2 ejem.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ARAGON"

ESCUELA DE:_____

TITULO: TIPOS DE CENTRALES TELEFONICAS, SUS ENLACES Y SEÑALIZACION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: ING. MECANICO - ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JAIME VERA TORRES

MEXICO D.F. 1994

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.

D-39
2 Ex.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"

1994

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

JAIME VERA TORRES
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 17 de agosto del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el el señor profesor, Ing. ROBERTO -- BLANCO, pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado - "TIPOS DE CENTRALES TELEFONICAS, SUS ENLACES Y SEÑALIZACION", con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reune los requisitos que establece el precitado Reglamento me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Edo.de Méx., Sept. 17, 1993.
EL DIRECTOR

M. en I. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

C.c.p. Lic. Alberto Ibarra Rosas.- Jefe de la Unidad Académica.
c.c.p. Ing. Federique Jauregui Renaud.- Jefe de Carrera.de Ingeniería Mécanica Eléctrica.
c.c.p. Inç. Roberto Blanco.- Asesor de Tesis.

CCMC*AIR*eom.

Está tesis la dedico en primer lugar a mis padres:

Antonio Vera Aquiles

Y Luisa Torres Arriaga

con el más sincero agradecimiento, por haberme brindado todo su apoyo desinteresado.

A mis hermanos, por ayudarme, comprenderme y facilitarme todo el tiempo necesario.

A mi esposa Cecilia Martínez de Vera e hijas Thelma y Nallely Vera, por ser ellas una de las principales fuerzas que me conducen a terminar.

Y a todas aquellas personas que se encontraron frente a mi, colaborando en mi desarrollo profesional y humano.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Ma. del Carmen Loreto Vera Torres, a José Concepción Vera Torres y a Rodolfo Vera Torres, toda la colaboración y apoyo que proporcionaron, para la elaboración de este material.

Agradezco a los profesores de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales "ARAGON" todas las facilidades y oportunidades otorgadas para la realización final de mi carrera.

Agradezco a mi amigo Enrique Pantoja Rebollo, todos los momentos que me dedico, para estudiar juntos, y de esta manera poder concluir la totalidad del 100% de creditos de la carrera.

RECONOCIMIENTO:

Agradezco al Ingeniero Roberto Blanco, todas las facilidades que me brindo para poder realizar una de mis grandes ilusiones, sin las cuales no hubiera sido posible la realización de esta tesis.

INGENIERIA
"MECANICA - ELECTRICA"

Que, como trabajo escrito para sustentar el exámen profesional y obtener el título de Ingeniero "Mecánico-Electricista" deberá desarrollar el pasante JAIME VERA TORRES.

TEMA:

Tipos de Centrales Telefónicas, sus Enlaces y Señalización.

OBJETIVO:

Facilitar, de forma clara y concisa, los tipos de Centrales de Conmutación con que cuenta la planta Telefónica de TELMEX, los Enlaces y Señalización que se utilizan en la comunicación entre dos puntos, desde el punto de vista de un abonado conectado a una Central telefónica tradicional, hasta un abonado que se encuentra conectado a una Central que soporta Conmutación de Datos.

CONTENIDO

INTRODUCCION:. . . . . Página 1

CAPITULO 1:
Organización del Sistema Telefónico. . . . . Página 8

CAPITULO 2:
Conmutación Telefónica. . . . . Página 42

CAPITULO 3:
Red de Conmutación a base de Selectores. . . . Página 52

CAPITULO 4:
Red de Conmutación a base de Matrices. . . . Página 65

CAPITULO 5:
Red de Conmutación Digital. . . . . Página 72

CAPITULO 6:
Red de Conmutación Digital de Servicios Integrados . . Página 112

CAPITULO 7:
Señalización. . . . . Página 136

CONCLUSIONES:. . . . . Página 179

INTRODUCCION

No cabe duda que la telefonía ha sido uno de los campos más beneficiados por el avance tecnológico que ha proporcionado el ingenio del hombre. Así observamos que sólo a unas cuantas décadas se ha logrado saltar en forma espectacular del teléfono alámbrico de Alexander Graham Bell a las comunicaciones mediante Sistemas de Conmutación Electrónica y Satélites Artificiales, unos diminutos puntos en el espacio circundante a nuestro planeta que sirven como puentes enormes para la transmisión de información entre hombres y máquinas.

Teléfonos de México presenta una transformación radical y pasará a ser en un tiempo breve, una empresa cuya infraestructura constituirá la base de la operación ya no sólo de la telefonía básica, sino también de una nueva Red Nacional de Servicios de Transmisión de Datos, cuyo efecto sobre la estructura Industrial y de los Servicios del país será definitiva.

Los sistemas de Conmutación Nacionales e Internacionales hacen una verdadera revolución tecnológica. Representa en suma la posibilidad de enlazar mediante Transmisión de Datos a alta velocidad, computadoras entre si, en el mundo entero.

En México se han introducido 2 tipos de tecnologías en materia de telefonía, dentro de las cuales se manejan las diferentes clases de Centrales de Conmutación, dichos tipos se clasifican en:

Centrales de Conmutación Analógicas
Centrales de Conmutación Digitales.

Los primeros cuatro capítulos de mi tesis estarán enfocados a las Centrales Telefónicas Analógicas en donde describo las funciones de señalización, conmutación, transmisión, los enlaces a 2 y 4 hilos con que cuentan las centrales telefónicas, las clases de centrales telefónicas y los principales elementos que las

forman, los restantes capítulos los uso para las Centrales Telefónicas Digitales, en donde menciono desde la telefonía básica, hasta los umbrales de la Conmutación de Datos a través de las mismas.

CAPITULO 1

En este capítulo, hago un resumen de las partes que constituyen el Aparato Telefónico, como son:

El Microteléfono (Receptor y Transmisor), El Disco Dactilar, El Campanario y en sí todo el Circuito Eléctrico del Teléfono.

Hago un análisis desde el punto de vista técnico, describiendo el funcionamiento de cada elemento que lo compone, asi como el objetivo principal del teléfono; por ser éste de fundamental importancia desde el inicio de una comunicación telefónica, hasta el final de la misma.

Otro elemento importante que interviene en el establecimiento de una llamada es el **Relevador Electromagnético**, este se encuentra físicamente dentro de las Centrales de Conmutación Analógicas. Estos reciben al mismo tiempo el nombre de conmutadores automáticos, dicho en otra forma es un dispositivo capaz de realizar una conmutación sin necesidad de intervención manual. Estos dispositivos cierran y abren contactos accionados por procedimientos electromagnéticos, con lo que los circuitos eléctricos pueden abrirse, cerrarse o permutarse, a voluntad y a distancia. Lo incluyo describiendo la importancia que tiene en la función de Conmutación y las partes que lo componen.

Los Recursos del Sistema Telefónico involucran todos los parámetros y elementos que forman lo que se conoce como Planta Telefónica. Con figuras ilustro todo el proceso telefónico para llamadas Locales, Urbanas, Suburbanas, Nacionales y Internacionales, así como los tipos de Centrales (Locales, Tránsito ó Tandem y Larga Distancia), También menciono los objetivos de la telefonia moderna, describiendo los Planes de Numeración (Distribución de números asignados a cada abonado), los Planes de

Conmutación (El nivel de encaminamiento entre Centrales de Conmutación), los Planes de Transmisión (Las atenuaciones que debe tener la comunicación establecida) y los Planes de Señalización (Este tema se analizará con detalle en el capitulo 7).

CAPITULO 2

Un sistema telefónico automático es un sistema telefónico en el cual las conexiones telefónicas entre abonados se establecen por medio de aparatos eléctricos y mecánicos controlados por la operación de discos dactilares operados por los abonados que inician la llamada.

La comunicación entre abonados se establece mediante relevadores, selectores y otros órganos característicos de los sistemas automáticos.

Aqui hablare de las funciones de Conmutación, que se llevan a cabo en el establecimiento de una llamada telefónica.

CAPITULO 3

En México se introdujo, en un inicio, tecnologia proveniente de Suecia, en lo que respecta a materia telefónica, teniendo versiones de Centrales Analógicas del tipo AGF. Estas fueron diseñadas con su red de conmutación a base de Selectores.

De el tema de los selectores trataré en este capítulo. El principal punto que resuelve el selector es el proceso de Conmutación dentro de la Central Pública, para ello utiliza las técnicas de Separación de Conexiones por Distribución de Espacio y por Distribución de Frecuencias.

CAPITULO 4

Otro tipo de Centrales Analógicas de tecnología Sueca, son las centrales tipo ARF. Estas Centrales públicas vienen a substituir a las del tipo AGF.

El desarrollo de las redes de conmutación más veloces y eficaces, se desarrolla a base de matrices. Estas presentaron durante mucho tiempo la solución para el servicio telefónico: En la

actualidad existe un porcentaje bastante alto de este tipo de centrales Públicas.

CAPITULO 5

En materia de telefonía con que respecta a tecnologias Digitales, Belgica ha desarrollado un sistema con una base de control y datos completamente distribuidos.

El sistema de conmutación con control distribuido representa un cambio fundamental en sistemas de distribución de información. El sistema de distribución de información del futuro será completamente digital, las tecnicas digitales se optimizan para la transmisión y conmutación de datos y mediante modulación de pulsos codificados (PCM) también se puede dar transmisión de alta calidad.

En cambio las técnicas analógicas no ofrecen el mismo grado de versatilidad. El sistema de distribución de información del futuro opera bajo control totalmente distribuido.

Las Centrales de Conmutación Digital vienen a substituir en la actualidad a las Centrales Analógicas, este proceso se está realizando gradualmente, la velocidad, potencia y versatilidad de las Centrales Digitales, son las principales características que ponen en primer plano a dichas Centrales.

CAPITULO 6

Una característica interesante y curiosa en la evolución de los sistemas de comunicaciones, es que generalmente la introducción de nuevas tecnologías ó la demanda de nuevos servicios lleva aparejada la necesidad de crear una nueva red, con nuevos parámetros de diseño y la consiguiente duplicación de recursos, inversiones y esfuerzos.

Con el gran salto tecnológico de las últimas décadas, el incremento en el uso de técnicas digitales y el crecimiento enorme de los volúmenes de información que se almacenan y se transmiten, surge la conveniencia económica y la posibilidad técnica de crear una red nueva, flexible, de gran capacidad de transporte, que evolucione a partir de las redes existentes aprovechando su gran

penetración mundial (como es el caso de la red telefónica), y sea capaz de integrarlas, y adaptarse dinámicamente a la incorporación de futuros servicios.

Las dos organizaciones internacionales más activas en el área de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), son la International Communication Union (ITU) y la International Organization for Standarization (ISO).

El Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), perteneciente a la ITU, como síntesis de varios años de maduración de la idea de la RDSI, inicia en 1980 el proceso de elaboración de recomendaciones y la creación de varias comisiones encargadas de estudiar este tema.

Se define la Red Digital de Servicios Integrados como una Red de propósito general con conectividad digital total (de extremo a extremo). Que puede soportar una amplia variedad de servicios, con un conjunto limitado de tipos de conexión e interfaces de usuario.

Quedando de manifiesto desde el principio, las ventajas y necesidad de digitalizar el actual circuito de abonado, pues en la red externa se encuentra un porcentaje alto de las inversiones de las administraciones telefónicas.

En lo que respecta a este documento, consideraremos como una RDSI, aquella red de comunicaciones, que utiliza las interfaces de usuario y los protocolos recomendados por el CCITT, lo que posibilita que el usuario perciba a la red como un conjunto de servicios y facilidades independientes de la arquitectura interna y tecnología específica, y le confiere de ese modo una mayor posibilidad de supervivencia ante los cambios.

Los servicios de telecomunicaciones prestados por una RDSI, son las capacidades de comunicaciones ofrecidas a los usuarios. Se dividen en dos categorias generales:

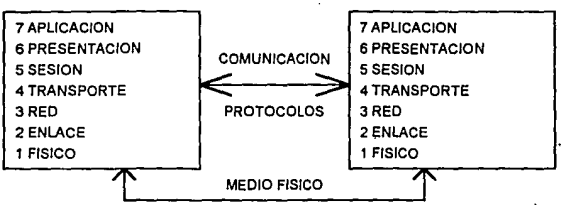
-Servicios portadores.
-Teleservicios.

Existen además los servicios suplementarios que modifican o complementan un servicio de telecomunicación básico y en

consecuencia no pueden ofrecerse a un abonado como servicios independientes.

Los servicios portadores se caracterizan únicamente por tener atributos de capa inferior, referentes a las capas 1 a 3 del modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (como se muestra en la siguiente figura), y que ofrecen capacidad de transporte de información del usuario.

CAPAS DEL MODELO ISA (Interconexion de Sistemas Abiertos)



Los teleservicios se caracterizan por tener atributos de las capas intermedia y superior, asociados por lo general a las capas 4 a 7 de el modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos. Es importante notar que el concepto de teleservicios incluye las capacidades de las terminales de abonado, funciones de procesamiento dentro de la red, y funciones de procesamiento de datos especializados. El atributo "tipo de información de usuario" se considera el único atributo dominante y su valor coincide generalmente con el nombre del servicio. Como ejemplos podemos mencionar telefonía, télex, videotex, teletex, telefax.
Algunos servicios suplementarios propuestos son:

Señalización usuario-usuario. Grupo cerrado de usuarios. Transferencia de llamadas. Marcación abreviada. Llamada en espera (con identifiación). Llamada exitosa a abonado ocupado. Identificación de llamada entrante. Cargo a tarjeta de crédito. Cobro revertido. Conferencia múltiple. Modificación de llamada en curso. Servicio centrex (funciones de PBX en la central). Conversión de protocolos. Notificación de tiempo y costos. Servicio de no molestar. Indicación de estado de la llamada. Redireccionamiento de las llamadas. Marcación directa a extensiones.

CAPITULO 7

Este tema es de fundamental importancia, porque la señalización se encuentra presente desde el momento que un abonado descuelga para realizar una llamada y se termina hasta el momento que el abonado cuelga su teléfono.

Aqui menciono conceptos y valores de las señales que intervienen en el establecimiento de una comunicación. Las principales señales son:

Señales acústicas.
Señales de línea.
Señales de registro.

La comunicación entre Centrales se realiza con intercambio de información por medio de señales de registro, llamada R2 digital ó R2 modificada.

Otro tipo de señalización utilizada por las Centrales Telefónicas, es la Señalización por Canal Común (Señalización No. 7). Dentro de la Central, la Señalización No. 7 será usada para la señalización entre Centrales RDSI que hacen uso de los mensajes que llevan facilidades ya ofrecidas por la señalización No. 7.

Para alcanzar una red internacional de datos, un número pequeño de interfaces serán requeridos. Existen tres tipos básicos de interfaces que pueden ser alcanzadas en la RDSI y que son:

a) Interfaces para redes de datos dedicados son descritos en los protocolos X.75 para comunicación entre redes.

b) Interfaces Central - Central usan el protocolo de señalización No. 7.

c) Interfaces de usuario a red. Dos interfaces han de ser previstas para dar acceso a la RDSI, el Acceso Básico y el Acceso Primario, con protocolos de señalización X.25 y LAPD.

CAPITULO 1

ORGANIZACION DEL SISTEMA TELEFONICO.

1.1 EL APARATO TELEFONICO.

Con el teléfono realizamos una función fundamental, la de transmisión. La transmisión principalmente envia dos tipos de información completamente diferentes.

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

El teléfono también actúa como transmisor-receptor, modulando una corriente directa con el mensaje, que originalmente en forma acústica se desea transmitir. El mismo aparato demodula la señal que recibe regresándola a su forma acústica. Para una comunicación normalmente el medio de transmisión entre los dos teléfonos es alámbrico, pero tambien en otras comunicaciones el medio es inalámbrico requiriéndose para la transmisión del mensaje otros tipos de modulación. El equipo de conmutación procesa la información que se relaciona con el establecimiento de conexiones, en tanto que la segunda información, voz, sólo pasa a través de este equipo desde un teléfono al otro.

Para que un teléfono realice adecuadamente su función de transmisión debe llevar a cabo dos tareas:

a) La primera que tiene por objeto iniciar el establecimiento de una conexión, consiste en convertir los números marcados en el disco dactilar o las teclas presionadas, si se trata de un teléfono de teclado, en señales eléctricas apropiadas para que el equipo de conmutación pueda realizar su función. Normalmente estas señales eléctricas consisten de trenes de pulsos de corriente directa.
b) La segunda tarea se realiza durante la conversación. Por medio del micrófono las señales acústicas correspondientes al mensaje se convierten en señales eléctricas y, a su vez, el receptor o audífono convierte las señales eléctricas de entrada en señales acústicas.

La figura 1 ilustra el diagrama de operación de un micrófono de carbón y un audífono electromagnético de uso común en los sistemas telefónicos.

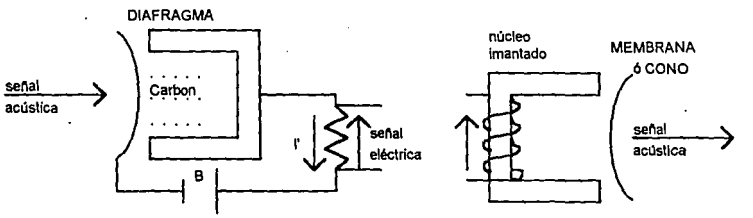


Figura 1 Diagrama de operación de un microfono de carbón y un audífono electromagnético.

Estos dispositivos conocidos como transductores se encuentran incorporados en una unidad integrada llamada microteléfono, en la figura 2 podemos ver el micrófono y audífono integrados en una unidad.

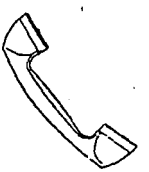
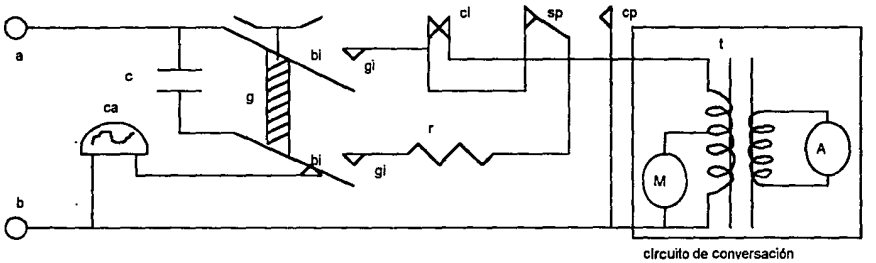


Figura 2 El microteléfono.

Es importante hacer notar la batería B de la figura 1 en el circuito del micrófono cuya corriente directa es necesaria para que él mismo realice su función de conversión de energía acústica a energía eléctrica para que pueda ser adecuadamente transmitida por la conexión establecida en el sistema telefónico. Por otro lado, el núcleo del electroimán del audífono debe ser imantado con el objeto de tener un campo magnético que proporcione una posición de referencia de la membrana a partir de la cual pueda vibrar. En esta forma, además de obtener mayor eficiencia del audífono se obtiene fidelidad.

La figura 3 muestra el diagrama del circuito simplificado de un aparato telefónico.



Donde: M=micrófono, A=audífono, t=transformador, c=condensador, ca=campana, gi=contactos, g=interruptor de gravedad (gancho), a y b=enlace hala la central, r=resistencia, bi=barra.

Figura 3 Circuito simplificado de un aparato telefónico.

Tan pronto como el abonado que llama levanta el microteléfono, el interruptor de gravedad "g" (gancho) cierra, con los contactos "gi", con esto el teléfono queda conectado a la central y se establece la circulación de corriente directa, proporcionada por la batería de la central, en el circuito que incorpora a los contactos de impulsación "ci" del disco y al transformador "t". Esta corriente arranca el preselector (uniselector de abonado), o al buscador de línea en la central. Así, la acción necesaria por parte

del abonado (al levantar el microteléfono) se emplea para iniciar el proceso de conmutación. Al final de la llamada, cuando el abonado cuelga su microteléfono, el interruptor "g" baja, separando la barra "bi" de los contactos "gi" abriendo el círcuito del abonado, con lo que inicia la liberación de la conexión con la central telefónica.

Cuando el abonado marca un número para establecer una conexión, gira el disco en sentido de las manecillas del reloj. Como se muestra en el diagrama de la figura 4, esto causa que opere el contacto de cambio "sp-cp" (supresión de pulso y protección) del disco, es decir, "sp" abre y "cp" cierra. El cierre de "cp", provoca que el circuito de conversación (micrófono y audífono) se cortocircuite. Los contactos "sp-cp" permanecen en esta condición durante todo el movimiento del disco y durante casi todo su regreso.

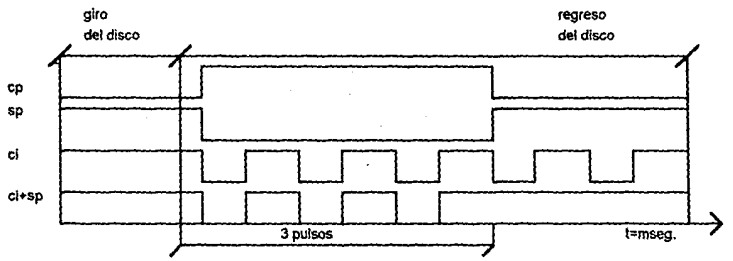


Figura 4 Operación de los contactos al discar el No. 3

Los pulsos de selección ó información numérica se producen al regreso del disco. La presencia del círcuito de conversación incrementaría innecesariamente la resistencia de todo el circuito, pues dicho circuito no se necesita durante la marcación. Por otro lado, si este circuito permanece incorporado, los pulsos de selección inducen en el audífono señales que pueden presentarse como ruido molesto para el abonado. La información numérica se genera por abres y cierres de los contactos ci (contactos de pulsación), al regreso del disco para asegurar la transmisión de

pulsos de igual duración, independientemente de la velocidad con que el abonado marque. Así, si el abonado marca tres, la corriente se interrumpe tres veces sucesivamente y el dígito se convierte en un tren de tres pulsos. Dichos pulsos se reciben en la central y se retransmiten al sistema de control de la central. La mayoría de los discos de los teléfonos actuales producen pulsos con duración de 100 mseg. cada uno, con relación de abre-cierre de 60/40, es decir, el periódo de no corriente es de 60 mseg. y el periódo de corriente de 40 mseg.

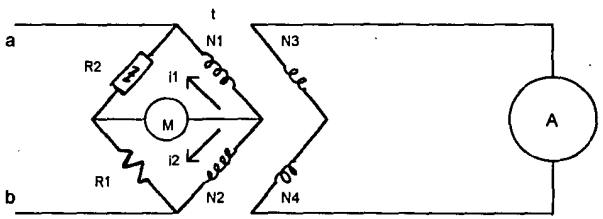
Mediante el pulso interdigital, contacto "sp" (periodo mayor de corriente), al final de cada tren de pulsos, se puede capacitar al sistema para distinguir ó detectar trenes de pulsos correspondientes a dos dígitos consecutivos. El pulso interdigital debe durar cuando menos 30 segundos; pero su duración también depende de qué tan rápido el abonado marque los dígitos sucesivos. Cuando el abonado marca 1 el pulso es particularmente corto pues el recorrido del disco es mínimo en este caso. Por esta razón, la duración del pulso interdigital se incrementa, corriendo la placa del disco en una pequeña cantidad en sentido contrario a las manecillas del reloj para alargar la trayectoria a recorrer por el disco. Sin embargo, esto también alarga la trayectoria recorrida por el disco al regresar a su posición normal y provoca una interrupción adicional del círcuito. La función del contacto "sp" es eliminar ó hacer inefectiva esta última interrupción. Para el dígito 3, por ejemplo, el contacto "ci" produce 4 pulsos; sin embargo, tan pronto como se han aplicado 3 pulsos a la línea, el contacto "sp" se cierra y hace desaparecer el efecto del cuarto pulso (movimiento infructuoso del contacto "ci").

Para la conexión de entrada se emplea corriente alterna para llamar al abonado, ésta fluye a través del condensador "c" hacia la campana. El condensador evita que la corriente directa fluya constantemente por esta trayectoria. Además, su capacidad, combinada con la inductancia de la campana "a", forman un circuito resonante cuya fo está en la vecindad de la frecuencia sonora de "ca", hecho que reduce la impedancia e incrementa la sensibilidad

de la campana "ca". El condensador "c" junto con la resistencia "r" en serie, sirven como circuito amortiguador para protección contra chispas en el contacto "ci". Cuando el abonado llamado descuelga, el interruptor de gravedad "g" del gancho del teléfono junta la barra "bi" con los contactos "ci" y conecta al conductor "a", vía el circuito de conversación con el conductor "b".

El micrófono de carbón debe tener aplicada una corriente directa cuya fuente (una batería) está localizada en la central y alimenta al micrófono sobre los conductores "a" y b"" de la línea de abonado. A este método se le nombra batería central B.C. En contraposición con el de batería local B.L., técnica empleada antiguamente, en la cual cada abonado tenía una batería propia en su domicilio. En la actualidad la técnica de B.L. está restringida a unos cuantos sistemas especiales, por ejemplo, sistemas telefónicos rurales ó a las líneas de abonado cuya longitud es tan larga que la pérdida de la corriente de alimentación para el micrófono sería muy grande, por ejemplo, en el caso de líneas hacia granjas muy alejadas.

El receptor está acoplado a la línea por medio del transformador "t" de tal naturaleza que el abonado escucha su propia voz, con cierta atenuación, en el receptor (circuito antilocal). La figura 5 muestra el arreglo de micrófono (M) y audífono (A) para explicar el efecto antilocal.



Donde: N=devanado, t=transformador, I=corrientes, A=audífono, M=micrófono, R=resistencias.

Figura 5 Circuito antilocal.

El micrófono hace variar la corriente directa "Id" de acuerdo con las vibraciones sonoras que recibe, produciendo en esta forma, corriente continua de amplitud variable llamada corriente pulsante "Ia" ó corriente alterna, como se muestra en la figura 6.

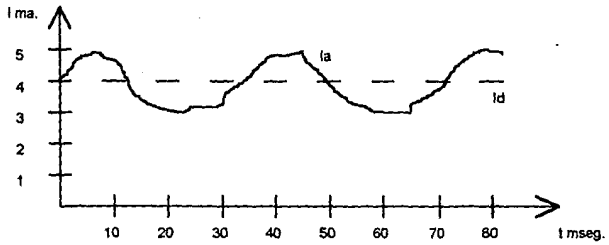
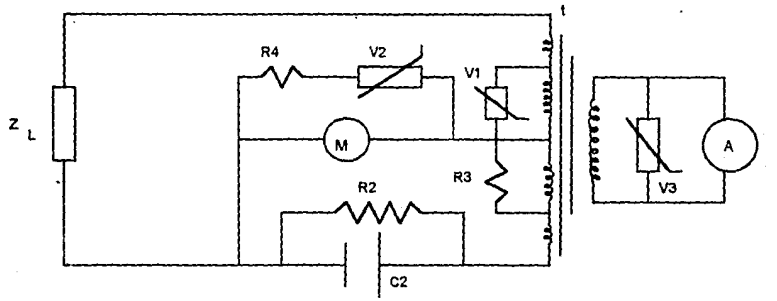


Figura 6 Corriente a través del micrófono.

Esta puede también considerarse como corriente directa "Id" de amplitud constante sobre la cual se superpone corriente alterna "Ia" cuya fuente es el micrófono. Esta corriente alterna del micrófono se divide en las 2 corrientes parciales "i1" e "i2" que fluyen en direcciones opuestas a través de los devanados "N1' y "N2" del transformador "t". El valor de la resistencia "R2" de la línea es apróximadamente igual a la resistencia "R1". La fuerza magnetomotriz "i1N1" es, por lo tanto, apróximadamente igual a la fuerza magnetomotriz "i2N2", y, consecuentemente, se produce la pequeña fuerza magnetomotriz resultante "i1N1-i2N2" que induce un voltaje en el devanado "N3". Este voltaje hace que la propia voz del abonado se escuche en su receptor, pero con un nivel reducido. Esto hace sentir al abonado que su voz se está transmitiendo y que no está hablando sobre una línea muerta (efecto antilocal).

Como las líneas, desde la central hasta los abonados individuales, difieren en longitud, presentan también diferentes impedancias en la línea (ZL) y por tanto diferentes atenuaciones. Estas diferencias en la atenuación que producen sonidos de alto volumen en unas líneas y de bajo en otras, se eliminan en el aparato mediante círcuitos reguladores a base de varistores (V3, V2

y V1). Como puede verse en la figura 7, este circuito requiere un devanado adicional en el transformador de conversación "t". El circuito regulador opera tanto para la transmisión como para la recepción, es decir, permite que el nivel de transmisión sea constante en ambos sentidos.



Donde: R=resistencias, M=micrófono, A=audífono, V=varistor, ZL=impedancia

Figura 7 Regulación automática de la impedancia.

Para lograr esto se incorporan los circuitos reguladores de transmisión "R4 - V2" y "R3 - V1". Así, la regulación de la transmisión se compone de dos partes:

a) La regulación de la corriente alterna (en ambos sentidos) que varía con la corriente de línea. El varistor "V2", que por lo que a corriente alterna se refiere, constituye parte de la impedancia de equilibrio, en cuanto a corriente continua está conectado en paralelo con el micrófono, limitando de esta forma la corriente microfónica en las longitudes de líneas cortas. Por otro lado, "V2" evita el aumento de tensión continua del micrófono provocada por el aumento de resistencia con el tiempo, característica de todos los micrófonos de carbón. O sea, que las tendencias al envejecimiento del micrófono disminuyen en alto grado. Además, con "V2", la corriente de línea se estabiliza, de modo que se vuelve casi independiente de las variaciones de la resistencia del micrófono. Así, se eliminan las imperfecciones de funcionamiento provocadas por resistencia demasiado altas del micrófono.

b) La atenuación de corriente alterna variable se logra mediante el varistor "V1" en serie "R3", en paralelo con una parte del arrollamiento del lado del micrófono del transformador de conversación.

En algunos países, como Alemania, las líneas de abonado se clasifican de acuerdo con sus longitudes (rangos de operación), formándose cuatro grupos a los que se les asigna micrófono y audífonos con más ó menos volumen. Así, a un abonado con una línea larga se le suministra micrófono y audífono más sensibles que a uno conectado a una línea corta. Por otro lado, en los Estados Unidos, las diferencias en atenuación se igualan automáticamente en el teléfono por medio de una resistencia dependiente del voltaje. Evidentemente que las atenuaciones que ocurren en las troncales interurbanas largas, caso de tráfico de larga distancia, se deben eliminar mediante amplificadores que se insertan en estas troncales.

1.2 EL RELEVADOR ELECTROMAGNETICO.

Antes de entrar a conocer los circuitos de conmutación con los que se realizan ciertas funciones, se abordará el estudio breve del relevador electromagnético, el cual constituye el elemento básico de los circuitos de control para Centrales Electromecánicas Analógicas.

En la figura 8 se muestran las partes que constituyen el relevador, este es un dispositivo de control que permite modificar el estado eléctrico de los circuitos que se conectan a su carga. Se conoce como carga de relevador a la parte de éste que está constituida por el grupo ó los grupos de contactos que el relevador opera y mediante los cuales se logra modificar transitoriamente el estado eléctrico de los circuitos que el relevador controla. La otra parte de un relevador la constituye el circuito de control formado por un circuito magnético que se energiza mediante una bobina a la cual se le alimenta la señal de control cuando se desea que el relevador opere.

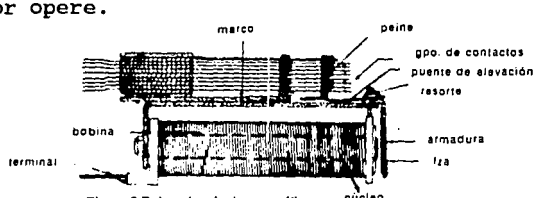


Figura 8 Relevador electromagnético.

Como se ha mencionado, el relevador telefónico es un elemento biestable por lo que sus señales de control son de las mismas características. En otras palabras, la operación de un relevador telefónico se realiza con una señal que toma sólo dos valores. La forma más sencilla de obtener una señal bivaluada es mediante corriente continua, la cual al aplicarse a el relevador, lo opera y al suspendérsela lo desopera. De esta manera se pueden obtener los dos estados de un relevador (operado o desoperado); un pulso de corriente para operar al relevador y una suspensión de este pulso para desoperarlo. Esta situación permite establecer que el procesamiento que realiza la parte de control de un sistema de conmutación lo hace sobre información biestable, es decir, corriente continua; se dice que la señalización interna del sistema de conmutación es a base de corriente directa.

En consecuencia, el objetivo de un relevador es muy simple, tiene que cerrar y abrir circuitos a control remoto. En estado de desoperación la armadura del relevador está en su posición normal, los contactos del relevador están desoperados: a través de la bobina del relevador no circula corriente o circula una corriente muy pequeña, insuficiente para operar al relevador. En el estado de operación, la armadura queda atraida y los contactos del relevador se operan. La corriente que circula por el devanado del relevador es ahora suficiente.

Un relevador con seis pares de contactos puede cerrar y abrir seis trayectorias de corriente diferentes e independientes. Mediante esta simple acción el relevador está capacitado para resolver la mayoría de las funciones de conmutación, pues una conexión no es más que una larga trayectoria de corriente que tiene que completarse en varios puntos de interrupción, desde el abonado "A" hasta el "B". Sin embargo, los relevadores también resuelven otras tareas: **capta, produce y transmite** pulsos de corriente, puede almacenar información y efectuar decisiones al procesar la información que le llega en forma de pulsos de corriente. Por ejemplo, el relevador puede determinar si un pulso es corto o

largo. En esta forma, el relevador puede saber si el mensaje que el pulso transmite significa, por ejemplo, que un abonado levanta su microteléfono (comienzo de una comunicación), o abonado ocupado. Un relevador también se puede emplear para la amplificación de pulsos de corriente directa, el pulso atenuado fluye por el devanado y energiza al relevador: como resultado, un contacto de el relevador cierra (durante el tiempo que dura el pulso) un circuito que contiene una fuente de corriente más intensa.

1.2.1 EL PRINCIPIO DE EL RELEVADOR.

El relevador es un electroimán con núcleo de hierro y una armadura móvil. El núcleo tiene una bobina que produce un campo magnético tan pronto como fluye corriente a través de ella. Como resultado de la fuerza que se produce debido al flujo magnético en el entrehierro, entre el núcleo y la armadura, el núcleo atrae a la armadura. Esta permanece atraída todo el tiempo que la corriente permanezca circulando por el devanado. El movimiento de la armadura se transmite mecánicamente a los resortes de contactos: los contactos de trabajo cierran y los contactos de ruptura abren. Generalmente un relevador tiene varios contactos que operan simultáneamente con la atracción de la armadura.

Se hace distinción entre relevadores polarizados y no polarizados. En el caso de los polarizados, un imán permanente produce flujo magnético permanente sobre el cual se superpone un flujo de control tan pronto como la corriente circula por el devanado. Así, el movimiento de la armadura depende de la dirección de esta corriente. Por ejemplo, la armadura con su posición neutral central (sin funcionar) se atrae hacia un polo si la corriente fluye en una dirección y hacia el otro polo si fluye en dirección opuesta. La principal aplicación de los relevadores polarizados se encuentra en Ingeniería telegráfica.

Restringiremos nuestro estudio a los relevadores no polarizados ya que son los que se utilizan en telefonía. En este relevador la dirección del movimiento de la armadura es independiente de la dirección en la cual circula la corriente por el devanado. La dirección del movimiento de la armadura siempre es tal que el

entrehierro se hace más pequeño. En otras palabras el núcleo siempre atrae a la armadura.

1.3 RECURSOS DEL SISTEMA TELEFONICO.

Los recursos del sistema teléfonico se definen como el conjunto de dispositivos físicos para suministrar el servicio de comunicación telefónica, que permite a los hombres y a los servomecanismos entrar en comunicación cuando cierta distancia los separa. Para proporcionar adecuadamente dicho servicio, es necesario que el sistema telefónico contenga los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos al principio de la llamada y desconectarlos una vez que ésta se termine. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones impresindibles de: **Conmutación, Señalización y Transmisión.**

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

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

c) El aspecto de transmisión se refiere a la transmisión propiamente dicha del mensaje (Voz, Datos, Etc.) del abonado y de las señales de control.

La figura 9, es un ejemplo de la gran variedad de recursos que se emplean en el establecimiento de una comunicación telefónica.

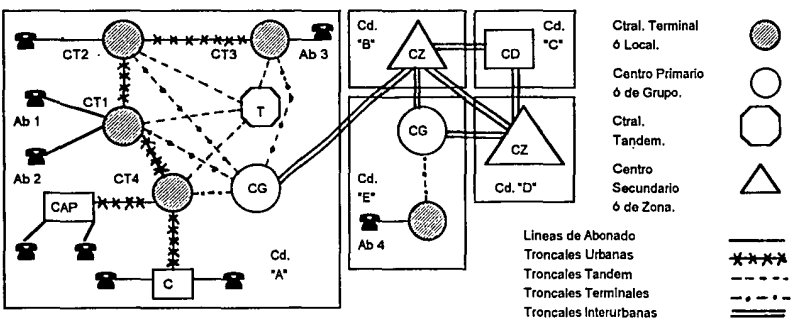


Figura 9 Recursos del sistema telefónico.

Como se observa en la figura 9, la conexión puede involucrar solamente la transmisión de voz entre los aparatos telefónicos a través de una sola central terminal (C.T.), ó puede incorporar multiplicidad de eslabones que requieran: de varias centrales, de varias trayectorias de frecuencia de voz y de varios sistemas de onda portadora. Para explicar esto describimos las diferentes conexiones que pueden llevarse a cabo con los tipos de recursos que incorpora la figura 9.

La comunicación del abonado 1 (Ab1) con el 2 (Ab2), ambos conectados a la central 1 (CT1 de la ciudad A), representa la conexión más sencilla en la que no se emplean troncales sino únicamente líneas de abonado.

La diferencia esencial entre una línea de abonado y una troncal es que la primera está permanentemente asignada a un abonado específico, mientras que la segunda es una conexión cuyo empleo se comparte. Es decir, considerando las centrales CT1 y CT4 de la figura 9, existe una línea de abonado para cada subscriptor conectado a ellas, pero no existe una troncal para cada comunicación posible entre ellas. El número de circuitos troncales que debe existir entre esos puntos está en función del número de comunicaciones efectivas que se establecen. Estas troncales se utilizan únicamente durante la comunicación pero pueden ser empleadas, al desocuparse, para establecer otras comunicaciones.

Para interconectar centrales locales con centros de larga distancia se emplean diferentes tipos de troncales. Una troncal urbana directa conecta a dos centrales locales, una troncal tandem conecta a una central local (CT) con un centro tandem (T), mientras que una troncal urbana de L.D. conecta una central local (CT) con el primer centro de larga distancia (CG centro de grupo). Las troncales urbanas de L.D. también se conocen como troncales terminales.

La comunicación entre los abonados "Ab1" y "Ab3", de la ciudad A, emplea dos troncales, efectuándose la conexión vía la Central Tandem (T). Estas troncales pueden estar constituidas por circuitos de frecuencia vocal, equipados con repetidores de impedancia negativa, ó por circuitos de onda portadora (O.P.) de corto alcance, por ejemplo, un sistema de modulación por pulsos codificados (PCM).

Ahora, consideramos la comunicación del abonado "Ab1" de la ciudad "A" con el abonado "Ab4" de la ciudad "E", en la figura 9. La trayectoria comienza con una línea de abonado hacia la central terminal "CT1". De ahí la conexión emplea una troncal terminal hacia el centro de grupo. Si las dos ciudades tienen alto interés de comunicación, existirán troncales directas entre ellas.

En este caso, la figura 9 ilustra que entre la ciudad "A" y "E" existe un cierto número de rutas: la ruta directa proporcionada mediante un sistema de O.P. por microondas, una ruta alterna que emplea otro sistema de O.P. por cable, vía un centro de zona (secundario). Desde este centro de zona existen troncales directas, también con sistemas de O.P., hacia la ciudad "E". Otra posibilidad se tiene haciendo uso de troncales finales hacia un centro de distrito (terciario), en la ciudad "C", desde el cual se puede hacer conexión con la ciudad "E" a través de otro centro de zona. Estas últimas troncales se pueden suministrar, como en la figura 9, mediante un sistema coaxial y un sistema de microondas.

En el esquema de la figura 9 se pueden distinguir tres tipos de redes:

La Red Local, La Red Urbana y La Red Interurbana.

Las comunicaciones teléfonicas entre abonados conectados a una misma central emplean sólo la red local. Por lo tanto, red local es el conjunto de líneas de abonados conectadas a una central terminal (CT). Así, en una ciudad habrá tantas redes locales como centrales terminales contenga.

Las conexiones entre centrales locales (CT) se conocen como troncales urbanas, siendo necesaria su existencia entre cada par de centrales. El conjunto de redes locales y troncales se conoce como red urbana. Para simplificar la estructura y aumentar la eficiencia de una red urbana se emplean centros Tandem (T).

Las conexiones entre centros de conmutación que pertenecen a ciudades diferentes, troncales interurbanas, constituyen la red interurbana que se emplea para comunicaciones de larga distancia (L.D.).

El pequeño porcentaje de tiempo (del orden de 2%), durante el cual se emplea una línea de abonado ha llevado a la consideración de los concentradores (C) de líneas entre los abonados y la central. En efecto, el concentrador "C" es una central parcial que está conectada a la central verdadera mediante pares (líneas de dos conductores) que, en estas condiciones, dejan de operar como líneas de abonado para constituirse en troncales.

En el esquema de la figura 9 también se ilustra lo que se conoce como (CAP) conmutador automático privado, que es una pequeña central, que permite el servicio interno de comunicación telefónica entre extensiones de una compañía, un comercio, un hotel, etc. y, además, por estar conectada mediante troncales a una central del servicio público permite la comunicación de cualquiera de las extensiones con abonados de la red pública.

La figura 10 ilustra el diagrama a bloques de una conexión típica de larga distancia, hasta el punto en donde las señales se conectan a troncales de larga distancia interurbanas, en la primera central de L.D., el mensaje y las señales de supervisión se pueden manejar sobre círcuitos de frecuencia de voz a dos hilos (es decir, el mismo par de alambres se emplea para ambas direcciones de transmisión) ó sobre circuitos a cuatro hilos ya sea a frecuencia de voz ó frecuencias por portadoras. El sistema de onda portadora puede estar constituído por equipo múltiplex por distribución de

frecuencia ó múltiplex por distribución de tiempo y el medio de transmisión puede ser alámbrico ó inalámbrico (microondas). En la central de L.D., después de una adecuada conmutación y enrutamiento, las señales generalmente se conectan a las troncales de L.D. interurbanas mediante un juego terminal, el cual separa las dos direcciones de transmisión, para que esta transmisión de larga distancia (largo alcance) se pueda realizar en base a cuatro hilos. A través de estas troncales interurbanas, se transmiten las señales hacia centros de L.D. remotos (que a su vez pueden estar conectados mediante troncales interurbanas con otros centros de conmutación), y finalmente la llamada desciende a través de otro juego terminal de cuatro hilos y otro equipo local, de nuevo sobre troncales terminales, hacia otra central terminal y, a través de una línea de abonado, se llega al aparato telefónico específico completándose así la llamada.

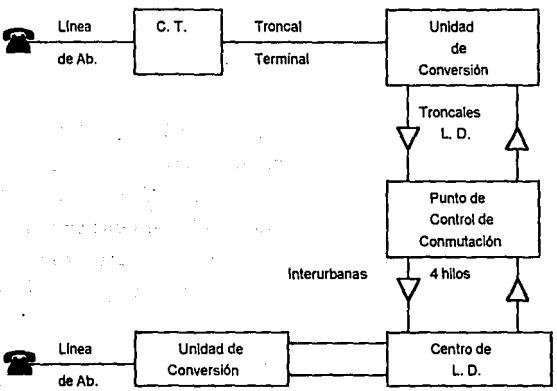


Figura 10 Conexión de una llamada de Larga Distancia.

Cada centro de conmutación de L.D. que se indica en la figura 9 involucra un centro de transmisión. Es decir, el equipo de conmutación se encarga de establecer las conexiones apropiadas para enrutar ó dirigir la comunicación a través de la red telefónica hacia su destino correcto por la vía más adecuada; mientras que el

equipo de transmisión se encarga del envío de las señales de control y supervisión, así como del mensaje, asignándole a esta información un canal de comunicación que generalmente se proporciona mediante sistemas de onda portadora para las comunicaciones de L.D.

1.4 El OBJETIVO DE LA TELEFONIA MODERNA.

El objetivo de la telefonía moderna en cualquier país es el de integrar una red telefónica que permita el establecimiento de conexiones tanto nacionales como internacionales con la mayor rapidez posible, con el máximo de confiabilidad y al mínimo costo. Se ha determinado que esto es posible sólo a través de sistemas automáticos cuya combinación da origen a lo que se conoce como servicio de Larga Distancia Automático (SLDA). Este servicio a través de una red telefónica cuidadosamente planificada y equipada con Sistemas de Conmutación Automática, permite que cualquier abonado perteneciente a dicha red pueda comunicarse con cualquier otro abonado sin importar la distancia que exista entre ellos.

Uno de los primeros requisitos del servicio SLDA se refiere a la asignación de un número telefónico distinto a cada abonado. Desde luego que este número no debe confundirse con el número de ningún otro abonado conectado a la red automática. También es necesario que estos números sean similares en su forma, fáciles de utilizar y compatibles con los arreglos locales y de áreas mayores.

Un segundo requisito del servicio automático es el contar con un plan de encaminamiento que dirija en forma automática, rápida y económica el tráfico hacia su destino. Para el manejo de tráfico de larga distancia se empleó durante más de veinte años un plan de conmutación general basado en sistemas manuales. Posteriormente se realizaron modificaciones a este plan para desarrollar el plan de conmutación para el servicio automático. Este plan incorpora la técnica del encaminamiento alterno en la que se aprovecha la habilidad de los sistemas de conmutación automática de probar con gran rapidez un cierto número de rutas para lograr el

encaminamiento automático de las llamadas sobre una ó más rutas alternas (ó secundarias). Esta técnica ayuda a que el equipo troncal se emplee más eficientemente que en operación manual, obteniéndose una comunicación de larga distancia, esencialmente sin retrasos.

Otro de los factores importantes a considerar en la planeación del servicio telefónico automático, se relaciona con el establecimiento de la función de señalización. En la operación manual los requisitos al respecto fueron relativamente simples; la información de señalización se cursaba entre los diferentes centros de conmutación, ya fuese verbalmente, por medio de operadoras, o mediante señales sonoras en la línea.

En conmutación automática, sin embargo, se necesita un sistema complejo de señales para transmitir información sobre la red de conmutación. Entre estas señales se encuentran: la información numérica o de selección, información de cobro y de supervisión, datos de control, etc. Se debe diseñar a estas señales para que actúen y sean reconocidas por los sistemas de conmutación y de transmisión empleados, además, se deben transmitir en forma precisa y rápida sobre diferentes tipos de medios de transmisión.

El plan de encaminamiento para el servicio automático, nos muestra que la mayoría de las llamadas se realizan empleando troncales pertenecientes a rutas secundarias conectadas entre sí. En algunos países se puede encontrar, que una pequeña porción del número total de llamadas se cursa a través de nueve círcuitos troncales. En comunicaciones internacionales, es posible que la conexión utilice hasta catorce circuitos conectados en serie: seis círcuitos internacionales y los restantes divididos entre los países terminales. Como puede suponerse, esto requiere de un diseño de transmisión cuidadoso, así como esfuerzos considerables para mantener los valores de transmisión cerca de los objetivos de diseño.

De lo anterior, se deduce la importancia de conocer con detalle esos planes: de numeración, de conmutación, de señalización y de transmisión, ya que nos permiten establecer las bases apropiadas para la estructuración de una red telefónica, tanto nacional como internacional y para la explotación adecuada de los recursos técnicos de dicha red.

1.4.1 PLAN DE NUMERACION.

Con este plan se pretende asignar a cada abonado un número que determina su posición dentro de la red. Mediante este distintivo, que se conoce como código de selección, el sistema permite establecer la comunicación de un abonado con cualquier otro, sin importar la localización de éstos que incluso pueden pertenecer a países diferentes.

1.4.1.1 Estructura del Código de Selección.

Vamos ahora a analizar cuál debe ser la estructura del código de selección para la conmutación de larga distacia. Empecemos por considerar una pequeña área, figura 11, que le llamaremos área de conmutación local, cuyas necesidades de comunicación telefónica se satisfacen con una pequeña central (CT) de 1,000 líneas.

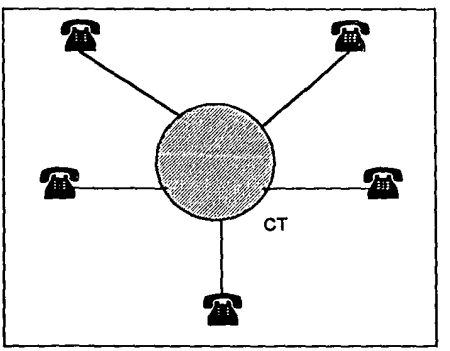


Figura 11 Central telefónica de conmutación local.

Como las centrales telefónicas, se construyen en unidades de 1,000 líneas hasta un máximo de 10, 000 líneas, nuestra área de conmutación local puede crecer en demanda de servicio telefónico que podrá ser proporcionado agregando tantas unidades de 1,000 como sea necesario hasta atender 10,000.

Si el área de nuestro ejemplo fuese de mayor densidad telefónica, es decir, si se necesita atender más de 10,000 abonados, entonces se instalará más de una central, conectándose entre sí como lo ilustra la figura 12a. Se obtiene entonces lo que se conoce como área multicentral.

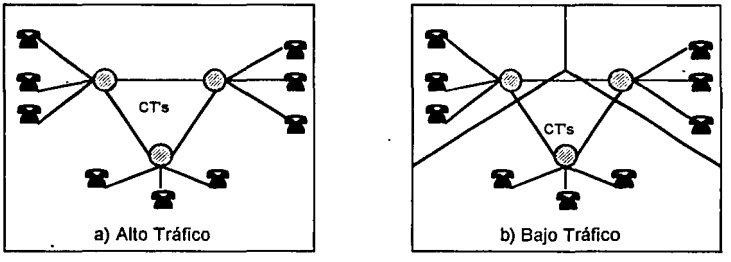


Figura 12 Areas multientral de alto y bajo tráfico

El mismo concepto de área multicentral se obtiene si varias áreas locales de bajo tráfico se juntan para formar un área de conmutación mayor, figura 12b.

En un área multicentral cada teléfono y cada central telefónica poseen una identidad distinta como parte del sistema de numeración para la conmutación de larga distancia.

Se puede entonces, dividir un país en varias áreas multicentrales, que enlazadas entre sí permitirán la comunicación entre dos abonados cualquiera de ese país.

Volviendo a nuestro ejemplo inicial, si el área de conmutación local queda atendida con una central de 10,000 líneas, con números

que vayan desde el 0000 hasta el 9999 (4 dígitos), podremos localizar hasta 10,000 abonados de esa central.

Si lo que tenemos que atender es una área multicentral, con números de 5 dígitos, podrán definirse hasta 10 centrales de 10,000 líneas cada una, 100,000 suscriptores en total (00000 al 99999), como se muestra en la figura 13.

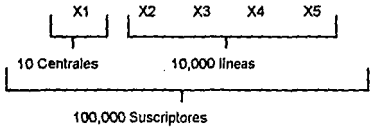


Figura 13 Area multicentral de 5 digitos.

Si el área multicentral requiere entre 10 y 100 centrales se requerirán distintivos de 6 dígitos, como se muestra en la figura 14.

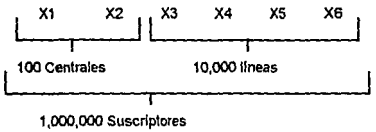


Figura 14 Area multicentral de 6 digitos.

Si el área multicentral requiere entre 100 y 1,000 centrales se necesitan distintivos de 7 dígitos, como se muestra en la figura 15.

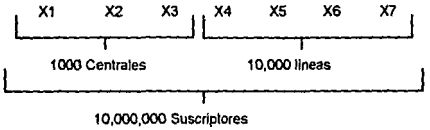


Figura 15 Area multicentral de 7 digitos.

Se considera que un área multicentral, por grande que sea, no empleará nunca más de 1,000 centrales, por lo tanto, el distintivo hasta aqui formado, puede variar entre 4 y 7 cifras. Este

distintivo se conoce como número local ó de directorio y permite la comunicación entre dos abonados cualquiera dentro del área.

Como un país va a estar dividido en varias áreas multicentrales, es necesario que el número local vaya precedido de un código de área para establecer comunicaciones de una a otra área multicentral, como se muestra en la figura 16.

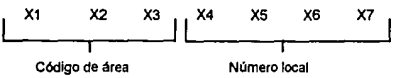


Figura 16 Número de directorio.

La cantidad de dígitos que forman el código de área, depende del número total de áreas en el país y de la densidad telefónica de cada área. Por ejemplo, si una área es de alta densidad telefónica (gran cantidad de abonados), sus números locales serán de más dígitos (máximo 7), por lo que será necesario tener menos dígitos en el código de área que permita seguir la recomendación del CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía), de que los números nacionales no deben exceder de 8 ó 9 dígitos. El número nacional está formado por el número local más el código de área. Por otro lado, si un país se ha dividido en 90 áreas multicentrales, con un solo dígito para el código de área, no se podrán numerar estas 90 áreas. Se necesitarán entonces, dos cifras para el código de área, con lo que podrán formarse 100 combinaciones, del 00 al 99, ó sea, que podrán identificarse 100 áreas. A menudo, estas combinaciones son insuficientes. Con 3 cifras para los códigos de área se pueden obtener hasta 1,000 combinaciones, lo cual es suficiente aún para países muy grandes. Por lo tanto, conviene tener códigos de área combinados de 1,2 y 3 cifras. Debe tenerse en mente, que cada código de área de una cifra que se emplee implica la pérdida de un centenar de códigos de área de 3 cifras y cada código de área de dos cifras implica la pérdida de una decena de código de tres cifras.

El factor importante para decidir si a una cierta área se le debe dar un código de 1, 2 o 3 cifras, depende de la densidad de

tráfico de dicha área. Mientras mayor sea el tráfico de una área dada, mayor será la ventaja de asignarle un código de área de menor número de dígitos, pues los números de directorio del área tendrán 6 ó quizá 7 cifras. Los códigos de área más grandes, deben reservarse para áreas de poca densidad telefónica. Por ejemplo, se podría escoger el uno para identificar un área de gran densidad de tráfico; con esto, ya no es posible emplear del 10 al 19 para identificar áreas de dos dígitos, ó del 100 al 199 para identificar áreas de 3 dígitos. Se podrán emplear, por ejemplo, del 20 al 29, del 30 al 39 y del 40 al 49 para distinguir 30 áreas con códigos de dos dígitos. A su vez estos códigos impedirán el empleo del 200 al 499 para códigos de área de 3 dígitos. Para estos códigos se podrán emplear del 500 al 599, del 600 al 699, del 700 al 799, del 800 al 899 y del 900 al 999 para identificar 500 áreas de 3 dígitos ó de bajo tráfico. La anterior distribución podría implantarse para un país que tuviese 531 áreas multicentrales en total, de las cuales una será de alta densidad telefónica, 30 de densidad media y 500 de baja densidad.

Puede requerirse, con el objeto de simplificar las funciones de tarifación y de enrutamiento de los equipos de conmutación, que se piense en un arreglo de códigos de área como el que se muestra en la figura 17, para permitir la misma primera cifra en los códigos de área de dos y tres dígitos.

Región 1 el código 1	
Región 2 del código de área 20 al 25	Región 10 del código de área 260 al 299
Región 3 del código de área 30 al 35	Región 11 del código de área 360 al 399
Región 4 del código de área 40 al 45	Región 12 del código de área 460 al 499
Región 5 del código de área 50 al 55	Región 13 del código de área 560 al 599
Región 6 del código de área 60 al 65	Región 14 del código de área 660 al 699
Región 7 del código de área 70 al 75	Región 15 del código de área 760 al 799
Región 8 del código de área 80 al 85	Región 16 del código de área 860 al 899
Región 9 del código de área 90 al 95	Región 17 del código de área 960 al 999

Figura 17 Códgos de área para 17 regiones.

El código de área se emplea entonces para enrutar las llamadas hacia áreas diferentes a las del abonado que origina la llamada.

En la sección anterior vimos que las comunicaciones destinadas a otra área utilizan la red interurbana, por lo que requieren de centros de conmutación de L.D. que controlen el encaminamiento de dicha comunicación para llegar a su destino. Por consiguiente, para una comunicación de L.D. nacional es necesario que el número nacional vaya precedido de un prefijo de L.D. nacional el cual indica que la llamada se dirige a un abonado que pertenece a otra área diferente a la del abonado que llama, por lo que la comunicación debe efectuarse a través de centros de L.D. y de la red troncal interurbana.

Hemos llegado así, a la estructura del código de selección nacional que se compone de: prefijo de L.D. nacional, código de área y número directorio.

A manera de ejemplo, considérese la comunicación de Monterrey al D.F. mediante el siguiente código de selección: **91-5-7359912**

Donde;	**91**	**Prefijo de Larga Distancia Nacional.**
	5	**Código de Area.**
	7359912	**Número de Directorio.**

En este caso, el D.F. y parte de sus alrededores constituyen varias áreas multicentrales una de las cuales se identifica con el número 5.

Notese que siendo el D.F., un área de alta densidad telefónica, los números locales son de 7 cifras, por lo que el código de área es de un dígito únicamente.

En el caso de México, siempre se marcan 10 dígitos para cualquier comunicación de L.D. Se dice que se emplea el sistema de numeración cerrada ó uniforme. Algunos países optan por el sistema de numeración abierta, en donde se marca un código de selección que puede variar en número de dígitos dependiendo de si se va a una zona de alto, mediano ó bajo tráfico.

1.4.1.2 Código de selección Internacional.

Para las comunicaciones internacionales, se mantiene la estructura del código de selección nacional con excepción del prefijo de L.D. nacional, el cual recibe ahora el nombre de prefijo

de L.D. internacional, que es individual para cada país. Su función es dar posibilidad al equipo de conexión de conmutar el tráfico saliente hacia otros países.

Para este caso, el prefijo de L.D. internacional debe estar seguido de otros u otros dígitos que constituyen el código del país al que se desea comunicar. El CCITT ha desarrollado para esto un plan de numeración telefónico mundial, mediante el cual se le ha asignado a cada país un código que resulta ser el mismo sin importar el punto de donde proceda la llamada.

En este plan de códigos, se ha dividido al mundo en 9 zonas, las cuales están asociadas con los diferentes continentes. A cada zona se le ha asignado una cifra (del 1 al 9) con excepción de Europa que se le asignaron dos cifras (3 y 4). A estas cifras se agregan una o dos más para indicar el país en particular dentro de la zona. Los códigos de los países pueden ser de 1, 2 o 3 dígitos y se distribuyeron de acuerdo con el crecimiento telefónico y crecimiento de población del país. Los países con gran número de abonados (de tráfico intenso), reciben un código de país de 2 cifras. Como un gran número de abonados en un país requiere más cifras en la numeración nacional, es necesario que el código del país sea corto de manera que el número máximo de dígitos recomendados por CCITT para el número internacional (12 cifras) no se exceda. Esta es la razón por la cual a Europa se le han asignado 2 cifras. México se encuentra en la zona 5 con el prefijo de numeración 52.

El código de selección internacional se muestra en la figura 18.

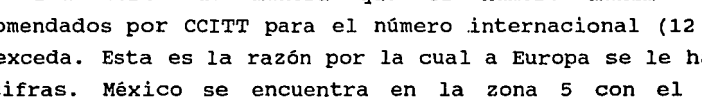


Figura 18 Número de directorio de Larga Distancia.

Como ejemplo considérese el código de selección internacional **95-713-5552369**, mediante el cual se establece la comunicación de un abonado de México, D.F. con un abonado de Houston U.S.A.

Otra de las recomendaciones del CCITT, por lo que respecta al código de seleción internacional, establece lo siguiente: para el servicio enteramente automático internacional, el plan de núméración nacional no deberá incluir el empleo de letras (asociadas con cifras en los discos dactilares de los aparatos telefónicos), debido a que la mayoría de los países no utilizan letras. Por lo tanto, la identificación debe estar basada únicamente en dígitos.

1.4.2 PLAN DE ENCAMINAMIENTO (CONMUTACION).

Hemos establecido que el plan de conmutación se encarga de estructurar una red interurbana que pueda satisfacer las necesidades del servicio telefónico automático. La red estará constituída de centros de conmutación y enlaces troncales adecuados que permitan el establecimiento rápido y preciso de las conexiones necesarias; permitiendo, además, el empleo eficiente del equipo telefónico.

Dos aspectos fundamentales caracterizan a una red interurbana, lo que se conoce como disciplina del encaminamiento jerárquico y principio del encaminamiento alterno automático. La disciplina del encaminamiento jerárquico, se encarga de la colección y distribución del tráfico mediante la interconexión, en forma jerárquica, de todos los centros de conmutación, es decir, a un centro de grupo (CG) se conectan centrales terminales (CT), a un centro de zona (CZ) se conectan centros de grupo (CG), a un centro de distrito (CD) se conectan centros de zona (CZ), etc. Además, existirán troncales interurbanas que conectan el centro de grupo (CG) con el centro de zona (CZ), el centro de zona (CZ) con el centro de distrito (CD), etc. Esta estructura nos lleva a una red radial (ó en estrella) que proporciona la estructura básica de una red interurbana automática, figura 19.

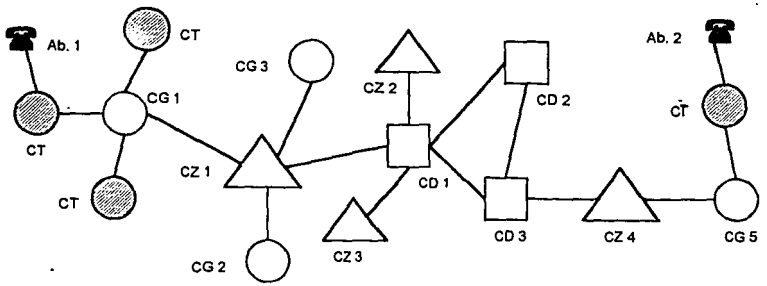


Figura 19 Red telefónica tipo estrella ó radial.

El esquema anterior nos muestra que la comunicación del abonado "Ab1" con el abonado "Ab2", pertenecen a dos distritos diferentes, requiere de toda la gama de centros de conmutación y de un considerable número de enlaces troncales para su realización. Se dice entonces que se emplea la ruta final para la comunicación.

En este caso el tráfico se maneja conectando entre sí los diferentes enlaces troncales, mediante equipo de conmutación en los centros intermedios ó de tránsito. Los puntos en donde se llevan a cabo las interconexiones se conocen como centros de conmutación y el proceso se llama conmutación. Si los puntos de origen y terminal no se encuentran tan separados, como el caso de nuestro ejemplo, el número de centros de conmutación utilizados será menor. Es importante que el equipo telefónico se diseñe para proporcionar una transmisión y control adecuados para este tipo de tráfico de conmutación múltiple y para que los grandes volúmenes de tráfico se manejen mediante conexiones de conmutación lo menos complicadas posible.

La estructura básica de la red puede optimizarse con la implantación de rutas directas entre centros de conmutación, que por su alto interés de comunicación lo ameriten. Si por ejemplo, el centro "CG2" tuviese alto tráfico con el "CD3", se justificaría la instalación de una ruta directa "CG2-CD3". Lo anterior, se debe a

que es más económico cursar mediante troncales directas las comunicaciones entre dos puntos que generan entre sí altos volúmenes de tráfico. Por el contrario, si volúmenes de tráfico son pequeños, es más conveniente emplear las troncales de la red básica, es decir, las troncales de las rutas finales como quedó establecido.

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

En esta forma, se llega a una red optimizada, mitad radial y mitad en malla, formada por rutas de gran utilización (directas), rutas secundarias y rutas finales. En la figura 20 se ilustra esta red en la que las rutas de alto uso y secundarias se indican con trazo interrumpido y las rutas finales con trazo continuo.

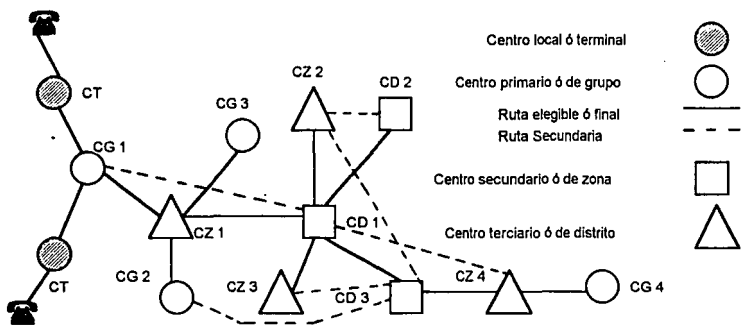


Figura 20 Red telefónica tipo estrella y tipo malla.

En la estructura de la red interurbana anterior, las rutas finales elegibles, formadas por enlaces finales, pueden ser las únicas rutas a utilizar ó, cuando se dispone de rutas directas, constituyen el último recurso para el encaminamiento del tráfico de desborde. Se conoce como tráfico de desborde ó de sobrecarga a todas aquellas comunicaciones que no se cursan por las rutas directas por encontrarse éstas ocupadas, debiéndose por lo tanto, cursar por las rutas secundarias ó finales. Las rutas de gran utilización se toman antes que las rutas finales y, como su nombre lo indica, cursan un tráfico elevado por circuito.

A veces es conveniente dividir el grupo de círcuitos finales, que conecta los centros más importantes, en un grupo que se reserva para el tráfico en tránsito (conmutado) y en otro para el tráfico terminal, cuando el grupo de círcuitos para el tráfico terminal está ocupado, la sobrecarga puede encaminarse por el grupo de circuitos adscrito al tráfico en tránsito.

En la figura 20 se muestra, para el caso general, la estructura jerárquica de la red de grupos troncales finales (ó cadena de rutas finales), que interconecta a las diferentes clases de centros de conmutación (oficinas). Siempre se proporciona un grupo troncal entre cada centro y un centro de rango superior (enlace final). Este centro de conmutación de rango superior se conoce como centro nodal y se dice que la ó las oficinas dependientes se enlazan a él.

El agrupamiento sistemático de centros de conmutación resulta en un agrupamiento similar de las áreas que atienden. Un país se puede dividir en regiones, cada una atendida por un centro de conmutación de máxima categoría llamado centro regional (CR). Cada región se subdivide en áreas más pequeñas llamadas distritos (sección ó sector según terminología americana); el punto de conmutación principal en el distrito es el centro de distrito (CD). El distrito también resulta en un área telefónica muy grande por lo que se divide en zonas. Cada zona está atendida por un centro secundario ó de zona (CZ). Los centros restantes son los centros

primarios ó de grupo (CP) y las centrales locales. Cada unidad de conmutación separada, debe tener su clasificación dentro del plan de enrutamiento jerárquico. Esta clasificación se aplica aun cuando en un solo edificio estén alojadas más de una unidad.

1.4.3 PLAN DE TRANSMISION.

El diseño de un sistema telefónico incorpora cadenas de transmisión y debe estar encaminado a la obtención de un punto óptimo que considere una calidad de transmisión aceptable a un costo mínimo.

Este punto óptimo determina la norma del comportamiento de transmisión a la que se debe llegar.

1.4.3.1 Equivalente de referencia.

De todos los factores que afectan el funcionamiento de la transmisión, el más importante es la atenuación del volumen de los sonidos hasta el oído del abonado receptor, comparado con el volumen que presentan al ser emitidos por el abonado transmisor.

El método acordado internacionalmente para medir lo anterior, emplea lo que se conoce como NOSFER (Nuevo Sistema Fundamental para la Determinación de los Equivalentes de Referencia). La máxima pérdida emitida (equivalente de referencia) entre el micrófono en un extremo y el audífono en el otro, da a los abonados el estandar mínimo de funcionamiento.

Experimentado con este sistema, se demostró que al aplicar al origen de una línea la potencia de 1 mw, que es aproximadamente la producida por un micrófono de carbón, la inteligibilidad de la señal al final de la línea puede considerarse como:

Muy buena para un equivalente de referencia = 1 nepers
Buena para un equivalente de referencia = 2 nepers
Suficiente para un equivalente de referencia = 3 nepers
Defectuosa para un equivalente de referencia = 4 nepers
Mala para un equivalente de referencia = 5 nepers

Por lo tanto, en una comunicación telefónica la atenuación total (equivalente de referencia) no debe pasar de 3 a 3.5 nepers. Como 1 nepers = 8.686 dB, el equivalente de referencias es 26 dB. Para el caso de una conmutación de L.D. es necesario incorporar dos elementos conversores de 2 a 4 hilos. Cada uno de estos elementos introduce en la conexión una pérdida de 3.5 dB, por lo que el equivalente de referencia de una comunicación de L.D. nacional es de 33 dB. Este es el valor que el CCITT recomienda no exceder como equivalente de referencia para el caso Nacional. Por supuesto que valores más pequeños de esta pérdida resultarán en una mejor calidad de transmisión.

Uno de los objetivos que se persigue en el plan de transmisión es distribuir adecuadamente el equivalente de referencia en una comunicación Nacional ó Internacional. Por razones económicas es conveniente que la mayor parte posible de la pérdida se asigne a las líneas de abonado pasivas, de modo que su costo pueda mantenerse a un mínimo. Es decir, con lo anterior pueden emplearse conductores de calibre más pequeño y obtener una explotación más fuerte de los ductos de los cables.

La mínima parte posible de la pérdida debe localizarse en los círcuitos activos a cuatro hilos, que constituyen la parte de larga distancia de la conexión.

La operación de un micrófono depende de una corriente directa de alimentación que se envía desde la central a través de la línea de abonado. Por lo tanto, para el caso de transmisión de la línea tiene un doble efecto en la señal, generalmente por el micrófono: atenúa tanto la señal de voz como la corriente de alimentación de la cual depende la eficiencia del micrófono. Por otro lado, la operación de un audífono sólo requiere la aplicación de una señal de voz en su electroimán para crear un campo magnético variable que afectará al diafragma de este dispositivo. Lo anterior obliga a separar en dos el concepto de equivalente de referencia (ER). Es decir, se debe definir un ERT (equivalente de referencia para la

transmisión) y un ERR (equivalente de referencia para la recepción) que, evidentemente, serán de valores diferentes.

Las recomendaciones del CCITT al respecto, por lo que se refiere al sistema nacional que forma parte, desde luego, de una conexión internacional, son las siguientes: tomando como referencia la Central Internacional, ERT (equivalente de referencia para la transmisión) 20.8 dB, ERR (equivalente de referencia para la recepción) 12.2 dB. Esto se ilustra en la figura 21.

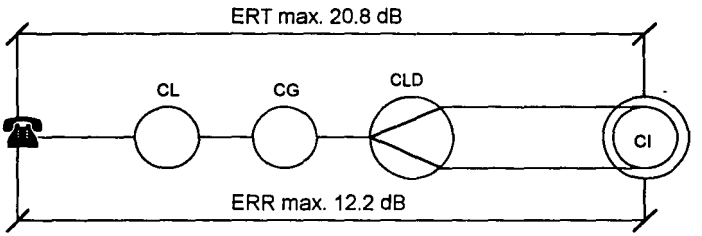


Figura 21 Equivalente de referencia para el tráfico nacional.

El problema ahora es saber a qué punto exactamente de la central internacional debe quedar referido el equivalente de referencia mencionado.

Para comprender esto es necesario hacer notar que la Central Internacional conecta la parte Nacional de la conexión con un circuito activo Internacional. Este último circuito conecta entre sí a los dos circuitos activos Nacionales. La pérdida ó equivalente de referencia de este circuito Internacional puede afectar la estabilidad de la conexión. Es por esto que los países han tomado acuerdos sobre las propiedades de transmisión de estos circuitos.

Por otro lado, un circuito no solamente queda especificado por el equivalente de referencia, sino también por la potencia de voz real que puede manejar. Esto, que se conoce como funcionamiento de carga está dado por la designación de un nivel relativo cuyo significado también ha requerido el acuerdo Internacional.

Los fabricantes de los circuitos activos de Larga Distancia, por ejemplo, un canal de O.P. (Onda Portadora), han diseñado sus equipos de tal manera que su funcionamiento óptimo se obtiene con determinado nivel de potencia. Este nivel se especifica en dBr que significa decibeles relativos (nivel relativo). El nivel de potencia óptimo es de 0 dBr. Este nivel equivale a una potencia media de todas las frecuencias de 32 microwatts, ó sea - 15 dBm. Esto significa, por ejemplo, que un punto de - 3.5 dBr nivel relativo, la potencia debe ser de - 18.5 dBm.

Para el Circuito Internacional que forma parte de la conexión Internacional, deben existir entonces, en alguna parte de la central Internacional, puntos con ciertos valores acordados de nivel relativo. Así, no solamente el equivalente de referencia de este circuito es importante, sino también su funcionamiento de carga. Para la dirección de transmisión, éste debe ser un punto en donde existen una designación de nivel relativo referida al circuito internacional con un valor de - 3.5 dBr. Para la dirección de recepción, un punto con el valor de - 4.0 dBr. Por supuesto que esto implica que la pérdida ó equivalente de referencia del circuito es de 0.5 dB, según se muestra en la figura 22. Es a esos puntos a los que el equivalente de referencia Nacional debe quedar referido.

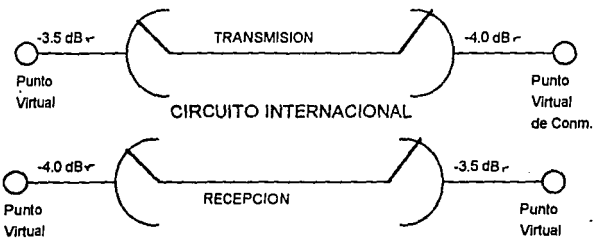


Figura 22

Debido a que su existencia es en cierto modo abstracta, ya que no se pueden localizar puntos en un lugar preciso, en donde puedan,

por ejemplo, realizarse mediciones, se conocen como puntos virtuales de conmutación de la Central Internacional.

Para cada uno de los enlaces Internacionales en una conexión Telefónica Internacional se aplica la misma regla. El CCITT recomienda no usar más de 6 enlaces en el Circuito Internacional, por lo que la pérdida total de dicho circuito será de 3 dB. De esta forma, el equivalente de referencia total de la conexión internacional será de 36 dB.

Siguiendo otras de las recomendaciones del CCITT, la distribución del ER de la parte Nacional es como se observa en la figura 23.

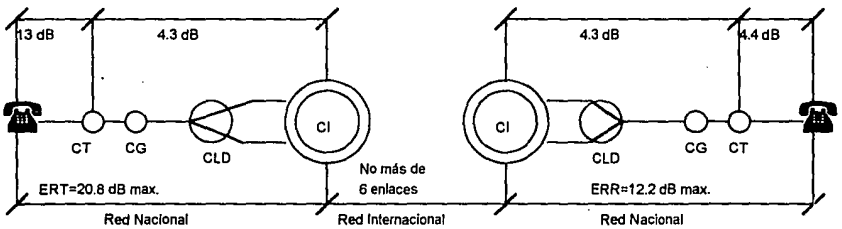


Figura 23 Equivalente de referencia para el tráfico internacional

El CCITT recomienda que los Circutos Nacionales para un país de dimensiones promedio (máximo de 1 000 a 1 500 km de transmisión a partir del Centro Internacional), no contengan más de tres enlaces desde el Centro Internacional hasta la red local.

1.4.4 PLAN DE SEÑALIZACION.

La señalización se define como el intercambio de información entre diferentes puntos, dentro de un enlace de voz ó datos, por medio de los cuales es posible establecer y controlar una ó varias comunicaciones.

Este punto lo trataré con más detalle en el capítulo VII.

CAPITULO 2

CONMUTACION TELEFONICA.

2.1 CONCEPTOS GENERALES.

La función de Conmutación de un Sistema Telefónico tiene por objeto establecer trayectorias de comunicación entre dos puntos. Considere la figura 1, en donde el problema de conectar eléctricamente a los abonados "Ab.A" y "Ab.B" se resuelve mediante la línea de transmisión "L" permanente entre los abonados.

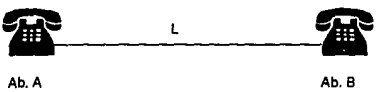


Figura 1

Si ahora se desea establecer la conexión entre los abonados Ab.A' y Ab.B', se puede aprovechar la línea L que se utiliza para conectar a los abonados Ab.A y Ab.B mediante los conmutadores "C" colocados en los extremos de la línea "L". En este caso se realiza un tipo rudimentario de conmutación para establecer cualquiera de las trayectorias que se necesite, como se observa en la figura 2.

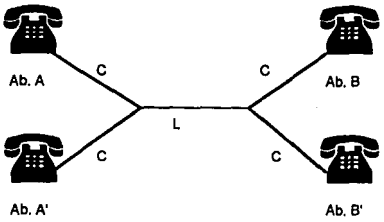


Figura 2

En sistemas de conmutación telefónica, los abonados Ab.A y Ab.B de la figura 1 representan dos abonados conectados al servicio telefónico que desean comunicarse entre sí mediante sus teléfonos.

Para la comunicación telefónica entre los abonados Ab.A y Ab.B se deben realizar otras tareas indispensables. Por ejemplo, el abonado Ab.A debe manifestar al abonado Ab.B el deseo de comunicarse con él y viceversa; los micrófonos (transmisores) de los teléfonos deben recibir corriente de alimentación, se debe registrar el costo de la llamada, etc. Así vemos que la simplicidad del sistema disminuye pues es necesario, aún en la comunicación, complementar el sistema con equipo capaz de realizar esas tareas adicionales. Sin embargo, a medida que el número de abonados aumenta, la tarea de establecer conexiones se hace progresivamente más importante que las otras tareas; pues ya no es suficiente contar con una sola línea "L" para un gran número de abonados, ni tampoco es conveniente unir cada abonado con cualquier otro mediante conexiones individuales de punto a punto, como lo ilustra la figura 3.

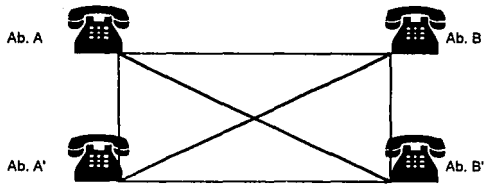


Figura 3

La solución más conveniente se ha encontrado con los sistemas de conmutación telefónica. La figura 4 ilustra tal solución en la que los abonados se conectan en forma radial al sistema (central telefónica).

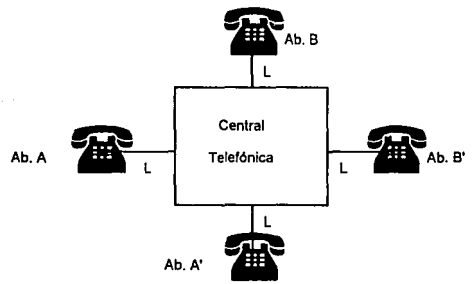


Figura 4 conexión tipo radial de abonados.

La solución que representa la figura 3, requiere para la comunicación entre cualquier par de abonados, n(n-1)/2 enlaces (siendo n el número total de abonados). El caso de la figura 4 implica el empleo de n líneas "L" solamente, una para cada suscriptor por la que establece todas sus llamadas tanto las de entrada como las de salida. En la central, las conexiones necesarias se pueden establecer en forma manual ó por medio de

equipo automático que no necesita intervención de personal. Los estudios que realizaremos, serán enfocados hacia sistemas automáticos solamente. En la actualidad debido a que casi todas las centrales públicas y privadas se han automatizado, la mayoría de las conexiones se establecen sin la ayuda de operadoras, por los mismos abonados. Además, en diferentes países el tráfico Nacional e Internacional de Larga Distancia también se maneja sobre las mismas bases de automatización.

Tomemos como ejemplo, un sistema de conmutación CAP (Central Automática Privada , vease la figura 9 del capítulo 1), para explicar por qué la conmutación pertenece al campo del proceso de información que también comprende a las computadoras electrónicas. Estos sistemas manejan el tráfico telefónico privado, por ejemplo, dentro de un edificio, hotel, almacén, etc. Normalmente son de pequeña capacidad pero no es difícil encontrar sistemas CAP con varios miles de teléfonos (extensiones) conectados. Los sistemas CAP también permiten la comunicación hacia la red pública conectando su equipo de conmutación a la red telefónica pública por medio de una o varias líneas (troncales urbanas). Intencionalmente algunas extensiones no gozan del acceso a las troncales de salida, de modo que sus usuarios no pueden efectuar llamadas urbanas o de larga distancia. Los sistemas CAP también pueden combinar diferentes mensajes; por ejemplo, si el usuario de una extensión sale de su oficina, puede marcar un código en su teléfono que almacena cierta información en el equipo de conmutación, de modo que si en ese momento otro usuario marca el número de su extensión, la nueva información enviada al equipo de conmutación se combina

con la almacenada dando como resultado que la llamada se dirija automáticamente hacia el teléfono de la oficina en que se encuentra el primer usuario. Lo anterior refleja que los sistemas de conmutación procesan información para el desarrollo de su función, el establecimiento de conexiones.

Conviene hacer notar en este momento la diferencia que existe entre el objetivo de la conmutación y el de la transmisión. El ingeniero de transmisión desea transmitir mensajes y consecuentemente diseña sus equipos para que los mensajes que se reciben difieran lo menos posible de los mensajes que originalmente se transmiten. En cambio, los sistemas de conmutación procesan mensajes de carácter especial cuyos resultados no tienen ninguna semejanza con los mensajes originales; es decir, marcar un número telefónico resulta en el establecimiento de la trayectoria de conexión correspondiente. Esto constituye la función de conmutación de los sistemas telefónicos.

2.2 SEPARACION DE TRAYECTORIAS.

Consideramos un sistema de conmutación general, el cual sólo tiene 4 abonados, figura 5.

Figura 5 Sistema de conmutación.

El objetivo que se persigue en la conmutación es que se puede establecer la conexión de un abonado (Ab.) con cualquier otro de los conectados al sistema. En el caso de la figura 28, son posibles 12 conexiones: Ab.A con Ab.B, Ab.A con Ab.B', Ab.A con Ab.A' y así para cada uno de los abonados (Ab.). Se debe notar que simultáneamente sólo son posibles dos conexiones. Supóngase que éstas son las conexiones de Ab.A con Ab.B y Ab.A' con Ab.B'. Para satisfacer uno de los requisitos primordiales de las comunicaciones telefónicas, privacía, las trayectorias anteriores deben estar eléctricamente separadas entre sí. Este concepto de separación de trayectorias es importante por lo que estudiaremos las 3 posibles soluciones que existen en la actualidad para ello:

Separación en el espacio (múltiplexaje por distribución de espacio).

Separación en el tiempo (múltiplexaje por distribución de tiempo).

Separación en la frecuencia (múltiplexaje por distribución de frecuencia).

2.2.1 Separación de trayectorias por distribución de espacio.

Esta solución es la que se emplea en gran escala en la actualidad habiéndose empleado desde hace muchos años. La razón de haberse sostenido por mucho tiempo, es el grado de perfección y avance que han alcanzado los equipos con los que se implementa. Las diferentes trayectorias que se establecen, constituyen circuitos físicos individuales y estos son el resultado de las peticiones de los abonados y se liberan cuando los mismos abonados las terminan.

En la figura 6 se pueden ver dos ejemplos de esta solución implementada; en uno mediante un sistema manual a) y el otro con un sistema automático b).

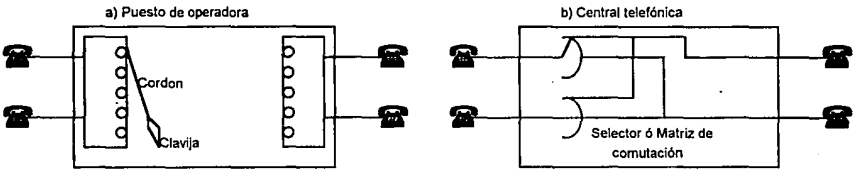


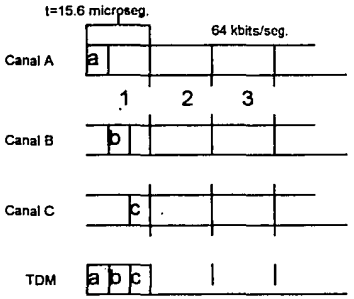
Figura 6 Trayectorias por distribución de espacios

2.2.2 Separación de trayectorias por distribución de tiempo.

Los sistemas que obedecen a este tipo de solución, ya se han construido. Esta solución se perfila como el futuro de los sistemas de conmutación.

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

correspondiente. La separación de trayectrias por distribución de tiempo, también es llamado ténica de multiplexaje por distribución en tiempo, es el método usado para transmitir varios canales digitales a través de una misma línea. Como ejemplo tenemos en la figura 7 tres canales digitales (A, B, C), que se multiplexan en tiempo para enviarse por una misma línea.



t/3 rango de transferencia de bits
3x64 Kbits/seg.

Figura 7 Multiplexaje por división de tiempo para tres canales.

En la línea común TDM, cada bit ocupa sólo un terio del tiempo de bit original (t). Por tanto, la velocidad de bits en esta línea es tres veces mayor.

En los sistemas reales no se multiplexan sólo tres, sino por ejemplo hasta 32 canales.

2.2.3 Separación de trayectorias por distribución de frecuencia.

La separación de las trayectorias de conexión en estos sistemas se logra mediante la modulación analógica, es decir, cada una de las llamadas modula a una portadora diferente para transladar a

posiciones diferentes los espectros de las señales. En esta forma, las señales moduldas se pueden transmitir silmultáneamente por el circuito único sin que se interfieran. En el otro extremo del circuito, mediante filtros apropiados las llamadas se separan y se distribuyen sobre las líneas de abonado hacia sus destinos correspondientes. La separación de trayectorias por distribución en frecuencia, tmbién es llamada técnica de multiplexaje por división de frecuencia, es el método usado para transmitir varios canales de voz por una misma línea de enlace.

2.2.3.1 FDM Multiplexaje por División de Frecuencias.

En el multiplexaje por división de frecuencia, la señal de voz se modula. La modulación consiste en convertir la señal de voz en otra señal con un espectro en frecuencia diferente. Los métodos de modulación analógica los podemos clasificar en 3 áreas:

a) AM Modulación en amplitud.

b) FM Modulación en frecuencia.

c) PM Modulación en fase.

Los sistemas FDM generalmente usan la modulación en amplitud. El principio de la AM se muestra en la figura 8.

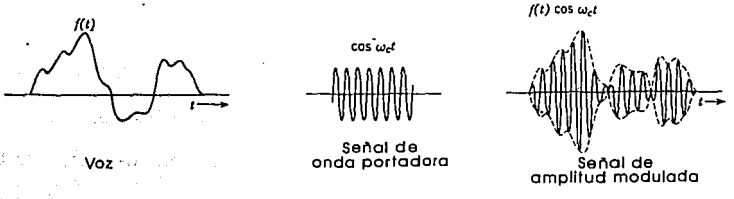


Figura 8 Modulación en amplitud.

Aunque los elementos que se emplean en sistemas FDM se están abaratando considerablemente, la implementación de estos sistemas no tiene buenas perspectivas por ahora debido a los muchos moduladores, demoduladores y filtros que emplea y que hacen al sistema muy costoso.

Conviene recordar, que las tres soluciones que se acaban de mensionar son para separar, mas no para establecer las trayectorias que son necesarias en un momento dado en un sistema de conmutación. Por lo que se refiere a la conmutación, es decir, establecimiento de trayectorias, en los sistemas TDM y FDM dicha conmutación consiste en la identificación del abonado que llama y del llamado y en su conexión al mismo canal del sistema múltiplexado.

CAPITULO 3

RED DE CONMUTACION A BASE DE SELECTORES.

Existe una gran variedad de selectores automáticos. El uniselector constituye la forma más sencilla de un selector y consiste de una entrada, un brazo giratorio (escobillas), un sistema de avance y cierto número de salidas. su función es efectuar la conexión provisional entre la entrada y cualquiera de las salidas. Para esto, el sistema de avance hace girar a las escobillas hasta la salida deseada en donde dichas escobillas efectúan la conexión entre la entrada y dicha salida.

Una de las primeras funciones que un sistema de conmutación puede realizar consiste en que el abonado Ab.A en la figura 1 a) se pueda comunicar con cualquiera de los diez abonados Ab.B en forma automática.

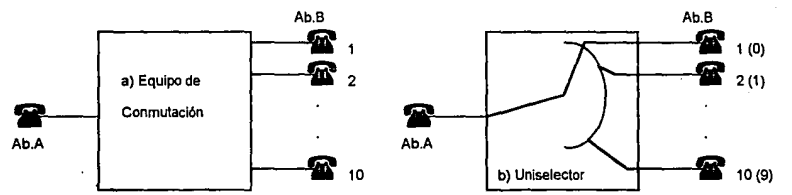


Figura 1

Para establecer la conexión, el abonado Ab.A que llama envía con su teléfono información que contiene la petición de una conexión y el destino de la comunicación. Si los abonados Ab.B se numeran de 0

a 9 (figura 1 b)), se puede hacer que la información de destino sea idéntica al número del abonado que se llama. En esta forma, se deben establecer 10 trayectorias separadas, diferentes entre sí y que vayan desde el abonado Ab.A hacia los 10 abonados Ab.B, para que a cada abonado se le pueda llamar individualmente. Sin embargo, el acceso a cada abonado se logra a través de una sola trayectoria. El equipo de conmutación tiene que encontrar esta trayectoria basada en la información de destino y establecer la conexión a través de él.

El selector representa la solución clásica de esta formación. Este es un dispositivo que procesa la información de destino permitiendo a la vez, que pueda dársele a esta información una forma simple que sea fácilmente producida y transmitida por el teléfono del abonado. La versión más simple es el uniselector; sus brazos de contactos (escobillas) se mueven mediante pulsos de corriente contínua, Avanzando un paso por cada pulso. En consecuencia, la información de destino está constituida por una serie de pulsos de corriente. El número de ellos indica el destino de la llamada. Decimos que se trata de un uniselector cuando el brazo con escobillas sólo efectúa un movimiento para realizar la conexión entre su entrada y cualquiera de sus salidas. En esta forma, el sistema de conmutación de la figura 1 b) estará constituido por un uniselector de una entrada y 10 salidas a las cuales se conectan ordenadamente los 10 abonados. La conexión con el abonado número 1, que se conecta a la salida 1 y al cual se le asignó el número 0, se realiza cuando la información de destino sea un tren de 10 pulsos de corriente. La información de destino actúa directamente sobre el sistema de avance del uniselector, provocando tantos pasos de la escobilla como el número que se marque en el teléfono.

Se conocen como polos del selector el número de contactos simultáneos que se efectúan entre cada entrada y cada salida del uniselector. Por lo tanto, el brazo giratorio del uniselector estará formado por varias escobillas independientes, pues una conexión requiere de varios conductores que se deben conmutar simultáneamente.

En el sistema de la figura 1 b) solamente el abonado de la izquierda puede comunicarse con los otros 10. En general, es necesario que cualquier abonado pueda comunicarse con cualquier otro. Además, es requisito indispensable que un abonado quede accesible para cualquier otro que marque su número. Para satisfacer este requisito, Agrupemos en un solo lado los 10 abonados y asignémosle a cada uno un uniselector en la central (equipo de conmutación). Mediante el arreglo de conexión de las salidas de los selectores, que se ilustra en la figura 2 a), es posible que cualquier abonado se conecte con cualquier otro.

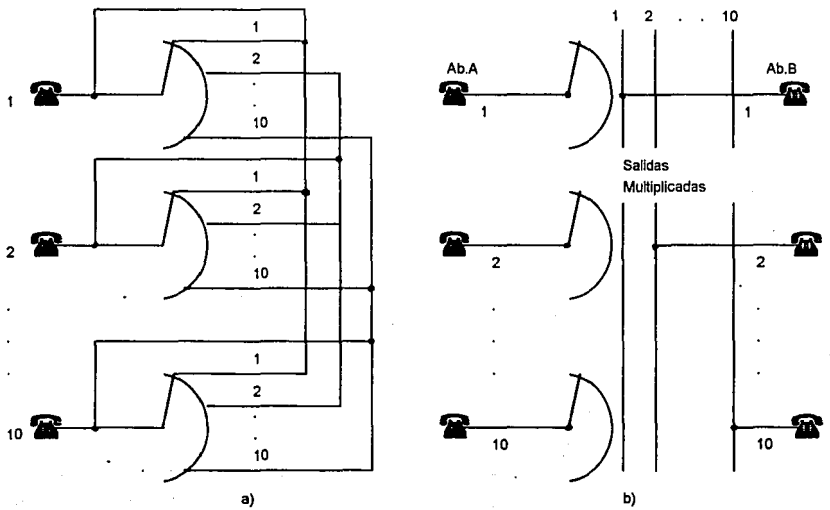


Figura 2

Este arreglo de conexión de salidas se conoce como conexión en múltiple o multiplicación de salidas. Obsérvese que para lograr el objetivo anterior también son necesarios los puentes que van desde cada una de las salidas multiplicadas a la entrada del selector correspondiente.

La múltiplicación de salidas consiste en la interconexión de las salidas del mismo número de los selectores, para combinarlas en una salida común. Es decir, todas las salidas número 1 se interconectan, también se interconectan todas las salidas número 2, las número 3, etc.

Nótese que el sistema de conmutación emplea ahora 10 uniselectores de 10 salidas mediante los cuales podemos conectar a los abonados y a la vez seleccionarlos. A los selectores que realizan esta función se les conoce como conectadores o selectores finales. La figura 2 b) muestra la forma común de representar la multiplicación de salidas.

En el sistema de la figura 2 b) las líneas que parten de cada una de las salidas multiplicadas hacia los abonados de la derecha constituyen los puentes de la figura 2 a), por lo tanto, los abonados de la derecha de la figura 2 b) son los mismos que los de la izquierda. Esta es otra forma de representar el sistema.

Evidentemente, para un sistema con 100 abonados se necesitarán selectores de 100 salidas para proporcionar a cada subscriptor 100 trayectorias independientes hacia los diferentes 100 abonados. En este caso cada abonado queda unívocamente identificado por un número de 2 dígitos, es decir, de 00 a 99. Si estos selectores con cien salidas se construyen a base de uniselectores, es decir, sus salidas están arregladas en un solo plano, se requiere un tiempo considerable para conectar la entrada con la salida, cuando se trata de establecer conexiones con números grandes, por ejemplo, con el abonado número 92. Por otro lado, se presentan serias dificultades para generar trenes de pulsos de tal longitud. Por esta razón, los uniselectores del sistema de 10 abonados se cambian por selectores de 2 movimientos, es decir, el brazo con escobillas realiza ahora 2 movimientos para conectar la entrada con una de las 100 salidas. Estos selectores de dos movimientos se representan con doble arco como lo ilustra la figura 3 que representa el esquema de un sistema para 100 abonados.

Ahora, las 100 salidas de cada selector están integradas en grupos o décadas (diez), de tal manera que con el primer movimiento del brazo con escobillas se selecciona un grupo de 10 salidas

(década) y con el segundo movimiento se selecciona una salida específica de ese grupo.

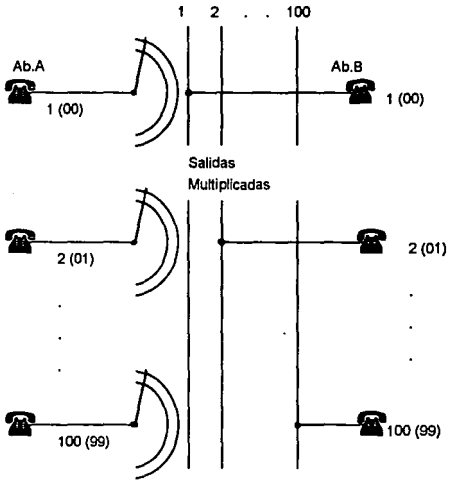


Figura 3 Selectores de dos movimientos.

Los movimientos del selector se producen con dos dígitos que se marcan en forma separada con el teléfono. Así, si se marca primero un 9 y después un 2 se selecciona primero la década 9 y después la salida 2 (de esa década) a la cual está conectado el abonado 92. El diseño del selector difiere del uniselector como se ilustra en la figura 4.

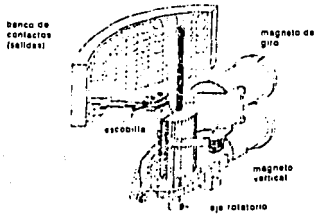


Figura 4

Se debe notar que el mismo selector recibe a ambos dígitos cuyos pulsos provocan el avance de las escobillas. En el diseño del selector que se muestra en la figura 4, los movimientos del brazo con escobillas son perpendiculares entre sí, es decir, son movimientos en diferentes planos; pero también pueden diseñarse selectores con movimientos en el mismo plano.

En el selector de la figura 4, el tren de pulsos del primer dígito produce el movimiento vertical de las escobillas para pararse en el nivel a donde se encuentra la década seleccionada (selección de década ó nivel). Después de esto el tren de pulsos del segundo dígito (unidades) gira al brazo con escobillas sobre la década hasta la salida deseada.

Con el selector de dos movimientos se logra reducir considerablemente el tiempo de conexión entre entrada y salida pues el tiempo que se necesita para transmitir y procesar dos trenes de pulsos cortos con 10 pulsos máximo cada uno es considerablemente menor que el que se necesita para transmitir y procesar un tren de, por ejemplo, 92 pulsos. Por otro lado, los dos trenes de pulsos separados se pueden generar fácilmente con el disco dactilar de 10 dígitos del aparato telefónico.

Para que el selector de dos movimientos procese adecuadamente la información de destino debe presentar una propiedad especial:

Debe reconocer el final del primer tren de pulsos y cambiar de movimineto vertical al horizontal.

Para esto, se aprovecha el pulso interdigital del disco dactilar, después de cada tren de pulsos. Se hace que el selector mida, durante el movimiento vertical las pausas (tiempos de no corriente del tren de pulsos) por medio de un relevador adicional y determine, en base a la pausa larga el final del primer tren de pulsos, que tiene que cambiar de movimiento.

En el sistema de 100 abonados de la figura 3 se le ha asignado a cada abonado un selector de 100 salidas. Supongamos ahora que el sistema está trabajando a su máxima capacidad, es decir se están efectuando 50 comunicaciones que mantienen ocupados a los cien abonados. En estas condiciones, solamente 50 selectores se usan;

por lo que podemos concluir que, en el mejor de los casos, siempre estarán desperdiciándose 50 selectores, lo que representa una eficiencia del 50%. Decimos que en el mejor de los casos, por que es muy poco probable que todos los abonados se comuniquen entre sí al mismo tiempo. Los estudios estadísticos del tráfico telefónico muestran que aún en las horas de máximo tráfico 100 abonados difícilmente generan más de 10 llamadas simultáneas. En consecuencia, nuestro sistema con cien selectores presenta una eficiencia mucho menor del 50%.

Considerando entonces que no habrá más de 10 comunicaciones simultáneas en el sistema concluimos que serán suficientes 10 selectores en vez de 100.

Supongamos entonces que 100 abonados no tienen más de 10 selectores a su disposición. La centralización de selectores consiste en asignarle 1 de estos 10 selectores a un abonado sólo cuando éste desea efectuar una comunicación. Debido a esta restricción de selectores, existe la posibilidad de que cuando un abonado desee establecer una comunicación no pueda hacerlo por que los 10 selectores ya estén ocupados.

La centralización de selectores se puede considerar como concentración del tráfico; es decir, 100 abonados representan 100 fuentes de tráfico que llegan a la central por 100 líneas de abonado. En la central, mediante una etapa especial, se concentra el tráfico sobre las 10 trayectorias de conexión que llegan a 10 selectores finales. En seguida; estos selectores finales expanden el tráfico provenientes de las 10 trayectorias hacia las cien líneas de abonado. Estos principios de concentración y expansión se ilustran en la figura 5.

Esto nos indica que el problema de la centralización de selectores se puede resolver con 2 etapas de conmutación. una de concentración y otra de expansión. La etapa de expansión se obtiene con el principio de conexión en múltiple tal como se ha utililizado en la figura 3, es decir, las salidas de los selectores finales se multiplican y se extienden hacia los 100 abonados llamados.

En la etapa de concentración, las entradas de los 10 selectores ya no pueden quedar permanentemente conectadas a cada uno de los

100 abonados. ¿Como se puede entonces asignar a un abonado solicitante uno de los 10 selectores centralizados que pueda estar libre?.

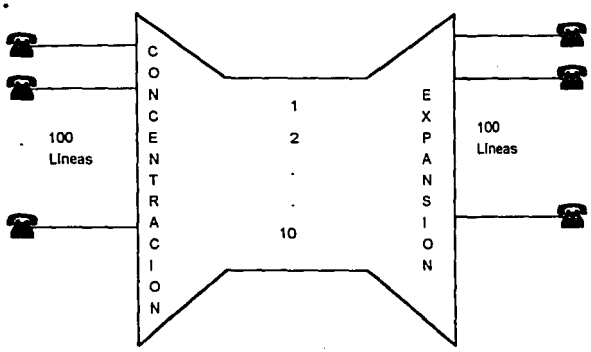


Figura 5 Concentración y expansión del tráfico telefónico.

En la técnica de la comunicación este problema se resuelve de dos formas:

a) Primero, mediante la utilización de preselectores (uniselectores de abonado), en donde un abonado que llama busca a un selector libre.

b) Segundo, mediante la utilización de buscadores de línea (selectores), en donde un selector libre se encarga de buscar al abonado que llama.

A continuación estudiaremos detalladamente estas dos soluciones para la etapa de concentración.

3.1 Utilización de preselectores.

Hemos establecido que 10 selectores finales están a la disposición de 100 abonados. Nuestro problema entonces es asignarle en forma provisional, un selector final al abonado que en un momento dado desee efectuar una comunicación. Esto se logra introduciendo otra etapa de conmutación (etapa de preselección) antepuesta a la etapa de selección final de la figura 3. En este caso la etapa de preselección se implementa con preselectores (100, uno para cada abonado) constituidos por pequeños selectores de 10 salidas cada

uno. Las salidas de estos preselectores se multiplican y se conectan a las entradas de los 10 selectores finales que forman la etapa de expansión. En esta forma, cualquiera de los 100 abonados puede llegar sobre su preselector a cualquiera de los selectores finales. Este arreglo se ilustra en la figura 6.

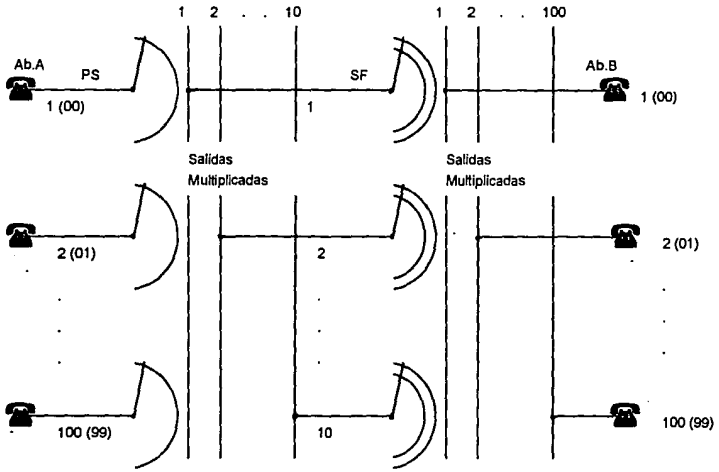


Figura 6

En esta solución, la etapa de preselección no está controlada por la información de destino, sino que es una etapa de movimiento libre, es decir, cuando un abonado descuelga su microteléfono, su preselector se arranca automáticamente en busca de un selector final libre para conectarlo con el abonado que llama. Una vez que esto se realiza la central envía tono de marcar al abonado con lo que éste envía la información de destino. Esta información se recibe en el selector final y se utiliza como ya se explicó, para colocar al selector final en la salida que corresponde al abonado solicitado.

La forma simplificada para representar el sistema de la figura 6 se ilustra con la figura 7.

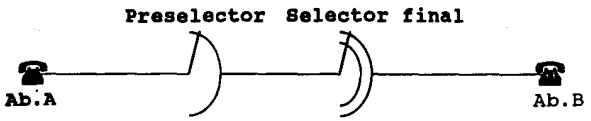


Figura 7

Es interesante notar que en el sistema de la figura 3 existen 100 trayectorias hacia los 100 abonados solicitados pero, hacia un abonado específico existe sólo una trayectoria. En contraste a esto, en el sistema de la figura 6 el abonado que llama tiene acceso a los 100 abonados por 1000 trayectorias diferentes (10 X 100) y tiene 10 trayectorias diferentes para llegar a un abonado específico. Estas 10 trayectorias diferentes están a la disposición de cualquiera de los 100 abonados gracias a sus preselectores. Se dice entonces que esas 10 trayectorias diferentes son equivalentes pues se puede llegar a un abonado específico por cualquiera de ellas. El preselector elige, entre las 10 posibles trayectorias equivalentes, una que esté desocupada. En cambio, el selector final con ayuda de la información de destino elige una trayectoria específica entre las 100 trayectorias hacia los 100 abonados.

Cuando el movimiento de un selector no está controlado por la información de destino, el proceso que realiza el selector se conoce como exploración. En cambio, si la elección de la salida en el selector está dirigida por la información de destino al proceso se le llama selección controlada.

Se ha mencionado que un cierto número de trayectorias en el que cualquiera de ellas lleva a un destino específico constituyen trayectorias equivalentes; se desea hacer notar que este grupo de trayectorias equivalentes también se llama grupo troncal. En otras palabras se dice que se tiene un grupo troncal de trayectorias cuando estas trayectorias son equivalentes.

3.2 Utilización de buscadores de línea.

El empleo de buscadores de línea constituye la segunda forma de resolver el problema de la concentración del tráfico. En la primera forma, con preselectores se vio que cuando un abonado descuelga

para efectuar una llamada, su preselector permanentemente conectado a él se arranca automáticamente para seleccionar a un selector final libre y conetarse con él. Este hecho equivale a que el abonado busque un selector final libre. En la segunda solución, un selector final libre busca al abonado que llama. Para esto, a cada selector final (SF) se le asigna un buscador de línea (BL) el cual se colocá con el múltiple (grupo de salidas) hacia las líneas de abonado como lo ilustra la figura 8.

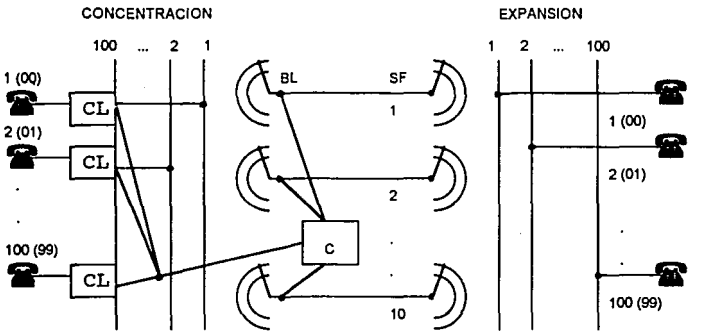


Figura 8

El buscador de línea está permanentemente conectado con el selector final, y es un selector grande de 100 salidas a las cuales se encuentran conectados los 100 abonados.

Tan pronto como un abonado descuelga para efectuar una llamada, el buscador de línea de un selector final que esté libre se arranca en forma automática y gira hasta encontrar la línea del abonado que llama en donde se para. De esta forma el abonado que llama queda conectado, a través de un buscador de línea, hacia un selector final libre. A continuación el abonado recibe el tono de marcar con lo que éste envía la información numérica o de selección que se utiliza para dirigir los movimientos del selector final y elegir el abonado deseado. Observe que para que cualquier abonado pueda conectarse con cualquier selector final, las salidas de 100 buscadores de línea están conectadas en múltiple.

La concepción técnica de la etapa de buscadores de línea es diferente a la de preselección. El preselector está directamente conectado con el abonado y tan pronto como el abonado descuelgue el preselector se arranca para buscar y conectarse a una troncal libre. Por otra parte, el buscador de línea no tiene conexión inicial con el abonado que llama, sino que dichas líneas llegan a la central a un pequeño circuito CL (circuito de línea de abonado) y de éste existe conexión hacia los buscadores de línea así como un circuito de control (C). el circuito de control tiene, por otro lado, conexión hacia los buscadores de línea.

Cuando un abonado levanta su microteléfono, el circuito de línea del abonado informa al circuito de control. Este circuito transmite entonces una señal de arranque hacia un buscador de línea previamente libre, provocando su movimiento de giro para conectarse con la línea que llama.

En el sistema con buscadores de línea, también un abonado puede conectarse con otro por 10 trayectorias diferentes pero equivalentes, las cuales están disponibles para cualquiera de los 100 abonados. Los abonados que llaman alcanzan a los selectores finales de nuevo. Sin embargo, se hace notar que existe la posibilidad de que el abonado que llama no pueda conectarse con el abonado llamado, aunque este último esté desocupado, por falta de un buscador de línea libre. En el sistema de la figura 8 sucederá esto cuando ya estén realizando 10 llamadas en el sistema.

Comparando el número de selectores del sistema de la figura 4 con sus selectores no centralizados (100) y el número de selectores del sistema de la figura 8 (20) vemos que la centralización de selectores permite un ahorro de 80 selectores. Pero, como el caso del sistema con preselectores, se tendrá siempre la posibilidad de que un abonado no pueda comunicarse por falta de selectores finales libres.

Una solución más económica para la etapa de concentración es emplear como buscadores de línea selectores pequeños con sólo 10 salidas en lugar de los selectores grandes de 100 salidas. Sin embargo, aunque esta solución es más barata presenta una seria desventaja. Los 100 abonados tendrían que ser divididos en 10

grupos de 10 abonados cada uno y a cada grupo asignarle un buscador de línea. Este arreglo también llenaría el requisito de permitir 10% de llamadas simultáneas. Pero, como se puede demostrar, las pérdidas suben al 30%. En promedio, una de cada tres llamadas no se completaría. Por el contrario, las pérdidas en el caso de la primera solución en donde los 10 selectores finales se asignan a 100 abonados por medio de buscadores de línea grande y cada abonado puede alcanzar cualquier selector final libre.

Las pérdidas altas que resultan de la formación de 10 grupos pequeños con 10 abonados cada uno, se pueden explicar de la siguiente manera:

Si uno de los abonados que tiene asignado un selector final sobre un pequeño buscador de línea efectúa una llamada, ninguno de los abonados restantes de este grupo podrá establecer una conexión, pues el selector asignado a este grupo ya está ocupado. Esto significa que una sola llamada puede impedir que 9 abonados puedan establecer conexiones. Para que no ocurran pérdidas, las 10 peticiones de servicio se deben presentar distribuidas por igual en los diez pequeños grupos de modo que solamente una petición tenga que ser manejada por uno de los grupos. Si este requisito no se satisface, se puede dar el caso de que la comunicación no se pueda realizar cuando solamente uno de los 100 abonados ha establecido conexión; esto sucede si el abonado pertenece al mismo grupo de 10 líneas del cual se origina la segunda petición de servicio. Decimos que los selectores finales ya no están capacitados para ayudarse entre sí. Sín embargo, si 100 abonados se conbinan en un gran grupo al cual se le asignan 10 selectores finales no podrá completarse una llamada sólo cuando 10 llamadas ya se estén efectuando, de modo que estén ocupados 10 selectores finales. Una sola llamada nunca impedirá que se establezcan más conexiones. Esto significa que en un gran grupo con 100 abonados y 10 selectores finales las peticiones de servicio se pueden distribuir en cualquier forma. Todas las peticiones serán satisfechas con la condición de que su número no exceda de 10.

La forma simplificada para representar el sistema de la figura 8 se ilustra en la figura 9.

Donde: PS= preselector, SF= selector final.

Figura 9

CAPITULO 4

RED DE CONMUTACION A BASE DE MATRICES.

En la figura 1 se muestra otra posibilidad de realizar conexiones para que dos ó más personas se puedan comunicar.

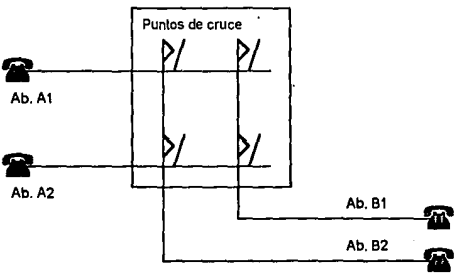


Figura 1 Matriz de conmutación.

Las líneas de entrada y de salida forman un arreglo de intersección de líneas. Las conexiones se establecen conectando las líneas en sus puntos de intersección por medio de contactos que se controlan en forma eléctrica y se accionan mecánicamente. La conexión de la figura 1 también enlaza a los abonados Ab. A1 y Ab. B2. El arreglo de la figura 1 recibe el nombre de arreglo de conmutación ó matriz y los contactos en los puntos de intersección se conocen como puntos de cruce.

La acción de los contactos en la matriz de la figura 1 es simplemente cerrar ó abrir, con lo cual se establecen o se interrumpen las conexiones.

En el capítulo anterior hemos estudiado la estructura de redes de conmutación automática a base de selectores electromecánicos. La idea de ese estudio no fue precisamente el conocimiento y aplicación de estos dispositivos para el establecimiento de conexiones en forma automática, sino introducir las ideas generales y principios fundamentales que también rigen a otros tipos de redes de conmutación. Entre estos otros tipos se encuentran las redes a base de matrices, las cuales han substituido en la actualidad casi por completo a las redes a base de selectores. Esto se debe a que las redes con matrices permiten la construcción de sistemas más económicos, más confiables, más reducidos y, lo más importante, con mayores velocidades de conmutación.

La operación de una matriz de conmutación es diferente a la de un selector, pues la conexión de líneas se realiza mediante los puntos de cruce que constituyen a la matriz de conmutación. En consecuencia, una matriz de conmutación equivale a un grupo de seletores en el que la entrada de cualquier selector se puede conectar en cualquier salida de los selectores. Para explicar esto, consideremos la figura 2 que representa un uniselector de 1 entrada y 10 salidas.

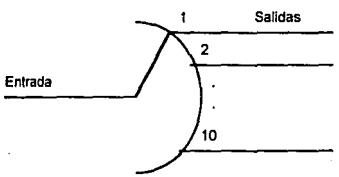


Figura 2 El uniselector.

Este uniselector se puede substituir por el arreglo a base de contactos que se ilustra en la figura 3 que también tiene 1 entrada y 10 salidas.

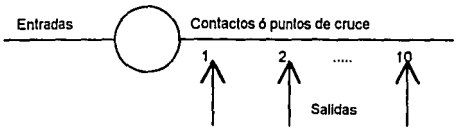


Figura 3

En este arreglo la conexión de la entrada con cualquiera de las salidas sólo requiere el cierre del contacto correspondiente.

Debe notarse que cada salida del uniselector se ha convertido en un punto de cruce, por lo que el número de puntos de cruce es igual al número de salidas del uniselector, en este caso 10. Así, el número de puntos de contato no cambia, sino que se llevan a cabo de otra forma.

Ya hemos aprendido en el capítulo anterior que normalmente en el establecimiento de conexiones es necesario conectar no sólo una entrada con cualquiera de varias salidas, sino que existen varias entradas que tienen que ser conectadas, cada una, con una de varias salidas. Además, en un arreglo determinado debe ser posible establecer simultáneamente varias conexiones. Como ya sabemos, el arreglo de la figura 4 es capaz de desarrollar esta tarea.

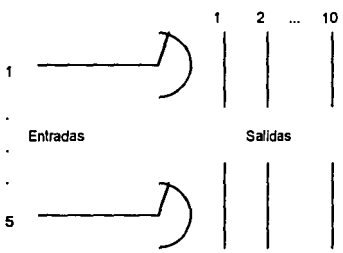


Figura 4 Matriz con salidas multiplicadas.

La figura 5 ilustra el arreglo equivalente a base de puntos de cruce.

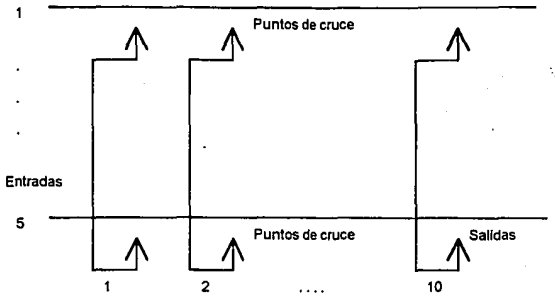


Figura 5

El arreglo de la figura 6 constituye lo que se conoce como matriz de conmutación con la que también es posible conectar cualquier entrada con cualquiera de las salidas. La matriz de conmutación de la figura 5 puede representarse en forma más sencilla con el esquema de la figura 6.

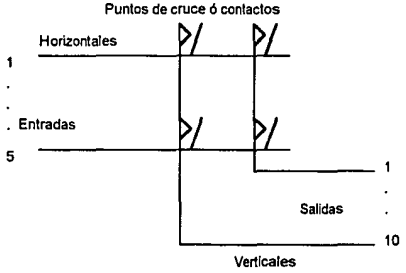


Figura 6

En este caso, de nuevo cada salida del selector se convierte en un punto de cruce, en consecuencia, la matriz de conmutación de la figura 6 contendrá 50 puntos de cruce. Como puede concebirse, la interconexión de dos líneas en una matriz de conmutación se realiza

mucho más rápidamente que en un arreglo a base de selectores puesto que sólo se necesita cerrar contactos en la matriz.

El punto de cruce que establece la conexión queda definido por la entrada horizontal y la salida vertical de la matriz de conmutación. En una matriz de conmutación los puntos de cruce se realizan en forma mecánica y el control de su operación es eléctrico. En consecuencia, a diferencia de algunos tipos de selectores, las matrices sólo se pueden controlar indirectamente. Es decir, la información numérica o de selección se envía a un dispositivo de control separado que la evalúa para determinar el punto de cruce que debe establecer la conexión y posteriormente operar ese punto de cruce en la matriz.

A continuación, como ejemplo de realización de matrices de conmutación, se describirá el Multiselector de Coordenadas.

4.1 Multiselector de Coordenadas.

La figura 7 ilustra al multiselector de coordenadas (o de barras cruzadas) que constituye un tipo de matriz de conmutación con puntos de cruce mecánicos.

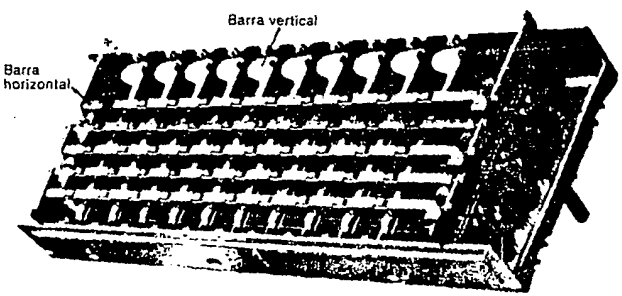


Figura 7 Multiselector de coordenadas.

Este tipo de matriz construida y perfeccionada por la compañía Ericsson en Suecia, consiste de 5 barras horizontales y 10

verticales. En los puntos de intersección de estas barras se colocan juegos de resortes de contactos que sirven como puntos de cruce. Los extremos de cada barra vertical (o puente) constituyen la armadura de un electroimán (electroimán de puente) mediante el cual es posible hacer girar (sobre su eje longitudinal) un pequeño ángulo, la barra vertical. Los extremos de cada barra horizontal constituyen la armadura de dos electroimanes (electroimán de barra) con los que se puede hacer girar un pequeño ángulo (también sobre su eje longitudinal), la barra horizontal, en este caso debido a los dos relevadores de cada barra horizontal es posible hacer girar la barra en ambos sentidos. En esta forma, cuando los electroimanes (de puente y de barra) se energizan, el giro de las barras provoca que los juegos de resortes de contactos se operen. Mediante agujas flexibles localizadas en las barras horizontales (figura 8) se logra que solamente se opere el grupo de contactos que se localiza en el punto en donde se intersectan el puente y la barra girados.

En la figura 7, los electroimanes de puente están indicados con el número 1 y los de barra con el número 2. El giro en ambos sentidos de la barra horizontal permite que ésta pueda operar 2 grupos de contactos diferentes (figura 8). Por lo tanto, se puede operar 10 grupos de contactos en cada vertical con sólo 5 barras horizontales.

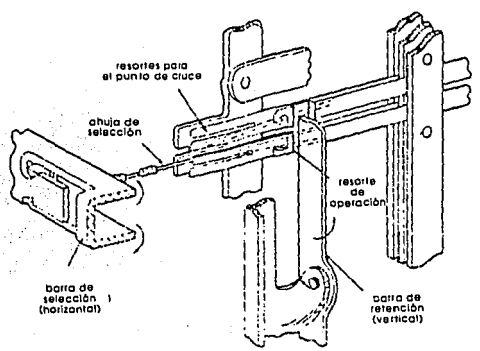


Figura 8

Para el establecimiento de una conexión en la matriz, primero se gira la barra y después el puente. El punto de cruce establecido se retiene durante la conexión manteniendo operado el relé de puente únicamente; es decir, la horizontal regresa a su posición normal durante la conexión. El punto de cruce se libera cuando el puente regresa a su posición de origen.

La matriz de conmutación de la figura 7 y 8 se conoce como multiselector debido a que a diferencia de los selectores estudiados anteriormente, es posible establecer a través de la matriz varias conexiones independientes simultáneamente. Sin embargo, en el establecimiento de las distintas conexiones los puntos de cruce se operan en forma sucesiva.

Un multiselector de coordenadas puede funcionar en forma bidireccional, es decir, si el multiselector se va a utilizar para interconectar troncales, a las horizontales se les puede asignar las troncales de entrada (fuentes) y a las verticales, las troncales de servicio o viceversa. En el primer caso, las horizontales constituyen las entradas del multiselector y las verticales las salidas.

CAPITULO 5

RED DE CONMUTACION DIGITAL (DSN).

5.1 HARDWARE.

La implementación del control completamente distribuido implica cierto número de nuevos conceptos (FMM, SSM) que permiten a un gran número de procesadores ubicados por toda la central el control, tanto de un grupo pequeño de dispositivos terminales, como el acceso a la red asociada a los dispositivos terminales, sin la ayuda de ningún otro procesador.

La arquitectura basica del sistema es simple, consiste de una Red de Conmutación Digital conectada a una gran variedad de modulos terminales, según los muestra la figura 1.

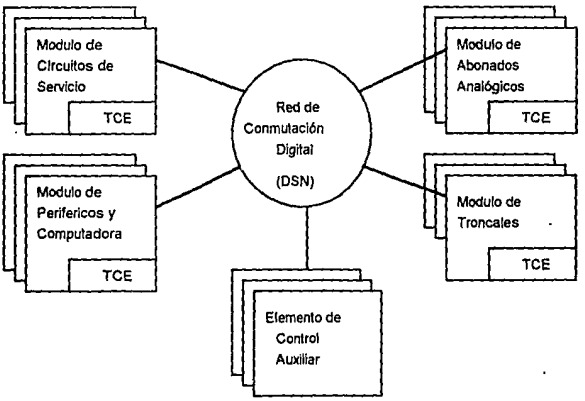


Figura 1 Arquitectura de un Sistema Telefónico Digital.

En el sistema sólo hay dos tipos de elementos de control:

Elementos de Control Terminal (TCE's).

Elmentos de Control Auxiliar (ACE's).

Elementos de Control Terminal.

Forman parte de cada modulo y facilitan el control logico y de memoria de la parte Terminal del modulo. Se comunican a través de la DSN (vea la figura 1) via una interfaz estandarizada.

Elementos de Control Auxiliar.

Proporcionan procesamiento adicional en las funciones de la central.

Todos los ACE's y TCE's tienen identica composición (hardware), es decir estan formados por:

Memoria.

Procesador (8086 INTEL).

Interfaz Terminal.

La figura 2 muestra la composición física del Elemento de Control.

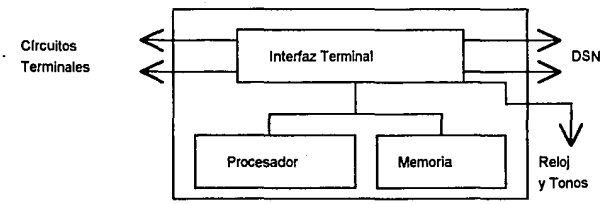


Figura 2 Elemento de Control (Auxiliar ó Terminal)

La programación que define las tareas que desarrollará cada modulo y el tamaño de memoria que utiliza el procesador, es lo unico que puede diferenciar a un modulo de otro.

5.1.1 Procesador.

El procesador empleado en el sistema, como Elemento de Control, ya sea Terminal o Auxiliar, es el procesador 8086, es un procesador de 16 bits fabricado por INTEL. Esta montado sobre una tablilla de circuito impreso, cuya función es procesar la información, sus aplicaciones son las siguientes:

a) Actuar como Procesador Auxiliar para control de llamadas, administración y mantenimiento.

b) Como Procesador Terminal en modulos que requieren una capacidad grande de memoria.

El procesador puede direccionar directamente 1 Mbyte de memoria, lo que significa que requiere de 20 bits de direcciones, y a su vez tiene acceso a palabras de 16 bits, tratadas como byte de bajo y alto orden.

Con el fin de permitir la existencia de un bus de direcciones de 20 bit's y un bus de datos de 16 bit's en un circuito integrado de 40 terminales, el bus de datos esta multiplexado con los 16 bits menos significativos del bus de direcciones. Las 4 líneas de direcciones adicionales estan multiplexadas con la información de estados. Estas 16 líneas multiplexadas (Dirección/Datos), contienen los 16 bits de dirección de bajo orden durante el primer periodo de reloj del bus y durante los otros ciclos estas líneas son usadas como bus de datos.

5.1.2 Memoria.

Se encuentra físicamente montada en una placa separada, con capacidad de 256 Kbytes en memoria dinamica comercial RAM, con una capacidad hasta de 1Mbyte en cuatro tarjetas. Un block de salida de 8 Kbytes en el espacio de 1 Mbyte para direcciones es reservado para memoria ROM, los cuales son usados para las siguientes funciones :

a) Procesamiento de encendido y reinicio de la memoria (Reset).

b) Procesamiento de interrupción.

c) Procesamiento de carga e inicialización.

d) Autoprueba del procesador.

El mapeo de memoria del procesador se muestra en la figura 3.

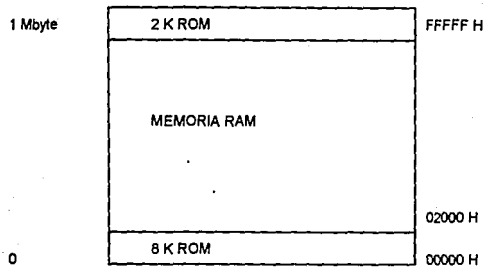


Figura 3 Mapeo de memoria del procesador.

5.1.3 Interfaz terminal (TERI).

Proporciona la forma de establecer y mantener trayectorias a través de la Red de Conmutación (DSN), también aporta una etapa de conmutación entre los circuitos terminales del sistema y el conmutador de acceso (AS), y una función de almacenamiento provisional para los mensajes entre procesadores. El diagrama a bloques se ilustra en la figura 4.

El interfaz con la red de conmutación contiene cuatro enlaces unidireccionales para voz y datos, terminados en dos puertos de recepción y dos de transmisión, el interfaz de tonos contiene un enlace unidireccional que suministra los tonos al interfaz terminal. Cada enlace lleva los datos en el formato normal de 32 canales de palabras de 16 bits, con el canal 0 y el 16 usados para sincronización y señalización. En el caso del enlace para distribución de tonos , el canal 16 llevara, información de tonos para no ser necesaria la señalización. Cuando el interfaz terminal esta asociado con un procesador terminal, se usará el interfaz con los circuitos terminales, este interfaz esta organizado en una forma similar a la del interfaz con la red de conmutación. El interfaz terminal agrega tonos a la muestra de voz, cuando esto se requiere, utilizando las señales recibidas de el puerto de distribución de tonos.

Hay una etapa completa de conmutación entre los puertos de la red de conmutación y la de los circuitos terminales. El interfaz terminal se concentrará en dos distintos elementos de conmutadores de acceso (AS).

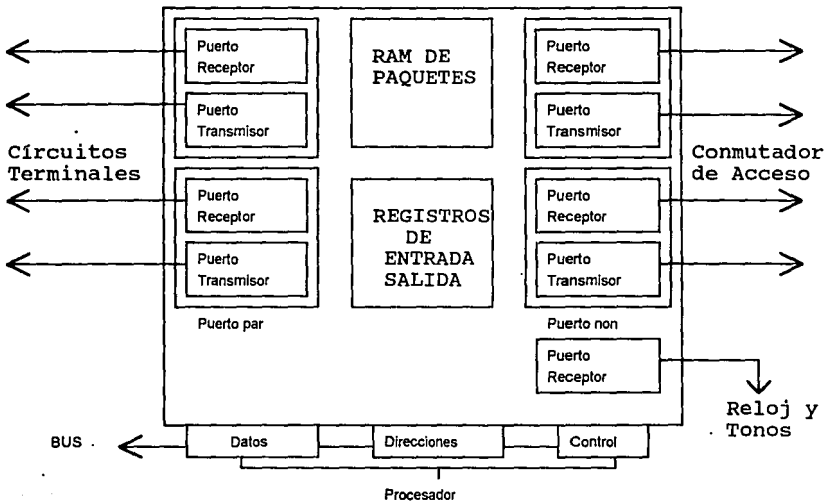


Figura 4 Interfaz Terminal.

Un defecto en uno de esos elementos reducirá el número de canales disponibles en un 50%, pero los restantes permanecen en operación. La comunicación entre un interfaz terminal y su procesador asociado se efectua por conducto de 3 buses:

Un bus de control, un bus bidireccional de datos y un bus de direccionamiento. Este último se usa para especificar cual localidad de memoria del interfaz terminal será la afectada por una transferencia de datos.

El almacenamiento en el interfaz terminal se divide en dos secciones mayores, siendo una RAM de paquetes y la otra RAM de puertos y canales (registros de entrada salida).

a) RAM de paquetes.- Almacena información que va a envierse a la red de conmutación, bajo control del procesador asociado, o

bien almacena información que se recibe de otros procesadores por conducto de la red de conmutación. Cada ubicación de memoria puede contener una palabra de canal.

b) RAM de puertos y canales.- A cada canal dentro de cada enlace se le asigna un registro para almacenar la condición actual de cada canal, específicandose asi que procesamiento de rutina va a efectuarse con las palabras de canal. También se le asigna un registro a cada puerto, que contiene información aplicable a todo puerto; es decir al enlace y los 32 canales. Por ejemplo, en el caso de los puertos de recepción registran si el puerto esta en sincronía o no lo esta.

El interfaz terminal proporciona a su procesador asociado el medio de establecer y mantener trayectorias a través de la red de conmutación. Todas las conexiones entre elementos de la red de conmutación están duplicadas. Esto significa que siempre hay dos conexiones físicas entre dos terminales. Ambas pueden llevar 30 canales de voz o de datos, ademas de los canales 0 y 16, y los trenes de datos de las dos conexiones corren en direcciones opuestas.

El interfaz terminal establecerá una ruta enviando un grupo de palabras de canal que contengan un formato de selección, por conducto de un canal libre hacia la red de conmutación. El formato de selección se define por una combinación especial de los dos primeros bits (protocolo) en la palabra de canal. Las etapas de conmutadores de grupo se comportan de igual manera, al recibir palabras con formato de selección.

La primer palabra de selección es absorbida por el conmutador de acceso, y no se propaga más adelante dentro de la red. Si la preparación de la ruta no tiene éxito se devuelve al interfaz terminal un reconocimiento negativo (NACK) por conducto del canal 16 del enlace duplicado.

La segunda palabra de selección se propagará a través del conmutador de acceso por conducto de la trayectoria que fué establecida por el anterior comando de selección, y alcanza la primera etapa del conmutador de grupo por un canal antes libre.

Cada palabra de canal con formato de selección tratará de establecer una trayectoria a través de una etapa de la red de conmutación, y se devolverá un reconocimiento negativo, por conducto del canal 16 de los enlaces duplicados, cada vez que un intento de establecimiento de ruta no resulte exitoso.

Cuando va a ser establecida una trayectoria, el procesador cargará las palabras de selección en la RAM de paquetes y el mensaje para el procesador de destino se carga en las localidades siguientes de la RAM de paquetes. Los dos bits de protocolo de las palabras del mensaje son especiales para comunicación entre procesadores y se conoce como formato Escape.

La palabra de escape permite al interfaz terminal y al procesador enviar su identificación hacia el otro extremo de la conexión y transferir los comandos apropiados. Esto puede iniciar un establecimiento de trayectoria desde la dirección contraria, si es que se necesita una comunicación en ambos sentidos.

El interfaz terminal envia las palabras de canal con formato de selección y de escape de manera autónoma, tomándolas de su RAM de paquetes, y al terminar envía una interrupción a su procesador asociado.

En el extremo de recepción de la trayectoria, el interfaz terminal reconocerá la primera palabra de canal con formato de escape enviada por conducto de un canal antes libre, las palabras con formato de selección no llegarán hasta el interfaz terminal receptor, puesto que son absorbidas por la red de conmutación.

El número de palabras de canal de escape contenidas en una transferencia, es normalmente menos de 62 bytes, cuando es detectada la palabra de escape, se reservan las localidades necesarias en la RAM de paquetes para almacenar el mensaje que viene a continuación.

Se envía una interrupción al procesador asociado despues de recibida la última palabra con formato de escape, y el procesador procede entonces de conformidad. Una vez que las rutas se han establecido entre dos procesadores y su interfaz terminal asociada, los mensajes entre procesadores pueden ser de cualquier

longitud. Todas las palabras de canal con formato de escape se almacenan en la RAM de paquetes.

Toda la voz o los datos que genera el abonado, se transmiten en palabras con formato spata que incluyen un bit de paridad. Estas las genera el puerto de transmisión del interfaz terminal, y al verificar el puerto de recepción en el extremo opuesto de la ruta, la detección de un error de paridad, hace que se incremente un contador. Este contador se ubica en el registro de canal y se encuentra siempre disponible para los fines de mantenimiento.

El formato SPATA y los datos pueden transmitirse en forma alterna, pero no simultáneamente. Bajo determinadas circunstancias, esto puede resultar inadecuado; por lo tanto, se proporciona un medio de hacer pasar información de control entre procesadores por conducto de las rutas que por el momento llevan formato SPATA. Esta facilidad no interrumpe la transferencia de la voz en forma alguna. Se puede anticipar que su uso más frecuente consistirá en transferir impulsos de medición a través de la red.

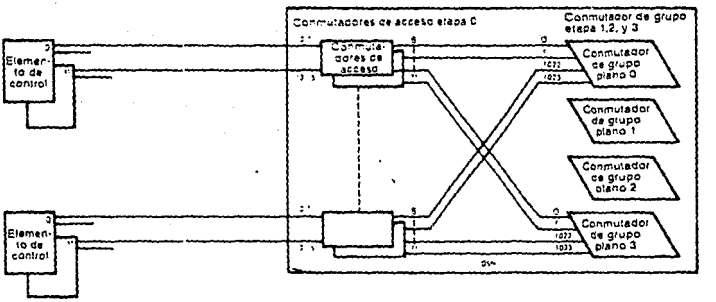
Cuando el interfaz terminal esta, de momento, en espera de palabras de canal con formato spata, también puede detectar y registrar la aparición de una palabra de canal con formato de selección. Los bits de control para formatos de selección o spata pueden entonces cambiarse, para permitir que tenga lugar una señalización entre procesadores, siempre y cuando el canal ya haya estado transferiendo palabras con formato spata, las palabras con formato de selección, de escape y de spata, las veremos en la sección de la DSN.

5.1.4 La Red de Conmutación Digital (DSN).

Consiste de un par de conmutadores de acceso (AS) que distribuyen tráfico desde modulos terminales hacia los planos de los conmutadores de grupo.

Los números de etapas y planos depende de el número de terminales y tráfico. La figura 5 representa el tamaño máximo de la Red de Conmutación Digital con 4 etapas y 4 planos con conmutadores de grupos, es apropiado para la aplicación de tráfico pesado con alrededor de 100,000 líneas y 60,000 troncales.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



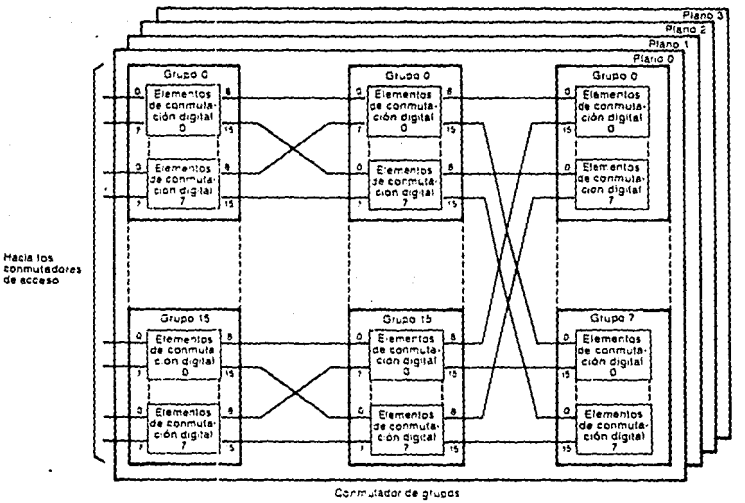


Figura 5 Red de Conmutación Digital.

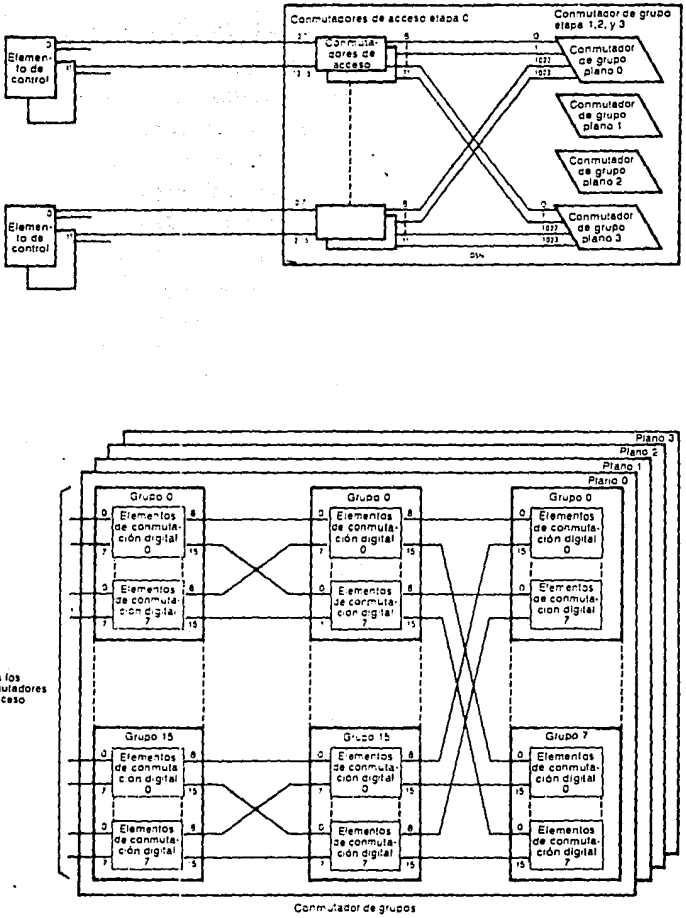


Figura 5 Red de Conmutación Digital.

Todas las etapas de conmutación están construídas del mismo tipo de elementos de conmutación digital (DSE) con 16 puertos cada uno.

El conmutador de acceso (AS) es una etapa de elementos de conmutación que ven hacia la red y hacia los modulos terminales. Todos los usuarios de la red obtienen su acceso a los conmutadores de grupo (GS) mediante los conmutadores de acceso (AS). Los AS estan arreglados por pares y un usuario de la red tiene acceso a cada elemento de conmutación del par, así, el AS puede ser utilizado para interconectar usuarios que comparten el mismo AS. Cada AS tiene acceso a cada uno de los planos que contienen los GS.

El GS es una red de conmutación multiplano, donde cada elemento puede contener tres etapas de conmutación.

Un plano de la DSN requiere una, dos ó tres etapas, lo cual depende del número de dispositivos terminales que existan. Las etapas uno y dos contienen un máximo de 16 grupos de 8 DSE's con 8 puertos de entrada y 8 puertos de salida, mientras que la etapa tres consiste de un máximo de 8 grupos de 8 DSE's, cuyos 16 puertos pueden emplearse tanto de entrada como de salida.

5.1.4.1 Direccionamiento en la DSN.

El diseño de la DSN asegura que cualquier Interfaz Terminal tiene una constante dirección en la red, por lo tanto es vista asi desde la etapa 3 de los planos de conmutación. Esta dirección es el puerto de entrada en cada etapa, visto desde la etapa 3 hasta el Interfaz Terminal. Cada Interfaz Terminal tiene acceso a dos AS , por lo tanto hay dos trayectorias hacia el Interfaz Terminal, estando relacionadas algoritmicamente dichas trayectorias.

El método de direccionamiento permite a cualquier elemento de conmutación actuar como punto de reflexión sin necesidad de conocer la trayectoria escojida para alcanzar el punto de reflexión.

La dirección de cualquier elemento de control (TCE, ACE) esta definida por:

Az, By, Cx, Dw

donde: w: Número de puertos del AS (0-7) y (12-15)
x: Número de puerto de la etapa uno (0-7)

y: Número de puerto de la etapa dos (0-7)
z: Número de puerto de la etapa tres (0-15)

Una trayectoria simplex a través de la DSN se establece de un Interfaz Terminal a otro, mediante una secuencia de comandos de establecimientos de trayectoria.

Cada una de las etapas de conmutación requiere de uno de esos comandos para establecer una trayectoria a través de esa etapa.

Para establecer una trayectoria duplex entre dos Interfaz Terminal se requiere establecer dos trayectorias simplex, una en cada sentido. Una vez establecida una trayectoria es posible interrogar a esa trayectoria.

Cuando se establece una trayectoria a través de la red de conmutación, el procesador compara la dirección de origen y de destino, para determinar cuantas etapas de conmutación del plano deberan ser usadas:

a) Si la parte D son las mismas, los dos modulos terminales estan en el mismo GS y la trayectoria unicamente necesita alcanzar la etapa dos para encontrar el punto de reflexión hacia la otra terminal.

b) Si ambas partes D y C son las mismas, los dos modulos terminales estan dentro de los cuatro grupos terminales (par de AS) servidos por la etapa 1, y el punto de reflexión se encuentra en este caso en la etapa 1.

c) Si las partes D, C, B son las mismas, los dos modulos terminales estan conectados en el mismo par de AS y la trayectoria es reflejada en el AS.

La figura 6 muestra el número de comandos que deberan de utilizarse para establecer una trayectoria:

Al realizarse una trayectoria se realizan dos tipos diferentes de comandos de selección, los de búsqueda libre que se utilizan hasta la etapa de reflejo y los de búsqueda dirigida que se

utilizan a partir del punto de reflejo, hasta llegar al Interfaz Terminal con el cuál se desea establecer la comunicación.

Dos bits (E, F) son llamados bits de protocolos. Estos son usados para indicarle a la DSN que evento se va a efectuar:

a) 00 Libre ó Liberación de los canales.
b) 01 Selecciona una trayectoria.
c) 10 Formato Escape, comunicación de mensajes entre procesadores.
d) 11 Formato ESPATA, envio de voz y datos a través de la trayectoria.

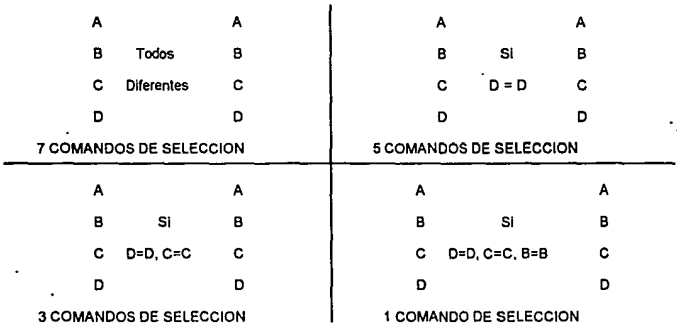


Figura 6 Número de comandos para el establecimiento de una trayectoria.

En el caso de 01 (Selección de una trayectoria), para el caso de busqueda dirigida, los bits de 9 a D, indican el número de puerto, y los bits de 0 a 4, indican el número de canal.

En la figura 7 se encuentra la secuencia general de comandos, para seleccionar una trayectoria a través de la DSN.

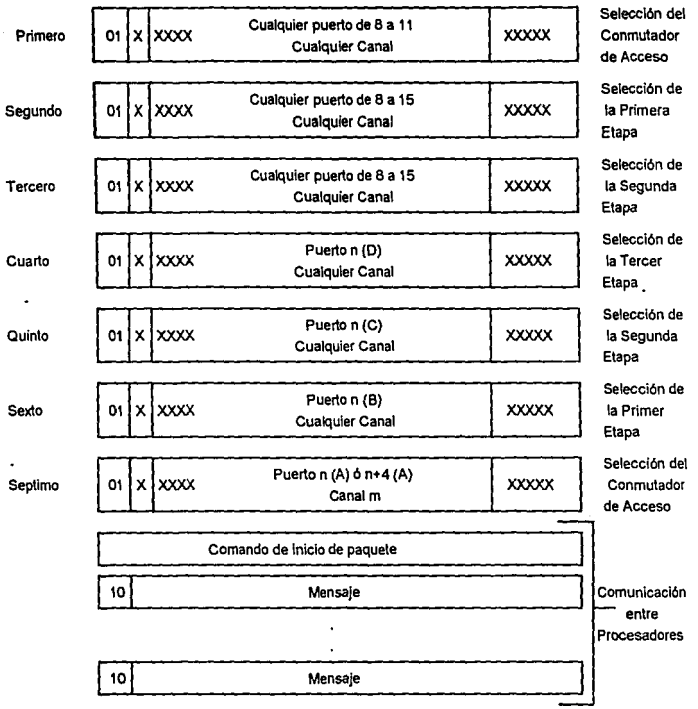


Figura 7 Comandos de Selección

5.1.4.2 Transmisión entre DSE's.

La transmisión a través de la DSN es en forma paralela para la transmisión interna en los DSE's y en serie para la transmisión entre ellos como se puede apreciar en la figura 8.

Cabe aclarar que la comunicación en la líneas paralelas (buses) internas en los DSE's que aparecen en la figura 8, se realiza mediante multiplexaje por división de tiempo (TDM), mientras que la comunicación en serie se logra mediante líneas "hardware" fijas.

Todos los DSE's en la DSN operan a la misma velocidad del sistema de reloj.

Dado que los DSE's se forman de puertos tanto de transmisión como de recepción, la comunicación entre los DSE's debe ser por conexiones "duplex", y el flujo de datos por dichas conexiones será a razón de 4096 Kbits/segundo, y de acuerdo con el formato de transmisión de la figura 9.

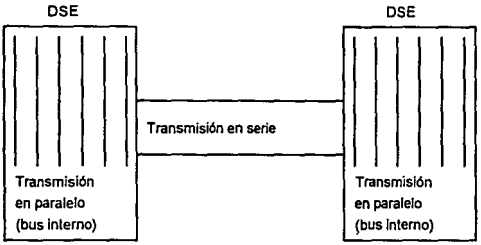


Figura 8 Transmisión entre elementos de conmutación digital (DSE)

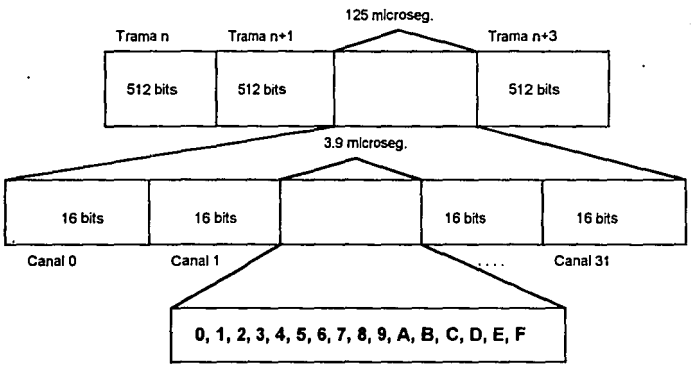


Figura 9 Formato de transmisión PCM.

Como se puede apreciar en la figura 10, cada uno de los 16 puertos del DSE está construído por un circuito integrado a gran escala (LSI) que maneja 32 canales PCM en formato estandar donde cada canal contiene palabras de 16 bits. Estas palabras tienen tres propósitos:

a) Establecer trayectorias a través de la DSN.

b) Enviar mensajes entre procesadores.
c) Transmisión de voz y datos codificados.

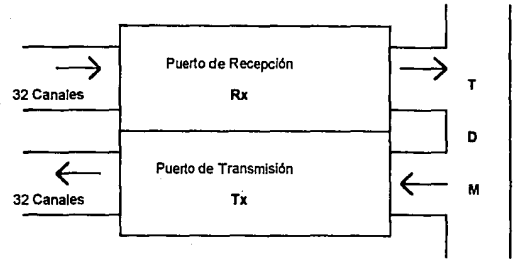


Figura 10 Puertos (Rx y Tx) del DSE.

La forma básica de organización de los 16 puertos del DSE se puede apreciar en la figura 11 y consiste en su interconexión a un bus TDM. En cada puerto termina una transmisión en serie de bits mediante enlaces duplex de fase asíncrona.

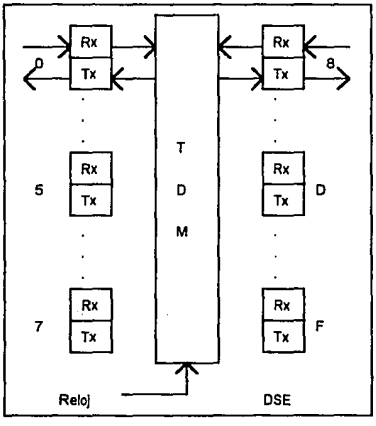


Figura 11 Interconexión entre puertos del DSE.

En cuanto a su función básica de conmutación, es posible realizar la transferencia de las palabras de canal, de cualquier canal de un puerto de recepción a cualquier canal de un puerto de transmisión, como puede apreciarse en la figura 12, donde el canal 12 del puerto de recepción 5 se enlaza por una trayectoria con el canal 18 del puerto de transmisión 8, y precisamente por eso se dice que la transmisión en estos enlaces es asíncrona en canal y trama, puesto que el enlace de transmisión puede manejar la información en un canal y una trama totalmente distintos a los que maneja el enlace de recepción que recibió esa misma información.

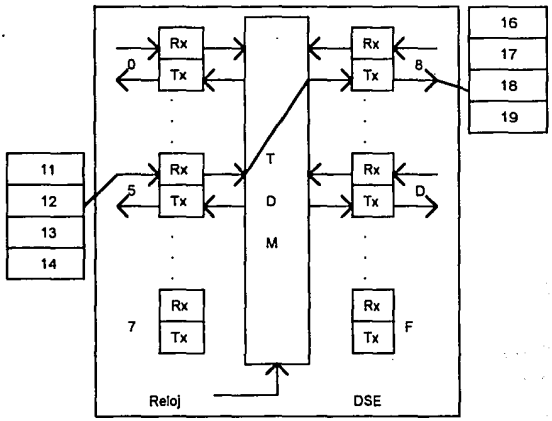
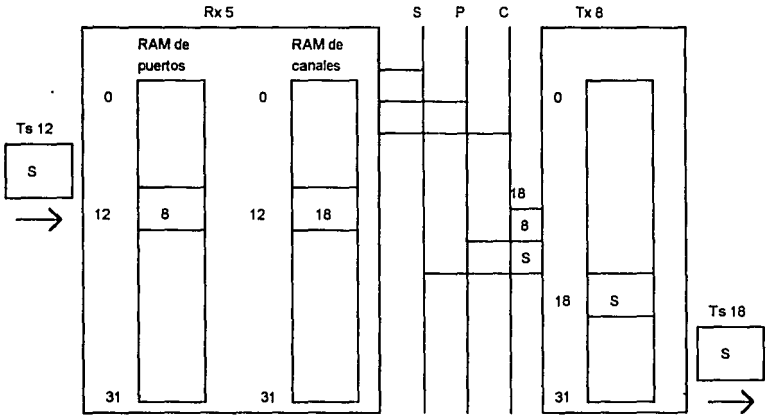


Figura 12 Transmisión a través del DSE.

En la figura 13 se puede apreciar una muestra de voz codificada (S) que llega al puerto de recepción 5 en el canal de tiempo 12 (TS 12).

Este puerto de recepción, posee internamente una memoria con la información del puerto de salida que corresponde según el canal de tiempo de entrada. Veamos esto concretamente en la figura 13: la memoria se denomina "RAM de puertos" y ahí, en la dirección 12 correspondiente al canal de tiempo 12 (en el cuál viene la muestra), se especifica el número de puerto de transmisión (8), al

cuál se transferirá dicha muestra de voz (S). Además podemos ver una "RAM de canal" en la parte de recepción, que indica el canal de tiempo que corresponderá a la muestra al salir por el puerto de transmisión 8 asignado.



Donde: S= muestras codificadas, P= número de puerto, C= número de canal.

Figura 13 Memoria RAM de puertos y canales del DSE.

De esta forma, será precisamente el puerto 8 el que recibirá la información (S) y la colocará en la localidad 18 de una memoria denominada "RAM de datos", con lo cual al ser transmitida la información saldrá por el canal de información 18 (TS 18), tal como lo indicó la RAM de canal.

Podemos apreciar que todo el intercambio de información se hizo a través de líneas paralelas internas al DSE (no olvidar que tratamos con 2 de los 16 puertos que conforman al DSE) y dichas líneas son parte del "bus" TDM ya mencionado con anterioridad.

5.1.4.3 Palabras de canal.

Como se mencionó anteriormente, se manejan 32 canales de 16 bits cada uno en cada enlace PCM numerados del canal 0 al canal 31, todos comparten una misma función exceptuando 2 que son el canal 0

y el canal 16, que tienen funciones especiales, por lo cual veremos principalmente las palabras de canal de estos últimos.

5.1.4.3.1 Canal 0.

Es utilizado para llevar la sincronización, mantenimiento e información de diagnósticos. Los diferentes tipos de palabras de canal se muestran en la tabla 1:

CANAL 0	F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
No mensaje	0 0 0 0 X X X X 1 0 1 1 X X X X
Escribir palabra de mantenimiento	0 1 0 0 0 MB AS MF 1 0 1 1 N T0 T1 T2
Reinicio	0 1 0 0 1 X X X 1 0 1 1 N T0 T1 T2
Interrogación de mantenimiento	1 0 0 0 X X X X 1 0 1 1 N T0 T1 T2
Respuesta	1 1 0 0 R0 R1 R2 R3 1 0 1 1 0 T0 T1 T2
Alarma	1 1 0 0 A0 A1 A2 A3 1 0 1 1 1 T0 T1 T2

Tabla 1 Palabras del canal 0.

Los bits E y F de la tabla 1 forman el protocolo y nos indican el tipo de información de la palabra que en el caso del canal 0, tiene las siguientes posibilidades:

Protocolo	Información
00	Ausencia de mensaje
01	Comando de mantenimiento de túnel
10	Interrogación de mantenimiento de túnel
11	Reporte de tunel (Respuesta/ Alarma)

Así, para la primera palabra de la tabla 1 se tiene una indicación de ausencia de mensaje. Las dos palabras siguientes son comandos de mantenimiento de tunel, la segunda de las cuales indica simplemente que se reinicie un puerto determinado olvidando su estado anterior; la primera de estas es para escribir una palabra de mantenimiento a un puerto ya sea para desactivar alarmas, poner en mantenimiento, etc., de acuerdo a estos bits:

MB: Ocupado por mantenimiento.

AS: Desactivar alarmas.

MF: Bandera de mantenimiento.

Para determinar cual será el puerto a poner en mantenimiento, se utiliza un apuntador (T0T1T2) de manera que si se desea, por ejemplo, dar mantenimiento a uno de los puertos del quinto DSE de un túnel, entonces este apuntador se pone en 5 (101) ya que estas palabras al pasar por cada puerto de recepción se decrementa en este apuntador y luego se compara con cero de manera que al hacerse igual a cero se dará mantenimiento al puerto de este DSE.

La cuarta palabra de la tabla 1 es de interrogación de mantenimiento y utiliza el mismo apuntador (T0T1T2) y en el bit N para especificar el puerto.

Finalmente las últimas 2 palabras son las de reporte de túnel, la primera de ellas para respuesta donde el significado de los bits es:

R0 Todos los canales libres

R1 Ocupado en mantenimiento

R2 Desactivamiento de alarmas

R3 Bandera de mantenimiento

La otra es para alarmas y el significado de los bits es el siguiente:

A0 Alarma de hardware en puerto cercano.

A1 Pérdida de sincronía en puerto cercano.

A2 Alarma de hardware en puerto lejano.

A3 Pérdida de sincronía en puerto lejano.

Para estas palabras de reporte de tunel, el apuntador T0T1T2 se inicializa con un 7 (111) en el puerto que reporta y se decrementa al pasar por cada lado de recepción, de manera que al llegar al elemento de control terminal (TCE), llega el complemento a 7 del número de etapa del DSE que reporta.

5.1.4.3.2 Canal 16.

Se utiliza para llevar reportes de falla desde un elemento de conmutación (DSE) hacia un TCE.

Para las palabras del canal 16, el protocolo nos indica lo siguiente:

00 Canal libre.

01 Comandos de selección.

10 Comunicación entre microprocesadores (formato ESCAPE).

11 Voz y datos (formato SPATA).

En la tabla 2 se muestran los diferentes tipos de palabras para este canal:

CANAL 16	F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Libre.	0 0 V X X X X X X X N0 N1 N2 N3 N4
Selección: puerto p cualquier canal.	0 1 V P0 P1 P2 P3 0 1 1 1 N0 N1 N2 N3 N4
Selección: puerto p canal 16.	0 1 V P0 P1 P2 P3 1 0 1 1 N0 N1 N2 N3 N4
Formato SPATA.	1 1 V D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 N0 N1 N2 N3 N4
Formato SCAPE.	1 0 V D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 N0 N1 N2 N3 N4

Tabla 2 Palabras del canal 16.

La primera de las palabras de la tabla 2, corresponde a los canales libres. La segunda y tercer palabra de la tabla 2 son comandos de selección para escoger cualquier puerto y cualquier canal ó cualquier puerto y el canal 16, para reporte de no reconocimiento, de acuerdo a estos bits:

P0-P3: Número de puerto

N0-N4: Número de canal

V: Válidez de no reconicimiento

La palabra con protocolo 11 corresponde al envío de voz y datos, formato denominado "SPATA" y el nuevo campo que aparece es:

D0-D7: Datos

Finalmente la última palabra sirve para intercomunicación entre microprocesadores, de ahí que presente el protocolo 10.

5.1.4.3.3 Canales 1-15/17-31.

Todos estos canales cumplen con una función común que es la de transmitir la información, ya sea de voz o datos, aunque también realizan otras funciones de acuerdo a los bits de protocolo como se muestra a continuación:

00 Canal libre ó borrar.
01 Comando de selección de trayectoria.
10 Comunicación entre procesadores (formato ESCAPE).
11 Voz ydatos (formato SPATA).

En la tabla 3 se muestran los diferentes tipos de palabra para todos estos canales:

La primera palabra es para indicar canal libre ó borrar.

Las ocho siguientes nos dan los diferentes comandos de selección necesarios para establecer una trayectoria. Donde los campos de los bits indican lo siguiente:

P0-P3: Número de puerto.
Q0-Q4: Número de canal.

Las dos siguientes palabras de la tabla 3 son para comunicación entre procesadores. La primera de ellas, la de interrogación presenta los siguientes campos.

W0-W3: Identidad del puerto local, insertada como respuesta al comando de interrogación.
C0-C4: Identidad de canal local, insertada como respuesta al comando de interrogación.

La segunda de ellas representa otro campo que es:

D0-DC: Datos.

Finalmente se presentan las palabras para transmisión de información (voz y datos) con los siguientes campos:

80-87: Voz codificada en PCM.

80-8D: Formato SPATA.

Cabe mencionar que para limpiar una trayectoria que fue utilizada para conversación se utilizan dos palabras con protocolo 00.

CANALES 1-15/17-31	F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Libre.	0 0 X X X X X X X X X X X X X X
Selección: cualquier puerto cualquier canal	0 1 X X X X X 0 1 0 0 X X X X X
Selección: puertos altos cualquier canal	0 1 X X X X X 0 0 0 1 X X X X X
Selección: puertos bajos cualquier canal	0 1 X X X X X 1 1 0 1 X X X X X
Selección: puerto p cualquier canal	0 1 X P0 P1 P2 P3 0 1 1 1 X X X X X
Selección: puerto p canal q	0 1 X P0 P1 P2 P3 1 0 1 1 Q0 Q1 Q2 Q3 Q4
Selección: puerto p ó p+4 cualquier canal	0 1 X P0 P1 P2 X 0 0 1 0 X X X X X
Selección de mantenimiento puerto p, canal q	0 1 X P0 P1 P2 X 1 1 1 0 Q0 Q1 Q2 Q3 Q4
No operación	0 1 X X X X X 1 0 0 0 X X X X X
Interrogación	1 0 1 W0 W1 W2 W3 C0 C1 C2 C3 C4 X T0 T1 T2
Formato ESCAPE	1 0 0 D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA DB DC
Formato ESPATA: Voz - Datos	1 1 0 S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 0 0 0 0 PR 1 1 S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 SA SB SC SD

Tabla 3 Palabras de canal 1-15/17-31

5.1.5 Modulo de Perifericos y Computadoras.

También es llamado modulo de perifericos y mantenimiento, desempeña un papel clave dentro del funcionamiento del sistema.

Dicha importancia se debe a que en este modulo se conectan todos los perifericos clasicos de una computadora; Video, Teletipos

o Impresores, unidades de Disco, Unidades de Cinta Magnetica, y los controladores correspondientes a esos procesadores.

Junto con estos perifericos, en este modulo se encuentra el software que controla el mantenimiento centralizado del sistema en el cual se incluye el manejo del panel maestro de alarma con su logica asociada, además del software requerido para la inicialización del sistema, la comunicación hombre máquina y el soporte para la carga de los diferentes modulos del sistema.

Debido a la importancia del modulo dentro de la central se sigue la filosofia de equipar estos modulos por parejas (activo y pasivo) de esta forma si falla el modulo activo el que se encuentra en pasivo asume el control de las funciones realizadas por el modulo activo.

Estos modulos se conectan a la DSN con todos los demás modulos, teniendo una direción fija asignada, conectandose generalmente en los puertos C y D de los conmutadores de acceso (AS) 0 y 4.

El modulo de perifericos y computadora se encuentra dividido en dos procesadores:

a) Procesador de perifericos y carga (P & L)
b) Procesador de defensa

Las funciones básicas del P & L son:

a) Inicialización de la central.
b) Control de perifericos y dispositivos entrada salida.
c) Manejo y coordinación de las extensiones del sistema.
d) Comunicación hombre-maquina.

Las funciones del defensa son:

a) Coordinación y ejecución de las acciones de mantenimiento.
b) Distribución y coordinación de las funciones de overlay.
c) Manejo de los dispositivos de informe de alarmas.

5.1.6 Modulo de Troncal Analógica.

Conecta 30 circuitos a la DSN. Los circuitos pueden ser de entrada (2 hilos), salida (2 hilos) con señalización por

desconexión por circuito cerrado y bidireccionales (4 hilos) con señalización por los hilos E y M. Estos tipos de troncales no pueden ser mezclados en un mismo modulo.

a) Troncal de salida y entrada.- Proporcionan una interfaz para los circuitos de troncal que son conectados a la misma tarjeta. Cada circuito de troncal contiene sensores de señalización o manejadores que operan con el tipo de señalización que es usado, contiene amplificadores de transmisión y recepción que pasan las señales de frecuencia de voz en los niveles correctos además contiene un convertidor analógico-digital y digital-analógico. Este dispositivo es referido como un codec.

b) Troncal de bidireccional.- Usa 2 hilos para Transmisión (a,b) y 2 para recepción (c,d) y un par de hilos son dedicados para la señalización (e, m). Este tipo de circuitos son normalmente usados con equipos de multiplexaje por división en la frecuencia. El equipo MDF asociado asigna una única frecuencia a cada troncal. La señalización "e" y "m" es transferida a través del equipo MDF por tonos. Un tono por cada dirección de transmisión. Un generador y un detector de tonos en cada final del equipo MDF son dedicadas a cada canal. El generador de tonos es controlado por el hilo "m" y el tono recibido controla a el hilo "e". Una señal de tierra puede ser aplicada por el circuito en el hilo "m", para apagar ó encender el envio en el equipo MDF, dependiendo de la señalización usada. Similarmente una señal de tierra puede ser aplicada por el detector de tonos MDF en el conductor "e" para indicar el inicio ó el final de un tono detectado.

5.1.7 Modulo de abonados.

Cada modulo proporciona interface a 60 circuitos de línea de abonado, por medio de 10 tarjetas con capacidad para 6 circiutos cada una, contiene también una tarjeta de corriente de llamada, un interfaz terminal y un procesador asociado. A la entrada, transforma las señales analógincas de cada circuito en un solo tren de bits PCM de 32 canales, para su transmisión a través de la DSN. A la salida, convierte a las señales digitales en analógicas. Cada

circuito maneja información de voz y señalización en ambos sentidos.

5.1.8 Modulo de Troncal Digital.

El tipo de formato que maneja este enlace es de 32 ó de 24 canales. La información de señalización se extrae del tren de bits PCM en el interfaz digital y se aplica a el elemento de control terminal para ser analizada. La información saliente del elemento de control terminal es insertada en la corriente saliente de bits PCM.

5.1.9 Modulo de Circuitos de Servicio.

Proporciona recursos y control para abonados con señalización de aparatos con botonera y con centrales que usan señalización con troncales con multifrecuencia.

El interfaz de receptores de botonera recibe digitos decodificados en señales de frecuencias de banda de voz, de aparatos de abonado con botonera, a traves de la DSN. Las señales se codifican en el receptor de botonera, y los digitos obtenidos se envían al procesador terminal para su análisis. Se toman precauciones especiales para proteger el reconocimiento de los dígitos contra las interferencias de voz. El receptor/emisor de multifrecuencias recibe y envía señales de frecuencia de banda de voz codificadas digitalmente. El receptor de multifrecuencias opera en la misma forma que el receptor de botonera.

5.2 SOFTWARE.

5.2.1 Máquina de mensajes finitos (FMM).

FMM's son modulos de software que facilitan el flexible y buen diseño de software estructurado. Cada FMM esta definida con una identidad funcional especifica por ejemplo la estructura interna de una FMM no necesita ser conocida por diseñadores de otras FMM's. La interface entre una FMM y el resto del software del sistema esta definido por un grupo de mensajes recividos y enviados. El comportamiento funcional de cada FMM esta definida completamente

por la secuencia de mensajes que envia y responde. Como se muestra en la figura 14.

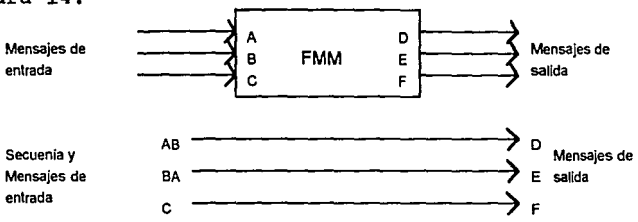


Figura 14 Mensajes de una FMM.

El concepto de FMM y las funciones del software estan distribuidas sobre un número grande de elementos de control. Esta distribución necesita unicamente ser fijada durante la construcción de el paquete de software para una central específica. En este momento un grupo de tablas de distribución es llenada con el mapeo seleccionado y el contenido de software de los componentes en la central.

La transferencia de mensajes entre FMM's esta controlada por un manejador de mensajes (MM), que es parte del sistema operativo. Se encuentra en todos los elementos de control (TCE's y ACE's) de el sistema de control distribuido. Como se muestra en la figura15.

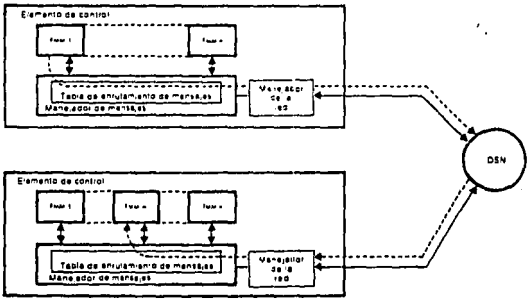


Figura 15 Mensajes entre FMM's.

El manejador de mensajes consulta su tabla de enrutamiento de mensajes para identificar el destino del mensaje. Si la tabla de enrutamiento de mensajes indica un elemento de control distante, el mensaje es pasado al manejador de red que lo enruta a el elemento de control de destino donde el manejador de mensajes completa su entrego.

5.2.2 Máquina de soporte del sistema.

Frecuentemente los modulos de software con interface directamente con el hardware son implementadas como SSM's. Una SSM consiste de uno ó más procedimientos que son invocados por el procedimiento de llamada. Los procedimientos de la SSM pueden compartir datos comunes los cuales son accesados via el monitor que asegura acceso controlado a los datos.

Esos procedimientos son llamados por un mecanismo soportado por el sistema operativo, usando interrupciones de software. Como se ilustra en la figura 16.

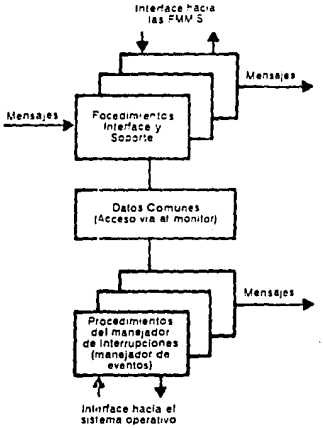


Figura 16 Procedimientos de la SSM.

Estas SSM's no necesitan estar fuera de linea con la FMM's que las llama, donde las FMM's estan definidas para ser manejadas por mensajes y representa una definición del proceso, las SSM's representan implementación definida construida en rutinas para soportar las funciones de control del hardware relacionado. El sistema soporta esta modularidad para facilitar un medio en el cual puedan coexistir FMM's y SSM's y también para facilitar mecanismos que habiliten el sistema para ser manejado a través de mensajes. Esto se muestra en la figura 17.

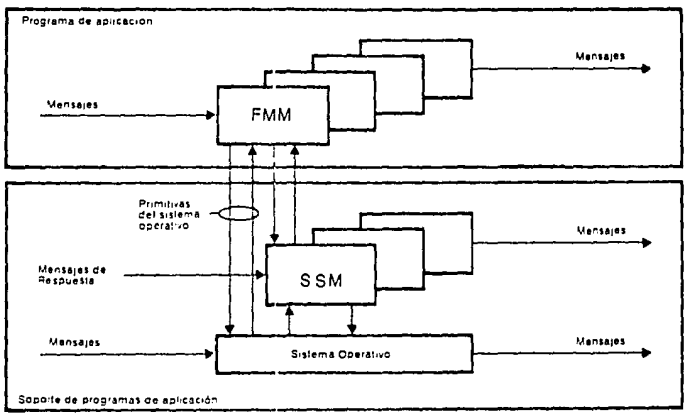


Figura 17 Comunicación entre FMM's y SSM's.

5.2.3 Máquina Virtual (VM).

La máquina virtual es un concepto bien conocido en la estructuración del software. Un modulo de hardware (por ejemplo, un procesador ó un circuito de terminación de red) esta rodeado por una ó más capas de software. Juntos, el hardware y el software constituyen una máquina virtual. En efecto, más que una capa de software pueden ser empleadas.

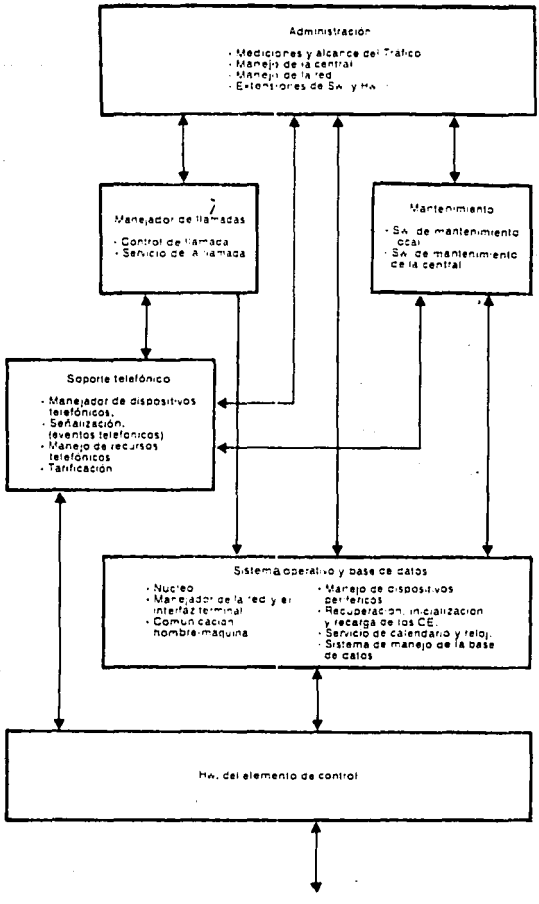


Figura 18 Máquina Virtual ó estructura del Sw.

La estructuración de funciones en un área de varios niveles de máquinas virtuales fue aplicada en el inicio del diseño del software del sistema. Como se indica en la figura 18.

Más cerca del hardware esta el nivel 1 del software tal, como el sistema operativo, el manejador de red y la base de datos. El nivel 2 soporta las funciones primitivas telefónicas, incluyendo conversión de señales en mensajes telefónicos y viceversa, el manejo de recursos de troncal, manejador de dispositivos y las funciones de tarificación (cobro). Las funciones de aplicación tal como el manejo de llamada son alcanzadas por el nivel 3; una máquina virtual esta hubicada para ejecutar funciones telefónicas directamente. Las funciones del manejador de llamadas en el nivel 3 genera datos para la administración. Los programas administrativos en el nivel 4 trabajan unicamente con estos datos, y estan estos completamente separados desde los programas del manejador de llamadas.

5.2.3.1 Estructura del Software.

La estructura del software del sistema esta configurado gerarquicamente en 5 areas principales de software (Como se observo en la figura 18). Estas consisten de 4 areas separadas de programas de aplicación más el sistema operativo y la base de datos. Sus funciones son como sigue:

A) Software del Manejo de Llamadas: Es responsable por las decisiones del sistema a alto nivel necesariamente para conectar llamadas de voz y datos y para facilitar toda la coordinación y control de la llamada a través de todas las fases desde el inicio hasta la liberación de la misma. El software del manejo de llamadas esta subdividido en las siguientes áreas y funciones asociadas:

I) Control de la Llamada: Este software recide en los elementos de control de línea y de troncal asi como en los circuitos de servicio (facilidades de abonado). Proporciona los siguientes pasos:

a) Inicio y liberación de la llamada.- Las acciones que se toman para llamadas locales comprende la identificación de la línea, determinación de las facilidades de abonado y restricciones, análisis de la preselección para identificar el tipo de tono requerido para discar en la llamada para ser

enviado ó los digitos requeridos desde el software de señalización y el análisis de digitos obtenidos desde el software de servicio de llamada (lo veremos en el siguiente inciso). El control de llamada también coloca los datos de cobro e inicia la secuenia de selección local ó urbana para conectar la llamada. El software de control de la llamda esta nuevamente involucrado cuando el software de señalización (lo veremos en el inciso B)) indica que una parte se ha limpiado. El control de la llamada entonces libera la llamada en una secuencia controlada, usando los datos de la llamada establecida previamente y almacenados en un buffer.

b) Procesamiento de las facilidades de llamada.- La parte especial de las facilidades de la llamada de el software opera ó independientemente ó en conjunto con el software normal de la llamada, dependiendo de el tipo de facilidad. En general las llamadas con facilidad especial son iniciadas por un código marcado sobre el teléfono. El software de control de la llamada checa que el abonado esta permitido para usar la facilidad, y incorpora la característica requerida en la secuencia de conexión de la llamada.

II) Servicio de la Llamada: Este software es una facilidad compartida y se encuentra en un elemento de control del tipo ACE. Es solicitado por el software de control de llamada en varios momentos de la llamada por ejemplo para análisis del prefijo y los digitos posteriores, para determinar el destino de la llamada. Usando las tablas de la base de datos, también facilita otra información (enrutamiento, codigos de marcación, tipos de línea, tipo de cobro, identificación del abonado local).

B) Software de Soporte Telefónico: Esta relacionado con el control, supervisión, alojamiento e interface con los dispositivos puramente telefónicos de el sistema de la central. Proporciona el significado de los eventos de señalización hacia y desde las líneas y troncales para el hardware y el software y aloja secuencialmente a los recursos de el hardware para completar la llamada, también da los

pulsos de medición necesarios para cobrar correctamente cada tipo de llamada. El software de soporte telefónico, está subdividido en las siguientes areas y funciones asociados.

I) Manejo de Dispositivos Telefónicos: Constituye la interfaz entre el sistema telefónico Hardware (líneas, troncales, enviadores y receptores) y el software del control de llamada forman el más bajo nivel de la máquina virtual concernida con la señalización telefónica. Como se muestra en la figura 19.

Todos los manejadores de dispositivos telefónicos operan como una FMM y SSM actuando como la interfaz actual con el hardware. La SSM alcanza acciones tales como:

a) Busqueda de puntos de el hardware para detectar cambios de estados y reporte de estos a las FMM's.

b) Checando un persistente cambio de estado.

c) Implementación de las ordenes del manejador del Hardware.

d) Conversión de la dirección fisica a dirección lógica y viceversa.

La FMM distribuye una secuencia específica de trabajos para el manejador de dispositivos tefónicos, que estan en espera para activarse, también facilita transmisión de eventos al software de señalización, mantiene en libre ó ocupados la tabla de estados para manejo de dispositivos.

El manejador de dispositivos telefónicos asi controla el estado de sus dispositivos y en efecto sus propios circuitos de el dispositivo para cualquier instante por una ó otra area de el software de el sistema. Los manejadores de dispositivos telefónicos son:

a) Manejador de dispositivos de línea, residentes en los TCE's de abonados.

b) Manejador de dispositivos de troncal residentes en los TCE's de troncal.

c) Manejador de dispositivos de circuitos de servicio residentes en los TCE's de circuitos de servicio y el cuál controla los enviadores y receptores.

d) Manejador de dispositivos de circuitos de conferencia, residente en los TCE's de circuitos de servicio.

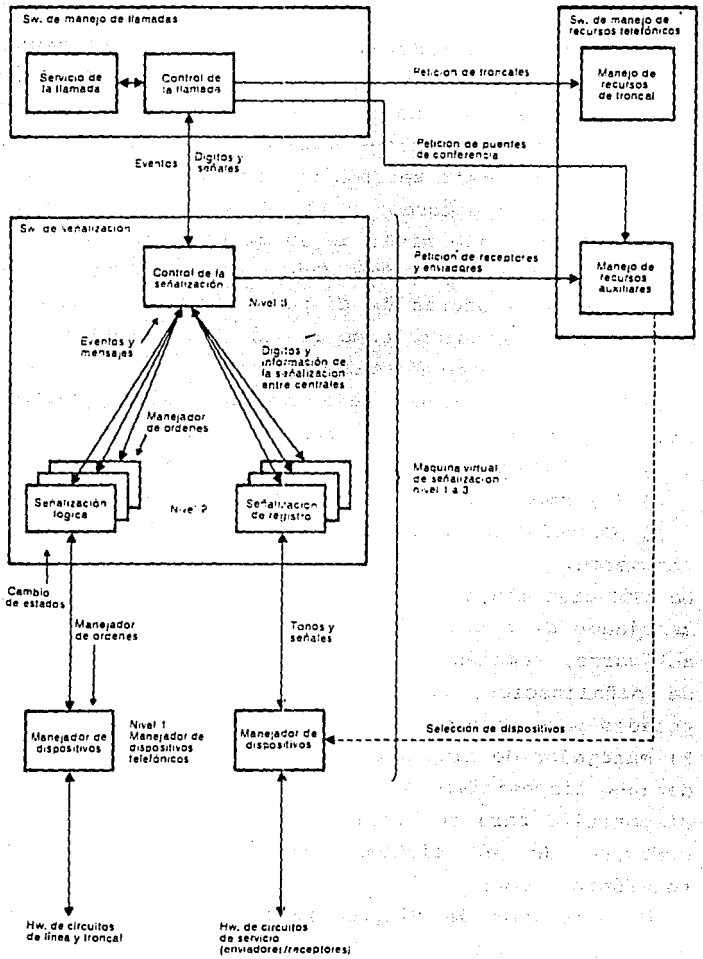


Figura 19 Manejo de dispositivos telefónicos.

II) Software de Señalización: Alcanza una función de traslación sobre la información que lleva la señalización entre el manejador de dispositivos telefónicos y el manejador de la

llamada. En una dirección, tiene un significado telefónico para un evento de señalización recibido en la forma de señales logicas, desde un manejador de dispositivos telefónicos. En la otra dirección, convierte los eventos telefónicos en ordenes para el manejador de dispositivos telefónicos.

Como numerosos sistemas de señalización son usados a través del mundo, una tarea adicional de software de señalización, es convertir los diversos tipos de señalización que puede recibir en un grupo estandarizado de señales que tienen significado comun para el software de manejo de llamadas y viceversa.

III) Software de Manejo de Recursos Telefónicos: Es responsable de alojar los recursos telefónicos en respuesta a la petición desde los modulos de abonados a los modulos de troncal, cuando las llamadas son detectadas. Sus dos principales funciones son:

a) Manejo de Recursos Auxilares.- Permite alojar un circuito de servicio (receptor, transmisor, ó un puente de conferencia) para una llamada.

b) Manejo de Recursos de Troncal.- Permite alojar una troncal libre ó una línea PABX para una llamada. Los circuitos de servicio estan dinamicamente colocados para una llamada. Las líneas PABX y troncales estan colocados sobre las bases de disponibilidad.

IV) Software de Tarificación.- Es llamado por el software del control de llamadas una ó más veces durante el inicio de la llamada, como se indica en la figura 20.

Es responsable de avisar al software del control de llamada si ó no va a ser cobrada y para facilitar todos los datos necesarios para tarificación para el cobro correcto de varios tipos de llamada (tarificación detallada, tarificación en masa, multimedición, facilidades).

El software de tarificación separa los contadores en los TCE'S para los diferentes tipos de cobros. Los contadores estan duplicados en los TCE'S y sobre el disco son periódicamente actualizados. La grabación de la tarificación detallada esta guardada en el buffer del ACE y posteriormente es enviada en archivos al disco, ó directamente enviados a un centro de

tarificación. Los archivos en disco son periodicamente enviados a una cinta magnética en respuesta a la petición de el operador.

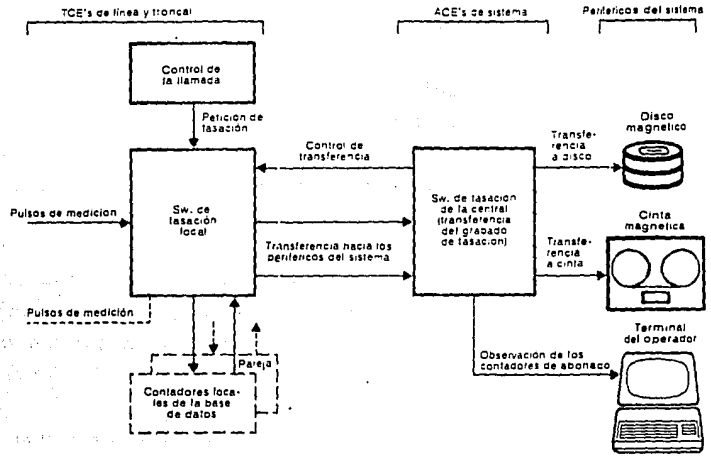


Figura 20 Sw. de tarificación.

El software de tarificación automáticamente cambia las tarifas apropiadas a la llamada y aplica tarifas especiales para días de fiesta, días especiales, y días de la semana de acuerdo a los datos contenidos en las tablas de la base de datos.

El software de tarificación da la lista de abonados de cobro de media noche, que tienen facilidades especiales y servicios activos durante las últimas 24 horas. Para o alrededor de la media noche, transfiere todos los datos acumulados para el cobro de media noche a los contadores de la base de datos.

C) El software de Administración: El software de administración representa la principal interfaz a través de la DSN. Habilita al operador de la DSN para hacer modificaciones a los datos semipermanentes que describen todos los aspectos, parametros y operación de la configuración del sistema y desde aqui los habilita

para cambiar las características y comportamiento de la central. Proporciona datos estadisticos de la central sobre los cuales el operador de la DSN podra tomar decisiones. El software de administración esta subdividido en las siguientes áreas y funciones asociadas:

I) Mediciones y Alcances de Tráfico: Buscan datos estadisticos definidos por el operador y envian el resultado en reportes regulares sobre las estadisticas y alcances de el tráfico.

II) Manejo de la Central: Maneja la petición de el operador para cambiar los datos semipermanentes describiendo las facilidades de los abonados y troncales, caraterísticas, información del cobro, alojamiento de rutas, etc.

III) Manejo de la Red: Analiza los efectos combinados de la congestión interna y externa de la central e implementa control, bajo petición de el operador, para dar el mejor grado de servicio bajo condiciones adversas.

IV) Extensión de Software y Hardware: Maneja los alcances (aumento ó cambios) para los programas de aplicación en la central.

D) El Software de Mantenimiento: La estrategia de el mantenimiento esta basado sobre el concepto de rutinas, audit y diagnósticos, sin interrupción del manejo normal de tráfico. El software de mantenimiento esta distribuido a través de todos los modulos de el sistema, como se muestra en la figura 21.

I) Software de Mantenimiento Local.- Esta localizado en los TCE's y ACE's. Abarca un número de modulos del sistema operativo, como el manejador de errores locales, recargas (bootstrap) y reinicios de modulos. Aunque esos modulos de software son parte actualmente de el sistema operativo, funçionalmente ellos forman una parte esencial de el software de mantenimiento.

El modulo de manejo de errores recibe todos los reportes de errores generados por los modulos de Software local. La identidad de los reportes de error del software y las fallas

del hardware y el manejador de errores deciden que acción tomar.

Pueden alternativamente abortar los procesos relevantes, iniciar un cambio de elementos de control (take over), llamar un reinicio ó una recarga (bootstrap). Reporta los errores al software de mantenimiento de la central para acciones de recuperación del sistema, donde sea aplicable.

El software de mantenimiento local también periódicamente inicia una serie de pruebas de rutina local para verificar la operación normal, pruebas locales de auditoria (audit) para checar inconsistencia de datos, y verificar que los CE puedan accesar ó ser accesados a través de la DSN.

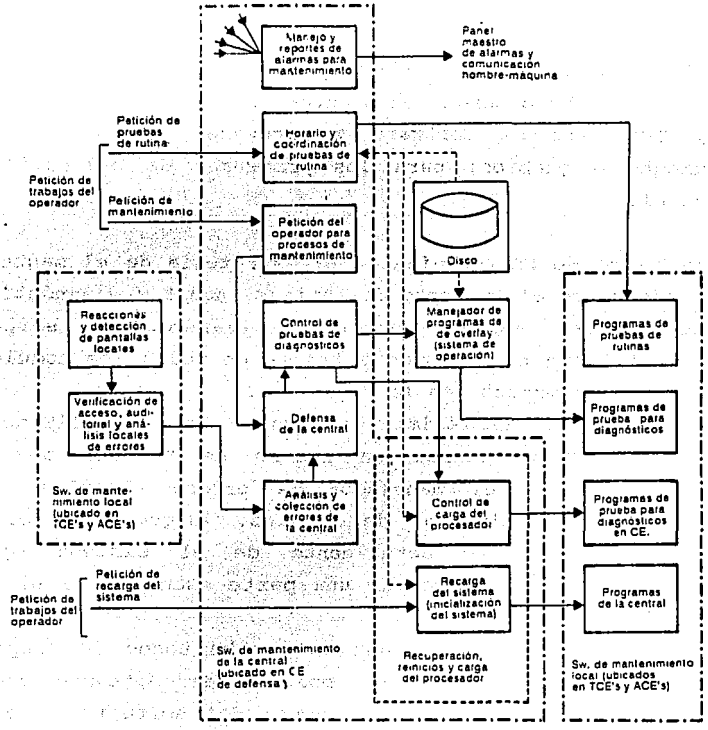


Figura 21 Sw. de mantenimiento.

II) Software de Mantenimiento de la Central.- Esta concentrado en el modulo de perifericos y mantenimiento (ver el punto 5.1.5) y facilita sobre todo la coordinación de funciones para relacionar y recobrar desde errores reportados, hasta diferentes partes de el sistema. La secuencia de acciones son:

a) Análisis y Colección de Errores, como son.- Análisis y colección de errores, identificación de block's de seguridad, reconoce y prueba los procesadores sospechosos.

b) Defensa de la central, como son.- Reconfiguración de el sistema, pruebas de los elementos de la DSN.

c) Pruebas de Diagnósticos, Comprende.- Recursos de control de prueba y coordinación de pruebas de diagnóstico local, análisis de los resultados de las pruebas y distribución del alcance de pruebas.

d) Control de Pruebas del Procesador, Comprende.- Petición de recargas (bootstrap-reload) ó reinicio, control para cargar pruebas de diagnósticos y rutinas (overlay).

e) Manejo de Reportes de Falla y alarmas, Comprende.- Generación de reportes de falla y alarma, implementación de las peticiones del operador para acciones de mantenimiento, manejo de la unidad de estados del sistema, para el panel maestro de alarmas.

E) El Sistema Operativo: Es la llave del software que habilita el concepto distribuido para trabajar. Da el mecanismo base para que el procesamiento de datos distribuidos sean controlados. Consiste de un grupo de funciones centrales en cada elemento de control, juntas con una variedad de otras funciones asociadas. Es responsable de:

I) La distribución de tareas dentro de cada elemento de control.

II) Mensajes en la central entre FMM's y elementos de control.

III) Comunicación entre los elementos de control y la DSN, con el Hardware terminal.

IV) Manejo de errores locales.

V) Carga de los elementos de control con retención de programas y datos sobre disco.

VI) Facilitar el reloj a la central y las funciones de temporización.

VII) Acceso de los perifericos del sistema (terminales de operador y dispositivos de memoria) y facilitar la comunicación hombre máquina.

VIII) Acceso a los datos donde sea que residan en la base de datos distribuida.

F) Base de datos.- La naturaleza de el control distribuido, carga los datos repartidos entre los elementos de control. Cada elemento de control contiene una base de datos y un sistema de manejo de la base de datos para acceso y mantenimiento de los datos.

Este sistema controla el acceso a los datos semipermanentes y actualiza la base de datos.

También facilita el principal cambio de varios datos interrelacionados como el número de equipo de los abonados, el número de directorios y la clase de servicio, el cuál puede ser distribuido entre más de un elemento de control.

El sistema de manejo emplea un mecanismo para controlar los procesos de actualización por lo cuál el acceso a cualquier miembro de un grupo es negado hasta que todos hayan sido actualizados.

La base de datos recibe los comandos (MODIFY, STORE, GET, ETC.) con un programa especial llamado DML (Lenguaje de manipulación de datos), los comandos contienen la identidad del nemonico de los datos que el programa quiere accesar.

La base de datos encuentra la localización de los datos almacenados localmente, en un elemento de control ó en disco y genera los mensajes internos necesarios para modificar a los datos donde se encuentren. Los datos pueden ser relocalizados incluso en otro elemento de control.

Las tablas en la base de datos estan rectificadas para reflejar los cambios en los lugares de los elementos de control afectados.

El manejador de la base de datos automaticamente actualiza los datos por medio de una auditoria (AUDIT) en los elementos de

control ó sobre el disco. Los cambios hechos en los elementos de control maestros, son automáticamente transferidos al elemento de control esclavo y periódicamente los programas de auditoria (AUDIT) verifican que las copias sean iguales. Si hay diferencias, la base de datos sincroniza los datos. También existen archivos de seguridad en la base de datos, si por algún motivo fallara la modificación, la base de datos regresa a leer esos archivos de seguridad, para reinstalar el estado antes conocido. A esta acción se le conoce como ROLLBACK.

CAPITULO 6

"ISDN"
RED DE CONMUTACION DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.

Las centrales telefónicas que se utilizaron en un principio, consistieron en redes de conmutación analógicas, conectadas con medios de transmisión analógicas.

Este tipo de configuración (red de conmutación y medios de transmisión analógicas) provoco grandes problemas en la comunicación es decir, los niveles de transmisión de la voz fueron malos (niveles inaceptables de ruido). Con el tiempo se desarrollaron nuevas técnicas de transmisión (digitales), las cuales sustituyeron a los medios de transmisión analógicas.

Las técnicas de transmisión digital eliminaron en un gran porcentaje los niveles de ruido introducidos en las comunicaciones.

Con la introducción de la transmisión digital, surge una nueva configuración llamada hibrida (centrales de conmutación analógicas con medios de transmisión digital), la cual lleva consigo una desventaja muy alta en el costo de instalación, debido a la gran cantidad de convertidores analógico-digital que se necesitan.

Los resultados obtenidos con la configuración hibrida mejoraron la calidad del servicio telefónico. Aunque la instalación representaba una inversión demasiado alta con respecto a las técnicas de transmisión analógicas, se decidio implementarlas.

Finalmente las técnicas digitales se introducen en las redes de conmutación, dando como resultados, ademas del mejoramiento del servicio telefónico, nuevos servicios para el abonado, como por

ejemplo: marcación abreviada, llamada en espera, llamada de consulta, etc.

De esta forma llegamos a la configuración homogenea de la red (red de conmutación digital (DSN), con transmisión digital).

La necesidad de proporcionar nuevos serviciós (por ejemplo: transmisión de datos) a través de la red de conmutación digital (DSN) nos ha llevado a una nueva versión de central telefónica, llamada Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

Para convertir una central telefónica digital (DSN) a una central de tipo ISDN, se hacen uso de nuevos conceptos ó interfaces de usuario estudiados y estandarizados por el CITT.

A nivel de línea, una nueva interfaz se introduce sobre el cableado de la planta telefónica. A esta interfaz se le llama Acceso Básico (BA) y se usa para facilitar el servicio de los abonados ó para los conmutadores automáticos privados (PABX).

A nivel de troncal, el Acceso Primario es introducido, con una característica que favorece a la transmisión (Más canales digitales). Esta interfaz se usa para facilitar el servicio a conmutadores automáticos privados (PABX) y conexión entre centrales telefónicas ó con diferentes sistemas de transmisión de datos.

El número de canales para el Acceso Básico y el Acceso Primario, estan definidos por el CCITT, como los veremos más adelante.

En todas las redes de comunicación telefónica existen 2 tipos de información, estas son.

a) La información de control que también es llamada señalización, esta es intercambiada entre el Abonado y la Central Telefónica ó entre Centrales y toda la señalización es orientada en mensajes.
b) La información de Abonado (Voz y Datos), intercambiada entre diferentes puntos.

La tabla1 muestra los tipos de información que usa una central telefónica ISDN, con sus diferentes tipos de canal y velocidades.

Canal "B": El canal de comunicación normal maneja una velocidad de 64 kb/seg. Puede soportar voz y datos en circuito ó paquetes conmutados. El acceso a el canal "B" esta controlado por la red a

petición de el abonado. El uso de este canal siempre es permitido exclusivamente a un abonado en el mismo tiempo.

TIPO DE INFORMACION	TIPO DE CANAL	VELOCIDAD Kb/seg.
INFORMACION DE CONTROL		
Abonado - Central	D	16 (BA), 64 (PRA)
Central - Central	E	64
INFORMACION DE ABONADO		
Circuito Conmutado	B	64
Paquete Conmutado	B,D	64,16 (BA) ó 64 (PRA)
voz	B	64

Tabla 1 Tipos de información.

Canal "D": Desde que un canal "B" no puede ser usado sin autorización, un canal extra es requerido entre el Abonado y la Central para habilitar a el Abonado la señal de inicio de la comunicación ó liberación de la misma. Este canal de señalización es llamado canal "D" y será usado para los mensajes de señalización entre el Abonado y la Central. Durante el tiempo libre del canal "D", puede también ser usado para transmitir otros mensajes (paquetes conmutados).

6.1 Terminales de usuario.

Una terminal ISDN es una terminal de datos conectada con una interfaz S. Esta interfaz es un punto de referencia de 4 hilos, definido para la interfaz de Acceso Básico (BA) de Centrales ISDN. Proporciona el acceso de los abonados hacia la central y es el punto de inicio del abonado estandarizado por el CCITT.

El CCITT describe los siguientes aspectos para la interfaz S.

- **Caraterísticas físicas.**
- **Control de errores y corrección de procedimientos (canal D)**
- **Procedimientos de señalización y mensajes (canal D).**

Cada abonado obtiene acceso a 2 canales de voz ó datos (B) que son facilitados por el canal de señalizaión (D) de 16 kb/seg, dando

como resultado que cada abonado puede soportar 2 conversaciones en el mismo tiempo.

Los abonados con terminales comunes, (abonados no ISDN), son usados en forma normal. La mayoria de terminales comunes son conectados a través de una interfaz RS232. Para permitir la conexión a la central ISDN, una caja de translación de protocolos es colocada junto a la terminal, esta es llamada Adaptador de terminal (TA).

En ambos casos la conexión a la Central ISDN es dada por la interfaz S, como se muestra en la figura 1.

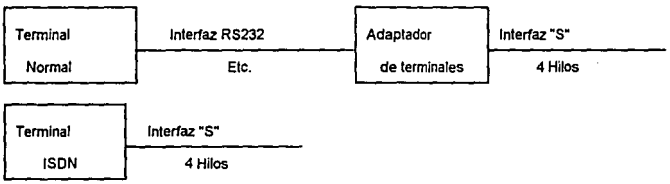


Figura 1 Conexión de terminales.

6.2 INTERFACES DE ABONADO HACIA CENTRALES TELEFONICAS.

Estas interfaces dan la conexión entre el abonado y la central. En la actualidad existen tres configuraciones de acceso a la central telefónica, estas se pueden ver en la figura 2.

a) Un abonado Normal es conectado a el sistema por medio de la línea de 2 hilos (a y b), terminando en el lado terminal de el Distribuidor General (MDF) de la central y en el otro lado terminal sobre la caja de conexión de el abonado.

b) Pequeños Conmutadores Automáticos Privados (PABX's), pueden estar conectados a la central a través de un número de línea de abonado (cada conexión consiste de 2 hilos). En esta forma el PABX puede soportar varias comunicaciones en el mismo tiempo.

c) Grandes Conmutadores Automáticos Privados (PABX's) digitales, estos son conectados a través de un sistema PCM de 32 canales a la red pública, por medio de conexiones a 4 hilos por cada circuito. Estos PABX's son conectados a nivel de troncal.

La nueva central ISDN usara el cableado de la planta telefónica ya instalada, usando el cableado en diferentes formas las terminales ISDN se conectarán de la misma forma pero usando sus propias interfaces, como se muestra en la figura 3.

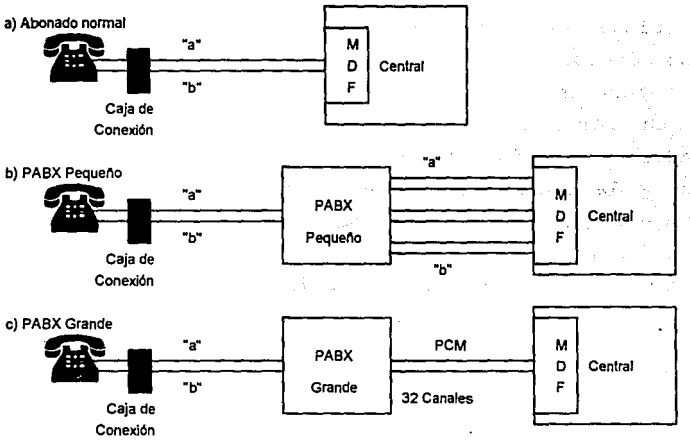


Figura 2 Conexión hacia la central telefónica.

a) Para abonados ISDN los 2 hilos de la línea de abonado será digitalizada en una interfaz U (Acceso básico) ofreciendo 2 canales B de 64 kb/seg. y 1 canal D de 16 kb/seg.
b) Para pequeños negocios, un pequeño PABX es facilitado, será conectado a la central pública por medio de 2 hilos de la línea de abonado. Cada conexión se hará sobre una interfaz U (acceso básico) que facilitará 2 canales B de 64 kb/seg. y un canal D de 16 kb/seg.
c) Para grandes negocios, grandes PABX's. Los sistemas PCM de 32 canales con técnicas TDM, serán remplazados con el PRA (acceso primario) que ofrece 30 canales "B" de 64 kb/seg. y un canal D de 64 kb/seg.

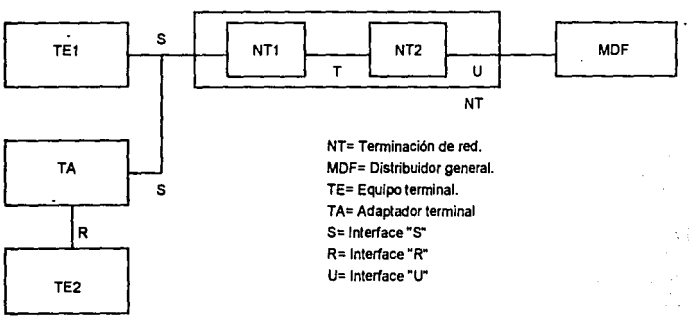


Figura 3 Nuevas interfaces de Abonado-Central.

Donde:

MDF: Distribuidor General.- Físicamente ubicado en la central, realiza funciones de la capa 1 del modelo OSI, transmisión, alimentación, mantenimiento, desactivación, activación, supervisión.

NT1: Terminación de Red 1.- Físicamente ubicado en el domicilio de el Abonado, agrupa funciones de la capa 1 del modelo OSI, terminación de línea, extracción de la temporización, monitoreo de la transmisión, alimentación y funciones de mantenimiento.

NT2: Terminación de Red 2.- Agrupa funciones de la capa 2 y 3 del modelo OSI, conmutación, concentración, multiplexaje, y puede actuar como PABX, red de área local, etc. Este equipo puede no existir, en la configuración más sencilla, en cuyo caso los puntos S y T se juntan en uno solo.

TE1: Equipo Terminal 1.- Compatible con las recomendaciones de ISDN especialmente en lo que se refiere al bus S/T. Comprende funciones en todas las capas del modelo.

TE2: Equipo Terminal 2 no ISDN.- Requiere un adaptador de terminal (TA) para funcionar (por ejemplo, un teléfono analógico, ó una terminal con interfaz RS232).

Es importante destacar que, desde el punto de vista del usuario, la ISDN queda totalmente definida por los atributos que definen las características físicas y funcionales de la interfaz de usuario (interfaz S). Conceptualmente, una terminal ISDN debe utilizar el mismo interfaz S tanto para conectarse directamente a la red pública como para conectarse a un conmutador privado. Una misma terminal de abonado puede utilizarse en cualquier sistema ISDN.

6.2.1 Interfaz de Acceso Básico (BA).

Esta interfaz tiene una estructura 2B+D y una capacidad de transmisión de información de 144 Kb/seg. El canal D tiene una velocidad de 16 Kb/seg. y la velocidad de transmisión en la interface S/T es de 192 Kb/seg..

Acceso Básico, Capa Física.- Esta interfaz utiliza un par metálico simétrico para cada dirección de transmisión y dos pares

opcionales para alimentación. El conector recomendado, corresponde a la norma IS8877 de la ISO y puede verse en la figura 4. Utiliza obligatoriamente las cuatro terminales centrales para transmitir y recibir la señal en forma balanceada con alimentación en circuito fantasma, esto permite alimentación remota (desde la red) en caso de emergencia.

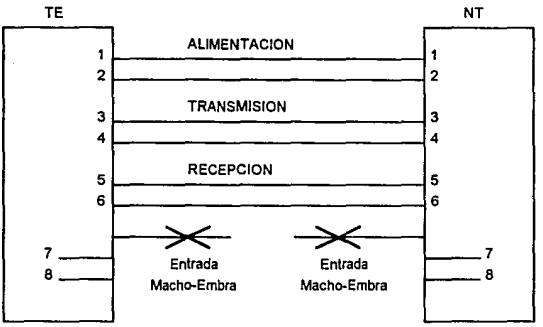


Figura 4 Conector del Acceso Básico TE-NT.

Las cuatro terminales externas, son opcionales y se utilizan para alimentación normal en varias configuraciones. (La utilización de el mismo conector para Acceso Primario, se encuentra en estudio).

En cuanto a los tipos de conexión recomendados para Acceso Básico existen: punto-punto, bus pasivo corto y bus pasivo extendido, como se muestra en la figura 5.

a) En la conexión punto-punto, limitada a 6 dB de atenuación, la terminal puede estar colocada hasta a 1000 mts. del terminador de red y puede conectarse sin tomar en cuenta la polaridad.

b) En el bus pasivo la ubicación de las terminales "hasta un máximo de 8" está restringido por la dispersión de los pulsos transmitidos simultáneamente en el mismo par y la longitud se limita a 100-200 mts., según la impedancia del cable y con una colocación arbitraria de las terminales.

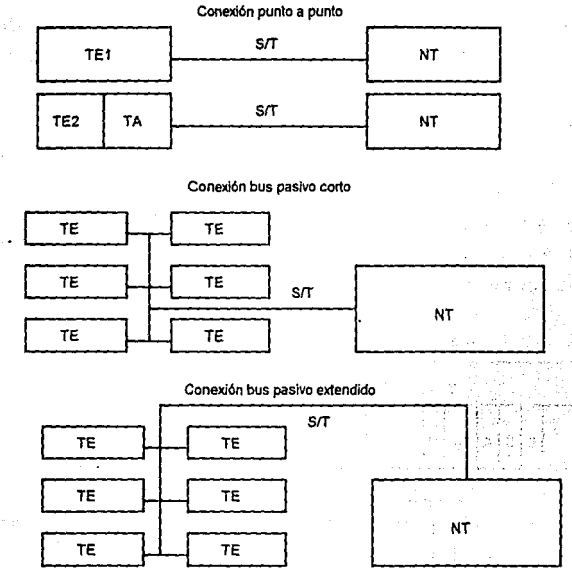


Figura 5 Tipos de conxión del Acceso Básico TE-NT.

c) En la opción de bus extendido, las terminales se encuentran agrupadas a no más de 50 mts. entre ellas, con cables de conexión menor a 10 mts. y pueden ubicarse hasta 500 mts. del NT.

Para todos los Accesos, el NT deriva su temporización de la red y el TE obtiene su temporización de la señal recibida del NT.

La capa 1 proporciona los siguientes servicios:

a) Capacidad de transmisión.- Dos canales B y un D, con su correspondiente temporización y sincronización.

b) Activación y desactivación.- Señalización y procedimientos para que los NT y TE puedan ponerse en modo de bajo consumo cuando no haya llamadas en curso.

c) Acceso ordedado al canal D.- Se basa en un canal de eco y mecanismos de prioridad.

d) Funciones de mantenimiento.

e) Indicación de estado.- Cuenta con mecanismos de detección de la condición conectado/desconectado, a partir de la alimentación.

f) Alimentación de energía.

Dado que varias terminales pueden transmitir simultáneamente en el mismo bus "S" (usa el código de transmisión AMI) se escogió una técnica de multiplexaje por división de tiempo, cuya estructura de trama contiene 48 bits, su velocidad binaria es de 192 Kb/seg. y se muestra en la figura 6.

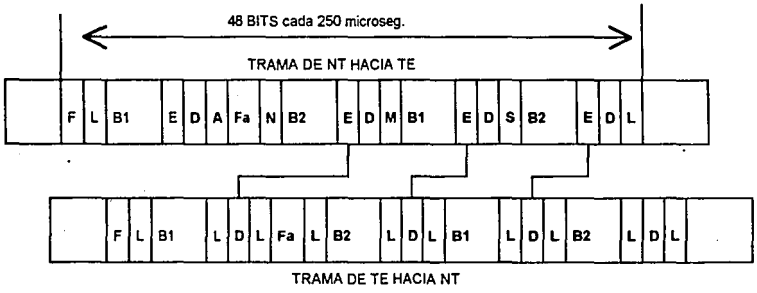


Figura 6 Estructura de la trama en la interface "S".

Donde:

a) El bit F, es un cero binario y siempre se codifica como una violación al código de línea.

b) El bit L, mantiene el balance de CD para un cierto conjunto de bits precedentes. Su valor lógico será un "uno" si los bits que se tratan de equilibrar contienen un número par de "ceros" (paridad par).

c) Los bits B1, B2 y D, transportan la información de sus respectivos canales.

d). El bit E, es el eco de lo que NT ha recibido en el último bit D.

e) El bit A, provee un mecanismo de activación y desactivación por señalización dentro de trama.

f) El bit Fa, es un auxiliar para alineación de trama. En el sentido NT a TE, Fa ó N aseguran que existirá una violación al código antes del bit 15, ya que uno de los dos siempre será un cero lógico. En el sentido TE a NT, Fa es normalmente un cero lógico y asegura una violación, excepto cuando se utiliza como bit Q (se explica posteriormente). Fa y L siempre tienen el mismo valor lógico.

g) El bit N, es siempre el complemento lógico de Fa.

h) El bit M, se utiliza para alineación de multitrama y se explica posteriormente.

i) El bit S, se encuentra en estudio y provisionalmente se pone a cero.

j) Se utiliza también una estructura de multitrama, con el objeto de proporcionar un canal extra de 8000 Bits/seg. para señalización de la capa 1, en la dirección TE a NT, utilizando el bit Fa. Cuando se utiliza este canal, el bit se denomina Q. La utilización del bit Q y el bit M son opcionales.

Se denomina bit Q, al quinto Fa de cinco tramas consecutivas y se identifican en el TE, cuando NT invierte el valor de Fa. Una estructura adicional, que agrupa cuatro bits Q, se logra cuando NT transmite el bit M con valor uno lógico cada 20 tramas. esta estructura de multitrama se muestra en la tabla 5.

TRAMA NUMERO	TE Bit Fa	NT Bit Fa	NT Bit M	TRAMA NUMERO	TE Bit Fa	NT Bit Fa	NT Bit M
1	Q1	1	1	11	Q3	1	0
2	0	0	0	12	0	0	0
3	0	0	0	13	0	0	0
4	0	0	0	14	0	0	0
5	0	0	0	15	0	0	0
6	Q2	1	0	16	Q4	1	0
7	0	0	0	17	0	0	0
8	0	0	0	18	0	0	0
9	0	0	0	19	0	0	0
10	0	0	0	20	0	0	0

Tabla 2

Sólo una terminal, puede transmitir, en un canal B, y en general, el lado red es el encargado de autorizar el acceso al canal. Cuando un canal B no está en uso, el TE debe transmitir unos binarios.

La solicitud de acceso, se realiza a través del canal D.

Todas las terminales deben estar sincronizadas, en modo esclavo, al NT, de modo que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D, y debe utilizarse algún mecanismo de contensión, para resolver los casos de conflicto, este mecanismo asegura que aún en caso de colisión un equipo logrará transmitir exitosamente.

El mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de eco (E), en el que NT repite lo que recibe en su canal D, de modo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, o sea esperar la aparición de una "cantidad determinada" de unos. La capa dos del protocolo del canal D, asegura que nunca aparezca esa cantidad de unos, durante una transmisión.

Una vez que se detecta un canal libre, la terminal puede comenzar a transmitir, pero escuchando su propio eco.

Si existiera alguna discrepancia entre el bit transmitido y el recibido en el canal de eco, se detiene inmediatamente la transmisión (pues hay evidencia de que simultáneamente más de una terminal comenzó a transmitir) y se espera nuevamente por el indicador de canal libre.

Las características eléctricas de bus, hacen que un "cero" binario prevalezca sobre un "uno" binario transmitido. De modo que, no ocurra nunca una interferencia destructiva y el protocolo de la capa 2, asegura que como máximo al tercer octeto transmitido sólo una terminal estará usando el canal D y podrá terminar su transmisión exitosamente.

Por medio de una asignación de prioridades (la cantidad de unos para decidir canal libre) se asegura el uso equitativo del canal D, para todas las terminales. Una vez que un equipo ha terminado una

transmisión exitosa, debe esperar un bit más para transmitir nuevamente, y del mismo modo se asegura que la señalización tenga mayor prioridad sobre otro tipo de información, como se muestra en la tabla 3.

PRIORIDAD	CONTENIDO	CUENTA NORMAL	CUENTA LARGA
1	Señalización	8	9
2	No señalización	10	11

Tabla 3

Una vez que se detecta la ocurrencia de la cuenta larga, o sea que todos los TE han tenido oportunidad de transmitir en el canal D, las terminales regresan su prioridad a la cuenta normal y pueden volver a transmitir.

6.2.2 Interfaz de Acceso Primario (PRA).

Corresponde a la primer capa de la gerarquía digital y presenta 2 opciones (1544 y 2048 Kb/seg.) de acuerdo a los equipos utilizados en los diversos países. Esta interfaz sólo se utiliza en configuración punto-punto y no maneja ningún mecanismo de activación. el canal D es de 64 Kb/seg.

La estructura de las interfaces de acceso primario se recomienda con los valores de la tabla 4.

Kb/seg.	1544	2048
Canales B	23	30
Canales D	1	1
TOTAL	**23 B+D**	30 B+D

Tabla 4

Acceso Primario, Capa Física.- Las velocidades de Transmisión de estos interfaces serán 1.544 Mb/seg. y 2.048 Mb/seg. La única configuración que soporta este interfaz es punto - punto.

Proporciona capacidad para transmitir canales B, H0, H1 y un canal D a 64 Kb/seg. Adicionalmente cuenta con temporización de bit de octeto y alineación de trama. La interfaz se encuentra activa permanentemente y no cuenta con procedimientos de activación.

Las características eléctricas son compatibles con los sistemas PCM en la primer capa de la gerarquía digital. La frecuencia de repetición de trama es de 8000 tramas/seg. en ambos casos.

El código de línea para el sistema de 1.544 Mb/seg. es B8ZS (es un código AMI modificado en el cual se reemplazan secuencias de ocho ceros consecutivos por "000VB0VB", donde V significa "violación" y B significa un "uno" de polaridad correcta). La trama se compone de 193 bits. El primer bit F, es para alineación de trama y los restantes 192 corresponden a 24 ranuras de 8 bits cada uno. El bit F, se multiplexa a su vez, para un canal de mantenimiento y un código de verificación de redundancia cíclica (VRC) para control de errores. El canal D, cuando está presente, se asigna a la ranura de tiempo 24.

El código de línea que utiliza el interfaz a 2.048 Mb/seg. es HDB3 (AMI modificado que reemplaza las secuencias de cuatro ceros por "B00V"). La trama se compone de 256 bits, ordenados en 32 ranuras de tiempo numeradas del cero al treinta y uno. La ranura cero, se utiliza para alineación de trama. con facilidades de verificación de redundancia cíclica (CRC) y mantenimiento. La ranura 16, se asigna al canal D cuando está presente.

Todas las interfaces definidas son multipropósito, en el sentido de que soportan todos los servicios ofrecidos por la red, con la única limitante de su capacidad de transporte.

Todos estos canales e interfaces soportan aplicaciones de banda angosta, se encuentran en estudio recomendaciones para interfaces de banda ancha a más de 100 Mb/seg. (para aplicaciones de televisión digital, por ejemplo). También se encuentran en estudio canales conmutados a velocidades menores a 64 Kb/seg. (32, 16, 8 Kb/seg.). Dados los métodos de compresión de voz disponibles y la

utilidad de contar a bajas velocidades, se evalúa la posibilidad de utilizar técnicas de conmutación de paquetes cortos, multiplexaje por división en tiempo asíncrono y otras, para resolver el problema de conmutación a velocidades menores a 64 Kb/seg.

Debe distinguirse entre capacidad de transporte de información (caudal) y velocidad de transmisión de la línea, para cada uno de los tipos de acceso en la interfaz S/T. Estos valores se muestran en la tabla 5.

Kb/seg.	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE INFORMACION	VELOCIDAD DE TRANSMISION
ACCESO BASICO	144	192
ACCESO PRIMARIO	1536 1920	1544 2040

Tabla 5

6.3 Protocolos de Acceso al canal "D".

El LAPD es un caso particular de los protocolos de control de enlace de datos (HDLC) definidos por ISO. Otro miembro destacado de esta familia es X.25, independiente de la velocidad de transmisión y utiliza el canal D.

Sus funciones principales de ambos protocolos, las podemos enumerar como sigue:

1.- Proveer una ó varias conexiones en el canal D, identificadas mediante un Identificador de Conexión de Enlace de Datos (ILDC ó ICED).
2.- Difusión de mensajes a todos los equipos.
3.- Delimitación, alineación y transparencia de las tramas de información.
4.- Control de secuencia de información y de flujo.
5.- Detección de errores y notificación a la entidad de gestión en los casos que no puedan corregirse.
6.- Recuperación de la condición de error.

Dentro del campo de control de la estructura de trama podemos observar que existen dos modalidades de funcionamiento:

a) Sin acuse de recibo.- Utilizando tramas no numeradas.

b) Con acuse de recibo.- Para transferencia de información punto - punto, utilizando tramas numeradas. Provee procedimientos de retransmisión de tramas y recuperación de errores.

En el campo de información de la estructura de trama see han definido tres tipos de información que pueden transmitirse en el canal D:

S Señalización.
P Datos en modo paquetes.
T Telemetría.

Aunque los protocolos para transmisión de la información de Telemetría todavía no se encuentran terminados.

Todos los protocolos HDLC, emplean transmisión en tramas. Cada trama contiene una dirección de origen ó destino de la transmisión. La capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales, distingue a LAPD de los otros protocolos balanceados (LAPB). Para lograr ésto, LAPD utiliza dos octetos en su campo de dirección de la estructura de trama: uno identifica el extremo terminal (IET) y el otro el punto de acceso a servicios (IPAS).

De este modo: **ICED = IPAS + IET.**

Donde:

ICED: Identificador de Conexión de Enlace de Datos.
IPAS: Identificación de Punto de Acceso al Servicio.
IET: Identificación de Extremo Terminal.

Cada equipo terminal, conectado a una interfaz tiene un IET asignado. La asignación puede realizarse automáticamente, cuando el equipo se conecta a la interfaz, manualmente por el usuario ó estar definida por el fabricante. El procedimiento de asignación automática lo realiza la red y puede utilizar dos métodos alternativos:

a) Mantener una base de datos con todos los IET en uso.
b) Ante una solicitud de IET por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro equipo tiene asignado el mismo verificador.

Normalmente un equipo utiliza un sólo IET, al cual pueden corresponderles varios IPAS. Cuando NT transmite , envía el ICED de

destino, mientras que cuando transmite un equipo terminal envía el IED de origen. Existe también un IET definido para difusión y todos los equipos conectados a la interfaz lo reconocen.

En la figura 7 se muestra una conexión de enlace de datos, su relación con la capa física (1) y la capa de enlace (2).

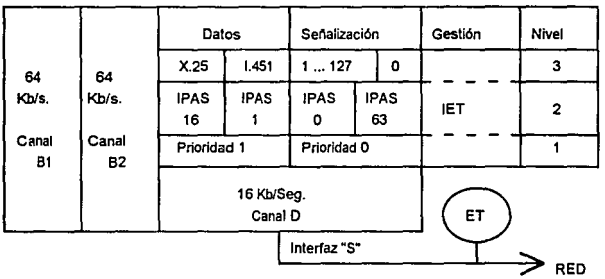


Figura 7 Enlace de datos.

Para asegurar transparencia de la transmisión en la capa 2, se analiza el contenido de la trama , entre las banderas, y se inserta un cero después de cinco unos consecutivos. El receptor debe eliminar cualquier cero que siga a cinco unos consecutivos. A el bit que se agrega en el campo de información, se le llama bit de relleno.

6.3.1 Estructura de la trama LAP-D.

La estructura de las tramas, se muestra en la figura 8, todas las tramas comienzan y terminan con una bandera (01111110). En algunas aplicaciones, la bandera de cierre puede también utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama.

a) El Campo de Dirección: consiste de dos octetos. Identifica al destino de una instrucción y al origen de una respuesta. La dirección se compone del IPAS y el IET.

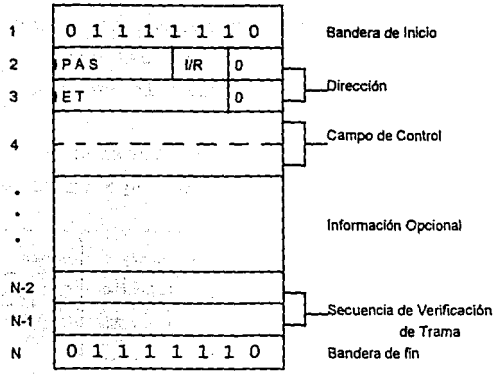


Figura 8 Trama LAP-D.

El bit I/R indica si se trata de una trama de instrucción ó respuesta, de acuerdo a la tabla 6.

TIPO DE TRAMA	ORIGEN	I/R
Instrución	NT	1
	TE	0
Respuesta	NT	0
	TE	1

Tabla 6

El Identificador del Punto de Acceso a Servicio (IPAS), puede identificar 64 puntos de acceso de los que solamente se han normalizado:

0 **Procedimientos de Control de Llamada.**
1 **Comunicaciones en Modo Paquetes utilizando I.451.**
16 **Comunicaciones en Modo Paquetes utilizando X.25.**
63 **Procedimientos de Gestión de Capa 2.**

El Identificador de Punto Extremo Terminal (IET), está asociado con un equipo terminal (ET). Se han definido las siguientes asignaciones:

0-63 **Equipos con asignación de IET no automática.**

64-126 Equipos con asignación de IET automtica.
127 Difusión (reconocida por todos los equipos).

b) El Campo de Control: comprende uno ó dos octetos según el tipo de trama. Las tramas pueden ser:

I Información numerada. Formato multitrama módulo 128 (En 1984, se habían sugerido tramas numeradas módulo 2, módulo 8 y módulo 128, pero para obtener economías grandes, se recomienda el módulo 128).
U Información no numerada. Sin acuse de recibo.
S Supervisión.

Las tramas I y S contienen dos octetos de control, mientras que las tramas U contienen sólo uno.

Algunos mensajes recomendados son:

1.- Control de Flujo:

RR	Receptor preparado.
RNR	Receptor no preparado (condición de ocupado).
REJ	Rechazo (solicitud de retransmisión).

2.- Control de Enlace:

SABME	Inicio de modo numerado.
DM	Modo desconectado (no acepta modo numerado).
UI	Información no numerada difusión.
DISC	Desconexión (termina modo numerado).
UA	Acuse de recibo no numerado.
FRMR	Trama rechazada (con causa del rechazo).
XID	Identificación.

En la tabla 7 se muestran las instrucciones y respuestas utilizadas en modo multitrama módulo 128.

c) El Campo de Información: es opcional. Comprende un número entero de octetos que no debe exeder de 260.

d) Secuencia de Verificación de Trama: Se utiliza el polinomio generador: $X^{16}+X^{12}+X^5+1$. El resto de la división (módulo 2) por el polinomio generador, se transmite en complemento a unos. Se incluye en la división todo el contenido de la trama desde la bandera de inicio hasta la secuencia de verificación, incluyendo los bits de relleno. En el receptor, luego de la división se obtendrá el resto 0001110100001111 en ausencia de errores.

Se consideran tramas no válidas a aquellas que:

1) No estan delimitadas por banderas.
2) Contienen menos de 6 octetos en tramas numeradas.
3) Contienen menos de 5 octetos en tramas no numeradas.

4) No contienen un número entero de octetos.
5) Contienen error en la secuencia de verificación de trama.
6) Contienen un campo de dirección de un solo octeto.

INSTRUCCION	APLICACION	CODIFICAION	RESPUESTA
I	Información Numerada	N(S) 0 N(R) P	
RR	Supervisión	00000001 N(R) P/F	RR
RNR		00000101 N(R) P/F	RNR
REJ		00001001 N(R) P/F	REJ
SABME	Inicio	011P1111	
	Modo Desc.	000F1111	DM
DISC	Desconexión	010P0011	
	Acuse de Rec.	011F0011	UA
	Rechazo de T.	100F0111	FRMR
XID	Identificación	101P/F1111	XID
UI	Difusión	000P0011	

N(S) Número secuencial de la siguiente trama a transmitirse.
N(R) Número secuencial de la siguiente trama que se espera recibir.

Tabla 7 Instrucciones y respuestas en modulo 128.

Además, la recepción de 7 ó más bits consecutivos en unos, se interpretará como aborto de trama.

6.4 Estructura interna de la capa de enlace de datos (capa 2).

La capa de enlace de datos, se modela con una estructura que maneja las siguientes entidades:

1) Entidad de enlace de datos punto - punto.
2) Entidad de enlace de datos en difusión.
3) Entidad de gestión de capa.
4) Entidad de gestión de conexión.
5) Entidad de procedimiento múltiplex (transmisión y recepción).

La entidad de enlace de datos punto - punto se describe bajo los siguientes 8 estados:

Estado 1: IET no asignado.

Estado 2: IET en espera de asignación.
Estado 3: IET en espera de establecimiento.
Estado 4: IET asignado.
Estado 5: Espera de establecimiento.
Estado 6: Espera de liberación.
Estado 7: Multitrama establecida.
Estado 8: Recuperación por temporizador.

Los estados 1, 4 y 7 son estables y los demás son transitorios.

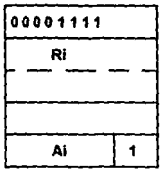
Al conectarse un equipo a la red, se encuentra en estado IET no asignado (estado 1) y debe iniciar un procedimiento para asignación de IET. Una vez que recibe el IET asignado (estado 4) y sólo puede transmitir información sin acuse de recibo (tipo UA). Cuando desea transmitir información numerada debe establecer el modo multitrama en módulo 128 (SABME).

La entidad de gestión de capa, se encarga de todas las funciones de administración de IET, para ello intercambia mensajes con la entidad de gestión del otro extremo utilizando mensajes no numerados (UI), con IET=127 y IPAS=63.

La estructura de los mensajes de gestión (a)) y su codificación(b)), se muestra en la tabla 9.

Todos los mensajes de gestión relacionados con el IET, utilizan el identificador de entidad de gestión "00001111". Dado que las solicitudes de IET, se realizan sin tener un identificador para el equipo terminal, se envía un número aleatorio generado en el momento de la solicitud y las respuestas se reconocen por ese mismo número.

a)



b)

NOMBRE DEL MENSAJE	DIRECCION	NUMERO DE REFERENCIA	TIPO DE MENSAJE	INDICADOR Ai
Petición de identidad	Usuario-Red	0-65535	00000001	127
Identidad asignada	Red-Usuario	0-65535	00000010	64-127
Identidad rechazada	Red-Usuario	0-65535	00000011	64-127
Petición de prueba de identidad	Red-Usuario	no util.	00000100	0-127
Respuesta de prueba de identidad	Usuario-Red	0-65535	00000101	0-126
Supresión de identidad	Red-Usuario	no util.	00000110	0-127
Verificación de identidad	Usuario-Red	no util.	00000111	0-126

Tabla 8 Mensajes: a) Gestión y b) Codificación.

6.5 Estructura de la capa 3 del protocolo del canal "D".

Sus funciones son las siguientes:

1) **Reconocer y validar los formatos de los mensajes.**
2) **Administrador de temporizadores.**
3) **Administración de los recursos asignados a una llamada.**
4) **Detección de fallas.**
5) **Reinicialización.**
6) **Multiplexaje.**
7) **Enrutamiento y conmutación.**
8) **Verificación de compatibilidad.**

Por medio de esta capa del protocolo se asegura el control de los enlaces, supervisión de las llamadas y negociación de los servicios suplementarios.

Cuando existe señalización consolidada, o sea que se envía señalización correspondiente a una interfaz multiplexada en otra interfaz (por ejemplo en acceso primario), el protocolo permite una

identificación inequívoca del canal por medio del elemento de identificación del canal.

Emplea técnicas de señalización fuera de banda, está orientado a mensajes y utiliza un formato modular de longitud variable. Por medio de elementos de información que pueden utilizarse u omitirse en cada mensaje particular, permite una expansión sencilla para futuras necesidades.

Diferentes elementos de información, usados en conjunto, definen los atributos de cada llamada y reservan ó seleccionan los recursos necesarios en la red.

Los mensajes de la capa 3, tienen el formato mostrado en la figura 9, donde el discriminador de protocolo se codifica como "00001000" para control de llamada de acuerdo a esta norma. La longitud de la referencia de llamada, se indica en octetos.

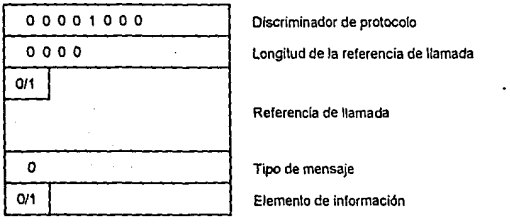


Figura 9 Estructura de la trama de la capa 3.

La referencia de llamada, identifica a cada llamada y se asigna en el extremo que la origina. El bit de bandera se pone a "uno" cuando se refiere a una llamada originada del lado que envía el mensaje y se pone a "cero" cuando se refiere a una llamada originada en el otro extremo. La referencia global tiene el valor cero y su contenido debe asociarse a todas las llamadas presentes en el interfaz.

Los tipos de mensaje se codifican de acuerdo a la tabla 9, y los elementos de información que componen cada mensaje pueden ser de longitud variable ó de un solo octeto.

ESCAPE A MENSAJES NACIONALES	0 0 0 0 0 0 0 0	
Aviso	0 0 0 0 0 0 0 1	
Llamada en curso	0 0 0 0 0 0 1 0	
Conexión	0 0 0 0 0 1 1 1	MENSAJES DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS
Acuse de conexión	0 0 0 0 1 1 1 1	
Progreso	0 0 0 0 0 0 1 1	
Establecimiento	0 0 0 0 0 1 0 1	
Acuse de establecimiento	0 0 0 0 1 1 0 1	
Reanudación	0 0 1 0 0 1 1 0	
Acuse de reanudación	0 0 1 0 1 1 1 0	
Rechazo de reanudación	0 0 1 0 0 0 1 0	MENSAJES DE LA FASE DE INFORMACION DE LA LLAMADA
Suspensión	0 0 1 0 0 1 0 1	
Acuse de suspensión	0 0 1 0 1 1 0 1	
Rechazo de suspensión	0 0 1 0 0 0 0 1	
Información de usuario	0 0 1 0 0 0 0 0	
Desconexión	0 1 0 0 0 1 0 1	
Liberación	0 1 0 0 1 1 0 1	MENSAJES DE LIBERACION DE LA LLAMADA
Liberación completa	0 1 0 1 1 0 1 0	
Reinicio	0 1 0 0 0 1 1 0	
Acuse de reinicio	0 1 0 0 1 1 1 0	
Segmento	0 1 1 0 0 0 0 0	
Control de congestión	0 1 1 1 1 0 0 1	
Información	0 1 1 1 1 0 1 1	MENSAJES DIVERSOS
Facilidad	0 1 1 0 0 0 1 0	
Notificación	0 1 1 0 1 1 1 0	
Estado	0 1 1 1 1 1 0 1	
Consulta de estado	0 1 1 1 0 1 0 1	

Tabla 9 Tipos de mensajes de llamada.

RESUMEN;

Para construir un sistema abierto, un sistema donde diferentes usuarios puedan estar conectados, una estructura standard ha sido propuesta por la Organización Internacional de Estandares (ISO). Esta estructura, el modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), separa el evento en diferentes funciones;

El modelo OSI consiste de 7 capas, cada una representa una función que debe ser alcanzada por la comunicación.

Las 3 capas más bajas estan directamente unidas a la transmisión de datos.

Las capas de 5 a 7 realizan funciones relacionadas a la manipulación de datos.

En la capa 4 los datos son adaptados a las restricciones de la red de conmutación.

Los abonados entregan sus datos a los sistemas de comunicación en la capa 7.

La arquitectura de el control modular distribuido de el sistema esta muy bien adaptado para una introducción gradual de RDSI en la red de telecomunicaciones existente. El sistema consiste de una red de conmutación digital conectada por una interfaz estandar hacia una serie de modulos. Nuevos modulos pueden ser agregados a el sistema para proporcionar un rango completo de servicios de no voz sin cambiar la arquitectura básica de la central ó afectar el hardware existe (Vea el capítulo V).

Tres nuevos modulos en el sistema son designados para ISDN: el ISM (Modulo de Abonado ISDN) para el Acceso Básico de líneas, el ITM (modulo de troncal ISDN) para el rango de acceso primario y el PCIM (Modulo de interfaces de canales para paquetes) para el manejo de paquetes. Juntos con los ya existentes modulos del sistema, ellos pueden manejar la mezcla de conexiones en modo de conmutación de circuitos ó conmutación de paquetes requeridos en un medio ISDN.

CAPITULO 7

SEÑALIZACION

La señalización se define como el intercambio de información entre diferentes puntos, dentro de un enlace de voz ó datos, por medio de los cuales es posible establecer y controlar una ó varias comunicaciones.

La automatización del servicio telefónico requiere del empleo de señales susceptibles de ser entendidas por los equipos que forman la planta telefónica, para lograr el establecimiento de las comunicaciones.

En el proceso de establecer una comunicación, en la comunicación por sí misma y en la terminación de ella, intervienen varios tipos de señales en ambas direcciones. El empleo de señales, depende de las características de información que se quiere transmitir. Estas señales son:

Señales Acústicas.
Señales Numéricas.
Señales de Línea.

7.1 Señales Acústicas.

Es la información que permite a el abonado detectar las condiciones y/o cambios de estado de la red telefónica. Dichas señales permiten a la central informar al abonado, de los distintos estados ó solicitudes del sistema para que proceda a efectuar las acciones pertinentes. En estas señales se tienen los siguientes tipos:

1) Tonos.
2) Repique (Corriente de llamada).
3) Mensajes grabados.

1) Los tonos se envian al abonado una vez que este ha levantado su microteléfono. Las señales consideradas son:

a) Invitación a marcar.- La central esta en condiciones de recibir señales numéricas.

b) LLamada.- La conexión se ha establecido hacia el abonado "B" y esta siendo llamado.

c) Ocupado.- El abonado "B" esta ocupado.

d) Congestión.- Los círcuitos ó equipos de conmutación necesarios para establecer la conexión, se encuentran temporalmente indisponibles.

e) Intervención.- La conversación esta siendo intervenida por una operadora.

f) Llamada en espera.- Otro abonado desea comunicarse con el abonado en cuestión.

g) Información especial.- Tono previo a un mensaje grabado.

El tono emitido deberá tener las características que se muestran en la tabla 1.

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA
F1	425 Hz.	± 25 Hz.
F2	950 Hz.	± 50 Hz.
F3	1400 Hz.	± 50 Hz.
F4	1800 Hz.	± 50 Hz.
Nivel de transmisión	- 10 dB.	± 1 Hz.

Tabla 1 Frecuencias de los tonos.

La denominación de las diversas señales, sus cadencias y asignación de frecuencias, son las mostradas en la tabla 2.

2) El repique (corriente de llamada) se utiliza para informar al abonado llamado "B" que tiene una llamada.

PARAMETRO	CADENCIA
Invitación a marcar	F1 = T (Continuo)
Llamada	F1 = (Tc=1, Ta=4) seg.
Ocupado	F1 = (Tc=0.25, Ta=0.25) seg.
Congestión	F1 = (Tc=0.25, Ta=0.25) seg.
Intervención	F1 = (Tc=0.5, Ta=0.17, Tc=0.17, Ta=0.17) seg.
Llamada en espera	F1 = (Tc=0.2, Ta=0.6, Tc=0.2, Ta=10) seg.
Información especial	F2/F3/F4 = (Tc=0.33, Ta=0.33, Tc=0.33, Ta=0.33 Tc=0.33, Ta=1)seg.

Tabla 2 Asignación de frecuencias para los tipos de tonos

La señal emitida deberá tener las caraterísticas mostradas en la tabla 3.

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA
Frecuencia	425 Hz.	±5 Hz.
Voltaje	90 Volts.	±5 %
Cadencia	Ta = 1 seg.	---------
	Tc = 4 seg.	---------

Tabla 3 Características de la corriente de llamada.

3) Los mensajes grabados se envían al abonado para informarle en forma explícita de los distintos estados del sistema ó solicitudes de acción al abonado. Se definen dos tipos de mensajes:

a) Mensajes de servicio.- Se proporcionan con cargo al abonado.

b) Mensajes informativos.- Se proporcionan sin cargo al abonado.

Ambos tipos de mensajes deberán tener las características mostradas en la tabla 4.

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA
Duración	12 seg. max.	---------
Emisión	una sola vez	---------
Nivel de emisión	- 10 dB.	± 1 dB.

Tabla 4 Duración y niveles de transmisión de los mensajes.

7.2 Señales Numéricas.

Es la información que permite a el abonado y a los equipos efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica.

La operación de marcar en los aparatos telefónicos se puede llevar a cabo a través de los siguientes medios.

1) Disco dactilar.
2) Teclado de impulsos.
3) Teclado de frecuencias.

1, 2) La marcación hecha por los aparatos de disco dactilar ó de teclado de impulsos se le conoce como impulsación decádica. Los impulsos emitidos deberán tener las siguientes características:

a) Por cada dígito marcado se producirá una cantidad de impulsos equivalentes. A cada grupo de impulsos se le conoce como tren de impulsos.

b) La pausa interdigital es el intervalo de tiempo entre cada tren de impulsos y deberá tener una duración mínima Tp = 300 mseg.; para que el elemento receptor de la central pueda diferenciar entre dos trenes de impulsos.

c) La velocidad y relación abre-cierre de los impulsos emitidos por el aparato telefónico, son los mostrados en la figura 1.

PARAMETRO		VALOR	TOLERANCIA
Velocidad de emisión	1/(Ta+Tc)	10 IPS	± 1 IPS
Relación abre-cierre	Tc/(Ta+Tc)	33 %	± 3 %
Tiempo de abre	Ta	67 mseg.	± 3 %
Tiempo de cierre	Tc	33 mseg.	± 3 %
Pausa interdigital	Tp	300 mseg.	----------

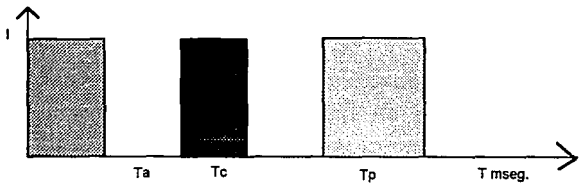


Figura 1 Relación abre-cierre.

La tabla 5 nos muestra los valores mínimos y máximos de la velocidad de relación abre-cierre de los impulsos que deberán ser reconocidos por la central. Estos valores difieren del punto anterior, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas del aparato telefónico y de la línea de abonado.

PARAMETRO		VALOR	
		MINIMO	MAXIMO
Velocidad de recepción	1/(Ta+Tc)	7 IPS	16 IPS
Relación abre-cierre	Tc/(Ta+Tc)	20 % a 7 IPS	60 % a 7 IPS
Pausa interdigital	Tp	300 mseg.	----------

Tabla 5 Valores de la velocidad de relación abre-cierre.

Para valores intermedios de velocidad, los límites de la relación abre-cierre serán proporcionados a esta.
La marcación no debe fallar para las condiciones normales de operación, las cuales son:

a) La línea de abonado tiene una alimentación de 48 volts ±10 %.

b) La resistencia de línea de abonado, incluyendo el aparato telefónico debe ser menor a 1800 Ohms.

c) La impedancia de fuga entre ambos hilos de la línea de abonado ó entre cualquiera de ellos y tierra, debe ser mayor a 20 Kohms.

3) La marcación hecha por los aparatos de teclado de frecuencias se le conoce como DTMF (Multifrecuencias de tono doble), en la cuál la información numérica esta compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias dentro de la banda de voz. La dos frecuencias que componen un digito se toman de dos grupos de cuatro frecuencias cada uno.

a) Grupo de frecuencias inferiores: 697, 770, 852 y 941 Hz.

b) Grupo de frecuencias superiores: 1209, 1336, 1477 y 1633 HZ.

La asignación de estas frecuencias permite 16 combinaciones distribuídas como se muestra en la figura 2.

Hz.	F5 1209	F6 1336	F7 1477	F8 1633
F1 697	1	2	3	A
F2 770	4	5	6	B
F3 852	7	8	9	C
F4 941	*	0	#	D

Figura 2 Teclado telefónico.

Donde los digitos A,B,C y D se tienen como reserva para uso futuro.

Las frecuencias emitidas por el aparato telefónico deberán tener las siguientes características:

a) La desviación entre cada frecuencia emitida, con la frecuencia nominal debe ser menor al 1.8 %.

b) Los productos de distorsión deben estar a un nivel cuando menos 20 dB abajo de las frecuencias fundamentales.

c) El nivel de transmisión de cada frecuencia deberá ajustarse a las condiciones establecidas para las líneas de abonado. De acuerdo a esto, la tabla 6 muestra los niveles

de transmisión para el grupo de frecuencias inferiores y para el grupo de frecuencias superiores.

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA
Nivel de transmisión (grupo inferior)	- 8 dB.	± 2 dB.
Nivel de transmisión (grupo superior)	- 6 dB.	± 2 dB.

Tabla 6 Niveles de transmisión para las frecuencias inferiores y superiores.

d) La duración de la emisión de las dos frecuencias que componen un digito y de la pausa interdigital, se muestra en la tabla 7.

PARAMETRO	VALOR
Digito (Td)	> 40 mseg.
Pausa interdigital (Tp)	≥ 40 mseg.

Tabla 7 Duración de las frecuencias.

Las frecuencias recibidas por la central, deberán tener los valores de duración y de nivel de transmisión que se muestran en la tabla 8. Estos valores difieren del punto anterior, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas de la línea de abonado.

PARAMETRO	VALOR
Diferencia de niveles entre las dos frecuencias que forman un digito	6 dB. max.
Digito Td: reconocimiento	> 40 mseg.
puede ser reconocido	20 ≤ T ≤ 40 mseg.
rechazo	< 20 mseg.
Pausa interdigital Tp: reconocimiento	> 40 mseg.
puede ser reconocido	20 ≤ T ≤ 40 mseg.
rechazo	< 20 mseg.

Tabla 8 Valores y duración de las frecuencias.

7.3 Señales de Línea.

Es la información que permite a el abonado y a los equipos ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica.

Las señales de línea se intercambian tanto entre un abonado y su central como entre centrales, por lo que se tienen dos grupos de señales de línea:

A) Señales de línea de abonado.

B) Señales de línea entre centrales.

A) Señales de línea de abonado. Estas señales presentan los siguientes estados:

1.- Libre: Teléfono colgado que presenta un circuito abierto a corriente contínua con una diferencia de potencial de 24 ó 48 Volts, según la central a la cual esta conectado el abonado.

2.- Toma: Se envía cuando el abonado "A" descuelga su teléfono para iniciar el proceso de una llamada. El teléfono descolgado presenta un circuito cerrado a corriente contínua, cuya resistencia depende del tipo de aparato:

a) Aparato con disco dactilar 250 Ohms máximo.

b) Aparato con teclado de frecuencias 370 Ohms máximo.

La resistencia total del circuito de abonado (incluyendo el aparato telefónico) vista por la central, debe tener un máximo de 1800 Ohms.

3.- Desconexión: Se envía cuando el abonado "A" cuelga su teléfono, ya sea para concluir el proceso de una llamada ó de una conversación, pasando así al estado de línea de abonado libre.

4.- Contestación: Se envía cuando el abonado "B" descuelga su teléfono para contestar una llamada, pasando así al estado de conversación. El teléfono descolgado que presenta un circuito cerrado a corriente contínua, cuyas caracteristias eléctricas son iguales a las de la señal de "toma".

5.- Reposición: Se envía cuando el abonado "B" cuelga su teléfono para concluir una conversación, pasando así al estado de "línea de abonado libre".

6.- Recontestación: Se envía cuando el abonado "B" desuelga su teléfono después de haber enviado una "reposición", pasando

nuevamente al estado de conversación. El teléfono se encuentra descolgado y sus características eléctricas son iguales a las de la señal de contestación.

7.- Interrupción calibrada: Se envía cuando el abonado pulsa el botón "R", cuando este se encuentra en estado de conversación y desea retenerlo para poder utilizar las facilidades del sistema. La pulsación del botón "R" debe generar una abertura en el circuito de abonado de 70 ±15 mseg.

8.- Inversión de polaridad: Señal que envía la central de origen hacia el abonado "A" para accionar el teléfono de alcancía ó cualquier equipo auxiliar conectado a él; una vez que el abonado "B" efectúa la contestación de llamada. La inversión de polaridad en los hilos "a" y "b" deberá permanecer durante el estado de "conversación".

B) Señales de línea entre centrales.- Las señales de línea utilizadas en la red telefónica, permiten ocupar, supervisar y liberar los enlaces entre centrales. Se clasifican en dos grupos, en función de su dirección, los cuales se mencionan a continuación:

a) Señales hacia adelante.- Se emiten por el lado saliente de la central hacia el lado entrante de la central siguiente, con la cual esta interconectada.

b) Señales hacia atrás.- Se emiten desde el lado entrante de la central hacia el lado saliente de la central precedente con la cual esta interconectada.

Su aplicación se utiliza tanto en el servicio automático como en el servicio semiautimático mediante el método de sección por sección y las características eléctricas de estas señales estan en función de si el enlace es a dos ó a cuatro hilos.

1.- El enlace a dos hilos se conoce también como enlace de circuito cerrado y es utilizado para enlaces cortos de señalización cuya ejecución se efectúa mediante señales de corriente directa. Este enlace esta constituido por un par físico que enlaza el lado saliente con el lado entrante de las centrales correspondientes, como se muestra en la figura 3.

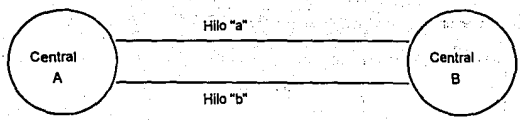


Figura 3 Enlace a dos hilos.

Sus características principales son:

a) Comparado con otros medios, el alance de señalización es menor, debido a la resistencia total "r" de la línea de transmisión.

b) No existen problemas de debalance en la línea debido al círcuito formado.

c) Difícilmente afectado por interferencias externas cuando el acoplamiento de impedancias es correcto.

Las señales de línea de corriente directa se utilizan entre centrales enlazadas por medio de pares físicos.

El significado de estas señales y sus características eléctricas dependen de su dirección, como se observa en la tabla 9.

DIRECCION	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
Señales hacia adelante	Cambios de resistencia
Señales hacia atrás	Inversiones de polaridad

Tabla 9 Señales de línea.

2.- El enlace a cuatro hilos es utilizado cuando es necesario proporcionar un mayor alcance de señalización, cuya ejecución se efectúa mediante señales de frecuencia dentro de banda. La figura 4 muestra el enlace básico de enlaces con frecuencias dentro de banda:

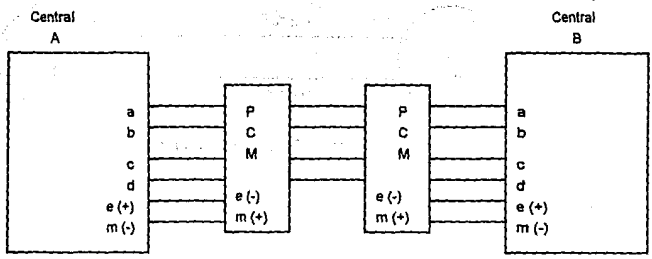


Figura 4 Enlace a cuatro hilos.

Los hilos "e y m" son la interfaz de señalización entre el equipo de conmutación a través de el lado saliente ó entrante y el equipo de señalización en el sistema de transmisión.

La red de larga distancia opera con sistemas de transmisión terminados en cuatro hilos, más los hilos "e y m" (vea el punto 5.1.6 del capítulo 5).

Las señales de línea con frecuencias dentro de banda se utilizan para la señalizaión entre centrales enlazadas a cuatro hilos.

El significado de estas señales depende de su dirección, secuencia y duración.

Las señales emitidas deberán tener las siguientes características:

a) frecuencias de 2400 ±6 Hz.

b) La duraión de las señales en transmisión y en recepción deben ser los mostrados en la tabla 10.

ELEMENTO	TRANSMISION	RECEPCION
Pulso corto X	150±30 mseg.	80±20 mseg.
Pulso largo XX	600±120 mseg.	375±75 mseg.
Intervalo entre señales	240 mseg. mínimo	210 mseg. mínimo

Tabla 10 Duración de las señales de línea.

La dirección y duración de las señales de línea, con frecuencias dentro de banda, se muestran en la tabla 11.

DIRECCION	SEÑAL	ELEMENTO
Señales hacia adelante	Toma	X
	Desconexión	XX
	Ofrecimiento	X
	Cancelación	X
	Rellamada	X
Señales hacia atrás	Contestación	X
	Reposición	XX
	Bloqueo	Continua
	Desconexión forzada	XX
	Desbloqueo	XX
	Recontestación	X
	Liberación de abonado	
	Ocupado	XX

Tabla 11 Dirección y duración de las señales de línea.

7.4 Requerimientos del sistema de señalización.

La extensión y estructura de la red telefónica influyen en el número y longitud de los enlaces. A su vez, esto repercute en las exigencias planteadas al sistema de señalización en cuanto al alcance y a la cantidad de señales (vea el punto 1.3 del capítulo 1).

Para caracterizar un sistema de señalización, debemos considerar:

a) Aplicación: Urbana, interurbana ó internacional.

b) Tipos de señales: Acústicas, numéricas de línea.

c) Principio de señalización: Secuencia obligada y de bloque.

d) Transferencia de señales: Extremo-extremo ó sección-sección.

e) Trayectoria de señalización: Trayectoria de voz ó canal común.

f) Banda de frecuencias: Dentro de banda y fuera de banda.

g) Cantidad de frecuencias: Con una frecuencia, dos frecuencias ó multifrecuencias.

h) Clase de corriente: Contínua ó alterna.

i) Duración de las señales: Impulsadas, permanentes y indicativas de estado.

j) Niveles de señal: Con bajo nivel ó alto nivel.

7.5 Tipos de señales.

Desde el punto de vista de señalización, la red telefónica esta estructurada como se muestra en la figura 5.

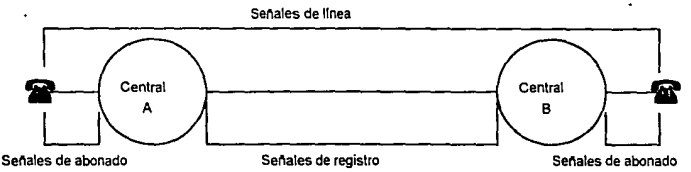


Figura 5 Tipos de señales.

7.5.1 Señales de abonado.

Define las señales del abonado que permiten el intercambio de información entre el abonado y la central. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas y acústicas entre el abonado y la parte de control de la central.

a) Las señales numéricas se transmiten desde el aparato telefónico hacia la central, mediante la acción conocida como marcar, pudiendo ser a base de pulsos ó por medio de frecuencias vocales.

b) Las señales acústicas se transmiten desde la central hacia el aparato telefónico, por medio de tonos ó mensajes grabados para informarle que:

1.- La central esta lista para recibir el número del abonado "B".

2.- El abonado "B" esta libre, ocupado, suspendido ó cambió de número.

3.- El abonado "B" es llamado.

4.- El equipo no puede atender la llamada.

5.- El número marcado es inexistente.

7.5.2 Señales de línea.

Define las señales de línea que permiten la ocupación, supervisión y liberación de la red telefónica. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo línea, entre el abonado y

la parte de conexión de la central, así como entre centrales a través de sus repetidores.

Las señales de línea son en base a señales de corriente contínua ó frecuencia vocal y son interpretadas en base a su duración, dirección, sucesión y estado eléctrico.

7.5.3 Señales de registro.

Define las señales de registro que permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas entre los registros ubicados en la parte de control de las centrales.

Las señales numéricas utilizan códigos de multifrecuencia, generados y supervisados por la parte de control de la central.

El sistema de señalización de registro con que opera la red telefónica se basa en las recomendaciones del sistema R2 del CCITT, con la salvedad de que la explotación y significado de las señales que se usarán son los aqui especificados y que se han ajustado de acuerdo a los requerimientos nacionales (Sistema R2 modificado).

Las señales de registro se denominan también señales de multifrecuencia (MFC).

Las señales de registro se intercambian entre el emisor de código del lado saliente y el receptor de código del lado entrante. En base a un código formado por la combinación de dos frecuencias de seis, el cuál se efectúa bajo el principio de extremo-extremo y/o sección-sección con secuencia obligada.

a) Extremo-extremo: El lado saliente envía al lado entrante de la central de tránsito, únicamente la información neesaria para iniciar el enrutamiento, la parte de control de la central de tránsito es liberada una vez que se ha establecido el enlace, por lo que no existe regeneración de señales.
Este principio permite reducir el tiempo de ocupación de la parte de control de la central de tránsito.

b) Sección-sección: El lado saliente envía al lado entrante inmediato, toda la información de registro relativa a la conexión y/o tasación de la llamada.

c) Secuencia obligada: El lado saliente tiene que recibir la señal de acuse de recibo de la señal que esta enviando, para poder emitir la siguiente señal.

Los siguientes pasos, muestran el desarrollo y la secuencia de un ciclo de secuencia obligada:

1.- El emisor de código inicia la emisión de una señal MFC contínua hacia adelante.
2.- El receptor de código reconoce ambas frecuencias de la señal MFC hacia adelante.
3.- El receptor de código inicia la emisión de una señal MFC contínua hacia atrás.
4.- El emisor de código reconoce ambas frecuencias de la señal MFC hacia atrás, la cual actúa como acuse de recibo.
5.- El emisor de código interrumpe la emisión de la señal MFC hacia adelante.
6.- El receptor de código reconoce que se ha interrumpido la señal MFC hacia adelante.
7.- El receptor de código interrumpe la emisión de la señal MFC hacia atrás.
8.- El emisor de código reconoce que se ha interrumpido la señal MFC hacia atrás, quedando así listo para el inicio de otro ciclo.

El ciclo de secuencia obligada deberá tener una duración de 200 a 300 mseg., lo que permite una velocidad de señalización de tres a cinco ciclos por segundo.

7.5.3.1 Códigos de multifrecuencia MFC.

El sistema permite obtener 15 señales hacia adelante y 15 señales hacia atrás, mediante la utilización de dos grupos de

frecuencias, cada uno con una combinación de dos frecuenias de seis, como se muestra en la tabla 12.

Señales hacia adelante (Hz.)	1380	1500	1620	1740	1860	1980
Señales hacia átras (Hz.)	1140	1020	0900	0780	0660	0540
1	X	X				
2	X		X			
3		X	X			
4	X			X		
5		X		X		
6			X	X		
7	X				X	
8		X			X	
9			X		X	
10				X	X	
11	X					X
12		X				X
13			X			X
14				X		X
15					X	X

Tabla 12 Códigos de multifrecuencia MFC.

1) Señales de avance.- Es el código formado por el grupo de frecuencias de señales hacia adelante.

2) Señales de mando.- Es el código formado por el grupo de frecuencias de señales hacia atrás.

En este sistema es posible tener realización simultánea en ambas direcciones, gracias al empleo de los dos grupos distintos de frecuencias.

Tanto las señales de avance como de mando tienen significados primarios, secundarios ó terciarios, donde cada uno puede tener las 15 señales que permite el código. La agrupación y la nomenclatura con la cual se identifican estos significados, se muestra en la tabla 13.

SIGNIFIADO	SEÑAL DE AVANCE	SEÑAL DE MANDO
Primario	I	A
Secundario	II	B
Terciario	III	C

Tabla 13 Significado de las señales de avance y de mando.

7.5.3.1.1 Señales de avance.

El uso de las señales de avance en función de su significado primario, secundario ó terciario se muestra en la tabla 14. Cada significado puede tener 15 señales.

SIGNIFIADO	SEÑAL DE AVANCE	USO
Primario	I-1 a I-15	Información de destino (B)
Secundario	II-1 a II-15	Categoría de origen (A)
Terciario	III-1 a III-15	Información de origen (A)

Tabla 14 Uso y significado de las señales de avance.

Uso de las señales de avance.

I. Información de destino (abonado "B"); Se utilizan para transmitir la información de destino necesaria para establecer la conexión. La señalización MFC debe comenzar siempre con una señal de avance de significado primario I, como se muestra en la tabla 15.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Dígito 1	Dígito del número del abonado; Se utilizan para transmitir la información necesaria para establecer la conexión. Cuando se envían como primer digito, dichas señales representan el primer digito del número local llamado.
2	A) Dígito 2	
3	A) Dígito 3	
4	A) Dígito 4	
5	A) Dígito 5	
6	A) Dígito 6	
7	A) Dígito 7	
8	A) Dígito 8	
9	A) Dígito 9 B) Acceso al sistema de Larga Distancia C) Indica tránsito	Como los dígitos 1...8; Excepto primer digito. Como primer digito se utiliza para tener acceso al sistema de Larga Distancia seguido de un digito el cual determina el tiempo de tráfico y el punto de tasación. Como primer digito despues del punto de tasación nos da indicación de que el siguiente centro es tránsito. Como tercer digito, precedido de un código 9T nos indica: en tráfico nacional el primer digito de la clave LADA: En tráfico hacia EE UU el primer digito del código: En tráfico hacia el resto del mundo el primer digito del código del país.
10	A) Digito 0 B) Servicios especiales	

Del 11 al 15 en reserva

Tabla 15 Señales de avance del grupo I.

II. Categoría de origen (abonado "A"); De acuerdo a los requerimientos técnicos, el grupo II se subdivide en:

a) Categoría de tasación (II6).
b) Categoría de llamada (II3, extradigito).

II6. Categoría de tasación: Se utiliza en llamadas interurbanas para informar al punto de tasación sobre el tipo de tasación que debe recibir el abonado que llama. Las señales de este subgrupo se envían en respuesta a la señal A6 procedente del punto de tasación, como se muestra en la tabla 16.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
2	A) Abonado normal	Abonado normal con acceso a todos los servicios, excepto los códigos registrados para la operadora.
3	A) Alcancía	Teléfono de alcancía con tráfico 02 y 09 por cobrar y debe ser enrutado a posiciones de operadora sin identificación.
4	A) Tiempo y costo	Abonado que permanentemente ha solicitado dicho servicio. Tal señal indica que debe llamarse al analizador de tarifas en el punto de tasación correspondiente.
6	A) Equipo de mantenimiento	Equipo de mantenimiento y en caso de que el abonado este bloqueado u ocupado, retener los pasos de selección. Dicha categoría debe indicar al equipo de tasación que la llamada es sin cargo.

1, 5, 7-15 en reserva

Tabla 16 Señales de avance del grupo II.

II3. Categoría de llamada: Se utiliza en llamadas urbanas e interurbanas para informar a la central de destino ó al punto de tasación sobre el tratamiento que debe recibir la llamada. Las señales de este subgrupo se envían como:

a) Respuesta a la señal A3 procedente de la central de destino.

b) Respuesta a la señal C3 procedente del punto de tasación, como se muestra en la tabla 17.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Operadora con posibilidad de ofrecimiento.	Posición de operadora que tiene posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado.
2	A) Abonado normal	Abonado normal sin posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado y acceso a todos los servicios, excepto los códigos 91...
5	A) Equipo ATME	Equipo ATME y debe ser enrutado solo a otro equipo ATME: Esta categoría permite la utilización de números de abonados normales a claves de servicios especiales para ATME.
6	A) Equipo de mantenimiento	Equipo de mantenimiento y en caso de que el abonado este bloqueado u ocupado, retener los pasos de selección, dicha categoria debe indicar al equipo de tasación que la llamada es sin cargo.

3, 4, 7-15 en reserva

Tabla 17 Señales de avance del grupo II.

III. Información del origen (abonado "A"): Se utilizan para transmitir la información de identidad del número del abonado que llama.

Estas señales se envían en respuesta a la señal C1, como se muestra en la tabla 18.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	A) Digitos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0.	Digitos del número del abonado que llama, la primer señal corresponde al primero, segundo ó tercer digito de acuerdo al formato de envío de digitos. La primer y restantes señales de la identidad de el abonado que llama se solicitaran con la señal C1.
15	A) Fin de numeración	Indica que la identidad del número de el abonado que llama ha sido enviada y que el resto de información que será enviada corresponderá a la identidad de el abonado llamado, lo que implica que el registro de salida debe prepararse a recibir señales del grupo A.

11-14 en reserva

Tabla 18 Señales de avance del grupo III.

7.5.3.1.2 señales de mando.

El uso de las señales de mando en función de su significado primario, secundario ó terciario se muestra en la tabla 19. Cada significado puede tener 15 señales. Actualmente dados los requerimientos de señalización de la red telefónica, únicamente se usan las primeras seis señales.

SIGNIFIADO	SEÑAL DE MANDO	USO
Primario	A-1 a A-6	Información de destino (B)
Secundario	B-1 a B-6	Estado de la línea
Terciario	C-1 a C-6	Información de origen (A)

Tabla 19 Uso y significado de las señales de mando.

Uso de las señales de mando.

A. Petición de información de destino: Se utilizan para solicitar la información de destino necesaria para establecer la conexión y como señal de acuse de recibo de las señales de información de destino (I), como se muestra en la tabla 20.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Enviar señal del grupo I, próximo digito.	Reconocimiento de cualquier señal del grupo I y solicitud del próximo digito de la identidad de el abonado llamado.
2	A) Enviar señal del grupo I, primer digito.	Reconocimiento de cualquier señal del grupo I y solicitud del primer digito del grupo I y solicitud del primer digito transmitido de la identidad del abonado llamado.
3	A) Enviar señal del grupo II, cambio de recepción al grupo B.	Reconocimiento de la recepción del último digito del abonado llamado, solicitud de la categoria de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo B. En ausencia de una señal de avance, la señal A3 debe enviarse como un impulso de 60±40 mseg.
4	A) Congestión.	Reconocimiento de cualquier señal de el grupo I y para indicar congestión. En ausencia de una señal de avance, la señal A4 debe enviarse como un impulso de 160±40 mseg.
6	A) Enviar señal del grupo II, y cambio a recepción del grupo C.	Reconocimiento de cualquier señal de el grupo I, solicitud de la categoría de tasación de el abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo C. La señal A6 se envía cuando se ha recibido

5 en reserva

Tabla 20 Señales de mando del grupo A.

B. Estado de línea: Se utilizan para indicar a la central de origen el estado de la línea del abonado llamado y también como señal de acuse de recibo de las señales de categoría de origen (II). Estas señales van siempre precedidas de la señal de mando A3 ó C3, como se observa en la tabla 21.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Abonado libre con tasación.	Todo registro de salida que reciba la señal B1 debe establecer condiciones de habla para que el abonado que llama pueda escuchar el tono de llamada y condiciones de tasación si la categoria del abonado que llama es con cargo.
2	A) Abonado ocupado.	Todo registro de salida que reciba la señal B2 ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y si la condición de habla se ha establecido, envío del tono de ocupado al abonado que llama.
4	A) Bloqueo.	Todo registro de salida que reciba la señal B4 ocasiona la liberación de la adena de circuitos hacia adelante y el envio del tono de ocupado al abonado que llama.
5	A) Abonado libre sin tasación.	Se usa para establecer llamadas sin tasación para servicio público.

3,6 en reserva

Tabla 21 Señales de mando del grupo B.

C. Petición de información de origen: Se utilizan para solicitar la información de identidad del número del abonado que llama y también como señal de acuse de recibo de las señales de información de origen (III), como se observa en la tabla 22.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Enviar señal del grupo III, próximo digito.	Como primera señal se utiliza para el reconocimiento de cualquier señal del grupo II y solicitud del primer, segundo y tercer digito de el abonado que llama. Reconocimiento de cualquier señal del grupo III y solicitud del próximo digito de la identidad del abonado que llama.
2	A) Enviar señal del grupo I, primer digito y cambio a señales del grupo A.	Reconocimiento de cualquier señal del grupo III, solicitud del primer digito transmitido de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A.
3	A) Enviar señal del grupo II y cambio a señales B.	Reconocimiento de cualquier señal de el grupo III, solicitud de la categoria de llamada del abonado que llama y cambio para la recepción de señales del grupo B.
4	A) Congestión.	Mismo significado que la señal A4.
5	A) Enviar señal del grupo I, próximo digito y cambio a señales A.	Reconocimiento de cualquier señal de el grupo III, solicitud del próximo digito de la identidad de el abonado llamado y cambio para las señales del grupo A.
6	A) Enviar señal del grupo I, cambio a señales A.	Reconocimiento de cualquier señal de el grupo III, solicitud del mismo digito de la identidad de el abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A.

Tabla 22 Señales de mando del grupo C.

El significado primario de una ó más señales de avance ó de mando puede cambiarse a significado secundario ó terciario, mediante el uso de ciertas señales de acuerdo a:

a) El significado primario de una señal de avance (I) puede cambiarse a secundario (II) por medio de la señal de mando A3 ó A6.

b) El significado primario de una señal de mando (A) puede cambiarse a secundario (B) por medio de la señal de mando A3 ó a terciario (C) por medio de la señal de mando A6.

c) El signifiado secundario de la señal de avance (II) ocasionado por A6, puede cambiarse a terciario (III) por medio de la señal de mando C1.

d) El significado secundario de la señal de avance (II) puede cambiarse nuvamente a primario sólo cuando el cambio original de significado primario a secundario se ha hecho por medio de la señal de mando A6.

e) El significado terciario de la señal de avance (II) puede cambiar a significado primario por selección de la señal de mando C2, C5 ó C6.

f) Actualmente el cambio de significado terciario de la señal de avance (III) y de mando (C) a significado primario (I, A) se realiza por medio de la señal de avance III-15 que implica envíar el próximo dígito del significado primario.

7.6 Sistemas de señalización.

Los centros internacionales son los puntos de conversión de señalización del sistema nacional al sistema internacional y veceversa; a través del lado saliente internacional o lado entrante internacional según corresponda.

Los sistemas utilizados para el manejo del tráfico internacional son:

Señalización R1.
Señalización R2.

7.6.1 Señalización R1.

Puede utilizarse para la explotación automática y semiautomática de círcuitos unidireccionales y bidireccionales en una zona internacional. Puede funcionar con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT.

En la red de TELMEX. la señalización R1 es utilizada para el manejo de tráfico 95 y 96 automático y semiautomático con E. U., Canada y algunas islas del Caribe.

7.6.1.1 Señales de línea.

Las señales de línea se efectúan sección por sección mediante el empleo de una frecuencia permanente dentro de banda.

A) Señales de hacia adelante.

Toma.- Se envía para iniciar el proceso de la señalización entre centrales. La emisión de esta señal arranca la supervisión de tiempo del proceso de selección e inicia la operación en el lado entrante internacional.

Desconexión (fin).- se envía para ordenar la liberación de la conexión al lado entrante internacional, cuando por ejemplo el abonado "A" cuelga o cuando existe una falla en el proceso de señalización. La emisión de la señal de desconexión arranca la supervisión de tiempo del proceso de desconexión y dá la orden de terminación al tasador correspondiente al abonado "A".

Intervención.- Se envía cuando una operadora internacional de salida desea ser asistida por una operadora en el centro internacional de destino.

B) Señales hacia atras.

Demora.- Se envía como reconocimiento de la señal de "toma" y para indicar que el lado entrante internacional no está aún en condiciones de recibir señales numéricas.

Invitación a marcar.- Se envía para indicar que el lado entrante internacional está en condiciones de recibir señales numéricas.

Contestación.- Se envía para indicar que el abonado llamado contestó. La emisión de esta señal anula la supervisión de tiempo del proceso de llamada y dá la orden de arranque al tasador correspondiente de abonado "A".

Reposición.- Se envía para indicar que el abonado "B" colgó antes que el abonado "A". La emisión de esta señal arranca la supervisión de tiempo del proceso de recontestación el cuál permite una posible recontestación por parte de el abonado "B".

Las señales emitidas deberán ser frecuencias de 2400 5Hz,como se muestra en la tabla 23.

Notas:

1) En el caso de que en ambos lados efectúen una toma simultánea creando la condición de doble toma, ambos extremos interpretan la señal de "toma" como una señal de "demora". Como la señal de "tono de marcar" no llega dentro del tiempo de

supervisión t=10 seg. correspondiente al lado internacional de TELMEX (t=20 seg. para el lado internacional de E. U.), se supone una toma simultánea y el lado cuyo tiempo de supervisión es menor, derá indicación de congestión hacia la red nacional.

SEÑAL DE LINEA	DIRECCION *		VALOR
	ADELANTE	ATRAS	
Libre	1	1	140 mseg. MIN
Toma	0	1	140 mseg. MIN
Demora	0	0	140 mseg. MIN
Tono de marcar	0	1	140 mseg. MIN
Contestación	0	0	140 mseg. MIN
Reposición	0	1	140 mseg. MIN
Desconexión	1	001	140 mseg. MIN
Intervención	1	001	100 +- 35 mseg.

* 1 = Frecuencia presente, 0 = Frecuencia ausente.

Tabla 23 Valores de las señales de linea.

2) Las señales de abonado "B" ocupado ó congestión se indican mediante el envío de un tono audible hacia la red nacional.

3) Los tiempos de supervisión, emisión y detección, están sujetos a los acuerdos bilaterales entre las administraciones en cuestión y estos podrán variar dependiendo de si el enlace es a través de satélite ó de microondas.

7.6.1.2 Señales de registro.

Las señales de registro se efectúan sección por sección en bloque hacia adelante mediante la utilización de un código de dos frecuencias de seis, tal como se muestra en la tabla 24.

Notas:

1) Una vez que la ruta ha sido seleccionada y la condición de fin del número es determinada, el circuito internacional de salida es tomado.

2) Después de 220 80 mseg. de que la señal de "tono de marcar" es recibida, los digitos en el registro son enviados como un solo bloque.

SEÑAL	SIGNIFICADO	F1 700	F2 900	F3 1100	F4 1300	F5 1500	F6 1700
1	Digito 1	X	X				
2	Digito 2	X		X			
3	Digito 3		X	X			
4	Digito 4	X			X		
5	Digito 5		X		X		
6	Digito 6			X	X		
7	Digito 7	X				X	
8	Digito 8		X			X	
9	Digito 9			X		X	
10	Digito 0				X	X	
11	Reserva	X					X
12	Reserva		X				X
13	Ini. de Num.			X			X
14	Reserva				X		X
15	Fin de Num.					X	X

Tabla 24 Señales de registro.

3) El registro de salida internacional debe liberarse tan pronto como ha sido transmitida la señal de (fin de númeración).

7.6.2 Señalización R2.

Puede utilizarse como sistema de señalización internacional en el interior de regiones internacionales y está especificado para la explotación unidireccional en sistemas de transmisión analógico digital y para explotación bidireccional en sistemas de transmisión digital. Puede funcionar con cualquiera de los sistemas normalizados por el CCITT.

En la red de TELMEX es utilizado para el manejo de tráfico 98 y 99 automático y semiautomático en los países centroamericanos, con los cuales se tienen enlaces a través de sistemas terrestres de microondas y que pertenecen a la misma zona de numeración mundial.

7.6.2.1 Señales de línea.

Las señales de línea utilizadas en los enlaces hacia los países centroamerianos se basan en el sistema No. 3 del CCITT, que son también las utilizadas para la red nacional de TELMEX. Sus características y descripción funcional son las establecidas en las señales de línea con frecuencia dentro de banda (Señales de línea entre centrales , punto 7.3 del capítulo 7), a excepción del uso de las señales de cancelación, rrellamada, intervención y liberación de abonado ocupado, las cuales no se usan por no existir la facilidad de ofrecimiento en las centrales internacionales de entrada.

Notas:

1) En el caso de que se produzca una doble toma, el grupo de circuitos "non" (no enrutamiento) tiene la preferencia para el tráfico saliente de México; esto significa que la central en el otro extremo desconectará la llamada que es producida y aceptará la llamada entrante sin necesidad de recibir una nueva señal de "toma".

2) Si la doble toma es en el grupo de circuitos "par" (reenrutamiento), la llamada entrante tiene preferencia y será aceptada sin necesidad de recibir una nueva señal de "toma".

3) La explotación de este sistema no permite la intervención hacia una operadora de asistencia.

7.6.2.2 Señales de registro.

Las señales de registro se efectúan bajo el principio de extremo a extremo y secuencia obligada, mediante la utilización de un código de dos frecuencias entre seis.

Las características del sistema de señalización R2 internacional, son las mismas que para el sistema R2 modificado empleado en la red nacional de TELMEX (Señales de registro, punto 7.5.3 del capítulo 7), salvo los significados de las señales que son los que a continuación se especifican:

A) Señales de avance del grupo I: Se utilizan para transmitir a la central internacional de entrada la información de destino necesaría para establecer la conexión.

La señalización debe comenzar siempre con una señal de avance de significado primario I, como se observa en la tabla 25.

SEÑAL	SIGNIFICADO		UTILIZACION
	A	B	
1	A) Dígito 1	* Frnces	- Col. B.- Estas señales constituyen la primera señal transmitida por un enlace internacional cuando este circuito termina en el país de llegada de la llamada. Sin embargo, si un ciruito termina en un centro de tránsito internacional, estas señales pueden ser transmitidas por este enlace despues del indicador de país
2	A) Dígito 2	* Ingles	
3	A) Dígito 3	* Aleman	
4	A) Dígito 4	* Aleman	
5	A) Dígito 5	A) Español	
6	A) Dígito 6	* Res. Idioma	
7	A) Dígito 7	* Res. Idioma	
8	A) Dígito 8	* Res. Idioma	
9	A) Dígito 9	* Res. disc.	
10	A) Dígito 0	A) Disriminación	- Col. A.- Señal distinta de la primera en un enlace internacional - Col. B.- Primera señal en un enlace internacional cuando este termina en un entro de tránsito internacional
11	A) Operadora de llegada	A) Indicador de país	
12	Reserva	A) Indicador de país	
13	A) Acceso al equipo de pruebas * Enlace por satelite	A) Indicador de llamada de prueba	
14	Reserva	A) Indicador de país	
15	A) Fin de Num.	Reserva	

* Significado en reserva

Tabla 25 Señales de avance del grupo I.

B) Señales de avance del grupo II: Se utilizan para informar a la central internacional de entrada sobre la categoría del abonado que llama. Estas señales se envían en respuesta a las señales A3 ó A5, como se muestra en la tabla 26.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	* Abonado sin prioridad	- Estas señales se usan solo en explotación nacional
2	* Abonado con prioridad	
3	* Equipo de mantenimiento	
4	* Reserva	
5	* Operadora	
6	* Transmisión de datos	
7	A) Abonado u operadora sin posibilidad de ofrecimiento	- Estas señales se usan solo en explotación internacional
8	* Transmisión de datos	
9	* Abonado con prioridad	
10	Operadora con posibilidad de ofrecimiento	
11-15	* Reserva	

* Significado en reserva

Tabla 26 Señales de avance del grupo II.

C) Señales de mando del grupo A: Se utilizan para solicitar a la central internacional de salida, la información de identidad del abonado llamado y también como señales de acuse de recibo de señales del grupo I y en ciertos casos, del grupo II, como se observa en la tabla 27.

SEÑAL	SIGNIFICADO
1	A) Enviar próximo dígito (N+1)
2	* Enviar penultimo dígito (N-1)
3	A) Información completa y cambio a reepción de señales del grupo "B"
4	A) Congestión en la red nacional
5	* Solicitud de la categoria del abonado que llama
6	A) Informaión completa on tasación, paso a la posición de conversación
7	* Enviar antepenultimo dígito (N-2)
8	* Enviar dígito que precede al antepenultimo dígito (N-3)
9	* Enviar primer dígito
10	* Reserva
11	A) Enviar el indiador de pais
12	A) Enviar de idioma o de discriminación
13	* Enviar la naturaleza del circuito ó la ubicación del registro internacional de salida
14	* Petición de información sobre el empleo del supresor de eco
15	A) Congestión en la central internacional ó a su salida

* Significado en reserva

Tabla 27 Señales de mando del grupo A.

D) Señales de mando del grupo B: Se utilizan para indicar a la central internacional de salida, el estado de la línea ó del equipo de conmutación de la central internacional de entrada y también como señales de acuse de recibo de señales del grupo II. Estas señales van siempre precedidas de la señal de mando A3, como se muestra en la tabla 28.

SEÑAL	SIGNIFICADO
1	* Reserva para uso nacional
2	* Enviar tono especial de información
3	A) Abonado ocupado
4	A) Congestión en la red nacional
5	A) Número no asignado
6	A) Abonado libre con tasación
7	* Abonado libre sin tasación
8	* Abonado fuera de servicio
9	* Abonado interceptado
10	* Reserva para uso nacional
11-15	* Reserva para uso internacional

* Significado en reserva

Tabla 28 Señales de mando del grupo B.

Notas:

1) En tráfico semiautomático, el dígito de idioma es marcado por la operadora L=5 operadora en español.

2) En tráfico automático, el dígito de discriminación Z=0 es generado automáticamente en lugar del dígito de idioma.

3) Una vez que la ruta ha sido determinada y si la longitud del número internacional es conocido, al noveno dígito recibido se toma el circuito internacional de salida y los dígitos en el registro son enviados, estableciéndose así el trabajo de superposición.

4) Si la longitud del número internacional de otro país es desconocida, se conecta una supervisión de tiempo de 5 seg. después que el décimo dígito es recibido y después de que el siguiente dígito es requerido. Si al final del tiempo de supervisión no se ha recibido algún dígito, el fin de número es determinado (Código 15) y almacenado en caso de que el centro entrante lo solicite.

5) Cuando el centro internacional entrante no puede determinar inmediatamente la condición de la línea de el abonado llamado,

el ciclo MFC se completa por envío de las señales A1 y A3 (impulsada) hacia atrás.

6) Cuando el centro internacional entrante pueda determinar inmediatamente la condición de la línea de el abonado llamado, el cilo MFC se completa por envío de la señal A3 hacia atrás.

7) La señal I15 (Código 15) no se envía si el centro internacional entrante no lo solicita, ya que está relacionado al tráfico de tránsito o a que la longitud de el número es conocida.

7.7 Introducción a la Señalización por Canal Común, CCITT No. 7.

La señalización por canal común permite que un gran número de circuitos de conversación se controle por medio de un sólo enlace de señalización, el cuál está separado de los círcuitos de conversación.

Además de señalización de control de llamada, el enlace de señalización común puede llevar información para mantenimiento y gestión de red.

Si la señalización se realiza por el mismo trayecto que los circuitos de conversación recibe el nombre de señalización asociada. Si sigue otro trayecto separado de los círcuitos de conversación recibe el nombre de señalización no asociada. En este caso, para la transferencia del tráfico de señalización, se usa uno ó varios puntos de transferencia de señalización (STP). Como se ilustra en la figura 6.

El sistema de señalización No. 7 está optimizado para redes de telecomunicaciones digitales y puede aplicarse tanto en redes internacionales como nacionales.

Sus características principales son:

1) Una estructura flexible que cumple los requisitos actuales y futuros de transferencia de información en redes de telecomunicaciones ó de datos conmutados, para señalización de control de llamadas, de control remoto, de gestión y de mantenimiento.

2) Una estructura funcional que asegura flexibilidad y modularidad para diversas aplicaciones dentro del concepto total de sistema. Se pueden realizar aplicaciones individuales y su función futura puede ampliarse añadiendo nuevos módulos de funciones.

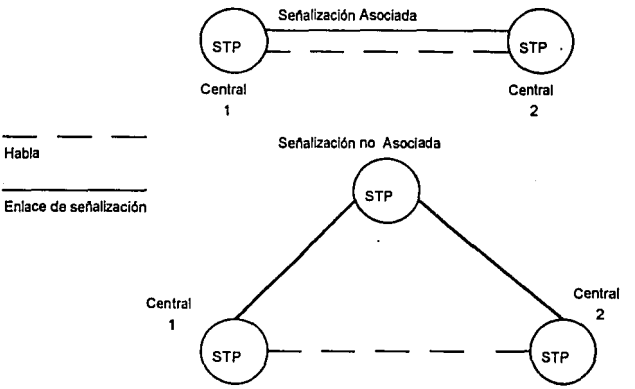


Figura 6 Señalización asociada y no asociada.

El sistema No. 7 del CCITT está optimizado para trabajar con la velocidad de señalización de 64 Kbits/seg. empleada en anlaces MIC. Está alta velocidad de bits permirte procedimientos simples para control de errores. También es apropiado para velocidades mucho más bajas derivadas de circuitos analógicos equipados con modems. Por lo tanto la Señalización por Canal Común (CCS) será aplicable generalmente para señalización entre centrales, independientemente del tipo de medio de transmisión (digital ó analógico) usados en la red.

El amplio enlace de CCITT No. 7 requiere una gran gama de funciones y capacidades para añadir más funciones a fin de proporcionar más aplicaciones en el futuro.

El uso de la Señalización por Canal Común con centrales SPC (Control por Programa Almacenado), es un paso importante hacia la introducción de funciones y facilidades más avanzadas en la red. La

alta capacidad de los enlaces de señalización significa que un solo enlace puede atender a gran número de círcuitos. La cantidad que se puede transmitir de diversos mensajes y señales, por ejemplo diferentes señales telefónias, es prácticamente ilimitada. además el tiempo total de establecimiento de llamadas y el período de espera después de marcación se reduce en comparación con los sistemas convensionales y la protección contra pérdida de señales aumenta. La operación bidireccional de los circuitos de conversación, permite un uso eficaz de las rutas telefónicas.

Como ya se ha mencionado, los enlaces de señalización por canal común destinados a señalización de control de llamada, también se puede usar para otros propósitos. Se pueden introduir fácilmente servicios adicionales como, por ejemplo, comunicaciones para fines de operación y mantenimiento entre centrales y centros especiales. puede también emplearse para servicios avanzados de abonados para telefonía y para datos (red digital de servicios integrados). El sistema No. 7 está optimizado para trabajar en un ambiente digital aunque puede emplearse para la señalización con enlaces analógicos.

7.7.1 Señalización CCITT No. 7.

El principio fundamental de la estructura del CCITT No. 7 es la división de funciones en una parte de transferencia de mensajes (MTP) y una parte de usuario separada (UP). Las dos partes funcionales son:

A) MTP Parte de Transferencia de Mensajes: El MTP contiene los mecanismos necesarios para asegurar la transmisión confiable de los mensajes de señalización entre funciones de usuario.

B) UP Parte de Usuario: El UP facilita el criterio para el manejo de servicios. Los UP individuales van a ser introducidos por un número de servicios; por ejemplo los procedimientos de operación para señalización entre centrales de la red telefónica (TUP= Parte de Usuario de Telefonía; ISDN-UP= Parte de Usuario ISDN) y para redes de datos (DUP= Parte de Usuario de Datos). El UP se refiere a cualquier entidad funcional que utilice la capacidad de transporte proporcionado por el MTP.

El libro azul del CCITT para la señalización No. 7 comprende los siguientes bloques funcionales

MTP = Parte de transferencia de mensajes.
TUP = Parte de usuario telefónico.
ISDN-UP = Parte de usuario ISDN.
DUP = Parte de usuario de datos.
SCCP = Parte de control de la señalización de conexión.
TC = Capacidades de transferencia.

En la figura 7 observamos los bloques funcionales mencionados en el libro azul del CCITT:

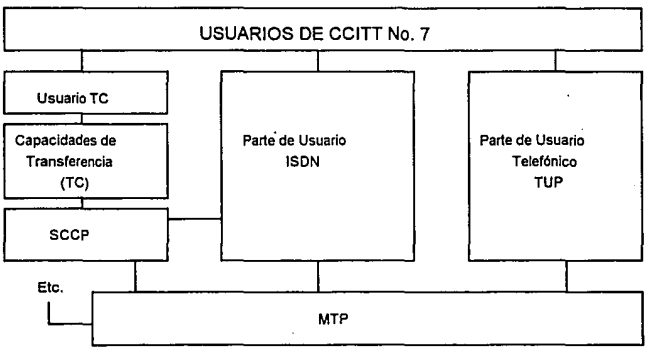


Figura 7 Bloques del CCITT No. 7.

La relación de capas y niveles del CCITT No. 7, contra el modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), se puede observar en la figura 8, asi como la asignación de protocolos de acuerdo con el modelo OSI, también algunos usuarios del MTP, incluyendo ISDN-ISUP, TUP y SCCP.

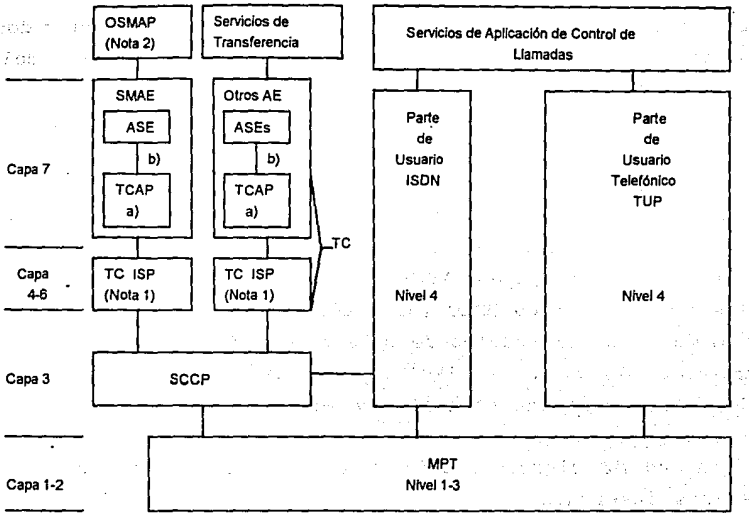


Figura 8 Relación de la señalización No. 7 y el modelo OSI.

Donde: SMAP = Procesos de aplicación y manejo del sistema.
ASE = Elementos de servicios de aplicación.
TCAP = Parte de aplicación de las capacidades de transferencia.

Nota 1.- El TC ISP no se tiene por el momento, porque no hay procedimientos de señalización para estas funciones. Los mensajes TCAP son puestos directamente en el SCCP. Los requerimientos para las funciones del ISP serán definidas en el futuro cuando se necesiten los ASEs.

Nota 2.- Estas funciones que colectivamente abarcan manejos de sistemas son conocidos como SMAP.

Los tres niveles más bajos siguen el modelo OSI mientras que las UPs se encuentran con diferentes formatos. Prácticamente el CCITT No. 7 define:

El nivel 1 = a la capa 1 de el modelo OSI.
El nivel 2 = a la capa 2 de el modelo OSI.
El nivel 3 = a la capa 3 de el modelo OSI.
El nivel 4 = a las UPs que cubren las capas de 4 a 7 de el modelo OSI.

7.7.1.1 Parte de transferencia de mensajes (MTP).

El nivel 1 específica las características funcionales físicas y eléctricas de un enlace de señalización, esto trata como por

ejemplo, las características de los voltajes requeridos para identificar un bit en la clavija de conexión (plug) del canal deseado, etc.

El nivel 2 define las funciones y procedimientos para transferencia de mensajes de señalización libre de errores y de forma confiable sobre el enlace.

Esto se tiene que realizar con bloques y retransmisión de mensajes. Los mensajes son transmitidos usando unidades de señalización de mensajes (MSU) que siguen las convenciones de trama de los procedimientos HDLC (Alto Control de Enlace de Datos). Este tipo moderno de protocolos de bits orientados permite transparencia y unidades de señal variable. Esto es realizado con una única bandera de caracteres 01111110, y inserción de ceros. La inserción de ceros asegura que en el caudal de datos no sea confundido con una bandera de sincronización HDLC; la estación transmisora sobre un enlace insertara un cero (bit estuffin) despues de los primeros cinco unos consecutivos en el caudal de datos; la estación receptora aplicara el proceso inverso.

Tres tipos de unidades de señal de mensaje (MSU), son transferidos por la red de señalización.

A) FISU's Unidades de Señalización de Relleno: Estas son transmitidas sobre el enlace cuando no hay otras unidades de señal a ser enviadas (LI Indicador de Longitud = 0); básicamente, ellas mantienen la conexión de el enlace en la ausencia de tráfico real. Su estructura se muestra en la figura 9.

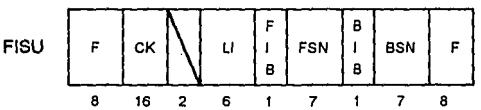


Figura 9 Unidad de señalización de relleno.

B) LSSUs Unidades de Señalización del Estado del Enlace.- Estas consisten de la información de estado (establecimiento o Liberación de una conexión), verificando alineamiento y

funciones relacionadas. Su estructura se muestra en la figura 10.

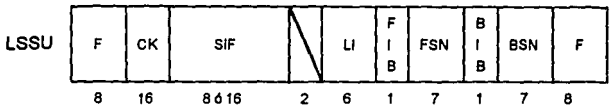


Figura 10 Unidad de señalización del estado del enlace.

C) MSUs Unidad de Señalización de Mensajes.- Estas Verdaderamente llevan el contenido de la señalización del mensaje. Su estructura se muestra en la figura 11.

Figura 11 Unidad de señalización de mensajes.

La figura 12 muestra el formato básico para la Unidad de Señalización de Mensajes (MSU).

La capa 3 define las funciones de transporte comunes en la red para todos los enlaces individuales en los circuitos punto a punto. Proporciona el principio para multiplexar varios enlaces lógicos sobre un único enlace físico. En el medio de señalización, esto implica la habilidad de llevar la información de el control de la llamada acerca de varias llamadas sobre un canal.

La colección de los niveles 1, 2 y 3 constituyen el MTP.

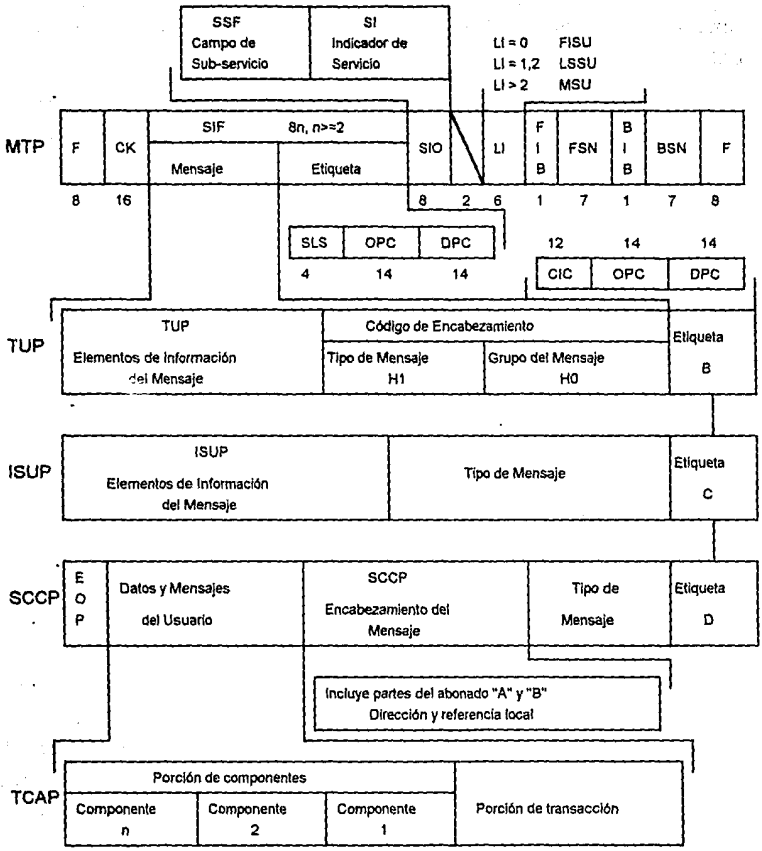


Figura 12 Formato básico del MSU.

7.7.1.2 Parte de usuario.

El modelo OSI específica las 4 capas más altas para: transporte, sesión, presentación y aplicación. CCITT No. 7 UP corresponde a esas capas, aunque la partición clara sugerida por el modelo OSI no esta seguida en los 4 niveles más altos del CCITT No. 7. Esto sucedio por que cuando el CITT No. 7 fue desarrollado, las

capas más altas del modelo OSI, no se encontraban completamente definidas, como ahora lo estan. Estas capas más altas tienen que realizar el contenido y la codificación de la señalización de mensajes. La arquitectura original del CCITT No. 7 tuvo algunos protocolos de usuario. Algunos se mencionan a continuación:

1) Mensajes de establecimiento de llamada para: Alerting, call proceeding, connect, and setup.
2) Mensajes de desconexión de llamada, como: Risconnect and Release.
3) Mensajes de información entre llamadas, para: Suspend, Resume, and User Information.
4) Mensajes diversos.

Los parámetros a ser incluidos en estos mensajes para el propósito de manejo de llamadas son una función de el tipo de llamada: voz, datos, círcuitos conmutados, canales conmutados, video, llamadas ISDN, etc. Esto tiene como resultado un gran número de Partes de Usuario (UP).

Un resumen corto de los UP's se facilita a continuación:

a) Partes de Control de la Señalización de Conexión (SCCP.- El SCCP facilita el principio para el control de conexiones de señalización lógico en la red del CCITT No. 7 y transfiere las unidades de señalización de datos a través de la red CCITT No. 7. Proporciona funciones de enrutamiento que permiten a los mensajes de señalización ser enrutados a un punto de señalización.

En el mejoramiento de las funciones de traslación, el SCCP también facilita un manejo de funciones. La combinación de el MTP y la SCCP es llamada "Parte de Servicio de Red". Esta parte de servicio de red corresponde con las capas de 1 a 3 de el modelo OSI.

b) Parte de Usuario telefonico (TUP).- El TUP define las funciones necesarias de señalización telefónica para control de la señalización de llamadas telefónicas internacionales.

c) Parte de Usuario de Datos (DUP).- Esta parte de usuario define los protocolos para controlar círcuitos entre centrales, usados sobre llamadas de datos, también como para las facilidades de registro y cancelación de llamadas de datos .

d) Parte de Usuario ISDN (ISDN-UP).- Esta parte de Usuario abarca funciones requeridas para proporcionar facilidades de usuario de servicio conmutado para aplicaciones de voz y datos en una ISDN (también para aplicaciones en redes de datos de círcuitos conmutados, telefonía dedicada y en redes mixtas analógico-dígital).

e) Capacidad de Transferencia (TC).- TC's facilitan el principio de operación de centrales y responde via un diálogo. Facilita el principio de establecer comunicaciones de círcuitos no relacionados entre dos nodos en la red de señalización. TC consiste de dos elementos:

1) Parte de aplicación de capacidades de transferencia (TCAP).
2) Parte de servicio intermediario (por el momento se encuentra en estudio).

CONCLUSIONES.

Tenemos frente a nosotros la transformación radical de Teléfonos de México que va a pasar a ser en un tiempo breve, una empresa cuya infraestructura constituirá la base de la operación ya no sólo de la telefonía sino de servicios de transmisión de datos, cuyo efecto sobre la estructura industrial y de los servicios del país será definitiva, así para dentro de 10 años tiene planeada una meta de instalación de cuando menos 30 millones de líneas telefónicas, 23 millones de ellas, operadas por sistemas de conmutación digital.

El valor estratégico de esta red digital es todavía incalculable, sin embargo, los indicios más modestos hacen una verdadera revolución en los sistemas de Conmutación Nacionales e Internacionales. Representa en suma la posibilidad de enlazar para transmisión de datos a alta velocidad, computadoras entre sí, no sólo dentro del territorio Nacional, sino prácticamente con el mundo entero.

Este sistema deja a México en plenitud de condiciones para integrarse de la forma más sofisticada a los procesos de producción y de servicios de las economías más avanzadas. Por la importancia estratégica y la magnitud misma del proyecto se puede afirmar que Teléfonos de México se va a consolidar como la empresa más importante del país.

Entre los cambios de gran trascendencia que actualmente tienen lugar en el mundo de las telecomunicaciones, uno de los más importantes es la tendencia acelerada hacia las redes telefónicas totalmente digitales.

Esto comenzó con los sistemas de transmisión PCM. El desarrollo de componentes digitales de bajo costo significa que la transmisión PCM se está volviendo rentable en más y más vías.

No obstante, lo que crea la posibilidad de obtener beneficios realmente notables en la red es el uso combinado de sistemas de transmisión PCM y centrales digitales.

La conmutación digital, sobre todo en combinación con la transmisión PCM, puede tener un papel importante en la reducción de los costos de la red.

Esto plantea cuestiones importantes a las administraciones telefónicas que se enfrentan con la responsabilidad de planificar el futuro desarrollo del país.

Las decisiones que se tomen hoy, tendrán consecuencias duraderas para la administración, sobre todo en lo que respecta a los costos operacionales de la red a largo plazo y la manejabilidad de la misma.

Teniendo presente este proceso de cambio, la elección del sistema de conmutación es muy importante.

El sistema de conmutación no sólo tiene que contribuir a la red telefónica en su forma actual sino que también tiene que ser lo suficiente potente y flexible para hacer frente a futuros cambios.

El cometido de elegir un sistema de conmutación es mucho más importante que cuando se trataba de las anteriores generaciones de equipo, siendo ahora todavía más esencial hacer la elección apropiada.

Un sistema de conmutación digital encierra mucho más que el mero selector digital. Son los aspectos operacionales los que

tienen importancia. Por ejemplo, factores como la facilidad de manejo, la flexibilidad para cumplir futuros requisitos, la operación y el mantenimiento, la estructura y el contenido del software, el soporte del fabricante, la documentación. Finalmente, son estos factores los que deciden si el sistema contribuye positiva y económicamente al futuro desarrolo de la red.

También hay otros factores que ponen en relieve la importancia de los aspectos de operación y mantenimiento del sistema de conmutación.

Uno de estos factores son los requisitos cambiantes que la administración telefónica impone en el sistema de conmutación. Además de una gama más amplia de servicios generales de abonado, por ejemplo, marcación por teclado, marcación abreviada, transferencia de llamada y ampliación del servicio de interceptación, existen otros servicios más especializados que el mundo comercial solicita con más frecuencia. Entre ellos podemos mencionar los servicios centrex, retrollamada automatica y transferencia temporal del número propio.

Las rutinas administrativas también están cambiando a medida que el trabajo de operación y mantenimiento se orienta más a la red. Muchas rutinas administrativas se hacen ahora por computadora, siendo una ventaja considerable poder integrar centrales en el sistema administrativo global.

Ahora bién el contenido de este material nos muestra una idea clara de lo que son las comunicaciones telefónicas.

Desde el punto de vista concepto, se manejan los elementos que forman la red telefónica analógica, mencionando los tipos de servicio que proporcionan (llamadas locales, llamadas de tránsito y llamadas de larga distancia) los enlaces más importantes que existen en la actualidad (troncales analógias a 2 y 4 hilos,

troncales digitales), ademas la señalización utilizada en la red telefónica (R2 modifiada, R1).

La aplicación de los conceptos telefónicos en el avance tecnológico de las comunicaciones nos ha conducido a perfeccionar los medios telefónicos (centrales digitales).

En lo que respecta a centrales digitales, describo a una central de conmutación digital con control distribuido, que cumple con las bases de la telefonía básica (comunicaciones telefónicas), y ademas soporta la conmutaión de datos a través de ella.

La parte importante de esta tesis se manifiesta en los equipos digitales, pero las bases para entender su funcionamiento, estan estan en los inicios de los equipos analógicos (conceptos de telefonía).

Finalmente menciono un tipo de señalización necesario para soportar datos a través de una entral telefónica (Señalización No. 7), ésta es indispensable por su capacidad, y flexibilidad de funionamiento.

Es importante el material de esta tesis, porque ayuda a las personas que no conocen de telefonía como a especialistas en el área de las comunicaciones a nivel coneptos.

APENDICE

P/F: Poll and final bit, si es uno P ó F, su pareja será forzado a dar la respuesta instantáneamente.

NS: Número de secuencia de un mensaje de información.

NR: Número de secuencia usado para referencia de un mensaje de información cuando se toma la decisión de respuesta.

SREJ: Rechazo seleccionado.

REJ: Rechazo.

RNR: Receptir indisponible.

RR: Receptor disponible.

SABM: Colocación en modo balanceado asíncrono.

LAPB: Protocolo del enlace de acceso balanceado.

LAPD: Protocolo del enlace de acceso en el canal "D".

UA: Trama sin número.

TE: Equipo terminal.

TE1: Terminal ISDN.

TE2: Terminal normal (no ISDN).

TA: Adaptador de terminal.

NT: Terminación de red.

NT1: Terminal inteligente de red.

FCS: Secuencia de chequeo de trama.

ISM: Modulo de abonados ISDN.

ITM: Modulo de troncales ISDN.

PCIM: Modulo interfaz de canales de paquetes.

ISDN: Red digital de servicios integrados.

ITU: Union internacional de comunicaciones.

ISO: Organización internacional para estandares.

CCITT: Comite consultivo internacional de telegrafía y telefonía.

OSI: interconexión de sistemas abiertos.

GLOSARIO

Señalización: Es el intercambio de información entre diferentes puntos.

Señales Acústicas: Es la información que permite a los abonados, detectar las condiciones y cambios de estado de la red telefónica.

Señales Numéricas: Es la información que permite a los abonados y los equipos, efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica.

Señales de Línea: Es la información que permite a los abonados y los equipos, ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica.

Modulo 8: Es un modo de operación en el campo de control, el número de secuencia usado será un valor entre 0 y 7 (3 bits). Como resultado, se esperan 7 mensajes máximo de confirmación.

Modulo 128: Es un modo de operación en el campo de control, el número de secuencia usado será un valor entre 0 y 127. Como resultado hasta 127 mensajes máximo, se espera su confirmación.

Window Size: Es declarado por el transmisor y es el número máximo de mensajes de confirmación que espera.

BIBLIOGRAFIA

El material usado para la elaboración de esta tesis, pertenece a las compañias que explotan el servicio telefónico:

1) Planes fundamentales;

Señalización.

Transmisión.

Conmutación.

Númeración.

Telefónos de México.

2) Red de Conmutación Digital

0770-004360002-DEBE.

Indetel.

3) System 12 - Digital Exchange

Magazine.

Alcatel.

4) Clock and Tone Module

770-00433XXXX- DEBE.

Indetel.

5) Signalling No.7

OSI Model.

X.25 protocol.

LAP-D protocol.

770-004380620-VHBE.

Bell Training Centre.