspondientes recomendaciones por parte de las comisiones de estudios técnicos del Comité Consultivo Internacional (CCI). Dado que las técnicas -- digitales, las redes y los servicios están en continua evolución, se seguirán realizando estos estudios a fin de formular nuevas recomendaciones particularmente -- en el ámbito de la red digital de servicios integrados (RDSI).

Ante este escenario en evolución la VII Asamblea Plenaria del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), decidió crear un grupo autónomo especializado (GAS 9) para identificar y analizar los problemas relacionados con -- la transición de las redes de telecomunicaciones analógicas a redes digitales; de esta forma, tanto los países industrializados como los países en desarrollo podrán beneficiarse de los logros obtenidos.

2.3.1 ASPECTOS GENERALES DE LA DIGITALIZACION DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

En las telecomunicaciones actuales se tiende cada vez más a utilizar las técnicas -- digitales, debido principalmente a tres factores:

- a) Las características tecnológicas de los sistemas digitales.
- b) La probabilidad de conseguir mayores reducciones del costo.
- c) La demanda de servicios de comunicaciones digitales.

Los factores tecnológicos y económicos relativos a los sistemas digitales -- pro moverán a largo plazo la digitalización de la mayor parte de la red de telecomun-- caciones.

El control por programa almacenado (SPC) y la señalización por canal común -- (CCS) son técnicas que aumentan de sobremana las prestaciones de la red (por -- ejemplo, servicios de abonados suplementarios y funciones de explotación y manteni miento nuevos). En algunos casos estas técnicas se han introducido con la conmutación analógica, y generalmente se suministran con los sistemas de conmutación di gital. Se asume por tanto que el SPC y la CCS son características inherentes a -- las redes digitales.

Todos los tipos de información, incluso la información de control de la red, -- una vez codificados digitalmente, pueden transferirse como trenes de bits y tratar se de manera uniforme. Por otra parte se prevé llegar a la RDSI a partir de una-

RDI mediante la integración de otros servicios no vocales.

Una RDSI formada a partir de una RDI telefónica requiere que sus capacidades de transmisión y conmutación se incrementen en gran medida para que admitan los servicios de banda ancha. Estos se facilitan por la creciente penetración de las comunicaciones vía satélite y por los resultados prometedores de los sistemas de fibra óptica. En consecuencia, la gran capacidad de ancho de banda que ofrecen estos sistemas de transmisión es un factor importante en la evolución de las redes digitales.

De las ventajas que ofrecen las técnicas digitales podría concluirse que todas las administraciones deberán empezar inmediatamente a digitalizar sus redes. Pero deben considerarse varios aspectos.

Las redes existentes representan una inversión cuantiosa en equipo y organización y no pueden reemplazarse fácilmente, por lo que los sistemas digitales deben introducirse de una manera progresiva.

A continuación se presentan tres métodos que en principio pueden contribuir a lograr la digitalización de la red dentro de los límites impuestos por los medios disponibles:

- 1) Hacer frente al crecimiento de la red con sistemas digitales.
Si el crecimiento fuera considerable, la digitalización sería importante en un futuro próximo.
- 2) Reemplazar con sistemas digitales las partes obsoletas y no rentables de la red.
- 3) Permitir que el mercado de servicios digitales (si es suficiente) costee la parcial digitalización de la red.

Por otra parte, independientemente de la estrategia que se vaya a elegir, debe planificarse cuidadosamente la introducción de los sistemas digitales en la red. La técnica digital aún no es directamente compatible con la técnica analógica existente. Se necesita adaptar las interfaces de las partes analógicas y digital de la red y planificar ésta de manera que se cubra todo el período de introducción de los sistemas digitales y se reduzcan al mínimo los costos. Debe señalarse también que la parte principal de una eventual RDSI futura estará constituida por los sistemas digitales de transmisión y conmutación instalados en la RDI telefónica. Por lo tanto, deben tenerse en cuenta las necesidades de integración de servicios a largo plazo al planificar la introducción de la transmisión y conmutación integradas en telefonía.

2.3.2 ADAPTACION DEL PLAN FUNDAMENTAL EN LA TRANSICION HACIA UNA RED DIGITAL

Para preparar la introducción de las técnicas digitales, debe establecerse un nuevo plan de red, éste es: un plan de numeración capaz de reasignar unidades de abogado cuándo se modifica el número de puntos de encaminamiento, manteniendo al mismo tiempo un uso eficaz de los indicativos de central. No serán necesarios cambios en el plan de numeración al progresar la red digital. Los problemas de numeración surgirán con toda seguridad en el equipo actual de conmutación de control directo que en las centrales modernas, las cuales pueden tratar con flexibilidad la numeración y el encaminamiento mediante programas.

Debe establecerse un plan de enrutamiento (o encaminamiento) de la red teniendo en cuenta la posible reducción de niveles en la jerarquía y la concentración de funciones de encaminamiento en un número menor de puntos de conmutación. Debe -- proporcionarse interconexión entre la red digital en evolución y la red analógica-existente. Cabe señalar que la modularidad de los sistemas multiplex por modulación de pulsos codificados repercute en el costo de los circuitos.

En el plan de conmutación los conmutadores temporales que se diseñan deben -- evitar la congestión u obtener una congestión reducida con un costo menor que los conmutadores especiales.

La capacidad de tráfico de un conmutador digital es enorme. Por consiguiente, debe ahondarse en el estudio de la explotación combinada (tránsito, tránsito local y local).

Las técnicas de conmutación digital facilitan el uso de unidades de conmutación distintas. Sin embargo, se debe proporcionar la suficiente fiabilidad mediante algún tipo de redundancia en la transmisión o concediendo a la unidad distañte cierta autonomía de control.

Se debe disponer de un plan de transmisión global para la red digital, con -- inclusión de los casos de conexiones mixtas analógico/digitales. El objetivo de este plan, junto con el plan de encaminamiento, es el de limitar las degradaciones producidas por las sucesivas transiciones de 2 a 4 hilos y las sucesivas etapas -- de codificación/decodificación hasta que se logre la necesaria penetración de las técnicas digitales.

Al adaptarse el plan de transmisión deben tenerse en cuenta que: la transmisión y conmutación digital son a cuatro hilos y por su propia naturaleza no sufren atenuación, independientemente de la distancia ó del número de puntos de conmutación intermedios; la conversión de 2 a 4 hilos introduce reflexiones debidas a la

imperfecta adaptación de impedancias, lo que puede producir una distorsión que lleve prácticamente a una situación de autooscilación; el retardo de transmisión a través de la central digital contribuye también a la aparición del eco; el ruido en la conexión no está vinculado a la distancia como en las técnicas analógicas, sino al número de conversaciones analógico/digitales.

En el plan de señalización, la introducción de la conmutación de control por programa almacenado (SPC), junto con la transmisión digital, brinda la oportunidad de beneficiarse de la señalización por canal común. El sistema NO 7³ del CCITT es un sistema de señalización por canal común que ha sido perfeccionado al máximo para funcionar con una velocidad de transmisión de 64 Kbit/s. Aunque este sistema es el recomendado para señalización entre centrales SPC, los sistemas de señalización existentes pueden todavía utilizarse en un medio digital, debiendo la central digital ser capaz de funcionar con aquellos sistemas.

Tiene que establecerse un plan de sincronización de la red puesto que existe la necesidad de sincronizar el funcionamiento de los conmutadores y los enlaces de transmisión. Lo que se pretende es tener una red totalmente síncrona con una jerarquía de nodos síncronos. El nivel máximo de esta jerarquía lo formarán uno o más nodos con relojes maestros, mientras que en el nivel mínimo-centrales locales, por ejemplo-los relojes estarán, subordinados a los de un nivel superior. Los requisitos de sincronización están determinados por la transmisión de datos.

En el plan de explotación y mantenimiento es primordial reconocer que los equipos analógicos y digitales coexistirán durante algún tiempo en la red. Por lo tanto, desde el punto de vista de los servicios de explotación y mantenimiento y de la eficacia del personal, es importante que los sistemas de transmisión y conmutación digitales no aparezcan como unidades separadas en la red analógica. Deben introducirse paulatinamente los servicios integrados de explotación y mantenimiento.

2.3.3 ESTRATEGIAS EN LA TRANSICION DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES DIGITALES

Para satisfacer la demanda actual y futura en una forma adecuada desde el punto de vista técnico, económico y operacional, es necesario elegir la mejor estrategia que permita la transición de la red analógica existente a una red totalmente digital.

La estrategia que se elija deberá ser flexible y capaz de adaptarse a los posibles cambios de necesidades de la red deseada.

Con la introducción de líneas de abonado digitales en una RDI telefónica, se-

inicia la evolución hacia la RDSI. Esto puede iniciarse mucho antes de que se alcance una RDI telefónica al 100 %, pero puede posponerse en el futuro si técnicas especializadas suministran servicios no vocales adecuados.

La integración de servicios podrá entonces pasar progresivamente de las facilidades de acceso local a las facilidades de transporte de la red. El punto de partida de una administración es la red existente y en particular su red telefónica.

Las estrategias de transición a la RDI pueden agruparse en tres categorías -- principales:

- 1) Redes digitales superpuestas sobre la red existente
- 2) Redes digitales concentradas en islas.
- 3) Una combinación elegida de estrategias de superposición y de islas - gobernada por los aspectos económicos y denominada estrategia pragmática.

El objeto de la red superpuesta, como primera fase, es crear una red digital-nueva que se extienda de manera fina sobre una red analógica existente (Ver figura 2.23). Se reducen así al mínimo las interfaces entre las redes analógicas y - digitales puesto que cuando una llamada entra en la red digital puede transmitirse digitalmente a cualquier parte de la red superpuesta.

Una premisa importante de la estrategia de superposición es que la zona en -- que debe prestarse el servicio es predominantemente analógica y no tiene grandes - posibilidades de acomodar rápidamente servicios telefónicos digitales reemplazando el equipo existente.

La estrategia de la isla digital afecta a una cierta zona de central local -- ó a una zona de central primaria digitalizada totalmente en conmutación y transmisión. Dicha zona tendrá por tanto el aspecto de una isla digital en un entorno - analógico. Esta isla se encuentra integrada en la red general con sus correspondientes convertidores analógico/digitales (A/D), donde sean precisos. La figura-2.24 representa el caso de la isla digital. Dentro de una isla, se podrá suministrar también señalización por canal común para beneficiarse al máximo de los sistemas de conmutación SPC.

Los problemas de congestión de tráfico que se presentan en la red de superposición no se presentan en las islas digitales. Sin embargo esta ventaja se ve -- disminuída por las numerosas conversiones A/D que se tienen en las diversas rutas.

La estrategia de la digitalización pragmática es una combinación de las dos - anteriores, y se adopta tras analizar las siguientes circunstancias:

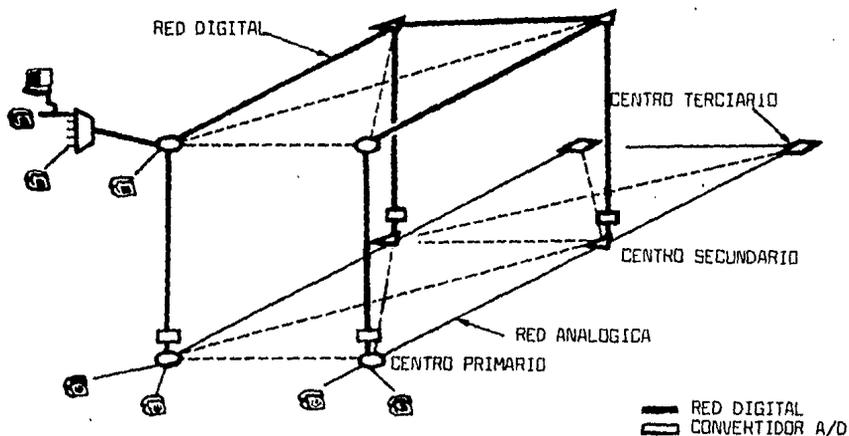


Fig.2.23 Red Superpuesta

- 1) Necesidad de ampliación del servicio
- 2) Estado del equipo en la red.
- 3) Implicaciones de tipo financiero y por tanto posibilidad de hacer frente a esta alternativa.
- 4) El estado de la técnica en la tecnología particular, con referencia a la parte de la red que se considerará

La digitalización pragmática no es, evidentemente, un procedimiento tan bueno como los otros dos. Sin embargo se acomoda a las condiciones existentes en la red particularmente en lo relativo a la sustitución de equipo gastado y a las limitaciones de tipo financiero. Exige un alto grado de planificación coordinada y por ello no resulta recomendable para los países en desarrollo. Desgraciadamente muchos de ellos están adoptando la digitalización de manera pragmática.

Esto exigirá inevitablemente una planificación compleja y, por tanto, un perezoso planificador altamente calificado, escaso en esos países.

2.4 EVOLUCION DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

La RDSI se basará en redes digitales integradas (RDI) para telefonía y evolucionará a partir de estas redes incorporando progresivamente funciones adicionales y caracte-

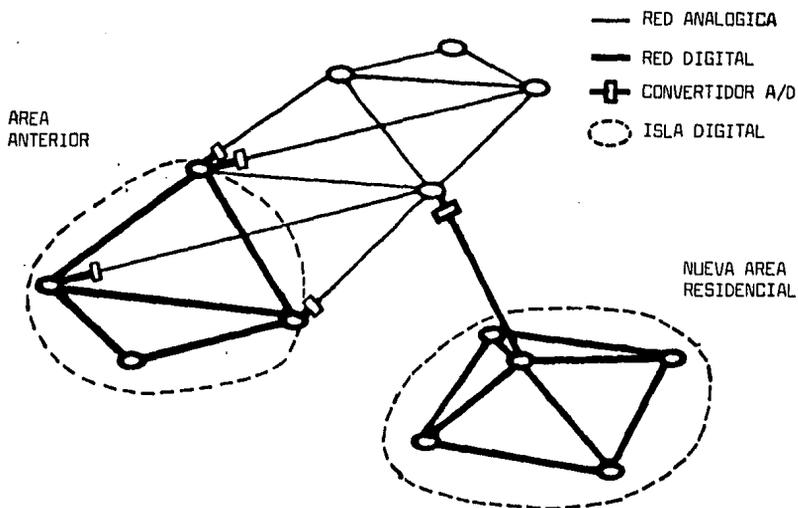


Fig.2.24 Isla Digital

terísticas de otras redes especializadas como son las redes de datos con conmutación de circuitos y las redes de datos con conmutación de paquetes, a fin de tener en cuenta los servicios actuales y los nuevos.

La transición de una red actual hacia una RDSI completa puede requerir de una o más décadas. Durante este período se deben adoptar disposiciones para el interfuncionamiento de servicios ofrecidos por las RDSI, y servicios ofrecidos por otras redes.

En la evolución hacia una RDSI, la conectividad de extremo a extremo se obtendrá por medio de los recursos y equipos utilizados en las redes existentes, tales como transmisión digital, conmutación por división de tiempo y/o conmutación por división de espacio.

Actualmente se consideran tres fases de evolución de la RDSI: la primera fase será la red telefónica digital. Dicha red evolucionará a partir de la red telefónica analógica por la implementación progresiva de la transmisión y de la conmutación digital. Esta fase está en proceso y es realizada en algunos países, median-

te el cambio lento de la red telefónica en una digital. Dicha red telefónica digital suministra, además de beneficios económicos, técnicos y operativos para telefonía, un importante pre-requisito para la RDSI, el acoplamiento a 64 Kbit/s.

En la segunda fase, la red telefónica digital es incrementada en su capacidad de acceso para otros servicios suministrados al usuario u otras redes especializadas. Por ello se requieren puntos de interconexión de los usuarios con la red -- llamados interfaces RDSI usuario/red. Mediante estas interfaces, otros servicios no telefónicos, pueden entrar a la red telefónica digital y convertirla en una red multiservicios. En esta fase, la RDSI es básicamente una red telefónica digital y, por tanto la velocidad de transmisión es de 64 Kbit/s.

En la tercera fase podemos definir la RDSI con acoplamiento de 64 Kbit/s; sin embargo, es deseable manejar también servicios que requieran más de 64 Kbit/s, -- tales como transmisión de programas de sonido y movimiento de imágenes (televisión telefónica visual, etc.). Por otro lado, podrían estar otros servicios que requieren menos de 64 Kbit/s. Aún cuando para telefonía es necesario tomar en cuenta velocidades menores de 64 Kbit/s.

EL CONCEPTO DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Se está llevando a cabo un proceso evolutivo hacia una red telefónica totalmente digital, donde se incluye la posibilidad de conexión digital en las terminales de abonados. Este proceso comenzó con la introducción de la transmisión digital -- entre centrales y se está ampliando a las centrales de tránsito y locales.

Con la adición de líneas digitales de abonado y la introducción de nuevos servicios que irán anexándose, esta red totalmente digital será el medio que estará -- evolucionando hasta convertirse en una red digital de servicios integrados(RDSI).

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA RDSI

El concepto red digital de servicios integrados (RDSI) se puede definir como una -- red que partiendo de la red telefónica digital irá evolucionando, proporcionando -- vías digitales de extremo a extremo que sirvan para una amplia gama de servicios -- de voz, datos, facsímil y video, a los cuales podrán acceder los usuarios por me -- dio de un número reducido de interfaces normalizadas.

La clave de la RDSI radica en la posibilidad de llegar hasta el abonado tele -- fónico individual con una variedad de servicios no vocales, además del propio ser -- vicio telefónico.

El objetivo principal de la RDSI es combinar la economía y flexibilidad pro -- porcionadas por una red de telecomunicación única, capaz de manejar nuevos servi -- cios aún sin considerer.

Anteriormente, al introducirse un nuevo servicio de datos, se establecían -- redes separadas, fuera por una administración ó por una compañía explotadora. Aho -- ra bien, con la proliferación actual de este tipo de servicios ya no tiene sentido utilizar una red distinta para cada uno, surgiendo así la idea de una RDSI.

Aunque la expansión de los servicios de datos sea mucho más rápida que la del -- servicio telefónico en la mayoría de los países desarrollados, el número de abona -- dos a tales servicios es del orden del uno al dos por ciento del número de abona -- dos telefónicos. Este porcentaje sin duda crecerá considerablemente, pero la --

telefonía seguirá siendo el principal servicio, por lo menos en el futuro previsi-
ble. Por lo tanto, una condición básica para la introducción de la RDSI es --
que el costo de su implantación no repercuta apreciablemente sobre el costo del -
servicio telefónico básico. Dado el volúmen de las inversiones en el equipo --
existente no integrado, la implantación total requerirá seguramente muchos años.

Las RDSI soportan aplicaciones diversas, como las conexiones conmutadas y no
conmutadas.

En una RDSI, las conexiones conmutadas comprenden enlaces con conmutación --
de circuitos y enlaces con conmutación de paquetes.

En la medida en que sea posible introducir nuevos servicios en una RDSI, de-
berán disponerse de modo que sean compatibles con las conexiones digitales conmu-
tadas a 64 Kbit/s.

Una RDSI contendrá inteligencia para asegurar las características de servi -
cio, las funciones de mantenimiento y gestión de la red.

Es posible que esta inteligencia no sea suficiente para algunos nuevos servi -
cios y sea necesario suplementarla mediante inteligencia adicional dentro de la -
propia red, lo que también es posible mediante una inteligencia compatible en las
terminales de usuario.

Dentro de los aspectos relativos al servicio se dispone de información sobre
una amplia gama de servicios vocales y de datos existentes y se reconoce que la -
RDSI tiene características genéricas que permitirán proporcionar muchos de esos -
servicios. Habrá que examinar en el futuro las posibles consecuencias de todos-
los servicios, pero se propone concentrar inicialmente la atención en: nuevos ser -
vicios, para los que son suficientes las capacidades disponibles en la RDSI; y --
telefonía digital, para prever adecuadamente el servicio predominante.

La provisión de un servicio, a un abonado conectado a una RDSI puede compre-
nder la totalidad ó solo una parte de los medios necesarios para la completa reali -
zación del servicio. El concepto del servicio incluye los aspectos comerciales-
y de explotación asociados a la provisión del servicio.

En los aspectos relativos a la red se consideró que puede haber limitaciones
en cuanto a la utilización de la capacidad de 64 Kbit/s a fin de respetar las nor -
mas acordadas internacionalmente para algunos servicios. Las conexiones a tra -
vés de la RDSI pueden conmutarse ó conectarse de manera semipermanente y los ser -
vicios de banda ancha pueden realizarse utilizando conexiones de intervalos de --
tiempo multiplex de $n \times 64$ Kbit/s. Se espera que todas las centrales de RDSI --
tengan control por programa almacenado y señalización entre centrales, con trayec

tos de transmisión digitales en rutas que ofrezcan todas las posibilidades de servicio de la RDSI. Habrá que prever una restricción del servicio cuando haya interfuncionamiento con equipo ó redes que tengan capacidad limitada.

La RDSI dispone de ciertas capacidades funcionales para la prestación de un servicio, entre ellas comprende las capacidades de red y las capacidades de terminal.

Las capacidades de red presentan dos niveles diferentes en la RDSI: en primera instancia, las capacidades de capa inferior, que se relacionan con los servicios soporte; y las capacidades de capa superior que se relacionan con los teleservicios.

Los servicios soporte ofrecen la posibilidad de transferir información entre alguno de los puntus de acceso de la RDSI, como ejemplo tenemos un servicio de información digital sin restricciones a 64 Kbit/s en modo circuito.

Los teleservicios proporcionan plena capacidad de comunicación por medio de terminales de funciones de red, y quizás de funciones proporcionadas por centros especializados, como ejemplo tenemos a la telefonía, el teletex y el videotex.

De esta forma, las capacidades de capa inferior son un conjunto de funciones que hacen posible el transporte de información de usuario por una conexión de RDSI. Las funciones de capa inferior básicas satisfacen los requisitos esenciales de las conexiones de RDSI, y pueden ser funciones de señalización para el establecimiento y la liberación de conexiones, funciones de mantenimiento efectuadas durante una conexión, y otras funciones relacionadas con la conexión, distintas de las funciones de control de la conexión, como son las funciones de conmutación y transmisión. También se cuenta con funciones de capa inferior adicionales, las cuales responden a las necesidades de servicios suplementarios de las capas inferiores, como reencaminamiento de llamadas y selección abreviada.

Las capacidades de capa superior son un conjunto de funciones que pueden llevarse a efecto en nodos que se encuentran dentro ó fuera de una RDSI ó en terminales. Las funciones de capa superior pueden ser proporcionadas por administraciones, empresas privadas de explotación u otros proveedores. La clasificación general de las funciones de capa superior y de capa inferior se presenta a continuación. (Figura 3.1)

Al tener una integración de servicios es necesario contar con un conjunto limitado de interfaces de usuario, además de un interfuncionamiento con las redes existentes, estos casos comprenden: el acceso a la red telefónica existente y a redes especializadas, por ejemplo, red de conmutación de paquetes y red telex; el

	CAPA	NOMBRE	FUNCION
FUNCIONES DE CAPA - SUPERRIOR .	7	APLICACION	Proporciona un alto nivel de protocolos, ó el uso directo del servicio de las aplicaciones de la red.
	6	PRESENTACION	Preserva la información contenida, mientras que los datos son transmitidos en diferentes computadoras.
	5	SESIONES	Proporciona las bases de comunicación de programa -- a programa a través de diferentes computadoras.
	4	TRANSPORTE	Asegura la transmisión de datos entre las computadoras.
FUNCIONES DE CAPA - INFERIOR .	3	RED	Proporciona el establecimiento y mantenimiento de -- las conexiones de la red.
	2	CONEXION DE DATOS	Tiene un nivel de conexión seguro para obtener una -- transmisión eficiente.
	1	FISICO	El establecimiento mecánico y eléctrico, además de -- verificar el procedimiento de las características -- de la red.

- Fig.3.1 Capacidades Funcionales para la prestación de un Servicio.

acceso a otras RDSI; y el acceso a proveedores de servicios situados fuera de la RDSI.

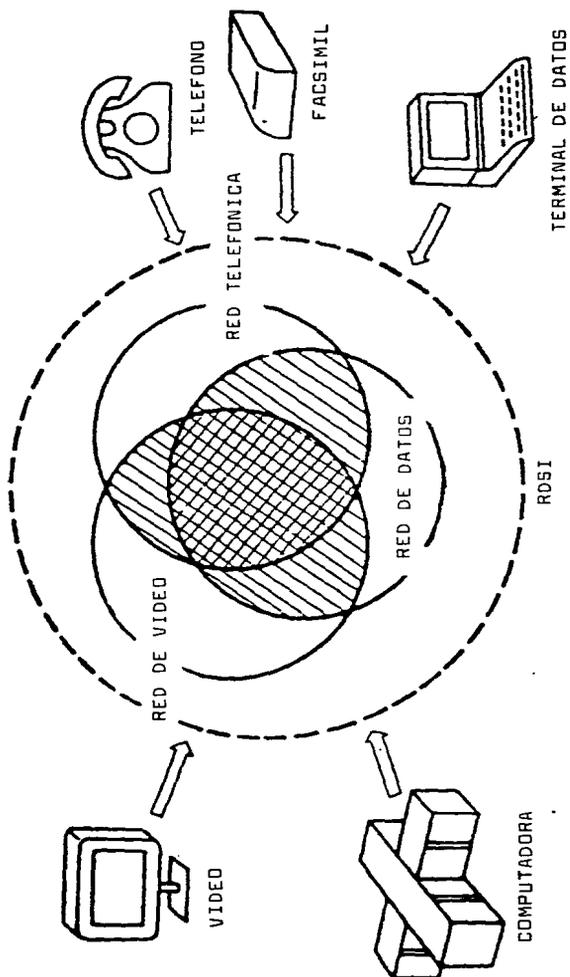
Dentro de la arquitectura funcional de la red se consideran dos categorías -- de funciones de red: una categoría de funciones básicas relativas a las conexiones digitales con conmutación de circuitos a 64 Kbit/s que serían proporcionadas por -- todas las centrales locales. Esta categoría proporciona servicios telefónicos -- y de datos con conmutación de circuitos; y otra categoría de funciones adicionales relativas a servicios que requieren capacidades adicionales, que sólo necesitan -- ser proporcionados en equipos especiales situados en puntos específicos de la red -- ó por subredes especializadas.

3.2. ESTRUCTURA DE LA RDSI

Los servicios que podrán ser ofrecidos por una RDSI atienden a las necesidades de -- usuario de diversos requerimientos. (Ver figura *)

En la fig.3.2 se agrupan los posibles servicios de acuerdo a sus característi -- cas. Los servicios de conducción proporcionan al usuario una capacidad de 64 -- Kbit/s mediante circuitos dedicados y circuitos conmutados.

Los circuitos dedicados se refieren a la relación establecida entre dos abona -- dos en dónde la conexión no pasa por la central telefónica, así, estos circuitos -- se utilizan para funciones específicas como viene siendo el caso de los conmutado --



- Fig.* Concepto de Red Digital de Servicios Integrados.

res privados.

El uso de circuitos conmutados es la relación establecida a través de la red entre dos abonados, que permite la transmisión de secuencias de abonados sin restricción de longitud ni naturaleza.

A diferencia de los circuitos clásicos, los circuitos conmutados son tasados principalmente en función del volumen de los datos transmitidos; el ahorro realizado de ésta manera llega a ser considerable en caso de comunicaciones con porcentaje de silencio importante.

El circuito conmutado responde en particular a las necesidades de interconexiones diversas, cada vez más frecuentes en numerosas aplicaciones. Las conexiones conmutadas incluyen la conmutación de paquetes y sus relaciones.

Por otra parte, los servicios estandar son el télex, teletex, telefonía, --- transmisión de datos, facsímil, telemetría y telescritura.

El servicio télex consiste en la transmisión de información entre dos terminales, de un escrito cualquiera a una cierta velocidad de impresión de caracteres. Este tipo de mensajes no necesitan formato alguno para su transmisión. A fin de poder dialogar con los teleimpresores sobre un plano internacional, fue necesario definir y normalizar un código y una velocidad de transmisión, así tenemos, 50 bit/s como velocidad de transmisión, por una velocidad de impresión de 6.6 caracteres/seg. (trabajando como red independiente).

El servicio teletex consiste en la transmisión entre dos terminales, de documentos de tipo dactilográfico página por página, teniendo un formato específico.

La transmisión se efectúa de memoria a memoria, permitiendo así la utilización de velocidades más elevadas y totalmente independientes del dispositivo de impresión.

En función de la red a la que estén conectadas las terminales teletex, pueden transmitir a velocidades compuestas entre 2.4 y 48 Kbit/s, además de que detecta y corrige los errores.

Pasando a la telefonía, este es el medio de comunicación más usado y consiste de una serie de dispositivos físicos (centrales, interfaces, etc), con abonados en los extremos, de tal forma que una persona puede lograr comunicarse con otra a pesar de la distancia que los separe, tan solo con marcar el número de abonado deseado.

Para proporcionar adecuadamente el servicio telefónico es necesario que contenga los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos específicos al principio de la llamada y desconectarlos una vez que ésta se termina.

ne. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones de comunicación, señalización y transmisión.

En el servicio de transmisión de datos, la comunicación se efectúa en grupos-cerrados de usuarios, por ejemplo, entre lugares geográficamente separados dentro de una compañía. En este caso las terminales de las oficinas y sucursales suelen estar conectados al computador central. En la comunicación de datos, se trata -- esencialmente de transmitir cifras y expresiones de baja redundancia, asimismo -- los procedimientos y protocolos utilizados en la transmisión de datos, son en gran medida específicos del usuario y del fabricante. Los grupos cerrados de usuarios generalmente se realizan en circuitos especializados. Solamente los usuarios de terminales conectadas a estos circuitos pueden intercambiar datos entre sí.

Las comunicaciones por facsimil tienen la capacidad de duplicar exactamente - un documento a muy alta velocidad, y a pesar de la distancia entre el que transmite y el que recibe. Este sistema es muy económico ya que por el precio de una -- llamada telefónica se puede enviar cualquier tipo de documento, tales como: dibu-jos, tablas e ilustraciones, en unos cuantos minutos. Actualmente se alcanzan -- velocidades de dos a tres segundos por página.

El servicio de telemetría consiste en ejercer control sobre el funcionamiento de objetos a grandes distancias mediante transmisión de información, empleando -- algún tipo de modulación. De esta forma se pueden realizar mediciones de control a grandes distancias, por ejemplo, el monitoreo de los satélites.

La telescritura permite a interlocutores alejados, intercambiar simultáneamen te y a distancia, informaciones gráficas. Basta con ayuda de un bolígrafo, tra zar en una tableta gráfica un texto ó un esquema, éste se reproduce instantáneamen te en la pantalla de los televisores colocados a cierta distancia. Los interlocutores pueden trabajar de esta manera en un mismo esquema, modificarlo, comentarlo, ó ponerlo en memoria. Con un circuito a 4 hilos y en audioconferencia, la transmisión se efectúa al mismo tiempo que la palabra, mediante transmisión de los datos gráficas en el interior de la banda pasante telefónica. En la red telefónica la telescritura es transmitida por medio de modem's de 200 baudios. Una segunda-línea telefónica es entonces necesaria para la conversación oral.

Los servicios de información tendrán gran importancia en el futuro, pues involucran el intercambio de información entre abonados y equipo perteneciente a una - administración pública ó privada.

Pueden consistir en servicios de consulta o videotex.

Los centros de consulta están constituidos por ordenadores con lógica adecuada para almacenar las bases de datos (información suministrada por los promotores-institucionales, públicos ó privados). Su propiedad puede corresponder al organismo oficial que gestiona el servicio o al propio suministrador que debe adaptarse al protocolo de comunicación establecido. Entre las bases de datos podemos encontrar: información diaria, que incluye información bursátil, meteorológica, deportiva, política, turística, mercantil y servicios de urgencia entre otras; información a mediano plazo, que trata estadísticas (económicas, industriales), directorios (organismos públicos, culturales), ofertas comerciales, empleos y otros; y finalmente información especializada, donde se incluye agricultura, comercio, historia, ingeniería, economía, etc.

Respecto al servicio videotex, es un sistema telemático que permite el acceso simple a una base de datos, a través de la red telefónica. Utiliza como terminal un aparato normalizado de T.V. convenientemente adaptado. Otra característica es que permite emitir un conjunto de páginas de revistas por la red de televisión de manera que cada teleespectador por medio de un teclado, puede seleccionar la página que le interese, memorizarla y reproducirla en la pantalla.

Este servicio es una intercomunicación entre unos abonados especiales que ponen a disposición de otros, una cierta información almacenada.

Los primeros son los suministradores de la información y quienes determinan el costo, tipo de información y posibles restricciones.

Los segundos son los usuarios del servicio.

Por último, otros servicios que podrán ser integrados en el futuro, quizás cuando se encuentre casi totalmente establecida la RDSI serán: La audioconferencia, visioconferencia y algunos otros.

La audioconferencia permite reunir simultáneamente dos, tres ó cuatro grupos de personas alejadas. Los participantes se instalan alrededor de la mesa de seis posiciones (que comprende micrófonos y altavoces), y dialogan libremente, sin ningún apremio, como en una reunión ordinaria.

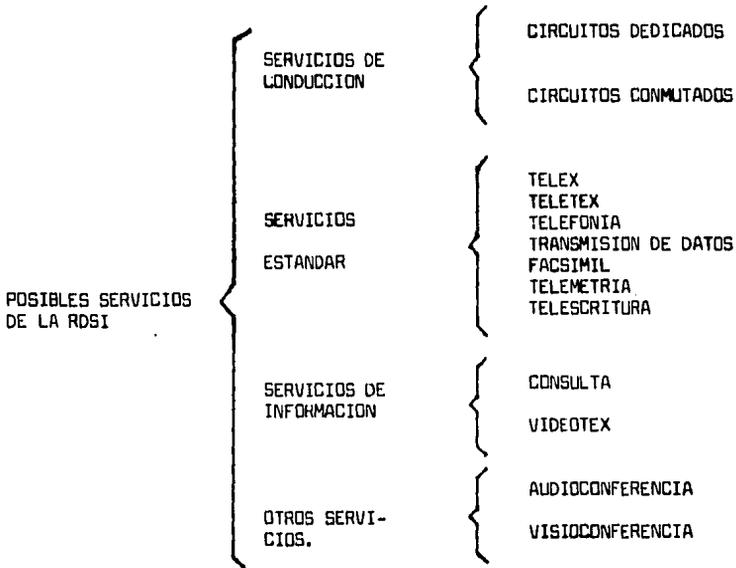
Un dispositivo de señalización a base de luces de aviso, les permite reconocer la identidad de sus interlocutores.

La visioconferencia permite mantener una reunión a distancia, con la posibilidad de intercambiar simultáneamente señales de imagen y sonido.

Permite a cada participante ver y escuchar en cada momento el ó los conferencistas que intervienen en una u otra sala.

Su funcionamiento es completamente automático.

No precisa la intervención de un operador, y la conmutación rápida de las imágenes en función de la toma de palabra de los participantes, tiende a crear las condiciones y un ambiente próximo de las reuniones clásicas.



- Fig.3.2 Servicios que podría ofrecer una RDSI.

ELEMENTOS DE UNA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Una RDSI está formada por tres elementos principales:

- a) Accesos Básicos
- b) Enlaces de Adaptación
- c) Centrales de Conmutación Integradas.

4.1 ACCESOS BASICOS

En la actualidad el tráfico de señales de voz y datos requiere de distintas interfaces para conectarse a la red. Un elemento clave de la integración de servicios en una RDSI es la provisión de un juego limitado de interfaces usuario/red normalizados para usos múltiples.

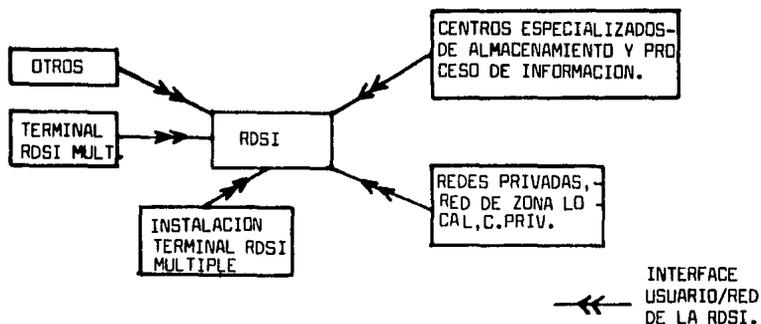
Una RDSI, se identifica por las características de los servicios disponibles a través de interfaces usuario/red, por su arquitectura, configuración y tecnología internas. Este concepto desempeña un papel fundamental ya que permite la evolución independiente de los usuarios, de las tecnologías y configuraciones de la red.

En la Figura 4.1. se representan algunos ejemplos de interfaces usuario/red de la RDSI, y se identifican los siguientes casos:

- 1) Acceso de una sola terminal RDSI
- 2) Acceso de una instalación terminal RDSI múltiple
- 3) Acceso de pequeñas centrales de abonado de servicios múltiples, redes de zona local, o más usualmente de redes privadas.
- 4) Acceso de centros especializados de almacenamiento y proceso de la información.

Por otra parte, según sean las disposiciones reglamentarias nacionales sobre el particular, pueden utilizarse las interfaces usuario/red de la RDSI para el acceso de:

- 5) Redes de servicios dedicados
- 6) Otras redes de servicios múltiples, incluida la RDSI.



- Fig.4.1 Interfaces Usuario/Red de la RDSI.

Las recomendaciones dadas por el CCIIT sobre interfaces usuario/red permiten:

- 1) Que diferentes tipos de terminales y aplicaciones utilicen la misma interface.
- 2) Que las terminales sean transportables desde una ubicación a otra (oficina, domicilio), puntos de acceso público dentro del mismo país y también de un país a otro.
- 3) La evolución independiente, tanto de terminales como de los equipos de la red, sus tecnologías y configuraciones.
- 4) La conexión eficaz con centros especializados de almacenamiento y proceso de la información y otras redes.

Las interfaces deben diseñarse para lograr un equilibrio entre las capacidades de servicio y los costos/tarifas, con el objeto de satisfacer fácilmente la demanda de servicio.

Además de la capacidad de servicios múltiples, una interface usuario/red de la RDSI deberá admitir capacidades como las siguientes:

- 1) Segregación múltiple y otras disposiciones de terminales múltiples
- 2) Elección de la velocidad binaria de la información, modo de conmutación, método de codificación, etc.
- 3) Capacidad de comprobar la contabilidad, con objeto de verificar si las terminales solicitante y llamada pueden comunicarse entre sí.

Para poder entender acertadamente los accesos básicos, es necesario describir algunos otros términos, ya que dentro del tráfico de señales, su funcionalidad in

teractúa con las interfaces de manera determinante. Así, tenemos que: --

Las configuraciones de referencia son configuraciones conceptuales útiles -- para identificar distintas disposiciones posibles de acceso de un usuario físico a una RDSI. Las configuraciones de referencia para interfaces usuario/red de la RDSI definen los puntos de referencia. La figura 4.2 muestra las configuraciones de referencia.

Las agrupaciones funcionales son juego de funciones que pueden ser necesarias en las disposiciones de acceso del usuario a la RDSI. En determinada disposición de acceso, es posible que haya o no funciones específicas en una agrupación funcional. Se hace observar que las funciones específicas de una agrupación funcional pueden efectuarse en una o más partes de un equipo.

Se denominan puntos de referencia los puntos conceptuales que dividen a una agrupación funcional. En una disposición de acceso específica, un punto de referencia puede corresponder a una interface física entre partes del equipo.

Las recomendaciones sobre las interfaces usuario/red de la RDSI vistas anteriormente se aplican a las interfaces físicas en los puntos de referencia S y T, -- empleando las estructuras de canal recomendadas (las cuales se verán más adelante). En el punto de referencia R, pueden utilizarse interfaces físicas de conformidad con otras recomendaciones de CCITT.

La figura 4.2.a presenta la configuración de referencia de la agrupación funcional TR1, TR2 y ET1. La figura 4.2b muestra que FT1 puede ser sustituida por la combinación de ET2 y de AT. La figura 4.2c incluye a ET1 y ET2.

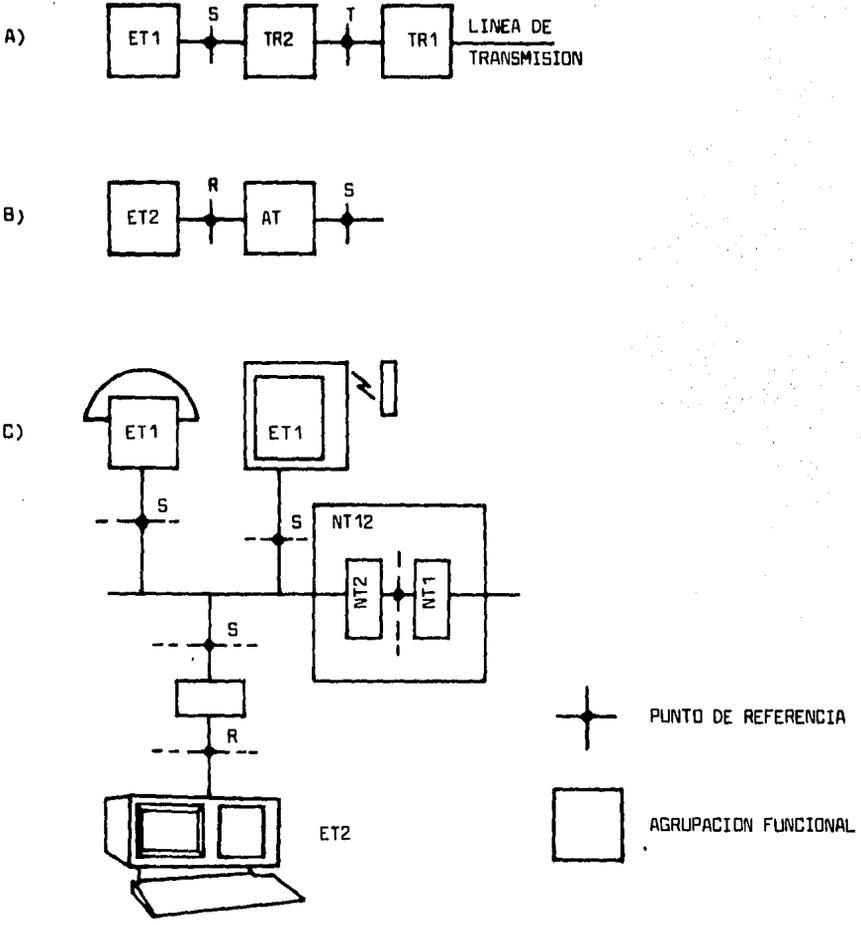
OBSERVACION 1: En el punto de referencia R puede haber interfaces físicas no incluidas en las recomendaciones del CCITT.

OBSERVACION 2: No se asigna ningún punto de referencia a la línea de transmisión puesto que no está provisto ninguna interface usuario/red de la RDSI en esa ubicación.

La lista de funciones para cada grupo funcional es la siguiente:

TR1 (Terminación de Red 1), incluye funciones en gran medida equivalentes a la capa 1-física-del modelo de referencia ISO¹. Estas funciones están asociadas con la propia terminación física y electromagnética de la red.

TR2 (Terminación de Red 2), incluye funciones en gran parte equivalentes a la capa 1 y capas superiores del modelo de referencia ISO. Como ejemplos podrían citarse las centrales de abonados automáticos, redes de zona local y controladores de terminales.



- Fig.4.2 Configuraciones de Referencia para las Interfaces Usuario/Red de la RDSI.

ET (Equipo Terminal), incluye funciones pertenecientes en gran parte a la capa -- 1 y a las capas superiores del modelo de referencia ISO. Los teléfonos digita -- les, los equipos terminales de datos y las estaciones de funciones integradas son ejemplos de equipos o combinaciones de equipos que proveen las funciones.

ET1 (Equipo terminal de tipo 1), incluye funciones que pertenecen al grupo funcio -- nal ET, con una interface que se ajusta a las recomendaciones sobre interfaces -- usuario/red de la RDSI.

ET2 (Equipo terminal de tipo 2), incluye funciones que pertenecen al grupo funcio -- nal ET, pero con una interface que se ajusta a recomendaciones hechas sobre inter -- faces distintas, de la RDSI, o con interfaces no incluidas en recomendaciones del -- CCITT.

AT (Adaptador terminal), incluye funciones pertenecientes en gran parte a las -- capas 1 y superiores del modelo de referencia de la ISO, que permite que un termi -- nal ET2 esté atendido por una interface usuario/red de la RDSI. Los adaptadores entre interfaces físicas en los puntos de referencia R y S ó R y T son ejemplos - de equipos ó combinaciones de equipos que realizan las funciones AT.

ESTRUCTURAS DE LA INTERFACE Y CAPACIDAD DE ACCESO

En la presente recomendación,² se definen series limitadas de tipos de canales³ y -- de estructuras de interface para las interfaces físicas usuario/red de la RDSI.

En una exposición de acceso real, es posible que la red no admita algunos -- canales disponibles a través de un interface física usuario/red de una RDSI, defi -- nido por la estructura de interfaces aplicable. Una estructura de interface de -- fine la capacidad máxima de transmisión de la información digital a través de una interface física. Algunos servicios de la RDSI no requerirán la capacidad to -- tal de un determinado canal; en los casos en que los usuarios necesitan solo di -- chos servicios, podría reducirse más la capacidad de acceso.⁴

Es de suma importancia dentro de la estructura de interfaces, la disponibili -- dad que presentan los diferentes canales al aplicarlos en una interface física -- usuario/red de la RDSI. por esto, procederemos a describir las características -- de cada canal y su utilización: así, el canal B trabaja a 64 Kbit/s. Está pro -- visto para transportar gran variedad de flujos de información de usuario. Cong -- tituye una característica distintiva el que el canal B no transporta información--

1 - Descrito en el capítulo tres

de señalización para conmutación de circuitos por la RDSI. La información de señalización utilizada para la conmutación de circuitos por la RDSI se transmiten -- por otros tipos de canales por ejemplo un canal D.

Los flujos de información de usuario pueden transmitirse por un canal B, sobre una base dedicada, alternativa-dentro de una llamada ó como llamadas separadas- ó simultánea, coherente con la velocidad binaria del canal B; he aquí algunos ejemplos de flujos de información de usuario:

- i) Voz codificada de 64 Kbit/s
- ii) Información de datos, correspondiente a clases de servicio de usuario con conmutación de circuitos o conmutación de paquetes, a velocidades binarias inferiores o iguales a 64 Kbit/s
- iii) Voz de banda codificada a 64 Kbit/s
- iv) Voz codificada a velocidades binarias inferiores a 64 Kbit/s únicamente, o combinada con otros flujos de información.

Se reconoce que un canal B puede utilizarse también para transmitir flujos de información de usuario no tratados en recomendaciones del CCITT.

Pueden utilizarse canales B para facilitar acceso a diversos modos de comunicación dentro de la RDSI, ejemplos de esos modos son los siguientes:

- i) Conmutación de circuitos
- ii) Conmutación de paquetes, terminales que admiten el modo paquetes
- iii) Conexiones semipermanentes

En la conmutación de circuitos, la RDSI puede proveer una conexión transparente de extremo a extremo a 64 Kbit/s o una conexión específicamente apropiada para determinado servicio, como telefonía, en cuyo caso no puede proveerse una conexión transparente a 64 Kbit/s.

En la conmutación de paquetes, el canal B transportará protocolos en las capas 2 y 3, que han de ser tratados por la red.

En las conexiones semipermanentes, puede proveerse dicha conexión, por ejemplo utilizando modos de conmutación de circuitos o de conmutación de paquetes.

2 - Recomendaciones de la Serie I, sobre interfaces para la RDSI

3 - Se denomina canal a una parte específica-en la capacidad de transmisión-de la información de una interface.

4 - Se denomina capacidad de acceso proporcionada a través de la interface, a la capacidad facilitada por los canales realmente disponibles para fines de comunicación.

5 - El CCITT está estudiando actualmente estas aplicaciones

Los flujos de información múltiple provenientes de determinado usuario pueden multiplexarse juntos en el mismo canal B, pero para la conmutación de circuitos se conmutará un canal B completo en un solo interfaz usuario/red.

El canal D puede tener diferentes velocidades binarias

Un canal D está provisto principalmente para transmitir información de señalización para conmutación de circuitos por la RDSI.

Aparte de la información de señalización para la conmutación de circuitos, un canal D puede también utilizarse para transmitir información de teleacción y de datos con conmutación de paquetes.

Se denomina canal E a un canal a 64 Kbit/s. Se utiliza principalmente para transmitir información de señalización para conmutación de circuitos por la RDSI.

El interfaz usuario/red se utiliza únicamente en la velocidad primaria de -- las estructuras de canales multiplexados, como disposición de alternativa para las configuraciones de interfaz con acceso múltiple.

Los canales H tienen las siguientes velocidades binarias:

Canal H0 : 384 Kbit/s

Canal H1 : 1536 (H11) y 1920 (H12) Kbit/s

Un canal H está destinado a transmitir diversos flujos de información de usuario.

Una característica distintiva del canal H es que no transmite información de señalización para conmutación de circuitos por la RDSI.

Pueden transmitirse flujos de información de usuario en un canal H sobre una base dedicada, alternativa-dentro de una llamada o como llamadas separadas-ó simultánea, coherente con las velocidades binarias del canal H. Ejemplos de flujos de información de usuario son:

- i) Facsímil rápido
- ii) Video (por ejemplo para teleconferencia)
- iii) Datos de alta velocidad
- iv) Señales audio de alta calidad ó material de programas radiofónicos
- v) Flujos de información, cada uno de ellos a velocidades inferiores a la velocidad binaria del canal H correspondiente (por ejemplo, voz a 64 Kbit/s), que han sido más bien adaptados o multiplexados conjuntamente.
- VI) Información con conmutación de paquetes.

Las interfaces físicas usuario/red de la RDSI en los puntos de referencia S y T de la RDSI, han de ajustarse a una de las estructuras de interfaz definidas a -- continuación.

La estructura de interfaz básica se compone de dos canales B y un canal D, -- (2B+D). El canal D en esta estructura de interfaz tiene una velocidad de 16 Kbit/s.

Los canales B pueden utilizarse independientemente, es decir, en conexiones -- diferentes al mismo tiempo.

Con la estructura de interface básica, hay siempre dos canales B y un canal -- D en la interface física usuario/red de la RDSI.

Como una observación diremos que podemos utilizar también la estructura de -- interfaz básica en asociación con un canal analógico convencional en una disposi -- ción de acceso híbrido (este tipo de acceso se verá más adelante).

Las estructuras de interface del canal B de velocidad primaria corresponden -- a las velocidades primaria de 1544 y 2048 Kbit/s.

Las estructuras de interfaz de canal B de velocidad primaria se componen de -- canales B y un canal D. Este canal D tiene una velocidad binaria de 64 Kbit/s.

Para la velocidad primaria de 1544 Kbit/s, la estructura del interfaz es -- 23 B+D.

Para la velocidad primaria de 2048 Kbit/s, la estructura de interfaz es --- 30 B+D.

Estructura alternativa del interfaz del canal B de velocidad primaria.

En el caso de un tipo TR2 normalmente conectada a la RDSI por más de un in -- terfaz de acceso de canal B de velocidad primaria, podría ser conveniente en deter -- minadas situaciones, emplear las capacidades de red del sistema de señalización -- NQ 7 del CCITT. En tal caso podrían utilizarse las estructuras alternativas de -- interfaz de canal B de velocidad primaria que se describen a continuación, si bien son preferibles las estructuras de interfaz de canal B de velocidad primaria.

Las estructuras alternativas de interfaz de canal B de velocidad primaria se -- componen de canales B y un canal E.

Para la velocidad primaria de 1544 Kbit/s la estructura del interfaz es -- 23B+E.

Para la velocidad primaria de 2048 Kbit/s, la estructura del interfaz es -- 30B+E.

Las estructuras de interfaz de canal HO de velocidad primaria están compuestas de -- canales HO con ó sin canal D, como se indica a continuación. Cuando está presente en la misma estructura de interfaz, la velocidad binaria del canal D es de 64 -- Kbit/s.

Para la velocidad primaria de 1544 Kbit/s, las estructuras de interfaz de -- canal HO son 4HO y 3 HO+D. Cuando no se provee el canal D la señalización para --

los canales HO la facilita el canal D de otro interfaz.

Para la velocidad primaria de 2048 Kbit/s, la estructura de interfaz de canal HO es 5HO+D. En el caso de una disposición de acceso de usuario/red que contenga interfaces múltiples, es posible que el canal D de una estructura transmite la señalización para los canales HO de otro interfaz de velocidad primaria, sin empleo de canal D.

La estructura de interfaz de canal H11 a 1536 Kbit/s se compone de un canal - H11 a 1536 Kbit/s. La señalización para el canal H11, si es necesario, se transmite por un canal D en otra estructura de interfaz dentro de la misma configuración de acceso de usuario/red.

La estructura de interfaz de canal H12 a 1920 Kbit/s se compone de un canal - H12 Kbit/s a 1920 Kbit/s y un canal D. La velocidad del canal D es 64 Kbit/s. La señalización para el canal H12, si es necesario, se transmite en este canal D ó -- por el canal D de otra estructura de interfaz dentro de la misma configuración de acceso usuario/red.

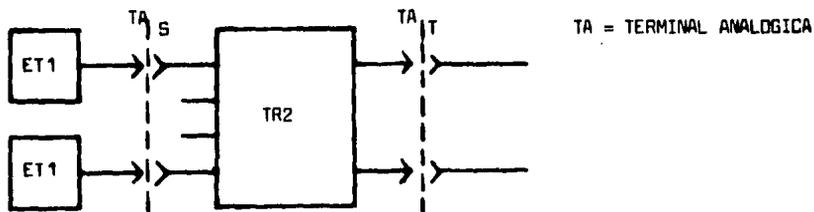
Un interfaz a velocidad primaria puede tener una estructura que consista de un solo canal D y cualquier combinación de canales D y HO. La velocidad binaria del canal D es 64 Kbit/s. En el caso de una configuración de acceso usuario/red que contiene múltiples interfaces, un canal D en una estructura de interfaz puede -- transmitir también señalización para canales en otra estructura de interfaz.

Ejemplos de aplicación de estructuras de interfaces: configuración de acceso para pequeñas centrales automáticas privadas, controlador de terminal, red de zona local, etc.

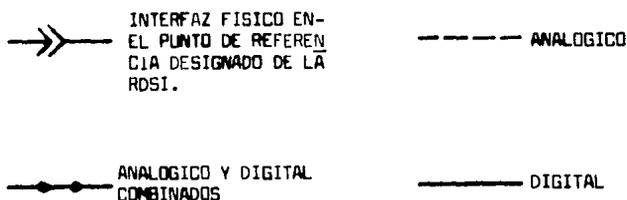
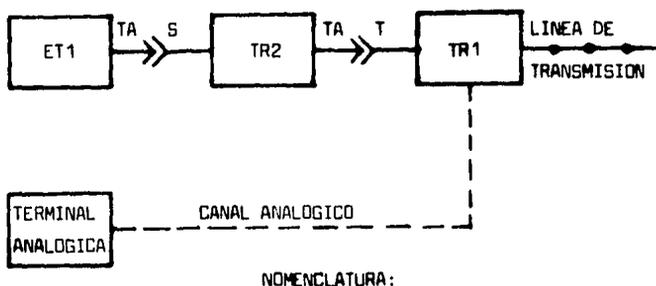
En la figura 4.3 se ilustra una configuración de acceso típica de una pequeña central automática privada ó de red de zona local. Para esta configuración en particular no es necesario aplicar la misma estructura de interfaz en los puntos de referencia. Por ejemplo, pueden utilizarse estructuras de interfaz básicas para interfaces situados en el punto de referencia. Pueden utilizarse velocidades básicas o primarias u otras estructuras de interfaz en las interfaces situadas en el punto de referencia T.

CONFIGURACION DE ACCESO HIBRIDA

En la figura 4.4 se ilustra una posible disposición para una variedad de configura



- Fig.4.3 Configuración de Acceso de Red de Zona Local.



- Fig.4.4 Disposición para Configuraciones de Acceso Híbrido.

ciones de acceso híbridas. Esta configuración consiste en una estructura de in-terfaz digital utilizada junto con un canal analógico.

Se muestra un interfaz físico en los puntos de referencia S y T, en los que puede utilizarse la estructura de interfaz básica. Además del canal analógico, la disposición de acceso híbrida incluye una de las siguientes capacidades de acceso digital:

- i) D
- ii) B + D; ó
- iii) 2B + D.

4.2 ENLACES DE ADAPTACION

Los enlaces adaptación son las facilidades de transmisión entre el usuario y las centrales de conmutación.

Se consideran tres métodos de transmisión en la red de abonado de la RDSI:

- 1) Método de multiplex por división de frecuencia (FDM).
- 2) Método de multiplex por división de tiempo (TDM).
- 3) Transmisión con supresión de eco (o Híbrida).

Los métodos de FDM y TDM fueron tratados en el capítulo 2, por lo tanto solo nos dedicaremos a la explicación de la transmisión con supresión de eco.

TRANSMISION CON SUPRESION DE ECO O HIBRIDA

Una tecnología para digitalizar la red local es la llamada transmisión con supresión de eco ó híbrida.

Cuando el tráfico digital pasa a través de etapas de conmutación digital la demora de transmisión, inherente a la conmutación digital, se suma a la demora -- convencional de transmisión, que se incrementa con la distancia de transmisión. Este hecho en una red digital con conmutación significa requerimientos más severos para el eco, y por consiguiente un incremento mínimo en la pérdida de transmisión se ve afectado por el eco.

En la transmisión híbrida, para que la calidad sea satisfactoria es preciso eliminar una aguda pérdida híbrida y las reflexiones o ecos que causan las discontinuidades de impedancia.

Cuando los retardos son muy grandes como es el caso de las conexiones internacionales, el control del eco no se puede realizar en base al valor de la pérdida total de la trayectoria de transmisión, necesitando el empleo de supresores de eco.

El método adecuado de utilizar un supresor de eco, es localizarlo tan cerca como sea posible--en términos de retardo--de la fuente de eco y operarlo con las señales procedentes del extremo remoto. Cuando éste detecta un impulso de voz que llega del extremo distante, su diseño permite insertar una pérdida alta en la trayectoria de retorno para suprimir el eco que se produce.

En la figura 4.5 se representa el principio general de un supresor de eco que se emplea en la actualidad. El supresor de eco de la figura pertenece al extremo (A) de la conexión, requiriéndose otro dispositivo similar en el extremo (B). Cuando (B) habla, el filtro paso banda permite el paso de parte de la energía procedente de (B) sobre la trayectoria de recepción. Esta energía hace que el circuito de supresión lógica (CSL) envíe una señal a través del circuito lógico (CL) para conectar el atenuador de inserción (AI) de 60 dB en la trayectoria de eco que se produce por el desbalance del híbrido en la terminal (A). El detector de carga de voz (DCV) compara continuamente las señales de voz de ambas direcciones de transmisión. Cuando éste detecta señal de voz procedente de (A), por efecto del detector de transmisión de señal (DTS), envía una señal al circuito lógico que desconecta al atenuador de 60 dB, permitiendo así que la voz de (A) se transmita hacia (B). Bajo estas condiciones-transmisión normal-el (CL) también conecta un atenuador de 6 dB en la rama de recepción.

Debido a que el supresor del extremo (B) se ha conmutado al mismo estado, existe una atenuación total de 12 dB conectada en las trayectorias de eco que suprime en forma parcial los ecos que se producen cuando (A) y (B) hablan al mismo tiempo; (DRS) es el detector de recepción de señal. (IT) es un circuito llamado inhabilitador de tono que se emplea para desconectar del enlace, al supresor de eco cuando dicho enlace se emplea para la transmisión de datos.

Cuando el (IT) recibe el tono durante un período determinado, el circuito se mantiene en ambos sentidos permitiendo el envío de datos.

4.3 CENTRALES DE CONMUTACION INTEGRADAS

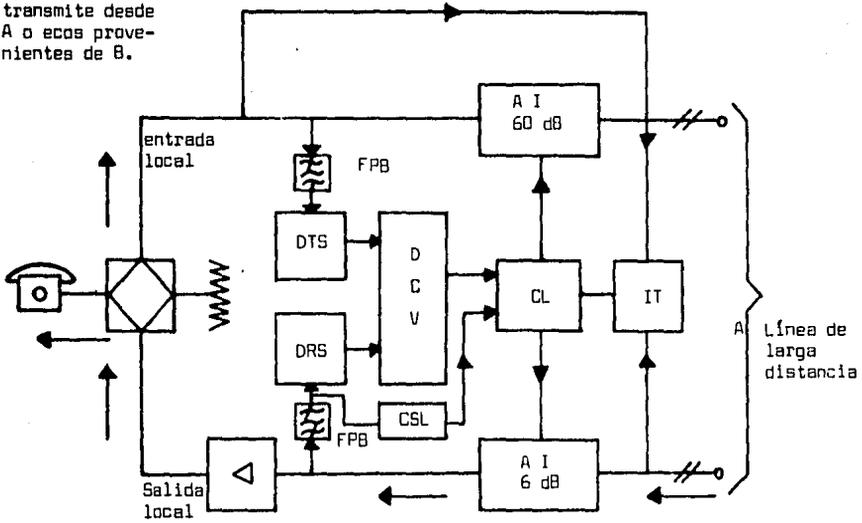
Una central digital es aquella que transfiere información en forma digital a través de sus órganos de conmutación, consistente en establecer conexiones por medio de operaciones con señales digitales sin convertir éstas en señales analógicas.

Actualmente el manejo de los diferentes servicios de telecomunicación se llevan a través de redes dedicadas, en su mayoría por conmutación de circuitos.

En la realización de la RDSI las funciones de las redes dedicadas se concentran en un solo dispositivo, que es la central de conmutación integrada.

Al aparecer las centrales de conmutación integradas, la red digital de servicios integrados se convierte en una realidad, capaz de suministrar servicios de voz y datos a todos los abonados.

Señal que se transmite desde A o ecos provenientes de B.



- Fig.4.5 Principio General de un Supresor de Eco.

La base de este proyecto ha sido una red integrada en pequeña escala, aunque completa, apoyada en la moderna central digital ITT 1240.

Esta central fué realizada por ITT Corporation-uno de los mayores suministradores mundiales de equipos y sistemas de telecomunicación-, mediante una de sus compañías afiliadas en Bélgica.

Al contrario de otras centrales digitales, la ITT 1240 se diseñó desde un principio para prestar servicios de telefonía y de otro tipo, acelerando así la inevitable introducción de la RDSI. Al mismo tiempo, cumple el criterio de un bajo costo incremental para la adición de nuevos servicios.

La flexibilidad y la modularidad del equipo físico y de la programación son los ingredientes básicos de una central que ha de ser rentable durante un período muy prolongado, en el cual la tecnología evolucionará y la demanda de servicios no telefónicos irá en ascenso.

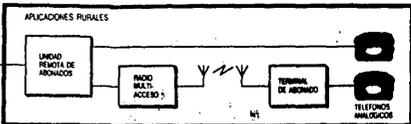
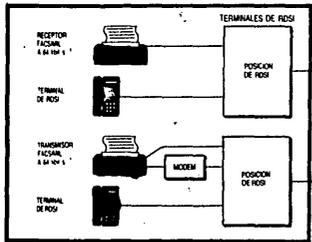
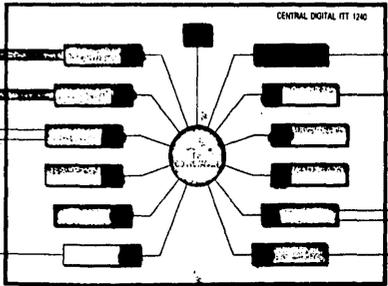
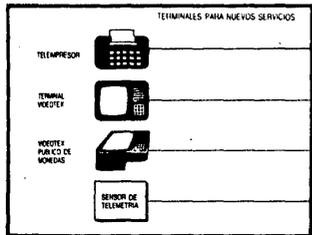
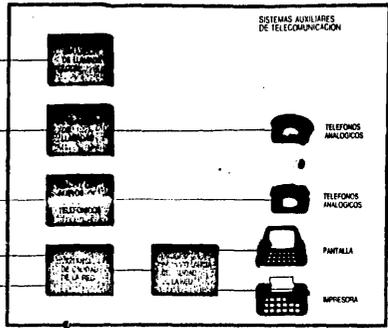
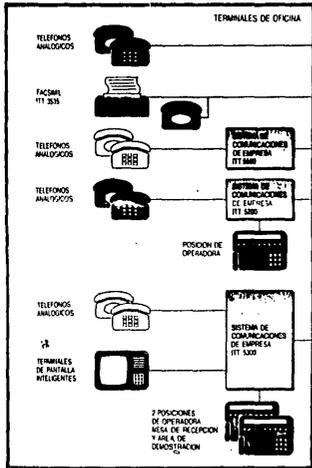
En la transición gradual hacia la RDSI, una arquitectura de central que permite un crecimiento flexible, de la capacidad de conmutación, de la potencia de proceso y de las funciones terminales, se adaptará mucho más fácilmente a las nuevas necesidades a medida que aparezcan.

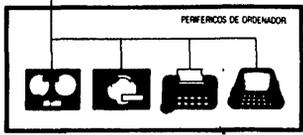
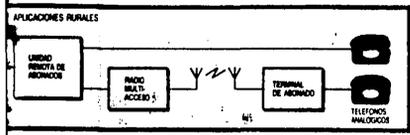
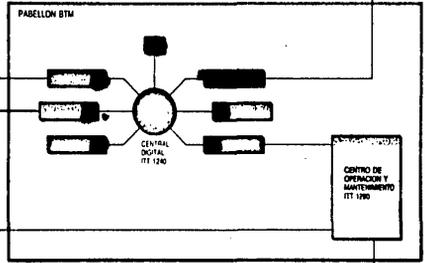
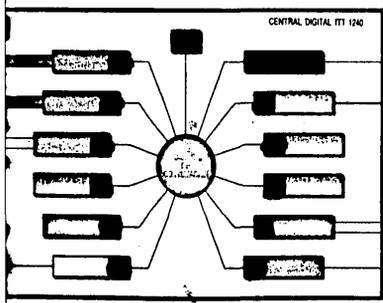
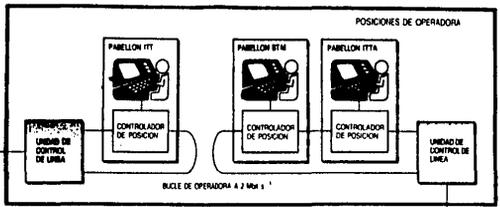
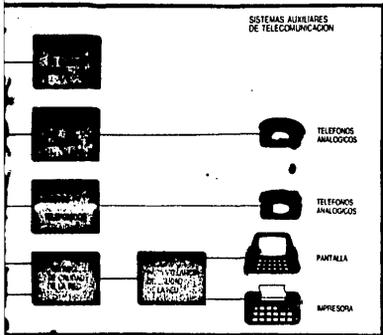
En el diagrama que se presenta (fig.4.6), se muestra como se han integrado los equipos. Los servicios disponibles incluyen videotex, teletex, facsímil y telex, así como telefonía (con pequeñas centrales digitales).

A la red también se puede llegar a través de un equipo radio multiacceso al que se conecta una URA ITT 1240 (Unidad remota de abonados).

La central digital ITT 1240 aprovecha los desarrollos en microelectrónica para crear una arquitectura mediante la cual se puede distribuir el control entre una multiplicidad de microprocesadores individuales, eliminando así los grandes procesadores centrales y permitiendo aumentar la potencia de proceso en pequeños incrementos. El corazón de esta estructura lo constituye una singular red digital de conmutación, que responde a ordenes cursadas por el propio canal para establecer conexiones destinadas a la intercomunicación entre procesadores y a las vías de conversación de la central. Gracias al diseño modular, con un número mínimo de diferentes tarjetas de circuito impreso, se puede atender a una vasta gama de aplicaciones, tanto en redes tradicionales-rurales, interurbanas, internacionales-como en redes empresariales y RDSI.

En la figura 4.7 se muestra la configuración genérica de una central, con una serie de módulos terminales para distintos servicios. La introducción de servi -





cios nuevos, a medida que vayan surgiendo dentro de la evolución de la RDSI, es so-
lo cuestión de añadir nuevos módulos terminales. Cada módulo terminal lleva inco-
porado su propio elemento de control, provisto de un microprocesador; para funcio-
nes comunes se dispone de elementos de control auxiliar, que también utilizan micro-
procesadores.

La red digital de conmutación establece caminos digitales entre los elementos-
de control de la central. Para ello el elemento de control de origen envía orde-
nes por el propio canal destinado a conversación; cada orden establece el camino en
una de las etapas de la red.

En la figura 4.8 se muestra la estructura de la red de conmutación; se compone
enteramente de elementos de conmutación idénticos, además se advierte la topología-
replegada con la que se pueden disponer hasta cuatro planos independientes, de 16 -
grupos cada uno. Cada grupo permite conectar 32 parejas de conmutadores de acceso
proporcionando cada pareja 12 vías MIC de 32 canales, duplicadas, utilizadas para -
la conexión de módulos terminales.

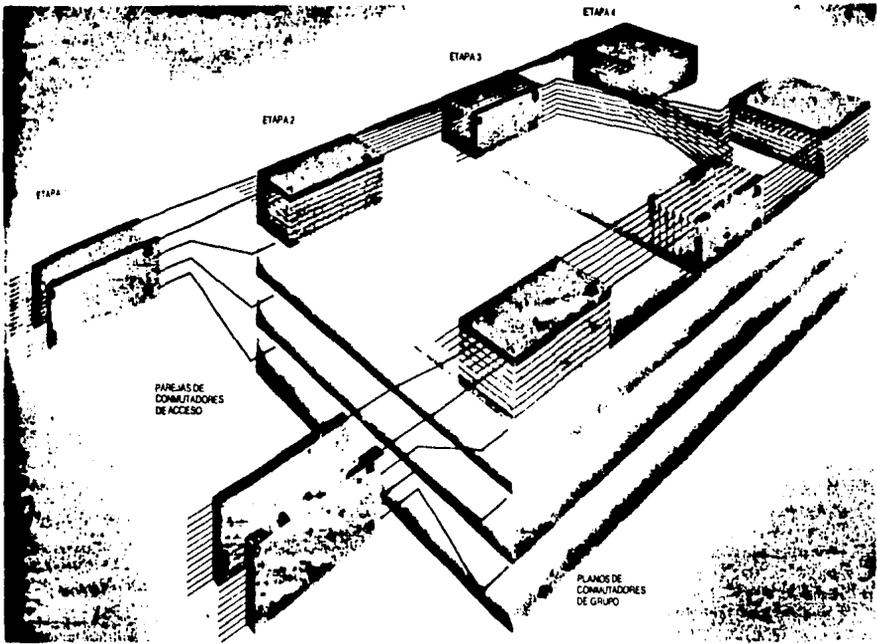
Un camino concreto queda establecido mediante una, tres, cinco ó siete ordenes
según cual sea el número de etapas necesarias para lograr la conexión.

Dentro de cada etapa, el elemento de conmutación establece la conexión, bien -
con un puerto especificado en la orden, o bien con un puerto de salida elegido por-
el propio elemento. Se señala automáticamente todo intento sobre un camino blo-
queado, por medio de una señal de reconocimiento negativo enviada por el canal 16 -
hacia el elemento de control de origen. El gran número de caminos posibles para -
una conexión determinada hace que el bloqueo en este conmutador sea prácticamente -
nulo. Esto puede observarse en la figura 4.9.

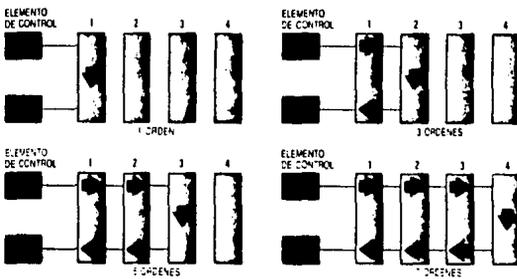
La modularidad de los equipos y de la programación garantiza el futuro del ITT
1240 conforme a los avances tecnológicos. Con éste fin, para realizar programas -
se utilizan los interfaces genéricos, las máquinas de mensajes finitos y los opera-
dores de dispositivos. Los elementos de control se dividen en elementos de con-
trol terminal y elementos de control auxiliar, utilizando ambos, microprocesadores de
16 Bits idénticos y memorias semiconductoras con capacidades de hasta 1 megaocteto.

La asignación de las funciones de programación a los elementos de control pue-
de variar según la configuración de la central determinada. La distribución apli-
cada para el caso de ITT 1240 presenta cinco áreas funcionales: sistema operativo,-
soporte telefónico, tratamiento de llamadas, mantenimiento y administración.

El sistema operativo proporciona la base para la ejecución de los programas de



- Fig.4.8
Estructura de la
Red de Conmutación.

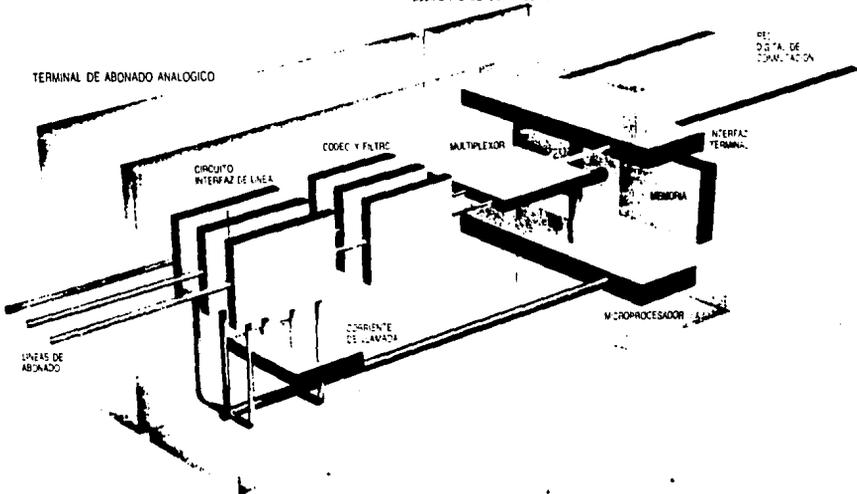


- Fig.4.9
Conexión de Módulos
Terminales.

El ITT 1240 se compone de diversos módulos terminales interconectados por medio de la red digital de conmutación. En un módulo se distinguen dos partes: la terminal y el elemento de control terminal. Cada tipo de módulo realiza una tarea diferente, como el tratamiento de líneas analógicas, de enlaces analógicos, de líneas digitales, o de enlaces digitales.

Todas las operaciones de control terminal las realizan el microprocesador y la memoria, los cuales intercambian mensajes con los microprocesadores de otros -- elementos de control, a través de la interface terminal y de la red digital de conmutación, para el tratamiento de las llamadas y las funciones administrativas y de mantenimiento, eliminando así la necesidad de vías de comunicación especializadas. Esta característica, junto con la interface normalizada entre los módulos terminales y la red de conmutación, facilita la evolución de la arquitectura y la tecnología dentro de cada módulo terminal, con una repercusión casi nula sobre el resto del sistema. Las funciones no repetitivas del tratamiento de llamadas y otras tareas diversas son realizadas por los elementos de control auxiliar, los cuales no controlan ningún terminal. Un elemento de control auxiliar sólo consta, pues, de un microprocesador, su memoria y el interfaz terminal. Ver figura 4.10

ELEMENTO DE CONTROL TERMINAL



- 4.10 Módulo Terminal interconectado por medio de la Red Digital de Conmutación.

Como resultado del avance de las telecomunicaciones en el Reino Unido, se --- suscitaron cambios sustanciales, creando nuevas oportunidades para British Tele -- com. Así, el criterio adoptado en el reino unido respecto a la conmutación digi- tal tuvo un carácter más evolutivo que revolucionario. En el curso de los dece-- nios de 1960 y 1970 se introdujeron paulatinamente en la red telefónica centrales- electrónicas con conmutadores de lámina. Las 1300 centrales de ese género actual- mente en servicio tienden un puente hacia un sistema digital enteramente electróni- co basado en la familia de conmutadores del sistema X. Desde 1980 el servicio de la red del Reino Unido incluye centrales individuales del sistema X, que comienzan a formar gradualmente una nueva malla digital que conectará varias poblaciones.

La instalación de centrales del sistema X, sumada a la expansión de la tecnol- oía digital, es otra opción hacia la formación de una RDSI.

Al igual que otros sistemas digitales, el sistema X ofrecerá una serie de ser- vicios avanzados de abonado-incluidas la facturación pormenorizada, las llamadas - de código, la desviación de llamada iniciada por el abonado y las llamadas recorda- torio así como las conversaciones trilaterales- y constituirá la pieza fundamental de una red digital de servicios integrados (RDSI).

La clave reside, sin duda, en la modularidad y en el soporte lógico.

Esencialmente, este último, en el sistema X es de "Diseño descendente" con - descomposición del sistema en subsistemas, de los subsistemas en módulos y de és- tos en submódulos. Los módulos controlan funciones específicas o partes especifi- cas de la base de datos de toda una central del sistema X y son, por lo tanto, fá- ciles de conocer desde el punto de vista del mantenimiento.

Se cree que en primera instancia, la RDSI interesará fundamentalmente al mun- do comercial, sin embargo, el crecimiento previsto de los computadores personales- y de los terminales videotex, entre otros, determinará que resulte paulatinamente- atractiva también para el sector particular.

La RDSI será comercializada por British Telecom con el nombre genérico de -- acceso digital integrado (ADI). Este ofrecerá la posibilidad de elegir dos cone- xiones de central por acceso de línea única (una a 64 Kbit/s y la otra a 8 Kbit/s) un acceso por líneas múltiples a 2 Mbit/s para pequeñas centrales privadas digita- les hasta con 30 conexiones de central, el acceso por línea única a una amplia -- gama de servicios y el acceso a una red de datos con conmutación de circuitos.

El ADI también permitirá que los usuarios comerciales puedan potenciar la uti- lización de los nuevos servicios especializados de British Telecom denominados en-

conjunto X-stream. Se trata del Switch Stream One, un acceso X.25 a la red conmutación por paquetes a velocidad de hasta 64 Kbit/s, del Switch Stream Two, que es un servicio X.21, y del Megastream y el Kilostream, que son servicios de circuitos arrendados para 2 Mbit/s y 64 Mbit/s respectivamente. Pronto se dispondrá del Sat Stream, que ofrecerá circuitos privados por satélite mediante pequeñas antenas parabólicas instaladas en los tejados.

La RDSI permitirá a las administraciones ofrecer servicios nuevos sin necesidad de nuevas redes y con un perfeccionamiento relativamente restringido de los equipos e instalaciones de la red existente.

Una de la centrales que desciende del sistema digital de centralita automática privada y que es totalmente compatible con el sistema X en el funcionamiento de la red, es la llamada central UXD5. Esta central es una derivación de la centralita COSS y puede servir para ampliar una red digital o utilizarse de manera autónoma en las redes analógicas existentes sin necesidad de hacer cambios en la instalación de líneas o en los interfaces en las demás centrales con las que funciona.

CONSIDERACIONES PARA LA POSIBLE IMPLEMENTACION EN
MEXICO DE LA RDSI.

La introducción de nuevas tecnologías en los países en desarrollo se ve a menudo - afectada por gran número de problemas, debidos fundamentalmente a que tales tecnologías no se han desarrollado en esos países.

Para reducir al mínimo dichos problemas, es necesario que los países en desarrollo establezcan un amplio programa de acción encaminado a la introducción de -- esas tecnologías.

La investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías de telecomunicaciones - corre a cargo principalmente del sector industrial de los países desarrollados. - Una parte importante de este desarrollo se lleva a cabo conjuntamente con las ad- ministraciones que explotan los servicios de telecomunicaciones, en muchos casos - la investigación es promovida por las propias administraciones.

La situación de los departamentos responsables de los servicios de telecomuni- caciones en los países en desarrollo no está al corriente con los últimos avances en el campo de las telecomunicaciones y carecen de elementos de juicio al tener -- que elegir tecnología y estrategias adecuadas entre la siempre creciente variedad - de opciones que se les presenta.

México como país en desarrollo está viviendo el cambio tecnológico, el cual - se está produciendo a un ritmo al que difícilmente podrá acomodarse. Dentro de - la administración telefónica en el país, las personas responsables no están, por - lo general, compenetrados en los desarrollos más recientes y, sin embargo, deben - tomar decisiones importantes sobre la adopción de nuevas tecnologías para las re- des de telecomunicaciones en rápida expansión.

Por otra parte, en los países desarrollados el rápido cambio tecnológico ha - producido la sensación de que sus sistemas de telecomunicaciones se están quedando obsoletos. Esa sensación viene motivada fundamentalmente por el hecho de que a - los sistemas se les exige actualmente la prestación de unos servicios no accesibles con la tecnología empleada actualmente. La mayoría de estos sistemas han crecido ✓ y se encuentran saturados; así, debido a sus enormes dimensiones; la introducción-

de cambios en los mismos implicaría su reacondicionamiento completo o la implantación de grandes cantidades de equipo de interface muy caro.

La posición de México respecto a lo anterior es poco diferente. La penetración de la red telefónica es grande, aún cuando se trata de un país subdesarrollado. El problema reside en la gran cantidad de personas asentadas en las grandes ciudades, de ahí que exista una gran demanda del servicio telefónico hasta el grado de llegar a la saturación de todas sus líneas. Así, el cambio de equipo se ve limitado por la barrera que supondría la red ya existente. Cabe además afirmar a propósito de las dificultades inherentes a la introducción del equipo nuevo en la red que, si bien son similares a las encontradas en los países desarrollados, imponen limitaciones mucho menores.

A pesar de las diferencias que existen entre los países desarrollados y el nuestro, hemos de observar y precisar que se tendrá que acudir a los primeros para procurarnos la mayoría de los equipos que se necesiten. Los criterios de diseño de tales equipos se basarán normalmente en las condiciones prevalentes en los países avanzados, criterios que no se tiene más remedio que aceptar porque no se ha elaborado una tecnología propia.

Debido a que México tiene que importar tecnología, se tendrá que estar preparados a aceptar posibles innovaciones no adaptables con la situación propia. La cuestión no es, por tanto, saber si se tienen que realizar los cambios tecnológicos sino cuándo y cómo deberán adoptarse.

La técnica digital ha sido adoptada tras haberse demostrado, que es técnica y a menudo económicamente superior a la tecnología analógica.

En México, además de varios países subdesarrollados se muestra una actitud de desconfianza para adoptar nuevas tecnologías que no hayan sido empleadas en los países desarrollados durante un largo período de tiempo. Y ello por dos principales razones:

- a) Porque quieren aprender de la experiencia de otros;
- b) Porque lleva un cierto tiempo el capacitar al personal hasta que se familiarice con las nuevas tecnologías.

Debido a la política de "esperar y ver" que asumen ciertas administraciones, las nuevas tecnologías son adoptadas con algún retardo y cuando ya no pueden ser utilizadas plenamente, porque son pronto superadas por otras más modernas. Pero al mismo tiempo, dichas administraciones no pueden apresurarse a adquirir sistemas que no hayan sido experimentados en la práctica. Ha de procurarse por tanto un -

equilibrio entre adopción del avance tecnológico y garantía de eficacia del mismo.

Uno de los principales objetivos que debe tener en cuenta actualmente la ad -
ministración telefónica en nuestro país, es el de proporcionar medios de comunica-
ción adecuados que satisfagan la demanda presente y futura de los abonados. Para-
proporcionarlos de manera económica hay que elegir la tecnología adecuada. Es --
preciso que el criterio aplicable respecto a una nueva tecnología, contenga una --
buena dosis de flexibilidad para que admita el rápido desarrollo que habrá de pro-
ducirse durante la puesta en práctica de una política definida. Así pues, existe
la necesidad de atenerse a una política establecida, cuya planificación tenga como
objetivo, entre otros, el de asegurar que todo equipo analógico existente se em --
plee hasta el final de su vida útil.

El nuevo equipo digital deberá ser explotado conjuntamente con el analógico -
utilizando las interfaces apropiadas.

El desarrollo a largo plazo de la red debe basarse en un conjunto de reglas -
y normas fundamentales, las cuales constituyen las directrices previas al planteamiento de la estrategia de construcción y utilización de la red de telecomunicacio-
nes.

Para lograr la digitalización de la red, la administración telefónica en Méxi-
co encargada de ello, debe apegarse al plan fundamental, ya que éste es la base de
una futura planificación detallada.

Por lo pronto, nuestro país ha ido adquiriendo adelantos en cuánto a equipo -
y técnicas. Así, como primer paso en 1973 se inició la aplicación de la técnica-
digital en la telefonía mexicana al introducirse los sistemas de transmisión PCM -
(Modulación por Pulsos Codificados) en la red urbana de la Ciudad de México. Para
1979, se puso en marcha el plan de digitalización del servicio telefónico público,
y se autorizó la instalación y operación de una central telefónica digital en --
Tláhuac, además de diez concentradores digitales ubicados en igual número de pobla-
dos aledaños a la zona.

Un año más tarde se autorizó la instalación de centrales digitales en Tijuana,
Mexicali, Ensenada B.C. y en San Luis Río Colorado Sonora.

En 1984 se puso en servicio una central digital en Puebla con capacidad para-
2000 abonados y otra en el Distrito Federal con capacidad para 5000 abonados.

De esta forma, la administración telefónica en nuestro país (Telefonos de Mé-
xico), poco a poco va avanzando en lo concerniente a la digitalización de la red -
telefónica pública, cumpliendo en la medida de lo posible con lo establecido en -

el plan fundamental. La meta de Telefonos de México es contar con centrales públicas digitales en todo el país para 1990.

Se espera que las 36 áreas en las que se encuentra dividido el territorio, -- cuenten cuando menos con una central digital, la introducción por lo tanto será en etapas, como a continuación se presenta:

ETAPA 1 : (Areas que contarán cuando menos con una central digital)
Celaya, Cuernavaca, Pachuca, Puebla, Veracruz, Villahermosa, Cd. - Juárez y Monterrey.

ETAPA 2 : (Areas que contarán con centrales digitales)
Acapulco, Aguascalientes, S.L.P., Tampico, Coatzacoalcos, Córdoba, Mérida, Chihuahua, Durango, Nuevo Laredo, Saltillo, Torreón - Colima, Guadalajara, Hermosillo, La Paz y Zamora.

ETAPA 3 : (Areas que contarán con centrales digitales)
Cuautitlán, León, Morelia, Toluca, Matamoros, Cd. Obregón, Culiacán.

ETAPA 4 : (Areas que contarán con centrales digitales)
Jalapa, Oaxaca, Tuxtla Gtez., Mazatlán.

Para el área metropolitana en un período que se estima de 5 años a partir de la fecha de realización del plan, se digitalizarán completamente las siguientes centrales: Chapultepec, Morales, Roma, Condesa, Sta. Fé, Chiapas, Popocatepetl, Piedad, Abastos, Malinche, Madrid, Sn. Juan, Victoria, Aragón, Zaragoza, Lago y Chamizal.

Las centrales digitales de Teléfonos de México, operarán de acuerdo a las recomendaciones del CCITT. Para la transmisión entre abonados con equipos digitales de conmutación privada y centrales digitales se empleará un Bus de 64 Kbit/s por canal, ó sea 2048 Kbit/s por línea.

La red nacional básicamente está formada por una red local; una red de enlace y una red interurbana.

En cada una de las tres componentes figura equipo de transmisión y de conmutación. Actualmente Teléfonos de México cuenta con 55 rutas entre centrales públicas, las cuales emplean sistemas de transmisión PCM. Respecto a una red troncal con este tipo de transmisión, hasta abonados que cuentan con grandes centrales-digitales de conmutación privada, tecnológicamente es factible y actualmente se -- están realizando estudios para definir los aspectos tarifarios y de comercialización que regirían este tipo de enlaces para ofrecerse a clientes de Telmex.

El establecimiento de una estrategia para la digitalización requiere un minucioso esquema de las tres redes mencionadas anteriormente a fin de minimizar los gastos innecesarios; maximizar el aprovechamiento de los recursos y facilitar la -

planificación a corto y largo plazo. La estrategia habrá de orientarse sobre todo a la optimización de la red presente y futura, y a sentar las bases de la realización plena de una red digital integrada (RDI), con la ventaja subsiguiente de la implantación de una red digital de servicios integrados (RDSI). La gran cantidad de equipo analógico que posee Teléfonos de México representó un serio problema en el momento de elegir una estrategia para digitalizar la red telefónica pública. Sin embargo se acordó que la mejor alternativa era la de la red superpuesta, debido a que se acomoda a las condiciones existentes en la red, particularmente en lo relativo a la sustitución de equipo gastado y a las limitaciones de tipo financiero. Con este enfoque la antigua red analógica irá siendo sustituida por la red digital a medida que su equipo se vaya gastando ó averiando. La red digital superpuesta, por tanto, se concibió de manera tal, que pueda incorporar a los antiguos abonados a los que haya que conectar, debido a la obsolescencia del equipo analógico.

Decidida la estrategia, hay que definir los aspectos geográficos de la introducción de la tecnología digital. Tal definición será precisa debido normalmente a las condiciones de tipo financiero que limitan la introducción de la tecnología en todo el país, y a la posible conveniencia de iniciar la introducción mediante proyectos piloto.

Los lugares dónde se empieza a introducir esta tecnología están determinados por la necesidad de mejorar la calidad del servicio; prestar nuevos servicios de telecomunicación; y reemplazar el equipo anticuado.

Es de tomarse en cuenta que el desarrollo de un sistema depende de la dispersión de la población, esto debido a que los sistemas de comunicación digital están concebidos básicamente para centros urbanos de gran población, en los que se pueden aprovechar plenamente los beneficios de las economías de escala. Es lógico por tanto que se digitalicen primero las grandes áreas metropolitanas.

Por otra parte, la elección del equipo adecuado es una de las decisiones más críticas que debe tomar una administración de telecomunicaciones al introducir la nueva tecnología. Para decidir cuales son los equipos que deben adquirirse se ha de tener un conocimiento amplio del mercado mundial de tales equipos. En algunas ocasiones, la posibilidad de elegir el equipo se ve limitada por su fuente de financiación. La mayoría de los países en desarrollo se procuran el equipo de telecomunicaciones mediante préstamos concedidos por los países desarrollados.

Esta clase de ayuda se otorga con carácter bilateral, y una de las condicio -

nes de la misma suele ser que el equipo se adquiera en el país que la concede. Cuando se carece de recursos económicos, lo aconsejable es acudir al financiamiento multilateral. De esta forma se hace un concurso para el suministro de equipos sobre la base de licitación internacional, siendo entonces posible elegir lo mejor que haya en el mercado. Es importante que las especificaciones del equipo se redacten con sumo cuidado antes de convocar al concurso para evitar que los licitantes ofrezcan material que solo satisfaga especificaciones particulares.

El avance de la digitalización en México hasta el momento, se tornó en un principio en la utilización del sistema de transmisión PCM entre centrales (utilizando convertidores A/D y D/A), y posteriormente en la puesta en operación tanto de centrales telefónicas digitales como de concentradores digitales. Esto último seguirá hasta completar todas las etapas descritas anteriormente.

Ahora, partiendo del hecho de que la digitalización de la red todavía llevará varios años para lograrla, se ve difícil por lo pronto una posible implementación futura de la RDSI en México. Además, otra causa que resulta ser de gran importancia en la administración, se debe a que ésta, desea satisfacer primero necesidades primordiales en la población, lo cual se traduce en como proporcionar el servicio telefónico a los rincones más apartados dentro del territorio nacional.

Habiendo logrado esto, se empezarán a realizar los escritos sobre su posible implementación, los cuales deberán apearse a los estándares del CCITT. Además - deberán considerarse todas las propuestas de los países desarrollados respecto a la RDSI, lo cuál conducirá a adoptar la tecnología que mejor convenga a las condiciones que prevalezcan en ese entonces al país.

CONCLUSIONES

La RDSI es un concepto de telecomunicaciones digitales mundial, que deberá proporcionar un amplio rango de aplicaciones con compatibilidad entre los diferentes tipos de redes y terminales.

La RDSI está propuesta a ser desarrollada en el futuro, sin embargo el equipo y sus aplicaciones no deberán tener un costo embarazoso a los actuales servicios.

Muchas partes deberán ser trabajadas para así lograr las metas de la RDSI, especialmente en la estandarización de las interfaces, protocolos, servicios, desempeño y otras características. Así, si se cuenta con la cooperación internacional, se fortalecerá también la administración, equipo fabricado, usuarios y otros, obteniéndose un resultado significativo de los conceptos básicos de la RDSI.

El primer beneficiado de los logros obtenidos será sin duda alguna el usuario de las telecomunicaciones. De manera indirecta esto traerá como consecuencia la elaboración de nuevas tecnologías, además de que se buscará la homogeneidad de equipo, tratándose de sustituir aquél equipo que se considere obsoleto, debido al avance que se tenga en la RDSI.

Además, conviene observar que una evolución de este tipo no será posible sin la labor de normalización que el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico ha llevado con éxito en estos últimos años.

La transición de una red existente a una RDSI completa puede abarcar un período de 1 a varios decenios. Debido a esto, el diseño deberá tener carácter evolutivo, donde se podrán adicionar capacidades de manera flexible y modular.

Es posible que durante un largo período intermedio algunas funciones no sean implementadas en una red de servicios integrados. Asimismo, deberá recurrirse a disposiciones particulares para asegurar la compatibilidad con redes y servicios existentes.

La implantación de una RDSI en los países en desarrollo es muy distinta a la de los países desarrollados, puesto que los primeros tienen la necesidad primordial de satisfacer la comunicación de voz tanto urbana como rural. Además de esto, las administraciones de los países en desarrollo cuentan con una escasez de inge -

nieros calificados y por ende de una tecnología propia en lo que respecta a los -- avances de las telecomunicaciones.

Con esta perspectiva , la situación para México se torna difícil en estos mg-mentos para empezar a planear una posible implementación de la RDSI, ya que apenas está en el proceso de digitalización de la red telefónica pública.

Una posible implantación de la RDSI en México sería factible si ésta es lograda con éxito en los países desarrollados. Pero sería bueno decir que esta posi-ble implantación tardaría unos años más, después de la puesta en funcionamiento de dicha RDSI en los países pioneros de este proyecto.

Por lo tanto es recomendable para México que primero se dedique a satisfacer sus principales problemas de comunicación y termine de digitalizar su red telefónica pública, para posteriormente si es posible, comenzar con las bases de la RDSI - y así dar los primeros pasos hacia este desafío en el cual deberá participar todo-el mundo en un futuro.

DESCRIPCION FUNCIONAL DEL SISTEMA DE SEÑALIZACION Nº 7.

CONSIDERACIONES GENERALES .

El objetivo global del sistema de señalización Nº 7 consiste en proporcionar un -- sistema de señalización por canal común (SCC) de aplicación general normalizado in ternacionalmente, que se encuentre optimizado para el funcionamiento en redes de -- telecomunicaciones digitales junto con centrales de control por programa almacena do; además que pueda satisfacer exigencias presentes y futuras de transferencia de información para el diálogo entre procesadores dentro de redes de telecomunicacio nes para el control de las llamadas, de control a distancia y señalización de gesu tión y mantenimiento; aparte de que también ofrezca un medio seguro de transferenu cia de información en secuencia correcta y sin pérdida ni duplicación.

Este sistema de señalización satisface las exigencias de la señalización de -- control de las llamadas para servicios de telecomunicaciones tales como telefonía- y transmisión de datos con conmutación de circuitos. Puede utilizarse también -- como un sistema fiable para la transferencia de otros tipos de información entre -- centrales y centros especializados en redes de telecomunicaciones (por ejemplo, pa ra fines de gestión y mantenimiento).

Por consiguiente, puede utilizarse para aplicaciones múltiples tanto en redes especializadas en servicios específicos como en redes capaces de ofrecer múltiples servicios. Se pretende que este sistema de señalización sea aplicable en redes -- internacionales y nacionales.

El sistema de señalización está optimizado para su funcionamiento en canales- digitales a 64 Kbit/s. También es adecuado para el funcionamiento a velocidades- más bajas y en canales analógicos.

El sistema es adecuado para uso en enlaces punto a punto, tanto terrenales -- como por satélite. Si bien no tiene las propiedades especiales requeridas para -- uso en el funcionamiento punto a multipunto, puede ampliarse, en caso necesario pa ra cubrir tal aplicación.

CARACTERISTICAS GENERALES

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

El sistema de señalización utiliza enlaces de señalización para la transferencia de mensajes de señalización entre centrales u otros nodos de la red de telecomunicaciones servidos por este sistema. Se prevén medios para asegurar una transferencia fiable de la información de señalización en presencia de perturbaciones de la transmisión ó fallas de la red. Estos medios incluyen la detección y corrección de errores en cada enlace de señalización.

En el sistema se emplea normalmente la redundancia en enlaces de señalización y se incluyen las funciones necesarias para la desviación automática del tráfico de señalización hacia trayectos alternativos en casos de fallas del enlace. Por tanto se puede dimensionar la capacidad y fiabilidad de señalización de acuerdo con los requisitos de las diferentes, mediante la disposición de múltiples enlaces de señalización.

MODULARIDAD

El amplio ámbito del sistema de señalización exige que el sistema completo incluya una gran diversidad de funciones y que puedan ser añadidas funciones adicionales para cubrir aplicaciones futuras. En consecuencia, es posible que en una aplicación individual sólo se necesite un subconjunto del sistema completo.

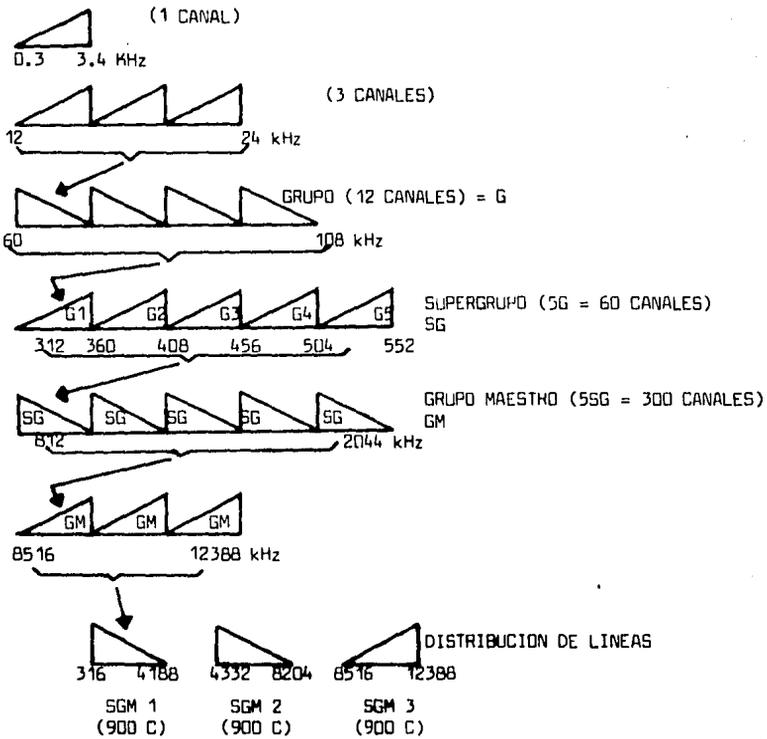
Una característica fundamental del sistema de señalización es que ha sido especificado conforme a una estructura funcional para asegurar una flexibilidad y modularidad para diversas aplicaciones en el marco de un concepto de sistema. Esto permite la realización del sistema como un número de módulos funcionales para adoptar fácilmente el contenido funcional de un sistema de señalización NQ 7 en funcionamiento a los requisitos de su aplicación.

El sistema NQ 7 es un sistema de señalización por canal común.

Sin embargo, debido a su modularidad y a su finalidad de servir como base normmalizada para aplicaciones nacionales, puede aplicarse de varias formas. En general, las especificaciones del CCITT no son por tanto suficientes para definir la utilización del sistema en una aplicación normalizada, sino que se debe efectuar una selección de las funciones nacionales a incluir, dependiendo de la naturaleza de la aplicación.

JERARQUIAS DE LA MULTICANALIZACION POR DIVISION DE FRECUENCIA.

No obstante que los conceptos relativos a la FDM son muy sencillos, los sistemas -- típicos de transmisión pueden ser muy elaborados. Un ejemplo es el sistema designado en Japón, el cual se presenta en la figura B.1



- Fig.B.1

Otro tipo de jerarquía FDM es la de Bell Telephone de Norteamérica, referida en el siguiente cuadro.

DESIGNACION	INTERVALO DE FRECUENCIAS	ANCHO DE BANDA	NUMERO DE CANALES
GRUPO	60-108 KHz	48 KHz	12
SUPERGRUPO	312-552 KHz	240 KHz	60
GRUPO MAESTRO	564-3084 KHz	2.54 MHz	600
GRUPO JUMBO	0.5-17.5 MHz	17 MHz	3600

Sin embargo existen en otros países diferentes sistemas como son:

- 1260 Canales (21 SUPERGRUPO)
- 1800 Canales (2 SUPERGRUPOS MAESTROS)
- 2700 Canales (3 SUPERGRUPOS MAESTROS)
- 3600 Canales (EN ESTUDIO POR CCITT)

JERARQUIA DIGITAL DE LA MULTICANALIZACION POR DIVISION DE TIEMPO

Los dos tipos de sistemas de transmisión de modulación por pulsos codificados de 24 y 30 canales son utilizados de acuerdo a los grupos básicos de canales. Los sistemas de 24 canales son usados principalmente en Norteamérica y Japón. Los sistemas de 30 canales son utilizados en Europa. En la tabla 1 se pueden ver las velocidades de ambos sistemas.

Por otra parte, los sistemas de transmisión en línea digital por cable a velocidades binarias jerárquicas recomendadas por el CCITT se dividen en 3 distintos ordenes los cuales son:

PRIMER ORDEN

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 1544 Kbit/s.
Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 2048 Kbit/s.

SEGUNDO ORDEN

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 6312 Kbit/s.

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 8448 Kbit/s

ORDEN SUPERIOR

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 32 064 Kbit/s.

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 34 368 Kbit/s.

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 44 736 Kbit/s.

Secciones de línea digital y sistemas de línea por cable a 139 264 Kbit/s.

Grupo Primario	2do.Orden	3er.Orden	4o.Orden	5o.Orden	Lugar
Sistema 30 Can. 2.048 Mbps (30 Canales)	$\xrightarrow{x4}$ 8.448 Mbps (120 Can)	$\xrightarrow{x4}$ 34.368 Mbps (480 Can) $\times 16$	$\xrightarrow{x4}$ 139.264 Mbps (1920 Can) 139,264 Mbps (1920 Can)		
		$\searrow \times 6$ 52 Mbps (720 Can)			FRANCIA
Sistema 24 Can. 1.544 Mbps (24 CAN)	$\xrightarrow{x4}$ 6.312 Mbps (96 CAN)	$\xrightarrow{x5}$ 32.064 Mbps (480 CAN)	$\xrightarrow{x3}$ 97.728 Mbps (1440 CAN)	$\xrightarrow{x4}$ 397.2 Mbps (5760 CAN)	JAPON
		$\searrow \times 7$ 44.736 Mbps (672 CAN)	$\xrightarrow{x6}$ 274.176 Mbps (4032 CAN)		USA

- Tabla 1 Velocidades de multiplexaje en un Sistema PCM.

- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA -

LIBROS

- 1.- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos.
XI Congreso Nacional Bienal 1984, Nº IX. Octubre 1984.
- 2.- Digital Telephony
John Bellamy, John Wiley Sons. 1982.
- 3.- Especificaciones del Sistema de Señalización Nº 7
VII Asamblea Plenaria del CCITT.
Tomo VI, Fascículo VI-6, U.I.T. - Ginebra, 1981.
- 4.- Fundamentos de Ingeniería Telefónica
Enrique Herrera Pérez
Editorial Limusa, 1a. Edición. México 1979.
- 5.- Future Developments in Telecommunications.
James Martin
Editorial Prentice-Hall, 2a. Edición.
- 6.- Orientaciones para planificación de redes.
Kenzo Fukui.
Nippon Electric Co.LTD. - 1a. Edición. Tokio, Japón 1981.
- 7.- Recomendaciones de la Serie I.
Informe final a la VIII Asamblea Plenaria del CCITT
Ginebra, Junio 1984.
- 8.- Redes Digitales/ Sistemas de Transmisión y equipos de multiplexaje.
VII Asamblea Plenaria del CCITT.
Tomo III, Fascículo III-3, U.I.T. - Ginebra, Noviembre 1980.
- 9.- Sistema de Comunicaciones
A. Bruce Carlson.
Editorial Mc. Graw Hill, 1a. Edición en Español. 1980

REVISTAS

- 1.- Boletín de Telecomunicaciones
Volúmen 51, Nº II. UIT, Febrero 1984.
- 2.- Boletín de Telecomunicaciones
Volúmen 51, Nº III. UIT, Marzo 1984.
- 3.- Boletín de Telecomunicaciones
Volúmen 51, Nº V. UIT, Mayo 1984.
- 4.- Boletín de Telecomunicaciones
Volúmen 51, Nº VI. UIT, Junio 1984.
- 5.- Boletín de Telecomunicaciones
Volúmen 51, Nº IX. UIT, Septiembre 1984.
- 6.- British Telecommunications Engineering.
Vol.3, July 1984.
- 7.- Comunicaciones Eléctricas
Volúmen 58, Nº 1. IIT, 1983.
- 8.- Conmutadores Telefónicos Digitales Rolm-Cbx.
Rolm Telecomunicaciones S.A. de C.V. - Enero 1985.
- 9.- Indetel Informe Anual 1983.
Indetel. México, 1983.
- 10.- Links for the future
Science Systems and Services for Communications
P. Dewilde and C. a May (Editors)
IEEE/Elsevier Science Publishers B.V.
(North-Holland), 1984.
- 11.- Plan de Digitalización de Teléfonos de México, S.A.
IBM de México. Noviembre, 1983.
- 12.- Teledato.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Epoca III, Nº 29. Marzo, 1984.

FOLLETOS

- 1.- Teleconferencia
Administración Francesa de Correos, Telecomunicaciones y Teledifusión
(PTT).
Junio, 1982.

- 2.- Videotex.
Administración Francesa de Correos, Telecomunicaciones y Teledifusión
(PTT).
Junio, 1982.

RECONOMICIMIENTOS

A mi hermana MARIA ISABEL CASTELLANOS
CRUZ por su paciencia y dedicación al
mecnografiar esta Tesis.

A todas aquellas personas que de algu
na u otra forma contribuyeron de mane
ra desinteresada a la realización de
esta Tesis.

GRACIAS