

87
2oj-



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMATIZACION EN LAS GERENCIAS DE CONSTRUCCION TRANSMISION LARGA DISTANCIA DE TELEFONOS DE MEXICO.

TESIS PROFESIONAL
Que para obtener el Título de
INGENIERO EN COMPUTACION
p r e s e n t a n
JOSE ANTONIO RUBIO RUIZ
MARTIN BENIGNO GUZMAN ZEPEDA



Directores de Tesis:
Ing. Alejandro Zamora Hernández
Ing. Alberto Templos Carbajal

México, D. F. 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

1	INTRODUCCION.....	1-1
2	SISTEMAS DE LARGA DISTANCIA.....	2-1
2.1	LA TELEFONIA EN MEXICO.....	2-1
2.2	CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA.....	2-3
2.2.1	SISTEMAS DE TRANSMISION.....	2-5
2.2.1.1	TRANSMISION ANALOGICA.....	2-10
2.2.1.2	TRANSMISION DIGITAL.....	2-13
2.2.2	SISTEMAS DE CONMUTACION.....	2-19
2.2.2.1	JERARQUIA DE CENTRALES.....	2-21
2.2.3	CIRCUITOS.....	2-22
2.3.1	CIRCUITOS CONMUTADOS.....	2-26
2.3.2	CIRCUITOS NO CONMUTADOS.....	2-28
2.3.3	ACOPLAMIENTOS.....	2-29
2.2.4	INFRAESTRUCTURA.....	2-30
3	ORGANIZACION DE LA DIRECCION DE LARGA DISTANCIA.....	3-1
4	ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA.....	4-1
4.1	ANALISIS ESTRUCTURADO.....	4-3
4.1.1	DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS.....	4-4
4.1.1.1	PASOS PARA PREPARAR UN DFD.....	4-9
4.2	MODELO LOGICO DE LA OPERACION ACTUAL.....	4-12
4.2.1	DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS.....	4-13
4.2.2	DICCIONARIO DE DATOS.....	4-25
4.2.3	MINIESPECIFICACIONES.....	4-31
4.3	ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS.....	4-40

5 MODELO DE SOLUCION.....	5-1
5.1 CONCEPTOS RELACIONADOS.....	5-2
5.1.1 REDES DE COMPUTADORAS.....	5-3
5.1.1.1 TIPOS DE REDES DE COMUNICACIONES ...	5-5
5.1.1.2 PROTOCOLOS, SESIONES.....	5-6
5.1.1.3 EL MODELO ISO/OSI,.....	5-7
5.1.1.4 LA INTEROPERABILIDAD DE LAS REDES DE COMPUTADORAS.....	5-10
5.1.2 BASES DE DATOS Y BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS.....	5-11
5.1.2.1 BASES DE DATOS.....	5-11
5.1.2.2 EL MODELO RELACIONAL.....	5-21
5.1.2.3 EL PROCESO DE NORMALIZACION.....	5-26
5.1.2.3.1 PRIMERA FORMA NORMAL.....	5-26
5.1.2.3.2 SEGUNDA FORMA NORMAL.....	5-31
5.1.2.3.3 TERCERA FORMA NORMAL.....	5-33
5.1.2.4 OPERACIONES CON RELACIONES.....	5-38
5.1.2.5 EL LENGUAJE SQL.....	5-42
5.1.2.6 BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS.....	5-43
5.1.2.6.1 DIFERENCIAS DE UNA BASE DE DATOS DISTRIBUIDA (BDD) Y UNA BASE DE DATOS CENTRALIZADA. (BDC).....	5-45
5.1.2.6.2 RAZONES PARA IMPLEMENTAR UNA BDD.....	5-49
5.1.2.6.3 SISTEMAS DE ADMÓN. DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS (DDBMS)	5-51
5.1.2.6.4 METODOS DE ACCESO A UN DDBMS	5-53

5.1.2.6.5 NIVELES DE TRANSPARENCIA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS....	5-55
5.1.2.6.6 DISEÑO DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS.....	5-67
5.2 DESARROLLO DEL MODELO PROPUESTO.....	5-78
5.2.1 ELEMENTOS DE LA PLANTA.....	5-78
5.2.2 ENLACES DE TRANSMISION.....	5-82
5.2.3 DESARROLLO DEL DIAGRAMA ENTIDAD-RELACION...	5-90
5.2.4 TABLAS.....	5-96
5.2.5 ESQUEMA DE FRAGMENTACION.....	5-99
5.2.6 ESQUEMA DE LOCALIZACION.....	5-100
5.3 FORMA DE IMPLEMENTACION.....	5-101
6 CONCLUSIONES.....	6-1
BIBLIOGRAFIA	

1 INTRODUCCION

El problema analizado, pese a los cambios de estructura de Teléfonos de México, aplica hoy, más que nunca. Si bien TELMEX paso a ser una empresa privada, tiene el compromiso gubernamental de mejorar el servicio. Todos hemos sentido los problemas de servicio que tiene TELMEX. En particular este trabajo propone un modelo que permitirá eficientar las actividades relacionadas con la planeación, expansión y operación de la planta telefónica.

En la actualidad Teléfonos de México enfrenta serios problemas de nivel de servicio, debido a la complejidad de su operación y a la ineficiencia de algunas de sus áreas operativas. El presente trabajo analiza la operación global de Teléfonos de México en el contexto de larga distancia y propone un modelo para la solución de uno de sus problemas: la asignación de circuitos telefónicos de larga distancia. El método que se siguió nos llevó al análisis de contexto global de la operación de larga distancia, con el fin de que el modelo resultado del diseño sea integrable con la operación global de TELMEX.

Los capítulos se organizan de la siguiente forma:

Los capítulos 2 y 3 son una introducción a la telefonía para definir y entender los conceptos que se utilizan en el ambiente y que son la materia de análisis para los siguientes capítulos.

El capítulo 4 analiza el estado actual de operaciones. el inciso 4.1 describe brevemente la metodología utilizada, que es la conocida como análisis estructurado de Tom De Marco. Este análisis se realizó a nivel corporativo para visualizar la información a nivel gerencial y lograr una mejor integración al identificar las necesidades globales de la empresa, como lo propone James Martin en su teoría de la Ingeniería de la Información.

El capítulo 5 presenta el modelo de solución propuesto. Para ello el inciso 5.1 explica los conceptos de redes de computadores y bases de datos distribuidas necesarios para el sustento del modelo propuesto. Además, el inciso 5.3 presenta la estrategia de implementación sobre este modelo de datos.

El capítulo 6 presenta las conclusiones del presente trabajo.

Los capítulos 2 y 3 son una introducción a la telefonía para definir y entender los conceptos que se utilizan en al ambiente y que son la materia de análisis para los siguientes capítulos.

El capítulo 4 analiza el estado actual de operaciones. el inciso 4.1 describe brevemente la metodología utilizada, que es la conocida como análisis estructurado de Tom De Marco. Este análisis se realizó a nivel corporativo para visualizar la información a nivel gerencial y lograr una mejor integracion al identificar las necesidades globales de la empresa, como lo propone James Martin en su teoría de la Ingeniería de la Información.

El capítulo 5 presenta el modelo de solución propuesto. Para ello el inciso 5.1 explica los conceptos de redes de computadores y bases de datos distribuidas necesarios para el sustento del modelo propuesto. Además, el inciso 5.3 presenta la estrategia de implementación sobre este modelo de datos.

El capítulo 6 presenta las conclusiones del presente trabajo.

2 SISTEMAS DE LARGA DISTANCIA

2.1 LA TELEFONIA EN MEXICO.

1878 fué el año en que se inició la telefonía en México, tan solo dos años después de la invención del teléfono, desde entonces se han sucedido una serie de innovaciones tecnológicas que en los últimos tiempos han sido cada vez más radicales y frecuentes. Haciendo alusión a los eventos relevantes en la cronología de la Planta de Equipo y para el caso de Conmutación, podemos mencionar como ejemplo que desde la puesta en servicio de la primera central manual en 1879, a la primera central Automática Electromecánica, transcurrieron 46 años, mientras que entre la primera Central Analógica controlada por Programa Almacenado puesta en servicio en 1973 y la primera Central Digital, sólo pasaron seis años. Por parte de la evolución registrada en el área de transmisión basta señalar que la línea física o línea abierta sobre posteria para el servicio interurbano fué utilizada para establecer la primera conferencia de larga distancia en 1885, y pasaron 43 años para introducir el primer sistema de frecuencia portadora (Carrier) en 1928, 25 años después México establece el primer sistema de Microondas de América Latina y su desarrollo es fuerte a partir de 1962. Así mismo, en 1967 se introducen los

sistemas digitales PCM de primer orden y un año después en 1968 México inicia la comunicación telefónica vía satélite. Hoy, además de la infraestructura anteriormente descrita se cuenta con radios digitales y fibras ópticas, asimismo, la convivencia de las señales terrestres de microondas con las de los satélites Morelos ha sido establecida desde 1985.

La cronología de la planta de equipo y eventos relevantes se representa en la figura 21.f1

2.2 CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA

La planta telefónica se puede dividir en cuatro partes funcionales básicas:

2.2.1 Sistemas de Transmisión

2.2.2 Sistemas de Conmutación

2.2.3 Circuitos

2.2.4 Infraestructura

Dentro de la primera parte se incluyen tanto los medios como los equipos de transmisión de tipo urbano (red local y PCM) y los de tipo interurbano nacional e internacional (líneas físicas, cables coaxiales, frecuencia portadora, microondas, satélite, etc.).

Dentro de los sistemas de conmutación se incluyen los principios básicos de la conmutación, sus equipos y jerarquías.

En el tercer punto tratamos la relación de los sistemas de transmisión con los de conmutación para generar el producto final que proporciona el servicio a los usuarios y que es la fuente principal de ingresos para TELMEX, a este producto le denominamos 'CIRCUITO'.

Y finalmente, en la cuarta parte, se tiene el suministro de energía y el acondicionamiento del ambiente (temperatura, humedad, grado de impurezas en el aire, etc.), para los equipos que forman el sistema telefónico. A ésta cuarta parte la referiremos como la "infraestructura" requerida para la instalación de los equipos de Conmutación y Transmisión, asociando al término INFRAESTRUCTURA las obras civiles requeridas para la operación de cualquier central telefónica.

2.2.1 SISTEMAS DE TRANSMISION

Un enlace telefónico elemental se compone por dos aparatos telefónicos, los cuales estan unidos entre sí por un par de hilos conductores de corrientes eléctricas. A partir de este caso tan simple surgen dos problemas esenciales. El primer problema que surge es el de buscar el procedimiento para que un teléfono pueda conectarse, en el momento que desee, con cualquier otro, en la solución de éste problema se emplean las técnicas de conmutación, las cuales son motivo del siguiente inciso de este capítulo.

El segundo problema surge cuando se desea establecer una comunicación entre dos personas que se encuentran en poblaciones, países o inclusive continentes distantes. Y en ese caso, es imposible que las débiles corrientes eléctricas que produce el micrófono de un teléfono, lleguen por sí mismas a tan largas distancias. Es necesario ayudarlas de alguna manera. Para esto se hará uso de las TECNICAS DE TRANSMISION, mediante las cuáles es posible tomar esas pequeñas corrientes eléctricas y transmitir las a través de miles de Kilómetros, de continente a continente si es preciso, conservándolas con la potencia suficiente para que la información contenida en ellas pueda alcanzar el receptor. Y no solo eso, pues

no es suficiente que llegue al otro extremo. Hay que evitar, además, que se deforme en el camino.

Todo esto es función de las técnicas de modulación y transmisión, las cuáles incluyen los diferentes procedimientos para transmitir las señales telefónicas con la adecuada potencia, la imprescindible calidad y también, con la mayor economía posible.

Cuando se inició la telefonía, únicamente se podía comunicar de un punto a otro dentro de la misma ciudad. Hasta ese momento, las mayores longitudes utilizadas no excedían de cuatro o cinco kilómetros, por lo que no presentaban demasiadas dificultades. Al pretender aumentar las distancias, la atenuación, es decir, la pérdida de potencia que las corrientes sufren al atravesar cualquier conductor, aumentaba también y empezaba a poner limitaciones. Para solucionar el problema se aumentó el diámetro de los conductores. Esto, efectivamente, disminuyó las pérdidas y permitió aumentar las distancias.

Pero no era una solución definitiva. Por una parte, no se podían aumentar indefinidamente los diámetros de los hilos, ni eso hubiera seguido siendo efectivo por encima de cierto límite. Por otro lado, el aumento de

diámetro lleva consigo un incremento del peso del metal y, por tanto, un precio más elevado. La solución solo resulta parcial y limitada.

Con la aparición de la válvula termoiónica, se diseñaron amplificadores, los que colocados en diversos puntos de las líneas, permiten aumentar el nivel de las debilitadas señales eléctricas, con lo que se pueden transmitir a mayores distancias.

Los primeros amplificadores eran de baja calidad. Pero a medida que se perfeccionaba la técnica, los amplificadores fueron mejorando, hasta llegar a los actuales, seguros, estables y reducidos de tamaño y de consumo. El amplificador permitió ya, en principio, romper las barreras de la distancia y con el pudieron establecerse largos circuitos internacionales. De hecho, el amplificador sigue siendo hoy en día, el elemento básico de cualquier comunicación telefónica.

Las redes telefónicas, hoy en día, son extensas. Por otra parte, el objetivo lógico es extenderlas cada vez más, hasta llegar a la situación ideal de que cada persona tenga su teléfono y pueda hablar con quien se le ocurra, sin demoras ni limitaciones. Esto quiere decir que un pequeño aumento o un pequeño descenso en el costo

de un dispositivo de los que constituyen un sistema telefónico, repercute enormemente en el costo total, dado el gran número que de esos dispositivos que se necesitan. Las líneas telefónicas son muy caras. Y tanto más cuanto más largas y más perfeccionadas se quieran hacer.

Posteriormente se encontró un procedimiento para compartir las líneas telefónicas entre varias comunicaciones. Esto se consiguió en un principio mediante el empleo de bobinas o transformadores que permiten transmitir tres comunicaciones en dos pares de hilos.

Es decir, que por cada dos circuitos reales se consiguió introducir uno más, al que se le llamó fantasma o espectro porque aparentemente, no usaba conductores para su transmisión. Este ingenioso procedimiento, llamado fantomización, fué el primer intento para emplear las líneas telefónicas simultáneas para varias comunicaciones.

Desde luego, esto no fué suficiente. Para que una conversación telefónica sea inteligible, es suficiente transmitir frecuencias comprendidas entre 300 y 3400 ciclos por segundo (Hertz). Pero, por una línea pueden transmitirse naturalmente, más frecuencias que las

mencionadas. Si se lograra reunir varias comunicaciones y colocarlas en márgenes de frecuencia diferentes, se podrían inyectar todas juntas en una misma línea sin temor de que se interfirieran, pudiendo separarlas nuevamente en el otro extremo.

Esto que se ha dicho en pocas palabras es el fundamento básico de los sistemas llamados multiplex por división de frecuencia. En los primeros sistemas sólo fue posible inyectar dos o tres comunicaciones por una misma línea. Pero al ir avanzando la tecnología aumento el número y actualmente se transmiten más conversaciones por una sola línea, siempre basándose en la misma idea original.

Al paso del tiempo las técnicas de transmisión se han desarrollado en forma impresionante. Las técnicas de transmisión digital, utilizando pares físicos, cables coaxiales, el espacio libre y recientemente fibras ópticas como medios de transmisión, estan revolucionando los sistemas de comunicación.

El incremento en la demanda obliga a las administraciones que proporcionan servicios de comunicación a mantener un ritmo de actualización tecnológica acelerado.

TELMEX no esta al margen de esta situación, y responde a estos requerimientos mediante la aplicación de tecnología adecuada en todas sus áreas de operación.

2.2.1.1 TRANSMISION ANALOGICA

Se sabe que el sonido es una clase de movimiento ondulatorio producido por un cuerpo en vibración, tal como una campana, un diapazón, una cuerda de un instrumento musical, o bien, las cuerdas vocales que producen la voz humana y en general, cualquier objeto capaz de tener un movimiento vibratorio. La serie de movimientos que caracterizan el sonido se llama oscilación, y corresponde en sonido a lo que en electricidad es una señal alterna. Dado que el sonido en su forma original no tiene la propiedad de recorrer distancias muy grandes sin sufrir deterioro en su calidad, el proceso de una comunicación telefónica se lleva a cabo utilizando principios que permitan transmitir la voz u otra información de manera que esta pueda ser reproducida fielmente, cualquiera que sea la distancia que recorra.

El principio de transmisión analógica cumple estos requerimientos y en la actualidad es el más utilizado en

el ámbito de las comunicaciones. Esta forma de transmisión consiste en transformar la voz o algún otro tipo de información, en señales eléctricas análogas a la información original, las cuales puedan ser enviadas desde un extremo transmisor y recuperadas en un extremo receptor sin deterioro significativo, después de haber recorrido grandes distancias. La forma elemental de una comunicación telefónica, la cual se lleva a cabo por el principio de transmisión analógica se describe a continuación:

El circuito telefónico esencialmente comprende un receptor y un transmisor, cada uno de los cuales sirve para el fin indicado por su nombre. El elemento principal de cada uno de ellos es un diafragma que en el receptor sirve para reproducir estrechamente todas las vibraciones del diafragma del transmisor sin considerar la distancia a que se encuentre.

No solo deben de reproducirse las vibraciones de mayor amplitud, sino también las más delicadas y diminutas, con los cambios más rápidos de intensidad y frecuencia, para obtener en el receptor un sonido exactamente igual al original. El proceso de la comunicación telefónica para conseguir estos resultados, se distribuye gradualmente en la siguiente forma:

1.- El diafragma del transmisor vibra conforme a las ondas sonoras que sobre el inciden.

2.- Las vibraciones del diafragma del transmisor originan en la línea las correspondientes corrientes eléctricas de intensidad variable cuya curva representativa presenta forma de onda. La amplitud, frecuencia y sentido de estas corrientes onduladas, son una copia exacta de la amplitud, frecuencia y sentido de las ondas sonoras.

3.- Las corrientes moduladas se transmiten al aparato receptor cuyo diafragma vibra en consonancia con las variaciones de corriente y reproduce los movimientos del diafragma del transmisor.

4.- El diafragma del receptor, al vibrar en éstas condiciones, emite un sonido análogo al original.

5.- La transmisión de suficiente volumen y una calidad satisfactoria, no deben sufrir alteración apreciable, el circuito debe estar libre de diafonía (interferencia entre 2 señales) o ruido que provenga de otro circuito o procedente de alguna otra fuente de electricidad. A partir de

este principio básico se han desarrollado todos los sistemas telefónicos que utilizan el principio de transmisión analógica, como son los sistemas de frecuencia portadora, los sistemas multiplex por división de frecuencia y los sistemas de radio enlace utilizados para transmisión simultánea de hasta miles de canales telefónicos.

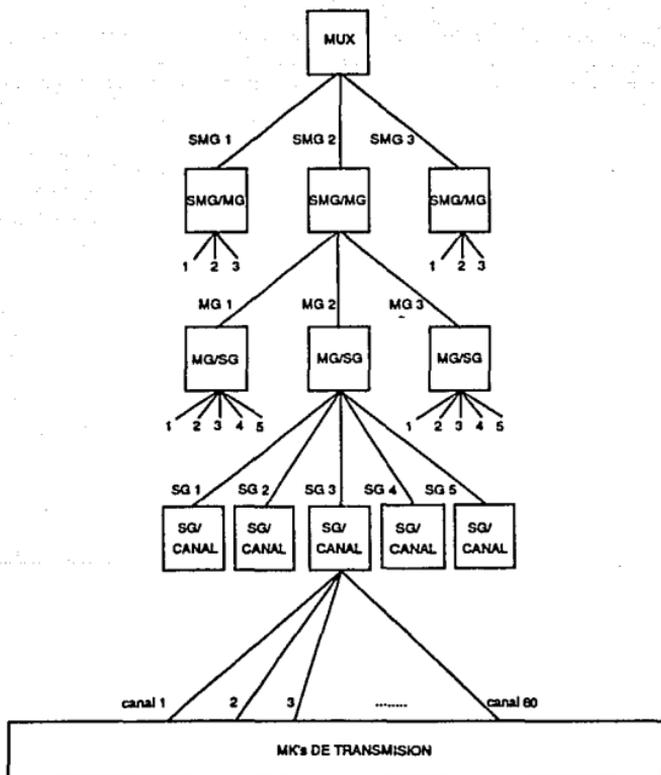
La gráfica básica de la modulación analógica de canales se muestra en la figura 2211.f1

2.2.1.2 TRANSMISION DIGITAL

Contra lo que pudiera pensarse, la transmisión digital (a base de dos símbolos o señales), es uno de los más antiguos métodos de comunicación que se conocen, pudiendo citarse el telégrafo eléctrico, desarrollado a mediados del siglo XIX y que trabaja a base de puntos y rayas.

En 1937, el investigador A.H. Reeves trabajando para el laboratorio parisino de la ITT, desarrollo la idea de la modulación por impulsos codificados (PCM), siendo esta patentada en 1938, sin embargo, no pudo desarrollarse prácticamente hasta la invención del transistor, por lo que los sistemas PCM no fueron realidad hasta la decada

FIGURA 2211.11: MODULACION ANALOGICA



de los 60's.

A similitud de la modulación analógica o por división de frecuencia (FDM), la técnica PCM nos permite transmitir varios canales telefónicos por un mismo sistema telefónico, sin embargo, en este caso los canales no comparten una banda de frecuencia, sino un lapso de tiempo determinado, y además las señales se transmiten en forma de pulsos binarios (bits) codificados.

Un sistema PCM esta formado por un determinado número de canales. De acuerdo a este número, el sistema es de un orden y tiene una velocidad numérica (número de bits transmitidos por segundo) determinados. En la tabla siguiente figuran las características de los 5 primeros ordenes:

ORDEN	NUMERO DE CANALES	VELOCIDAD Mb/s
1	30	2.048
2	120	8.448
3	480	34.368
4	1920	139.264
5	7680	560.000

La telefonía en México ha rebasado ya los 100 años de explotación comercial, y en el transcurso de este

tiempo varias generaciones de mexicanos han visto la transformación de la telefonía, partiendo de los primeros circuitos telefónicos independientes que solo permitían hablar entre dos puntos fijos, luego fueron interconectados todos los teléfonos de una localidad mediante una central de comunicación o intercambio de tipo manual, de esta forma todos los abonados al servicio podían comunicarse entre si. Para este objeto, la línea de un solo hilo alámbrico con retorno por tierra que se utilizaba al principio, en cada circuito, se reemplazó por una línea bifilar que consistía en dos conductores paralelos tendidos en una línea de postes. Uno de los conductores servía para el envío de la corriente y el otro para el retorno. De este modo se evitaban la excesivas perturbaciones eléctricas que causaba el retorno por tierra.

A medida que aumentaba la demanda de servicio telefónico, aumentaba igualmente el número de hilos tendidos en postes por calles y caminos, llegando a formar grandes congestiones de alambres que aun se pueden ver en algunas calles de la ciudad de México y por supuesto en muchas de las provincias de nuestro país. La problemática planteada fué resuelta en principio con el desarrollo de la transmisión " MULTICANAL " por CORRIENTE PORTADORA, desarrollada por los franceses Hutin y Leblanc

a principios de nuestro siglo. La transmisión de corriente portadora se efectuaba combinando dos o más canales de voz para su envío simultáneo por una misma línea bifilar. La invención del tubo iónico, antecesor de los bulbos electrónicos, dió un mayor ímpetu al avance de la telefonía multiplex o multicanal.

Para 1938 se empleaban circuitos de larga distancia cuadrifilares de doce canales. Durante la segunda guerra mundial los esfuerzos de investigación y desarrollo se concentraron en las telecomunicaciones militares. Una vez terminado el conflicto los avances obtenidos fueron utilizados en las comunicaciones comerciales, así también estos beneficios se proyectaron a la radio y televisión.

En 1952 se empieza a utilizar en los equipos nuevos dispositivos, tales como el transistor, diodos de silicio, y los circuitos impresos, en estos mismos años se inicia la introducción del método multiplex universal, en el cual se empleaban los mismos parámetros para todos los sistemas de corrientes portadoras, ya fuera para línea aérea, cable o radio, con lo que se redujo el costo de producción y se mejoró considerablemente la calidad de transmisión de las señales.

Así se incorporaron otros cambios a través del tiempo, como fue la utilización de la radiotransmisión por microondas y los sistemas por cable coaxial, lo cual permitió un incremento cada vez mayor a la capacidad de transmisión de los equipos hasta llegar actualmente a poder transmitir 2700 canales en microondas y 1800 canales por cable coaxial, los cuales presentan grandes beneficios en su utilización apropiada según la configuración de la red, la topografía de los países y la dispersión de la población en los diferentes territorios.

El enlace entre centrales en las grandes urbes requirió de cables multipar de gran magnitud, los cuales ya no pueden ser colocados sobre postes, de donde surgió la necesidad de construir una red de ductos subterráneos, enterrando en esta forma muchas toneladas de cobre para contar con los medios de comunicación urbana suficientes, sin embargo, el crecimiento desmesurado de la población en las grandes ciudades ha planteado un reto al avance tecnológico, mismo al que han respondido los investigadores con los sistemas de transmisión multicanal por división del tiempo, los cuales facilitan el envío de una gran cantidad de canales telefónicos por un mismo medio, compartiéndose este durante pequeños intervalos de tiempo con lo cual se mejoran considerablemente las características de calidad de las comunicaciones.

Para esta década se vislumbra el desarrollo mundial de las redes temporales en gran escala, incluyendo centrales de conmutación gobernadas por importantes centros de computación, las cuales además de proporcionar grandes facilidades de explotación del servicio telefónico, simplifican las operaciones de mantenimiento.

Nuestro país al tanto y consciente de la evolución tecnológica se incorpora a esta era de nueva tecnología con la integración al servicio automático telefónico de trece poblaciones rurales, localizadas al sur del D.F., por medio de una central de conmutación temporal, controlada por computadora, la cual formará parte del centro de tratamiento de la información, tanto para la explotación de la red como para la dirección del mantenimiento que requiere dicha central. Esta moderna central se localiza en la población de Tlahuac, D.F., de cuyo lugar toma su nombre el sistema.

La intercomunicación de la Central Tlahuac con las demás poblaciones, denominadas "satélites", así como con la red urbana de la ciudad de México, se efectúa por medio de sistemas PCM (Modulación por Impulsos Codificados).

Para el enlace con las centrales satélites, se emplean dos tipos de medios de transmisión:

Cable multiplexar.

Radio digital.

De las ocho centrales satélites, seis de ellas se enlazan utilizando cable multiplexar como medio de transmisión y las dos restantes emplean radio digital. Estas últimas poblaciones son Milpa Alta y San Antonio Tecomitl, D.f., las cuales conjuntamente con Tlahuac conforman el primer sistema y las fibras ópticas, representan los avances más recientes en la tecnología utilizada en TELEFONOS DE MEXICO.

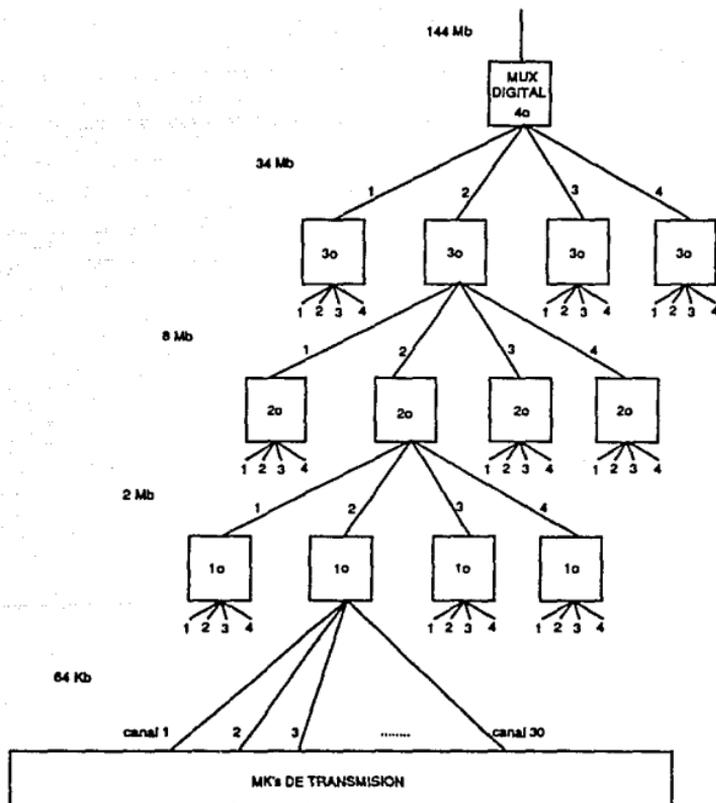
En las figuras siguientes se ilustran los diversos medios de transmisión utilizados actualmente en la planta TELEFONICA.

La gráfica básica de la modulación digital de canales se muestra en la figura 2212.f1

2.2.2 SISTEMAS DE CONMUTACION

Existen redes muy pequeñas que no necesitan centrales telefónicas sino que cada abonado selecciona con un conmutador la línea que quiere emplear.

FIGURA 2212.11: MODULACION DIGITAL



Este principio se aplica en usos puramente locales, en empresas pequeñas o donde la cantidad de abonados es reducida.

La red que se forma con la conexión de este tipo de abonados es una red en polígono o malla, ¿qué ocurre si aumentamos la cantidad de abonados?, ¿cuántas líneas se necesitan en total?, si suponemos que cada abonado ha de tener una línea de abonado separada a todos los demás abonados, encontramos que la cantidad total de líneas es:

$$\frac{n(n+1)}{2}$$

En la figura 22.f1 vemos que si empleamos lo que se llama red en polígono, la cantidad de líneas de abonado crece torrencialmente al aumentar la cantidad de abonados.

La estructura que utiliza una red de abonados en Estrella consiste genéricamente en que cada abonado tiene una línea formada por un par de hilos que se conectan a una central común ya sea manual o automáticamente como se muestra en la fig. 22.f2

FIGURA 222.11 : RED POLIGONO

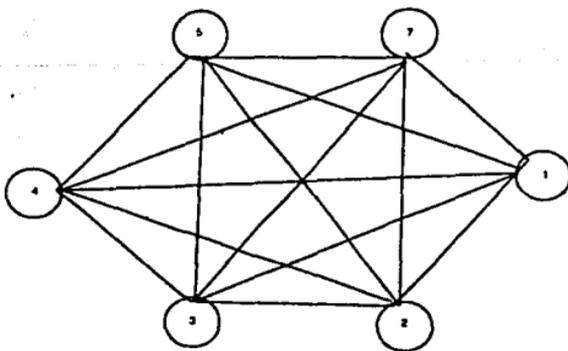
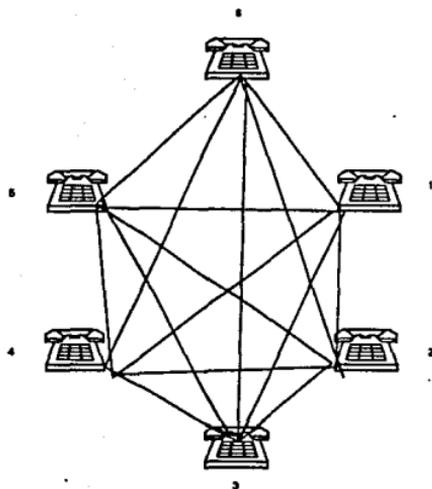
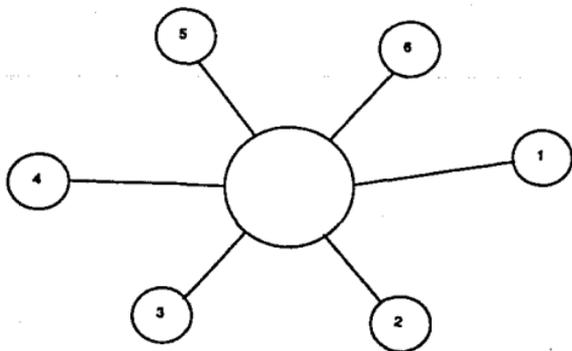
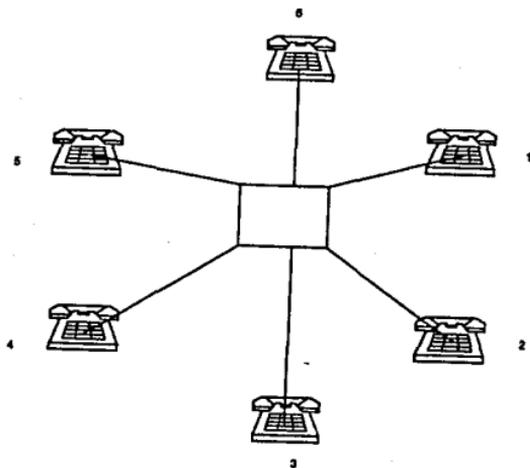


FIGURA 222.F2: RED ESTRELLA



La red de líneas de enlace se forma con cables troncales que unen una central con otra. Siguiendo el mismo principio que las líneas de abonado cuando existe un grupo pequeño de centrales se forma una red polígono y cuando esta ya no es operante se forma la red estrella.

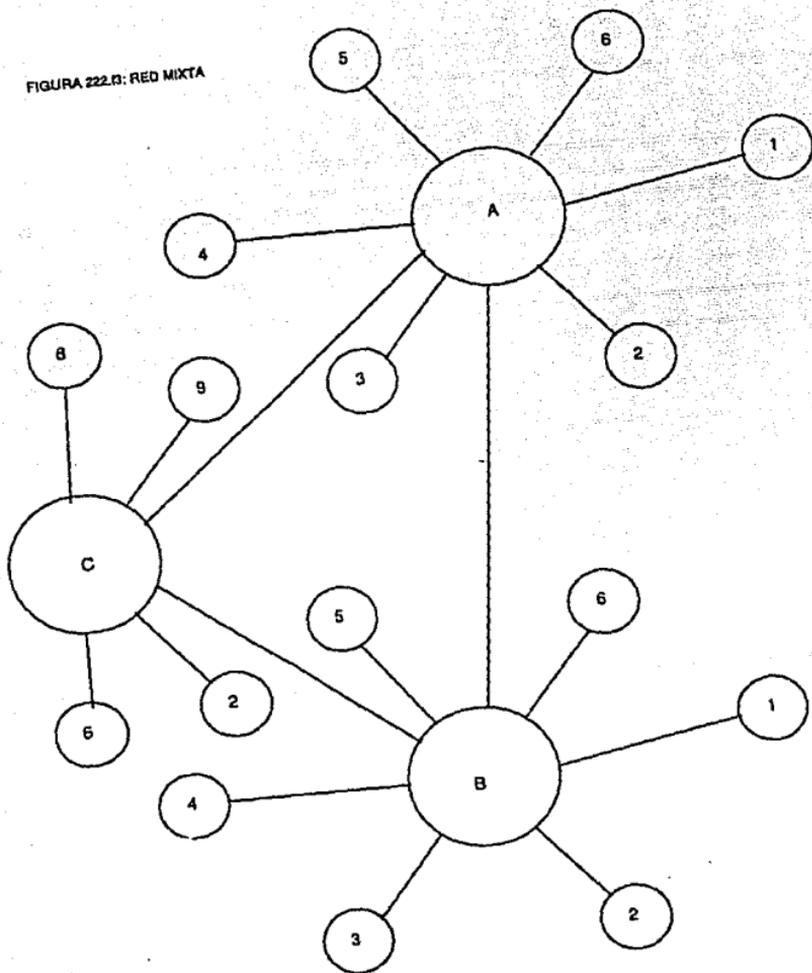
La elección de la estructura de red para la red de línea depende del flujo de tráfico entre las centrales sopesado con el costo del enlace, incluida su instalación.

Muy a menudo se emplean combinaciones de ambas formas de red de la forma mostrada en la fig. 22.f3

2.2.1 JERARQUIA DE CENTRALES

En la Tabla No. 2.2.1.1 se muestran los tipos de centrales que existen en la red de conmutación definidos de acuerdo a su aplicación, función y tráfico que manejan. También se muestra la jerarquía de las mismas, abreviaturas con las que son conocidas en el lenguaje telefónico y los símbolos estandar utilizados para cada central.

FIGURA 222.03: RED MIXTA



Se han establecido jerarquías debido a que todas las centrales locales del país no pueden tener enlaces directos entre si porque no es práctico ni económico, por lo tanto los enlaces son a través de centrales superiores que concentran las líneas por niveles.

Una red jerárquica es un sistema que agrupa bajo una estructura de más de dos niveles prioritarios las centrales que componen la red telefónica.

Cualquier categoría puede realizar funciones de otras inferiores si así es requerido.

En la figura. 221.f2 se presenta la red jerárquica dada por el Plan de Conmutación.

2.2.3 CIRCUITOS

Un circuito telefónico consiste en la asignación de ambos extremos de un medio de transmisión a un uso específico, por ejemplo, un par de cables que unen dos aparatos telefónicos forman un circuito en el cual los cables son el medio de transmisión y los aparatos los puntos en donde se han de terminar los extremos del cable. En el caso de los circuitos de L.D. el medio de transmisión puede ser una fibra óptica con capacidad de

1920 canales cuyos extremos se van a conectar a las placas terminales de los equipos de conmutación, de donde obtendríamos 1920 circuitos.

Se tienen dos tipos de circuitos telefónicos, los circuitos físicos y los virtuales, los primeros son aquellos que conectan permanentemente los extremos de un medio de transmisión en ambos extremos; el segundo tipo es el circuito que se genera al combinar varios circuitos físicos y permite la conexión de un abonado con cualquier otro, estos circuitos son temporales y se establecen conforme el usuario va marcando los números del teléfono con el cual desea establecer su comunicación, o cuando solicita la ayuda de una operadora, para el caso de L.D. Existen varias alternativas para realizar una comunicación entre dos centros telefónicos que se encuentran separados por una distancia muy grande:

- a) Utilizando circuitos Manuales
- b) Utilizando circuitos Semiautomáticos
- c) Utilizando circuitos automáticos

a) Los circuitos Manuales.- Son aquellos en donde intervienen las Operadoras en los dos centros telefónicos de una comunicación, o sea, el abonado A que es el iniciador de la llamada, primero se comunica con la

operadora a la que le indica el destino de su llamada, después la operadora llama a la operadora del lugar deseado indicándole el número del abonado B a donde quiere hablar el abonado A.

b) Un circuito Semiautomático.- Es aquel en donde sólo interviene la operadora del centro telefónico A en una comunicación, es decir, el abonado A llama a la operadora y ésta lo comunica directamente al lugar y número deseado.

c) Los circuitos Automáticos.- Son aquellos que se utilizan en las llamadas directas entre los abonados, sin utilizar operadoras, es decir, el abonado A utiliza el sistema LADA que se conecta marcando una clave determinada, de acuerdo al destino de la llamada (internacional, nacional, teléfono a teléfono, persona-persona, etc.). Luego marca otra clave que será la que determina la población o centro telefónico deseado y por último marca el número de abonado B.

El incremento en la capacidad de la planta para proporcionar el servicio telefónico se da a medida que aumenta la cantidad de circuitos físicos, los cuales quedan construídos cuando se ha instalado el medio de transmisión y sus equipos terminales, en el caso de L.D.

los circuitos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- CIRCUITOS FISICOS DE L.D.

- CIRCUITOS CONMUTADOS

- MANUALES (conectados a un tablero de Jacks)

- AUTOMATICOS (conectados al equipo de conmutación)

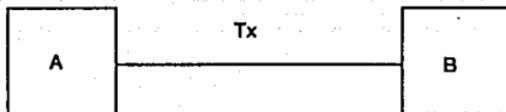
- CIRCUITOS NO CONMUTADOS

- PRIVADOS (conectados al domicilio del usuario)

- SUPERVISION (conectados a dispositivos especiales)

La identificación de estos circuitos está dada por los extremos de los circuitos, para explicar mejor esta situación utilizaremos la figura 23.f), en donde estamos representando un circuito físico cuyo medio de transmisión (Tx) está representado por una línea que une los puntos A y B que representan el equipo terminal al cual se asocian los extremos de Tx, de tal forma que si A y B fueran parte del equipo de supervisión llamado TIC-1000 tendríamos un circuito NO CONMUTADO dedicado a supervisar algún elemento específico de la planta. En

FIGURA 23.f1: CIRCUITO FISICO



Tx : Medio de Transmision

**A,B : Elementos donde Tx se
conecta permanentemente**

resumen, el tipo de circuito esta determinado por la conexión que se haga en ambos extremos de Tx, por lo tanto, para concluir la construcción de un circuito se requiere que esten terminadas en forma independiente cada una de las 3 partes básicas que lo componen, dichas partes son:

1° A

2° B

3° Tx

Si por alguna razón no se contara con cualquiera de estas 3 partes, resultaría infructuoso el trabajo y material destinado a la construcción de las otras dos partes, ya que el circuito solo puede ser utilizado cuando se concluye totalmente, es decir, los nodos A y B no podrían comunicarse si la Tx no está terminada, o bien, A no tendría con quien comunicarse si B no está terminada, aunque tenga Tx.

2.3.1 CIRCUITOS CONMUTADOS

Todos los sistemas de Transmisión determinan su capacidad en base a la cantidad de CANALES que posean, y los sistemas de Conmutación en base a la cantidad de PLACAS, en un circuito conmutado se conecta cada extremo

del canal a una placa, para realizar esto, los Sistemas de Tx se van demodulando hasta que se separan todos los canales y se rematan o conectan en tableros con forma de escalerillas conocidos como MK's, de igual forma todas las placas de conmutación se rematan en otros tableros semejantes tal como se muestra en la figura 231.f1, de tal forma que para construir un circuito automático se pone un cable que conecte un canal a una placa, sin embargo, en el MK (Tx) se pueden tener rematados sistemas de Transmisión que vayan a diferentes partes, por lo cual surge la necesidad de identificar cada uno de estos canales, supongamos que estamos en Celaya, donde tenemos sistemas que van a Guadalajara y a Monterrey entre otras partes, de tal forma que en el MK (Tx) hay que identificar hacia donde nos comunica cada uno de los canales que tenemos rematados, quedando como se muestra en la figura 231.f2, de igual forma podemos tener más de un equipo de conmutación en una central, en Celaya para este ejemplo, por lo que en el MK(Cx) hay que identificar hacia que equipo nos comunica cada una de las placas que tenemos rematadas según la figura 231.f3.

Combinando ambos ejemplos podríamos obtener circuitos que conectaran al AXE de Celaya con GUADALAJARA y con MONTERREY o bien circuitos que conectaran GUADALAJARA con el equipo AXE y con el ARM de Celaya como

FIGURA 231.11: TABLEROS MK's

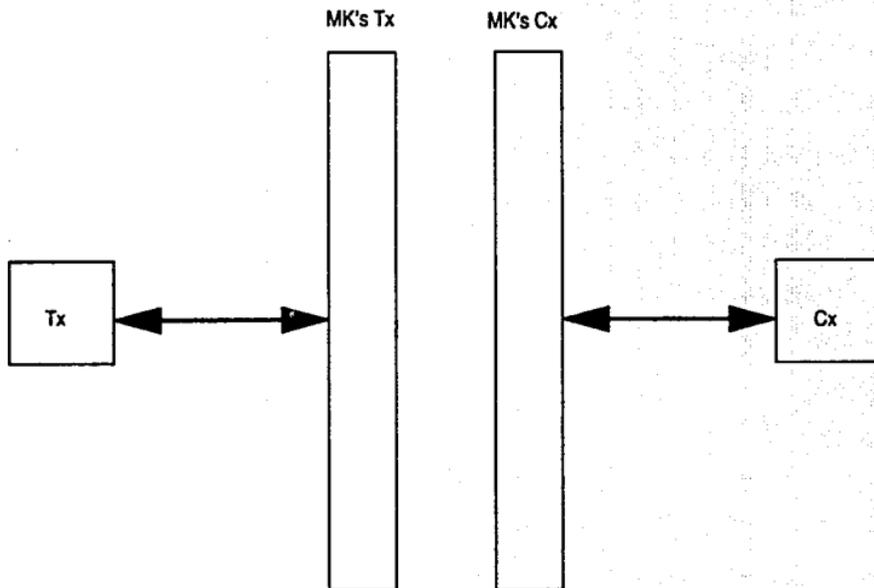


FIGURA 231.f2: MK's de Tx

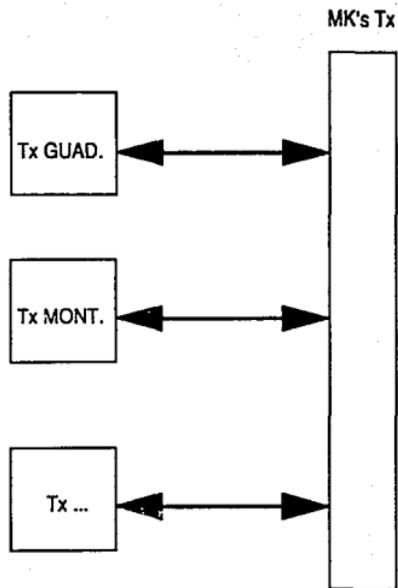
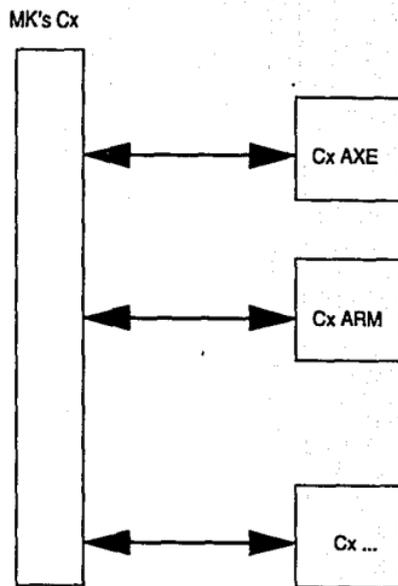


FIGURA 231.13: MK's de Cx



se ve en la figura 231.f3.

Esto representa los cableados que se tienen que realizar en una central, en Celaya para este ejemplo, es el trabajo a realizar en uno de los dos nodos que constituyen un circuito, el cual queda completo de acuerdo a la figura 231.f4 donde se muestra el cto. que conecta el AKE de GUADALAJARA con el AXE de CELAYA, así como lo simple del cableado que se tiene que realizar para construir estos circuitos.

2.3.2 CIRCUITOS NO CONMUTADOS

Se denominan así a los circuitos que conectan directamente un canal de L.D. con líneas de la red local y quedan asignados permanentemente a un usuario en particular. Para estos casos se realiza una conexión entre el MK(Tx) y el Distribuidor General (DG), que es un tablero donde la red local remata los cableados que van hasta el domicilio de los usuarios, tal como se muestra en la figura. 232.f1

Dada la importancia de algunos circuitos privados, se requiere que estos pasen por un equipo de supervisión utilizado por mantenimiento para detectar y corregir fallas rápidamente, por lo cual el cableado requerido

FIGURA 231.14: CABLEADO ENTRE MK's

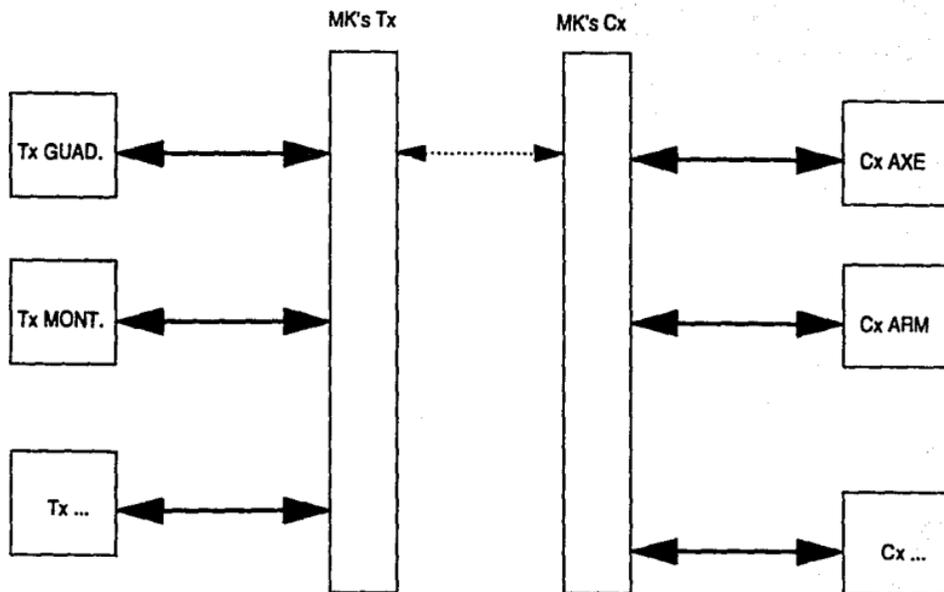
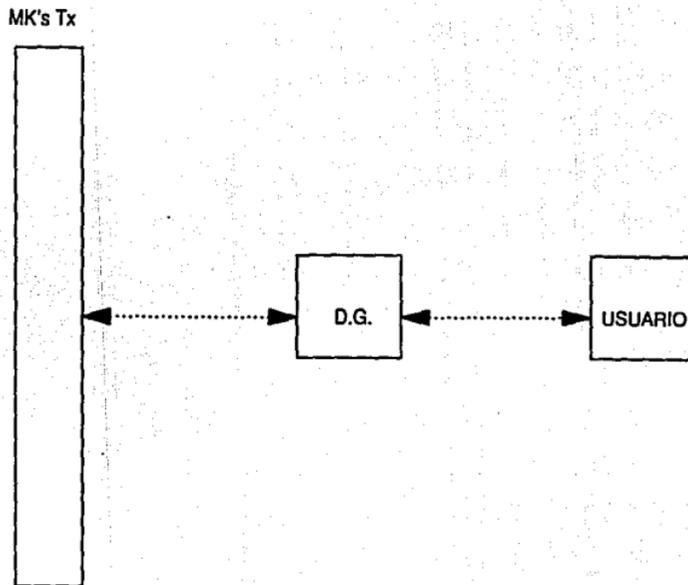


FIGURA 232.f1: CIRCUITO NO CONMUTADO



para construir estos circuitos es el indicado en la figura. 232.f2

Al igual que los circuitos conmutados, un circuito privado queda totalmente construido cuando se terminan los cableados en ambos extremos.

Una variante de circuitos no conmutados son los circuitos de supervisión automática, a los cuales se les asignan canales de L.D. para uso interno de la empresa y se construyen conectando el canal de L.D. a los sistemas de supervisión existentes en lugares estratégicos de la planta, su cableado se muestra en la figura 232.f3

2.3.3 ACOPLAMIENTOS

En ocasiones no se cuenta con sistemas de transmisión que comuniquen directamente dos puntos, por lo cual es necesario buscar un tercer punto en común para unirlos, al trabajo realizado en este último punto se le denomina ACOPLAMINETO y consiste en conectar un medio de transmisión con otro de la misma capacidad de canales. Supongamos que en el ejemplo dado para los circuitos automáticos quisieramos construir un circuito GUADALAJARA - MONTERREY y no existiera un sistema de transmisión directo entre estos dos puntos, entonces podríamos tomar

FIGURA 232.12: CIRCUITO NO CONMUTADO CON SUPERVISION

MK's Tx

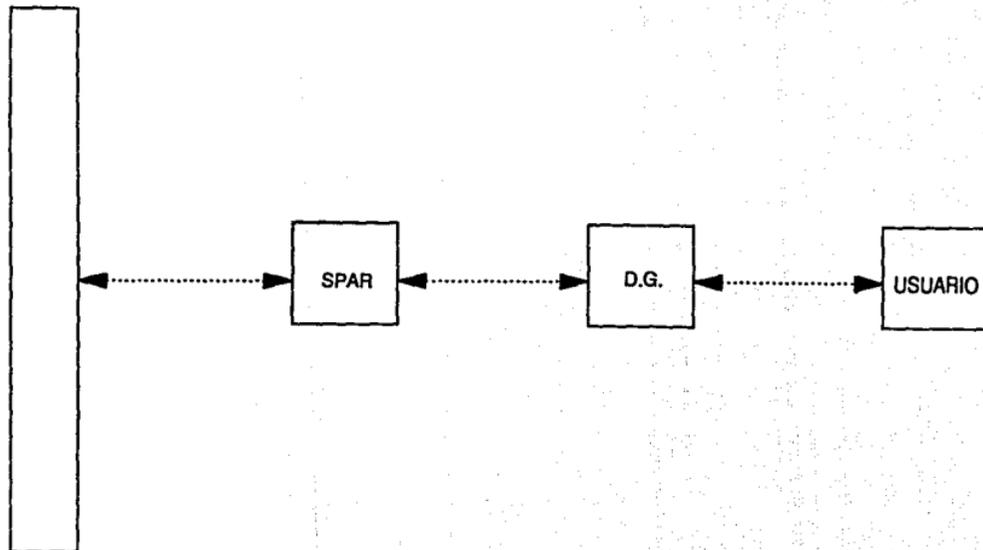
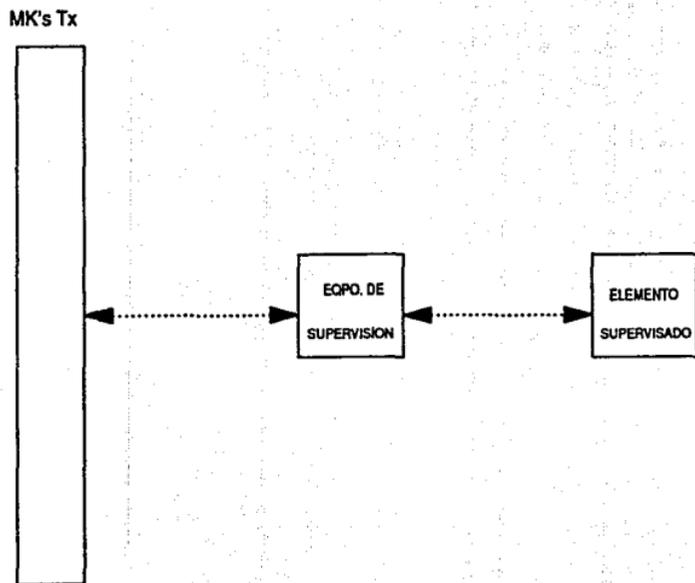


FIGURA 232.13: CIRCUITO DE SUPERVISION



un canal de GUADALAJARA-CELAYA y otro de CELAYA-MONTERREY como lo indica la figura 233.f1.

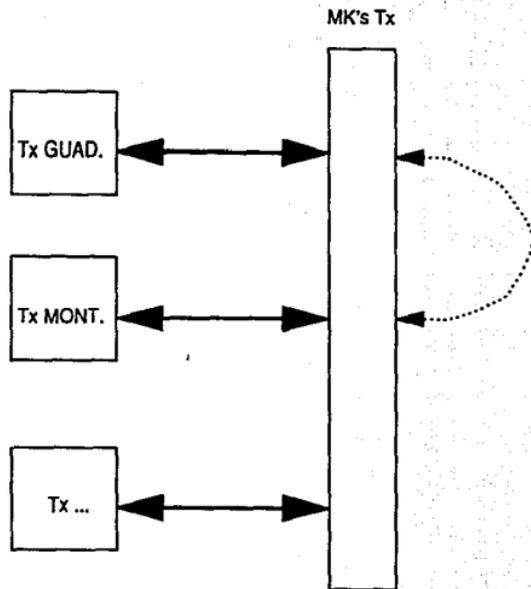
Aunque existe la recomendación de utilizar máximo un acoplamiento por circuito, en ocasiones es necesario utilizar dos o más a fin de lograr comunicar dos puntos de tal forma que existen circuitos que requieren hasta 6 acoplamientos, los cuales deben estar bien identificados para construir y mantener dichos circuitos.

2.2.4 INFRAESTRUCTURA

La infraestructura de la planta telefónica esta compuesta por los espacios físicos donde se instalan los equipos de conmutación y de transmisión, así como los equipos que suministran la energía eléctrica y los equipos para el acondicionamiento del ambiente. La obra civil es parte de esta infraestructura, así como puede llegar a serlo un camino de acceso para llegar a un repetidor o las bodegas para almacenar los materiales.

En este punto no penetraremos más por no afectar directamente al proceso de construcción de los circuitos de Larga Distancia, lo mencionamos únicamente para completar la descripción de los sistemas principales de telefonía.

FIGURA 233.f1: ACOPLAMIENTO



3 ORGANIZACION DE LA DIRECCION DE L.D. DE TELMEX

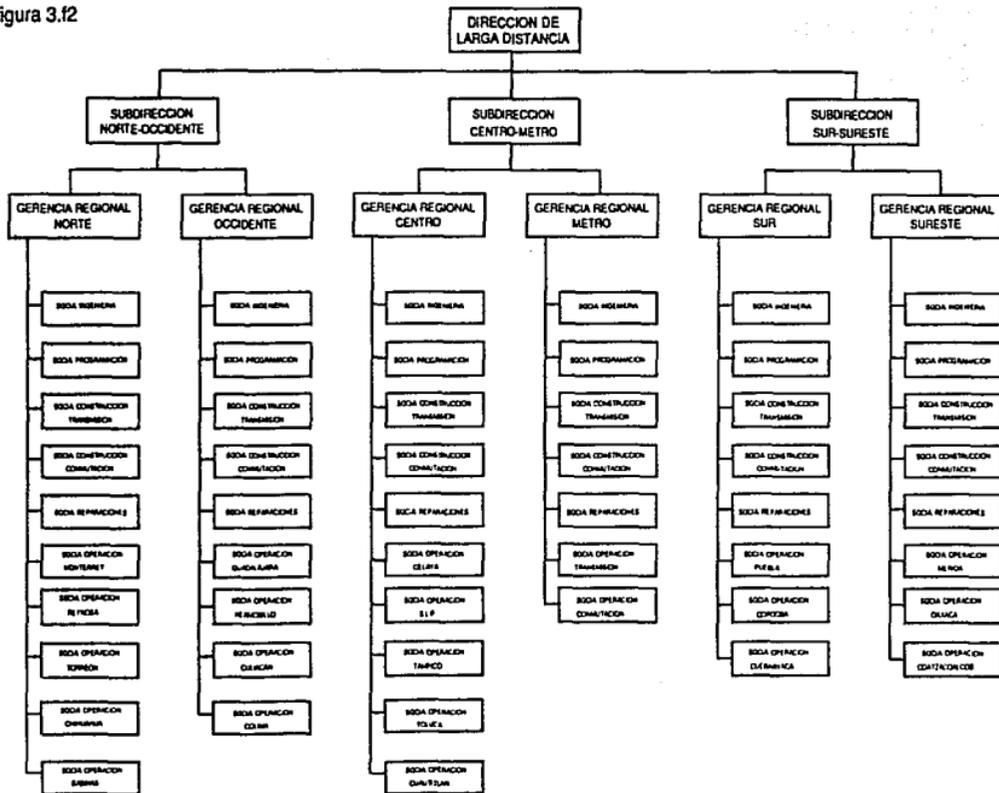
Actualmente cuando hacemos uso del servicio telefónico podemos realizar llamadas locales y de larga distancia, para estas últimas TELMEX tiene asignada a la dirección de larga distancia la función de asegurar y desarrollar el servicio de comunicación urbana en todo el país, esta dirección está dividida en seis Gerencias Regionales que operan en forma independiente una de otra pero bajo políticas establecidas para compartir los recursos de la empresa y con un mismo objetivo: "proporcionar al país el servicio de larga distancia nacional e internacional."

El organigrama de la Dirección de L.D. se muestra en la figura 3.f1 y 3.f2.

Cada Gerencia Regional se encarga del crecimiento y mantenimiento de la red de larga distancia dentro de su área de cobertura y comparte su infraestructura con las otras Gerencias para lograr la comunicación nacional e internacional. El objetivo principal de toda región es el de proporcionar a todas sus poblaciones la cantidad adecuada de circuitos de L.D. que satisfagan la demanda actual y futura de comunicación.



figura 3.f2



4 ANALISIS DE LA PROBLEMATICA

Un circuito físico de L.D. solo puede ser utilizado cuando el sistema de transmisión está disponible en ambos extremos y cuando se tienen los elementos suficientes para su explotación en ambos puntos terminales, si por alguna razón no se contara con cualquiera de estas partes, resultaría infructuoso el trabajo y material destinado a la construcción de las partes restantes, ya que el circuito solo puede ser utilizado cuando se concluye totalmente. Todo esto representa un problema al considerar el volumen de canales de Tx que se tienen que controlar, por ejemplo, en el Centro Telefónico San Juan se tienen aproximadamente 70,000 canales analógicos, los cuales tienen que ser asociados a un uso específico en diferentes partes del país, donde también se tiene que disponer de esta información para la construcción y mantenimiento de los circuitos, información que actualmente se procesa manualmente con deficiencias tales como las ocurridas en Junio de 1990 donde, tras una revisión a fondo se encontraron mas de 10,000 canales ociosos que aparentemente deberían estar operando, y en Agosto de 1991 fue de 7,500 canales analógicos y 31,600 digitales, la magnitud de este problema la podemos ver reflejada económicamente si tomamos en cuenta que cada circuito automático de L.D. factura en promedio más de

dos millones de pesos diarios (hasta 91.04.10), por lo cual se multiplica la cifra por la cantidad de canales ociosos por la cantidad de tiempo transcurrido desde que se instalaron hasta la fecha en que se pongan en servicio para determinar la enorme cantidad de ingresos que pierde la empresa por esta situación. Es por esto que surge la necesidad y el objetivo de esta tesis, para proporcionar una solución que ayude a evitar no solo las pérdidas económicas mencionadas, sino también para ayudar a satisfacer los servicios de comunicación que demanda nuestro país.

4.1 ANALISIS ESTRUCTURADO

El análisis estructurado utilizado en esta tesis tiene como propósito fundamental especificar en la forma más precisa posible, los requerimientos del usuario para un programa o conjunto de programas.

El diagrama de flujo de datos (DFD) será la principal herramienta gráfica del análisis estructurado y tendrá como objetivos mostrar las transformaciones de los datos a la medida que estos fluyen a través de los procesos del programa; es decir, ayudara a analizar los cambios que ocurren a los datos de entrada a fin de lograr la salida deseada.

El diagrama de flujo de datos, debido a su sencillez y a que es una herramienta gráfica, resultará comprensible tanto para el usuario como para el analista del sistema.

Especificará que hacer, más no como hacerlo ya que hará énfasis en el flujo lógico de datos sin profundizar en aspectos de procedimientos y soluciones físicas.

Facilitará la visualización del sistema a cualquier nivel, desde lo más general hasta el detalle.

Será fácilmente actualizable y no contendrá redundancias.

4.1.1 DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS (DFD)

Un diagrama de flujo de datos es, un instrumento de modelación que permite mostrar a un sistema como una red de subsistemas, conectados unos a otros mediante flujos de datos, que muestren las relaciones entre subsistemas.

Un diagrama de flujo de datos consta de los siguientes elementos:

- Un círculo, con nombre inscrito, para indicar un proceso. El nombre indica la función del proceso, el cual actúa sobre los datos para transformarlos o generar nueva información.

- Una flecha con un nombre asociado, para indicar la entrada y salida de datos de un proceso. La dirección de la flecha indica el sentido del flujo de datos.

- Dos líneas paralelas, con un nombre entre ellas para indicar un contenedor de datos; es decir, un archivo en disco o en cinta, o un archivo de

tarjetas, etc.

- Un rectángulo que indica donde se origina o se destina la información (sentido de la flecha). Un mismo rectángulo puede ser fuente o destino. El rectángulo tiene un nombre que identifica la fuente o el destino.

Las características del diagrama de flujo de datos son las siguientes:

- Es gráfico, por lo que de un vistazo se pueden percibir rápidamente las funciones principales del sistema.
- Es modular. Esto significa que el DFD muestra la partición de un sistema en funciones tan independientes entre sí como sea posible, lo cual permite tanto al usuario como al diseñador revisar cada función del sistema de una manera aislada.
- Enfatiza el flujo de datos. El DFD muestra solamente el flujo de datos que se transforma a medida que pasan a los procesos (funciones) desde la entrada a la salida.

- Desenfatisa el flujo de control. El DFD no muestra información de control (banderas), ni secuencia de acciones en el tiempo.
- Es modificable. Esto significa que se pueden reconsiderar algunas partes del DFD con las cuales no se haya quedado satisfecho y volver a trabajarlas.
- No es redundante. Esto quiere decir que una función debe registrarse sólo una vez para que el sistema, al cual dará origen el DFD sea consistente y de fácil actualización.
- Son autocontenidos. Describen en una hoja de papel un sistema o módulos completos.

El flujo de datos posee las siguientes características:

- Un flujo de datos siempre representa el mismo paquete indivisible de información.
- Si de un proceso a otro fluyen diferentes grupos de información, deben representarse con diferentes flujos de datos.

- Los nombres de los flujos de datos deben ser únicos.
- Para evitar ambigüedades se usan solo palabras en mayúsculas ligadas.
- Deben añadirse calificativos que muestren lo que se sabe de la información.
- Los flujos de datos no deben usarse para representar las líneas de control.
- Los flujos de datos no deben usarse como activadores de procesos.

Los procesos por su parte son caracterizados por:

- Representan transformaciones de los datos de entrada para producir los datos de salida.
- Generalmente el nombre deberá poderse expresar en términos de las entradas y salidas.
- Los nombres de los procesos deben ser únicos.
- La definición de los procesos se dará en forma

detallada mediante su expansión en un DFD o una microespecificación.

Características de las fuentes externas de información:

- Establecen con claridad las fuentes externas al contexto del sistema.
- La información que aportan o reciben debe estar perfectamente definida.
- No deben considerarse fuentes externas aquellas que puedan impactar el sistema (no importa que no se vayan a mecanizar.

Características de los contenedores

- Se representa con dos líneas paralelas y el nombre que indica el contenido.
- Representan almacenes de información manuales o computarizados tales como: tarjeteros, archiveros o bases de datos de computadora.
- Los nombres deben ser familiares para los usuarios.

- La dirección de la flecha, indica que se va a tomar o almacenar información, una actualización lógicamente es almacenamiento de información (aunque físicamente tengamos que leer el archivo).

4.1.1.1 PASOS PARA PREPARAR UN DFD

- Identificar las entradas y salidas del sistema.
- Siguiendo las transformaciones de los datos se puede trabajar en ambos sentidos.
- Asignar nombres significativos a los flujos de datos.
- Asignar nombres a las burbujas en términos de sus entradas y salidas.
- Prepararse para repetir el proceso.
- Recuerde no incluir.

- . Señales de iniciación o terminación
- . Señales de control
- . Detalle del manejo de excepción

Reglas generales a seguir:

- Balanceo. Las entradas y salidas netas de un DFD deben ser las mismas que las que muestra el proceso en el DFD de nivel superior.
- Al numerar las burbujas solo se necesita el último número.
- Archivos locales. Son aquellos que solo aparecen en un DFD y sus subordinados y no es necesario mostrarlos en niveles superiores.
- Por cada proceso en un DFD debe existir un DFD de nivel inferior o una miniespecificación.
- Se debe definir un diagrama de contexto con los siguientes propósitos:
 - Proporcionar una visión general del sistema.
 - Establecer en términos de las entradas y salidas netas del sistema la frontera con el exterior.
 - En términos globales representar la

transformación de las entradas para producir las salidas.

- El nombre debe ser apropiado pero no es necesario que en todos los casos defina en forma precisa el sistema.

Los flujos de datos pueden representar un dato o un conjunto de datos. Cuando se trata de un conjunto de datos se utiliza la notación de estructura de yourdon para definir la lista de datos asociada a un flujo.

Cada elemento de la estructura es un elemento del diccionario del sistema y puede ser usado en otras estructuras, es decir, en otros flujos.

De igual manera, los archivos de información se definen mediante estructuras. Regularmente un archivo contiene un conjunto de datos, por lo que se requiere de una estructura que relacione tal conjunto con un archivo.

Los elementos de la estructura de un archivo son por lo general datos contenidos en un flujo. Siendo así, la notación de la estructura del archivo, puede contener una referencia a la estructura de flujo en lugar de listar todos los datos del flujo que también están contenidos en

el archivo.

4.2 MODELO LOGICO DE LA OPERACION ACTUAL

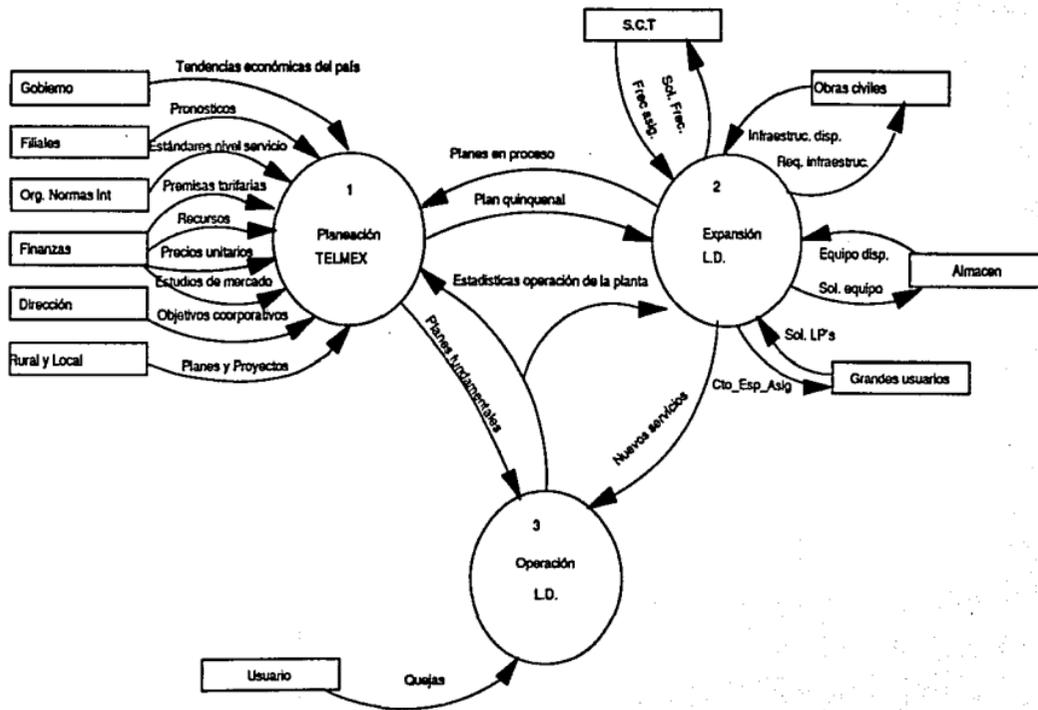
Al realizar el estudio de la construcción de los circuitos de larga distancia nos encontramos con la necesidad de analizar el entorno que rodea este punto. Por una parte están los procesos de construcción, de los sistemas de conmutación y transmisión, que deben de combinarse perfectamente para producir los circuitos, todos estos procesos de construcción los englobamos en uno solo al cual llamamos EXPANSION. Al reconocer su entorno, encontramos, enfocados desde el nivel de la dirección de larga distancia, junto al proceso de EXPANSION, los procesos de PLANEACION y OPERACION, que son interdependientes e igualmente importantes.

Utilizamos los diagramas de flujo sugeridos por la metodología de Tom de Marco (explicados previamente) para describirlos, sin llegar al diccionario de datos, ni a la miniespecificación de todos los procesos, ya que esto representaba una enorme cantidad de trabajo que es poco útil para el logro del objetivo de esta tesis. Por lo anterior, tomamos los procesos más significativos para su desarrollo completo, sin dejar de lado el entorno completo en el cual se desenvuelven. El objetivo es

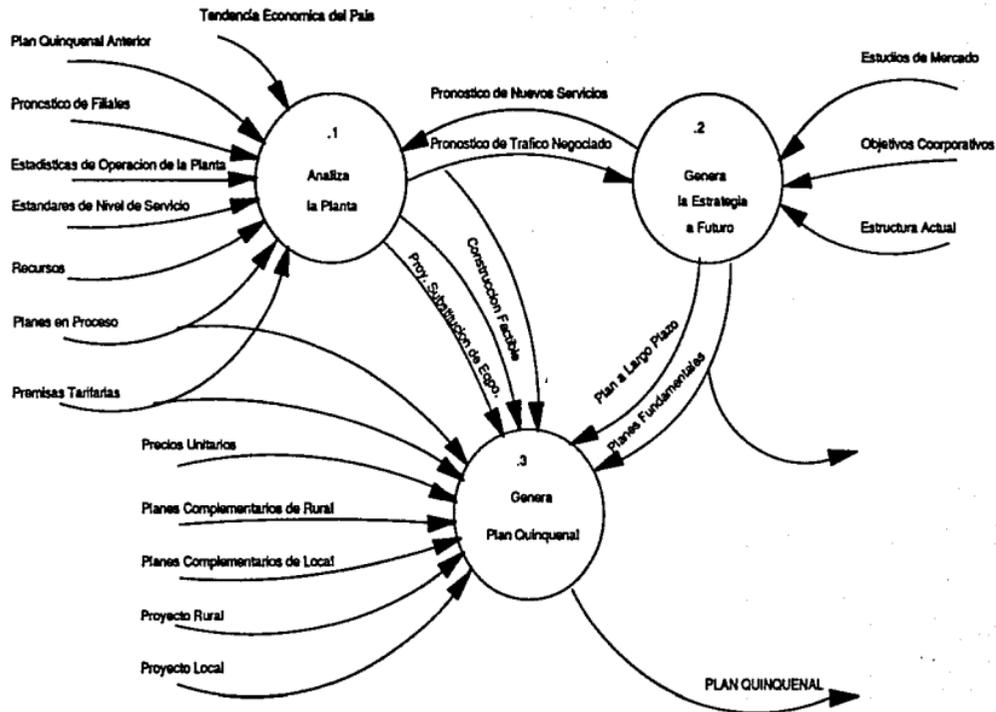
ubicar nuestro punto de estudio dentro del entorno global, para identificar las relaciones existentes entre el proceso que estudiamos y los demás procesos existentes, y así descubrir el impacto que lleguen a tener para el diseño del modelo de solución.

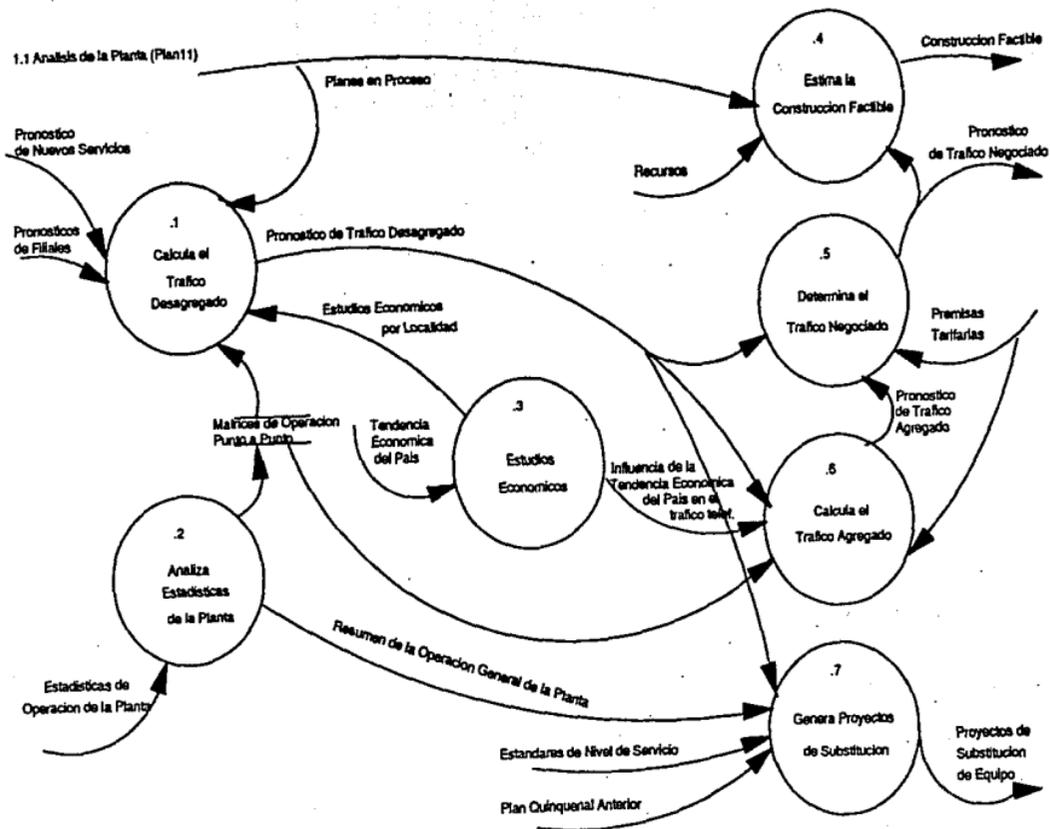
De esta forma presentamos el entorno global de la dirección de larga distancia y el proceso de construcción de los circuitos de larga distancia.

4.2.1 DIAGRAMAS DE FLUJO DE DATOS

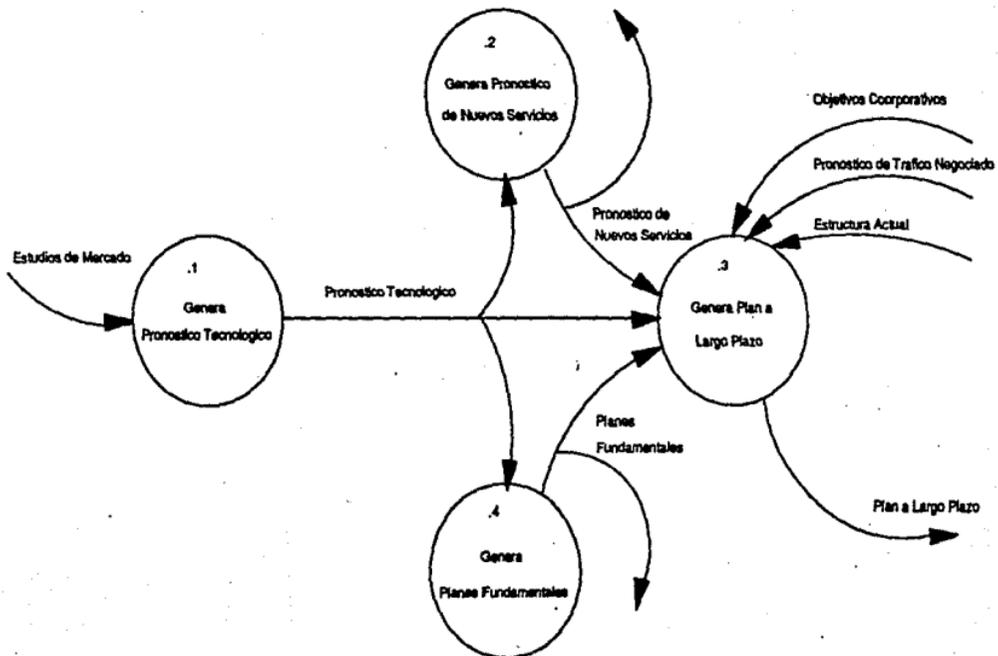


1 Planeación (plan10)

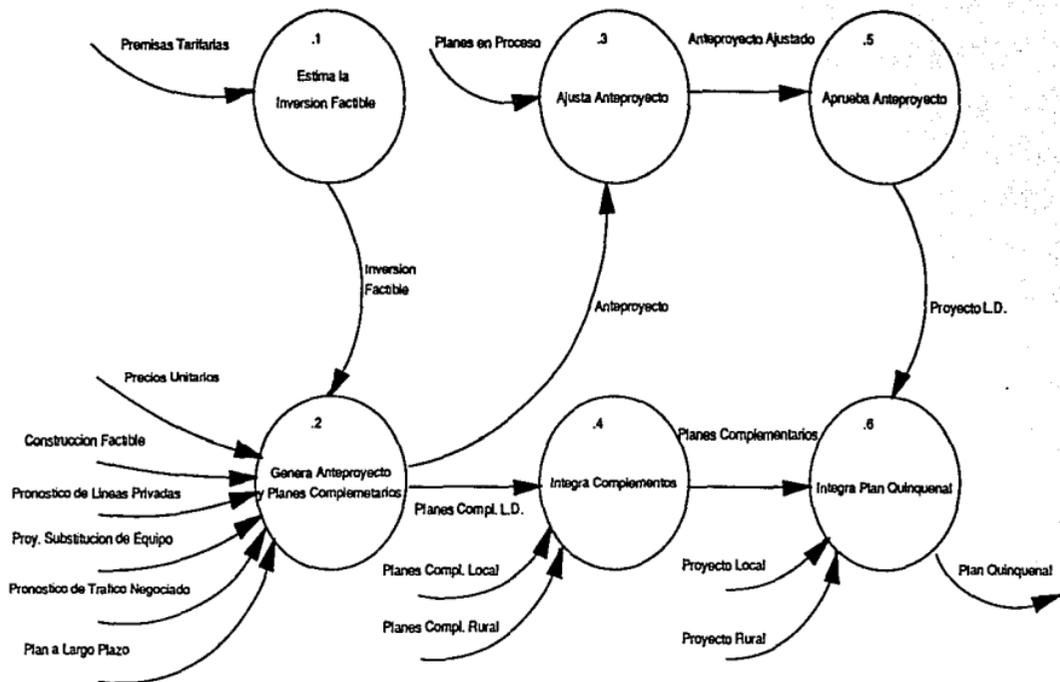




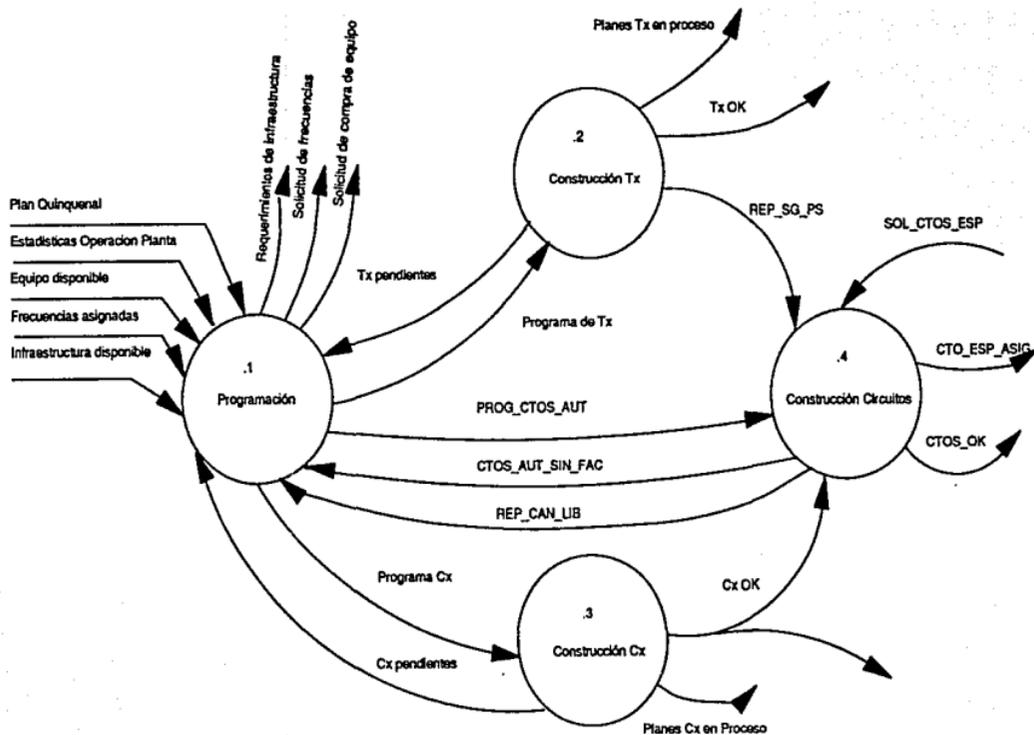
1.2 Genera Estrategia a futuro (Plan12)



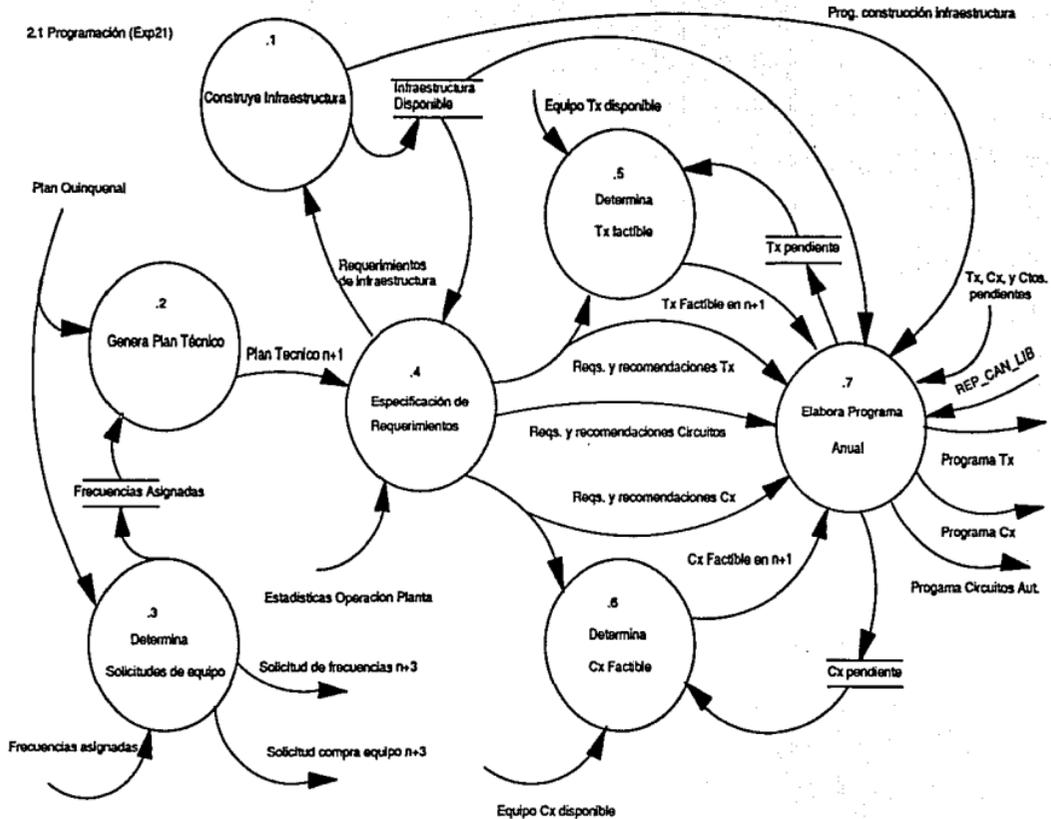
1.3. Genera Plan Quinquenal (Plan13)



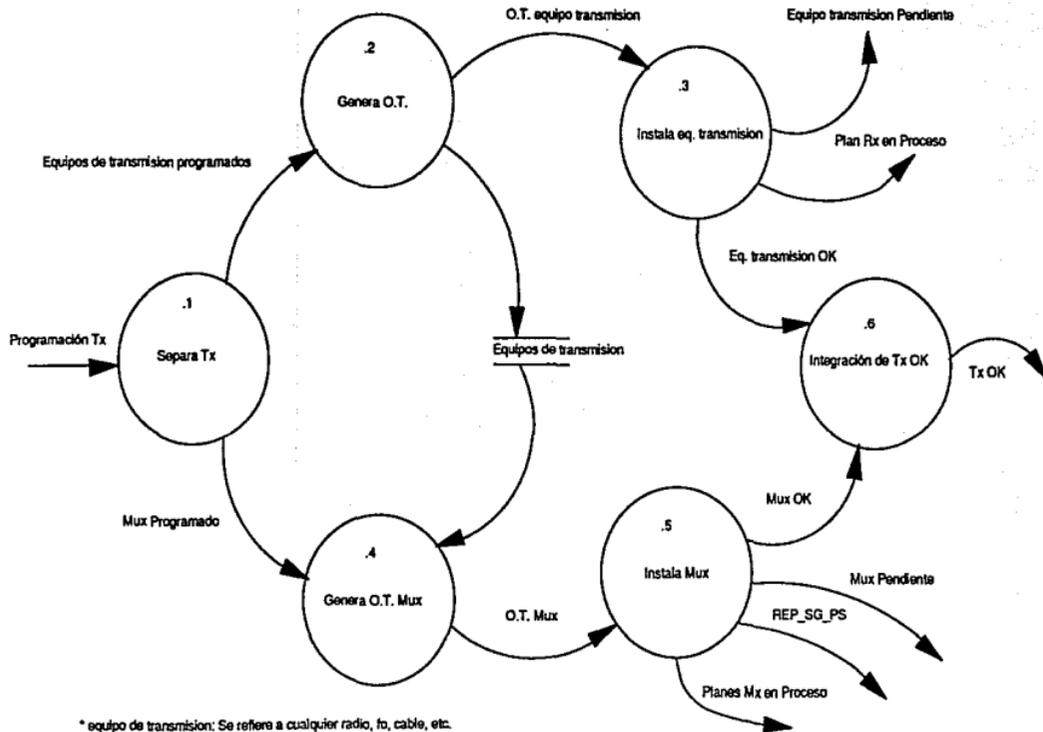
2 Expansión (Exp20)



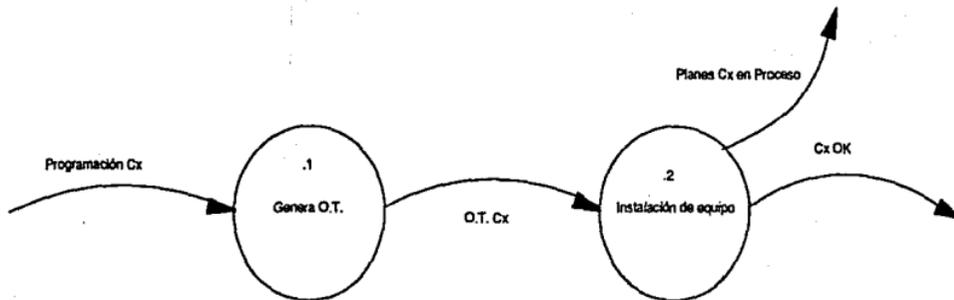
2.1 Programación (Exp21)



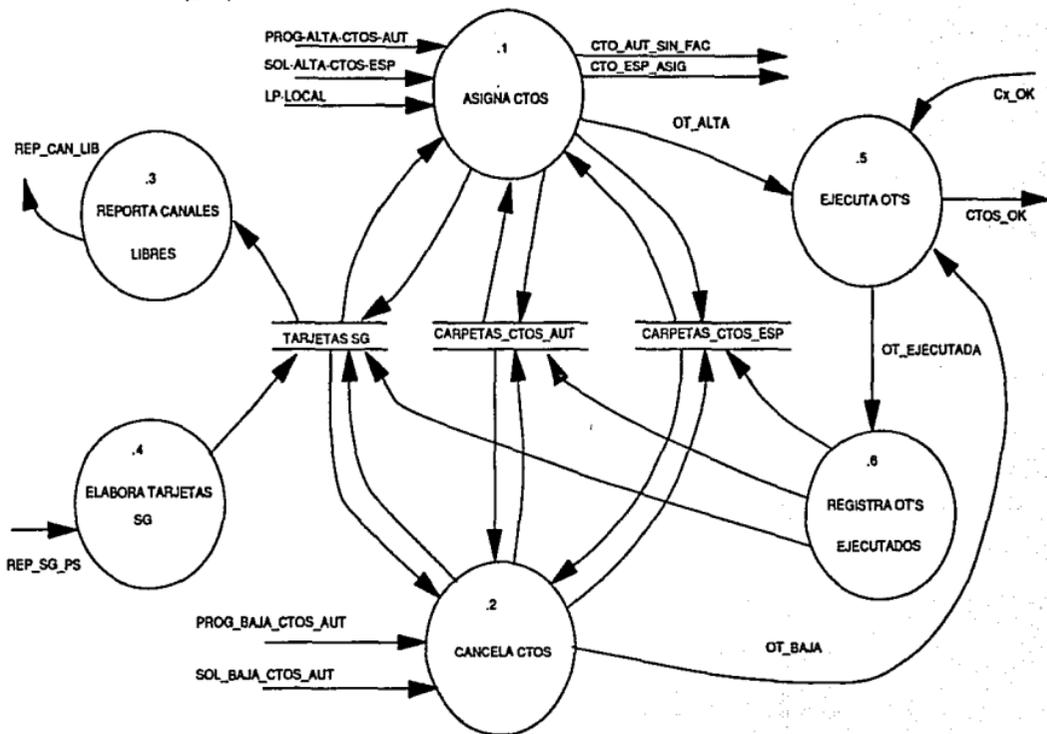
2.2 Construcción Tx (Exp22)



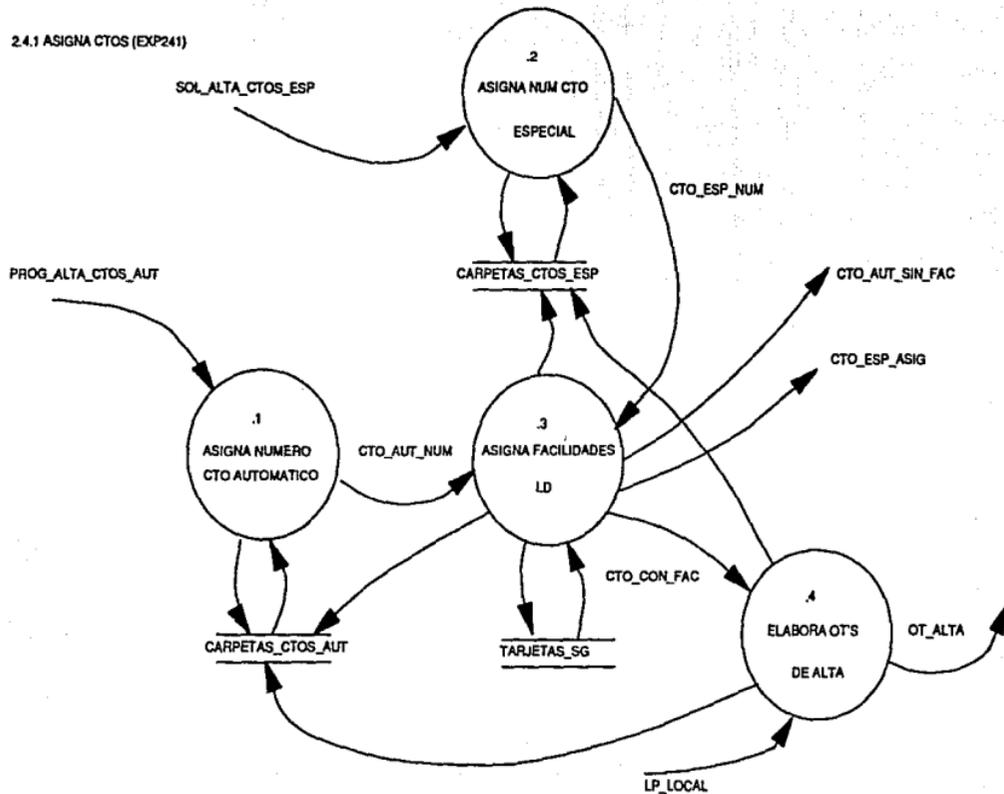
2.3 Construcción Cx (Exp23)



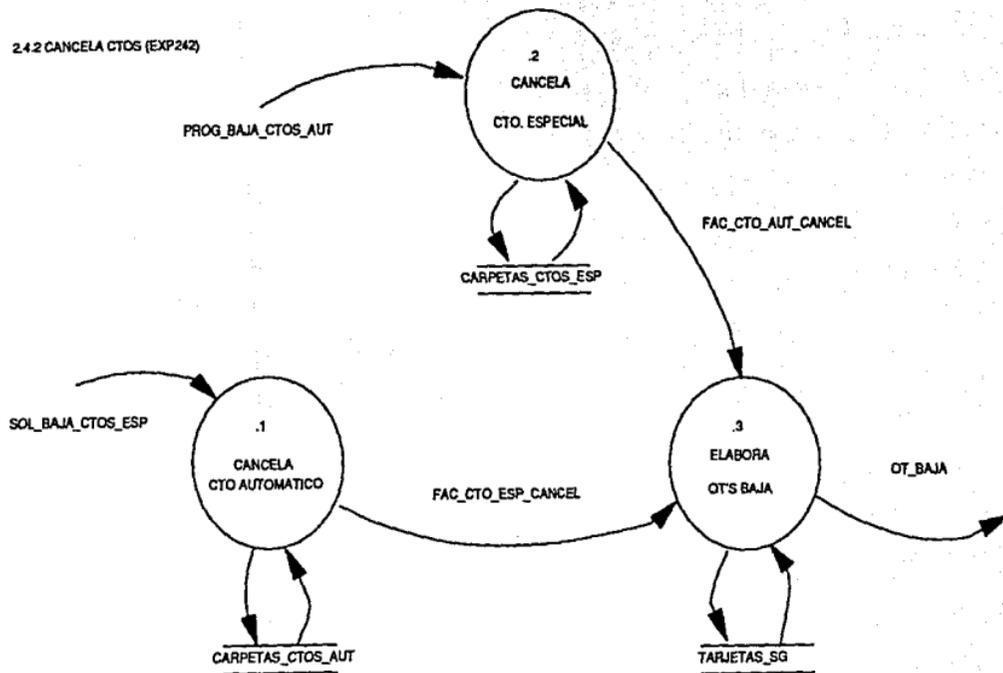
2.4 CONSTRUCCION CTOS (EXP24)



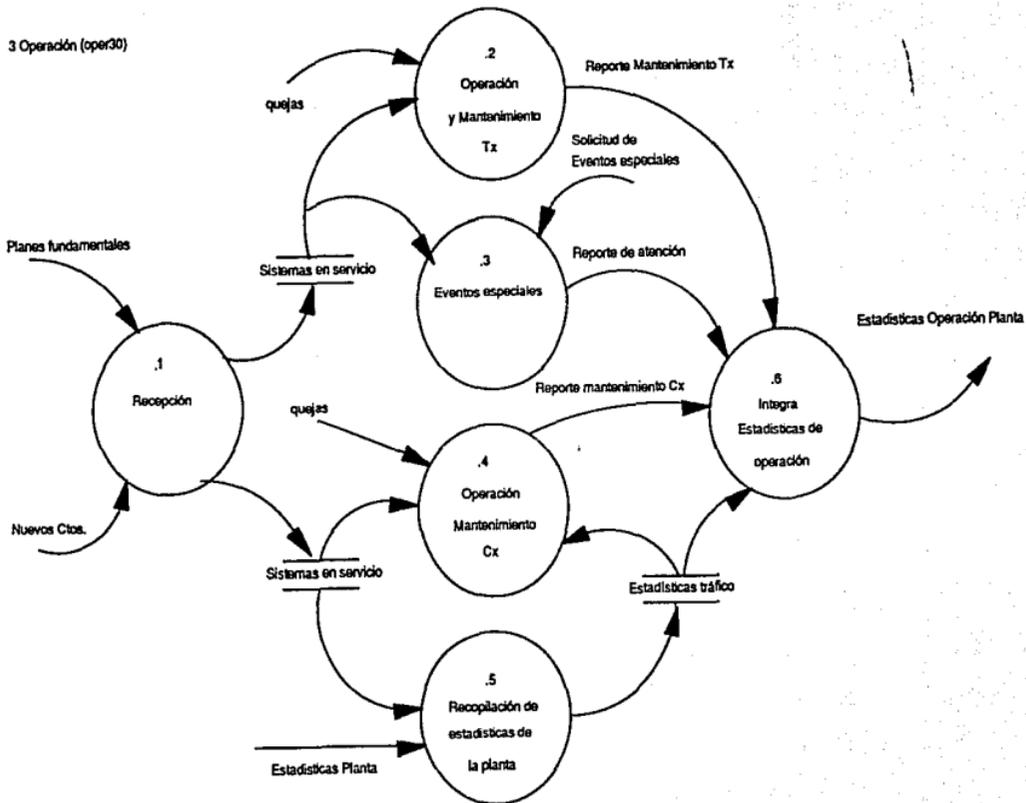
2.4.1 ASIGNA CTOS (EXP241)



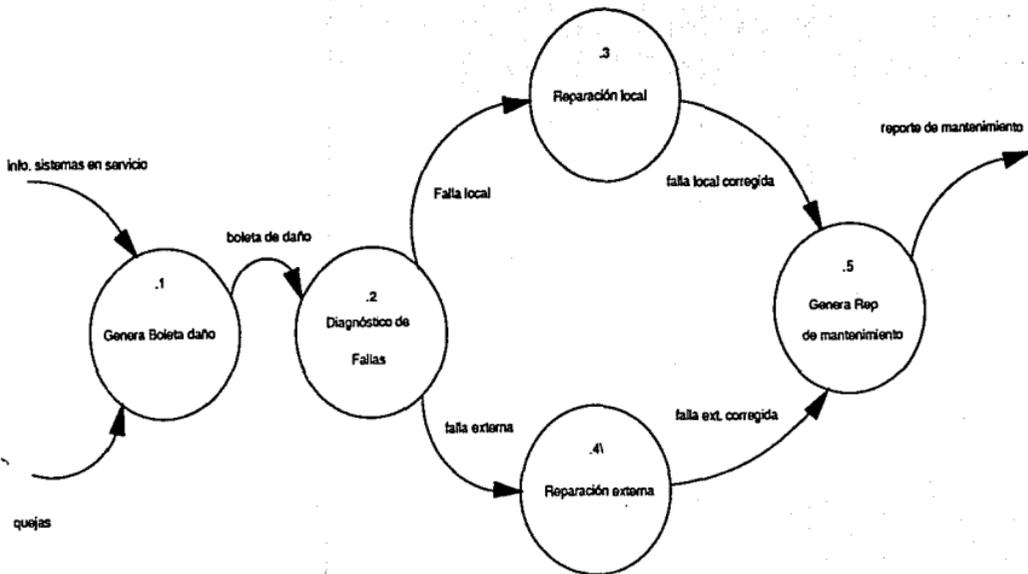
2.4.2 CANCELA CTOS (EXP242)



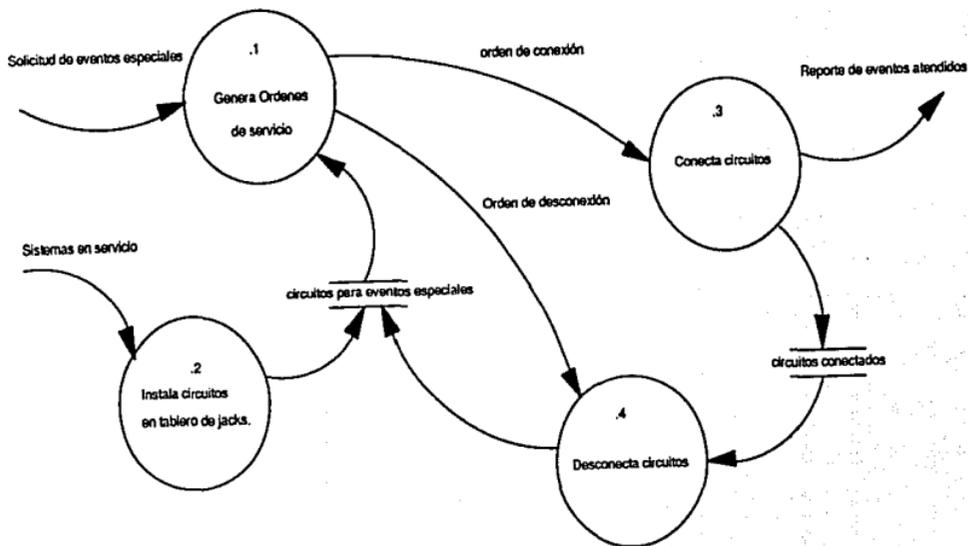
3 Operación (oper30)



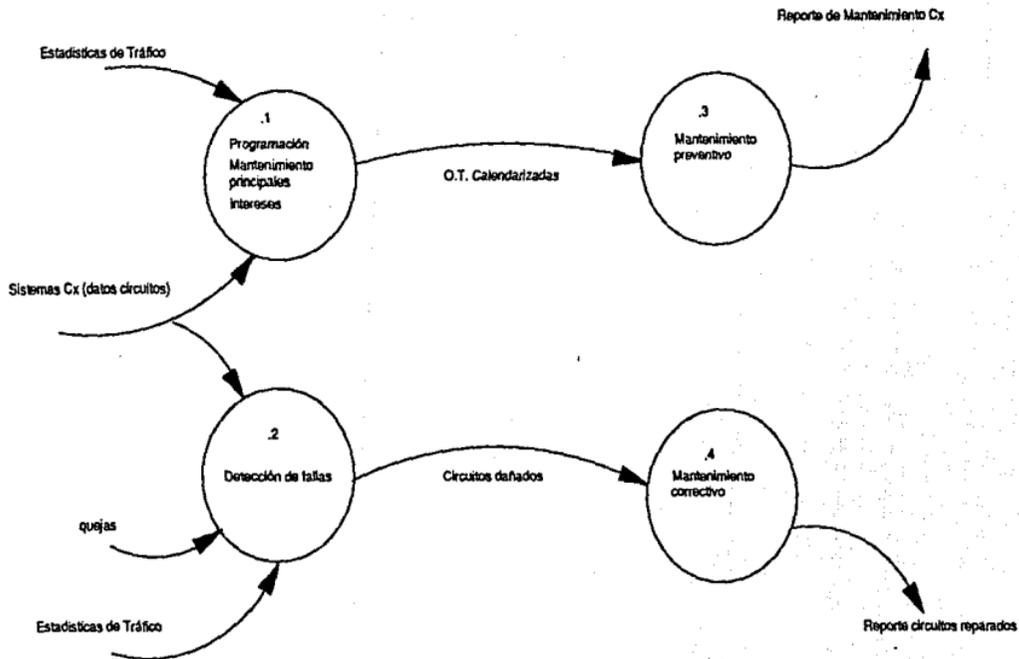
3.2 Operación y Mantenimiento Tx (oper32)



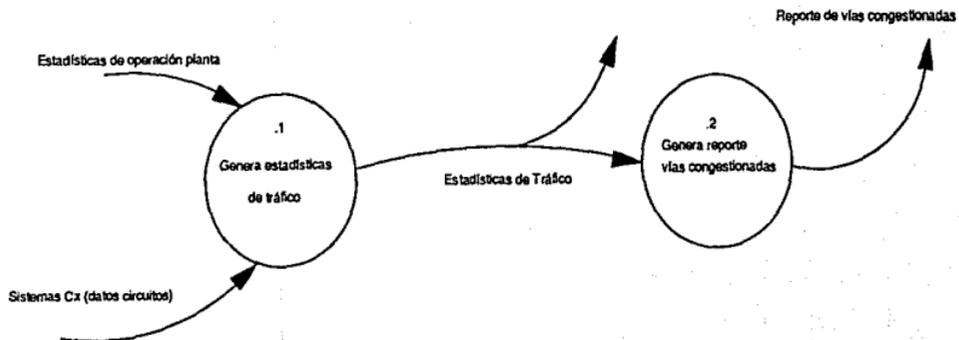
3.3 Atención a eventos especiales (oper33).



3.4 Operación y Mantenimiento Cx (oper34)



3.5 Recopilación estadísticas de planta (oper35)



4.2.2 DICCIONARIO DE DATOS

ACOPLAMIENTO=	1{CANAL}
AÑO=	entero(00-99)
ATENUACION=	real
AUTORIZO=	NOMBRE_PERSONA
CALIBRE=	real
CANAL=	CVE_SUPERGRUPO+NUM_CANAL
CANTIDAD=	entero
CARPETAS_CTOS_AUT=	CTO_AUT_NUM+FACILIDADES+ EDO_CTO+NUM_OT_A+NUM_OT_B
CARPETAS_CTOS_ESP=	CTO_ESP_NUM+FACILIDADES+ EDO_CTO+NUM_OT_A+NUM_OT_B
CONSECUTIVO=	numero
CONSEC_AUT=	num_entero(1-n)
CONSEC_ESP=	num_entero(1-n)
CTOS_OK=	CTO_CON_FAC + FECHA_ENTREGA
CTO_AUT=	EXTREMOS + EQPO_CX_POB_A +EQPO_CX_POB_B+DIR_COM
CTO_AUT_CON_FAC=	CTO_AUT_NUM + FACILIDADES
CTO_AUT_NUM=	CTO_AUT+CONSEC_AUT
CTO_AUT_SIN_FAC=	REQ_ALTA_CTOS_AUT
CTO_CON_FAC=	C T O _ A U T _ C O N _ F A C CTO_ESP_CON_FAC
CTO_ESP=	EXTREMOS + TIPO_CTO + USUARIO
CTO_ESP_ASIG=	C T O _ E S P _ S I N _ F A C CTO_ESP_CON_FAC

CTO_ESP_CON_FAC=	CTO_ESP_NUM + FACILIDADES
CTO_ESP_NUM=	CTO_ESP+CONSEC_ESP
CTO_ESP_SIN_FAC=	SOL_ALTA_CTOS_ESP
CTO_NUM=	CTO_AUT_NUM CTO_ESP_NUM
CUENTA=	cadena
CVE_POB=	numero(1-1000)
CVE_SUPERGRUPO=	'S'+NUM_SG+'-' +CVE_POB+'.'+' + CVE_POB+':' +NUM_CANAL
DIR_COM=	caracter('E' 'S');
DIST_COPIAS=	1(SIGLAS+NUMCOPIAS)N
DOMICILIO=	cadena
Digito=	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
EDO_CAN=	c a d e n a (l i b r e proyecto servicio baja)
EDO_CTO=	cadena(s/f proyecto servicio baja)
ENCARGADO=	cadena
EQPO_CX_=	cadena
EQPO_CX_POB_A=	EQPO_CX
EQPO_CX_POB_B=	EQPO_CX
EQPO_TX=	cadena
EQPO_TX_A=	EQPO_TX
EQPO_TX_B=	EQPO_TX
EXTREMOS=	POBLACION_A+POBLACION_B
FACILIDADES=	1(CANAL)
FAC_CTO_AUT_CANCEL=	CTO_CON_FAC

FAC_CTO_ESP_CANCEL=	CTO_CON_FAC
FECHA_OT=	fecha
FECHA_PROG_ALTA=	fecha
FECHA_TERMINACION=	fecha
FOLIO=	num_entero(1-n)
LONG=	real(0-n)
LONG_LD=	LONG
LONG_LP=	LONG
LONG_TOTAL=	LONG
LP_LOCAL=	NUM_LP+LONG_LP+CALIBRE+ ATENUACION + USR_RESP +DOMICILIO + NIVEL_TX+NIVEL_RX
LP_LOCAL_A=	LP_LOCAL
LP_LOCAL_B=	LP_LOCAL
NIVEL_RX=	real
NIVEL_TX=	real
NOMBRE_PERSONA=	cadena
NUMCOPIAS=	numero(1-n)
NUM_CANAL=	num_entero(1-60)
NUM_LP=	1(digito)6
NUM_OT=	ANO + CONSECUTIVO
NUM_OT_A=	NUM_OT
NUM_OT_B=	NUM_OT
NUM_SG=	num_entero(1-n)
OBSERVACIONES=	cadena
OFNA_CTRL=	POBLACION

OT_ALTA=	[OT _ A L T A _ C T O _ E S P
	OT_ALTA_CTO_AUT]
OT_ALTA_CTO_AUT=	{NUM_OT + POBLACION + CUENTA +
	ENCARGADO + OFNA_CTRL} +
	EQPO_CX_POB_A + EQPO_CX_B +
	PROYECTISTA + FECHA_OT +
	AUTORIZO + CTO_CON_FAC +
	LONG_LD + DIST_COPIAS +
	OBSERVACIONES + ESTUDIO_TX
OT_ALTA_CTO_ESP=	{NUM_OT + POBLACION + CUENTA +
	ENCARGADO + OFNA_CTRL} +
	PROYECTISTA + FECHA_OT +
	AUTORIZO + CTO_CON_FAC +
	LP_LOCAL_A + LP_LOCAL_B +
	LONG_LD + LONG_TOTAL +
	DIST_COPIAS + OBSERVACIONES +
	ESTUDIO_TX
OT_BAJA=	[OT _ B A J A _ C T O _ E S P
	OT_BAJA_CTO_AUT]
OT_BAJA_CTO_AUT=	{NUM_OT + POBLACION + CUENTA +
	ENCARGADO + OFNA_CTRL} +
	EQPO_CX_POB_A + EQPO_CX_B +
	PROYECTISTA + FECHA_OT +
	AUTORIZO + CTO_CON_FAC +
	DIST_COPIAS + OBSERVACIONES
OT_BAJA_CTO_ESP=	{NUM_OT + POBLACION + CUENTA +

	ENCARGADO + OFNA_CTRL} +
	PROYECTISTA + FECHA_OT +
	AUTORIZO + CTO_CON_FAC +
	LP_LOCAL_A + LP_LOCAL_B +
	DIST_COPIAS + OBSERVACIONES
OT_EJECUTADA=	[OT _ A L T A O T _ B A J A] +
	FECHA_TERMINACION
POBLACION=	cadena
POBLACION_A=	POBLACION
POBLACION_B=	POBLACION
PROG_ALTA_CTOS_AUT=	REQ _ A L T A _ C T O S _ A U T +
	FECHA_PROG_ALTA
PROG_BAJA_CTOS_AUT=	REQ _ B A J A _ C T O S _ A U T +
	FECHA_PROG_BAJA
PROG_CTOS_AUT=	PROG _ A L T A _ C T O S _ A U T +
	PROG_BAJA_CTOS_AUT
PROYECTISTA=	NOMBRE_PERSONA
RECIBIDO_POR=	NOMBRE_PERSONA
REP_CAN_LIB=	{ EXTREMOS+CANTIDAD }
REP_SG_PS=	1 { SUPERGRUPO }
REQ_ALTA_CTOS_AUT=	1 { CTO_AUT+CANTIDAD }
REQ_BAJA_CTOS_AUT=	1 { C T O _ A U T _ N U M +
	{ REQ_ALTA_CTOS_AUT })
SIGLAS=	cadena
SOL_ALTA_CTOS_ESP=	1 { CTO_ESP+ { FOLIO } }
SOL_BAJA_CTOS_ESP=	1 { CTO_ESP_NUM }

SOL_CTOS_ESP=	SOL_ALTA_CTOS_ESP + SOL_BAJA_CTOS_ESP
SUPERGRUPO=	EXTREMOS + NUM_SG + FECHA_ENTREGA + LONG_LD + EQPO_TX_A + EQPO_TX_B
TARJETAS_SG=	1{TARJETA_SG}
TARJETA_SG=	CVE_SUPERGRUPO + 1(NUM_CANAL+EDO_CAN + (CTO_NUM + (ACOPLAMIENTO)))60
TIPO_CTO=	cadena({[f]+[s]+[p]+[d]+[t]})
TX_OK=	REP_SG_PS
USR_RESP=	NOMBRE_PERSONA
USUARIO=	NOMBRE_PERSONA

4.2.3 MINIESPECIFICACIONES

2.4.1.1 ASIGNA NUMERO DE CIRCUITO AUTOMATICO

para cada PROG_ALTA_CTOS_AUT

busca en CARPETAS_CTO_AUT máximo CONSEC_AUT
asignado

genera nuevo CTO_AUT_NUM con PROG_
ALTA_CTOS_AUT, CONSEC_AUT+1

inserta nuevo CTO_AUT_NUM

2.4.1.2 ASIGNA NUMERO DE CIRCUITO ESPECIAL

para cada PROG_ALTA_CTOS_ESP

busca en CARPETAS_CTO_ESP máximo CONSEC_ESP
asignado

genera nuevo CTO_ESP_NUM con PROG_
ALTA_CTOS_ESP, CONSEC_ESP+1

inserta nuevo CTO_ESP_NUM

2.4.1.3 ASIGNA FACILIDADES LD.

para cada CTO_NUM

busca EXTREMOS en TARJETAS_SG y
EDO_CANAL=libre

si existe

registra EDO_CANAL=proyecto

reporta CTO_CON_FAC

```
sino
    determina SOL_ACOP factible
    solicita ACOPLAMIENTO factible
    si hay ACOPLAMIENTO entonces
        registra EDO_CANAL=proyecto
        registra ACOPLAMIENTO
        reporta CTO_ESP_CON_FAC
    sino
        reporta CTO_ESP_SIN_FAC
si CTO_NUM=CTO_AUT_NUM
    actualiza   CARPETAS_CTOS_AUT   segun
    facilidades
sino
    actualiza   CARPETAS_CTOS_ESP   según
    facilidades
fin_para
para cada SOL_ACOP
    busca   EXTREMOS   en   TARJETAS_SG   y
    EDO_CANAL=libre
    si existe
        registra EDO_CANAL=proyecto
        reporta ACOPLAMIENTO
```

2.4.1.4 ELABORA OT_ALTA

llena forma de OT con

CTO_CON_FAC

si CTO_NUM=CTO_ESP_NUM entonces

realiza estudio de transmisión incluyendo

LP_LOCAL

asigna NUM_OT consecutivo por proyecto

actualiza CARPETAS_CTOS_ESP con NUM_OT

sino

realiza estudio de transmisión

asigna NUM_OT consecutivo por población

actualiza CARPETAS_CTOS_AUT con NUM_OT

Envia ot a cada población que interviene en la
trayectoria del circuito.

OBSERVACION: las OT no tienen la fecha de programación de
alta del equipo, por lo que se pierde credibilidad en las
ot que no se pueden realizar por falta de facilidades.

* para cada OT_ALTA (esto no se puede hacer y se
debería de hacer)

si FECHA de programación de alta de circuito >
hoy

envia OT_ALTA

2.4.2.1 CANCELA CIRCUITO AUTOMATICO

para cada CTO_AUT en PROG_BAJAS_CTOS_AUT
obten facilidades para el CTO_AUT
actualiza EDO_CTO = baja en CARPETAS_CTOS_AUT

2.4.2.2 CANCELA CIRCUITO ESPECIAL

para cada CTO_ESP en PROG_BAJAS_CTOS_ESP
obten facilidades para el CTO_ESP
actualiza EDO_CTO = baja en CARPETAS_CTOS_ESP

2.4.2.3 GENERA OT_BAJA

llena forma de OT con
CTO_CON_FAC
si CTO_NUM=CTO_ESP_NUM entonces
asigna NUM_OT_ESP
sino
asigna NUM_OT_AUT para EXTREMOS
* para cada OT_BAJA
si FECHA de programación de alta de circuito >
hoy
envia OT_BAJA

2.4.3 GENERA REPORTE CANALES LIBRES

```
para todo TARJETAS_SG ordenado por EXTREMOS
  CANTIDAD=0
  para cada EXTREMOS
    si EDO_CAN=libre entonces
      incrementa CANTIDAD
    imprime EXTREMOS CANTIDAD
  finpara
```

2.4.4 ELABORA TARJETA DE SUPERGRUPO

```
para cada SUPERGRUPO en REP_SG_PS
  llenar TARJETA_SG
  inserta en TARJETAS_SG
fin para
```

2.4.5 EJECUTA OT

```
para cada OT_ALTA
  si OT=ALTA_CTO_AUT
    si existe facilidad de transmisión y
    facilidad de conmutación entonces
      conecta el circuito
      regresa OT_EJECUTADA con
      FECHA_TERMINACION
    sino
      verifica facilidades faltantes
```

```
espera por facilidades
si OT=ALTA_CTO_ESP
    si existe facilidad de transmisión y
    línea privada entonces
        conecta el circuito
        regresa OT_EJECUTADA con
        FECHA_TERMINACION, RECIBIDO_POR
    sino
        verifica facilidades faltantes
        espera por facilidades
para cada OT_BAJA
    desconecta circuito
    regresa OT_EJECUTADA con FECHA_TERMINACION
```

2.4.6 REGISTRA CIRCUITOS EN SERVICIO

```
para cada OT_EJECUTADA=OT_ALTA
    busca en TARJETAS_SG CANAL
        actualiza EDO_CAN=servicio
    si CTO_NUM=CTO_AUT_NUM
        busca en CARPETAS_CTO_A_w el CTO de
        OT_EJECUTADA
            actualiza EDO_CTO=servicio
    si CTO_NUM=CTO_ESP_NUM
        busca en CARPETAS_CTO_ESP el CTO de
        OT_EJECUTADA
            actualiza EDO_CTO=servicio
```

```
para cada OT_EJECUTADA=OT_BAJA
busca en TARJETAS_SG CANAL
actualiza EDO_CAN=libre
si CTO_NUM=CTO_AUT_NUM
busca en CARPETAS_CTO_AUT el CTO de
OT_EJECUTADA
actualiza EDO_CTO=baja
si CTO_NUM=CTO_ESP_NUM
busca en CARPETAS_CTO_ESP el CTO de
OT_EJECUTADA
actualiza EDO_CTO=baja
```

1.1 DETERMINA PLACAS Y CANALES DISPONIBLES

determina con PROG_ALTA_TX cuantos canales están programados y para que fecha estarán disponibles.

Inserta en CANALES_PROG

determina con PROG_ALTA_CX cuantas placas están programadas y para que fecha estarán disponibles.

Inserta en PLACAS PROG.

Para cada REP_CAN_LIB

fecha=0;

Inserta en CANALES_PROG

Para cada REP_PLACAS_LIB

fecha=0;

Inserta en PLACAS_PROG

1.2 PROGRAMA CTOS

Para cada REQ_ALTA_CTOS_AUT

Mientras existan PLACAS_PROG y CANALES_PROG
para EXTREMOS de REQ_ALTA_CTOS_AUT y la
CANTIDAD > 0

busca PLACAS y CANAL para EXTREMOS
determina FECHA mínima de programación
determina CANTIDAD máxima factible de
programación para FECHA
actualiza PLACAS_PROG y CANALES_PROG

2.1 PROGRAMACION DE BAJA DE CTOS AUTOMATICOS

para cada REQ_BAJA_CTO

si existe REQ_ALTA_CTOS_AUT

FECHA_PROG_BAJA=FECHA_PROG_ALTA

sino FECHA_PROG_BAJA hoy

reporta PROG_BAJAS_CTOS_AUT

OBSERVACION: las OT no tienen la fecha de programación de
BAJA del equipo, se pierde credibilidad en las ot que
dependen de la alta de otro equipo generandose problemas
de confiabilidad y ejecución.

* para cada OT_BAJA (esto no se puede hacer y se debería de hacer)

si FECHA de programación de baja de circuito>hoy
envia OT_BAJA

4.3 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Como resultado del análisis de la información que se utiliza actualmente para la administración manual de los sistemas de transmisión y circuitos de L.D. encontramos los siguientes puntos:

1. Existen circuitos que tienen asignados más de un sistema de transmisión, cuando solo deberían tener uno solo. Esto se ocasiona principalmente cuando se hace un cambio en la asignación de facilidades y solo se registran los nuevos sistemas de transmisión sin liberar los anteriores. Otra posible causa ocurre cuando un circuito es solicitado más de una vez, por lo que se le asignan facilidades adicionales de transmisión. Por último cuando se asigna con acoplamientos y después se eliminan al existir facilidades directas.

Sólo un sistema de transmisión se utiliza por el circuito, por lo que los demás sistemas asignados quedan administrativamente ocupados, pero físicamente libres.

2. Existen sistemas de transmisión asignados a más de un circuito, cuando solo pueden ser utilizados por un circuito. La principal causa de esto es el procedimiento de baja que se sigue y ocurre cuando se da de baja un

circuito que ocupaba un sistema de transmisión y se reasigna para otro circuito, debido a que las bajas no siempre se ejecutan de forma inmediata o dependen de una alta en otro sistema. Otra causa es que el volumen de información a nivel de canal es muy grande, por lo que en el proceso de asignación de facilidades se cometen errores al trabajar en forma manual estas asignaciones, y como no se cuenta con un sistema que valide los datos, cualquier error de interpretación se proyecta hasta llegar al campo. Otra situación aparece cuando en uno de los extremos del sistema de transmisión, se asigna un circuito, y en el otro extremo también se asigna un circuito, pero diferente al primero. Por último, cuando urge algún servicio, dado que no se cuenta con un sistema de asignaciones eficientes, la gente operativa dispone de los sistemas de transmisión sin tener una asignación oficial que ampare el uso de las facilidades tomadas, por lo que el área de proyectos sigue considerando libres dichos sistemas de transmisión.

La consecuencia a una doble asignación: solo el primer circuito que sea instalado se pone en servicio, el segundo tendrá que reiniciar el proceso de asignación ya que las facilidades que tenía asignadas ya están ocupadas. De esta forma se origina que los servicios no cumplan los programas establecidos y se tenga trabajo

extra para la reprogramación de facilidades.

3. Circuitos conectados por sistemas de transmisión diferentes a los que les fueron asignados. Esto se presenta cuando hubo un error en la transcripción de los datos dentro del proceso manual para la asignación de facilidades, y en el campo éstas estaban libres por lo que en forma aparente, no existe error, pero el circuito registrado queda libre y se esta usando un circuito no asignado. Otra causa de este problema ocurre si al conectar un circuito, las facilidades asignadas están ocupadas y se opta por tomar arbitrariamente otras facilidades.

Esta situación provoca dos consecuencias; Primero, el sistema de transmisión asignado queda físicamente libre al estar el circuito que corresponde trabajando con otras facilidades; Segunda, el sistema de transmisión que se ocupó erroneamente, se seguirá asignando administrativamente a otro circuito que no podrá ser puesto en servicio por estar ya ocupadas sus facilidades, o bien, tomar otras y continuar así con esta cadena de anomalías.

4. Se tienen muchos circuitos sin facilidades desde el punto de vista administrativo, cuando en realidad si

existen facilidades. El proceso que debería confirmar al área administrativa del resultado final de las asignaciones realizadas, se ve constantemente entorpecido por:

- La gran cantidad de asignaciones realizadas.
- La redundancia de información utilizada para la representación de los sistemas de transmisión.

Debido a ello el área de proyectos se ve limitada a asignar facilidades indiscriminadamente con el fin de satisfacer la enorme demanda hasta saturar las facilidades disponibles desde el punto de vista administrativo sin poder darles seguimiento para registrar si fueron puestas en servicio o se cancelaron.

Esto ocasiona que existan sistemas de transmisión asignados para circuitos que ya no se requieran o hayan sido cancelados pero que sigan reservando una asignación.

5. No se realizan los ajustes necesarios cuando se ha definido la trayectoria de un sistema de transmisión y existe una mejor opción. Cuando se define la trayectoria de un sistema de transmisión con acoplamientos por no existir facilidades directas en ese momento, ya no se modifica aunque posteriormente se

llegara a contar con facilidades directas, esto ocasionado por el trabajo manual que ello implicaría y la posibilidad de crear confusiones o duplicar información al redistribuirse las asignaciones nuevas, aunque no se haya realizado físicamente el trabajo y menos aún si éste ya se ejecutó.

A consecuencia de esto en ocasiones se tienen que realizar trabajos de acoplamiento cuando no son necesarios, ocupando así, facilidades entre puntos intermedios y desperdiciando las facilidades directas.

6. Existe una gran redundancia dentro de las subgerencias de cada gerencia regional. Como se mostró en el organigrama de la Dirección de L.D., cada región está formada básicamente por las subgerencias de INGENIERIA, PROGRAMACION, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO. Aunque todas forman parte de una misma cabeza y trabajan sobre una misma planta telefónica, cada una genera sus propios esquemas de información para obtener una representación lógica de la planta, por lo que INGENIERIA invierte tiempo y recursos en crear unos archivos que le ayuden a visualizar la planta y establecer que es lo que se va requerir a futuro, al llegar estos requerimientos a PROGRAMACION, esta vuelve a reinvertir tiempo y recursos para rehacer los archivos que le proporciona Ingeniería

con el fin de actualizarse y definir la fecha de programación de instalación y puesta en servicio de los equipos y sistemas requeridos, dichos archivos son resumidos en un programa anual que se entrega a proyectos CONSTRUCCION el cual rehace sus propios archivos con los datos que le suministran Ingeniería y Programación, aquí se asignan espacios y se especifican los detalles y se envía una orden de trabajo para que se construyan los sistemas que posteriormente son entregados a OPERACION, quien a su vez, reconstruye la información proporcionada por las áreas anteriores con el objetivo de contar con una base de datos que pueda acceder para darle mantenimiento a la planta.

En base a lo expresado en los párrafos anteriores podemos obtener algunas conclusiones tanto sobre la operación actual, el alcance que debe tener el modelo de solución para ser efectiva y cuales son los requerimientos de este modelo:

El análisis refleja que existe una falta de procedimientos adecuados para control del ciclo de vida de un circuito y un manejo desestructurado de la información. Se observa una urgente necesidad de definir un modelo de información integral que permita obtener una representación lógica de sus elementos físicos en forma

tal que pueda ser modificada desde cada una de sus regiones y por cada una de sus partes funcionales (Planeación, Expansión y Operación), un modelo de información que pueda fácilmente evolucionar para cumplir con sus necesidades de cambio y representar nuevas tecnologías. un modelo que asegure la integridad de los datos para que los usuarios tengan credibilidad de la calidad, validez y entereza de la información; Una tecnología que controle la concurrencia de los procesos, el acceso y que provea mecanismos de recuperación.

El diseño de este modelo debe de contemplar que los datos se tienen almacenados en seis regiones, que cada una tiene capacidad de procesamiento autónomo y puede ejecutar aplicaciones locales. Cada región participa en la ejecución de al menos una aplicación global que requiere acceso a datos en diversas regiones.

A continuación resumimos el resultado del análisis y documentación de los procesos previos. Gracias al caracter global de los diagramas de flujo de datos podemos ahora visualizar los requerimientos corporativos de forma clara. Esto nos lleva a una especificación con fines corporativos a nivel dirección de larga distancia, poniéndolos en una posición de evolución más aventajada a la que se puede lograr con el análisis de los

procedimientos de un departamento aislado.

Como especificación de requerimientos tenemos los siguientes:

- Se requiere un modelo que permita el acceso desde cualquiera de las seis regiones para la actualización de la situación de los sistemas de transmisión.
- Este modelo debe permitir generar y visualizar la información global necesaria para el apoyo de la generación del plan quinquenal.
- La información contenida en este modelo debe permitir el monitoreo y rastreo de los sistemas de transmisión para la corrección oportuna de fallas del equipo, así como información para el correcto mantenimiento preventivo y estadísticas de uso para su oportuno reemplazo.
- El modelo de información debe permitir el rastreo y seguimiento de los equipos puestos en servicio, así como el estado de los proyectos programados por el área encargada de la expansión de la planta.

- El modelo debe considerar la posibilidad de conexiones a otras empresas telefónicas para la integración de la información, sin perder la visión de autoridad y proceso propio.

- Debe servir para visualizar el equipo existente y determinar los faltantes para cubrir con los requerimientos establecidos.

5 MODELO DE SOLUCION

En el ambiente de la problemática a que nos estamos enfrentando nos encontramos localidades dispersas y necesidad de proceso de información en distintas áreas de la república y entre entidades que pueden tener diferentes procedimientos de proceso y costeo (estamos hablando de las centrales y los circuitos que se conectan mundialmente y/o los circuitos nacionales que se conectan a otras empresas telefónicas como en el caso de TelNor). De aquí surge la imperiosa necesidad de tener la información procesada en el lugar que corresponde y de tener la posibilidad de comunicar esta información a los socios comerciales, cuando así convenga, de una manera segura.

Parece muy simple llegar a la conclusión de que es necesaria la utilización de computadoras en cada sitio que se requiera, que a su vez se encuentren conectadas para formar una red de información. Sin embargo, la elección de esta red debe cumplir con ciertas características básicas que permitan una real interoperabilidad entre las computadoras. Además debemos tomar en cuenta que no en todas las ciudades se contará con la misma infraestructura de cómputo, y quizá con diversas marcas de computadoras.

Por otra parte, requerimos de integridad, seguridad y eficiencia en el acceso de la información, lo que nos lleva a el concepto de base de datos y la necesidad de herramientas de base de datos. El concepto tradicional de base de datos estaba enfocado hacia el proceso de información en un gran computador central. Hoy día este concepto resulta idóneo para la mayoría de las aplicaciones con necesidad de un proceso eficiente y efectivo de sus datos. Para nuestro caso las bases de datos centralizadas son insuficientes, desde que necesitamos distribuir la información para el proceso local pero requiere ser visualizada en conjunto para los procesos corporativos de planeación, y compartida para los procesos de mantenimiento y expansión.

5.1 CONCEPTOS RELACIONADOS

Los siguientes subcapítulos no pretenden ser un tratado sobre sus respectivos temas (por obvias razones de espacio y tiempo), sino la base de sustento de la solución que se propone. Para el conocimiento más profundo sobre ellos se sugiere referirse a la literatura correspondiente, citada en la bibliografía.

5.1.1 REDES DE COMPUTADORAS

Consideraremos una red de computadoras como un conjunto de computadores con capacidad de proceso autónomo, conectadas entre sí por medio de una red de comunicaciones.

La red de comunicaciones es algún medio físico para el intercambio de información. Este medio puede ser una línea telefónica, otra computadora o procesador de comunicaciones, un cable coaxial, un enlace satelital, etc.

En general a cada nodo se le puede denominar también site. La red de comunicaciones esta constituida por ligas de comunicación de diversos tipos como pueden ser líneas telefónicas, cable coaxial, ligas satelitales, etc. Esta red puede estar coordinada o controlada por otras computadoras especializadas en la función de transporte de información, pero no son consideradas como computadoras como tal, sino que se toman en cuenta como parte integral de la red.

La función básica que provee la red de comunicación es la posibilidad de que un proceso corriendo en cualquier nodo pueda enviar un mensaje a un proceso

corriendo en cualquier otro nodo en la red, independientemente de la estructura de la red. La eficiencia de esta función esta determinada por los siguientes parámetros:

1.- Retraso.- que es el tiempo que tarda el mensaje en ser entregado. "... cuando la utilización de la red es baja el retraso depende esencialmente en las características de ejecución de los elementos de la red. Sin embargo, si la utilización de la red es muy alta el retraso se eleva, debido a la espera que es impuesto al mensaje cuando otros mensajes tienen que transmitirse antes...".

2.- Costo.- Asociado generalmente con el tamaño de cada mensaje transmitido. (medio y cantidad)

3.- Confiabilidad de la red.- Es esencialmente la probabilidad de que el mensaje sea correctamente entregado en el destino.

5.1.1.1 TIPOS DE REDES DE COMUNICACIONES.

Existen varias formas en que una red puede ser clasificada. Una de ellas es por su método de acceso: punto a punto, red de almacenamiento y reenvío (store and forward network) y red de difusión amplia (broadcast network). Una red punto a punto difiere de una red de difusión amplia por la forma en que envía los mensajes entre los distintos nodos de ella.

Otra forma de clasificarlas es de acuerdo a su extensión, como redes locales y redes geográficamente distribuidas (redes de área amplia). Por último las redes se clasifican de acuerdo a su topología o forma:

- estrella.
- jerárquica.
- anillo.
- malla.
- irregular.

5.1.1.2 PROTOCOLOS, SESIONES.

Una vez teniendo conectados los procesadores por medio de una red física de comunicaciones, la forma en que los procesos que corren en las distintas máquinas deben seguir una serie de reglas para obtener una comunicación satisfactoria. Estas reglas básicas que deben conocer los procesadores que desean intercambiar información son conocidas como protocolos de comunicación. Típicamente los protocolos establecen cómo se llevará a cabo la conexión física con el otro nodo, cómo se realizará el intercambio de mensajes, cómo se identifican el enviante y el receptor, si un mensaje requiere respuesta o no y aspectos similares.

Una vez realizadas validaciones, ya no es necesario seguir con ellas para cada mensaje que se envía. Para el efecto se crea el concepto de sesión: Una sesión es establecida entre dos procesos que se quieren comunicar, y se mantiene hasta que todos los mensajes necesarios hayan sido intercambiados. Es importante señalar que el concepto de sesión es una facilidad de más alto nivel, el cual es proveído por la red de comunicaciones como un todo y no implica la existencia de la conexión física.

En algunos casos el intercambio de mensajes entre procesos tiene un patrón irregular por lo que no es conveniente establecer sesiones. En vez de ello el protocolo de introducción completo es realizado para cada mensaje que es enviado, a este tipo de intercambio de mensajes se les conoce como datagramas.

5.1.1.3 EL MODELO ISO/OSI.

Para el diseño de redes de computadoras se ha tomado en general un modelo por capas, para el diseño e implementación de redes, el propósito de cada capa es ofrecer una facilidad de comunicación virtual para la capa de nivel superior. Las diferentes arquitecturas de redes comerciales establecen diferentes protocolos de intercambio de información entre las diferentes capas que componen su arquitectura. Esto significa, en términos llanos, la imposibilidad de una conexión transparente entre dos arquitecturas de redes de distintos proveedores.

Para afrontar esta situación la organización de estándares internacionales (ISO) en conjunto con proveedores y usuarios están desarrollando un modelo general que permita esta transparencia. Este modelo se divide en 7 capas y es conocido como la arquitectura de

interconexión de sistemas abiertos (OSI).

El modelo se puede observar gráficamente en el diagrama de la figura 5113.f1.

Brevemente:

La capa de aplicación describe el comportamiento de las aplicaciones. ISO no especifica ningún protocolo entre estos dos niveles y los deja al usuario.

La capa de presentación trata con las diferentes formas de representación de los datos que pueden ser utilizados en distintos nodos.

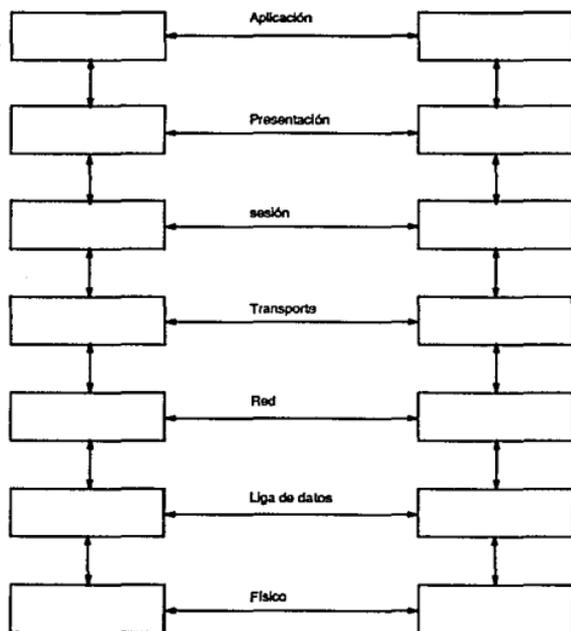
La capa de sesión tiene la responsabilidad de establecer y mantener las sesiones entre los procesos.

La capa de transporte es la que se encarga de llevar los mensajes de un punto a otro de la red, libres de errores en los datos.

La capa de red se encarga de el transporte entre nodos y de asegurar que la información llegue al nodo destino.

La capa de liga de datos (data link) se encarga de

fig 5.1.1.3.11 Modelo OSI de interconexión



los protocolos de bajo nivel para la recuperación de los datos en cada nodo.

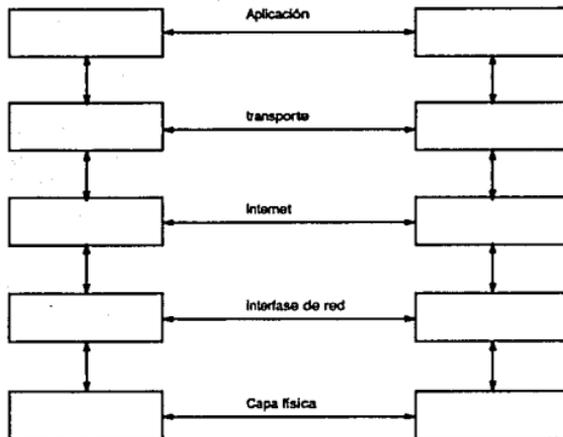
La capa de nivel físico describe las especificaciones completas de los dispositivos físicos a utilizar en la comunicación para asegurar el correcto acoplamiento y la utilización de el ancho de banda.

Un ejemplo de implementación de esta arquitectura en sus tres capas inferiores es el protocolo X.25 para redes de paquetes de datos, el cual puede utilizar diversos dispositivos físicos, con distintos protocolos de liga de datos.

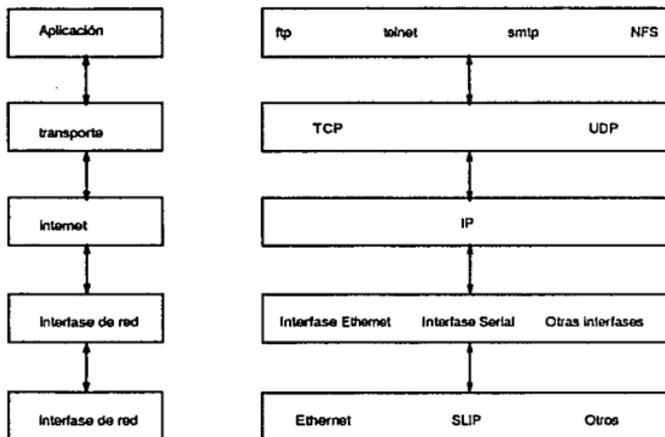
De este modelo por lo que los proveedores alternativamente están ofreciendo al mercado la alternativa de una arquitectura de redes más simple en lo que OSI queda completamente definido e implementado, esta arquitectura consta de 4 capas y es conocida por sus dos protocolos representativos: TCP/IP.

El modelo se puede observar gráficamente en el diagrama de la figura 5113.f2

Fig 5.1.1.3.12 Modelo de capas utilizado por los protocolos TCP/IP



Ejemplos de protocolos comerciales



5.1.1.4 LA INTEROPERABILIDAD DE LAS REDES DE COMPUTADORAS

El modelo de OSI es la base para pensar en una red multivendedor conectada y que sea posible de utilizar en el intercambio automático de información. Existen hoy día más conceptos desarrollados para lograr la interoperabilidad entre máquinas que permiten la integración de los distintos ambientes operativos. La llave de esta integración la conforman los estándares que a lo largo del tiempo se han desarrollado o implantado de facto. El modelo ISO/OSI fue la base de conectividad entre máquinas. Modelos como el Cliente/Servidor, estándares como el X.25, RS232, X11, POSIX, XUI, RPC, MOTIF, EDIFACT, PHIGS, ODA, etc, en conjunto con los elementos para la seguridad y manejo de las redes son las herramientas orientadas hacia sistemas abiertos que permiten hoy la mejor integración de aplicaciones mediante la interoperabilidad en diferentes ambientes de cómputo.

5.1.2 BASES DE DATOS Y BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

La idea de utilizar una base de datos distribuida para la solución del problema de la asignación y control de los circuitos telefónicos, surge naturalmente de la situación que guardan los datos que se quieren manejar. A continuación se presentan los conceptos más importantes relacionados con el diseño e implementación de una base de datos distribuida en general, así como las razones que la justifican.

Comenzaremos por los conceptos de bases de datos y un poco de la historia de esta tecnología, debido a que son la base de desarrollo de la tecnología distribuida.

5.1.2.1 BASES DE DATOS

El objetivo fundamental de una base de datos es el control y eficiencia en la administración de información. La razón histórica del desarrollo de programas aplicativos con el fin de cumplir con este objetivo nace de la anarquía de la información que se genera cuando se carece de controles efectivos sobre los datos que se procesan. Anarquía que se refleja en la falta de integridad de la información (no se sabe si los datos

están correctamente actualizados), redundancia descontrolada de información (los datos están repetidos de forma indiscriminada desperdiciando espacio de almacenamiento), y la falta de disponibilidad (no se sabe donde se encuentra el dato correcto, su forma y si puede ser accedido). Citemos a Olin H. Bray:

"...los objetivos básicos de cualquier base de datos se orientan a mejorar el control de acceso y la utilización de sus recursos de información. Estas mejoras se logran incrementando la disponibilidad y la integridad de los datos. En el corto plazo, disponibilidad incrementada significa compartir datos por múltiples usuarios, en el largo plazo la disponibilidad se provee diseñando la base de datos de tal forma que pueda fácilmente evolucionar para cumplir con las cambiantes necesidades y utilizar nuevas tecnologías.

Se requiere mejorar la integridad de los datos para que los usuarios tengan credibilidad de la calidad, validez y entereza de la información...Cuando cada usuario mantenía su propia información y controlaba su

acceso, la integridad de la misma era su responsabilidad. Sin embargo, cuando la información es colectada y grabada en una base de datos común, la mayor parte posible de la integridad de los datos debe ser preservada por el sistema manejador de la base de datos (DMS), puesto que los usuarios individuales ya no tienen más el control de acceso a los datos. para lograrlo el DMS debe: (1) mantener la validez de los datos; (2) controlar la concurrencia de procesos; (3) controlar el acceso y (4) proveer de algún mecanismo de respaldo y recuperación.¹

Deducimos que una Base de Datos es la conceptualización de la organización lógica de información, con el objeto de incrementar la disponibilidad, integridad y eficiencia en el acceso a los datos que en ella se contengan. Este concepto es la base para el desarrollo de herramientas que, reuniendo recursos humanos, hardware y software, resultan en lo que hoy conocemos como tecnología de Base de Datos.

¹ Bray, Olin H. DISTRIBUTED DATABASE DESIGN CONSIDERATIONS, Artículo tomado del Trends and Applications 1976, Universidad de Minnesota: Computer Networks, IEEE, 1976. p.394.

Como apunta Bray una base de datos busca la solución de un problema de administración de datos, elevando su disponibilidad y asegurando su integridad. Los datos en este caso son más relevantes para obtener información confiable que las aplicaciones que sobre ellos trabajan. Es importante destacar que están envueltos en estos objetivos factores técnicos y humanos. Hoy en día la tecnología de base de datos permite su implementación rápida, pero la adecuada planeación de la base de datos permite el logro de sus objetivos, como lo manifiesta Auerbach:

"Planear para el ambiente de base de datos incluye tantas decisiones de tipo gerencial como técnicas. A pesar de que la mayor de la atención esta enfocada a consideraciones técnicas, las decisiones gerenciales son más difíciles de resolver y requieren una coordinación y planeación más cuidadosa... Desarrollar y ganar el compromiso de la gerencia para esta estrategia resulta esencial para la exitosa instrumentación de la tecnología de bases de datos.²

² AUERBACH INFORMATION MANAGEMENT SERIES. DATA BASE MANAGEMENT, USA, AUERBACH, 1979. "Management Issues in the Data Base Plan". p 21-02-03.

"Disponibilidad e integridad son los objetivos de cualquier base de datos, distribuida o no."³, si las bases de datos son distribuidas, es debido a que se busca una mayor eficiencia para conseguir estos objetivos: incrementar el control sobre la utilización de los datos y lograr la disponibilidad e integridad de los mismos.

Profundizando sobre este concepto revisemos qué arquitectura reviste una base de datos. Según Bray, los componentes de cualquier base de datos son tres:

"...Primero, está la información estructural o esquema, que describe a los datos contenidos en la base de datos, su formato y criterio de validación. El segundo [componente], lo constituyen los datos por si mismos, el contenido de la base de datos. Finalmente, están los programas o especificaciones de proceso que controlan las operaciones de la base de datos." ⁴

El origen e intención de estos componentes se explican en la evolución histórica de la tecnología de bases de datos. El primer antecedente aparece a

³ Bray. op. cit. p.394.

⁴ Ibid. pp. 394.

principios de 1962 con el trabajo de Charles Bachman, en la especificación de un sistema llamado IDS (Integrated Data Storage). Este trabajo pretendió organizar los datos para su eficiente acceso en lo que hoy se conoce como "acceso directo". La aportación más importante de Bachman fue el reconocimiento de la necesidad de estructuras de datos que manejaran las ligas entre registros maestro y detalle, lo cual naturalmente llevo a una complicada estructura jerárquica para el manejo de los datos. La idea de Bachman además estructuraba rutinas para el manejo de estas estructuras desde COBOL con llamadas al software IDS con la instrucción CALL. A partir de este trabajo, se formó el Data Base Task Group (el DBTG formó parte del comité para el desarrollo del lenguaje COBOL del Conference on Data Systems Languages o CODASYL) que trabajó en el desarrollo de estas ideas. De esos trabajos nace el concepto del esquema como la descripción lógica de los datos, que permite su control ordenado. El DBTG también trabajó para integrar un sistema que implementara la explotación de la vista lógica (esquema) de los datos con rutinas llamadas desde el lenguaje COBOL. Para 1968 el DBTG de CODASYL se encontró con el lanzamiento de nuevas tecnologías y lenguajes de programación (PL/1 por parte de IBM) que los llevo a reconocer que una base de datos podría ser accesada desde programas escritos en diferentes lenguajes. Como consecuencia nace la

definición del subesquema. Si bien el esquema se refiere a la descripción de los datos, el subesquema es una definición de parte de la base de datos, pero más específica. Un esquema de una base de datos consiste en definiciones de todos los tipos de registro, todos los posibles datos (data items) en cada tipo de registro y todo el conjunto de relaciones entre los registros. El subesquema consiste en algunos tipos de registro, posiblemente algunos de los datos y relaciones definidas para esos tipos de registro. Para la definición del esquema se escogió en 1969 la sintáxis utilizada por COBOL, pero reportando que ésta es independiente del lenguaje. De la misma forma se definió el prototipo para el subesquema llamado lenguaje de definición de datos (DDL) y el lenguaje para manipulación de los datos (DML), que serían relativamente fáciles de transportar a otros lenguajes.

Hacia 1971 con el "Report of the CODASYL Data Base Task Group" (DBTG), este subcomité de CODASYL aporta su más significativa contribución a la tecnología de bases de datos estableciendo las especificaciones para los sistemas manejadores de bases de datos (DBMS), tema de numerosos debates.

Ante la necesidad de clarificar este tema, en 1972

se forma un grupo de estudio por parte de el Standards Planning and Requeriments Committee (SPARC) del American National Standards Committee on Computer and Information Processing (ANSI/X3), que estableció el marco de referencia para los sistemas manejadores de bases de datos, Extendiendo la conceptualización a tres tipos de esquemas, proponiendo interfases para el administrador de la base de datos, el programador y el usuario final e incluyendo el importante concepto de la independencia de los datos:

"Independencia de datos es la capacidad de un sistema manejador de datos para permitir referencias a los datos almacenados, en especial por programas y sus descripciones de datos, para que sean aislados de los cambios y diversos usos en el ambiente de los datos: [v.gr] cómo estan grabados los datos, cómo son compartidos por otros programas y cómo se reorganizan para mejorar el rendimiento del sistema de base de datos".⁵

Estos conceptos forman la base de desarrollo de los DBMS que desde entonces han tomado varios matices, unos

⁵ INFORMATION MANAGEMENT SERIES. op.cit. portafolio 21-01-04 pp.15

apegándose a las definiciones de CODASYL como el caso de Cullinane, otros tomando caminos alternos como IBM, pero con el mismo objetivo: la administración organizada de datos.⁶

De esta separación nacen diferentes productos que generalmente se clasifican atendiendo a las estructuras de datos que manejan principalmente:

- Jerárquica .- Cómo IMS de IBM.⁷
- De Red .- Propuesto por el CODASYL.
- Relacional .- Basado en el trabajo de E.F. Codd de IBM.⁸

Básicamente las diferencias entre estos modelos es la forma en que se arreglan los datos para su explotación

⁶ El reporte más detallado se encuentra en los portafolios 21-01-03 al 21-01-004 del INFORMATION MANAGEMENT SERIES. op.cit.

⁷ Desde 1985, con el anuncio de Systems Applications Achitecture (SAA) por parte de IBM, parece anunciar, al no incluir su soporte, el término de IMS en el mercado y el total apoyo de IBM a su producto de bases de datos relacionales DB2.

⁸ Gracias a que es más simple el esquema conceptual para el diseño y a las ventajas que presenta en lo que a mantenimiento del esquema se refiere, el Modelo Relacional se presenta en los 90's como la tendencia más sólida en el desarrollo de DBMS's al inundarse el mercado con productos como Oracle, Sybase, Rdb (de DEC), DB2 (de IBM), Adabas (de Software AG), Ingres, Informix, Rbase, Etc, todos ellos compitiendo como DBMS relacionales.

utilizando estructuras de múltiples archivos, relacionados jerárquica o no jerárquicamente (estructura de malla o red), con la definición de operaciones orientadas al manejo de conjuntos de registros (como el relacional), o bien, al manejo registro por registro.

Recordando que nos dirigimos hacia el tema de bases de datos distribuidas, y para no extendernos demasiado en el tema basten las siguientes citas como justificación para acotar la revisión a el modelo relacional:

"...debe ser claro que este modelo [el relacional,] es más conveniente que otros modelos para la descripción de conceptos de bases de datos distribuidas. Básicamente porque el modelo relacional permite el uso de poderosas expresiones asociativas, orientadas a conjuntos de datos, en lugar de las primitivas de un-registro-a-la-vez de modelos orientados a procedimiento, como el modelo CODASYL"⁹

Esto justifica el estudio del modelo relacional desde el punto de vista técnico; Sin embargo, es importante

⁹ DISTRIBUTED DATABASES, PRINCIPLES & SYSTEMS. Stefano Cery y Giuseppe Pelagatti, ed. McGraw Hill, 1985. pp. 19.

revisar cual es la tendencia del mercado de DBMSs. En el articulo "Distributed? Relational? With IMS?" de la revista DATABASE como conclusión expone (No sin antes anotar el claro dominio en el mercado de la tecnología de DBMS basada en el modelo relacional):

"Los negocios deben planear hoy lo inevitable, emigrando a DBMS's relacionales y diseñando aplicaciones que permitan el acceso a datos distribuidos"¹⁰

Dada la tendencia, y observando la factibilidad de implementación pasemos entonces a revisar más detalladamente el modelo relacional.

5.1.2.2 EL MODELO RELACIONAL

La información estructural de los datos, referida en párrafos anteriores, reviste una gran importancia pues impacta a toda la información que se pretende procesar. Cualquier modelo de base de datos pretende representar la estructura de la información en forma ordenada para su

¹⁰ .DATABASE Programming & Design; Enero 1990, Vol.3 No.1. por Lockwood Lyon, pp. 37.

Un breve, pero interesante análisis del peso de IBM en el mercado de la computación en general, que refiere entre otras cosas, a la influencia de ésta compañía en el mercado de las bases de datos puede ser consultado en el DATA BASED ADVISOR, Vol 8 No.3 del mes de Marzo de 1990, pp. 69-82 en el articulo THE IBM EFFECT por George Schussel.

mejor explotación por los programas de aplicación.

"La herramienta empleada para describir bases de datos es el modelo estructural. Se basa en un bien conocido modelo formal, el modelo relacional, que define archivos o relaciones únicos y las operaciones que a ellos se aplican."¹¹

Este modelo especifica reglas generales de diseño de la estructura de base de datos pero como apunta Wiederhold: "...cualquier aplicación tiene que combinarse con sentido común y visión profunda."¹² y éste representa el mensaje más importante: la base de la tecnología de bases de datos son los sistemas manejadores de bases de datos (DBMS), ellos nos proporcionarán las herramientas para implementar un eficiente acceso, la explotación y seguridad de los datos. Por otra parte el diseño de la estructura conceptual que se ajuste al contexto y las necesidades reales para su explotación es responsabilidad del personal encargado del diseño y administración de la base de datos.

¹¹ Wiederhold, Gio. DISEÑO DE BASES DE DATOS. 2da. ed. México, edit. McGraw Hill, 1985. pp. 411.

¹² Ibidem. p. 411.

En bases de datos relacionales la información es analizada y organizada en función de sus dependencias funcionales en un proceso llamado normalización. Para entender mejor este proceso revisemos antes como se visualiza a una base de datos relacional:

"En bases de datos relacionales, los datos son almacenados en tablas, llamadas relaciones. Cada relación tiene un número determinado de columnas, llamadas atributos y un número (dinámico y variante en el tiempo) de renglones llamados tuples¹³...El número de atributos de una relación es llamado su grado; el número de tuples es conocido como su cardinalidad."¹⁴

Entre los atributos de cada tuple existen relaciones que los ligan y por lo general uno o el conjunto de varios de ellos es identificado como la parte rectora o

¹³ "Tuple" es el término en inglés que algunos editores traducen al español como "n-ada", "tuplo" o "eneada". Tuple es el término que será utilizado más comumente. Elegimos la denominación en inglés por ser la más utilizada en la práctica, sin embargo, las notas bibliográficas en español utilizan el término eneada, tuplo o n-ada indistintamente y son reproducidas textualmente.

¹⁴ DISTRIBUTED DATABASES, PRINCIPLES & SYSTEMS. Stefano Cery y Giuseppe Pelagatti, ed. McGraw Hill, 1985. pp. 20.

llave única (debido a que ese atributo o combinación de ellos es único en toda la tabla). gráficamente se puede visualizar una relación como sigue:

RELACIÓN EMPLEADOS:

NOEMP	NOMBRE	EDAD	NODEPTO
15	Juan Sánchez	30	1
16	José Ortiz	34	2
25	Elizabeth Juárez	25	1
28	Guillermo Castro	30	1
35	Antonio Carreño	35	2
43	Jorge Méndez	20	1

En este ejemplo podemos asumir como parte rectora a los atributos NOEMP (que bien puede representar el número que corresponde al empleado en la nómina) y NOMBRE (con el fin de admitir homónimos). Es claro que estos dos atributos determinan el valor de la entidad a la que corresponden, o sea, EDAD y NODEPTO son funcionalmente dependientes del valor que tenga NOMBRE y NOEMP.

El nombre de la relación y el nombre de cada uno de sus atributos son llamados esquemas de relación y pueden representarse de la siguiente forma:

EMPLEADOS (NOEMP, NOMBRE:>EDAD, NODEPTO) .

Por convención se colocan primero los atributos que constituyen la parte rectora y, para identificarlos son subrayados o bien separados por " :> " de la parte dependiente.

En esta relación cada atributo solo puede tomar determinados valores, por ejemplo el atributo EDAD debe ser un número entero mayor a cero. A el conjunto de valores que puede tomar un atributo se le conoce como dominio. Una definición formal en base a los dominios nos la proporcionan Cery y Stefano:

*Una definición más formal de las relaciones esta basada en la noción de dominios; en este caso, una colección de dominios D_1, D_2, \dots, D_n es dada a priori, y una relación de grado n sobre estos dominios es vista como cualquier subconjunto del producto cartesiano de ellos. Más precisamente, una relación R es un conjunto de tuples ordenados $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ tales que d_1 pertenece [al dominio] D_1 , d_2 pertenece a D_2, \dots , y d_n pertenece a D_n . Esta definición es muy útil para analizar las propiedades del modelo relacional y su álgebra, y es la definición utilizada en la

literatura de desarrollo.¹⁵

Revisemos ahora al proceso de normalización.

5.1.2.3 EL PROCESO DE NORMALIZACION

En el modelo relacional, el proceso de normalización organiza los datos para crear un modelo de visión congruente con la realidad, por un lado, y una organización lógica de los datos que permita flexibilidad, por el otro.

La normalización es responsabilidad del personal encargado del diseño de las bases de datos y se requiere analizar los vínculos que existen entre los atributos de las relaciones para llevarla a cabo.¹⁶

5.1.2.3.1 PRIMERA FORMA NORMAL

Para llevar nuestras relaciones a la primera forma normal es necesario revisar que los datos se puedan organizar en las mencionadas tablas con atributos que

¹⁵ DISTRIBUTED DATABASES, PRINCIPLES & SYSTEMS. Stefano Cery y Giuseppe Pelagatti, ed. McGraw Hill, 1985. pp. 21.

¹⁶ Una discusión más formal la presenta Wiederhold, Gio. en su libro DISEÑO DE BASES DE DATOS. 2da. ed. México, edit. McGraw Hill, 1985. capítulo 7 pp. 409-478.

tengan dominios simples, o sea eliminar grupos anidados o no permitir múltiples valores para los dominios de los atributos del tuple. El ejemplo clásico es la relación de supervisor-supervisados que se muestra. Observemos la relación sin normalizar:

RELACIÓN

EMPLEADOS (NOEMP, NOMBRE: >NODEPTO, SUPERVISA, DEPTO...)

NOEMP	NOMBRE	NO DEPTO	SUPERVISA	DEPTO..
15	Juan Sánchez	1	Elizabeth Juárez Jorge Méndez Eduardo Gómez	Ventas
16	José Ortiz	2	-	Fin.
25	Elizabeth Juárez	1	-	Ventas
28	Guillermo Castro	1	Juan Sánchez	Ventas
35	Antonio Carreño	2	José Ortiz Arturo Ruiz	Fin.
43	Jorge Méndez	1	-	Ventas
55	Eduardo Gómez	1	-	Ventas
87	Arturo Ruiz	2	-	Ventas

En esta tabla observamos la existencia de un atributo con múltiples valores (SUPERVISA), hay dos formas de tratar estos atributos de valores múltiples. Una es repitiendo para cada instancia múltiple un tuple

por separado, creando tuples adicionales por cada atributo con valores múltiples. La otra forma es creando otra relación.

"Al Proceso de eliminar grupos anidados se le denomina normalización y a las relaciones resultantes se les considera expresadas en la primera forma normal. Cuando se expresan relaciones a través de dominios comunes mediante relaciones separadas, en vez de colocarlas en las mismas eneadas [tuples] de una relación, la estructura está asignada con menos fuerza. Realizar la búsqueda de un vínculo en bases de datos cuesta más trabajo cuando la asignación es más débil pero aumenta la flexibilidad."¹⁷

Siguiendo el segundo camino para el presente ejemplo nos lleva a crear dos relaciones, por ejemplo: la relación EMPLEADOS1 y la relación SUPERVISIÓN:

¹⁷ Wiederhold, Gio. DISEÑO DE BASES DE DATOS. 2da. ed. México, edit. McGraw Hill, 1985. pp. 419.

RELACION EMPLEADOS1 (NOEMP,NOMBRE:>NODEPTO,DEPTO...)

NOEMP	NOMBRE	NODEPTO	DEPTO...
15	Juan Sánchez	1	Ventas
16	José Ortiz	2	Finanzas
25	Elizabeth Juárez	1	Ventas
28	Guillermo Castro	1	Ventas
35	Antonio Carreño	2	Finanzas
43	Jorge Méndez	1	Ventas
55	Eduardo Gómez	1	Ventas
87	Arturo Ruiz	2	Finanzas

RELACIÓN SUPERVISIÓN:

(NOMBRE SUPERVISOR :> SUPERVISADO, NODEPTO, DEPTO)

N O M B R E SUPERVISOR	SUPERVISADO	NODEPTO	DEPTO
Juan Sánchez	E l i z a b e t h Juárez	1	Ventas
Juan Sánchez	Jorge Méndez	1	Ventas
Juan Sánchez	Eduardo Gómez	1	Ventas
G u i l l e r m o Castro	Juan Sánchez	1	Ventas
Antonio Carreño	José Ortiz	2	Finanzas
Antonio Carreño	Arturo Ruiz	2	Finanzas

Donde la repetición del campo NOMBRE en la relación SUPERVISOR como NOMBRE SUPERVISOR proporciona el enlace

con la relación EMPLEADOS. Nótese que bien pudo emplearse también el atributo NOEMP por representar ambos, en este caso una llave rectora de la relación EMPLEADOS1 siempre y cuando el nombre del empleado sea único. la primera forma normal nos asegura la atomicidad de los tuples, además de unicidad de cada uno de ellos. Obsérvese que en este caso, provocó una mayor redundancia al repetirse los atributos NOMBRE, NODEPTO Y DEPTO en las relaciones EMPLEADOS1 Y SUPERVISIÓN. Debemos mencionar que esta herramienta es un modelo de visión que pretende asemejarse a la realidad, por lo tanto su conveniencia o desventaja depende del contexto y que en este caso provoca mayor complejidad en el mantenimiento de la integridad de los datos. La segunda y tercera forma normal pretenden aliviar estos problemas.

5.1.2.3.2 SEGUNDA FORMA NORMAL

El siguiente paso sirve para evitar redundancia de datos atendiendo a las dependencias funcionales de los atributos. Una dependencia funcional ocurre si se cumple que existe una función $F()$ que, actuando sobre el conjunto de atributos de la parte rectora $A=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ corresponde a un conjunto de atributos $B=\{B_1, B_2, \dots, B_k\}$ o sea:

$$F(A_1, A_2, \dots, A_n) = B_1, B_2, \dots, B_k$$

Para realizar la normalización se debe tener en cuenta las dependencias funcionales de los atributos, se deben agrupar las relaciones para que representen entidades completas. Esto puede no ser claro, pero la manera formal en que se logra es eliminando dependencias funcionales no claras y separando dependencias funcionales de atributos que sean subconjuntos de la parte rectora, determinando primero la parte rectora mínima. o sea:

Si tanto $F(A_p, A_q, \dots, A_r) = B$ como $F(A_1, A_2, \dots, A_j) = B$
donde (A_p, A_q, \dots, A_r) Esta incluido en (A_1, A_2, \dots, A_j)
Entonces se usa $F(A_p, A_q, \dots, A_r) = B$

En el ejemplo anterior se puede eliminar de la relación SUPERVISOR los atributos NODEPTO y DEPTO, porque, si bien podemos observar la relación funcional entre el NOMBRE y su correspondiente NODEPTO y DEPTO (matemáticamente $F(\text{NOMBRE}) = (\text{DEPTO}, \text{NODEPTO})$) no existe una clara dependencia funcional entre NOMBRE SUPERVISOR y NODEPTO y DEPTO, eliminando la redundancia de estos atributos, sin perderlos pues se encuentran en la relación EMPLEADOS1. Además, atendiendo a las reglas se eliminó NOEMP de la relación SUPERVISIÓN.

5.1.2.3.3 TERCERA FORMA NORMAL

Para llegar a la tercera forma normal, también conocida como forma normal Boyce-Codd, apellidos de los autores del estudio, se eliminan dependencias transitivas, o sea:

Sea la relación $R(A \rightarrow B, C)$

Donde

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}, B = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}, C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

Si $F(A) = \{B, C\}$ y además $F(B) = C$,

Entonces se tiene una relación transitiva y se puede descomponer en:

$R'(A \rightarrow B)$ y $R''(B \rightarrow C)$

En la forma normal BCNF (Boyce Codd Normal Form), todas las llaves candidatas son completas, la dependencia funcional de todos los atributos es completa para cualquier llave alterna.

Continuando con el ejemplo las relaciones quedarían:

RELACIÓN SUPERVISIÓN (NOMBRE SUPERVISOR: > SUPERVISADO)

RELACIÓN EMPLEADOS1 (NOEMP: > NODEPTO, DEPTO, SALARIO, DIRECCION...)

RELACION DEPARTAMENTOS (DEPTO:>NODEPTO)

RELACION EMPLEADOS2 (NOEMP<:>NOMBRE)

Como se puede observar este conjunto de relaciones constituye un modelo de visión que controla la redundancia, los únicos atributos que aparecen en más de una relación serán los que definan algún vínculo entre ellas.

Con todas estas relaciones y especificando la forma en que se vinculan (por ejemplo los vinculos entre los atributos NOMBRE SUPERVISOR y NOMBRE en las relaciones SUPERVISION y EMPLEADOS2 o en el atributo NOEMP en las relaciones EMPLEADOS2 Y EMPLEADOS1) entre sí se obtiene el modelo de visión que impone restricciones acordes a la realidad que se esta modelando.

Estos vínculos entre relaciones completan el modelo de visión para la base de datos. se pueden identificar tres tipos de vínculo o conexión entre relaciones:

- De referencia: (simbolizada como '-->') Los atributos rectores de una relación referida coinciden con el atributo al que hace referencia otra relación, llamada primaria. Los tuples que una refieren a otra referida no pueden desaparecer de

ésta mientras exista esta referencia. v.gr. no puede desaparecer de EMPLEADOS1 el tuple con el NOMBRE SUPERVISOR = Guillermo Castro mientras existan tuples con NOMBRE = Guillermo Castro en EMPLEADOS1.

- De propiedad: (simbolizada como '--*') La parte rectora de la relación poseída es la concatenación de la parte rectora y un atributo para distinguir a los individuos en los conjuntos poseídos. Es posible insertar nuevos tuplos en la relación poseída solo si existe un tuple propietario que coincida y pertenezca a la relación propietaria v. gr. no se pueden insertar a la relación propietaria DEPARTAMENTOS dos tuples con NODEPTO = 1 o DEPTO=CONTABILIDAD. La eliminación de un tuple propietario implica la eliminación de su conjunto poseído v.gr. si se elimina DEPTO = CONTABILIDAD en DEPARTAMENTOS deben eliminarse todos los tuples con DEPTO = CONTABILIDAD en EMPLEADOS.

- De conjunto: (simbolizada como '--') La parte rectora de una subrelación coincide con la parte rectora de su relación general. Cada tuple de subconjunto depende de un tuple general. Un tuple general puede o no tener un tuple en cualquier

relación conectada de subconjunto v. gr. en la relación DIRECTORIO (NOMBRE:>TELEFONO, DIRECCION) puede ser que no exista NOMBRE=James Martin en EMPLEADOS1, pero NOMBRE = Guillermo Castro debe existir en ambos.

Se identifican cinco tipos de relaciones básicas más subrelaciones atendiendo a su naturaleza con el mundo exterior y la forma como se vinculan con otras relaciones:

- Relaciones primarias de entidad: Estas relaciones son definidas por la parte rectora, y la existencia de tuplos es determinada externamente, o sea por el usuario. v. gr. la relación sugerida DIRECTORIO (NOMBRE:>TELEFONO, DIRECCION).

- Relaciones de entidad referida: En estas relaciones la parte rectora define la entidad y establece los dominios para los atributos que realizan la referencia. Comúnmente una parte rectora tiene un solo atributo. La existencia de los tuples es determinada externamente pero la eliminación está restringida por las referencias existentes. v.gr DEPARTAMENTOS en el ejemplo precedente.

- Relaciones anidadas: En ellas la parte rectora define un propietario específico y al tuplo dentro del conjunto poseído. Una relación anidada puede poseer cero o más tuples. v.gr SUPERVISION en el ejemplo precedente.

- Relaciones asociativas de orden n: Cada tuplo tiene n propietarios específicos y su parte rectora define sólo a cada uno de n propietarios específicos. Una combinación de propietarios puede tener 0 ó 1 tuplo en la asociación. v. gr. en un problema de proveedores de partes con relaciones propietarias PROVEEDORES(NOPROV:> NOMBRE, DIRECCION, ...) y PARTES(NOPARTE:> DESC, ...), puede obtenerse una relación asociativa SUMINISTRO(NOPROV, NOPARTE, CANT, ...).

- Léxicos: Donde cualquier parte puede ser la parte rectora, pero la eliminación de cualquier tuplo está restringida por las referencias existentes v. gr. EMPLEADOS2.

- Subrelaciones: En ellas la parte rectora coincide con la parte rectora de otra relación general pero la parte dependiente contiene atributos que no aplican a tuples para la relación general. v. gr.

se puede tener una relación a partir de la relación general EMPLEADOS1 llamada VENDEDORES (NOEMP:>PRODUCTO, CLIENTE, VENTAS, CANT,...)

Una forma gráfica de observar los cinco tipos de relaciones básicas se muestra en la figura 51233.f1

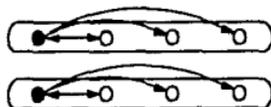
Con la especificación de los tipos de relación y sus conexiones se tiene el modelo de base de datos relacional o modelo entidad-relación que determina la forma de tratar cada tabla, sus restricciones y en general el manejo que el programador de aplicaciones debe tener en cuenta para conservar la integridad de los datos.

5.1.2.4 OPERACIONES CON RELACIONES

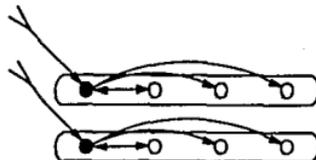
Una vez definido el modelo de base de datos es posible extraer submodelos que definan la porción de ésta que pueda permitir el acceso a cierto grupo de usuarios, estos submodelos puede incluir relaciones derivadas que se definen mediante transformaciones a las relaciones y sus atributos. También se crean relaciones derivadas cuando una base de datos se manipula para extraer información de ellas. Las operaciones básicas que se utilizan para manipular las relaciones se infieren de las

51233.f1 representación gráfica de los 5 tipos básicos de relaciones

Relación de entidad primaria

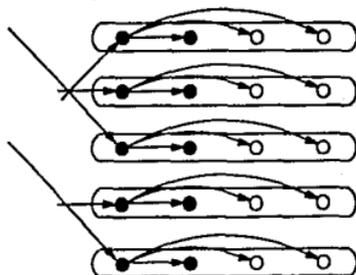


Relación de entidad referida



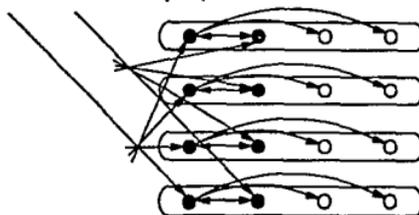
Relación anidada

De los padres



Relación asociativa

De los propietarios



Léxico



● Nodo parte rectora

○ Nodo parte dependiente

◐ Ambas partes

→ Dependencia funcional

* Dependencia una a muchos

→ Referencia

operaciones con conjuntos (unión, intersección o diferencia y producto cartesiano). Para ellas utilizaremos la siguiente notación:

Sean R y S dos relaciones cualquiera. Entonces

Denotaremos a la unión de R y S como: $R \cup S$

a la diferencia de R y S: $R \setminus S$

y al producto cartesiano de R y S: $R \times S$

Además de ellas se definen dos operaciones unarias que sirven para la selección de conjuntos de tuples o atributos: la selección y proyección, respectivamente:

$SL_F R$

$PJ_{Attr} R$

La selección SL es, como su nombre lo indica, la operación que permite seleccionar uno o varios tuples de acuerdo con una condición de selección F . La selección se puede visualizar como una operación de búsqueda horizontal de tuples. La operación proyección PJ , funciona como complemento, se define como una selección de atributos $Attr$ o selección vertical de la tabla.

Ejemplos de ellas se muestran en la figura 5124.f1.

fig. 5.1.2.4.f1 ejemplos de operaciones con relaciones

Relaciones operando

R

A	B	C
a	1	a
b	1	b
a	1	d
b	2	f

S

A	B	C
a	1	a
a	3	f

T

B	C	D
1	a	1
3	b	1
3	c	2
1	d	4
2	a	3

A	B	C
a	1	a
a	1	d

Selección $\sigma_{B=1} R$

A	B	C
a	1	a
b	1	b
a	1	d
b	2	f
a	3	f

Proyección $\pi_{A,C} R$

A	B
a	1
b	1
a	2

Union $R \cup S$

A	B	C
b	1	b
a	1	d
a	2	f

Diferencia $R - S$

R.A	R.B	R.C	S.A	S.B	S.C
a	1	a	a	1	a
b	1	b	a	1	a
a	1	d	a	1	a
b	2	f	a	1	a
a	1	a	a	3	f
b	1	b	a	3	f
a	1	d	a	3	f
b	2	f	a	3	f

Producto cartesiano $R \times S$

A	R.B	R.C	T.B	T.C	D
a	1	a	1	a	1
a	1	a	2	a	3
b	1	b	3	b	1
a	1	d	1	d	4

Union $R \cup T$
 $\sigma_{B=1}$

A	B	C	D
a	1	a	1
a	1	d	4

Union-J Natural $R \cup_{NJ} T$

A	B	C
a	1	a
b	1	b
a	1	d

Semi Union-J $R \cup_{NSJ} T$
 $\sigma_{B=1}$

A	B	C
a	1	a
a	1	d

Semi union-J Natural $R \cup_{NSJ} T$

Obsérvese la notación utilizada para el producto cartesiano, en donde se incluyen los nombres de las relaciones de origen para evitar confusiones. (oprel.drw)

Estas operaciones son la base con las que se han desarrollado más operaciones para proceso de relaciones; sin embargo, es importante mencionar algunas de las más populares dada su versatilidad:

La unión-j que resulta de una selección sobre un producto cartesiano, permite una visión más clara de la relación resultante del producto cartesiano al seleccionar solo los tuples que cumplan con alguna condición F de interés. Está definida como:

$$R \text{ JN}_F S = \text{SL}_F (R \text{ CP } S)$$

La unión-j-natural que se define como una unión-j donde la condición F de selección solo acepta los atributos attr comunes a ambas relaciones y con el mismo valor en R y en S:

$$R \text{ NJN}_F S = \text{SL}_F (R \text{ CP } S),$$

Donde $F = \{\text{attr}(R) = \text{attr}(S)\}$ para todos los atributos comunes en R y S, además se omiten los

atributos que se repiten debido a que tendrán los mismos valores por la condición F que define a la unión-j-natural.

La semi-unión-j de R con S, se deriva de una unión-j y una proyección sobre los atributos de R exclusivamente, el resultado de esta operación es el conjunto de tuples de R que realizan alguna contribución a la unión-j de R con S:

$$R \text{ SJ } S = \text{PJ}_{\text{Attr}(R)} (R \text{ JN } S)$$

Donde Attr(R) se refiere exclusivamente a los atributos de R y F es la condición de selección de tuples como en la unión-j.

Por último el semi-unión-j-natural se define como una semi-unión-j con el predicado F referido a los atributos comunes a R y S:

$$R \text{ NSJ } S = \text{PJ}_{\text{Attr}(R)} (R \text{ JN } S)$$

Donde Attr(R) se refiere exclusivamente a los atributos de R y $F = \{\text{attr}(R) = \text{attr}(S)\}$. F es la condición de selección de tuples, para todos los atributos comunes en R y S. Como en la unión-natural-j,

se omiten los atributos repetidos.

5.1.2.5 EL LENGUAJE SQL

El álgebra relacional es la herramienta de trabajo para el diseño de bases de datos relacionales; sin embargo, no es muy amigable para trabajar en el nivel de programación de aplicaciones. Para describir la programación se utilizará el lenguaje SQL (Structured Query Language), que resulta ser más claro para el programador. No se pretende aquí ofrecer una presentación de SQL, simplemente se menciona por completitud.

Una sentencia SQL simple tiene la siguiente estructura:

```
Select <lista-atributos>  
From <relaciones>  
Where <predicados>
```

La interpretación de esta sentencia es equivalente a una operación de Selección de la relación nombre-relación usando los predicados de la cláusula Where. La ejecución de esta sentencia puede resultar en una o varias operaciones con el álgebra relacional (uniones-j, selecciones y proyecciones), dada la versatilidad de las cláusulas From y Where. a manera de ejemplo:

Para las relaciones R(A,B,C) y T(B,C,D)

Select A,R.C

From R,T

Where R.B = T.B and T.D = 3

Resulta en la unión-j de las relaciones R y T con la condición F: R.B = T.B, seguida de la selección con predicado T.D = 3 y la proyección de los atributos A y R.C.

5.1.2.6 BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

El desarrollo de las redes de computadoras y la idea de distribuir el proceso de la información en la red, ha evolucionado desde la década de los 70's. Ello afecta la conceptualización, diseño y desarrollo de nuevas aplicaciones, debido a las consideraciones que en el nuevo ambiente se presentan. La conceptualización de bases de datos en un ambiente de sistemas distribuidos resulta más compleja que la conceptualización tradicional de una base de datos central y esto fue comprendido desde principios de la evolución de la tecnología de redes de computadoras, por ello, la comunidad usuaria y los consultores en bases de datos, iniciaron el análisis de la problemática a atacar para la tecnología de bases de

datos en este tipo de sistemas, previendo que aparecería como una necesidad de integración a futuro. Así emerge la teoría de bases de datos distribuidas, como consecuencia de la evolución natural de los sistemas distribuidos.

Existe gran cantidad de artículos desde mediados de los 70's, visualizando la forma de diseñar bases de datos. Para 1985 Stefano Ceri y Guiseppe Pelagatti, definen:

"Una base de datos distribuida es, en general, una base de datos integrada construida encima de una red de computadoras en lugar de un solo computador. Los datos que constituyen la base de datos están almacenados en los diferentes nodos de la red de computadoras, y los programas aplicativos que corren en ellas accesan los datos en los diferentes nodos."¹⁸

" Una base de datos distribuida es una colección de datos que están distribuidos en diferentes computadoras en una red. Cada nodo de la red tiene capacidad de procesamiento autónoma y puede ejecutar aplicaciones locales. Cada nodo participa en la ejecución

¹⁸ Stefano y Ceri, op. cit. pp ix.

de al menos una aplicación global, que requiere acceso a datos en diversos nodos utilizando para ello un subsistema de comunicaciones." ¹⁹

5.1.2.6.1 DIFERENCIAS DE UNA BASE DE DATOS DISTRIBUIDA (BDD) Y UNA BASE DE DATOS CENTRALIZADA. (BDC)

Una BDD no es simplemente la implementación distribuida de una BDC, porque la conceptualización integral de una BDD permite el diseño de sistemas con nuevas características:

- Control Centralizado vs Independencia Nodal (Site Autonomy).- La administración de las bases de datos puede realizarse desde cada nodo involucrado, esto es, se puede contar con un administrador de bases de datos local en cada nodo, cada uno con responsabilidad sobre sus respectivas bases de datos locales, y un administrador de la base de datos global que puede o no existir, a diferencia del control centralizado que supone una base de datos tradicional.

- Independencia de Datos.- Esta característica se

¹⁹ Ibid pp 6.

conserva de las bases de datos tradicionales, se refiere a la independencia de la organización lógica de los datos con respecto a su organización física (la programación se realiza en base a un esquema conceptual que no son afectados por cambios en la organización física de los datos. Sin embargo, la conceptualización de las bases de datos distribuidas considera un nuevo aspecto: la transparencia de distribución, que tiene que ver con la localización física de los datos en la red. Así, los programas no deben verse afectados por el movimiento de los datos de un nodo a otro).

- Redundancia de información.- Tradicionalmente en el diseño de bases de datos la eliminación de la redundancia de información y su control son aspectos importantes en la integridad de los datos. Bajo la concepción de una base de datos distribuida los argumentos para evitar redundancia de información siguen siendo válidos, sin embargo, al contemplar las características de operación de una base de datos distribuida en nodos inteligentes surgen motivos para repensar este esquema: Primero, el rendimiento de las aplicaciones puede incrementarse si los datos se encuentran en los nodos donde se necesita. Por otra parte, la

disponibilidad del sistema se incrementa, pues la falla de algún nodo no necesariamente detiene la operación de los demás si estos cuentan con los datos y programas necesarios para seguir operando parcialmente. La conveniencia de tener datos duplicados se incrementa con la tasa de acceso para consulta y decrementa con la tasa de acceso para actualización, puesto que es necesario que ésta se realice consistentemente en todas las copias.

- Complicadas estructuras físicas y acceso eficiente.- En la implementación física de las bases de datos tradicionales la utilización de estructuras de archivos y datos complejos son características necesarias para la implementación de manejadores de bases de datos con un acceso eficiente a los datos. Sin embargo, en una estructura diseminada sobre una red de comunicaciones, la implementación de la organización física de los datos para lograr un acceso eficiente se logra con estructuras más simples y orientadas a conjuntos de datos en lugar de registros individuales como ocurre en una estructura jerárquica. De aquí se desprende el modelo relacional como la herramienta idónea para lograr el compromiso de eficiencia en el acceso a

los datos.

- Integridad, recuperación y Control de concurrencia.- Tanto en las bases de datos tradicionales como en un esquema distribuido estos tres problemas de control se encuentran fuertemente relacionados, de forma general su solución consiste en la implementación de unidades indivisibles de ejecución o transacciones, para asegurar que un conjunto de instrucciones fue ejecutado o no fue realizado completamente. La recuperación de información trata con el problema de preservación de la atomicidad de las transacciones en caso de falla, el control de concurrencia trata de el aseguramiento de la atomicidad de las transacciones en ambientes de ejecución concurrente. Resulta claro que en estos aspectos la tecnología de bases de datos distribuida enfrenta retos de mayor complejidad para asegurar la integridad de la información distribuida en una red geográficamente dispersa.

- Privacidad y seguridad.- En este aspecto la administración de bases de datos tradicional constituida por un administrador de bases de datos a nivel global constituye un control centralizado

de la información. Desde el punto de vista de las bases de datos distribuidas este problema presenta dos facetas: por un lado la información local perteneciente a cada nodo se ve reforzada por la administración local que se ejerce en cada uno de ellos. Por otro lado los problemas de seguridad intrínsecos a los sistemas distribuidos en general debido a sus redes de comunicaciones representan un punto débil para la protección de la información.

5.1.2.6.2 RAZONES PARA IMPLEMENTAR UNA BDD.

- Organizacionales y económicas.- la mayor parte de las organizaciones están dispersas geográficamente (como en nuestro caso) y tienen cierto grado de independencia, una base de datos distribuida encaja de forma más natural en el manejo de información que una base de datos central. Por otra parte, con los recientes avances en la tecnología de computadoras la motivación para tener un gran computador central es cada día más cuestionable si su operación puede ser distribuida en áreas dispersas con un costo menor y eficiencia aceptable.

- Interconexión de bases de datos existentes.- las

BDD representan la solución natural cuando, por la evolución de la empresa, surge la necesidad de integrar bases de datos existentes en aplicaciones globales.

- Crecimiento .- La implementación de BDD's con una alta independencia de proceso e información permiten un crecimiento más versátil de la infraestructura de cómputo, aplicaciones y datos cuando surge la necesidad de nuevos nodos. A diferencia del enfoque de dimensionamiento inicial y estratégico que se requiere para implantar una base de datos centralizada.

- Reducción del overhead de comunicaciones.- La utilización de aplicaciones locales claramente puede reducir el overhead y los costos de comunicaciones, por ello uno de los principales objetivos de una BDD es la maximización de utilización de aplicaciones locales.

- Consideraciones de ejecución.- Debido a la existencia de diversos procesadores independientes y a la intención de maximizar la ejecución local de los procesos, se minimiza la interferencia entre procesadores que ocurre en sistemas centrales con

multiprocesadores.

- Disponibilidad y confiabilidad (reliability & availability) .- la existencia de capacidad de proceso independiente en los diferentes nodos del sistema no aseguran la confiabilidad de todo el sistema pero aseguran una degradación escalonada. Sin embargo, obtener una mayor disponibilidad y confiabilidad del sistema requiere del uso de técnicas que todavía no son completamente entendidas.

5.1.2.6.3 SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS (DDBMS).

La necesidad de una adecuada administración de la base de datos, como se ha venido mencionando, es vital para la conservación de la integridad de la información y el aseguramiento de su disponibilidad. Los sistemas manejadores de bases de datos distribuidas persiguen estos mismos objetivos y, para cumplir con ellos, debe tomarse en cuenta la agregada complejidad del manejo distribuido de datos y aplicaciones.

Un DDBMS es un sistema que soporta la creación y mantenimiento de bases de datos distribuidas. Los

sistemas disponibles en la actualidad contienen los mismos componentes que los tradicionales DBMS, junto con algunas extensiones para la comunicación y cooperación entre DBMS instalados en diferentes nodos de la red de computadoras, típicamente los componentes de una DDBMS son:

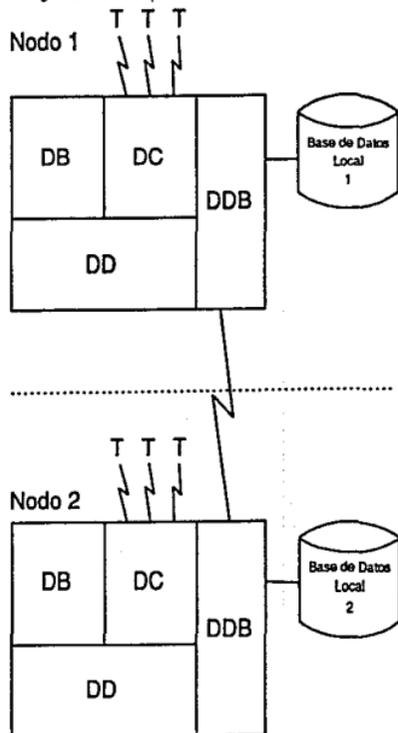
- El administrador de la base de datos (DB).
- El componente de comunicación de datos (DC).
- El diccionario de datos, extendido con información de la distribución de los datos en la red (DD).
- El componente de base de datos distribuida (DDB).

Ver figura 51263.f1.

Los servicios que son soportados en un manejador de bases de datos distribuidas (DDBMSs) típicamente incluyen:

- Acceso remoto a la bases de datos por los programas aplicativos.
- Algún grado de transparencia de distribución.
- Soporte a la administración y control de la base de datos.
- Soporte para concurrencia y recuperación de transacciones distribuidas.

fig. 5.1.2.6.3.11. Componentes de una base de datos distribuida



Tipos de acceso a una base de datos distribuida

fig 5.1.2.6.4.11. Acceso remoto via primitivas del DBMS

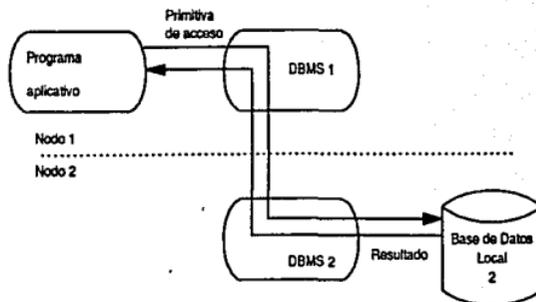
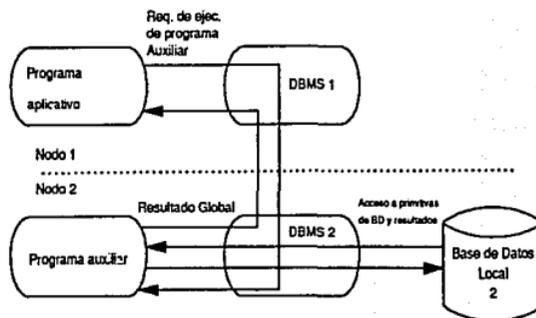


fig 5.1.2.6.3.11 Acceso remoto via un programa auxiliar.



5.1.2.6.4 METODOS DE ACCESO A UN DBMS

Considerando resuelto el problema de transporte en la red, la forma de acceso lógico a las bases de datos no es un problema trivial, sobre todo si se cuenta con diferentes ambientes operativos, diferentes proveedores de hardware y de software manejador de bases de datos. Estas características, conceptualizan a los DBMS en sistemas homogéneos, o sea, un solo proveedor del DBMS y su arquitectura de datos, aunque cambie la plataforma de hardware/software, y heterogéneas, con dos o más DBMS en uno o varios ambientes operativos. A pesar de que los problemas con la administración de una base de datos heterogénea son muy fuertes, y que, por lo tanto, estos sistemas solo existen como prototipos, los sistemas que se ofrecen en el mercado soportan algún grado de heterogeneidad.

R.A. Davenport distingue claramente que el método de acceso y la distribución de los datos son dos problemas diferentes:

"La decisión sobre la distribución de los datos determina donde los datos son colocados en una sistema de base de datos distribuida, mientras que el método de acceso determina

donde se localizan los procesos."²⁰

De acuerdo a Ceri y Pelagatti el acceso a bases de datos remotas puede ser realizado de dos formas (ver figuras 51264.f1 y 51264.f2): por medio de las primitivas de acceso del manejador de bases de datos o por medio de requerimientos de ejecución de programas remotos auxiliares.

- El acceso remoto por medio de primitivas del DDBMS se realiza cuando un requerimiento de información es solicitado y el DDBMS enruta el requerimiento al nodo donde los datos estén localizados. Con esta facilidad, la transparencia en la distribución de la información se logra implementando nombres de archivos globales con la información necesaria para que los requerimientos de información sean direccionados automáticamente al nodo apropiado.
- El acceso por medio de requerimientos de ejecución remota se realiza cuando se ejecuta un programa auxiliar en el nodo remoto y los resultados del requerimiento son transmitidos en la red.

²⁰ THE STATE OF THE ART OF DISTRIBUTED DATABASES. R.A. Davenport, BRIEFINGS, Information & Management 2, 1979, editado por North-Holland Publishing Company. pp 231-247.

Estos métodos de acceso presentan ventajas y desventajas con respecto al otro, por lo que los DDBMS proveen ambos. Básicamente las diferencias estriban en que, con el acceso remoto por medio de primitivas del manejador de base de datos permite una mayor transparencia en la distribución de los datos. Mientras tanto, el manejo de información por medio de la ejecución remota de programas resulta más eficiente sobre todo si se trata de integrar bases de datos de diferentes proveedores y/o arquitecturas (v.gr. relacional con jerárquica).

5.1.2.6.5 NIVELES DE TRANSPARENCIA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS.

Anteriormente mencionamos a la independencia de los datos como la capacidad del sistema manejador de base de datos de permitir referencias a sus datos por medio de programas y descripciones de datos de forma independiente de su utilización por otros usuarios, pero muy especialmente, independiente de su organización física. Esto permite al usuario correr sus programas aplicativos sin cambios aun cuando, por ejemplo, el administrador de la base de datos decidiera modificar alguna relación utilizada por la aplicación, incrementando sus atributos, agregando llaves, o incluso cambiar la organización

física de los datos. En Bases de datos distribuidas este concepto se amplía debido a que se agrega la complejidad del manejo de bases de datos heterogéneas, de distintos métodos de acceso y de datos geográficamente distribuidos. Cada una de estas características afecta directamente a la independencia de los datos, resultando en especificaciones de desarrollo dependientes del ambiente para la implementación de la base de datos.

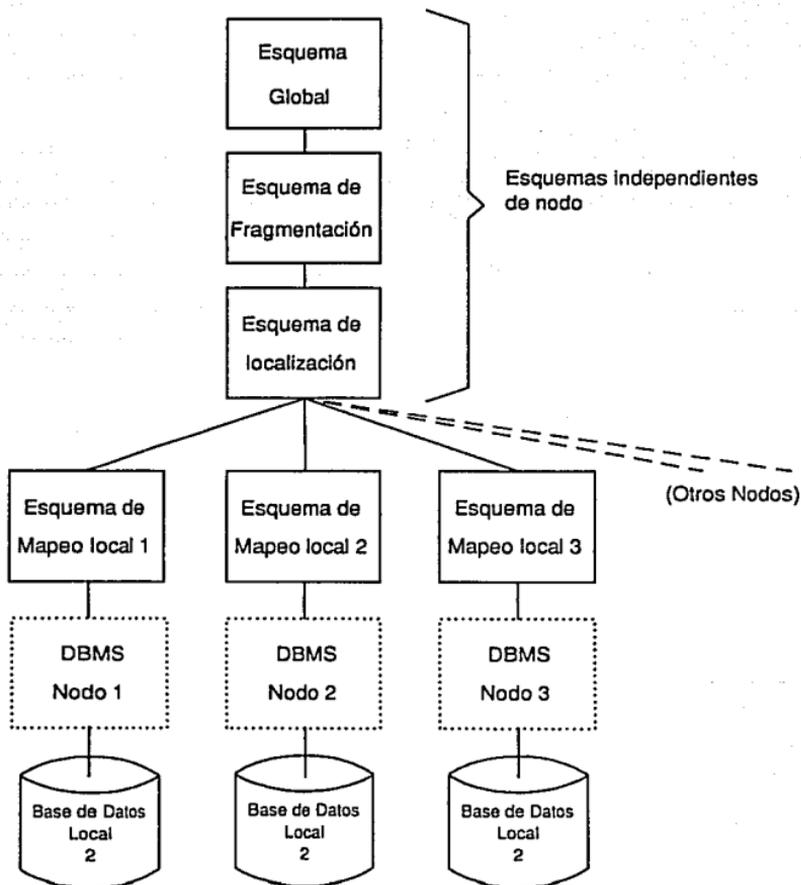
- Modelo de referencia.

La figura 51265.f1 nos muestra el modelo de referencia propuesto por Cery y Pelagatti que permite entender la organización de cualquier BDD:

En el nivel más alto se encuentra el esquema global, que se puede visualizar como el esquema de base de datos relacional que contiene el modelo de visión de la realidad que pretendemos representar. Este esquema conceptualiza la totalidad de la información de forma ordenada y es totalmente independiente de la organización física de la información, pues trabaja con las relaciones globales.

Cada relación global se puede dividir en partes, lógicamente disjuntas pero que, en conjunto, representen

fig 5.1.2.6.5.11. Modelo de referencia de bases de datos distribuidas



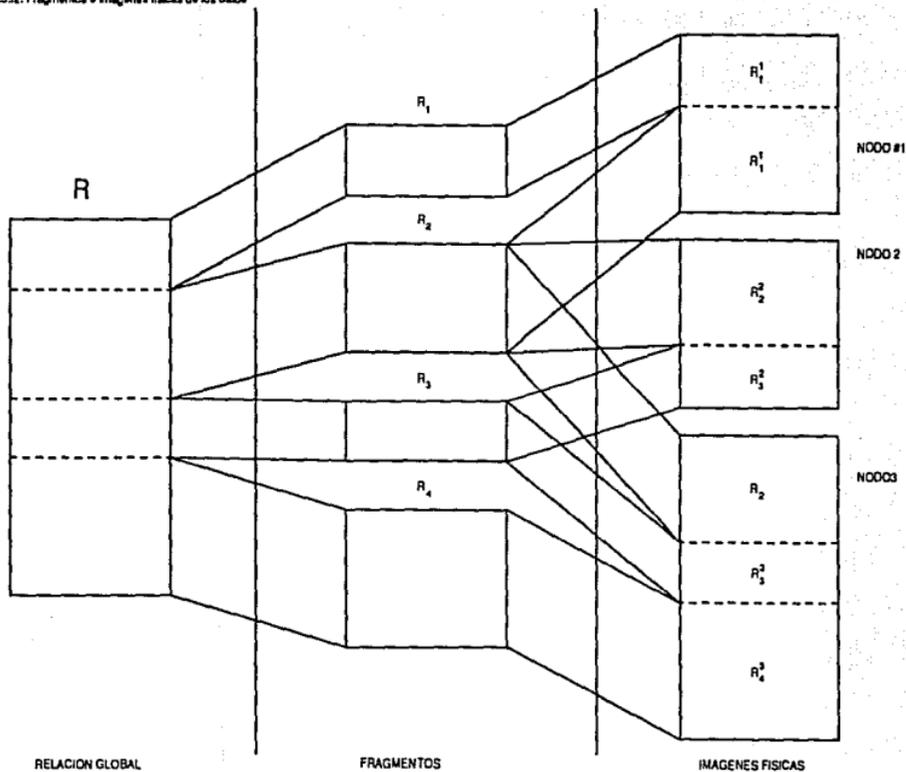
a esta relación. Estas porciones son llamadas fragmentos. El mapeo entre las relaciones y los fragmentos son definidos en el esquema de fragmentación, en el segundo nivel de la arquitectura.

Los fragmentos representan porciones lógicas de las relaciones globales, y pueden estar localizados físicamente en uno o varios nodos de la red. El esquema de alojamiento, en la tercera capa, define explícitamente en que nodos se encuentran cada uno de los fragmentos lógicos. Aquí se definen, en caso de ser necesario, toda la redundancia que existe entre los fragmentos, o sea las copias de los fragmentos en los diferentes nodos. Por otro lado, pueden existir varios fragmentos de una relación que se encuentren en un mismo nodo, esto define a su vez la imagen física de la relación global en el nodo. Ver 5.1.2.6.5.f2

El último nivel es necesario para especificar cómo se están manejando los datos físicamente, o sea, que DBMS está manejando esos datos. A esta especificación se le denomina esquema de mapeo local y depende de los DBMS locales.

El modelo propuesto permite extrapolar el concepto de independencia de los datos en forma de niveles para el

Fig 5.1.2.6.5.J2. Fragmentos e Imágenes físicas de los datos



manejo de los nuevos conceptos involucrados en una base de datos distribuida. De hecho esta arquitectura visualiza a los manejadores de bases de datos tradicionales como un elemento constitutivo de cada nodo que participa en una base de datos distribuida. El manejo por niveles permite, además, estudiar a las bases de datos distribuidas desde diferentes puntos de vista y de forma ordenada.

Atendiendo al modelo propuesto podemos distinguir diferentes características y facilidades que ofrece el mercado en sus alternativas y que deben ser implementadas para una base de datos distribuida.

Separar el concepto de fragmentación de datos y alojamiento de los datos, permite distinguir dos niveles de transparencia en la distribución: transparencia de fragmentación y transparencia de alojamiento. El término transparencia se refiere a que el DDBMS ofrece las facilidades para que el usuario o las aplicaciones no tengan que tomar en cuenta en que fragmento se está trabajando o en que localidad se encuentran alojados los datos, respectivamente. En otras palabras un DDBMS que ofrece transparencia de fragmentación permite que el usuario o programa aplicativo trabaje en el nivel de relaciones globales, sin tener que preocuparse en qué

fragmento se encuentran sus datos. Esta característica representa el nivel más alto de transparencia.

Tipos de fragmentación.

Atendiendo al modelo de referencia, la fragmentación de las relaciones globales puede ser clasificada de tres diferentes formas: horizontal, vertical y mixta. Todas estas formas de fragmentar la información pueden expresarse como operaciones relacionales aplicadas en las relaciones globales y generalmente siguiendo las siguientes reglas:

- Completitud: el conjunto datos de la relación global debe de coincidir con el conjunto de datos que los fragmentos poseen.
- Reconstrucción: Debe ser siempre posible reconstruir la relación global a partir de los fragmentos.
- Condición de disjunción: a nivel fragmento no se realiza el manejo de datos replicados, puesto que es más conveniente su manejo al nivel de localización de los datos. Sin embargo, esta regla puede ser violada bajo algunas circunstancias específicas.

Fragmentación horizontal y derivada:

La fragmentación horizontal es la forma más simple y natural de fragmento, se realiza seleccionando los tuples de la relación global de acuerdo a alguna condición, generalmente geográfica, donde la utilidad de la información es mayor. A manera de ejemplo, sea la relación global:

PROVEEDOR (NO_PROV, NOMBRE, CIUDAD) .

La fragmentación horizontal puede realizarse de la siguiente forma:

PROVEEDOR₁ = SL_{CIUDAD="MEXICO"} PROVEEDOR

PROVEEDOR₂ = SL_{CIUDAD="GUADALAJARA"} PROVEEDOR

PROVEEDOR₃ = SL_{CIUDAD="MONTERREY"} PROVEEDOR

La utilidad de tener el catálogo de los proveedores en cada ciudad que se requiere es obvia. Para cumplir con la condición de completitud se requiere que no existan otras ciudades que las mencionadas. A las condiciones de selección que definen a un fragmento se denominan calificación. En este caso:

q1:CIUDAD="MEXICO"

q2:CIUDAD="GUADALAJARA"

q3:CIUDAD="MONTERREY"

Un fragmento horizontal derivado, es aquel que no puede basarse en una propiedad de sus propios atributos, pero puede derivarse del fragmento horizontal de otra relación, a manera de ejemplo, sea la relación global:

ADQUISICIONES (NO_PROV, NO PARTE, DEPTO, CANTIDAD).

En esta relación resulta conveniente que las adquisiciones estén repartidas en cada localidad donde se encuentra el proveedor (suponiendo que ahí se consumen). Sin embargo no contamos con el atributo CIUDAD, para resolver este problema utilizamos el álgebra relacional y los fragmentos previamente definidos:

ADQUISICIONES₁ = ADQUISICIONES SJ_{NO_PROV=NO_PROV} PROVEEDOR₁
ADQUISICIONES₂ = ADQUISICIONES SJ_{NO_PROV=NO_PROV} PROVEEDOR₂
ADQUISICIONES₃ = ADQUISICIONES SJ_{NO_PROV=NO_PROV} PROVEEDOR₃

Recordando que la semi union \Join nos reflejará la contribución de cada fragmento PROVEEDORES_n en ADQUISICIONES.

Fragmentación vertical

En el caso de la fragmentación vertical la agrupación se realiza por atributos, utilizando la operación de proyección. Este esquema de fragmentación puede ser útil cuando cada grupo de atributos tiene propiedades geográficas comunes, la fragmentación será correcta solo si se cumplen al menos las condiciones de completitud y reconstrucción, como ejemplo consideremos la siguiente relación global:

EMPLEADO (NO_EMP, NOMBRE, SALARIO, IMPUESTO, NO_GERENTE, NO_D
EPTO)

El esquema de fragmentación vertical puede expresarse como sigue:

EMPLEADO₁ = PJ_{NO_EMP, NOMBRE, NO_GERENTE, NO_D EPTO} EMP

EMPLEADO₂ = PJ_{NO_EMP, SALARIO, IMPUESTO} EMP

Y puede reflejar, por ejemplo, una compañía que maneja por separado el esquema de salarios y recursos humanos. Para este caso la reconstrucción de la relación global se puede llevar a cabo como sigue:

EMPLEADO = EMPLEADO₁ \Join _{NO_EMP=NO_EMP} EMPLEADO₂

Fragmentación mixta.

Las relaciones que resultan de la fragmentación horizontal y vertical pueden ser a su vez fragmentadas de acuerdo a necesidades específicas, una fragmentación mixta es precisamente la combinación de una fragmentación horizontal y una fragmentación vertical. El resultado de este proceso es un conjunto de expresiones de definición de fragmentos y una definición de reconstrucción más complejos.

Transparencia de distribución.

Una vez determinado, dentro de nuestro modelo de referencia, el esquema de fragmentación de los datos, son las facilidades que proporciona el DDBMS las que determinan la forma en que se desarrollarán los programas aplicativos. Tomando como supuesto que el problema de comunicación entre nodos está resuelto (es transparente la comunicación) podemos identificar varios niveles de transparencia para el desarrollo de programas aplicativos.

Transparencia de fragmentación.

Este es el nivel más alto en el que el usuario y el programador sólo tratan con las relaciones globales sin tomar en cuenta su fragmentación, su distribución física, la redundancia de datos ni los DBMS que manejan cada subconjunto de datos en cada nodo. las aplicaciones son independientes de la distribución de la base de datos.

Transparencia de localización.

En este segundo nivel las aplicaciones son independientes de los cambios en el esquema de alojamiento de los datos, pero no de los cambios en el esquema de fragmentos de la base de datos, debido a que la aplicación debe conocer en que fragmento o fragmentos se encuentran los datos que desea acceder, y esta información es incluida en la aplicación. En este tipo de sistemas el programador de aplicaciones define la estrategia para la realización de las operaciones; contrariamente a un sistema que ofrece transparencia de fragmentación, el cual debe ser capaz de escoger automáticamente entre diferentes estrategias de acceso, y es este el problema principal para los sistemas que proveen transparencia en la distribución de los fragmentos: el escoger una buena estrategia de acceso.

Por otro lado la complejidad para el desarrollo de programas crece sobre todo en aplicaciones de actualización, debido al esquema de fragmentación, una actualización puede provocar el cambio de fragmento de los tuples actualizados y es responsabilidad del programador preveer estos cambios.

Aunque se sitúa en un nivel inferior, la transparencia de localización es muy útil por que permite a la aplicación ignorar qué copias existen de cada fragmento, permitiendo que éstas sean cambiadas de nodo, o bien, permitiendo la creación de nuevas copias sin afectar a las aplicaciones existentes.

Transparencia de mapeo local.

En este nivel se asume que la aplicación se refiere a relaciones que son independientes de su implementación física, pero en este caso la aplicación debe saber en que nodo específico se encuentran las relaciones a las que debe acceder. Adicionalmente a los considerandos de los niveles anteriores, es responsabilidad del programador de aplicaciones tomar en cuenta la redundancia de la información, pues debe actualizar en todos los nodos los cambios realizados: "la inserción y borrado son diferentes para los diferentes fragmentos iniciales y finales a los que pertenecen los tuples, por lo que la

aplicación tiene que contener el código para manejar todas las posibles alternativas²¹

El mensaje más importante aquí es que este nivel de transparencia permite la independencia de DBMS local, o sea, que estos DDBMS se encargan de la transformación de las primitivas utilizadas por el programa de aplicación en las primitivas que utiliza el manejador de base de datos local. Esta característica es difícil de encontrar en un DDBMS y es de suma importancia en el manejo de bases de datos heterogéneas.

Sin transparencia.

En este nivel, se tienen que implementar aplicaciones de forma de programas de acceso remotos y paso de parámetros remotos, sin embargo, las facilidades que este tipo de DDBMS proporcionan tienen la tarea de activar programas remotos, pasar parámetros entre programas que corren en diferentes DBMS.

A manera de conclusión citaremos a Ceri:

"[La] Transparencia en la distribución permite la independencia de programas de la

²¹ Cery y Pelagatti, op.cit. p.57

distribución de la base de datos. Diferentes niveles de transparencia de distribución pueden ser provistos por un DDBMS; en cada nivel, diferentes aspectos de la distribución real ocultos para los programadores de aplicaciones. En el nivel más alto, llamado transparencia de fragmentación, una modificación en la distribución de los datos no requiere reescribir programas. Proveer transparencia en la distribución para aplicaciones que realizan actualización es más complicado que para aplicaciones de solo lectura, porque las aplicaciones de actualización pueden modificar los valores de los atributos de fragmentación; en este caso, una reestructuración más compleja de los datos puede ser necesaria."²²

5.1.2.6.6 DISEÑO DE BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS

El diseño de una base de datos distribuida es una tarea que involucra aspectos técnicos y organizacionales. Quizá los aspectos organizacionales resulten ser de mayor peso, debido a que podemos encontrarnos con el problema de descentralización de una organización, además del

²² Ceri, op.cit. p 63.

problema de culturización y diseño en todos los lugares involucrados con la aplicación global que se pretende instrumentar. Desde el punto de vista técnico emergen nuevos retos, empezando por el problema del establecimiento de la red corporativa y la distribución óptima de datos y aplicaciones en los nodos para aprovechar las ventajas de los sistemas distribuidos. En esta sección se tratará en forma genérica el diseño de el esquema global, de fragmentación y localización de información. Esto servirá de base para el diseño de la base de datos de la aplicación de circuitos que nos incumbe. El diseño de los programas de aplicación no está dentro del alcance de la presente tesis, pero queda claro que el modelo conceptual de la solución es el cimiento principal para un sistema de información eficiente.

Si observamos el modelo de referencia mencionado en la sección anterior, resulta claro que el diseño de bases de datos distribuidas involucra los mismos problemas que enfrenta el diseño de bases de datos centralizadas. Si las bases de datos centralizadas se deben de diseñar pensando en un contexto, o modelo de visión, la misma filosofía puede aplicarse al diseño de bases de datos distribuidas: Es necesario un modelo de visión global que permita representar los datos de forma independiente a como se encuentran almacenados y distribuidos. De esta

forma, el diseño del esquema global de los datos resulta ser igual que en el modelo centralizado de datos. Las tareas adicionales en el diseño de bases de datos distribuidas comprenden:

1.- El diseño de la fragmentación de los datos. Una vez diseñadas las relaciones globales hay que determinar como serán divididas de forma lógica en fragmentos horizontales, verticales o mixtos.

2.- Diseño de localización de fragmentos. Este diseño involucra tomar la decisión de cómo los fragmentos serán implementados en imágenes físicas, incluyendo la decisión de la conveniencia de que éstos fragmentos sean replicados, donde y como.

Estas tareas adicionales del diseño de bases de datos distribuidas requiere de la mayor atención en los requerimientos de la aplicación para que el esquema de fragmentación y de localización la soporten eficientemente. Es importante tener en cuenta que el diseño de bases de datos distribuidas busca optimizar el uso de la red mediante la maximización del proceso local, el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de los datos y una adecuada distribución de la carga de trabajo. Sin embargo, utilizar todos estos criterios de optimización al mismo tiempo es extremadamente difícil

pues conducen a modelos de optimización extremadamente complejos; Alternativamente, algunos de estos objetivos se pueden tomar en cuenta como limitaciones y decidir sobre algún objetivo primordial en el diseño para después introducir otros criterios de postoptimización. Este objetivo, en la práctica, generalmente es el de maximizar la localidad de los procesos y para realizarlo es necesario conocer tres requerimientos de la aplicación global:

- 1.- Los lugares donde la aplicación se necesita.
- 2.- La frecuencia de activación de la aplicación por cada nodo.
- 3.- El número, tipo y distribución estadística de los accesos hechos por cada aplicación para cada dato requerido.

Esta tarea es difícil, sobre todo si no se cuenta con datos estadísticos de operación y múltiples aplicaciones de distinta naturaleza.

- Diseño arriba-abajo.

La forma más atractiva de diseñar una base de datos distribuida cuando no existe alguna es empezando por el nivel conceptual hasta el nivel de localización de los

datos. Este tipo de diseño permite un diseño más racional pues el modelo puede visualizar mejor las necesidades de la aplicación global que se pretende instrumentar. Siguiendo la arquitectura de referencia propuesta resulta obvia la mecánica a seguir:

- Iniciar con el diseño del esquema global de los datos, siguiendo las reglas de normalización ya mencionadas
- Diseñar el esquema de fragmentación (vertical, horizontal o ambas según convenga)
- Localizar los fragmentos en los nodos correspondientes.

En general falta mencionar que un último paso es el diseño de las imágenes físicas o diseño físico de los datos, pero puede delegarse esta responsabilidad para el DBMS local que maneje la información en cada nodo. En la siguientes secciones se resumirá el proceso de diseño de fragmentación y localización de los fragmentos, pues el diseño global se realiza de forma idéntica a la descrita para las bases de datos relacionales.

- Diseño de la fragmentación.

Después de realizar el diseño del esquema global de los datos se procede con el diseño de los fragmentos que mejor se ajusten a las necesidades de la aplicación global en combinación con la distribución geográfica y las necesidades de información de los datos en los respectivos nodos.

"Diseñar fragmentos consiste en agrupar tuples (en el caso de la fragmentación horizontal) o atributos (en el caso de la fragmentación vertical) los cuales tienen las 'mismas propiedades' desde el punto de vista de su localización..."²³

El término "mismas propiedades" se refiere la naturaleza misma de la aplicación y la localización de los lugares donde los datos son más solicitados. Recordemos que la maximización de procesos locales y la mejor distribución de las cargas de trabajo son objetivos de una base de datos distribuida a fin de minimizar costos de comunicaciones, y mejorar tiempos de respuesta. Para clarificar esto diremos que es muy barato tener una

²³ Ceri y Pelagatti. op. cit. p 72.

línea de baja velocidad de transmisión (v. gr. una línea telefónica) pero si el traslado de la información para ser procesada resulta en horas de transmisión puede resultar en un tiempo de respuesta inaceptable para una aplicación específica. Por otra parte el costo de tener una línea de alta velocidad (v. gr. vía satélite) puede ser injustificable. Un buen diseño de base de datos puede lograr el compromiso entre un tiempo de respuesta adecuado a un bajo costo de operación.

- Fragmentación horizontal.

Desafortunadamente no existen reglas precisas para la selección del conjunto de tuples de un fragmento horizontal debido a que los criterios de selección pueden ser muchos y su elección es generalmente guiada por la intuición del diseñador, orientado por la aplicación, el lugar donde se generan y requieren los datos. La propiedad que se busca en los fragmentos es que sus datos sean consultados de forma homogénea por todas las aplicaciones. Las siguientes definiciones aplican en el diseño de fragmentos:

- Predicado simple: es una condición de selección de la forma:

Atributo = valor

- Predicado minterm: Un predicado minterm y para el conjunto P de predicados simples es la conjunción de todos los predicados de P tomados de forma natural o negada que cumplen con ser congruentes, o sea, no se contradicen:

$$y = \bigwedge_{p_i \in P} p_i$$

Donde $p_i = p_i$ ó $p_i = \neg p_i$ tal que y es verdadero.

- Fragmento: Es el conjunto de todos los tuples que cumplen con un predicado minterm.

- Predicado Relevante: Un predicado simple p_i es relevante con respecto a un conjunto de predicados simples si existen al menos dos predicados minterm cuyas expresiones difieran sólo en el predicado en sí y tales que los fragmentos correspondientes son referidos de manera diferente por cuando menos una aplicación.

Obsérvese que los predicados relevantes involucran el conocimiento de la aplicación. En general se pueden definir dos propiedades que posee una fragmentación adecuada. Sea $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ un conjunto de predicados

simples. Para que P represente una fragmentación correcta y eficiente debe ser completa y mínima, entendiendo por ello lo siguiente:

- P es completa si y solo si cualquier par de tuples pertenecientes al mismo fragmento son referidos con la misma probabilidad por cualquier aplicación.
- P es mínima si todos sus predicados son relevantes.

La fragmentación puede conseguirse siguiendo los siguientes pasos:

1) Considérese un predicado p_1 que particione a la relación R en dos partes según son referidas por al menos una aplicación, tómease el conjunto $P = \{p_1\}$.

2) Considérese ahora otro predicado p_1 que cumpla con las mismas características que en el primer inciso. Ahora considérese el conjunto $P = P \cup p_1$

y elimínense los predicados que resulten no relevantes de P . Repítase este paso hasta que el conjunto de predicados minterm sea completo.

Este proceso puede resultar muy tardado, por varias razones: por el número de predicados mintem a considerar y cuando los predicados utilizan diferentes criterios debido a que pertenecen a diferentes aplicaciones. Ceri y Pelagatti recomiendan al respecto:

"...esta búsqueda por un conjunto completo de predicados debe darse en una forma 'razonable', mediante:

1. Concentrándose en algunas aplicaciones [, las más] importantes.
2. Sin distinguir fragmentos con características muy similares."²⁴

- Fragmentación horizontal derivada

La fragmentación horizontal derivada de una relación R global son relaciones fragmentadas de forma horizontal, pero basadas en los atributos de otras relaciones. La fragmentacion derivada es utilizada para facilitar la operación de unión-j entre fragmentos.

Una operación unión-j distribuida es una operación

²⁴ DISTRIBUTED DATABASES, PRINCIPLES & SYSTEMS. Stefano Cery y Giuseppe Pelagatti, ed. McGraw Hill, 1985. pp. 175.

unión-j entre relaciones fragmentadas. Cuando una aplicación requiere de una operación de este tipo, en principio es necesario comparar todos los fragmentos de ambos operandos. La importancia del estudio de esta operación radica en la posibilidad de reducir el número de operaciones pues la operación de unión-j puede resultar en un conjunto vacío al tomar en cuenta el criterio de fragmentación en ambos operandos. Si es posible determinar la fragmentación y alojamiento de dos operadores relacionales R y S de tal forma que su unión_j distribuida resulte en la unión del resultado de la operación unión-j local, obtendremos un gran ahorro en operaciones, tiempo de respuesta y procesamiento de máquina. En base a este criterio se realiza la fragmentación horizontal de relaciones S derivada de las propiedades de la fragmentación R con el objeto de realizar operaciones unión-j más eficientes.

- Fragmentación vertical

La fragmentación vertical de una relación R se obtiene agrupando en conjuntos los atributos que son accedados en forma similar por las aplicaciones. El propósito de este tipo de fragmentación es identificar fragmentos de tal forma que varias aplicaciones puedan ejecutarse usando sólo ese fragmento. Suponiendo una

relacion R que es particionada verticalmente en R_1 y R_2 . Las aplicaciones tomaran ventaja de esta situacion si sólo requieren usar R_1 o R_2 , pero no ambos. Este criterio es válido también en bases de datos tradicionales, pero toman una mayor importancia si las aplicaciones que ocupan estos fragmentos se encuentran en diferentes nodos.

5.2 DESARROLLO DEL MODELO PROPUESTO.

Describiremos el desarrollo del modelo e iremos fijando estandares para la identificación de los componentes de la planta de L.D.

El primer término que definiremos es el de "NODO LD", el cual utilizaremos para referirnos a un lugar donde se tiene instalado un equipo de transmisión de L.D., puede ser una central, estación repetidora o terminal, una caseta, agencia, edificio, etc.

5.2.1 ELEMENTOS DE LA PLANTA

Para determinar las entidades que componen la planta de L.D. visitamos las instalaciones de TELMEX en varias centrales y obtuvimos una primera clasificación de los elementos que existen en un NODO LD:

1. Equipos de Transmisión

- Radios analógicos
 - * 2,700 canales
 - * 1,800 canales
 - * 960 canales
 - * 120 canales
 - * 5 canales

- Radios digitales
 - * 1,920 canales
 - * 480 canales
 - * 120 canales
 - * 72 canales

- Fibra óptica
 - * 1,920 canales

- Cable coaxial
 - * 1,800 canales

- Pares físicos
 - * 1 canal

2. Equipos MUX

- MUX ANALOGICO
- MUX/SMG

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- SMG/MG
- MG/SG
- SG/CANAL

- MUX DIGITAL

- 5o Orden
- 4o Orden
- 3o Orden
- 2o Orden
- 1o Orden

3. Equipos de Conmutación

- EQ.ANALOGICOS

- ARM
- AKE
- PC

- EQ.DIGITALES

- AXE
- S12
- E10

4. Misceláneos

- tableros de remate de canales y placas "MK's"
- tableros de jacks para eventos especiales
- equipos de supervisión de líneas privadas (HEKIMIAN)

- intercross
- distribuidor general
- filtros
- atenuadores
- llamadores PULSECOM
- canceladores de eco
- equipos de supervisión de radio
- híbridas

Todos los elementos tienen asociado un uso y una ubicación que se define por la sala, fila, lado, bastidor, nivel y posición.

Asociado a cada equipo de radio, existe un sistema radiante que consta de una guía de onda y una antena ubicada en una de las torres de la central.

Los equipos de mux siempre van a estar asociados a un equipo de transmisión con el mismo tipo de modulación, es decir, un mux analógico solo puede conectarse a un equipo de transmisión analógico, y un mux digital a un equipo de transmisión digital, Fig. 521.f1

Los equipos de mux analógicos se conectan de acuerdo a la fig. 521.f2 y los digitales de acuerdo a la figura 521.f3., de donde obtenemos la figura 521.f4, que para

FIGURA 521.1: TIPOS DE MODULACION

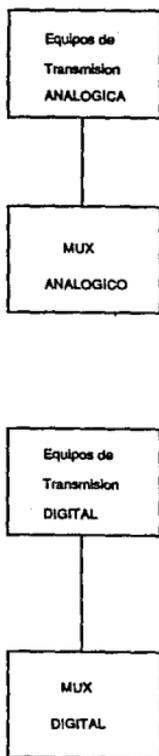


FIGURA 521.12: MODULACION ANALOGICA

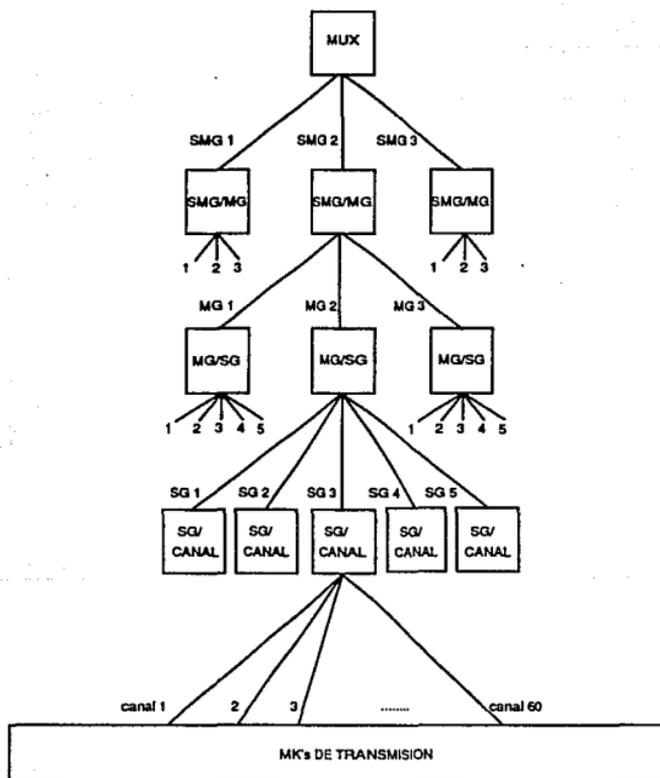


FIGURA 521.B: MODULACION DIGITAL

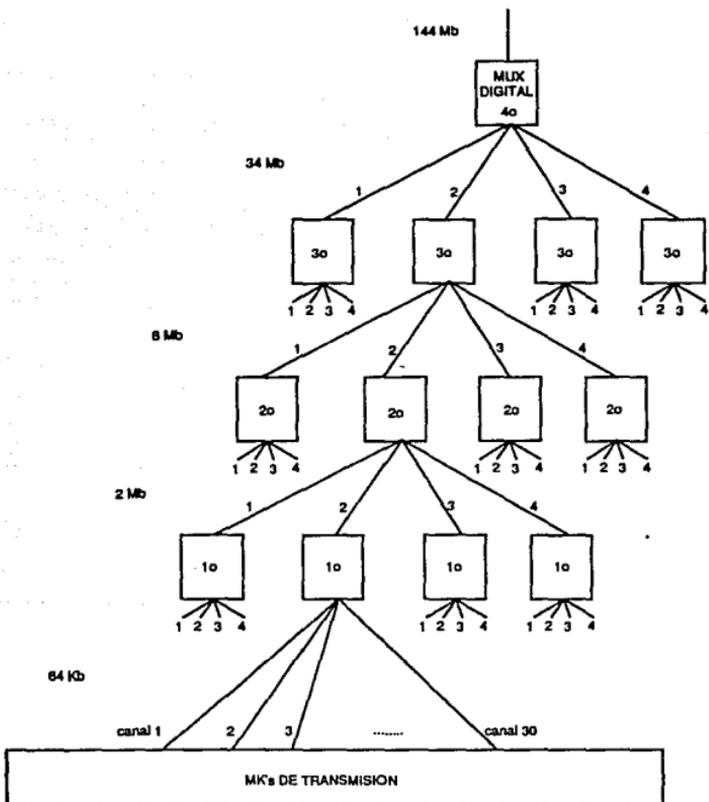
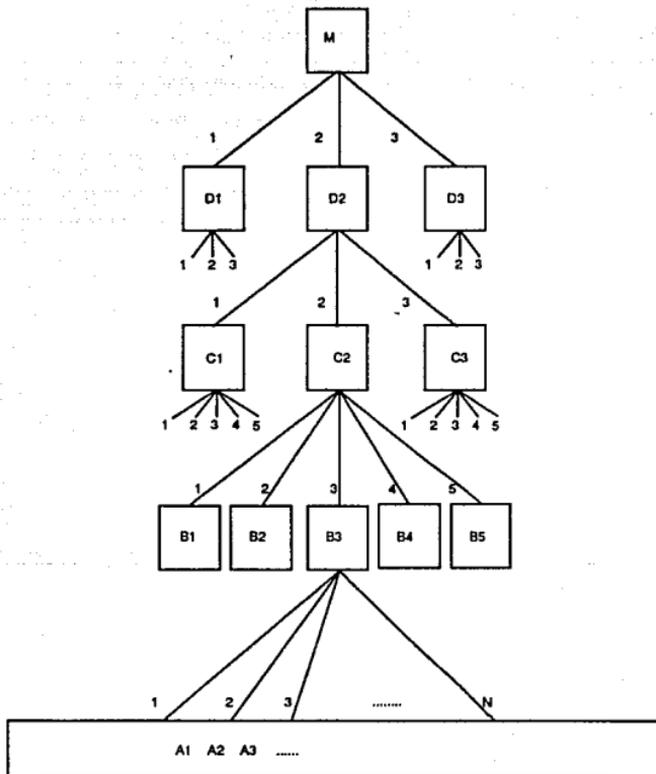


FIGURA 521.14: MODELO GENERAL



efectos de este modelo nos va a permitir representar los equipos mux en forma independiente a su tipo de modulación.

Los equipos de conmutación en general. se componen por un conjunto de placas, de las cuales un subconjunto es asignado para transmisión L.D. y otro para LOCAL, figura 521.f5

Los demas elementos a los que llamamos misceláneos, se ocupan para funciones específicas y se conectan de acuerdo a la fig.521.f6 que ejemplifica las posibles conecciones que pueden existir para los canales de transmisión. En general, para el desarrollo de este modelo, los representaremos como se muestra en la fig. 521.f7

Un ejemplo general de estos elementos se representa en la figura 521.f8

5.2.2 ENLACES DE TRANSMISION.

Utilizaremos el término "ENLACE" para representar la comunicación existente entre dos equipos instalados cada uno en un NODO LD. En función del tipo de equipo y su aplicación se generan varias capas para visualizar la red

FIGURA 521.15

MK's Cx

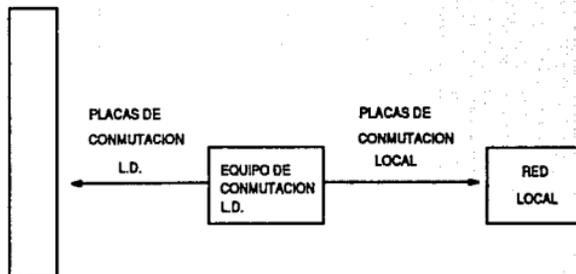


FIGURA 521.16

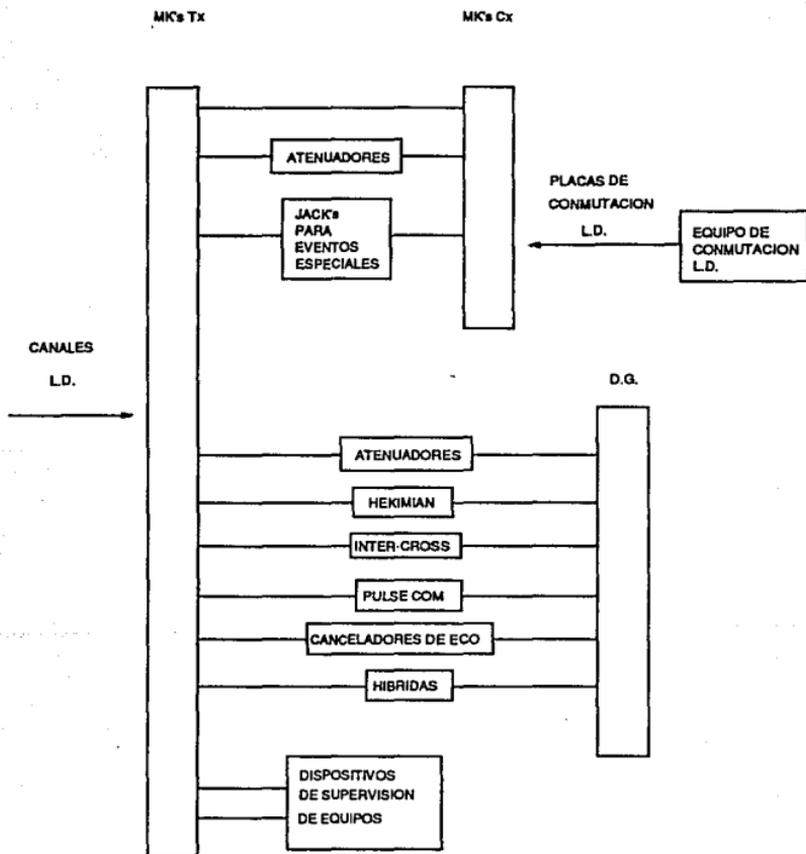


FIGURA 521.17: ELEMENTOS DE APLICACION

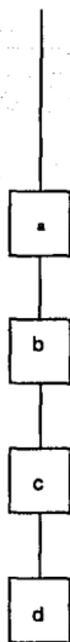
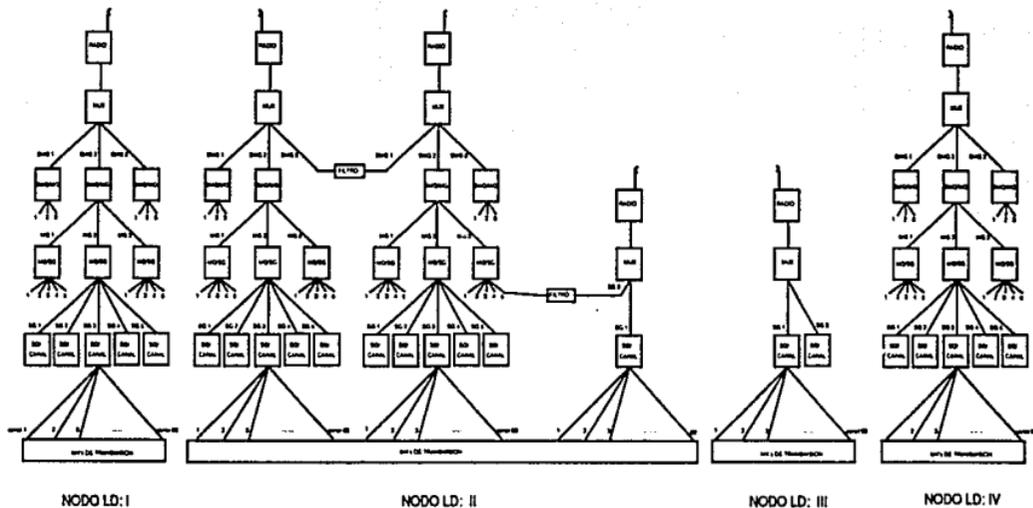


FIGURA 10



de enlaces que comunican los nodos de L.D.

1. Red de enlaces de transmisión. Esta formada por los equipos de transmisión: radios analógicos o digitales, fibras ópticas, ...etc. Estos enlaces son la base para comunicar un nodo con otro y se ejemplifican en la figura 522.f1 donde primero vemos un enlace básico y luego un conjunto de estos que representan esta red.

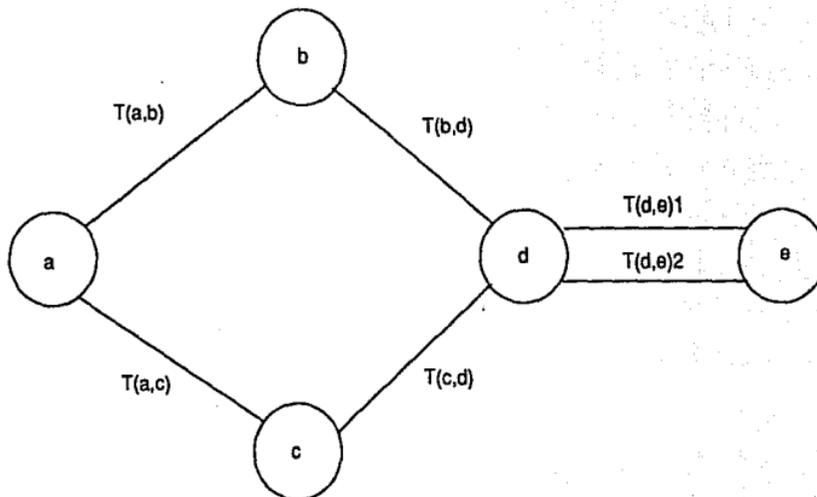
Utilizaremos la letra "T" para referirnos a un enlace de transmisión y para identificar cada uno de ellos utilizaremos los extremos del enlace y un consecutivo cuando existan más de un enlace entre dos NODOS LD, de esta forma la identificación utilizada en la figura 522.f1 se interpreta de la siguiente forma:

T(D,E)2 : Segundo enlace tipo "T" entre los nodos D
y E.

A esta identificación se asocian los datos que nos detallan como es la comunicación entre los nodos LD, es decir, si es analógica o digital, capacidad de canales, distancia, estudios de propagación de la señal, cálculos de atenuación y ruido, etc.

2. Red de enlaces de multiplex. Esta formada por los equipos multiplex de mayor capacidad, cada enlace se

FIGURA 522.f1 : RED DE LD A NIVEL TRANSMISION



forma por dos equipos multiplex asociados cada uno de ellos a un equipo de transmisión, y su trayectoria se define en base a la red de transmisión, donde podemos acoplar varios enlaces de transmisión con el objetivo de comunicar dos nodos a nivel multiplex, en la figura 522.f2 se ve un ejemplo de esta conceptualización donde tenemos lo siguiente:

$$M(A,B) : T(A,B)$$

$$M(B,E) : T(B,D) + T(D,E)1$$

$$M(A,E) : T(A,C) + T(C,D) + T(D,E)2$$

3. Red de enlaces de Super Master Grupo (SMG). Esta formada por los equipos SMG, asociados cada uno de ellos a una banda de salida del equipo multiplex, y su trayectoria se define en base a la red de multiplex, donde podemos acoplar varios enlaces de multiplex con el objetivo de comunicar dos puntos a nivel SMG, en la figura 522.f3 se ve un ejemplo de esta conceptualización donde tendríamos lo siguiente:

$$SMG(A,B) : M(A,B) \{1\}$$

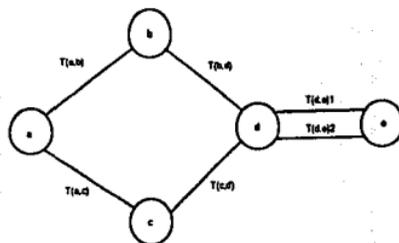
$$SMG(A,C) : M(A,B) \{2\} + M(B,C) \{1\}$$

$$SMG(A,D) : M(A,B) \{3\} + M(B,C) \{3\} + M(C,D) \{1\}$$

Aquí incluimos la expresión {n} que nos indica cual

FIGURA 522.02 : RED DE LD A NIVEL MULTIPLEX

En base a la siguiente red de Transmisión ...



... se pueden generar las siguientes aristas a nivel Múltiplex:

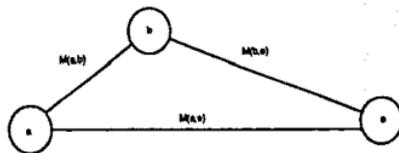
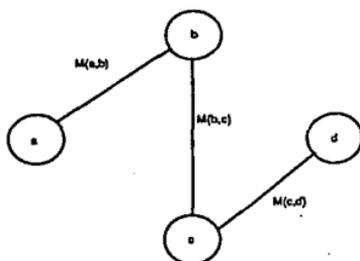
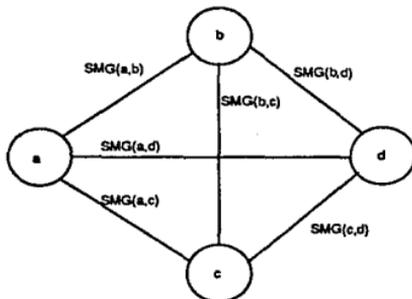


FIGURA 522.13 : RED DE LD A NIVEL SUPERMASTERGRUPOS

En base a la siguiente red de Multiplex



... se pueden generar los siguientes enlaces a nivel SuperMasterGrupo:



de las bandas del equipo mux se esta utilizando para definir la trayectoria del SMG, de esta forma el SMG(A,C) utiliza la salida 2 del M(A,B) y la salida 1 del M(B,C).

Otro aspecto importante es poder visualizar la carga de los MULTIPLEX, para este ejemplo, supongamos que todos los MULTIPLEX tienen capacidad de 3 salidas, entonces el M(A,B) ya estaría saturado, mientras que M(B,C) tiene ocupadas las salidas 1 y 3 por lo que la 2 esta disponible.

En la fig. 522.f4 se muestra la representación física de esta situación.

4. Red de enlaces de Master Grupo (MG). Esta formada por los equipos MG, asociados cada uno de ellos a una banda de salida del equipo SMG, y su trayectoria se define en base a la red de SMG, donde podemos acoplar varios enlaces de SMG con el objetivo de comunicar dos puntos a nivel MG, en la figura 522.f5 se ve un ejemplo de esta conceptualización donde tendríamos lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{MG(A,B)} &: \text{SMG(A,B)} \{1\} \\ \text{MG(A,C)} &: \text{SMG(A,B)} \{2\} + \text{SMG(B,C)} \{1\} \\ \text{MG(A,D)} &: \text{SMG(A,B)} \{3\} + \text{SMG(B,C)} \{3\} + \\ &\quad \text{SMG(C,D)} \{1\} \end{aligned}$$

FIGURA 522.14: CONEXIONES FISICAS A NIVEL SUPERMASTERGRUPOS

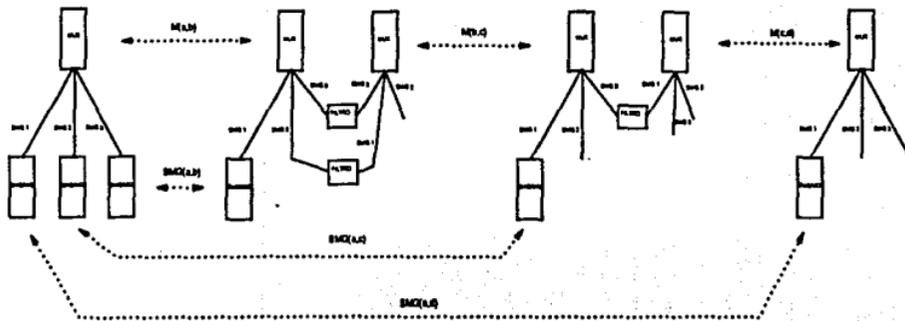
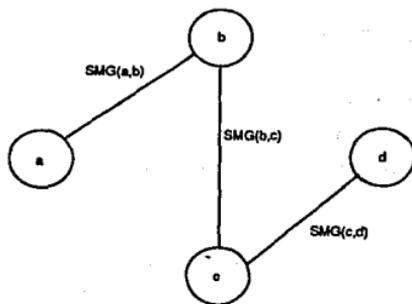
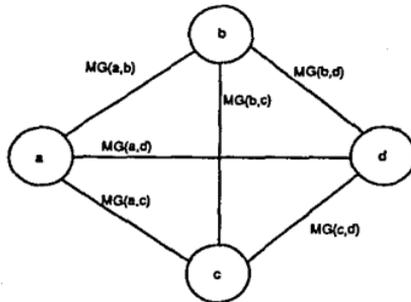


FIGURA 522.f5 : RED DE LD A NIVEL MASTERGRUPOS

En base a la siguiente red de Supermastergrupos



... se pueden generar los siguientes enlaces a nivel MasterGrupo:



La trayectoria del MG(A,C) utiliza la salida 2 del SMG(A,B) y la salida 1 del SMG(B,C).

Otro aspecto importante es poder visualizar la carga de los SMG, para este ejemplo, supongamos que todos los SMG tienen capacidad de 3 salidas, entonces el SMG(A,B) ya estaría saturado, mientras que SMG(B,C) tiene ocupadas las salidas 1 y 3 por lo que la 2 esta disponible.

5. Red de enlaces de Super Grupo (SG). Esta formada por los equipos SG, asociados cada uno de ellos a una banda de salida del equipo MG, y su trayectoria se define en base a la red de MG, donde podemos acoplar varios enlaces de MG con el objetivo de comunicar dos puntos a nivel SG, en la Fig. 522.f6 se ve un ejemplo de esta conceptualización donde tendríamos lo siguiente:

SG(A,B) : MG(A,B) {1}

SG(A,C) : MG(A,B) {2} + MG(B,C) {1}

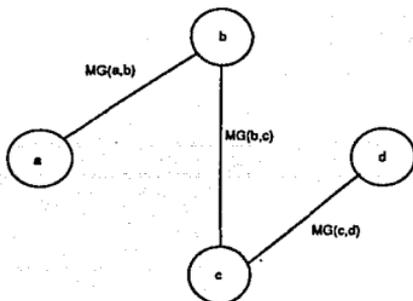
SG(A,D) : MG(A,B) {3} + MG(B,C) {3} + MG(C,D) {1}

La trayectoria del SG(A,C) utiliza la salida 2 del MG(A,B) y la salida 1 del MG(B,C).

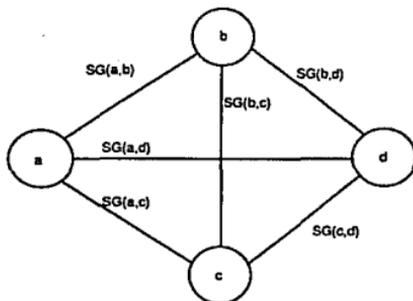
Otro aspecto importante es poder visualizar la carga de los MG, para este ejemplo, dado que todos los MG

FIGURA 522.f6 : RED DE LD A NIVEL SUPERGRUPOS

En base a la siguiente red de mastergrupos



... se pueden generar los siguientes enlaces a nivel superGrupo:



tienen capacidad de 5 salidas, entonces el MG(B,C) tiene ocupadas las salidas 1 y 3 por lo que la 2,4 y 5 estan disponibles.

6. Red de enlaces de canal Analógico (CA). Esta formada por los canales, asociados cada uno de ellos a una banda de salida del equipo SG, y su trayectoria se define en base a la red de SG, donde podemos acoplar varios enlaces de SG con el objetivo de comunicar dos puntos a nivel canal, en la figura 522.f7 se ve un ejemplo de esta conceptualización donde tendríamos lo siguiente:

CA(A,B) : SG(A,B){1}

CA(A,C) : SG(A,B){2} + SG(B,C){1}

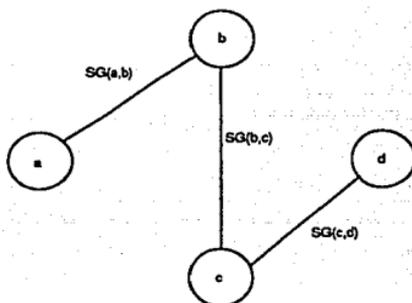
CA(A,D) : SG(A,B){3} + SG(B,C){3}+ SG(C,D){1}

La trayectoria del CA(A,C) utiliza la salida 2 del SG(A,B) y la salida 1 del SG(B,C).

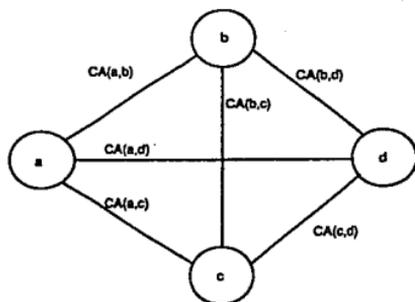
Otro aspecto importante es poder visualizar la carga de los SG, para este ejemplo, dado que todos los SG tienen capacidad de 60 salidas, entonces el SG(A,B) tiene ocupadas las salidas 1,2 y 3 por lo que las restantes están disponibles.

FIGURA 522.f7 : RED DE LD A NIVEL CANAL

En base a la siguiente red de Supergrupos



... se pueden generar los siguientes enlaces a nivel canal:



7. Redes de enlaces Digitales: a partir del punto 3 comenzamos a hacer una descripción de los enlaces analógicos, los digitales son completamente equivalentes, de tal forma que quedarían descritos con la siguiente nomenclatura:

CD : Canal Digital
GD1 : Grupo Digital de 1 orden
GD2 : Grupo Digital de 2 orden
GD3 : Grupo Digital de 3 orden
.
.
GDn : Grupo Digital de n orden

Las cargas y trayectorias se definen de forma semejante: .

CD(A,B) : GD1(A,B) {1}
CD(A,C) : GD(A,B) {2} + GD(B,C) {1}
CD(A,D) : GD(A,B) {3} + GD(B,C) {3} + GD(C,D) {1}
GD1(A,B) : GD2(A,B) {1}
GD1(A,C) : GD2(A,B) {2} + GD2(B,C) {1}
GD1(A,D) : GD2(A,B) {3} + GD2(B,C) {3} +
GD2(C,D) {1}
GD2(A,B) : GD3(A,B) {1}
GD2(A,C) : GD3(A,B) {2} + GD3(B,C) {1}

GD2 (A,D): GD3 (A,B) {3} + GD3 (B,C) {3} +
GD3 (C,D) {1}
GD3 (A,B): GD4 (A,B) {1}
GD3 (A,C): GD4 (A,B) {2} + GD4 (B,C) {1}
GD3 (A,D): GD4 (A,B) {3} + GD4 (B,C) {3} +
GD4 (C,D) {1}

Todos los enlaces tienen los siguientes datos que los identifican:

1. TIPO DE ENLACE
2. POBLACION (A)
3. POBLACION (B)
4. CONSECUTIVO

Todos los enlaces tienen asociados los siguientes datos:

1. CAPACIDAD DE CANALES
2. DISTANCIA
3. FECHA DE REQUERIMIENTO DE ALTA
4. FECHA DE PROGRAMACION DE ALTA
5. FECHA DE PUESTA EN SERVICIO
6. FECHA DE CANCELACION
7. FECHA DE REQUERIMIENTO DE BAJA
8. FECHA DE PROGRAMACION DE BAJA
9. FECHA DE BAJA

5.2.3 DESARROLLO DEL DIAGRAMA ENTIDAD-RELACION

Tomaremos la generalización de la fig. 523.f1 donde podemos ver todas las conexiones físicas para describir la planta, una primer alternativa es definir la entidad elemento de conexión, el cual se conecta a otros dos, con lo cual se tiene un DER según la fig. 523.f2.

Con este DER se representa toda la conectividad de una central, en el archivo de entidad se tienen los datos de la ubicación, y en la relación se tienen los datos del medio de transmisión que los comunica.

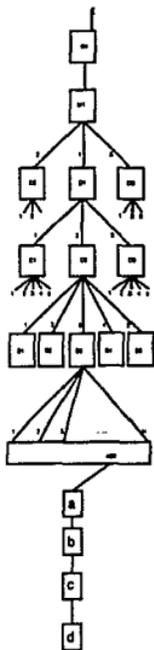
De esta forma tenemos dos tablas:

ELEMENTOS: (ID_ELEMENTO, NODO_LD, UBICACION_DEL_ELEMENTO)

CONEXION: (ID_ELEMENTO_DE, ID_ELEMENTO_A)

FIGURA 10311

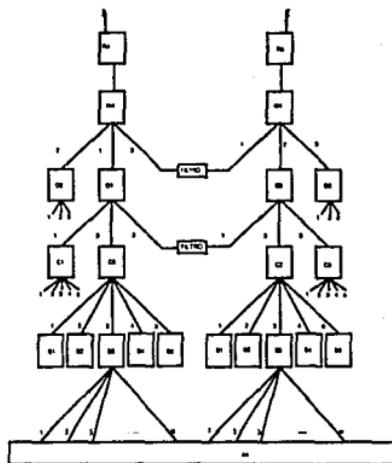
NODO LD: I



NODO LD: II



NODO LD: III



NODO LD: IV

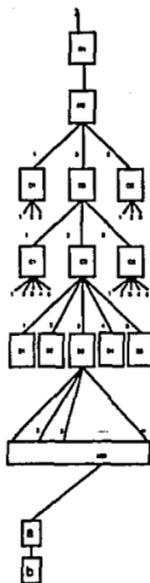
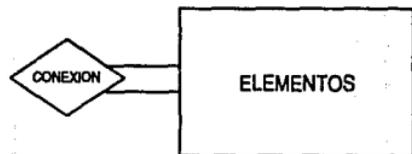


FIGURA 523.F2



Para el ejemplo de la Fig. 5.2.3.f1 estas tablas quedan de la siguiente forma:

ELEMENTOS:

ID_ELEMENTO	CENTRAL	UBICACION
I-d	I	x
I-c	I	x
I-b	I	x
I-a	I	x
M1A30	I	x
M1B5	I	x
M1C2	I	x
M1D1	I	x
M1	I	x
R1	I	x
R2	II	x
R3	II	x
R4	III	x
M4	III	x
M4D1	III	x
F	III	x
M5D3	III	x
M5	III	x
R5	III	x
R6	IV	x
M6	IV	x
M6D3	IV	x
M6C2	IV	x
M6B5	IV	x
M6A30	IV	x
IV-a	IV	x
IV-b	IV	x

CONEXIONES:

ID_ELEMENTO_DE	ID_ELEMENTO_A
I-d	I-c
I-c	I-d
I-c	I-b
I-b	I-c
I-b	I-a
I-a	I-b
I-a	M1A30
M1A30	I-a
M1A30	M1B5
M1B5	M1A30
M1B5	M1C2
M1C2	M1B5
M1C2	M1D1
M1D1	M1C2
M1D1	M1
M1	M1D1
M1	R1
R1	M1
R1	R2
R2	R1
R2	R3
R3	R2
R3	R4
R4	R3
R4	M4
M4	R4
M4	M4D1
M4D1	M4
M4D1	III-F
III-F	M4D1
III-F	M5D3
M5D3	III-F
M5D3	M5
M5	M5D3
M5	R5
R5	M5
R5	R6
R6	R5

ID_ELEMENTO_DE	ID_ELEMENTO_A
R6	M6
M6	R6
M6	M6D1
M6D1	M6
M6D1	M6C2
M6C2	M6D1
M6C2	M6B5
M6B5	M6C2
M6B5	M6A30
M6A30	M6B5
M6A30	IV-a
IV-a	M6A30
IV-a	IV-b
IV-b	IV-a

Sin embargo, para llegar de un extremo a otro de un enlace, se requiere que todas las centrales intermedias estén documentadas bajo este sistema, lo que es prácticamente imposible, si consideramos que existen 6 gerencias regionales en donde cada una va a ser libre de elegir como administrar su información, además, hay sistemas contra otras compañías como TELNOR, o de otro país, por lo que una representación de este tipo no solucionaría realmente nuestro problema.

Otra alternativa sería agregar a cada elemento, otro que le corresponda del otro extremo, con lo que brincaríamos los nodos LD que quedarán fuera de este modelo, sin embargo nos perderíamos cuando existieran acoplamientos, por lo que utilizaremos los conceptos de ENLACE para incluirlos en nuestro modelo.

Clasificando nuestros elementos de la fig. 523.f1 de la forma mostrada en la fig. 523.f3 encontramos lo siguiente:

1. Elementos de transmisión
 - equipos de transmisión
 - equipos de multiplex

2. Elementos de aplicación
 - equipos de conmutación
 - misceláneos

3. Enlaces de transmisión
 - E_canal
 - E_supergrupo
 - E_mastergrupo
 - E_supermastergrupo
 - E_mux
 - E_2Mb
 - E_8Mb
 - E_34Mb
 - E_144Mb
 - E_Tx_analógica
 - E_Tx_digital

Los elementos de transmisión tienen la propiedad de tener un equivalente en el extremo distante del enlace al que se asocian de acuerdo a su capacidad, además se pueden acoplar con otro equipo de la misma capacidad.

Los elementos de Aplicación por su parte, pueden no tener un equivalente en el extremo distante.

Los enlaces de transmisión se definen de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 E_{\text{canal}} &= 1(\text{canal analógico/canal digital})n \\
 \text{canal analógico} &= E_{\text{supergrupo}} + \text{num_canal} \\
 \text{canal digital} &= E_{2\text{Mb}} + \text{num_canal}
 \end{aligned}$$

```

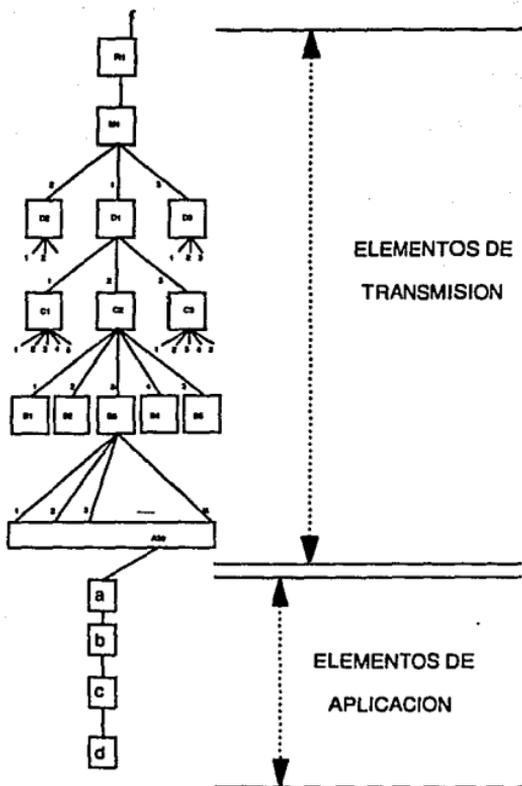
E_supergrupo = 1(supergrupos)n
supergrupo = E_mastergrupo + num_supergrupo
E_mastergrupo = 1(mastergrupos)n
mastergrupo = E_supermastergrupo +
num_mastergrupo
E_supermastergrupo = 1(supermastergrupos)n
supermastergrupo = E_mux + num_supergrupo
E_mux = 1(E_Tx_analogica)n
E_Tx_analogica = 1(Tx_analogica)n
E_2Mb = 1(sist_2Mb)n
sist_2Mb = E_8Mb + num_sist_2Mb
E_8Mb = 1(sist_8Mb)n
sist_8Mb = E_34Mb + num_sist_8Mb
E_34Mb = 1(sist_34Mb)n
sist_34Mb = E_144Mb + num_sist_8Mb
E_144Mb = 1(E_tx_digital)n
E_Tx_digital = 1(Tx_digital)n

```

Cada enlace se define en base a uno de nivel superior hasta llegar a la unidad mínima de comunicación entre dos NODOS LD, de esta forma, los enlaces nos generan cierta transparencia entre los elementos de transmisión y los de aplicación de acuerdo a la fig. 523.f4 donde para llegar de un extremo a otro del enlace no se tiene que depender de la conectividad de todos los elementos de transmisión, basta con asociar los elementos de aplicación de cada central con un enlace para poder obtener su conectividad. Por otra parte, si es necesario conocer la trayectoria del enlace, esta se va a describir en base a los canales que utiliza de acuerdo a las expresiones recién mencionadas.

Como resultado de toda esta visualización podemos entonces definir nuestro DER de acuerdo a la fig. 523.f5.

FIGURA 523.13:



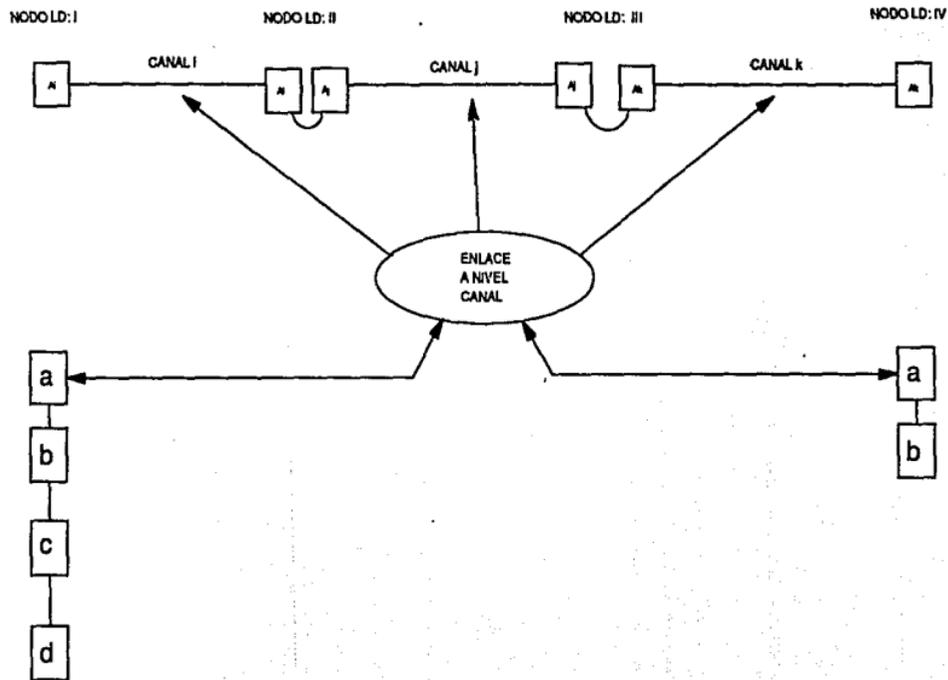
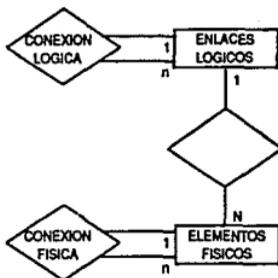


FIGURA 523.F5:



5.2.4 TABLAS

Complementando el DER de la figura 523.f5 obtenemos el DER mostrado en la fig. 524.f1, de donde obtenemos las siguientes tablas:

1. NODOS LD:

ID_NODO_LD
NOMBRE DEL NODO LD
DOMICILIO
ID_REGION * ver regiones operativas
ID_TIPO DE CENTRAL * ver centrales
-
-

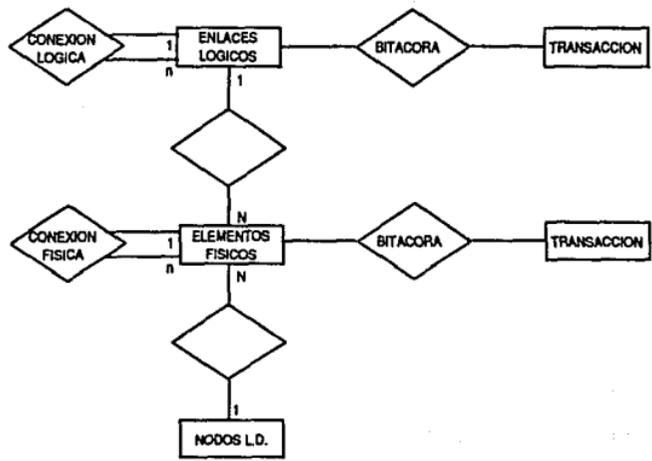
2. ELEMENTOS FISICOS

* ID_ELEMENTO
ID_NODO_LD
ID_TIPO DE ELEMENTO FISICO
CONSECUTIVO
ID_ENLACE
UBICACION en el nodo

3. ENLACES LOGICOS:

+ ID_ENLACE
ID_TIPO DE ENLACE *ver tipo de enlaces lógicos
ID_NODO_LD A
ID_NODO_LD B
CONSECUTIVO
DISTANCIA
-
-
-
-

FIGURA 524.11: DIAGRAMA ENTIDAD-RELACION



4. CONEXIONES FISICAS:

ID_ELEMENTO del que se conecta

ID_ELEMENTO al que se conecta

-

-

-

5. CONEXIONES LOGICAS:

ID_ENLACE de nivel N

NUMERO DE SALIDA del enlace N

ID_ENLACE de nivel N-1

-

-

-

6. BITACORA DE ELEMENTOS FISICOS

FECHA

ID_ELEMENTO

TRANSACCION

7. BITACORA DE ENLACES LOGICOS

FECHA

ID_ENLACE

TRANSACCION

* REGIONES OPERATIVAS

O	OCCIDENTE	GUADALAJARA
N	NORTE	MONTERREY
C	CENTRO	QUERETARO
S	SUR	PUEBLA
M	METRO	MEXICO
E	SURESTE	MERIDA

* TIPOS DE ENLACE DE TRANSMISION

CAN CANAL
SG SUPERGRUPO
MG MASTERGRUPO
SMG SUPERMASTERGRUPO
M12 MUX ANALOGICO DE 120 CANALES
M96 MUX ANALOGICO DE 960 CANALES
M18 MUX ANALOGICO DE 1,800 CANALES
M27 MUX ANALOGICO DE 2,700 CANALES
RA12 RADIO ANALOGICO DE 120 CANALES
RA96 RADIO ANALOGICO DE 960 CANALES
RA18 RADIO ANALOGICO DE 1,800 CANALES
RA27 RADIO ANALOGICO DE 2,700 CANALES
D2 SISTEMA DE 30 CANALES
D8 SISTEMA DE 120 CANALES
D34 SISTEMA DE 480 CANALES
D144 SISTEMA DE 1,920 CANALES
RD72 RADIO DIGITAL DE 72 CANALES
RD12 RADIO DIGITAL DE 120 CANALES
RD19 RADIO DIGITAL DE 1,920 CANALES

BITACORA DE ENLACES:

FECHAS DE

SOLICITUD DE ALTA - SOLICITANTE
ASIGNACION
VENCIMIENTO
PROGRAMACION DE ALTA
REPROGRAMACION DE ALTA
PUESTA EN SERVICIO
CANCELACION
SOLICITUD DE BAJA
PROGRAMACION DE BAJA
REPROGRAMACION DE BAJA
BAJA
REPORTE DE FALLA
REPARACION DE FALLA

BITACORA DE LOS ELEMENTOS:

FECHAS DE

REQUERIMIENTO

RECEPCION EN LA CENTRAL

INSTALACION

DESMONTAJE

DEVOLUCION

REPORTE DE FALLA

REPARACION DE FALLA

5.2.5 ESQUEMA DE FRAGMENTACION

Una vez que tenemos definido el esquema global de relaciones procederemos a la fragmentación de las mismas.

La fragmentación se puede definir de manera sencilla al tomar en cuenta la naturaleza de la administración actual de los equipos y que la información que concierne a cada central debe procesarse localmente.

Tenemos básicamente las siguientes relaciones a fragmentar:

ELEMENTOS_FISICOS QUE NOMBRAREMOS	R ₁ .
CONEXIONES_FISICAS QUE NOMBRAREMOS	R ₂ .
BITACORA_DE_ELEMENTOS NOMBRADA	R ₃ .
ENLACES_LOGICOS QUE NOMBRAREMOS	R ₄ .
CONEXIONES_LOGICAS QUE NOMBRAREMOS	R ₅ .
BITACORA_DE_ENLACES NOMBRADA	R ₆ .
CENTRALES QUE NOMBRAREMOS	R ₇ .

La fragmentación de todas las relaciones será la siguiente:

$$P_1: \text{CENTRAL} = \text{CENTRAL}_i \vee i$$

O sea que cada tiple de las relaciones pertenecerá al fragmento horizontal acorde a la central a la que pertenezca.

5.2.6 ESQUEMA DE LOCALIZACION

Para la localización de los fragmentos definidos R_1 , R_2 y R_3 se localizan en el centro regional que le corresponda para su proceso:

$$P_j: \text{CENTRAL}_i \in \text{REGION}_j \forall i, j$$

Para la localización de los fragmentos definidos R_4 , R_5 y R_6 la situación es distinta pues la información concierne a ambas centrales; sin embargo, varias centrales pueden ser controladas por un mismo centro regional, o bien, estar controladas por centrales distintas. Por esta situación se sugiere localizar fragmentos redundantes de información en ambas regiones involucradas en el control del las conexiones lógicas. O sea:

$$P_j: \text{CENTRAL}_A_i \in \text{REGION}_j \wedge \text{CENTRAL}_B_i \in \text{REGION}_j \forall i, j$$

para localizar a los fragmentos cuyos enlaces lógicos tienen a ambas centrales en la región y para los fragmentos que se encuentren en regiones diferentes:

$$P_j: \text{CENTRAL}_A_i \in \text{REGION}_j \wedge \text{CENTRAL}_B_i \notin \text{REGION}_j \forall i, j$$

Por último, R_7 es especial, gracias a que relativamente es poco actualizada y muy consultada por lo que se sugiere tener una copia de esta tabla completa en cada región.

5.3 FORMA DE IMPLEMENTACION.

- El modelo propuesto es un modelo conceptual que puede ser implementado en diferentes plataformas de hardware y software.

- El modelo propuesto representa la base para la selección posterior de tecnología y el desarrollo de las aplicaciones a nivel empresa e interempresa. Es la principal guía para la selección de la tecnología, pues establece, mediante las aplicaciones y esquema globales, necesidades y puntos de investigación para definir las necesidades de comunicación, capacidad de equipo y software. La selección de tecnología para su implementación es motivo de otro estudio; sobre todo si tomamos en cuenta que los requerimientos específicos del modelo de base de datos propuesto (transparencia de fragmentación) no son cubiertos aún en su totalidad por ningún proveedor de base de datos, lo que no impide de forma alguna su implementación mediante la aplicación de técnicas de desarrollo sobre bases de datos con menor grado de transparencia y redes de comunicación más sencillas.

- Las aplicaciones requieren detallarse. No es posible desarrollarlas en este momento, debido a que no está hecha la selección de tecnología y desconocemos el nivel de transparencia que tendrá la base de datos a utilizar. Sin embargo, las aplicaciones se deben visualizar en un esquema global de necesidades y atendiendo a este modelo de datos de solución, lo que les dá la posibilidad de

que, cuando se realice el diseño detallado de la aplicación, y se tomen en cuenta los detalles de implementación, estas aplicaciones sean capaces de compartir datos e integrarse para formar la base de datos corporativa que la empresa requiere, y no el "inventario de equipo" de una gerencia, que solo es utilizado en el ambito departamental.

6 CONCLUSIONES

- El método seguido resultó efectivo para enmarcar las necesidades globales de la empresa, dando como resultado un modelo de datos que se puede utilizar para cubrir, no sólo las necesidades del área de construcción de circuitos, sino para proveer información a otras gerencias, haciendo más valioso el modelo al encajarlo en la operación global de la dirección de larga distancia, pues permite cubrir las necesidades de integración de los procesos de operación, expansión y planeación, en lo que a la información de circuitos de larga distancia se refiere.

- La inversión en la implementación de este modelo es altamente justificable pues representa el control del recurso más productivo de la empresa actualmente: el circuito de larga distancia. El esfuerzo de invertir en equipo de cómputo y recursos humanos para el control de todo el ciclo de vida de un canal de comunicación de larga distancia es mínimo comparado con el costo de los 10,000 canales detectados como desocupados (los cuales dejan de facturar alrededor de 1,000,000 diario por tiempo desconocido), si tomamos en cuenta, además, el crecimiento en la relación ejecución/costo que han experimentado los equipos de cómputo.

- El diseño de aplicaciones basadas en un modelo global, permite su integración a posteriori. Además posibilita a la empresa, mediante un diseño congruente, a lograr un mejor desempeño en la toma de decisiones, al poseer información más confiable

en el tiempo en que se requiere, en el lugar que se necesita.

- Tomando en cuenta el retraso de 18 meses requerido para la entrega de un equipo específico de comunicaciones, este cuello de botella debe ser manejado por las áreas de planeación con la información más completa y actualizada de la actual planta para la generación del mejor estimado de inversión posible en sus planes quinquenales. El valor de esta información es un intangible muy apreciado pues en la actualidad la información no es actualizada ni 100% confiable.
- El Control de los proyectos es factor crítico para la puesta en servicio de los sistemas de larga distancia. Un solo equipo que no tenga el seguimiento adecuado puede representar pérdidas económicas de hasta 2,700 millones diarios.
- Por su parte, el control de un mantenimiento correctivo y preventivo, es vital para el buen servicio al público usuario, fuerte compromiso adquirido por TELMEX al momento de su privatización.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

AUERBACH INFORMATION MANAGEMENT SERIES. DATA BASE MANAGEMENT, USA, AUERBACH, 1979. "Management Issues in the Data Base Plan".

DISEÑO DE BASES DE DATOS. Wiederhold, Gio. 2da. ed. México, edit. McGraw Hill, 1985.

DISTRIBUTED DATABASE DESIGN CONSIDERATIONS Bray, Olin H.

DISTRIBUTED DATABASES, PRINCIPLES & SYSTEMS. Stefano Cery y Giuseppe Pelagatti, ed. McGraw Hill, 1985

Networks Buyer's Guide, Editado por Digital Equipment Corporation.

TRENDS AND APPLICATIONS, 1976, Universidad de Minnesota: Computer Networks, IEEE, 1976.

STRUCTURED ANALYSIS, Tom De Marco.

REVISTAS.

DATABASE Programming & Design.

COMPUTER WORD.

DATA BASED ADVISOR.

BRIEFINGS, Information & Management, editado por North-Holland Publishing Company.