

6
291



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO Y ARQUITECTURA DE LA RED DE DATOS
PARA LA SUPERVISION Y MONITOREO DE LA
RED DE CONMUTACION DE TELMEX**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

P R E S E N T A:
IGNACIO NUÑEZ ACEVES

TESIS CON
Director: FALLA DE ORIGEN

M. EN C. CARLOS GARCIA VILLEGAS

ABRIL 1997



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

DEDICATORIAS

A mi Abuelita con todo mi amor y profundo agradecimiento por sus acciones y cariño.

A mi Familia, Papá, Mamá y hermanas por el apoyo incondicional que me dieron durante la carrera y la realización de este trabajo.

A mis amigos, que durante las distintas etapas de mi vida me han apoyado y acompañado.

AGRADECIMIENTOS:

A Martin Portillo por haberme dado la oportunidad de realizar este tema.

A mis maestros que me forjaron durante toda la carrera con sus comentarios y enseñanzas.

A Rita, Gonzalo, Victor, Rodolfo, compañeros de la carrera por las significativas contribuciones a este trabajo.

y especialmente a Carlos Garcia Villegas por haber confiado en mi.

A la Universidad Nacional Autonoma de México por haberme recibido en sus aulas y darme con ello, bases para superarme como individuo

Índice:

I. Antecedentes teóricos	1
I.1. El protocolo X.25	1
1.1.1 Modelo de referencia	3
1.1.2 Principios de funcionamiento	4
1.1.3 Plan de numeración	6
1.1.4 Acceso a modo carácter	6
1.1.5 Interconexión de redes basadas en X.25	6
1.1.6 Procedimiento de enlace	7
1.1.7 Ventajas de una red X.25	8
I.2. El protocolo TCP/IP	9
1.2.1 Modelo de referencia	10
1.2.2 IP, ICMP	10
1.2.3 TCP, UDP	11
1.2.4 Aplicaciones	12
1.2.4 a) Telnet	12
1.2.4 b) FTP	12
1.2.4 c) Correo electrónico	12
1.2.5 Fragmentación y reensamblaje	13
1.2.5 a) Fragmentación	13
1.2.5 b) Reensamblaje	13
1.2.6 Direcciones en TCP/IP	13
I.3. Dispositivos de interconexión de redes	14
1.3.1 Arquitectura de una estación de trabajo en una red LAN	14
1.3.1 a) Modelo OSI	14
1.3.1 b) Tipos de arquitecturas	16
1.3.2 Funcionalidad de los equipos de interconexión	19
1.3.2 a) Interconexión local	20
1.3.2 b) Interconexión distante	20
1.3.2 c) Repetidor, puente, ruteador, compuerta	21
1.3.3 Objetivos de la interconexión	23
1.3.4 Criterios para seleccionar un equipo de interconexión	23
I.4. Gestión de Redes de Telecomunicaciones	24
1.4.1 Generalidades	24
1.4.2 Arquitectura funcional	27
1.4.3 Arquitectura física	27
I.5. Posibles aplicaciones para una empresa de telecomunicaciones	28
II. Descripción de la red de TELMEX.	29
II.1. Red de conmutación	29
II.2. Red de Transmisión	32
II.2.1 Descripción de los servicios actuales de TELMEX para la interconexión de redes	35
III. Descripción de la red de datos de TELMEX.	36
III.1. Configuración y funcionamiento de la red universal de TELMEX (RUT)	36
III.1.1 Objetivos	36
III.1.2 Funcionamiento.	36
III.1.2 a) Equipo empleado	37

III 1.3. Aplicaciones y servicios	38
III.2. Configuración y funcionamiento de la red pública de datos de TELMEX (UNINET)	38
III 2.1. Objetivos	38
III 2.2. Funcionamiento	38
III 2.2 a) <i>Equipo empleado</i>	41
III 2.2 b) <i>Situación Actual de la red</i>	42
III 2.3. Aplicaciones y Servicios	42
III.3. Configuración y funcionamiento del Centro de Administración de red (CAR)	43
III 3.1. Objetivos	43
III 3.2. Funcionamiento	44
III 3.2 a) <i>Sistema NAL1</i>	44
IV. Diseño de la arquitectura.	47
IV.1. Consideraciones para el diseño	47
IV 1.1. Consideraciones Técnicas	47
IV 1.2. Consideraciones Operativas	51
IV 1.3. Consideraciones Económicas	52
IV.2. Arquitectura de la red	53
IV 2.1. Topología de la Red	53
IV 2.1 a) <i>Conexión Centrales Telefónicas a computadora Stratus</i>	54
IV 2.1 b) <i>Computadora Stratus a Estaciones de trabajo</i>	58
IV 2.2. Descripción de equipo a utilizar	58
IV 2.2 a) <i>Equipo de acceso</i>	59
IV 2.2 b) <i>Equipo receptor</i>	60
IV 2.3. Descripción de conexión por tipo de Central	60
V. Evaluación Económica	64
V.1. Esquema actual	67
V.2. Esquema propuesto	67
V.3. Conclusión	69
VI. Implementación	71
VII. Conclusiones	74
VII.1. Perspectivas	78
VIII. Glosario	79
IX. Anexos	84
IX.1. CÁLCULO DE INGRESOS PARA UN CTI	84
IX 1.1. PARA UN CCE	85
X. Bibliografía	87
XI. Índices	89
XI.1. Lista de Figuras	89
XI.2. Lista de Tablas	89
XI.3. Índice General	90

Introducción

Con el paso del tiempo y la introducción de sistemas digitales las redes de telefonía han diversificado los servicios que prestan por lo que ahora reciben el nombre de redes de telecomunicaciones, esto implica que la transmisión de voz no es el único uso que reciben los enlaces que las conforman, sino que se hayan dedicados a la transmisión de cualquier tipo de información. Por esto, las redes de telecomunicaciones son hoy en día un medio indispensable para la vida económica de las empresas. Las consecuencias de una falla en las redes de telecomunicaciones causan muchos perjuicios a las empresas, por lo que el proveer mecanismos para la pronta detección y restauración de cualquier anomalía es una necesidad creciente de las compañías operadoras de una red de telecomunicaciones.

La Unión Internacional de Comunicaciones, ITU, ha generado una serie de recomendaciones para llevar de una manera simplificada la Gestión de la red. Las recomendaciones relacionadas están contenidas en la Norma M.3000 del sector de Telecomunicaciones de la ITU, estas definen a la Red de Gestión de Telecomunicaciones, RGT o por sus siglas en Inglés TMN, Telecommunications Management Network.

Cuando una central telefónica¹ se alarma (detecta un mal funcionamiento de alguno de sus subsistemas), es posible detectar la falla de dos maneras. Una es visualmente y la segunda es de manera remota. La primera requiere de que un técnico inspeccione visualmente el equipo constantemente, el segundo requiere de enlazar la central a una terminal donde un operador puede supervisar el funcionamiento de varias centrales telefónicas desde una misma localidad. Esta segunda opción mejora el desempeño de una red de telecomunicaciones, pero requiere de una red de datos que le permita el transporte de la información hasta un centro de control, la cual requiere una fuerte inversión.

Actualmente Telmex realiza el monitoreo de alarmas, supervisión y Gestión de la Red desde el Centro de Administración de la Red (CAR); a través de una red de datos llamada Red Universal de Telmex (RUT) la cual fué diseñada inicialmente

¹ Central Telefónica hará referencia al equipo de conmutación utilizado para procesar las llamadas. La referencia al edificio que contiene centrales telefónicas se hará de manera explícita (edificio de la central telefónica)

para servir de apoyo para las funciones administrativas de la compañía. Así mismo, TELMEX ha dado algunos pasos para contar con una Red de Gestión de Telecomunicaciones, RGT, dentro de su infraestructura. Como la normalización de procedimientos, capacitación de personal y la implantación de un sistema de Gestión centralizado.

El monitoreo que se realiza usando la RUT, presenta el defecto de que esta red, no fue diseñada para el transporte de datos con transparencia de la información, sino que se ha tenido un crecimiento no organizado, dicho crecimiento respondió a la necesidad de brindar conectividad entre las oficinas que requerían intercambiar información del tipo administrativo. Debido a esto su nivel de confiabilidad en el transporte de datos para realizar el monitoreo y la supervisión de una red de Telecomunicaciones, tal como la tiene TELMEX, es insuficiente lo que evitaría la migración a una RGT, según las recomendaciones de la ITU.

En este trabajo se presenta una propuesta de la red de comunicación de datos para evolución hacia la Red de Gestión de Telecomunicaciones de Telmex, esta Red de Comunicaciones de Datos hace uso de la infraestructura que Telmex tiene al momento instalada, e integra a las centrales que forman la red de conmutación de Telmex en un sistema de gestión abierto con el que se busca eficientar el proceso de atención a fallas y restauración del servicio en caso de falla. Se considera que la supervisión de los diferentes elementos de la red de Telmex puede llevarse a cabo utilizando una red ajena a la RUT, dicha red debe de estar diseñada para realizar un transporte confiable de datos y permita la incorporación, de una manera ordenada y conforme a las necesidades, de nuevos elementos de red para ser supervisados. La tecnología a utilizar que cumple con estas características, abierta y diseñada para el transporte de datos, es el protocolo de comunicación X.25.

Los beneficios esperados de implantar esta propuesta dentro de Telmex son:

- Mejorar la supervisión de alarmas y mantenimiento de las centrales telefónicas.
- Mejorar la calidad del servicio prestado.
- Disminución en costos de operación
- Mejor aprovechamiento de recursos.
- Proveer de un medio confiable al sistema de gestión para la generación de estadísticas. Útil para la planeación del crecimiento y del mantenimiento de la red.

- Disminuir el tráfico en la RUT correspondiente al monitoreo de las centrales, para que opere bajo las premisas que fue diseñada y permita la integración de más oficinas administrativas a la RUT.

I. Antecedentes teóricos

La necesidad de intercambiar información generó el desarrollo de sistemas dedicados al transporte de la información. Estos sistemas en un principio fueron diseñados para satisfacer necesidades específicas y al poco tiempo las capacidades de los sistemas fueron rebasadas. El desarrollo de las comunicaciones digitales forzaron a olvidar los sistemas propietarios y crear sistemas abiertos con capacidad de crecimiento.

Para lograr esto era necesario lograr acuerdos, así se llegó, a la creación de protocolos de comunicaciones de datos. Un protocolo es un conjunto de procedimientos que regula la forma en que dos o más entes interactuarán para intercambiar información.

Este capítulo describe dos de los protocolos de comunicación más usados en los últimos tiempos, uno de ellos el Transport Control Protocol/Internet protocol (TCP/IP), es utilizado actualmente por Telmex para realizar la supervisión de sus equipos; el otro protocolo es X.25. Posteriormente se estudian los diferentes dispositivos utilizados para la interconexión de redes. Finalmente se exponen los conceptos básicos de una Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT). Adicionalmente como resumen se muestran las posibles aplicaciones de los diferentes protocolos tratados en el capítulo dentro de una empresa de Telecomunicaciones, como lo es TELMEX.

La descripción de los protocolos se hará en base a la arquitectura de redes que propone la ISO, (International Standardization Organization, Organización Internacional de Estandarización) llamado "*modelo de referencia OSI*" (Open System Interconnection, Sistema de Interconexión abierto).

I.1. El protocolo X.25

El protocolo X.25 define los procedimientos necesarios para que "una terminal de datos modo paquete acceda a los servicios de una red pública de datos."²

² Roger L. Freeman, Telecommunication System Engineering, Wiley Series in Telecommunications, pag 514

RED PÚBLICA DE DATOS BASADA EN CONMUTACIÓN DE PAQUETES

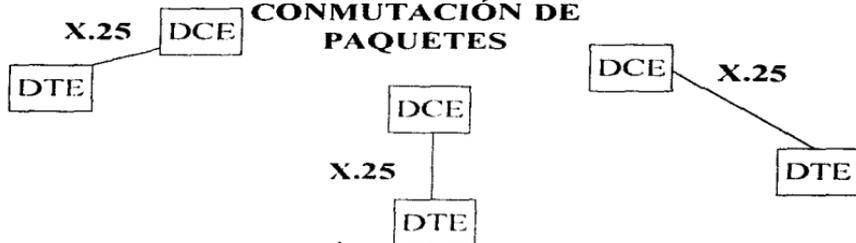


Figura I-1 Configuración de una red X.25

Una Red Pública de Datos, RPD, es un sistema integrado por cualquier medio de transmisión conocido que explota el servicio de transmisión de datos. Una terminal de datos, DTE (Data Terminal Equipment, Equipo Terminal de Datos), es el dispositivo que procesa la información que el usuario desea enviar a la RPD. Un DTE puede operar en dos modos, paquete y carácter

- Modo paquete: La información referente a la dirección y progresión de la llamada se halla codificada de acuerdo al procedimiento High Data Level control (HDLC).
- Modo carácter: La unidad de información transmitida consiste de los datos enviados por el usuario y 2 ó 3 bits utilizados para la sincronía. Recibe el nombre de START-STOP.

El DTE accede a la RPD, a través de un equipo terminal de circuito de datos mejor conocido como DCE (Data Circuit Equipment), este equipo tiene las funciones de recibir la información del DTE e introducirla a la RPD. ver Figura I-1;

1.1.1. Modelo de referencia

La norma X.25 especifica 3 niveles para la interfaz DTE-DCE: el nivel físico (norma X.21, X21 bis), el nivel de enlace (HDLC LAP-B) y un nivel de paquete o de red.

Nivel 1 o físico. Define las características eléctricas y mecánicas para establecer, mantener y terminar la interconexión física entre dos redes. Para el caso que nos ocupa, la recomendación X.21 del CCITT describe el tipo y tamaño de la conexión, asignación de pin's y niveles de voltaje. El nivel físico recibe tramas del nivel de enlace en la forma de información de bits y los transmite a lo largo del circuito físico.

Dependiendo de la administración telefónica, se pueden ofrecer las siguientes interfaces físicas: x.21, x21 bis, v24, v28, v35 etc..

Nivel 2 o de enlace. Su objetivo es proporcionar los elementos necesarios para establecer, mantener y terminar interconexiones de enlace de datos entre entes del nivel 3 o de red. En este nivel se define el procedimiento de acceso al enlace para el intercambio de datos por el enlace entre el DTE y el DCE. Utiliza el principio y la terminología del procedimiento para enlaces de datos de alto nivel (HDLC) especificado por la ISO, el formato de la trama se muestra en la Figura 1-2. El procedimiento HDLC permite intercambiar paquetes entre un DTE y un DCE, corregir los errores que hubieran podido detectarse mediante la retransmisión de los paquetes afectados, controlar el flujo de paquetes en el enlace DTE-DCE así como confirmar la recepción correcta de los paquetes transmitidos.

	Bandera	Dirección	Control	Información	SEC 1	Bandera
Longitud	8	8	8	Arbitrario	16	8

Figura 1-2 Formato de trama HDLC

Nivel 3 o de red. Define los procedimientos para el intercambio de paquetes que contengan información de control y datos del usuario entre el DTE y el DCE. Dentro de esos procedimientos se encuentra el establecimiento, mantenimiento y desconexión de circuitos virtuales, así como la asignación del número de canal lógico correspondiente, único en cada interfaz. Este nivel tiene también la responsabilidad de controlar el tráfico entre los DTE's para evitar la congestión,

así como la corrección de errores de procedimiento, y en su caso indicarle al nivel de enlace las acciones a tomar para corregir el error (reset, clear, restart).

1.1.2. Principios de funcionamiento

Una red basada en el protocolo X.25 utiliza la conmutación de paquetes para transportar la información de un punto a otro.

La conmutación de paquetes⁴, implica que un medio físico puede ser usado para transportar información correspondiente a diferentes enlaces. Se diferencia de la conmutación de circuitos en que ésta última, asigna un enlace por medio físico (telefonía básica). El manejo del canal físico es transparente para las terminales involucradas, las cuales asumen que tienen comunicación directa y dedicada entre ellas; por lo que las terminales establecen de circuitos virtuales de comunicación. Los circuitos virtuales pueden ser de dos tipos: permanentes (PVC) o asignados en función de la demanda (VC).

X.25 permite tener hasta 4095 circuitos virtuales en un canal físico, debido a que utiliza la conexión LAP-B), 12 bits identifican al circuito virtual, 4 del grupo lógico y 8 del número de canal lógico. El procedimiento para la asignación del número de canal lógico es el siguiente:

- Los números más bajos se asignan para circuitos virtuales permanentes.
- Llamadas entrantes y el servicio de respuesta automática. (comunicación en un sentido) se asignan al final.
- Los números mayores se asignan para circuitos virtuales en un sentido que salen, por ejemplo de auto marcado.
- Los números intermedios se asignan a llamadas que van en los dos sentidos.

⁴ La conmutación de paquetes, es una tecnología usada dentro de las redes de comunicaciones, en la cual la información a transmitir es segmentada en grupos de igual longitud, cada grupo recibe el nombre de paquete. Existen diferentes formas en las que la red transporta los paquetes de un punto A a un punto B, estas son datagramas y circuitos virtuales. En la conmutación de paquetes se procura que en todo momento exista transporte de información. Esta última característica es la diferencia principal con la conmutación de circuitos. La conmutación de paquetes es utilizada para el transporte de la información

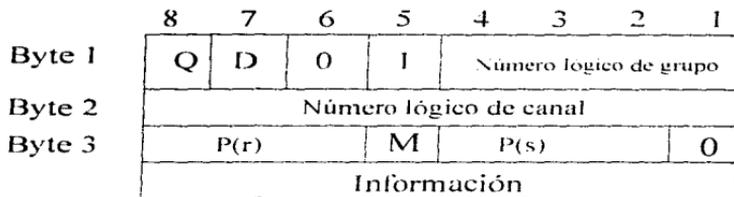


Figura 1-3 Formato de Paquete de X.25

De esta manera se busca que el DTE y el DCE no asignen el mismo número de canal lógico para dos circuitos virtuales diferentes.

El establecimiento de una llamada utiliza varios paquetes de control, antes de proceder al envío de información. Cuando ésta es enviada las terminales involucradas llevan un conteo, en una variable del número de paquete que envían, campo P(s), y del número de paquete que esperan recibir, campo P(r). (Ver Figura 1-3). Para tener un mejor control sobre el flujo de paquetes existe el concepto de ventana.

La ventana es el máximo número de tramas numeradas secuencialmente que puede transmitir una estación por encima de la trama de numeración mas baja que aún no ha sido validada. Es decir el transmisor puede transmitir W paquetes sin recibir alguna respuesta de paquetes validados por parte del receptor. El receptor por su parte solo acepta paquetes que sigan la secuencia que su variable de recepción establece.

Cuando recibe un paquete válido, envía un paquete de información indicando cual fue el paquete recibido e informando que se encuentra listo para recibir un nuevo paquete. Existe tres tipos de paquetes de control. Listo para recibir (RR), No listo para recibir (RNR) y Rechazado (REJ).

1.1.3. Plan de numeración

La identificación de una red pública basada en conmutación de paquetes, se hace de acuerdo al plan internacional de numeración, recomendación X.121 del CCITT, el número de identificación recibe el nombre de Código de identificación de red de datos (Data Network Identification Code, DNIC) de 4 dígitos de longitud. Los primeros tres dígitos reciben el nombre de código del país, (Data Country Code, DCC) e identifican al país. El último dígito identifica a la red en específico dentro del país. (Ver Figura 1-4)

XXXXYZZZZZZZZ

Donde: XXXY DNIC

XXX DCC

Y es el código de la red

dentro

del país

ZZZZZ

Define al NTN

Figura 1-4 Formato de número internacional. X.121

Aunado al DNIC es necesario enviar el número que identifique a la terminal DTE a la cual se desea conectar, este número recibe el nombre de número de terminal de red. (Network Terminal Number, NTN), éste es de una longitud mayor a 1 y menor a 10 dígitos es asignado por el administrador de la red.

1.1.4. Acceso a modo carácter

Debido a la gran cantidad de terminales que funcionan bajo el modo carácter, y que el protocolo X.25 es para terminales de datos operando en modo paquetes se han diseñado equipos intermedios que permiten a éstos conectarse a una red pública operando en modo paquete. Dichos equipos reciben el nombre de PAD, (Packet Assembly/Dissassembly, Ensamblador/Desensamblador de paquetes). La recomendación X.3 rige los procedimientos para la conexión de un PAD con un DTE.

1.1.5. Interconexión de redes basadas en X.25

Dos redes basadas en la conmutación de paquetes se interconectan de acuerdo a la norma X.75. En ella se describen los procedimientos de señalización para que puedan realizar intercambios de paquetes. Los puntos en donde se realiza este

intercambio de información reciben el nombre de Terminales de intercambio de señalización (STE's Signaling Terminal Exchange). Como ejemplo de redes basadas en la conmutación de paquetes se tienen DATAPAC, TELENET, TYMNET en Estados Unidos, IPSS, PSS en el Reino Unido, TRANSPAC en Francia, KDD y NTT en Japon.

Cada STE consta únicamente de los 3 primeros niveles del modelo OSI. El enlace de transmisión, especificado por el nivel físico, es de comunicación total, punto a punto y con circuitos síncronos de alta velocidad. El nivel de enlace, especifica el uso del LAPB compatible con el HDLC. El nivel de red, especifica los procedimientos para establecer un circuito virtual, en esta recomendación no se permiten los circuitos permanentes. El formato de los paquetes es muy similar al de la norma X.25 salvo por un campo adicional denominado utilerías de red X.75, utilizados para el establecimiento de una llamada entre los STE's.

1.1.6. Procedimiento de enlace

El enlace DTE-DCE puede realizarse bajo dos procedimientos, el procedimiento de enlace simple (SLP, Single link procedure) y el procedimiento de multienlace (MLP, Multilink procedure). El SLP es usado cuando existe un único circuito físico, usa los principios y la terminología de Control de Enlace de Datos de Alto Nivel (HDLC, High level Data Link Control).

El procedimiento de multienlace (PME, Multilink Procedure, MLP) es, desde el punto de vista del modelo OSI, intermedio al nivel de enlace y al de paquete (niveles 2 y 3 respectivamente). Su función es la de aceptar paquetes del nivel 3 y distribuirlos en los SLP's del DTE o DCE respectivamente, así como la secuenciación de los paquetes recibidos de los SLP'S de los DTE o DCE, para entregarlos al DTE o DCE del nivel de red. (Ver **¡Error!No se encuentra la fuente de la referencia.**)

En general el MLP realiza las siguientes funciones:

- Mejorar la calidad y confiabilidad del servicio proveyendo varios SLP's entre DCE y un DTE
- Permite agregar o suprimir SLP's sin interrumpir el servicio que brinda el múltiple SLP's
- Optimiza el ancho de banda utilizado por un grupo de SLP's a través de compartir la carga.

- Si un SLP falla, provee una degradación controlada.

Nivel de paquete Nivel de enlace de datos Nivel físico

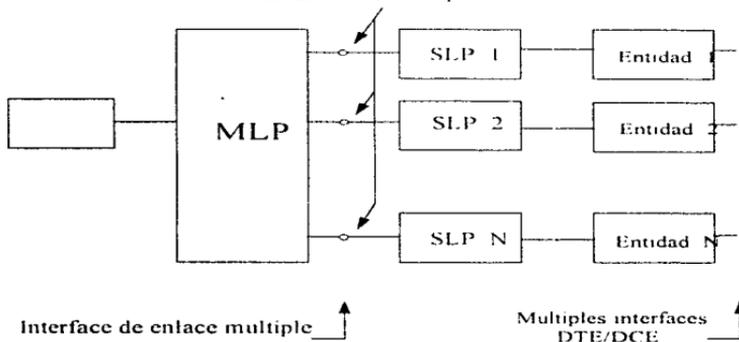


Figura 1-5 Organización funcional del multienlace

- Proveer al nivel de enlace con un aparente nivel de enlace único para cada grupo múltiple de SLP.
- Proveer el ordenamiento secuencial de los paquetes recibidos antes de entregarlos al nivel de red. (nivel 3)

Todas las transferencias sobre un SLP son en alguna de las tramas de multienlace mostradas a continuación (Figura 1-6).

1.1.7. Ventajas de una red X.25

- Utiliza conmutación de paquetes. El medio físico lo ocupa solo durante el tiempo que dura la transmisión de un paquete

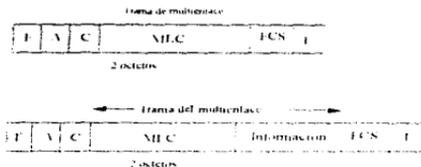


Figura 1-6 Formato de trama para el MLP

- Utiliza multiplexaje. Le permite optimizar el ancho de banda del canal.
- Es una tecnología probada. En el mercado existe una gran cantidad de equipo que funciona bajo este protocolo por ser uno de los más confiables para el transporte de datos.
- Es un sistema abierto. Permite la interconexión con las grandes redes basadas en las nuevas tecnologías (*Frame Relay*, ATM, SDH)

1.2. El protocolo TCP/IP

El protocolo de mayor auge en los últimos años, es TCP/IP, a través de cual se ha desarrollado INTERNET^d. Este protocolo presenta muchas diferencias con el protocolo X.25; de las cuales dos diferencias sobresalen. La primera, El Protocolo TCP/IP no cumple con el modelo de referencia OSI, sino que maneja otro conjunto de capas. La segunda, el protocolo TCP/IP puede analizarse como un conjunto de protocolos, es decir, por cada una de las capas o niveles que maneja existen una gran variedad de protocolos, estando principalmente el TCP y el IP (explicados 1.2.2).

El protocolo TCP/IP no define un tipo físico de red, tal como lo es ethernet, FDDI o ATM, sino que establece un método para interconectar diferentes redes físicas entre sí, y los procedimientos para que las computadoras que componen dichas redes puedan interactuar entre ellas, obteniendo al final una red compuesta de subredes, tal como lo es INTERNET.

^d Cuando la palabra internet este escrita totalmente en mayusculas, se referrira a la red mundial INTERNET.

A p l i c a c i ó n	F T P , T e l n e t
T r a n s p o r t e	T C P , U D P
I n t e r n e t	I P , I C M P
R e d	F D D I , E t h e r n e t

Figura 1-7Modelo de referencia TCP/IP

1.2.1. Modelo de referencia

El modelo de referencia de TCP/IP, se desarrolló bajo diferentes premisas, siendo de las mas importantes la interconexión entre redes Este protocolo está orientado a la no conexión y funciona por jerarquias mas que por estratos o niveles. Para una mejor comprensión del mismo, se muestra el modelo en forma de capas o niveles en la **¡Error!No se encuentra la fuente de la referencia.**

Como se observa este modelo no tiene un nivel 1 ó fisico, en su lugar se encuentra la red sobre la cual se va a establecer el protocolo de TCP/IP, cabe recordar que el objetivo es interconectar diferentes redes locales(token ring, FDDI, Ethernet), por lo que en el primer nivel del modelo TCP/IP encontramos el ICMP, Internet Control Message Protocol, protocolo de control de mensajes de interconexión, y el protocolo de interconexión, IP. En el segundo nivel encontramos el protocolo de control de transporte, TCP y el protocolo de usuario de datagrama (UDP) En los niveles superiores, se hallan los programas de aplicación: ftp, telnet, etc. (Explicados en 11.2.3).

1.2.2. IP, ICMP

El segundo nivel, maneja la comunicacion computadora a computadora; acepta los paquetes que le envía el nivel de transporte para ser enviados, así como la dirección a donde debe ser enviado. Encapsula el paquete en un datagrama IP,

llena el campo de encabezado, y utilizando los algoritmos de enrutamiento determina por donde es mas conveniente que salga el paquete. Otra funcion que tiene es la de recibir datagramas y verificar su validez, eliminar el encabezado y determinar si ha llegado a su destino o debe ser retransmitido. También es el encargado de mandar mensajes al ICMP

El protocolo de internet (IP), provee un servicio de entrega de paquetes, sin conexiones, pero bajo el esquema de mejor esfuerzo. Recibe del nivel superior, transporte, los paquetes a ser enviados, forma el datagrama y lo envia.

El ICMP es un protocolo dentro de un protocolo, es una parte esencial del IP, su función es la de reportar los errores y otros mensajes de control entre los módulos del IP en varios hosts y computueras. Estos mensajes viajan en datagramas IP. El tipo de mensajes es muy variado, el mas usado es el ping o solicitud de respuesta.

1.2.3. TCP, UDP

El nivel de transporte tiene por función proveer la comunicación de un programa de aplicación punto a punto. Este nivel puede regular el flujo de información, y asegurarse que la información ha llegado correcta, para esto solicita al destino paquetes de reconocimiento, divide la información a ser transmitida en paquetes y envia cada paquete con la direccion destino al siguiente nivel para la transmisión (al nivel de interconexión). Si la computadora cuenta con mas de una aplicación, este nivel también manda junto con el paquete, el tipo de aplicación. Los protocolos propios del nivel son TCP y UDP.

El protocolo de transporte (TCP) provee un servicio de entrega de paquetes, confiable y orientado a la conexión. Especifica el formato de la información y la forma en que dos computadoras se van a entender para llevar a cabo entre ellas una transmisión.

El protocolo de datagramas de usuario (UDP) provee un servicio de entrega de paquetes, no confiable y orientado a la no conexión⁷, es decir, cada paquete se trabaja independientemente de los demás. Este protocolo no tiene forma de verificar si un paquete llego, llego mal o se duplicó. Este protocolo por ser tan simple, ocupa

⁷ Orientado a la no conexión, (connectionless oriented) implica que cada paquete es manejado de forma independiente, sin solicitar mensajes de reconocimiento o de validación al destino

menos tiempo para transmitir sus paquetes, por lo que es usado para enlaces simples.

1.2.4. Aplicaciones

Entre las aplicaciones más importantes y más utilizadas en una red basada en el protocolo TCP/IP son el Telnet, el FTP y el correo electrónico.

1.2.4. a) Telnet

Esta aplicación es la más utilizada en un ambiente de red para conectar una terminal remota a un servidor central.[4]. TELNET permite al usuario de un sistema interactuar con sistemas remotos en otra localidad como si la terminal del usuario se encontrara conectada directamente a la máquina remota. TELNET ofrece tres servicios básicos:

1. Define a la *terminal virtual*, la cual provee una interfaz entre los sistemas remotos y los programas clientes a utilizar.
2. Incluye un mecanismo que permite al cliente y al servidor negociar opciones para la conexión.
3. TELNET maneja los puntos finales de la conexión como iguales, es decir, permite que cualquier punto sea un programa.

1.2.4. b) FTP

Es el estándar de Internet para la transferencia de archivos de una máquina a otra[4].

1.2.4. c) Correo electrónico

Esta aplicación es de las más populares ya que es eficiente y permite un modo cómodo de enviar información. Es común utilizar el correo electrónico para mandar archivos completos en lugar de hacerlo vía FTP.

1.2.5. Fragmentación y reensamble

La fragmentación y reensamble es utilizada cuando se utilizan Datagramas. Todas las computadoras deben de tener la capacidad de reensamblarlos. con el objetivo de tener comunicación con todas las computadoras de la red.

1.2.5. a) Fragmentación

La fragmentación ocurre una vez enrutado el datagrama y antes de colocarlo en la cola correspondiente. El protocolo de interconexión, IP, compara la longitud del datagrama con la máxima cantidad de información que puede ser transmitida por un canal físico, (Unidad de Máxima Transferencia, MTU) de la red para determinar si se necesita la fragmentación. Si es necesario, IP crea múltiples datagramas, con el formato adecuado y coloca parte por parte la información del datagrama original en cada uno de los datagramas que genera.[13].

1.2.5. b) Reensamble

El reensamble requiere que el protocolo de interconexión acumule fragmentos hasta que un datagrama completo se pueda formar, para después enviarlo hacia su destino. IP debe de aceptar fragmentos que lleguen fuera de orden y/o con retrasos.[13]

1.2.6. Direcciones en TCP/IP

El manejo de las direcciones, dentro de una red TCP/IP es una de sus mayores ventajas. A cada servidor de internet se le asigna una dirección de 32 bits que es usada para todas las comunicaciones con dicho host. Cada dirección se conforma de 2 partes. La primera, llamada netid, identifica a la red y la segunda denominada, hostid, identifica a un servidor dentro de esa red. Existen 3 tipos de direcciones, dependiendo del número de servidores en la red. Las direcciones clase A son para redes con mas de 2^{16} servidores (7 bits netid, 24 de hostid, 1 bit de identificación = 0). Las del tipo B son para aquellas que tienen mas de 2^8 servidores y menos de 2^{16} (14 bits netid y 16 de hostid, 2 bits para identificación = 1,0), Clase C para aquellas con menos de 2^8 servidores(22 bits netid, 8 hostid, 2 bits para identificación = 1,1). Cuando se envía un paquete a un servidor, no se direcciona en función de la dirección del servidor destinatario, sino de la red a la cual pertenece.

Comunicación entre iguales



Figura 1-8 Modelo de referencia OSI

1.3. Dispositivos de interconexión de redes

La interconexión de redes ha sido motivada por el hecho de que el valor para un usuario de una red está fuertemente correlacionado con el número de otros usuarios que puede alcanzar a través de esa red.

La interconexión de redes se presenta, cuando es necesario que dos redes LAN, compartan recursos con el fin de mejorar el funcionamiento de una corporación, o de tener mayores alcances y/o proveer de accesos a la información, que se genera en un menor tiempo y de esta manera procesarla para obtener el mayor provecho posible.

1.3.1. Arquitectura de una estación de trabajo en una red LAN

1.3.1. a) Modelo OSI

Este modelo fue realizado por la ISO con el objetivo de que el intercambio de información entre distintas redes, basadas en arquitecturas diferentes, pudieran en cierto momento comunicarse entre sí. Se buscaba tener un sistema abierto. Este modelo, quedó como una recomendación y nadie se encuentra obligado a utilizarlo. Sin embargo, en la actualidad, se busca acabar con los sistemas propietarios y tener sistemas abiertos.

Al momento en que esta recomendación se realizó, existían ya en el mercado redes de área local (LAN). El Instituto de ingenieros eléctricos electricistas (IEEE) decidió formar un comité que tomará acuerdos y formas para interconectarlas, así como otros que estandarizarán las redes LAN. El comité que se abocó a la tarea fue el 802 de la IEEE. Para lograr esta estandarización se partió del modelo de referencia OSI¹⁰ (ver Figura 1-8). El comité determinó que en una LAN suceden dos cosas[10]:

- 1.-La información es transmitida en tramas direccionadas.
- 2.-No hay conmutación intermedia. Todas las transmisiones se realizan sobre un enlace simple.

De lo anterior determinaron que el nivel 1 del modelo OSI también debe de estar en el de las LAN, el nivel 2 también debe de existir, pero el 3 no, ya que sus funciones están encaminadas a asegurar la comunicación sobre una secuencia de enlaces, cosa que no sucede en las redes LAN. Cuando se interconecten dos redes LAN, entonces el nivel 3 será necesario, en el dispositivo, con el fin de supervisar la entrega correcta a otra estación de trabajo en otra red.

Así mismo el comité decidió subdividir el nivel 2, (enlace de datos) en dos subcapas, quedando el modelo para redes LAN como lo muestra la Figura 1-9.

El nivel físico, tiene las mismas funciones del modelo OSI.

El MAC, (Medium Access Control, Control de Acceso al Medio) se refiere a un tipo específico de LAN, definida por el comité (token ring, ethernet....)

El LLC, (Logical Link Control, Control Lógico de Enlace) define los campos que permiten a los protocolos superiores hacer uso compartido del enlace de datos. Existen dos tipos principales de LLC.

¹⁰ Para mayor información sobre el modelo OSI se recomienda consultar [5]

Modelo OSI

Modelo LAN

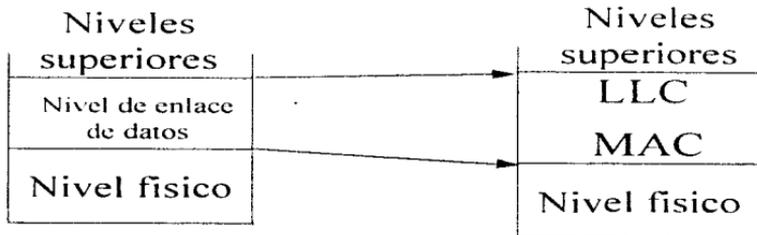


Figura I-9 Modelo de referencia LAN

Tipo 1: El paquete se entrega siguiendo el sistema "mejor esfuerzo". La corrección de errores se halla cargo de un nivel superior.

Tipo 2: Protocolo orientado a la conexión. Es decir los paquetes contienen campos de numeración de mensajes, de reconocimiento, así como la diferencia entre paquetes de datos y paquetes de control.

1.3.1. b) Tipos de arquitecturas

TCP/IP

Es la arquitectura más utilizada en el momento, pues bajo ella se halla INTERNET. (Consultar ver I.2)

NETWARE

Esta arquitectura es la propia de la compañía Novell. El modelo de referencia de estas redes esta basado en el ODI, Interfaz de enlace de Datos Abierta (Open Data Link Interface).

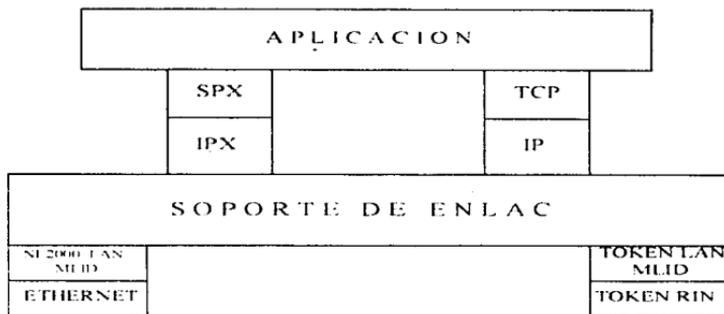


Figura I-10 Modelo Netware

Este modelo tiene 2 capas básicas. El LSL, Nivel de Soporte de Enlace (Link Support Layer) y el MLID, Controlador de Interfaz de Enlace Múltiple (multiple link interface driver). Los protocolos nativos de NETWARE son NCP, SPX e IPX.

El modelo de referencia NETWARE se muestra en la Figura I-10.

APPLETALK

Es el sistema propietario para redes LAN de los sistemas fabricados por Macintosh. El conjunto de protocolos para su uso viene integrado con el sistema operativo de Macintosh, lo único que hay que hacer es conectar a un puerto RS-422, incluido como equipo estándar en las máquinas, otra computadora Macintosh.

Se compone de 7 niveles que cumplen las mismas funciones del modelo OSI. En Appletalk, los nombres para cada uno de estos niveles cambia.

Nivel Físico. Se denomina de esta manera, y sus funciones son las mismas que las de OSI.

Nivel enlace de datos. Se cuenta con el Protocolo Appletalk de solución de direcciones Appletalk Address Resolution Protocol (AARP).

Nivel de red. A través del protocolo de entrega de datagramas Datagram Delivery Protocol (DDP), se busca tener una enlace no orientado a la conexión entre 2 procesos que se ejecutan en nodos diferentes. También se usa el Protocolo de almacenamiento de nombres Name Binding Protocol (NBP) el cual provee una asociación lógica entre los nombres de Appletalk y las direcciones DNS.

Nivel de transporte: Dos protocolos son usados el protocolo: ATP, Appletalk de transacciones (Appletalk Transaction Protocol) y el ADSP, protocolo Appletalk de flujo de información (Appletalk Data Stream Protocol). Su función es la de proveer una transacción confiable.

Niveles superiores: Se implementaron 4 protocolos para los niveles superiores, dos son usados para el manejo de impresoras y otros dos para el establecimiento, y manejo de sesiones. Para las impresoras están: PAP, Protocolo de acceso a impresora, (Printer Acces Protocol) y APS, servicios Appletalk de impresión (Appletalk Printer Services); para las sesiones se tiene protocolo Appletalk de sesión., Appletalk Sesión Protocol (ASP) y el Appletalk Filing Protocol.

DECNET

Esta arquitectura es propia de los sistemas de DIGITAL y también recibe el nombre de DNA. Actualmente se encuentra la fase V, la cual presenta un modelo mas abierto que sus predecesoras y mantiene la compatibilidad con estas.

El diseño de la fase V fue desarrollada bajo las siguientes premisas: [12]

- Soporte para redes muy grandes (~1000.000 de nodos).
- Integración del estándar ISO a la arquitectura.
- Definición de un nuevo modelo para la administración de la red.
- Compatibilidad con la fase IV DNA.
- Igual o mejor desempeño que la fase IV en las implementaciones.

PROTOCOLO DNA	PROTOCOLO OSI
Control de Sesión DNA	Aplicacion
	Presentacion
	Sesion
Nivel de Transporte	
Nivel de Red	
Nivel de Enlace de Datos	
Nivel Fisico	

Figura 1-11 Modelo de referencia DECNET

La arquitectura la mostramos en la Figura 1-11. Los 4 niveles inferiores se acoplan al modelo de referencia OSI y usa los estándares OSI para los mismos. Los niveles superiores (5, 6, 7) se dejan a la elección del cliente. Sus opciones son protocolos propietarios de Digital o protocolos standard del modelo OSI. Ambos son compatibles y es posible comunicar unos con otros.

1.3.2. Funcionalidad de los equipos de interconexión

La mayoría de las redes de área local se hallan limitadas en distancia, para salvar este escollo se utilizan dispositivos de interconexión: repetidores, puentes y ruteadores. Estos dispositivos no sólo son usados para aumentar las distancias o tamaño, en metros, de la red, sino que también son utilizados para conectar redes diferentes o para controlar el tráfico entre las mismas además de ofrecer esquemas de seguridad.

Los puentes y los ruteadores consisten de una computadora que ejecuta algoritmos para desempeñar funciones de puento o de enrutamiento[14]. Los puentes, para una rápida ejecución, contiene los algoritmos en memorias EPROM. mientras que los ruteadores lo tienen en formas de programas por la diversidad de problemas o aplicaciones que pueden manejar.

Estos dispositivos pueden ser clasificados de acuerdo a l tipo de redes que interconectan; local cuando son dos redes de área local; distante o remota, cuando una de ellas es una red de área amplia (WAN).

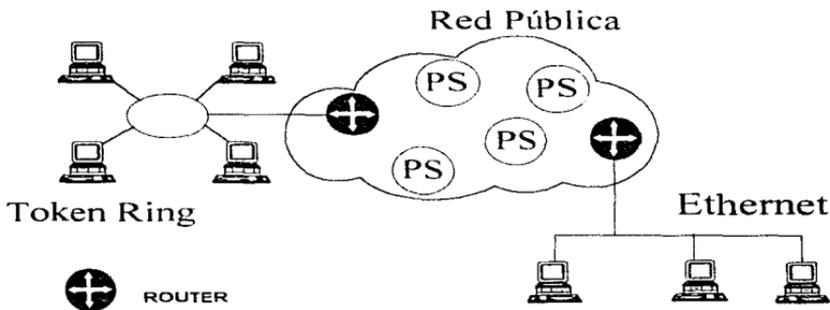


Figura I-12 Conexión remota

1.3.2. a) Interconexión local

Un puente local es usado para conectar redes dentro del mismo edificio, segmentando la LAN y obteniendo de esta manera, mejoras substanciales en el desempeño de la red.

Un ruteador local funciona como un puente inteligente, capaz de realizar traducciones o conversiones entre distintas LAN's ubicadas en el edificio.

1.3.2. b) Interconexión distante

Una conexión remota o distante, tiene por objetivo unir dos redes LAN's que se encuentran geográficamente separadas, a través de una red de área amplia WAN, método de la *nube*, o por medio de circuitos dedicados, conexión punto a punto.

En el método de la de nube, la red LAN desconoce los detalles de la red Wan, mostrada graficamente como una *nube*, ésta puede usar el protocolo X.25, Frame Relay, TCP/IP, o alguna tecnología propietaria. Esta nube es administrada y supervisada, la mayoría de las veces, por una compañía diferente a la que posee las redes locales a conectar. Normalmente, un ruteador es utilizado para este tipo de interconexión. (Ver Figura I-12)

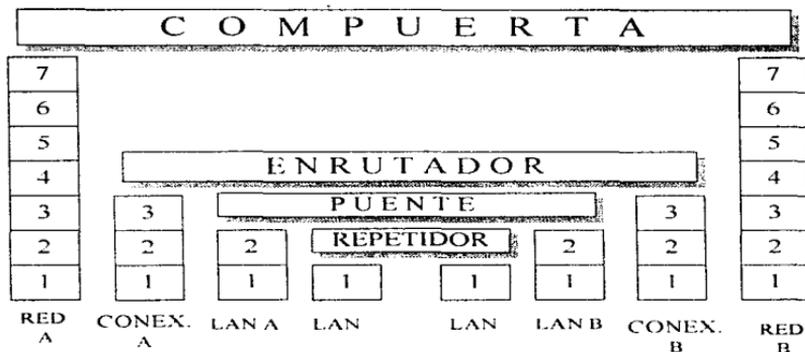


Figura I-13 Modelo OSI y dispositivos de Interconexión..

Al utilizar circuitos dedicados, se obtiene una conexión punto a punto entre dos puentes o dos ruteadores, esta conexión se realiza con líneas telefónicas dedicadas o enlaces especiales. En este tipo de interconexión es posible utilizar un puente o un ruteador.

1.3.2. c) Repetidor, puente, ruteador, compuerta

El modelo de referencia OSI asigna el nombre de *relay* al dispositivo que interconecta dos sistemas no conectados directamente el uno con el otro. Si el *relay* comparte un nivel con los otros sistemas pero no participa en el nivel superior, recibe el nombre de *relay* del nivel n.[5]. En la Figura I-13 se muestra el nivel al que trabajan los distintos dispositivos de interconexión de redes.

De los anterior es posible realizar la siguiente clasificación:

- Repetidor = *relay* del nivel físico
- Puente = *relay* del nivel de enlace
- Ruteador = *relay* del nivel de red
- Compuerta = Cualquier *relay* a un nivel mayor que el de red.

Repetidor: Une dos o más redes, detecta la señal, la amplifica y la envía a través de todo los puertos exceptuando aquél por el que llegó. Al actuar al nivel de red, solo trabaja con bits, desconoce el significado que puedan tener los mismos. Es común que las estaciones de trabajo de la red realicen esta función o estén habilitadas para realizarla.

Puente: Opera en el MAC. Su función es la de filtrar las direcciones y el procedimiento es el siguiente. Lee todas las tramas de una red y en base a las direcciones determina si debe enviar los paquetes a otra red o los ignora. Este proceso se puede realizar de dos formas:

- Punteo transparente, (Transparent bridging) se basa en la creación de tablas de direcciones de las estaciones de trabajo en una LAN.
- Enrutamiento de origen, (source routing) este método consiste en analizar y responder a la información de cada paquete.

La aplicación principal de los puentes es la de segmentar una red creando subredes.

Un puente no puede tomar decisiones sobre el enrutamiento óptimo de un paquete.

Ruteador: Opera en el nivel 3 del nivel OSI. Los puentes sólo tienen la capacidad de analizar la dirección del MAC, los ruteadores acceden a la dirección de red; es usual que la dirección contenga información sobre el enrutamiento. Los ruteadores conocen los diferentes caminos que existen y saben sobre cual de ellos es el óptimo.

Un tipo de ruteador de especial interés para este trabajo es el "ruteador X.25". Este dispositivo convierte una trama con formato LAN en una con formato X.25 para su transmisión a lo largo de una red pública de datos (conexión remota utilizando una *nube*).

Compuerta: Este dispositivo es utilizado cuando las redes no son compatibles en ninguno de sus niveles. La compuerta presenta los 7 niveles del modelo de referencia OSI. Una compuerta recibe los paquetes de una LAN y los traduce a un protocolo específico.

1.3.3. Objetivos de la interconexión

En términos generales, se puede decir que el objetivo de interconectar redes es el permitir el acceso a las aplicaciones de cada red por usuarios de otras redes. [5]

Tres son los beneficios que se obtienen o se pueden obtener al colocar un dispositivo de interconexión en una red.

- Acceder a archivos de otra red.
- Eliminar los cuellos de botella de la red, regulando el flujo de datos y por tanto mejorando su desempeño, optimizando el tráfico en una red local.
- Dar seguridad. Restringir el acceso a archivos a usuarios.

1.3.4. Criterios para seleccionar un equipo de interconexión

Una interconexión entre dos o mas redes debe proveer :

1. Enlaces de comunicación entre las redes
2. Enrutamientos entre usuarios de diferentes redes
3. Un servicio de contabilidad, con el fin de saber el uso de los diferentes elementos de la red, así como monitorear la información que pasa por la red.

Así mismo, se debe asegurar que cada servicio que se otorgue no deba de exigir modificación sustancial en la arquitectura o topología de la red.

Como hemos visto los dispositivos de interconexión son una útil herramienta para la solución de problemas propios de redes, por lo que los criterios para su selección pueden dividirse en tres categorías.:

TÉCNICO

- Protocolos que soporta.
- Algoritmos de ruteo.
- Número, velocidades e interfaces de los puertos

Conectar y usar (Plug and play).
Redundancia.
Interfaz con el usuario.
Compatibilidad con la Red Gestión de Telecomunicaciones. (RGT)
Cantidad y tipo de memoria.
Características físicas (dimensiones, peso)
Tiempo medio entre fallas (MTBF)
Consumo de energía.
Temperaturas de trabajo.
Condiciones ambientales.
Posibilidad de evolución
Telediagnóstico
Compatibilidad con el equipo existente
Desempeño

CALIDAD

Garantía.
Renombre de la empresa.
Cursos de capacitación.
Soporte técnico.
Actualizaciones de software.
Ubicación geográfica.
Política entre diferentes constructores
Refacciones

PRECIO

1.4. Gestión de Redes de Telecomunicaciones

1.4.1. Generalidades

Los principios de una red de gestión de las telecomunicaciones (RGT) están establecidos en la norma M.30 del CCITT. El objeto de una RGT es dar soporte a una administración en la gestión de una red de Telecomunicaciones. Una RGT

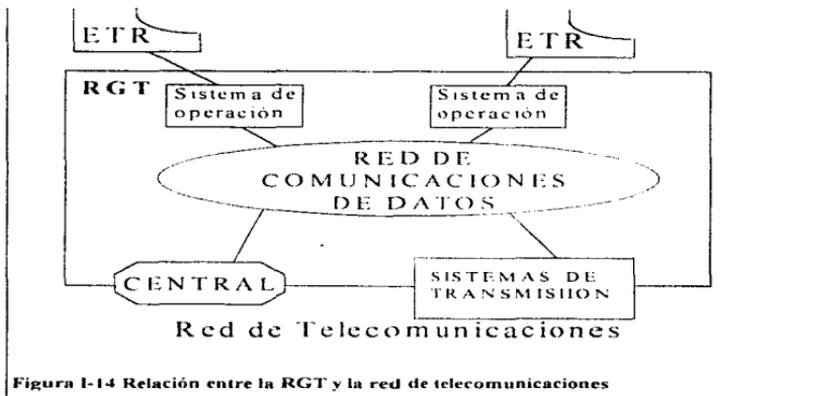


Figura I-14 Relación entre la RGT y la red de telecomunicaciones

alberga funciones de gestión, y de comunicaciones para la operación, administración y mantenimiento de una red de telecomunicaciones.

La relación entre la RGT y la red de Telecomunicaciones, que gestiona se muestran en la Figura I-14. La RGT puede ser vista como una red separada con interfaces hacia la red de telecomunicaciones.

Los objetivos de una RGT son:

- ⇒ Recopilar información de los diferentes equipo de telecomunicaciones
- ⇒ Garantizar la operación y mantenimiento óptimo de los equipos de telecomunicaciones
- ⇒ Proveer mecanismos para la seguridad e integridad de los datos.
- ⇒ Minimizar la carga de la red de telecomunicaciones causada por el mismo tráfico de gestión.
- ⇒ Monitorcar las alarmas, y proveer mecanismos para la localización y aislamiento de fallas de la red.
- ⇒ Mejorar la asistencia a los servicios y medir la calidad de los mismos.
- ⇒ Medir el desempeño de la red.

Las funciones básicas de una RGT se agrupan en 3 grandes categorías:

A Funciones de Gestión

- Gestión de configuración
- Gestión de Fallas
- Gestión de desempeño
- Gestión de contabilidad
- Gestión de seguridad

B Funciones de comunicación

- comunicaciones Sistema operativo/Sistema operativo (OS/OS)⁷
- Comunicaciones Sistema operativo/Elemento de Red (OS/NE)
- Comunicaciones Elemento de Red/Elemento de Red (NE/NE)
- Comunicaciones Sistema operativo /Estación de Trabajo (OS/WS)
- Comunicaciones Elemento de red/Estación de trabajo (NE/WS)

C Función de planeación

- Planeación de la red
- Planeación de la fuerza de trabajo

Una RGT contempla la integración de los elementos de la red de telecomunicaciones, entre los que se encuentran:

- ⇒ Equipos de transmisión (multiplexores, DAC'S, repetidores, equipos SDH y PDH)
- ⇒ Sistemas de transmisión, analógico y digital (par trenzado, fibra óptica, radio, satélite)
- ⇒ Redes de computadoras
- ⇒ Sistemas Operativos y sus periféricos
- ⇒ Equipos de conmutación.
- ⇒ Centrales analógicas y digitales
- ⇒ Equipos de la RGT
- ⇒ Software de la RGT

⁷ OS, NE definidos en 11.4.3

1.4.2. Arquitectura funcional

La arquitectura funcional de una RGT le conforman los siguientes bloques funcionales: Función de sistema de operaciones (FSO), funciones de mediación (FM) , funciones de comunicaciones de datos (FCD) , funciones de elemento de red (ER) y funciones de estación de trabajo (FETR).

El bloque funcional de comunicaciones de datos (FCD) debe ser usado por los bloques funcionales de la RGT para intercambiar información. Su principal papel es la de proveer mecanismos para el transporte de información. Este bloque funcional debe de proveer funciones de interconexión, ruteo y envío, así como las tres primeras capas del modelo OSI.

Entre dos bloques funcionales se hallan los puntos de referencia, que no son otra cosa que puntos conceptuales donde se realiza el intercambio de información entre los bloques de gestión. Existen 4 tipos de puntos de referencia, q, f, x, m.

1.4.3. Arquitectura física

La arquitectura física generalizada para la RGT se muestra en la Figura I-15. Sus elementos son sistema de operaciones (SO), dispositivo de mediación (DM), Red de comunicaciones de datos (RCD), red local de comunicaciones (RLC), elemento de red (ER) y estación de trabajo (ETR). Las interfaces que existen son: Q dividida en Q₁ pensada para conectar ER que no contengan FM con los DM o con aquellos ER que contengan FM a través de una RLC y Q₂ pensada para conectar DM entre si, los ER que contengan FM con los DM o con otros ER que contengan FM a través de una RLC.

La interfaz Q se halla en los puntos de referencia q, y se tienen dos tipos Q_x y Q₃, cada una de las cuales se aplica a los puntos de referencia qx y q3 respectivamente.

Estas dos interfaces se distinguen por la información que llevan. La interfaz Q_x lleva información de los MD y los elementos de red que soporta., Mientras que la Q₃ se encarga de la información pertenecientes a los OS y los elementos de la RGT que une.

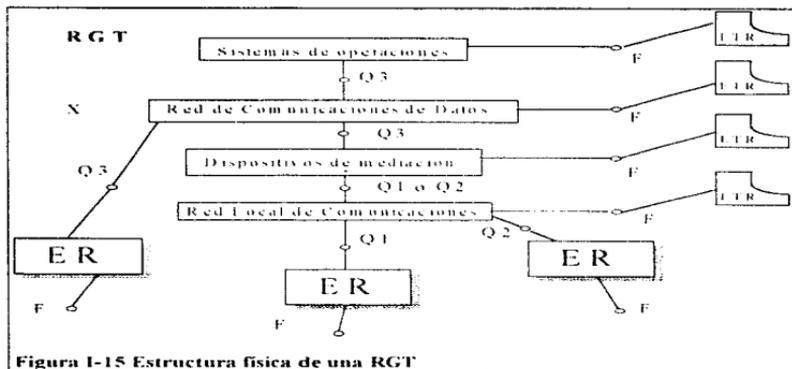


Figura I-15 Estructura física de una RGT

1.5. Posibles aplicaciones para una empresa de telecomunicaciones

En la siguiente tabla mostramos las características principales de los temas tratados en el presente capítulo, así como el uso que se les daría a cada uno de ellos dentro de un red de telecomunicaciones.

CARACTERÍSTICA	X.25	TCP/IP
Cumple con OSI	si	no
recomend. ITU ¹	si	no
comutación	paquetes/circ. virt	paquetes/datagramas
correcta transf. De info	si, por cada nivel	punto final a punto final
velocidades recomendadas	balanceado 9.6 kbps no balanceado sin limite	no especificado
familia de protocolos	no	si
tipo de participación de cada nodo	no, pasiva	si, activa
comun. bidireccional ¹	si	no
Uso	transporte de datos	Transporte de datos, orientado a aplicaciones

Tabla I-1 Características de X.25 y TCP/IP

1.- La comunicación en ambos sentidos se realiza sobre la misma ruta, y por tanto hay un orden en la llegada de los paquetes.

II.Descripción de la red de TELMEX.

Una red de telecomunicaciones, como la que tiene TELMEX, esta compuesta por diferentes subsistemas. Estos subsistemas deben trabajar al unisono y en perfecta armonia con el fin de asegurar una buena calidad de servicio.

Entre estos subsistemas 3 son los mas importantes 1)El conjunto de las centrales de conmutación (Red de Conmutación), 2) Los diferentes sistemas de transmisión (Red de Transmisión); 3)El equipo de fuerza y clima.

Estos 3 sistemas por las características y la importancia de sus funciones, deben ser monitoreados constantemente para evitar la degradación o en el peor de los casos la interrupción del servicio.

La importancia de los equipos de fuerza y clima radica en que ellos son los encargados de procurar las condiciones necesarias de operación (corriente eléctrica, voltaje, temperatura, etc.) de los diferentes equipos de TELMEX. Por su parte la red de conmutación y la red de transmisión, son las encargadas de proveer el servicio de comunicación que el publico le demanda a TELMEX, se puede decir que son la piedra angular de la empresa.

II. 1. Red de conmutación

Una central de conmutación tiene como función principal establecer una trayectoria entre dos terminales especificas de una red (teléfonos en nuestro caso) cuando se requiera, así como liberar la trayectoria cuando ya no sea necesaria². Además debe realizar operaciones lógicas para establecer la trayectoria adecuada, y la facturación por el uso de la red.

Para realizar estas funciones, las centrales telefónicas cuentan con una variedad de subsistemas los cuales requieren ser monitoreados. Dependiendo del tipo de central, los elementos y la forma de monitoreo varían, pero, en términos generales a una Central Telefónica, se le supervisa:

² Este concepto no es exclusivo para la transmisión de voz, sino que puede ser aplicado para redes dedicadas al transporte de otro tipo de información.

- Funcionamiento de las tarjetas de abonados
- Procesador(es).
- Bases de Datos.
- Entramado.
- Conexión a Troncales.
- Matrices de conmutación.
- Subsistema de control de Tráfico.
- Subsistema de control de Señalización.
- Subsistema de Facturación.
- Alimentación eléctrica. (Subsistema de fuerza).
- Sincronía

Las centrales se encuentran sincronizadas, jerárquicamente. TELMEX cuenta con dos relojes de Cesio, que le dan un alto grado de confiabilidad a su red de sincronización, estos relojes se encuentran respaldados por el sistema de la defensa de los Estados Unidos; Global Positioning System (GPS).

La Red de Conmutación de TELMEX está estructurada en 3 zonas desde el punto de vista de conmutación:

Nivel Zona Local: Es la célula básica de la red de conmutación y maneja el tráfico local.

Nivel Zona Autónoma de Conmutación. Es una zona geográfica de tamaño variable conformada por una o más zonas locales.

Nivel Zona de Tránsito Interurbano Este nivel maneja el tráfico de larga distancia, Nacional, Internacional y Mundial.

La red de conmutación de TELMEX esta integrada por cada una de las centrales de conmutación que cuenta TELMEX, como se muestra en la Figura II-1 una Zona Autónoma de Conmutación (ZAC), comprende diferentes centros, CCA's, CCE's, CTZ's, CTU's y el nivel de tránsito interurbano lo conforman únicamente los CTI's

El significado de los centros mostrados en la figura es el siguiente:

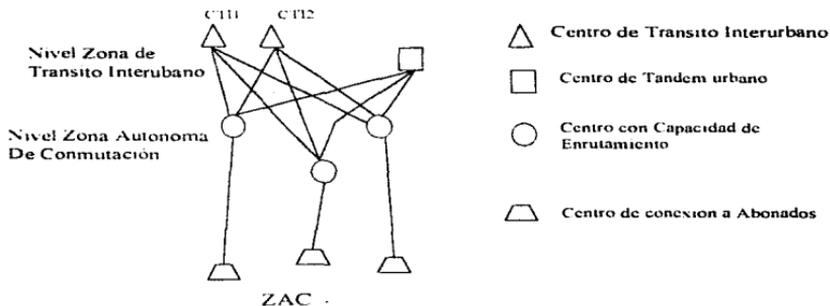


Figura II-1 Niveles funcionales de la red de conmutación

Centro de Conexión a Abonados (CCA): Se ubican las centrales maestras de baja capacidad, compactas y URL'S que conectan abonados.

Centro con capacidad de Enrutamiento (CCE): Se ubican las centrales maestras que tienen la función de manejar tanto el tráfico originado y terminado en la propia central, como el tráfico originado y terminado en centrales subordinadas de nivel CCA

Centro Tandem Urbano (CTU): Se ubican las centrales que maneja el tráfico entre centrales de nivel CCE de la misma ZAC, que no sea cursado por enlaces directos. Estas centrales pueden tener la función CCE incluida.

Centro Tandem de Zac (CTZ): Se ubican los centrales que manejan el tráfico entre centrales de nivel CCE de la misma ZAC, que no sea cursado por enlaces directos. Estas centrales pueden tener la función CCE incluida.

Centro de Tránsito Interurbano (CTI). Esta central maneja el tráfico de Larga Distancia. De centrales de nivel CCE que pertenecen a ZAC's diferentes, así como el tráfico internacional y mundial.

Esta estructura se conoce como topología jerárquica, la cual implica que una llamada cuyo destino esta fuera de su nivel es enviada a la central del siguiente nivel que tiene asignada y así sucesivamente.

En el nivel de tránsito interurbano se tienen dos redes de conmutación independientes, esto es con el fin de darle protección estructural a la Red. Cada Red maneja el 50% del tráfico de Larga Distancia.

El tráfico de mayor importancia para TELMEX, es el de Larga Distancia. Este tráfico es manejado por el nivel de Tránsito interurbano, (CTI)

Las reglas de seguridad dentro de la red de conmutación son:

- Cada central de nivel CCE esta conectada a dos CTI's (Ver figura II-1).
- Los CTI's trabajan por pares, reciben el nombre de binodos (CTI's y CTI2's), estos centros están ubicados en 2 edificios físicamente separados.

El equipo de conmutación que conforma la red de conmutación, proviene de diferentes proveedores; de ellos el 85% se distribuye en 3 marcas: Ericsson (equipo AXE), AT&T (5ESS), Alcatel (S-12). El equipo AXE, es ocupado en las centrales telefónicas de mayor importancia, (nivel de Tránsito Interurbano). Últimamente, TELMEX, con el fin de reducir los costos de mantenimiento y de inventarios en refacciones, ha evitado la compra de equipos a diferentes proveedores, concentrándose en los arriba mencionados, ya que estos equipos permiten el crecimiento y migración natural a tecnologías de punta.

II.2. Red de Transmisión

La red de Transmisión de TELMEX, la integran todos los medios físicos que son utilizados por TELMEX, para la transmisión de señales, sin importar su origen o el tipo de información que representen, de un punto a otro.

De acuerdo al nivel de centrales que interconectan, se identifican dos grandes subredes:

- Red de Alta capacidad
- Red de Sectorial

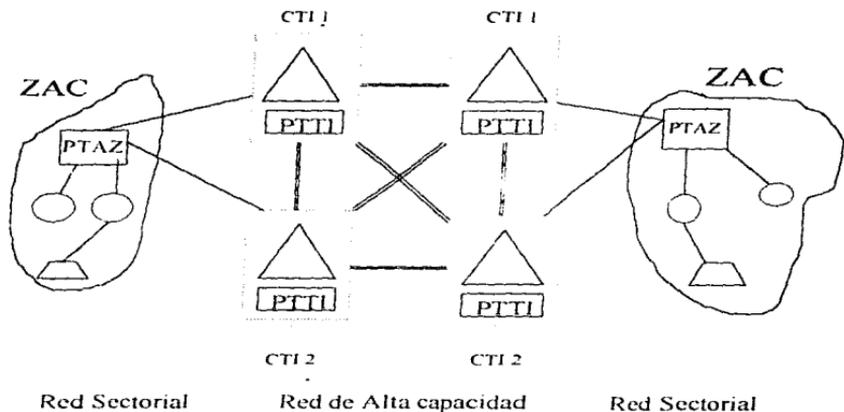


Figura II-2 Red de Transmisión

La red de Alta Capacidad, es la encargada de llevar las señales de una central perteneciente al nivel zona autónoma de conmutación (ZAC) a otra central perteneciente a un nivel zona de tránsito interurbano y entre centrales de este último nivel y está constituida por los medios de transmisión que unen los PTTI's entre los CTI's. La Red Sectorial está constituida por las arterias entre los puntos de Transmisión de acceso de las ZAC's y los puntos de transmisión interurbano (PTTI's) y terminan en los CTI's. En la figura III-2 mostramos la red de Transmisión Interurbana.

Así mismo dentro de la ZAC, se cuentan con los enlaces que unen a las centrales pertenecientes a una ZAC, es decir conexiones CCA-CCE, CCE-CCE-, CCE-CTZ, y CCE/CTZ-PTAZ.

La Seguridad para la red de Transmisión implica que todos las centrales de nivel Tránsito Interurbano, deben de conectarse en malla; los caminos físicos de conexión entre estos puntos deberán ser distintos. La incorporación de Tecnología SDH, hace posible el uso de anillos.

Dentro de la red de Transmisión existen secciones que utilizan diferentes medios de transmisión, dependiendo de los puntos que conecte, por ejemplo, la conexión abonado-Central Telefónica se hace con par de hilos de cobre. Mientras que las nuevas conexiones a nivel tránsito interurbano se realizan con Fibra Óptica.

En la Tabla II-1 se muestran los diferentes medios de Transmisión que utiliza TELMEX en su Red de Transmisión, y que puntos enlazan.

Medio físico	Enlaza
Fibra óptica	Centrales del nivel Tránsito Interurbano, Centrales de nivel ZAC. Redes nuevas para servicios a grandes clientes.
Red Satelital Nacional	Servicio de Telefonía Rural a zonas de muy difícil acceso. Última alternativa para servicio inmediato a grandes clientes. Para contingencias.
Radio modems, minilinks.	Forma provisional para grandes clientes, Telefonía Rural En casos excepcionales en la Red de Interconexión de Larga distancia.
Hilos de cobre	Servicios a abonados normales, (de la central telefónica al hogar).

Tabla II-1 Utilización de los medios de Transmisión en TELMEX

La red de Transmisión, por la diversidad de medios que utiliza para transportar la información, cuenta con una gran variedad de equipo de transmisión; destacan por las funciones que realizan.

Multiplexores: Reciben líneas de una jerarquía o velocidad, las cuales son multiplexadas en una línea de mayor jerarquía o mayor velocidad.

Repetidores: Equipos encargados de mantener en un nivel adecuado la transmisión de la señal, hay de dos tipos, los que manejan señales eléctricas y los equipos ópticos.

DACC'S: Este equipo, compatible con la tecnología de transporte SDH. Realiza la conmutación de diferentes líneas homogeneizando el destino de la información por línea.

ADM: Compatible con SDH. Agrega-Segrega, información de una línea en un punto determinado.

II.2.1. Descripción de los servicios actuales de TELMEX para la interconexión de redes

TELMEX cuenta con la capacidad de enlazar los distintos centros operativos de alguna empresa, para eso cuenta con diversos servicios para la interconexión de redes, estos servicios pueden ser analógicos o digitales. La demanda de los primeros es poca, ya que las tecnologías, de uno a dos años a la fecha, tienden a ser en su mayoría digitales, por lo que es en este tipo de enlaces donde se encuentra la mayor demanda.

Los servicios digitales que TELMEX ofrece, y que son de interés para el presente tema, son los siguientes:

Servicios Digitales				
Servicio	Descripción	Velocidad	Tecnología	Frecuencia
DS-0	voz, datos, video	64	cobre	-
E0	voz, datos, video	64	F.O. o radio enlace	G.703, 704, 732
E1	voz datos, video	2048	F.O. o radio enlace	G.703, 704, 732
Satelital	datos	9.6 ó 19.2	Enlace satelital VSAT-Maestra	Banda Ku

Tabla II-2 Servicios Digitales

III.Descripción de la red de datos de TELMEX.

Las redes de Telecomunicaciones se han diversificado con el tiempo y en la actualidad es posible encontrar equipos de diferentes marcas. En los últimos años se han desarrollado equipos inteligentes que pueden reportar sus fallas. Este capítulo tiene por objetivo describir los elementos presentes en la red de datos de TELMEX., haciendo énfasis en el funcionamiento del monitoreo de la red de Telecomunicaciones de TELMEX.

III.1.Configuración y funcionamiento de la red universal de TELMEX (RUT)

La RUT es una red nacional que enlaza las oficinas y centros de trabajos de TELMEX. Gracias a ella es posible que el personal de TELMEX pueda desplazarse de su centro de trabajo y desde alguna terminal u oficina de TELMEX, enlazarse a su centro de trabajo. La RUT recibe el nombre de red de enrutadores.

III. 1. 1. Objetivos.

Los objetivos de la red universal de TELMEX son 3:

1. Crear la infraestructura necesaria de comunicación de datos a nivel nacional.
2. Establecer las normas y estándares que coadyuven a un mejor diseño e implementación de redes locales (LAN's) redes metropolitanas (MAN's) y redes de área amplia (WAN's).
3. Establecer y facilitar la conectividad y acceso a la información desde cualquier punto y desde cualquier ambiente operativo.

III. 1. 2. Funcionamiento.

La RUT utiliza el protocolo de comunicación TCP/IP, por lo que la transferencia de información se hace bajo este protocolo y aquella que no se encuentre bajo este formato es necesario convertirla.

Para un mejor flujo de la información la RUT presenta un ordenamiento jerárquico. En el primer nivel o red Dorsal (Backbone) se tienen los llamados Supernodos, los cuales se encuentran interconectados entre si por enlaces E1's

y manejan una topología de malla. Estos nodos se encuentran colocados en centrales o edificios que revisten gran importancia por su ubicación geográfica e infraestructura telefónica. Estos nodos reciben información directamente y funcionan como concentradores de nodos de menor jerarquía (nodos de segundo orden).

Nodos de segundo orden o nodos terminales, se encuentran ubicados en centrales del nivel zona local o zona autónoma de conmutación, centros de trabajo u oficinas comerciales. Se enlazan a los supernodos por medio de DSO's.

Los enlaces de la RUT se realizan sobre distintos medios, fibra óptica, minilinks o enlaces satélites.

III. 1. 2. a) Equipo empleado

La red de enrutadores se encuentra conformada por enrutadores marca CISCO. Estos soportan los siguiente protocolos X.25, Local Area Transport protocol, (LAT, digital) TN3270, IBM SLIP y PPP XRemote, TCP/IP . Además, tienen la capacidad de traducir protocolos, i.e. de X.25 a TCP/IP cuando así son configurados.

En la Tabla III-1 se muestran las características de los enrutadores utilizados en la RUT. Cisco 7000 para los supernodos, 2500 y 4000 para los de menor

2500	20 68EC030	MHz	4 MB	1 Ethernet y 2 serial sincronicos. 1 Token Ring y 2 serial sincronicos. 1 Ethernet 2 serial sincronicos y 2 BRI 1 Token Ring 2 serial sincronicos 1 BRI
4000	40 68EC030	MHz	4 ó 16 MB	Ethernet, serial sincrono, Token Ring, FDDI
7000	25 68EC040	MHz	4, 8 ó 16 MB	Ethernet AUI, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI, HSSI, Serial, ATM.

Tabla III-1 Enrutadores de la RUT.
orden.

III.1.3. Aplicaciones y servicios.

Los servicios ofrecidos a través de la RUT son:

- ⇒ Interconectividad de bases de datos
- ⇒ Interconectividad de sistemas operativos.
- ⇒ Correo electrónico
- ⇒ Transferencia de archivos
- ⇒ Emulación remota de terminales
- ⇒ Interconectividad entre distintos sistemas operativos de la red
- ⇒ Desarrollo de aplicaciones en forma remota
- ⇒ Proveer un medio de transporte para la red de gestión de telecomunicaciones

III.2. Configuración y funcionamiento de la red pública de datos de TELMEX (UNINET)

III.2.1. Objetivos

UNINET es la red pública de datos de TELMEX. Que busca satisfacer la demanda actual y futura, de comunicación entre las distintas redes LAN de las empresas. Para esto cuenta con una infraestructura a nivel nacional multiprotocolo, lo que la define como un sistema abierto.

III.2.2. Funcionamiento

UNINET es una red nacional basada en la conmutación de paquetes dedicada a a la transmisión de información. Esta transmisión de información la realiza utilizando alguna de las dos tecnologías con las que cuenta para la conmutación, *Frame Relay* y *A.25*.

En términos generales, la red vertebral o dorsal esta constituida por centros de conmutación en las ciudades mas importantes del pais, enlazados entre si por enlaces de fibra óptica de Larga Distancia, equipada con tecnología SDH. La atención a otras localidades alejadas de los nodos de conmutación se realiza a través de nodos concentradores cuando la demanda lo requiere .

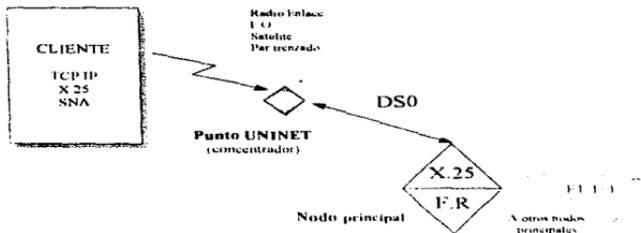


Figura III-1 Acceso a UNINET

Para acceder a la red de UNINET, el cliente se enlaza a un *punto UNINET*, por diversos medios físicos: fibra óptica, cobre, satélite, microondas, radio o celular. Los protocolos aceptados son TCP/IP, SNA, LAN, X.25 y Frame Relay. En este punto, y dependiendo del destino, la información, es llevada, vía X.25 o Frame Relay, a otro concentrador en la misma localidad o a la red dorsal o backbone de UNINET, para transportarla a otro punto. Este transporte se realiza bajo el protocolo Frame Relay. El enlace del punto UNINET a un conmutador principal se realiza por medio de DS0's y los enlaces entre éstos - Conmutadores principales - se realiza a través de E1's. (Ver Figura III-1)

La red dorsal se muestra en la figura III-2. Los nodos principales se encuentran en las ciudades de México, Guadalajara, Hermosillo, Mérida, Chihuahua, Puebla, Tijuana, Monterrey.

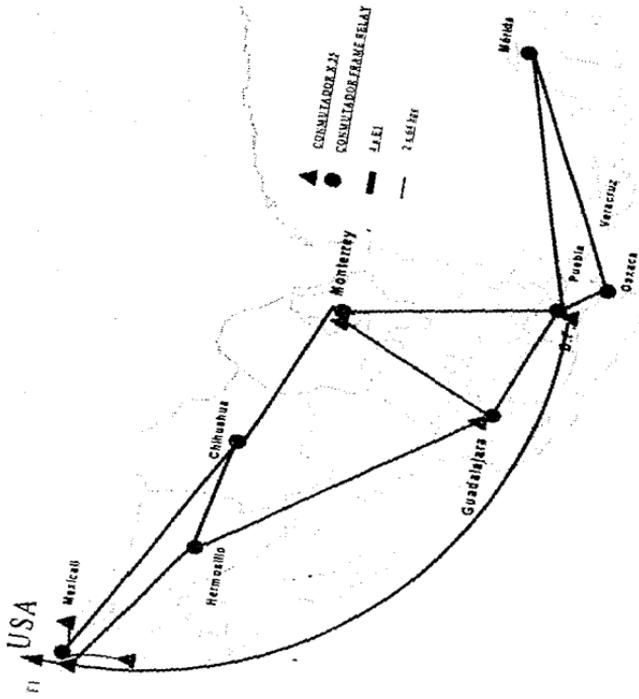


Figura III-2 Red Dorsal UNINET

III.2.2. a) Equipo empleado

Para la red X.25 se tienen en los nodos principales de conmutación equipos Alcatel Data Network (ADN) modelo TP4976. Y para los de menor jerarquía ADN modelo TP8020. Sus características generales las mostramos en la Tabla III-2.

Característica	TP4976	TP8020
No. De Puertos	1024	16 (2 V.35. y 14 RS-232)
Tamaño de la Ventana	7	7
Standard soportados	X.25, X.32, X.75, Async, SDLC, Frame Relay	X.25, X.32, X.75, Async, SDLC, Frame Relay
Procesador	Motorola 68020/68030	
Throughput	20000 paquetes por segundo	por 300 a 364 paquetes por segundo

Tabla III-2 Características de los equipos para la red X.25

Para Frame Relay se maneja switches marca Cascade, tipo B-STDx 9000

Switch Cascade B-STDx 9000

- ⇒ 16 puertos.
- ⇒ Soporta Frame Relay, SMDS, y ATM.
- ⇒ Modular, lo que permite su expansión.
- ⇒ Soporta los acuerdos del foro internacional de Frame Relay.
- ⇒ Realiza funciones de gestión de la red que maneja.
- ⇒ Para Frame Relay puede funcionar como un DCE o DTE con tasas de transmisión desde 9.6 Kbps. Hasta 45 Mbps. Soporta circuitos virtuales permanentes o por demanda.
- ⇒ Al detectar tráfico que no viene en el formato de Frame relay, i.e. X.25, lo encapsula en formato Frame Relay, para otros protocolos, IP, IPX, realiza una traducción.
- ⇒ Throughput 2Mcells por segundo o 500 k paquetes pro segundo.

Los enlaces a los distintos clientes, se realizan utilizando E1's.

III.2.2. b) Situación Actual de la red.

Para X.25

Los switches de la red X.25 son 50, distribuidos de la siguiente manera.

TP4976	TP8020 TP4976	Conectados	a TP8020 Conectados en cascada
POLANC	22		8
O			
MTY_Vall	8		2
e			
GDL_CTG	8		2

Tabla III-3 Switches conectados actualmente (Junio 1996)

Switches TP8020 conectados a TP4976 Esta conexión se realiza a través de enlaces DS0, con redundancia.

Switches TP8020 conectados-en cascada Esta conexión se realiza utilizando la interfaz V.35 a 64 Kbps.

Los TP8020 utiliza 2 de sus puertos para realizar el enlace troncal, manteniendo una configuración 1+1.

Para Frame Relay:

A diferencia de la red X.25, se tienen en 4 localidades los nodos principales de la red. Guadalajara, Monterrey, México y Mérida. Los enlaces entre estos nodos son E1's con una configuración 1-1.

III.2.3. Aplicaciones y Servicios

UNINET esta habilitada para ofrecer servicios de Alta Velocidad Dedicados y de Baja Velocidad conmutados y dedicados. Entre estos servicios se cuentan:

- VideoConferencia Conmutada.
- Frame Relay Nacional.

- X.25 Nacional.
- Conexiones LAN-LAN (interconectividad).
- INTERNET.

III.3. Configuración y funcionamiento del Centro de Administración de red (CAR)

Para realizar la Gestión de su Red de Telecomunicaciones, TELMEX tiene previsto instalar 3 centros de Administración de red: uno en la región metropolitana, CAR-METRO; otro en la ciudad de Monterrey, CAR-MONTERREY y el tercero en la ciudad de Guadalajara, CAR-GUADALAJARA. Cada uno de estos centros tienen las mismas funciones características, tendrán la capacidad de ayudar a cualquier otro centro en caso de congestión o falla. Por el momento el único operando es el CAR-METRO, soportando 135 centrales, casi el 95% de las centrales de la zona Metropolitana.

III.3.1. Objetivos

El CAR tiene a su cargo el control, la administración y el monitoreo, de una manera centralizada, de los equipos de: conmutación, transmisión fuerza y clima, pertenecientes a la red pública de Telecomunicaciones de TELMEX. Con el objeto de lograr un mejoramiento en la continuidad y calidad del servicio. El CAR permite a TELMEX:

- Brindar continuidad del servicio, asegurada por la supervisión las 24 hrs al día los 365 días del año
- Discriminar los problemas urgentes en la planta, de las alarmas cotidianas de menor relevancia
- Atención oportuna y control sobre las fallas urgentes en la planta telefónica hasta su liquidación.
- Supervisar el comportamiento del tráfico en la planta, con el fin de tomar acciones que eliminen posibles congestionamientos.
- Generar información respecto al comportamiento de la red para dimensionamiento de la planta.

- Detección de problemas potenciales en la red que afecten los servicios del cliente.
- Análisis y solución de problemas recurrentes en la red
- Distribución óptima del personal en las áreas de conmutación y transmisión.
- Lograr independencia de los proveedores en aspectos de mantenimiento.
- Acciones autónomas en tiempo real para la restauración de alarmas en las centrales.

III.3.2. Funcionamiento

Las funciones del CAR están divididas en seis grupos funcionales de trabajo:

- Control y Análisis
- Facilidades y Troncales
- Enrutamientos, facturación y activación de servicios
- Administración y control de tráfico de red
- Despacho y control de ordenes de servicio
- Administración de la fuerza de trabajo.

III.3.2. a) Sistema NMA

El CAR basa su operación en el NMA, Network Monitoring Analysis, Análisis del Monitoreo de la Red. El NMA es un software para vigilancia y análisis en tiempo real de las alarmas generadas por los elementos de red (Centrales, equipos de transmisión, etc.) El sistema tiene la capacidad de correlacionar las alarmas y puede determinar el elemento de red que ocasiona la falla, si múltiples alarmas son detectadas. Así mismo, gracias a su capacidad de análisis, puede identificar problemas antes de que el servicio interrumpido sea detectado por el cliente. A través del NMA, es posible enviar comandos a los elementos de red, con el fin de realizar diagnósticos, efectuar correcciones y cambios de configuración en la red.

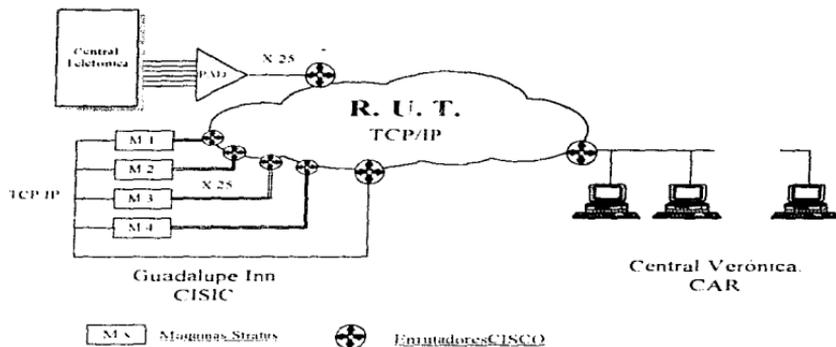


Figura III-3 Funcionamiento del CAR

El sistema opera en computadoras STRATUS, tolerantes a fallas; las cuales reciben las alarmas, las analizan y generan información; dicha información queda disponible para el manejo y administración de boletas de fallas y permite la presentación gráfica en la sala del CAR.

Las computadoras STRATUS y el CAR, se encuentran físicamente separados. Por lo que una vez procesadas las señales deben ser enviadas al CAR.

Para el transporte de las señales relacionadas con la gestión de la red se utiliza la RUT, por la cobertura nacional que tiene. La Figura III-3, muestra el proceso que se lleva a cabo, desde que la alarma se origina en la central hasta su despliegue en la sala de pantallas del CAR.

Del cual podemos identificar 3 subprocesos

Subproceso 1. Cada central conectada al CAR envía sus alarmas a través de 6 canales de comunicación, (Misceláneos, Tráfico, Mantenimiento 1, Mantenimiento 2, Abonados, Troncales). Estos 6 canales se conectan a un

PAD-CODEX, el cual permite a una terminal que funciona en modo carácter - canales de alarma- conectarse a una red pública basada en la conmutación de paquetes (X.25). La señal que se originan en las centrales tiene una tasa de transmisión de 64 kbps, la cual se conecta al gateway de la RUT. Esta información, en forma de paquetes y bajo el protocolo X.25, es transportada por la RUT bajo el protocolo TCP/IP, hacia las computadoras STRATUS para que la información sea procesada.

Subproceso 2 La computadora STRATUS, encargada de procesar y analizar la información proveniente de las centrales, cuenta con 160 puertos (Interfaz V.35, Protocolo X.25) Cada puerto, mantiene 24 sesiones (Centrales). La información que reciben se halla en paquetes X.25 por lo que los ruteadores CISCO (RUT) deben de realizar una traducción de protocolos TCP/IP a X.25, para entregar la información al sistema NMA.

Subproceso 3 Una vez analizada la información, debe ser transportada a la sala del CAR, para generar los boletines de trabajo correspondientes. De las computadoras STRATUS a través de una red ETHERNET, protocolo TCP/IP, se envía la información por la RUT hacia las estaciones de trabajo, donde un sistema basado en el procesador RS6000, administra la carga de trabajo de cada una de las estaciones de Trabajo.

IV. Diseño de la arquitectura.

En este capítulo se presenta la propuesta de la arquitectura de la Red de Datos que permitirá a TELMEX, realizar un monitoreo y una supervisión más eficiente de sus centrales telefónicas.

En la primera parte se presentan las consideraciones para el Diseño de la arquitectura, posteriormente las especificaciones de la arquitectura propuesta. Al final del capítulo se muestra la implementación de la red de datos para cubrir la División Metro-Norte de TELMEX. La división Metro-Norte se eligió por su tamaño y la importancia de las centrales telefónicas que constituyen esta zona.

IV.1. Consideraciones para el diseño.

Para el diseño de la arquitectura de red, manejamos 3 tipos de consideraciones: Técnicas, Operativas y Económicas.

IV.1.1. Consideraciones Técnicas

Se hallan relacionadas con aspectos de la tecnología a emplear tomando en cuenta la infraestructura existente y debe de cumplir con los parámetros de calidad que se fijen.

- *Conexión de las centrales.* Cada central telefónica tiene diferentes formas de reportar alguna falla en su funcionamiento, la forma más usual es una alarma audible o visual, sin embargo para que el estado de operación de una central telefónica pueda ser supervisado remotamente es necesario que la central telefónica cuente con algún subsistema de comunicación que le permita identificar la existencia de alguna alarma dentro de sus subsistemas y poder presentarla en un puerto de comunicación.

TELMEX cuenta con una gran variedad de centrales de conmutación, debido a su larga presencia en el mercado de la telefonía. Los tres modelos de centrales más utilizados por la empresa son: equipo AXE, de la compañía Ericsson; equipo S-12 de Alcatel; equipo 5ESS de AT&T.

El equipo AXE, diseñado por la compañía Ericsson, puede comunicarse con otros dispositivos haciendo uso del puerto de comunicaciones. Este puerto

tiene la capacidad de manejar los siguientes protocolos de comunicación: X.25, X.3 y X.28. Utiliza la interfaz X.21. Los conectores son de dos tipos: RNV304013 para puertos síncronos y conectores DB-25.

El puerto de comunicaciones de los equipos 5ESS, de AT&T, está diseñado para mantener comunicación con distintos equipos periféricos. Para hacer que el equipo funcione como un DTE, es necesario hacer uso de la tarjeta TN75C, SDLC, o TN82. HDLC. Ambas tarjetas son capaces de manejar protocolos a nivel de bits, tales como SDLC, HDLC y proporcionan señales de control compatibles con el estándar RS-232-C. La tarjeta HDLC puede ser configurada para utilizar la interfaz RS-232 a una tasa de transmisión de datos de 19.2 Kbps o la interfaz V.35 del CCITT a 20 Kbps o 56 Kbps.

Los equipos S-12, de Alcatel pueden comunicarse usando puertos seriales asincrónicos, manejan la interfaz física RS-232 a una velocidad máxima de 9600 bps, utilizando la tarjeta MMC de ADN.

En el siguiente cuadro resumimos las características principales de los equipos

<i>Equipo</i>	<i>Interfaz</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Velocidad</i>
AXE	X.21, RS-232	X.3, X.25, X.28	9600 bps
5ESS	RS-232, V.35	HDLC, SDLC	19.2 a 56 Kbps
S-12	RS-232	X.3	9600 bps

Tabla IV-1 Características de los equipos de conmutación utilizados en TELMEX

➤ *Tecnología a utilizar.* El tipo de comunicación de la red es multipunto a punto (Centrales telefónicas-CAR), por el tipo de señales a transportar, se requiere que la tecnología a utilizar tenga las siguientes características:

- Muy confiable.
- Realice verificaciones constantes sobre el estado de la transmisión y la información transmitida.
- No debe de existir el riesgo de que algún paquete de información sea destruido por haber estado cierto tiempo en la red.

- Comunicación bidireccional, pues debe ser posible que desde el Centro de Administración de la Red, acceder a la central telefónica y realizar un monitoreo de sus canales de datos en tiempo real.

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta el tipo de protocolos que manejan las centrales telefónicas el protocolo de comunicación X.25 cumple con las características arriba expuestas. Con base en la infraestructura que posee UNINET, descrita en el capítulo IV, es posible hacer uso de la Red pública de datos de Telmex, para realizar el transporte de la información de las centrales al edificio del CAR. Para realizar esto es necesario considerar que, dentro del contexto de una red de comunicaciones basada en el protocolo X.25, como la descrita en el capítulo 2, las centrales Telefónicas funcionan como el equipo identificado como DTE y siendo por tanto necesario conectarlos a un equipo DCE, por medio del cual se realice el acceso a la red pública de datos, RPD. Este equipo DCE es proporcionado por la empresa dueña de la RPD, así mismo, en algunos casos será necesario contar con un PAD cuando el DTE funcione en modo carácter. (Ver I.1)

Bajo este esquema será necesario asignarle a cada una de las centrales telefónicas y al equipo STRATUS una dirección congruente con el plan de numeración ya establecido, esto, con el fin de que los paquetes sean direccionados correctamente.

Es importante hacer notar que una vez que la información se halla dentro de la infraestructura de UNINET, (Red dorsal) puede ser transportado mediante otra tecnología, i.e. Frame Relay. Sería un error limitar el transporte de la información al protocolo X.25 existiendo actualmente los protocolos de alta velocidad. El protocolo X.25 se propone para la llevar la información de las centrales al punto UNINET debido a las velocidades máximas que manejan los puertos y a la compatibilidad natural que existe del sistema NMA y de los puertos de comunicación de las centrales telefónicas para con el protocolo X.25. Se puede ver a la tecnología Frame Relay como una actualización de X.25 en donde la principal diferencia es confiar en el medio físico para el transporte de la información, eliminando un nivel de verificación de errores, por eso Frame Relay es una tecnología adecuada para el transporte de información generada bajo el protocolo X.25.

RED PÚBLICA DE DATOS

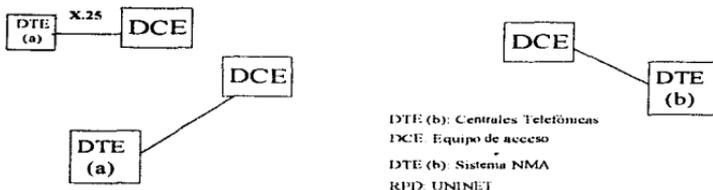


Figura IV-1 Elementos de la red

➤ *Cumplimiento con la norma M.3010 de la ITU.* Con el fin de preparar el terreno para que la Red de Comunicaciones de Datos red pueda ser usada bajo una plataforma de Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT), es necesario preparar los elementos de la Red de telecomunicaciones con interfaces compatibles con la RGT. En base a la RGT se definen los siguientes conceptos:

Concepto	Implementación Física
ER, Elemento de Red	Central de conmutación (puerto de comunicaciones)
SO, Sistema operativo	Máquina Stratus.
RCD, Red de Comunicaciones de Datos	Red Pública de Comunicaciones

Como se mencionó en el capítulo 1 (ver figura I-14), el SO recibe información para ser procesada a través de la interfaz Q3. Los Elementos de Red no

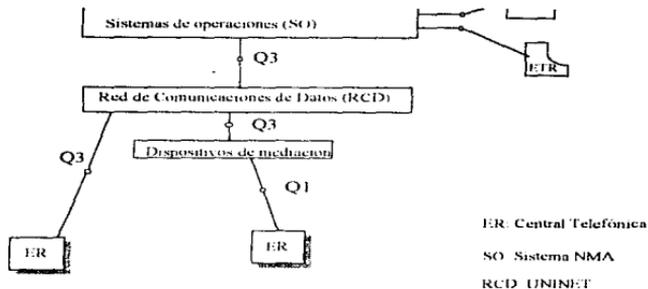


Figura IV-2 Elementos de la red, según RGT

siempre presentan ésta interfaz en su puerto de comunicaciones, sino otra interfaz (Q2), por lo que requieren de un equipo de mediación para poder comunicarse con la RCD y con el SO.

La norma, recomienda que la RCD, este compuesta de los 3 primeros niveles del modelo OSI. El protocolo X.25 cumple 100% con esta recomendación. La infraestructura de UNINET es adecuada y cumple con las recomendaciones de CCITT para conformar una RCD.

- *Parámetros de transmisión.* Según los estándares internacionales, se pide un tiempo máximo de 200 ms para detectar una falla, y si el equipo esta diseñado con elementos de protección, en ese tiempo de cambiarse de una situación de alarma a una de funcionamiento normal

IV.1.2. Consideraciones Operativas

Estas consideraciones, están enfocadas a facilitar la atención de fallas generadas por la central y recopiladas en el centro de Administración de la Red, pues el fin de esta red es elevar la calidad de servicio y el desempeño de la red atacando la atención a fallas.

El proceso para atender fallas de alguna central telefónica es muy variado, ya que depende de la gravedad de la misma. Una de las fallas más comunes en las centrales locales se debe a las tarjetas de comunicación. Estas tarjetas son las encargadas de recibir las líneas de los abonados y procesar la llamada por una parte y por otra son la puerta de salida del tráfico hacia otras centrales.

Cuando una de estas tarjetas falla, básicamente se lleva a cabo la siguiente rutina:

1. Se alarma la tarjeta
2. Se llama al supervisor.
3. Se identifica el tipo de falla visualmente en el equipo.
4. Si es necesario, se cambia la tarjeta.

Con la arquitectura que aquí se propone se desea mejorar el tiempo de atención de las fallas, para lo cual se propone el siguiente procedimiento

Al generarse una señal de alarma por falla de alguno de los subsistemas de la central telefónica, ésta se reportaría al sistema de Administración vía la red propuesta en el presente trabajo. Al llegar al CAR, será procesada por la computadora Stratus y presentada en pantalla en la Sala del CAR (Guadalupe Inn. para el caso del CAR-METRO), donde un operador identificará la alarma, y podrá desde la estación de trabajo, iniciar una sesión remota para conocer el status del problema y su gravedad, así como la posibilidad de solucionarlo remotamente. (realizar un switcheo, bloquear el canal, restaurar la base de datos, etc.) o generar la boleta de trabajo, comunicándose con la central alarmada donde se encuentre el recurso humano capaz de resolver el problema.

Con este esquema el tiempo de atención de las fallas será de 200 msec contra 10 minutos que se tienen actualmente.

Para la implantación de este esquema a nivel nacional, se debe de tener en cuenta que los Centros de Administración de Red regionales, estan dentro de cada ZAC. Así, al momento de requerir la presencia en el lugar de falla de alguno los técnicos, pueda acudir con prontitud a dar el apoyo necesario para la solución del problema.

IV.1.3. Consideraciones Económicas

La aceptación de cualquier propuesta se ve afectada irremediamente por el impacto económico que conlleva. Este impacto no es determinado únicamente por la cantidad de dinero a gastar, sino también por los beneficios que al implantar un esquema se pueden obtener.

En la actualidad, la apertura de las telecomunicaciones en nuestro país ha atraído gran atención pues en el ramo de la prestación de servicios de larga distancia la competencia ha iniciado y las compañías competidoras buscan atraer clientes y TELMEX mantenerlos. Una de las estrategias para competir en el mercado es mejorar la calidad del servicio de una forma tal, que el público usuario lo detecte.

Tal es el caso de la presente propuesta, en la que los beneficios de mantener una red de conmutación bajo control monitoreada las 24 horas y con una alta capacidad de respuesta a sucesos extraordinarios, se verán reflejados en la calidad del servicio y por tanto en la conservación de los clientes adscritos. Estos beneficios superarán a largo plazo los costos fijos que en un principio dominarán el panorama del análisis financiero de la propuesta. (En el capítulo VI se muestra el análisis correspondiente.)

IV.2. Arquitectura de la red

A continuación detallamos la arquitectura de la Red de Datos entre las Centrales y el CAR. Como se explica en V.1, se utilizará la infraestructura de UNINET para realizar el transporte de la información.

IV.2.1. Topología de la Red

La topología de la red propuesta es de tipo árbol. (Ver Figura IV-3). El edificio de Guadalupe Inn, donde se encuentra ubicada la computadora Stratus, es el punto al cual se deben de concentrar todas las centrales telefónicas. Directamente conectadas a este centro se encuentra: el CAR, de donde se originan las boletas de atención de fallas y las centrales que por el tipo de tráfico manejado, así como el volumen del mismo son consideradas como claves. Estas funcionarían como concentradores para Centrales de menor jerarquía.

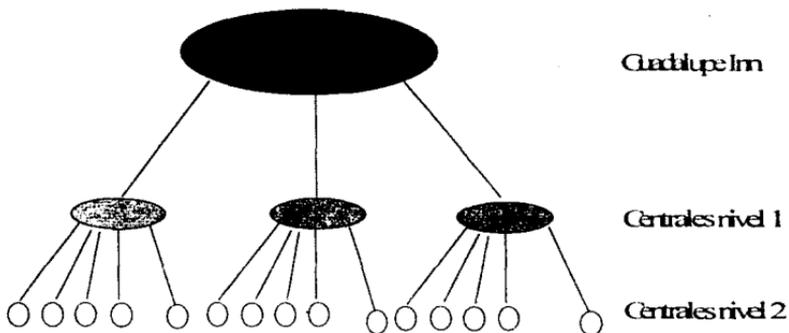


Figura IV-3 Topología general de la Red
A continuación describimos los enlaces.

IV.2.1. a) Conexión Centrales Telefónicas a computadora Stratus.

Dentro de TELMEX podemos agrupar las centrales en dos tipos: centrales de tráfico de larga distancia y centrales de tráfico local.

- i) *Centrales de importancia uno.* Este grupo lo conforman las centrales de larga distancia, CTI's, el Centro Mundial, y las Centrales tipo Tandem, las cuales por la importancia del tráfico que manejan requieren de mayor atención, por lo que el enlace a la red dorsal de UNINET se hace directo, es decir sin pasar por ningún punto UNINET; de esta forma las centrales son consideradas como un punto UNINET. Para garantizar que exista un monitoreo especial sobre estas centrales las 24 horas del día y la información generada por este tipo de centrales llegue rápidamente al sistema NMA; estas centrales accesarían a dicho sistema a través de un circuito virtual permanente.

En la división METRO-NORTE las centrales que caen dentro de esta categoría son:

Nombre	Categoría	de	Equipo
Vallejo	Centro Interurbano	de	Tránsito AXE
Nextengo	Centro Interurbano	de	Tránsito AXE
Vallejo	Central Tandem		AXE
Nextengo	Central Tandem		AXE, 5-ESS, S-12
Roma	Central Tandem		AXE, 5-ESS, S-12

Tabla IV-2 Centrales de categoría uno para la división METRO-NORTE

ii) Centrales de importancia Dos: Estas centrales son todas aquellas que no caen en el tipo de centrales uno, Centrales con Capacidad de Abonado y Centrales con Capacidad de Enrutamiento. El enlace al sistema NMA será utilizando un circuito virtual bajo demanda, CV. Actualmente cada Central se encuentra enlazada a un CTI o a una central Tandem, se aprovecha este canal de comunicación.

En la división METRO-NORTE las centrales se asignará a su nodo concentrador o central de importancia I de la siguiente manera.

<i>Vallejo</i>	<i>Nextengo</i>	<i>Roma</i>
<i>Bosques</i>	<i>Condesa</i>	<i>Chamapa</i>
<i>Chapultepec</i>	<i>Chiapas</i>	<i>Chiluca</i>
<i>Echegaray</i>	<i>Molinito</i>	<i>Morales</i>
<i>Polanco</i>	<i>Popotla</i>	<i>Quiroga</i>
<i>San Mateo</i>	<i>Santa Fé</i>	<i>Satélite</i>
<i>Sotelo</i>	<i>Tacuba</i>	<i>Tacubaya</i>
<i>Tecamachalco</i>	<i>Verónica</i>	<i>Viveros</i>

Tabla IV-3 Asignación de centrales tipo 2 a centrales tipo 1 de la división METRO-NORTE

Con el anterior esquema cada CTI o central tipo uno funcionará como un punto UNINET y las centrales tipo 2 se enlazan a este tipo utilizando alguno de los tipos de acceso que permite UNINET.

Con el fin de que cada una de las centrales telefónicas presente su información usando el protocolo X.25, y de acuerdo a la Tabla IV-1, se tiene que las centrales equipadas con equipo AXE pueden transmitir su información directamente bajo el protocolo X.25, los equipos 5ESS utilizan tarjetas HDLC, compatible con X.25, mientras que los equipos S-12, presentan problemas ya que transmiten en modo carácter. Este equipo requiere de un PAD con el fin de que la información que transmita sea en modo paquete. De esta forma cada central AXE y 5ESS podrán enlazarse directamente al punto UNINET

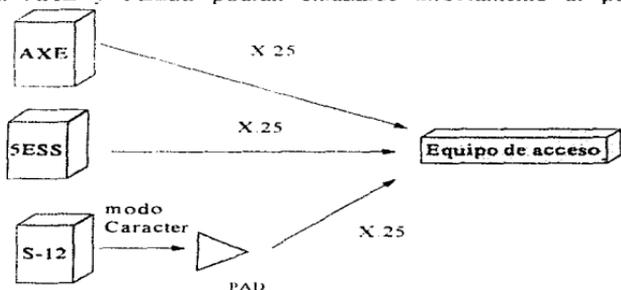


Figura IV-4 Conexión de las centrales telefónicas

mientras que los equipos S-12 lo harán a través de un pad codex.

De acuerdo a las estadísticas los equipos más usados son los AXE y estos se encuentran en las centrales de categoría 1, es decir son los equipos presentes en Centrales de Larga distancia y Tandem.

El flujo de una señal de alarma quedaría descrito de la siguiente forma.:

Se genera una alarma en un equipo de conmutación, esta alarma es enviada al punto UNINET que le corresponde para de ahí ser enviada a través de la red dorsal de UNINET al edificio de Guadalupe INN, para su procesamiento y análisis. Este transporte de la información se realiza bajo el protocolo X.25. (Figura IV-5).

Los puertos de comunicaciones de datos de cada uno de los equipos de conmutación en las centrales deben ser configurados en puertos síncronos, y

utilizando el protocolo de comunicación X.25 para las AXE, para los 5ESS , para los S-12 En las centrales tipo uno se configuran únicamente 5 puertos y en las del tipo dos, se configuran 6 puertos, ya que en éstas los usuarios se encuentran conectados directamente al equipo, los puertos se identifican de la siguiente manera:

PUERTO	CONFIGURACION	IDENTIFICADOR
1 UNO	Mantenimiento 1	MNT1
2 DOS	Mantenimiento 2	MNT2
3 TRES	Troncales	TRONC
4	TRAFICO	TRAFICO
CUATRO		
5 CINCO	MISCELÁNEO	MSCE
6 SEIS	USUARIO	USR

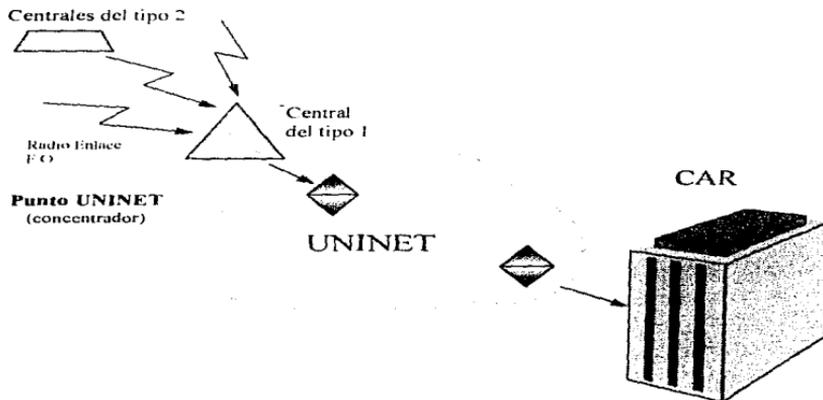


Figura IV-5 Flujo de señal

IV.2.1. b) Computadora Stratus a Estaciones de trabajo

Una vez que las alarmas han sido procesadas por el sistema NMA, son enviadas para su despliegue y atención a la sala del CAR, donde a través de las estaciones de trabajo es posible tomar medidas correctivas remotamente o generar la orden de trabajo correspondiente.

Las estaciones de trabajo se comunican con la computadora Stratus por medio del protocolo TCP/IP. Un enlace dedicado, permite realizar este intercambio de información. Ver Figura IV-6.

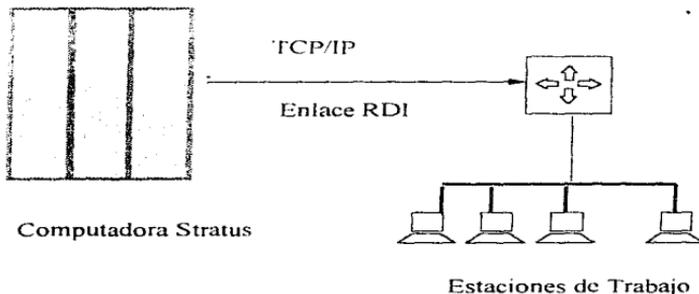


Figura IV-6 Conexión Stratus - Estaciones de Trabajo

IV.2.2. Descripción de equipo a utilizar

Como se mencionó anteriormente, en una red de datos basada en el protocolo X.25, se identifican 3 elementos, el DTE, el DCE y la red de transporte; y para la plataforma RGT se tienen ER, SO, RCD y las interfaces.

El equipo denominado DTE en un caso y ER en otro ya está definido y son las centrales de conmutación que conforman la red de conmutación de TELMEX. La computadora STRATUS, sería un equipo DTE por un lado y por el otro el SO.

En esta propuesta se requiere de instalar dos tipos de DCE's, el primero el que denominaremos "Equipo de acceso" permite a las centrales telefónicas acceder a la RCD, la cual es UNINET, el segundo, "Equipo receptor" entrega la información al sistema de monitoreo, sistema NMA para TELMEX.

IV.2.2. a) Equipo de acceso

Con este equipo las centrales telefónicas acceden a la red pública de comunicaciones y funcionaran como punto UNINET. Este equipo requiere: de manejar el protocolo X.25 así como de tener la posibilidad de establecer circuitos virtuales permanentes, para el caso de las centrales tipo 1. Estos equipos funcionarán como equipos concentradores pues a ellos se conectarán las centrales telefónicas que no son del tipo 1. El número de puertos, estará en función de las centrales a conectar en dicho punto. Por razones de seguridad y redundancia conviene manejar el equipo a un 75% de su capacidad y si llegará a sobrepasarla, conectar otro equipo.

Para la división Metro-Norte, se requieren 14 puertos de las centrales a conectar cada central tipo 1, más dos puertos de la central en donde se ubicará el equipo y adicionalmente 2 puertos para conectar el equipo a la Red Dorsal. Siendo como resultado 18 puertos totales.

El equipo propuesto es un TP8020, fabricado por la empresa ADN. Las razones por la cual se selecciona este equipo son:

1. Como se expreso en el capítulo IV.2, la red UNINET cuenta con estos equipos, con los cuales permite el acceso de sus clientes a la red dorsal. Lo que garantiza la compatibilidad del equipo con la tecnología ya existente.
2. La variedad de interfaces que soporta. Este equipo cuenta con 8 slots para el correspondiente número de tarjetas. Existen 5 variedades de Tarjetas, cada una de ellas combinan diferentes interfaces, dándole al equipo la flexibilidad que se requiere por las diversas interfaces manejadas por las centrales de conmutación A continuación listamos cada uno de los modelos de las tarjetas disponibles para el TP8020.

1. LTM Modelo R2/R2 dos interfaces RS 232

2. LTM Modelo X2/X2 dos interfaces X.21
3. LTM Modelo V3/R2 una interfaz V.35 y una RS 232
4. LTM Modelo V3/V3 dos interfaces V.35
5. LTM Modelo X2/R2 una interfaz X.21 y una V.35

IV.2.2. b) Equipo receptor

Este equipo será el responsable de entregar a la computadora STRATUS o al sistema NMA las alarmas del conjunto de centrales de conmutación. Por esto este equipo debe de contar esencialmente con las mismas características del anterior pero su capacidad y su confiabilidad deben de ser mayores, Este equipo, debe de ser capaz de recibir la información directamente de la red dorsal, teniendo por tanto la capacidad de realizar las traducciones del protocolo manejado por la red dorsal al protocolo X.25, siendo este el lenguaje nato del sistema NMA.

El protocolo que actualmente se maneja para la Red Dorsal de UNINET es Frame Relay.

El equipo propuesto es el TP4920 de ADN. Las razones por las cuales se escogió este equipo son esencialmente las mismas por las cuales se escogió el equipo anterior, agregando la mayor capacidad en puertos (1020).

IV.2.3. Descripción de conexión por tipo de Central.

Como se comentó en las secciones anteriores, la red de conmutación de Telmex, se halla conformada por centrales telefónicas de diferentes fabricantes; cada uno de estos tiene la capacidad de presentar la información en sus puertos de comunicación de diferente forma. (Ver Tabla IV-1) En este caso los 3 tipos de centrales aceptan la interfaz eléctrica RS-232, siendo por tanto la interfaz a utilizar en todos los casos.

El estándar RS-232C, es una interfaz serial desarrollada en 1969. El estándar se manejan valores de $-V_0$ para un 1 binario y de $+V_0$ para el 0 binario, el rango de V_0 es de 3 a 2.5 V siendo 6V el valor típico. El valor de voltaje se mide con respecto a la tierra común. Siendo por esto un medio de transmisión no balanceado.

Con esta interfaz es posible realizar comunicaciones con tasas de transmisión menores a 20 Kbps y distancias de hasta 16 metros. Aunque los conectores no están especificados en el estándar, se utiliza conectores de 25 pines. En la Tabla IV-4, se muestran la descripción de los pines.

Pin	DESCRIPCIÓN RS 232C	TIPO DE SEÑAL Y FUNCIÓN
1	Protective Ground	Tierra
7	Signal Ground/ Common return	Señal de tierra
2	Transmitted data	Información al DCE
3	Received data	Información del DCE
4	Request to send	Control al DCE
5	Clear to send	Control del DCE
6	Data set ready	Control del DCE
20	Data terminal ready	Control al DCE
22	Ring indicator	Control del DCE
8	Received line signal detector	Control del DCE
21	Signal quality detector	Control del DCE
23	Data rate signal detector (DTE)	Control al DTE
23	Data rate signal detector (DCE)	Control del DCE
24	Transmitter signal element timing (DTE)	Temporización al DCE
15	Transmitter signal element timing (DCE)	Temporización del DCE
17	Receiver signal element timing	Temporización del DCE
14	Secondary transmitted data	Información al DCE
16	Secondary received data	Información del DCE
19	Secondary request to send	Control al DCE
13	Secondary clear to send	Control del DCE
13	Secondary received line signal detector	Control del DCE

Tabla IV-4 Asignación de pines para la interfaz RS232C

Como se describió anteriormente, las centrales telefónicas las clasificamos en dos grupos. Centrales de importancia 1 y centrales de importancia 2. Las centrales de importancia 2 requieren de conectarse con su central 1 correspondiente. La forma de realizarlo se ilustra en la figura Figura IV-7.

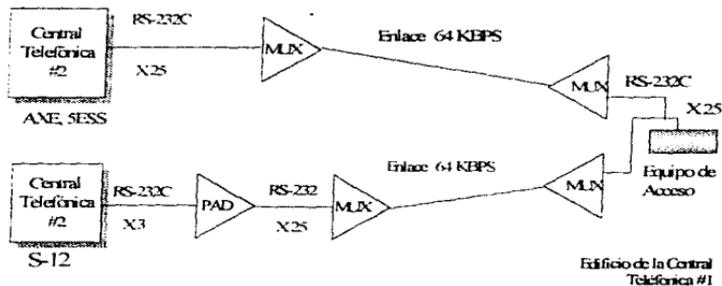


Figura IV-7 Conexión de Centrales tipo 2

De esta figura observamos que para las centrales tipo AXE, SESS, la conexión del puerto de comunicaciones se realiza directo al equipo de multiplexaje local. Mientras que para el sistema S-12 es necesario, por el tipo de protocolo manejado recurrir a un PAD. De esta manera los 3 tipos de centrales llegan a su mux correspondiente bajo el protocolo X.25. Es posible llegar desde una central telefónica a otra, a través de la Red Digital Integrada. Los multiplexores a los que nos referimos pertenecen a esta red. Debido a la configuración lógica propuesta, de que cada Central tipo 2 se debe conectar a su central tipo 1 correspondiente, siendo en cada caso, su central Tandem o Centro de Transmisión Interurbano más cercano, las centrales tipo 2 se encuentran enlazadas directamente a este tipo de centrales, por lo que la señal de alarma no corre el riesgo de ser desviada y por tanto sufrir retrasos, por este hecho en su ruta hacia el sistema NMA.

Ya una vez en el edificio de la central tipo 1, la señal se toma del equipo de multiplexaje y se lleva directamente al equipo de acceso.

Las centrales tipo 1, se conectan directamente al equipo de acceso como se muestra en la Figura IV-8, a través de la interfaz RS-232C.

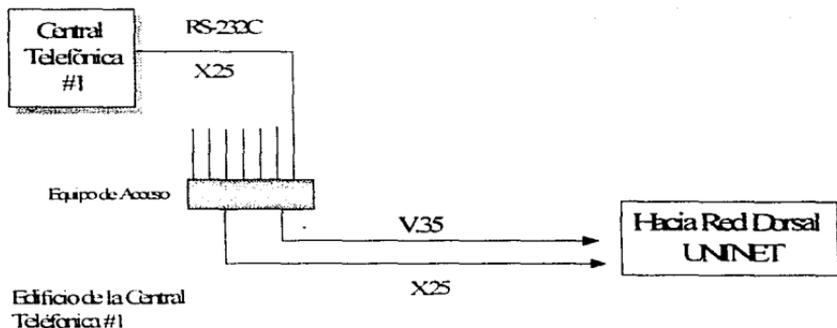


Figura IV-8 Conexión centrales tipo 1

El equipo de acceso, se configura de tal forma para que los puertos de las centrales tipo 2 funcionen bajo el modo de canales virtuales por demanda o conmutados (VC), mientras que aquéllos pertenecientes a las centrales tipo 1, se configuran como canales virtuales permanentes. (PVC).

El enlace del equipo de acceso a la red UNINET se haría por medio de 2 puertos de comunicación, manteniendo una configuración de protección 1+1, hacia un conmutador central de UNINET, y si fuera posible por rutas diferentes. (Recordar que la conexión se hace a través de un DS-0). Este enlace es responsabilidad de UNINET.

V.Evaluación Económica

En este capítulo se analizarán las ventajas económicas que obtendrá TELMEX al implantar la Red de Datos para el monitoreo de su red. El enfoque del estudio económico está orientado a las pérdidas que tiene Telmex por no contar con una Red de Datos de este tipo.

En cualquier proyecto, el aspecto económico, es un factor determinante. Con base en él se toma la decisión final de llevarlo a cabo. En el caso de un proyecto de ingeniería, como es el que nos ocupa, el aspecto económico puede influir en la calidad de equipo a comprar, así como la tecnología a adquirir, por lo que el análisis financiero debe de acompañar al estudio del proyecto técnico.

La evaluación de un proyecto no es competencia exclusiva de una área, sino que intervienen disciplinas muy variadas, tales como Explotación de la Red, Investigación de Mercados, Ingeniería de Proyecto, Contabilidad, etc. El análisis financiero es el paso final, es en él donde se concentra la información recabada por las distintas áreas bajo un común denominador: Valor monetario. Cada área realiza los estudios análisis del proyecto en cuestión, por ejemplo: el área de Mercadotecnia los ingresos esperados, Ingeniería los costos de implementarlo, Producción el incremento de la calidad y por consecuencia el valor de las unidades, en fin todos los análisis de los departamentos involucrados se concentrarán en el análisis financiero, con el cual se definirá la factibilidad del proyecto.

A continuación mencionamos conceptos involucrados en el análisis financiero de un proyecto.

Los ingresos son el flujo de efectivo que la compañía recibe por la prestación de un servicio o la venta un bien. Este ingreso está relacionado directamente con la cantidad de unidades adquiridas por el mercado. En nuestro caso, los ingresos están determinados por la facturación que se pierde debido a que las fallas en las centrales no son atendidas en tiempo real .

Los costos se definen como la cantidad que tiene que derogar la empresa para realizar una actividad o acción. Los costos se dividen en fijos y variables. Por costos fijos se entiende el desembolso permanente que se pagará de manera invariable y por costos variables aquéllos que son dependientes del volumen de la producción. En una empresa de telecomunicaciones los costos fijos son altos

mientras que los costos variable son bajos. En nuestro caso, los costos derivados por la compra e instalación de equipo son los de mayor peso (fijos) mientras que los costos derivados por la operación y mantenimiento (Variables) son casi constantes.

Otro aspecto importante del análisis financiero es el punto de equilibrio. Éste es la posición donde los ingresos son igual a los costos. Si las actividades de una empresa se encuentran en el área donde los ingresos son mayores a los costos, se tienen ganancias. (Ver Figura V-1)

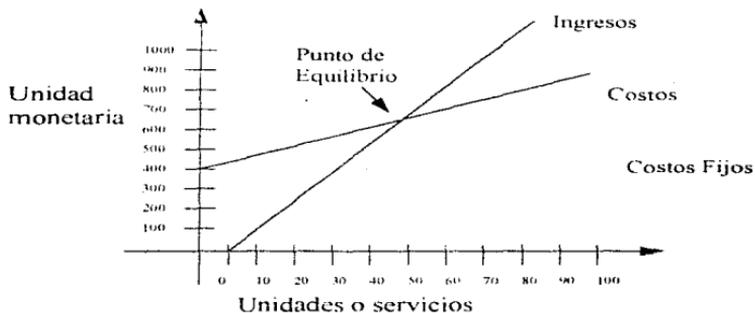


Figura V-1 Punto de Equilibrio

En un proyecto de telecomunicaciones la línea de costos tiene poca pendiente y una ordenada al origen alta, mientras que la línea de ingresos presenta una pendiente moderada.

La compra de equipo, en contabilidad se conoce como inversiones en activos. El valor de todos los activos se reduce con el tiempo, dando lugar a lo que comúnmente se conoce como depreciación. La depreciación no se calcula sobre el costo de reemplazo, sino sobre el costo original del activo. Al terminar la vida útil activo, éste debe ser reemplazado, para sufragar este gasto futuro, se destinan periódicamente ciertas sumas. Depreciación es la pérdida del valor de un activo fijo y tangible a consecuencia de su uso u obsolescencia. La

depreciación de un activo se realiza por tres métodos: de promedios (el de la línea recta), De cargo decreciente (Suma de dígitos) y de interés compuesto (fondo de amortización). Telmex deprecia todo en 5 años, utilizando el método de la línea recta.

Los elementos mencionados anteriormente intervienen de una forma u otra para definir la rentabilidad de un proyecto, la cual se puede medir de distintas formas, siendo las más utilizadas el método del Valor presente Neto (VPN) y la tasa interna de Retorno. (TIR).

Un inversionista se auxilia del análisis financiero para saber si al invertir su dinero en un proyecto obtendrá ganancias.

El Valor Presente Neto. Compara todos los ingresos y egresos del proyecto en un solo momento del tiempo. Por convención se acepta que éste sea el momento cero, aunque podría ser cualquiera. El VAN se define como el valor actual de los flujos menos la inversión inicial. Si al aplicar éste método se obtiene como resultado el valor de cero, significa que los flujos de efectivo proyectadas son suficientes para repagar las inversiones realizadas y proporcionar la tasa de rendimiento sobre el capital requerido. Si es negativo no indica pérdida sino cuánto faltó para que el inversionista ganar todo lo que quería ganar.

El método de la tasa interna de retorno. (TIR) La TIR es la tasa para la cual se obtiene un VAN cero. Este método informa al inversionista cual es la tasa máxima de ganancia que puede tener con el proyecto. Si la TIR es mayor que la Tasa de Descuento (TD) se debe aceptar el proyecto.

El periodo de Recuperación se define como el número de años en los cuales se espera recuperar la inversión original, y fue el primer método para evaluar el proceso de planeación de inversiones.

El análisis financiero lo presentamos en dos partes: en primer lugar se analiza el funcionamiento de Telmex bajo el presente esquema, haciendo énfasis en el impacto económico que tiene, posteriormente mostramos la propuesta financiera y su evaluación mostrando las bondades de aplicar este proyecto.

V.1. Esquema actual

Cuando una Central telefónica presenta una falla, ésta se refleja en una interrupción del servicio y hasta que es reparada no se restablece el servicio. Esta suspensión temporal del servicio implica dos aspectos:

- 1) Monetariamente, pérdida de ingresos a Telmex.
- 2) Detrimiento de la imagen de la compañía.

Datos proporcionados por la Gerencia de Larga Distancia indican que actualmente en promedio se tiene una disponibilidad de centrales del 96.6% al año, lo que implica una suspensión del servicio por: 297.84 horas, equivalente a 17870.4 minutos.

En el anexo 1 se muestran los ingresos que de TELMEX, considerando las centrales pertenecientes a la zona Metropolitana Norte. Los ingresos actuales que se dejan de facturar, se muestran en la Tabla V-1

Tipo de Central	Ingresos Anuales en pesos.
CTI (Nextengo, Vallejo):	\$65,332,415.43
CCE (24):	\$127,470,619.95

Tabla V-1 Ingresos Actuales

V.2. Esquema propuesto.

Con el presente esquema se propone corregir las fallas en menos de 50 ms, lo que elevaría la disponibilidad de las centrales a un 99.96%. Representando con esto una disminución en la pérdida de ingresos. El análisis se muestra en el anexo 1 y los ingresos adicionales en la Tabla V-2.

Tipo de Central	Ingresos Esperados	Ganancia (Diferencia)
CTI	\$67,361,372.42	\$2,028,956.99
CCE	\$131,904,380.64	\$4,433,760.69

Tabla V-2 Ingresos esperados

La inversión que requiere el proyecto la representa el equipo a comprar. El gasto en activos calculado para la Zona Metro-norte se muestra en la Tabla V-3.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Anualizado
Equipo TP8 con 2x2 8 puertos RS-A 35 y 2 puertos	3	300000	240000	\$189,600
Instalación	3	24000	72000	\$56,800
Equipo TP4 con 160 puertos	1	300000	300000	\$236,700
contratación pvc	3	525	1575	\$1,575
contratación vc	3	300	900	\$900
Total				\$ 4,831,155.00

Tabla V-3 Cálculo de inversiones en activos

En los costos de operación, se impacta la la renta mensual que se pagará a UNINET por los PVC y VC, así como cualquier cargo extra .

Para un PVC:

- Costo por contratación (Unico) \$525.00
- La renta mensual \$685.00
- Costo por Kilosegmento transmitido⁹ \$1.90
- Cantidad de kilosegmentos transmitidos 15768
- Total de costos anuales \$38,179.2

Para un VC

- Costo por Contratación (unico) \$300.00
- Renta mensual \$100.00
- Tiempo por conexión¹⁰ \$420.48
- Total de costos anuales \$1,620.00

Total de Costos de operación, anualizados : \$ 151,797.60¹¹.

En la Tabla V-4 se muestra el análisis financiero.

⁹ El número de kilosegmentos se calcula Horas de conexión por 1200 por 64 entre 512. Una central esta conectada 35.04 horas al año como máximo. Correspondiendo a 15768 kilosegmentos.

¹⁰ Se consideran 2102.4 minutos como máximo.

¹¹ Considerando 3 PVC y 23 VC.

V.3. Conclusión

Como se observa el proyecto se recupera en el segundo año de operación, Obteniéndose los siguientes parámetros:

VPN: \$ 13,484,796.3 - \$ 4,831,155.00= **\$ 8,653,641.3**

TIR: **70%**

Estos parámetros indican que el proyecto de inversión es atractivo por las ganancias que reporta a la compañía.

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 6,462,717.68	\$ 6,462,717.68	\$ 6,462,717.68	\$ 6,462,717.68	\$ 6,462,717.68
Costos	\$ 151,797.60	\$ 151,797.60	\$ 151,797.60	\$ 151,797.60	\$ 151,797.60	\$ 151,797.60
Depreciacion	\$ -	\$ 966,231.00	\$ 966,231.00	\$ 966,231.00	\$ 966,231.00	\$ 966,231.00
Base Grabable	-\$ 151,797.60	\$ 5,344,689.08	\$ 5,344,689.08	\$ 5,344,689.08	\$ 5,344,689.08	\$ 5,344,689.08
ISR	\$ -	\$ 801,703.36	\$ 801,703.36	\$ 801,703.36	\$ 801,703.36	\$ 801,703.36
Inversiones en Activos	\$ 4,831,155.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FCN	-\$ 4,982,952.60	\$ 5,509,216.72	\$ 5,509,216.72	\$ 5,509,216.72	\$ 5,509,216.72	\$ 5,509,216.72
TD	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%
1+td	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
TD acum	1.00	1.15	1.32	1.52	1.75	2.01
FCNDA	-\$ 4,982,952.60	\$ 4,790,623.23	\$ 4,165,759.33	\$ 3,622,399.42	\$ 3,149,912.54	\$ 2,739,054.38
FCNDA	-\$ 4,982,952.60	-\$ 192,329.37	\$ 3,973,429.97	\$ 7,595,829.39	\$ 10,745,741.93	\$ 13,484,796.31

VI. Implementación

Todo proyecto de telecomunicaciones, debe de tener un plan para implementarlo. Este plan debe de especificar tiempos, actividades realizar así como los responsables de dichas actividades.

El plan de trabajo para implementar este proyecto es el siguiente:

Se planea conectar todas las centrales de la zona METRO al CAR-METRO en 16 semanas a partir de la fecha de aprobación del proyecto.

Las actividades a realizar son:

No.	Actividad
1	Asignar lugar para ubicar el equipo de acceso, en las centrales tipo 1
2	Asignar puerto del multiplexor local, en cada una de las centrales.
3	Verificar existencia de conectores (DB-25) y cables (25 Hilos).
4	Asignar dirección X.25 acorde con el plan de numeración, a cada una de las centrales.
5	Compra de equipo, y material faltante
6	Instalación, configuración y conexión a UNINET de las centrales tipo 1
7	Instalación, configuración y conexión a UNINET de la computadora Stratus
8	Pruebas de transmisión recepción, y procesamiento de alarmas para centrales tipo 1 y comunicación Sistema NMA-Central
9	Instalación, configuración y conexión de las centrales tipo 2 a las centrales tipo 1.
10	Pruebas de transmisión, recepción y procesamiento de alarmas para centrales tipo 2. Y comunicación Sistema NMA-Central
11	Entrega de la arquitectura.

La descripción de las mismas es:

1. **Asignar lugar para equipo de acceso en las centrales tipo 1.** Es necesario asignarle un lugar al equipo de acceso dentro del edificio de la central telefónica tipo 1. De preferencia, éste debe de encontrarse dentro de la sala que aloja a la central telefónica, pues las condiciones de operación, i.e. clima

- y fuerza, del equipo son similares a las de la central telefónica. Por otro lado, la interfaz RS-232, limita la distancia de transmisión a 15 metros. Como resultado se debe de entregar un plano con la ubicación física del equipo y la trayectoria a seguir para conectar Central al equipo de acceso.
- 2. Asignar puerto del multiplexor local, en cada una de las centrales.** Las centrales telefónicas tipo 2 se conectan al multiplexor ubicado en la misma central y en su central tipo 1 correspondiente se asigna el mismo puerto para conectarse al equipo de acceso. Como resultado se debe de entregar un reporte con el puerto asignado y la trayectoria física para conectar la central al multiplexor.
 - 3. Verificar existencia de conectores (DB-25) y cables (25 Hilos).** Una vez asignadas las trayectorias físicas para cada caso y antes de proceder a la instalación de los equipos; verificar las existencias de conectores y cables para realizar la conexión en una etapa y evitar retrasos por falta de material físico. Para las centrales tipo 2 se requieren 4 conectores (si es equipo S-12 se requieren 6) mientras que para las centrales tipo 1 únicamente se requieren 2. La longitud del cable se determina para cada caso, de acuerdo a los reportes generados por las actividades 1 y 2. Como resultado se debe de entregar un reporte con totales y desglosado por central indicando las existencias y los faltantes para llevar a cabo la instalación.
 - 4. Asignar dirección X.25 acorde con el plan de numeración, a cada una de las centrales.** Debido a que las centrales de conmutación se integrarían a la Red Pública de Telecomunicaciones, UNINET, cada una de ellas debe de contar con una dirección electrónica acorde al plan de numeración propio de la red. Como resultado entregar una relación con las centrales y la dirección electrónica asignada.
 - 5. Compra de equipo, y material faltante.** Realizar la requisición de compra de equipo acorde al número y tipo de centrales a instalar y de acuerdo al reporte generado por la actividad 3.
 - 6. Instalación, configuración y conexión a UNINET de las centrales tipo 1.** Como primer paso se deben de configurar localmente los switches ADN en cada uno de las centrales donde se ubicarán así como la conexión a UNINET de los mismos y la conexión a la central.
 - 7. Instalación, configuración y conexión a UNINET de la computadora Stratus.** A través del Switch ubicado en la central Guadalupe Inn, se conecta

por un lado a la re UNINET y por otro lado a los puertos de la computadora Stratus.

8. **Pruebas de transmisión recepción, y procesamiento de alarmas para centrales tipo 1 y comunicación Sistema NMA-Central.** Utilizando las maquetas correspondientes a cada tipo de central, se simulan fallas para observar el desempeño del sistema. Las pruebas deben de incluir, aprovisionamiento, administración y generación de boletas de atención de fallas para las centrales. Concluidas las pruebas con las maquetas, conectar las centrales tipo 1 para su administración remota.
9. **Instalación, configuración y conexión de las centrales tipo 2 a las centrales tipo 1.** Una vez liberado el punto 8, se procede a conectar las centrales tipo 2 a las centrales tipo 1, haciendo uso del multiplexor y de acuerdo a la actividad 2. El equipo de acceso se debe de reconfigurar para incluir a las centrales tipo 2.
10. **Pruebas de transmisión, recepción y procesamiento de alarmas para centrales tipo 2. Y comunicación Sistema NMA-Central.** Similar al punto 8
11. **Entrega de la arquitectura.** Una vez concluido satisfactoriamente la instalación del sistema, se procede a entregar el sistema para su uso.

En la siguiente gráfica se muestra los tiempos para cada una de las actividades mencionadas.

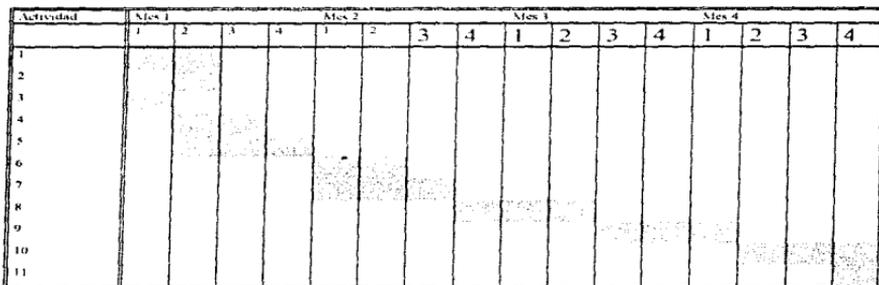


Figura VI-1 Tiempo para la implantación

VII. Conclusiones

Uno de los grandes problemas a los que se enfrentan las compañías de Telecomunicaciones, es la falla de alguno de sus equipos dentro de la red. Estas fallas generan afectan la continuidad de la prestación de los diferentes servicios que prestan y disminuyen el desempeño de la red.

Con el objetivo de detectar estas fallas, se tiene un grupo de gentes dedicadas al monitoreo de los diferentes equipos de la red, la cual responde cuando se presenta alguna falla en la central que tiene asignada, solucionando el problema.

TELMEX realiza el monitoreo de su red de conmutación utilizando su Red Universal de Telmex. Esta Red, tiene un alcance Nacional y utiliza el conjunto de protocolos de TCP/IP para llevar la información del origen al destino. Las centrales telefónicas presentan sus mensajes bajo el protocolo X.25. Estos mensajes deben ser convertidos o traducidos a TCP/IP para poder ser llevados hasta el centro de procesamiento, donde deben ser traducidos de nuevo a X.25, donde el Sistema de Gestión los procesa y los despliega para la atención de los Operadores o Supervisores de la Red.

Este trabajo de tesis propone, evitar la traducción de los mensajes a TCP/IP, dejándolos en X.25 y haciendo uso de la infraestructura existente de UNINET, para ser transportados desde la central de conmutación hasta Centro de procesamiento.

Las ventajas que presentan este esquema no se limitan a evitar errores generados por la traducción de un formato a otro, sino que mientras TCP/IP utiliza datagramas para el transporte de la información, es decir, cada mensajes es partido en paquetes de un mismo tamaño y cada uno es tratado individualmente al momento de asignarle la ruta para llevarlo hasta su destino, X.25 utiliza circuitos virtuales que requieren un poco de tiempo antes de comenzar a transmitir la información pero una vez establecida la trayectoria, todos los paquetes son enviados por dicha ruta, además de que la comunicación establecida es bidireccional, permitiendo que en menor tiempo, la central reciba instrucciones del sistema de Gestión utilizado.

Además la arquitectura de una red basada en X.25 es compatible con las recomendaciones de la ITU, para la implementación dentro de una compañía de Telecomunicaciones una Red de Gestión de Telecomunicaciones.

TELMEX utiliza una topología jerárquica dentro de su Red de Conmutación para tratar las llamadas. Esta topología se mantiene dentro de la propuesta. Aquellas centrales telefónicas responsables del manejo de llamadas de Larga Distancia e interzacs (CTI y Centros Tandem), son utilizados para agrupar o concentrar los enlaces de las centrales encargadas del Tráfico Local (CCE, CCA). Además dichas centrales, CTI y Centros Tandem, dentro de la propuesta, están enlazadas permanentemente con el Centro de Administración de la Red, evitando con esto algún tipo de retardo por el uso de circuitos conmutados.

La implementación de esta propuesta hace uso de la infraestructura ya instalada por lo que se requiere adquirir poco equipo, por lo que las inversiones destinadas a la compra de equipo son pequeñas.

El implantar esta Red de Comunicaciones de Datos, dentro de TELMEX se pueden esperar los siguientes beneficios.

- Mejor monitoreo de la Red de Conmutación, mejorando así, su desempeño. Al mantener enlaces permanentes con las centrales mas importantes los errores se detectan en tiempo real, por lo que el tiempo entre la falla de la central y la emisión de la boleta de atención a falla se reduce.
- Monitoreo Centralizado de la Red de Conmutación.. La gente encargada de la operación y mantenimiento de los elementos de red, puede desde un solo punto observar a más de una central. Al presentarse una falla, ésta puede ser analizada y el problema aislado sin necesidad de trasladarse hasta la central; del mismo es posible programar las visitas de mantenimiento a cada una de las centrales, de acuerdo al estado que se observe de las mismas. El beneficio del monitoreo centralizado radica que una sola persona puede supervisar a varias Centrales a la vez.
- Atención a fallas en menos de 200 ms. Como se mencionó anteriormente el tiempo entre la generación de la falla y el comienzo de las acciones correspondientes a eliminar dicha falla, se reducen, en algunos casos, si la

falla puede ser solucionada remotamente y no requiere de toma de decisión, tal como conmutación a un sistema de respaldo, puede realizarse dentro de los primeros 200 ms. Esta rápida respuesta a las fallas se refleja en un aumento en la disponibilidad de las centrales. Este aumento, no solo significa elevar la calidad del servicio de Telefonía que TELMEX al disminuir las interrupciones, sino que proporciona a la red compatibilidad con las redes operadas por las grandes compañías telefónicas internacionales, por lo que pueden ser interconectadas.

- Mejora en el servicio a clientes. Esta mejora se reflejará en un menor número de intervenciones por parte de TELMEX, debido al mejoramiento en el desempeño de la red, y a la pronta respuesta a fallas, pues, con esta propuesta se espera que sea posible detectar las fallas dentro de la red, antes de que alguno de sus clientes se de cuenta que "algo anda mal con la red", pues personal de mantenimiento habrá tomado ya las acciones correspondientes para la solución del problema, y evitar la pérdida de información y tiempo al cliente. Esta mejora se reflejará en la permanencia y aumento de los clientes de TELMEX, ya que las fallas que se presenten en la red serán transparentes para el usuario.
- Se utiliza una red diseñada para el transporte de Datos. Como Red de Comunicaciones de Datos se utiliza una Red Pública de Paquetes basada en el protocolo X.25, el cual presenta características de confiabilidad y seguridad que el transporte de la información concerniente al estado de las centrales telefónicas requiere. El protocolo de comunicación X.25, es actualizado actualmente en la mayoría de los países del mundo, y en otros con poca infraestructura se ha optado por este protocolo para la modernización de su planta de Telecomunicaciones, por las características arriba mencionadas y el precio de los equipos.
- Arquitectura abierta para incorporar mas elementos al sistema. Por la topología descrita, es posible agregar centrales o equipos adicionales a la red, sin que sea necesario afectar o modificar conexiones para la incorporación de dichos nuevos elementos, pues basta con "Crear otra rama en el árbol propuesto", para incorporar dicho elemento. Obviamente a dicho elemento es necesario asignarle su dirección X.25 correspondiente, y su puerto dentro del concentrador, o equipo de acceso, con el fin de que pueda ser gestionado desde el Centro de Administración de la Red.

- Al dejar de utilizar la RUT, para el transporte de alarmas de las centrales de conmutación, el desempeño de ésta mejora y da lugar a la integración de más oficinas administrativas de TELMEX, permitiendo, por tanto, la comunicación entre mas centros de trabajo, lo que repercutirá en una disminución de los gastos de transportación para el intercambio de información y permitiéndoles, también, el acceso en línea a bases de datos comunes a toda la Cía, (Normas de Ingeniería, planes fundamentales de Conmutación, Transmisión, etc.)
- Compatible con la recomendación M.3000 para la implantación de una RGT en una compañía de Telecomunicaciones. La implantación de la RGT dentro de una empresa de Telecomunicaciones, no sólo permite realizar un mejor monitoreo de los elementos de red, sino que se convierte en una poderosa herramienta para el mantenimiento y la planeación del crecimiento de la red, por las estadísticas que genera referentes al desempeño de la red misma, con las cuales se pueden detectar fallas constantes, crecientes o elementos fallibles que requieren de mantenimiento, apoyando de ésta manera al departamento de operación y mantenimiento, dándole elementos para programar los mantenimientos a cada central de manera oportuna.
- La RGT, requiere de un buen Sistema de Gestión, (SoftWare) con la capacidad de realizar dichos análisis sobre la información que se tiene. TELMEX cuenta con uno de los mejores en el mercado, desarrollado por la empresa BELLCORE.
- Esta propuesta no requiere de mucho tiempo para su implantación dentro de TELMEX, ya que cuenta con la infraestructura necesaria para su implantación en poco tiempo. Además, cuenta con material humano capacitado para la implementación de la misma dentro de los plazos fijados en el capítulo VI.
- El análisis financiero nos muestra que la relación costo beneficio de este proyecto es muy favorable para la empresa, ya que para una pequeña porción de la red analizada los beneficios que se obtienen al cabo de 5 años son mayores al 60%.

VII. 1. *Perspectivas*

En el presente trabajo se tomó como ejemplo la zona Metropolitana Norte de la Red de Conmutación de TELMEX, sin embargo y debido a su naturaleza y los beneficios que la acompañan, sería conveniente extender la cobertura de la Red de Comunicaciones de Datos a toda la Red de Conmutación de TELMEX. Así mismo, los principios asentados en esta propuesta pueden ser utilizados para integrar la Red De Transmisión, los equipos de Fuerza y Clima y la red de Señalización de TELMEX en un sólo sistema de monitoreo, preparando el campo para la integración de éstos elementos a la RGT, limitándose, el estudio a conocer de cada uno de los elementos que conforman las distintas redes, la forma en la que presenta la información en su puerto de comunicaciones, es decir, si la información puede ser presentada bajo el formato establecido por el protocolo X.25 o no.

El Sistema de Gestión, en este caso el NMA de Bellcore, debe de contar con los módulos de SW correspondientes a los equipos a monitorear. Las compañías fabricantes de equipos han incorporado desde hace un par de par de años la interfaz Q3 y la configuración por software local o remota en todos sus equipos, permitiendo de esta manera, la incorporación de los mismos dentro de una RGT.

En la actualidad la UIT, no ha definido completamente a la Red de Gestión de Telecomunicaciones, pero se espera que en corto plazo se emita la recomendación en su totalidad, mientras tanto, TELMEX deberá de generar su propia norma, compatible 100% con las recomendaciones internacionales, y poniendo esta norma dentro de los parámetros o requerimientos que deben de cumplir los equipos que se adquieran. La norma generada debe de evitar que un solo proveedor la pueda cumplir, con el fin de que TELMEX, una vez adquirido algún tipo de equipo de cierto proveedor, no se vea obligado a depender de dicho proveedor para poder mantener la Red de Gestión de Telecomunicaciones.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Término

CCITT

Definición

Comité internacional consultivo para el telegrafo y el teléfono. Ahora como ITU. Es el responsable de dictar recomendaciones sobre las diferentes tecnologías de Telecomunicaciones.

Centro de Administración de la Red (CAR)

Centro de operaciones desde donde se realiza el monitoreo remoto de la red de TELMEX.

Circuito permanente virtual (PVC)

Circuito virtual X.25 que está permanentemente conectado por lo que no son necesarias las fases de conexión-desconexión.

Circuito Virtual

Traectoria de transmision establecida, punto a punto por el protocolo de conexión antes de la transmisión.

Conmutación de circuitos

Tipo de conmutacion usado para prestar el servicio de telefonía ordinario, con trayectoria dedicada entre el origen y el destino durante la duración de la llamada.

Conmutación de paquetes

Técnica de conmutación consistente en romper mensajes largos en paquetes de menor tamaño, para ser enviados individualmente por la red.

Conmutación de paquetes

Tecnología usada dentro de las redes en la cual

Control de Acceso al medio (MAC)

Parte inferior del nivel de enlace de datos en la arquitectura de la IEEE 802.

Control de Enlace de Datos de alto nivel

El protocolo de enlace de datos orientado al bit estandarizado por la ISO.

Control lógico de enlace (LLC)

Parte superior del nivel de enlace de datos en la arquitectura de la IEEE 802.

Data Terminal Equipment (DTE)

ver Equipo Terminal de Datos.

Data circuit equipment (DCE)

ver Equipo de circuito de datos.

Equipo de circuito de datos

Terminología que se aplica a los modems o equipo similar de comunicaciones.

Equipo Terminal de Datos

Terminología que se aplica al equipo de procesamiento de datos encargado de interactuar con el enlace de comunicaciones.

Término	Definición
HDL.C (High level Data Link Control)	Ver Control de enlace de datos de alto nivel
IEEE 802	Conjunto de estándares para redes de área local (LAN) desarrollado por la IEEE, incluye los protocolos CSMA/CD-MAC, Token ring, Token bus.
International Standardization Organization (ISO)	Ver Organización internacional de estandarización
Internet Protocol (IP)	Protocolo para la transmisión de datagramas a lo largo de redes interconectadas
Llamada Virtual (VC)	Circuito Virtual X.25 que se establece bajo demanda. Se desconecta una vez concluida la comunicación.
Modelo de referencia OSI	Arquitectura de interconexión de redes desarrollada por la organización internacional para la Estandarización. También conocido como modelo de referencia de arquitectura abierta.
Nivel de aplicación	Séptimo nivel del modelo de referencia OSI
Nivel de enlace de datos	Nivel 2 del modelo de referencia OSI
Nivel de paquete	Nivel de X.25 equivalente al nivel de red según el modelo OSI.
Nivel de transporte	Nivel 4 del modelo OSI
Nivel físico	El primer nivel del modelo de referencia OSI.
Organización internacional de estandarización	Organización internacional responsable estándares de redes incluyendo el modelo de referencia OSI.
Packet Assembly/Disassembly (PAD)	Dispositivo usado para conectar terminales simples, incapaces de ensamblar/desensamblar paquetes para la red X.25
Protocolo	Conjunto de procedimientos que regula la forma en que dos o más entes interactuarán para intercambiar información
Protocolo de control de transmisión. (TCP)	Protocolo de referencia usado para el equivalente del nivel de transporte del modelo OSI, en el modelo del Departamento de Defensa

Término	Definición
Protocolo de usuario de Datagramas (UDP)	Protocolo orientado a datagramas en el modelo del Departamento de Defensa equivalente al nivel de transporte.
Protocolo orientado a Bit	Protocolo de control de enlace de datos basado en el uso de bandera para empezar y finalizar la trama.
Puente	Relay del nivel de enlace de datos
Red de Area local	Red que cubre un area de no mas de unso cuantos kilómetros en diámetro
Red de Gestión de Telecomunicaciones	Red especificada por la norma M.3000 del CCITT, para gestionar una red de telecomunicaciones.
Red Pública de Datos (RPD)	Un sistema integrado por cualquier medio de transmisión conocido que explota el servicio de transmisión de datos.
Red Universal de Telmex (RUT)	Red de datos, utilizada por TELMEX para enlazar a sus diferentes oficinas comerciales y administrativas. Utiliza el protocolo TCP/IP.
RS-232C	Interfaz fisica más común, utilizada para la comunicación de dispositivos
Ruteador	Relay del nivel de red.
TCP/IP	Conjuto de protocolos utilizados por la red de computadoras mas grande, INTERNET.
Telecommunications Management Network (TMN)	ver Red de Gestión de Telecomunicaciones
Transmisión orientada a la conexion.	Tecnica de transmision de datos que establece la conexión antes de la transmision y desconecta el enlace una vez concluida ésta.
Transmisión no conectada (Connectinless Transmission)	Transmisión de datos que ocurre sin establecer primero una conexión.
Transparencia de la información	Dicese cuando la información en su trayectoria entre nodo origen y destino hace uso de distintos medios físicos, sin que sea necesario modificar o agregar algo a la información para sobrevivir en dicho medio.

Término
X.25

Definición

Estándar que define las reglas para que un dispositivo modo carácter accese a una red pública de Datos.

FALTA PAGINA

No. 83

IX. Anexos

IX.1. CÁLCULO DE INGRESOS PARA UN CTI.

El Tráfico total de los 23 CTI's es de 98356 erlangs. Considerando únicamente los CTI's pertenecientes a la zona estudiada:

Nextengo 6.97% equivalente a 6858.61 Erlangs
Vallejo 5.84% equivalente a 5749.40 Erlangs

En función de los Erlangs se obtiene el número de conferencias equivalente:

Nextengo: 6235100 Conferencias.
Vallejo: 5226727.27 Conferencias

Este número de conferencia se realizan bajo una disponibilidad de 96.6 % de minutos al año, es decir 507729.6 minutos. Bajo el esquema propuesto se planea incrementarla a 99.96% de minutos al año (523497.6 minutos).

Las conferencias aumentarían en un factor de un 3.1%.

El equivalente en pesos¹² es:

	Conferencias Actuales	Ingresos Actuales	Conferencias con la red	Ingresos con la red
Nextengo	6235100	\$35,540,070.00	6428736.6459	\$36,643,798.87
Vallejo	5226727.27	\$29,792,345.43	5389047.9926	\$30,717,573.55

La diferencia en ingresos es:

Para nextengo \$1,103,728.87
Para vallejo \$925,228.12

¹² 1.90 el minuto promedio de una conferencia es de 3 minutos.

IX.1.1. PARA UN CCE

Siguiendo el siguiente procedimiento para un CCE, se obtiene la tabla mostrada a final.

1. Se conoce el número de líneas.
2. Dichas líneas generan el equivalente a 0.6 erlangs.
3. De los Erlangs se obtienen las conferencias equivalentes
4. De las conferencias se encuentran ingresos actuales. (Considerando una conferencia dura tres minutos, y el costo es de 20 cent/min).
5. Se obtienen las conferencias con 3.1%, de incremento por el mejoramiento de la red.
6. Se obtienen nuevos ingresos, bajo las mismas premisas del punto 4.
7. Se obtiene la diferencia por cada CCE.
8. La suma total de ingresos.

Obtengo ingresos totales

CENTRAL	LINEA	ERLANG	96.6%		99.6%		DIFERENCIA
			CONFERENCIAS	INGRESOS	CONFERENCIAS	INGRESOS	
Bosques	27605	11066	9942497.754	\$ 5,965,498.65	1028024.76	\$ 6,172,994.26	\$ 207,495.61
Condesa	24867	9546	8576819.407	\$ 5,146,091.64	8875143.86	\$ 5,425,086.14	\$ 178,994.49
Chamapa	14568	5827.2	5235579.515	\$ 3,141,347.71	5417686.628	\$ 3,250,611.98	\$ 109,264.27
Chamulapa	26461	8184.4	7534459.119	\$ 4,412,075.47	7609231.611	\$ 4,565,538.97	\$ 153,463.49
Chiapas	6742	12296.8	11048337.83	\$ 6,629,002.70	11432627.84	\$ 6,859,576.70	\$ 230,574.01
Chilpanca	6728	2691.2	2417969.452	\$ 1,450,781.67	2502672.737	\$ 1,501,244.64	\$ 50,463.97
Chicopayan	31471	12588.4	11310432.43	\$ 6,786,199.46	11707335.31	\$ 7,022,241.18	\$ 246,041.72
Molinito	29947	8374.8	7524528.302	\$ 4,514,716.98	7786251.025	\$ 4,671,750.62	\$ 157,033.63
Murales	43103	17241.2	15490745.73	\$ 9,294,447.44	16029554.28	\$ 9,617,732.57	\$ 323,285.14
Palmas	5622	2248.8	2020485.375	\$ 1,212,291.11	2090762.992	\$ 1,254,457.75	\$ 42,166.65
Panolan	18107	7242.8	6507457.424	\$ 3,904,474.39	6733803.604	\$ 4,040,282.20	\$ 135,807.80
Popotla	19452	7740.8	6958006.676	\$ 4,172,938.01	7196806.125	\$ 4,318,083.68	\$ 145,145.67
Quimcra	6700	2680	2407966.559	\$ 1,444,743.94	2491659.833	\$ 1,494,095.30	\$ 50,251.96
Roma	40518	16207.2	14561725.07	\$ 8,737,035.04	15068219.85	\$ 9,040,933.91	\$ 303,898.87
San Mateo	15493	6197.2	5580814.476	\$ 3,340,808.63	5761684.441	\$ 3,457,010.66	\$ 116,202.04
Santa Fe	20987	8394.8	7542497.754	\$ 4,525,498.65	7804845.592	\$ 4,682,907.30	\$ 157,408.65
Saltre	48017	19296.8	17256783.47	\$ 10,454,070.08	178557019.41	\$ 10,714,211.65	\$ 360,141.57
Sedillo	41988	18495.2	16525583.11	\$ 9,916,549.87	17162455.56	\$ 10,264,473.34	\$ 344,923.47
Tasiba	22253	8961.2	7907484.277	\$ 4,798,490.57	8275657.643	\$ 4,965,494.59	\$ 166,904.02
Tasibava	56993	22797.2	26402659.48	\$ 12,289,505.69	27405009.81	\$ 12,717,059.89	\$ 427,464.26
Tehuacan	18878	7551.2	6784546.279	\$ 4,070,727.76	7026430.489	\$ 4,212,338.29	\$ 141,599.53
Valcayo	25251	11602	10154537.29	\$ 6,092,722.47	10467738.48	\$ 6,404,643.15	\$ 211,920.78
Veracruz	7145	2858	6567834.681	\$ 1,540,700.81	2657150.67	\$ 1,894,290.40	\$ 343,589.59
Xicocotlan	17297	6938.8	6216352.201	\$ 1,729,831.32	6442573.147	\$ 1,859,541.89	\$ 129,732.57

Total de ingresos por los CCE's S4.433,760.69

X. Bibliografía

- [1] Alabau A. Teleinformática y redes de computadores, Publicaciones marcombo, España, 1982
- [2] Roger L. Freeman, Telecommunications System Engineering, Willey Series in Telecommunications, USA, 1992
- [3] TPX X.25 Overview, Alcatel Data Networks
- [4] Comer, Douglas, Internetworking with TCP/IP, principles, protocols and architecture, Prentice Hall, USA, 1988
- [5] Spragins John D., Hammond Joseph, Pawlikowski Krystof, Telecommunications. Protocols and Design, Addison Wesley Publishing Co., USA, 1991
- [6] CCITT Blue book, volume VIII, Fascicle VIII.2. 19th Plenary, Melbourne Australia, 14-25 Nov.-1988
- [7] Recommendation M-3010, CCITT.
- [8] Ungaro, Colin B. The local Network Handbook, Mc. Graw Hill, USA 1985.
- [9] Howe Bill, Kirby Alan, Stewart Bob. Transparent Interconnection of local area networks with bridges, Journal of Telecommunication Networks, volume 3, Number 2, summer 1989. (Local Network technology, Stallings tutorial.)
- [10] Stallings, William. Local and Metropolitan Area Networks, Macmillian Publishing Co. USA.
- [11] Perlman Radia Interconnections, Bridges and Routers Addison Wesley. USA.
- [12] James Martin, Leben Joe DECNET phase V. An OSI implementation Digital press
- [13] Comer Douglas E. Stevens David L. Internetworking with TCP/IP design and implementation and internals Prentice Hall

- [14] Karanjit Siyan, Netware. The professional reference. Third edition, New riders publishing, USA
- [15] Gilbert Held, Data communications Networking devices, third edition, Addison Wesley, 1992.
- [16] Plan director de la red publica de Datos. TELMEX, Agosto 1995.
- [17] Communication Server, Configuration Guide, Cisco Systems, USA, 1993
- [18] Cisco 2500, 300, 400 Hardware Installation and Maintenance, Cisco Systems, USA, 1993
- [19] TP8000 Series Processor Installation Manual. Alcatel Data Networks, Marzo 1995.
- [20] Reingenieria de la red de enrutadores, (RPD/RUTMO2-95/02), Junio de 1996. Telmex.
- [21] Criterios prioritarios de Ingenieria, (JTX/C 192/001), Febrero 1993. Telmex
- [22] Couch III, Leon W., Digital and analog communication systems,
- [23] Wo, Hu tang, Survivability Fiber networks, Artech House, 1992..
- [24] Apuntes del "Diplomado en Administracioón de empresas" impartido en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM
- [25] Apuntes personales de la materia "Administración de proyectos de Telecomunicaciones". Facultad de Ingenieria, 1996-II.

XI. INDICES

XI.1. Lista de Figuras

Figura I-1 Configuración de una red X.25	2
Figura I-2 Formato de trama HDLC	3
Figura I-3 Formato de Paquete de X.25	4
Figura I-4 Formato de número internacional. X.121	5
Figura I-5 Organización funcional del multienlace	6
Figura I-6 Formato de trama para el MLP	7
Figura I-7 Modelo de referencia TCP/IP	8
Figura I-8 Modelo de referencia OSI	12
Figura I-9 Modelo de referencia LAN	13
Figura I-10 Modelo de referencia	14
Figura I-11 Modelo de referencia DECNET	15
Figura I-12 Conexión remota	17
Figura I-13 Modelo OSI y dispositivos de Interconex.	17
Figura I-14 Relación entre la RGT y la red de telecomunicaciones	21
Figura I-15 Estructura física de una RGT	23
Figura II-1 Niveles funcionales de la red de conmutación	27
Figura II-2 Red de Transmisión	28
Figura III-1 Acceso a UNINET	33
Figura III-2 Red dorsal UNINET	35
Figura III-3 Funcionamiento del CAR	39
Figura IV-1 Elementos de la red	43
Figura IV-2 Elementos de la red, según RGT	44
Figura IV-3 Topología general de la Red	47
Figura IV-4 Conexión de las centrales telefónicas	49
Figura IV-5 Flujo de señal	50
Figura IV-6 Conexión Stratus - Estaciones de Trabajo	51
Figura IV-7 Conexión de Centrales tipo 2	54
Figura IV-8 Conexión centrales tipo 1	55
Figura V-1 Punto de Equilibrio	57

XI.2. Lista de Tablas

Tabla II-1 Utilización de los medios de Transmisión en TELMEX	29
Tabla II-2 Servicios digitales de interconexión de TELMEX	30
Tabla II-2 Servicios digitales de interconexión de TELMEX	30
Tabla III-1 Enrutadores de la RUT.	32
Tabla III-2 Características de los equipos para la red X.25	36
Tabla III-3 Switches conectados actualmente (Junio 1996)	37
Tabla IV-1 Características de los equipos de conmutación utilizados en TELMEX	42
Tabla IV-2 Centrales de categoría uno para la división METRO-NORTE	48
Tabla IV-3 Asignación de centrales tipo 2 a centrales tipo 1 de la división METRO-NORTE	48
Tabla IV-4 Asignación de pines para la interfaz RS232C	54
Tabla V-1 Ingresos Actuales	59
Tabla V-2 Ingresos esperados	59
Tabla V-3 Cálculo de inversiones en activos	59
Tabla V-4 Análisis Financiero	60

XI.3. Índice General

- Appletalk, 14
- A—
- C—
- central de conmutación, 25
Centro con capacidad de Enrutamiento, 26
Centro de Administración de la Red (CAR), 37
Centro de Conexión a Almacenados, 26
Centro de Tránsito Interurbano, 27
Centro Tandem de Zc, 27
Centro Tandem Urbano, 26
Círculo virtual, 3
Computera, 18
Comutación de paquetes, 3
Correo electrónico, 10
Costos, 55
- D—
- DECNET, 15
DIT, 1
Modo paquete, 2
- F—
- FTP**, 10
- H—
- HDL, 3
- I—
- Ingresos, 55
Internet Control Message Protocol (ICMP), 9
- M—
- Modelo OSI, 12
Modelo para redes LAN, 13
Modo carácter, 2
- N—
- Network, 13
Network Monitoring Analysis, 38
- P—
- Packet Assembly/Disassembly
PAD, 5
plan internacional de numeración *Telex*, X 121
Procedimiento de enlace simple (SLP), 6
Procedimiento de multienlace (MLP), 6
- Puente, 18
- R—
- Red de Alta Capacidad, 28
Red de Gestión de Telecomunicaciones
Funciones, 21
Objetivos, 21
Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT), 20
Red de Transmisión, 28
Red Pública de Datos, 1
Red Universal de TELMEX (RUI), 31
Repetidor, 18
Rutador, 18
- T—
- tasa interna de retorno, 57
TCP/IP, 8
Fragmentación y reensamble, 10
modelo de referencia, 8
Telnet, 10
- U—
- UNINET, 33
User Datagram Protocol (UDP), 9
- V—
- Valor Presente Neto, 57
- X—
- X 121, 5
X 25, 1
X 75, 5