



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA TELEFONICO DIGITAL
PROYECTO MERIDA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
FRANCISCO ANDRADE ESTRADA
SANTIAGO GONZALEZ LOPEZ
JORGE A. MONROY JUAREZ
JUAN CARLOS M. RAMIREZ HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. CONSUELO LEMUS CASILLAS

MEXICO, D. F.,

1993



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Página

INTRODUCCION

1

CAPITULO I. ANTECEDENTES DE LA TELEFONIA

1.1	INTRODUCCION	1.1
1.1.1	LAS REDES TELEFONICAS AYER	1.1
1.1.2	LA TELEFONIA HOY	1.2
1.1.3	LA TELEFONIA MAÑANA	1.4
1.2	LA TELEFONIA EN MEXICO	1.5
1.3	FUNDAMENTOS DE LA DIGITALIZACION DE LA VOZ	1.7

CAPITULO II. FUNCIONES DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACION

2.1	INTRODUCCION	2.1
2.2	SISTEMAS BASICOS DE CONMUTACION	2.2
2.3	CONCEPTOS DE CONTROL	2.3
2.3.1	CONTROL MANUAL	2.3
2.3.2	CONTROL PROGRESIVO	2.4
2.3.3	CONTROL COMUN	2.4
2.3.3.1	FUNCIONES DE CONTROL COMUN	2.4
2.3.3.2	TIPOS DE CONTROL COMUN	2.5
2.4	SEÑALIZACION	2.8
2.4.1	CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE ABONADO	2.8
2.4.2	SEÑALIZACION DE SUPERVISION	2.10
2.4.2.1	SUPERVISION DE LINEA DE ABONADO	2.12
2.4.2.2	SEÑALIZACION DE SUPERVISION SOBRE LAS TRONCALES	2.16
2.4.2.3	TONO DE SUPERVISION SOBRE LAS TRONCALES	2.18
2.4.2.4	CONTROL POR CABLES E Y M	2.18
2.4.2.5	CONTROL DE DESCONEXION	2.21
2.4.3	SEÑALIZACION DE DIRECCIONAMIENTO	2.22
2.4.3.1	SEÑALIZACION POR TRANSMISION DE PULSOS	2.23
2.4.3.2	SEÑALIZACION MEDIANTE USO DE TONO DUAL DE MULTIFRECUENCIAS	2.25
2.4.3.3	SEÑALIZACION USANDO MULTIFRECUENCIAS	2.29
2.4.3.4	CONTROL DE DIRECCIONAMIENTO INTERNACIONAL	2.31
2.4.3.5	SEÑALIZACION DE TRANSITORIOS	2.33
2.4.4	SEÑALES PROGRESIVAS DE LLAMADO	2.34
2.4.5	SEÑALIZACION POR CANAL COMUN	2.35
2.4.5.1	PRINCIPIOS DEL CCIS	2.35
2.4.5.2	OPERACIONES DE LA SEÑALIZACION DE ENLACE	2.36
2.4.5.3	DISPOSICION DE LLAMADO CON CCIS	2.37
2.4.5.4	VENTAJAS DE LOS CCIS	2.38
2.4.5.5	FORMATO DE LOS MENSAJES DE SEÑALIZACION	2.38
2.5	TECNOLOGIAS DE REDES DE CONMUTACION	2.40
2.5.1	ESTRUCTURA DE UNA RED EXTERNA	2.40
2.5.1.1	CONMUTACION POR PUNTO DE CRUCE	2.45
2.5.1.2	TECNOLOGIA DE PUNTO DE CRUCE	2.50

2.5.2	SISTEMAS DE CONMUTACION TEMPORAL	2.52
2.5.2.1	SISTEMAS DE CONMUTACION ESPACIAL	2.53
2.5.2.2	SISTEMAS POR DIVISION EN FRECUENCIA	2.53
2.5.2.3	SISTEMAS ELECTRONICOS Y SEMIELECTRONICOS	2.53
2.5.2.4	CLASIFICACION DE CENTRAL DE LA RED NACIONAL	2.54

CAPITULO III. ARQUITECTURAS DE CONMUTACION DIGITAL

3.1	INTRODUCCION	3.1
3.1.1	TECNICAS DE INTERFAZ TERMINAL	3.1
3.1.2	CONSIDERACIONES DE IMPLANTACION	3.2
3.1.2.1	INTERFAZ DE LINEA ANALOGICA	3.2
3.1.2.2	INTERFAZ DE TRONCAL ANALOGICA	3.4
3.1.2.3	INTERFAZ DE TRONCAL DIGITAL	3.5
3.1.3	TENDENCIAS DE IMPLANTACION	3.5
3.2	CONSIDERACION DE REDES DE CONMUTACION	3.5
3.2.1	CONMUTACION DIGITAL MULTITAPAS	3.5
3.2.1.1	CONSIDERACIONES DE CONMUTACION EN EL TIEMPO	3.6
3.2.1.2	CONSIDERACIONES DE CONMUTACION DE ESPACIO	3.7
3.2.1.3	ESTRUCTURA TIEMPO-ESPACIO-TIEMPO (TET)	3.7
3.2.1.4	ESTRUCTURA ESPACIO-TIEMPO-ESPACIO (ETE)	3.9
3.2.1.5	CONMUTACION SEPARADA CONTRA COMBINADA	3.9
3.2.2	MATRICES SIMETRICAS DIGITALES	3.10
3.3	TECNICAS DE CIRCUITOS DE SERVICIO	3.11
3.3.1	GENERACION DE TONO	3.11
3.3.2	RECEPCION DE TONO	3.12
3.3.3	CONFERENCIA DIGITAL	3.13
3.3.4	ANUNCIOS GRABADOS DIGITALES	3.14
3.3.5	SUPRESORES DE ECO DIGITALES	3.15
3.4	ARQUITECTURA DE CONTROL	3.15
3.4.1	CENTRAL DE DISTRIBUCION DE CARGA DE TRABAJO	3.15
3.4.2	SISTEMAS DE CONTROL CENTRAL	3.16
3.4.3	SISTEMAS DE CONTROL COMPARTIDO	3.17
3.4.4	SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO	3.18
3.4.4.1	DISTRIBUCION DE CONTROL POR FUNCION	3.18
3.4.4.2	DISTRIBUCION DE CONTROL POR TAMAÑO DE BLOQUE	3.18
3.5	DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO	3.19
3.5.1	FASES DE MANTENIMIENTO	3.19
3.5.2	MÉTODOS DE DIAGNOSTICO	3.20
3.6	ADMINISTRACION	3.22
3.6.1	MANEJO DE BASE DE DATOS	3.22
3.6.2	CAMBIOS EN EL PROGRAMA GENERICO	3.22
3.6.3	RECOLECCION DE DATOS	3.22
3.6.4	ADMINISTRACION DE TRAFICO	3.23
3.6.5	MANEJO DE RED	3.25
3.6.5.1	PRINCIPIOS DE CONTROL	3.26
3.6.5.2	CONTROLES PRINCIPALES UTILIZABLES	3.27

CAPITULO IV. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA TELEFONICO DIGITAL AXE

4.1	INTRODUCCION	4.1
4.2	NIVELES FUNCIONALES DE UNA CENTRAL DIGITAL AXE	4.1

4.3	SISTEMAS DE CONMUTACION	4.17
4.3.1	EL SELECTOR DE GRUPO DIGITAL	4.17
4.4	SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL	4.24
4.4.1	LA ETAPA DE ABONADO DIGITAL.	4.24

CAPITULO V. PROYECTO MERIDA

5.1	INTRODUCCION	5.1
5.2	RED ACTUAL	5.1
5.3	ARQUITECTURA DE RED DIGITAL	5.11
5.4	DISTRIBUCIONES DE CENTRALES	5.21
5.5	BENEFICIOS	5.33

CONCLUSIONES

6.1	CONCLUSIONES	6.1
-----	--------------	-----

A N E X O S

ANEXO A		A.1
INVENTARIOS DE VIVIENDAS		

ANEXO B		B.1
INVERSION DE CABLE		

ANEXO C		C.1
INVENTARIOS DE VIVIENDAS		

ANEXO D		D.1
INVERSION DE CABLE		

BIBLIOGRAFIA		7.1
--------------	--	-----

INTRODUCCION

La evolución del quehacer humano se ha visto plasmada de permanentes cambios, mismos que se han originado en base a una constante necesidad de mejorar su entorno, analizando y observando todo cuanto le rodea. Ha sido esta facultad innata del hombre la que le ha permitido obtener sus conocimientos acerca de la Naturaleza, del Universo y de sí mismo, proceso que ha ido enriqueciendo constantemente a través del tiempo y del espacio, utilizando para ello diferentes medios de comunicación, siendo uno de los más usados el de la comunicación oral, método que ha ido perfeccionando hasta hacerlo cada vez mejor y más rápido.

Estos medios de comunicación se han visto impactados de forma determinante por la constante e interminable evolución de la tecnología de la microelectrónica, lo que le ha permitido mejorar y acrecentar los medios de comunicación existentes, brindando una cobertura cada vez más amplia a los usuarios en general. En lo que ha telefonía se refiere ha permitido el cambio de los viejos y obsoletos sistemas de conmutación electromecánicos y analógicos por nuevos y sofisticados sistemas de comunicación digital, así como sus canales de transmisión y recepción de información ya sean estos de voz o de datos.

Teléfonos de México no se ha quedado al margen de estos cambios tecnológicos y ha querido evolucionar a la par, tratando de hacer una integración a nivel nacional para mejorar la calidad de sus servicios y ofrecer otros nuevos. Una muestra de ello es el tema que se eligió para el desarrollo de este trabajo, con lo cual se ha querido hacer patente estos avances, además de aportar un nuevo concepto en la redistribución de la red telefónica actual, por el de "Centros Equidistantes de Distribución" (CED), escogiendo para ello la ciudad de Mérida, Yucatán como ejemplo.

Sabemos que con este nuevo concepto se pueden llevar a cabo mejoras sustanciales para la planeación de nuevas centrales telefónicas en lugares donde no se cuenta con el servicio, o facilitar el crecimiento de las ya existentes a través del uso de concentradores digitales siguiendo la metodología ya señalada el "CED", tema que será detallado en el Capítulo V de este trabajo, pero para poder entender con más claridad toda esta información se han anexado una serie de tópicos con este fin, los cuales van desde una breve reseña histórica a nivel Mundial y a nivel Nacional de lo que ha sido la telefonía en México, y cuales son sus tendencias, Capítulo I.

En el Capítulo II se hace mención de las funciones básicas de los sistemas de conmutación telefónica describiendo los siguientes puntos de manera muy general, siendo estas las siguientes: Supervisión, Control, Señalización y Trayectorias de Red, con lo que se pasará al capítulo III en donde se explica cuales son los requerimientos que se deben de implantar en una red digital y los cuales comprenden los siguientes puntos: el tamaño y ampliación del sistema, tipo de codificación, cantidad de líneas y troncales, manejo de los circuitos de señalización y de servicios, localización de los sistemas de diagnóstico, manejo de tráfico y conmutación denominando a este tema como Arquitectura de Conmutación Digital. En el capítulo IV se lleva a cabo una explicación de el sistema telefónico digital denominado AXE, sistema empleado en la red digital de la ciudad de Mérida, Yucatán.

Con todos estos antecedentes le será más fácil al lector entender el porqué del desarrollo e implantación del concepto denominado "CED" (Centros Equidistantes de Distribución) Capítulo V.

CAPITULO I

ANTECEDENTES DE LA TELEFONIA

1.1. INTRODUCCION

La vida de los humanos quedó transformada a causa de la revolución tecnológica que en el mundo se produjo desde el siglo XIX. Epoca que asombró a los hombres con el ferrocarril, los barcos de vapor, el telégrafo, la luz eléctrica, el fonógrafo y el teléfono, entre otras novedades, también modificó su existencia: el mundo, que hasta entonces era inabarcable comenzó a reducirse y ponerse al alcance de la mano.

De todos los inventos, el teléfono ha tenido repercusiones enormes; una de ellas, sin duda consiste en facilitar la comunicación de viva voz desde distancias variables; los alcances de este hecho han revolucionado no sólo a la comunicación y a la información, sino que al hombre le han proporcionado la posibilidad de actuar con alcances insospechados.

Cuando Alexander Graham Bell, inventor y físico, se preocupaba desde 1872 en Boston, por hacer oír a los sordomudos, es muy posible que no se imaginara las consecuencias que resultaron de sus empeños: la invención del teléfono.

1.1.1 LAS REDES TELEFONICAS AYER

Veinte años atrás (1964), todas las llamadas telefónicas en las redes públicas de conmutación eran llevadas a cabo por la operación de elementos metálicos para establecer las trayectorias a través de los sistemas de conmutación electromecánicos que han estado funcionando por más de 40 años, y algunos sistemas manuales de conmutación aún continúan dando servicio.

Los sistemas multicanal han sufrido un desarrollo sin precedente y los sistemas de conmutación telefónica no han sido la excepción. Pero dentro del período comprendido entre los años de 1948 a 1964, pocas mejoras se implantaron a la tecnología de los sistemas de conmutación, lo más significativo se dio con la introducción de programas almacenados de control en 1964. En 1941, el sistema portadora tipo L1 fue introducido, proveyendo 480 canales de voz, sobre un par de cables coaxiales, más tarde se incrementarían a 600 canales de voz también sobre un par de cables coaxiales. En 1953, el sistema portadora L3 fue puesto en servicio, lo que aumentó el número de canales de voz a 1,860 por par de cables. Inicialmente, los tubos fueron contruidos con 8 cables coaxiales, suministrando 3 sistemas de trabajo y un par de soporte. En 1960, la capacidad se incrementó a 12, habilitando 5 sistemas de trabajo lo que permitió aumentar a 9,300 canales de voz por cable.

En 1950, el sistema de relevador por microondas de radio comenzó a extenderse con la introducción del sistema TD-2 y el cual hasta 1961 había acumulado algo así como 40 millones de kilómetros de circuitos, excediendo la distancia acumulada de circuitos de los sistemas de alambre y cables como por un margen del 10%. Los sistemas TD-2, suministraron 480 canales de voz en banda, que más tarde se incrementarían a 600, una señal de televisión en blanco y negro, y uno de cada 5 canales de radio operando en la banda de frecuencia de 4 GHz. Un canal de radio fue reservado como protección de canal.

A mediados de 1950, el reflector de la antena y su sistema circular de guía de onda fue desarrollado, habilitando la transmisión de polarización tanto vertical como horizontal de señales. Esta doble ruta del TD-2 incrementaría la capacidad de canales de voz a 6000, usando 10 canales de trabajo y 2 canales de protección. El reflector operaba las frecuencias de 4-6 GHz, 6GHz, y 11 GHz en banda simultáneamente.

Al aumentar el número de teléfonos en servicio, de un crecimiento considerablemente lento durante los años 30, éste se incrementaría substancialmente después de la II Guerra Mundial, de 23.5 millones en 1941, a 77.4 millones al final de 1961, observando un crecimiento anual del 6%. Durante el mismo período de tiempo, el número de teléfonos en el mundo se había incrementado en el mismo rango, de 45.2 millones a 150 millones. Durante los años 50, desde 1911 a 1961 el crecimiento en diferentes áreas del mundo fue de: EUA-4.57%; en Europa-5.47%; en otras áreas del Mundo-7.06%.

La tecnología avanzó lentamente, a pesar del invento del transistor en 1948, todos los sistemas descritos se llevaron a cabo sobre el uso de tecnología anticuada. El primer cable submarino transoceánico completado en 1956, suministró 36 canales de voz entre EUA y Europa hasta 1959. Aún la mayoría de las conversaciones transoceánicas fueron llevadas a cabo sobre enlaces de radio-frecuencia. La primera llamada por satélite fue hecha en Agosto 12, de 1960 cuando el presidente Eisenhower se comunicó a través del satélite Echo I desde California a Maine.

La tecnología digital fue introducida en 1962 cuando el primer sistema por portadora T1 fue puesto en servicio. El T1 habilitaba 24 canales en la banda de voz utilizando una versión temprana de modulación por pulso codificado, (PCM). El número de aparatos se incrementó, así como el número de conversaciones telefónicas por persona.

En los EUA, el número de teléfonos por cada 100 personas aumentó de 16 en 1939 a cerca de 38 en 1959. Durante el mismo período, el número promedio de llamadas por persona, fue de 222 en 1939 a 472 en 1959. La mayoría de las llamadas sin embargo fueron hechas a través de viejos sistemas de conmutación, algunas llamadas hechas para la transmisión de datos fueron en rangos muy lentos de velocidad, y los cuales raramente excedían los 600 o 1,200 bits/seg.

1.1.2 LA TELEFONIA HOY

El desarrollo de la tecnología de semiconductores, la cual efectivamente comenzó con el transistor, había hecho posible un desarrollo acelerado en las telecomunicaciones con un avance constante a más de 30 años. Los dispositivos de estado sólido virtualmente son empleados en cada faceta de las redes telefónicas. Las computadoras digitales han revolucionado el modo de llevar a cabo las transacciones comerciales y financieras, el matrimonio de las computadoras y las telecomunicaciones han hecho a las redes telefónicas de ayer obsoletas.

La capacidad de los sistemas de comunicación se ha multiplicado. Un cable submarino transcontinental protegido externamente contra daños naturales o bombas, fue puesto en servicio a partir de 1964. El cable posee una capacidad

para manejar 9,300 canales de voz. Un tubo con 20 cables, combinado con un sistema de multiplexeo L4, incrementó la capacidad de la ruta a 32,400 en 1967 con 3,600 canales de voz por par de cables, para 22 cables sobre el mismo tubo el sistema aumentaría su capacidad a 132,000 canales de voz, incrementando en un 73 a 1 la eficiencia del mismo sistema.

La tecnología de estado sólido aumentó la capacidad de las rutas de microondas al reducir espacio y requerimientos de potencia. Las microondas tienen un amplio uso sobre rutas cortas, pero sobre rutas grandes presentan problemas de una relativa baja eficiencia comparada con un sistema analógico de banda lateral. A mediados de los 60, la extensión de las capacidades de transmisión puestas a la disposición de los usuarios se documentaban a través de la Aeronáutica Nacional y la Administración del Espacio dentro del programa Gemini, y éste incluía 56 canales de voz, 2 canales de televisión, 6 canales de teletipo, 4 canales para transmisión de datos en banda ancha, 10 canales de banda media para transmisión de datos entre Texas y Florida.

Otros sistemas de transmisión de alta capacidad se han desarrollado para sistemas satelitales, sistemas por cable de fibra óptica y sistemas digitales por cable coaxial.

Los sistemas de conmutación que usan programa almacenado fueron introducidos a las redes telefónicas en 1964, pero los sistemas electromecánicos aún continuaron instalándose. La introducción de sistemas de conmutación y herramientas digitales en 1976 usando codificación PCM, señalaron una nueva era en la telefonía. Estos sistemas han incrementado su uso debido a su rentabilidad por su bajo costo de mantenimiento y el uso de espacios reducidos. Si ha esto le añadimos la versatilidad de los sistemas digitales para poderse conectar con otros sistemas digitales de transmisión. Sin embargo, de los 21,000 sistemas de conmutación instalados en EUA hasta 1984, sólo 4,000 usaban tecnología digital, 3,000 usaban sistemas analógicos por división en espacio y los 14,000 restantes son sistemas electromecánicos de paso-por-paso que fueron introducidos desde 1900.

Los servicios ofrecidos a través de la red telefónica han ido en aumento así como el número de las computadoras y de las terminales, siendo estas cada vez más inteligentes demandando una mayor capacidad en la transmisión de datos.

Las velocidades de transmisión para los sistemas públicos andan alrededor de 4,800 b/s, para redes privadas se manejan velocidades que van desde los 9,600 b/s hasta la más reciente de 1.544 Mb/s. El uso de paquetes de comunicación provee una gran calidad para interactuar con los usuarios, permitiéndole comunicarse con servicios de Satélite, redes de facsímil, teletipos y más recientemente teleconferencias cuyo uso está limitado a áreas metropolitanas.

Todos estos avances han repercutido en ventajas de los sistemas digitales de conmutación sobre los sistemas analógicos. Su velocidad de conmutación es mucho más rápida que la operación de un relevador, y lo que permite obtener una mejor calidad en el manejo de señales discretas eliminando el ruido Gaussiano ocasionado por el accionar de los relevadores.

El procesamiento de señales es menos complejo y más preciso cuando la señalización se hace a través de un formato digital.

Una significativa ventaja se ve reflejada tanto en la calidad de transmisión y costo como consecuencia de la integración de conmutadores y sistemas de transmisión, incluyendo los sistemas digitales por par de ganancia, han sido posibles gracias a la tecnología PCM. La calidad se ha incrementado debido a la reducción de convertidores A/D y D/A y la eliminación de costos como consecuencia de suprimir componentes a nivel circuitería.

Otras economías han resultado desde la reducción de espacios en las instalaciones y edificios hasta el eficiente uso de la distribución de control, capacidades de líneas y troncales, así como la reducción de los requerimientos de potencia y de alimentación de energía eléctrica.

Los conmutadores digitales, combinados con la transmisión digital y la señalización a través del canal común, abre las puertas para una amplia gama de nuevos servicios para los abonados, lo cual incrementa la rentabilidad de las portadoras comunes.

La conmutación de señales discretas, a través del sistema de control por programa almacenado, hacen posible el mejoramiento en el monitoreo, diagnósticos de mantenimiento y reparación, así como su manejo operacional. La administración es simplificada con los procedimientos de servicios computarizados de conmutación digital.

1.1.3 LA TELEFONIA MARANA

Los cambios que se presentarán en los próximos 20 años generarán una revolución dentro de los sistemas de conmutación. Esto es, como consecuencia de la conversión de los sistemas analógicos a digitales.

Los servicios sin embargo, se integrarán conforme se vayan presentando los nuevos avances tecnológicos y la experiencia que se vaya tomando de los mismos. El continuo avance de los microprocesadores y en la transmisión de datos a través de fibras ópticas, permitirán tener servicios más económicos, más rápidos y radicalmente diferentes a todos los que hoy se encuentran disponibles.

Cuando los servicios para el abonado y la señalización en las redes se hayan estandarizado completamente, se podrá implementar una red digital con servicios integrados cuyo límite inicial en la transmisión de datos será de 64 Kb/s.

Con la llegada de las fibras ópticas el costo efectivo de las redes y el avance de la tecnología permitirán disponer de anchos de banda que facilitarán el manejo de señales de video en color, incluyendo la transmisión de datos.

Una amplia variedad de requerimientos en los índices digitales necesitarán una nueva generación en los equipos de conmutación para poder integrarse a ellos. Una excelente calidad en la voz puede ser obtenida a través de técnicas de digitalización con índices menores a 64 Kb/s. Por lo tanto una amplia variedad de índices de transmisión podrán ser manejados.

Las redes especializadas proveen diferentes servicios a los usuarios, los cuales podrán ser integrados a una nueva red, lo que permitirá al usuario una completa transparencia para el acceso a todos los servicios. La fig.1.1 nos da una idea de todos los servicios que podrán ser manejados con este nuevo concepto.

México no está ajeno a todos estos cambios y las Telecomunicaciones son un sector de primera importancia para el progreso del país. Al desarrollo y modernización de su infraestructura, es el resultado de la conjunción de esfuerzos que por largo tiempo han aportado las autoridades mexicanas, las empresas operadoras de las redes y los proveedores de sistemas.

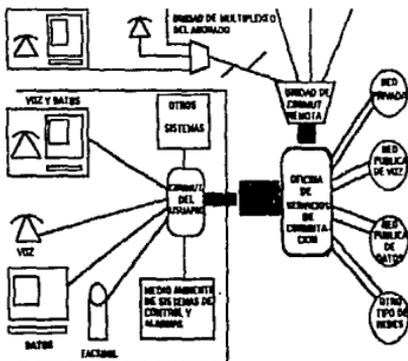


FIGURA 1.1
Posible arreglo para una Red de Servicios Integrados.

1.2 LA TELEFONIA EN MÉXICO

Hacia 1878, el Ministerio de Comunicaciones de México otorgaba la primera concesión para el uso de ese invento; su aplicación se hizo entre la oficina del telégrafo de la calle del Coliseo y la sucursal de Tlalpan, la población más distante que existía en el Distrito Federal, respecto del asiento de la vieja Ciudad de México.

En 1883 se realizó la primera conferencia de larga distancia internacional desde México, entre las ciudades de Matamoros, en Tamaulipas y Brownsville, Texas. Ocho años después, en 1891, el teléfono había sido, instalado en Guadalajara, Matamoros, Puebla, Oaxaca, Mérida y Veracruz, también en esa fecha se publica el primer directorio telefónico de la ciudad de México. En efecto los directorios telefónicos comienzan a mostrar su utilidad para investigar diversos aspectos de nuestra historia moderna, siendo el de 1891 un ejemplo típico: en

rigor, se trata de una lista de suscriptores.

El precio de la línea nueva en 1891 era de 6 pesos y una peseta al mes por líneas de un kilómetro o menos y de 10 pesos por los gastos de instalación.

Para 1901, casi cincuenta eran los médicos con teléfono y había no menos de seis teléfonos públicos instalados en la ciudad de México, en la botica de Pérez y Sucesores en la primera calle de San Cosme, en una tienda de abarrotes de la Segunda de Santo Domingo, en el Correo, y en la cantina de Quintana, la cual se encontraba en la esquina de Mariscala y Santa Isabel, hoy avenida Hidalgo y San Juan de Letrán, mismos que cualquiera podía utilizar mediante un modesto pago. Otros teléfonos públicos al servicio de la ciudad, estaban en la estación de ferrocarriles y en la tienda de Don Daniel Núñez, en la calle de Ciprés, colonia Santa María.

En 1928, cincuenta años después de que se estableciera la Compañía Telefónica Mexicana, los teléfonos ofrecían el servicio público automático, evitando con ello la existencia de centrales de operación manual. La telefónica se encontraba entonces en la calle de Donato Guerra. Las llamadas costaban cinco centavos al público. Los precios de las llamadas variaban según las localidades y la compañía que daba el servicio que no eran más que dos, Ericsson y Mexicana; las más costosas, de teléfono a teléfono y cada tres minutos eran: desde la capital hasta Ensenada, Baja California, que costaba 20 pesos y hasta Navjoa, Sonora, 19.95 pesos, mientras que una llamada a Guadalajara reportaba un gasto de poco más de 4 pesos.

El 17 de junio de 1936 el gobierno del general Lázaro Cárdenas extiende un acuerdo mediante el cual ordena a la Compañía telefónica y Telegráfica Mexicana, así como a la Empresa de Teléfonos Ericsson, enlazar sus líneas y combinar sus servicios telefónicos en toda la República. Para ese entonces Ericsson contaba con 88,000 abonados y Compañía Mexicana con 67,000.

La siguiente década se abre con un adelanto en ese sentido: Ericsson aumenta de 5 a 6 los dígitos de sus teléfonos en el D.F y Mexicana hace lo mismo, sustituyendo la letra inicial por un número. Se comienza pues con una homogeneización en el discado.

El 23 de diciembre de 1947, queda constituida la empresa Teléfonos de México S.A producto de la fusión de las dos más grandes compañías prestatarias del servicio.

El 9 de enero de 1948 quedaron interconectados los dos sistemas telefónicos de la ciudad de México, para tranquilidad de los usuarios.

La demanda aumentó, las centrales urbanas y de larga distancia también. Por esos años TelMex adoptó como sistemas estándar, en la instalación de centrales automáticas, el ARF de Ericsson y el Pentaconta de ITT, que tenían selectores de coordenadas y sustituían a los primeros sistemas automáticos que se instalaban en los años veinte, y que eran mucho más lentos. Estaban sin embargo, todavía en la época de los relevadores para el control de los enlaces.

Al final de los sesenta se introduce por primera vez la tecnología digital

en México. Los equipos de transmisión incorporan la modulación por codificación de impulsos [PCM]. En 1967 se instalan los primeros 237 sistemas PCM en la capital del país, hecho que puede considerarse como el antecedente de la digitalización a gran escala, que abarcara no solo la fase de transmisión sino también la de conmutación .

Para 1972 se instalaron 125 sistemas PCM que permitían transmitir 24 conversaciones telefónicas simultáneas. Veintisiete ciudades tuvieron posibilidades de utilizar el servicio de LADA 91 y Lada 95 en 61 poblaciones.

El 31 de Octubre de 1980, en Tijuana, entró en operación la primera central AXE instalada en le suelo Mexicano. Con la introducción de centrales AXE [y después también con el sistema 12 de ITT] se abrió la integración de la tecnología digital de conmutación con la transmisión utilizando los sistemas PCM. El paso que se dio a partir de ese momento fue muy relevante pues dio inicio el proceso de digitalización de la planta telefónica nacional.

1.3 FUNDAMENTOS DE LA DIGITALIZACION DE LA VOZ.

En México al igual que en otras partes del mundo la tendencia es hacia la telefonía digital, donde la voz desde el teléfono transmisor debe ser convertida de la forma de onda analógica a una serie de unos y ceros. Se han inventado varios métodos para digitalizar la voz, estos métodos pueden ser ordenados en las siguientes categorías: codificación de forma de onda, codificación paramétrica y codificación híbrida. Un codificador de forma de onda toma la señal real y produce una serie de unos y ceros representativos de esa señal de acuerdo a un grupo de reglas. Un codificador paramétrico, alguna veces llamado codificador fuente, detecta ciertas características de la voz, por ejemplo, el tono y la amplitud, y produce una serie de unos y ceros de acuerdo a un grupo de reglas que describa las características de la voz en vez de la forma de onda. Un codificador híbrido es aquel que utiliza los dos principios anteriores para producir una versión digital de voz.

La forma de onda de voz es una función continua en el tiempo, pero la onda o sus parámetros son convertidos en series de dígitos que ocurren a intervalos específicos. De acuerdo a esto, la voz debe ser muestreada periódicamente. Así el muestreo es un paso importante en la digitalización de la voz.

Cada muestra transmite una magnitud basada sobre el tipo de codificación que está siendo usada. Esta magnitud debe ser expresada como una serie de dígitos. La magnitud puede ser la amplitud de la forma de onda o el valor de un parámetro de la voz en algún instante del muestreo. El proceso de convertir una magnitud de la forma de onda en un instante dado en una serie de dígitos es llamado cuantización.

La codificación de forma de onda y la codificación paramétrica constituyen las dos básicas aproximaciones para codificar una fuente que en telefonía, usualmente es pensada como la producción de una forma de onda de voz, pero que puede producir varios tonos de señalización y supervisión, tal como el tono de marcación de pulsos o tonos de señalización de direccionamiento, o tono de timbrado y ocupado.

La codificación de la forma de onda es ejecutada por la transformación de la señal en una serie de dígitos. La técnica de codificación de voz comúnmente usada en la telefonía hoy en día es un esquema de codificación de la forma de onda llamada modulación por pulsos codificados (PCM). La codificación por PCM actualmente es realizada en la oficina central. Sin embargo, tales codificadores ahora pueden ser implantados a un costo muy bajo en un sólo circuito integrado, de esa forma se puede colocar dentro del aparato telefónico.

Esta teoría es aplicada a los sistemas de conmutación que son la base de la telefonía digital actual y que ha continuación se explica en los capítulos II y III.

CAPITULO II

FUNCIONES DE LOS SISTEMAS DE CONMUTACION

2.1 INTRODUCCION.

FUNCIONES BASICAS DE CONMUTACION.

Las funciones básicas de conmutación requeridas para el llamado telefónico, son: supervisión, control, señalización y suministros de trayectorias para la red telefónica.

SUPERVISION.

La supervisión abarca el reconocimiento de las condiciones de ocupado o disponibilidad de los circuitos (líneas y troncales) conectados al sistema de conmutación. La transición del estado disponible al estado ocupado es reconocida como una demanda de servicio la cual requiere una respuesta por el sistema de conmutación. La transición del estado de ocupado al estado disponible es reconocida como una terminación de la conexión del sistema de conmutación, el cual se encargará de restablecer todas las conexiones asociadas al estado disponible.

CONTROL

La primera función de control es reconocer y responder a la demanda del servicio del abonado. Entonces, el control del sistema se prepara para recibir los dígitos del número telefónico marcado, o dirección y retorno del tono de llamado. Más aún, la recepción de la dirección de los dígitos, será interpretado por el sistema de control, para determinar el destino deseado en términos de los equipos terminales. Este, examinará la posibilidad de una trayectoria a través del sistema de conmutación de la red, al equipo terminal, el cual representa el destino. Si una trayectoria no es encontrada, el abonado es informado mediante una señal de tono. Si una trayectoria es encontrada, el sistema de control establecerá el enlace de llamado a la línea o troncal y de esta, en caso necesario hacia otro sistema de conmutación. Ya establecido, entonces será aplicado el sonido de timbrado a la línea. Cuando se detecta que la llamada es contestada por una transición del estado disponible al ocupado, el sonido de timbrado es descontinuado. Cuando la conversación es terminada la transición de un estado ocupado a disponible será detectado por el sistema de control, estableciendo las trayectorias de la red para un nuevo enlace.

SEÑALIZACION.

Tres tipos de señales son usados en la telefonía básica: La señalización de supervisión, la señalización de dirección y la señalización progresiva de llamado. La señalización de supervisión

transmite el estado ocupado a disponible en las líneas o troncales como se describió en el punto 2.1.1. La señalización de dirección es la transmisión de los dígitos del número telefónico marcado por el abonado, hacia el sistema de conmutación, o por un sistema de conmutación hacia otro. Las señales progresivas de llamado son las señales transmitidas al abonado que le indican la información relativa al establecimiento de la conexión a través de la red telefónica.

RED CONMUTADA.

Cada sistema de conmutación tiene una red de trayectorias de llamado que le permite conectarse de línea a línea, de líneas a troncales, troncales a líneas y de troncales a troncales. Esto, además; incluye el acceso al uso de equipos periféricos tales como los generadores de tono y los receptores de dígitos.

2.2 SISTEMAS BASICOS DE CONMUTACION.

Cada sistema de conmutación tiene 3 grupos principales de función de equipo y varios grupos auxiliares dependiendo de su aplicación sobre la red. Un diagrama de bloques de un sistema típico de conmutación es mostrado en la fig. 2.1. La interfaz terminal de grupo conecta todas las líneas y troncales al sistema de conmutación. El conmutador de red provee trayectorias de llamado, y la unidad de control se encarga de todas las funciones. Los circuitos de servicio son los equipos periféricos.

El sistema de conmutación tiene otros grupos de equipos, como son: las fuentes de poder, equipos de facturación, dispositivos de entrada y salida, de mantenimiento y administración de los equipos, los cuales soportan las funciones primarias de conmutación, pero no se muestran en el diagrama de bloques de la fig. 2.1.

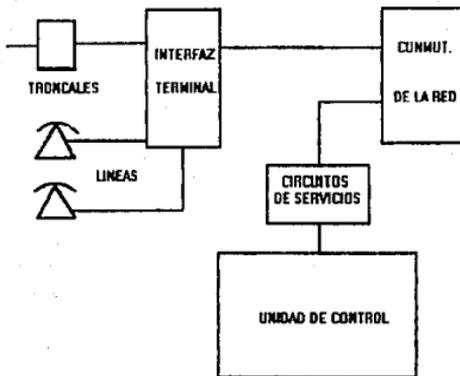


FIGURA 2.1
Diagrama a bloques de un Sistema de Conmutación.

2.3 CONCEPTOS DE CONTROL

Los tres conceptos básicos de control empleados en los circuitos telefónicos de conmutación son: control manual, control progresivo y control común .

2.3.1 CONTROL MANUAL.

El control manual es el más viejo de todos los tipos de control empleados en la conmutación telefónica. El uso de este método duró poco tiempo (sin embargo) este fue ampliamente usado para atender posiciones en viejos sistemas privados de conmutación automáticos de intercambio (PABX).

La tarjeta de conmutación usa cables para conectarse a las líneas y troncales. En cada caso, la tarjeta de conmutación, atiende la ejecución de todos las funciones de conmutación descritos en la sección 2.1.1. Lámparas indicadoras permiten supervisar la condición de las líneas y troncales. La transmisión de las señales de dirección y las señales progresivas de llamado se lleva a cabo por voz. El alertado o timbrado, es ejecutado por la operación de interruptores sobre la tarjeta de conmutación. La conmutación de la red se lleva a cabo a través de los cables o

contactos operados al presionar botones. La operación es relativamente lenta, y las líneas y troncales muy limitadas.

2.3.2 CONTROL PROGRESIVO.

En 1889, 13 años después del reciente invento de Alejandro Graham Bell, Almon B. Strowger patentó el primer interruptor de 2 movimientos o pasos. El timbrado de llamado era hecho a través del teléfono por el movimiento de una palanca y de un magneto.

En 1895, el marcador rotatorio fue inventado, lo que permitió el desarrollo de un interruptor de 2 movimientos del todo similar a los que usamos hoy en día. Los contactos están dispuestos en dos niveles horizontales, sobre un banco cilíndrico. Un brazo mecánico conectado a un eje vertical, el cual actúa por pulsos de CD transmitidos por un marcador rotatorio sobre la conexión telefónica. Cada pulso causa la elevación del eje vertical elevando el brazo un nivel. Después de alcanzado el nivel deseado el brazo mecánico gira horizontalmente a través del nivel seleccionado. Dependiendo de la aplicación, el brazo mecánico gira hasta encontrar un circuito disponible representado por uno de los diez pares de contactos sobre el nivel, o su rotación hacia un par específico de contactos dirigido por el número de pasos marcado. Hasta que una conexión es establecida progresivamente, sobre un interruptor a un tiempo, a través de una serie, o tren de interruptores que toman el control directo de la llamada. Con el tiempo se han incorporado mejoras al sistema de control común para recibir o transmitir dígitos. El interruptor de pasos provee 100 terminaciones en un banco de contactos. Un banco separado de contactos de control tiene de 100 ó 200 dependiendo, ya sea que una o dos líneas de bancos sean usadas. Los contactos del banco de control son usados para indicar los estados de ocupado o disponible de dos contactos de su línea asociada o troncal.

2.3.3 CONTROL COMUN

Aunque el sistema de control común representa un concepto usual, existen tecnologías con diferentes características y capacidades. Todos los sistemas de control común, sin embargo, ejecutan las mismas funciones.

2.3.3.1 FUNCIONES DE CONTROL COMUN

El proceso de llamado en una central local de conmutación tipifica las funciones de control llevadas a cabo en cualquier sistema de conmutación. El control común recibe la información desde la interfaz del equipo terminal, en este caso la línea del abonado que ha transmitido una señal al pasar de un estado disponible a un estado ocupado, indicando con ello, demanda de servicio. La línea es detectada por el sistema para fines de cobro, y la designación de su equipo es transmitido al control común. El control común establece una trayectoria a través de la

red de conmutación desde la línea del abonado activando un generador de tono indicando con esto que puede llevarse a cabo el marcado, el tono de marcado es desconectado al recibir el primer dígito, y los demás dígitos son detectados. Al recibir los demás dígitos el sistema de control común procede a identificar la dirección y el receptor de dígitos es desconectado.

El control común traslada la dirección dentro de la designación del equipo terminal de la línea de llamado (o troncal si esta es una llamada intercentrales) y prueba la línea para determinar si se encuentra disponible o ocupada. Si detecta que esta se encuentra ocupada, el control común conecta el tono de ocupado a la línea de llamado a través del conmutador de la red y desconecta la conexión cuando la llamada es terminada. Si la línea de llamado se encuentra disponible, el control común busca una trayectoria que le permita realizar la conexión del conmutador de la red al equipo terminal. Si no encuentra alguna el control común procede de la misma manera como si la línea se encontrase ocupada. Si una trayectoria es encontrada la trayectoria es reservada, y el tono de llamado o timbrado es conectado a la línea que recibe la llamada. Cuando la llamada es contestada la interfaz del equipo terminal detecta la condición de descolgado, siendo transmitida la información al control común. Entonces el control común desconecta al generador de tono, o sea el timbrado de llamado y conecta la línea a través de la trayectoria de la red previamente reservada, para que se pueda llevar a cabo la conversación.

La conexión en la trayectoria de la red permanece el tiempo que dure la llamada. Cuando la llamada es terminada, y la transición es detectada por la interfaz del equipo terminal, éste, le envía una señal al control común, para que proceda a desconectar la trayectoria de la red, restableciendo el estado disponible en las líneas anteriormente usadas.

Si la llamada original al destino requiere de una conexión a través de otro sistema de conmutación; el control común buscará una troncal disponible que le permita llevar a cabo dicho enlace, ya sea dirigiéndose directamente a la oficina distante o utilizando una troncal intermedia.

Una vez encontrada, el control común procederá al envío de los dígitos a la oficina distante, y conectará la línea a la troncal. Si no se encuentra disponible, el control común conectará a la línea el tono de ocupado, para posteriormente actuar en una condición de ocupado, si el teléfono es colgado, el sistema actuará sustancialmente de la misma manera que para una llamada local.

2.3.3.2 TIPOS DE CONTROL COMUN.

Hay tres tipos básicos de tecnologías usadas en los sistemas de control común.

Sistemas de Control Común Electromecánicos.

Haciendo uso de la técnica de conmutación convencional, el control común electromecánico puede efectuarse mediante cierto tipo de selectores e, incluso relevadores.

Dentro de los sistemas de Control Común Electromecánicos se pueden distinguir dos tipos:

- Rotatorios
- Coordenadas

Rotatorios, se les llama a las centrales que para el movimiento de sus selectores usan motores de fila y flechas de transmisión, los selectores por medio de engranes embragan en las flechas para ponerse en movimiento.

Coordenadas, la conexión se realiza a base de selectores construidos con relevadores verticales y horizontales de tal forma, que los espacios que tienen que recorrer los contactos son muy pequeños.

Los elementos usados en las redes de conexión electromecánicos son:

- Selectores Electromecánicos.
- Selectores de Coordenadas.
- Selectores de Coordenadas miniatura.
- Relevadores de tipo sellado.

Otro aspecto importante del punto de cruce en relación con el sistema es su retención. Esta puede ser de 3 tipos:

- Eléctrica
- Mecánica
- Magnética.

Tradicionalmente se ha venido utilizando retención eléctrica, pero esta implica un consumo constante, mientras dura la conexión, así como la utilización de un contacto adicional para la retención. Para evitar estos dos problemas, y mejor aprovechar el control electrónico, se ha utilizado la retención mecánica en los selectores de coordenadas miniaturizados y la retención magnética en muchos relevadores sellados. Además, la supervisión (condición de disponible y ocupado) de los puntos de cruce no se realiza directamente sobre ellos mismos, sino que generalmente se lleva este control sobre un mapa de memoria que refleja la imagen del estado de todos los puntos de la red.

Sistemas de Control Común por Lógica Cableada

Se puede definir al sistema de control común por Lógica Cableada como el automatismo con secuencia, de estructura más o

menos compleja, en el que la noción de continuación de instrucciones no aparece muy clara. Esta automatización atraviesa una serie de fases encadenadas según los acontecimientos a traducir pero no dispone de un programa explícito.

Esta fue la propuesta de los especialistas telefónicos que pretendían conservar intacta la estructura de los sistemas (con sus registradores, receptores, emisores, marcadores, etc.), pero reemplazando la tecnología de relevadores por una tecnología electrónica, lo que permitía resolver el problema de la seguridad, conservando, al mismo tiempo, la multiplicidad de órganos.

Esta técnica se comenzó a utilizar con cierto éxito, pero no incluía grandes mejoras sobre los sistemas convencionales, por lo que fue rápidamente superada.

El sistema de control común evolucionó hacia el programa cableado como un automatismo en el que el encadenamiento de las secuencias está definido por una serie de instrucciones específicas que se encuentran registradas en una memoria muerta. El programa está en general circunscrito a algunos centenares o millares de instrucciones, su modificación requiere una intervención manual de la memoria.

La aparición de los microprocesadores y el abaratamiento de las memorias de semiconductores, ha favorecido mucho esta técnica que se está utilizando considerablemente, bien en combinación con otras o separada en aquellas aplicaciones en que es posible, como en las centrales de pequeña capacidad.

Sistemas de Control Común por Programa Almacenado

El control común por programa almacenado es aquel que utiliza instrucciones en memoria organizadas para dirigir la realización de determinadas funciones como respuesta a lecturas.

Pero esta definición puede resultar ambigua en algunos casos, por lo que conviene matizarla con las siguientes condiciones:

a) Su órgano central de control común tiene una estructura análoga a la de un computador universal, a veces, con juego de instrucciones específicas.

b) El programa de funciones es explícito debido a una serie de instrucciones determinadas, almacenadas en memorias modificables por el programa.

c) El tamaño del programa es, por lo menos, de 100,000 instrucciones elementales.

La tecnología de los computadores, ha tenido gran influencia en la ingeniería de las centrales, pero no tanto como para que

pueda decirse que ha contribuido directamente a la innovación de las técnicas telefónicas. En efecto, los dos conceptos básicos - lógicas y memorias - han existido siempre en las centrales, pero fue en los computadores donde primeramente se definieron. Otros conceptos menos generales, como son al tiempo compartido, el de direccionamiento, el de registro traductor y algunos más, existían ya previamente pero con control por registradores y marcadores comunes.

2.4 SEÑALIZACION

El concepto de señalización fue identificado en el punto 2.1.3 como una de las funciones básicas de los sistemas de conmutación. Los conceptos de señalización pueden ser clasificados de diferentes maneras. De hecho estos pueden ser clasificados como: supervisión, direccionamiento y señalización progresiva de llamada. También, dentro de este punto se hace referencia a la señalización a nivel de abonado y señalización entre centrales, y este punto más adelante será subdividido en los métodos de CA y CD, señalización entrante y señalización saliente, o un concepto más recientemente usado, en canal y sistema en canal común.

2.4.1 CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE ABONADO.

La gran mayoría de las líneas telefónicas de los abonados consiste en 2 pares de conductores trenzados de cobre llamados llamado - retorno. Las características de la transmisión está determinada por 4 propiedades eléctricas. Estas son: las resistencias en serie de los conductores, la capacitancia entre conductores, la inductancia de los conductores, y la resistencia de fuga o conductancia entre conductores. Aplicando los principios del teorema de Thevenin, una red compleja puede ser representada por un circuito equivalente. Más aún, una línea de transmisión puede ser representada por una serie de secciones tipo "T" como se muestra en la fig.2.2 .

Cada sección "T" tiene 4 propiedades de resistencia, inductancia, capacitancia y conductancia, como se muestra en la fig.2.2a. Cada combinación de estas propiedades puede ser representada por una serie de impedancias, las cuales se van a ir repitiendo a lo largo de la línea, siendo las mismas para cada corte o sección tipo "T", como se muestra en la fig.2.2b.

Una línea de transmisión infinita, puede ser expresada por la siguiente ecuación $Z_0 = \sqrt{Z1Z2}$.

Las impedancias en serie de una sección puede ser escrita como:

$$Z1 = R + j\omega L$$

La impedancia de la rama en paralelo es:

$$Z_2 = 1/G + j\omega C$$

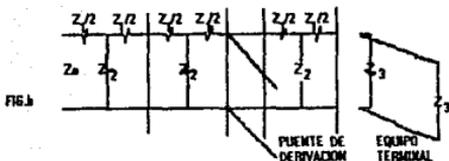
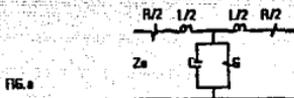


FIGURA 2.2
Características de la línea del Abonado.

Para cada unidad de longitud de la línea, la resistencia es expresada en Ohms, la inductancia "L" en Henries, la capacitancia "C" en Faradios, la conductancia "G" en Mhos, y la frecuencia en $\omega = 2\pi f$, "f" en Hertz.

Si todas las líneas de transmisión fueran lo suficientemente largas para aproximarse a sus características de impedancia ideal, y si todos los equipos terminales tuvieran las características de impedancia de las líneas, la transferencia de potencia debería de ser la óptima. Sin embargo, en la realidad existen muchas variables, ya que la resistencia de las trayectorias pueden variar desde los 0 hasta los 2,000 o los 3,000 Ohms, con la posibilidad de que estos rangos se puedan incrementar aún más. En algunos tramos largos, es necesario incertar algunas bobinas o inductancias a intervalos regulares para compensar las capacitancias. El uso de diferentes calibres de alambre causa impedancias mal apareadas, las cuales afectan en pérdidas en el trayecto de la señal de retorno.

Puede haber uno o más ramas de circuitos, conocidos como derivación de puentes, como se muestra en la fig.2.2b, el cuál afecta la impedancia de línea.

Los cables aéreos son altamente susceptibles a las interferencias de las líneas de alta tensión, las cuales pueden alcanzar niveles de hasta 50 Vrms longitudinales y 5 Vrms metálicos. Tal diferencia contiene principalmente armónicas pares de los 60 Hertz y contribuye al máximo ruido entre los 420 y 660

Hz. El ruido de alta tensión junto con otros ruidos pueden alcanzar niveles de cerca de 20 dBnc o más. Puede haber diferencia entre la tierra de la compañía y la del abonado, que llega a alcanzar niveles de 3V. Finalmente, los rayos pueden inducir voltajes hasta de 5,000V pico y corrientes de hasta 1,000 A pico con un tiempo máximo de duración de rizo de hasta 10 us o más.

Todas estas características deterioran la transmisión, no solamente la voz y la transmisión de datos, sino; también afectan a las señales de control usadas en la red telefónica. El efecto de estos se puede ver incrementado cuando los múltiples conjuntos de equipos terminales son punteados a la línea en la premisa del abonado.

Los sistemas de señalización telefónica son diseñados para funcionar en presencia de tales interferencias, de tal manera que los estándares han sido establecidos sobre estas referencias, llevando a cabo la ejecución de sus funciones satisfactoriamente.

2.4.2 SEÑALIZACION DE SUPERVISION.

La señalización de supervisión local es usada para determinar las condiciones de la línea del abonado. Cuando la línea se encuentra disponible, se dice que el auricular se encuentra colgado, y cuando la línea se encuentra ocupada, se dice que el auricular ha sido descolgado.

Lo primero que hace el abonado es llamar a la Central Telefónica para obtener sus servicio. Puesto que la cantidad de servicios es grande, el equipo destinado a la función de llamada, por razones de tipo económico, debe de ser lo más sencillo posible. Cuando el abonado desescuelga el auricular, el muelle de la horquilla o de los botones de la horquilla suelta y cierra un contacto. A este contacto se encuentran conectados los dos hilos de la línea de abonado (los hilos A y B).

Cuando el contacto se cierra, se forma un circuito de corriente continua, desde la central local, por los hilos de la línea de abonado al aparato telefónico. En la central local un órgano de llamada (un relevador) registra la llamada (ver fig.2.3)

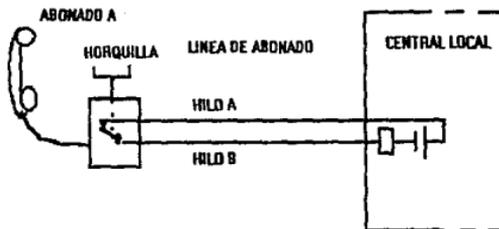


FIGURA 2.3

La central tiene un circuito preparado para actuar en el momento en que el abonado descuelgue.

La mayoría de los sistemas de supervisión utilizan baterías para suministrar un voltaje entre los hilos A y B. El hilo conductor de timbrado es más negativo que el hilo de retorno. El voltaje típico de una batería anda alrededor de los -48 Vcd. Los sistemas de señalización de abonado por portadora proveen una señal de CA a la línea.

En los sistemas de señalización entre centrales se pueden emplear ambos métodos (CA y CD) para la supervisión de las troncales. Cuando la señalización de CD es usada, substancialmente las funciones se llevan a cabo del mismo modo como en las líneas de abonado, excepto, que las funciones de disponible y ocupado son ejecutadas mediante el control de los equipos de conmutación al final de cada circuito. La mayoría de las troncales utilizan dentro de la red, 4 circuitos con una trayectoria separada de transmisión en cada dirección.

Estas troncales generalmente usan CA como señalización de supervisión. En cada sistema, una frecuencia individual de 2600 Hz es aplicada en cada lado de la troncal, cuando la troncal se encuentra disponible. Una condición de ocupado o descolgado es identificada con la eliminación del tono.

2.4.2.1 SUPERVISION DE LINEA DE ABONADO

Hay 2 categorías de supervisión de líneas de abonado: inicio de lazo e inicio a tierra.

El voltaje negativo del conductor de llamado es proporcionado por la batería de la central telefónica a través de un sensor de corriente, cuando el conductor de retorno es puesto a tierra. Dicho de otra manera, cuando el auricular es descolgado el circuito se cierra y el flujo de corriente es detectado por un sensor, lo que es un indicativo para el sistema de que el proceso de llamada a comenzado. Si la corriente deja de fluir, es un estímulo al sistema que el auricular ha sido colgado y el proceso de llamado ha terminado. La corriente de lazo varía de manera inversa con la resistencia externa del circuito. Un lazo con cero resistencia permitirá obtener una curva de corriente de 40 mA, mientras que en un máximo de resistencia andará en un rango de 20 mA. En algunos tipos de circuitos terminales en las centrales pueden operar con resistencias de lazo altas y corrientes de línea bajas, la máxima corriente de lazo no deberá de exceder aproximadamente el doble del valor de la corriente mínima. Para un valor de resistencia externa más arriba de 10,000 Ohms, será reconocido por el sistema como una desconexión.

Las líneas que sirven a los equipos de conmutación en la premisa del abonado generalmente operan sobre una base de inicio a tierra. La batería de la central provee generalmente, un voltaje negativo con respecto a tierra a través de un sensor sobre el hilo de llamado de la línea de abonado.

Señalización Entrante

A la central local se puede conectar diferentes tipos de equipos de abonado, entre los que podemos mencionar a título de ejemplo:

- Aparato telefónico con Disco Dactilar.
- Aparato telefónico con Teclado.
- Aparato telefónico de Alcancia.

Cuando la llamada se inicia la central identifica al número del abonado que está iniciando la llamada y la categoría a la que pertenece y los almacena para cuando este número se solicite.

La central local conecta un receptor de señal adecuado a la línea de abonado con el fin de poder recibir la información destino, esto es, el número del abonado B. El abonado A recibe el aviso de que la central local esta preparada para recibir los dígitos mediante un tono de marcar y después, marcando las cifras en el disco dactilar (ó teclado), el abonado A transmite la información de destino. El disco dactilar, emite las cifras en forma de trenes de pulsos, es decir, un grupo de impulsos para cada

cifra. En una memoria de la central local se reciben y almacenan las cifras. En el momento en que empieza el abonado, el tono de marcar se suspende. (ver fig.2.4).

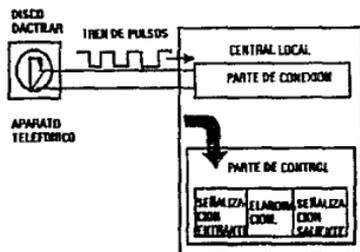


FIGURA 2.4
Recepción de los dígitos marcados.

Análisis de los Dígitos recibidos y Determinación de la vía de Salida.

Una vez que la central local ha recibido la información suficiente, es decir, la categoría a la que pertenece el abonado A (categoría A) y el destino del abonado B (número B) y que esta puede comenzar su trabajo propiamente dicho. La elaboración y análisis de la información de datos se lleva a cabo sobre los siguientes puntos:

Determinación de la dirección de tráfico.
Direcciones de tráfico alternativas.

Señalización hacia el abonado B, centrales siguientes o (telefonistas). Si la alimentación de corriente ha de tener lugar hacia el abonado B. Como se ha de efectuar la desconexión.

Con ayuda de este análisis se realiza después la selección de la línea externa saliente estableciendo un tren de conmutación entre los dispositivos de entrada y salida seleccionados (ver fig. 2.5).

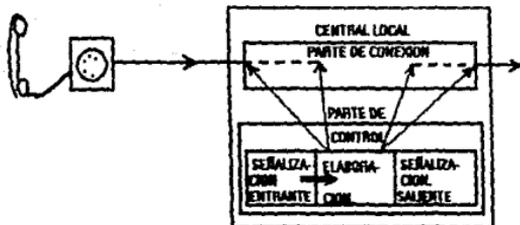


FIGURA 2.5
Análisis de los dígitos y determinación de la salida.

Conexión de Enlace

Ahora están determinados todos los datos para establecer el enlace a través de la central local y si hay una línea saliente libre se conecta el enlace (en la parte de conexión). Si el enlace se ha de conectar a través de varias centrales, el abonado A no se conecta al enlace hasta que la conexión haya alcanzado el abonado B. De esta manera se evita que el abonado A perturbe la señalización que se intercambia entre las centrales a lo largo de la línea de enlace. (ver fig. 2.6).

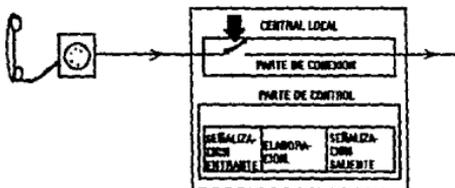


FIGURA 2.6
Establecimiento de conexión del enlace.

Señalización Saliente

La elaboración antes mencionada de la información de destino, mostraba si el enlace se había de conectar a un abonado B conectado a la propia o a otra central. Si el abonado B está conectado a la propia central y se encuentra libre, se le emite una señal llamada (RG). Al mismo tiempo se emite un tono de control de llamada al abonado A con lo que así queda informado de que el enlace se ha llevado a cabo.

La línea del abonado A se marca ocupado para evitar que entre otra llamada a este número.

Hay varios casos en que la llamada no puede establecerse debido a:

- Falla Técnica.
- Congestión en los Dispositivos de Conexión.
- Abonado B Ocupado.
- Abonado B Bloqueado.

En todos estos casos el abonado A recibe información de la central de ocupado.

Si el abonado B está conectado a otra central, se ha de informar a la central siguiente del enlace sobre el destino de este. Después de la llamada se conecta un emisor a la línea de enlace saliente, después de lo cual se transmite el número B y eventualmente la categoría A, con un código de señales rápidas a un receptor en la central siguiente. (ver fig. 2.7).

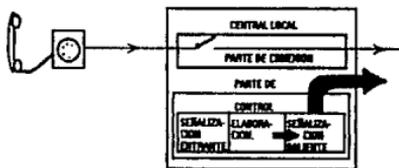


FIGURA 2.7
Proceso de Señalización saliente.

Transmisión de la Voz

Quando el enlace entre los abonados A y B se ha establecido, se libera el equipo que ha efectuado el trabajo de conexión, es decir los bloques incluidos en la parte de control de la figura. Al mismo tiempo el abonado A se conecta a la línea de enlace hacia el abonado B.

La central registra cuando el abonado B contesta para efectos de cobro de la llamada. También proporciona corriente de alimentación a los abonados para que pueda efectuarse la transmisión de la voz. (ver fig.2.8)

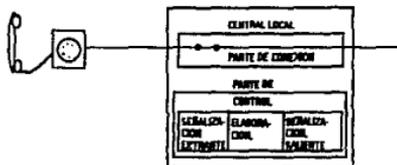


FIGURA 2.8
Proceso de transmisión de la voz.

Desconexión.

La desconexión se efectúa cuando uno o ambos abonados han colgado el teléfono, con lo que la horquilla retrocede y el bucle de abonado se corta. Esto es registrado por la central local (o centrales locales) quien en consecuencia colabora para desconectar todo el equipo que ha participado en el enlace durante la conversación. Al mismo tiempo un contador registra que el abonado A ha efectuado una llamada local.

El equipo queda marcado como libre y por lo tanto, preparado para participar en nuevos enlaces.

2.4.2.2 SEÑALIZACION DE SUPERVISION SOBRE LAS TRONCALES.

Existen varios tipos de supervisión usado por los sistemas de conmutación sobre las troncales telefónicas. En todos los casos, los estados de señalización de CD se encuentran superpuestos sobre el mismo conductor usado para la transmisión de voz. Para asegurar la compatibilidad, entre las características eléctricas, los

protocolos de señalización, y la sensibilidad de la troncal, es necesario mantenerlas en ciertos rangos. La máxima resistencia de la trayectoria, o límite de carga de trabajo, son dependientes de la sensibilidad de un circuito en particular a el pulso de CD y al estado constante de la señal de CD. El límite de carga de trabajo para cualquier grupo de troncales es determinado por la sensibilidad con la que deberán de contar para poder detectar la más mínima variación de la señal de CD en ambos extremos de las misma. La señalización en los circuitos de las troncales deberán de poder funcionar con resistencias de fuga sobre los conductores no menores a 30,000 ohms. Un voltaje inverso sobre la troncal, en su forma más simple, es el envío en un sentido sobre la troncal de las aperturas y cierres del circuito desde el lugar de origen, y el voltaje inverso y tierra desde el equipo terminal de la troncal. La señal de CD detectada sobre la troncal se deberá de adicionar al proceso de marcado para incrementar el límite de trabajo de la misma. La señalización saliente sobre una troncal que indique una condición disponible es generado como la secuencia de la detección de una impedancia entre los hilos de llamado y retorno mayor a 30 000 ohms. Una condición de señalización de descolgado es detectado como consecuencia de la unión entre los conductores de llamado y retorno al pensar el sistema una resistencia no mayor a 500 ohms.

En el equipo terminal, la señalización entrante sobre el circuito de la troncal para una condición de disponible se lleva a cabo al conectar el conductor de llamado a tierra y el conductor de retorno a - 48 Vcd. Para cambiar del estado anterior al estado de ocupado, la señalización entrante del circuito invierte la polaridad de los conductores de llamado y retorno.

Durante el proceso de inversión, las condiciones eléctricas se encuentran en un estado no definido. Por lo tanto, el periodo de transición deberá de ser lo más corto posible, pero no deberá de exceder más de 5 ms.

Para asegurar la versatilidad de la señalización entrante y saliente sobre las troncales, se cuentan con varias opciones para llevar a cabo el proceso de inversión de polaridad entre los conductores de llamado y retorno.

Hay diferentes técnicas en la inversión del voltaje aplicado sobre las troncales. Para un sistema de Alto-Bajo, el proceso de inversión de polaridad se lleva a cabo substituyendo una alta-impedancia debida a una condición de circuito abierto generada por la señalización saliente sobre un circuito de una troncal. En un estado disponible, la resistencia no deberá de ser menor a 30, 000 ohms +/- 10%. La combinación de esta resistencia en paralelo con la resistencia de fuga de 30,000 ohms es censada como 15,000 ohms por la señalización entrante del equipo terminal. Las troncales con un sistema de inversión de voltaje Alto-Bajo actúan del mismo modo, excepto que la señalización saliente por la inversión de polaridad no permite los pulsos de marcado. Los

sistemas de Alto-Bajo, pueden ser arreglados para que en el proceso de inversión de polaridad sobre la troncal puedan permitir el proceso de marcado en ambas direcciones.

2.4.2.3 TONO DE SUPERVISION SOBRE LAS TRONCALES.

La señalización entrante en los sistemas de derivación por portadora emplean una señalización con una frecuencia individual (SF), los cuales generan un tono en la banda de frecuencia de voz. El (SF) tono es inyectado dentro de cada lado de transmisión de los 4 hilos de la trayectoria equivalente. La presencia o ausencia de tono es transformada en pulsos sobre los circuitos de las troncales. En los modernos sistemas, la frecuencia empleada es de 2600 Hz. Formalmente otras frecuencias son usadas en la banda de voz. Algunas unidades de SF pueden ser arregladas para que puedan transmitir una frecuencia en una dirección, mientras que otra frecuencia puede ser enviada en la otra dirección, aún más, habilitando las unidades, estas pueden ser usadas para que sobre 2 hilos se brinden las facilidades tan bien como si se estuvieran usando las facilidades para 4 hilos. Convencionalmente el tono de 2600 Hz es usado cuando la troncal se encuentra en un estado disponible, y es apagado cuando se cierra el circuito, pasando a un estado ocupado.

Un problema significativo se presenta en la supervisión llevada a cabo a través de estos tipos de sistemas, ya que se pueden llegar a presentar una mutua interferencia entre la transmisión de voz y la señalización. Las unidades SF se encuentran sujetas a falsas operaciones, conocidas como, llamadas apagadas, ocasionadas por la inducción de ruidos muy cercanos a la frecuencia de señalización.

Algunas medidas de protección incluyen especificaciones de un mínimo de duración de la señal de tono para operar la unidad y detección de la energía generada por la frecuencia de la voz.

2.4.2.4 CONTROL POR CABLES E Y M.

Muchas troncales telefónicas utilizan interfaz de señalización por cable E y M entre los circuitos de las troncales de sus sistemas de conmutación y sus equipos asociados de señalización. Las designaciones E y M son derivadas desde su identificación sobre el diagrama del circuito.

Los cables E y M normalmente son usados dentro de las instalaciones y no aparecen en la salida de la central telefónica. Se encuentran separados desde la transmisión de las trayectorias. Los cables E y M controlan la supervisión de los estados de disponible y ocupado indicando cual deberá de aparecer en la transmisión de las trayectorias.

El cable M controla las señales desde el circuito troncal del

equipo de conmutación a la unidad de señalización, y el cable E controla las señales desde la unidad de señalización a el equipo de conmutación de el circuito de la troncal (ver fig.2.9).

Originalmente, los cables E y M usados para la señalización sobre los circuitos, utilizan un cable para cada dirección de transmisión con una tierra común de retorno. Esto sucede después de que el voltaje de la batería fue aplicado sobre el circuito de la troncal. En la unidad de señalización, el cable M es conectado a tierra a través de un relevador mientras que el cable E se conectó a tierra por la apertura normal de contactos de otro relevador.



TIPO	CONJUNTO DE ESTADOS DE SEÑALIZACIÓN					
	M LOS INDICIALES A LOS QN SE SEÑALIZAN			M LOS CMC SE SEÑALIZAN A LOS INDICIALES		
	MARCA	DISPONIBLE	Ocupado	MARCA	DISPONIBLE	Ocupado
I	M	TIERRA	BATERIA	E	ABIERTO	TIERRA
II	M	ABIERTO	BATERIA	E	ABIERTO	TIERRA
III	M	TIERRA	BATERIA	E	ABIERTO	TIERRA
IV	M	ABIERTO	TIERRA	E	ABIERTO	TIERRA
V	M	ABIERTO	TIERRA	E	ABIERTO	TIERRA

FIGURA 2.9
Señales de Control E y M.

El protocolo de señalización requiere de la señal de tierra sobre el cable M cuando el circuito de la troncal se encuentra disponible y de la señal de voltaje de la batería cuando el circuito de la troncal se encuentra en uso.

La transición desde la conexión a tierra al voltaje de la batería ocasiona que el relevador en la unidad del cable M entre en operación, enviando la señalización de una condición de línea en uso sobre la troncal hacia el equipo de conmutación distante.

La indicación de la condición de línea en uso ocasiona que la tierra sea aplicada al cable E del circuito de señalización, con lo que se completa la trayectoria sobre el circuito de la troncal. A esto se le llama una interfaz de tipo I. Una desventaja de este tipo de interfaz es la alta corriente de retorno a través de la tierra del sistema como resultado del voltaje de la batería para ambos cables al comienzo de su aplicación en el circuito de la

troncal, adicionalmente a este problema se puede presentar un desbalance en la señalización causando interferencia sobre algún equipo de estado sólido, sin embargo, este defecto puede ser minimizado al colocar limitadores de corriente que la mantengan por debajo de los 50 mA.

Cinco tipos de interfaz de señalización para cables E y M han sido estandarizados.

La interfaz original Tipo I es usada con equipo de conmutación electromecánico. La interfaz de tipo II, es usada con la herramienta No.4 ESS sobre el sistema de conmutación, la cual utiliza un par de señales en cada dirección entre el circuito de la troncal y el equipo de señalización. La unidad de señalización suministra la tierra sobre el cable M y la señal de la batería sobre el cable (SB) mientras son conectados para abrir de manera normal los contactos del relevador en el circuito de la troncal. Para el cable E, la tierra y la señal de la batería son suministrados en el circuito de la troncal, y los cables E y SG (señal a tierra) están conectados para abrir de manera normal los contactos del relevador en la señalización de el equipo. El protocolo del cable E es el mismo que se utiliza en la interfaz de tipo I, pero el protocolo del cable M en primera instancia requiere que el cable M no esté conectado a tierra en la condición de disponible. La interfaz tipo II reduce gradualmente la probabilidad de interferencia sobre la sensibilidad de los dispositivos electrónicos, pero requiere una reconversión de la interfaz cuando el circuito de una troncal de tipo II es usada por una de tipo I ó de tipo III por parte de la unidad de señalización.

La interfaz de tipo III, usada con el No.1,2 y 3 de la familia ESS de equipos de conmutación, operan con el mismo protocolo empleado para la interfaz de tipo I. El arreglo del cable E es idéntico a la interfaz de tipo I, pero el cable M usa 2 cables adicionales, el SB y el SG, para tierra y señal de batería respectivamente. Esto provee una separación completa del suministro de alimentación y la señalización y el sistema de conmutación, reduciendo la probabilidad de interferencia.

La interfaz de tipo IV es un arreglo mejorado de la de tipo II con una configuración simétrica completa pero usando un protocolo para el cable M ligeramente diferente. El equipo de señalización suministra las señales de tierra y batería sobre los cables M y (SB) respectivamente. En el circuito de la troncal, los cables M y SB están conectados normalmente a un relevador con los contactos abiertos para indicar un estado disponible. En un estado de ocupado o línea en uso, estos contactos se cierran poniendo a tierra el cable M. La configuración para el cable E es idéntica que para la interfaz de el tipo II.

La interfaz del cable CCITT E y M, diseñado para el tipo V por AT&T, es un alambre de 2 hilos, en un arreglo simétrico para el

cable E y M. La unidad de señalización suministra la señal de la batería al cable M el cual es conectado a tierra normalmente por la apertura de un relevador en el circuito de la troncal. Además, el protocolo del cable M requiere el envío de la señal de apertura del relevador sobre el circuito de la troncal mientras esta se encuentra disponible y la señal de tierra para un estado ocupado o línea en uso de la misma manera como se lleva a cabo para la interfaz de tipo IV.

El protocolo del cable E es el mismo como para los otros tipos de interfaz usados sobre ese cable. Los sistemas de conmutación entre troncales colocados en la misma central pueden operar sin circuitos de señalización si sus circuitos E y M sobre los circuitos de las troncales son compatibles.

Los circuitos de las troncales con interfaz del tipo II ó V pueden ser conectados metálicamente por conexiones cruzadas de los cables E a los cables M y, para los tipos II y IV, los cables SB a los cables SG. Los circuitos de las troncales con interfaz del tipo I o III pueden ser interconectados a través de conexiones auxiliares. Las aplicaciones E y M pueden ser usadas para conectarse a los circuitos de las troncales con diferentes tipos de señalización. Los protocolos del cable E y M están ilustrados en la Fig.2.9.

2.4.2.5 CONTROL DE DESCONEXION.

Normalmente las conexiones en los sistemas de conmutación están activos o desconectados y van actuar bajo el control de llamada. Este concepto es comúnmente conocido como partida de control de llamada. Las señales de desconexión, sin embargo, deben ser iniciadas por la partida del control de llamada debida a la condición de un estado de línea disponible.

El equipo de conmutación debe poseer la capacidad para poder diferenciar las señales de disponibilidad, de diferentes duraciones. Durante el establecimiento de la llamada, temporalmente se llegan a presentar condiciones de disponibilidad causadas por golpes sobre las facilidades de la transmisión, ya sea para ejercitar una característica o un llamado de la operadora, o una desconexión seguida por una retención de la línea. Los golpes pueden ser ignorados, y una descarga o una desconexión pueden ser tratados de diferente manera. Los requerimiento de tiempo para diferenciar los golpes, descargas y desconexiones se muestran en la tabla 2.1. Cualquier condición de disponibilidad que dure más tiempo que el asignado para un golpe o descarga será considerado como una desconexión.

DURACION DE LA SEÑAL DE DISPONIBLE.	INTERPRETACION
Tiempo con Centralitas	
0-200 ms	golpe
200-400 ms	golpe o desconexión por selección.
>400 ms	desconexión
Tiempo con Centrales	
0-200 ms	golpe
200-300 ms	golpe y cambio
300-1100 ms	centralitas
1100-1500 ms	centralitas o desconexión seguida por una selección.
>1500 ms	desconexión

TABLA 2.1
Requerimientos de tiempos de desconexión.

Los temporizadores comienzan a trabajar y censar el tiempo de duración de los estados de disponibilidad tan pronto son detectados por la línea o troncal. El tratamiento de una desconexión depende sobre todo del tipo de equipo de conmutación, si la llamada o partida de llamada se desconecta primero, o si la desconexión afecta una línea o troncal, el tipo de circuito de la troncal, y si otra partida permanece en uso. El tiempo que deberá permitir el restablecimiento de la línea o troncal en una condición de disponibilidad antes de rehabilitarla para un posible rechazo. Esta variedad de tiempos que pueden ir desde un instante hasta cerca de 37 seg. y van a depender de las variables listadas en la tabla 2.1. Si ambas partidas han desconectado, sin embargo el tiempo para asegurar el restablecimiento de una troncal antes de que una detención sea medida en milisegundos de acuerdo al tipo de equipo de sistema de conmutación y el tiempo que tarda la señalización en ir y venir entre centrales.

2.4.3 SEÑALIZACION DE DIRECCIONAMIENTO.

Cuando los dígitos del número telefónico marcado son transmitidos a un centro de conmutación, el equipo de conmutación se deberá ya de encontrar listo para recibirlos e interpretarlos.

Para el costeo de un sistema de conmutación no es rentable mantener la línea lista para recibir los dígitos sobre las líneas y troncales de una manera indefinida. Por lo que, el equipo se encuentra agrupado dentro de un conjunto común de poleo, el cual se

encuentra a cada línea o troncal solamente el tiempo necesario para recibir los dígitos. Una vez pasado el lapso de tiempo, si no se ha recibido, el sistema lo desconectará y lo pondrá a

disposición de otra línea o troncal para su uso.

El sistema de conmutación dará aviso al abonado mediante una señal audible, esto es un tono; indicándole con ello de que el sistema se encuentra listo para recibir los dígitos. Para la señal sobre las troncales, la central telefónica distante es informada por los protocolos que se describen en la sección 2.5.3.4.

La transmisión de la dirección de los dígitos marcados por el abonado a la central de conmutación puede llevarse a cabo de 2 maneras.

2.4.3.1. SEÑALIZACION POR TRANSMISION DE PULSOS.

La transmisión de pulsos se lleva a cabo cuando el disco rotario, en donde se hace el marcado de los números, al ser accionado cierra y abre una serie de contactos que van a los conductores de llamado y retorno en intervalos de tiempo específicos. Algunos teléfonos usan botones que al ser oprimidos generan automáticamente una serie de pulsos, los cuales son dirigidos hacia la central telefónica. Dicho de otra manera, cuando los conductores de la línea son cerrados y abiertos, la corriente en la línea es interrumpida, desenergizando y energizando un relevador en la central donde se reciben los dígitos. El número de interrupciones corresponde al valor numérico del dígito marcado del número telefónico. Para asegurar la recepción correcta de los pulsos marcados (y todas las otras direcciones de señalización) con la presencia de distorsión en la línea, las especificaciones de tiempo son estrictas. La rapidez de los pulsos es nominalmente de 10 pulsos por segundo con una tolerancia de 8 a 11 pulsos por segundo. El pulso por período; por lo tanto, es nominalmente de 0.1 seg. y comprende la apertura del circuito o interrupción y cierre del mismo.

La estructura de los pulsos marcados es como si se tratase de un tren de pulsos, como se puede observar en la fig.2.10. El rango de duración de la interrupción del período del pulso es llamado porcentaje de interrupción, y se especifica con un valor nominal del 61% con una tolerancia del 58 al 64%. El intervalo de tiempo entre los dígitos marcados puede llegar a ser grande, pero se considera corto para no llegarse a interpretar como una desconexión.

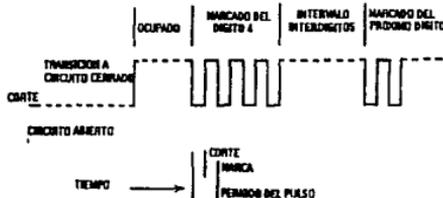


FIGURA 2.10
Señalización de los pulsos de Marcado.

Quando los pulsos se llevan a cabo dentro de una central paso por paso, los intervalos entre los dígitos, también se consideran largos dando tiempo al interruptor del selector para el siguiente paso y así obtener el máximo nivel, y además dar tiempo para que el próximo relevador sea accionado. En el marcado llevado a cabo por el abonado hacia la operadora, el intervalo entre los dígitos es considerado como de 300 ms a 3 seg. excepto que el tiempo mínimo para los sistemas de paso por paso es de 700 ms. (La tendencia del ser humano haciendo uso del marcador rotatorio al seleccionar los dígitos es de 1 seg. aprox.). La salida de los pulsos desde un PABX hacia la premisa de otro equipo se lleva a cabo de manera automática debiendo de necesitar requerimientos más estrictos. Los pulsos deberán de considerarse en un rango de 9.8 a 10.2 pulsos por segundo con un porcentaje de interrupción entre el 58 al 62%. El intervalo entre dígitos se considera de un seg. Cuando el pulso pasa por un equipo paso por paso, el intervalo mínimo entre dígitos es de 700 ms. La salida del primer dígito generalmente se presenta con un retraso de 70 ms después de recibir el tono de marcado permitiendo al receptor de pulsos a que se establezca pero no podrá permanecer más de 10 seg. sin recibir pulsos.

Para superar la distorsión que siempre va a estar presente sobre el par de hilos, como se mencionó anteriormente. Los receptores registrarán los pulsos a velocidades entre 7.5 y 12 pulsos por segundo bajo todas las condiciones aceptables que se presenten sobre los cables fuera de la central.

La señalización del pulso de marcado también es usado sobre las troncales, particularmente si esta involucra viejos equipos de conmutación, tales como los llamados de paso-por-paso. Los transmisores de el pulso de marcado deben de considerar un retraso

en el envío de los pulsos marcados de 70 ms después de haber recibido la señal para el comienzo de marcado, la central distante no registrará ningún pulso entre los 30 a 70 ms después de que ha sido enviada la señal de comienzo de marcado evitando el registro de transitorios.

Los transmisores enviarán los pulsos en un rango de 9.8 a 10.2 pulsos/seg con un porcentaje de interrupción del 58 al 62% y un intervalo entre los dígitos de 600 a 700 ms. El receptor de dígitos se encontrará disponible a recibir los pulsos en un rango de 7.5 a 12 pulsos/seg con un tiempo de interrupción del 40 al 80% y un intervalo mínimo de 180 a 300 ms. Algunos de los más importantes requerimientos para la detección del pulso de marcado del abonado y de señalización entre centrales se resume en la tabla 2.2.

Impedancia Terminal de la Central	900 ohms + 2.16 μ F
Velocidad de Pulso	7.5-17 p/s
Porcentaje de Interrupción	60-80 %
Pulsos de Timbrado	8-5
Intervalo Mímino Interdígito	180-300 ms
Resistencia de línea externa del circuito	2000 ohms [3000 ohms con rango de abonado]
Resistencia Míxima de aislamiento de la línea	10,000 ohms

FIGURA 2.2
Requerimientos para la detección del Pulso de Marcado.

2.4.3.2 SERIALIZACION MEDIANTE USO DE TONO DUAL DE MULTIFRECUENCIAS.

La señalización por tono dual de Multifrecuencia (DTMF) siglas en inglés, es una forma de direccionamiento de señalización usando pares de frecuencias sobre la línea del abonado. El valor de una de las frecuencias seleccionadas se obtiene de el valor más bajo de

un grupo de 4 frecuencias, y el otro es seleccionado de un grupo más alto de 3 frecuencias. Una de las frecuencias del grupo 4 es usada en ciertas aplicaciones privadas sobre la red pública telefónica.

El caracter que aparece en la tabla 2.3, se usa para representar los pares de tonos. Los símbolos de la estrella(*) y el número (#) se utilizan para activar características especiales.

	GRUPO NOMINAL DE FRECUENCIAS ALTAS (Hz)				
	1200	1336	1477	1633	
GRUPO DE FRECUENCIAS	537	1	2	3	separar
BANDS (Hz)	776	4	5	8	separar
	952	7	8	9	separar
	941	*	8	8	separar

TABLA 2.3
Señalización por Tono Dual de Multifrecuencias.

Los transmisores de DTMF usados por los abonados pueden ser energizados por la trayectoria del abonado o por una fuente de poder local. La tabla 2.4 contiene los requerimientos eléctricos más importantes para las señales desde los transmisores DTMF alimentados desde una fuente local. Los requerimientos para los transmisores alimentados por la línea del abonado son los mismos excepto que hay una gran variación permitida en los niveles debida a la amplia variación de corriente que se maneja sobre las líneas de los abonados. Si el transmisor no está equipado con una polaridad de guarda, el oscilador en la central requerirá que el conjunto del suministro del voltaje de la batería esté conectado al conductor de llamado y siendo este más negativo con respecto del conductor de retorno.

Nivel Nominal por Frecuencia	-6 a -4 dBm
Máximo nivel por frecuencia:	
grupo tono	-18 dBm
grupo silbo	-4 dBm
Máximo nivel por par de frecuencias	-2 dBm
Máximo diferencia entre dos	
frecuencias en par (frec. silbo - tono tono)	4 dBm
Desviación de Frecuencia	+/- 1.5%
Filtrado Antea-Mix del Índice de	
escudo:	
Ancho de banda de filtro	50 Hz
tiempo subtono integral	45 ms
tiempo subtono fraccional	3 s
tiempo subtono del silbo	100ms

TABLA 2.4
Requerimientos de Transmisión DTMF del abonado.

La central telefónica podrá estar equipada para enviar las señales DTMF al abonado mediante un arreglo en la PABXs para obtener un marcado directo. Los requerimientos son ligeramente diferentes desde estos equipos del abonado como se muestra en la tabla 2.5.

Semejante a los requerimientos del abonado, excepto:	
Derivación de Frecuencia	$\pm 1.5\%$
Nivel de Señal por Frecuencia	-7 dBm/1 ± 0.5 dB
Impedancia Frente	600 o 900 ohms en serie con 2.1K ω F
Retraso del pulso	> 75 ms después del comienzo de la señal
Componentes entrantes a la frecuencia > 500 Hz	> 26 dB debajo de la potencia de la señal

TABLA 2.5
Requerimientos de Transmisión DTMF para una Central Local.

El receptor del DTMF en la central telefónica puede operar con grandes tolerancias a comparación con el transmisor. La impedancia de la línea para transmisión de voz será satisfactoria. El receptor el código verificará y validará, para asegurar que las dos frecuencias estén presentes, con el fin de que sólo una y sólo una frecuencia del grupo bajo, así como solamente una del grupo alto estén activas. El receptor registrará los pares de frecuencias y en el que cada frecuencia tendrá una variación del 1.5% con respecto del valor nominal. El receptor de tono rechazará el par de frecuencias si estas tienen un valor más alto del 3.5% de su valor nominal.

Esto quiere decir que las frecuencias que se encuentren entre el 1.5 y el 3.5% del valor nominal podrán ser aceptadas o rechazadas.

La voz y otras frecuencias que no correspondan a las frecuencias anteriormente mencionadas serán rechazadas. La rapidez del pulso y la duración de los pulsos serán confinados a ciertos límites. El receptor registrará señales con dígitos y intervalos entre dígitos con rangos de duración tan cortos como 40 ms pero ignorará a aquellos cuya duración sea menor a 23 ms. Para los que se encuentren entre el intervalo de 23ms a 40ms de duración el registro del dígito será opcional.

El deterioro en la transmisión afecta los requerimientos para los receptores DTMF. Las señales entre 0 y -25 dBm por frecuencia deberán de ser registradas, y también podrán ser registrados niveles tan bajos como - 55 dBm, pero ya no registrará niveles menores a este valor.

Si ambas frecuencias se encuentran dentro del rango de 0 a -25 dBm, estas deberán de ser registradas o si la amplitud de la frecuencia alta no es mayor a 4 dB o más, o 8 dB menos que el valor de la frecuencia baja. El eco en la señal presenta un retraso no mayor a 20 ms el cual tendrá un nivel de 10 dB menor a la señal primaria lo que no impide el registro del dígito. Las variadas impedancias que se llegan a presentar sobre la línea del abonado (ver 2.4.1) pueden causar que el nivel de tono de marcado a la entrada de el receptor de DTMF se vea disminuido. Por lo tanto, el receptor deberá de registrar dígitos con la presencia del tono, de marcado hasta 3 dB más alto que el especificado en la sección 2.4.4. La tolerancia al ruido también es un requerimiento de un receptor DTMF. El valor nominal de los dígitos deberá de ser registrado en presencia de 54 dBnc de ruido Gaussiano en la banda de 0-3KHz con un índice de promedio de error de hasta 1 en 10,000 y con un impulso de ruido de 83 dBnc con un índice promedio de error no mayor que 14 en 10,000.

Las líneas de energía eléctrica inducen ruido en las componentes de 60 Hz en 0.45 Vrms, en los 180 Hz en 0.13 Vrms, o 300 Hz en 0.013 Vrms podrá causar cambios menores a 1 dB en la sensibilidad del receptor.

La señalización DTMF puede experimentar problemas cuando es usado para señalización extremo a extremo sobre redes públicas o privadas. Durante el proceso de llamado, algunos sistemas de conmutación invierten la polaridad de los conductores de llamado y retorno, si el control de la polaridad no es aplicado sobre el generador de DTMF. la salida es desahabilitada.

Muchos teléfonos de monedas usan un suministro positivo de batería más bien que el negativo sobre el conductor de llamado para evitar fraudes y para permitir la operación apropiada de el totalizador de monedas. Nuevamente es necesario un censo de polaridad o características de operación especial que serán requeridas, cuando una llamada es hecha sobre una troncal de la red pública o privada usando supresores de eco y envío de tono de marcado desde un sistema de conmutación distante, el primer par de tonos DTMF puede ser atenuado dependiendo de los niveles relativos del DTMF, las señales de tono de marcado y el tipo de supresor de eco usado, el efecto se presentará sobre el primer dígito del bloque entero de dígitos o atenuación sobre la primera porción del bloque.

2.4.3.3 SEÑALIZACION USANDO MULTIFRECUENCIAS.

Mientras la señalización DTMF generalmente es aplicada a las líneas de abonado, la señalización usando multifrecuencias (MF) es el primer sistema de señalización de direccionamiento en banda usado entre centrales, por derivación de portadora sobre troncales, tanto MF como DTMF, emplean 2 frecuencias simultáneas, pero los tonos de MF están seleccionados desde un grupo de solo 6 frecuencias espaciadas una de la otra tan solo por 200 Hz. Las 15 combinaciones posibles representan los 10 dígitos desde el 0 hasta el 9, las señales que indican el comienzo y final del marcado, y 3 señales para uso especial sobre la red. La representación de propósito general en la red de EUA para llamado se muestra en la tabla 2.6.

DIGITO	FRECUENCIAS
1	700-900
2	700-1100
3	900-1100
4	700-1300
5	900-1300
6	1100-1300
7	700-1300
8	900-1500
9	1100-1500
0	1300-1500
SEÑALES DE CONTROL	FRECUENCIAS
KP Preparación de dígitos	1100-1700
ST Final de la secuencia de marcado	1300-1700

TABLA 2.6
Señalización por Multifrecuencias.

Las mejores ventajas que se obtienen usando la señalización (MF) sobre el pulso de marcado son precisión, rapidez y señalización a distancia. Las especificaciones críticas de la transmisión y recepción encierran un alto grado de precisión en la dirección de los dígitos. La potencia de transmisión se mantiene dentro de 1 a -7 dBmO. La potencia de las componentes de frecuencias extrañas deberán de ser menores a 30 dB por debajo de cada señal de frecuencia. Los dígitos y los intervalos entre dígitos tendrán una duración de 58 a 75 ms, mientras que en el comienzo de el pulso de señalización (KP) deberá de ser de 90 a 120 ms. La estabilización de la frecuencia se encontrará dentro del 1.5 % de el valor nominal, y cada frecuencia comenzará y terminará dentro de 1 ms una con respecto a otra. El balance longitudinal y las paridades de retorno serán muy semejantes a el equipo de

conmutación que se emplea sobre el circuito de la troncal. El índice nominal de transmisión de dígitos de 7 dígitos por segundo usado en la red Norteamericana, se ve incrementado a 10 dígitos por segundo para la señalización en banda internacional usando el sistema de señalización CCITT No. 5. Esta rapidez en la señalización permite un significativo ahorro económico en el uso de troncales comparado con la señalización por pulsos.

La señalización (MF) no solamente es más rápida si no además más precisa en el pulsado de marcado, este puede ser usado sobre grandes distancias. La distorsión de las señales de CA, sin embargo, está en función de la distancia, los receptores podrán estar diseñados para registrar señales distorsionadas sin sacrificar la precisión. Una verificación mediante el uso de un código de validación es requerido para asegurar que cada pulso contenga 2, y solamente 2 frecuencias válidas. El receptor deberá de responder a una señal KP en menos de 55 ms, a su vez este receptor deberá de responder a un corte de señal tan rápido como 30 ms. La distorsión en la transmisión puede causar que las 2 frecuencias se desfasen en tiempo hasta con 4 ms de diferencia. El receptor aceptará los pulsos arriba de 10 dígitos por segundo considerando que cada componente de frecuencias es menor a 30 ms de duración y que las 2 componentes son coincidentes para más de 10 ms. Los intervalos entre pulsos serán menores a 25 ms. Esto no es aplicable, para series de pulsos de 55ms por periodo. Los dígitos comenzarán a ser registrados cuando los niveles de señalización son detectados, entre los 0 y los -25dB por frecuencia, pero no serán registrados si los niveles de las señales caen por debajo de los -35dB por frecuencia. La recepción de la frecuencia ya estabilizada será aceptada si cada frecuencia se encuentra dentro del $1.5\% \pm 5$ Hz del valor nominal.

El receptor registrará la dirección de la señal en presencia de ruido en el circuito en niveles de 63 dBrc0 con compresores-expansores y 50 dBrc0 sin compresores-expansores y con impulsos de ruido tan altos como 98 dBrc0 con compresores-expansores y 81 dBrc0 sin compresores-expansores. Además, la precisión en el registro de señales se hará en presencia de ruido inducido por la alimentación de la línea en niveles de 81 dBrc0 en 60 Hz y 68 dBrc0 en 180 Hz.

La evolución de la Tecnología ha resultado como compromiso hacia la red telefónica debido a que algunos sistemas de conmutación reaccionan muy lentamente y otros muy rápidamente. Cuando estos se encuentran interconectados, la consideración de temporización pueden ser críticas para efectuar el intercambio de señales. Ciertos tipos de equipo de conmutación pueden causar que el transmisor de señalización MK envíe una señal falsa KP seguida de una señal normal KP.

Si un equipo de conmutación distante reacciona muy rápidamente a la troncal y este retorna inmediatamente la señal de comienzo de

marcado, la falsa señal de KP puede ser registrada si esta tiene un mínimo de duración específica. Para proteger al sistema contra este y otros tipos de transitorios, el protocolo de señalización específica un retardo en el envío de la señal de comienzo de marcado, lo que le permitirá la capacidad de registrar señales MF que estén por debajo de 35 ms después de haber enviado la señal de comienzo de marcado.

2.4.3.4 CONTROL DE DIRECCIONAMIENTO INTERNACIONAL.

Como se indicó en la sección 2.4.3, la temporización sobre la troncal deberá permitir la recepción de un dígito antes de que sea transmitida la dirección de los dígitos sobre la troncal. Los 3 protocolos básicos de señales de control usados para el direccionamiento sobre las troncales son: marcado inmediato, retraso de marcado y un centelleo de comienzo. Un cuarto protocolo, el de alto-comienzo, es usado en ciertas conexiones de la red telefónica, a través de un sistema paso-por-paso o solamente-registro-en fila a una central que no cuenta con la capacidad de un receptor de detección de pulso de marcado inmediato.

Los estados de disponible u ocupado fueron descritos en los puntos 2.4.2.2 y en 2.4.2.3. La detención de una troncal por la llamada de una central es señalizado por el cambio de un estado de línea disponible a línea en uso. En el llamado de una central será reconocida por la detención, preparándose para recibir las señales de dirección, tan rápidamente como lo permita el sistema de protección contra transitorios (ver punto 2.4.3.6).

Cuando una llamada de una central no está enrutada por un sistema de conmutación paso-por-paso, la central que hace el llamado enviará la señal de detención de un estado ocupado con duración aprox. de 150 ms, inmediatamente seguida por la dirección contenida en el tren de pulsos.

Cuando una llamada es originada por un abonado conectado a una central que no enruta la llamada paso-por-paso, el tiempo de arribo del primer pulso de marcado en cada dígito en la central terminal será puesto bajo el control de la partida de llamada. El tiempo de retraso de la partida de llamada será menor a la conmutación paso-por-paso para el dígito previo. El tiempo es variable, pero la mutilación del primer dígito será minimizado si la central se encuentra lista para recibir los dígitos dentro de los 65 ms después de recibir la señal de detención de la troncal. Este tipo de control es llamado "operación inmediata de llamado".

Una importante consideración en la señalización intercentrales involucra una verificación integral de llamada por llamada para asegurar la continuidad de la troncal, sobre las troncales con supervisión de trayectorias, la presencia del voltaje de la batería

y tierra con la polaridad del estado disponible. Sobre las troncales con tono de supervisión, la recepción del dígito de comienzo constituye una verificación integral.

El método original de control de la señalización de direccionamiento era la operación del retraso de marcado. La central se encuentra amarrada en una transición de un estado disponible. Sobre la recepción, la central retorna la condición de ocupado, retardando la señal de marcado una vez que ya se encuentra lista la otra central para recibir los dígitos.

Originalmente, la operación de retraso de marcado no usa una verificación íntegra. La central que hace el llamado, envía una señal de detención entre los tiempos de 75 ms a los 300 ms dependiendo del tipo de troncal, para que la central examine el estado de supervisión. Si está en un estado disponible, la central comenzará un pulsado de salida; si detecta un estado de ocupado, la central esperará hasta que reciba una señal de estado disponible antes de enviar el pulsado de salida. De esta manera, una falla para recibir una señal de retraso de marcado permitirá a la central la salida de pulsos antes de recibir un dígito de la central a la que esta conectada. Este tipo de operación no es usual para las troncales síncronas satelitales ocasionando un resultado excesivo de fallas en llamadas sobre troncales terrestres. Con la adición de una verificación íntegra, la llamada de la central telefónica no permitirá la salida de dirección de los pulsos hasta que esta reciba una señal de retardo de marcado seguida por una señal de comienzo de marcado desde la central que recibe la llamada. Para el retraso de marcado con verificación íntegra, la señal de retraso de marcado se deberá de encontrar dentro de los 140 ms de duración, y la señal de comienzo de marcado no ocurrirá hasta los 210 ms después de haber recibido la señal de detención.

Si la central que realiza la llamada no recibe el pulso de comienzo de marcado, dentro de un intervalo de tiempo, esta reenumerará la llamada para reordenar el tono o la retirará para tratar de hacer el enlace hacia otra troncal. Para las llamadas que han sido canalizadas hacia otra troncal, el intervalo de tiempo entre la recepción de la señal de retardo no deberá de exceder los 4 seg. para la prueba inicial o 10 seg. para un reintento. Una segunda prueba de llamado que exceda el intervalo de 10 seg, permitirá reenumerarla para reordenar el tono. El centelleo de comienzo de operación es similar a la operación de retraso de marcado excepto por los requerimientos de temporización. En respuesta a una retención, la central que recibe la llamada envía a un tiempo la señal de ocupado, llamado un centelleo, a la central que hace la llamada. El centelleo se deberá de llevar a cabo entre los 140 ms a los 290 ms, y al final del centelleo no ocurrirá antes de los 210 ms después de recibir la señal de retención. Para compensar la distorsión sobre la transmisión, la central que hace el llamado deberá de reconocer una señal de ocupado de 100 a 350 ms de duración como un centelleo. Sobre toncales de 2 sentidos,

durante las señales de ocupado más grandes que los intervalos especificados para una operación de retardo de marcado se puede presentar desde 2 condiciones. Si el receptor de dígitos no se encuentra disponible para establecer el enlace a la troncal o en ese momento se ambas troncales simultáneamente enviaron su señal de retención de troncal.

Los transitorios pueden ocurrir sobre la troncal cuando la señal de comienzo de marcado es enviada. Para prevenir el registro de estos posibles transitorios cuando se está usando la señalización de comienzo de marcado, la central que recibe la llamada no registrará las señales de dirección para el intervalo de tiempo de los 30 a los 70 ms después de haber sido enviada la señal de comienzo de marcado, y la central que hace el llamado retardará el envío de la señal de dirección hasta los 70 ms después de haber recibido la señal de comienzo de marcado.

2.4.3.5 SEÑALIZACION DE TRANSITORIOS.

La lenta operación de los equipos de conmutación electromecánicos permite a estos una inmunidad relativa hacia cambios y cortes de estados de disponibilidad y ocupado durante la señalización. Sin embargo, la operación más rápida de los equipos de conmutación llevada a cabo por sistemas electrónicos de conmutación incrementa su susceptibilidad a tales transitorios, especialmente el sistema de conmutación determina la supervisión del estado de la señal CD a través de un muestreo o escrutinio. Los transitorios descritos aquí son generados cuando la señalización de un pulso de marcado es usado, pero uno puede ser encontrado solamente cuando se están recibiendo dígitos desde un circuito de troncal paso-por-paso. hay que tomar muchas precauciones para que no se registren estos transitorios.

Los circuitos de troncales paso-por-paso y algunos repetidores de línea generan pulsos falsos recién después de que ha sido enviado el primer dígito. Los falsos pulsos pueden comenzar entre los 6 y los 10 ms después de que el primer dígito ha sido enviado y pueden durar de 2 a 4 ms.

La repetición de un pulso puede causar un contacto momentaneo de cerca de 10 ms durante un periodo normal de rompimiento, ocurriendo generalmente con una duración de 5 a 10 ms antes de que se realice un cierre válido.

Los relevadores mecánicos pueden generar un castaño entre los contactos con una duración aprox. entre los 10 a los 15 ms sobre los circuitos de las troncales que generalmente usan la señal de la batería y la de tierra, que pueden ocasionar un falso pulso de línea disponible tan grande como 10 ms cuando la señal de batería y tierra son reemplazados con un puente de inductancias durante un periodo interdígital. En las salidas de los circuitos de las troncales de paso-por-paso, generalmente usan un puente inductivo

para una condición de línea en uso con una supervisión de inversión de voltaje de batería. Cuando otra central responde a la supervisión por la inversión de la batería a tierra, la baja en la corriente causada por la inductancia puede ser interpretado al interrumpirse la comunicación sobre el circuito de la troncal como un pulso corto de un estado de línea disponible.

Un transitorio significativo puede ser encontrado cuando se conecta a cualquier sistema de conmutación si la supervisión de la inversión de la batería es usada sobre la troncal. Algunas trayectorias para la inversión de la batería a la salida de las troncales usan en la terminación del circuito una resistencia y un capacitor en serie a través de los conductores de llamada y retorno, aunque la capacitancia no deberá de exceder los 0.5 uF, algunos circuitos viejos a la salida de las troncales llegan a usar capacitancias entre los 2 a 3 uF. Si la partida de llamada desconecta primero y el estado de disponible ha sido puenteado a través de los conductores de llamado y retorno, cuando la señal de desconexión es enviada, y el voltaje de la batería y tierra entra al circuito causando que el capacitor se cargue en inversa, dando la apariencia de un estado de ocupado, esto no será interpretado como una nueva retención de la troncal.

2.4.4 SEÑALES PROGRESIVAS DE LLAMADO.

Una amplia variedad de señales audibles son usadas sobre la red telefónica con lo que provee información progresiva al abonado y a la operadora. Existe un plan preciso de tonos, que comprende 4 frecuencias de 350 Hz, 440 Hz, 480 Hz y 620 Hz, las cuales son usadas para derivar 20 indicaciones diferentes por una amplia variedad de tonos usados sobre estos patrones. Cada frecuencia será controlada dentro de un 0.5% de su valor nominal, y los niveles de potencia no tendrán variaciones arriba de los 1.5 dB de su valor nominal. Los índices de interrupción y cadencia del tiempo será mantenidos dentro de un 10% del valor nominal. La potencia de las armónicas y las frecuencias extrañas serán menores a 30 dB debajo de el nivel de la señal especificada. Las señales progresivas de llamado de interés primario son descritas en la tabla 2.7.

NOMBRE	FRECUENCIA (Hz)			NIVEL POR FRECUENCIA	PULSOS DE INTERRUPCION
	320	400	620		
Tono de Marcado	X	X		-19 dbm	
Tono de Mensaje en uso		X	X	-34 dbm	60 RPM (tono ascendente 8.5 s tono descendente 0.5 s)
Reconocimiento del tono del oculto		X	X	-26 dbm	120 RPM (tono ascendente 0.25s tono descendente 0.25s)
Tono de Terminado	X	X		-18 dbm	18 RPM (tono ascendente 2 s tono descendente 6 s)

TABLA 2.7
Señalización Progressiva de Llamado.

2.4.5 SEÑALIZACION POR CANAL COMUN.

El último concepto en señalización que ha sido empleado en las redes telefónicas públicas, y la tendencia para el futuro, es la señalización por canal común. La versión AT&T es llamada señalización intercentrales por canal común (CCIS). Otro sistema de señalización por canal común ejecuta funciones similares al CCIS, pero diferente en el formato de mensajes desde, la señalización común internacional por canal estandar y es el sistema CCITT No. 6.

2.4.5.1 PRINCIPIOS DEL CCIS.

En el sistema de CCIS, las señales de supervisión, las direcciones de supervisión, y otras señales son intercambiadas entre los procesos de los sistemas de conmutación sobre una red de enlaces de señales dentro de las trayectorias de transmisión de voz. Inicialmente, los canales VF operan a 2400 bits/s, pero todos o la mayoría han sido incrementados a 4800 bits/s. Los mensajes de señalización son transmitidos sobre uno o más señales de enlace destinados hacia un centro de conmutación (el cual no necesariamente es el destino final de la llamada) por medio del paquete de tecnología de conmutación. Las trayectorias de voz son verificadas para la continuidad y conectadas a través de una trayectoria completa de transmisión. Un ejemplo de una asociación de enlaces de señalización es mostrada en la figura 2.11.

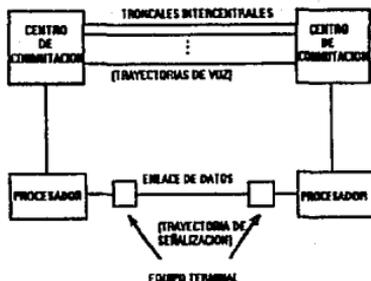


FIGURA 2.11
Señalización Intercentrales a través de Canal Común.

2.4.5.2 OPERACION DE LA SEÑALIZACION DE ENLACE.

Los mensajes de señalización son generados por un procesador en un sistema de conmutación como unidades de señal (SU). Las unidades de señal contienen 20 bits de cada dato de control de señalización en bloques de 12. Las unidades de señal son enviadas por el procesador del sistema de conmutación hacia el controlador de acceso de una terminal (TAC) la cual está diseñada para ser compatible con su procesador asociado. El TAC está arreglado de acuerdo a la prioridad de las unidades de señal y ruta de los mismos para una apropiada señalización de la terminal. La terminal los almacena en un buffer de transmisión hasta que son acumulados 11. La terminal agrega 8 bits de verificación a cada SU y adiciona el doceavo bit para completar el bloque de 12. Después de la transmisión, los bloques de las unidades de señalización son almacenados hasta que son reconocidos con una indicación de recepción, en que todos los errores son corregidos por una retransmisión.

Cuando los datos de la señalización están comenzando a ser transmitidos, una unidad de sincronización es transmitida para sincronizar el enlace. La rehabilitación es llevada a cabo por la redundancia del enlace con una transferencia automática y un enrutamiento diverso.

2.4.5.3 DISPOSICION DE LLAMADO CON CCIS.

Para ilustrar los procedimientos para la disposición de llamado para CCIS, una asociación de señalización de enlace entre el centro de conmutación origen y el terminal es asumido. La central origen CCIS envía un mensaje inicial de dirección consistente de una unidad de señalización inicial (ISU) y hasta 4 unidades subsecuentes de señalización (SSU). La información a la cabeza relaciona al ISU y a las unidades subsecuentes de señalización uno con otro en la secuencia correcta. El ISU contiene la etiqueta correspondiente a una troncal, la cual consiste de una asociación de 9 números de (9 bits) con un subgrupo de 16 troncales y un número de identificación de cada troncal de (4 bits) en cada subgrupo. El enrutamiento de la información y los dígitos de la dirección del teléfono a llamar se encuentra contenidos en las unidades subsecuentes de señalización.

Sobre el receptor del centro de conmutación destino, las unidades de señalización son trasladados y una continua verificación sobre el circuito para determinar si este se encuentra conectado a la troncal designada. La central origen conecta un transceptor a la troncal, para enviar un tono a 2,010 Hz hacia la central destino, y mide la pérdida de la señal recibida sobre la trayectoria de retorno del circuito. Si la pérdida se encuentra fuera de los límites, indica que la conexión a la troncal ha fallado o esta se encuentra fuera de servicio y la cual será sometida a una prueba especial, pasando a reinicializar la llamada. Si las pérdidas están dentro de los límites aceptables la central origen remueve el transceptor y continuamente envía un mensaje sobre (COT) el enlace CCIS. La central destino realiza un reconocimiento del mensaje (COT) luego a continuación procede a enviando un mensaje con la dirección completa (ADC) hacia la central origen. El programa de procedimiento de llamada traslada el número a llamar y prueba la línea para determinar si esta no se encuentra ocupada. Si detecta que está acupada, el sistema enviará al abonado el mensaje de línea en uso u ocupado (SSB) a la central origen sobre el enlace CCIS. Si la línea está disponible, la central destino aplicará el timbrado y retornará el tono de llamado a la troncal indicando con ello que se ha llevado a cabo la conexión hacia la partida de llamada por la central origen después de recibir el mensaje ADC. Cuando la partida de llamada es contestada, la central destino conecta una trayectoria cruzada entre la línea de llamado y la troncal enviando un mensaje de respuesta sobre el enlace CCIS hacia la central origen la cual comenzará a activar el contador de tiempo. Cuando la partida es terminada, un mensaje de desconexión es enviado sobre el enlace CCIS, el temporizador es detenido, la trayectoria cruzada es removida, y las líneas y troncales son puestas en condición de disponibilidad después de un intervalo específico de guarda.

2.4.5.4 VENTAJAS DE LOS CCIS.

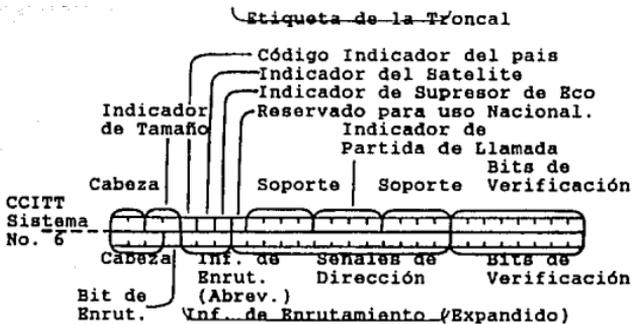
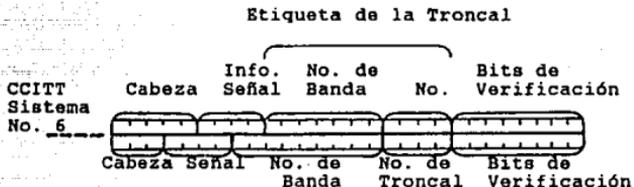
Las ventajas técnicas primarias de los CCIS son: incremento de la velocidad de señalización, rehabilitación y flexibilidad. Las señales de paso CCIS de alta velocidad están aplicadas a sistemas en banda. Esto reduce el retraso de el postmarcado y el tiempo de retención de las troncales. Incrementa la capacidad y permite mayor flexibilidad en los mensajes de señalización, mayor eficiencia en el enrutamiento y operación de la red.

2.4.5.5 FORMATO DE LOS MENSAJES DE SEÑALIZACION.

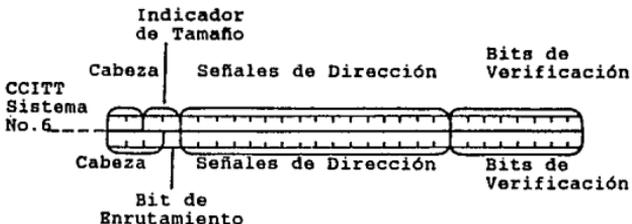
Una comparación de los formatos de los mensajes de señalización usados en el sistema CCITT No.6 y CCIS es mostrado en la fig.2.12 el cual representa 3 tipos de unidades de señalización. La identificación de las troncales y el enrutamiento de la información.

La fig.2.12(a) muestra los formatos para una unidad de señalización sola o una unidad de inicio de señal de un mensaje de señalización conteniendo multiples unidades de señal. El sistema de CCITT No. 6 usa un encabezado de 5 bits, mientras que el CCIS emplea solamente 3 bits para su encabezado.

a) Unidad de Señalización inicial.



b) Primera Unidad de Señalización Subsecuente.



c) Unidad Adicional Subsecuente de Señalización.

FIGURA 2.12
Formato del mensaje de Señalización.

En el sistema internacional de señalización, los códigos de los bloques de los encabezados están enfocados para uso internacional, regional y nacional. La etiqueta de identificación de la troncal usa 11-bits en el sistema CCITT No.6 lo que permite la identificación de un total de 2,048 troncales. La banda de 7 bits identifica un grupo específico o un subgrupo de 16 troncales, y los 4 bits restantes identifican la troncal específica. La etiqueta de identificación de 13 bits usada en CCIS permite reconocer hasta 8,192 troncales para acomodar una cantidad larga de troncales en una red doméstica AT&T. Los formatos para la primera unidad de señalización subsecuente en un mensaje de señalización son mostrados en la fig.2.12 (b). El sistema CCITT No. 6 incluye un indicador que permite identificar el número de la unidad de señal subsecuente en el mensaje, los 3 bits contienen la información de enrutamiento indicando el código del país, un satélite o un supresor de eco incluido, el cuarto bit está reservado para uso futuro.

El indicador de la partida de llamada identifica el lenguaje hablado por la partida de llamada y otras características de llamada, tales como un dato de llamada o una prueba de llamada. El formato CCIS usa 4-bits de abreviación o 16 bits en modo expandido para enrutamiento, en los 3 primeros se encuentra incluido la dirección incluyendo la primera subsecuencia de la unidad de señal en código binario a formato decimal. Las unidades adicionales subsecuentes de señalización son usadas para direccionar los dígitos como se muestra en la fig.2.12 (c). Los bits de verificación 21-28 son usados para checar la precisión de los mensajes de señalización. Cada bit de verificación indica dentro de una suma binaria de una combinación específica de 8 a 11 bits, si esta es par o none.

2.5 TECNOLOGIA DE REDES DE CONMUTACION.

2.5.1 ESTRUCTURA DE UNA RED EXTERNA.

La red externa consta de la red de líneas de abonado que une los aparatos telefónicos con las centrales locales y de la red de líneas de enlace que se emplean entre las centrales telefónicas. Hay unas redes muy pequeñas que no necesitan centrales telefónicas sino que cada abonado selecciona con un conmutador la línea que quiere emplear. 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 ó malla. (ver fig.2.13)

Si supusieramos que cada abonado ha de tener su línea separada de todos los demás abonados, encontraríamos que la cantidad total de líneas es : $n(n-1)/2$. (ver tabla 2.8).

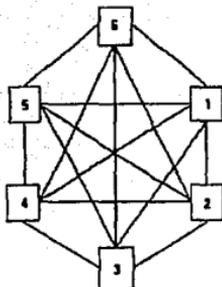


FIGURA 2.13
Red en polígono o mailla.

En la fig 2.13 vemos que si empleamos lo que se llama red en polígono, la cantidad de líneas de abonado crece torrencialmente al aumentar la cantidad de líneas de abonados.

ABONADOS n	LÍNEAS DE ABONADO $n(n-1)/2$
2	1
5	10
10	45
100	4950
1000	499500

TABLA 2.8
Cantidad de líneas en una red polígono.

La estructura que se utiliza en una red de abonados consiste en que cada abonado tiene una línea formada por un par de hilos que se conecta a una central común ya sea manualmente ó automáticamente la conexión que resulta después de conectar los abonados a la central es una red en estrella.

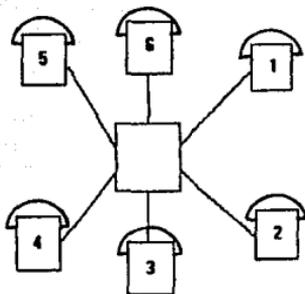
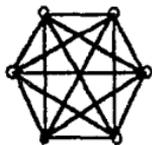
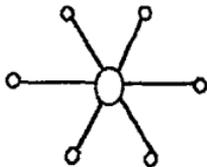


FIGURA 2.14
Red en estrella.

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. (Fig. 2.15a, b)



CENTRAL LOCAL



CENTRAL DE TRANSITO

FIGURA 2.15
a) Red en Polígono ó Malla. b) Red en Estrella.

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

La red en polígono es adecuada si, por ejemplo:

- El tráfico es mediano y la distancia entre las centrales corta, por ejemplo en una ciudad grande.

- El tráfico es alto y la distancia larga, por ejemplo entre las ciudades más grandes cuando se trata de tráfico internacional.

La red en estrella es adecuada sí, por ejemplo:

- El tráfico es mediano y la distancia larga, por ejemplo entre la mayoría de las ciudades de segundo orden de un país y entre países en caso de tráfico internacional.

- El tráfico es bajo y la distancia entre las centrales larga por ejemplo en el campo.

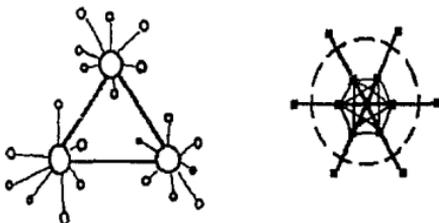


FIGURA 2.16

Muy a menudo se emplean combinaciones de ambas formas de red.

Estructura de la Interna de la Red.

Internamente las centrales tienen etapas de conexión según la forma en que se estén tratando las llamadas.

Considerando una red de 4 líneas mostrada en la fig.2.17 el indicador selecciona a cualquiera de los 4 teléfonos y puede conectarlos al resto de la red. Cuando hay un solo selector y uno de los teléfonos se está usando, los demás no pueden aumentar las conexiones a los 4 abonados con dos conexiones simultáneas.

Con 4 entradas y 2 salidas el efecto es de Concentración con una relación de 2:1 (Fig. 2.17).

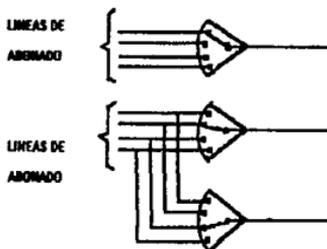


FIGURA 2.17
Etapa de Concentración.

Cuando se requiere conectar más abonados como el diagrama mostrado en la Fig. 2.18 cada entrada tendrá acceso a cada salida, esta técnica es conocida como distribución y por consiguiente una red que tiene estas características es una red de distribución, las redes de distribución tienen una relación exactamente igual a uno. La relación de entradas y salidas puede también ser menor que uno como se muestra en la Fig. 2.19 algunas de las salidas se pueden conectar a los abonados de la misma central. Este efecto es contrario al de concentración y se le conoce como expansión. La mayoría de las centrales tienen los 3 estados: Concentración, Distribución y Expansión.

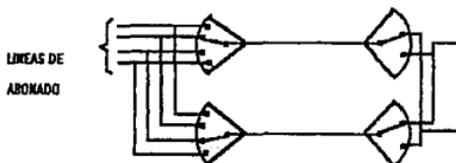


FIGURA 2.18
Etapa de Concentración y Distribución.

Concentración
La cantidad de vías de conexión disminuye. (El tráfico entrante y saliente es constante, por lo tanto el tráfico por línea aumenta).

Distribución
La cantidad de vías de conexión es constante. (Tráfico constante por línea)

Expansión
La cantidad de vías de conexión aumenta. (El tráfico por línea disminuye).

SÍMBOLO DE FLUJO

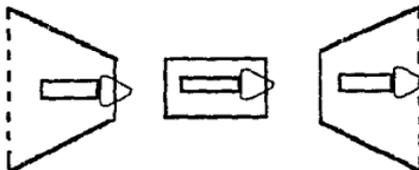


FIGURA 2.19
Etapas de Concentración, Distribución y Expansión.

2.5.1.1 CONMUTACION POR PUNTO DE CRUCES EN REDES.

En redes de control progresivo, la selección de las trayectorias procede de un reconocimiento previo de las mismas, el desarrollo de los sistemas de control común ha hecho posible que se puedan identificar tanto las entradas como las salidas en los equipos terminales y el poder examinar de manera completa las condiciones de conmutación de la red y sus posibles trayectorias entre ellas. Los puntos de cruce de las redes, algunas veces conocidos como coordenadas de red, fueron desarrollados para sacar ventaja de las características de los sistemas de control común.

Una red conmutada por punto de cruce es un ensamble de coordenadas individuales de interruptores ordenados dentro de un arreglo de conmutación.

Los interruptores se encontrarán en un arreglo de una malla cuadrada con el mismo número de entradas que de salidas, ó en una malla rectangular con diferentes cantidades de entradas y salidas. Los interruptores están arreglados en forma de matriz con entradas y salidas en los ejes vertical y horizontal. La transmisión de las

trayectorias corren vertical y horizontalmente, y las conexiones se llevan a cabo por el cierre de los puntos de cruce y la intersección de la entrada y salida seleccionada, como se muestra en la Fig. 2.20.

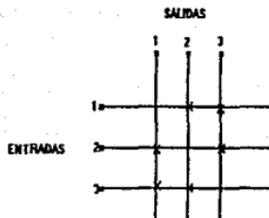
En un bloque de conmutación por puntos de cruce, deberá de haber el suficiente número de trayectorias y puntos de cruce asociados para asegurar que cada entrada pueda ser conectada correctamente a cada salida separadamente. Esto está ilustrado en la fig. 2.20. En la fig. 2.20(a), tres entradas están conectadas a 3 salidas en una matriz cuadrada. Como se puede observar, los 6 puntos de cruce podrán satisfacer las necesidades de un sistema de conmutación de tres líneas. Si el número de líneas se ve incrementado al doble, como se observa en la fig. 2.20(b), el número de puntos de cruce también se verá incrementado a 30. Para determinar el número de puntos de cruce que se van a necesitar en una malla se podrá utilizar la siguiente ecuación $Nx=N(N-1)$, donde N es el número en pares de entradas/salidas.

Todo esto da la apariencia de que las redes de conmutación por punto de cruce son demasiado caras excepto para las localidades extremadamente pequeñas. La mayoría de las redes por punto de cruce contienen o manejan múltiples estados. Y aún así, los arreglos no son económicos. Por ejemplo, para una línea de 100 abonados, una matriz de puntos de cruce de 3 estados requerirá un mínimo de 5,257 puntos de cruce de acuerdo a $Nx(\min)=4N(2N-1)$, donde N es el número de líneas (puertos).

Por lo tanto, la mayoría de este tipo de redes de punto de cruce se utilizan por bloques. Un sistema de 2 estados puede ser usado para sistemas de conmutación para una red de tamaño pequeño. La Fig. 2.21 ilustra una red simplificada de 2 estados con sus respectivos estados de concentración y expansión.

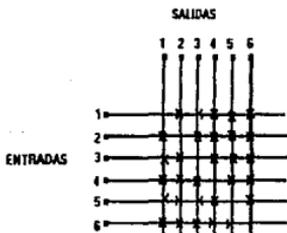
La red con 6 líneas, mostrada por líneas de estado sólido, puede acomodar 3 conversaciones simultáneamente para ciertas combinaciones de líneas y requerirá de 24 puntos de cruce. Sin embargo, si la entrada 1 es conectada a la salida 4, las entradas 2 y 3 estarán conectadas a los bloques de las salidas 5 y 6.

Cuando esta se incrementa a nueve líneas por la adición de los estados de concentración y expansión, representados por las líneas punteadas, más trayectorias de conversación existirán, y 54 puntos de cruce serán requeridos, pero la red se seguirá conservando su topología de bloques. Aún más el arreglo de 2 estados requerirá pocos puntos de cruce, que para los que se necesitará en una red del mismo tamaño, sin estas condiciones de estados.



a. Tres líneas, seis puntos de cruce

FIGURA 2.20a.
Tres Líneas, 6 puntos



b. Seis líneas, 30 puntos de cruce

FIGURA 2.20b.
Seis Líneas, 30 puntos de Cruce.

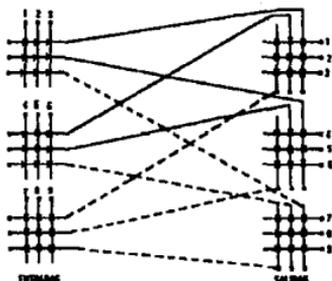


FIGURA 2.21

Red de Conmutación de Dos-Estados por punto de Cruce.

Agregando un centro de distribución de estados, como se muestra en la Fig. 2.22, pueden acomodarse el mismo número de conexiones simultáneamente como se mostró en la Fig. 2.21 bajo ciertas condiciones para ambas configuraciones de 6 y 9 líneas, con pocos puntos de cruce, 16 y 27, comparados con 24 y 54, respectivamente.

Una red práctica de 3 estados por punto de cruce es capaz de dar servicio a 100 líneas, como se muestra en la Fig.2.23. En este ejemplo, la estación A está compuesta de 10 matrices rectangulares para concentrar 10 entradas con N salidas, donde N es número de centros de estado. El centro de estado B tiene un arreglo cuadrado de matrices de 10x10 para distribuir las trayectorias concentradas a los interruptores de estado C. El estado de expansión C se encuentra una imagen espejo del estado A y expandirá las trayectorias para poderse conectar a las terminaciones.

La capacidad de tráfico y el número de puntos de cruce requeridos dependerá de el número de interruptores de cruce en la central de estado. El número de puntos de cruce requeridos para un bloque, de una red de 3 estados se obtiene a través de la siguiente ecuación.

$$N_x = 2Nk + k(N/n)$$

- donde
- N= número de líneas(puertos).
 - n= número de líneas en cada interruptor de concentración y expansión.
 - k= número de arreglos de un centro de estado.

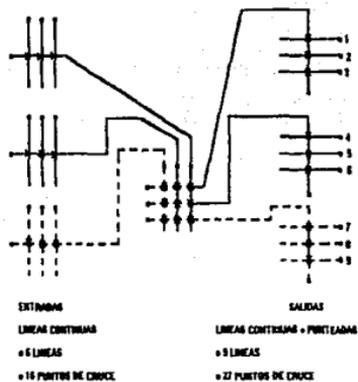
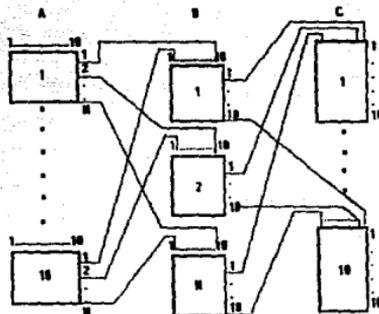


FIGURA 2.22
Red de Conmutación de Tres-Estados por punto de Cruce.

Una red multiestado de puntos de cruce podrá tener varios centros de estado. En la planeación de un sistema, sin embargo, el número de centros de estado (distribución) se fijará con la instalación inicial. El número individual de interruptores en cada centro de estado se verá incrementado con la adición de los estados de concentración y expansión, permitiendo a los sistemas de conmutación crecer, pero la arquitectura básica fija el tamaño máximo de el sistema.



SI N=2, LA MATRIZ TIENE UN 30X DE LA TRONCAL Y SON PUNTOS DE CRUCE.

Ilustr. 31

FIGURA 2.23
Red de Conmutación con 100 Líneas de 3 Estados.

2.5.1.2 TECNOLOGIA DE PUNTO DE CRUCE.

En la evolución de la tecnología de conmutación, tres generaciones distintas de tecnología de punto de cruce han venido ampliando sus usos en el mercado. Cada tipo, es acoplado con su propio sistema de Control Común, afectando considerablemente en tiempo la llamada y las operaciones de desconexión sobre las troncales de otros sistemas de conmutación.

Las barras metálicas de cruce generalmente están configuradas en matrices cuadradas de 10x10 o en arreglos rectangulares de 10x20. Cada interruptor tiene 10 trayectorias horizontales y 10 o 20 trayectorias verticales. Una combinación de magnetos cierra y retiene las conexiones entre las trayectorias verticales y horizontales, proveendo un total de 10 posibles conexiones simultáneamente sobre cualquier interruptor. Cinco barras de selección están montadas horizontalmente a través de la parte frontal de cada interruptor, y cada barra tiene la flexibilidad de selección semejante a un dedo y retención magnética para acoplarse a cada trayectoria vertical. Cada unidad vertical tiene 10 grupos de contactos, un grupo de 3 a 6 pares de contactos tipo lámina(spring) para cada trayectoria vertical.

Cada grupo de contactos tipo lámina, cuando se cierra el selector y es retenido magnéticamente, considerándose un simple punto de cruce. Además cada punto de cruce puede conmutar desde 3 a 6 conductores. Para operar un punto de cruce, la selección magnética causa que la barra horizontal seleccionada sea rotada hacia arriba o hacia abajo, moviendo todos los interruptores de selección, la retención magnética origina que la barra vertical sea rotada, asociando la unidad vertical de selección, contra 5 interruptores de selección (uno por cada barra) todos hacia un lado. Los selectores se encuentran asociados con la barra de selección horizontal, la cuál opera al presionarse contra un grupo de contactos tipo lámina sobre la unidad vertical, cerrando los puntos de cruce. La otra selección de contactos meramente permanece dentro de una posición neutral entre los contactos tipo lámina. Después de que el retenedor magnético ha sido operado, el selector magnético ejecutará el regreso de todos los selectores excepto 1, a su posición normal. Un conmutador de barras cruzadas se muestra en la fig.2.24. Los interruptores de la barra se encuentran agrupados de tal forma que le permitan llevar a cabo las funciones de conmutación, distribución y expansión de los bloques en la red.

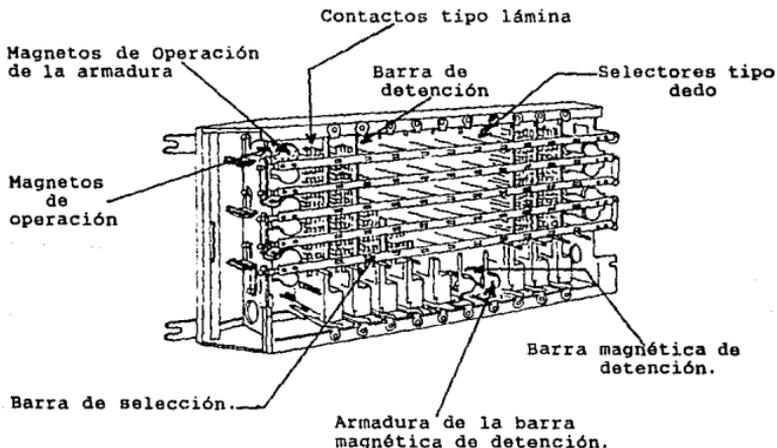


FIGURA 2.24
Un Conmutador con cruce de Barra.

Una segunda tecnología de puntos de cruce involucra el desarrollo de interruptores consistente en dos láminas metálicas dentro de un encapsulado de vidrio y montados sobre dos platos magnéticos. Cuando es circulada una pequeña corriente, las láminas metálicas se cerrarán y se mantendrán cerradas hasta que otro pulso de corriente remueva el magnetismo residual, abriendo los contactos. Otras técnicas de punto de cruce operan con pequeñas bobinas que permiten abrir y cerrar los contactos. Su uso, con la ayuda de sistemas lógicos y sistemas comunes de control por programa almacenado permiten el diseño de sistemas de conmutación con gran capacidad, grandes ventajas y tiempos más rápidos de conmutación pero requiriendo menos espacio y menos potencia que los sistemas de barras cruzada.

2.5.2 SISTEMAS DE CONMUTACION TEMPORAL.

La conmutación temporal es aquella en la que un mismo camino físico es utilizado, por división en el tiempo, a la vez por varias comunicaciones.

La conmutación temporal hace con la aplicación del multiplexor por división en el tiempo a la red de conexión. Se han diseñado sistemas con diferentes tipos de modulación, pero la que se está usando actualmente es la :

- Modulación de Impulsos Codificados.

La forma de interconectar las redes por división temporal, corresponde al caso de accesibilidad total en los casos más sencillos y a los sistemas de mallas en los sistemas de mayor capacidad. Estos, puede decirse, son una combinación de división temporal y división espacial.

Un hecho común a todos los sistemas por división temporal, es que no pueden transmitir ni corriente de llamada ni corriente de alimentación. Estas funciones han de atribuirse, por ello, al equipo de línea.

En el caso de los selectores de grupo y centrales interurbanas o tandem, no existen teléfonos directamente conectados. En consecuencia, la red de conversión no tiene que transmitir ni corriente de alimentación ni de llamada. Para estos tipos de centrales la red de conexión digital no es, por consiguiente, una desventaja, si se la compara con la electromagnética.

- Sistemas de Modulación de Impulsos Codificados.

Los sistemas de conmutación MIC están ganando interés día a día. el número de realizaciones cada vez es mayor y el abaratamiento de los componentes electrónicos digitales es grande.

Una característica importante de los sistemas de conmutación MIC es que pueden interconectarse directamente con sistemas de transmisión MIC, consiguiéndose así, el tipo más corriente de sistemas integrados.

2.5.2.1 SISTEMAS DE CONMUTACION ESPACIAL.

La conmutación espacial es aquella que establece un camino único, directo y permanece asociado a cada conexión, de forma que cada comunicación establecida a través de la central ocupa, en el tiempo de su duración, un itinerario físicamente separado de los otros en el espacio.

Este tipo de conmutación es el que se ha venido utilizando en todos los sistemas electromecánicos. Implica una relación biunívoca entre el camino y la conexión, es la más ampliamente difundida y la que ha alcanzado mayor desarrollo, si bien ya se está perfilando una disminución notable de los nuevos proyectos de este tipo.

Dentro de los sistemas de conmutación con división en el espacio, la tecnología utilizada puede ser de dos tipos:

- Electromecánica
- Electrónica.

2.5.2.2 SISTEMAS POR DIVISION EN FRECUENCIA.

En estos sistemas se utilizan el múltiplexeo por división de frecuencia y la conversión, traslada a una determinada banda, se lleva a través de la central. Puede decirse que no existe, por el momento, ninguna central pública en México que se base en estos principios, aunque si existen algunas centrales pequeñas.

2.5.2.3 SISTEMAS ELECTRONICOS Y SEMIELECTRONICOS.

Tradicionalmente se ha venido utilizando para el tipo de sistemas que nos ocupa la denominación de electrónicos y semielectrónicos, sin embargo, como ha podido observarse, en la clasificación realizada no se ha considerado este punto de vista de división de los sistemas.

Son sistemas electrónicos aquellos que utilizan en todos sus organos componentes electrónicos, a excepción hecha de algunos circuitos (enlaces, circuitos de línea, etc.), que por tener que entenderse con la red convencional existente, arrastran en parte la tecnología de ésta.

Sistemas Semielectrónicos son aquellos que mezclan la utilización de componentes electrónicos y electromecánicos, claro que esta mezcla está bien definida y se utilizan los componentes electrónicos en el control y los electromecánicos en la red de

conexión.

No todas las posibles técnicas vistas para el control y para la red de conexión pueden combinarse arbitrariamente dentro de los sistemas electrónicos y semielectrónicos, en la siguiente tabla se resumen las posibilidades dentro de cada uno de estos grupos de sistemas.

SISTEMA SEMIELECT.	LOGICA CABLEADA O PROGRAMA CABLEADO	PROGRAMA ALMACENADO
ESPACIAL	SI	SI
TEMPORAL	NO	NO

SISTEMA ELECTRON.	LOGICA CABLEADA O PROGRAMA CABLEADO	PROGRAMA ALMACENADO
ESPACIAL	SI	NO(*)
TEMPORAL	NO(*)	SI

TABLA 2.9

(*) Esta alternativa puede presentarse en Centrales Privadas.

2.5.2.4 CLASIFICACION DE CENTRALES DE LA RED NACIONAL.

De acuerdo a la clasificación dada en el punto anterior, las centrales existentes en México se presentan en la Tabla siguiente.

Como se puede observar en la tabla 2.10, los equipos que en mayor cantidad se han implementado a la red Nacional son basados en la tecnología de Ericsson, así como su tendencia a utilizar equipo digital AXE.

FABRICANTE	TIPO DE EQUIPO	RED DE CONEXION		UNIDAD DE CONTROL	TRANSMISION DE SEÑALES	SELECTOR
		CONSULT.	TECNOLOGIA			
L M.	OS OS (SAT) RELE AZF OS 1029 AFF	ESPACIAL	ELECTROMECANICA	LOG. CABLEADA	ANALOGICA	ELECTROMECANICA
	AFR TANDEM AFR-R AFR 811 AFR 822 AFR 825 AFR 11 AFR PACO AFR PADIS AFR 505 AFR 201 AXE 18 AXE		SEMELECTRONICA			
E R I C S O N	AFR PACO AFR PADIS AFR 505 AFR 201 AXE 18 AXE	ESPACIAL	ELECTROMECANICA	LOG. CABLEADA	ANALOGICA	RELES REED COORDENADAS
	AXE		SEMELECTRONICA ELECTRONICA			
I M D E T E L	7A1.2 7E PC-1000 PC-TANDEM PC-R PC-828 METACONTA PC-PACO PC-CALD PC-PADIS S-12	ESPACIAL	ELECTROMECANICA	LOG. CABLEADA	ANALOGICA	ELECTROMECANICA
	PC-PACO PC-CALD PC-PADIS S-12		ELECTROMECANICA			
QIT	E-10	TEMPORAL	ELECTRONICA	PRG. ALMACENADO	DIGITAL	ESTADO SOLIDO
ALCATEL	E-10	TEMPORAL	ELECTRONICA	PRG. ALMACENADO	DIGITAL	ESTADO SOLIDO

TABLA 2.10 CLASIFICACION DE CENTRALES DE LA RED NACIONAL.

CAPITULO III. ARQUITECTURAS DE CONMUTACION DIGITAL.

3.1 INTRODUCCION.

En el diseño de sistemas de conmutación digital, las consideraciones de arquitectura involucra más que un simple reemplazo de una red de conmutación analógica por una red de conmutación digital. Las consideraciones que deben tomarse en cuenta para implantar la red de conmutación digital son las siguientes: tamaño máximo y la aplicación que se intenta tener en el sistema de conmutación, tipo de codificación de voz que se deberá adoptar, número de líneas y troncales que deberán ser interconectadas y acondicionadas para la red de conmutación, arquitectura de la red, manejo de los circuitos de señalización y de servicios, conceptos de control, localización de los sistemas de diagnóstico y mantenimiento, manejo de tráfico y conmutación, avances tecnológicos e innovaciones potenciales que se puedan integrar al sistema.

En un principio todas estas consideraciones difícilmente tendrán una respuesta final por lo que soluciones tentativas deberán hacerse para luego ser reexaminadas conforme el proceso de diseño avanza. La aplicación y el tamaño máximo aproximado del sistema son determinados por una percepción del mercado local. Avances recientes en la tecnología de estado sólido se tendrán que evaluar, y aquellos que más prometan para la aplicación que se desea implantar deberán ser identificados por medio de un cuidadoso escrutinio. Decisiones básicas de arquitectura deberán considerar todas las características operacionales y capacidades a ser provistas por el sistema de conmutación, no sólo en su capacidad de diseño inicial sino también para retroalimentarse de posibles innovaciones futuras.

3.1.1 TECNICAS DE INTERFAZ TERMINAL.

Las técnicas de interfaz terminal permiten que se lleven a cabo las funciones requeridas en la interconexión de líneas y troncales con la red de conmutación aplicadas a todos los sistemas de conmutación de circuitos digitales. El área de interfaz terminal del sistema de conmutación digital incluye todos los componentes del equipo requerido para la interconexión de líneas y troncales para la condición de ruta de llamada para la presentación a la red de conmutación. Una línea de abonado analógico es terminada en donde comienza el circuito de línea, las funciones del circuito de línea son típicamente definidas por las siglas BORSCHT, derivado de las primeras letras de 7 funciones que a continuación se describen:

B.- (Battery feed) - Alimentación por batería, las oficinas centrales suministran 48 Vcd negativos nominalmente con un rango entre -42.5 hasta -52.5 Vcd, aunque el voltaje aplicado por algunas oficinas centrales en ciertas etapas de conmutación puede exceder de -78 Vcd, y en raros casos puede exceder de 100 Vcd.

O.- (Overvoltage protection) - Protección contra sobre voltaje para proteger los circuitos de línea del encendido de equipo e inducciones de potencia en la línea.

R.- (Ringing) - Timbrado, es un circuito para aplicar voltaje controlado a la línea para activar el timbre del teléfono al que se está llamando.

S.- (Supervision) - Supervisión, es un circuito supervisor para detectar condiciones colgado o descolgado y pulsos de marcación.

C.- (Coding and decoding) - Codificación y decodificación, es equipo para convertir una llamada analógica a palabras PCM (Modulación por Pulsos Codificados).

H.- (Hybrid for 2-wire to 4-wire conversion) - Híbrido, para conversión de 2 a 4 alambres consistiendo de rutas separadas de transmisión y recepción. Es una red balanceada para reducir la realimentación no deseada desde la ruta de recepción a la ruta de transmisión.

T.- (Testing) - Pruebas, son circuitos de prueba los cuales se conectan a equipos para probar en la línea de 2 alambres la continuidad, cortos e impedancia característica.

El área de interfaz terminal también contiene equipo para terminales analógicas y troncales digitales. Las funciones a realizar para troncales digitales son similares en algunos aspectos a aquellas implantadas para líneas pero son modificadas por las diferencias en señalización y supervisión.

Puesto que la mayoría de los abonados de línea generan bajos volúmenes de tráfico, generalmente las líneas son concentradas por razones económicas. Una etapa inicial de concentración de conmutación es usualmente incluida en el área de interfaz terminal. Puede haber una o dos etapas de concentración, y puede estar del lado de dos alambres o del lado de cuatro alambres de la red híbrida ó en el lado donde la señal está en PCM del codificador. Finalmente, una o más etapas de multiplexaje digital son incluidas para incrementar el número de ranuras de tiempo en el flujo de datos PCM entrando a la red de conmutación. Los circuitos de troncales usualmente no utilizan el equipo terminal concentrador y directamente se conectan al multiplexor.

3.1.2 CONSIDERACIONES DE IMPLANTACION.

Quando un sistema de conmutación digital comienza a ser diseñado, la arquitectura de implantación se ve influida por dos factores principalmente. Los conceptos que han probado ser efectivos en sistemas por división de espacio con equipos electromecánicos y electrónicos tienden a ser llevados al diseño digital. Y lo referente a costos de implantación de estado sólido en la cual constantemente hay avances en esta tecnología y subsecuentemente se está cambiando por circuitos de gran escala de integración.

3.1.2.1. INTERFAZ DE LINEA ANALOGICA.

Las funciones básicas de interfaz de línea se muestran en la Fig. 3.1. El circuito de línea (LC) proporciona acceso a la alimentación de voltaje de

batería, protección de sobre voltajes, voltaje para timbrado, señalización de supervisión y circuitos de prueba. La red híbrida se muestra como un componente separado y las funciones de decodificador/decodificador se muestran separadamente.

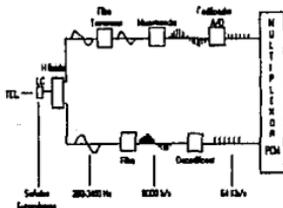


FIGURA 3.1.
Funciones de Interfaz Terminal.

Una cuestión importante de arquitectura ha sido la localización del concentrador de línea. En diseños anteriores, el costo de los componentes discretos de estado sólido en codificadores era mitigado en favor de codificadores compartidos seguido del concentrador. Por consiguiente, algunos diseños de interfaz terminal en los años 70 colocaron concentradores por división de tiempo, analógicos, de 2 alambres entre las redes híbridas y los multiplexores PCM. En otros diseños colocaron un concentrador de 4 alambres entre la red híbrida y los codificadores compartidos. Estas decisiones han sido influidas por el avance de estado sólido, especialmente por las limitaciones en los voltajes que pueden ser conmutados a través de ellos. En la medida que ha progresado la tecnología de gran escala de integración, y tanto más funciones se agreguen con técnicas de bajo voltaje, vendrá a ser factible combinar muchas funciones de interfaz de línea dentro de un pequeño número de componentes incluyendo codificadores en un sólo circuito integrado. La tecnología del silicio de alto voltaje ahora permite el paso de voltajes más altos para el timbrado. La tecnología actual permite incluir en los circuitos de línea todas las funciones de interfaz de línea excepto la concentración y el multiplexaje usando un mínimo de componentes. Esto es seguido de un canal en formato PCM y la concentración.

3.1.2.3. INTERFAZ DE TRONCAL DIGITAL.

La acometida de troncales digitales al sistema de conmutación son en grupos básicos de 24 ó 30 canales. Bajo control de reloj, la señalización es extraída del bit menos significante en cada sexta muestra y procesada separadamente por un procesador de señales. Los 24 canales usados para el habla pueden ser multiplexados con otros grupos de 24 canales y colocados sobre rutas de alto tráfico PCM a la red de conmutación.

3.1.3. TENDENCIAS DE IMPLANTACION.

Los recientes avances en la tecnología de gran escala de integración y muy grande escala de integración han establecido una clara tendencia hacia la consolidación de funciones de interfaz de línea en los propios circuitos de línea. Los filtros y codificadores usados en esta implantación han sido fabricados en un sólo circuito de gran escala de integración. Los circuitos de interfaz de línea de abonados, que contienen todas las funciones BORSCHT, ahora están siendo producidos en un sólo circuito integrado de gran escala de integración. La adición de un circuito designado "ranura de tiempo" a control remoto puede habilitar teléfonos digitales para ser conectados a facilidades de transmisión digital sin la tradicional primera etapa de multiplexaje digital.

Con la consolidación de funciones en el circuito de interfaz de línea abonado, la concentración se ha incrementado al ser ejecutada sobre bases digitales en vez de analógicas. La función de interfaz digital completa puede ser localizada ya sea en la oficina central local o en una localidad remota. Las unidades de control remota son conectadas al sistema de conmutación digital huésped para facilitar la transmisión digital sobre pares de cables existentes. El número de facilidades de conexión digital es determinado por la capacidad del concentrador y de la carga de tráfico.

3.2. CONSIDERACIONES DE REDES DE CONMUTACION.

La selección de una arquitectura de red de conmutación involucra varias consideraciones. Una pequeña o mediana central PABX puede ser diseñada con sólo una etapa de conmutación, mientras que un diseño económico para un sistema grande requiere múltiples etapas. La conmutación de tiempo y de espacio tienen alguna características diferentes en el manejo del tráfico. El efecto de la arquitectura de la red de conmutación sobre la complejidad del control, empaquetamiento, y expansión tienen que ser consideradas. La aplicación intentada, ya sea local o de conmutación tándem y el tamaño final, influyen en la selección de la arquitectura a utilizar.

3.2.1. CONMUTACION DIGITAL MULTIETAPA.

Las redes de conmutación digital multi-etapa generalmente involucran ambos tipos de conmutación por división de tiempo y por división de espacio. Mientras

que algunos sistemas usan sólo redes múltiples en el tiempo, el retraso de tiempo involucrado en el intercambio en las ranuras de tiempo coloca un límite práctico en el número de etapas de tiempo usado en un sistema de conmutación grande. Todas las redes de conmutación PCM son simétricas sobre un punto central.

3.2.1.1. CONSIDERACIONES DE CONMUTACION EN EL TIEMPO.

El factor de mayor importancia en la conmutación en el tiempo en la memoria es el retraso. En un sistema de 24 ranuras de tiempo, la llamada puede ser retrasada hasta 23 ranuras de tiempo. En un sistema de 32 canales, la llamada puede ser retrasada hasta 31 ranuras de tiempo. Algunas redes de conmutación en el tiempo usan 256 ranuras de tiempo o más con un tiempo de muestreo de 125 microsegundos. Por consiguiente, el máximo retraso de una llamada en un sólo selector de tiempo está en el rango de 120 - 124.5 microsegundos. Cuando se le suman otros retrasos inherentes en los sistemas de transmisión y conmutación, puede producir el efecto de eco en los auriculares. Consecuentemente, la mayoría de los sistemas de conmutación grandes incluyen ambas etapas de selección por división en el tiempo y por división en el espacio.

El número de ranuras de tiempo que pueden ser conmutadas en la memoria durante un tiempo de muestreo de 125 microsegundos está en función del ciclo de tiempo de la memoria de información. Cada ranura de tiempo requiere un ciclo de escritura y un ciclo de lectura. Con un muestreo de 8 kHz., el número máximo de ranuras de tiempo, o canal (C), que pueden ser conmutados en memoria es:

$$C = 125/2tc$$

donde 125 es el tiempo de muestreo en microsegundos y tc es el tiempo de ciclo de memoria en microsegundos. De aquí, se puede ver que un sistema de conmutación de tiempo (SCT) de 256 canales requiere una memoria con un ciclo de tiempo mínimo de 244 nseg., y un SCT de 1024 canales requiere una memoria con un ciclo de tiempo de 61 nseg. Así, el tiempo de ciclo de la memoria coloca un límite práctico y económico sobre el tamaño del SCT.

También deberá ser considerado el impacto del tamaño del SCT sobre la memoria de control. La memoria de control, como la memoria de información, requieren una palabra por cada canal conmutado en el tiempo, pero la longitud de la palabra está en función del número de canales. El número de bits (B) requerido por cada palabra en la memoria de control es calculado por:

$$B = \log_2 C$$

donde C es el número de canales. Así, el número máximo de ranuras de tiempo que pueden ser conmutadas en el tiempo con una memoria de control usando palabras de 8 bits es de 256, y un SCT de 1024 canales requiere palabras de 10 bits en la memoria de control. El número de salidas de ranuras de tiempo en el SCT puede ser igual o diferente al número de entradas de ranuras de tiempo, pero el arreglo más económico de la memoria de control requiere que el control de lado de la memoria de información tenga un número mayor de ranuras de tiempo.

3.2.1.2. CONSIDERACIONES DE CONMUTACION EN EL ESPACIO.

La conmutación en el espacio por división de tiempo involucra una matriz en la cual se seleccionan m líneas de entrada multiplexadas en el tiempo (LMT) a n salidas LMT teniendo el mismo número de ranuras de tiempo. Los puntos de cruce en la matriz de conmutación están formados por compuertas lógicas controladas por una memoria de control. El número de salidas LMT puede ser igual o diferente al número de entradas LMT. La memoria de control controla las compuertas lógicas para permitir conectar específicas ranuras de tiempo en la entrada de las LMT con específicas ranuras de tiempo en las salidas de las LMT. Las ranuras de tiempo no son retrasadas en la conmutación por división en el espacio como sucedía en la conmutación por división en el tiempo. En la conmutación por división en el espacio, las entradas y salidas de LMT están sincronizadas por el mismo reloj de tal manera que el canal 1 de una entrada de LMT siempre es seleccionada al canal 1 de una de las salidas de LMT.

3.2.1.3. ESTRUCTURA TIEMPO- ESPACIO-TIEMPO (T-E-T).

En la arquitectura de red de conmutación tiempo-espacio-tiempo, múltiples selectores de tiempo son usados como las etapas de conmutación de entrada y salida, y selectores de espacio son usados como la etapa central. El número interno de ranuras de tiempo (i.e. las ranuras de tiempo entre las etapas de entrada y salida) es el principal factor en la probabilidad de que se bloquee la red de conmutación. Si el número interno de ranuras de tiempo es dos veces el número de ranuras de tiempo de entrada-salida menos uno, la red es no bloqueable. Para mejorar en buen grado el servicio (i.e. que haya una baja probabilidad de bloqueo), el número de ranuras de tiempo de entrada debe ser significativamente menor que el número de ranuras de tiempo de salida en la primera etapa. La tercera etapa es una imagen espejo de la primera etapa.

En la conmutación por división en el tiempo con múltiples etapas, el arreglo de las funciones de expansión, distribución y concentración se muestran en la Fig. 3.3. La expansión está siempre formada en la primera etapa, y la concentración está siempre formada en la última etapa. La etapa o etapas de distribución (en el centro) siempre seleccionan sobre una relación de 1:1. Este arreglo no impide la concentración en el módulo de interfaz terminal.

La operación de una red T-E-T, se muestra en la Fig 3.4., implica encontrar una ranura de tiempo vacía a través de la etapa de espacio la cual puede conectar una entrada en la primera etapa de tiempo a la salida deseada de la última etapa de tiempo.

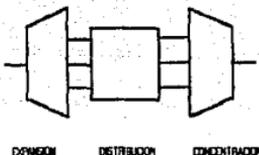


FIGURA 3.3.

Arreglo de Las Funciones de Expansión, Distribución y Concentración en La Conmutación por División en el Tiempo.

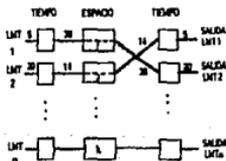


FIGURA 3.4.

Red de Conmutación Tiempo-Espacio-Tiempo (T-E-T).

El primer intercambio de ranuras de tiempo (IRT) retrasa la información en la ranura de tiempo de entrada número 5 hasta que se haya seleccionado la ranura de tiempo vacía en el selector de espacio en este caso la número 38 y aparezca en la salida. La etapa de conmutación de espacio conecta la línea multiplexada

de salida IRT a través del selector de espacio a la entrada de la tercera etapa IRT. Esa información en la ranura de tiempo es conmutada en la memoria a la salida deseada de la tercera etapa IRT en la ranura de tiempo 20. Una conexión similar es establecida para la otra ruta de conversación.

3.2.1.4. ESTRUCTURA ESPACIO-TIEMPO-ESPACIO (E-T-E).

La red E-T-E tiene una etapa de tiempo central para efectos de distribución entre la primera y tercera etapas de espacio. Las líneas multiplexadas en el tiempo funcionan como entradas y salidas para ambas etapas de espacio. La etapa de tiempo es simétrica y sirve para interconectar las ranuras de tiempo en la salida de las líneas multiplexadas en el tiempo de la primera etapa a las ranuras de tiempo en la entrada de las líneas multiplexadas en el tiempo de la tercera etapa.

La operación de una red E-T-E se muestra en la FIG. 3.5. la primera etapa de espacio funciona como una etapa de expansión teniendo más salidas LMT que entradas LMT. La última etapa de espacio es inversa y es usada para concentrar la distribución de LMT dentro de un número pequeño de salidas LMT. Para establecer una conexión, el controlador de ruta debe encontrar un selector de tiempo en la etapa central la cual tenga una ranura de tiempo de entrada vacía y una ranura de tiempo de salida vacía correspondiente a las ranuras de tiempo usadas en las etapas de espacio. La primera etapa de conmutación de espacio cierra los puntos de cruce de una ruta a una LMT interna conectada a un IRT con una ranura de tiempo vacía, en este caso la número 3. El IRT retrasa la información hasta que se muestree la ranura de tiempo 16. La tercera etapa conecta esa LMT interna a la LMT de salida 2. De la misma forma, la ranura de tiempo 16 en la LMT 1 es conectada a la ranura de tiempo 3 en la LMT de salida 1 para completar la otra mitad de la conversación.

3.2.1.5. CONMUTACION COMBINADA CONTRA SEPARADA.

Los ejemplos en las Figs. 3.4. y 3.5. describen rutas unidireccionales a través de las redes de conmutación. Realmente las rutas de alto tráfico de llamadas pueden ser diseñadas para transportar tráfico en los dos sentidos. En la Fig. 3.4., las dos rutas de llamadas se muestran usando selectores de tiempo por separado, y las dos líneas internas multiplexadas en el tiempo son conmutadas a través de arreglos separados en la etapa de espacio. Este concepto es llamada conmutación separada, y deben tener memorias de control para cada arreglo de conmutación. Sin embargo, si ambas direcciones de rutas son seleccionadas idénticamente, sólo una memoria de control es necesaria para las rutas bidireccionales.

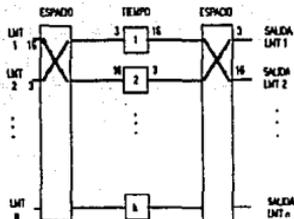


FIGURA 3.5.
Red de Conmutación Espacio-Tiempo-Espacio (E-T-E).

En la conmutación combinada, se pueden establecer conexiones entre cualquiera de las dos rutas de alto tráfico telefónico conectadas a un sólo arreglo de conmutación. Las rutas pueden ser seleccionadas simétricamente ó cuasisimétricamente. La selección de ruta simétricamente, en una red T-E-T, usa un número idéntico de ranuras de tiempo a través de la etapa de espacio central para ambas direcciones de llamadas pero no pueden conectarse rutas de llamadas en la misma ruta de alto tráfico. En una red E-T-E, las dos direcciones de rutas son conmutadas simétricamente a través del mismo intercambio de ranura de tiempo (IRT) en la etapa central. Con la selección cuasisimétricamente, las dos direcciones de rutas usan dos intercambios de ranuras de tiempo relacionadas y controladas por una memoria de control en una red E-T-E, permitiendo que las direcciones de rutas convencionales usen ranuras de tiempo par/no a través de la etapa de espacio de la red T-E-T, permitiendo conexiones dentro de la misma ruta de alto tráfico telefónico.

3.2.2. MATRICES SIMÉTRICAS DIGITALES.

Hasta ahora se han mencionado arquitecturas de redes de conmutación en términos de módulos separados. En la actualidad las redes de conmutación se diseñan consistiendo de módulos idénticos de conmutación de tiempo y espacio combinados. Cada elemento selector contiene conmutación en el tiempo, conmutación en el espacio y control por microprocesador para la conmutación en cualquiera de los 30 canales de los 16 conductos de salida de en formato PCM. Los conductos PCM son bidireccionables, de esta manera se da servicio por medio de 16 puertos PCM bidireccionables con 30 canales de líneas multiplexadas cada uno. Los elementos selectores pueden ser arreglados en etapas múltiples.

La conmutación en el espacio y en el tiempo han sido diseñadas dentro de un sólo circuito integrado de gran escala de integración y son llamados matrices

simétricas digitales (MSD). La capacidad de puertos está limitada por el número de terminales que puede tener un circuito integrado, la complejidad del circuito y el consumo de potencia. Usando un circuito de 28 terminales con empaquetamiento de doble en línea, una MSD puede soportar ocho conductos bidireccionales PCM y disipar sobre 200 mW de potencia. Con circuitos de muy grande escala de integración las aplicaciones potenciales de las MSD en redes de conmutación digital parece ser muy promisorio. Análisis han mostrado que redes compuestas de MSD pueden ser diseñadas para no ser bloqueables y a un costo muy efectivo si es usado el menor número posible de etapas.

3.3. TÉCNICAS DE CIRCUITOS DE SERVICIOS.

Los circuitos de servicios son unidades comunes o equipos compartidos ya sea en equipo físico o programas, asociados con las rutas de comunicación durante el proceso de llamadas. Estos circuitos de servicios frecuentemente son llamados equipo común (pooled). Ejemplos de circuitos de servicios incluyen generadores de tono, receptores de tono, transmisores de señal, receptores de señal, generadores de timbrado, anuncios grabados, circuitos de conferencias y supresores de eco (canceladores).

En sistemas de conmutación analógica, los circuitos de servicios generalmente son unidades de equipo las cuales son conmutadas físicamente dentro y fuera de líneas y troncales para ejecutar funciones especializadas. En sistemas de conmutación digital, los circuitos de servicios pueden ser equipo físico ó puede estar en memoria, o mezclados. El arribo de una señal de direccionamiento de tono puede ser retenida en el módulo de interfaz terminal y enviado a un procesador de señal o puede ser conmutada a través de una red digital hacia unidades de equipo electrónico ó hacia localidades de memoria para interpretación y registro. Las salidas de señales de tono pueden ser generadas por circuitos osciladores o en memoria. Puesto que la mayoría de las oficinas centrales locales de sistemas de conmutación tienen o tendrán interfaz digital directa hacia unidades de conmutación digital remota vía facilidades de transmisión digital, la tendencia es implantar circuitos de servicios digitalmente en donde sea practicable.

3.3.1. GENERACION DE TONO.

La generación digital de señales audibles y señales de tonos en sistemas de conmutación PCM es comprimida por un muestreo de 8 kHz y una cuantización de 8 bits. Fundamentalmente, la generación de tonos digitales es realizada por el almacenamiento de tonos codificados digitalmente en memorias de sólo lectura (ROM) para que después pueda ser leído el contenido de la memoria para ser decodificado por el oyente. La compresión PCM resulta en una relación única entre la frecuencia o frecuencias de la señal de tono deseada y el número de muestras las cuales deben ser leídas para reproducir el tono exacto. Un ciclo de una forma de onda presintetizada, representando un sólo tono o un tono mezclado, es almacenado en una ROM. Cuando se lee bajo el control de un contador incrementándose a una velocidad de 8 kHz y es decodificada ya sea localmente o a una distancia lejana de un circuito decodificador, la señal de tono analógica es reproducida. Por ejemplo, 8 palabras en memoria son requeridas para reproducir

el equivalente digital de una prueba de tono a 0 dBm, 1000 Hz aplicada a un punto de nivel de transmisión de cero. Este tono es conocido como un miliwatt digital. Los generadores de tono digitales tienen varias ventajas sobre los generadores de tono analógicos. Los generadores de tono digital no requieren de acoplamientos de impedancias o de amplificación, y no tienen desvíos de frecuencias. Si se requieren interrupciones de tono, tal como sucede en un tono de ocupado, son reproducidos al cambiar el estado de la ROM de encendido a apagado a los intervalos precisos requeridos para reproducir la cadencia de tono deseada.

3.3.2. RECEPCIÓN DE TONO.

En un sistema de conmutación digital, es deseable, desde el punto de vista de control, tratar todas la señales que llegan a la ruta de voz uniformemente, llevando todas la señales de direccionamiento de tono que entran a la ruta a través de la conversión A/D y conmutándolas a través del sistema PCM. Dada la conversión de señales analógicas de tono a PCM, es igualmente deseable interpretar y registrarlas digitalmente para ahorrar el equipo y la conversión D/A necesarios para usar receptores de tono convencionales. Varias aproximaciones para la detección de tono digital han sido usadas con varios grados de éxito, pero la mayoría de los diseñadores se han inclinado por el filtrado digital o la transformada de Fourier discreta.

La detección de señal digital involucra señales de tono de una sola frecuencia y usada para supervisión, señales de direccionamiento de señalización de tono dual de multifrecuencia (SDM) en las líneas de abonado, y señales de direccionamiento de señalización multifrecuencia (SM) en troncales. Los receptores de señal analógica tienen tolerancias grandes para compensar la distorsión causada por transmisores envejecidos, variaciones en las características de marcación de los abonados y deterioro en las líneas de transmisión. Tales problemas componen el problema de reconocimiento digital.

El método de filtrado digital, las muestras PCM linealizadas y pasadas a través de una serie de filtros pasabanda digitales centrados a cada una de las frecuencias de señalización. La potencia de la señal filtrada a cada una de las frecuencias es medida repetidamente para detectar la presencia ó ausencia de potencia para cada tono. Entonces un procesador de señal interpreta las señales y las traslada para establecer una llamada. Este método requiere una cantidad substancial de memoria y elaborar algunos cálculos aritméticos.

El método de la transformada de Fourier discreta también extrae una medición de la potencia de la señal en cada frecuencia de señalización pero debe ejecutarse con cuidado para detectar señales de un mínimo de duración especificada. Cuando es usada con supervisión de tono, se debe tener protección contra la potencia de operación de llamadas. Un sistema que puede manejar supervisión de tono para 128 canales analógicos y satisface los estándares de CCITT contiene 333 circuitos integrados y consume 44 watts de potencia. El mismo principio puede ser usado para el reconocimiento de señales de direccionamiento de SDM y SM, pero debe ser más elaborado para tener la suficiente fuerza con las señales de multiplicidad.

Mientras que ambos de los métodos descritos son usados para reconocimiento

digital de señales de tono, algunos diseñadores prefieren pasar la señal a través de la red digital y usar un decodificador para receptores de tono analógico convencional. Otros, usan concentración analógica en el área de interfaz terminal, conectando los canales de voz a los receptores de tono en este punto. Con los avances en la tecnología de gran escala de integración, la tendencia parece dirigirse completamente hacia el reconocimiento digital de las señales de tono.

3.3.3. CONFERENCIA DIGITAL.

Las llamadas analógicas de conferencia implican típicamente un puente de conferencia el cual suma todas las señales para que cada conferencia sea escuchada por las otras. Con sistemas de conmutación PCM, el mismo puente de conferencia puede ser usado, pero requiere convertir todas las señales analógicas para luego codificar las señales de conferencia compuesta por transmisión de todas las conferencias. Con la transmisión de dos alambres en las líneas de abonados, todas las señales son pasadas a través de una red híbrida para conversión y separar las rutas de transmisión y recepción requeridas por el sistema de conmutación digital. Cuando varias conferencias son conectadas así a través de una red de conmutación digital a un puente de conferencia analógica, la multiplicidad del acoplamiento de impedancia en la red híbrida puede causar inestabilidad severa. Esto puede dar como resultado un eco severo, sin tomar en cuenta la introducción de algo de atenuación. Por consiguiente, se prefiere la conferencia digital en sistema de conmutación digital.

Existen dos métodos básicos para la ejecución de la conferencia digital en un sistema PCM compresor/expansor (companding). El primer método implica un inmediato algoritmo del conferencista en un puente tipo conmutador. Si el nivel de la llamada en cada una de las muestras de varias conferencias es comparado para identificar la muestra teniendo el número binario más grande, la muestra generalmente es la del conferencista activo.

El proceso de conferencia entonces transmite esa muestra a todas las conferencias durante el siguiente bloque mientras bloquea las otras muestras. Este método implica tener circuitería simple para puente de conferencia de tres vías pero viene a ser mucho más elaborado para conferencias más grandes. El efecto del puente de conferencia tipo conmutador es similar a aquel de una conexión de troncal grande con supresor de eco.

El segundo método involucra un puente de conferencia tipo sumador usando un algoritmo de suma. Puesto que la PCM estándar usa un algoritmo compresor/expansor, una suma binaria simple no es posible. Las muestras PCM comprimidas primero deben ser expandidas a muestras lineales. Luego todas las muestras en un sólo bloque de conferencia puede ser sumado aritméticamente y comprimido para la transmisión de conferencias. Durante el proceso de suma, la muestra representante de la señal de voz propia de cada conferencista es retirada del dato sumado antes de la suma y es comprimida y enviada de regreso al receptor de conferencia. Dependiendo del número de conferencias, alguna atenuación puede sumarse a la señal compuesta antes de la compresión. El efecto de eco es reducido si los bits de la señal de la mitad de las muestras que llegan son invertidas, produciendo una inversión de fase para dar la mejor estabilidad de conferencia.

3.3.5. SUPRESORES DE ECO DIGITAL.

Los supresores de eco o canceladores de eco son usados para controlar el eco sobre redes de troncales, teniendo un retraso de recorrido de ida y vuelta de 45 ms. Por muchos años, los supresores de eco han sido colocados por cada troncal, básicamente en cada terminal de las troncales. Ahora, la tecnología digital permite módulos supresores de eco que pueden utilizarse en sistemas de conmutación digital que se insertan dentro de las conexiones de troncales como sea necesario.

En operación normal, los supresores de eco atenúan las señales en una dirección (eco) mientras que permiten el paso de señales en la otra dirección (la de la persona que está hablando) sin que sea atenuada. Los supresores de eco pueden ser anulados para ambas personas que están hablando simultáneamente. También pueden ser deshabilitados para datos de comunicaciones por la transmisión de un tono de 2100 Hz. en cada dirección seguida por la presencia continua de una señal fuerte de datos. Los supresores de eco digitales son controlados por un procesador el cual previene la conexión de múltiples supresores de eco en tandem.

Cuando se involucran circuitos de satélite en conexiones telefónicas, los supresores de eco convencionales no proporcionan suficiente supresión de eco, y el resultado es un recorte en la señal de voz que no es aceptable para la generalidad del público. Los canceladores de eco digitales útiles en circuitos de satélites pueden ser usados para propósitos generales en conexiones telefónicas. Mientras la tecnología de circuitos integrados continuamente sigue disminuyendo costos, se espera que se incremente el uso de canceladores de eco para circuitos satélites en circuitos terrestres.

3.4. ARQUITECTURAS DE CONTROL.

Existen tres arquitecturas de control básicamente, cada una con sus variantes, que se usan en sistemas de conmutación digital. Todos los sistemas usan control por programa almacenado, pero algunos sistemas usan procesadores con lógica alamburada en aplicaciones especializadas.

Los sistemas de control central, control compartido y control distribuido han evolucionado con algunas variantes, incluyendo sistemas híbridos, los cuales los hacen casi indistinguibles como arquitecturas básicas.

3.4.1. CONTROL DE DISTRIBUCION DE CARGA DE TRABAJO.

Un sistema con control por programa almacenado es una suma de varios programas separados los cuales trabajan juntos, para procesar llamadas. Generalmente, hay un programa ejecutivo el cual coordina y clasifica el trabajo de los programas de aplicación específica. Las tareas ejecutadas por programas de aplicación son agrupadas de muchas maneras. Un programa puede estar relacionado sólo con el estado de vacío o en uso de líneas o troncales, o ambas. Otro programa puede controlar la colocación de llamadas a través de todas o sólo una parte de la red de conmutación. Un programa separado puede controlar circuitos de servicios, mientras que otro controla las rutas de llamadas. Cuando todas las funciones de control se combinan dentro de un procesador, el programa

ejecutivo controla y clasifica el trabajo de los programas de aplicación.

No todo el trabajo ejecutado por los sistemas de control está relacionado con el procesamiento de llamadas. El sistema de control puede estar trabajando a un 30 o 50 % ó más de su capacidad hasta cuando no exista carga de tráfico. El tiempo de procesamiento requerido para correr el programa ejecutivo y para ejecutar las funciones esenciales relacionadas con el mantenimiento y la administración es conocido como "fixed overhead". Ese tiempo es el mismo para todos los sistemas de conmutación de un tipo específico sin tomar en cuenta el nivel de tráfico y la cantidad de equipo en el sistema. La variable de tiempo de "overhead" es el tiempo consumido en tareas ejecutadas a una velocidad constante pero a una prioridad menor que las tareas "fixed overhead". Este tiempo incluye tareas como detectar y responder a señales originadas en líneas y troncales

El tiempo consumido en el procesamiento de llamadas es altamente variable y es dependiente del nivel del tráfico. Este tiempo es cero si no hay demanda de servicio. Una vez indicado, sin embargo, el procesamiento de llamadas es ejecutado sobre bases prioritarias de variable de tiempo "overhead". El resto del trabajo requerido por un sistema de control es tiempo de trabajo diferible. Esto incluye tareas útiles las cuales no tienen requerimientos de temporización críticos, tal como la administración, comprobación de cuentas, y rutina de mantenimiento. Los programas de comprobación de cuentas verifica el estado de recursos tales como subsistemas de programas, bloques de datos, y operación global del sistema. Si el sistema de conmutación está operando a su capacidad total de tráfico, el sistema de control ejecuta el trabajo no aplazable. Cuando desciende el pico de carga de trabajo, el sistema de control usa el tiempo utilizable para ejecutar trabajo aplazable. El trabajo aplazable algunas veces es conocido como tiempo ocupado.

3.4.2. SISTEMAS DE CONTROL CENTRAL.

En un sistema de control central todo el trabajo descrito en la sección anterior es ejecutado por un sólo procesador. En una pequeña o mediana PABX, este generalmente es un microprocesador ó microcomputadora. En una central grande, se requiere una poderosa computadora.

Las tareas pueden ser enlistadas para su ejecución de diferentes maneras. En una lista temporizada, las tareas son agrupadas dentro de clases y asignadas por incrementos de tiempo fijo, o ranuras. Las clases enlistadas en cada ranura son arregladas en secuencias prioritarias. La última clase de tareas en cada ranura es incluida de trabajo ocupado. Durante cada incremento de tiempo, el itinerario de clases de tareas son ejecutadas secuencialmente. Cuando todas las tareas enlistadas han sido ejecutadas, el resto de las ranuras de tiempo son utilizadas en trabajo ocupado. Si el tráfico es pesado de manera que sea insuficiente el tiempo asignado en la ranura para completar todas enlistadas, el programa ejecutivo debe resolver que situación y control ya sea para completar las tareas enlistadas en la ranura o para proceder a la siguiente ranura de tareas.

El sistema de control central puede seguir un ciclo de tareas enlistadas. Todas las clases de tareas son arregladas secuencialmente por prioridad y por la

frecuencia requerida de ejecución. Así, una clase de tarea puede ser ejecutada varias veces tan frecuentemente como otra clase de tarea. No existe un ciclo de tiempo fijado. A carga baja de tráfico, el tiempo requerido para ciclar todas las tareas es corto. Conforme el tráfico aumenta se incrementa y unos cuantos ciclos completos son ejecutados en un periodo de tiempo dado. Si una tarea particular toma excepcional prolongación de tiempo para completarse, el tiempo entre ejecuciones de las tareas de más alta frecuencia debe incrementarse para apuntar en cual deberá exceder un umbral establecido para asegurar una calidad particular de servicio. En tal caso, el programa ejecutivo puede limitar la cantidad de trabajo hecho en una clase de tal manera que no arriesgue la operación del sistema. Por ejemplo, durante sobrecarga de tráfico, un límite máximo puede ser colocado sobre el número de nuevas llamadas que serán procesadas durante la tarea de reconocimiento de nueva llamada para ser procesada. Este límite máximo puede ser colocado de tal manera que nuevas llamadas que son reconocidas son procesadas eficientemente, habilitando al sistema para reducir el trabajo pendiente en otras tareas críticas. En tanto el trabajo pendiente se reduzca, la tarea de reconocimiento de que se originen nuevas llamadas ocurrirá más frecuentemente, y más nuevas llamadas serán permitidas dentro del sistema por unidad de tiempo.

El itinerario híbrido puede ser diseñado de tal manera que las tareas que tengan requerimientos de temporización críticos sean ejecutadas de acuerdo a un itinerario temporizado mientras que otras tareas que no tengan tales requerimientos de temporización son ejecutadas de acuerdo a un itinerario cíclico. Varias combinaciones son posibles. Un arreglo para ejecutar para ejecutar tareas cíclicas cuando no haya otro trabajo por hacer e interrumpirlas a cada intervalo cuando tareas dentro de clases de acuerdo a su frecuencia de ejecución como en el itinerario cíclico. En este caso, sin embargo, un tiempo mínimo entre ejecuciones de cada clase se especifica. Así, el itinerario de tiempo controla la ejecución de tareas durante los periodos de tráfico pesado. Durante el tráfico pesado, los itinerarios cíclicos controlan la ejecución de tareas con interrupciones para conformar el itinerario temporizado. Este arreglo permite la ejecución de tareas temporizadas que tengan requerimientos críticos de temporización, mientras que toma ventaja de las características atractivas del itinerario cíclico en tráfico pesado.

La complejidad de los sistemas de control central se incrementa con el tamaño, y las fallas pueden ser catastróficas. La redundancia es esencial para tener una alta confiabilidad en grandes sistemas de conmutación, que es muy deseable en cualquier sistema. El control central generalmente está completamente duplicado, y continuamente es monitoreado por el programa de mantenimiento para efectuar el cambio de control automáticamente en caso de que la falla exceda un umbral. Hasta entonces, el sistema de control central ha sido reconocido completamente y hallada la falla, esto requiere muchas horas para reiniciar el servicio.

3.4.3. SISTEMA DE CONTROL COMPARTIDO.

En un sistema de control compartido, múltiples procesadores (generalmente dos) comparten la carga. Cada procesador trabaja a sólo el 50 % de su capacidad mientras que el sistema de conmutación está operando a su capacidad total. Este concepto reduce la posibilidad de que el procesador falle durante periodos de

tráfico extremadamente pesado, y la capacidad de reserva del procesador está lista para absorber más fácilmente los picos de cargas de tráfico sin que existan riesgos grandes de fallas de funcionamiento del sistema. Cada procesador puede monitorear el funcionamiento del otro y puede manejar la carga total del sistema de conmutación en caso de que el otro falle. Los procesadores pueden estar por triplicado, en el caso de que dos procesadores compartan la carga mientras que el monitoreo evita la operación del tercero hasta que alguno de los otros dos que están en servicio falle y automáticamente entra en servicio el de reserva. La complejidad del procesador es la misma que en un sistema de control central debido a que cada procesador maneja todas las funciones de control.

3.4.4. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

La tendencia en arquitecturas de sistemas de conmutación es hacia sistemas de control distribuido. Los procesadores sólo pueden ejecutar tareas especializadas, o pueden ejecutar todas o virtualmente todas las tareas de control asociadas con grupos de líneas y troncales.

3.4.4.1. DISTRIBUCION DE CONTROL POR FUNCION.

Un método popular de control distribuido es asignar un grupo de tareas especializadas para un controlador que no haga otro cosa que ejecutar esas tareas repetidamente. Los programas de aplicación de tales tareas son relativamente simples y son ideales para usarse con la tecnología del microprocesador.

Un ejemplo típico de un procesador especializado es el de un procesador de línea que continuamente detecta las condiciones de línea vacía o línea ocupada de un grupo de líneas, envía esa información a otro procesador, e inicia o detiene el timbrado. Algunos sistemas de control central han asignado señales para procesar tareas por separado, el procesador de control por programa almacenado realiza tareas tales como examinar líneas y troncales, recepción de señales de direccionamiento de entradas y control de señales de direccionamiento de salidas.

3.4.4.2. DISTRIBUCION DE CONTROL POR TAMAÑO DE BLOQUE.

Existe un incremento de la tendencia hacia la asignación de todas o la mayoría del procesamiento de funciones para controlar un grupo o bloque de líneas y troncales. En un típico sistema de control distribuido, un controlador central mantiene el orden de operación de un número de controladores de bloques y puede también emplearse en la selección de la ruta, diagnóstico de mantenimiento y administración. En este caso, un procesador de módulo terminal realiza todas las tareas asociadas con un grupo de líneas y troncales, incluyendo la selección de ruta dentro del módulo, en tanto que un procesador principal maneja la base de datos central de información, realiza la selección de ruta entre módulos terminal y ejecuta otros programas centralizados. La principal ventaja de control de módulo terminal es que un sistema de control de conmutación puede crecer modular-

mente sin incurrir en un costo inicial extremadamente alto debido a la adquisición de una poderosa computadora central que se usa en sistemas de gran tamaño. Una segunda ventaja es que virtualmente módulos terminal autónomos pueden ser localizados en áreas remotas y operados como módulos terminal remotos con control huésped de funciones centralizadas.

3.5. DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO.

El objetivo ideal en el diseño de sistemas de conmutación es que el propio sistema pueda detectar y corregir todas las fallas sin la intervención humana. En la ausencia de tal perfección, los programas de diagnóstico deben ser diseñados para detectar y corregir fallas donde sea posible y alertar al personal de mantenimiento de la existencia de fallas sin corregir. Las unidades funcionales que requieren mantenimiento frecuente deben ser duplicadas de tal forma que la unidad pueda ser retirada del servicio sin reducir la capacidad de procesamiento de llamadas. El equipo relacionado con tráfico sensible, tal como son los circuitos de servicios, generalmente están provistos en los sistemas sobre una redundancia de $n+1$. El equipo debe ser agrupado de tal manera que facilite los procedimientos de mantenimiento. Esto incluye la partición de fuentes de potencia para que las fallas en las fuentes de poder afecten a sólo un grupo limitado de equipo.

3.5.1. FASES DE MANTENIMIENTO.

Los sistemas de mantenimiento constan de siete fases básicas: detección de falla, análisis de falla, aislamiento de falla, reporte de falla, localización de falla, reparación de falla y restauración de servicio.

Existen dos métodos comunes de detección de falla, y ambos son usados actualmente. Los equipos y los programas pueden ser diseñados para activar alarmas e iniciar pruebas de diagnóstico cuando las llamadas fallan u otras condiciones de falla ocurran. Otras fallas son detectadas por la ejecución de pruebas en la línea rutinariamente como parte del programa de operación, o pueden ser ejecutadas como rutinas audibles para verificar bloques de equipos y programas.

Inicialmente, el proceso de detección de fallas debe también aislar la falla a un grupo particular de unidades de equipo. En el caso de que una falla involucre más de un grupo de equipo, o por alguna razón, de que no sea realmente identificable con un grupo de equipo, más análisis son necesarios. La falla de colocación de ruta, por ejemplo, puede ser el resultado de una falla en cualquiera de varios grupos de equipos. Los análisis pueden ser realizados por deducción lógica, por comparación histórica, o por un disparo específico de diagnóstico.

Una vez que la falla es identificada en un grupo específico de equipo, la acción a tomar es aislar la falla del resto del sistema para evitar mayor degradación. El tráfico puede ser desviado a un grupo de equipo redundante si existe uno, o el grupo averiado puede ser sacado de servicio.

El reporte estadístico de fallas es esencial para un mantenimiento efectivo. La impresión de historiales de las características de las fallas y el resultado de las pruebas de diagnóstico automático es útil para dos propósitos principalmente. Asisten a los técnicos en acciones a tomar para eliminar la falla y restaurar completamente el servicio, y ese historial pueda ser usado para desarrollar cambios tecnológicos para hacer más confiable al sistema. Alarmas visuales y audibles pueden acompañar a reportes impresos cuando el servicio perjudicado exceda de un umbral preestablecido.

La siguiente fase de mantenimiento es la localización de la falla. Esto con el propósito de identificar al equipo dañado específicamente dentro del grupo de equipo. Una falla puede ser localizada automáticamente para una tarjeta de circuito impreso por el procesamiento de diagnóstico, el cual es el objetivo ideal, ó puede requerir la acción de un técnico.

La solicitud para correr programas de diagnóstico puede ser iniciada por técnicos cuando necesite localizar alguna falla. El reparar la falla involucra el reemplazo físico de los circuitos o tabletas defectuosas. Cuando una tableta es cambiada por una de reemplazo un programa de prueba debe correrse para comprobar la tableta antes de regresar la unidad de equipo que falló al servicio. Las tabletas dañadas son enviadas a reparación donde las pruebas fuera de línea son ejecutadas para hallar el problema exactamente y efectuar la reparación.

La fase final es la restauración del servicio. Después de que la unidad del equipo con la tarjeta de reemplazo es probada, la funcionalidad del grupo del equipo completo es probado. Cuando esta prueba se pasa satisfactoriamente, el grupo puede ser regresado al servicio en el sistema de conmutación.

3.5.2. METODOS DE DIAGNOSTICO.

La principal ventaja del uso de 32 canales en formato PCM en un sistema de conmutación es que 30 canales pueden ser usados como canales de tráfico y 2 canales son utilizados como canales de control y mantenimiento. Algunos de los 16 bits tomados en cada muestra pueden ser usados como mensajes de control. Algunos pueden ser usados para verificar la paridad mientras que otros pueden ser usados para una verificación completa.

Las pruebas en línea pueden ser usadas para verificar el control de rutas entre un controlador y las unidades de equipo controlado. Una verificación detallada puede hacerse para comprobar la ejecución de ordenes, la validez de los datos, y la exactitud de la transmisión. Las ordenes pueden ser realimentadas y comparadas. Los datos se pueden escribir dentro de la memoria, para luego ser leídos y comparados. Las redes de rutas pueden ser colocadas y verificar su continuidad e integridad de datos. Los codificadores pueden ser verificados separadamente y en conexión con redes de rutas comprobadas. Los transmisores y receptores de señal pueden ser verificados conectándolos a través de la red de conmutación y compararlos enviando y recibiendo señales.

Numerosos parámetros específicos del sistema son contados como eventos que ocurren y son comparados con un umbral alterable. Tales eventos, como fallas en las rutas, fallas en la paridad, señales desincronizadas, alarmas de control,

fluctuaciones de potencia, pérdida de alineamiento de cuadratura, y muchos otros son contados y grabados. Cuando un umbral es excedido, los datos son imprimidos y pueden ser acompañados de alarmas audibles y visibles, dependiendo de la urgencia predeterminada de ese parámetro. Algunos umbrales, cuando son excedidos, pueden disparar automáticamente acciones para iniciar pruebas de diagnóstico, conmutar a unidades de equipo de repuesto, o cortar cierto tipo de tráfico. Periódicos registros de unidades de equipo pueden ser ejecutados ya sea sobre bases de respuesta positiva o respuesta negativa. El concepto de respuesta positiva es que se tiene una respuesta sólo de una unidad defectuosa. Sin embargo, la unidad puede también estar deshabilitada que no pueda responder o puede estar ocupada con el tráfico que una respuesta es seriamente retrasada. El concepto de respuesta negativa es que se ve la existencia de una respuesta positiva de todas las unidades de equipo las cuales están operando dentro de parámetros establecidos. Esto identifica más positivamente las unidades de equipo con falla pero no coloca carga de trabajo adicional sobre los sistemas de control afectados. Ambos conceptos son productivos cuando son usados juiciosamente.

Puesto que el principal tiempo entre fallas de cualquier unidad de equipo en un sistema de conmutación es mucho más grande que el tiempo principal para reparar la falla, la mayoría de las estrategias es el resultado de una sola falla. En la mayoría de los casos, el asumir que existe una sola falla es correcto, pero no siempre. La prioridad de programas de aplicación frecuentemente resulta en muchos programas de mantenimiento, siendo definidos como carga de trabajo diferible. Por consiguiente, la mayoría de la lógica de mantenimiento de esos programas es probada sólo durante períodos de bajo tráfico. Las unidades bajo prueba son retiradas del servicio, probadas y regresadas al servicio. Cuando una falla ocurra durante un período de alto tráfico, la lógica es aislar la falla mientras la unidad de equipo completamente duplicado entra en servicio. Esto usualmente involucra sacar una unidad de servicio antes de probarla, la cual es retirada de los efectos del tráfico pesado cuando realmente una combinación única de tráfico pesado aleatorio puede haber descubierto un error de programa el cual deba ocurrir sólo durante tales condiciones raras. Múltiples fallas y errores transitorios ocurren y complican los programas de mantenimiento.

La mayoría de los programas de mantenimiento críticos son aquellos concernientes a la degradación severa de los sistemas de control los cuales requieren reiniciar los programas ejecutivos para recuperar la sanidad del sistema. Una causa común de la recuperación del sistema es la mutilación de datos en la memoria. Otras causas incluyen pérdida de una función vital, problemas en el control de programas, múltiples fallas de unidades redundantes, fallas de reloj, y excesivas fallas de varios tipos. La mayoría de los sistemas tienen fases de recuperación dependientes del sistema. Cuando es activado se requiere la inicialización de todos los programas de control. Después se requiere que se reinicie sólo parte del sistema la cual está en problemas a menos que el sistema se haya caído completamente. La primera fase de recuperación generalmente salva todas las llamadas establecidas y reinicializa la memoria temporalmente. La segunda fase puede perder algunas llamadas en proceso de colocación son generalmente perdidas. La tercera etapa fase reinicia la mayor parte del sistema, todas o la mayoría de las llamadas son perdidas. La secuencia y efecto de varias fases de recuperación varía con el sistema.

3.6. ADMINISTRACION.

La administración del sistema del sistema de conmutación incluye manejo de base de datos, cambios en programas genéricos, y recolección de datos para facturación, tráfico, evaluación de servicio y manejo de red.

3.6.1. MANEJO DE BASE DE DATOS.

El propósito del manejo de la base de datos es para proporcionar la capacidad de administrar los datos del sistema de conmutación eficientemente. Toda inserción, eliminación ó modificación de datos es controlado por el manejo de la base de datos del sistema. Los datos usados en el sistema de conmutación son organizados dentro de formatos apropiados para su procesamiento y para sus uso en memorias del sistema, pero no para administración. La información en la base de datos debe estar en una forma que sea fácil de leer. Por consiguiente, el manejo de la base de datos del sistema proporciona traslación entre la visión administrativa de los datos y los formatos en lenguaje de máquina. La base de datos del sistema de conmutación contiene toda la configuración de datos pertenecientes al equipo del sistema de conmutación y conectividad incluyendo datos sobre los abonados, líneas, troncales, circuitos de servicios, equipo en la red de conmutación, llamadas rutinarias, características, recolección de cédulas de tráfico de datos, e información de facturación. El acceso a la base de datos es proporcionado por el manejo de la base de datos para los propósitos de mantenimiento y administración. El manejo de la base de datos del sistema es proporcionado en uno o más de los procesadores asociados con el sistema de conmutación. Un requisito importante es que debe ser diseñada dentro del sistema de conmutación y no ser agregado como una utilería.

3.6.2. CAMBIOS EN PROGRAMAS GENERICOS.

Un programa genérico es el grupo de instrucciones del programa ejecutivo que controla el procesamiento de llamadas, y las funciones de mantenimiento y administración. Los medios que deben ser proporcionados para modificar el programa para corregir errores de programación, para proporcionar nuevas características, y que hagan al sistema más eficiente. El programa recibe datos para cambiar partes pequeñas de un programa genérico para corregir errores de programa o hacer cambios menores en el procesamiento de llamadas. Los programas que se intercalan son las principales revisiones en un programa genérico, el cual deberá ser implantado en un sistema de trabajo con un mínimo impacto sobre el servicio al abonado.

3.6.3. RECOLECCION DE DATOS.

Los sistemas de conmutación generan grandes cantidades de datos estadísticos relacionados con el procesamiento de llamadas. Algunos de los datos son usados para propósitos de facturación. Las opciones para facturar las llamadas locales varían de acuerdo a las tarifas que son efectivas en cada localidad.

Generalmente, los sistemas contabilizan el número de llamadas para facturación y también se puede facturar por medio de contabilizar el tiempo de duración de cada llamada. Para tasa de facturación, los datos de llamadas incluye: llamada de número telefónico, fecha, tiempo de llamada que es respondida, duración de llamada y tiempo de llamada que está desconectada. En el diseño de sistemas de comunicación debe incluir no sólo la capacidad para grabar todos los datos requeridos para llamadas de larga distancia sino también para grabar los datos necesarios para facturación de servicios bajo muchas variaciones de tarifas y para estudios especiales. La temporización de llamadas deben ser ajustadas por inexactitudes en la operación del temporizador, colocación de ruta, retraso de tiempo después de que se ha respondido la llamada de línea compartida, y variaciones de reloj. Si los puentes de conferencia son proporcionados para tres vías de llamadas o conferencias largas, la temporización debe incluir el uso de puentes de conferencia en datos de facturación. Puesto que la facturación es una tarifa dependiente, el sistema de recolección de datos debe ser fácilmente alterable.

La recolección de datos también incluye servicios medidos los cuales son usados para evaluar la cantidad de servicio que ha sido proporcionado. La medición de servicios incluye la contabilidad total del tráfico en el sistema de conmutación, cuentas separadas por el tipo y disposición de llamadas, estadísticas de acceso del usuario, irregularidades en el sistema de conmutación, estadística en la red de servicios, y medios de mantenimiento. Mientras muchas de las mediciones son estandarizadas alguna son dependientes del diseño del sistema de conmutación. Las listas de recolección de datos varían desde cada 30 segundos hasta cada 24 horas.

3.6.4. ADMINISTRACION DE TRAFICO.

Muchos de los datos recolectados son usados para propósitos múltiples, y la administración de tráfico es uno de los usos dominante. La administración de tráfico comprende aquellas acciones necesarias para permitir que las cantidades de equipos y circuitos sean proporcionados en número suficiente para proporcionar un grado específico de servicio, asumiendo cargas de tráfico e incluyendo ambas mediciones de tráfico (recolección de datos) y tráfico de datos técnicos.

El tráfico es simplemente el flujo de mensajes a través de un sistema de comunicación. La teoría de teletráfico está basada sobre probabilidades estadísticas y ciertas suposiciones concernientes al tráfico telefónico. Las cuatro suposiciones universales que dominan en la teoría del teletráfico son: el tráfico originado por un número grande de fuentes es aleatorio e independiente de los demás abonados, los tiempos de retención (o duración) de llamadas individuales y troncales tienen una distribución exponencial, los tiempos de retención de ciertos tipos de equipo común (i.e. unidades de señalización) son constantes, existen variaciones aleatorias de carga de tráfico por hora, por día y por temporada.

Hay dos tipos de mediciones de tráfico usados en la administración de tráfico, por conteo y por uso. Por conteo se mide el número acumulado de eventos durante un periodo de tiempo específico. Por uso se mide la duración de una condición específica tal como el estado ocupado de una línea, troncal ó unidad

de equipo llamado un "servidor". Por conteo deberá ser exacto al 100 %. Por uso puede ser medido como realmente ocurra en segundos, es lo más exacto pero generalmente es el método más costoso, o puede ser calculado por conteo obtenido de una búsqueda o muestreo a intervalos específicos. La velocidad de búsqueda está relacionada con el tiempo de retención promedio de los servidores en los grupos que están siendo medidos. Si la velocidad de búsqueda es al menos la mitad del tiempo promedio de retención, el resultado deberá ser exacto. Una velocidad de búsqueda de uno por cada 100 segundos para troncales intercentrales produce resultados aceptables.

Generalmente se requieren ambos tipos de medición por conteo y por uso para los mismos componentes del sistema o eventos cuando las dos mediciones son significativas. En las mediciones en el sistema de conmutación total son grabados los parámetros significativos pertenecientes a llamadas originadas, llamadas recibidas, salidas de llamadas, terminación de llamadas, llamadas iniciadas pero no completadas, utilización de funciones especiales, y uso de procesador de tiempo real. Mediciones estándar para troncales y componentes de tráfico sensible, tal como circuitos de servicios, incluida la contabilidad de intentos que encontraron todos los servidores ocupados, el uso de servicios utilizables para tráfico, y el uso de servidores fuera de servicio por mantenimiento. El tráfico de recolección de datos del sistema también deberá calcular el retraso para los circuitos de servicios. Para propósitos de manejo de red, los parámetros seleccionados son acumulados por períodos predeterminados sobre una base continua y son utilizable para lectura o demanda o cuando los umbrales son excedidos.

La selección de puntos sensores para mediciones de tráfico requiere del conocimiento de como los datos son usados. En la teoría de teletráfico, la carga de tráfico ofrecida consiste de una demanda aleatoria para servicios de un número grande de fuentes a ser conectadas a un número finito de servidoras via una red de conmutación. Los servidores pueden consistir de un grupo de troncales o circuitos de servicios. Si todos los servidores están ocupados simultáneamente, la siguiente demanda de servicio, o intento de llamada, es bloqueada o retrasada, dependiendo de la función de los servidores. Si los servidores son un grupo de salida de troncales, los intentos son bloqueados ó perdidos, a menos que exista una ruta alterna, en tal caso los intentos son desviados a un grupo alterno de troncales. Si los servidores son abonados receptores digitales, los intentos son enlistados y esperarán hasta que un servidor sea utilizable. Todo el tráfico ofrecido el cual no sea transportado inmediatamente por el grupo servidor es tráfico perdido, tráfico desviado ó tráfico retrasado. Las relaciones de tráfico se muestra en la Fig. 3.7.

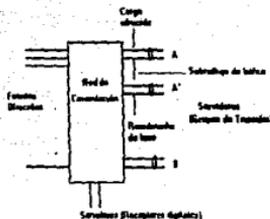


FIG. 3.7.
Relaciones de Tráfico.

3.6.5. MANEJO DE RED.

Una red de telefonía moderna usa rutas alternas extensivas y control común de conmutación que hace eficiente el uso de las facilidades de transmisión pero está sujeta a degradación durante períodos de sobrecarga de tráfico pesado o fallas en el equipo principal. Tanto y como el tráfico se incrementa más allá de su capacidad técnica, el uso de rutas alternas involucra más troncales y sistemas de conmutación por llamada. Bajo estas condiciones, más y más llamadas recibirán señales de todas las troncales ocupadas, y se revisa que se agregue más demanda de tráfico en circuitos de servicios u sistemas de control. Este efecto es mucho más severo con señalización en banda que cuando se usa señalización en canal común.

El principal efecto de degradación es la congestión de conmutación. Si una llamada que está entrando y encuentra todos los receptores digitales ocupados, esta hará fila hasta que un receptor sea utilizable o hasta que el transmisor en otro sistema de conmutación se interrumpa y enrute la llamada para reordenar tono o un anuncio grabado. El tiempo de retención del receptor se ha incrementado, y el sistema de control ha tenido que usar tiempo real para enrutar la llamada dos veces, una vez para el grupo de troncales y una vez para reordenar. Bajo carga de tráfico pesado excesivo, el principal tiempo de retención de circuitos de servicios y el procesamiento de llamadas promedio incrementa el tiempo. Tanto y como la carga continué incrementándose, se reforzarán paulatinamente los intentos sin efecto, se extenderá la congestión de conmutación, y se decrementará la carga transportada por la red. Finalmente, en tanto el tiempo de procesador sea agotado en intentos sin efectos esa troncal comenzará a estar vacía y los tiempos de retención en la troncal vendrán a ser más cortos.

Este efectos se puede ver en la Fig. 3.8., la cual muestra los resultados de una simulación de un evento de una red de 50 sistemas de conmutación. Como la

carga ofrecida se refuerza paulatinamente hacia la carga planeada de 1600 erlangs, el transporte de tráfico se incrementa linealmente.

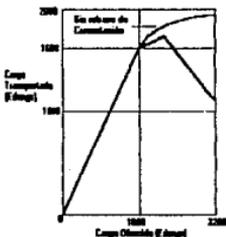


FIGURA 3.8.
Efecto de Congestión de Conmutación.

La línea punteada muestra que la carga transportada deberá ser afectada sin congestión de conmutación así como la carga ofrecida se incrementa a dos veces la carga planeada. La línea sólida, sin embargo, muestra la carga transportada que continúa incrementándose por algún tiempo pero a una velocidad más lenta. Hasta que se ha alcanzado cierto punto que generalmente ocurre de un 20 a un 30 % sobre la carga planeada, cuando la carga transportada comienza a decrementarse rápidamente y continúa decremantandose aún cuando la carga ofrecida continúe elevándose. En el manejo de red es medido el tiempo real y el control para habilitar una red degradada para operarla tan eficientemente como sea posible. La administración de una red es una arte no una ciencia exacta. El análisis de tráfico es usado por los administradores de redes para tomar acciones para implantar controles, pero hay un número infinito de posibles situaciones que se pueden encontrar en una red grande, y cada una deberá ser tratada individualmente.

3.6.5.1. PRINCIPIOS DE CONTROL.

El objetivo principal de la administración de una red es habilitar tantas llamadas como sea posible y que sean completadas bajo cualquier situación de degradación. Ciertos principios han probado su validez para redes grandes. El principio de invalidez es usar el mínimo de control necesario para habilitar la red para operarla tan normalmente como sea posible. Otros principios importantes son: inhibir la congestión de conmutación, usar toda la capacidad de la red, mantener ocupados los circuitos utilizables con tráfico el cual, tiene una alta

probabilidad de completar llamadas, cuando todas las troncales estén agotadas, dar prioridad a llamadas necesarias sólo a un mínimo de troncales para completar las conexiones.

3.6.5.2. PRINCIPIOS DE CONTROL UTILIZABLES.

Existen dos categorías de control utilizables para administrar redes. Los controles expansivos son empleados para diversificar algún tráfico de una parte de la red la cual está sobrecargada para destinar llamadas vía otras partes las cuales están con carga baja. Los controles restrictivos quitan algo de tráfico de las partes sobrecargadas de la red, cuando ese tráfico tiene una baja probabilidad de completarse. La mayoría de los controles son restrictivos. Los controles pueden ser aplicados manualmente o automáticamente, y los sistemas de conmutación deberán tener la capacidad para implantar ambos métodos como sea apropiado. Los controles dinámicos son más efectivos que los controles manuales debido a que pueden ser aplicados y retirados instantáneamente basados sobre umbrales de tráfico.

Existen en el mercado diferentes tipos de sistemas de conmutación que han sido diseñados para utilizarse de acuerdo a las características que se intentan tener en el sistema de conmutación, pero también tienen limitaciones, así que deberá tenerse mucho cuidado en su elección. Uno de los fabricantes de sistemas de conmutación que mayor versatilidad tiene es Ericsson ya que ha tomado en cuenta la mayor parte de las necesidades que puedan tener los abonados y además tiene la facilidad que se le puede ir ampliando otras características que hagan más bondadoso el sistema.

CAPITULO IV

ESTRUCTURA DE UN SISTEMA TELEFONICO DIGITAL AXE.

4.1 INTRODUCCION.

Hace poco el teléfono era sólo un instrumento para que dos personas hablaran a distancia. Hoy, esa misma línea nos conecta también con bancos de datos y redes financieras ubicadas en cualquier lugar del mundo. Todo esto y más es posible mediante la utilización de equipo electrónico sofisticado que se encuentra agrupado en lo que se denomina centrales telefónicas.

4.2 Niveles funcionales de una central digital AXE.

La central telefónica AXE cuyas siglas AXE corresponden a un código con el cual se identifica a este producto se encuentra constituida de dos partes fundamentales a saber llamadas equipo de conmutación y equipo de control, la parte de conmutación esta constituida por las tarjetas de circuito impreso [hardware] y la parte de control corresponde a los programas y datos [software] almacenados en la computadora.

El equipo de conmutación se designa como APT y la parte de control como APZ. Tanto APT como APZ cuentan con tarjetas de circuito impreso y programas y datos (Ver figura 4.1.).

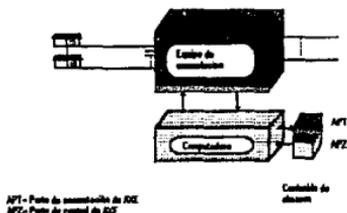


FIGURA 4.1

Las dos partes de una central AXE

Se puede decir que el trabajo desarrollado por una central telefónica es de dos tipos:

1.-Barrido rutinario al equipo para detectar cambios, como el que se efectúa para comprobar si un abonado ha levantado su teléfono, lo cual se efectúa

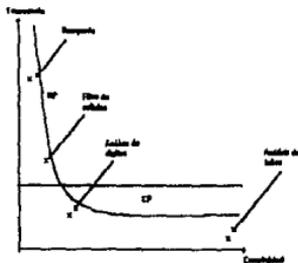
varias veces cada segundo.

2.-Análisis complejos y diagnósticos que requieran alta capacidad de computación y grandes volúmenes de datos. Ejemplos de esto son la selección de rutas salientes o mediciones de tráfico.

Tenemos así que las tareas con mayor complejidad y menor frecuencia, las desarrolla el procesador central mientras que las de mayor frecuencia y menor complejidad son llevadas a cabo por los procesadores regionales (Ver gráfica 4.1).

En ambas tareas es importante considerar el factor TIEMPO el cual se refiere al instante en el cual algo debe de hacerse o suceda. Un ejemplo de esto sucede cuando un abonado levanta su teléfono y espera un tono de invitación a marcar en ese momento, y no después, digamos, de 10 segundos.

La solución consiste en tener dos tipos de procesadores de tiempo real para controlar el sistema: un Procesador Central [CP] y varios Procesadores Regionales [RP]. Los RP ayudan al CP efectuando tareas rutinarias, reportando los eventos importantes que ocurren en la central (Ver figura 4.2.).



GRAFICA 4.1

RP maneja tareas simples pero frecuentes, mientras que CP maneja tareas complejas

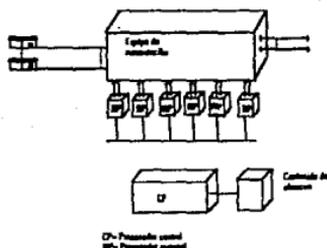


FIGURA 4.2
Arquitectura del sistema de control.

Con este tipo de configuración es posible efectuar modificaciones simples en cuanto a la capacidad del sistema, basta con aumentar o disminuir el número de procesadores regionales. Esto es posible hasta llegar al límite del procesador central.

Hasta ahora hemos visto que el sistema AXE está formado de dos partes principales: APT que es la parte telefónica y APZ que es la parte de control.

Para facilitar el manejo del AXE, APT ha sido dividida en varios subsistemas, con funciones afines para simplificar la localización de documentación correspondiente y posibilitar una descripción de la tarea que va a desarrollar la central. Algunos subsistemas contienen tanto tarjetas de circuito impreso como programas y datos, mientras que otros únicamente cuentan con programas y datos (Ver figura 4.3).

Los subsistemas con los que cuenta actualmente APT son los siguientes:

SUBSISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO [TCS Traffic Control Subsystem], el cual es considerado la parte central del APT; corresponde a la operadora en un sistema manual; se encuentra formado por programas y datos, algunas de sus funciones son:

- 1.-Establecimiento, supervisión y liberación de las llamadas.
- 2.-Selección de rutas salientes.
- 3.-Análisis de dígitos entrantes.
- 4.-Almacenamiento de categorías de abonado.

SUBSISTEMA TRONCAL Y SEÑALIZACION [TSS Trunk and Signalling Subsystem], maneja la señalización y la supervisión de conexiones a otras centrales; se

encuentra formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA SELECTOR DE GRUPO [GSS Group Switching Subsystem], establece supervisa y libera las conexiones a través del selector de grupo; se encuentra formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO [OMS Operation and Maintenance Subsystem], contiene funciones de estadística y de supervisión; esta formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA SELECTOR DE PASO DE ABONADO [SSS SUBSCRIBER SERVICES SUBSYSTEM], maneja el tráfico hacia y desde los abonados conectados a la central; esta formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA DE TASACION [CHS CHarging Subsystem], maneja las funciones de tasación de llamadas por el método de medición por pulsos ó por tasación automática; esta formado por programas y datos.

SUBSISTEMA DE SERVICIOS DE ABONADO [SUS Subscriber Services Subsystem], se encarga de el manejo de los servicios de abonado; esta formado por programas y datos.

SUBSISTEMA DE OPERADORA [OPS Operator Subsystem], maneja la conexión y desconexión de operadoras. OPS coopera con OTS [Operator Terminal System] SISTEMA TERMINAL DE OPERADORAS, que incluye las posiciones de operadora; esta formado por programas y datos.

SUBSISTEMA DE SERIALIZACION DE CANAL COMUN [CCS Common Channell signalling Subsystem], realiza funciones para señalización reenrutamiento, supervisión y corrección de mensajes enviados de acuerdo con los sistemas de señalización de canal común CCITT No.6 o No.7; esta formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA DE TELEFONIA MOVIL [MTS Mobile Telephony Subsystem], maneja tráfico hacia y desde abonados móviles; esta formado por tarjetas, programas y datos.

SUBSISTEMA DE ADMINISTRACION DE RED [NMS Network Management Subsystem], contiene funciones para la supervisión del flujo de tráfico a través de la central; esta formado por programas y datos.

Debemos considerar que la tarea de los programas y datos de un subsistema es la de controlar los circuitos electrónicos de dicho subsistema. Además todos los subsistemas que contienen tarjetas de circuito impreso contienen programas y datos almacenados en el CP y otra parte contenida en los RP.

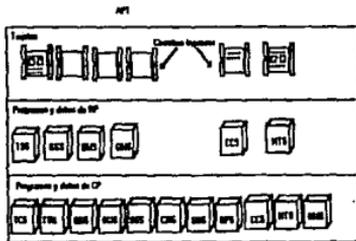


FIGURA 4.3
La estructura de subsistemas en APT.

Cada *subsistema*, a su vez esta dividido en *bloques funcionales* (Ver figura 4.4). A este nivel también, existe una división relativa a la funcionalidad, a manera de ejemplo mostraremos el *subsistema* TSS y uno de sus bloques funcionales llamado BT [Both-way Trunk] TRONCAL BIDIRECCIONAL, cuya función de cada una de las troncales que integran el bloque es llevar tráfico en ambas direcciones (Ver figura 4.5). Cada uno de los bloques funcionales puede tener programas y datos en el RP y/o en el CP.

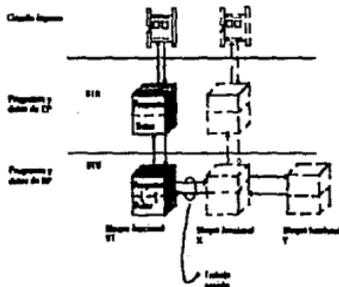


FIGURA 4.4
Ejemplo de bloques funcionales.

La colaboración entre bloques funcionales se lleva a cabo a nivel del CP vía los programas y datos almacenados en este. Únicamente los programas de un bloque funcional tienen acceso a los datos de ese mismo bloque funcional. Si un bloque funcional necesita datos de algún otro bloque tendrá que hacer una petición.

La idea de bloques funcionales se explica como sigue:

- 1.-Procesos definidos con datos propios.
- 2.-Un bloque funcional no necesita saber lo que otros bloques hacen.
- 3.-Estandarización de señales entre bloques funcionales.

La división de las diferentes unidades siempre está relacionado de acuerdo a la función que desarrollen.

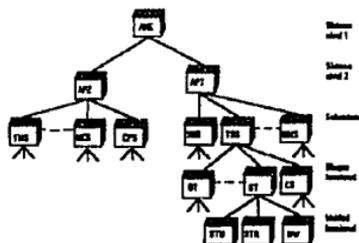


FIGURA 4.5
Estructura del sistema AXE.

Para describir la operación de una central AXE estudiaremos como colabora el subsistema TCS con los demás subsistemas, puesto que este corresponde a la parte central desde el punto de vista del manejo de tráfico. El subsistema se encuentra formado por nueve bloques importantes:

FUNCIÓN DE REGISTRO [RE Register], almacena los dígitos entrantes y maneja el establecimiento de las llamadas.

SUPERVISIÓN DE LLAMADA [CL Call supervisión], supervisa las llamadas en progreso y las libera.

ANALISIS DE DIGITOS [DA Digit Analysis], contiene tablas para análisis de dígitos lo cual es ordenado por RE.

ANALISIS DE RUTAS [RA Route Analysis], cuenta con tablas para la selección de rutas salientes [incluye rutas alternativas] lo cual es ordenado por RE.

CATEGORIAS DE ABONADO [SC Subscriber Categories] almacena las categorías de abonado para todos los abonados.

ADMINISTRACION DEL OFRECIMIENTO TRONCAL [TOM Trunk Offering Management], se encarga de las funciones de RE ó CL cuando un abonado ocupado es supervisado por una operadora.

DATOS DE OFRECIMIENTO TRONCAL [TOD Trunk Offering Data], se encarga de las funciones de RE o CL cuando un abonado ocupado es supervisado por una operadora.

SERVICIOS DE COORDINACION DE RECLAMADA [COF Coordinating of Flash Services], se encarga de las funciones de CL cuando más de dos abonados van a tomar parte en la misma conexión de voz.

CONEXIONES SEMIPERMANENTES [SECA Semipermanent Connections], se encarga del establecimiento de conexiones semipermanentes a través del selector de grupo.

Como se puede ver este subsistema ocupa una posición central en AXE sus tareas fundamentales incluyen las fases de control establecimiento y liberación de las llamadas.

Para establecer una conexión entre dos abonados pertenecientes a dos centrales manuales era necesario intercambiar información verbal entre las operadoras de ambas centrales, en las centrales automáticas este intercambio de información se realiza mediante señales eléctricas, por lo cual se le dio el nombre de señalización, dividiéndose en dos grupos principales: *señalización de línea y señalización de registro*.

Las señales de línea controlan el establecimiento y liberación de la conexión de voz. Las señales de registro contienen el número del abonado B que es al cual se le quiere llamar. La historia de la señalización cubre un amplio rango de medicos, que van desde corriente sin complicación alguna hasta los tonos de los sistemas de señalización digital de alta capacidad de hoy en día, a menudo una central debe ser capaz de manejar diferentes sistemas de señalización.

En el sistema AXE es el subsistema TSS el que adapte los diferentes sistemas de señalización a las necesidades de TCS. En otras palabras, TCS no necesita ser modificado independientemente de los sistemas de señalización que se requieran (Ver figura 4.6).

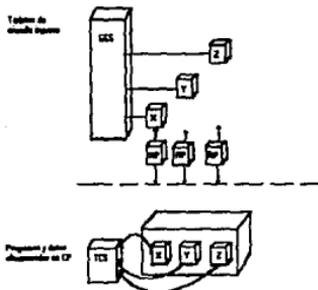


FIGURA 4.6
 La adaptación a diferentes sistemas de señalización se efectúa en TSS.

Ahora estudiaremos con más detalle como se realiza la señalización en TSS y la ayuda que brinda CCS, así como las tarjetas de circuito impreso que lo forman.

La tarjeta de circuito impreso más importante que lo conforma corresponde a la denominada ETC [Exchange Terminal Circuit] CIRCUITO TERMINAL DE LA CENTRAL, (Ver figura 4.7), cada una de las cuales contiene 32 canales 30 de los cuales pueden ser utilizados para voz. El canal 0 es utilizado para sincronización e información de alarma mientras que el canal 16 es usado para *señalización de línea*. Como existen diferentes tipos de señalización, a los bloques funcionales que los manejan se les suele dar diferentes números: ET1, ET2, etc. Cada variante se refiere a un sistema de señalización específico. Cada canal, en una conexión digital es vista como un dispositivo ET.

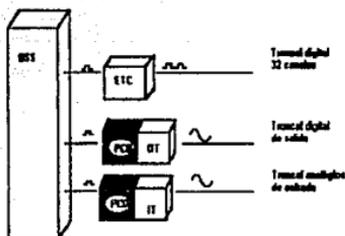


FIGURA 4.7
Diagrama de troncales bidireccionales.

Los emisores y receptores de código CER Code Sender/Receiver se emplean para enviar señales de registro tipo MFC [Multi Frequency Code] CODIGO MULTIFRECUENCIAL los cuales se conectan través del selector de grupo GSS a los dispositivos BT que requieren intercambiar señales de registro. AXE cuenta con 16 dispositivos por módulo [magazine] que pueden ser empleados como emisor o receptor, (Ver figura 4.8).

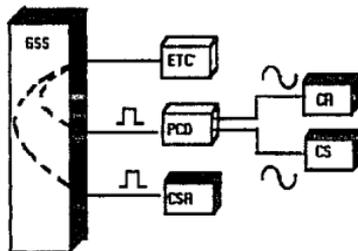


FIGURA 4.8
Emisores y receptores de código.

Como ya se ha visto, el sistema AXE está constituido de una parte de conmutación, APT y una parte de control, APZ. La parte de control se encuentra dividida en subsistemas y bloques funcionales al igual que la parte de conmutación.

El APZ comprende los siguientes subsistemas:

SUBSISTEMA DE PROCESADOR CENTRAL [CPS Central Processor Subsystem]; esta formado por tarjetas, programas y datos; algunas de sus funciones que realiza son:

- 1.- Administración de trabajo.
- 2.- Manejo de almacenes.
- 3.- Carga y cambios de programa.

SUBSISTEMA DE MANTENIMIENTO [MAS Maintenance Subsystem], la tarea principal consiste en localizar fallas en las tarjetas de circuito impreso y errores en los programas y datos, y minimizar los efectos de dichas fallas/errores.

SUBSISTEMA DE PROCESADOR REGIONAL [RPS Regional Processor Subsystem], esta formado por tarjetas, programas y datos, las tarjetas de circuito impreso son a manera de RP mientras que los programas y datos son administrativos y se encuentran localizados en los RP.

Los subsistemas MCS, SPS, DCS y FMS pertenecen al sistema de E/S.

SUBSISTEMA DE COMUNICACION HOMBRE-MAQUINA [MCS Man Machine Communication Subsystem].

SUBSISTEMA DE PROCESADORES DE SOPORTE [SPS Support Processor Subsystem].

SUBSISTEMA DE COMUNICACION DE DATOS [Data Communication Subsystem].

SUBSISTEMA DE MANEJO DE ARCHIVOS [File Management Subsystem].

La parte de control del sistema AXE son los procesadores llamados APZ 210, APZ 211, APZ 212 y APZ 213 los cuales difieren principalmente en términos de la capacidad. El APZ 213 que es el más actual cuenta con una capacidad de 2000 abonados el cual es el más indicado para instalar en centrales pequeñas. El APZ 211 es el procesador mediano de la familia usado en centrales hasta con 40000 abonados, es el más común. El APZ 212 cuya capacidad lo hace indicado para grandes centrales con capacidad de hasta 200000 abonados.

El primer procesador desarrollado para AXE fue el APZ 210 el cual ha sido reemplazado por las otras tres variantes.

La capacidad de un procesador para controlar centrales telefónicas es expresada en una unidad llamada EHCA [Intentos de Llamada en Hora Pico].

APZ 210	144000 EHCA
APZ 211	150000 EHCA

APZ 212
APZ 213

800000 BHCA
11000 BHCA

Los procesadores más comúnmente usados son el APZ 211 y APZ 212 los cuales contienen una serie de características comunes que se enumeran a continuación.

1.- Tarjetas de circuito impreso por duplicado. Para minimizar los efectos de fallas en las tarjetas de circuito impreso, se usan dos procesadores idénticos cada uno con su propio almacén. Los dos procesadores son llamados lado A [CP-A] y el lado B [CP-B].

2.- Operación en paralelo. Ambos lados ejecutan los mismos programas instrucción por instrucción. Como los dos lados son comparados continuamente, las fallas en los circuitos se detectarán inmediatamente.

A el lado llamado CP-A normalmente se le llama lado EJECUTIVO y el lado llamado CP-B se le llama lado STANDBY, el lado ejecutivo es el encargado de dar las ordenes a los RP. En caso de ocurrir una falla en el lado ejecutivo, el otro lado se tornara en ejecutivo y el lado con falla debe ser detenido y reparado y debe regresar a operación en paralelo con el lado sin falla. Para permitir esto, son transferidos datos desde el lado ejecutivo hacia el lado reparado proceso que se denomina ACTUALIZACION después de esto el lado reparado debe regresar a lado ejecutivo.

Cuando una falla es detectada en el sistema de control, se inicia el bloqueo de la unidad con falla y la conmutación hacia el lado sin falla, luego se realiza una prueba más minuciosa de la unidad con falla dando uno de los siguientes resultados.

1.- La falla fue temporal. Si el número de fallas temporales alcanza un valor crítico la unidad será bloqueada.

2.- La falla fue permanente. Se envía información de alarma al personal encargado de la central.

Los programas y datos necesarios para ejecutar esto están contenidas en MAS.

Como dijimos anteriormente, los dos lados del CP son comparados continuamente con la finalidad de detectar fallas en las tarjetas de circuito impreso, en caso de existir disparidad en la comparación se tendría que uno de los lados está fallando, para decidir cual lado esta fallando se inicia una prueba que dura 20 mS, después de lo cual el lado sin falla continuará con el procesamiento de tráfico.

Las unidades llamadas AMU en APZ 211 y MAU en APZ 212 son las unidades que inician estas operaciones. Después de que el lado con falla ha sido bloqueado estas unidades inician la actualización del lado que está fallando, con la finalidad de ver si la falla aun existe y poder localizarla. Si la falla no es temporal una alarma será iniciada al termino de la fase de actualización, (Ver figura 4.9).

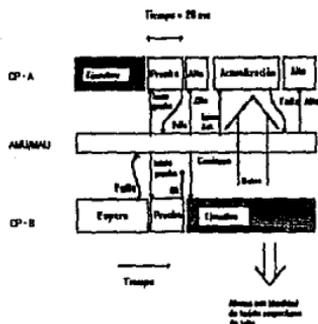


FIGURA 4.9
Recuperación de falla en el Procesador Central.

El más pequeño de los procesadores el APZ 211 está formado por varios bloques funcionales, cada bloque con una función específica, cada bloque cuenta con sus respectivas tarjetas de circuito impreso. La figura siguiente (Ver figura 4.10) muestra las tarjetas de circuito impreso de los bloques funcionales del procesador así como los canales que los conectan.

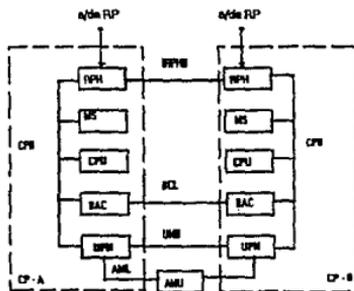


FIGURA 4.10
Diagrama a bloques APZ 211.

Manejador de procesador regional [RPH Regional Processor Handler], maneja la señalización de y hacia los procesadores regionales cada uno puede manejar hasta 128 procesadores regionales, y hasta 4 RPH pueden ser conectados. La unidad tiene acceso al canal del procesador central CPB y puede direccionar el almacén de procesador central MS.

Almacén principal [MS Main Store], este es la memoria del APZ 211, contiene programas y datos y tiene una capacidad de almacenamiento de 16M palabras de 16 bits.

Unidad de procesamiento central [CPU Central Processor Unit], ejecuta todas las operaciones aritméticas y lógicas.

Controlador de acceso al canal [BAC Bus Access Controller], la tarea principal de esta unidad es determinar a quien se le permitirá enviar datos en el canal del procesador central. Tanto CPU como RPH pueden tener acceso al CPB.

Unidad de actualización y comparación [UPM Updating and Match Unit], este bloque tiene dos funciones importantes:

1.- En operación normal en paralelo el UMB [Canal de actualización y comparación] es usado para la comparación continua entre los dos lados del CP. La comparación es hecha con el lado en espera [stand-by].

2.-En operación de actualización el mismo canal es usado para transferir datos hacia el lado que será actualizado. La actualización por el bloque funcional BAC y los dos bloques funcionales BAC están interconectados por BCL [Enlace de controlador del canal].

Unidad de mantenimiento automático [Automatic Maintenance Unit], inicia la prueba de los procesadores para la detección de fallas en las tarjetas de circuito impreso y decide cual lado será el EJECUTIVO. Esta conectado a ambos lados del CP a través de ANL [Enlace de controlador del canal].

El más grande y poderoso de los procesadores el APZ 212 tiene los siguientes bloques funcionales, (Ver figura 4.11) y las siguientes características que lo diferencian del APZ 211.

- 1.- Cada lado del procesador tiene dos procesadores, uno que administra el trabajo y otro que ejecuta el programa.
- 2.-El trabajo puede ser hecho en paralelo dentro del procesador. Tareas que requieran varias secuencias en APZ 211 pueden requerir de una sola en APZ 212.

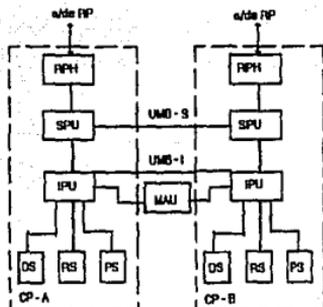


FIGURA 4.11
Diagrama a bloques, APZ 212.

Manejador de Procesador Regional [RPH Regional Processor Handler], como en APZ 211, maneja la comunicación con los procesadores regionales.

SPU Procesador de Señales [SPU Signal Processor], este procesador administra el trabajo en APZ 212. También prepara el trabajo que va a ser hecho por IPU, esto permite a la siguiente unidad ejecutar programas de manera continua.

Procesador de Instrucciones [IPU Instruction Processor], la tarea principal es ejecutar programas, y SPU le dice a IPU la dirección en la cual debe comenzar a ejecutarlos, (Ver figura 4.12).

Unidad de Mantenimiento [MAU Maintenance Unit], la tarea principal consiste en iniciar pruebas en ambos lados del procesador en caso de falla, además decide cual lado será el ejecutivo.

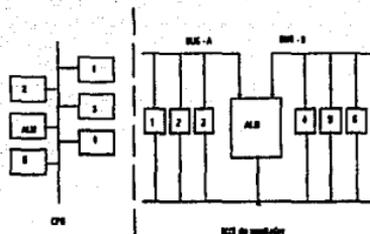


FIGURA 4.12
Estructura de IPU.

En este procesador, IPU tiene tres canales internos para transferencia de datos, con lo cual la señal 1 es enviada por el canal A, simultáneamente con el envío de la señal 2 por el canal B, la operación se realiza en ALU, la cual envía el resultado por el canal de resultado hacia la unidad deseada.

Como sabemos el procesador central CP es asistido por un número de procesadores regionales [RP]. El canal para la comunicación entre el CP y los RP es llamado canal de procesador regional [RPB]. Todos los procesadores regionales están duplicados por razones de confiabilidad, sin embargo los procesadores regionales trabajan bajo el principio de carga compartida, lo que significa que un RP controla la mitad del equipo mientras que el otro controla la otra mitad, si ocurre una falla en un RP, el otro, puede tomar el control de todo el equipo. El equipo controlado por un par de RP está arreglado en grupos llamados módulos de extensión [EM] cada par de RP controla 8 o 16 EM, (Ver figura 4.13).

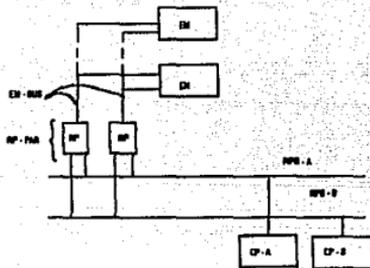


FIGURA 4.13
Comunicación CP - RP - EM.

Un procesador regional cuenta con 5 tarjetas de circuito ingresadas una para alimentación [POW], dos para comunicación con los procesadores centrales [RPU] y dos que constituyen de hecho el procesador [MEU] y [PRO] la primera de las cuales está equipada con una unidad de memoria y con circuitos para la comunicación con el canal de EM. La tarjeta [PRO] tiene microprogramas, a ALU y circuitos para cálculo de direcciones, (Ver figura 4.14).

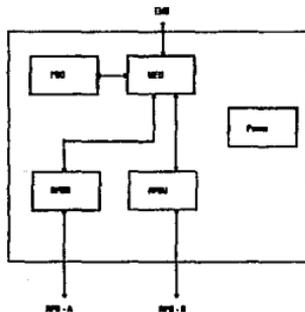


FIGURA 4.14
Diagrama a bloques de un RP.

4.3 SISTEMAS DE CONMUTACION.

4.3.1 El selector de grupo digital.

El selector de grupo digital se encuentra constituido de dos unidades fundamentales:

- 1.- El módulo selector de tiempo [TSM].
- 2.- El módulo selector de espacio [SPM].

Un selector de tiempo se encuentra constituido de:

- 1.- Una memoria de voz SS [Speech Store] para el almacenamiento temporal de las muestras de voz: Cada canal en el selector de tiempo tiene una posición propia en la memoria de voz.
- 2.- Una memoria de control CS [Control Store] que controla las muestras en la memoria de voz, (Ver figura 4.15).

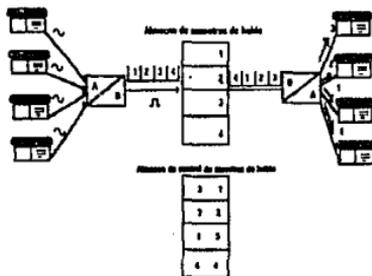


FIGURA 4.15
Selector de tiempo simplificado.

Este selector de tiempo cuenta con tan solo 4 entradas, entonces ¿qué tan a menudo deberíamos vaciar la memoria de voz para el caso en que tengamos 20000 abonados?. De acuerdo con la frecuencia de muestreo cuyo valor es de 8000 Hz y teniendo 20000 abonados la respuesta sería como sigue:

$$20000 \times 8000 \text{ Hz} = 160 \text{ MHz}$$

debido a que los circuitos existentes actualmente no trabajan a estas velocidades se decidió dividir el selector de tiempo en unidades más convenientes.

La capacidad de cada selector de tiempo en AXE es de 512 entradas. Un máximo de 32 selectores de tiempo pueden ser conectados a un selector de espacio, (Ver figura 4.16).

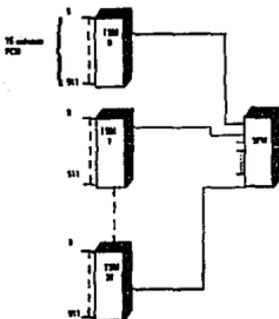


FIGURA 4.16
Partes fundamentales del selector de grupo digital.

Una conexión pasará a través de un TSM via SPM al mismo TSM o a otro TSM, todas las llamadas se establecen via SPM incluyendo aquellas que corresponden el mismo TSM por lo que el selector tiene una estructura T-S-T [Tiempo eSpacio Tiempo].

Ya que un TSM maneja muestras en ambas direcciones, es necesario dos memorias de voz, una para las muestras que entran al TSM llamada SSA [Speech Store A] o almacén de voz A, y otra para las muestras que salen del TSM llamada SSB [Speech Store B] o almacén de voz B. Cada memoria de voz cuenta con una memoria de control separada llamadas CSA y CSB [Control Store A y B] correspondientes a almacén de control A y B respectivamente.

En este caso el TSM también cuenta con una memoria de control para SPM llamada CSC [Control Store C]. La figura (Ver figura 4.17) muestra las partes fundamentales del TSM.

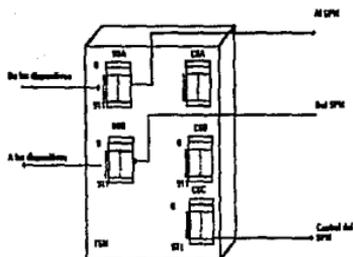


FIGURA 4.17
Partes fundamentales en un TSM.

La estructura de SPM es muy simple y puede ser dibujada como una matriz ordinaria con puntos de cruce, donde dichos puntos representan las compuertas lógicas que abren y cierran de una manera muy rápida, (Ver figura 4.18).

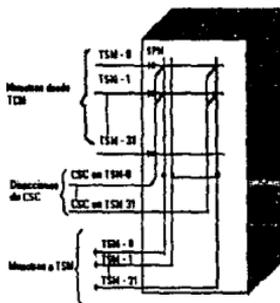


FIGURA 4.18
Módulo selector de espacio TSM.

Como se puede ver en la figura anterior el CSC de cada TSM controla una hilera de "puntos de cruce".

Por lo tanto CSC en TSM-0 controla todos los puntos de cruce que conducen hacia TSM-0.

Cuando una llamada va a ser establecida en el selector, son los programas y datos del bloque GS contenidos en el CP los que seleccionan la trayectoria a través del selector. En este caso, la selección de la trayectoria se refiere al momento cuando una muestra va a ser transferida.

Después de que los programas y datos del GS ubicados en el CP han seleccionado una trayectoria, corresponde a los programas y datos del RP correspondiente escribir en la memoria de control de los TSM concernientes, la información para este efecto. A partir de este momento los programas y datos del GS ubicados en el CP, no prestarán atención a la conexión hasta que sea liberada. A cada SPM se le pueden conectar hasta 32 TSM dando una capacidad total de :

$$32 \times 512 = 16384 \text{ entradas}$$

lo que se conoce con el nombre de Selector de Grupo de 16K. Para construir un selector mayor se pueden interconectar varios SPM para formar una matriz más grande como se observa en la figura (Ver figura 4.19).

Esto da un total de la capacidad del selector de :

$$128 \times 512 = 65536 \text{ entradas}$$

a lo cual se le da el nombre de Selector de Grupo de 64 K.

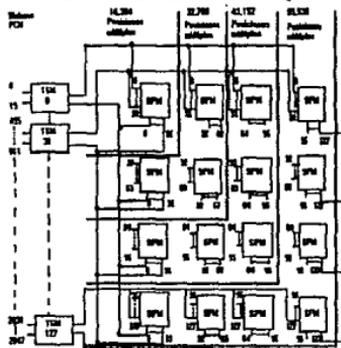


FIGURA 4.19
Selector de Grupo Totalmente Equipado.

Todos los tipos de equipo digital requieren de alguna forma de sincronía, para lo cual se utiliza algún tipo de reloj.

La velocidad del reloj determina la velocidad con que van a ser leídas las muestras en las memorias de voz. La exactitud de este reloj es sumamente importante en redes que contengan varias centrales interconectadas pues la red completa debe estar sincronizada, es importante también que el reloj no se detenga, para lo cual se cuenta con tres relojes o módulos de reloj CLM [Clock Module], (Ver figura 4.20).

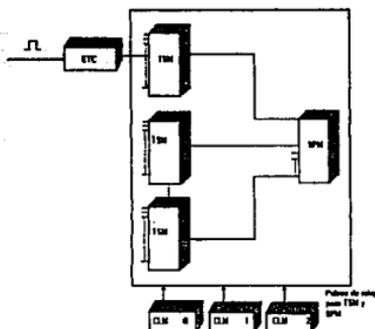


FIGURA 4.20
Módulos de reloj para sincronización del selector de grupo.

Como se dijo anteriormente la red completa debe estar sincronizada si es que contiene varias centrales digitales, para lo cual generalmente se utiliza la configuración MAESTRO-ESCLAVO mediante lo cual una de las centrales tiene la función de control [AMO], mientras que las otras [ESCLAVO] tratan de seguir el patrón de operación del amo, (Ver figura 4.21).

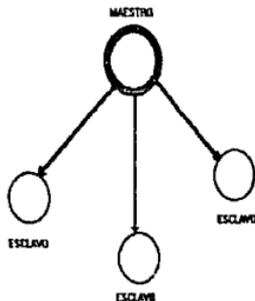


FIGURA 4.21
Principio MAESTRO-ESCLAVO.

La central AMO cuenta con tres relojes sofisticados y exactos

llamados RCM [Reference Clock Module] módulos de reloj de referencia, (Ver figura 4.22).

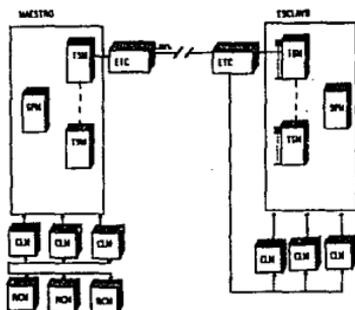


FIGURA 4.22
Relojes en centrales AMO-ESCLAVO.

Existe otro método para sincronizar una red llamado **Sincronización Mutua** la cual es preferible para redes de tránsito nacional, este método consiste en que una central opera de acuerdo al valor medio de todas las frecuencias entrantes, con la finalidad de evitar desviaciones como resultado del desplazamiento de frecuencia, una de las centrales es amarrada a un valor de frecuencia fija, a esta central se le denomina SYNK y cuenta con tres relojes muy estables llamados CCM [Cesium Clock Modules] los cuales se conectan de la misma manera que RCM en la figura IV.22. En la figura (Ver figura 4.23) podemos observar ambos tipos de sincronización.

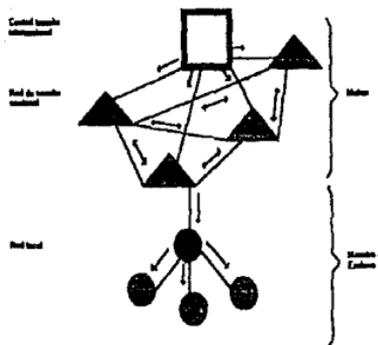


FIGURA 4.23
Sincronización de Red.

Ya que el selector de grupo digital es solo capaz de interconectar dos entradas se requiere de un equipo externo llamado MJC [Multi-Junctor Circuit] para el establecimiento de llamadas tripartitas, (Ver figura 4.24). Un módulo MJC puede manejar hasta 10 conexiones tripartitas simultáneas. MJC cuenta también con programas y datos almacenados en el CP, forma parte del subsistema GSS.

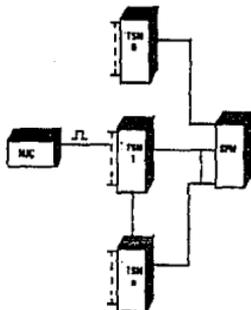


FIGURA 4.24
Circuito MJC.

Para evitar que si un SPM queda fuera de servicio y 16000 llamadas no fueran realizadas AXE está equipada con dos grupos de selectores completos llamados plano A y plano B. Cada muestra de voz se escribe siempre en ambos planos, pero es leída desde uno de ellos, usualmente el plano A.

4.4 SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL.

4.4.1 La etapa de abonado digital.

El subsistema encargado para el manejo de tráfico entre abonados en AXE es digital, lo cual implica que la señal analógica proveniente de la línea de abonado es convertida en señal digital lo cual se efectúa en el circuito interfaz de línea [LIC] del abonado y toda la conmutación es digital, dicho subsistema recibe el nombre de subsistema selector de paso de abonado, cuyas funciones son las siguientes:

- 1.- Alimentación de corriente a la línea de abonado.
- 2.- Concentración del tráfico hacia el selector de grupo.
- 3.- Recepción de dígitos provenientes de teléfonos con disco dactilar.
- 4.- Recepción de dígitos provenientes de teléfonos de teclado.
- 5.- Envío de señales de campana al abonado.
- 6.- Envío de diversos tonos al abonado.
- 7.- Ejecutar mediciones en la línea del abonado.

Algunas de las funciones mencionadas son comunes a muchos abonados, otras son individuales, las cuales están concentradas en el circuito interfaz de línea de abonado, estas funciones son; alimentación de corriente, inversión de polaridad, recepción de pulsos provenientes de teléfonos de disco, liberación de señales de campana conectadas previamente, liberación de equipo de prueba conectado previamente, y conversión analógica a digital.

Cada tarjeta de circuito impreso consta de 4 circuitos interfaz de línea, lo cual corresponde a 4 abonados.

La tarjeta esta equipada con componentes llamados SLIC y SLAC [Circuito Interfaz de línea de abonado y Circuito de Audio Procesamiento de la línea de abonado respectivamente], para su adaptación a los diferentes requerimientos en las diferentes ciudades en lo referente a suministro de energía, niveles de voz y balance.

Como se ha observado el LIC no cuenta con equipo para recepción de dígitos provenientes de teléfonos de teclado [tonos], el equipo necesario para realizar esta función el cual es común a varios abonados es llamado Circuito Receptor de Código de Teclado [KRC] el cual es un dispositivo digital y cada tarjeta puede contener hasta 8 KRC. Para conectar los KRC a los abonados necesitamos de un Selector de Tiempo del Módulo de Extensión [EMTS].

Las unidades mencionadas disponen de programas y datos tanto en el procesador regional como en el procesador central, (Ver figura 4.25).

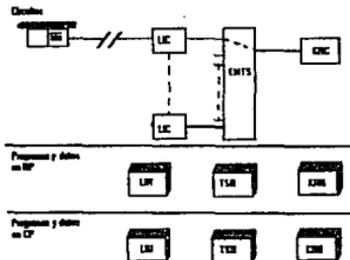


FIGURA 4.25
Parte básica del selector de abonado.

Se requiere equipo adicional para conectar abonados al selector de grupo, el cual maneja 32 canales digitales hacia el selector de grupo incluido en la llamada Tarjeta Terminal de Central [ETB], ETB son los circuitos de un bloque funcional llamado Terminal Remota [RT], corresponde además a los programas y datos almacenados en el CP del bloque RT que reserva canales para el intercambio.

Se cuenta además con un bloque funcional llamado Conector Combinado el cual se encarga de coordinar todas las funciones en el subsistema SSS, como son coordinar las fases de establecimiento y liberación de la llamada este bloque sirve además como interfaz con TCS y en particular con el bloque RE [Register Functions], (Ver figura 4.26).

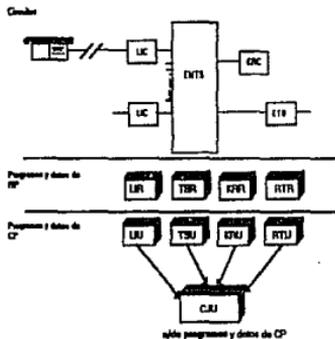


FIGURA 4.26
CJ El bloque central del SSS.

Así tenemos que a cada EMTS pueden conectarse hasta 128 abonados, 8 KRC y un ETB de 32 canales, todo esto se refiere a un Módulo de Extensión [EM].

Los programas y datos del Procesador Regional en la etapa de abonado se ejecuta en un módulo llamado Procesador Regional del Módulo de Extensión [EMRP]. La exploración rutinaria de los circuitos es realizada por pequeños microprocesadores localizados en diferentes partes de los circuitos los cuales son llamados Procesadores de Dispositivo [DP] y son explorados a su vez por un EMRP, (Ver figura 4.27).

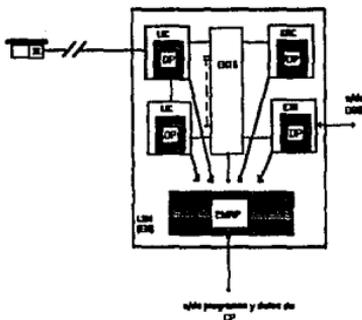


FIGURA 4.27
EMRP - trabajo interno de los DP.

La ventaja principal de usar una etapa de abonado digital es que puede estar separada de la central e instalada cerca de los abonados, por lo que tendremos dos tipos de abonado, uno llamado REMOTO y otro llamado CENTRALIZADO.

SELECTOR DE ABONADO REMOTO[RSS].

La capacidad de 128 abonados es muy pequeña por lo cual se deben combinar varios EM para una capacidad requerida, (Ver figura 4.28) y cada EMRP debe tener la capacidad de comunicarse con el CP a través de grandes distancias.

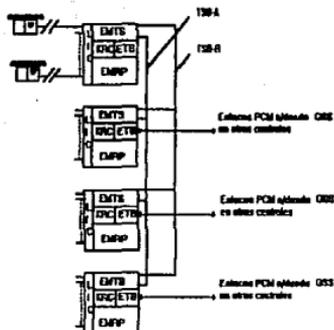


FIGURA 4.28
Etapa de abonado remota para 512 abonados.

Como se observa en la figura, el EM de la parte superior no tiene contacto directo con la central principal y por tanto las llamadas provenientes de este EM deberán usar el canal que interconecta a todos los EM. Este canal es llamado Canal Selector de Tiempo [TSB] y es usado para datos de voz, el canal se encuentra duplicado por razones de confiabilidad. El uso de el TSB nos presenta tres ventajas muy importantes:

1.- El número de enlaces PCM hacia la central principal puede ser adaptado al volumen de tráfico, lo cual implica que no es necesario un enlace PCM para cada uno de los EM.

2.- Si el enlace PCM propio no tiene canales libres otro enlace PCM puede usarse.

3.- Si se pierde contacto con la central principal, esto no afectará el tráfico interno en la etapa de abonado.

De acuerdo con la figura 4.28 el tráfico es manejado por tres enlaces PCM, y el canal 16 de los dos primeros enlaces es usado para señalización. Por razones de confiabilidad normalmente se tienen dos canales de señalización, lo cual significa que los canales 0 y 16 de los dos primeros enlaces no pueden ser usados para transmisión de voz, por otro lado en el tercer enlace el canal 16 esta disponible para voz. Consecuentemente, se pueden realizar un máximo de 91 llamadas según se desprende de la figura 4.28.

Tenemos que el máximo número de EM que pueden ser interconectados es de 16 por lo que el número de abonados que puede atender una unidad separada varía entre 128 como mínimo y 2048 como máximo.

La siguiente tarea por resolver es concerniente a la comunicación entre uno o más EMRP y el CP de la central principal, lo cual se soluciona mediante un sistema denominado Señalización por Canal Común. Imaginemos un arreglo como se muestra en la figura, (Ver figura 4.29).

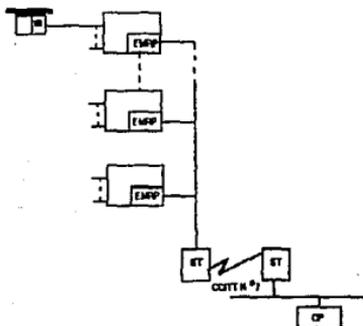


FIGURA 4.29
Comunicación CP-EMRP.

Sin embargo sería muy costoso tener líneas separadas para esta señalización. Una solución más económica es usar uno de los canales de voz hacia la central principal y usarlo para el envío de señales. El canal usado para este motivo es el número 16. La información de señalización desde el CP es procesada y reformateada en una terminal de señalización localizada en la central principal llamada Terminal Central de Señalización [STC].

Después STC pone la información de señalización en el canal 16 lo cual se realiza en una unidad llamada Circuito Terminal de Central [ETC] la cual tiene la función de interfaz entre la línea PCM y el selector de grupo [GSD]. La información de señalización es entonces extraída en el equipo ETB de la etapa de abonado.

La Terminal Regional de Señalización [STR] reformatea la información de señalización y la envía hacia el EMRP concerniente en el canal de EMRP [EMRPB].

Los equipos STC, STR y EMRPB se encuentran duplicados por razones de confiabilidad.

Una unidad separada es llamada Selector de Abonado Remoto [RSS] o unidad de abonado Remota [RSU], (Ver figura 4.30).

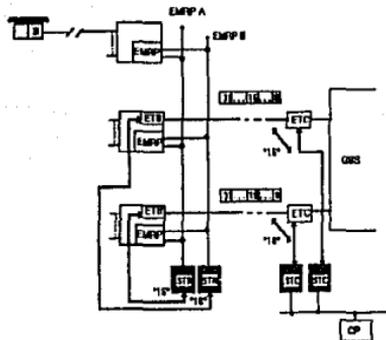


FIGURA 4.30
La parte de control del SSS.

Una etapa de abonado que no este separada [pero localizada en la central] tiene un diseño un tanto diferente. La razón es la corta distancia hacia el CP y hacia el selector de grupo. Las diferencias son las siguientes :

- 1.- La tarjeta ETB es reemplazada por una tarjeta llamada Circuito Conector Terminal [JTC].
- 2.- No es usado el módulo de ETC lo cual significa comunicación directa entre JTC y el selector de grupo.
- 3.- STC y STR se combinan para formar un módulo llamado Convertidor de Canal de Procesador Regional [RPEC]. No hay señalización en el canal 16
- 4.- Los 32 canales hacia el selector de grupo pueden ser usados para voz.

La figura, (Ver figura 4.31) muestra una etapa de abonado localizada en la central principal también conocida como selector de abonado centralizado.

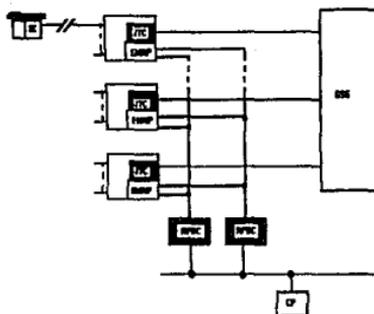


FIGURA 4.31
SSS en la central principal [TSB no incluido].

A continuación se muestra una lista de equipo usado para pruebas de la línea de abonado, (Ver figura 4.32).

REU [Generador de señal de campana] esta equipado para generar corriente de campana, se encuentra localizado en un EM lo cual significa que es común para 128 abonados.

Probedor de Circuito y Línea de Abonado [ELCT Subscriber Line Circuit Tester], es una tarjeta del EM usada para prueba rutinaria de las líneas de abonado y de los circuitos de interfaz de línea, es común a 128 abonados.

Prueba de la Línea de Abonado [SULT Subscriber Line Tester], es una unidad común a un grupo de 2048 abonados. Realiza una más detallada verificación de las líneas de abonado, las pruebas pueden ser ordenadas por comando.

Equipo Especial [SE-XXX Special Equipment], es usado para ciertos tipos de equipos de abonado por ejemplo, teléfonos de alcantía ó abonados con medidores privados. El equipo es conectado entre el teléfono y el circuito interfaz de línea.

Módulo de Interfaz E/S [IOIM Input Output Interface Magazine], es una unidad a la cual pueden ser conectadas alarmas externas [alarmas contra incendio, alarmas contra fallas en suministro de energía, etc]. Dispositivos I/O portátiles pueden ser conectados cuando se requiera. Es utilizado para etapa de abonado remoto.

CAPITULO V
PROYECTO MERIDA

5.1. INTRODUCCION

El gran avance de la electrónica ha traído como consecuencia varios cambios en todos los campos de la ciencia, uno de tantos cambios se puede apreciar en la telefonía, donde hasta hace poco se trabajó con sistemas de conmutación analógica y actualmente se trabaja con los sistemas de conmutación digital. En México, la mayor parte de las centrales son analógicas, por lo que se ha estado trabajando para instalar centrales completamente digitales en toda la República Mexicana. Una de las más importantes prioridades de Teléfonos de México ha sido integrar la red telefónica de la Ciudad de Mérida al sistema telefónico digital.

Para llevar a cabo el Proyecto Mérida se tuvo que desarrollar un proceso de planeación que satisfaga los cambios en lo que conmutación digital se refiere, para lo cual se realizó un estudio completo de la ciudad, en donde se analizó el nivel socio-económico de la población que habita en cada sector, además de un levantamiento de viviendas y baldíos, con lo que nos permitió pronosticar la demanda a corto, mediano y largo plazo, siendo el corto plazo 1993 y el largo plazo el año 2000.

A continuación se describe el marco telefónico que existía en la ciudad de Mérida a diciembre de 1991, siendo nuestro punto de partida, para posteriormente presentar la arquitectura de la nueva red telefónica digital tomando en cuenta los estudios realizados, asimismo se especificará la distribución de centrales con esta nueva metodología de red y se darán a conocer los beneficios de este proceso teniendo como referencia este tipo de equipo.

5.2 RED ACTUAL

La ciudad de Mérida tenía, a Diciembre de 1990, 4 edificios de centrales telefónicas, teniendo cada una los siguientes tipos de conmutación y la cantidad de líneas en servicio:

<u>Nombre de Central</u>	<u>Tipo de Conmutación</u>	<u>No. de líneas</u>	<u>Tipo de Equipo</u>
-Plaza I	Analógica	10,000	AGF
-Plaza II	Analógica	10,000	ARF
-Plaza III	Analógica	10,000	ARF
-Plaza IV	Digital	5,000	AXE
-San Miguel I	Analógica	10,000	ARF
-San Miguel II	Analógica	10,000	ARF
-Ginerés I	Analógica	10,000	ARF

-Ginerés II	Digital	1,000	AXE
-Yaxkin I	Digital	10,000	AXE
-Yaxkin II	Digital	1,500	AXE

Siendo todos estos equipos de un mismo proveedor.

La cobertura geográfica que existía se muestra en la figura 5.1, apreciándose la irregularidad de crecimiento que tiene cada una de estas centrales, esto traía consigo costos altos en cuanto al crecimiento y mantenimiento de la red externa, ya que estas se van incrementado a medida que la población crece, siendo por lo general en forma horizontal y hacia la periferia de la ciudad .

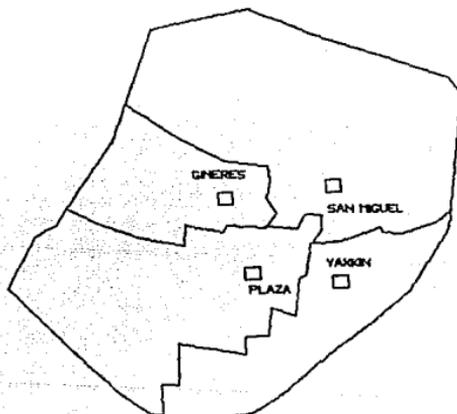


FIGURA 5.1
Ciudad de Mérida, Yuc. Diciembre de 1990.

La primera central que se puso en servicio en la ciudad de Mérida fue la central de Plaza en 1932; en 1973 se puso en servicio la central San Miguel; en 1979 la central Ginerés y en 1988 la central Yaxkin teniéndose a Diciembre de 1990 un total de 69,814 abonados, con la siguiente distribución , capacidad del edificio y líneas totales :

Central	Líneas Totales	Abonados	Capacidad del Edificio
Plaza	35,000	30,813	50,000
San Miguel	20,000	19,983	20,000
Ginerés	11,000	10,314	30,000
Yaxkin	11,500	8,704	20,000

El crecimiento para la ciudad en los próximos 3 años, es la que muestra en la tabla 5.1, y en la cual se presentan los abonados con servicio telefónico a diciembre de 1990, la ganancia de abonados, así como el potencial de demanda telefónico para los años 1991, 1992 y 1993. La suma de los abonados de diciembre del año pasado con la ganancia del año en curso nos proporcionan la cantidad de abonados con que debemos terminar en el año, cada uno de estos rubros son presentados por central.

El porcentaje de crecimiento de cada año esta dado por el aumento de abonados de ese año (ganancia) con respecto al total de abonados de diciembre del año anterior.

CENTRAL	ABONADOS 1990	GANANCIA 1991	DEMANDA 1991	ABONADOS 1991	GANANCIA 1992	DEMANDA 1992	ABONADOS 1992	GANANCIA 1993	DEMANDA 1993	ABONADOS 1993
PLAZA	30813	2687	30764	30206	1500	37990	31706	2211	40352	33917
SAN MIGUEL	19983	2043	28030	22028	3280	29286	24086	3850	31797	27936
GINERES	10314	1163	13844	11477	1480	15570	12937	1430	16401	14367
YAXKIN	8704	1480	18828	13478	2750	24782	17428	3380	27498	20788
GRAN TOTAL	80814	7373	91206	77187	8270	107586	88157	10851	118138	97008
% DE CRECIMIENTO		10.6			11.6				12.6	

TABLA 5.1
Crecimiento en los proximos 3 años en la Cd. de Mérida, Yuc.

Este crecimiento se debe principalmente por la premisas corporativas de modernizar la planta telefónica, para poder brindar mejor calidad de servicio y ofrecer las facilidades de abonado, así como un crecimiento acelerado aproximado al 12% anual de los abonados instalados. Estas premisas nos obligaba, primeramente, a sustituir los equipos de conmutación analógicos por equipos de conmutación digital y por otro lado, atender toda solicitud telefónica en cualquier sector de la población.

Para cumplir con las premisas planteadas era necesario detectar el crecimiento de la mancha urbana y analizar las ampliaciones de conmutación y de red necesaria para poder brindar servicio telefónico a cualquier abonado que así lo requiriese.

Para determinar las ampliaciones de líneas conmutación digital necesarias para cubrir la demanda esperada, así como las necesarias para sustituir, teníamos que interrelacionar los datos de abonados a atender a 1993, capacidad del edificio y cantidad de líneas a sustituir, en la siguiente

tabla 5.2, se presenta por central, los abonados con servicio telefónico que se tendrá a diciembre de 1993, la capacidad máxima del edificio para recibir ampliaciones de líneas, líneas analógicas, que serán líneas a sustituir, líneas digitales instaladas, líneas de aumento necesarias para cubrir con los abonados a diciembre de 1993, teniéndose que la suma de las líneas analógicas y de aumento nos dan las líneas totales que requiere cada central.

Central	Abonados 1993	Capacidad Edificio	Líneas			
			Analógicas (*)	digitales	Aumento	Total
Plaza	33917	50000	30000	5000	0	35000
San Miguel	27938	20000	20000	0	8000	28000
Ginerés	14367	30000	10000	1000	4000	15000
Yaxkin	20788	20000	0	11500	9500	21000
Total	97010	120000	60000	17500	21500	99000

* líneas a sustituir

TABLA 5.2
Líneas a sustituir y aumentar para satisfacer la demanda.

Como se puede apreciar la cantidad de líneas a sustituir es bastante considerable, teniendo en cuenta que para sustituir líneas analógicas es necesario instalar, primeramente, las líneas de conmutación digital y descargar las líneas analógicas en ésta.

Por otro lado, era preciso determinar las ampliaciones de red necesaria para atender la demanda pronosticada y así cumplir con los abonados de diciembre de 1993, para lo cual se debía conocer la proyección de demanda para los años 1995 y 2000, ya que de ellas dependen los trabajos de ampliación de red; para determinar estas demandas se contaba con el número de viviendas, así como su nivel socioeconómico (A, B, C, D y E), basados en los metros de construcción de la vivienda teniéndose la siguiente relación:

Nivel socioeconómico	Metros de Construcción
A	m ² > 220
B	170 < m ² < 220
C	120 < m ² < 170
D	70 < m ² < 120
E	m ² < 70

También se consideran comercios, teniéndose que la suma de estos con los diferentes tipos de viviendas dá como resultado la cantidad de viviendas existentes en la zona.

Con estos parámetros se determina, con tablas probabilísticas y porcentaje de penetración, la demanda al año 1995.

Para el cálculo de la demanda al año 2000 se consideran los mismo parámetros, considerando además los baldíos existentes de la zona, los cuales se procesan en los modelos probabilísticos y de porcentaje de penetración, esto se debe a que se espera una transformación de estos en viviendas.

En la tabla 5.3 se presenta el cuadro resumen, por central, de los tipos de viviendas de acuerdo al nivel socioeconómico, así como los comercios, baldíos y el pronóstico de demanda de 1995 y 2000.

CENTRAL	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DÍOS	DEMANDA	
									1995	2000
PLAZA	60	117	1230	20918	12481	4045	38851	11749	21190	31375
SAN MIGUE	839	1600	3624	13933	6670	1868	28534	22273	19840	31674
GINERES	5	32	364	6373	452	491	7717	1280	4249	7583
YAXKIN	28	78	1243	20621	11894	3046	36910	9402	19835	30884
TOTAL	932	1627	5461	61845	31487	9450	112012	44704	65114	101516

TABLA 5.3
Resumen de viviendas, comercios, baldíos, demanda 1995
y demanda 2000

En el anexo A, se podrá apreciar el detalle de cada central, de acuerdo a áreas geográficas determinadas, denominadas distritos, en caso de contar con servicio telefónico y zonas no distritadas (sietemiles, ochomiles y nuevemiles) siendo estas áreas geográficas las que carecen de servicio telefónico.

Cabe resaltar que el pronóstico de demanda para los años 1995 y 2000 es la base para el cálculo de la red, así como de la inversión, ya que de ella se generan los aumentos necesarios de red para satisfacer la demanda y poder cumplir con los compromisos de ganancia de cada año, los aumentos de red deben cubrir, aproximadamente, las necesidades de cuatro

a cinco años, ya que de ese modo las intervenciones a los cables serían nulas.

Una vez determinada las demandas de los años 1995 y 2000, se tendría que determinar los aumentos de red, para lo cual era necesario conocer la red existente y así determinar que zonas requerían red.

En la tabla 5.4 se presenta, en resumen por central, la red existente, el número de viviendas, los baldíos y las demandas 1995 y 2000, con estos datos se calculan las ampliaciones de red, teniéndose que la ampliación de red 1a. etapa es para poder cubrir la demanda 1995, la cual es calculada mediante la diferencia de la demanda del año 1995 y la red existente, siendo estas ampliaciones en múltiplos de 50 pares.

CENTRAL	RED EXIST.	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO DE RED		AUMENTO TOTAL	INVERSIÓN DE CABLE (MILLONES DE PESOS)
				1995	2000	1a.	2a.		
PLAZA	16250	38851	11749	21190	31375	8250	9900	18150	15779.64
SAN MIGUEL	11700	28534	22273	19840	31674	10850	11650	22500	10966.52
GINERES	2050	7717	1280	4249	7583	2700	3150	5850	1704.97
YAJQN	10900	36910	9402	19835	30884	10800	11150	21950	9552.66
TOTAL	40900	112012	44704	95114	101518	32600	35850	68450	38003.79

TABLA 5.4
RESUMEN DE RED EXISTENTE, VIVIENDAS, COMERCIOS, BALDIOS, DEMANDA 1995,
DEMANDA 2000, AUMENTO DE RED 1a. Y 2a ETAPA, RED TOTAL E INVERSIÓN DE CABLE

Los aumentos de la 2da. etapa se calculan con la diferencia de la demanda del año 2000 y la suma de la red existente y el aumento de red 1a. etapa, y con los cuales cubrimos la demanda del año 2000.

Estos aumentos parciales son sumados y con ello se obtiene la cantidad de pares totales necesarios para cubrir la demanda hasta el año 2000.

En la misma tabla 5.4 se encuentra la inversión que generan el total de pares de aumento , para lo cual se debe conocer la distancia que existe entre la central y cada distrito o zona no distritada, y de acuerdo a esta distancia se tienen costos promedios de el par-metro de cobre, siendo éstos :

distancia	< 4300 mto	---->	80 pesos/par-mto
4300 mto < distancia	< 6600 mto	---->	117 pesos/par-mto
distancia	> 6600 mto	---->	161 pesos/par-mto

La inversión del cable es el producto de la distancia a la central, el aumento de red total y costo del par-metro, todas las cifras presentadas en el cuadro resumen se encuentran en millones de pesos.

En el anexo B se podrá encontrar el desglose de cada rubro a nivel de distrito o de zonas no distritadas.

Analizando particularmente cada una de estas centrales encontraremos las siguientes situación :

Central San Miguel :

Esta central era la de mayor problemas, ya que se puede apreciar de la tabla 5.2 que la central no podía cumplir con los compromisos planteados y mucho menos con las premisas, ya que la capacidad del edificio era insuficiente para instalar otra sala de conmutación digital.

A fin de proporcionar una solución se evaluó la construcción de un piso, y así recibir la ampliación de líneas correspondiente, implicando reforzar la infraestructura del edificio a fin de soportar el peso.

Sin embargo esta solución era momentánea , ya que al construir otro piso se podrían dar aumento de líneas, así como llevar a cabo la sustitución de líneas analógicas, pero al sustituir estas últimas el edificio empezaría a quedarse vacío, ya que las dimensiones de la conmutación es mucho mas pequeña, por lo que la inversión no convenía.

Por otro lado, esta proposición resolvía la problemática de conmutación pero no garantizaba la calidad de servicio telefónico, ya que las redes seguían siendo largas y cada vez serían más costosas, según se puede apreciar en la tabla de la central San Miguel (tabla 5.4) ,

cuya inversión llegaría a \$ 10'967 millones de pesos, para atender la demanda desde esta central.

Central Plaza :

Esta central presentaba la misma problemática de la central San Miguel, ya que no había espacio en central para realizar ampliaciones de conmutación así como para sustitución, aunque la capacidad del edificio nos indicaba que podría dar cabida a 50,000 líneas.

Sin embargo en esta central se encuentra ubicada las centrales de Larga Distancia así como la sala de operadoras las cuales cubrían los espacios restantes.

A diferencia de la central anterior, Plaza tenía problemas más agudos en cuanto a la planta externa, debido a que como era la central más antigua gran parte de sus cables se encontraban en pésimas condición, y era imposible intervenirlos ya que se corría el riesgo de aumentar el daño, y pensar sustituirlos representaba casi el 50% de la inversión que se necesitaba para dar las ampliaciones de red para cubrir la demanda, teniéndose que para esta central ascendía a \$ 15'779.63 millones de pesos (tabla 5.4).

Central Yaxkín :

La central Yaxkín no presentaba problemas de conmutación en cuanto a ampliaciones, ya que la central contaba con espacios suficientes para recibir aumento de líneas digitales.

Pero analizando los crecimiento necesario de red, se detectó que estos llegarían a ser cada vez mayores, teniéndose que para satisfacer la demanda en el corto y largo plazo, se requerían \$ 9'553 millones de pesos (tabla 5.4).

Central Ginerés :

Esta central al igual que Yaxkín tenían espacio suficiente para recibir ampliaciones de líneas digitales tanto para crecimiento como para sustitución.

Sin embargo, al igual que las centrales de Plaza y San Miguel el trabajo de sustitución de líneas dentro del mismo

edificio sería una labor que llevaría mucho tiempo desarrollar, por el tipo de cableado que hay que realizar entre los punto de conmutación analógico , digital y la parte de planta externa.

Por otro lado , las longitudes de red estaban siendo largas con la misma problemática anteriormente expuesta la calidad de servicio se vería deteriorada, teniendo una inversión de cable de \$ 1'704.97 millones de pesos (tabla 5.4)

Para todas estas centrales, se consideró la construcción de nuevos edificios de centrales ubicados en otra parte de la ciudad, sin embargo los procesos de expansión en cuanto a infraestructura no correspondía con la tecnología digital que se estaba planeando introducir.

El proceso de expansión, que se muestra en la figura 5.2, tenía tiempos demasiados largos para el crecimiento que se tenía esperado para la ciudad de Mérida, siendo estos:

**ADQUISICION DE
TERRENO**

LOS TERRENOS QUE DEBIAN ADQUIRIRSE ERAN DE DIMENSIONES DE 1000 METROS CUADRADOS (20 x 50) LOS CUALES DEBERIAN UBICARSE EN LUGARES ALTAMENTE POBLADOS , TENIENDOSE DIFICULTAD DE ENCONTRAR TERRENOS QUE CUMPLIERAN CON ESTA CARACTERISTICA, RECURRIENDO A VECES A LA COMPRA DE 1 ó 2 CASAS JUNTAS Y DEMOLERSE.

**PROYECTO/
CONCURSO**

DEBIDO A LA IRREGULARIDAD EN LA COMPRA DE TERRENOS ADQUIRIDOS, NO SE PODIA INICIAR LOS PROYECTOS DE OBRA CIVIL, YA QUE DEPENDIA LA FORMA Y TAMAÑO DEL TERRENO, TENIENDO QUE DESARROLLAR UN PROYECTO PARA CADA TIPO DE EDIFICIO, Y ASIGNARLO AL CONSTRUCTOR QUE PRESENTARA MEJOR PRESUPUESTO.

**CONSTRUCCION
DEL EDIFICIO**

EL TIEMPO DE CONSTRUCCION DEPENDIA EN GRAN MEDIDA EN EL VOLUMEN DEL EDIFICIO Y A LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION, LAS CUALES ESTABAN BASADAS A LAS NORMAS DE CONSTRUCCION DE LA CD. DE MEXICO.

INSTALACION
DE CENTRAL

LAS SALAS DONDE SE IBAN A UBICAR LOS
EQUIPOS DE CONMUTACION REQUERIAN
SISTEMAS DE FUERZA Y CLIMAS ESPECIAL-
LES, LO CUAL LLEVABA MUCHO TIEMPO.

PUESTA EN
SERVICIO

LAS PRUEBAS DE RECEPCION DE LOS
EQUIPOS ERAN PROTOCOLOS DE RECEPCION
MUY DETALLADOS Y MUY EXTENSOS.

PROCESO DE EXPANSION

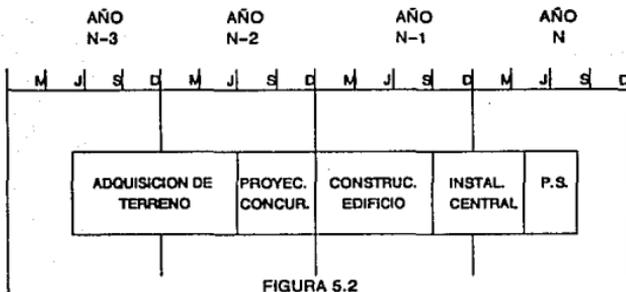


FIGURA 5.2
Proceso de expansión telefónica
en centrales y redes.

Debido que el proceso de expansión tradicional no cubría con las necesidades apremiantes de crecimiento se debía aprovechar las ventajas que ofrecen los equipos de conmutación digital, por tal motivo era preciso redefinir una nueva arquitectura a fin de aprovechar la tecnología que nos ofrece la conmutación digital.

Cabe resaltar que esta arquitectura de red digital deberá ser la base para las futuras expansiones de la telefonía y con ello garantizar la prontitud y calidad del servicio que toda empresa telefónica debe brindar.

5.3 ARQUITECTURA DE RED DIGITAL

En virtud de los diferentes planteamientos que se mencionaron en el inciso anterior, se hace necesario determinar un modelo funcional para la distribución en áreas geográficas, aprovechando al máximo las ventajas que nos presenta la conmutación digital y con ello satisfacer las demandas a corto, mediano y largo plazo, y al mismo tiempo resolver la problemática de red, mediante la definición de límites de atención y cobertura de cada nueva infraestructura.

Herramienta Modular

Para fines de análisis teórico y así encontrar una solución óptima a las expectativas planteadas se realizará una arquitectura de red digital para una ciudad hipotética cualquiera, con un crecimiento de la mancha urbana irregular, figura 5.3.

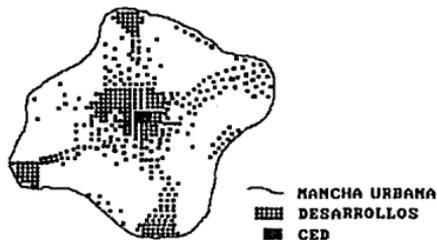


FIGURA 5.3

Ciudad hipotética con crecimiento irregular de la mancha urbana.

Esta ciudad hipotética carece de servicio telefónico, la ubicación óptima de la sala de conmutación, así como el centro de distribución de la red, será el centro de gravedad de la demanda y los límites de la misma serán los propios de la mancha urbana, sin embargo tendremos dos variables de restricción a considerar:

- Capacidad máxima de nuestro edificio con base a la capacidad máxima del equipo de conmutación.
- Longitud máxima de red

Luego entonces se agudiza la necesidad de responder a cualquier desborde sobre nuestras variables de restricción, dada por la cantidad y ubicación de la demanda.

Ahora sí en nuestra ciudad hipotética la cantidad de demanda es superior a la capacidad del edificio o a la longitud de la red de nuestra central, 2 centros de distribución, figura 5.4, bastarán para la atención de esa demanda, con su consecuente enlace troncal entre ambas.

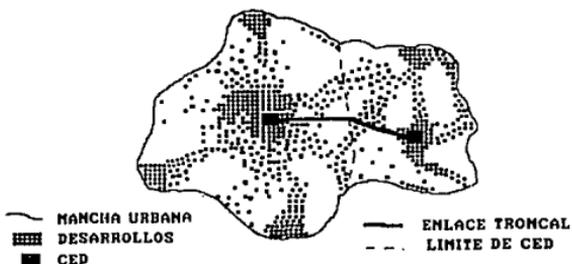


FIGURA 5.4
Crecimiento de la ciudad hipotética con atención de 2 centrales.

Siendo así, con base a nuestras restricción, determinamos que el número de centros de distribución aumenta proporcionalmente a la demanda, con una cantidad de enlaces, dependiendo de la topología a usar, figura 5.5.



FIGURA 5.5
Aumento de centros de distribución en la ciudad hipotética de acuerdo al aumento de demanda.

Es aquí donde surge la necesidad de una herramienta modular de crecimiento apriori que dé respuesta a las variaciones de la demanda .

Este crecimiento modular , debe dar optimización en la distribución de la red , en los enlaces troncales y sobre todo la jerarquización de la conmutación, figura 5.6

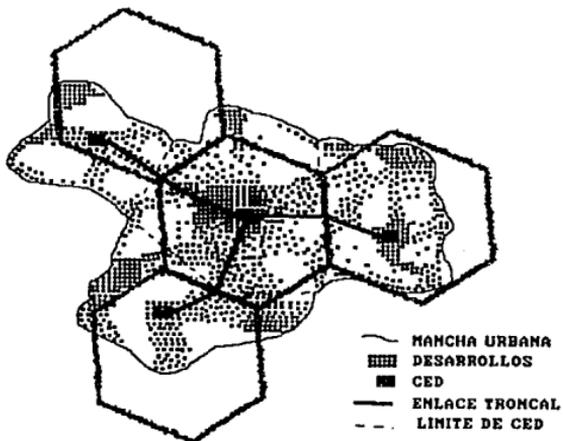


FIGURA 5.6

Crecimiento modular de las centrales en base a la figura geométrica del hexágono.

La única figura geométrica que permite un crecimiento modular, guardando equidistancia en sus centros es el HEXAGONO.

Este mosaico de hexágonos define a los CENTROS EQUIDISTANTES DE DISTRIBUCION (CED), y cabe mencionar que esta forma es utilizada en la conformación de células en telefonía celular, figura 5.7.

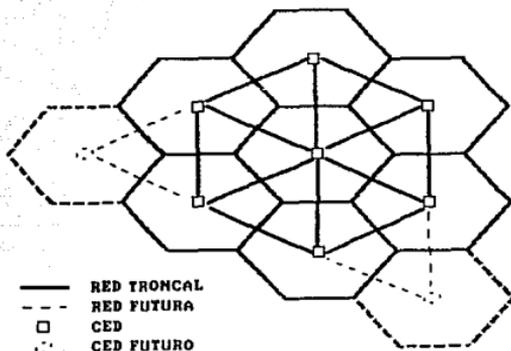


FIGURA 5.7
Distribución empleada en telefonía celular.

DIMENSION DEL CED

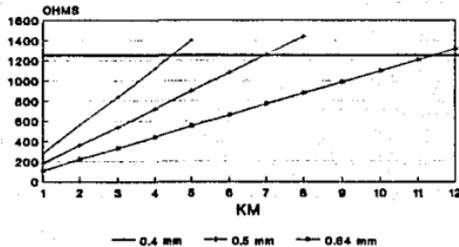
Una vez definida la forma más adecuada de un CED, tenemos que definir las dimensiones del mismo. Para lograr esta definición, analizaremos la longitud máxima de nuestra red de transporte, minimizando la inversión tanto en canalización como en cables con regeneración de señal que se atenua, así como en el costo del cable mismo, teniendo como referencia que una central digital maneja una impedancia resistiva de hasta 1300 ohms y una atenuación máxima de 8 db en la línea de abonado.

Para tal análisis, presentaremos las propiedades de atenuación y resistencia que nos presenta un cable de calibre 0.4 mm, 0.5 mm y 0.64 mm, los cuales son utilizados en TELMEX.

En la gráfica 5.1 y 5.2 se puede apreciar el comportamiento de Resistencia y Atenuación con respecto a la distancia, observándose los siguientes datos:

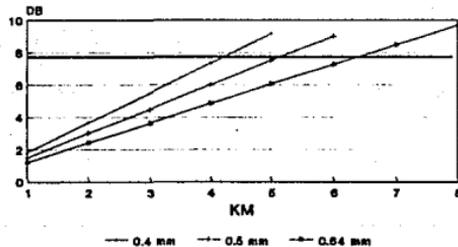
Calibre	Distancia máxima por Resistencia a 1300 ohms	Distancia máxima por atenuación a 8 db
0.4 mm	4.6 Km	4.3 Km
0.5 mm	7.2 Km	5.3 Km
0.64 mm	11.8 Km	6.6 Km

RESISTENCIA OHMICA



GRAFICA 5.1
Resistencia en cables calibre 0.4, 0.5 y 0.64 mm con respecto a la distancia.

ATENUACION

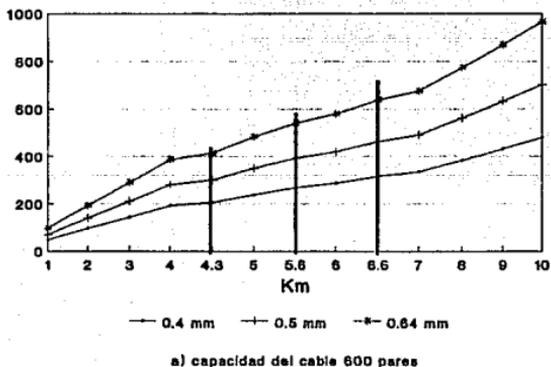
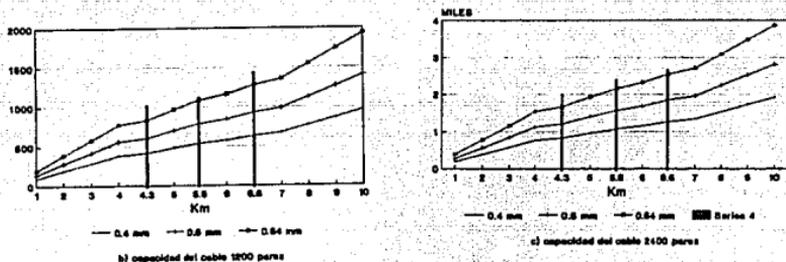


GRAFICA 5.2
Atenuación en cables calibre 0.4, 0.5 y 0.64 mm con respecto a la distancia.

A fin de incluir la variable costo dentro del análisis, es importante relacionarlos con las capacidades que tienen los cables, para lo cual consideraremos cualquier tipo de cables con las siguientes capacidades 600, 1200 y 2400 pares, teniendo en cuenta los calibres antes mencionados, y tomando en cuenta los costos del par-metro, el cual varía de acuerdo a la distancia:

distancia < 4300.metros ----> 80 pesos/par-metro
 4300 < distancia < 6600 metros ----> 117 pesos/par-metro
 distancia > 6600 metros ----> 161 pesos/par-metro

En la gráfica 5.3 se presentan los costos de los cables en su tres capacidades con relación a la distancia.



GRAFICA 5.3

Comportamiento de costos de cable calibre
 0.4, 0.5, y 0.64 mm en las capacidades :
 a) 600 pares b) 1200 pares c) 2400 pares
 Costo en millones de pesos

Con estos tres parámetros (Resistencia, Atenuación y Costo por Km/Par), tendremos los siguientes datos para satisfacer nuestras variables :

- La distancia máxima estará delimitada, primeramente, por la atenuación siendo esta de 6.6 Km , ya que distancia mayores tendríamos que utilizar bobinas regeneradoras de señal para rehabilitar la atenuación perdida.
- Los porcentajes de costos, con respecto al calibre 0.4 mm, se incrementan en un 46 % para el caso del calibre 0.5 mm y en 201 % para el cable calibre 0.64 mm.

Con estos datos se determinó utilizar el cable calibre 0.4 mm, por la conveniencia en cuanto al costo , por lo que la distancia máxima entre la sala de conmutación y el límite de atención no debía excederse a 4.3 km., al mismo tiempo se reducían los problemas del mantenimiento ya que la distancia sería pequeñas y fáciles de detectar y atender.

Una vez definida la distancia máxima que debía tener nuestra red de transporte, era importante definir la distancia que debían tener nuestros CED, por lo cual se utilizó la figura hexagonal para dicho cálculo, en la figura 5.8 se presenta las distancias X y Y que nos permitirán calcular la máxima distancia que se podrá atender :

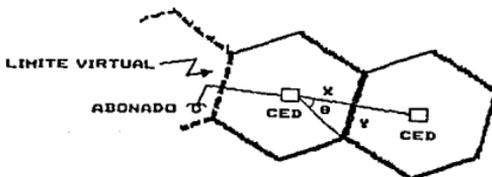


FIGURA 5.8
Cálculo de la distancia máxima del CED.

teniéndose que :

$$X + Y = 4.3 \text{ Km} \quad \dots\dots\dots 1$$

$$\text{tang } \theta = Y / X \quad \dots\dots\dots 2$$

despejando Y de la ecuación 2 y sustituyendo en la ecuación 1 ,tendremos :

$$Y = X \text{ tang } \theta$$

$$X + X \text{ tang } \theta = 4.3$$

despejando X y sustituyendo $\theta = 30'$:

$$X = 4.3 / (1 + \text{tang } \theta)$$

$$X = 4.3 / 1.5774$$

$$X = 2.72 \text{ Km}$$

sustituyendo X en la ecuación 1 encontramos que Y es :

$$Y = 1.58 \text{ Km}$$

Sin embargo, la distancia entre CED con estos datos sería de 5.44 Km, con lo cual nos excederíamos del límite establecido de 4.3 Km de la red de transporte, por lo cual la distancia entre CED estaría dada por :

$$X = 4.3 / 2 = 2.15$$

$$Y = 2.15 (0.5774) = 1.241$$

En la figura 5.9 se muestra , según los datos encontrados que el punto máximo estaría ubicado a 3.39 km., lo cual nos permitirán un margen de 900 metros para poder brindar mayor cobertura dentro y fuera del CED.

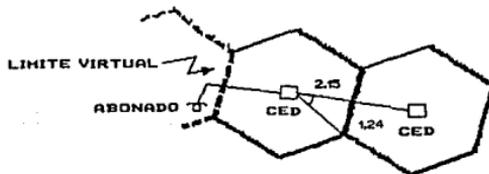


FIGURA 5.9
Distancia máxima del CED.

Con esta división, se crea un nuevo concepto, Límites Virtuales el cual nos permitirá atender demanda de potencial crecimiento desde un CED actual en un longitud de 4.3 Km, teniendo en un futuro, otro posible CED, cuando la demanda telefónica así como la distancia de los cables empiecen a extenderse hacia esta nueva zona.

Este nuevo concepto es el que nos permitirá crecer modularmente, ya que se podrá atender desde un CED existente el crecimiento de nuevos área de necesidades telefónicas permitiendo dirigir la canalización hacia el centro del nuevo CED, así planear la infraestructura de redes.

En cuanto a la cobertura geográfica que atenderá el CED será el área de nuestro hexágono teniendo la siguiente fórmula :

$$A_h = 6 Y X = (6)(1.241)(2.15) = 16 \text{ Km}^2$$

En cuanto a la dimensiones de los edificio estos tendrían que ser pequeños, a fin de poderse construir en menos tiempo que los marcados en el proceso de expansión (fig. 5.2), para lo cual se decidió emplear el prototipo de edificio empleado en zonas rural, modificándolo de acuerdo a las necesidades de las zonas urbanas.

Uno de los factores que permitió dicha utilización fue las dimensiones que tienen las salas de conmutación digital, logrando definir el edificio prototipo en zonas urbanas como el mostrado en la fig. 5.10 denominándose como U-1.

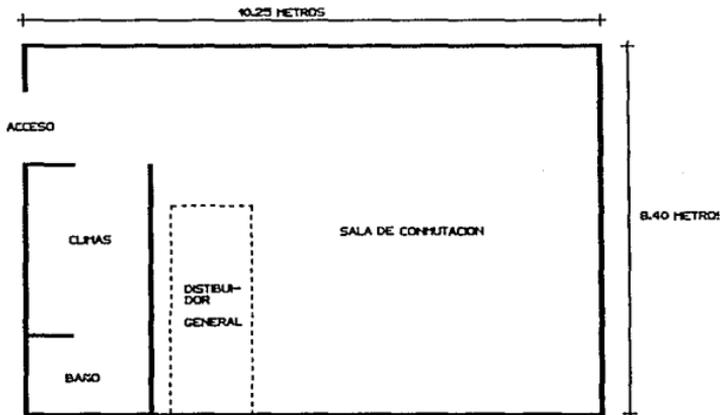


FIGURA 5.10
Edificio prototipo para concentradoras.

Cada edificio podría contener capacidad máxima de 10,000 líneas, considerando además fuerza, clima, baterías, distribuidor general así como el enlace de fibras ópticas que se debe utilizar en las zonas urbanas.

En resumen la Arquitectura de Red Digital tendría las siguientes características :

- Equidistancias entre CED, 4.3 Km como máximo
- Red de Transporte no mayor de 4.3 Km
- Area de cobertura de 16 Km².
- Edificios con capacidad de 10,000 líneas

5.4 DISTRIBUCIONES DE CENTRALES

Una vez definido el modelo de Arquitectura de Red que se tiene que emplear para el crecimiento de red telefónica, es necesario emplearlo en forma práctica , por tal motivo se tomará la ciudad de Mérida, Yuc., como base para este modelo.

Situación Real

Para llevar a cabo el proceso descrito en el párrafo anterior, este tendría que ser adecuado a las condiciones real de la ciudad, o cualquier otra ciudad, una de las principales es que los límites debían ser naturales , esto es, se tendrían que tomar límites que dificultarán los trabajos de expansión de red ,entre ellos se podrían tomar :

- Ríos
- Vías de ferrocarriles
- Barrancas
- Avenidas muy anchas
- Carreteras

Esta serie de delimitaciones nos arroja a encontrar polígonos diferentes entre sí, sin embargo no hay que perder de vista el crecimiento modular que tendría cada uno de estos, teniendo que delimitar, incluso áreas de baja densidad de demanda y conformar así límites virtuales.

Existían otros factores que no permitían llevar al 100% el proceso de Arquitectura de Red , los cuales nos obligaba a modificarlo de diferentes formas, encontrándose los siguientes :

- Centros de Abonados Existentes (Centrales)
- Límites no determinados
- Sin Equidistancia

Durante 1991, solamente 2 centrales presentaban problemas apremiantes , San Miguel que no tenía espacio en central para recibir líneas de conmutación y atender así su demanda y Plaza que además de no contar con espacio en la central, la distancia a la zona industrial rebasaba el límite establecido de 4.3 Km y siendo que esta zona requería aumento de red, el cual debía darse desde de la central por no contar reserva en ningún punto de la ruta siendo un inversión elevada, ya que existe una distancia aproximada por ruta de canalización de 12 Km.

Para llevar a cabo la definición de los nuevos concentradores, primeramente se establecieron los límites en forma virtual que debían atender cada una de centrales, tomando en cuenta límites naturales, dando como resultado la

figura 5.11, que sería la forma geográficamente que más se adecuaba a la arquitectura de red.

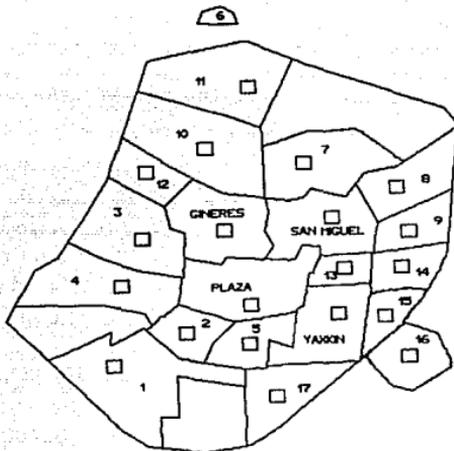


FIGURA 5.11
Límites virtuales, de acuerdo a la arquitectura de red.

A fin de ubicar cada área, y al mismo tiempo identificarlos, los denominaremos con los siguientes nombres, indicando a que central corresponde :

CENTRAL EXISTENTES

- Plaza

NUEVO CONCENTRADOR

- 1.- Itzaes
- 2.- Sambula
- 3.- Canek
- 4.- Xoclan
- 5.- Xcalachen
- 6.- La Ceiba

- | | |
|--------------|-------------------|
| - San Miguel | 7.- Montejo |
| | 8.- Pinos |
| | 9.- Brisas |
| | 10.- Chuburná |
| | 11.- Cordemex |
|
 | |
| - Ginerés | 12.- Chenku |
|
 | |
| - Yaxkin | 13.- Mayapan |
| | 14.- Pacabtun |
| | 15.- Vergel |
| | 16.- Santa Isabel |
| | 17.- Xluch |

Una vez definida las áreas virtuales de cada nuevo concentrador, estos tenían que ser analizados y evaluados en cuanto a la cantidad de distritos ó zonas no distritadas que tendrían, desglose de inventarios de viviendas, desglose de las demandas, cantidad de abonados en el área, líneas de conmutación necesarias para satisfacer su demanda, costo-beneficio que representarían sobre la inversión de cable, siendo estos los parámetros que ayudaría para definir la prioridad de puesta en servicio y también determinar el crecimiento en los próximos 3 años.

Con las áreas virtuales de concentrador, se procedió a determinar la cantidad de distritos (ó zonas no distritadas) que conformaban a cada uno de ellos, quedando conformado con las siguientes cantidades :

Concentrador	Cantidad de Distrito	Cantidad de Zonas no distritadas
Caneq	35	5
Itzaes	8	8
Sambula	26	5
La Ceiba	1	1
Xcalachen	34	0
Xoclan	13	11
Brisas	14	10
Montejo	38	6
Pinos	18	12
Chuburna	19	11
Cordemex	10	6
Chenku	15	8
Mayapan	25	10
Pacabtun	30	7
Vergel	6	9
Xluch	11	10
Santa Isabel	1	2

Conociendo los distritos que conformarían cada concentrador, se podría determinar el tipo y cantidad de viviendas, teniéndose en la tabla 5.5, el cuadro resumen de inventario de viviendas por cada concentrador.

En este cuadro se presenta el desglose de viviendas de acuerdo al nivel socioeconómico, cantidad de comercios, total de viviendas, baldíos, y así como en la sección 5.1, se calcula la demanda de los años 1995 y 2000.

En el anexo C se presenta a detalle los distritos que conforman a cada concentrador, así como el detalle del cuadro resumen de inventario de viviendas.

CENTRAL	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
PLAZA	60	117	1230	20918	12481	4045	38851	11749	21190	31375
CANEK	3	5	271	6142	2230	898	9549	1372	5309	7652
ITZAES	0	0	20	2461	811	454	3746	4564	2442	5101
SAMBULA	2	22	294	3296	2918	916	7450	2322	4244	5714
LA CEIBA	49	58	25	25	0	1	158	397	165	250
XCALACHEN	4	22	451	5089	3169	1122	9857	181	5878	6695
XOCLAN	2	10	169	3903	3353	654	8091	2913	3152	5963
SAN MIGUEL	839	1600	3624	13933	6670	1868	28534	22273	19840	31675
BRISAS	6	87	575	4083	1904	298	6953	3941	3644	6576
MONTEJO	664	825	1279	1394	505	607	5274	3650	5464	7019
PINOS	127	554	1217	2521	647	346	5412	8942	5385	8742
CHUBURNA	37	107	444	4474	2620	382	8064	3446	3716	6428
CORDEMEX	5	27	109	1461	994	235	2831	2294	1631	2910
GINERES	5	32	364	6373	452	491	7717	1280	4249	7583
CHENKU	5	32	364	6373	452	491	7717	1280	4249	7583
YAXXIN	28	78	1243	20621	11894	3048	36910	9402	19835	30884
MAYAPAN	11	31	566	4022	1925	967	7522	154	5006	6038
PACABTUN	8	10	415	7310	3162	1039	11944	2203	5932	9436
VERGEL	2	19	87	4000	1279	361	5748	1112	4400	6821
XLUCH	1	6	115	4022	5029	548	9721	5348	3592	6904
SANTA ISABEL	6	12	60	1267	499	131	1975	585	905	1685
TOTAL	932	1827	6461	61845	31487	8450	112012	44704	65114	101517

TABLA 5.5
RESUMEN DE VIVIENDAS, COMERCIOS, BALDÍOS, DEMANDA 1995
Y DEMANDA 2000 DE LOS CONCENTRADORES.

Para determinar el número de abonados que se tenía en cada concentrador, se utilizaron porcentajes de penetración de la red existente, considerando las acometidas y líneas privadas que se encontraban en el área, y con ello nos

proporcionaría las líneas necesaria para llevar acabo la consolidación de abonados de una central hacia el concentrador, dando el siguiente resultado:

Concentrador	Abonados dentro del Area	Líneas Necesarias
Canek	3,201	3,500
Itzaes	934	1,000
Sambula	2,200	2,500
La Ceiba	96	256
Xcalachen	3,700	4,000
Xoclan	1,200	1,500
Brisas	1,400	1,500
Montejo	3,700	4,000
Pinos	2,346	2,500
Chuburna	1,800	2,000
Cordemex	1,400	1,500
Chenku	2,600	3,000
Mayapan	3,900	4,000
Pacabtun	2,000	2,000
Vergel	1,000	1,000
Xluch	720	1,000

Habiéndose definido la cantidad de abonados a consolidar, y determinando la cantidad de líneas necesarias para la consolidación, habría que evaluar la inversión del cable desde cada concentrador comparándolo con su central madre.

En la tabla 5.6 se muestra el cuadro resumen de costo de inversión de cada concentrador, presentando además la red existente, el total de viviendas, el total de baldíos, la demanda de los años 1995 y 2000, así como los correspondientes aumentos de red la. etapa (para satisfacer la demanda al año 1995), aumentos de red 2a. etapa (para satisfacer la demanda al año 2000), el aumento total y las inversiones de cable tanto de la central madre como desde el concentrador (cifras en millones de pesos), para el cálculo de la inversión es necesario conocer la distancia que tiene cada distrito o zona no distritada a la central (o al concentrador) y de acuerdo a ello multiplicarlo por el costo del par-metro (que varía en relación a la distancia), la distancia misma y la ampliación total de red; en el anexo D encontrarán el desglose de estos datos a nivel distrito.

CENTRAL	RED EXIST	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	INVERSION CABLE CTL	INVERSION CABLE CONC.
				1995	2000	1a	2a			
PLAZA	18250	38851	11749	21190	31375	8256	9900	8150	15778.84	2642.74
CANEK	4350	9540	1372	5309	7652	1850	2350	4000	3435.79	454.41
ITZAES	1009	3748	4564	2442	6101	1700	2660	4300	7627.94	1222.15
SAMBULA	3800	7450	2322	4244	5714	1500	1250	2800	1392.21	298.00
LA CEIBA	150	156	387	185	250	50	100	150		
XCALACHEN	5200	8857	181	5878	6695	1400	900	2300	709.01	184.20
XOCLAN	1750	8091	2913	3152	5963.8	1900	2700	4600	2814.70	488.98
SAN MIGUEL	11700	28534	22273	18640	31875	10850	11650	22500	10906.52	1796.78
BRISAS	1850	6953	3941	3614	6578	2250	3000	6250	2968.69	206.00
MONTEJO	3900	5274	3650	5484	7019	2600	1500	4100	1046.00	451.78
PINOS	2700	5412	8942	5385	8742	3150	3350	6500	2834.02	500.80
CHUBURNA	2150	8084	3446	3718	6428	2250	2550	4800	2447.83	448.80
CORDEMEX	1300	2831	2294	1631	2910	800	1250	1850	1639.98	168.80
CHENKU	2050	7717	1280	4249	7683	2700	3150	5850	1704.97	370.00
CHENKU	2050	7717	1280	4249	7683	2700	3150	5850	1704.97	370.00
YAXKIN	10900	30010	9402	19835	30884	10800	11150	21950	9952.85	1365.04
MAYAPAN	4900	7522	154	5008	6038	900	1000	1900	552.58	113.83
PACABTUN	3700	11844	2203	5932	9438	2750	3950	6400	2471.31	419.20
VERGEL	900	5748	1112	4400	6821	3700	2400	6100	1719.71	442.60
XLUCH	1250	9721	5348	3592	6904	2650	3300	5950	3269.75	354.01
SANTA ISABEL	150	1675	585	905	1685	800	800	1600	1539.30	35.40
TOTAL	40990	112012	44704	85114	101517	32900	35850	68450	38003.78	6180.84

TABLA 5.6
RESUMEN DE RED EXISTENTE, VIVIENDAS, COMERCIOS, BALDIOS, DEMANDA 1995
DEMANDA 2000, AUMENTOS DE RED 1a Y 2a ETAPA, RED TOTAL E INVERSION DE CABLE.

Otro concepto a desglosar era el pronóstico de demanda de los años 1991, 1992 y 1993, y así conocer el potencial de crecimiento y poder definir las ganancias para cada concentrador, por tal motivo en la tabla 5.7 se presenta, a nivel concentrador, las demandas esperadas, así como el potencial de crecimiento que tendría cada concentrador, dicho potencial es la diferencia de las demandas con relación al año siguiente, tomando como base la conformación que tienen por distrito.

CENTRAL	DEMANDA 1991	DEMANDA 1992	DEMANDA 1993	POTENCIAL DE DEMANDA	
				1991	1992
PLAZA	19275	20195	20719	920	524
CANEK	4059	4638	6183	577	527
ITZAES	1741	1953	2200	212	247
SAMBULA	3207	3378	3932	371	354
LA CEIBA	125	135	145	10	10
XCALACHEN	4580	5025	5307	436	372
XOCLAN	2136	2468	2796	332	328
SAN MIGUEL	10479	11142	11710	663	568
BRISAS	2351	2867	3333	518	486
MONTEJO	5227	5740	6108	513	368
PINOS	3858	4316	4943	657	628
CHUBURNA	3034	3577	3935	543	356
CORDEMEX	1420	1625	1768	196	143
GINERES	10739	11302	11897	663	395
CHENKU	3992	4268	4784	678	526
YAXKIN	8253	8959	9620	706	667
MAYAPAN	4235	4510	4763	275	253
PACABTUN	4249	4976	5556	727	580
VERGEL	2171	2949	3021	778	72
XLUCH	1781	2013	3702	832	1089
SANTA ISABEL	680	755	830	75	75

TABLE 5.7
Potencial de crecimiento de los concentradores

Con los parámetros de pronóstico de demanda, el potencial de demanda 92, abonados a consolidar y el costo de inversión se tendría que determinar la prioridad de puesta en servicio que tendría para concentrador.

En la tabla 5.8 se encontrarán los datos de demanda 1991 y 1992 dando como diferencia el potencial de demanda para el año 1992, asimismo se presenta los abonados a consolidar por cada concentrador, teniendo con números negativos la cantidad de abonados que la central madre proporciona, también se muestra la inversión en cable de cada concentrador, así como el porcentaje que representa esta inversión con el total de la central.

CENTRAL	DEMANDA 1991	DEMANDA 1992	POTENCIAL DE DEMANDA 92	ABONADOS A CONSOLIDAR	INVERSION DE CABLE	PORCENTAJE DE INVERSION
PLAZA	19275	20195	920	14625	2642	100
CANEK	4059	4636	577	3201	454	17
ITZAES	1741	1953	212	934	1222	46
SAMBULA	3207	3578	371	2200	296	11
LA CEIBA	125	135	10	96	PRUEBA PILOTO	
XCALACHEN	4589	5025	436	3700	184	7
XOCLAN	2136	2468	332	1200	486	18
YAXKIN RED PENDIENTE DE CONSOLIDAR 1991				3294		
SAN MIGUEL	10479	11142	663	-10646	1795	100
BRISAS	2351	2867	516	1400	206	11
MONTEJO	5227	5740	513	3700	451	25
PINOS	3658	4315	657	2346	501	28
CHUBURNA	3034	3577	543	1800	449	25
CORDEMEX	1429	1625	196	1400	188	10
GINERES	10739	11302	563	-2600	378	100
CHENKU	3692	4268	576	2600	376	100
YAXKIN	8253	8959	706	-7730	1363	100
MAYAPAN	4235	4510	275	3900	113	8
PACABTUN	4249	4976	727	2000	419	31
VERGEL	2171	2949	778	1000	442	32
XLUCH	1781	2613	832	720	354	26
SANTA ISABEL	680	755	75	110	35	3

TABLA 5.8
Cuadro de análisis para la definición de puesta en servicio de los concentradores

De esta tabla 5.8 se tomaron las prioridades de puesta en servicio de los concentradores, cabe aclarar que solamente se decidió el año de puesta en servicio de la central:

En 1991

Concentrador

Motivo

Canek

Representaba el mayor potencial de demanda dentro de la central Plaza, esto es, el mayor crecimiento.

Itzaes

Este concentrador, representaba la mayor inversión de cable desde la Central Plaza, aunque también representaba la mayor inversión desde el concentrador, sin embargo la atención al sector industrial era de suma prioridad.

La Ceiba

El motivo de introducción de este concentrador se debe a la realización de una prueba piloto de enlace entre la Central Plaza y la zona residencial La Ceiba ubicada a 16 km la central, y a la cual se le brindaba un mal servicio.

Montejo

La prioridad de que este concentrador se pusiera en servicio en 1991 era la cantidad de abonados a consolidar, ya que con esto se liberarían líneas de la central San Miguel.

Pinos

Tenía el mayor potencial de crecimiento de la zona de la central San Miguel.

Brisas

Permitiría liberar líneas de la central San Miguel.

En 1992

Concentrador

Motivo

**Sambula
Xoclan**

La necesidades de red empezarían hacer apremiantes para cumplir con los compromisos de atención de demanda, esto es requerían mayor red

que el concentrador Xcalachen, por lo que la inversión sería mayor en en 1993.

Chuburna

Tendría alto potencial de crecimiento en la zona..

Chenku

La inversión desde la central Ginerés sería muy alta, tomando en cuenta que el crecimiento de la zona está del lado del concentrador.

Mayapan
Pacabtun
Vergel
Santa Isabel

Las red empezaría a extender hacia las zonas de crecimiento ubicadas en cada uno de las periferias de la central Yaxkin, trayendo costo más altos en inversión, cada uno de estos concentrador reducirían estos en forma significativa, según se en tabla 5.6.

En 1993

Concentrador

Motivo

Xcalachen

Los requerimientos de red empezaría a marcarse apartir de 1993, ya que para los años anteriores no eran tan apremiantes sus necesidades.

Cordemex

El potencial de crecimiento era el mas bajo de la zona.

Xluch

Este concentrador, aunque representa el mayor potencial de crecimiento el nivel de viviendas, era por la cantidad de viviendas que tenía la zona sin embargo el tipo de estas eran del nivel socioeconómico predominantemente E.

En las figuras 5.12 , 5.13 y 5.14 se puede apreciar la evolución de la ciudad en los siguientes 3 años dada con la introducción de concentrador.

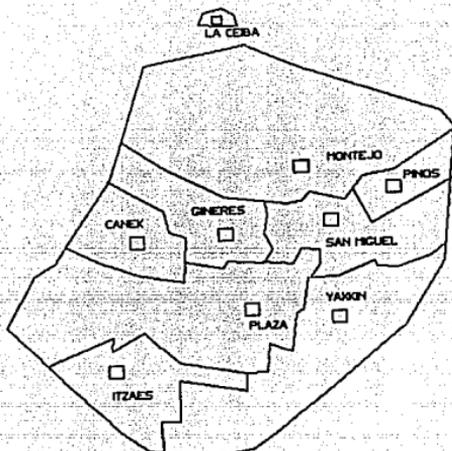


FIGURA 5.12
Cobertura geográfica a Diciembre de 1991.

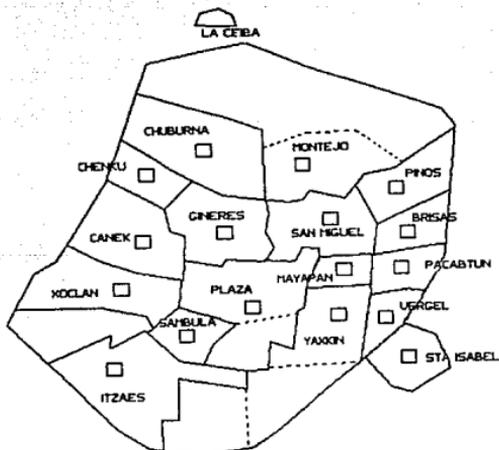


FIGURA 5.13
Cobertura geográfica a Diciembre de 1992.

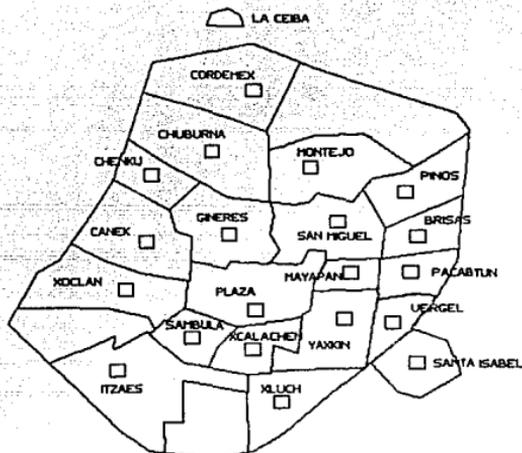


FIGURA 5.14
Cobertura geográfica a diciembre de 1993.

Con la puesta en servicio de todos estos concentradores se resolvía las problemáticas que presentaban cada una de las central, mencionadas en la sección 5.1 de este capítulo, como punto a seguir estaba en definir la cantidad de líneas de cada concentrador, en base a la cantidad de ganancia que tendrían y los abonados a consolidar, asimismo el tipo de equipo que tendría.

En la tabla 5.9 encontrarán las ganancias 1991,1992 y 1993 de cada concentrador, así como sus líneas asociadas para satisfacción de la ganancia, cabe resaltar que para las ganancias de 1991, se consideró la liberación de líneas de las centrales madres de mayor prioridad dadas por los abonados a consolidar, que la ganancia misma, los abonados a consolidar, de acuerdo a la prioridad de puesta en servicio, las líneas asociadas a la consolidación y el equipo recomendado para la realización de estos proyectos.

CENTRAL	GANANCIA			TOTAL GANANCIA	ABONADOS A CONSOLIDAR			LINEAS TOTALES PARA		LINEAS TOTALES EN			EQUIPO A UTILIZAR
	1991	1992	1993		1991	1992	1993	CONSOLI	GANANCIA	1991	1992	1993	
PLAZA	2652	0	500	3152	-7875	-3400	-3700	0	0	0	0		
CANEK	15	650	300	965	1201			3500	1000	4500			AXE
ITZAES	10	250	180	420	934			1000	500	1500			AXE
BAMBULA	0	300	450	750		2200		2500	1000	3500			AXE-C
LA CEIBA	10	0	30	40	98			258	0	258			AXE-C
XCALACHEN	0	0	450	450			3700	4000	500		4500		AXE-C
XOCLAN	0	300	321	621		1200		1500	1000	2500			AXE-C
SAN MIGUEL	1633	550	1100	3183	-7448	-1800	-1400	0	0	0			
BRISAS	0	630	750	1280	1400			1500	1800	3000			AXE-C
MONTEJO	488	800	600	1888	3700			4000	2000	8000			AXE-C
PIÑOS	23	700	450	1173	2348			2500	1800	4000			AXE-C
CHUBURNA	0	580	550	1130		1800		2000	1800	3500			AXE-C
CORDEMEX	0	0	400	400			1400	1500	600		2000		AXE-C
QUINEREB	1163	680	750	2793		-2900		0	0	0			
CHENKU	0	680	680	1360		2800		3000	1500	4500			AXE-C
YAXUH	1480	1100	1000	3580		-8730	-1000	0	0	0			
MAYAPAN	0	200	250	450		3900		4000	500	4800			AXE-C
PAGABTUN	0	750	380	1130		2000		2000	1500	3500			AXE-C
XLUCH	0	0	1180	1150			1000	1000	1500		2500		AXE-C
VERGEL	0	450	450	900		720		1000	100	1100			AXE-C
ETA ISABEL	0	250	130	380		110		250	500	750			AXE-C

TOTAL DE LINEAS POR AÑO 19250 23856 8000

TABLA 5.9
 Cantidad de líneas de conmutación necesaria para cubrir la ganancia y consolidación de abonados para los concentradores de acuerdo al año de su puesta en servicio.

Es importante mencionar que las líneas de cada concentrador, por el concepto de ganancia, deberán cubrir la ganancia de los tres años, 1991, 1992 y 1993.

5.5 BENEFICIOS

Los beneficios que trajo consigo la implantación de esta Arquitectura de Red en la Cd. de Mérida se pueden enmarcar en tres rubros :

- Multiplicación de Pares
- Sustituciones a control remoto
- Disminución del tiempo en la construcción de centrales

MULTIPLICACION DE PARES

Uno de los grandes beneficios que presenta esta metodología es la duplicación y/o triplicación de la red externa (pares principales), este fenómeno se presenta cada vez que se corta la red con la introducción de cada nuevo concentrador.

Esta acción de cortar la red en el límite entre centrales o concentradores se da por que el área de atención de la central madre se ha subdividido, por lo el nuevo concentrador debe brindar el servicio telefónico a este nuevo sector, comúnmente se le denomina consolidación.

Por lo tanto en cada corte de red , esta misma es aprovecha en ambas direcciones de las centrales .

Como ejemplo, se presenta en la figura 5.15 una cable de 1200 pares que sale de una central telefónica; esta central tiene en programa la introducción de 2 concentradores sobre esta ruta.

Como se puede apreciar con la introducción del primer concentrador, la red se consolida con la central madre generando con ello una duplicación del cable de 1200 pares en el punto .

Si continuamos con la expansión telefónica y se pone en servicio el segundo concentrador, sobre la continuación de la ruta el cable de 1200 pares vuelve a ser consolidado dando como resultado la quintuplicación del cable original, esto es , del cable de 1200 pares de la ruta inicial ,con la introducción de 2 concentradores, sobre la misma ruta , se nos convierten en 6000 pares , figura 5.15.

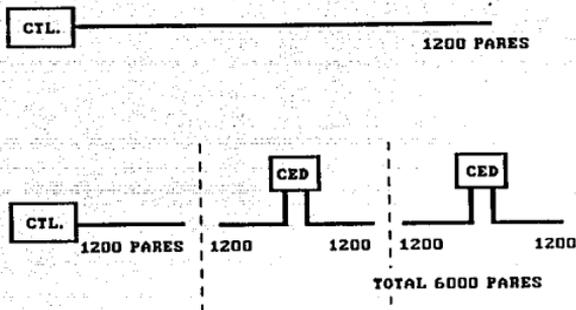


FIGURA 5.15
Multiplicación de Pares.

Esta multiplicación de pares trajo consigo otros beneficios implícitos, ya que se redujo el costo de la mano de obra el cual esta dado por la relación del kilómetro/Par construido; al tener red cortas se reducen las fallas así como el mantenimiento correctivo, la construcción de red se agiliza por la situación de tener límites definidos y poder atender con prontitud cualquier crecimiento dentro del CED.

SUSTITUCION A CONTROL REMOTO

Uno de los objetivos corporativos, así como de cualquier compañía, es sin lugar a duda la modernización de sus equipos.

En el caso de la Mérida consistía en desmontar los equipos analógicos por tecnología digital, el cual resultaba muy laborioso el realizarlo como tradicionalmente se hacía, esto es, se tenía que instalar el equipo de conmutación digital en el mismo edificio donde se encontraba el equipo analógico. Posteriormente se empezaban a desarrollar los trabajos de consolidación de números e investigación de abonados para informar sobre al mismo sobre el cambio de su número.

Con la creación de uno o varios concentradores de una central analógica se podría realizar la sustitución parcial o total del equipo analógico instalado en forma remota, esto se logra mediante la consolidación física de abonado en la red externa.

A fin de apreciarlo se recordará la situación que tenían las centrales a diciembre de 1990 :

CENTRAL	L.ANALO.	L.DIG.
PLAZA	30,000	5,000
SAN MIGUEL	20,000	0
GINERES	10,000	1,000

Con la introducción de los concentradores cada central madre tiene los siguientes abonados a consolidar :

CENTRAL	ABONADOS A CONSOLIDAR	
PLAZA	-14,625	
CANEK		3,201
ITZAES		934
SAMBULA		2,200
LA CEIBA		96
XCALACHEN		3,700
XOCLAN		1,200
** YAXKIN		3,294
TOTAL	-14,625	14,625
SAN MIGUEL	-10,646	
BRISAS		1,400
MONTEJO		3,700
PINOS		2,346
CHUBURNA		1,800
CORDEMEX		1,400
TOTAL	-10,646	10,646
GINERES	-2,600	
CHENKU		2,600
TOTAL	-2,600	2,600

Esta cantidad de abonados a consolidar nos permitiría realizar las siguientes sustitución de equipo analógico con la introducción de sus correspondientes concentradores:

Nota: Consolidación pendiente de concluir durante 1991.

CENTRAL**LINEAS A DESMONTAR****LINEAS PEND.**

PLAZA	14,600	15,400
SAN MIGUEL	10,500	9,500
GINERES	2,600	7,400

La líneas pendiente de Plaza se sustituirán con la puesta en servicio de 16,000 líneas digitales , San Miguel con 10,000 líneas y Ginerés con 8,000 líneas digitales después de 1993.

DISMINUCION DE LOS TIEMPO DE CONSTRUCCION

Para llevar a cabo la implantación del proyecto Mérida, el mayor reto a vencer fue el tiempo, ya que se tenían que romper con los lapsos tradicionales que se venían dando para la puesta en servicio de una central, que como se pudo observar en la figura 5.2 eran aproximadamente de 3 años.

Al aplicar la arquitectura de red estos tiempo se vieron reducidos, según se puede apreciar en la siguiente gráfica 5.16 .

**PROCESO DE EXPANSION
METODO DE LOS CED**

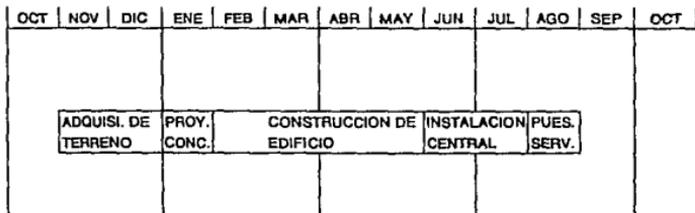


FIGURA 5.16
Proceso de expansión de red
metodo de los CED.

Esta reducción en tiempo se debió primordialmente a los siguientes factores :

ADQUISICION DE TERRENO	LAS DIMENSIONES DE LOS TERRENOS DISMINUYERON CONSIDERABLEMENTE QUEDANDO DEFINIDOS EN DIMENSIONES MINIMA DE 15 X 20
PROYECTO Y CONCURSO	CON LA REALIZACION DE UN PROTOTIPO DE EDIFICIO NO ES NECESARIO DESARROLLAR UN PROYECTO POR CADA EDIFICIO.
CONSTRUCCION DEL EDIFICIO	DADO QUE EL EDIFICIO A CONSTRUIR ES DE DIMENSIONES MUCHO MAS PEQUEÑAS, EL TIEMPO DE CONSTRUCCION DISMINUYE
INSTALACION DE LA CENTRAL	DEBIDO AL AVANCE TECNOLOGICO DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION DIGITAL AXE ES POSIBLE INSTALARLOS EN MENOR TIEMPO, YA QUE LLEGAN EN GABINETES PREFABRICADOS, FACILITANDO SU INSTALACION.
PUESTA EN SERVICIO	CON LOS AVANCES TECNOLOGICOS DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION LA RECEPCION, EVALUACION Y PRUEBA SE PUEDE REALIZAR A TRAVES DE COMANDOS DE LA MISMA CENTRAL.

Por lo tanto este proceso trajo el beneficio de reducir el proceso de expansión telefónica a máximo un año, permitiendo realizar la planeación en un corto plazo y no así en un mediano plazo , dejando posible mala toma de decisiones.

Con la metodología aquí presentada se puede cumplir con los objetivos corporativos :

- MODERNIZACION DE LA PLANTA TELEFONICA
- MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO
- CRECIMIENTO ACELERADO

Cumpliendo con estos objetivos es, sin lugar a dudas el mayor beneficio que se puede obtener.

CONCLUSIONES

Un nuevo siglo esta por comenzar y entre las necesidades de México se encuentra la de contar con una infraestructura telefónica lo suficientemente eficiente para responder a las necesidades de la creciente población así como de los grupos industriales y/o de servicios que esperan hacer uso de una tecnología de punta para realizar sus actividades.

El crecimiento del país desbordó a las telecomunicaciones y ahora la tarea es hacer de este sector se coloque a la vanguardia del crecimiento y desarrollo a nivel nacional. Para ello, se introducen nuevos sistemas, equipos y formas de trabajo, a fin de sustituir tecnología y procesos obsoletos, aumentar productividad y eficiencia para mejorar los servicios y la atención a los usuarios. Para satisfacer la demanda de servicios básicos y los de valor agregado, se trabaja con troncales de fibra óptica, sistemas digitales, con la mejor tecnología.

Este año se instalan 826,000 nuevas líneas telefónicas digitales y se sustituyen 650,000 de tecnología obsoleta, que son las que registran mayor incidencia de falla; esto significa la construcción de cerca de 1,500,000 líneas telefónicas en más de 680 poblaciones del país.

Se incorporan 2,860 poblaciones rurales más al sistema; se realiza la instalación de 10,000 nuevos teléfonos públicos Ladatel; así como la construcción de 456 nuevas centrales telefónicas y 95 nuevos Centros de Reparaciones e Instalaciones de líneas para estar más cerca de sus usuarios.

El Sureste del país no podía ser la excepción, por tal motivo aplicando los conocimientos de las telecomunicaciones y haciendo uso de equipos de telefonía más actualizados fue planeada la red conocida como Centros Equidistantes de Distribución. Los cuales poseen las siguientes características:

- Centros completamente equipados con tecnología digital (tecnología de punta).
- Centros supervisados a control remoto.
- Centros modulares que interactúan entre ellos formando celdas ó células a semejanza con la telefonía celular.
- Troncales de fibra óptica, que permitan un manejo telefónico de tráfico mayor, con lo que la entidad es la primera del sureste del país que cuenta con esta avanzada tecnología.
- Redes de atención cortas, que disminuyen las fallas y el mantenimiento, debido a que se tienen redes de 2.8 Km mínimo en promedio y 4.3 Km. como máximo.
- Manejo de tráfico de centrales analógicas.
- Se satisface la demanda actual además de permitir contar con una infraestructura de crecimiento para dar servicio a los usuarios previstos hasta el año 2000.

Estos centros fueron llevados a cabo a través de un plan rector, que permite realizar a corto plazo una planeación que atienda a las ciudades más

importantes de la zona. Todo esto mejora sustancialmente el servicio y se agregan las siguientes facilidades al usuario: marcación por teclado, marcación abreviada, llamada en espera, llamada de consulta, conferencia tripartita, recordatorio programado y hot line.

Con esta infraestructura se da un "salto tecnológico" de más de 3 décadas y garantiza la atención de las necesidades de telecomunicación hasta más allá del año 2000. El índice de digitalización del estado alcanzó 56% y en 1993 llegará a casi 85% por encima del promedio nacional.

Teléfonos de México invirtió en el Edo. cerca de 80 mil millones de pesos durante 1992, pero en este 1993 se aplicarán recursos equivalentes para ampliar y modernizar la infraestructura de telecomunicaciones del Edo. Sin embargo, en el período 1991 a 1993, Teléfonos de México tiene previsto instalar 37% más de líneas que en toda la historia de la entidad hasta 1990.

Además, entre los programas que Telmex habrá de realizar en este 1993 se encuentra la puesta en servicio de 38,834 nuevas líneas, así como la incorporación de 68 poblaciones rurales más al sistema telefónico. También se encuentra la operación de 12 nuevas centrales digitales, así como la instalación de cerca de 500 teléfonos públicos y se acelera la substitución obsoleta de tecnología.

Las nuevas centrales telefónicas son:

Plaza que controla los siguientes concentradores; Itzaes, Sambula, Canek, Xoclan, Xcalachen, La Ceiba.

San Miguel que controla los concentradores de; Montejo, Pinos, Brisas, Chuburná, Cordenex.

Ginerés que controla el concentrador de; Chenku.

Yaxkin que controla los concentradores de; Mayapan, Pacabtun, Vergel, Santa Isabel, Xluch.

Así mismo con la inversión de más de 40 millones de nuevos pesos que se aplicaron para la construcción de esta nueva estructura, se benefician a casi 227,000 nuevos usuarios.

Este crecimiento ha traído beneficios sustanciales en la modernización de la planta telefónica con lo que para 1993 el Edo. contará con una planta digitalizada al 85% y la ciudad de Mérida alcanzará el 90%.

Esta digitalización también se ha llevado a cabo en la interconexión entre las nuevas centrales y las ya existentes; dichas interconexiones son en su mayoría de fibra óptica; ésto y la instalación de sistemas de señalización, como el canal común que ya funciona en Mérida, sitúan al Edo. y a la ciudad a la vanguardia en las telecomunicaciones del País.

El Centro Digital de Tráfico Avanzado Mérida es uno de los 39 que funcionarán a nivel nacional y que contarán con un total de 1420 posiciones digitales de operadora. La inversión que en el Sureste se aplicó para este

proyecto asciende a casi 14 millones de nuevos pesos; el inicio de las actividades de este centro fue en diciembre de 1992 y convivió con el sistema anterior hasta Marzo de 1993, ya que todo el sistema es totalmente digital.

En Mérida se cuenta con 33 posiciones digitales y dos de supervisión; la inversión ejercida en Mérida y Villahermosa fue de 6 millones 568 mil nuevos pesos.

Este centro se suma a los que se encuentran en operación en las ciudades de : México, Puebla, Monterrey, Córdoba, Jalapa, Veracruz, Hermosillo, Celaya y Toluca. Pasando a formar parte de un gran proyecto a nivel Nacional y que tiene como finalidad conformar la Red Digital de Servicios Integrados (RDI), con lo que colocará a México a la vanguardia en el campo de las Telecomunicaciones a Nivel Mundial.

BIBLIOGRAFIA.

- Aut. Bernhard E. Reiser and Eugene Strange.
Tit. Digital Telephony and Network Integration.
Edit. Van Nostrand Reinhold Company.
País. EUA, 1987.
- Aut. Fatima Fernández Christie.
Tit. Avatares del Teléfono en México.
Edit. Ericsson
País. México, 1992.
- Aut. Teléfonos de México.
Tit. Conmutación.
Edit. Teléfonos de México.
País. México, 1985.
- Aut. Ericsson
Tit. Conociendo al AXE
Edit. Ericsson
País Suecia, 1989.
- Aut. R. E. Ziener and W. H. Tranter.
Tit. Principios de Comunicaciones
Edit. Trillas
País. México, 1981.

Aut. Schwartz, Micha

Tit. Transmisión de Información con Modulación y Ruido.

Edit. Mc. Graw Hill

País. USA, 1983.

Aut. Lathi, B.P.

Tit. Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicaciones.

Edit. Limusa.

País USA, 1983.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A

INVENTARIOS DE VIVIENDAS

Las viviendas son clasificadas de acuerdo a los metros cuadrados de construcción, denominándolos con los siguientes niveles socioeconómicos :

Nivel Socioeconómico	Metros de Construcción
A	M2 > 220
B	170 < M2 < 220
C	120 < M2 < 170
D	70 < M2 < 120
E	M2 < 70

Dentro del rubro de COMERCIOS quedan incluidos desde los pequeños comercios hasta las industrias consideradas pesadas, dando como resultado que la suma de todas ellas el total de viviendas dentro del distrito o zona no distritada.

Con esta información se calcula la demanda al año 1995, tomando las siguientes consideraciones en cuanto a los porcentaje de penetración de viviendas:

Nivel Socioeconómico	% de Penetración de vivienda
A	100 - 150
B	80 - 100
C	80 - 100
D	60 - 80
E	30
COMERCIOS	30 - 50

Esta variación de penetración de viviendas se debe al tipo de grupo al que pertenece el distrito; esto es, que de acuerdo a la agrupación de la viviendas se le asigna una clasificación de grupo al distrito.

La suma de las multiplicaciones de las viviendas de acuerdo a su nivel socioeconómico por su respectivo porcentaje de penetración nos dá como resultado la demanda 1995.

Para el cálculo de la demanda al año 2000, el procedimiento es similar, con dos variantes.

1.- Se consideran baldíos, ya que se espera una transformación de estos en viviendas.

2.- Los porcentajes de penetración se incrementan.

ANEXO A

Con estas variantes los porcentajes para el cálculo de la demanda 2000 estaría dado por:

Nivel Socioeconómico	% de Penetración viviendas
A	150 - 200
B	100 - 150
C	100 - 150
D	80 - 100
E	30 - 50
COMERCIOS	50 - 70
BALDIOS	30

Al igual que para la demanda 1995, la suma de las multiplicaciones de los niveles socioeconómico por su respectivo porcentaje de penetración, dá como resultado la demanda al año 2000.

CENTRAL PLAZA

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIE- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
19	0	0	2	10	12	24	48	12	82	97
20	0	0	16	80	57	32	185	153	150	175
52	0	0	5	70	38	41	154	2	115	130
53	0	0	16	168	82	68	334	2	240	260
55	0	0	21	190	25	33	269	3	235	250
74	0	2	25	138	18	19	202	1	175	200
75	0	0	28	96	8	29	161		145	160
82	0	2	15	78	119	42	256	85	195	220
84	0	0	25	129	38	19	211	2	180	190
86	0	2	20	207	97	51	377	54	215	274
87	0	0	0	2	0	51	53	54	135	155
88	0	0	0	0	0	17	17	17	107	120
89	0	2	19	201	175	56	453	5	234	276
100	49	58	25	25	0	1	158	397	165	250
102	0	0	14	211	94	26	345	10	225	250
104	0	0	16	207	143	69	435	6	255	275
105	0	2	9	208	125	54	398	6	245	265
106	0	1	15	212	159	50	437	7	205	260
118	2	5	14	234	150	54	459	21	265	290
119	0	1	10	136	76	31	256	4	170	200
130	0	1	15	184	61	28	289		200	220
131	0	0	15	172	80	25	292	2	200	220
132	0	2	21	165	39	26	253	5	200	220
134	0	2	18	73	46	55	194	3	185	210
139	0	0	10	56	40	30	136	10	110	135
140	0	0	19	115	132	41	307	6	146	175
141	0	0	12	123	144	50	329	6	139	180
142	0	0	20	198	104	33	355	13	170	253
144	0	1	14	210	261	64	550	550	180	427
147	0	0	13	194	115	30	352	0	174	242
148	0	0	0	5	3	36	44	70	159	175
150	0	3	5	98	43	17	166	1	110	125
161	0	0	0	0	0	71	71	0	118	130
163	1	0	12	199	230	38	480	18	235	265
166	0	0	15	111	122	30	278	2	125	163
167	0	1	13	97	34	29	174	7	115	123
171	0	1	6	122	89	36	253	8	140	165
187	0	0	7	212	6	6	231	37	175	232
188	0	1	13	140	159	51	364	13	160	206
189	0	0	10	75	73	21	178	0	84	107
196	0	0	5	137	101	49	232	4	140	170
197	0	0	17	127	46	16	206	6	155	170
198	0	0	15	173	148	26	362	6	165	212
199	0	1	14	219	120	42	396	4	230	248
200	0	0	15	148	110	31	304	8	180	200
201	1	0	12	140	233	45	431	4	190	240
202	0	1	29	143	121	35	329	18	205	230
203	0	1	9	96	52	26	184	4	115	140
204	0	0	0	0	0	48	48	25	59	68
217	0	0	8	121	122	47	298	3	120	167
218	0	0	8	135	172	32	347	56	135	211
219	0	1	14	159	112	30	316	20	135	214
220	0	1	9	92	164	39	305	36	88	162
221	0	0	13	130	86	53	282	14	120	173
222	0	1	15	278	5	47	346	11	217	299
224	0	0	9	202	0	20	231	4	171	200
225	0	0	0	0	0	21	21	20	94	125
226	0	1	5	108	148	37	299	46	100	151

CENTRAL PLAZA

D.T.O.	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
227	0	0	14	78	40	22	154	3	120	130
228	0	0	12	170	65	22	269	5	185	200
229	0	0	12	113	57	19	201	3	145	160
246	0	0	0	0	0	33	33	6	164	190
247	0	0	0	0	0	60	60	12	146	185
266	0	0	3	132	142	28	305	26	140	190
267	0	1	14	161	211	49	435	58	154	225
268	0	4	20	133	109	48	314	25	140	170
269	0	0	7	60	73	33	173	18	96	110
270	0	0	10	47	82	65	204	7	95	150
271	0	0	10	247	13	14	284	10	198	264
278	0	1	17	107	33	13	171	15	130	140
279	0	0	16	157	62	17	252	1	165	185
280	1	0	4	52	193	26	282	13	93	110
281	0	3	14	99	49	14	179	120	115	147
282	1	1	11	169	189	31	402	10	170	223
283	0	1	7	170	264	66	508	11	185	259
284	0	0	12	141	156	35	344	6	145	190
287	0	1	9	273	6	12	301	75	255	305
289	0	0	11	212	0	6	229	76	175	246
290	0	0	12	196	1	14	233	68	175	229
291	0	0	10	200	0	8	218	69	165	231
292	0	0	1	249	0	12	262	50	190	265
318	0	0	5	94	115	24	238	3	100	127
319	0	1	1	50	9	24	85	25	110	128
320	0	1	16	139	126	37	319	12	162	170
321	0	0	6	60	38	37	141	15	115	140
322	0	0	11	83	116	34	244	6	145	165
323	0	0	1	79	128	29	237	16	78	108
324	0	1	5	104	109	30	249	12	90	148
325	0	0	11	192	77	48	328	0	175	226
326	0	0	16	133	0	5	154	0	102	149
330	0	2	13	92	64	29	200	1	115	125
332	0	0	8	82	75	23	188	1	95	107
334	0	1	4	84	53	25	167	3	83	101
335	0	0	15	95	56	24	190	4	120	141
345	1	1	5	211	128	32	378	14	160	261
346	0	0	6	316	10	41	373	2	250	326
347	1	0	7	65	179	19	271	3	65	128
348	0	0	5	249	85	62	401	11	170	233
349	0	0	10	145	304	19	478	30	110	226
350	0	0	13	147	80	24	254	6	145	168
351	0	1	1	163	0	5	170	86	130	191
352	0	0	10	281	0	6	297	2	240	292
353	0	1	3	264	2	19	289	40	205	281
354	0	0	4	209	11	15	239	21	175	223
355	0	0	6	260	0	2	288	13	210	290
356	0	0	8	154	0	5	167	49	125	177
357	0	0	0	159	0	2	161	14	125	163
358	0	0	5	134	172	29	340	8	125	193
359	0	0	4	274	0	11	289	14	200	282
360	3	2	10	153	0	5	173	56	130	185
361	0	0	11	144	0	39	194	69	140	176
362	0	0	3	56	132	16	207	3	70	100
366	0	0	0	176	0	8	184	0	105	176
367	0	0	2	168	0	4	174	0	97	170
368	0	0	1	203	1	15	220	2	118	205
369	0	0	2	218	0	16	237	7	135	223

CENTRAL PLAZA

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
370	0	0	7	102	282	38	429	75	115	216
7001	0	0	0	0	0	0	0	2500	100	750
7002	0	0	0	180	0	0	180	0	160	180
7003	0	0	0	0	0	0	0	685	250	450
8001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8003	0	0	7	1233	0	35	1275	61	540	1259
8013	0	0	1	946	0	35	982	55	610	963
8016	0	0	0	2	1	30	33	217	55	67
8022	0	0	0	0	0	0	0	101	0	30
8026	0	0	0	0	0	0	0	150	0	45
8027	0	0	16	164	458	83	741	165	149	387
8046	0	0	1	38	400	35	474	160	40	297
8047	0	0	3	184	555	47	769	135	60	394
8048	0	0	2	69	0	3	74	5	54	71
8049	0	0	0	163	0	2	165	87	90	189
8052	0	0	0	10	72	22	104	1200	17	392
8053	0	0	4	156	637	50	847	130	70	390
8054	0	0	1	86	168	20	296	30	65	152
8055	0	0	0	927	35	15	977	1014	650	1242
8057	0	0	0	2	56	3	61	100	8	49
8058	0	0	1	6	113	5	125	130	19	80
8059	0	0	1	19	223	13	256	125	22	125
8060	0	0	0	0	0	0	0	274	0	83
8061	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
8062	0	0	0	0	0	0	0	513	0	154
8063	0	0	2	65	145	26	258	28	75	122
8064	0	0	0	131	0	0	131	67	60	151
8065	0	0	0	68	557	29	654	480	55	379
8066	0	0	0	140	0	0	140	0	125	140
8067	0	0	0	0	0	0	0	150	0	45
9044	0	0	0	3	2	6	11	0	7	11
TOTAL	60	117	1230	20918	12481	4045	38851	11749	21190	31375

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Plaza

CENTRAL SAN MIGUEL

OTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
16	3	27	22	123	0	29	204	4	212	220
17	47	30	32	7	5	27	148	25	201	240
18	9	12	3	58	0	34	116	2	161	190
23	3	24	100	62	1	9	199	20	190	195
24	14	31	63	29	0	12	149	14	184	220
29	0	1	15	260	0	17	293	1	235	276
30	0	0	5	238	0	15	258	0	195	243
31	0	0	12	230	0	56	298	0	210	242
32	0	0	0	0	0	1	1	0	139	150
46	7	29	76	45	0	8	165	8	186	197
48	74	65	10	9	1	32	191	8	224	240
60	12	68	59	6	0	8	153	8	159	175
61	15	30	61	1	0	14	211	15	226	255
62	7	61	96	23	6	8	201	16	198	220
63	13	50	51	39	0	22	175	12	180	220
67	8	13	23	75	45	52	216	22	180	210
68	60	65	72	17	1	1	216	8	229	240
69		3	25	159	17	6	210	30	193	230
73	1	13	49	31	1	23	118	10	110	132
74	3	18	74	95	3	53	246	18	220	246
75	2	41	181	8	0	14	246	23	244	260
76	1	3	21	100	77	5	207	13	159	200
77	0	8	24	97	29	99	257	21	172	215
79	9	36	127	64	38	12	286	108	220	280
80	47	46	12	10	0	13	128	14	140	180
81	16	21	18	36	0	18	107	9	105	120
85	2	18	78	218	122	52	488	245	240	424
86	0	6	96	132	60	30	324	15	245	257
87	2	21	52	136	1	8	220	21	195	218
88	0	1	21	148	5	0	175	19	161	177
89	0	2	104	300	1	19	426	12	340	410
90	0	1	13	133	0	47	194	6	155	175
91	0	13	89	46	0	13	161	13	130	152
92	5	5	31	180	2	12	236	68	235	265
93	5	31	90	5	0	1	132	14	134	159
94	8	37	73	15	1	7	141	13	140	175
95	1	12	76	188	0	9	286	7	260	320
96	8	44	128	3	0	8	191	20	189	214
97	28	32	75	8	0	9	152	75	169	195
98	0	2	30	136	176	45	389	18	179	200
99	41	32	25	3	0	2	103	25	142	174
100	30	38	45	3	0	1	117	33	139	150
101	32	47	61	12	0	5	157	48	185	210
104	2	1	9	96	82	41	231	87	155	175
105	2	1	13	89	100	38	243	48	145	185
106	2	5	18	125	22	21	193	43	196	230
107	2	31	93	42	13	5	186	19	184	195
119	20	16	36	32	40	9	153	46	145	160
120	0	0	5	269	0	16	290	0	225	274
121	0	1	15	119	23	14	172	180	160	190
128	36	18	7	18	1	9	89	54	114	220
129	2	51	38	6	0	0	97	5	108	120
130	0	0	0	30	0	27	57	3	48	50
131	2	5	69	357	31	19	483	162	210	420
132	3	7	18	66	61	12	167	16	114	117
133	42	51	30	8	0	4	135	32	157	185
134	22	32	21	35	0	20	130	23	138	145
135	9	37	8	6	0	0	60	25	85	99

CENTRAL SAN MIGUEL

OTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
136	29	10	17	10	44	2	112	345	91	183
137	0	4	13	77	124	22	240	615	100	250
138	0	0	0	6	0	3	11	0	44	65
143	0	1	28	260	175	9	473	111	280	375
146	0	6	5	105	56	26	198	18	127	135
147	3	10	16	139	23	1	192	21	165	215
148		7	9	232	3	2	253	103	160	233
149	0	1	20	420	5	7	453	44	260	371
150	3	12	19	134	185	19	372	24	187	270
151	3	10	56	133	81	47	330	30	220	235
152	0	3	37	196	0	4	240	27	234	288
153	0	2	11	287	0	18	318	8	195	302
154	0	1	9	176	0	1	187	1	160	186
156			22	262	101	25	410	214	180	326
157	15	26	49	310	62	14	476	165	280	406
158	0	0	0	0	0	2	2	36	24	35
159	0	0	0	0	0	5	5	45	24	45
160	0	0	0	0	0	4	4	25	26	52
161	0	0	0	0	0	32	32	0	47	65
162	13	16	40	14	2	2	67	135	75	124
163	2	2	2	2	1	3	12	300	65	98
164	15	24	43	53	10	5	150	80	170	195
165			23	172	67	7	269	20	165	199
166		1	12	221	199	7	440	49	170	264
167	6	1	9	82	73	8	179	57	100	170
171	0	0	0	0	0	45	45	0	39	50
173	17	0	1	0	0	1	19	41	35	65
174	0	3	22	170	0	11	206	34	150	205
176	2	6	25	220	130	9	392	60	180	266
177			7	231	10	3	251	61	120	213
178			4	80		0	84		60	98
180	1	13	26	9	1	2	52	26	50	57
181	0	0	0	0	0	1	1	0	29	30
182	0	0	0	0	0	36	36	0	54	60
188	0	0	9	177	39	24	249	35	170	208
189			11	101	50	23	185	15	106	150
190	0	0	15	107	1	1	124	13	114	126
193	25	20	6	49	0	14	114	28	115	125
197	5	7	24	0	0	1	37	243	115	210
198	0	0	0	0	0	1	1	200	20	60
199	15	3	7	1	0	1	27	91	45	53
7001	0	0	85	0	0	1	66	0	80	100
7002	0	0	0	0	0	0	0	646	150	550
7005	0	0	0	0	0	0	0	2500	200	750
8006	0	0	0	0	0	2	2	450	60	135
8007	0	0	0	6	12	1	19	88	6	36
8008	0	0	0	0	0	1	1	0	3	5
8009	0	0	0	0	0	1	1	0	5	5
8010	0	0	0	0	0	1	1	0	5	5
8014	0	3	0	8	0	1	12	209	25	74
8015	4	14	39	238	423	62	780	370	213	533
8016	0	4	10	59	311	10	394	525	50	324
8018	6	11	21	122	0	6	166	100	125	170
8024	0	0	0	0	0	0	0	1730	650	1055
8025	2	1	0	3	3	0	9	609	4	189
8026	0	3	7	9	2	14	35	75	44	56
8027	0	0	2	303	0	5	310	5	220	306
8028	1	1	6	53	304	19	384	368	50	263

CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
8029	1	1	1	3	6	0	12	528	9	166
8030	8	4	5	8	24	1	50	180	41	86
8031	0	0	0	20	229	15	264	320	8	185
8037	0	8	11	139	377	33	568	190	60	328
8039	0	0	5	67	38	0	110	0	11	83
8040	1	4	54	14	10	1	84	311	120	169
8042	0	0	3	21	29	4	57	112	20	62
8043	5	1	6	89	384	18	503	363	32	306
8045	0	0	1	912	0	42	955	38	740	925
8047	0	0	0	23	41	8	72	80	17	59
8048				395		4	399	55	140	335
8049	0	0	0	0	0	0	0	460	0	138
8054	0	4	12	3	0	1	20	215	110	150
8055	0	0	0	0	0	0	0	350	0	105
8056	0	4	7	252	1075	37	1375	307	100	678
8057			3	121	2	0	126	23	75	130
8058	0	0	0	425	0	3	428	2530	100	1184
8059	0	0	0	0	0	0	0	1785	0	535
8061	0	2	2	17	13	8	42	273	17	106
8062	0	2	6	24	14	4	50	160	40	84
8063	0	1	3	54	117	4	179	52	40	100
8064			2	47	230	3	282	97	32	140
8065				18	127	0	145	404	6	180
8066			2	36	281	4	323	203	18	176
8067				18	105	0	123	64	13	68
8068						0	0	320	2	100
8070	0	0	0	21	106	9	136	44	15	86
8073	0	0	0	1181	0	6	1187	0	900	1181
TOTAL	839	1600	3624	13933	6670	1868	28534	22273	19840	31674

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central San Miguel

CENTRAL GINERES

DTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
43	0	5	31	204	0	10	250	5	246	255
44	0	4	42	146	0	51	243	1	239	250
45	0	1	6	260	0	21	288	1	278	290
59	0	3	7	124	0	5	139	2	135	150
61	1	2	24	138	0	7	172	21	152	180
62	0	0	24	245	0	15	284	4	265	280
76	1	8	35	150	0	5	199	12	179	200
77	0	2	21	104	0	6	133	10	128	140
83	0	2	27	283	0	25	337	21	260	320
84	0	0	32	270	0	45	347	72	270	330
85	0	0	68	123	0	12	203	1	172	200
108	0	1	8	148	12	14	183	15	90	135
109	0	2	9	95	42	4	152	13	60	122
112	2	1	6	66	39	6	120	26	75	95
113	0	0	0	0	0	197	197	0	130	160
8011	0	0	12	655	0	13	680	210	430	730
8012	1	1	4	108	60	9	203	68	50	160
8013	0	0	0	16	276	4	296	143	18	141
8017	0	0	4	1023	2	9	1038	559	500	1195
8018	0	0	4	1973	0	30	2007	61	450	1955
8019	0	0	0	240	0	0	240	0	120	240
8020	0	0	0	2	1	2	5	20	1	9
8021	0	0	0	0	0	1	1	15	1	5
TOTAL	5	32	364	6373	452	491	7717	1280	4249	7583

Inventario de viviendas y Pronóstico de demanda
Central Ginerés

CENTRAL YAXKIN

DTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
23	1	3	11	329	219	118	681	260	255	430
24	0	3	18	180	136	49	366	15	193	246
31	0	4	23	116	12	23	178	0	129	150
32	0	1	21	166	134	43	365	34	159	205
33	0	0	36	131	6	23	196	2	167	193
42	0	1	7	120	34	31	193	1	130	150
43	0	0	12	94	79	20	205	2	127	143
44	1	1	47	171	48	18	286	1	207	235
45	1	0	9	106	30	22	168	0	106	126
46	0	0	6	70	28	77	181	0	132	150
47	0	0	7	82	30	18	137	0	98	115
48	0	0	10	140	76	32	258	0	155	185
49	1	2	16	87	50	21	177	0	114	150
50	2	2	20	107	73	33	237	27	136	160
51	1	1	30	86	40	27	185	8	116	165
52	1	0	4	230	229	51	515	60	195	321
53	0	1	4	185	60	27	277	35	130	218
54	0	1	32	180	0	15	228	0	190	213
55	0	0	53	119	0	10	182	0	145	172
56	0	0	67	375	0	51	496	60	376	460
57	1	1	27	167	0	31	226	0	170	195
58	1	6	16	234	8	55	320	58	230	270
59	0	2	24	218	8	8	258	19	220	250
65	0	3	12	147	30	33	230	4	134	175
66	0	2	11	127	97	22	259	4	145	175
68	0	1	24	150	11	18	204	1	136	170
69	2	3	21	81	1	13	121	5	110	120
70	0	0	6	524	0	28	558	0	440	530
71	0	0	1	254	0	19	274	0	200	255
72	0	0	2	256	0	19	277	0	200	258
73	0	0	22	623	667	121	1433	135	200	686
74	0	0	0	32	109	7	148	43	27	78
75	0	2	17	202	229	69	519	4	180	250
76	0	3	19	143	31	17	213	14	130	160
80	0	0	25	174	46	12	257	0	165	220
81	1	8	210	2	2	14	234	23	200	220
82	1	8	256	2	16	16	282	55	245	256
83	0	3	18	283	6	14	324	19	245	320
84	1	15	344	4	32	32	395	54	340	360
87	0	0	15	84	38	23	160	3	100	140
88	0	0	9	178	75	26	288	15	152	178
90	0	0	4	262	0	17	283	0	214	266
91	0	0	2	242	0	9	253	1	190	245
92	1	0	5	123	342	31	502	325	90	330
93	0	3	6	99	285	41	434	70	94	194
98	1	7	407			20	434		360	400
99	1	5	285			19	309		260	285
100	1	5	256			15	276		245	255
102	0	0	4	68	29	23	124	10	92	110
103	3	30	444	143		38	658	133	390	471
105	0	0	5	195	0	11	211	0	165	200
106	0	0	8	304	4	23	339	19	280	320
107	0	0	8	239	0	18	265	0	221	250
112	1	394				16	410	20	360	390
116	1	2	15	69	42	8	137	2	80	99
117	0	1	11	27	45	32	116	52	87	110
120						1	1		20	60
121			2	275	33	15	325	29	160	241
124	0	1	21	90	61	18	191	3	125	155

CENTRAL YAXKIN

DTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
125	0	0	3	242	70	33	348	40	150	278
126	0	0	15	93	0	9	117	40	90	120
127	0	0	25	171	0	18	214	0	155	196
128	0	0	12	120	0	11	143	0	100	132
129	0	0	22	282	0	21	325	0	240	304
130	0	0	10	116	0	16	142	1	90	126
131			3	159	1	7	170	38	140	160
132	0	0	2	196	0	13	211	3	150	199
133	0	0	3	282	29	11	325	21	265	300
134	0	0	1	182	14	6	203	11	170	200
135	0	0	4	267	2	23	296	9	245	275
136	0	0	0	215	0	26	241	0	195	215
139	0	0	3	120	28	14	165	17	110	137
140	0	0	0	0	0	34	34	0	22	34
4013	0	1	37	151	18	22	229	0	228	242
4044	0	0	2	46	5	19	72	0	110	122
4045	0	0	18	69	37	52	176	1	120	150
4053	0	0	15	117	173	61	356	3	220	255
4055	2	1	19	149	71	29	271	5	225	270
4065	0	0	11	99	56	33	199	2	168	205
4083	0	0	10	109	230	34	473	26	205	285
4114	0	0	8	100	60	21	189	0	120	160
4115	0	0	0	0	0	1	1	0	155	185
4116	0	0	9	130	106	31	276	3	155	175
4144	0	0	5	172	69	38	284	0	180	215
4155	0	0	21	154	106	47	328	40	165	218
7001								3000	170	900
7002	0	0	0	0	0	0	0	0	400	800
7003	0	0	0	0	0	0	0	0	650	1200
7004	0	0	0	0	0	0	0	0	280	500
8001	0	1	6	118	116	48	289	39	58	171
8002	6	1	7	206	166	32	418	122	140	306
8003	0	1	1	57	276	9	344	197	35	190
8004	0	0	0	1669	29	40	1938	58	1300	1521
8005	0	0	0	456	0	15	471	2	360	450
8009	0	0	0	10	106	3	119	110	25	73
8010	0	0	2	33	0	9	44	149	10	73
8011	0	4	11	152	346	22	535	170	40	300
8013	0	1	7	320	452	81	871	100	150	496
8015				260		4	264	88	235	260
8016	1	1	11	182	819	100	1114	112	105	439
8017			5	160	775	50	990	230	90	434
8018			2	110	606	41	759	150	80	318
8019	1	1	1	133	850	53	1038	148	80	407
8020			5	63	662	40	770	320	40	350
8021		1	4	28	547	26	606	383	30	306
8022				6	132	7	145	210	12	107
8023			4	50	453	34	541	355	30	286
8024	0	0	1	50	237	11	299	248	20	196
8025	6	9	39	266	493	84	897	521	110	625
8026	0	0	0	3	114	20	137	760	0	265
8035	0	0	3	718	0	33	754	45	550	740
TOTAL	28	78	1243	20621	11894	3046	36910	9402	19935	30884

Tabla 5.9 Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Yaxkin

ANEXO B

ANEXO B

INVERSION DE CABLE

Para el cálculo de inversión de cables es necesario conocer los siguientes elementos :

- 1.- Red Total de Aumento
- 2.- Distancia del distrito a la central

Para encontrar el primer elemento es necesario conocer la red existente que tiene cada distrito y las demandas 1995 y 2000.

Las ampliaciones se darán en dos etapas, teniendo que la primera etapa satisficará las necesidades de la demanda al año 1995, y la segunda etapa satisficará la demanda al año 2000, con lo que tendríamos.

Aumentos de Red

Cálculo

Primera etapa

Demanda 1995 - Red existente

Segunda etapa

Demanda 2000 - Red exist. - Red 1er. etapa

Estos aumento se dan en múltiplo de 50 pares de red.

La suma de aumentos de la primera y segunda etapa da como resultado el aumento total de red.

Para determinar las distancias entre la central y cada distrito, es necesario conocer la ubicación de las cajas de distribución, siendo estas cajas los lugares donde se rematan los pares de red principal.

En el caso de zonas no distritadas se consideró el punto medio de la zona como el lugar donde se ubicaría la caja del distrito.

Cabe mencionar que las distancia son sobre rutas de canalización de los cables existentes.

Una vez determinadas las ampliaciones de red y las distancias a la central, se calcula el costo de la inversión del cable, mediante la siguiente formula :

Inversión = Ampliacion total X Distancia a X Costo del
de Cable de red la central Par-Metro

ANEXO B

En donde el costo del Par-Metro esta dado por las siguientes relaciones de distancia:

	distancia < 4300 mtos --->	80 pesos/par-mto
4300 mtos <	distancia < 6600 mtos --->	117 pesos/par-mto
	distancia > 6600 mtos --->	161 pesos/par-mto

Las cifras aquí presentadas están dadas en millones de pesos.

CENTRAL PLAZA

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO DE RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PAR/MTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a	2a				
19	200	48	12	82	97	0	0	0	4650	117	0 00
20	200	185	153	150	175	0	0	0	2958	87	0 00
52	250	154	2	115	130	0	0	0	3156	80	0
53	250	334		240	260	0	50	50	3230	80	13
55	200	269	3	235	250	50	0	50	1950	60	8
74	350	202	1	175	200	0	0	0	1685	80	0 00
75	150	161		145	160	0	50	50	2030	80	a
82	200	256	85	195	220	0	50	50	3660	80	15 44
84	200	211	2	180	190	0	0	0	2370	80	0
86	200	377	54	215	274	50	50	100	2798	80	22 38
87	100	53	54	135	155	50	0	50	8983	161	72 31
88	100	17	17	107	120	0	50	50	12217	161	98 35
89	200	453	5	234	276	50	50	100	2945	80	23 56
100	150	158	397	165	250	50	100	150			
102	150	345	10	225	250	100	0	100	2830	80	23
104	250	435	6	255	275	50	0	50	3580	80	14
106	150	398	6	245	265	100	50	150	3980	80	48
106	150	437	7	205	260	50	100	150	4380	117	77
118	200	459	21	265	290	100	0	100	3600	80	29
119	200	256	4	170	200	0	0	0	2450	80	0
130	150	289		200	220	50	50	100	3220	80	21
131	200	232	2	200	220	0	50	50	2430	80	10
132	200	253	5	200	220	0	50	50	2160	80	3
134	250	154	3	185	210	0	0	0	4140	80	0 00
139	200	136	10	110	135	0	0	0	3352	80	0 00
140	150	307	6	146	175	0	50	50	3121	80	12 48
141	150	329	6	139	180	0	50	50	3727	80	14 91
142	150	355	13	170	233	50	50	100	3223	80	25 78
144	150	550	550	180	427	50	250	300	3330	80	79 92
147	200	352	3	174	242	0	50	50	4927	117	28 82
148	150	44	70	159	175	0	50	50	5666	117	34 32
150	150	166	1	110	125	0	0	0	1950	80	0
161	100	71	0	118	130	50	0	50	7979	161	64 23
163	200	480	16	235	265	50	50	100	2850	80	23
166	150	278	2	125	163	0	50	50	3245	80	12 98
167	100	174	7	115	123	50	0	50	3217	80	12 87
171	150	253	8	140	165	0	50	50	4422	117	25 87
187	150	231	37	175	232	50	50	100	4740	117	55 46
188	150	364	13	160	206	50	0	50	3576	80	14 30
189	100	179	0	84	107	0	0	0	3000	80	0 00
196	150	292	4	140	170	0	50	50	3980	80	16
197	200	206	6	155	170	0	0	0	3030	80	0
198	100	362	6	165	212	100	50	150	4350	117	76
199	150	396	4	230	248	100	0	100	4050	80	32
200	100	304	8	180	200	100	0	100	3900	80	31
201	150	431	4	190	240	50	50	100	2662	80	21 30
202	250	329	18	205	230	0	0	0	2538	80	0 00
203	150	184	4	115	140	0	0	0	2185	80	0 00
204	50	48	25	59	68	50	0	50	8090	161	65 12
217	150	298	3	120	167	0	50	50	4177	80	16 71
218	100	347	56	135	211	50	100	150	4017	80	48 20
219	100	316	20	135	214	50	100	150	3443	80	41 32
220	150	305	36	88	162	0	50	50	4572	117	26 75
221	100	282	14	120	173	50	50	100	4112	80	32 90
222	150	346	11	217	299	100	50	150	3651	80	43 81
224	150	231	4	171	200	50	0	50	10628	161	85 56
225	100	21	20	94	125	0	50	50	9384	161	75 54

CENTRAL PLAZA

DYO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO DE RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PARAMTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
220	150	299	46	100	151	0	0	0	4150	80	0.00
227	100	154	3	120	130	50	0	50	3130	80	13
228	100	269	5	185	200	100	0	100	3630	80	29
229	150	201	3	145	100	0	50	50	1900	80	8
245	150	33	6	164	190	50	0	50	9885	161	79.57
247	150	60	12	146	165	0	50	50	8195	161	65.97
266	100	395	26	140	190	50	50	100	5330	117	62.36
267	150	435	58	154	225	50	50	100	5066	117	59.27
268	150	314	25	140	170	0	50	50	3433	80	13.73
269	100	173	18	95	110	0	50	50	5296	117	30.98
270	100	204	7	95	150	0	50	50	6150	117	35.98
271	100	284	10	198	264	100	100	200	6537	161	213.71
278	100	171	15	130	140	50	0	50	2520	80	10
279	100	252	1	165	165	100	0	100	2650	80	21
280	100	282	13	99	110	0	50	50	3100	80	12.40
281	50	179	120	115	147	100	0	100	4690	117	54.67
282	100	402	10	170	223	100	50	150	3250	80	39
283	150	508	11	165	259	50	100	150	4150	80	50
284	100	344	6	145	190	50	50	100	4550	117	53
287	50	301	75	255	305	250	0	250	4430	117	129.58
289	100	229	76	175	246	100	50	150	5372	117	94.28
290	100	233	68	175	229	100	50	150	5205	117	91.35
291	100	218	69	165	231	100	50	150	5899	117	103.53
292	50	262	50	190	265	150	100	250	6520	117	190.71
318	100	238	3	100	127	0	50	50	4150	80	17
319	100	85	25	110	128	50	0	50	5280	117	30.89
320	100	319	12	162	170	100	0	100	2988	80	23.90
321	100	141	15	115	140	50	0	50	4302	117	25.17
322	100	244	6	145	165	50	50	100	2984	80	23.87
323	50	237	16	78	108	50	50	100	4648	117	54.38
324	100	249	12	90	146	0	50	50	3917	80	15.67
325	150	328	0	175	226	50	50	100	5726	117	68.99
326	100	154	0	102	149	0	50	50	6603	161	53.15
330	150	200	1	115	125	0	0	0	2250	80	0
332	100	188	1	95	107	0	0	0	3250	80	0
334	100	167	3	83	101	0	0	0	3350	80	0
335	100	190	4	120	141	50	0	50	2298	80	9.19
345	150	378	14	160	261	50	100	150	4712	117	62.70
346	150	373	2	220	326	100	100	200	4251	80	68.02
347	50	271	0	65	128	50	50	100	3945	80	31.56
348	150	401	11	170	233	50	50	100	4660	117	54.52
349	100	478	30	110	226	50	100	150	4310	117	75.64
350	100	264	6	145	168	50	50	100	4080	80	33
351	100	170	86	130	191	50	50	100	6908	161	111.22
352	200	297	2	240	292	50	50	100	5610	117	65.64
353	150	289	40	205	281	50	100	150	5945	117	104.33
354	150	239	21	175	223	50	50	100	5659	117	66.21
355	200	288	13	210	290	50	50	100	5336	117	62.43
356	100	167	49	125	177	50	50	100	5370	117	62.63
357	100	161	14	125	163	50	50	100	5234	117	61.24
358	100	340	8	125	193	50	50	100	4477	117	52.38
359	150	289	14	200	282	50	100	150	6972	161	168.37
360	200	173	56	130	165	0	0	0	5946	117	0.00
361	150	194	69	140	176	0	50	50	5650	117	33.05
362	100	207	3	70	100	0	0	0	3255	80	0.00
366	100	184	0	105	176	0	100	100	8000	161	128.80
367	50	174	0	97	170	50	100	150	8200	161	198.03

CENTRAL PLAZA

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO DE RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PAR/MTO	INVERSIÓN CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
368	100	220	2	118	205	50	50	100	8400	161	135.24
369	150	237	7	135	223	0	100	100	8600	161	138.46
370	150	429	75	115	216	0	100	100	8800	161	141.68
7001	0	0	2500	100	750	100	650	750	11200	161	1352.40
7002	0	180	0	160	180	200	0	200	5500	117	128.70
7003	0	0	685	250	450	250	200	450	5580	117	293.79
8001	0	0	0	0	0	0	0	0			
8003	0	1275	61	540	1259	550	700	1250	12400	161	2495.50
8013	0	982	55	610	963	650	350	1000	10300	161	1658.30
8016	0	33	217	55	67	50	50	100	7850	161	126.39
8022	0	0	101	0	30	0	50	50	5900	117	34.52
8026	0	0	150	0	45	0	50	50	6450	117	37.73
8027	0	741	165	149	387	150	250	400	7892	161	508.24
8046	0	474	160	40	207	50	150	200	10384	161	334.36
8047	0	789	135	80	394	100	300	400	3051	117	236.39
8048	0	74	5	54	71	50	50	100	5423	117	63.45
8049	0	165	87	90	189	100	100	200	5750	117	134.56
8052	0	104	1200	17	392	50	350	400	11300	161	727.72
8053	0	847	130	70	350	100	300	400	8500	117	294.84
8054	0	295	30	65	152	100	50	150	5182	117	90.94
8055	0	977	1014	650	1242	650	600	1250	5560	117	813.15
8057	0	61	100	8	49	0	50	50	5950	117	34.81
8058	0	125	130	19	80	50	50	100	12600	161	202.86
8059	0	256	125	22	125	50	100	150	8600	161	207.69
8060	0	0	274	0	83	0	100	100	4900	117	57.33
8061	0	1	0	0	0	0	0	0	8750	161	0.00
8062	0	0	513	0	154	0	150	150	5730	117	100.56
8063	0	258	28	75	122	100	50	150	5800	117	101.79
8064	0	131	67	80	151	100	50	150	6150	117	101.93
8065	0	654	460	55	379	50	350	400	6300	117	294.84
8066	0	140	0	125	140	150	0	150	5900	117	103.55
8067	0	0	150	0	45	0	50	50	9100	161	73.26
9044	0	11	0	7	11	0	0	0	9500	161	0.00

TOTAL	16250	38851	11749	21190	31375	8250	9900	18150
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------	--------------

15779.64

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Plaza

CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PARMTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
16	300	204	4	212	220	0	0	0	2991	80	0.00
17	200	148	25	201	240	0	50	50	2039	80	8.16
18	150	116	2	161	190	50	0	50	1832	80	7.33
23	0	199	20	190	195	200	0	200	2950	80	47.20
24	0	149	14	184	220	200	50	250	1900	80	38.00
29	200	293	1	235	276	50	50	100	6423	117	75.15
30	150	258	0	195	243	50	50	100	8247	117	73.09
31	250	298	0	210	242	0	0	0	5971	117	0.00
32	150	1	0	139	150	0	0	0	6130	117	0.00
46	250	165	8	186	190	0	0	0	3005	80	0.00
48	250	191	38	224	240	0	0	0	2793	80	0.00
60	150	153	8	159	175	0	50	50	2605	80	10.42
61	300	211	15	226	255	0	0	0	2397	80	0.00
62	150	201	16	158	220	50	50	100	2071	80	16.57
63	200	175	12	180	220	0	50	50	1867	80	7.47
67	200	216	22	180	240	0	50	50	2550	80	10.24
68	250	216	8	229	240	0	0	0	2618	80	0.00
69	200	210	30	153	230	0	50	50	2800	80	11.20
73	0	118	10	110	132	150	0	150	2200	80	26.40
74	0	246	16	220	246	250	0	250	2400	80	48.00
75	250	246	23	244	260	0	50	50	3340	80	13.36
76	150	207	13	159	200	50	0	50	3643	80	14.57
77	150	257	21	172	215	50	50	100	4278	80	34.21
79	150	286	108	220	280	100	50	150	1904	80	22.85
80	150	128	14	140	180	0	50	50	3000	80	12.00
81	200	107	9	105	120	0	0	0	3233	80	0.00
85	100	488	245	240	424	150	200	350	2561	80	71.71
86	200	324	15	245	257	50	0	50	2390	80	9.56
87	150	220	21	195	218	50	50	100	2958	80	23.66
88	150	175	19	161	177	50	0	50	2798	80	11.19
89	150	426	12	340	410	200	100	300	3215	80	77.16
90	150	194	6	155	175	0	50	50	3011	80	12.04
91	100	161	13	130	152	50	0	50	2984	80	11.94
92	100	235	68	235	265	150	50	200	3583	80	57.33
93	150	132	14	134	159	0	0	0	4126	80	0.00
94	150	141	13	140	175	0	50	50	3910	80	15.64
95	200	286	7	250	320	100	50	150	4165	80	49.98
96	200	191	20	189	214	0	50	50	3739	80	14.96
97	150	152	75	169	195	50	0	50	3073	80	12.29
98	200	389	18	179	200	0	0	0	3665	80	0.00
99	150	103	25	142	174	0	50	50	3858	80	15.43
100	150	117	33	139	150	0	0	0	4087	80	0.00
101	200	157	48	185	210	0	50	50	4390	117	25.68
104	100	231	87	155	175	50	50	100	2226	80	17.81
105	100	243	48	145	185	50	57	100	1883	80	15.06
106	0	193	43	196	230	200	50	250	2150	80	43.00
107	0	186	19	184	195	200	0	200	2400	80	38.40
119	200	153	46	145	160	0	0	0	4079	80	0.00
120	200	290	0	225	274	50	50	100	5578	117	65.26
121	150	172	160	160	190	50	0	50	6556	117	38.35
128	0	89	54	114	220	150	100	250	2700	80	54.00
129	100	97	5	108	120	0	50	50	2894	80	11.58
130	50	57	3	48	50	0	0	0	2833	80	0.00
131	100	483	162	210	420	150	200	350	4457	117	182.51
132	50	167	16	114	117	100	0	100	2330	80	18.64
133	150	135	32	157	185	0	50	50	3064	80	12.28
134	150	130	23	138	145	0	0	0	3384	80	0.00
135	100	60	25	85	99	0	0	0	4610	117	0.00

CENTRAL SAN MIGUEL

DFO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PAR/MTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
136	50	112	345	91	183	50	100	150	5115	117	89.77
137	100	240	615	100	250	0	150	150	6136	117	107.69
138	50	11	0	44	65	0	50	50	4647	117	27.18
143	100	473	111	280	375	200	100	300	2971	80	71.30
146	100	198	18	127	135	50	0	50	3000	80	12.00
147	100	192	21	165	215	100	50	150	3300	80	39.60
148	100	253	103	180	233	100	50	150	4315	117	75.73
149	150	453	44	260	371	150	100	250	5068	117	148.24
150	100	372	24	187	270	100	100	200	4074	80	65.18
151	150	330	30	220	235	100	0	100	1791	80	14.33
152	100	240	27	234	288	150	50	200	4333	117	101.39
153	150	318	8	195	302	50	100	150	4978	117	87.36
154	100	187	1	160	186	100	0	100	4928	117	57.65
155	100	410	214	180	326	100	150	250	3865	80	77.30
157	150	476	185	280	406	150	100	250	3965	80	79.30
158	50	2	36	24	35	0	0	0	9625	161	0.00
159	50	5	45	24	45	0	0	0	9123	161	0.00
160	50	4	25	26	52	0	0	0	8603	161	0.00
161	50	32	0	47	65	0	50	50	2500	80	10.00
162	100	87	135	75	124	0	50	50	2762	80	11.05
163	100	12	300	65	98	0	0	0	2897	80	0.00
164	100	150	80	170	195	100	0	100	3850	80	30.80
165	100	269	20	165	199	100	0	100	4629	117	54.16
166	50	440	49	170	264	150	100	250	4951	117	144.82
167	100	179	57	100	170	0	100	100	3147	80	25.18
171	0	45	0	39	50	50	0	50	3434	80	13.74
173	50	19	41	35	65	0	50	50	3327	80	13.31
174	100	206	34	150	205	50	50	100	3258	80	26.06
176	150	392	60	180	266	50	100	150	4860	117	85.29
177	50	251	61	120	213	100	100	200	5458	117	127.72
178	50	84	0	80	98	50	0	50	2671	80	10.68
180	50	52	26	50	57	0	0	0	3150	80	0.00
181	50	1	0	28	30	0	0	0	5610	117	0.00
182	50	36	0	54	60	0	50	50	2943	80	11.77
188	150	249	35	170	208	50	0	50	2822	80	11.29
189	50	185	15	106	150	50	50	100	3961	80	31.68
190	100	124	13	114	126	50	0	50	3251	80	13.00
193	0	114	28	115	125	150	0	150	3812	80	45.74
197	0	37	243	115	210	150	100	250	3297	80	65.94
198	0	1	200	20	60	50	50	100	3697	80	29.58
199	0	27	91	45	53	50	0	50	5515	117	32.26
7001	0	86	0	80	100	100	0	100	4700	117	54.99
7002	0	0	646	150	550	150	400	550	4250	80	187.00
7005	0	0	2500	200	750	200	550	750	4300	80	258.00
8006	0	2	450	60	135	100	50	150	4400	117	77.22
8007	0	19	88	6	38	0	50	50	5500	117	32.18
8008	0	1	0	3	5	0	0	0	5900	117	0.00
8009	0	1	0	5	5	0	0	0	6150	117	0.00
8010	0	1	0	5	5	0	0	0	6250	117	0.00
8014	0	12	209	25	74	50	50	100	5400	117	63.18
8015	0	780	370	213	533	250	300	550	5750	117	370.01
8016	0	394	525	50	324	50	300	350	6300	117	257.99
8018	0	166	100	125	170	150	50	200	5750	117	134.55
8024	0	0	1730	650	1055	650	400	1050	4350	117	534.40
8025	0	9	609	4	189	0	200	200	4150	80	66.40
8026	0	35	75	44	56	50	0	50	7600	161	81.18
8027	0	310	5	220	306	250	50	300	4800	117	168.48
8028	0	384	368	50	263	50	250	300	6500	117	228.15

CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	DST. A CTL.	COSTO PAR/MTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
8029	0	12	528	9	166	0	200	200	9300	161	299.46
8030	0	50	180	41	86	50	50	100	4000	80	32.00
8031	0	264	320	8	185	0	200	200	9600	161	309.12
8037	0	568	190	60	328	100	250	350	5200	117	212.94
8039	0	110	0	11	83	50	50	100	4100	80	32.80
8040	0	84	311	120	169	150	50	200	2350	80	37.60
8042	0	57	112	20	62	50	50	100	3200	80	25.60
8043	0	503	363	32	308	50	250	300	4000	80	96.00
8045	0	955	38	740	925	750	200	950	4500	117	500.18
8047	0	72	80	17	59	50	0	50	6300	117	36.86
8049	0	399	55	140	335	150	200	350	5450	117	223.16
8049	0	0	460	0	138	0	150	150	4750	117	63.36
8054	0	20	215	110	150	150	0	150	3100	80	37.20
8055	0	0	350	0	105	0	100	100	4100	80	32.80
8056	0	1375	307	100	678	100	600	700	5900	117	483.21
8057	0	126	23	75	130	100	50	150	4950	117	86.87
8058	0	428	2530	100	1184	100	1100	1200	6000	117	842.40
8059	0	0	1785	0	535	0	550	550	4600	117	296.01
8061	0	42	273	17	106	50	50	100	5100	117	59.67
8062	0	50	160	40	84	50	50	100	4100	80	32.80
8063	0	179	52	40	100	50	50	100	5000	117	58.50
8064	0	282	97	32	140	50	100	150	5500	117	96.53
8065	0	145	404	6	180	50	150	200	5800	117	135.72
8066	0	323	203	18	176	50	150	200	6000	117	140.40
8067	0	123	64	13	66	50	50	100	6200	117	72.54
8068	0	0	320	2	100	0	100	100	6500	117	76.05
8070	0	136	44	15	66	50	50	100	5800	117	67.86
8073	0	1187	0	900	1181	900	300	1200	5950	117	835.38
TOTAL	11700	28534	22273	19840	31674	10850	11650	22500			10966.52

Inversión de cable para atención de la demanda
Central San Miguel

CENTRAL GINERES

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
43	300	250	5	246	255	0	0	0	2616	80	0.00
44	250	243	1	239	250	0	0	0	2443	80	0.00
45	250	288	1	278	290	50	0	50	2813	80	11.25
59	150	139	2	135	150	0	0	0	3036	80	0.00
61	200	172	21	152	180	0	0	0	2865	80	0.00
62	250	284	4	265	290	50	0	50	2932	80	11.73
76	100	193	12	179	200	100	0	100	3127	80	25.02
77	100	133	10	128	140	50	0	50	3277	80	13.11
83	200	337	21	260	320	100	50	150	3415	80	40.98
84	100	347	72	270	330	200	50	250	3456	80	69.12
85	150	203	1	172	200	50	0	50	3330	80	13.32
108	0	183	15	90	135	100	50	150	2600	80	31.20
109	0	152	13	60	122	100	50	150	2400	80	28.80
112	0	120	26	75	95	100	0	100	2800	80	22.40
113	0	197	0	130	160	150	50	200	2850	80	45.60
8011	0	660	210	430	730	450	300	750	3600	80	216.00
8012	0	203	68	50	160	50	150	200	3400	80	54.40
8013	0	296	143	18	141	50	100	150	3800	60	45.60
8017	0	1038	559	500	1196	500	700	1200	3600	80	345.60
8018	0	2007	61	450	1995	450	1550	2000	3800	60	608.00
8019	0	240	0	120	240	150	100	250	4200	117	122.85
8020	0	5	20	1	9	0	0	0	4500	60	0.60
8021	0	1	15	1	-5	0	0	0	4800	80	0.00

TOTAL	2060	7717	1280	4249	7583	2700	3150	5850
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

1704.97

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Ginerés

CENTRAL YAXKIN

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PARAMTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a	2a.				
23	150	681	260	255	430	100	200	300	4945	117	173.57
24	150	386	15	193	246	50	50	100	2000	80	16.00
31	150	178	0	129	150	0	0	0	2230	80	0.00
32	150	365	34	159	205	0	100	100	2834	80	22.67
33	150	196	2	157	193	0	50	50	2660	80	10.64
42	150	193	1	130	150	0	0	0	3099	80	0.00
43	150	205	2	127	143	0	0	0	2705	80	0.00
44	200	286	1	207	235	0	50	50	2921	80	11.68
45	100	168	0	106	126	0	50	50	3242	80	12.97
46	200	181	0	132	150	0	0	0	3789	80	0.00
47	150	137	0	98	115	0	0	0	4039	80	0.00
48	200	258	0	155	185	0	0	0	4291	80	0.00
49	200	177	0	114	150	0	0	0	2460	80	0.00
50	200	237	27	130	160	0	0	0	4418	117	0.00
51	100	185	8	116	165	50	50	100	4778	117	55.90
52	150	515	60	195	321	50	150	200	3113	80	49.81
53	100	277	35	130	218	50	100	150	3408	80	40.90
54	150	228	0	190	213	50	50	100	3482	80	27.94
55	100	182	0	145	172	50	50	100	3627	80	29.02
56	200	496	60	376	460	200	100	300	3956	80	92.54
57	150	226	0	170	195	50	0	50	4207	80	16.83
58	150	320	58	230	270	100	50	150	3739	80	44.87
59	150	268	19	220	250	100	0	100	4077	80	32.62
65	150	230	4	134	175	0	50	50	4873	117	28.51
66	150	259	4	145	175	0	50	50	4018	80	16.06
68	150	204	1	136	170	0	50	50	4510	117	26.38
69	100	121	5	110	120	50	0	50	3532	80	14.13
70	200	558	0	440	530	250	100	350	3712	80	103.94
71	100	274	0	200	255	100	50	150	3868	80	46.42
72	100	277	0	200	258	100	50	150	4148	80	49.78
73	100	1433	135	200	886	100	700	800	4194	80	268.42
74	50	148	43	27	78	0	50	50	4484	117	26.23
75	100	519	4	190	250	100	50	150	4320	117	75.82
76	100	213	14	130	160	50	50	100	4210	80	33.68
80	150	257	0	165	220	50	50	100	3691	80	29.53
81	100	234	23	200	220	100	50	150	4872	117	85.50
82	150	282	55	245	256	100	0	100	4294	80	34.35
83	150	324	19	245	320	100	100	200	5000	117	117.00
84	200	395	54	340	360	150	50	200	4307	117	100.78
87	100	160	3	100	140	0	50	50	2560	80	10.24
88	150	288	15	152	178	0	50	50	2733	80	10.93
90	100	283	0	214	266	150	50	200	4235	80	67.76
91	100	253	1	190	245	100	50	150	4022	80	48.26
92	100	502	325	90	330	0	250	250	3587	80	71.74
93	50	434	70	94	194	50	100	150	1000	80	12.00
98	100	434		360	400	300	0	300	4662	117	163.64
99	100	309		260	285	200	0	200	4879	117	114.17
100	100	276		245	255	150	0	150	5059	117	89.49
102	100	124	10	92	110	0	50	50	3023	80	12.09
103	150	658	133	390	471	250	100	350	4300	60	120.40
105	100	211	0	165	200	100	0	100	3489	80	27.91
106	200	339	19	280	320	100	50	150	2417	60	29.00
107	200	265	0	221	250	50	0	50	1800	80	7.20
112	100	410	20	360	390	250	50	300	4140	80	99.36
116	100	137	2	80	99	0	0	0	5138	117	0.00
117	100	116	52	87	110	0	50	50	2239	80	8.96
120	50	1		20	60	0	50	50	3810	80	15.24
121	100	325	29	160	241	100	50	150	3794	80	45.53
124	150	191	3	125	155	0	0	0	5146	117	0.00
125	100	348	40	150	278	50	150	200	3429	80	54.86

CENTRAL YAXKIN

DTO	RED EXIST	VIVEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PAR/PMTO	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.				
126	100	117	40	90	120	0	50	50	3522	80	14.09
127	100	214	0	155	196	50	50	100	3818	80	30.54
128	50	143	0	100	132	50	50	100	4517	117	52.85
129	150	325	0	240	304	100	50	150	4424	117	77.64
130	100	142	1	90	126	0	50	50	4487	117	26.25
131	100	170	38	140	160	50	50	100	4694	117	54.92
132	100	211	3	150	199	50	50	100	3841	80	30.73
133	150	325	21	265	300	150	0	150	3609	80	43.31
134	100	203	11	170	200	100	0	100	3389	80	27.11
135	150	296	9	245	275	100	50	150	3159	80	37.91
136	100	241	0	195	215	100	50	150	3039	80	36.47
139	50	165	17	110	137	100	0	100	3229	80	25.83
140	100	34	0	22	34	0	0	0	3250	80	0.00
4013	200	229	0	228	242	50	0	50	1913	80	7.65
4044	100	72	0	110	122	50	0	50	2859	80	11.44
4045	100	176	1	120	150	50	0	50	2189	80	8.76
4053	150	356	3	220	255	100	0	100	3074	80	24.59
4055	150	271	5	225	270	100	50	150	2073	80	24.88
4065	150	199	2	168	205	50	0	50	2476	80	9.90
4083	150	473	26	205	285	50	100	150	3578	80	42.94
4114	100	189	0	120	160	50	50	100	2421	80	19.37
4115	150	1	0	155	165	0	50	50	2398	80	9.59
4116	100	276	3	155	175	50	50	100	3106	80	24.85
4144	100	284	0	180	215	100	50	150	3360	80	40.32
4155	150	328	40	165	218	50	50	100	4124	80	32.99
7001	0		3000	170	900	200	700	900	4300	80	309.60
7001	0	0	0	400	800	400	400	800	3800	80	243.20
7002	0	0	0	650	1200	650	550	1200	4000	80	384.00
7003	0	0	0	280	500	300	200	500	4500	117	263.25
8001	0	289	39	58	171	50	150	200	5050	117	118.17
8002	0	418	122	140	306	150	150	300	5200	117	182.52
8003	0	344	197	35	190	50	150	200	2000	80	32.00
8004	0	1938	58	1300	1521	1300	250	1550	2200	80	272.80
8005	0	471	2	360	450	350	100	450	2500	80	90.00
8009	0	119	110	25	73	50	50	100	2300	80	18.40
8010	0	44	149	10	73	50	50	100	2450	80	19.60
8011	0	535	170	40	300	50	250	300	4050	80	97.20
8013	0	871	100	150	496	150	350	500	5150	117	301.28
8015	0	264	88	235	260	250	50	300	5200	117	182.52
8016	0	1114	112	105	438	100	350	450	5300	117	279.05
8017	0	990	230	90	434	100	350	450	4800	117	252.72
8018	0	759	150	80	318	100	250	350	5300	117	217.04
8019	0	1038	148	80	407	100	300	400	5500	117	257.40
8020	0	770	320	40	350	50	300	350	6300	117	257.99
8021	0	606	383	30	306	50	250	300	6500	161	313.95
8022	0	145	210	12	107	0	100	100	5600	117	65.52
8023	0	541	355	30	286	50	250	300	6000	117	210.60
8024	0	299	248	20	196	50	150	200	5900	117	138.06
8025	0	897	521	110	625	150	500	650	6000	117	456.30
8026	0	137	760	0	265	0	300	300	5850	117	205.34
8035	0	754	45	550	740	550	200	750	6000	161	966.00
TOTAL	10900	36910	9402	19635	30884	10800	11150	21950			9552.66

Tabla 5.10 Inversión de cable para la atención de la demanda Central Yaxkin

ANEXO C

ANEXO C

INVENTARIOS DE VIVIENDAS

Las viviendas son clasificadas de acuerdo a los metros cuadrados de construcción, denominándolos con los siguientes niveles socioeconómicos :

Nivel Socioeconómico	Metros de Construcción
A	M2 > 220
B	170 < M2 < 220
C	120 < M2 < 170
D	70 < M2 < 120
E	M2 < 70

Dentro del rubro de COMERCIOS quedan incluidos desde los pequeños comercios hasta las industrias consideradas pesadas, dando como resultado que la suma de todas ellas el total de viviendas dentro del distrito o zona no distritada.

Con esta información se calcula la demanda al año 1995, tomando las siguientes consideraciones en cuanto a los porcentaje de penetración de viviendas:

Nivel Socioeconómico	% de Penetración de vivienda
A	100 - 150
B	80 - 100
C	80 - 100
D	60 - 80
E	30
COMERCIOS	30 - 50

Esta variación de penetración de viviendas se debe al tipo de grupo al que pertenece el distrito; esto es, que de acuerdo a la agrupación de la viviendas se le asigna una clasificación de grupo al distrito.

La suma de las multiplicaciones de las viviendas de acuerdo a su nivel socioeconómico por su respectivo porcentaje de penetración nos dá como resultado la demanda 1995.

Para el cálculo de la demanda al año 2000, el procedimiento es similar, con dos variantes.

1.- Se consideran baldíos, ya que se espera una transformación de estos en viviendas.

2.- Los porcentajes de penetración se incrementan.

ANEXO C

Con estas variantes los porcentajes para el cálculo de la demanda 2000 estaría dado por:

Nivel Socioeconómico	% de Penetración viviendas
A	150 - 200
B	100 - 150
C	100 - 150
D	80 - 100
E	30 - 50
COMERCIOS	50 - 70
BALDIOS	30

Al igual que para la demanda 1995, la suma de las multiplicaciones de los niveles socioeconómico por su respectivo porcentaje de penetración, dá como resultado la demanda al año 2000.

CONCENTRADOR XOCLAN VS. CENTRAL PLAZA

DFO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
86	0	2	20	207	97	51	377	54	215	274
89	0	2	19	201	175	56	453	5	234	276
142	0	0	20	198	104	33	355	13	170	253
166	0	0	15	111	122	30	278	2	125	163
167	0	1	13	97	34	29	174	7	115	123
219	0	1	14	159	112	30	316	20	135	214
220	0	1	9	92	164	39	305	36	88	162
221	0	0	13	130	86	53	282	14	120	173
222	0	1	15	278	5	47	346	11	217	293
324	0	1	5	104	109	30	249	12	90	146
345	1	1	5	211	128	32	378	14	160	261
348	0	0	6	316	13	41	373	2	250	326
347	1	0	7	65	179	19	271	3	65	128
7002	0	0	0	180	0	0	180	0	160	180
8032	0	0	0	0	0	0	0	101	0	30
8036	0	0	0	0	0	0	0	150	0	45
8047	0	0	3	184	555	47	789	135	80	394
8053	0	0	4	156	637	50	847	130	70	390
8054	0	0	1	86	188	20	295	30	65	152
8055	0	0	0	927	35	15	977	1014	650	1242
8057	0	0	0	2	56	3	61	100	8	49
8062	0	0	0	0	0	0	0	513	0	154
8064	0	0	0	131	0	0	131	67	80	151
8065	0	0	0	68	557	29	654	480	55	379
TOTAL	2	10	169	3903	3353	654	8091	2913	3157	5964

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Xoclan

CONCENTRADOR ITZAES VS. CENTRAL PLAZA

DFO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
87	0	0	0	2	0	51	53	54	135	155
88	0	0	0	0	0	17	17	17	107	120
148	0	0	0	5	3	36	44	70	159	175
161	0	0	0	0	0	71	71	0	118	130
224	0	0	9	202	0	20	231	4	171	200
225	0	0	0	0	0	21	21	20	94	125
246	0	0	0	0	0	33	33	6	164	190
247	0	0	0	0	0	60	60	12	146	185
7001	0	0	0	0	0	0	0	2500	100	750
8003	0	0	7	1233	0	35	1275	61	540	1259
8013	0	0	1	946	0	35	982	55	610	963
8046	0	0	1	38	400	35	474	160	40	207
8062	0	0	0	10	72	22	104	1200	17	392
8058	0	0	1	6	113	5	125	130	19	60
8059	0	0	1	19	223	11	256	125	22	125
8067	0	0	0	0	0	0	0	150	0	45
TOTAL	0	0	20	2461	811	454	3746	4564	2442	5101

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Itzaes

CONCENTRADOR XCALACHEN VS. CENTRAL PLAZA

DFO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
52	0	0	5	70	38	41	154	2	115	130
53	0	0	16	168	82	68	334		240	260
55	0	0	21	190	25	33	269	3	235	250
75	0	0	28	96	8	29	161		145	160
84	0	0	25	129	38	19	211	2	160	190
102	0	0	14	211	94	26	345	10	225	250
104	0	0	16	207	143	69	435	6	255	275
105	0	2	9	208	125	54	398	6	245	265
106	0	1	15	212	159	50	437	7	205	260
118	2	5	14	234	150	54	459	21	265	290
119	0	1	10	138	76	31	256	4	170	200
130	0	1	15	184	61	28	289		200	220
131	0	0	15	172	80	25	292	2	200	220
132	0	2	21	165	39	26	253	5	200	220
150	0	3	5	98	43	17	166	1	110	125
163	1	0	12	199	230	38	480	16	235	265
196	0	0	5	137	101	49	292	4	140	170
197	0	0	17	127	46	16	206	6	155	170
198	0	0	15	173	148	26	362	6	165	212
199	0	1	14	219	120	42	396	4	230	248
200	0	0	15	148	110	31	304	8	180	200
227	0	0	14	78	40	22	154	3	120	130
228	0	0	12	170	65	22	269	5	165	200
229	0	0	12	113	57	19	201	3	145	160
278	0	1	17	107	33	13	171	15	130	140
279	0	0	16	157	62	17	252	1	165	185
282	1	1	11	169	189	31	402	10	170	223
283	0	1	7	170	264	66	508	11	185	259
284	0	0	12	141	156	35	344	6	145	190
318	0	0	5	94	115	24	238	3	100	127
330	0	2	13	92	64	29	200	1	115	125
332	0	0	8	82	75	23	188	1	95	107
334	0	1	4	84	53	25	167	3	83	101
350	0	0	13	147	80	24	264	6	145	168
TOTAL	4	22	451	5089	3169	1122	9857	181	5878	6695

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Xcalachen

CONCENTRADOR SAMBULA VS. CENTRAL PLAZA

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
18	0	0	2	10	12	24	48	12	82	97
20	0	0	16	80	67	32	185	153	150	175
74	0	2	25	138	16	19	202	1	175	200
82	0	2	15	78	119	42	256	85	195	220
134	0	2	18	73	46	55	194	3	185	210
139	0	0	10	56	40	30	136	10	110	135
144	0	1	14	210	261	64	550	550	180	427
171	0	1	6	122	88	36	253	8	140	165
201	1	0	12	140	233	45	431	4	190	240
202	0	1	29	143	121	35	329	18	205	230
203	0	1	9	96	52	26	184	4	115	140
226	0	1	5	108	148	37	299	46	100	151
266	0	0	3	132	142	28	305	26	140	190
267	0	1	14	161	211	48	435	58	154	225
268	0	4	20	133	109	48	314	25	140	170
280	1	0	4	52	199	26	282	13	99	110
281	0	3	14	99	49	14	179	120	115	147
287	0	1	9	273	6	12	301	75	255	305
319	0	1	1	50	9	24	85	25	110	128
320	0	1	16	139	126	37	319	12	162	170
321	0	0	6	60	38	37	141	15	115	140
322	0	0	11	83	116	34	244	6	145	165
323	0	0	1	79	128	29	237	16	78	108
335	0	0	15	95	56	24	190	4	120	141
348	0	0	5	249	85	62	401	11	170	233
349	0	0	10	145	304	19	478	30	110	226
7003	0	0	0	0	0	0	0	685	250	450
8046	0	0	2	69	0	3	74	5	54	71
8060	0	0	0	0	0	0	0	274	0	83
8063	0	0	2	85	145	26	258	28	75	122
8066	0	0	0	140	0	0	140	0	125	140
TOTAL	2	22	294	3298	2918	916	7450	2322	4244	5714

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Sambula

CONCENTRADOR LA CEIBA VS. CENTRAL PLAZA

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
100	49	58	25	25	0	1	158	397	165	250
8001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	49	58	25	25	0	1	158	397	165	250

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central La Ceiba

CONCENTRADOR CANEK VS. CENTRAL PLAZA

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
140	0	0	19	115	132	41	307	6	146	175
141	0	0	12	123	144	50	329	6	133	180
147	0	0	13	194	115	30	352	0	174	242
187	0	0	7	212	6	6	231	37	175	232
188	0	1	13	140	159	51	364	13	160	206
189	0	0	10	75	73	21	179	0	84	107
204	0	0	0	0	0	48	48	25	59	68
217	0	0	8	121	122	47	298	3	120	167
218	0	0	8	135	172	32	347	56	135	211
269	0	0	7	60	73	33	173	18	96	110
270	0	0	10	47	82	65	204	7	95	150
271	0	0	10	247	13	14	284	10	198	264
289	0	0	11	212	0	6	229	76	175	246
290	0	0	12	196	1	24	233	68	175	229
291	0	0	10	200	0	8	218	69	165	231
292	0	0	1	249	0	12	262	50	190	265
325	0	0	11	192	77	48	328	0	175	226
326	0	0	16	133	0	5	154	0	102	149
351	0	1	1	163	0	5	170	86	130	191
352	0	0	10	281	0	6	297	2	240	282
353	0	1	3	264	2	19	289	40	205	281
354	0	0	4	209	11	15	239	21	175	223
355	0	0	6	280	0	2	288	13	210	290
356	0	0	8	154	0	5	167	49	125	177
357	0	0	0	159	0	2	161	14	125	163
358	0	0	5	134	172	29	340	8	125	193
359	0	0	4	274	0	11	289	14	200	282
360	3	2	10	153	0	5	173	56	130	165
361	0	0	11	144	0	39	194	69	140	178
362	0	0	3	56	132	16	207	3	70	100
366	0	0	0	176	0	8	184	0	105	176
367	0	0	2	168	0	4	174	0	97	170
368	0	0	1	203	1	15	220	2	118	205
369	0	0	2	219	0	16	237	7	135	223
370	0	0	7	102	282	38	429	75	115	216
8016	0	0	0	2	1	30	33	217	55	67
8027	0	0	16	184	458	83	741	165	149	387
8049	0	0	0	163	0	2	165	87	90	189
8061	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
9044	0	0	0	3	2	6	11	0	7	11
TOTAL	3	5	271	6142	2230	898	9549	1372	5309	7652

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Canek

CONCENTRADOR BRISAS VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
85	2	18	76	218	122	52	488	245	240	424
86	0	6	96	132	60	30	324	15	245	257
87	2	21	52	136	1	8	220	21	195	218
88	0	1	21	148	5	0	175	19	161	177
89	0	2	104	300	1	19	426	12	340	410
90	0	1	13	133	0	47	194	6	155	175
91	0	13	89	46	0	13	161	13	130	152
143	0	1	28	260	175	9	473	111	280	375
153	0	2	11	287	0	18	318	8	195	302
154	0	1	9	176	0	1	187	1	160	186
174	0	3	22	170	0	11	206	34	150	205
180	1	13	26	9	1	2	52	26	50	57
181	0	0	0	0	0	1	1	0	28	30
190	0	0	15	107	1	1	124	13	114	126
8007	0	0	0	6	12	1	19	88	6	36
8008	0	0	0	0	0	1	1	0	3	5
8009	0	0	0	0	0	1	1	0	5	5
8010	0	0	0	0	0	1	1	0	5	5
8028	1	1	6	53	304	19	384	368	50	263
8047	0	0	0	23	41	8	72	80	17	59
8056	0	4	7	252	1075	37	1375	307	100	678
8058	0	0	0	425	0	3	428	2530	100	1184
8070	0	0	0	21	106	9	136	44	15	66
8073	0	0	0	1181	0	6	1187	0	900	1181
TOTAL	6	87	575	4083	1904	298	6953	3941	3644	6576

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Brisas

CONCENTRADOR CORDEMEX VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
29	0	1	15	260	0	17	293	1	235	276
30	0	0	5	238	0	15	258	0	195	243
31	0	0	12	230	0	56	298	0	210	242
32	0	0	0	0	0	1	1	0	139	150
120	0	0	5	269	0	16	290	0	225	274
121	0	1	15	119	23	14	172	160	160	190
138	0	0	0	8	0	3	11	0	44	65
158	0	0	0	0	0	2	2	36	24	35
159	0	0	0	0	0	5	5	45	24	45
160	0	0	0	0	0	4	4	25	26	52
8014	0	3	0	8	0	1	12	209	25	74
8015	4	14	39	238	423	62	780	370	213	533
8016	0	4	10	59	311	10	394	525	50	324
8026	0	3	7	9	2	14	35	75	44	58
8029	1	1	1	3	6	0	12	528	9	166
8031	0	0	0	20	229	15	264	320	8	185
TOTAL	5	27	109	1461	994	235	2831	2294	1631	2910

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Cordemex

CONCENTRADOR CHUBURNA VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
69		3	25	159	17	6	210	30	193	230
76	1	3	21	100	77	5	207	13	159	200
77	0	8	24	97	29	99	257	21	172	215
98	0	2	30	136	176	45	389	18	179	200
131	2	5	69	357	31	19	483	162	210	420
137	0	4	13	77	124	22	240	615	100	250
146	0	6	5	105	56	26	198	18	127	135
147	3	10	16	139	23	1	192	21	165	215
148		7	9	232	3	2	253	103	180	233
149	0	1	20	420	5	7	453	44	260	371
150	3	12	19	134	185	19	372	24	187	270
156			22	262	101	25	410	214	180	326
157	15	26	49	310	62	14	476	165	280	406
165			23	172	67	7	269	20	165	199
166		1	12	221	199	7	440	49	170	264
176	2	6	25	220	130	9	392	60	180	266
177			7	231	10	3	251	61	120	213
178			4	80		0	84		80	98
189			11	101	50	23	185	15	106	150
8018	6	11	21	122	0	6	166	100	125	170
8042	0	0	3	21	29	4	57	112	20	62
8043	5	1	6	89	384	18	503	363	32	303
8048				395		4	399	55	140	335
8057			3	121	2	0	126	23	75	130
8063	0	1	3	54	117	1	179	52	40	100
8064			2	47	230	3	282	97	32	140
8065				18	127	0	145	404	6	180
8066			2	36	281	4	323	203	18	176
8067				18	105	0	123	64	13	66
8068						0	0	320	2	100
TOTAL	37	107	444	4474	2620	382	8064	3446	3716	6428

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Chuburna

CONCENTRADOR MONTEJO VS.CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
16	3	27	22	123	0	29	204	4	212	220
17	47	30	32	7	5	27	148	25	201	240
18	9	12	3	58	0	34	116	2	161	190
23	3	24	100	62	1	9	199	20	190	195
24	14	31	63	29	0	12	149	14	184	220
46	7	29	76	45	0	8	165	8	186	190
48	74	65	10	9	1	32	191	38	224	240
67	8	13	23	75	45	52	216	22	180	210
68	60	65	72	17	1	1	216	8	229	240
73	1	13	49	31	1	23	118	10	110	132
74	3	18	74	95	3	53	246	16	220	246
79	9	38	127	64	38	12	286	108	220	280
80	47	46	12	10	0	13	128	14	140	180
81	16	21	16	36	0	18	107	9	105	120
99	41	32	25	3	0	2	103	25	142	174
100	30	38	45	3	0	1	117	33	139	150
101	32	47	61	12	0	5	157	48	185	210
106	2	5	18	125	22	21	193	43	196	230
107	2	31	93	42	13	5	186	19	184	195
119	20	16	36	32	40	9	153	46	145	160
128	36	18	7	18	1	9	89	54	114	220
132	3	7	18	66	61	12	167	16	114	117
133	42	51	30	8	0	4	135	32	157	185
134	22	32	21	35	0	20	130	23	138	145
135	9	37	8	6	0	0	60	25	85	99
136	29	10	17	10	44	2	112	345	91	183
151	3	10	56	133	81	47	330	30	220	235
161	0	0	0	0	0	0	32	0	47	65
162	13	16	40	14	2	2	87	135	75	124
163	2	2	2	2	1	3	12	300	65	98
167	6	1	9	82	73	8	179	57	100	170
171	0	0	0	0	0	45	45	0	39	50
173	17	0	1	0	0	1	19	41	35	65
182	0	0	0	0	0	36	36	0	54	60
193	25	20	6	49	0	14	114	28	115	125
197	5	7	24	0	0	1	37	243	115	210
198	0	0	0	0	0	1	1	200	20	60
199	15	3	7	1	0	1	27	91	45	53
8030	8	4	5	8	24	1	50	180	41	86
8039	0	0	5	67	38	0	110	0	11	83
8040	1	4	54	14	10	1	84	311	120	169
8049	0	0	0	0	0	0	0	460	0	138
8054	0	4	12	3	0	1	20	215	110	150
8055	0	0	0	0	0	0	0	350	0	105
TOTAL	664	825	1279	1394	505	607	5274	3650	5464	7019

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Montejo

CONCENTRADOR PINOS VS.CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
60	12	68	59	6	0	8	153	8	159	175
61	15	80	101	1	0	14	211	15	226	255
62	7	61	96	23	6	8	201	16	198	220
63	13	50	51	39	0	22	175	12	180	220
75	2	41	181	8	0	14	246	23	244	260
92	5	5	31	180	2	12	235	68	235	265
93	5	31	90	5	0	1	132	14	134	159
94	8	37	73	15	1	7	141	13	140	175
95	1	12	76	188	0	9	286	7	260	320
96	8	44	128	3	0	8	191	20	189	214
97	28	32	75	8	0	9	152	75	169	195
104	2	1	9	96	82	41	231	87	155	175
105	2	1	13	89	100	38	243	48	145	185
129	2	51	38	6	0	0	37	5	108	120
130	0	0	0	30	0	27	57	3	48	50
152	0	3	37	196	0	4	240	27	234	288
164	15	24	43	53	10	5	150	80	170	195
188	0	0	9	177	39	24	249	35	170	208
7001	0	0	85	0	0	1	86	0	60	100
7002	0	0	0	0	0	0	0	646	150	550
7005	0	0	0	0	0	0	0	2500	200	750
8006	0	0	0	0	0	2	2	450	60	135
8024	0	0	0	0	0	0	0	1730	650	1065
8025	2	1	0	3	3	0	9	609	4	189
8027	0	0	2	303	0	5	310	5	220	306
8037	0	8	11	139	377	33	568	190	60	328
8045	0	0	1	912	0	42	955	38	740	825
8059	0	0	0	0	0	0	0	1785	0	535
8061	0	2	2	17	13	8	42	273	17	106
8062	0	2	6	24	14	4	50	160	40	84
TOTAL	127	554	1217	2521	647	346	5412	8942	5385	6742

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Pinos

CONCENTRADOR CHENKU VS. GINERES

DTO	A	B	C	D	E	COMERCIOS	VIVIENDAS	BALDIOS	DEMANDA	
									1995	2000
43	0	5	31	204	0	10	250	5	246	255
44	0	4	42	146	0	51	243	1	239	250
45	0	1	6	269	0	21	288	1	278	290
59	0	3	7	124	0	5	134	2	135	150
61	1	2	24	138	0	7	172	21	152	180
62	0	0	24	245	0	15	284	4	265	280
76	1	8	35	150	0	5	199	12	179	200
77	0	2	21	104	0	6	133	10	128	140
83	0	2	27	283	0	25	337	21	260	320
84	0	0	32	270	0	45	347	72	270	330
85	0	0	68	123	0	12	203	1	172	200
108	0	1	8	148	12	14	183	15	90	135
109	0	2	9	95	42	4	152	13	60	172
112	2	1	6	66	39	6	120	26	75	95
113	0	0	0	0	0	197	197	0	130	160
8011	0	0	12	655	0	13	660	210	430	730
8012	1	1	4	108	80	9	203	68	50	160
8013	0	0	0	16	276	4	296	143	18	141
8017	0	0	4	1023	2	9	1038	559	500	1196
8018	0	0	4	1973	0	30	2007	61	450	1995
8019	0	0	0	240	0	0	240	0	120	240
8020	0	0	0	2	1	2	5	20	1	9
8021	0	0	0	0	0	1	1	15	1	5
TOTAL	5	32	364	6373	452	491	7717	1280	4249	7583

Inventario de viviendas y Pronóstico de demanda
Concentrador Chenku

CONCENTRADOR MAYAPAN VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
31	0	4	23	116	12	23	178	0	129	150
32	0	1	21	166	134	43	365	34	159	205
33	0	0	36	131	6	23	196	2	157	193
42	0	1	7	120	34	31	193	1	139	150
43	0	0	12	94	79	20	205	2	127	143
44	1	1	47	171	48	18	286	1	207	235
45	1	0	9	106	30	22	168	0	108	126
46	0	0	6	70	28	77	181	0	132	150
47	0	0	7	82	30	18	137	0	98	115
48	0	0	10	140	76	32	258	0	155	185
49	1	2	16	87	50	21	177	0	114	150
50	2	2	20	107	73	33	237	27	136	160
51	1	1	30	86	40	27	165	8	116	165
65	0	3	17	147	30	33	230	4	134	175
66	0	2	11	127	97	22	259	4	145	175
68	0	1	24	150	11	18	204	1	136	170
69	2	3	21	81	1	13	121	5	110	120
75	0	2	17	202	21	69	519	4	190	250
78	0	3	19	143	31	17	213	14	130	160
80	0	0	25	174	46	12	257	0	165	220
87	0	0	15	84	38	23	160	3	100	140
88	0	0	9	178	75	26	288	15	152	178
102	0	0	4	68	29	23	124	10	82	110
116	1	2	15	63	42	8	137	2	80	99
124	0	1	21	90	61	18	191	3	125	155
4013	0	1	37	151	18	22	228	0	228	242
4044	0	0	2	46	5	19	72	0	110	122
4045	0	0	18	89	37	52	176	1	120	150
4053	0	0	15	117	173	51	356	3	220	255
4055	2	1	19	149	71	29	271	5	225	270
4065	0	0	11	99	56	33	199	2	168	205
4114	0	0	8	100	60	21	189	0	120	160
4115	0	0	0	0	0	1	1	0	155	165
4116	0	0	9	130	106	31	276	3	155	175
4144	0	0	5	172	69	38	284	0	180	215
TOTAL	11	31	566	4022	1925	967	7522	154	5006	6038

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Mayapan

CONCENTRADOR SANTA ISABEL VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
83	0	3	18	283	6	14	324	19	245	320
8025	6	9	39	266	493	84	897	521	110	625
8035	0	0	3	718	0	33	754	45	550	740
TOTAL	6	12	60	1267	499	131	1975	585	905	1685

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Santa Isabel

CONCENTRADOR PACABTUN VS. CENTRAL YAXKIN

DFO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
24	0	3	18	180	136	49	386	15	193	246
52	1	0	4	230	229	51	515	60	195	321
53	0	1	4	185	60	27	277	35	130	218
54	0	1	32	180	0	15	228	0	190	213
55	0	0	53	119	0	10	182	0	145	172
56	0	0	67	375	0	54	496	60	376	460
57	0	1	27	167	0	31	226	0	170	195
70	0	0	6	524	0	28	558	0	440	530
71	0	0	1	254	0	19	274	0	200	255
72	0	0	2	256	0	19	277	0	200	258
73	0	0	22	623	667	121	1433	135	200	886
74	0	0	0	32	109	7	148	43	27	78
90	0	0	4	262	0	17	283	0	214	266
91	0	0	2	242	0	9	253	1	190	245
92	1	0	5	123	342	31	502	325	90	330
106	0	0	5	195	0	11	211	0	165	200
117	0	1	11	27	45	32	116	52	87	110
125	0	0	3	242	70	33	348	40	150	278
126	0	0	15	93	0	9	117	40	90	120
127	0	0	25	171	0	18	214	0	155	196
128	0	0	12	120	0	11	143	0	100	132
129	0	0	22	282	0	21	325	0	240	304
130	0	0	10	116	0	16	142	1	90	126
132	0	0	2	196	0	13	211	3	150	199
133	0	0	3	282	29	11	325	21	265	300
134	0	0	1	182	14	6	203	11	170	200
135	0	0	4	267	2	23	296	9	245	275
136	0	0	0	215	0	26	241	0	195	215
139	0	0	3	120	28	14	165	17	110	137
140	0	0	0	0	0	34	34	0	22	34
4063	0	0	10	199	230	34	473	26	205	285
4155	0	0	21	154	106	47	328	40	165	218
8001	0	1	6	118	116	48	289	39	58	171
8002	6	1	7	206	166	32	418	122	140	306
8013	0	1	7	320	462	81	871	100	150	496
8024	0	0	1	50	237	11	299	248	20	196
8026	0	0	0	3	114	20	137	760	0	265
TOTAL	8	10	415	7310	3162	1039	11944	2203	5932	9436

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Pacabtun

CONCENTRADOR VERGEL VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
23	1	3	11	329	219	118	681	260	255	430
58	1	6	16	234	8	55	320	58	230	270
59	0	2	24	218	6	8	258	19	220	250
93	0	3	6	99	285	41	434	70	94	194
106	0	0	8	304	4	23	339	19	280	320
107	0	0	8	239	0	18	265	0	221	250
7002	0	0	0	0	0	0	0	0	400	800
7003	0	0	0	0	0	0	0	0	650	1200
7004	0	0	0	0	0	0	0	0	280	500
8003	0	1	1	57	276	9	344	197	35	190
8004	0	0	0	1869	29	40	1938	58	1300	1521
8005	0	0	0	456	0	15	471	2	360	450
8009	0	0	0	10	106	3	119	110	25	73
8010	0	0	2	33	0	9	44	149	10	73
8011	0	4	11	152	346	22	535	170	40	300
TOTAL	2	19	87	4000	1279	361	5748	1112	4400	5821

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Vergel

CONCENTRADOR XLUCH VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	A	B	C	D	E	COMER- CIOS	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA	
									1995	2000
81			8	210	2	14	234	23	200	220
82			8	256	2	16	282	55	245	256
84			15	344	4	32	395	54	340	360
98			7	407		20	434		360	400
99			5	285		19	309		260	285
100			5	256		15	276		245	255
103		3	30	444	143	38	658	133	390	471
112				394		16	410	20	360	390
120						1	1		20	60
121			2	275	33	15	325	29	160	241
131			3	159	1	7	170	38	140	160
7001								3000	170	900
8015				260		4	264	88	235	260
8016	1	1	11	182	819	100	1114	112	105	438
8017			5	160	775	50	990	230	90	434
8018			2	110	606	41	759	150	80	318
8019		1	1	133	850	53	1038	148	80	407
8020			5	63	662	40	770	320	40	350
8021		1	4	28	547	26	606	383	30	306
8022			6	132	7	7	145	210	12	107
8023			4	50	453	34	541	355	30	286
TOTAL	1	6	115	4022	5029	548	9721	5348	3592	6904

Inventario de viviendas y pronóstico de demanda
Central Xluch

ANEXO D

ANEXO D

INVERSION DE CABLE

Para el cálculo de inversión de cables es necesario conocer los siguientes elementos :

- 1.- Red Total de Aumento
- 2.- Distancia del distrito a la central

Para encontrar el primer elemento es necesario conocer la red existente que tiene cada distrito y las demandas 1995 y 2000.

Las ampliaciones se darán en dos etapas, teniendo que la primera etapa satisficará las necesidades de la demanda al año 1995, y la segunda etapa satisficará la demanda al año 2000, con lo que tendríamos.

Aumentos de Red	Cálculo
Primera etapa	Demanda 1995 - Red existente
Segunda etapa	Demanda 2000 - Red exist. - Red 1er. etapa

Estos aumento se dan en múltiplo de 50 pares de red.

La suma de aumentos de la primera y segunda etapa da como resultado el aumento total de red.

Para determinar las distancias entre la central y cada distrito, es necesario conocer la ubicación de las cajas de distribución, siendo estas cajas los lugares donde se rematan los pares de red principal.

En el caso de zonas no distritadas se consideró el punto medio de la zona como el lugar donde se ubicaría la caja del distrito.

Cabe mencionar que las distancia son sobre rutas de canalización de los cables existentes.

Una vez determinadas las ampliaciones de red y las distancias a la central, se calcula el costo de la inversión del cable, mediante la siguiente formula :

$$\text{Inversión de Cable} = \text{Ampliacion total de red} \times \text{Distancia a la central} \times \text{Costo del Par-Metro}$$

ANEXO D

En donde el costo del Par-Metro esta dado por las siguientes relaciones de distancia:

	distancia < 4300 mtos	--->	80 pesos/par-mto
4300 mtos <	distancia < 6600 mtos	--->	117 pesos/par-mto
	distancia > 6600 mtos	--->	161 pesos/par-mto

Las cifras aquí presentadas están dadas en millones de pesos.

CONCENTRADOR XOCLAN VS. CENTRAL PLAZA

DIO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
86	250	377	54	215	274	50	50	100	2798	80	22.38	1500	80	12.00
89	200	453	5	234	276	50	50	100	2945	80	23.56	706	80	5.65
142	150	355	13	170	253	50	50	100	3223	80	25.78	1300	80	10.40
166	150	278	2	125	163	0	50	50	3245	80	12.98	1006	80	4.02
167	100	174	7	115	123	50	0	50	3217	80	12.87	432	80	1.73
219	100	316	20	135	214	50	100	150	3443	80	41.32	900	80	10.80
220	150	305	36	88	162	0	50	50	4572	117	26.75	921	80	3.68
221	100	282	14	120	173	50	50	100	4112	80	32.90	461	80	3.69
222	150	346	11	217	299	100	50	150	3651	80	43.81	50	80	0.60
347	100	249	12	90	146	0	50	50	3917	80	15.67	694	80	2.78
345	150	378	14	160	261	50	100	150	4712	117	82.70	761	80	9.13
346	150	373	2	250	326	100	100	200	4251	80	68.02	600	80	9.60
347	50	271	3	65	128	50	50	100	3945	80	31.56	1706	80	13.65
7002	0	180	0	160	180	200	0	200	5500	117	128.70	890	80	12.80
8022	0	0	101	0	30	0	50	50	5900	117	34.52	1400	80	5.60
8026	0	0	150	0	45	0	50	50	6450	117	37.73	800	80	3.20
8047	0	789	135	80	394	100	300	400	5051	117	236.39	1400	80	44.80
8053	0	847	130	70	390	100	300	400	6300	117	294.84	900	80	28.80
8054	0	295	30	65	152	100	50	150	5182	117	90.94	1200	80	14.40
8055	0	977	1014	650	1242	650	600	1250	5560	117	813.15	1909	80	190.90
8057	0	61	100	8	49	0	50	50	5950	117	34.81	1350	80	5.40
8062	0	0	513	0	154	0	150	150	5730	117	100.36	2079	80	24.95
8064	0	131	67	80	151	100	50	150	6160	117	107.93	1700	80	20.40
8065	0	654	480	55	379	50	350	400	6300	117	294.84	1500	80	48.00

1750	8091	2913	3152	5963	1900	2700	4600				2614.70			486.98
------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--	---------	--	--	--------

Inversión de cable atención de la demanda
Central Xoclan

CONCENTRADOR ITZAES VS. CENTRAL PLAZA

DIO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
87	100	53	54	135	155	50	0	50	8983	161	72.31	788	80	3.15
88	100	17	17	107	120	0	50	50	12217	161	98.35	4022	117	23.53
148	150	44	70	159	175	0	50	50	5866	117	34.32	2329	80	9.32
161	100	71	0	118	130	50	0	50	7979	161	64.23	1656	80	6.62
224	150	231	4	171	200	50	0	50	10628	161	85.56	2433	80	9.73
225	100	21	20	94	125	0	50	50	9384	161	75.54	1189	80	4.76
246	150	33	6	164	190	50	0	50	9885	161	79.57	1690	80	6.78
247	150	60	12	146	185	0	50	50	8195	161	65.97	50	80	0.20
7001	0	0	2500	100	750	100	650	750	11200	161	1352.40	3005	80	180.30
8003	0	1275	61	540	1259	550	700	1250	12400	161	2495.50	4205	117	614.98
8013	0	982	55	610	963	650	350	1000	10300	161	1658.30	2105	80	168.40
8046	0	474	160	40	207	50	150	200	10394	161	334.36	2189	80	35.02
8052	0	104	1200	17	392	50	350	400	11300	161	727.72	3105	80	89.35
8058	0	125	130	19	80	50	50	100	12600	161	202.86	4405	117	51.54
8059	0	256	125	22	125	50	100	150	8600	161	207.69	405	80	4.86
8067	0	0	150	0	45	0	50	50	9100	161	73.26	905	80	3.62

TOTAL	1000	3746	4564	2442	5101	1700	2600	4300			7627.94			1222.15
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	---------	--	--	---------

Inversión de cable atención de la demanda
Central Itzaes

CONCENTRADOR XCALACHEN VS. CENTRAL PLAZA

DTC	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
52	250	154	2	115	130	0	0	0	3150	80	0.00	350	80	0.00
53	250	334		240	260	0	50	50	3230	80	12.92	50	80	0.20
55	200	269	3	235	250	50	0	50	1950	80	7.80	1500	80	6.00
75	150	161		145	160	0	50	50	2030	80	8.12	1250	80	5.00
84	200	211	2	180	190	0	0	0	2370	80	0.00	1400	50	0.00
102	150	345	10	225	250	100	0	100	2830	80	22.64	500	80	4.00
104	250	435	6	255	275	50	0	50	3580	80	14.32	300	80	1.20
105	150	398	6	245	265	100	50	150	3980	80	47.76	700	80	8.40
106	150	437	7	205	260	50	100	150	4380	117	76.87	1100	80	13.20
118	200	459	21	265	290	100	0	100	3600	80	28.80	900	80	7.20
119	200	256	4	170	200	0	0	0	2450	80	0.00	1000	80	0.00
130	150	289		200	220	50	50	100	2620	80	20.96	1250	80	10.00
131	200	292	2	200	220	0	50	50	2430	80	9.72	900	80	3.60
132	200	253	5	200	220	0	50	50	2180	80	8.72	1100	50	4.40
150	150	166	1	110	125	0	0	0	1950	80	0.00	2050	80	0.00
163	200	480	16	235	265	50	50	100	2850	80	22.80	600	80	4.80
196	150	292	4	140	170	0	50	50	3980	80	15.92	650	80	2.60
197	200	206	6	155	170	0	0	0	3030	80	0.00	1100	50	0.00
198	100	362	6	165	212	100	50	150	4350	117	76.34	1600	80	19.20
199	150	396	4	230	248	100	0	100	4050	80	32.40	1300	80	10.40
200	100	304	8	180	200	100	0	100	3900	80	31.20	1200	80	9.60
227	100	154	3	120	130	50	0	50	3130	80	12.52	300	80	1.20
228	100	269	5	185	200	100	0	100	3630	80	29.04	500	80	4.00
229	150	201	3	145	160	0	50	50	1900	80	7.60	1550	80	6.20
278	100	171	15	130	140	50	0	50	2520	80	10.08	1700	80	6.80
279	100	252	1	165	185	100	0	100	2650	80	21.20	800	80	6.40
282	100	402	10	170	223	100	50	150	3250	80	39.00	500	80	6.00
283	150	508	11	165	259	50	100	150	4150	80	49.80	1450	80	17.40
284	100	344	6	145	190	50	50	100	4550	117	53.24	1800	80	14.40
318	100	238	3	100	127	0	50	50	4150	80	16.60	1400	80	5.60
330	150	200	1	115	125	0	0	0	2250	80	0.00	1800	80	0.00
332	100	188	1	95	107	0	0	0	3250	80	0.00	450	80	0.00
334	100	167	3	83	101	0	0	0	3330	80	0.00	900	80	0.00
350	100	264	6	145	168	50	50	100	4080	80	32.64	800	80	6.40
TOTAL	5200	9857	181	5878	6695	1400	900	2300				709.01		184.20

Inversión de cable atención de la demanda
Central Xcalachen

CONCENTRADOR SAMBULA VS. CENTRAL PLAZA

D.T.O.	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A.CTL.	COSTO PMTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO PMTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
19	200	48	12	82	97	0	0	0	4680	117	0.00	540	80	0.00
20	200	185	153	150	175	0	0	0	2958	80	0.00	1182	80	0.00
74	350	202	1	175	200	0	0	0	1685	80	0.00	1570	80	0.00
82	200	256	85	195	220	0	50	50	3860	80	15.44	280	80	1.12
134	250	194	3	185	210	0	0	0	4140	80	0.00	50	80	0.00
139	200	136	10	110	135	0	0	0	3352	80	0.00	788	80	0.00
144	150	550	550	180	427	50	250	300	3330	80	79.92	1200	80	28.60
171	150	253	8	140	165	0	50	50	4422	117	25.87	842	80	3.37
201	150	431	4	190	230	50	50	100	2662	80	21.30	1850	80	14.60
202	250	329	18	205	230	0	0	0	2538	80	0.00	1950	80	0.00
203	150	184	4	115	140	0	0	0	2185	80	0.00	2100	80	0.00
226	150	299	46	100	151	0	0	0	4150	80	0.00	1400	80	0.00
266	100	305	26	140	190	50	50	100	5330	117	62.36	1190	80	9.52
267	150	435	58	154	225	50	50	100	5066	117	59.27	926	80	7.41
268	150	314	25	140	170	0	50	50	3433	80	13.73	807	80	3.23
280	100	282	13	99	110	0	50	50	3100	80	12.40	1500	80	6.00
281	50	179	120	115	147	100	0	100	4690	117	54.87	550	80	4.40
287	50	301	75	255	305	250	0	250	4430	117	129.58	1600	80	32.00
319	100	85	25	110	128	50	0	50	5280	117	30.69	1140	80	4.56
320	100	319	12	162	170	100	0	100	2988	80	23.90	1700	80	13.60
321	100	141	15	115	140	50	0	50	4302	117	25.17	838	80	3.35
322	100	244	6	145	165	50	50	100	2984	80	23.87	1156	80	9.25
323	50	237	16	78	108	50	50	100	4648	117	54.38	1400	80	11.20
335	100	190	4	120	141	50	0	50	2298	80	9.19	2000	80	8.00
348	150	401	11	170	233	50	50	100	4660	117	54.52	1750	80	14.00
349	100	478	30	110	226	50	100	150	4310	117	75.64	1500	80	18.00
7003	0	0	685	250	450	250	200	450	5580	117	293.79	1450	80	52.20
8048	0	74	5	54	71	50	50	100	5423	117	63.45	1200	80	9.60
8060	0	0	274	0	83	0	100	100	4900	117	57.33	1450	80	11.60
8063	0	258	28	75	122	100	50	150	5800	117	101.79	1300	80	15.60
8066	0	140	0	125	140	150	0	150	5900	117	103.55	1200	80	14.40

TOTAL	3800	7450	2322	4244	5714	1550	1250	2800			1392.21			296.00
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--	--	----------------	--	--	---------------

Inversión de cable atención de la demanda
Central Sambula

CONCENTRADOR LA CEIBA VS. CENTRAL PLAZA

D.T.O.	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTO RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A.CTL.	COSTO PMTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO PMTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
100	150	158	397	165	250	50	100	150						
8001	0	0	0	0	0									

TOTAL	150	158	397	165	250	50	100	150			0			0
--------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	--	--	----------	--	--	----------

Inversión de cable atención de la demanda
Central La Ceiba

CONCENTRADOR CANEK VS. CENTRAL PLAZA

OTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA 1995	DEMANDA 2000	AUMENTO RED 1a.	AUMENTO RED 2a.	AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
140	150	307	6	146	175	0	50	50	3121	80	12.48	2636	80	10.54
141	150	329	6	139	180	0	50	50	3727	80	14.91	2423	80	9.69
147	200	352	0	174	242	0	50	50	4927	117	28.62	1223	60	4.89
187	150	231	37	175	232	50	50	100	4740	117	55.46	1230	80	9.84
188	150	364	13	160	206	50	0	50	3576	80	14.30	1340	60	5.36
183	100	179	0	84	107	0	0	0	3000	80	0.00	1150	80	0.00
204	50	48	25	59	68	50	0	50	8090	161	65.12	930	80	3.72
217	150	299	3	120	167	0	50	50	4177	80	16.71	1973	60	7.89
218	100	347	56	135	211	50	100	150	4017	80	48.20	2133	60	25.50
269	100	173	18	98	110	0	50	50	5296	117	30.98	654	80	3.42
270	100	204	7	95	150	0	50	50	6150	117	35.98	50	80	0.20
271	100	284	10	199	264	100	100	200	6637	161	213.71	497	80	7.79
289	100	229	76	175	246	100	50	150	5372	117	94.28	1436	80	17.23
290	100	233	68	175	229	100	50	150	5265	117	91.35	1643	80	19.72
291	100	218	69	165	231	100	50	150	5859	117	103.53	1760	80	21.12
292	50	262	50	150	265	150	100	250	6520	117	190.71	370	60	7.43
325	150	328	0	175	226	50	50	100	5726	117	66.99	2100	80	16.60
326	100	154	0	102	149	0	50	50	6603	161	53.15	453	80	1.81
351	100	170	86	130	191	50	50	100	6908	161	111.22	758	80	6.06
352	200	297	2	240	292	50	50	100	5610	117	65.64	1310	80	10.48
353	150	269	40	205	281	50	100	150	5945	117	104.33	1110	80	13.32
354	150	239	21	175	223	50	50	100	5659	117	66.21	1430	80	11.44
355	200	283	13	210	290	50	50	100	5336	117	62.43	1761	80	14.09
356	100	167	49	125	177	50	50	100	5370	117	62.83	1730	80	13.64
357	100	161	14	125	163	50	50	100	5234	117	61.24	1620	80	12.96
358	100	340	8	125	193	50	50	100	4477	117	52.38	1673	60	13.38
359	150	289	14	200	262	50	100	150	6972	161	168.37	822	60	9.86
360	200	179	56	130	186	0	0	0	5946	117	0.00	204	60	0.00
361	150	194	69	140	176	0	50	50	5650	117	33.05	500	80	2.00
362	100	207	3	70	100	0	0	0	3255	80	0.00	2895	80	0.00
366	100	164	0	105	176	0	100	100	6000	161	128.80	1850	80	14.80
367	50	174	0	97	170	50	100	150	8200	161	198.03	2050	80	24.60
368	100	220	2	118	205	50	50	100	8400	161	135.24	2250	80	18.00
369	150	237	7	135	223	0	100	100	8600	161	138.46	2450	80	19.60
370	150	429	75	115	216	0	100	100	8800	161	141.68	2650	80	21.20
8018	0	33	217	55	67	50	50	100	7850	161	126.39	1700	80	13.60
8027	0	741	165	149	387	150	250	400	7892	161	608.24	1742	80	55.74
8049	0	165	87	90	189	100	100	200	5750	117	134.55	400	80	6.40
8061	0	1	0	0	0	0	0	0	8750	161	0.00	2600	80	0.00
9044	0	11	0	7	11	0	0	0	9590	161	0.00	3150	80	0.00

TOTAL	4350	9549	1372	5309	7651	1650	2350	4000			3435.79			454.41
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	---------	--	--	--------

Inversión de cable atención de la demanda
Central Canek

CONCENTRADOR BRISAS VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PMTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO PMTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
85	100	488	245	240	424	150	200	350	2561	80	71.71	800	80	22.40
86	200	324	15	245	257	50	0	50	2399	80	9.56	850	80	3.40
87	150	220	21	195	218	50	50	100	2958	80	23.66	750	80	6.00
88	150	175	19	161	177	50	0	50	2798	80	11.19	800	80	3.20
89	150	426	12	340	410	200	100	300	3215	80	77.16	2000	80	48.00
90	150	194	6	155	175	0	50	50	3011	80	12.04	1650	80	7.40
91	100	161	13	130	152	50	0	50	2984	80	11.94	1600	80	6.40
143	100	473	111	280	375	200	100	300	2971	80	71.30	900	80	21.60
153	150	318	8	195	302	50	100	150	4978	117	87.36	750	80	9.00
154	100	187	1	160	186	100	0	100	4928	117	57.66	700	80	5.60
174	100	206	34	150	205	50	50	100	3258	80	26.06	800	80	8.40
180	50	52	26	50	57	0	0	0	3150	80	0.00	950	80	0.00
181	50	1	0	28	30	0	0	0	5610	117	0.00	800	80	0.00
190	100	124	13	114	126	50	0	50	3251	80	13.00	1900	80	7.60
8007	0	19	88	6	36	0	50	50	5500	117	32.16	600	80	2.40
8008	0	1	0	3	5	0	0	0	5900	117	0.00	550	80	0.00
8009	0	1	0	5	5	0	0	0	6150	117	0.00	650	80	0.00
8010	0	1	0	5	5	0	0	0	6250	117	0.00	750	80	0.00
8028	0	384	368	50	263	50	250	300	6500	117	228.15	500	80	12.00
8047	0	72	80	17	59	50	0	50	6300	117	36.86	300	80	1.20
8056	0	1375	307	100	678	100	600	700	5900	117	483.21	50	80	2.80
8058	0	428	2530	100	1184	100	1100	1200	6000	117	842.40	150	80	14.40
8070	0	136	44	15	66	50	50	100	5800	117	67.86	300	80	2.40
8073	0	1187	0	900	1191	900	300	1200	5950	117	835.38	250	80	24.00
TOTAL	1650	6953	3941	3644	6576	2250	3000	5250			2998.69			206.20

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Brisas

CONCENTRADOR CORDEMEX VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PMTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO PMTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
29	200	293	1	235	276	50	50	100	6423	117	75.15	50	80	0.40
30	150	258	0	195	243	50	50	100	6247	117	73.09	176	80	1.41
31	250	298	0	210	242	0	0	0	5971	117	0.00	452	80	0.00
32	150	1	0	139	150	0	0	0	6130	117	0.00	900	80	0.00
120	200	290	0	225	274	50	50	100	5578	117	65.26	845	80	6.76
121	150	172	160	160	190	50	0	50	6556	117	38.35	133	80	0.53
138	50	11	0	44	65	0	50	50	4647	117	27.18	1776	80	7.10
158	50	2	36	24	35	0	0	0	9625	161	0.00	3202	80	0.00
159	50	5	45	24	45	0	0	0	9123	161	0.00	2700	80	0.00
160	50	4	25	26	52	0	0	0	8603	161	0.00	2180	80	0.00
8014	0	12	209	25	74	50	50	100	5400	117	63.18	1023	80	8.18
8015	0	780	370	213	533	250	300	550	5750	117	370.01	1350	80	59.40
8016	0	394	525	50	324	50	300	350	6300	117	257.99	123	80	3.44
8026	0	35	75	44	56	50	0	50	7600	161	61.18	1177	80	4.71
8029	0	12	528	9	166	0	200	200	9300	161	299.46	2877	80	46.03
8031	0	264	320	8	185	0	200	200	9600	161	309.12	3177	80	50.83
TOTAL	1300	2831	2294	1631	2910	600	1250	1850			1639.98			188.80

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Cordemex

CONCENTRADOR CHUBURNA VS. CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO PMTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO PMTO	I/INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
69	200	210	30	193	230	0	50	50	2800	80	11.20	2300	80	9.20
76	150	207	13	159	200	50	0	50	3643	80	14.57	1500	80	6.00
77	150	257	21	172	215	50	50	100	4276	80	34.21	900	80	7.20
98	200	389	18	179	200	0	0	0	3655	80	0.00	1300	80	0.00
131	100	483	162	210	420	150	200	350	4457	117	182.51	500	80	14.00
137	100	240	615	100	250	0	150	150	6136	117	107.69	700	80	8.40
146	100	198	18	127	133	50	0	50	3500	80	12.00	2100	80	8.40
147	100	192	21	165	215	100	50	150	3300	80	39.60	1900	80	22.60
148	100	253	103	180	233	100	50	150	4315	117	75.73	1250	80	15.00
149	150	453	44	260	371	150	100	250	5068	117	148.24	1000	80	20.00
150	100	372	24	187	270	100	100	200	4074	80	65.18	500	80	14.40
156	100	410	214	180	326	100	150	250	3865	80	77.30	1600	80	32.00
157	150	476	165	280	406	150	100	250	3965	80	79.30	1000	80	20.00
165	100	269	20	165	199	100	0	100	4629	117	54.16	300	80	2.40
166	50	440	49	170	264	150	100	250	4951	117	144.82	700	80	14.00
176	150	392	60	180	266	50	100	150	4860	117	85.29	50	80	0.60
177	50	251	61	120	213	100	100	200	5458	117	127.72	900	80	14.40
178	50	84		80	98	50	0	50	2671	80	10.68	2206	80	8.80
189	50	185	15	106	150	50	50	100	3961	80	31.69	1200	80	9.60
8018	0	166	100	125	170	150	50	200	5750	117	134.55	850	80	13.60
8042	0	57	112	20	62	50	50	100	3200	80	25.60	1700	80	13.60
8043	0	503	363	32	308	50	250	300	4000	80	96.00	1000	80	24.00
8049	0	399	55	140	335	150	200	350	5450	117	223.18	800	80	22.40
8057	0	126	23	75	130	100	50	150	4950	117	86.87	700	80	8.40
8063	0	179	52	40	100	50	50	100	5000	117	58.50	1500	80	12.00
8064	0	282	97	32	140	50	100	150	5500	117	96.53	2000	80	24.00
8065	0	145	404	6	180	50	150	200	5800	117	135.72	2650	80	42.40
8066	0	323	203	18	176	50	150	200	6000	117	140.40	1500	80	24.00
8067	0	123	64	13	66	50	50	100	6200	117	72.54	2000	80	16.00
8068	0	0	320	2	100	0	100	100	6500	117	76.05	2650	80	21.20
TOTAL	2150	8064	3446	3716	6428	2250	2550	4800			2447.83			448.80

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Chuburna

CONCENTRADOR MONTEJO VS. CENTRAL SAN MIGUEL

D.T.O.	RED EXIST.	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST A.CTL.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
16	300	204	4	212	220	0	0	0	2991	80	0.00	1000	80	0.00
17	200	148	25	201	240	0	50	50	2039	80	8.16	650	80	2.60
18	150	116	2	161	190	50	0	50	1832	80	7.33	850	80	3.40
23	0	199	20	190	195	200	0	200	2950	80	47.20	850	80	13.60
24	0	149	14	184	220	200	50	250	1900	80	38.00	1000	80	20.00
46	250	165	8	186	190	0	0	0	3005	80	0.00	800	80	0.00
48	250	191	38	224	240	0	0	0	2793	80	0.00	500	80	0.00
67	200	216	22	180	210	0	50	50	2560	90	10.24	150	80	0.60
68	250	216	8	229	240	0	0	0	2618	80	0.00	900	80	0.00
73	0	118	10	110	132	150	0	150	2200	80	26.40	1900	80	22.80
74	0	246	18	220	246	250	0	250	2400	80	48.00	1600	80	32.00
79	150	286	108	220	280	100	50	150	1904	80	22.85	600	80	7.20
80	150	128	14	140	180	0	50	50	3000	80	12.00	700	80	2.80
81	200	107	9	105	120	0	0	0	3233	80	0.00	900	60	0.00
99	150	103	25	142	174	0	50	50	3858	80	15.43	1800	80	7.20
100	150	117	33	135	150	0	0	0	4087	80	0.00	2000	80	0.00
101	200	157	48	185	210	0	50	50	4390	117	25.68	1900	80	7.60
106	0	193	43	196	230	200	50	250	2150	80	43.00	1700	80	34.00
107	0	186	19	184	195	200	0	200	2400	80	38.40	1600	80	25.60
119	200	153	46	145	160	0	0	0	4079	80	0.00	1950	80	0.00
128	0	89	54	114	220	150	100	250	2700	80	54.00	1400	80	28.00
132	50	167	16	114	117	100	0	100	2330	80	18.54	2000	80	16.00
133	150	135	32	157	185	0	50	50	3064	80	12.26	850	80	3.40
134	150	130	23	138	145	0	0	0	3384	80	0.00	1150	80	0.00
135	100	60	25	85	99	0	0	0	4610	117	0.90	2100	80	0.00
136	50	112	345	91	183	50	100	150	5115	117	89.77	1500	80	18.00
151	150	330	30	220	235	100	0	100	1791	80	14.33	1100	80	8.80
161	50	32	0	47	65	0	50	50	2500	80	10.00	250	80	1.00
162	100	87	135	75	124	0	50	50	2762	80	11.05	1800	80	7.20
163	100	12	300	65	98	0	0	0	2897	80	0.00	1700	80	0.00
167	100	179	57	100	170	0	100	100	3147	80	25.18	570	80	4.56
171	0	45	0	39	50	50	0	50	3434	80	13.74	1100	80	4.40
173	50	19	41	35	65	0	50	50	3327	80	13.31	1100	80	4.40
182	50	36	0	54	60	0	50	50	2943	80	11.77	600	80	2.40
193	0	114	29	115	125	150	0	150	3812	80	45.74	1500	80	18.00
197	0	37	243	115	210	150	100	250	3297	80	65.94	2050	80	41.00
198	0	1	200	20	60	50	50	100	3697	80	29.58	2800	80	22.40
199	0	27	91	45	53	50	0	50	5515	117	32.26	2150	80	8.60
8030	0	50	180	41	86	50	50	100	4000	80	32.00	1600	80	12.80
8039	0	110	0	11	83	50	50	100	4100	80	32.80	1700	80	13.60
8040	0	84	311	120	169	150	50	200	2350	80	37.60	700	80	11.20
8049	0	0	460	0	138	0	150	150	4750	117	83.36	1800	80	21.60
8054	0	20	215	110	150	150	0	150	3100	80	37.20	950	80	11.40
8055	0	0	350	0	105	0	100	100	4100	80	32.80	1700	80	13.60
TOTAL	3900	5274	3650	5464	7019	2600	1500	4100			1046.00			451.76

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Montejo

CONCENTRADOR PINOS VS.CENTRAL SAN MIGUEL

DTO	RED EXIST	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC	COSTO P/MTO	I/INVER CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
60	150	153	8	159	175	0	50	50	2605	80	10.42	1000	80	4.00
61	300	211	15	226	255	0	0	0	2397	80	0.00	450	50	0.00
62	150	201	16	198	220	50	50	100	2071	80	16.57	650	80	5.20
63	200	175	12	180	220	0	50	50	1867	80	7.47	600	80	2.40
75	250	246	23	244	260	0	50	50	3340	80	13.36	200	80	0.80
92	100	235	68	235	265	150	50	200	3583	80	57.33	650	50	10.40
93	150	132	14	134	159	0	0	0	4126	80	0.00	350	80	0.00
94	150	141	13	140	175	0	50	50	3910	80	15.64	230	80	1.00
95	200	286	7	260	320	100	50	150	4165	80	49.98	450	80	5.40
96	200	191	20	189	214	0	50	50	3739	80	14.96	450	80	1.80
97	150	152	75	168	195	50	0	50	3073	80	12.29	50	80	0.20
104	100	231	87	155	175	50	50	100	2226	80	17.81	600	80	4.80
106	100	243	48	145	185	50	50	100	1863	80	15.06	400	80	3.20
129	100	97	5	108	120	0	50	50	2894	80	11.58	150	80	0.60
130	50	57	3	48	50	0	0	0	2833	80	0.00	400	80	0.00
152	100	240	27	234	288	150	50	200	4333	117	101.39	1500	80	24.00
164	100	150	80	170	195	100	0	100	3850	80	30.80	700	80	5.60
188	150	249	35	170	208	50	0	50	2822	80	11.29	850	80	3.40
7001	0	86	0	80	100	100	0	100	4700	117	54.99	800	80	6.40
7002	0	0	646	150	550	150	400	550	4250	80	187.00	900	80	39.60
7005	0	0	2500	200	750	200	550	750	4300	80	258.00	500	80	36.00
8006	0	2	450	60	136	100	50	150	4400	117	77.22	300	80	3.60
8024	0	0	1730	650	1055	650	400	1050	4350	117	534.40	700	80	58.80
8025	0	9	609	4	189	0	200	200	4150	80	66.40	150	80	2.40
8027	0	310	5	220	306	250	50	300	4800	117	168.48	1000	80	24.00
8037	0	568	190	60	328	100	250	350	5200	117	212.94	1700	80	47.60
8045	0	955	38	740	925	750	200	950	4500	117	500.18	2200	80	167.20
8059	0	0	1785	0	535	0	550	550	4600	117	296.01	800	80	35.20
8061	0	42	273	17	106	50	50	100	5100	117	59.67	300	80	2.40
8062	0	50	160	40	84	50	50	100	4100	80	32.80	600	80	4.80
TOTAL	2700	5412	8942	5385	8742	3150	3350	6500			2834.02		500.80	

Inversión de cable para atención de la demanda
Central Pinos

CONCENTRADOR CHENKU VS. GINERES

DITO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RED		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC.	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
43	300	250	5	246	255	0	0	0	2616	80	0.00	1450	80	0.00
44	250	243	1	239	250	0	0	0	2443	80	0.00	1500	80	0.00
45	250	288	1	278	290	50	0	50	2813	80	11.25	1400	80	5.60
59	150	139	2	135	150	0	0	0	3036	80	0.00	700	80	0.00
61	200	172	21	152	160	0	0	0	2865	80	0.00	750	80	0.00
62	250	284	4	265	280	50	0	50	2932	80	11.73	650	80	2.50
76	100	199	12	179	200	100	0	100	3127	80	25.02	400	80	3.20
77	100	133	10	128	140	50	0	50	3277	80	13.11	150	80	0.60
83	200	337	21	260	320	100	50	150	3415	80	40.98	150	80	1.80
84	100	347	72	270	330	200	50	250	3456	80	69.12	50	80	1.00
85	150	203	1	172	200	50	0	50	3330	80	13.32	200	80	0.80
108	0	183	15	90	135	100	50	150	2600	80	31.20	700	80	8.40
109	0	152	13	60	122	100	50	150	2400	80	28.80	500	80	6.00
112	0	120	26	75	95	100	0	100	2800	80	22.40	550	80	4.40
113	0	197	0	130	160	150	50	200	2850	80	45.60	400	80	6.40
8011	0	680	210	430	730	450	300	750	3600	80	216.00	800	80	48.00
8012	0	203	68	50	160	50	150	200	3400	80	54.40	600	80	9.60
8013	0	296	143	18	141	50	100	150	3800	80	45.60	1000	80	12.00
8017	0	1038	559	500	1196	500	700	1200	3600	80	345.60	850	80	81.60
8018	0	2007	61	450	1995	450	1550	2000	3800	60	608.00	1000	80	160.00
8019	0	240	0	120	240	150	100	250	4200	117	122.85	1200	80	24.00
8020	0	5	20	1	9	0	0	0	4500	80	0.00	1100	80	0.00
8021	0	1	15	1	5	0	0	0	4800	80	0.00	1500	80	0.00

TOTAL	2050	7717	1280	4249	7583	2700	3150	5850
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

1704.97	376.00
----------------	---------------

Inversión de cable para atención de la demanda
Concentrador Chenku

CONCENTRADOR MAYAPAN VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	RED EXIST	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA		AUMENTOS RE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO P/MTO	INVER. CABLE	DIST. A CONC	COSTO P/MTO	INVER. CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
31	150	178	0	129	150	0	0	0	2330	80	0.00	1000	80	0.00
32	150	265	34	159	205	0	100	100	2834	80	22.67	1150	80	3.20
33	150	196	2	157	193	0	50	50	2660	80	10.64	1100	80	4.40
42	150	193	1	130	150	0	0	0	3099	80	0.00	1600	80	0.00
43	150	205	2	127	143	0	0	0	2705	80	0.00	1450	80	0.00
44	200	266	1	207	235	0	50	50	2921	80	11.68	1650	80	6.60
45	100	168	0	106	126	0	50	50	3242	80	12.97	900	80	3.50
46	200	181	0	132	150	0	0	0	3789	80	0.00	750	80	0.00
47	150	137	0	98	115	0	0	0	4039	80	0.00	1300	80	0.00
48	200	258	0	155	185	0	0	0	4291	80	0.00	1500	80	0.00
49	200	177	0	114	150	0	0	0	2468	80	0.00	800	80	0.00
50	200	237	27	136	160	0	0	0	4418	117	0.00	50	80	0.00
51	100	185	8	116	165	50	50	100	4778	117	55.90	360	80	2.88
55	150	230	4	134	175	0	50	50	4873	117	28.51	600	80	2.40
66	150	259	4	145	175	0	50	50	4016	80	16.06	402	80	1.61
68	150	204	1	136	170	0	50	50	4510	117	26.38	700	80	2.80
69	100	121	5	110	120	50	0	50	3532	80	14.13	886	80	3.54
75	100	519	4	190	250	100	50	150	4320	117	75.82	850	80	10.20
78	100	213	14	130	160	50	50	100	4210	80	33.68	900	80	7.20
80	150	257	0	165	220	50	50	100	3691	80	29.53	1150	80	9.20
87	100	150	3	100	140	0	50	50	2560	80	10.24	900	80	3.60
88	150	288	15	152	178	0	50	50	2733	80	10.93	1550	80	6.20
102	100	124	10	92	110	0	50	50	3023	80	12.09	720	80	2.88
116	100	137	2	80	99	0	0	0	5138	117	0.00	600	80	0.00
124	150	191	3	125	155	0	0	0	5146	117	0.00	1100	80	0.00
4013	200	229	0	228	242	50	0	50	1913	80	7.65	700	80	2.80
4044	100	72	0	110	122	50	0	50	2859	80	11.44	800	80	3.20
4045	100	176	1	120	150	50	0	50	2189	80	8.76	650	80	2.60
4053	150	356	3	220	255	100	0	100	3074	80	24.59	700	80	5.60
4055	150	271	5	225	270	100	50	150	2073	80	24.88	110	80	1.32
4065	150	199	2	168	205	50	0	50	2476	80	9.90	650	80	2.60
4114	100	189	0	120	160	50	50	100	2421	80	19.37	600	80	4.80
4115	150	1	0	155	165	0	50	50	2398	80	9.59	750	80	3.00
4116	100	276	3	155	175	50	50	100	3106	80	24.85	550	80	4.40
4144	100	264	0	180	215	100	50	150	3360	80	40.32	600	80	7.20
TOTAL	4900	7522	154	5006	6038	900	1000	1900			552.58			113.83

Inversión de cable para la atención de la demanda
Central Mayapan

CONCENTRADOR SANTA ISABEL VS. CENTRAL YAXKIN

DIO	RED EXIST	VIVIEN- DAS	BAL- DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL	COSTO AR/MT	INVERSO CABLE	DIST. A CONCEN	COSTO AR/MT	INVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
83	150	324	19	245	320	100	100	200	5000	117	117.00	550	80	8.80
8025	0	897	521	110	625	150	500	650	6000	117	456.30	50	80	2.60
8035	0	754	45	550	740	350	200	750	8000	161	966.00	400	80	24.00
TOTAL	150	1975	585	905	1685	800	800	1600			1539.30			35.40

Inversión de cable para la atención de la demanda
Central Santa Isabel

CONCENTRADOR PACABTUN VS. CENTRAL YAXKIN

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO ARAMT	NVERSION CABLE	DIST. A ONCEN	COSTO ARAMT	NVERSION CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
24	150	366	15	193	246	50	50	100	2000	80	16.00	600	80	4.80
52	150	515	60	195	321	50	150	200	3113	80	49.81	550	80	8.60
53	100	277	35	130	218	50	100	150	3408	80	40.90	1250	80	15.00
54	150	228	0	190	213	50	50	100	3492	80	27.94	1300	80	10.40
55	100	182	0	145	172	50	50	100	3627	80	29.02	350	80	2.80
56	200	496	60	376	460	200	100	300	3856	80	92.54	400	80	9.60
57	150	226	0	170	195	50	0	50	4207	80	16.83	550	80	2.20
70	200	558	0	440	530	250	100	350	3712	80	103.94	50	80	1.40
71	100	274	0	200	255	100	50	150	3668	80	46.42	250	80	3.00
72	100	277	0	200	258	100	50	150	4148	80	49.78	300	80	3.60
73	100	1433	135	200	886	100	700	800	4194	80	268.42	150	80	9.60
74	50	148	43	27	78	0	50	50	4484	117	26.23	1600	80	6.40
90	100	283	0	214	266	150	50	200	4235	80	67.76	1400	80	22.40
91	100	253	1	190	245	100	50	150	4022	80	48.28	1500	80	18.00
92	100	502	325	90	330	0	250	250	3587	80	71.74	750	80	15.00
105	100	211	0	165	200	100	0	100	3489	80	27.91	100	80	0.80
117	100	116	52	87	110	0	50	50	2239	80	8.96	1600	80	8.40
125	100	348	40	150	278	50	150	200	3429	80	54.86	450	80	7.20
126	100	117	40	90	120	0	50	50	3522	80	14.09	600	80	2.40
127	100	214	0	155	196	50	50	100	3818	80	30.54	450	80	3.60
128	50	143	0	100	132	50	50	100	4517	117	52.85	700	80	5.60
129	150	325	0	240	304	100	50	150	4424	117	77.64	800	80	9.60
130	100	142	1	90	126	0	50	50	4487	117	26.25	600	80	2.40
132	100	211	3	150	199	50	50	100	3841	80	30.73	150	80	1.20
133	150	325	21	265	300	150	0	150	3609	80	43.31	1450	80	17.40
134	100	203	11	170	200	100	0	100	3389	80	27.11	1400	80	11.20
135	150	296	9	245	275	100	50	150	3159	80	37.91	1650	80	19.80
136	100	241	0	195	215	100	50	150	3039	80	36.47	1500	80	18.00
139	50	165	17	110	137	100	0	100	3229	80	25.83	450	80	3.60
140	100	34	0	22	34	0	0	0	3250	80	0.00	550	80	0.00
4063	150	473	26	205	285	50	100	150	3578	80	42.94	1950	80	23.40
4155	150	328	40	165	218	50	50	100	4124	80	32.99	1750	80	14.00
8001	0	289	39	58	171	50	150	200	5050	117	118.17	150	80	2.40
8002	0	418	122	140	306	150	150	300	5200	117	182.52	850	80	20.40
8013	0	871	100	150	496	150	350	500	5150	117	301.28	1450	80	58.00
8024	0	299	248	20	196	50	150	200	5900	117	138.06	1200	80	19.20
8026	0	137	760	0	265	0	300	300	5850	117	205.34	1650	80	39.60
51224	3700	11944	2203	5932	9436	2750	3650	6400			2471.31			419.20

Inversión de cable para la atención de la demanda
Central Pacabtun

CONCENTRADOR VERGEL VS. CENTRAL YAXKIN

DTO	REO EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO AR/MT	NVERSIO CABLE	DIST. A ONCEN	COSTO AR/MT	INVERSIÓN CABLE
				1995	2000	1a.	2a.							
23	150	681	260	255	430	100	200	300	4945	117	173.57	1500	80	36.00
58	150	320	58	230	270	100	50	150	3739	80	44.87	2000	80	24.00
59	150	258	19	220	250	100	0	100	4077	60	32.62	2100	80	16.80
93	50	434	70	94	194	50	100	150	1000	80	12.00	1300	80	15.60
106	200	339	19	280	320	100	50	150	2417	80	29.00	1200	80	14.40
107	200	265	0	221	250	50	0	50	1800	80	7.20	750	80	3.00
7001	0	0	0	400	800	400	400	800	3800	80	243.20	1600	80	102.40
7002	0	0	0	650	1200	650	550	1200	4000	80	384.00	1400	80	134.40
7003	0	0	0	280	500	300	200	500	4500	117	263.25	900	80	36.00
8003	0	344	197	35	190	50	150	200	2000	80	32.00	500	80	8.00
8004	0	1938	58	1300	1521	1300	250	1550	2200	80	272.80	50	80	6.20
8005	0	471	2	360	450	350	100	450	2500	80	90.00	350	80	12.60
8009	0	119	110	25	73	50	50	100	2300	80	18.40	100	80	0.80
8010	0	44	149	10	73	50	50	100	2450	60	19.60	150	80	1.20
8011	0	535	170	40	300	50	250	300	4050	80	97.20	1300	80	31.20
TOTAL	900	5748	1112	4400	6821	3700	2400	6100			1719.71			442.80

Inversión de cable para la atención de la demanda
Central Vergel

CONCENTRADOR XLUCH VS. CENTRAL YAXKIN

DTO	RED EXIST	VIVIEN-DAS	BAL-DIOS	DEMANDA		AUMENTOS DE		AUMENTO TOTAL	DIST. A CTL.	COSTO AR/MT	NVERSIO CABLE	DIST. A ONCEN	COSTO AR/MT	INVERSIÓN CABLE	
				1995	2000	1a.	2a.								
81	100	234	23	200	220	100	50	150	4872	117	85.50	1300	80	15.60	
82	150	282	55	245	258	100	0	100	4254	80	34.35	1000	80	8.00	
84	200	395	54	340	360	150	50	200	4307	117	100.78	493	80	7.88	
88	100	434		360	400	300	0	300	4662	117	163.64	840	80	20.18	
99	100	309		250	285	200	0	200	4878	117	114.17	720	80	11.52	
100	100	276		345	255	150	0	150	5059	117	89.49	600	80	7.20	
103	150	658	133	390	471	250	100	350	4500	80	120.40	500	80	14.00	
112	100	410	20	360	390	250	50	300	4140	80	99.36	860	80	23.04	
120	50	1		20	60	0	50	50	3810	80	15.24	1000	80	4.00	
121	100	325	29	180	241	100	50	150	3794	80	45.53	1100	80	13.20	
131	100	170	38	140	160	50	50	100	4694	117	54.82	1200	80	9.60	
7001	0			3000	170	900	200	700	900	4300	80	309.60	500	80	36.00
8015	0	264	88	235	260	250	50	300	5200	117	182.52	408	80	8.60	
8018	0	1114	112	105	438	100	350	450	5300	117	279.05	500	80	18.00	
8017	0	990	230	90	434	100	350	450	4800	117	252.72	50	80	1.80	
8018	0	759	160	80	318	100	250	350	5300	117	217.04	500	80	14.00	
8019	0	1038	148	80	407	100	300	400	5500	117	257.40	700	80	22.40	
8020	0	770	320	40	350	50	300	350	6300	117	257.99	1500	80	42.00	
8021	0	606	383	30	306	50	250	300	6500	181	313.95	1700	80	40.80	
8022	0	145	210	12	107	0	100	100	5600	117	65.52	800	80	6.40	
8023	0	541	355	30	286	50	250	300	6000	117	210.60	1200	80	28.80	
TOTAL	1250	8721	5348	3592	6804	2650	3300	5950			3269.75			354.01	

Inversión de cable para la atención de la demanda
Central Xluch