



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DE LAS REDES TELEFÓNICAS



T E S I S QUE PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN MATEMÁTICAS APLICADAS Y COMPUTACIÓN

P R E S E N T A:

MA. EUGENIA GARCÍA TIRADO

A S E S O R:

LIC. SARA CAMACHO CANCINO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ENERO DEL 2002.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PAGINACION DISCONTINUA

DESCRIPCION E IMPORTANCIA DE LAS
REDES TELEFONICAS

A MI ASESORA:

LIC. SARA CAMACHO CANCINO.
Por su apoyo, dedicarme su tiempo e
ilustrarme con sus conocimientos.

A MI ESPOSO:

EUDALDO MARTINEZ CORONA.
Por su amor, apoyo y comprensión.

A MIS HIJOS:

EUDALDO Y MAURICIO.
Por brindarme todo lo que necesito
para lograr esta gran meta.

TRABAJOS CON
FALTA DE ORIGEN

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	VII
1. REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	1
1.1 Redes de telecomunicaciones.....	1
1.1.1 Telecomunicación.....	2
1.1.2 Servicio y portadora.....	2
1.1.3 Un modelo de telecomunicación.....	2
1.1.4 OSI.....	3
1.1.5 La red telefónica.....	3
1.1.6 La red del telex.....	4
1.1.7 Red pública de conmutación de datos por circuito.....	4
1.1.8 Red pública de datos conmutada por paquetes.....	4
1.1.9 Servicio de teletex.....	5
1.1.10 Servicio de videotex.....	5
1.1.11 Comunicación de datos en la red telefónica pública conmutada.....	5
1.1.12 Otras redes con otros servicios.....	5
1.1.13 Un portador para todos los servicios.....	6
1.2 Requerimientos básicos de telefonía.....	6
1.3 Demandas y requerimientos de una red telefónica.....	6
1.4 Tecnología PCM.....	7
1.4.1 Redes analógica y digital.....	7
1.4.2 Pasos entre la voz analógica y el enlace con la transmisión digital.....	8
1.4.3 Sistemas multicanal.....	9
1.4.3.1 Multiplexaje en frecuencia.....	9
1.4.3.2 Multiplexaje en tiempo.....	10
1.4.4 Sistemas PCM primer orden.....	11
1.4.5 Alineación de trama.....	13
1.5 CCITT.....	13
1.5.1 Recomendaciones de CCITT.....	14
1.5.2 Interfase internacional.....	15

**TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN.**

1.5.3 CEPT.....	15
1.6 Planes fundamentales.....	15
1.7 Plan de numeración.....	16
1.7.1 Tráfico internacional.....	16
1.7.2 El número telefónico y sus reglas de numeración.....	16
1.7.3 Longitud de la numeración uniforme y no uniforme.....	17
1.7.4 Numeración para el PABX.....	18
1.8 Plan de tasación.....	18
1.8.1 Requerimientos.....	18
1.8.2 Tres tipos de tasación.....	19
1.8.3 Métodos de cobro.....	20
1.8.4 Precio.....	20
1.8.5 Puntos de tasación.....	21
1.9 Plan de enrutamiento.....	22
1.10 Plan de transmisión.....	22
1.11 Plan de señalización.....	23
1.12 Plan de sincronización.....	23
1.13 Plan de calidad de servicio.....	23
1.14 Diseño de redes.....	24
1.14.1 Puntos de Distribución.....	28
1.14.2 Punto de conexión de cruce.....	29
1.14.3 Redes primarias y secundarias.....	30
1.14.4 Alternativas en la tecnología de la red primaria.....	31
1.14.5 Optimización.....	31
1.15 Red nacional digital.....	31
2. SEÑALIZACION.....	33
2.1 Señalización entrante y saliente.....	35
2.2 Señalización de abonado.....	37
2.2.1 Transferencia del número B en pulsos.....	39

2.2.2	Transferencia del número B en frecuencia de tonos.....	40
2.2.3	Información en tonos.....	40
2.3	Señalización por canal asociado.....	41
2.3.1	Sistemas de frecuencia de tono.....	41
2.3.2	Sistemas digitales.....	42
2.4	Señalización de línea y registro.....	42
2.5	Señalización por canal común.....	45
2.5.1	Ventajas.....	45
2.5.2	Sistemas para la señalización de canal común.....	45
2.5.2.1	Niveles en el sistema No. 7.....	46
2.5.3	Mensaje de la señal.....	46
2.6	Red de señalización.....	48
2.6.1	Jerarquía de la red de señalización.....	50
2.7	Red de sincronización.....	51
3.	TRANSMISION.....	53
3.1	Parámetros de transmisión.....	55
3.2	Técnicas de transmisión.....	63
3.3	Medios de transmisión.....	74
3.4	Sistemas de transmisión.....	80
4.	CENTRALES TELEFONICAS.....	81
4.1	Equipo de abonado.....	81
4.2	Equipo en la línea de abonado.....	88
4.2.1	Punto de distribución.....	88
4.2.2	Puntos de conexión de cruce.....	88
4.2.3	Conversión A/D.....	90
4.2.4	Multiplexor primario.....	90
4.2.5	Etapas de abonado remoto - concentrador.....	93
4.2.6	Selector de tiempo.....	94

- 4.3 Conmutación digital..... 94
- 4.4 Sistemas de conmutación digital..... 95
 - 4.4.1 Selectores de tiempo y espacio..... 96
 - 4.4.2 Selector TET..... 97
- 4.5 Equipo de señalización..... 100
 - 4.5.1 Etapa troncal y de señalización..... 100
 - 4.5.1.1 Conexiones analógicas..... 100
 - 4.5.1.2 Conexiones digitales..... 101
 - 4.5.2 Procedimiento de señalización..... 102
- 4.6 Parte de control..... 103
 - 4.6.1 Computadoras y programas..... 103
 - 4.6.2 Tiempo real en el proceso de datos..... 103
 - 4.6.3 Arquitectura del procesador de sistema..... 104
 - 4.6.4 Procesadores estándar..... 106
 - 4.6.5 Integridad en los sistemas centralizados..... 106
 - 4.6.6 Sistema completo de conmutación..... 107
 - 4.6.7 Software..... 108
 - 4.6.8 Desarrollo de programas..... 109
- 4.7 Centrales PABX..... 110
 - 4.7.1 Conexión a la red..... 111
 - 4.7.2 Ejemplo de un PABX..... 112
 - 4.7.3 Sistemas más grandes..... 112
 - 4.7.4 Software..... 114
 - 4.7.5 Configuraciones..... 114
 - 4.7.6 Extensiones..... 115
 - 4.7.7 Características y servicios..... 115
- 5. NUEVAS TECNOLOGIAS..... 117
 - 5.1 RDSI (Red Digital con Servicios Integrados)..... 117
 - 5.1.1 Ventajas de RDSI..... 119
 - 5.1.2 Principios para el diseño de la RDSI..... 120
 - 5.1.3 El concepto de servicio en RDSI..... 121
 - 5.1.4 Conceptos y función en RDSI..... 122
 - 5.1.5 Conexión de un abonado a una RDSI..... 122
 - 5.1.6 Aplicaciones de RDSI..... 123
 - 5.1.7 Tecnología y funciones en RDSI..... 125
 - 5.1.7.1 Numeración y dirección..... 125

5.1.7.2 Tasación.....	126
5.1.7.3 Funciones de RDSI en la red.....	127
5.1.7.4 Operación y mantenimiento.....	127
5.2 Telefonía móvil	128
5.2.1 Una simple red de telefonía móvil.....	128
5.2.2 Suena en el automóvil.....	129
5.2.3 Canal de tráfico.....	130
5.2.4 Número limitado de canales.....	130
5.2.5 Existen varios sistemas.....	131
5.2.6 La estación base.....	131
5.2.7 El equipo del abonado.....	131
5.2.8 Identificación de un abonado móvil.....	131
5.2.9 Señalización.....	132
5.2.10 Llamada hacia un abonado móvil.....	133
5.2.11 Llamada de un abonado móvil.....	137
5.2.12 Liberación de la llamada.....	142
CONCLUSIONES.....	144
BIBLIOGRAFIA.....	146

INTRODUCCION.

La mayor parte de la información fue obtenida del CELE, centro de Entrenamiento Latinoamericano Ericsson, en Teleindustria Ericsson, México, cuya casa matriz está en Suecia. Teleindustria Ericsson México es la única empresa que fabrica las partes más importantes que se necesitan en el desarrollo de una red telefónica en México, y es la que estructura las redes telefónicas en nuestro país de acuerdo a nuestras necesidades.

En el CELE se encuentra gran cantidad de volúmenes de información, la mayoría en inglés, sobre cada una de las partes que intervienen en el desarrollo de una red telefónica y en los diferentes niveles, que son, básico, medio y avanzado, por lo cual se puede encontrar información separada de acuerdo al tema de interés y grado de complejidad.

Para mí, la red telefónica mundial es uno de los sistemas técnicos más grandes y más complejos que existen. Además, forma parte esencial de la infraestructura y es un requisito previo de vital importancia en el desarrollo de un país.

Dado que es un sistema muy amplio y complejo, hago énfasis solo en los principios y conceptos básicos que intervienen en el desarrollo de una red telefónica. Los detalles técnicos están fuera del alcance de éste trabajo.

Los estudiantes y egresados de la carrera de Matemáticas Aplicadas y Computación, M.A.C., somos usuarios potenciales a dichas redes, pero realmente, ¿cuántos de nosotros conocemos que son y cómo funcionan?. Pues bien, materias como, teoría de gráficas, arquitectura de computadoras, teleproceso, teoría de la computación y seminario de temas selectos, te permiten tener una idea de los conceptos académicos aplicados a la realidad.

Por todo esto, es que surgió en mí el interés por conocer más del tema, y es precisamente por esto que el objetivo principal de éste trabajo es, facilitar al estudiante el conocimiento de manera sencilla y clara de los conceptos básicos del

funcionamiento de las redes telefónicas, y así, describir y comprender la importancia que estas tienen en el desarrollo de un país.

Este trabajo consta de cinco capítulos:

En el primer capítulo titulado "Redes de telecomunicaciones", se hace mención de las diferentes formas de comunicación, y las bases necesarias y suficientes para el desarrollo de una red telefónica de acuerdo a las diferentes normas y recomendaciones que la regulan.

En el segundo capítulo titulado "Señalización", se hace mención de cómo debe ser la información que se debe enviar a diversos puntos a lo largo de la ruta que se necesita para el establecimiento de una conexión en una red telefónica, la cual se hace con diferentes tipos de señales.

En el tercer capítulo titulado, "Transmisión", se mencionan las bases necesarias y suficientes para poder establecer el transporte de energía, el cual con sus diferentes variaciones forma señales que contienen cierta clase de información para un sistema telefónico, y su importancia se debe a que el primer paso para establecer la comunicación entre dos usuarios es, convertir la voz en una señal eléctrica.

En el cuarto capítulo titulado, "Centrales telefónicas", se mencionan los principios básicos de funcionamiento y las partes que intervienen en el desarrollo de una central telefónica, el cual es el equipo más importante durante la trayectoria de una conexión, puesto que es en donde se hace el procesamiento de todo tipo de información.

En el quinto capítulo titulado, "Nuevas tecnologías", llamado así por la innovación de la tecnología moderna, se hace mención, por una parte, sobre la RDSI (Red Digital con Servicios Integrados), debido a la importancia que tiene como una red digital de datos, la cual tiene como base una red telefónica. Por otra parte, hace mención sobre la telefonía móvil en el cual se hace referencia a todos los eventos que ocurren durante el establecimiento hacia/desde un abonado/usuario móvil.

Espero que su lectura no resulte tediosa ya que comprende algunos conceptos que no son fáciles de entender, pero que sí logran comprender la idea general. Estoy seguro de que éste trabajo será de gran utilidad en su desarrollo profesional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tal vez, alguno de ustedes se pregunte, ¿ por qué lo considero un tema de tesis?, pues bien, es por lo siguiente:

De acuerdo a la definición de tesis que hace el autor "Antonio Miguel Saad", en su libro titulado "Redacción", que dice, "puede bastar con un estudio particular de un problema en el que se aporta, sino originalidad, sí algo que pueda servir o ser útil en sus resultados", es por lo que considero que es un buen tema de tesis, ya que el poder estructurar el desarrollo de una red telefónica en la manera que yo lo estoy presentando no se encuentra en ningún libro de texto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

REDES DE TELECOMUNICACIONES.

En este capítulo, se hace mención de los diferentes tipos de comunicación debido a que la red telefónica, además de ser el portador del servicio telefónico, se utiliza también como portador para muchos otros servicios.

También, se muestran los puntos más importantes que intervienen como base fundamental de la cual se debe partir para llevar a cabo el desarrollo de una red telefónica, tales como la importancia de las recomendaciones establecidas por el Comité Consultivo Internacional para Telegrafía y Telefonía, CCITT, y los planes fundamentales.

Por lo tanto, el objetivo principal de este capítulo, es que el lector valore la importancia de la red telefónica dentro del ámbito de las comunicaciones, los puntos más importantes que intervienen como base fundamental de la cual se debe partir para llevar a cabo el desarrollo de una red telefónica, la importancia del servicio telefónico y la de tomar en cuenta las recomendaciones establecidas por CCITT.

1.1 Redes de telecomunicaciones. La lista de grupos interesados en pertenecer a una red de telecomunicación es muy amplia. Por lo tanto, se tiene lo siguiente:

1) Oficina. La oficina moderna es un excelente ejemplo de la aplicación de las telecomunicaciones. Los abonados empresariales hacen grandes demandas del equipo telefónico. Es sin duda una ayuda indispensable para su trabajo.

En las grandes oficinas, hay un teléfono en cada escritorio, los cuales están conectados usualmente a un PABX, (Public Automatic Branch eXchange, Central Telefónica Automática Privada), mejor conocido como conmutador, el cual brinda mayor número de servicios que un teléfono privado.

2) Otros grupos interesados. Hay muchos grupos interesados en pertenecer a una red telefónica, como es el caso de los abonados privados que pertenecen al grupo más grande, y le siguen el grupo de la policía, bomberos, ambulancias, etc., sin olvidar al grupo de la administración telefónica, ya que ellos tienen toda la responsabilidad sobre la red.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.1. Telecomunicación. Comunicación es un concepto extenso. Telecomunicación es solo uno entre muchos otros medios de transferir información y una parte de la comunicación en la sociedad, por lo que se considera que tiene una gran importancia en el desarrollo del país. "Tele", significa a distancia, por lo tanto, "telecomunicación" significa, comunicación a distancia, lo cual indica el intercambio de información comprensible a distancia. Los métodos más modernos y comunes son los tele-servicios, los cuales se muestran en la figura 1.1.1.1.

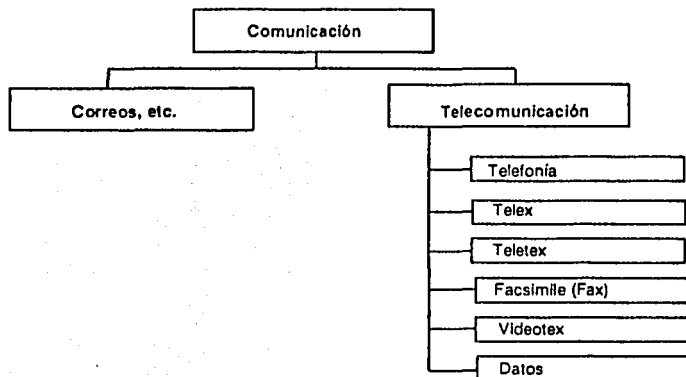


Figura 1.1.1.1: Telecomunicación, una de las diferentes formas de comunicación.

1.1.2 Servicio y portadores. Si mandáramos una carta por medio del correo, éste sería el portador de la carta mandada, que a su vez es un servicio. La red telefónica es así el portador del servicio telefónico.

El mismo portador puede ser usado por diferentes servicios de comunicación. Por ejemplo, nuestra red telefónica, es el portador para el teléfono, el videotex, facsimil (fax), y el tipo de comunicación de datos que incluye el tráfico sobre conexiones de marcación.

1.1.3 Un modelo de telecomunicación. Un modelo para los servicios de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

telecomunicación se muestra en la figura 1.1.3.1.

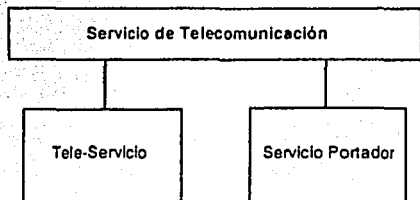


Figura 1.1.3.1: Un modelo simple de telecomunicación.

Las administraciones telefónicas pueden ofrecer al público en general tanto tele-servicios como servicios portadores. El servicio portador es únicamente proveedor de un "sistema de transporte" para el intercambio de información. El tele-servicio, provee no solo un sistema de transporte, sino también funciones para conexión, dirección, lenguaje único, diseño de información, etc.

Este punto de vista implica que el servicio telefónico es relativamente primitivo, porque el usuario es responsable de funciones, tales como, el entendimiento del lenguaje y del diseño de la información.

1.1.4 OSI Las redes telefónicas tienen que desarrollarse de acuerdo a las reglas establecidas por ISO (International Standards Organisation, Organismo de Normas Internacionales) y sobre un modelo general para la descripción de los servicios de comunicación conocido como OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos). El modelo OSI describe siete capas mutuamente independientes, cada capa define el nivel de información dentro de la red. Las tres primeras capas corresponden al servicio portador.

1.1.5 La red telefónica. Esta es la más vieja y la más grande de todas las redes de telecomunicaciones. Comprende todas nuestras necesidades para el servicio telefónico.

1.1.6 La red del telex. Fue introducido durante 1930. Usando telex, podemos mandar y recibir mensajes sobre todo el mundo, aunque se le considera un sistema de comunicación relativamente lento, (50 bits/seg.). El número de caracteres transferidos es limitado, y sólo se pueden mandar letras mayúsculas.

Actualmente, mediante las instalaciones para el acceso entre las diferentes redes, los abonados del telex pueden transmitir también mensajes a los abonados del teletex.

1.1.7 Red pública de conmutación de datos por circuito (Circuit-Switched Public Data Network (CSPDN)). Fue introducida en Escandinavia en los 80's. Aparte de los abonados de teletex, los clientes más grandes son, bancos con los servicios de banca automática, compañías petroleras, agencias de viajes, y otros.

La red es totalmente digital, y está diseñada exclusivamente para la comunicación de datos. Se pueden escoger los bits/seg a transferir, los cuales son, 600, 2400, 4800 y 9600. La CSPDN está conmutada por circuitos, es decir, el transmisor y el receptor están en conexión directa entre sí durante todo el tiempo de transmisión y deben trabajar a la misma velocidad. La transmisión de datos puede ser en ambas direcciones simultáneamente, es decir, la transmisión full duplex está disponible en CSPDN.

1.1.8 Red pública de datos conmutada por paquetes (Packet-Switched Public Data Network (PSPDN)). Fue introducida a mediados de 1970. Esta red permite tráfico internacional.

La ISO define la conmutación de paquetes como un procedimiento de transferencia de datos mediante paquetes provistos de direcciones, en el que la vía de comunicación se ocupa solamente durante el tiempo de transmisión de un paquete, quedando a continuación la vía disponible para la transmisión de otros paquetes.

En este tipo de sistemas, una comunicación entre dos equipos terminales de datos consiste en el intercambio de paquetes, los cuales viajan por la red a la que se le denomina también "de transporte de paquetes", a través de un canal lógico realizado utilizando medios físicos compartidos con otras comunicaciones.

Una red de transporte de paquetes está constituida básicamente por un conjunto de líneas de transmisión que enlazan un conjunto de nodos o centros de conmutación de paquetes. El nodo de interconexión está constituido por un computador, el cual recibe informaciones a través de los caminos que a él llegan, las almacena, determina el nuevo camino que debe seguir para llegar a su destino y las retransmite.

Entre los abonados que la usan son, por ejemplo, universidades, facultades y los departamentos de investigación de las grandes empresas. Su interés se debe a que la red da acceso a una variedad de bases de datos alrededor del mundo y estas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

bases de datos venden información sobre cualquier tema.

1.1.9 Servicio de teletex. El teletex se puede describir mejor como comunicación de procesadores de palabras. Puede ser usado como un telex ordinario pero con una velocidad de 2400 bits/seg. Además, se proporciona un amplio conjunto de caracteres con letras mayúsculas y minúsculas. Por lo tanto, es posible la comunicación con los abonados del telex.

1.1.10 Servicio de videotex. Usa un equipo relativamente simple, tal como una computadora personal, en la cual se encuentran un gran número de bases de datos. La información se puede acceder por todos los abonados ó solo por ciertos grupos de abonados. También ofrece el correo electrónico, el cual permite transferir mensajes entre los abonados en la red. Trabaja a una velocidad de 1200 bits/seg hacia el abonado y 75 bits/seg del abonado hacia la base de datos.

1.1.11 Comunicación de datos en la red telefónica pública conmutada. Usando un modem, la red telefónica puede ser usada para la comunicación de datos. Con la ayuda del teléfono, la conexión se realiza de la manera ordinaria hacia el abonado requerido. El modem asegura que las computadoras puedan comunicarse entre sí.

1.1.12 Otras redes con otros servicios. Aparte de las redes telefónicas más comunes, hay una larga lista de portadores para los diferentes requerimientos de comunicación, por ejemplo:

- Redes de alarmas. Son líneas especiales dedicadas específicamente para la vigilancia y protección de, por ejemplo, bancos, importantes sitios industriales, etc. El sitio que se está vigilando por lo general está conectado a un centro de vigilancia de la policía o de la compañía de seguridad. Así el personal de seguridad puede ver de inmediato en una gran pantalla dónde se originó la alarma, y llevar a cabo las acciones necesarias.

- Redes de banda ancha. La red telefónica está diseñada para la transmisión de conversaciones. Esto requiere un ancho de banda relativamente pequeña (amplitud de frecuencia que puede ser transmitida). El ancho de banda de una red de banda ancha ha aumentado para así permitir la transmisión de información de imágenes. Este tipo de red es utilizada, por ejemplo, para la TV por cable, conferencias en TV y radio. Una red de banda ancha instalada en un área residencial puede ser conectada a un receptor central para la TV vía satélite y da, por lo tanto,

acceso a los abonados del área a los programas de TV de un gran número de países.

- Redes privadas, en las que el usuario es quien crea su red de comunicaciones hasta el grado de complejidad que desee. No necesitan seguir las leyes ni las recomendaciones aplicables a las administraciones telefónicas. Como por ejemplo, SITA que es la coordinación de reservas de vuelos entre las compañías aéreas y compañías de transporte y comunicaciones como por ejemplo IBERIA.

- Redes de área local (Local Area Networks, LAN's), son usadas para la comunicación interna de autoridades y grandes compañías, y diseñadas para la comunicación de datos.

1.1.13 Un portador para todos los servicios. Un usuario conectado a teletex puede comunicarse con un usuario de telex y viceversa. Por medio de la introducción de "compuertas" (gateway) en la red, se puede adaptar el tráfico en una red para comunicación con otra.

1.2 Requerimientos básicos de telefonía. El hecho de que estemos viviendo en un mundo de constantes cambios, está ejemplificado por la red telefónica, ya que las nuevas tecnologías y demandas de los usuarios hacen que continuamente se actualice. Por lo tanto, los requerimientos básicos de la red telefónica se pueden resumir de la siguiente manera:

- Demandas de las partes interesadas. Son las expectativas de la red.
- Tecnología existente. La tecnología que tenemos a nuestra disposición está llena de posibilidades.
- Recomendaciones de CCITT, las cuales tienen una importante influencia en la red telefónica.
- Planes fundamentales. Son la guía para el diseño de la red.
- Diseño de la red. Es afectada por las capacidades proporcionadas por la tecnología digital.

1.3 Demandas y requerimientos de una red telefónica. La lista de demandas es la siguiente:

- Confiabilidad.
- Fácil acceso hacia muchos abonados.
- Rápido establecimiento de llamadas.
- Buena calidad de transmisión.
- Bajo costo de las llamadas.

La lista de requerimientos sobre la red, es la siguiente:

- Un equipo con larga vida.
- Renovable por etapas.
- Extensible para el crecimiento de tráfico.
- Uso eficaz del equipo.
- Sencillo para reparar y mantener.
- Capacidad de reemplazo cuando ocurran fallas en la red.

Existen otros factores en forma de reglamentos y leyes, y son los siguientes:

- Los ciudadanos tengan un teléfono adecuado. Significa que el administrador de la red tiene la obligación de instalar el equipo necesario a cualquier ciudadano que lo solicite.
- Responsabilidad de atender todas las necesidades importantes de comunicación de la sociedad. La red telefónica debe trabajar tanto en tiempos de paz como en tiempos de guerra.

1.4 Tecnología PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por Impulsos Codificados). Es uno de los principios más importantes de la red telefónica moderna.

1.4.1 Redes Analógica y digital. La tecnología digital en la red telefónica no es nada nuevo. Lo que es nuevo es la transferencia de voz digitalmente. En otras palabras, el sonido que emitimos cuando hablamos es convertido a dígitos y transmitidos a través de la red, y para que la persona llamada entienda lo que estamos diciendo, éstos números deben ser convertidos otra vez a un sonido audible.

La audibilidad de voz transmitida en forma analógica sobre largas distancias puede ser muy mala, debido a que, por ejemplo, el ruido puede ser difícil para entender o reconocer lo que está diciendo la otra persona. Pero con un número las cosas son diferentes, si la voz es distorsionada cuando llega, ésta puede ser interpretada y regenerada para dar un sonido no deformado al receptor.

En líneas analógicas, el sonido es amplificado en intervalos regulares. La etapa correspondiente en líneas digitales es la regeneración, es decir, la información del número distorsionado es interpretado y recreado. Aquí está una diferencia importante entre las características de los dos métodos de transmisión. En el sistema analógico el ruido también es amplificado. Cada etapa de amplificación a lo largo de la línea conduce a una acumulación de ruido. En el sistema digital, la información es creada de nuevo en cada etapa de regeneración, y puede ser transmitida sin ser afectada por el ruido.

1.4.2 Pasos entre la voz analógica y el enlace con la transmisión digital. Hay tres pasos y son los siguientes:

1) **Muestreo**, es la técnica usada para estar lo más cerca a la verdad. Este es un proceso de tomar las suficientes lecturas (muestras) sobre la curva de voz. Un conveniente muestreo de frecuencia es 8000 muestras por segundo. El resultado es una señal Modulada por Amplitud de Pulso (Pulse Amplitude Modulated, PAM), donde cada pulso corresponde directamente a la amplitud en la curva de voz.

8000 Hz es un muestreo de frecuencia el cual cumple con los requerimientos de la información que no será perdida.

2) **Cuantización**. La transmisión digital involucra la transferencia de valores numéricos. Por lo tanto, se mide el más alto de los pulsos en la señal PAM, y se le da a cada pulso un valor numérico. Para no obtener un número infinito de valores numéricos para transferir, los niveles de amplitud son divididos en intervalos. Todas las muestras que caen dentro de un intervalo determinado tienen el mismo valor. Esto es conocido como cuantización de una muestra. Ver la figura 1.4.2.1.

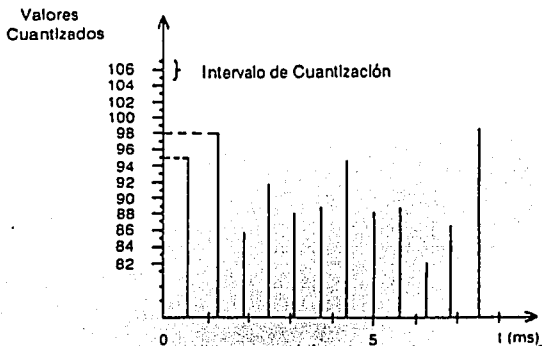


Figura 1.4.2.1: Muestra con los correspondientes valores cuantizados.

Cuantización significa que estamos comprometidos a una exactitud. Las series de números son más grandes que los que realmente están en la curva de voz. La desviación es conocida como distorsión de cuantización. Pero al mismo tiempo que se obtiene un número limitado de valores numéricos para transmitir, el equipo

puede ser más simple, y el riesgo de errores de transmisión es menor. En los sistemas de telefonía, se utilizan 256 intervalos de cuantización y, por lo tanto, existen 256 valores diferentes para transferir.

3) Codificación. Esto se lleva a cabo con la ayuda de pulsos binarios, es decir, pulsos con solo dos niveles. Ocho de estos pulsos, ó bits, son suficientes para formar un código único para cada valor del intervalo ($2^8=256$). El equipo solo necesita diferenciar el nivel de los pulsos, y contar hasta ocho.

Todo éste proceso es llamado PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por Impulsos Codificados), y el resultado, el código binario de 8-bits, es por lo tanto, conocido como una palabra PCM, la cual corresponde a una muestra. 8000 palabras PCM son generadas por segundo. Para cada conversación, la transferencia de los bits dentro del enlace digital es de $8 \times 8000 = 64,000$ bits/segundo. Ver figura 1.4.2.2.

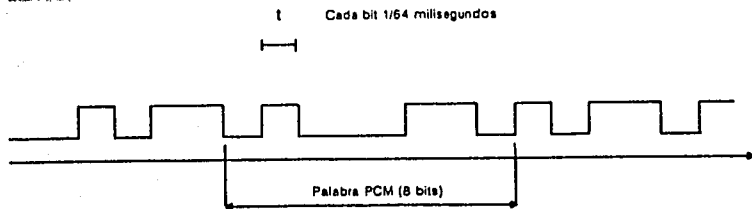


Figura 1.4.2.2: Palabra PCM de 8 bits.

1.4.3 Sistemas multicanal. En realidad es muy caro construir y mantener los enlaces de transmisión en la red telefónica. Por consiguiente, se gana mucho al contar con una capacidad de transmisión de varias conversaciones a través del mismo par de hilos. La técnica usada en éste sistema es conocida como multiplexaje, y es usada en redes analógicas y digitales.

1.4.3.1 Multiplexaje en frecuencia. En el caso analógico, el multiplexaje puede ser comparado con las técnicas las cuales hacen posible escoger la estación requerida en un receptor de radio. A cada transmisor le es asignada una frecuencia determinada, por medio de la cual se envía la información a transferir al receptor. Simplemente girando el botón de sintonía de frecuencia en el receptor, podemos cambiar a otro transmisor.

La figura 1.4.3.1.1 muestra el principio del Multiplexaje por División de Frecuencia (FDM) en un enlace de transmisión analógico. Por el mismo hilo se alimentan tres diferentes frecuencias portadoras, una para cada canal de voz. La frecuencia de la onda portadora es modulada en la conversación, y la demodulación correspondiente se lleva a cabo en el receptor. Los sistemas de frecuencia de la onda portadora pueden tomar desde 2 hasta 10,800 canales.

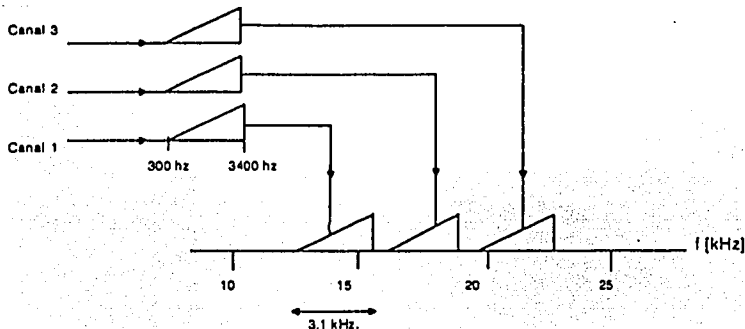


Figura 1.4.3.1.1: Multiplexaje FDM, tres canales.

1.4.3.2 Multiplexaje en tiempo. La red digital utiliza una técnica completamente diferente. Veamos primero el principio del multiplexaje por división de tiempo, ó TDM como se conoce. Ver figura 1.4.3.2.1.

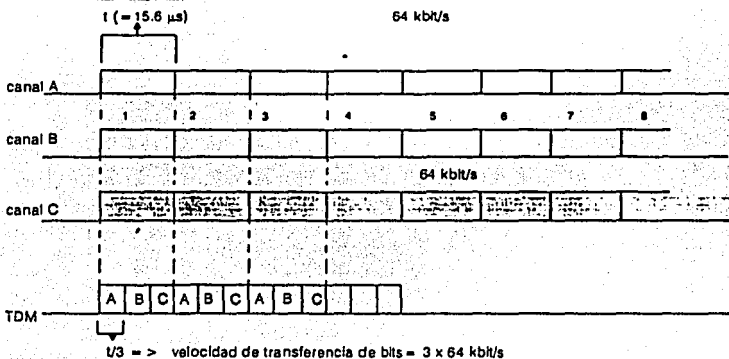


Figura 1.4.3.2.1: Multiplexaje por división de tiempo, tres canales.

Los tres canales digitales son transmitidos en multiplexaje por tiempo con el fin de ser enviados por la misma línea (TDM en la figura). Cada bit puede usar solamente una tercera parte del tiempo original para un bit (t). De aquí que la velocidad de bits en la línea común sea tres veces mayor.

Se pueden multiplexar dos enlaces TDM, como se muestra en el ejemplo usando el mismo principio de emplear una velocidad de bits 6 veces mayor que la original. Esto se conoce como multiplexaje de alto orden.

El multiplexaje de éste tipo se usa en la red telefónica (TDM de segundo orden ó un orden más alto). Sin embargo, en multiplexaje de primer orden, se utiliza una técnica diferente.

1.4.4 Sistemas PCM primer orden. En este caso se tienen 32 canales digitales los cuales tienen que ser multiplexados. El multiplexaje no es llevado a cabo bit por bit, sino palabra PCM por palabra PCM.

PCM (Modulación por Impulsos codificados) incluye el muestreo, cuantización y codificación de los valores de amplitud en palabras PCM de 8-bits. Cuando se multiplexa, las palabras PCM de los 32 canales son almacenadas en un buffer. Una palabra a la vez es leída, y los bits son comprimidos a $1/32$ de su longitud original antes de que la palabra PCM sea enviada sobre la línea común. Ver figura 1.4.4.1.

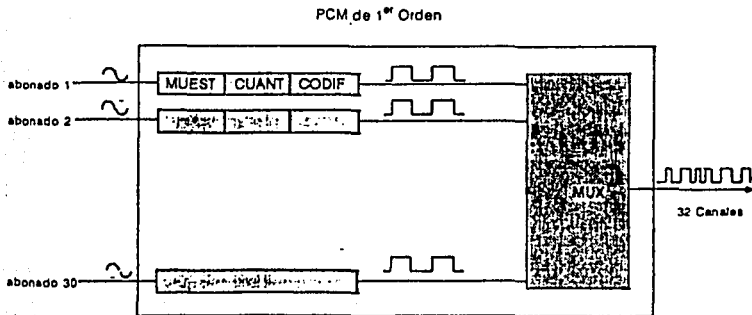


Figura 1.4.4.1: Sistema PCM de primer orden.

El espacio que existe entre cada palabra PCM en la línea común TDM es llamada "ranura de tiempo" (time slot). La figura 1.4.4.2 muestra las ranuras de tiempo para los 32 canales y juntos forman lo que se conoce como "trama" (frame). Cada trama contiene una palabra PCM para cada uno de los 32 canales. Las ranuras de tiempos 0 y 16 son reservados para otra información, así que hay espacio para 30 conversaciones diferentes.

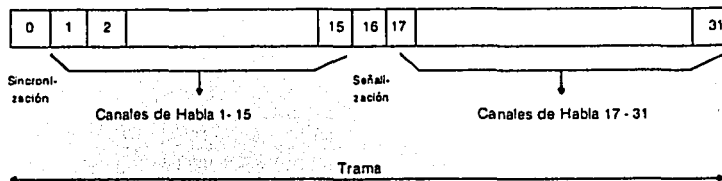


Figura 1.4.4.2: Una trama, 32 ranuras de tiempo.

La velocidad en un canal PCM es de 64 kbits/s. Después de la transmisión

por multiplexaje, este es de $32 \times 64 = 2,048$ kbits/seg.

Cuando se multiplexa en un sistema PCM de segundo orden, el flujo de bits se multiplexa a partir de cuatro multiplexores de primer orden.

Una diferencia importante es que los bits ya no son ordenados en las palabras PCM, sino por multiplexaje de bits.

1.4.5 Alineación de trama. La ranura de tiempo "0" es usado para la sincronización del flujo de bits, y así el transmisor y el receptor están de acuerdo para saber cuándo comienza una nueva trama. Por lo tanto, una palabra de alineación de trama comienza cada trama. Cuando la palabra de alineación de trama llega a la unidad de recepción, sabe que las palabras PCM que siguen pertenecen a una nueva trama. Ver figura 1.4.5.1.

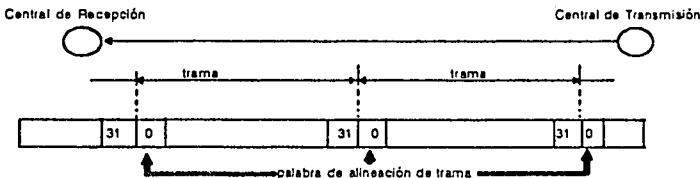


Figura 1.4.5.1: Sincronización de trama con la palabra de alineación de trama.

1.5 CCITT. La Unión Internacional de Telecomunicación, (International Telecommunication Union, ITU), es un grupo que maneja las cuestiones sobre telecomunicación internacional. La ITU depende de las Naciones Unidas. Los cuerpos permanentes bajo la ITU son:

1.- La Secretaría General. Responsable de las actividades económicas y administrativas dentro de ITU.

2.- IFRB, (International Frequency Registration Board), la Junta Internacional de Registro de Frecuencia, el cual tiene la responsabilidad de la coordinación y uso de todos los tipos de frecuencias de radio.

3.- CCIR, (Comité Consultatif International des Radiocommunications), Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones, el cual maneja otras cuestiones relacionadas con radio.

4.- CCITT, (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique), Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía, el cual cubre aspectos de telecomunicación.

Esto se puede representar de acuerdo a la figura -1.5.1.

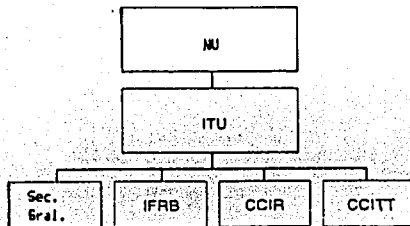


Figura 1.5.1: Organización de ITU.

Por lo tanto, CCITT es una bifurcación de la ITU la cual está más relacionada con la telecomunicación. El trabajo práctico es principalmente llevado a cabo en grupos de estudio formados por expertos que constituyen compañías y administraciones de los países miembros. Los grupos actualizan las recomendaciones y las publican cada cuatro años. Cada publicación tiene diferente color, el cual le da el nombre al documento, por ejemplo, en 1981 fue el "Libro amarillo", y en 1985 fue el "Libro rojo".

Cada grupo de estudio es conocido por una letra, algunos de ellos son:

- V, para la comunicación de datos en la red telefónica.
- X, para otras cuestiones sobre la comunicación de datos.
- I, para asuntos sobre la Red Digital con Servicios Integrados, (RDSI).

1.5.1 Recomendaciones de CCITT. Las recomendaciones son conocidas por las letras de los grupos, seguida de un número. Por ejemplo, V24 es la recomendación número 24 del grupo V, el cual define una interfase entre el modem y la computadora. Como se trata de recomendaciones, no hay nada que obligue a las administraciones ó compañías a seguirlas.

Las recomendaciones de CCITT cubren prácticamente todas las áreas, por ejemplo:

- Los datos generales y específicos del comportamiento del equipo. Por ejemplo, para la máxima atenuación permitida en el tráfico internacional, el tiempo establecido para establecer la llamada, etc.
- Números telefónicos, es decir, recomendaciones sobre cómo construir

códigos de área y las series numéricas para los abonados.

- Señalización, el cual incluye modelos y métodos para transferir mensajes entre las centrales que están en la red. Por ejemplo, cuándo establecer una llamada.
- Tasación, incluye las bases sobre las cuales debe ser calculada la factura de teléfono.
- Enrutamiento, esto es, la ruta por la cual la llamada debe ser transmitida entre los abonados.
- Operación y mantenimiento, es una cuestión central para las administraciones de teléfonos. Aquí hay algunas recomendaciones sobre los métodos de medición de caída de voltaje hasta la organización del trabajo.

1.5.2 Interfase internacional. El objetivo de CCITT como corresponde a un cuerpo internacional, es ser responsable de la coordinación internacional del tráfico de la telecomunicación.

Técnicamente, el término "interfase" es usado para designar el "área de contacto" entre equipo de dos piezas, es decir, el área de contacto entre las redes telefónicas de los países. A CCITT no le importa como organicemos nuestras propias redes mientras que aseguremos que la interfase con otros países cumplan con los requerimientos necesarios.

1.5.3 CEPT. Aún hay otro conjunto para las compañías telefónicas en Europa, con el nombre de "Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications" (CEPT), la cual también publica recomendaciones para las administraciones de teléfonos. El número de partes interesadas en CEPT es más pequeño, ya que las recomendaciones de éste salen frecuentemente antes que las de CCITT.

1.6 Planes fundamentales. La planeación es la llave del mundo. Las administraciones telefónicas deben considerar todo lo referente a la planeación de la red telefónica. Los planes fundamentales son reglas fundamentales para diseñar la red. Las áreas que deben cubrir éstas reglas son:

- Plan de numeración, el cual especifica cómo son construidos los números de los abonados.
- Plan de transmisión, controla las normas y técnicas para la transmisión del tráfico telefónico.
- Plan de enrutamiento, regula la selección de rutas entre centrales.
- Plan de señalización, para especificar todo acerca de la información que debe ser transferida entre las centrales cuando se establezcan las llamadas.
- Plan de sincronización, el cual pone las reglas para que la red de las centrales digitales no queden fuera de sincronización.

- Plan de tasación, forma las bases para el cobro de las llamadas telefónicas.
- Plan de calidad de servicio, el cual especifica el objetivo de la organización y método de operación y mantenimiento.

Todos los planes fundamentales, tienen su contraparte en las recomendaciones de CCITT.

1.7 Plan de numeración. El objetivo de éste plan es, proporcionar a cada abonado y a cada servicio en la red telefónica un código único y simple, el cual permita el establecimiento automático de la llamada en la red.

Las razones por las cuales el plan de numeración tiene que realizarse son las siguientes:

- Para identificar la llamada del abonado y efectuar el cobro por la llamada.
- Para garantizar la expansión en relación con el aumento del número de abonados sin tener que hacer cambios en la numeración.
- Para crear un sistema de numeración a largo plazo (>40 años) para abonados y servicios.
- Para crear series de numeración para abonados con el menor número posible de dígitos.
- Para crear un método uniforme y simple para sintonizar números de todo el país.
- Para crear números de códigos simples para especificar servicios, los cuales deben ser los mismos en todo el país.
- Para simplificar la coordinación con otros planes de numeración.

1.7.1 Tráfico internacional. Todos los abonados en el mundo deben tener su propio y único número telefónico el cual permitirá conmutar automáticamente la llamada. A cada país le es dado su propio número ó código, el cual en combinación con el número nacional, le da a cada abonado un código único.

Los códigos para los países tienen 2 ó 3 dígitos. Su designación es responsabilidad de CCITT, quien produce un plan de numeración internacional.

1.7.2 El número telefónico y sus reglas de numeración. De acuerdo a la figura 1.7.2.1, los 6 últimos dígitos son exclusivamente para el abonado, los cuales pertenecen a su propio código troncal, sin embargo, la misma combinación de dígitos puede repetirse en otra área de código troncal. La combinación del código de área 927 es llamado el código troncal, y el número de abonado (320535) es el número significativo nacional. Pero en la red internacional puede pasar que varios abonados tengan la misma combinación de los 9 dígitos, así que para un número exclusivo garantizado, se le agrega el código del país (44).

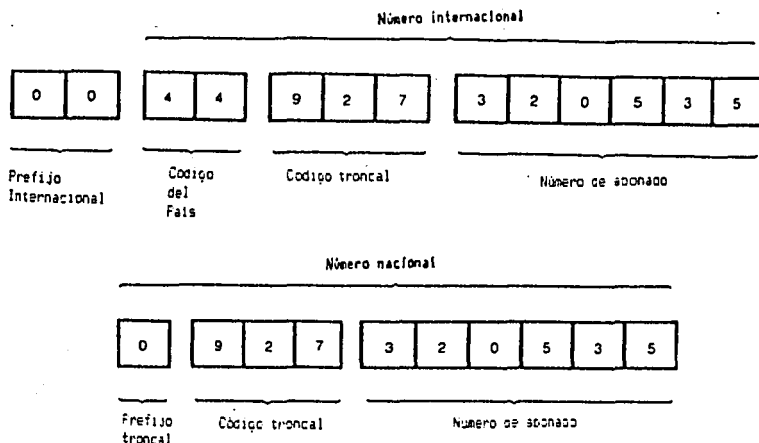


Figura 1.7.2.1: Números nacionales e internacionales.

Las centrales telefónicas deben tener capacidad de distinguir lo siguiente:

- números de abonado local.
- Códigos de área troncal.
- códigos de países.

Los códigos de países están siempre precedidos por un prefijo internacional (00 ó 001), y los códigos de la troncal comienzan con el prefijo (0).

1.7.3 Longitud de la numeración uniforme y no uniforme. El uso de longitud uniforme, es decir, siempre el mismo número de dígitos en el número del abonado, simplifica el procedimiento de la llamada, pero al mismo tiempo tendremos más dígitos de los necesarios para identificar al abonado correcto.

Cuando la longitud de un número no uniforme es usada, el número de dígitos depende del número de abonados dentro de una área de código troncal.

El siguiente cuadro indica las ventajas y desventajas de la longitud de los números:

	ventajas	desventajas
longitud de número uniforme.	simplifica el procedimiento para establecer las llamadas.	frecuentemente son más dígitos de los necesarios.
longitud de número no uniforme	Requiere de un mínimo de dígitos.	funciones requeridas para la identificación del número de dígitos.

La división geográfica de abonados es importante, ya que es preferible tener aproximadamente el mismo número de abonados en cada código de área. Esto da una longitud uniforme para los números de abonado, y un balance de tráfico entre áreas.

Otro factor importante es la organización de la administración telefónica para la operación y mantenimiento de la red telefónica, ya que se le facilita su trabajo de acuerdo a los códigos de área.

1.7.4 Numeración para el PABX (Private Automatic Branch eXchanges) ó conmutador. Los abonados de negocios tienen requerimientos específicos para sus números telefónicos. Estos no solo deben ser fáciles para recordar, sino también de acceso directo, esto es, que se tenga acceso a extensiones individuales por medio de un número directo.

El PABX es un abonado con varias extensiones, éste, hace un análisis del número y dirige la llamada a la extensión correcta.

El método delineado para el PABX reserva 10,000 números de abonado para toda la compañía. Además tiene la ventaja de que los números directos tienen el mismo formato que un número de abonado ordinario.

1.8 Plan de tasación. La red telefónica incurre en grandes costos todo el año. La operación, mantenimiento y desarrollo, requieren de personal y equipo. El costo es cubierto por los pagos de los abonados, entre otros. Así que el objetivo de éste plan es obtener el pago de las llamadas telefónicas.

1.8.1 Requerimientos. Los costos del teléfono se envían en una factura para cada abonado. Estos son costos de desarrollo, inversión en equipo, construcción de cable, operación y mantenimiento de las diferentes partes de la red, etc., los cuales no

se especifican en la factura ya que resulta complicado. Usualmente se le cobra al abonado una cuota fija para la instalación, una renta periódica y una cuota en base al tiempo que un abonado usa el teléfono. Así que los requerimientos son:

- 1) Las reglas de tasación sean simples para entender y para administrar.
- 2) La técnica de tasación sea simple y confiable.
- 3) El cobro debe ser justo para cada abonado.
- 4) El cobro produzca el ingreso requerido.

1.8.2 Tres tipos de costo. Los medios por los cuales los costos son medidos y cobrados dependen de las políticas básicas de la administración. Los tipos de costo son:

1.- Cuota de instalación, cuando la administración conecta a un nuevo abonado, involucra ciertos costos iniciales, como son, número de teléfono, equipo hacia la central, etc. Estos costos frecuentemente son los mismos para todas las instalaciones.

2.- Cuota de suscripción, éste es un costo fijo el cual es cargado al abonado. Servicios especiales y equipo fuera de lo normal incurre en un costo extra.

3.- Tasación de la llamada, el costo es en proporción al número de llamadas y/o a la duración de las llamadas. También es común hablar en términos de tipos de tarifa los cuales son:

1) Tarifa sencilla, es la forma más simple posible, no importa el número de llamadas al día, el cargo es siempre el mismo.

Ventajas:

- No se requiere equipo para el cobro.
- No necesita registro de datos, solo administración simple.
- El abonado conoce su costo total con anticipación.
- Estimula el uso de instalaciones existentes.

Desventajas:

- El abonado no puede afectar su propio costo.
- El sistema puede ser injusto.
- Resistencia para nuevos abonados.

2) Cargo de tarifa por unidad, el cargo está basado en el hecho de que cada una de las llamadas de los abonados pueden ser contadas por algún equipo en la central. El costo de la llamada tiene una cantidad fija.

Ventajas:

- El costo mínimo de teléfono atraería más abonados.
- El recuento de las llamadas requiere relativamente equipo simple en la central.

Desventajas:

- No hay información sobre distancia ó duración de llamadas.
- Riesgo de tiempo de ocupación mas largo de líneas y equipo.

3) Tasación por tiempo, es posible registrar el tiempo de duración de cada llamada.

Ventajas:

- El cargo es acerca de la duración de la llamada y el equipo usado.
- Los cargos diferentes también se pueden hacer para los diferentes tipos de servicio y categoría de abonado.

Desventajas:

- Equipo de cargos más complicado en la terminal.

4) Tasación por servicio, el método de cobro depende del tipo de servicio, como son, operadora, intercepción telefónica y grabación de mensajes.

En algunos países los costos son más caros en horas del día en que el tráfico está congestionado.

1.8.3 Métodos de tasación. Se usan dos métodos técnicos para calcular el costo de la llamada y agregarlo al recibo del abonado, y son los siguientes:

1) Medición de pulsos. La forma más común de medición de pulsos es conocida como el "principio de Karlsson" (en honor al matemático finlandés S.A. Karlsson). El método de tasación está basado en pulsos generados en una central determinada. Tan pronto como la llamada es detectada, el generador de pulsos es conectado y el contador de la llamada registrará los pulsos.

2) Factura detallada. Este método de contabilidad es usado en ciertos países. El equipo registra el número que está llamando y el llamado, junto con la duración, fecha, hora, tipo de servicio y la tarifa de tasación. Después, la información es presentada en el recibo telefónico del abonado.

1.8.4 Precio. Cuando la política de la administración es que cada abonado

debe pagar un cargo por llamada la cual lleva una relación a los costos actuales, sólo se puede usar el cargo por tiempo. Para éste fin, la central de tasación (usualmente una central local) debe analizar el número marcado para establecer la tarifa que aplica.

El precio de una llamada local está basado frecuentemente en los siguientes tipos de tarifa:

- Cobro de cuota por unidad, independiente de la duración de la llamada.
- Cargo por tiempo.

La tarifa para una llamada local también es un cargo por llamada ó un cargo por un intervalo de tiempo, ó una combinación de ambos.

Las llamadas de larga distancia, nacional ó internacional, son usualmente cobradas en base al tiempo. La tarifa es determinada por el análisis del número y es dependiendo de la distancia entre las centrales de los dos abonados. Este método para fijar el precio es llamado medición de tiempo por zona, y trabaja dividiendo el país en un número de zonas de tarifas.

1.8.5 Puntos de tasación. Son puntos en la red en donde el análisis y control del cobro son realizados. La regla es que los puntos de tasación deben estar tan cerca como sea posible del abonado que llama. Para las llamadas locales, el punto de tasación debe ser en la central local. Cuando el análisis del número indica que el abonado llamado pertenece a la misma zona de tarifa, el cargo se realiza en la misma central local. Ver figura 1.8.5.1.

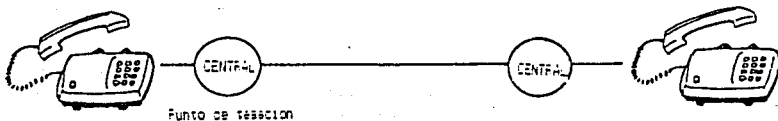


Figura 1.8.5.1: Punto de tasación dentro de una zona de tarifa.

Cuando el número marcado indica que la llamada va a ir a una central en otra zona de tarifa, se lleva a cabo un análisis más refinado sobre el cobro. En éste caso, una central en la zona asume la tasación y se convierte en el nuevo punto de tasación para la llamada. Ver figura 1.8.5.2.

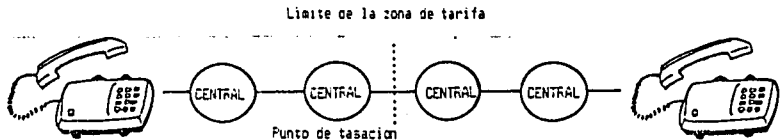


Figura 1.8.5.2: Punto de tasación, llamada troncal.

1.9 Plan de enrutamiento. Este plan describe el diseño de la red y su uso para el tráfico. Dentro de éste plan se tiene reglas para lo siguiente:

- 1) Estructura de la red, acerca de cómo son conectadas las redes en las centrales, jerarquía entre centrales, etc.
- 2) Reglas para el enrutamiento del tráfico telefónico, es decir, cuáles rutas en la red serán usadas como primarias, secundarias, etc.
- 3) Reglas para el enrutamiento de otros servicios en la red, manuales y automáticos.
- 4) Rutas alternativas en la red.
- 5) Puntos para la conmutación del tráfico nacional e internacional.

El objetivo es tener suficiente capacidad en la red para el tráfico requerido en cualquier momento.

1.10 Plan de transmisión. Este plan describe una serie de reglas para la red sobre funciones técnicas, y son las siguientes:

- 1.- Atenuación. A qué grado la voz puede ser debilitada sobre la ruta entre dos abonados.
- 2.- Distorsión. Cuánta distorsión de voz puede ser tolerada.
- 3.- Relación señal/ruido. Hasta qué grado puede ser aceptada una interferencia de ruido en la conexión.
- 4.- Diafonía entre líneas.

5.- Eco. Estos pueden ocurrir en ciertos tipos de conexión. El plan define el máximo nivel de eco permisible.

6.- Velocidad de transferencia. El número de bits por segundo en enlaces digitales.

El objetivo de éste plan es proporcionar las normas para el funcionamiento de transmisión en la red.

1.11 Plan de señalización. Aquí son definidos los métodos para controlar la conmutación de las llamadas y servicios. El plan proporciona reglas para un número de condiciones de señalización, como por ejemplo, las siguientes:

- 1) Señalización abonado-central.
- 2) Señalización entre centrales.
- 3) Diseño de señal para la información sobre el estado de la línea.
- 4) Diseño de señal para la transferencia de números telefónicos.
- 5) Diseño del sistema de señalización con respecto al tipo de transmisión.

El objetivo es crear sistemas de señalización los cuales, de acuerdo a las especificaciones técnicas, proporcionarán una señalización rápida y confiable entre unidades de la red.

1.12 Plan de sincronización. Este plan es necesario cuando la red es digitalizada e incluye lo siguiente:

- 1) Reglas para la transmisión de señales de control que activarán los relojes en las centrales.
- 2) Recomendaciones sobre cuántos fragmentos pequeños de llamada pueden ser perdidos durante su manipulación.
- 3) Sistemas ó modelos para la sincronización de centrales.

1.13 Plan de calidad de servicio. Hay muchos aspectos que son cubiertos en los conceptos de servicio y calidad, como por ejemplo los siguientes:

- 1.- Grado de servicio, qué tan frecuente hay fallas en la llamada.
- 2.- Dependencia, seguridad.
- 3.- Operación y mantenimiento de la red.
- 4.- Administración, organización de operación y mantenimiento.
- 5.- Tiempo de establecimiento de la llamada.

Todos los planes deben ser revisados y cambiados en la misma proporción en que se desarrollan nuevas tecnologías.

Cada uno de los planes está relacionado con uno ó más de los otros planes, tal como se puede apreciar en la figura 1.13.1.

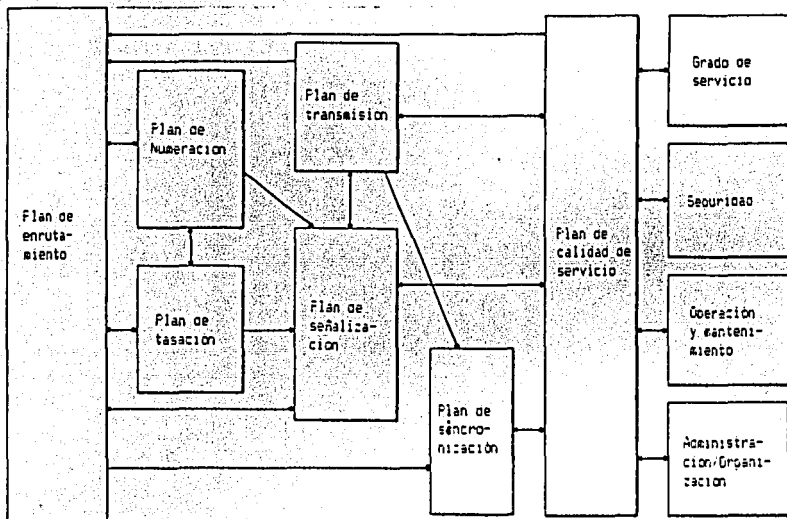


Figura 1.13.1: Planes fundamentales.

1.14 Diseño de redes. De acuerdo a las necesidades de comunicación entre abonados se llegó a lo que es llamado "jerarquía de red". Introduciendo algunas centrales adicionales a la red, y modificando algunas de las centrales ya existentes, fue creado un sistema de diferentes niveles de centrales. No fue necesario conectar directamente a cada central con cada una de las otras. De tal manera que la red tomó la estructura de forma de malla ó estrella. Ver figura 1.14.1.

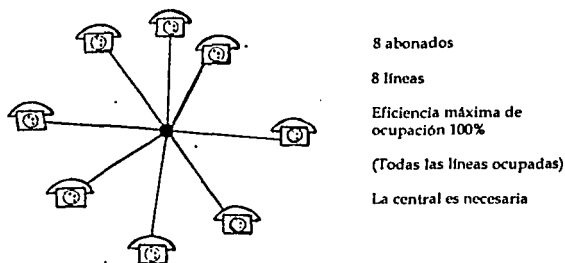
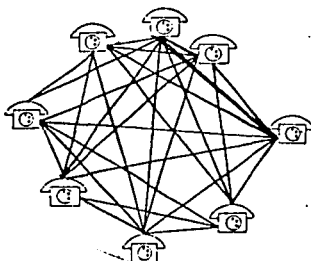


Figura 1.14.1: Red en forma de estrella.

La red de líneas de abonado se hace como una red en forma de estrella. Esto significa que cada abonado tiene una línea conectada a la central telefónica. El número de líneas necesarias es el más bajo posible, (una línea por cada abonado) y la eficiencia de ocupación es 100%, ya que todas las líneas se utilizan si cada abonado está llamando ó siendo llamado. Pueden utilizarse aparatos telefónicos normales. El factor negativo es el costo de la central telefónica.

Teóricamente, la red de abonado pudiera también hacerse como una red de forma de malla ó mallada. En ésta red todos los abonados se conectan entre sí y cada abonado selecciona el abonado deseado con ayuda de un selector incorporado en su aparato telefónico.

No hay necesidad de central telefónica, pero los aparatos de abonado tienen que ser de un diseño especial. La red mallada como se puede ver en la figura 1.14.2, tiene muchas líneas, de las cuales se usan pocas cada vez, lo cual significa una eficiencia de ocupación muy baja. Las redes de líneas de abonados se hacen malladas solo para redes de telefonía privada en pequeñas oficinas. En todos los demás casos la red de líneas de abonado se hace en estrella.



8 abonados
28 líneas
Eficiencia máxima de ocupación 14%
(4 de las 28 líneas en uso)
No se necesita central

Figura 1.14.2: Red en forma de malla.

La red troncal es la red que conecta directamente centrales. La conexión consiste de rutas, es decir, grupos de líneas. En esta red es más común la red en estrella. Bajo ciertas condiciones, sin embargo, puede ser favorable una red mallada, las cuales se utilizan con alto tráfico y distancias cortas.

La red en estrella se utiliza más a menudo con tráfico más bajo y con distancias más largas, por ejemplo en áreas rurales. Muy a menudo se utilizan combinaciones de ambas.

Normalmente la mejor solución es una red básicamente en forma de estrella con algunas conexiones malladas.

A menudo se utilizan conexiones adicionales llamadas rutas directas entre centrales del mismo nivel ó entre centrales que usualmente no estarían conectadas.

Las rutas directas se utilizan para conectar centrales entre las cuales hay un alto tráfico.

Las rutas directas se construyen para una alta eficiencia de ocupación, pero esto significa también un alto porcentaje de llamadas perdidas.

Las Centrales Locales (CL), son las que sirven a los abonados que están conectados directamente a ellas. Los Centros Primarios (CP), extienden sus funciones, su trabajo es transferir el tráfico entre un gran número de centrales locales. Los Centros Secundarias (CS), fueron agregados a la red para transferir el tráfico entre las áreas CP adjuntas. En el tope de la jerarquía está colocado un Centro Tercia-ria (CT), el cual tiene como tarea transferir el tráfico entre las áreas CS.

CCITT define seis niveles de la red, los cuales se muestran en la figura 1.14.3.

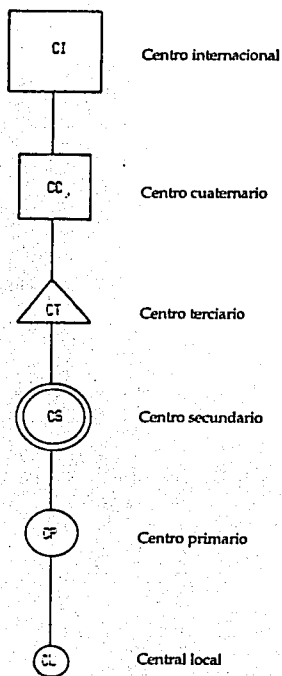


Figura 1.14.3: jerarquía de la red de CCITT.

Las conexiones del abonado no sólo se encuentran a nivel de central local, sino más arriba en la jerarquía.

Las recomendaciones de CCITT definen las conexiones de los abonados en el centro primario. Estas centrales tienen dos tareas, la primera es una función de

tránsito para conmutar llamadas entre las demás centrales, y la segunda es para funcionar como una central local para los abonados conectados a ella.

La jerarquía es flexible, permite rutas cortas ó rutas alternativas entre centrales. Estas son conocidas como rutas directas. En éste sentido, la red se convierte en una red en forma de malla y de estrella. La combinación de ambas significa una reducción en el riesgo de una interrupción total en el tráfico.

En el diseño de redes, se pone mucha atención a la red de línea de abonado la cual conecta a los abonados a la central local. Teniendo en mente que ésta red es responsable de casi el 50% del total del costo de la inversión en la red telefónica, se justifica ésta atención. La situación de ésta red es muy dinámica, los abonados cambian de domicilio, se construyen nuevas residencias y las grandes compañías necesitan estar estableciendo más líneas.

Por lo tanto, el teléfono debe tener una conexión permanente a la central local. En el inicio de la telefonía, la conexión fue hecha teniendo un cable en un poste y un regreso vía terrestre. Sin embargo, la calidad de éste método ocasionó el sistema de dos-hilos. Cada abonado tenía dos conductores metálicos colgados sobre postes para alimentar sus teléfonos. Pero cuando el número de teléfonos aumentó, la provisión de postes y sus cables asociados llegaron a ser muy costosos y necesitaban mucho espacio.

La búsqueda de costos reducidos y cables más pequeños condujo a los pares de cables. Para tener pares de hilos hacia la central local con 10,50,100 ó más pares por cable, tuvieron que cambiar los principios del diseño de la red.

1.14.1 Puntos de distribución. Los cables de la central son conectados a un punto de distribución, del cual toman las líneas directas de los abonados.

El punto en donde 7 líneas de abonados se convierten en un cable de 10 pares, es conocido como un punto de distribución (P.D.). Otra variante más común es llamada "5 más 5" (5 plus 5), en ésta, el cable de 10 pares es conectado a dos puntos de distribución, cada uno de los cuales tiene diez conexiones de abonados posibles. Cinco líneas son conectadas en cada punto. Cinco líneas extra son conectadas entre los dos puntos, ver figura 1.14.1.1. Esto nos da un punto de distribución muy flexible. Si de repente necesitamos más de cinco conexiones hacia uno de los puntos de distribución, podemos pedir prestado pares de la vía de líneas extra.

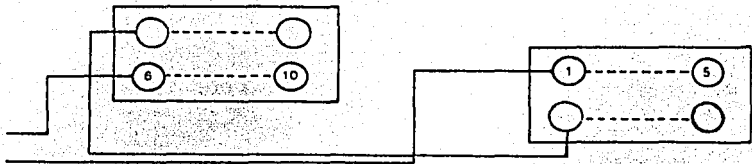


Figura 1.14.1.1: Punto de distribución "5 más 5" (5 plus 5).

Esta técnica de dividir líneas en un cable entre puntos de distribución y tomar líneas extra entre conexiones no usadas puede ser extendida hasta 5 puntos de distribución.

1.14.2 Punto de conexión de cruce. De acuerdo a la figura 1.14.2.1, se unen 6 cables de 10 pares, pero solo un cable de 50 pares salen del punto. De los pares en los 6 cables de 10 pares, solo hay 38 que se usan, el resto son líneas reservadas dejando suficiente espacio para otros 12 abonados. Este tipo de distribución es muy común, y es conocido como Punto de Conexión de Cruce (P.C.C).

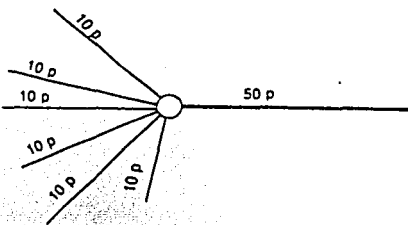


Figura 1.14.2.1: Punto de conexión de cruce.

Puede haber varios puntos de conexión de cruce entre el abonado y la central.

El cable de 50 pares, por ejemplo, puede estar combinado con otros cables de pares en un segundo P.C.C.

1.14.3 Redes primarias y secundarias. Detrás de la instalación y distribución de P.C.C. están las consideraciones económicas. Para simplificar la planeación de cable que se pone en el área de la central, es usual dividirlo en una red primaria y un gran número de redes secundarias.

La tarea de la red primaria es distribuir a los abonados (existentes y potenciales) en un gran número de cables primarios en el camino más conveniente. Estos cables se originan en la estructura principal de distribución en la central, y termina en un P.C.C. colocado estratégicamente. Después las redes secundarias los toman y terminan en los puntos de distribución. Ver figura 1.14.3.1.

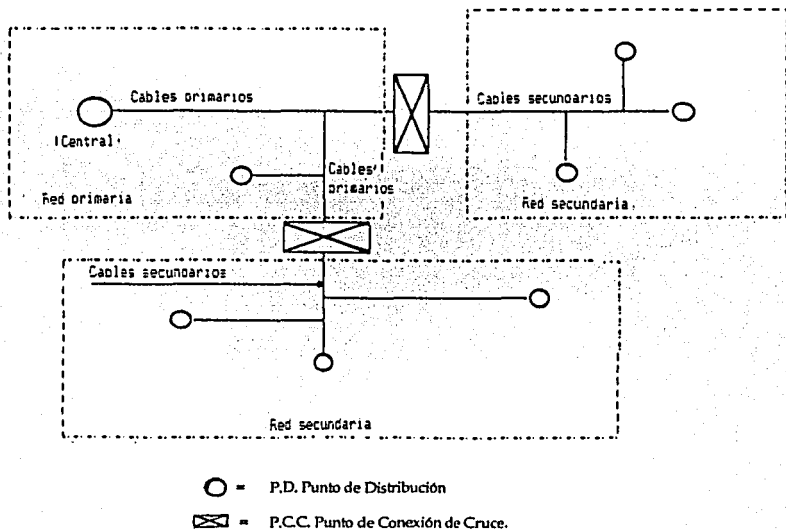


Figura 1.14.3.1: Redes primaria y secundaria.

1.14.4 Alternativas en la tecnología de la red primaria. Existen tres alternativas para conectar una red secundaria a una red primaria, y son las siguientes:

1) Colocando cable, significa tender más cable entre el punto de conexión de cruce y la central, pero es una solución muy cara.

2) Conexión por multiplexaje, significa que varias llamadas pueden ser transmitidas sobre la misma línea al mismo tiempo. En este caso, no importa si se utiliza el multiplexaje por frecuencia (red analógica) ó por tiempo (red digital). El objetivo es el mismo en ambos casos.

3) Concentrador, la conexión es multiplexada con TDM, la cual da 30x4 canales de voz, esto es, 120 posibilidades simultáneas. Suponiendo que es para una área de 400 abonados, éstos compartirían los 120 canales de voz, ya que los 400 no suenan al mismo tiempo. En horas pico se tiene que no más de 70 abonados están en el teléfono al mismo tiempo, así que los 120 canales pueden satisfacerlos. Cuando un abonado levanta el microteléfono, él obtiene un canal libre de los 120 para su llamada. Esto es lo que se conoce como un concentrador.

1.14.5 Optimización. Las administraciones telefónicas continuamente están esforzándose para satisfacer de la mejor manera todas las demandas de los abonados al menor costo posible. Esto es conocido como optimización, y su objetivo es encontrar el equilibrio correcto entre las demandas relacionadas con el tráfico y los costos. Este es un proceso el cual algunas veces puede ser muy complicado.

Usualmente el proceso de optimización se divide en tres tipos:

- 1) Optimización de las áreas de la central.
- 2) Optimización del cable de la red hacia el abonado.
- 3) Optimización de la red de transmisión entre centrales.

1.15 Red nacional digital. En las centrales digitales, casi todas las funciones son llevadas a cabo por software.

Las centrales digitales trabajan más rápido y con mayor confiabilidad en servicio que las centrales analógicas, y más abonados pueden ser servidos por la misma central.

Las técnicas de transmisión digital proporcionan mayor calidad y una mayor confiabilidad de operación. También hay mejoramiento en coordinación cuando la transmisión y la central son digitales.

Los diseñadores de la red trabajan con una serie de condiciones completamente diferentes en el ambiente digital. No hay ningún impedimento económico para la descentralización de las funciones. La estructura se "endereza" desde la parte inferior. En el nivel más bajo se encuentran las centrales locales con

unos cientos de abonados que han sido reemplazados por concentradores. Esto da como resultado redes únicamente de 2-3 niveles.

La digitalización de una red existente no se puede llevar a cabo de un golpe, el cambio se debe hacer de acuerdo con las realidades del tráfico y la economía. Por lo tanto, el progreso se debe hacer lentamente.

CAPITULO II

SEÑALIZACION.

En este capítulo se mencionan los diferentes tipos de información convertida en señales y su importancia, debido a que, mientras se está estableciendo una conexión en una red telefónica, debe enviarse información a diversos puntos a lo largo de la ruta que comunica a un abonado/usuario "A" con un abonado/usuario "B" y viceversa, dado que la señalización del abonado/usuario "A" hacia el abonado/usuario "B", es diferente de la señalización que se necesita para la comunicación en dirección opuesta.

También se hace mención de la importancia de una red de señalización, y de una red de sincronización, dentro de las cuales se puede apreciar la importancia de una central telefónica, la cual siempre está involucrada en cualquier tipo de señalización.

El objetivo principal de este capítulo es, que el lector pueda comprender los diferentes tipos y sistemas de señalización que se pueden utilizar en una conexión para la comunicación de un abonado/usuario "A" hacia un abonado/usuario "B", de acuerdo a los diferentes tipos de rutas que se pueden establecer para dicha conexión, y la importancia de tomar en cuenta las recomendaciones establecidas por CECITT, (Comité Consultivo Internacional para Telegrafía y Telefonía).

La señalización existe en la red telefónica para agilizar el tráfico telefónico entre abonados. La señalización en el área de telefonía incluye lo siguiente:

- 1.- Todas las señales necesarias para el establecimiento de llamadas y otros servicios ofrecidos por la administración telefónica.
- 2.- La tecnología de transmisión para la transferencia de las señales.

Las centrales están equipadas con circuitos troncales de señalización los cuales son responsables de la interfase y traducción desde/hacia el sistema de señalización usado en las rutas conectadas. La señalización debe ser traducida y convertida de un sistema analógico a digital y viceversa varias veces en su trayectoria a través de la red. Esto significa que existen interfases bien definidas

entre los sistemas, y que los sistemas de señalización que existen están estandarizados.

Se requieren funciones especiales para traducir las señales de un sistema de señalización a otro. Ver la figura 2.1.

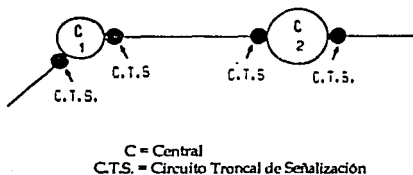


Figura 2.1: Circuitos troncales de señalización para la interfase entre los diferentes sistemas de señalización.

Un grupo pertenece a la señalización interna entre las centrales, el cual consiste principalmente en las señales requeridas para el control de las diferentes funciones de la central, y otro grupo pertenece a la señalización sobre las rutas, el cual se ocupa del enrutamiento y conmutación de las llamadas, y es lo que normalmente se dice señalización de la red telefónica.

La figura 2.2 muestra la información básica la cual tiene que ser transferida entre un abonado y la central.

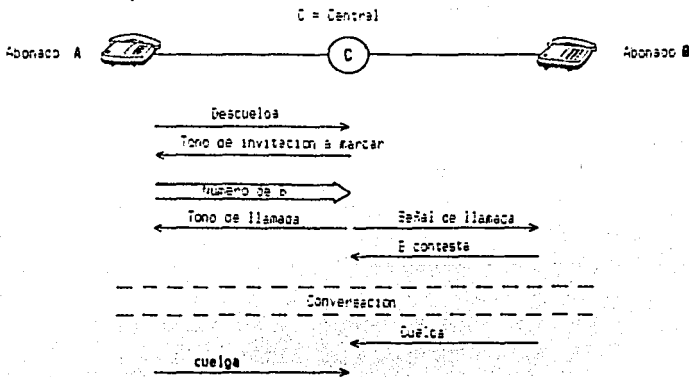


Figura 2.2: Señalización entre abonado y central.

Cuando el abonado B está conectado a una central diferente a la del abonado A, también se requiere información entre las centrales. Esta señalización entre centrales se ilustra en la figura 2.3.

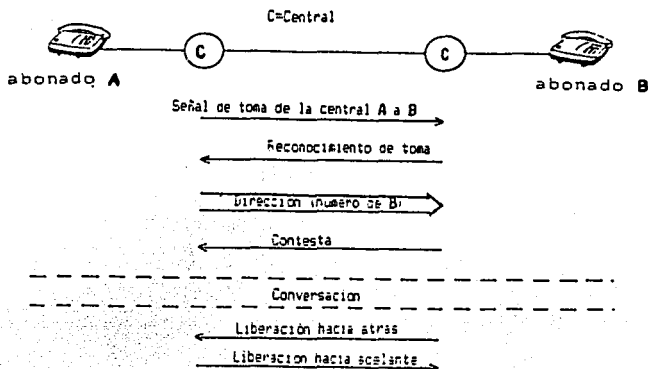


Figura 2.3: Señalización entre centrales.

2.1 Señalización entrante y saliente. Mientras se está estableciendo una conexión en una red telefónica, debe enviarse información a diversos puntos a lo largo de la ruta. Esto se hace con diferentes tipos de señales.

Donde hay señalización saliente, debe haber también señalización entrante en el otro extremo de la línea.

Las señales salientes pueden ser enviadas por un abonado o por la central y las señales pueden ser recibidas por la central o por el abonado, siempre involucrando a la central como una de las dos partes.

En la técnica de conmutación solo se denomina señal a la información que se pretende sea escuchada por la central, ó generada por la central, ó ambas cosas.

Las señales se envían tanto en dirección hacia adelante como hacia atrás, en relación a la dirección del establecimiento de la llamada. Esto significa que la función de "señalización entrante" incluye también el envío de ciertas señales y la función de "señalización saliente" la de recibirlas.

Se puede usar un gran número de diferentes medios de transmisión como el portador de las señales. Usualmente se distinguen tres tipos diferentes:

- Circuitos físicos, en donde no se ha llevado a cabo la transformación de las frecuencias de voz. Por ejemplo, una conexión de dos hilos sin ninguna frecuencia ni

transmisión por multiplexaje de tiempo (FDM o TDM).

-Circuitos no físicos, implica aquel en el que la voz se transforma a frecuencias más altas usando FDM, o en una forma digital (TDM).

-Redes de señalización, representa la nueva tecnología para la transferencia de señales. Esta se puede considerar como una red de datos conmutada por paquetes con centrales y abonados, y en donde el enrutamiento de las señales es independiente del enrutamiento de la voz.

La señal tiene tres propiedades, y son las siguientes:

1. **La apariencia**, consiste de varios elementos, puede ser de un tono con un cierto tiempo, un tono continuo, ó impulsos de tono con una cierta duración. Los factores de apariencia pueden medirse de una manera objetiva mediante las propiedades físicas de la señal.

2. **La secuencia**, es el momento en la cadena de eventos durante el curso de una llamada en la cual se envía la señal.

3. **El significado**, el significado de la señal es un acuerdo entre el transmisor y el receptor. El abonado y la administración telefónica han convenido que cuando el abonado en un cierto momento escucha una señal que tiene ciertas propiedades físicas comprenderá que es un mensaje, como por ejemplo, el tono para la invitación a marcar, y éste es el significado de la señal.

Las propiedades de las señales recibidas por la central son objeto de convenio entre los fabricantes de las centrales. Ciertos sistemas de señalización han sido definidos por CCITT.

Los requerimientos de señalización conducen a una división natural en dos grupos principales:

- señalización entre la central y el abonado
- señalización entre centrales, el cual está dividido de acuerdo con dos principios importantes, "señalización por canal asociado" y "señalización por canal común". La señalización entre centrales es para informar a las centrales involucradas sobre lo que se va a hacer para conectar o desconectar la llamada.

Las señales pueden dividirse en forma general en tres tipos diferentes:

- 1) señales de abonado,
- 2) señales de línea y
- 3) señales de registro.

Ver la figura 2.1.1.

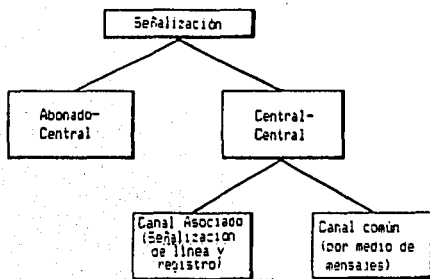


Figura 2.1.1: División de la señalización.

Dentro de cada grupo hay semejanza entre las señales en cuanto a su apariencia y secuencia, así como en cuanto a su significado. Para cada grupo las condiciones para la solución técnica más económica son diferentes.

2.2 Señalización de abonado. Las señales de abonado son los medios de comunicación entre el abonado y su central local.

La apariencia de sus señales depende de las condiciones de recepción, como por ejemplo, las señales recibidas por el abonado a través del microteléfono consisten de frecuencias dentro de la banda de transmisión de voz, las señales para el abonado que tiene su microteléfono colgado son corrientes de baja frecuencia que operan el timbre en el aparato del abonado, las señales que hace el abonado hacia la central consisten de aperturas y cierres del bucle.

El CCITT, comité consultivo en cuestiones telefónicas, ha emitido recomendaciones sobre frecuencias, duraciones e intervalos para señales de abonado.

La información que tiene que ser transferida del teléfono a la central es:

1. Información sobre las condiciones al descolgar.
2. Información sobre el número requerido de B.
3. Información sobre la cantidad de monedas puestas en los teléfonos tragamonedas.
4. Información sobre el estado de colgar cuando la llamada es terminada.

En la otra dirección, de la central al abonado A, existen las siguientes señales:

Los requerimientos son algo diferentes cuando la señalización es hacia y de un conmutador (PABX). La figura 2.2.2 muestra la señalización involucrada en una llamada entre conmutadores (PABX's).

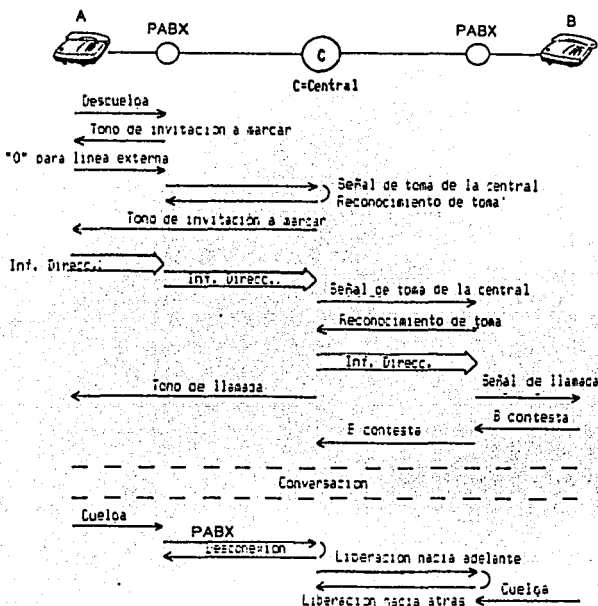


Figura 2.2.2: Señalización abonado-PABX-central-PABX-abonado.

2.2.1. Transferencia del número B en pulsos. La información de la dirección puede ser transmitida usando pulsos (disco), ó vía tonos (botones eléctricos).

Los pulsos son enviados alternativamente restableciendo y rompiendo el circuito del abonado, ésta técnica de señalización es conocida como señalización de loop. Los pulsos son transmitidos a una frecuencia aproximada de 10 pulsos/segundo.

2.2.2. Transferencia del número B en frecuencia de tonos. El disco está siendo reemplazado por un grupo de botones eléctricos.

CCITT recomienda los códigos de tonos de acuerdo a la tabla que se muestra en la figura 2.2.2.1.

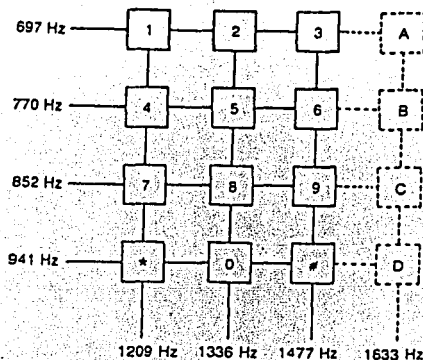


Figura 2.2.2.1: Tabla de tonos de acuerdo a CCITT.

Cada dígito consta de una combinación de dos frecuencias. Se tienen dos grupos con cuatro frecuencias cada uno. Se requiere un tono de cada grupo para un dígito.

Hay varias ventajas usando frecuencias de tonos en vez de pulsos, como por ejemplo:

- Una resistencia más alta en el circuito ó loop, y por lo tanto, se puede usar una línea más larga del abonado.
- El número a transferir puede ser más rápido.
- Se pueden transmitir más de 10 señales diferentes.

2.2.3 Información en tonos. En el intercambio de información entre abonado y central, se tiene un gran número de información en tonos con diferentes significados:

1. Por medio del tono de invitación a marcar, el abonado sabe que la central está lista para recibir el número B.

2. El tono de llamada, dice que la central ha establecido la conexión y está llamando al abonado B.

3. El tono de ocupado, nos dice que el abonado B ya está usando su teléfono.

4. Tono de información especial, nos dice cuando algo está mal, ó que el abonado B ha solicitado un servicio de intercepción de la administración telefónica.

5. Tono de congestión, informa que el equipo está usado completamente ó bloqueado a causa de una falla.

6. Tono de intrusión, es usado cuando un tercero (la operadora), es conectada en la llamada.

2.3 Señalización por canal asociado. Debe haber una asociación permanente con el canal que esté transportando la llamada actual. La voz y la señal viajan por el mismo camino a través de la red. Algunas variaciones son las siguientes:

- La señalización se realiza en el mismo canal que la voz, (en banda).
- La señalización se realiza sobre la conexión de voz, pero en otro rango de frecuencia, (fuera de banda).
- La señalización es llevada a cabo en la ranura de tiempo (time slot) 16, donde cada canal de voz tiene su canal fijo y asignado para señalización , (señalización PCM).

La señalización por canal asociado, (SCA), puede ser usada entre todos los tipos de central.

El camino por el cual las señales son transferidas varía, dependiendo, por ejemplo, del tipo de circuito. Por ejemplo: señalización de frecuencia de tonos y señalización digital.

2.3.1 Sistemas de frecuencia de tono. En rutas troncales de larga distancia, las conexiones de frecuencia-multiplexada son usadas en grandes extensiones, dependiendo de la frecuencia de bandas entre los siguientes puntos:

- Señalización en banda, donde las señales están dentro de la banda de frecuencia de 300-3,400 Hz.
- Señalización fuera de banda, donde la señalización usa frecuencias más altas que la banda de voz, es decir, 3,823 Hz.

El sistema está basado en tonos constantes, los cuales corresponden a la señal de desocupado.

Cuando el cable se rompe, el tono desaparece.

2.3.2 Sistemas digitales. En conexiones PCM, todo es a base de unos y ceros, sin hacer caso de lo que está siendo transmitido. Nuestras señales también consisten de ceros y unos, por lo que es un sistema de señalización simple. La cuestión principal es acordar en dos cosas:

- 1.- El número de bits en los códigos de señal y
- 2.- cómo deben ser los códigos.

Una vez que se esté de acuerdo en lo anterior, se crea un sistema de señalización para las conexiones digitales.

La ranura de tiempo 16 en la trama se utiliza para señalización. La figura 2.3.2.1 muestra un acercamiento de T16.

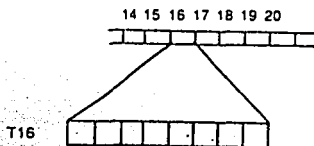


Figura 2.3.2.1: Acercamiento de la ranura de tiempo 16.

Al igual que en otras ranuras de tiempo en la trama, T16 también contiene 8 bits, cada uno con la capacidad de soportar un uno o un cero.

2.4 Señalización de línea y registro. La señalización de canal asociado entre centrales es comúnmente dividido en señalización de línea y de registro.

Las señales de línea son señales entre centrales que deben ser posibles enviar y recibir en cualquier momento sin ninguna advertencia. Esto significa que debe haber equipo de transmisión y recepción en cada extremo de cada línea troncal. Este equipo está constantemente alerta supervisando la línea. El equipo es individual para cada línea, puesto que no hay tiempo para conectar un receptor común una vez que ha comenzado a entrar una señal.

Las señales de línea se usan para vigilar la línea antes, durante y después de la conexión de la llamada.

Hay señales que se envían en dirección hacia adelante, tales como la señal de ocupación de la línea. A menudo se envían señales hacia atrás, tales como la señal de respuesta. La palabra "hacia adelante" significa desde el extremo de la línea más cercano al abonado A hacia el extremo más cercano al abonado B. "Hacia atrás" significa la dirección contraria.

El equipo para señalización en la dirección hacia adelante tiene que ser diferente al de la señalización hacia atrás, puesto que las señales son diferentes. El equipo hacia adelante, colocado en el extremo más cercano al abonado A se denomina OT, el equipo en el otro extremo se denomina IT.

El envío de señales de línea es ordenado por la unidad de control ó por otra señal de línea transmitida a través de la unidad de conmutación, dependiendo de la marca de la central. Ver la figura 2.4.1. El equipo de línea codifica entonces la señal a su forma apropiada y la envía a lo largo de la línea.

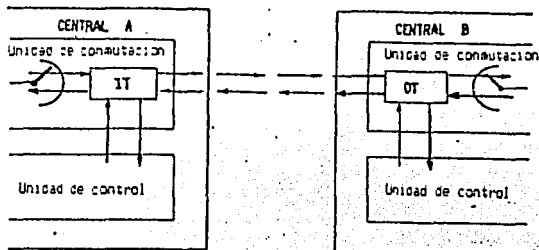


Figura 2.4.1: Señalización por medio de la unidad de control ó de conmutación.

El equipo de línea de recepción traduce la señal a una forma que activará la unidad de control en la central de recepción.

En algunas fases del establecimiento de la llamada el equipo de línea de recepción repite la señal con un método adecuado para la central, pasando por la unidad de conmutación hacia el equipo de línea al otro extremo del trayecto de conmutación en la central.

Esto implica que las señales de línea no se envían normalmente pasando tal como son por la central, sino que son repetidas en los IT y OT. Esto le permite a la central detener la señal si hay alguna falla en la central. Además, las señales distorsionadas pueden regenerarse de ésta manera, para que las situaciones producidas por líneas malas no se vayan sumando al pasar la señal a lo largo de la conexión.

La tarea principal de las señales de línea es iniciar el establecimiento y la desconexión de la llamada. Esta función incluye las señales de llamada durante el establecimiento de los diferentes enlaces en la cadena de centrales entre los abonados, así como la transmisión de señales de abonado en cualquier momento

durante la llamada.

Las señales de línea se utilizan también para verificar que se haya llevado a cabo la desconexión de la línea. Las líneas que estén descompuestas pueden ser bloqueadas por una señal de línea y luego ser puestas en servicio automáticamente, cuando desaparezca la falla.

La información más completa, tal como el número del abonado B, se envía mediante señales de registro. Como lo indica su nombre, la información de la señal se origina de un registro en el cual se almacena el número B y se envía a otros registros ó marcadores a lo largo del trayecto de conmutación. Puesto que la señalización entre registros se lleva a cabo sólo durante un tiempo relativamente corto, mientras se establece la comunicación, el equipo de señalización puede concentrarse en unos pocos dispositivos, que son comunes en una gran cantidad de líneas.

Las centrales modernas utilizan señales a frecuencia de voz. Los registros usan emisores de código separados (KS), comunes a varios registros para codificar los dígitos a señales de frecuencia vocal. En el extremo de recepción, un receptor de código (KM) codifica las señales y las envía de una manera adecuada a un registro de recepción, ó directamente a un marcador, dependiendo del tipo de central.

La señalización de registro puede hacerse de dos maneras, enlace por enlace ó extremo a extremo.

La señalización enlace por enlace significa que los dígitos se transfieren a la central siguiente, la cual entonces se ocupa de su transmisión a la central siguiente. La central transmisora queda entonces libre de toda responsabilidad una vez que ha enviado toda la información.

La señalización extremo a extremo significa que hay un registro de control en la central de origen que se ocupa de toda la transmisión. Cada central siguiente recibe sólo la información que necesita y no más. Posteriormente conmuta la llamada. Cuando el registro de control envía a la central siguiente un turno, las señales pasan directamente a través de la conexión establecida.

La señalización enlace por enlace se utiliza si una central utiliza un sistema de señalización de registro diferente de la central que la sigue, o si a la central anterior le falta alguna facilidad de señalización ó programa de análisis que es necesario para los sistemas de señalización de las centrales siguientes.

La emisión de los dígitos es siempre controlado por un arreglo de registros ó similar, aún cuando los emisores en sí pueden ser comunes a varios registros. El registro contiene los almacenes para la información, mientras que los emisores sólo convierten la información a señales de la apariencia apropiada.

La recepción puede llevarse a cabo en un arreglo de registros, ó directamente en un arreglo de marcadores. La recepción directa en un arreglo de marcadores sólo es posible cuando la emisión puede llevarse a cabo sin ningún retardo, como el que se produciría cuando hay que esperar que el abonado complete el discado. En la

práctica éste método se usa principalmente para tráfico entrante a centrales locales.

2.5 Señalización por canal común. En el sistema de señalización por canal asociado, la señalización siempre viaja en el mismo camino de la llamada. En el sistema de señalización de línea digital, el "mismo camino" es equivalente a la ranura de tiempo 16 asociada con el canal de voz. En la señalización por canal común, las señales viajan por su propio camino.

La red de señalización transmite información entre centrales. Por lo tanto, se pueden tratar las centrales como abonados en la red de señalización. Son los procesadores de la central los que se comunican entre sí, de hecho, ésta es una forma de comunicación de datos. Así que el canal común es realmente una red de datos en la cual los procesadores de las centrales se encuentran unidos.

2.5.1 Ventajas. La señalización por canal común tiene una serie de ventajas, no inferiores en términos de capacidad comparado con el tiempo promedio de llamada, el tiempo total para la señalización es muy corto.

Todo el tráfico puede compartir un dispositivo de señalización común. Para cada conexión de línea no es necesario tener su propio equipo para la señalización de línea. Por lo tanto, el ahorro en la cantidad de equipo requerido es otra ventaja importante.

Sin embargo, con la señalización de canal común, (SCC), viene un aumento en la necesidad de señalización. La razón es principalmente un aumentado en la variedad de servicios. En SCC, una selección de señales ilimitadas pueden ser transmitidas rápidamente entre las unidades en la red. Se pueden resumir las características de SCC en los siguientes puntos:

- Económico.
- Muy rápido.
- Confiable.
- Alta capacidad.
- Flexible, extensible.

2.5.2. Sistemas para la señalización de canal común. CCITT ha recomendado dos sistemas estándar diferentes para la señalización de canal común. El primero, CCITT No. 6, producido en 1968, fue designado para tráfico internacional. El segundo es CCITT No. 7, especificado entre 1979-1980, es el sistema más moderno. No. 7 está destinado principalmente para redes digitales, donde la alta velocidad de transmisión (64 Kb/s) puede ser explotado, pero también puede ser usado en líneas analógicas.

No. 7 especifica la señalización entre centrales en la red nacional digital así como los centros de operación y mantenimiento y PABX's. También es aplicable para

la red digital con servicios integrados.

En No. 7 se tienen diferentes grupos de usuarios, llamados Partes de Usuarios (PU). La PU para telefonía es llamado Parte Telefónica de Usuario (PTU). Hay otras PU, por ejemplo, datos, operación y mantenimiento. Todas éstas PU usan la misma red de caminos para la comunicación, conocido como la Parte de Transferencia de Mensaje (PTM).

El modelo estructurado por el sistema OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos), tiene como objetivo crear un modelo general para descripciones estandarizadas de casos diferentes de transferencia de información.

2.5.2.1 Niveles en el sistema No.7. Este sistema está estructurado en niveles, y son los siguientes:

- Nivel 1. El nivel físico. Este es la interfase para el portador de información, es decir, la señalización de red definida.

- Nivel 2. Manejo de fallas. En éste se encuentran funciones para mensajes separados, detección de fallas y corrección, detección de fallas en el enlace de señalización, etc.

- Nivel 3. Dirección y manejo de mensajes. Contiene funciones para asegurar que el mensaje llegue a la central correcta, y funciones para verificar la red y mantenimiento a las capacidades de la red.

- Nivel 4. Parte de usuario (PU). El sistema No. 7 está diseñado para diferentes usuarios capaces de usar la misma red de señalización. Las reglas y funciones que aplican a un usuario en turno están definidas aquí, en éste caso, señalización para telefonía.

2.5.3 Mensaje de la señal. La transferencia de la señal en No. 7 es llevada a cabo como mensajes de señal desde el procesador de una central a otra.

La parte de usuario (PU) contiene la información actual la cual va a ser transferida. Por ejemplo, el número telefónico de B.

La parte de transferencia del mensaje (PTM) está dividido en tres niveles. El nivel 1 es el enlace físico de la señalización, y el nivel 2 es la terminal de la señalización (TS), el cual comprende el mensaje de la señal con campos para detección y corrección de errores. El nivel 3 contiene funciones para el manejo de mensajes y manejo de la red de señalización. Ver la figura 2.5.3.1.

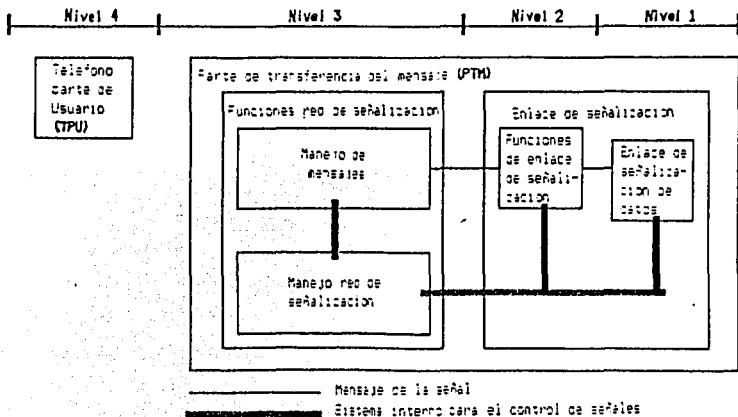


Figura 2.5.3.1: Funciones en SCC.

El mensaje, USM (Unidad de Señal de Mensaje), en la red de señalización está estructurado como se muestra en la figura 2.5.3.2.

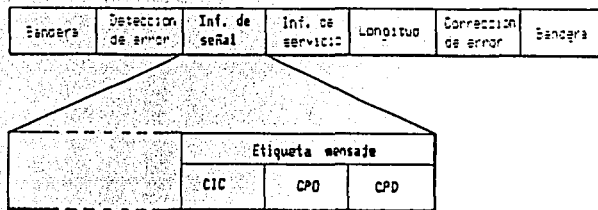


Figura 2.5.3.2: USM, la Unidad de Señal de Mensaje.

BANDERA. Una bandera de inicio de 8-bits. Dice que el mensaje está

entrando. También actúa como una bandera de cierre para concluir el mensaje previo.

DETECCION DE ERROR. Bits de verificación, asegura que las USM's hayan sido recibidas en el orden correcto, y solicita la retransmisión en caso de errores.

INFORMACION DE SEÑAL. Campo con la información de la señal actual. Puede tener una longitud entre 3 y 63 octetos.

INFORMACION DE SERVICIO. Tiene dos funciones. Asegura que la Parte de Usuario correcta reciba el mensaje, y también indica si el mensaje es para tráfico nacional ó internacional.

LONGITUD. Tiene dos funciones, indica la longitud de el mensaje, y también el tipo del mensaje.

CORRECCION DE ERROR. Bits de verificación para corrección de errores.

BANDERA. Bandera de cierre, ó bandera de inicio del siguiente mensaje.

La parte más importante es el Campo de Información de Señal (CIS). Esta es la parte que contiene nuestra señal de mensaje.

El CIS comprende, además del mensaje, una etiqueta con tres partes:

- CPD (Código del Punto de Destino). Da el número del punto de destino, es decir, a qué central debe ser enviado el mensaje.

- Código de Punto de Origen (CPO). Define el número del transmisor, es decir, de qué central viene el mensaje.

- CIC (Código de Identificación de Circuito). Define el enlace de señalización y número de conexión.

2.6 Red de señalización. El concepto de red de señalización solo es válido en la señalización de canal común. Sólo en éste tipo de señalización se tiene una red separada para la señalización entre centrales. La red de señalización está constituida por canales distribuidos entre las centrales.

Por lo tanto, la red de señalización, consiste de enlaces de señalización y centrales. Las centrales en la red son conocidas como Puntos de Señalización (PS). El tráfico en el sistema está constituido por una corriente de mensajes de señal los cuales son transportados entre los puntos de señalización.

Una central tiene una relación de señalización con otra si ésta se puede comunicar con la parte de usuario de la otra. La ruta sobre la cual la relación de señalización es establecida puede ser de dos tipos, asociada, es decir, un enlace de señalización directo entre la comunicación de las centrales, ó semi-asociada, lo cual significa que la señalización es transmitida por medio de una tercera central, conocido como un Punto de Transferencia de Señalización (PTS). Ver la figura 2.6.1.

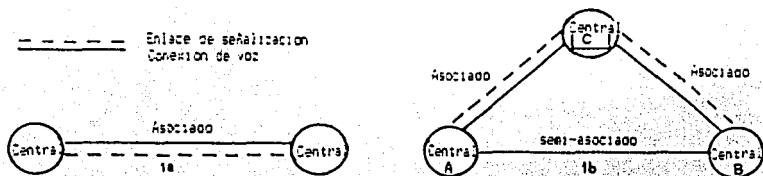


Figura 2.6.1: señalización asociada y semi-asociada.

En la figura 2.6.2 todas las centrales tienen relaciones de señalización entre sí. Una de las centrales actúa como una central en la red de señalización, un PTS, y asegura que el mensaje llegue al receptor correcto. El PTS solamente lee la dirección del mensaje, y lo transmite en la red de señalización.

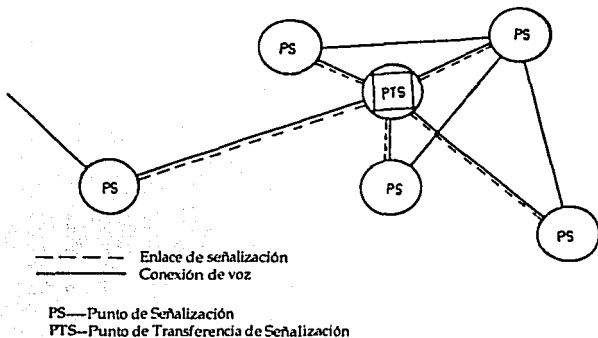


Figura 2.6.2: PTS en la red de señalización.

En los puntos de señalización PS ó PTS, el mensaje es dirigido primero al grupo de enlace que conduce al receptor. El enlace es seleccionado libremente por el grupo. La elección del enlace no tiene nada que ver con la dirección del mensaje, sino que está basado en el hecho de compartir el tráfico entre los enlaces.

La alta capacidad de transferencia significa que el tráfico puede estar

concentrado en pocos enlaces. De hecho, muchas de las centrales deben operar con un solo enlace, pero por razones de seguridad, siempre hay por lo menos dos enlaces separados, de preferencia a dos PTS diferentes.

2.6.1 Jerarquía de la red de señalización. La red está dividida en áreas de señalización que son atendidas por un par de centrales PTS. La señalización hacia las centrales en áreas de señalización vecinas es por medio de lo que se conoce como una red de señalización troncal. Por lo tanto se obtiene una jerarquía consistente de tres niveles:

1. PTS (Punto de Transferencia de Señalización) nacional.
2. PTS (Punto de Transferencia de Señalización) regional.
3. Punto terminal de señalización PS.

La red de señalización diseñada de acuerdo a ésta jerarquía, se muestra en la figura 2.6.1.1.

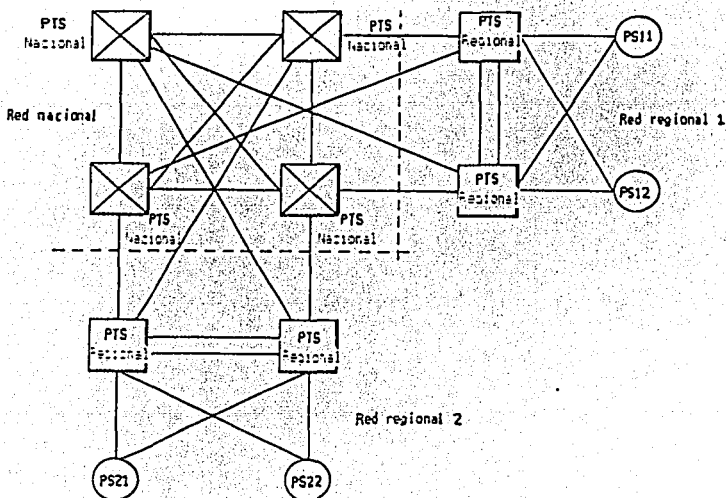


Figura 2.6.1.1: Red de señalización diseñada en base a la jerarquía.

Siempre es posible para un PS alcanzar a cualquier otro PS en la red de señalización. No es necesaria una conexión directa por medio de un enlace de señalización entre dos centrales.

2.7 Red de sincronización. La actividad en la central es controlada por un reloj, el cual genera pulsos en una frecuencia establecida. La frecuencia del reloj regula el sistema PCM en la central y su equipo de conmutación.

Solamente un reloj controla todas las actividades en la central, debido a que, todas las unidades en la central trabajan en la misma frecuencia.

La frecuencia de reloj f_1 en la central A debe estar sincronizada con la frecuencia f_2 en la central B. Ver la figura 2.7.1.

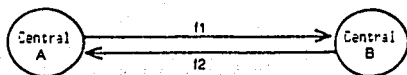


Figura 2.7.1: Las centrales deben estar sincronizadas.

Si las dos centrales de la figura 2.7.1 están fuera de sincronización, ocurre el fenómeno llamado deslizamiento.

Hay dos modelos para controlar los relojes, para que siempre estén a tiempo entre sí, uno es llamado "maestro-esclavo" y el otro "sincronización mutua". Ver la figura 2.7.2.

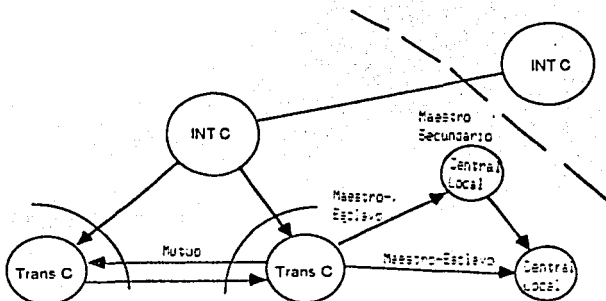


Figura 2.7.2: Métodos diferentes de sincronización en la red.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se pueden hacer relojes de diferentes calidades. Los relojes con la más alta calidad son los más caros, y son los que se utilizan en una central internacional. Este tipo de central actúa como el maestro para los relojes en las centrales subordinadas, y éstas a su vez son maestras a un nivel inferior. El reloj maestro envía señales de control a los relojes subordinados, los cuales son ajustados a la frecuencia del reloj maestro.

En la sincronización mutua no hay ningún reloj superior. En su lugar, las centrales se "espían" entre sí y tratan de ajustar la frecuencia de acuerdo a una comparación. El resultado es el promedio de la velocidad de todos los relojes.

CAPITULO III

TRANSMISIÓN.

En la red telefónica la transmisión de la información se hace mediante señales eléctricas, para lo cual se necesita tomar en cuenta varios factores, como lo son, los parámetros de transmisión, los cuales dan la capacidad de hacer comparaciones, cálculos, y poder especificar el funcionamiento de los medios de transmisión. Otro factor importante, son las técnicas de transmisión, las cuales se refieren al equipo que puede ser utilizado en los diferentes sistemas de transmisión, los que se forman de acuerdo a la estructura de la red. Otro factor del que se hace mención, son los medios de transmisión, los cuales son el portador físico de la transmisión de la información, dentro del cual se estudian los diferentes medios de transmisión que se utilizan en los sistemas telefónicos. Y por último, se mencionan los sistemas de transmisión, los cuales son una combinación de los factores mencionados, y se seleccionan de acuerdo al tipo de conexión dentro de la red telefónica.

Por todo esto, se menciona a la transmisión como el equipo más complejo dentro de los sistemas de telecomunicaciones, y por consiguiente, su importancia en una red telefónica.

El objetivo principal de este capítulo es, proporcionar al lector la importancia de los factores que intervienen en la transmisión de la información sobre una red telefónica, dado que esto, repercute en su calidad y que es de suma importancia para cualquier abonado/usuario.

Transmisión significa el transporte de energía. Dentro de un sistema telefónico la energía transmitida es un tipo de energía eléctrica.

Las variaciones de energía forman señales que contienen cierta clase de información.

La información puede ser la voz de una persona o una imagen de televisión, pero también pudiera ser algún tipo de datos.

Por lo tanto, en términos de telefonía, transmisión significa la transmisión de información dentro de un sistema telefónico.

Los sistemas de telecomunicaciones hoy en día son muy complejos y el equipo de transmisión es quizás la parte más compleja de un sistema.

El rápido desarrollo electrónico que ha traído a la aparición de circuitos

impresos, semiconductores y circuitos integrados, ha aumentado la capacidad del equipo de transmisión y lo ha hecho más pequeño y menos costoso.

Existen todavía muchas posibilidades de desarrollo, por ejemplo, rayos láser y gafas de ondas ópticas.

La información transmitida en un sistema telefónico es muy a menudo la voz de una persona.

Así que el primer paso es convertir la voz en una señal eléctrica. Esto se hace mediante el micrófono.

Considerando un tono sencillo y puro, la figura 3.1 muestra cómo varía el voltaje de la señal con el tiempo.

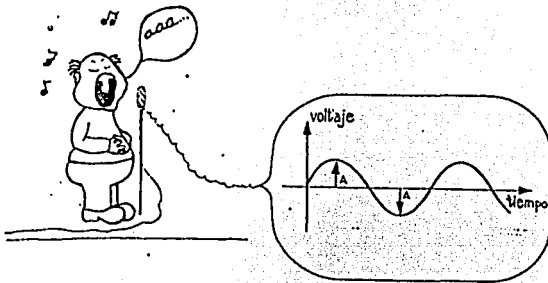


Figura 3.1: Variación del voltaje de la señal con el tiempo.

Esta curva se llama una onda sinusoidal, la cual se define usando dos conceptos, el primero es amplitud, y se llama así a la máxima diferencia de voltaje con el nivel cero, (A en la figura 3.1), y el otro concepto es la frecuencia, y se llama así al número de periodos durante un segundo. Un período es desde el punto 1 al punto 2 en la figura 3.2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

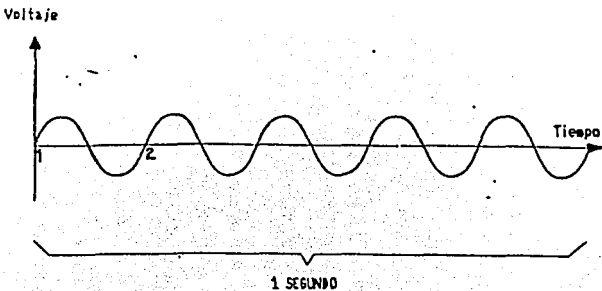


Figura 3.2: Periodos/segundo.

La señal tiene una frecuencia de 5 periodos/segundo. La unidad de frecuencia periodos/segundo a menudo se denomina Hertz (Hz).

1 Hz = 1 período/segundo

1 KHz = 1,000 Hz

1 MHz = 1,000,000 Hz

Una señal compleja como lo es la de voz, contiene simultáneamente en un momento dado muchos tonos diferentes con diferentes amplitudes y frecuencias.

Los puntos más importantes concernientes a la transmisión son los siguientes:

1. Parámetros de transmisión.
2. Técnicas de transmisión.
3. Medios de transmisión.

3.1 Parámetros de transmisión. El uso de parámetros nos da la capacidad para hacer comparaciones, cálculos y especificar el funcionamiento.

En la red telefónica se tiene la necesidad de comparar, calcular y especificar el funcionamiento de nuestros medios de transmisión. Para este fin, se usa un número de parámetros de transmisión los cuales describirán las características.

Los parámetros de transmisión son los siguientes:

1. Ancho de banda.
2. Atenuación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Diafonía.
4. Relación señal/ruido.
5. Distorsión de cuantización.
6. Distorsión armónica.
7. Retardo de grupo y distorsión de retardo.
8. Eco.

1. Ancho de banda. Las frecuencias en un rango de 15 hasta 15,000 Hz pueden ser detectadas por el oído humano, pero el teléfono diseñado para este ancho de banda es muy costoso. Es mejor si los estándares de calidad son más moderados. Las mediciones muestran que el rango de frecuencia 300-3,400 Hz es del todo suficiente para la voz a escuchar y entendida claramente, y así la voz de la persona con la que se está hablando puede ser reconocida. Este rango de frecuencia es recomendado por CCITT.

Por lo tanto es necesario que el micrófono de nuestro teléfono reaccione a las frecuencias en éste rango, y sea capaz de convertirlas en voltajes eléctricos a una amplitud apropiada para todos los rangos de frecuencias.

El equipo de transmisión en la red de abonado y la red entre centrales deben cumplir con ciertos requerimientos para el ancho de banda. Estos requerimientos varían de acuerdo al método de transmisión. Para conexiones analógicas de canal simple, es requerido un ancho de banda de 3.1 KHz (rango de 300-3,400 Hz). Para conexiones multi-canal (FDM ó TDM), hay otros requerimientos sobre el ancho de banda, por ejemplo, una conexión FDM canal 12 tiene que tener un ancho de banda de 48 KHz (rango de frecuencia de 40-108 KHz).

Como regla general, para ambos FDM y TDM, el número de canales es proporcional a la conexión del ancho de banda.

2. Atenuación. Una llamada telefónica pasa por muchos dispositivos diferentes tales como centrales, líneas de transmisión, amplificadores, etc. Algunos de éstos dispositivos hacen la señal más débil, otros la hacen más fuerte.

De la electricidad básica se tiene la sencilla ley $P=VxI$ (energía eléctrica = voltaje x corriente).

En la figura 3.1.1 se pueden ver dos señales, la amplitud (A_1) de la señal 1 es mayor que la de la señal 2 (A_2). La señal 1 tiene el voltaje mayor.

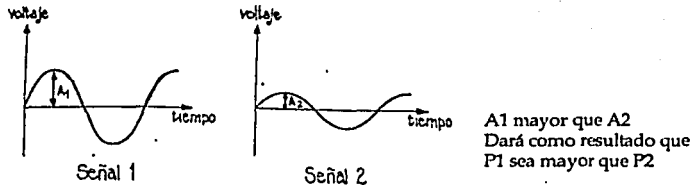


Figura 3.1.1: A mayor amplitud mayor potencia.

Si las corrientes son iguales, entonces la señal 1 tiene la mayor potencia (P_1).

Un dispositivo produce atenuación si la amplitud de la señal de salida (A_2) es menor que la amplitud de la señal de entrada (A_1).

Por consiguiente la potencia de salida P_2 es menor que la potencia de entrada P_1 . Ver la figura 3.1.2.

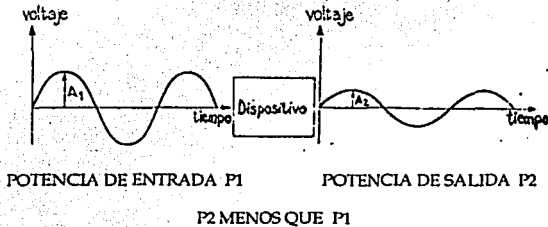


Figura 3.1.2: Atenuación.

Amplificación es lo opuesto de atenuación. Por consiguiente un dispositivo produce amplificación si la potencia de la señal de salida P_2 es mayor que la potencia de la señal de entrada P_1 . Ver figura 3.1.3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

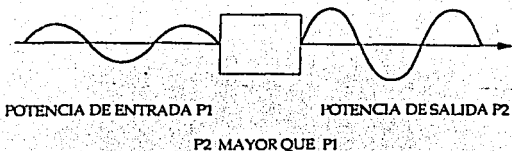


Figura 3.1.3: Amplificación.

La unidad utilizada para caracterizar la atenuación de un dispositivo es el decibel (dB). La unidad dB expresa una relación entre las potencias de las señales de entrada y salida (P_1 y P_2). Ver figura 3.1.4.

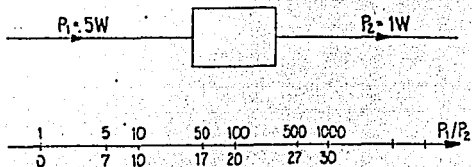


Figura 3.1.4: Decibel (dB).

De acuerdo a la figura 3.1.4, la potencia de entrada en el dispositivo es 5W y la de salida 1W. Por lo tanto $P_1/P_2=5$ y la pérdida es de 7 dB, de acuerdo a la siguiente fórmula de atenuación:

$$A = 10 \cdot \log \frac{P_1}{P_2}$$

La unidad de atenuación dB puede usarse también para caracterizar la amplificación. De acuerdo a la figura 3.1.5, la potencia de entrada en el dispositivo es 1W y la de salida es 5W. (P_2 es mayor que P_1).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

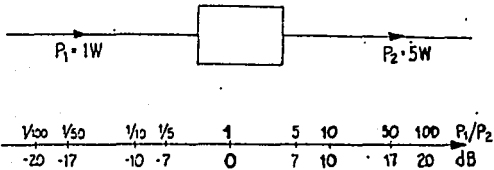


Figura 3.1.5: Atenuación negativa.

$P_1/P_2 = 1/5$ corresponde a una pérdida de -7 dB. Puesto que -7 es un número menor que cero, se dice que la atenuación es negativa (P_1 es menor que P_2). De hecho este dispositivo produce amplificación la cual puede expresarse como una atenuación negativa.

De acuerdo a la figura 3.1.6 la potencia de entrada en el dispositivo es $2W$ y la de salida $1W$. Por lo tanto, $P_1/P_2=2$ y de acuerdo a la escala la atenuación es 3 dB.

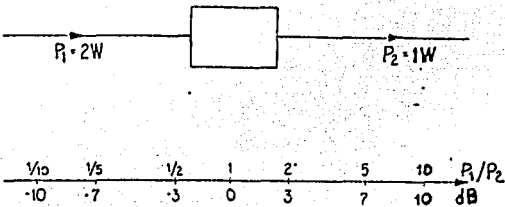


Figura 3.1.6: Atenuación de 3 dB

Siempre que se tenga la mitad de la potencia de entrada en la salida, éste corresponde a una atenuación de 3 dB.

La fórmula de la amplificación (G ="gain") es la relación entre la potencia de salida (P_2) y la potencia de entrada (P_1), la cual queda de la siguiente forma:

$$G = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Otra unidad importante es la unidad de nivel, el dBm. Esta unidad expresa una relación entre el nivel de potencia de una señal y una potencia de referencia. La potencia de referencia es 1mW. La unidad dBm es una abreviación de dB 1 mW.

La fórmula para la unidad de nivel (power level L_p), es la siguiente:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{P}{1\text{mW}} (\text{dBm})$$

De acuerdo a la figura 3.1.7, si la potencia de una señal es 100 mW, es decir, $P/1\text{mW}=100$, el nivel es de 20 dBm.

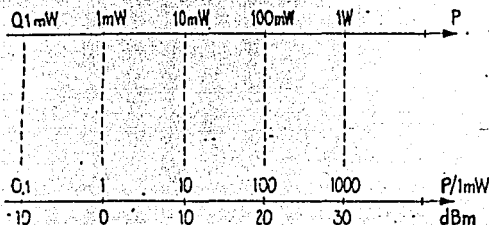


Figura 3.1.7: Unidad de nivel dBm.

Si la potencia de la señal es menor a 1mW, entonces el nivel es negativo.

La gran ventaja de la unidad dB es que se pueden sumar directamente las atenuaciones de los diferentes dispositivos y obtener lo que se llama la atenuación total.

En la figura 3.1.8 se puede observar la diferencia entre los términos atenuación y atenuación total.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

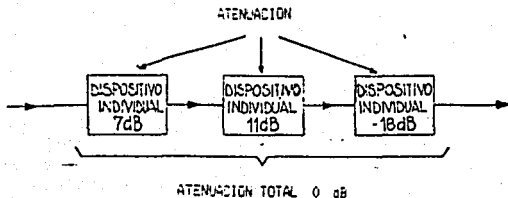


Figura 3.1.8: Atenuación total.

Atenuación se utiliza para un dispositivo telefónico individual.

Atenuación total se utiliza para un sistema que contiene varios dispositivos cada uno con una atenuación específica.

La atenuación total para el sistema que se muestra en la figura 3.1.8 es 0 dB.

CCITT recomienda que la atenuación total, el equivalente de referencia del sistema, para una llamada internacional, no sea mayor de 36 dB.

3. **Diafonía.** Cuando una conexión es perturbada por una conversación de otra línea, se le conoce como diafonía. Se pueden diferenciar dos tipos:

- Diafonía comprensible, es cuando podemos entender el contenido de otra llamada entre dos abonados.
- Diafonía no comprensible, es cuando una conversación en un canal adyacente interfiere sin que podamos entender lo que se está diciendo. La diafonía puede tener el carácter de ruido, pero puede variar a su vez con el de voz.

La diafonía comprensible es la más seria de éstas dos, porque ocasiona problemas de seguridad de información.

CCITT ha establecido límites para la diafonía. El límite para diafonía comprensible en circuitos de larga distancia internacional es actualmente 58 dB debajo del nivel de referencia del nivel de la señal deseada. También ha impuesto un límite para ruido incluyendo la diafonía no comprensible para un circuito de 2,500 km, el cual es actualmente 50 dB por debajo del nivel de referencia de la señal deseada.

El fenómeno de interferencia ocurre tanto en enlaces de transmisión analógica como digital. Esto no ocurre necesariamente entre pares de hilos en cables, sino también en otros tipos de medios de transmisión, y en centrales.

4. **Relación señal/ruido.** El ruido es producido por todo tipo de circuitos elec-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

trónicos. Ningún sistema está totalmente libre de ruido, lo mejor que se puede hacer es poner límites sobre cuánto ruido puede ser permitido. Los límites de ruido han sido recomendados por CCITT.

El nivel de ruido no es lo más importante, sino los niveles relativos de la señal y el ruido que afecta su calidad. Por lo tanto, se usa el parámetro "relación señal-a-ruido".

La degeneración de la transmisión en diferentes niveles de ruido, llega a ser molesto cuando la atenuación en la línea requiere el uso de amplificadores. Como el ruido también es amplificado, el nivel de ruido aumenta en cada amplificador hasta que finalmente el nivel del ruido alcanza tales proporciones que puede ser mejor permitir un nivel de señal más bajo (pocos amplificadores) y a su vez menos ruido.

Por otro lado, en líneas digitales, los regeneradores no dan aumentos sucesivos en el nivel de ruido, porque la señal de salida consiste de "recrear" pulsos. Por lo tanto, la calidad de la señal de salida es tan buena como la original.

5. Distorsión de cuantización. Cada cuantización da un ascenso a una cierta distorsión de la señal de voz. Esta distorsión es debido al hecho de que un número limitado de intervalos de distorsión son usados para representar la información.

La conversión A/D analógico/digital o D/A digital/analógico es llevada a cabo en cada interfase entre equipo analógico y digital. La distorsión de cuantización se acumula en cada conversión, y después de un largo número de conversiones A/D puede haber una seria degradación de calidad de transmisión.

La distorsión de cuantización en una línea es medida en unidades de 1 qd (quantizing distortion). 1 qd es igual a la distorsión que obtenemos de una simple conversión A/D. CCITT recomienda un máximo de 14 qd para tráfico internacional. El objetivo para la red nacional es el de nunca exceder un valor de 5 qd, pero antes de que la digitalización de la red sea totalmente realizada, es permitido un valor de 7 qd en la interfase internacional.

6. Distorsión armónica. Dentro de un sistema telefónico, la inteligibilidad es muy importante. Los abonados no pagaran por escuchar ruido. Esto significa que la señal en el extremo receptor debe ser igual a la que salió del transmisor.

Así que, otro factor que podría causar mala inteligibilidad es la distorsión armónica de los diferentes dispositivos telefónicos. El micrófono produce la mayor distorsión, alrededor del 10%. El receptor produce alrededor del 1%. Otros equipos tales como el aparato telefónico, los amplificadores, la línea de transmisión, y así sucesivamente, producen una distorsión despreciable.

7. Retardo de grupo y distorsión de retardo. Una señal transmitida a lo largo de una línea de transmisión larga requiere cierto tiempo para llegar al receptor que está al extremo de la línea. Este retardo se denomina retardo de grupo. Un retardo largo es irritante para las personas que están haciendo la llamada.

CCITT recomienda un máximo de 150 ms entre dos abonados. Un retardo de

400 ms esta permitido en líneas internacionales, para tráfico vía satélite, en donde el retardo de tiempo más grande es compensado por ventajas económicas.

En resumen, CCITT recomienda que la velocidad mas alta en líneas de transmisión debe ser usada por las mejores rutas internacionales, y que el tiempo de propagación en la red nacional no debe exceder lo siguiente:

$$12 + (0.004 \times \text{longitud en km}) \text{ ms.}$$

La velocidad de grupo es la velocidad de la señal a lo largo de la línea de transmisión y puede calcularse fácilmente a partir del retardo de grupo. El problema es que la velocidad de grupo depende de la frecuencia (tal como le sucede al retardo de grupo). Esto hace que diferentes componentes y frecuencias de la señal lleguen al receptor en diferentes momentos. Estas diferencias en tiempo se denominan distorsión de retardo.

Para la transmisión de la voz esta situación es de menor importancia, puesto que el oído es insensible a la distorsión de retardo (el oído no puede escuchar la fase de una señal), pero para la transmisión de datos es un grave problema.

8. Eco. Eco es el otro problema producido por las fugas en un híbrido. Surge en conexiones largas a cuatro hilos. Si el balance es malo en el híbrido lejano, parte de la potencia de la señal retorna al abonado A. Si el retardo de envolvente es largo, el abonado escucha un eco de su propia voz.

La figura 3.1.9 muestra una situación de eco sencilla. Si hay grandes desbalances en ambos extremos, ambos abonados podrían escuchar muchos ecos.

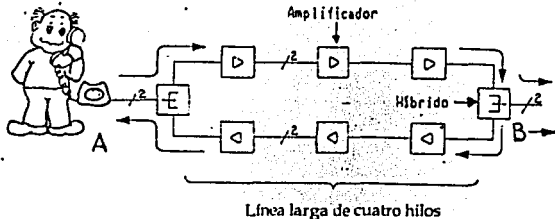


Figura 3.1.9: Eco.

3.2 Técnicas de transmisión. El equipo y técnicas de transmisión que pueden

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ocurrir en diferentes sistemas, son los siguientes:

1. Híbrido.
2. Supresor de eco.
3. Amplificadores.
4. Línea terminal.
5. Códigos de línea.
6. Regenerador.
7. Multiplexores en sistemas TDM.
8. Multiplexores en sistemas FDM.
9. Amplificador FDM.
10. Transmultiplexor

1. Híbrido. La línea de abonado es una línea a dos hilos, pero para obtener amplificación bidireccional necesitamos una línea a cuatro hilos. Lo que necesitamos es un dispositivo telefónico que convierta una línea de dos hilos en una de cuatro hilos. Este dispositivo se denomina híbrido.

De acuerdo a la parte superior de la figura 3.2.1, un extremo del híbrido se conecta a la línea de dos hilos con doble dirección para la voz. El otro extremo se conecta a dos líneas de dos hilos (una de cuatro hilos) con una dirección de voz cada una.

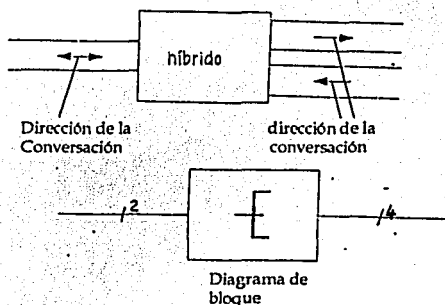


Figura 3.2.1: Híbrido.

El dispositivo debe entonces diseñarse para separar las direcciones de voz de una línea de dos hilos en líneas diferentes y conseguir dos líneas, cada uno con una sola dirección de voz.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La figura 3.2.2 muestra el diagrama de circuitos de un híbrido sencillo.

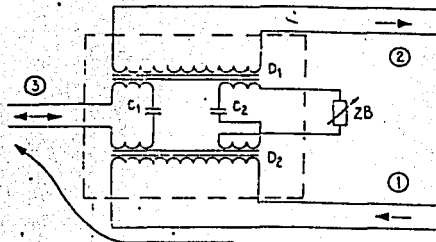


Figura 3.2.2: Diagrama de circuitos de un híbrido sencillo.

El equipo que necesita consiste de dos transformadores diferenciales D1 y D2 y dos condensadores C1 y C2. Las flechas marcan las direcciones de voz.

Los dos condensadores se usan solo para impedir que la corriente directa magnetice los transformadores. Una condición necesaria para impedir que la señal entrante en 1 le llegue a la salida en 2 es que la impedancia de carga de la línea en 3 sea igual a la impedancia de balance ZB.

2. Supresor de eco. Si el tiempo de retardo del bucle de cuatro hilos es mayor que 50 ms, es necesario conectar supresores de eco en las líneas.

La figura 3.2.3 muestra como se hace esto.

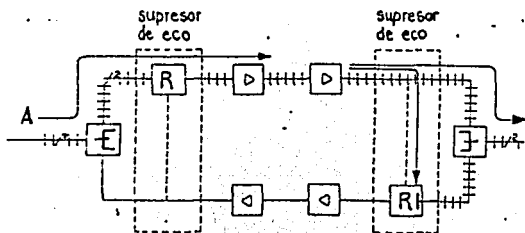


Figura 3.2.3: Supresor de eco.

ANÁLISIS CON
SALA DE ORIGEN

La señal de voz desde A pasa por un supresor de eco después del híbrido. Nada le sucede aquí a la señal. En el otro extremo de la línea hay otro supresor de eco. Parte de la señal va al circuito regulador (R) en la otra línea. El circuito regulador aumenta por lo tanto su atenuación y se detiene la fuga de la señal del híbrido.

La voz en una dirección detiene entonces las señales en la otra dirección. El mismo tipo de equipo se utiliza en el otro extremo de la línea, pero en la dirección opuesta.

3. Amplificador. Para obtener conexiones de voz a longitudes mayores, se utilizan amplificadores.

Los amplificadores se usan más a menudo en sistemas de transmisión que utilizan frecuencias más elevadas y bandas de frecuencias más amplias que la banda de frecuencia vocal.

Los amplificadores se instalan en intervalos regulares a lo largo de la línea en cajas subterráneas.

Cuando la distancia es grande se utiliza un dispositivo amplificador bidireccional. Ver figura 3.2.4.

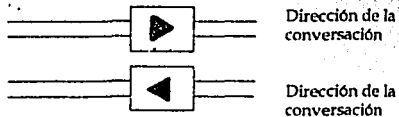


Figura 3.2.4: Amplificador bidireccional.

4. Línea terminal. Una línea terminal es usada para la igualación eléctrica entre el medio y la central.

La línea terminal también suministra la potencia para los regeneradores. Cuando es usada la fibra óptica, la línea terminal es equipada con un receptor/transmisor óptico.

5. Códigos de línea. Los códigos de línea son usados para incrementar la integridad, y son los siguientes:

- ADI (Alternate Digit Inversion), inversión alterna de los dígitos.
- AMI (Alternate Mark Inversion), inversión alterna de marca.
- HDB3 (High Density Bipolar Code), código bipolar de alta densidad con un máximo de 3 ceros consecutivos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El nivel de la señal es medido en intervalos regulares, y la medición debe estar sincronizada con el rango de bits a transferir, la cual se lleva a cabo continuamente, y es controlada por la entrada de bits (ceros ó unos).

Cuando un abonado está hablando, normalmente el otro está en silencio, por lo tanto, solamente ceros son enviados sobre el canal de silencio.

Los principios de ADI se muestran en la figura 3.2.5. Cada bit alterno es invertido lógicamente, y así el problema de una larga sucesión de ceros en la señal original es evitado. Una combinación de ADI y "regresar a cero" (RC) da más ventajas. El nivel de la señal regresa a cero después de la mitad del ciclo de tiempo, en este caso los pulsos son separados, y la sucesión de "unos" llegan a ser una serie de pulsos definidos claramente.

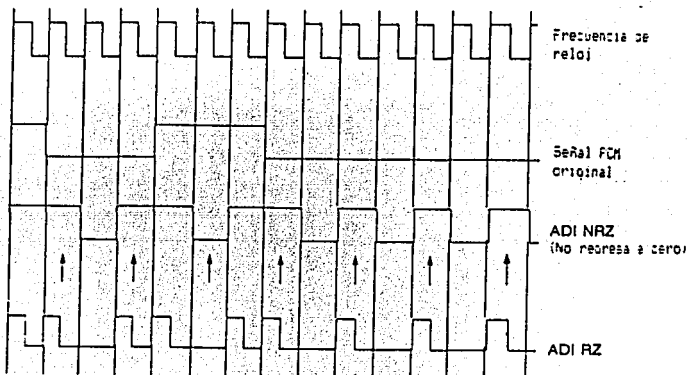


Figura 3.2.5: Código de conversión usando codificación ADI.

ADI solamente puede ocurrir en combinación con algún otro código.

El código AMI está basado sobre los principios de invertir cada marca (uno) y usando RC. Así se obtiene un tren de pulsos con tres estados: 0, +1 y -1 (una señal bipolar). Ver figura 3.2.6.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

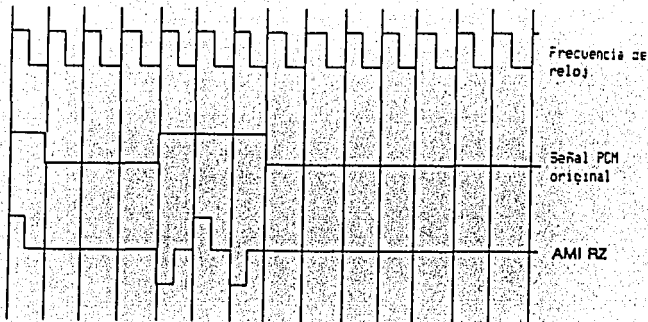


Figura 3.2.6: Código de conversión usando codificación AMI.

Comparada con ADI, AMI tiene la ventaja de que puede mantener un mejor chequeo sobre el nivel cero, y la interpretación de la señal recibida es simplificada.

El código AMI es usado en sistemas PCM canal 24.

Otra ventaja de usar AMI es la reducción en el ancho de banda requerido.

El código bipolar contiene lo que se conoce como información redundante, con tres estados a escoger, y más información puede ser transferida que con un código binario, el cual solo tiene dos estados. Esta redundancia es usada para checar la calidad de transmisión de una línea.

Sin embargo, el código AMI no está garantizado contra grandes cadenas de ceros. Por otro lado, en el código HDB3, el número de ceros sucesivos han sido limitados a tres. Las reglas son básicamente las mismas que para AMI, pero si tres ceros son seguidos por un cuarto, éste será reemplazado por una "violación" de pulso al cual le es dada la misma polaridad que la marca del último pulso enviado, es decir, que rompe las reglas para AMI.

La conversión HDB3 es usada en sistemas PCM canal 30.

Si el promedio de voltaje de los pulsos es cero, la violación de pulsos debe ser alternativamente positivo y negativo. Sin embargo, esta regla entra en conflicto con las reglas previas de HDB3. Tomando por ejemplo una larga serie de ceros, la violación de pulsos debe ser de la misma polaridad, para romper las reglas de AMI. Para satisfacer los requerimientos de polaridad alterna, se usa una "excepción de

regla", la cual puede ser explicada de la siguiente forma:

- Si el requerimiento para polaridad alterna de los pulsos de violación no pueden ser desempeñados, una marca (un pulso extra) es introducido de acuerdo a las reglas de AMI dentro del primero de tres ceros sucesivos.

- El código completo HDB3 está ilustrado en la figura 3.2.7. El primer pulso de violación es positivo (pulso No. 5). El segundo pulso de violación (pulso no. 11) tiene que ser positivo (igual que la marca que le precede) en orden para romper las reglas de AMI. Pero como éste no satisface la demanda de polaridad alterna de pulsos de violación, la "excepción de regla" aplica, y un pulso extra es insertado dentro del primero de los tres ceros precedentes (pulso no. 8).

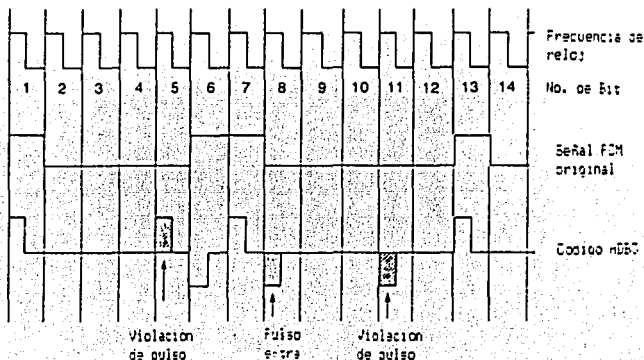


Figura 3.2.7: Código HDB3.

6. Regenerador. Para compensar los efectos de atenuación y distorsión en líneas digitales, se usa un regenerador.

Un equalizador asegura que la mejor partida posible es obtenida para la línea conectada, y la recepción de la señal es optimizada. Las señales son amplificadas por un amplificador ajustable. Este ajustamiento puede ser manual (puesto sobre la instalación) ó, controlado por un circuito de realimentación. Usualmente, los regeneradores modernos tienen la forma de regulación automática. Los factores típicos de amplificación son de 30 dB.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La detección de pulsos es llevada a cabo por dos rutas, una para los pulsos negativos y otra para los positivos. Los pulsos detectados son recreados en los pulsos regeneradores, y enviados hacia un transformador de salida sobre la línea.

El equipo de sincronización (filtro pasa banda y oscilador), es controlado por la señal de entrada, regula la detección de pulso. Para que el oscilador mantenga la fase y frecuencia correcta, la señal de entrada no debe contener muchos ceros en sucesión. Ver la figura 3.2.8.

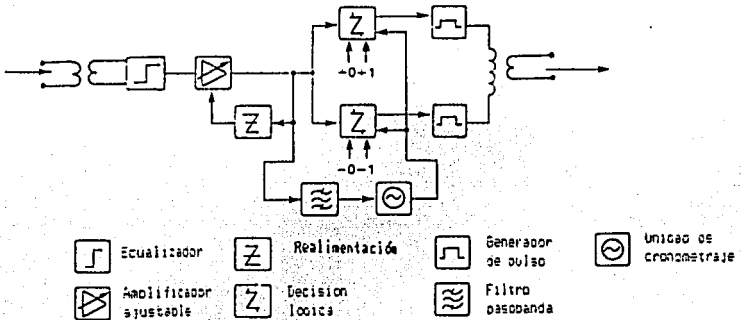


Figura 3.2.8: Principios del regenerador.

Regeneración significa que todo el ruido y distorsión en la señal de entrada es eliminado. La señal de salida es completamente nueva e idéntica a la señal original. Los errores solamente pueden ocurrir si las señales son deformadas hasta un nivel significativo en donde no puede ser mantenida la decisión de ceros y unos.

7. Multiplexores en el sistema TDM. La fundación para el sistema TDM es el multiplexor de primer orden de PCM. En redes donde el canal de alta capacidad es necesitado, es más económico agrupar un número de sistemas PCM usando la multiplexación de ordenes más altas. Ver figura 3.2.9.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

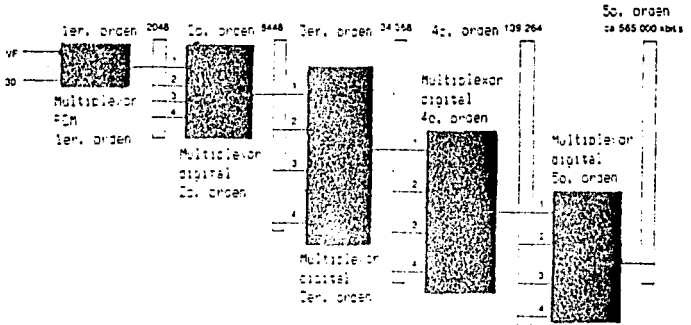


Figura 3.2.9: Jerarquía de multiplexores en el sistema TDM canal 30/32.

8. Multiplexores en sistemas FDM. El portador de frecuencia en el sistema FDM (Frequency Division Multiplexing) es modulado por la señal de un canal de voz. El resultado es un número de bandas de frecuencias. Solamente una de estas bandas de frecuencias es necesitada, las otras bandas son filtradas a la salida.

CCITT ha producido recomendaciones sobre números de canales y frecuencias para sistemas FDM con 12, 60, 300, 900, 2700 y 10800 canales. Ver figura 3.2.10.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SISTEMA FDM	VELOCIDAD DE FRECUENCIA kHz	NOMINACION
12 group	60-108	Group
60 group	312-552	Super group
300 group	812-2044	Master group
900 group	8516-12388	Super master group
960 channel system	60-4028	
2700 channel system	316-12388	
10800 channel system	4332-59684	

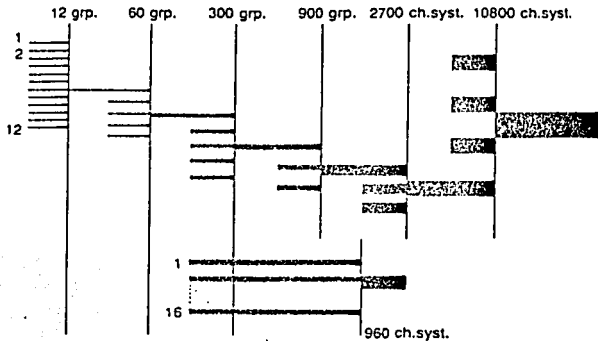


Figura 3.2.10: Sistemas FDM de acuerdo a CCITT. Un ejemplo de la jerarquía de multiplexores.

Los sistemas FDM son usados en diferentes tipos de medios, par de cable simétrico, cable coaxial, radio enlace y satélite.

Los sistemas FDM están basados sobre una amplitud modulada portador de onda. Los principios de la amplitud modulada se muestran en la figura 3.2.11.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

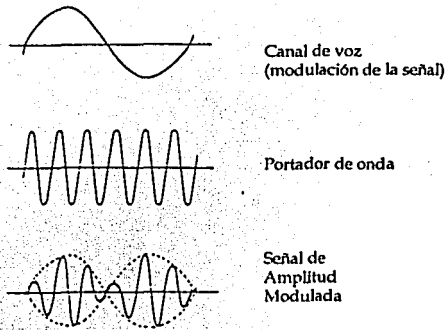


Figura 3.2.11: Amplitud modulada.

Otro método de modulación es la frecuencia modulada. Este es común en transmisión de radio sobre la banda VHF, el canal de sonido de TV, ciertos sistemas de comunicación móvil, y sistemas FDM los cuales trabajan en la banda de frecuencia ultra alta (UHF). La figura 3.2.12 muestra sus principios.

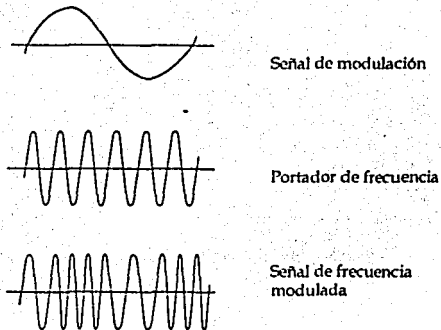


Figura 3.2.12: Frecuencia modulada.

9. Amplificador FDM. Los regeneradores son usados en conexiones TDM para contrarrestar la atenuación. En líneas FDM, se usan los amplificadores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

9. Amplificador FDM. Los regeneradores son usados en conexiones TDM para contrarrestar la atenuación. En líneas FDM, se usan los amplificadores.

El equipo FDM es la potencia de la central ó lo que se conoce como alimentador de potencia en la estación repetidora, ver la figura 3.2.13. La frecuencia-baja común es separada hacia afuera por el filtro de paso-bajo y removida por medio de un transformador.

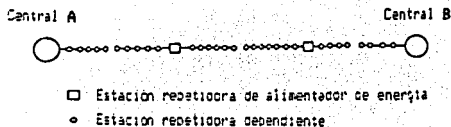


Figura 3.2.13: Alimentador de potencia para amplificador FDM.

10. Transmultiplexor. En nuestros tiempos y en el futuro, no se puede olvidar la existencia de una mezcla de sistemas FDM y PCM en las redes telefónicas. Por lo tanto, se tiene que llevar a cabo la conversión A/D en las interfases entre los diferentes tipos de sistemas. Este equipo es conocido como un transmultiplexor. Este se encuentra frecuentemente como un dispositivo de igualación entre la central digital y una conexión analógica FDM a la siguiente central.

El transmultiplexor puede ser considerado como una combinación del equipo multiplexor PCM y FDM. Un ejemplo es el transmultiplexor para la interconexión entre 60 canales FDM y dos sistemas PCM canal 30.

En resumen, se tiene lo siguiente:

- FDM mux: Multiplexor de canales de voz analógico basado sobre técnicas de portador de frecuencia.
- PCM mux: Multiplexor de canales de voz analógico dentro de un sistema PCM canal 32 ó canal 24.
- DIG mux: Multiplexor de canales de voz digital dentro de los sistemas de orden más alto (2o. y 3er. orden).
- Transmux: Interconexión de sistemas FDM y PCM.

3.3 Medios de transmisión. Un medio de transmisión es el "portador físico" a lo largo del cual se transmite la información.

Los medios de transmisión utilizados en sistemas telefónicos son:

1. Sistemas de cable metálico.
2. Sistemas de radio enlace.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3. Sistemas de satélites.
4. Sistemas de fibra óptica.

1. Sistemas de cable metálico. Hay tres tipos de cable metálico, cable de pares, cable de cuadrete y cable coaxial. El cable de pares fue originalmente desarrollado para líneas analógicas. Algunos de los tipos más comunes de cables de pares simétricos se aprecian en la figura 3.3.1.

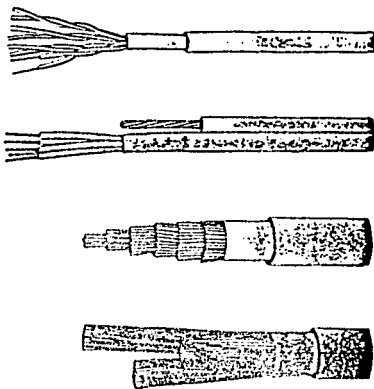


Figura 3.3.1: Cables de pares simétricos.

Está formado por hilos de cobre convenientemente aislados. Los dos hilos que forman un circuito van torsionados entre sí, con pasos de torsión distintos en cada par, para evitar cruces de diafonía. En los cables de gran capacidad, cada 100 pares forman un subconjunto llamado grupo y el conjunto de los grupos que forman el cable está protegido por una cubierta común de plomo ó polietileno. Este tipo de cables constituye la base de las redes urbanas y de las interurbanas de distancia corta y media, existiendo gran variedad de tipos para cubrir las necesidades de cada circunstancia.

Estos tipos estarán definidos por la combinación de las siguientes variables fundamentales, a parte de otros detalles menos significativos:

- Calibre (diámetros estandarizados de hilo): 0.4, 0.5, 0.6 y 0.7 mm.
- Aislante: papel, pulpa de papel, polietileno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cubierta: plomo, PVC, metaloplástica.

Relleno: aire, petrolato.

Capacidad en números pares: 11, 16, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 2400, 4800.

El cable de cuadretes es concebido a las comunicaciones de larga distancia y como soporte de sistemas de alta frecuencia, tiene un aspecto externo igual al de pares, pero con las siguientes características diferenciales:

- Los hilos se agrupan de cuatro en cuatro formando los cuadretes y dando lugar, según la forma en que se agrupan, a dos tipos de cables:

1) Cables tipo DM: los dos pares del cuadrete, cuyos hilos van torsionados entre sí, se torsionan a su vez con distinto paso. Permiten el uso en baja frecuencia. Actualmente su uso va decreciendo, siendo sustituidos por cables coaxiales y radioenlaces.

2) Cables tipo estrella: los cuatro hilos, ocupando los vértices de un cuadrete, se torsionan en conjunto con un paso único. Están diseñados para mejorar las características en las altas frecuencias.

En éstos tipos de cables el diámetro típico de los hilos es de 0.9 mm y raramente 1.3 mm.

Las capacidades usuales son de 24, 27, 37, 54, 75, y 125 cuadretes.

La mayoría del cable de la red actualmente está enterrado.

Con una adecuada selección de material, la funda también puede servir como un escudo contra la interferencia eléctrica y magnética.

El cable coaxial es usado en sistemas FDM y TDM. Este consiste de un conductor externo en forma de tubo con un segundo conductor fijado en el centro del tubo. El cable coaxial es caracterizado por un gran ancho de banda, el cual da al cable una alta capacidad de transmisión (10,800 canales de voz en FDM). Este es usado en pares, uno para cada dirección de transmisión y comúnmente es usado en las redes entre centrales donde la intensidad del tráfico es alta. Ver la figura 3.3.2.



Figura 3.3.2: Cable coaxial.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Un cable coaxial a menudo está hecho con muchos tubos, como por ejemplo, seis tubos. Puesto que el campo eléctrico y magnético de cada tubo en el cable está situado dentro del tubo, se reduce mucho la diafonía. Más aún, el ruido desde el exterior no puede perturbar las señales enviadas a través del tubo coaxial.

El tubo coaxial se usa normalmente sólo para frecuencias por encima de 60 kHz, no en las conexiones a frecuencia de voz.

El mejor aislamiento entre los conductores es el aire y el material de aislamiento usualmente es plástico.

Los cables con 2, 4, 6 u 8 tubos son usualmente usados para telefonía.

2. Sistemas de radio enlace. La transmisión en conexiones de radioenlace es por medio de una cadena de transmisores y receptores de radio. Frecuentemente hay varios canales de radio cubriendo la misma área, con uno de ellos como una reserva para los otros. Hay radioenlaces para transferencia analógica y digital. Los sistemas analógicos de radio son usados por señales de pulso modulado, normalmente frecuencia modulada, y los sistemas digitales son designados meramente para transmisión digital. Ver figura 3.3.3.

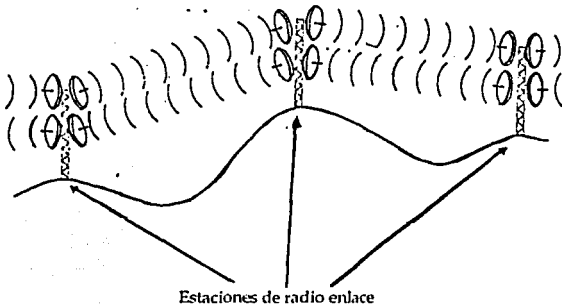


Figura 3.3.3: Estaciones de radio enlace.

Cada conexión requiere dos canales de radio, uno para cada dirección.

Los radioenlaces a menudo trabajan en la banda de GHz (1 GHz = 1,000,000,000 Hz) por varias razones:

- Hay espacio para una gran cantidad de canales de radio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Es fácil obtener un haz bien dirigido hasta la siguiente estación del radioenlace.
- No hay estaciones de radiodifusión.

Actualmente la capacidad máxima de un radioenlace es de alrededor de 2,700 circuitos de frecuencia vocal.

3. Sistemas de satélites. La tecnología del satélite involucra altos costos iniciales, y para que ello sea provechoso, por lo menos algunos de los siguientes puntos necesitan ser cumplidos:

- Tráfico sobre largas distancias entre unas cuantas estaciones.
- Causa de obstáculos geográficos hasta costos mayores para conexiones de base correspondientes.
- Alta intensidad de tráfico entre estaciones en la red del satélite.
- Distribución punto a multipunto.

La transmisión de un satélite es fuertemente comparado a un radioenlace ordinario. Pero en lugar de tener todas las estaciones terrestres, algunas son enviadas al espacio. La comunicación de los satélites gira casi exactamente el mismo porcentaje que la tierra en lo que se llama órbitas geoestacionarias.

El satélite tiene un alcance considerable. Teóricamente, casi la mitad del globo terráqueo podría ser cubierto por un sólo satélite. Los satélites son usados en la red internacional y en redes nacionales.

Intelsat (the International Telecommunications Satellite Organisation) es una organización privada con su área principal en proyectos de satélite para telecomunicación. 11 países fueron miembros fundadores del grupo cuando Intelsat comenzó en 1964, ahora hay cerca de 100 países. El sistema cubre toda la tierra. Este es usado para tráfico nacional e internacional, sin embargo, las estaciones de tierra son complejas y costosas.

Las características de transmisión de los enlaces satélites son excelentes, y los problemas son pocos. Sin embargo, la larga distancia causa un eco el cual puede ser contrarrestado usando un supresor de eco.

Siempre hay un movimiento relativo entre la tierra y el satélite el cual puede causar errores en transmisiones digitales. Sin embargo, éste puede ser compensado por un almacén intermedio de la información en buffers de memoria.

Se usan cuatro frecuencias, las cuales son:

Banda L : 1.5/6 GHz (baja capacidad)

Banda C : 4/6 GHz (baja atenuación de lluvia, antena relativamente larga).

Banda P : 12/14 GHz (antena pequeña).

Banda KA: 20/30 GHz (alta atenuación debido a la lluvia, antena pequeña).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. **Sistemas de fibra óptica.** La fibra óptica viene a resolver las dificultades que plantea la transmisión directa en el espacio del rayo láser. Por ello parece que es el medio de transmisión masivo con más futuro. En esencia consiste en un hilo largo, delgado y flexible de vidrio o de otro material transparente, capaz de conducir en su interior un rayo láser ó en general, un rayo luminoso. Visto en sección dicho "hilo", consta de un núcleo circular de vidrio, rodeado por una cubierta de otro tipo de vidrio y todo el conjunto, cuya sección tiene un diámetro de 0.2 mm, envuelto en una camisa opaca y absorbente a la luz. La conducción de la luz se realiza cuando el índice de refracción del vidrio del núcleo es ligeramente superior al del vidrio de la cubierta, ver figura 3.3.4.

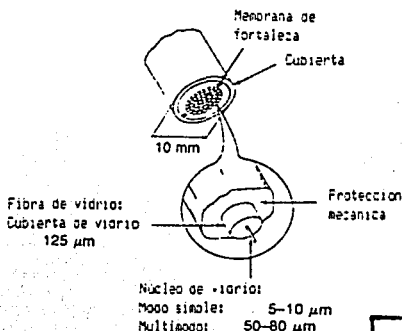


Figura 3.3.4: Cable óptico (μm =micrómetro).

FALLA DE ORIGEN

Las fibras ópticas tienen una gran capacidad de transmisión de información debido al ancho de banda que soportan, pudiendo llegar a 10 Gbits/s/km en transmisión digital.

Hoy en día se fabrican ya cables de fibras ópticas de muy diversos tipos y capacidades, con tecnologías que están sufriendo un rápido desarrollo. Asimismo, se están desarrollando diversos tipos de equipos terminales y repetidores en los que se tratan y agrupan las señales individuales (canales telefónicos) hasta llegar a constituir bandas base de señales digitales de, por ejemplo, 6,312 Mbits/s, que representan unos 100,000 canales telefónicos normales.

Dentro de las aplicaciones de enlaces ópticos, la más grande está en la red entre centrales y especialmente en conexiones de larga distancia. Otra aplicación es para la conexión del mástil del radio enlace al equipo de la central, en donde la alta

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

capacidad y la inmunidad EMI son requeridas.

El número de aplicaciones en la red telefónica está aumentando rápidamente.

Las ventajas de los sistemas de fibra óptica se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Larga distancia entre regeneradores.
- Pequeña dimensión de cable.
- Bajo peso.
- Flexibilidad.
- No hay diafonía.
- Inmunidad a EMI, (aire, humedad, temperatura, lluvia).
- Alto ancho de banda.

3.4 Sistemas de transmisión. Un sistema de transmisión se forma al combinar algunos aspectos de transmisión, los diferentes métodos de modulación y los diferentes medios de transmisión. Ver figura 3.4.1.

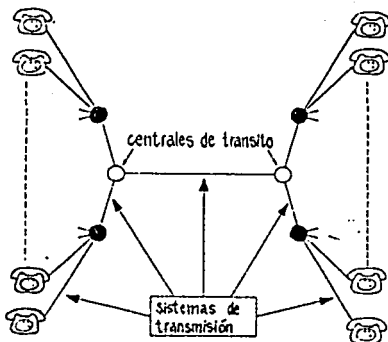


Figura 3.4.1: Sistemas de transmisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La selección de un sistema de transmisión para una cierta conexión viene determinada por muchos factores, tales como por ejemplo, el tráfico telefónico, la distancia, los aspectos de costos y la situación topográfica. La selección de un cierto sistema incluye muchas decisiones, como por ejemplo, la selección del medio de transmisión y el método de modulación.

CAPITULO IV

CENTRALES TELEFONICAS

En este capítulo se mencionan los diferentes tipos de centrales telefónicas, ya que son de suma importancia, puesto que su tarea principal es la de establecer las conexiones necesarias dentro de la red telefónica, para las llamadas entre los abonados/usuarios.

También se hace mención del equipo necesario, y sobre los procedimientos que se utilizan para llevar a cabo la comunicación entre abonados.

El objetivo principal de éste capítulo es, que el lector entienda la importancia de los diferentes tipos de centrales que se pueden utilizar durante la ruta de la conexión de una llamada, puesto que ésta es su tarea principal, y la importancia del equipo y las partes que se necesitan para optimizar su buen funcionamiento.

4.1 Equipo de abonado. Se cuenta con el siguiente equipo de abonado:

1. El teléfono.
2. Modems.
3. Caja de monedas.

1. El teléfono. La figura 4.1.1, muestra los principios de un teléfono con disco.

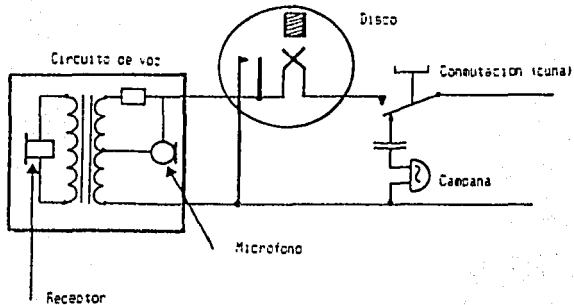


Figura 4.1.1: Diagrama de un teléfono de disco.

De manera simplificada, éste consiste de cuatro unidades:

1) **Circuito de voz con micrófono y receptor.** El circuito de voz consiste de dos unidades de amplificación, una para la amplificación del micrófono y uno para alimentar al receptor. Como el grado de amplificación puede ser regulado por un circuito de control, la amplificación puede ser una constante conservada para líneas de abonado con resistencias en el rango 0-900 ohms. La distorsión armónica es controlada por lo que se llama un puente de conexión.

El circuito de voz en teléfonos viejos fue más simple. Consistió de un micrófono (usualmente un tipo de carbón) y un receptor dinámico. El canal de voz en los teléfonos modernos tiene varias ventajas:

- La atenuación del nivel de sonido en largas conexiones, es contrarrestada por una línea común de regulación controlada del circuito de voz del amplificador.
- Las características de la distorsión armónica son mejoradas y la impedancia del teléfono es optimizada por un balance del puente y la impedancia del circuito de voz.
- La distorsión de la transmisión es insignificante.

El receptor no tiene que padecer muchos cambios. Una corriente es pasada a través de un electroimán, el cual está conectada a una membrana. Para los movimientos de la membrana que tienen que ser iguales a los de la frecuencia predominante, se usa un fuerte imán permanente. Ver la figura 4.1.2.

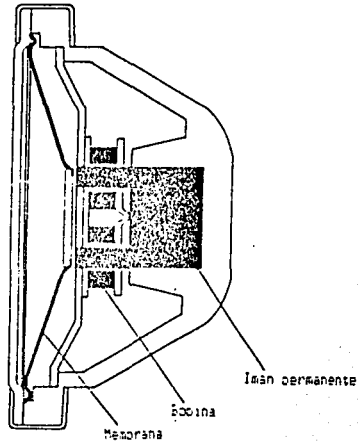


Figura 4.1.2: Receptor.

Existen diferentes tipos de micrófono en uso. Pero el más común ha sido el micrófono de carbón, y el micrófono electreto, como el conocido sucesor moderno.

En el micrófono de carbón un electrodo es conectado a la membrana, y otro a la cubierta. Cuando la presión enfrente del micrófono aumenta, el carbón es presionado a un mismo tiempo y reduce su resistencia. Cuando la presión baja, ocurre lo contrario y la resistencia aumenta. Nosotros obtenemos una variación en corriente a través del micrófono el cual corresponde directamente a las variaciones en resistencia. Ver la figura 4.1.3.

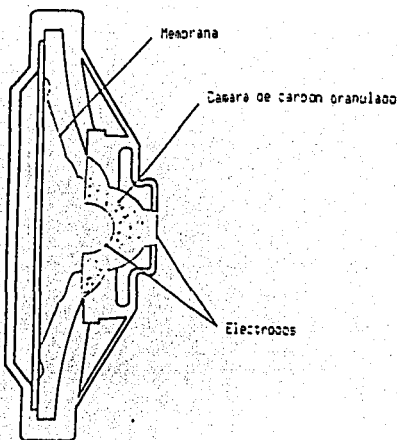


Figura 4.1.3: Micrófono de carbón.

En el micrófono electroreto se tiene un electroreto que es una substancia la cual está permanentemente cargada eléctricamente. El material base es una delgada película de un plástico como teflón, el cual está expuesto a un fuerte campo eléctrico. Cuando el campo externo es removido, el teflón retiene una cierta carga haciendo un electroreto.

El micrófono electroreto es en principio un micrófono condensador, donde el campo eléctrico requerido por éste para trabajar es producido por un electroreto en la membrana (el campo eléctrico en un micrófono condensador es producido por un voltaje aplicado externamente). El micrófono, a duras penas más de un centímetro de diámetro, tiene muy buenas cualidades eléctricas.

2) Disco. La figura 4.1.4 muestra el diseño del disco. El interruptor A es cerrado por la secuencia de pulso. El interruptor B, el cual consiste de una rueda dentada y dos lenguas que se ponen en contacto, es abierta y cerrada cuando el disco gira. El interruptor A asegura que el circuito de voz esté desconectado durante la secuencia de pulso. La resistencia total de la línea es al mismo tiempo reducida a un nivel adecuado para la pulsación.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

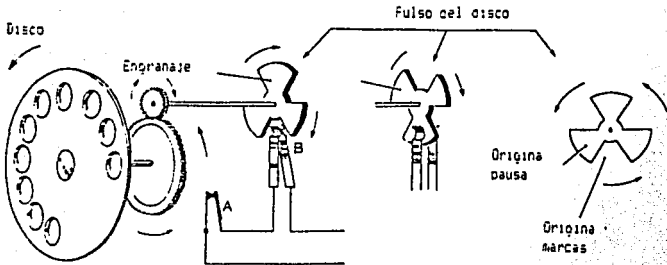


Figura 4.1.4: El disco.

El mecanismo para marcar un número está diseñado para girar a una velocidad uniforme causando que el pulso del disco haga y rompa el contacto con B. El número de pulsos depende de los dígitos marcados.

El servicio de botón eléctrico de los teléfonos nuevos está equipado con botones eléctricos para la selección del número. Esto significa que la vieja tecnología electro-mecánica ha sido reemplazada por circuitos electrónicos de generación de tonos. Los dígitos son representados como una combinación de dos tonos. Los tonos son generados por dos osciladores y cada llave da su propia y única combinación de dos tonos.

3) Interruptor en forma de cuna. Cuando levantamos el microteléfono para contestar, la campana se desconecta, y en su lugar el circuito de voz y el disco son conectados. Por lo tanto se hace un circuito de abonado en donde la alimentación de la central puede fluir en el circuito. Así que la central sabe cuando se ha levantado el microteléfono.

Cuando levantamos el microteléfono para hacer una llamada, ocurre lo mismo, solo que ahora la central espera a que marquemos el número del abonado requerido.

4) Campana. Es para llamar la atención del abonado. En la posición de salida, con el microteléfono hacia abajo, la campana es conectada por medio del condensador. Cuando alguien hace una llamada de teléfono, la campana recibe una corriente alterna, (90 V, 20 Hz) por medio del condensador.

2. Modems. La red telefónica ha sido usada para comunicación de datos

desde principios de los 60's. Para igualar una señal digital a la red telefónica (con un ancho de banda de 3.1 kHz) para el propósito de transmisión, se usa un modem. La transmisión está basada en un portador de onda adaptado a la red telefónica, y éste es modulado con la señal digital. El transmisor Modula y el receptor DEModula, de aquí el nombre MODEM.

Pueden ser usados varios métodos de modulación, tales como amplitud, fase ó frecuencia de cambio de llave, ó combinaciones de éstos. La selección del método de modulación es determinada por el rango de bit determinado.

El modem es conectado a la terminal/computador por un conector (frecuentemente la recomendación de CCITT V24). La sección de interfase/control reparte con la igualación/comunicación entre el lado digital del modem y la terminal. La unidad de línea iguala el lado analógico del modem a la red telefónica. La unidad modulador/demodulador es responsable para la igualación de la señal a la red telefónica. El modem puede estar adaptado con una unidad de diagnóstico para checar la información transmitida.

CCITT especifica diferentes piezas de equipo para usar en la red telefónica para la transmisión de datos. El objetivo es recomendar equipo el cual esté igualado a las condiciones particulares encontradas en la red telefónica, como es, la señalización, medios de transmisión, ruido y niveles de interferencia. En este caso, el tráfico seguro de datos puede ser alcanzado sin afectar otro tráfico en la red.

Para todos los modems, los circuitos de interfase entre modem y terminal son tomados de la recomendación V24. Las especificaciones eléctricas para éstos son tomadas de V28, V10 ó V11.

3. Caja de monedas. Este fue el nuevo trabajo de la administración telefónica para tomar la entera responsabilidad para la instalación y pago por llamadas.

Los clientes pueden marcar sus llamadas y pagarlas directamente. Solo necesitan poner una ó más monedas dentro de la máquina, y después ver la cantidad que han dejado de la llamada en la ventana pequeña. Pueden ser hechas varias llamadas en sucesión por la moneda puesta. En casos de emergencias uno puede llamar sin tener que poner ninguna moneda. Ver la figura 4.1.5.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

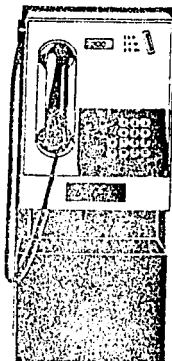


Figura 4.1.5: Caja de monedas.

La caja de monedas está basada en un microprocesador el cual puede ser programado para reconocer diferentes tipos de monedas. También, puede estar equipada con información sobre comenzar y marcar cargos si ésta información no puede ser enviada de la central.

También tiene programas para la operación y mantenimiento, el cual checa la función y registra cualquier falla que pueda ocurrir. Pueden ser enviados reportes regulares a la central por medio del número telefónico programado. Los reportes también son enviados directamente cuando cierto tipo de falla ocurre, ó en señal de robo. Aparte de la información sobre las fallas, los reportes regulares también contienen información acerca, por ejemplo, de la llenura de la caja de monedas y la cantidad que se ha puesto. La señalización entre la central y la caja de monedas está hecha usando pulsos de 12 ó 16 kHz.

La central tiene equipo especial para la conexión de la línea de la caja de monedas e incluye las siguientes funciones:

- detectar la llamada y la contestación de B,
- generar y recibir pulsos de 12/16 kHz,
- liberar la conexión en caso de falla.

La información sobre comenzar y tasación al marcar son programadas en una unidad especial de tasación. Un código de tasación es enviado a la unidad de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

conexión de la caja de monedas, la cual después envía el código en la forma de pulsos de 12 kHz cuando una llamada es hecha.

Este es el tipo más moderno de la caja de monedas. En los sistemas más viejos, la central fue responsable para contar las monedas puestas y para la señalización en la desconexión del teléfono.

4.2 Equipo en la línea de abonado. Las funciones que se encuentran en la línea de abonado son, distribución, conversión A/D, multiplexión y concentración. La conversión A/D es de interés especial, porque marca la interfase entre la tecnología analógica y digital en la red. El equipo para la conversión A/D es llamado circuito de línea y se necesita uno para cada abonado. Este siempre está colocado en la interfase A/D.

4.2.1 Punto de distribución. Un tipo de punto de distribución es conocido como un bloque terminal, y tiene espacio para la conexión de 10 abonados. Usualmente hay uno ó dos pares de cable entre el bloque terminal y el abonado. Un cable de 10 pares va del bloque terminal hacia la central.

El cable de 10 pares de la central está conectado a la espalda del bloque terminal, y en el lado de enfrente están los pares de alambre a los abonados. El bloque terminal, el cual puede estar colocado tanto adentro como afuera, está protegido por una cubierta. En áreas de alta densidad de población, varios bloques terminales pueden encontrarse en la misma caja. Ver la figura 4.2.1.1.

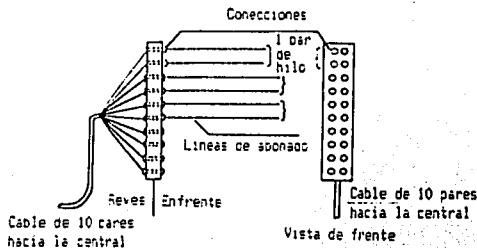


Figura 4.2.1.1: El bloque terminal.

4.2.2 puntos de conexión de cruce. Los puntos de conexión de cruce están situados en la interfase entre la red primaria y secundaria en el cual podría, por ejemplo, estar una unión entre un cable de 50 pares y seis cables de 10 pares. El cable

de 50 pares es un recurso común para la conexión de abonados en los cables de 10 pares.

La figura 4.2.2.1 muestra el gabinete de una conexión de cruce. Este tiene un renglón de bloques terminales en el centro para la conexión de pares de cable a la central y dos renglones para conectar los 10 pares de cables fuera de los puntos de distribución. Los puntos de conexión de cruce frecuentemente contienen considerablemente más bloques terminales que los sugeridos en dicha figura.

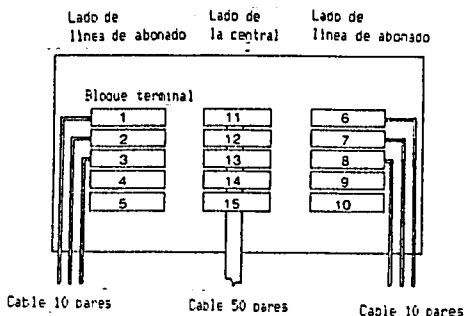


Figura 4.2.2.1: Gabinete de conexión de cruce.

Alambres saltados son colocados entre el lado de la central y el lado de los bloques terminales de la línea de abonado, para enlazar los pares de alambres usados por el abonado con los pares de alambres en el cable a la central. Ver figura 4.2.2.2.

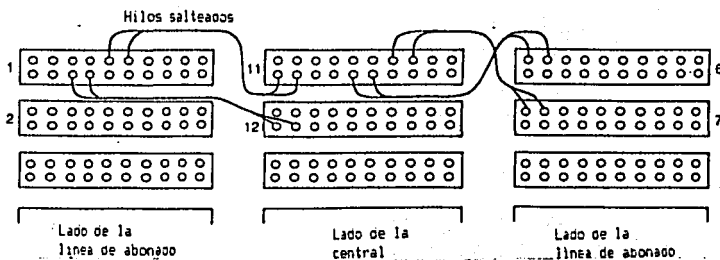


Figura 4.2.2.2: Punto de conexión de cruce.

4.2.3 Conversión A/D. Cuando la central local es digital, la conversión es requerida entre la transmisión analógica y digital en alguna parte entre el abonado y la central.

Se tienen las siguientes alternativas a escoger:

- Conversión A/D en la central. La línea de abonado es analógica directamente hacia la central.
- Conversión A/D en un multiplexor remoto, con transmisión digital entre el multiplexor y la central. Cada abonado tiene un canal a la central.
- Conversión A/D en una unidad de concentrador remoto, con transmisión digital entre el concentrador y la central. Los abonados no tienen su propio canal a la central, pero en lugar de ello comparten un recurso común.
- Conversión A/D en el equipo de abonado, es decir, en el teléfono.

Esto significa que la conversión A/D es una función definida claramente, la cual se puede encontrar en la línea de red local y en la central.

4.2.4 Multiplexor primario. La figura 4.2.4.1 muestra el diseño funcional de un multiplexor. Este comprende tres unidades con las siguientes funciones principales:

- Unidad de señalización para la conversión de 2/4 hilos, detección de robo, generación de la señal de sonido y también, caja de moneda o PABX, inversión de polo. Las condiciones de la señal detectada son codificadas en señales binarias y enviadas a la señal bus para más transmisión a la señalización de la unidad de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

control. En la otra dirección, las señales analógicas son recreadas de las señales binarias.

- Unidad de multiplexación para las direcciones de enviar y recibir. Sus funciones son: filtración, muestreo, cuantización, codificación, multiplexación, sincronización, codificación de línea, y las funciones correspondientes en la dirección opuesta.

- Unidad de control de señalización para la coordinación de las funciones de señalización en ambos lados analógico y digital.

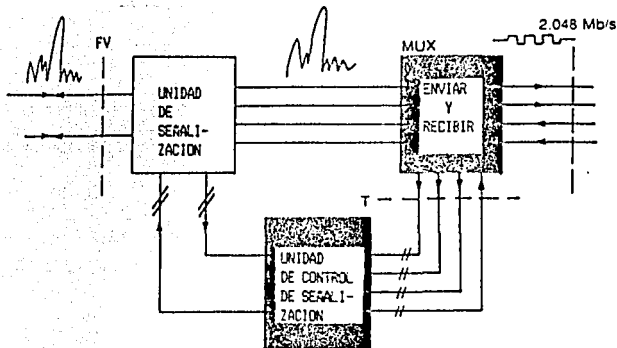


Figura 4.2.4.1: Diseño funcional de un multiplexor.

En la figura son marcadas tres interfases, y son:

- Interfase FV (Frecuencia de voz) con la línea de abonado.
- Interfase con el enlace digital.
- Interfase-T, la cual es una interfase de señalización interna entre las unidades de multiplexación y señalización. Dos pares de hilos son usados para la señalización en cada dirección de transmisión. Los dos restantes son usados para pulsos de sincronización (de un oscilador en el multiplexor) controlando la transmisión y recepción. Ver la figura 4.2.4.2.

TEXTO CON
FOLIA DE ORIGEN

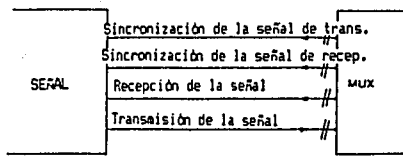


Figura 4.2.4.2: La interfase T.

Este es el método más común. La interfase-T es conocida como una interfase "contra-direccional". También hay una interfase "co-direccional", donde la información y las señales de control son enviadas en la misma dirección.

Hay equipo correspondiente para el sistema de 24 canales, en donde los 24 canales de voz analógicos son multiplexados en una señal digital con un rango de transmisión de 1.544 Mb/s.

El equipo responsable para la igualación con la interfase FV es el circuito de línea, el cual es un módulo estandarizado usado donde quiera que convirtamos de una línea de abonado analógico a una sección digital de la red.

Cada abonado está conectado a un circuito de línea. Este incluye lo siguiente:

- protección de sobre voltaje,
- equipo de prueba para medición automática y fallas encontradas en la línea de abonado (prueba de acceso),
- inversión de polo (usado para la señalización, es decir, ciertas cajas de monedas y PABX's),
- detección de robo,
- detección de pulsos de marcación,
- suministrar energía al teléfono,
- voltaje para el timbre del teléfono,
- híbrido para la conversión de 2/4 hilos,
- convertidor A/D.

Es importante para el híbrido estar balanceado contra la impedancia de la línea de abonado. El desbalance ocasiona el desbordamiento entre los pares de hilos de entrada y de salida y da un ascenso a la diafonía. En largas distancias las conversaciones causan eco (a causa del retardo) y este puede ser muy molesto.

Hoy en día, hay dispositivos de balance automáticos los cuales trabajan sobre una medición regular de la impedancia de la línea de abonado.

La conversión A/D toma lugar en ambas direcciones. Un dispositivo convierte de analógico a digital en dirección hacia la etapa de abonado, y otra de

digital a analógico en la dirección opuesta. El resultado es un código PCM con un rango de 64 Kbits/s (8000 muestras, cada una de 8 bits, por segundo) por canal de voz por dirección.

4.2.5 Etapa de abonado remoto - concentrador. En el sentido de la telecomunicación, concentración significa que un grupo de números de abonados tienen que compartir un recurso común pero limitado de la red.

Esta concentración está hecha en la central, pero es más conveniente y común mover la función de concentración afuera en la línea local de la red (etapa de abonado remoto).

El diseño de la etapa de abonado remoto se muestra en la figura 4.2.5.1. Este incluye lo siguiente:

- Circuito de línea.
- Código receptor de tono para la detección del número requerido de B. El código receptor de tono es común para un grupo de abonados. El receptor es conectado al selector de tiempo.
- Selector de tiempo, uno para cada grupo de 128 abonados.
- Uno ó más de los selectores de tiempo en la etapa de abonado son conectados a la central por enlaces PCM.
- El trabajo es controlado por procesadores, los cuales son dependientes del procesador central de la central telefónica.

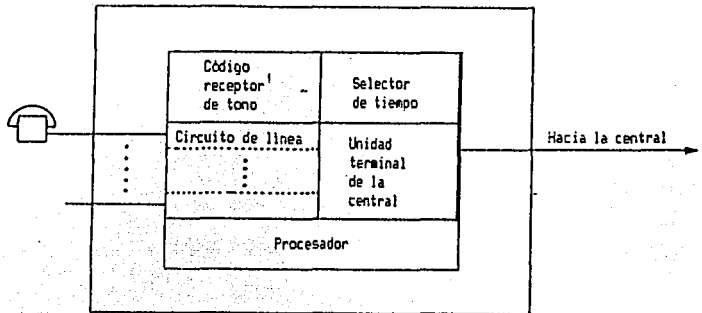


Figura 4.2.5.1: Etapa remota de abonado-principios del diseño.

4.2.6 Selector de tiempo. Este tiene un bus para las ranuras de tiempo entrantes y un bus para las ranuras de tiempo salientes. Cada abonado tiene su ranura de tiempo particular asignado sobre éste. Este "sistema de transporte" para información es sincronizado de tal manera que la ranura de tiempo 1 llega y al mismo tiempo la ranura de tiempo 1 sale.

La información tiene que ser llevada hacia afuera de las ranuras de tiempo entrantes y transferidas a las ranuras de tiempo salientes. Esta transferencia ocurre de tal forma que el contenido de las ranuras de tiempo entrantes primero son colocados en buffers en el orden en el cual llegan.

La figura 4.2.6.1 muestra los principios del selector de tiempo. La información entrante es escrita secuencialmente dentro de un almacén de voz en el orden en el cual llegan las ranuras de tiempo, es decir, los contenidos de la ranura de tiempo 1 son colocados en posición 1, la ranura de tiempo 2 en posición 2, etc. Un almacén de control contiene la "lista", es decir, el orden de las celdas de las cuales la descarga toma lugar. El contador sincroniza la escritura en el almacén de voz y la lectura del almacén de control, juntos con la ranura de tiempo saliente.

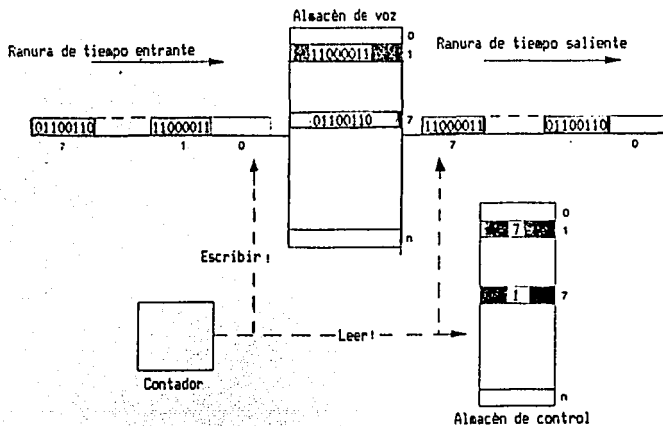


Figura 4.2.6.1: Principios del selector de tiempo.

4.3 Conmutación digital. Anteriormente las centrales fueron operadas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

manualmente, hoy en día, se tienen completamente sistemas automáticos basados en tecnología electrónica en donde entran los sistemas de conmutación digital.

La mayoría de las centrales modernas están divididas en dos partes principales: la unidad de conmutación y la unidad de control.

La unidad de conmutación lleva a cabo la conexión a través de la central desde la línea del abonado que llama a la línea del abonado llamado.

La unidad de control ayuda a la unidad de conmutación a hacer esta conexión.

La unidad de conmutación contiene una red de contactos a través de los cuales pasan las llamadas. Para cada llamada, la unidad cierra un trayecto de contactos a través de esta red de conmutación.

La unidad de control decide como debe pasar cada conexión por la red de conmutación, de manera que la unidad de conmutación pueda operar los contactos correctos.

La unidad de conmutación consiste principalmente de un conjunto de selectores.

Un selector es un dispositivo con el cual se pueden interconectar trayectos de corriente entre dos o más puntos alternativos.

4.4 Sistemas de conmutación digital. El trabajo principal de la central es conectar dos abonados. La unidad responsable para esto es conocida como selector de grupo, el cual, es un sistema para manejar ranuras de tiempos.

En la figura 4.4.1 se muestra el selector de grupo para ambas direcciones. El abonado A está haciendo una llamada local al abonado B. La llamada está ubicada en la ranura de tiempo 3 dentro del selector de grupo, y la ranura de tiempo 17 es usado por el selector de grupo en la dirección de B. El selector de grupo ahora es el responsable del contenido de la ranura de tiempo 3 entrante que está siendo enviado a la ranura de tiempo 17 saliente. Como resultado, B escucha lo que A está diciendo. En el orden contrario, lo que ocurre es que A escucha lo que B está diciendo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

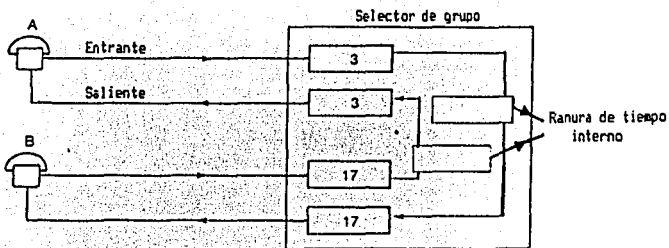


Figura 4.4.1: El selector de grupo conmutado en ambas direcciones.

4.4.1 Selectores de tiempo y espacio. Los bloques funcionales en el selector de grupo digital son de dos tipos. Uno, conocido como el Módulo Selector de Tiempo, MST, y el segundo es conocido como Módulo Selector de Espacio, MSE. La figura 4.4.1.1 muestra las diferencias entre los dos selectores.

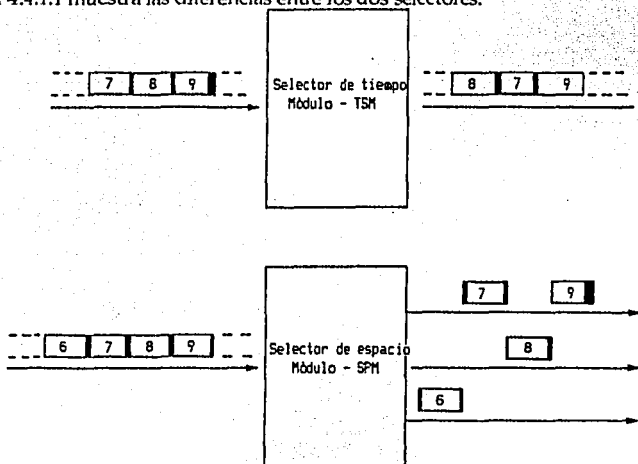


Figura 4.4.1.1: Selectores de tiempo y espacio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La función del selector de espacio es más clara en la figura 4.4.1.2. Este consiste de una matriz con $n \times n$ puntos de cruce (en la práctica implementado como entradas electrónicas). Cada posición vertical en la matriz está asociada con un almacén de control con el número de posiciones igual al número interno de la ranura de tiempo (F) en el interruptor. El almacén de control especifica cuáles puntos de cruce en la matriz van a ser agrupados. Por cada ranura de tiempo individual, un punto de la matriz por posición vertical es activado. En el cambio de la siguiente ranura de tiempo interno, el almacén de control es avanzado hacia adelante un paso y nuevos puntos de cruce son puestos en la matriz. Cada módulo selector de tiempo tiene su propia posición vertical y horizontal en el módulo selector de espacio.

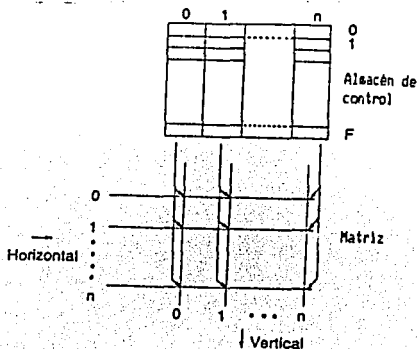


Figura 4.4.1.2: Selector de espacio.

4.4.2 Selector TET. Cuando el número de canales (ranuras de tiempo externos) hacia el selector de grupo excede la capacidad del módulo selector de tiempo, la demanda de capacidad del selector aumenta.

Combinando selectores de tiempo y espacio en diferentes vías, se pueden obtener selectores de grupo con diferentes características. La estructura más común es Tiempo-Espacio-Tiempo (TET).

El selector TET se muestra en la figura 4.4.2.1. Dos módulos selectores de tiempo, cada uno con 32 ranuras de tiempo internos, son mostrados. En realidad el número de ranuras de tiempo internos es considerablemente grande. El módulo selector de tiempo en el selector de grupo tiene 512 ranuras de tiempo internos.

TEXIS CON
FALLA DE ORIGEN

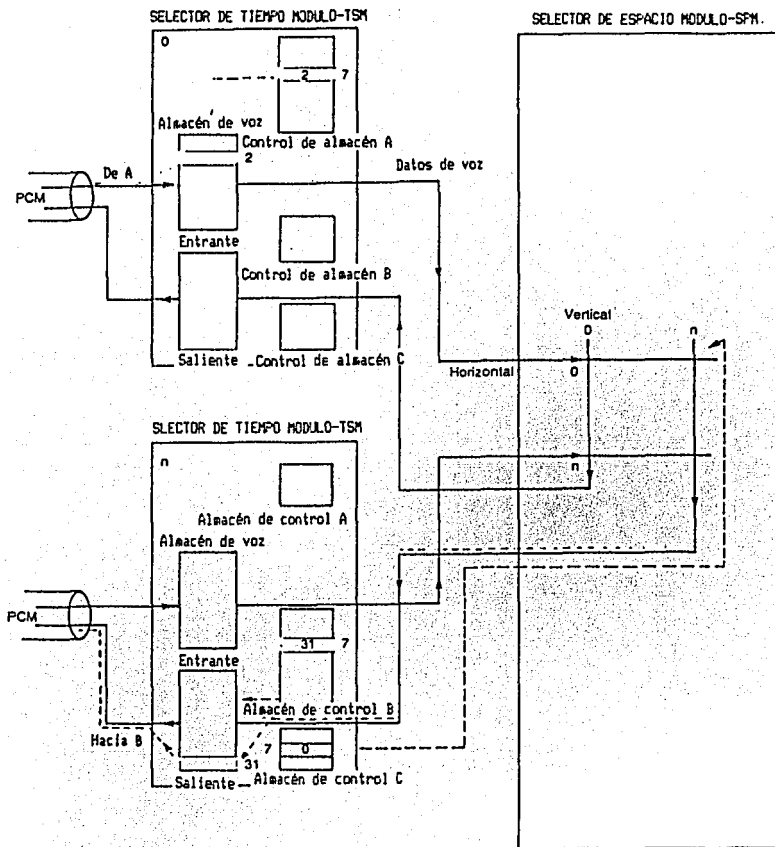


Figura 4.4.2.1: Estructura TET.

El trabajo del selector de grupo es establecer la conexión entre los dos abonados A y B. La ranura de tiempo de A es No. 2 (en el MST -Módulo Selector de Tiempo entrante No. 0) y la ranura de tiempo saliente a B es No. 31 (en el MST -Módulo Selector de Tiempo saliente No. n). Primero el procedimiento establecido tiene que estar organizado. Esto es lo que pasa:

- La parte de control de la central ordena el establecimiento de la conexión entre las dos ranuras de tiempo.
- Comienza la búsqueda de una ranura de tiempo interno libre. En este caso es el No. 7.
- La información sobre lo establecido es enviada a la posición número 7 en el almacén de control para almacenaje de acuerdo al siguiente modelo:

Almacén de control A, posición 7: 2

Almacén de control B, posición 7: 31

Almacén de control C, posición 7: 0

(Vertical n, horizontal 0 es el punto en la matriz la cual conecta el MST entrante 0 con el MST saliente n; en este caso durante el curso de la ranura de tiempo interno No. 7).

Ahora, todo está listo para el "transporte de datos de voz" entre el MST 0 y el MST n.

- Una palabra PCM (datos de voz) de A es colocado en el almacén entrante de voz, posición 2.
- Cuando el almacén de control A ha caminado a la ranura de tiempo interno No. 7, el dato de voz es leído de la posición 2 en el almacén de voz en la posición horizontal 0 al módulo selector de espacio. El almacén de control C en MST n decide de cual MST n horizontal cogerá datos de voz (debido a que cada MST tiene su propia posición vertical esto es suficiente para que el MST conozca de cual horizontal el dato de voz pueda ser recogido). El punto de cruce horizontal 0, vertical n es activado y el contenido del almacén de voz es enviado en la vertical n al MST n. El almacén de control B en MST n apunta a la posición 31 en el almacén de voz saliente y el dato de voz es colocado en esta posición.
- En la ranura de tiempo interno 31 el dato de voz es leído de la memoria de voz y será enviada como una palabra PCM hacia B.

Estos tres elementos son repetidos estructura tras estructura hasta que la conversación termina.

Hay dos métodos para la transportación de la ranura de tiempo en dirección

opuesta (n a 0):

1. La conexión en la dirección opuesta es establecida independientemente de la dirección hacia adelante. Esto da un sistema flexible, pero al mismo tiempo significa que debe haber dos buscadores para una ruta libre a través del selector de grupo.

2. La llamada establecida en dirección opuesta es coordinada con la correspondiente en dirección hacia adelante. Una búsqueda es suficiente para encontrar la ruta para ambas direcciones de voz, y la carga en el procesador del sistema es por lo tanto reducida.

Una variante especial del método 2 es el método anti-fase. Cuando una ranura de tiempo interno libre es encontrado por la dirección hacia adelante, la mitad de la ranura de tiempo interno de un ciclo más tarde es al mismo tiempo reservado para la dirección opuesta. De acuerdo a la figura anterior, donde la ranura de tiempo interno 7 es usada para la dirección hacia adelante, esto da $7+32/2=$ ranura de tiempo interno 23 para la dirección opuesta. Ambos almacenes de control A y B controlan ambas direcciones de voz para los respectivos abonados.

Con respecto a capacidad se tiene que, uno y el mismo módulo selector de tiempo puede ser conectado a varios módulos selectores de espacio. Esto permite mayor capacidad. Se puede, por ejemplo, usar cuatro selectores de espacio para formar una matriz más grande con conexiones para 64 módulos selectores de tiempo. La capacidad sería de $512 \times 64 = 32,768$ posiciones múltiples.

Las conexiones de la etapa de abonado remotas son hechas a través de un circuito terminal de la central, así que, entre otras cosas, la ranura de tiempo entrante puede ser sincronizado con el sistema de la ranura de tiempo interno del selector de grupo.

4.5 Equipo de señalización.

4.5.1 Etapa troncal y de señalización. Las conexiones entre centrales en la red telefónica terminan en la etapa troncal y de señalización.

Hay dos tipos principales de conexiones entre centrales (conocidas como líneas troncales), analógica y digital.

4.5.1.1 Conexiones analógicas. Hay tres líneas analógicas entre la central A y B en la figura 4.5.1.1.1. La línea 1 está ubicada para el tráfico en dirección de A a B, la línea 2 para la dirección opuesta, y la línea 3 puede ser usada por una u otra dirección.

El equipo para las conexiones salientes entre centrales es conocido como OT (Outgoing Trunk=Troncal saliente), y el equivalente para líneas entrantes como IT (Incoming Trunk=Troncal entrante). El equipo de señalización en la línea bidireccional es conocido como BT (Both-way Trunk).

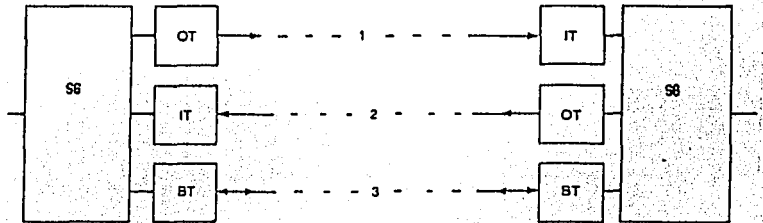


Figura 4.5.1.1.1: Conexión de líneas analógicas.

La línea de señalización requiere equipo individual. La supervisión y cambios de la condición de la línea tiene que ser hecha en cada línea separada. Por lo tanto, cada línea debe tener su propio equipo (OT, IT ó BT) para transferir las señales de la línea entre los puntos terminales.

Sin embargo, el equipo para la señalización de registro, puede ser común y compartido por varias líneas. Las tres líneas analógicas por lo tanto pueden compartir un CS (Code Sender-Código transmisor) y un CR (Code Receiver-código receptor) para el envío y recepción de señales de registro (códigos de frecuencia tales como R2-MFC). La conexión del equipo de la señalización de registro a la línea requerida es hecha por medio del selector de grupo en orden para llevar a cabo la más grande flexibilidad posible.

Como las líneas en nuestro ejemplo son analógicas, la conversión A/D es requerida. Si el equipo CS y CR son analógicos, éstos son conectados al selector de grupo por medio de un convertidor A/D.

4.5.1.2 Conexiones digitales. El enlace digital puede ser un enlace PCM con 32 canales en donde la ranura de tiempo 16 es usado para la línea de señalización para los 30 canales de voz. La señalización de registro está normalmente en los respectivos canales de voz (conectando el CS y CR). La conexión de los enlaces PCM es por medio de un circuito troncal conocido como ET (Exchange terminal). Hay

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

equipo correspondiente para el sistema de 24 canales.

La figura 4.5.1.2.1 muestra un ejemplo de una etapa de línea con todos los componentes para la señalización sobre ambas líneas analógica y digital.

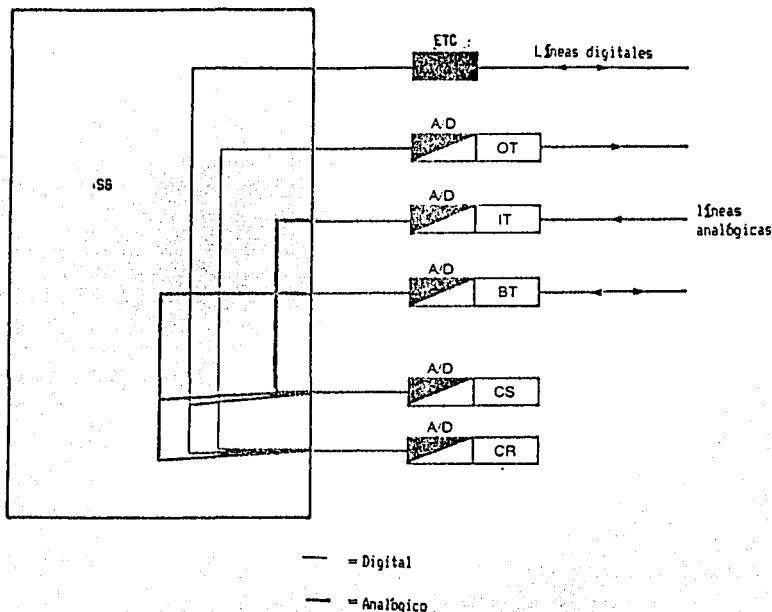


Figura 4.5.1.2.1: Equipo de señalización para líneas analógica y digital.

4.5.2 Procedimiento de señalización. El procedimiento de señalización es el siguiente:

A) En la etapa troncal y de señalización hay listas de información sobre todas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

las líneas y todo el equipo en esa etapa troncal y de señalización. Cuando una conexión es establecida entre centrales A y B, la información es usada en orden para ser capaz de identificar rápidamente una línea libre hacia la central B. La OT de la central A llama a la central B con una señal de línea sobre la línea seleccionada.

B) En la central B el equipo IT monitorea líneas entrantes, y la llamada es detectada. Las funciones para el control de tráfico son activadas, y un registro libre es seleccionado para recibir la información del número. Si el número a transferir requiere una conexión de un CS y un CR, éste es hecho por medio del selector de grupo.

C) El CS crea las frecuencias las cuales forman las señales de registro. Todas las frecuencias están dentro de un rango de frecuencias de 300-3400 Hz. La función del registro controla cuáles señales pueden ser enviadas y cuando.

D) El CR recibe las señales y las detecta. La función de control de la central B de ese modo puede determinar qué significa la señal y tomar la acción necesaria.

E) Tan pronto como la señalización de registro ha terminado, CS (y CR) son desconectados y el equipo es liberado, así que éste puede ser usado para establecer otras llamadas.

F) Durante la llamada, las líneas son monitoreadas por la función de control de tráfico junto con OT e IT. Cuando la llamada ha terminado y llega la señal de colgar del abonado, esto es detectado y la función de control puede ordenar el poner en libertad al equipo que está siendo usado.

4.6 Parte de control. La unidad de control recibe las señales entrantes, las procesa, envía ó inicia señales salientes y desconecta sus propios circuitos.

4.6.1 Computadoras y programas. Las centrales digitales están controladas por computadoras y software. Los programas contienen la inteligencia actual y la computadora (procesador) es responsable de la ejecución de las funciones de control.

4.6.2 Tiempo real en el proceso de datos. En las centrales las demandas de detección de situaciones de tráfico, procesamiento y decisiones de acciones, y tomar éstas acciones inmediatamente, son hechas por el control de tiempo real. Miles y cientos de decisiones por segundo tienen que ser tomadas y llevadas a cabo. Una larga proporción de las tareas son simples y rutinarias, por ejemplo, examinar todas las líneas de abonado para detectar las señales de descolgar. Otras tareas son más

complejas, por ejemplo, escoger el camino en el selector para establecer una llamada.

4.6.3 Arquitectura del procesador de sistema. La potencia del procesador puede ser implementada en varias maneras. Estas están divididas en dos grupos principales:

1) **Control centralizado.** En su forma más simple, hay un solo procesador el cual controla los trabajos de rutina y las operaciones más avanzadas. El procesador debe ser dimensionado de acuerdo a las tareas más difíciles. Al mismo tiempo, las tareas de rutina son las que están el mayor tiempo consumiendo y requiriendo mucho más capacidad del procesador. La solución al problema puede ser dividir las tareas entre varios procesadores. Esto es lo que se conoce como un sistema multiprocesador con procesadores trabajando en paralelo.

Otro modelo para dividir las tareas está basado en la estructura del procesador jerárquico. Las demás tareas de rutinas son controladas por un número de procesadores regionales, mientras que la coordinación de éstas y las demás tareas complejas son tomadas con cuidado por el procesador central. Aquí también se pueden distinguir entre sistemas simples y multiprocesador. La jerarquía de un sistema de procesador simple tiene un procesador central que consiste de un procesador simple, ver figura 4.6.3.1.

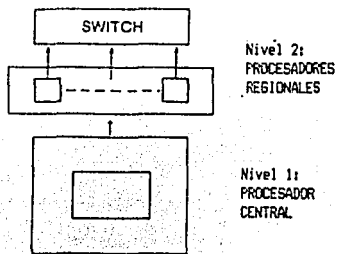


Figura 4.6.3.1: Jerarquía centralizada en el sistema de procesador simple.

En la jerarquía del sistema multi-procesador, el procesador central consiste de varios procesadores trabajando en paralelo, ver figura 4.6.3.2.

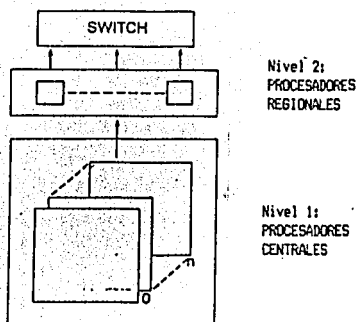


Figura 4.6.3.2: Jerarquía centralizada en un sistema multi-procesador.

2) **Control distribuido**, es donde las funciones de control son divididas entre un número de procesadores. Estos modelos no tienen procesador central con todo el control. En lugar de ello el equipo de conmutación está dividido en un número de unidades de conmutación, cada una con su propio procesador. Cuando los procesadores tienen un control completo sobre todo el trabajo en las respectivas unidades de conmutación, se habla de un sistema distribuido por completo. Ver figura 4.6.3.3.

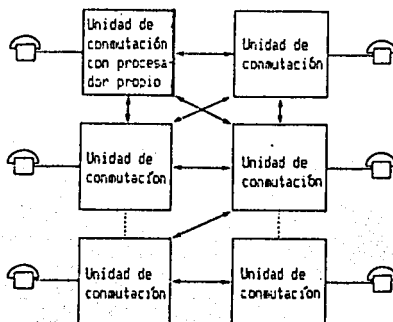


Figura 4.6.3.3: Control distribuido totalmente, en donde cada unidad de conmutación trabaja completamente independiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los sistemas en donde el control de ciertas funciones es centralizado y los procesadores en las unidades de conmutación solamente en parte controlan las tareas, no son sistemas distribuidos completamente. ver la figura 4.6.3.4.

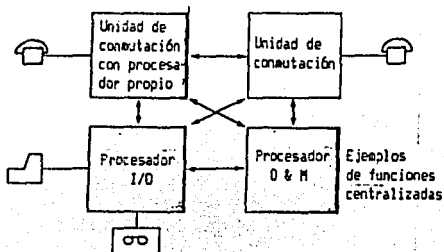


Figura 4.6.3.4: Control distribuido no totalmente, en donde ciertas funciones son controladas centralmente.

4.6.4 Procesadores estándar. La industria semiconductora ofrece tipos estándar de procesadores. La alternativa para éstos procesadores estándar es obtener los fabricantes para el "diseño usual" de procesadores para la tarea. La elección entre estándar y diseño usual es importante, porque esto afecta enormemente la estructura del procesador final.

4.6.5 Integridad en los sistemas centralizados. La operación de una central no debe ser interrumpida por fallas en operación. Los requerimientos de seguridad son altos por lo que las interrupciones en operación solo pueden ser permitidas por alrededor de una hora cada 25 años. La función de control trabaja en un ambiente de tiempo real por lo que el procesador tiene que ser capaz de llevar a cabo cientos de acciones por segundo. Todo esto da lugar a altas exigencias sobre las funciones de control de la central. Por lo que la estructura del procesador tiene gran importancia para la integridad operacional.

En un sistema de procesador central con un solo procesador, cualquier interrupción en éste afectará a todos los abonados. En un sistema distribuido, sólo los abonados conectados a la unidad de conmutación serán afectados.

Para aumentar la seguridad de sistemas centralizados, los sistemas de control son duplicados. Si hay una falla en un procesador, el tráfico es automáticamente desviado al procesador de repuesto. En sistemas distribuidos, el número de procesadores es tan grande que raramente hay recursos para duplicar los sistemas.

Un problema que preocupa el cambio sobre el procesador de reserva es sobre el tráfico que está en progreso cuando ocurre una falla. La conversación no se debe de dejar en el aire, y el abonado no debe de notar que ha habido una falla. Para que el procesador de reserva tome el tráfico, tiene que estar continuamente informado sobre todo el tráfico de datos. Para esto hay dos métodos:

1) Operación paralela síncrona, en el que se tienen dos procesadores los cuales llevan exactamente las mismas operaciones todo el tiempo. Ellos trabajan en paralelo y sincronamente, de aquí el nombre, pero solo uno de los dos actualmente controla el equipo selector.

Por medio de la introducción de una unidad de supervisión el cual compara el resultado de cada operación individual (esto puede ser cientos de resultados por segundo) una falla puede ser detectada casi en el mismo instante en el que ocurre, y el procesador de reserva puede tomar inmediatamente la operación. El programa de prueba es usado para identificar cuál de los dos procesadores falló.

El grado de servicio no se afecta en el momento de la falla del procesador.

El sistema paralelo síncrono domina en la práctica, debido particularmente a la rápida habilidad de detección de fallas y técnicamente una construcción más simple.

2) Compartir carga. Por medio de éste, varios procesadores comparten el trabajo, y cada uno controla su propia parte del tráfico. Al mismo tiempo, todo el tráfico aún tiene que ser manejado si hay una falla en uno de los procesadores, así que en este caso es necesario para los procesadores estar informados acerca de cada uno de los otros trabajos. Técnicamente ésta es una tarea difícil, en donde frecuentemente grandes cantidades de información tienen que ser transferidas entre los procesadores. La gran ventaja de compartir-carga es que una falla de software no puede parar ambos procesadores al mismo tiempo (ellos nunca están corriendo la secuencia del mismo programa simultáneamente). Los procesadores están dimensionados así que solo parte de la capacidad es usada por períodos activos. Esto da un margen de seguridad en un ocasional punto máximo de tráfico, pero al mismo tiempo, una menor capacidad de lo normal cuando un procesador está fuera de la función.

4.6.6 Sistema completo de conmutación. La tarea de los procesadores en la central es controlar su trabajo, es decir, detectar una llamada entrante, analizar la información del abonado, establecer la conexión, etc. La función de control es llevada a cabo por un procesador central con un procesador regional subordinado y software regional y central.

El módulo de control de tráfico puede ser visto como la parte primordial de la central para el control de la llamada a establecer/supervisar/liberar proceso. También puede, por ejemplo, estar completamente implementado en el software del

procesador, y contiene entre otras cosas, las siguientes funciones:

- Función de registro para el control del procedimiento de la llamada establecida.
- Análisis. Por ejemplo, análisis de encaminamiento.
- Monitoreo de conexiones. Por ejemplo, recepción y transferencia de señales de línea entre líneas entrantes y salientes.

Siguiendo una llamada desde que es establecida hasta que queda liberada, podemos ver como el control de tráfico (CT) entra y controla la secuencia de eventos:

1. La llamada del abonado A es registrada. CT recibe información sobre la llamada, y asigna a la llamada un registro. CT da la señal de listo para ordenar el tono de marcación hacia A.

2. Comienza la marcación del número y los dígitos son almacenados en el registro; al mismo tiempo el CT comienza a analizarlos.

3. El CT hace varios análisis; da información para el análisis de tasación y encaminamiento. También es chequeada la categoría del abonado. El registro es liberado tan pronto como sea posible.

4. El análisis de encaminamiento da la ruta saliente. El CT asegura que a la llamada le sea dada una ruta a través del selector de grupo, y organiza todo para poderla establecer.

5. Durante la llamada, el CT monitorea la conexión para intervenir si pasa cualquier cosa, es decir, para recibir y transferir señales de línea.

6. Cuando la llamada es terminada, es responsabilidad del CT borrar la conexión a través del selector de grupo.

4.6.7 Software. La mayoría de las funciones en la central son implementadas con el soporte del software. Usualmente la función es implementada usando una combinación de hardware y software. Algunas veces solo consiste de software. Todo el volumen de software es increíblemente grande, podría haber hasta un millón de instrucciones. Así que el software debe estar muy bien estructurado para coordinar todas las instrucciones. Este tiene una importancia directa y decisiva para la eficiencia y flexibilidad del sistema.

El software normalmente está dividido en bloques funcionales con interfaces claramente definidas. Un bloque para la detección de colgar ó descolgar, uno para el análisis del número, uno para establecer la llamada en el selector de grupo, etc.

El software en una central con control jerárquico centralizado está dividido en software regional y central. Un bloque funcional en la central puede por lo tanto consistir de los tres componentes, hardware, software regional y software central. Las tareas más complejas están incluidas en el software central, y las funciones de rutina están implementadas en el software regional. La figura 4.6.7.1 muestra un

ejemplo de tal asignación.

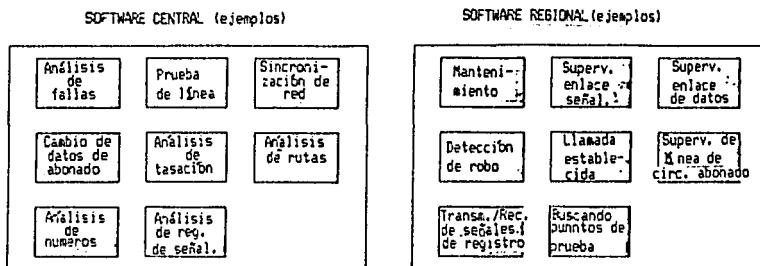


Figura 4.6.7.1: Ejemplo de ubicación en software central y regional.

Cada bloque de software tiene una área en el almacén de datos para datos acerca del proceso. Este bloque de datos puede variar en tamaño dependiendo de la necesidad actual.

Si el resultado del cálculo requiere un salto a otro bloque de programa, éste salto es hecho. Los datos los cuales deben ser transferidos al mismo tiempo es transmitido como señales de software. Los datos los cuales deben ser transferidos en un cambio a otro bloque de programa es enviado como señales de software.

4.6.8 Desarrollo de programas. El software está originalmente escrito en algún lenguaje apropiado de alto nivel. Hay lenguajes especiales de alto nivel para aplicaciones de telefonía, por ejemplo, PLEX (Programming Language for EXchange) y CHILL (CCITT High Level Language). Las instrucciones en el programa fuente son relativamente simples de entender, y así cualquier cambio/adición que se requiera hacer posteriormente es mucho más fácil.

El programa fuente es compilado en código objeto final. Este consiste de combinaciones de ceros y unos (código binario), y así da un programa en la forma requerida para almacenar en la memoria del programa.

Ciertas aplicaciones pueden ser programadas en lenguaje ensamblador. Este es un lenguaje de programación más cerrado usado por la propia máquina, el cual provee instrucciones en agrupaciones y secuencias las cuales corresponden directamente a la ruta del trabajo del procesador actual. El programa listado puede ser leído y entendido por un programador experimentado, pero el mantenimiento no es especialmente fácil (el programa consiste de abreviaciones y combinaciones de

TRIS CON
PALJA DE ORICU

números). Después, éste código ensamblador es ensamblado dentro del código objeto final. Ver la figura 4.6.8.1.

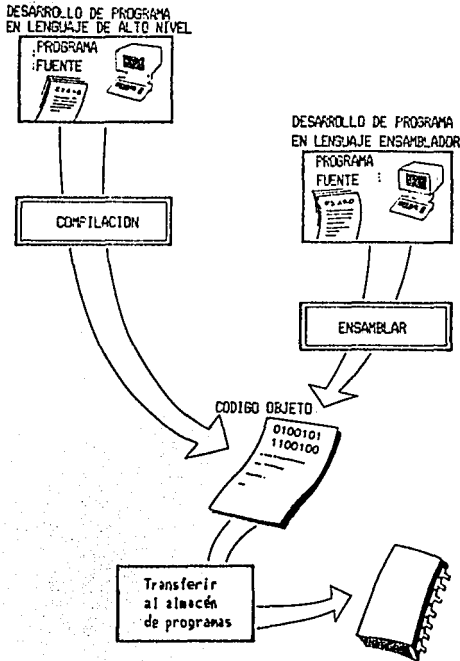


Figura 4.6.8.1: Desarrollo de software.

4.7 Centrales PABX. La primera central telefónica privada (PBX, Private Branch eXchange) fue manual. Usando tapones machos, el operador podía conectar la extensión requerida a la central. Las llamadas salientes de una extensión fueron obtenidas pidiendo al operador la conexión hacia el abonado requerido. El operador conectaba la extensión hacia la línea saliente. Las llamadas entrantes fueron recibidas en la central y puestas a través de la extensión solicitada. Si ésta estuvo ocupada

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

hubo una retención de machos especiales para la llamada sobre el cuadro conmutador. La operadora también ve los interruptores de todas las llamadas internas. Después de que la central fue cerrada, una conexión de servicio nocturno podría ser hecha a la extensión requerida conectando ésta a una línea saliente.

4.7.1 Conexión a la red. Hasta ahora la mayoría de los PABX's son tripulados, pero el equipo solo tiene los principios básicos en común con los primeros sistemas, y hoy en día es posible escoger el grado con el cual la operadora llegará a estar implicada en el interruptor. La central también es la cara de la compañía hacia el otro lado del mundo, y por lo tanto la operadora tiene un importante papel en recibimiento de llamadas entrantes.

El número de extensiones y la intensidad del tráfico deciden la necesidad para líneas salientes a la central pública. Cada línea es tratada como un abonado en la central con su propio número. Pero en el directorio telefónico usualmente solo se encuentra un número por compañía, el grupo de número. La compañía puede por ejemplo, tener 10 líneas a la central, numeradas del 606020 al 606029. En el directorio telefónico solo el número 606020 es dado, y el PABX/central local selecciona una línea libre para la llamada. Este puede ser 606020, pero es igualmente probable que sea otro en el grupo de series de números.

La figura 4.7.1.1 muestra cómo el número de series puede ser usado en cierto momento. Una llamada entrante A está en progreso sobre la línea 606020 y una llamada saliente C sobre la línea 606026. Cuando otra llamada entrante B va a ser desviada, la central local escoge una línea libre, por ejemplo 606021. Para llamadas salientes el PABX es el que selecciona la línea para la llamada.

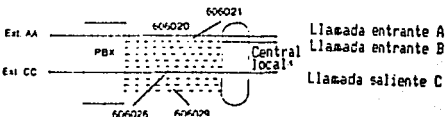


Figura 4.7.1.1: Grupo de números.

Hay muchos tipos diferentes de PABX. Una central telefónica moderna y privada (PABX) puede estar conectada a redes analógica y digital, y esto ofrece un número de servicios los cuales no fueron previamente posibles.

El diseño del sistema varía de fabricante a fabricante, pero el concepto básico para interruptor digital también es usado. El sistema es frecuentemente caracterizado por un diseño modular el cual permite que sea construido en etapas de acuerdo a las necesidades del cliente, la capacidad del interruptor y

TESTS CON
PALLA DE ORIGEN

requerimientos para nuevos servicios.

Como el mismo fabricante es también, comúnmente, el proveedor del equipo para las extensiones telefónicas, señalización y otra comunicación interna entre los componentes del sistema, pueden ser designados con una libertad relativa. Sin embargo en la interfase a la red pública debe haber una igualación completa al sistema de señalización en la red.

4.7.2 Ejemplo de un PABX. Un PABX simple puede ser construido de acuerdo al diagrama de bloque de la figura 4.7.2.1. El diseño es semejante a la etapa de abonado en una central telefónica pública. El selector consiste de un selector de tiempo con voz y memorias de control, por ejemplo, 512 ranuras de tiempo internos.

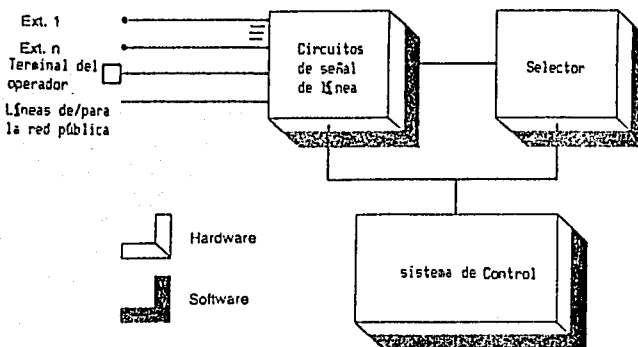


Figura 4.7.2.1: Diagrama de bloque de un PABX simple.

La línea de circuitos conecta el selector a todas las extensiones, el operador terminal y líneas salientes y entrantes a la red pública, por ejemplo, 200 extensiones y 30 líneas. El sistema de control consiste de microprocesadores y software para el control de tráfico y supervisión.

4.7.3 Sistemas más grandes. La capacidad puede ser aumentada enlazando varios sistemas PABX's (módulo de línea) juntos. Si por ejemplo un número es requerido dos veces, dos módulos de línea pueden ser enlazadas con 1-4 sistemas

TELECOM
TABLA DE ORIGIN

PCM. Cada módulo tiene sus propias líneas a la red pública, y funciones como un PABX independiente a sus propias extensiones. Las llamadas a extensiones en el otro módulo de línea son desviadas por medio de sistemas comunes PCM. Si todas las líneas salientes están ocupadas sobre un módulo de línea, una línea libre en el otro módulo de línea puede ser usada. Ver figura 4.7.3.1.

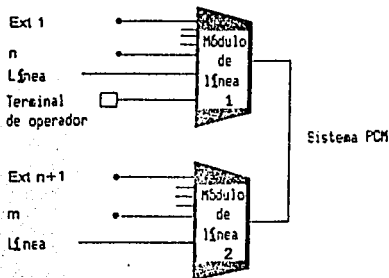


Figura 4.7.3.1: Dos módulos de línea para el doble de capacidad.

Si la demanda para el número de extensiones es más alto, no es posible proveer la capacidad aumentada simplemente enlazando un número de módulos de línea; en lugar de ello es usado un selector de grupo. Este puede ser un selector de espacio, pero es igualmente probable que sea un selector de tiempo. El módulo de selector de grupo puede, por ejemplo, servir 31 módulos de línea y dar un correspondiente aumento en capacidad en el número de extensiones posibles.

La función del selector de grupo es conectar dos módulos de línea. Normalmente la conexión establecida es controlada por el sistema de control de los módulos de línea incorporados, y el selector de grupo es entonces provisto solo con la inteligencia requerida para señalización para/de módulos de línea conectados y el establecer proceso en el selector de grupo. Ver figura 4.7.3.2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

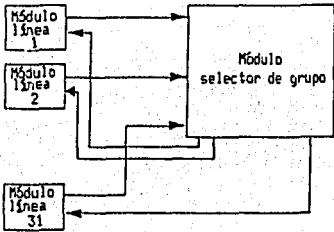


Figura 4.7.3.2: PABX con un módulo selector de grupo.

Para instalaciones muy grandes de PABX, varios selectores de grupo son combinados en una matriz. Una matriz con 2×2 selectores (cada uno con 31 sistemas PCM) permite ser conectados 62 módulos de línea.

También hay, por ejemplo, sistemas con un procesador central y módulo remoto en donde el procesador también controla el tráfico dentro de cada módulo.

4.7.4 Software. Al igual que en las centrales telefónicas públicas, el software es una parte central de las funciones en los PABX's. Los requerimientos comunes sobre el software son:

- El mismo software debe ser capaz de ser usado en el módulo de línea independientemente del número de módulos en el sistema.
- La carga del procesador en el módulo de línea también debe hasta donde sea posible ser independiente de l número total de los módulos de línea en el sistema.
- El requerimiento para la señalización entre los módulos de línea será tan pequeño como sea posible.
- Un módulo de línea el cual es aislado de las otras partes del sistema por alguna razón debe ser capaz de servir como un selector separado.

4.7.5 Configuraciones. Un sistema modular permite una adaptación simple a los requerimientos del cliente. Uno ó más módulos de línea pueden ser instalados como etapas de extensión remota (parecido a la etapa remota de abonado en la red pública). Un módulo puede, por ejemplo, servir abonados en un edificio A, otro en edificio B y el selector de grupo con el resto de los módulos de línea pueden estar

colocados en el edificio C. Si la distancia es grande (más de 400 metros), se requieren repetidores.

4.7.6 Extensiones. Los PABX's usualmente están designados para que los grupos de teléfono ordinario de tipo estándar puedan ser usados como las extensiones. Estos son conectados a una línea de circuitos analógicos al PABX. Alternativamente las extensiones son abastecidas con teléfonos de sistema digital, usando gran rapidez de señalización para circuitos de línea digital en el PABX. El uso de sistemas telefónicos simplifica el manejo de servicio, reemplaza cierto equipo de oficina, por ejemplo, teléfonos multilinea, y también ofrece una interfase digital para la conexión de terminales de datos.

4.7.7 Características y servicios. Las compañías privadas y organizaciones exigen mucho de su PABX. Primero, debe cumplir ciertas demandas básicas tales como, por ejemplo, establecer rápido una llamada, no perder llamadas, y un mínimo de llamadas sin contestar. Por lo tanto, un PABX moderno debe ser capaz de lo siguiente:

- Manejar comunicación de datos y voz sin reducir la capacidad de manejo de tráfico.
- Ofrecer la interfase estándar relevante para la conexión de terminales de datos y computadoras.
- Cooperación con computadora basada en sistemas de soporte para supervisión efectiva, servicio de interceptación, tasación de la llamada, operación y mantenimiento, etc.

En adición, el cliente puede requerir un número de servicios de sistemas orientados tales como:

- Asignación de clases de servicios, es decir, solo ciertas extensiones son capaces de hacer llamadas troncales.
- Varias extensiones sean sonadas simultáneamente sobre llamadas entrantes.
- Conexión de servicio nocturno.
- Posibilidad para escoger entre marcación/operadora en llamadas entrantes.
- Contador de llamada.
- Vocear, por ejemplo, por medio de códigos enviados a receptores pequeños llevados en el bolsillo.
- Contador de tráfico, por ejemplo, tiempos de espera.

- La central monitorea extensiones ocupadas y da una señal cuando éstas están libres.
- Indagación de llamada, es decir, que sea capaz de llamar a otra extensión mientras una llamada está continuando.
- Transferir llamada, es decir, usando el teléfono, transferir la llamada a otra extensión.
- Desviación de llamada a otra extensión ó a la operadora, por ejemplo, directamente, sobre ocupado ó sobre no contestar.
- Marcación abreviada. Números comunes abreviados para todas las extensiones e individual cuando todas las extensiones definan sus propios número abreviados.

El problema para los usuarios usualmente no es la deficiencia de servicios, sino, aprender cómo usarlos. Por lo tanto, es importante que cuando un servicio sea requerido esto pueda ser hecho fácilmente y sin una serie de códigos complicados.

Con sistemas telefónicos especiales el usuario es capaz de programar servicios por medio de llaves de función extra para hacer más fácil su uso. El teléfono con altavoz, por ejemplo, puede ser usado como un dispositivo de comunicación interna separado.

Algunas veces también es posible conectar una terminal de computadora al sistema telefónico. Los datos y el tráfico telefónico pueden proseguir en paralelo sin interferir una a la otra.

CAPITULO V

NUEVAS TECNOLOGIAS

En este capítulo se mencionan dos partes muy importantes que son, la RDSI (Red Digital con Servicios Integrados), la cual utiliza la red telefónica de tipo digital como base para su desarrollo, y en el que el objetivo principal de este tipo de red es el de manejar diferentes tipos de servicios de comunicación, tanto de voz, como datos, texto e imagen.

El otro punto importante que se menciona, es sobre la telefonía móvil, el cual es un servicio completamente automático que satisface las necesidades de comunicación entre las unidades móviles.

La RDSI y la telefonía móvil se consideran nuevas tecnologías, puesto que están siendo desarrolladas con la tecnología más moderna.

El objetivo principal de este capítulo es, conocer la importancia de la RDSI (Red Digital con Servicios Integrados), dado que la red telefónica es la base para su desarrollo, y con la cual se tienen diferentes tipos de servicios. Y por otra parte, conocer la importancia de la telefonía móvil como uno de los sistemas telefónicos automáticos más modernos y apreciar las grandes ventajas que se pueden obtener.

5.1 RDSI (Red Digital con Servicios Integrados). RDSI puede ser vista como una progresión lógica de la digitalización de la red telefónica y el desarrollo de redes de datos digitales. El concepto de RDSI, fue originado durante los primeros estudios de CCITT de redes digitales para telefonía y datos. Ellos tuvieron una visión de desarrollo hacia una red la cual fuera capaz de manejar diferentes tipos de servicios de comunicación, por ejemplo, voz, datos, texto e imagen.

Teniendo en cuenta la naturaleza bien difundida de telefonía como un servicio de telecomunicaciones, fue sencillo escoger la red telefónica digital como la base cuando se desarrolló la RDSI.

Las redes de datos y redes telefónicas digitales son conocidas como Red Digital Integrada, RDI. Ver la figura 5.1.1.

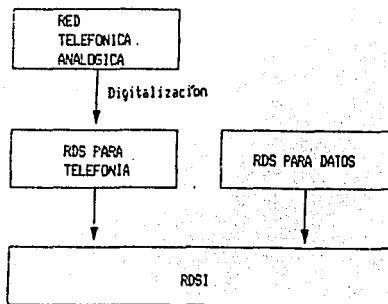


Figura 5.1.1: Desarrollo de RDSI usando la red telefónica como base.

Aún cuando el desarrollo está basado en condiciones puestas por telefonía, la integración de los diferentes tipos de comunicación de datos es uno de los estímulos más importantes dentro de RDSI. La red telefónica digital está siendo transformada en una RDSI abasteciendo la RDI con nuevas funciones e interfaces, digitalizando la red de línea de abonado correctamente al abonado, instalando equipo para el funcionamiento con redes de datos e introduciendo centrales especiales en la red, por ejemplo, conmutación de paquetes. Ver la figura 5.1.2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

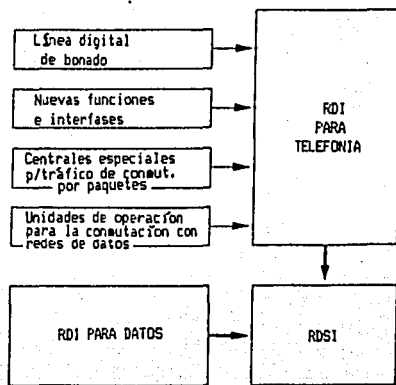


Figura 5.1.2: Ejemplo de como una RDI para telefonía es convertida a una RDSI.

RDSI es usada generalmente como un símbolo para la futura red de telecomunicaciones. El concepto de RDSI fue desarrollado principalmente con la coordinación de las organizaciones CCITT y CEPT, donde éste es usado como un concepto llave para trabajar con más desarrollo de redes de telecomunicación digital. Ver la figura 5.1.3.

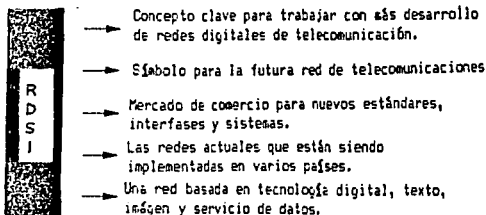
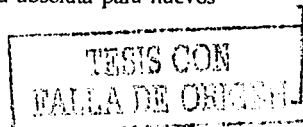


Figura 5.1.3: RDSI como un concepto colectivo para eventos y direcciones diferentes.

5.1.1 Ventajas de RDSI. RDSI no es una necesidad absoluta para nuevos



servicios. Nuevos servicios pueden ser introducidos usando redes existentes ó nuevas redes dedicadas. Usando RDSI, nuevos y futuros servicios serán capaces de ser ofrecidos en forma más racional. Estos factores, los cuales son de importancia primaria para reducir los costos a las administraciones para provisión de servicios son:

- Varios servicios pueden usar el mismo equipo y funciones en la red, especialmente la conexión de los clientes a RDSI.
- Como diferentes servicios usan el mismo equipo, la red puede ser dimensionada de acuerdo al total de tráfico, causando una sensibilidad más baja para variaciones de tráfico en los diferentes servicios.
- Cambios en los servicios existentes, e introduciendo nuevos, se hace más fácil por el uso de la interfase general entre el usuario y RDSI.
- La operación y mantenimiento pueden ser racionalizados.

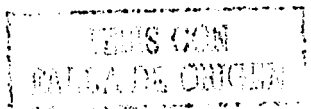
Para el usuario, la conexión común en la red para todos los servicios de telecomunicación brinda un número de ventajas:

- El canal de señalización en la interfase también puede ser usada para el tráfico de datos, transfiriendo pequeñas cantidades de información, es decir, alarmas.
- La interfase hace posible nuevos tipos de servicio tales como, por ejemplo, comunicación multi-media (sonido simultáneo, imagen y texto).
- Las terminales adaptadas para RDSI pueden ser conectadas directamente a los machos de la RDSI y movida libremente.
- Si no existe una terminal adaptada para RDSI el equipo puede ser conectado a la red por medio de adaptadores.
- Debido a la interfase estandarizada, el usuario puede introducir y desarrollar su propio sistema interno ó una red independiente del desarrollo de la red pública.

5.1.2 Principios para el diseño de la RDSI. La ruta que se ha escogido para el diseño de la RDSI es determinar un número limitado de funciones de portadora las cuales dan suficiente flexibilidad en orden para ser capaz de llevar los tipos de servicio esperados. Los servicios los cuales pueden requerir funciones específicas adicionales pueden ser implementadas por medio de adiciones en la red ó en el equipo terminal.

CCITT dice lo siguiente con respecto al desarrollo de RDSI (REC. I.120):

1. Las RDSI's estarán basadas en los conceptos desarrollados para teléfonos de la RDSI y puede desarrollarse progresivamente incorporando



funciones adicionales y futuras redes, incluyendo redes dedicadas, tales como, conmutación de circuitos y conmutación de paquetes para datos, así como, proveer servicios existentes y nuevos.

2. La transición de una red existente a una RDSI, puede requerir un período de tiempo extendiéndose por una ó más décadas. Durante este período los convenios deben ser desarrollados para el trabajo entre los servicios en la RDSI y servicios en otras redes.
3. En la evolución hacia una RDSI, la conectividad digital fin-a-fin será obtenida por medio de una planta y equipo usado en redes existentes.
4. En las primeras etapas de la evolución de la RDSI, algunos convenios de usuario interino de red pueden necesitar ser adoptado en ciertos países para facilitar la penetración de capacidades de servicio digital.
5. El desarrollo de una RDSI, también puede incluir, en etapas siguientes, conexiones a un rango de bits más alto y más bajo de 64 kbist/s.

5.1.3 EL concepto de servicio en RDSI. El rápido desarrollo técnico de las telecomunicaciones ha significado un rango de nuevos servicios, los cuales, sin embargo, han roto con la confusión de conceptos debido a la carencia de un acceso sistemático y definiciones para los servicios.

La definición de CCITT de servicio en la RDSI (Rec. I.210) incluye lo siguiente:

1. Los servicios soportados por una RDSI, son las capacidades de comunicación disponibles a clientes por proveedores de servicio de telecomunicación.
2. Una RDSI provee un grupo de capacidades de red, las cuales son definidas por protocolos estandarizados y funciones, y habilitar servicios de telecomunicación para ser ofrecidos a los clientes.
3. Una provisión de servicio por el proveedor de la red al cliente conectado a una RDSI, puede cubrir todo ó sólo una parte de los recursos requeridos para soportar completamente el servicio.

Protocolo significa una colección de reglas y procedimientos, los cuales definen comunicación sobre una interfase.

Los servicios de telecomunicación son un concepto colectivo para los servicios ofrecidos al cliente. Estos se dividen en dos categorías principales:

1. Servicios de portadora, el cual incluye transferir datos entre interfaces de usuario.
2. Tele servicios, el cual implica un servicio completo de telecomunicaciones entre usuarios de la red.

El abonado siempre incluye uno ó más servicios básicos a los cuales se les puede añadir servicios adicionales, por ejemplo, suscripción telefónica como un servicio básico y marcación de número abreviado como un servicio adicional.

El cliente es responsable de asegurar que las terminales conectadas siguen el protocolo relevante para la interfase del usuario.

5.1.4 Conceptos de función en RDSI. Las funciones de la red están divididas en:

- Funciones de capa baja (Low Layer Functions, LLF), las cuales permiten el servicio de portadora (niveles 1-3 en el modelo OSI).
- Funciones de capa alta (High Layer Functions, HLF), las cuales junto con las funciones de capa baja permite tele-servicios (equivalente a capas 4-7 en el modelo OSI).

Estos dos grupos principales son divididos en funciones básicas para implementación de las funciones básicas en un servicio y en funciones adicionales respectivamente para los servicios adicionales.

La red es dividida en módulos funcionales con la ayuda de interfaces especificadas funcionalmente. El protocolo es especificado en siete capas de acuerdo al modelo OSI para la comunicación entre dos módulos.

La razón por lo que el modelo OSI es aplicado en todas partes, es que provee un sistema como protocolos de diferentes servicios que serán estructurados.

5.1.5 Conexión de un abonado a una RDSI. La conexión entre el abonado y la central local consiste de dos hilos de línea de abonado. Una precondition para RDSI es que la transmisión deberá ser llevada digitalmente. La solución a esto es proveer las líneas de abonado con equipo de transmisión digital en ambos extremos. En la central esto es conocido como la terminación de la central, TC, y el equipo correspondiente al abonado es llamado la terminación de red, TR. Ver la figura 5.1.5.1.

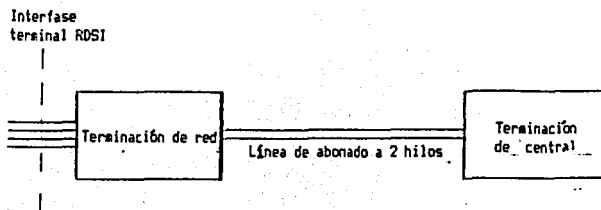


Figura 5.1.5.1: Conexión de un abonado a RDSI.

El punto en donde la terminación de red es conectada al equipo de abonado, conocido como la interfase terminal de RDSI, juega un papel central, porque éste es la ventana del usuario en la red RDSI. Todo, desde teléfonos hasta instalaciones complicadas de computadoras, tienen que ser capaces para ser conectadas por medio de ésta interfase, el cual no solo es de interés con respecto al tipo de equipo que estamos usando ahora, sino lo que podemos esperar en el futuro. Esto, junto con el requerimiento de una larga vida de servicio para la interfase y uso muy extensivo, hace demandas considerables sobre la interfase terminal:

- La interfase debe ser capaz de ser usada por todos los tipos de servicios de telecomunicaciones existentes y futuros dentro de los límites de la capacidad de transmisión accesible.
- Las mismas terminales deben ser capaces de ser usadas en todo el mundo.
- Deben ser permitidas las diferentes configuraciones de instalaciones de abonado.
- Debe ser posible el tráfico de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.
- Varias llamadas y secciones de datos deben ser capaces de estar en progreso al mismo tiempo sin interferir con cada otra.
- La señalización debe ser capaz de tomar lugar mientras el tráfico está en progreso sin interferir con él.

5.1.6 Aplicaciones de RDSI. Se tienen tres categorías de abonados:

1) La casa ordinaria, en donde es instalado un teléfono digital en la casa de un abonado privado. Las terminales domésticas pueden ser usadas por ejemplo, para:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Teléfono ordinario, pero complementado con funciones para mostrar texto en la ventana de texto. Información como, libre, ocupado, el número marcado ó información más especial como por ejemplo, el cargo de la llamada.
- Transferir mensajes a abonados ocupados ó que no contestan.
- Videotex ó equivalente.
- Buscando información en directorio telefónico computarizado.

2) Los pequeños negocios, incluye oficinas pequeñas, industrias pequeñas, estaciones de gasolina, agencias de viajes, etc. En éstos se encuentran teléfonos digitales, y usualmente también una computadora personal. Este puede ser abastecido con software para teletex, ó también la compañía puede tener instalada una terminal especial de teletex. También puede ser un telefax para 64 kbits/s. Las terminales pueden ser usadas para:

- Teléfonos con las mismas funciones que las terminales telefónicas domésticas.
- Centrales con correo electrónico con otras compañías.
- Buscar información.

3) Las compañías grandes, incluye grandes oficinas, grandes industrias, bancos, hospitales, instituciones públicas y privadas, etc. En éstos hay varias terminales de teléfono digital, computadoras personales, terminales teletex y telefax. Las aplicaciones son las mismas que en las compañías pequeñas pero habrá una mayor necesidad de capacidad para transferir, por ejemplo, comunicación de mainframe a mainframe, conferencias por video, etc.

Ver la figura 5.1.6.1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

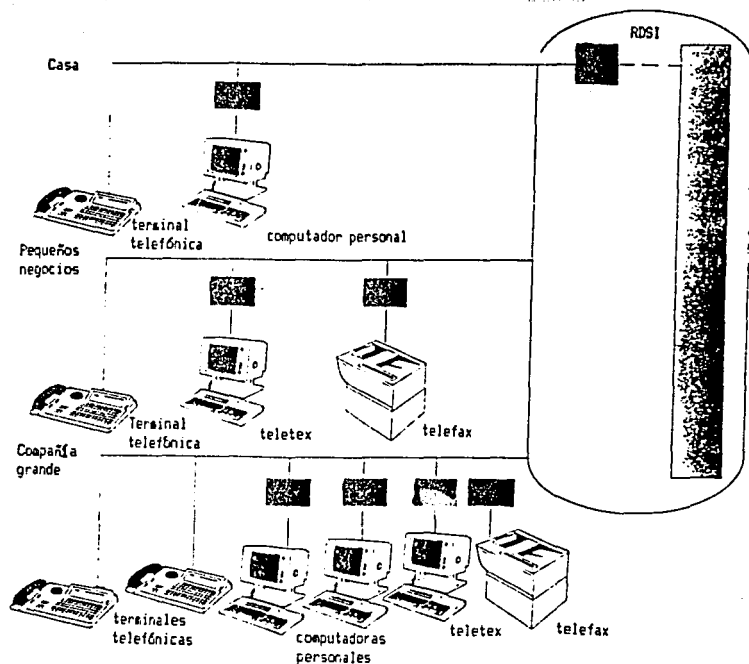


Figura 5.1.6.1: Ejemplo de terminales para las diferentes categorías de clientes.

5.1.7 Tecnología y funciones en RDSI

5.1.7.1 Numeración y dirección. De acuerdo a las recomendaciones de CCITT, la numeración RDSI puede ser desarrollada del plan de numeración existente; durante un período de transición con una red mezclada formará una parte del plan de numeración RDSI. Los siguientes conceptos con respecto a la numeración

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

en RDSI han sido introducidos (Rec. 1.330):

- Número RDSI: un número el cual relaciona a una red RDSI un plan de numeración RDSI, puede ser una RDSI internacional, RDSI nacional ó número de abonado RDSI.
- Directorio de número RDSI: El número el cual puede ser listado en un directorio público frente al nombre del abonado. Usualmente el número nacional RDSI.
- Dirección RDSI: comprende el número RDSI y la información opcional de la dirección.

La figura 5.1.7.1.1, muestra la estructura de la dirección de RDSI. La longitud de la dirección puede variar. La subdirección (dirección para una terminal específica dentro de una instalación de abonado) es requerida para ser capaz de ser transmitido transparentemente a través de la red. La subdirección consiste de un máximo de 32 dígitos, y no está incluido en el plan de numeración RDSI.

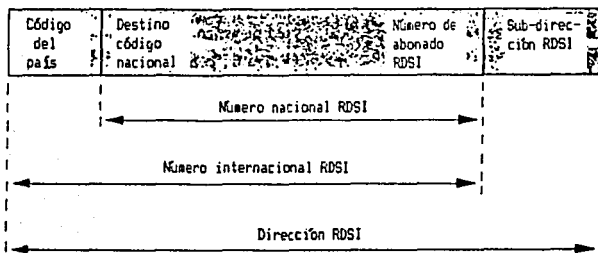


Figura 5.1.7.1.1: Estructura de la dirección en RDSI.

5.1.7.2 Tasación. Debido a que se tienen diferentes tele-servicios implementados en diferentes redes, las distintas reglas para tasación para los servicios se han desarrollado en línea con las condiciones y requerimientos en las diferentes redes. Es mejor si éstos principios básicos son asignados para permanecer en la RDSI en expansión.

Desde el punto de vista de justicia, es mejor para los servicios que existen en redes separadas y como un servicio en RDSI para ser cargados sobre bases similares. Al mismo tiempo debe ser posible una demanda directa para una red particular.

Simultáneamente las nuevas posibilidades ofrecidas a abonados en RDSI

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

complican las bases para la tasación.

Los tres tipos de costos relevantes en RDSI son:

- Costo de instalación (cargo de la conexión).
- Cargo periódico (renta).
- Cargo de tráfico de acuerdo al grado de uso.

Una suscripción común consiste de un servicio básico incluyendo los tres tipos de costo de arriba. El servicio básico puede ser complementado con servicios adicionales los cuales pueden ser cargados con uno ó más de los tres tipos de costos. Es bien claro para el abonado a ser cargado el costo para el acceso a RDSI. Pero debido a que la interfase RDSI da acceso simultáneo a varios servicios básicos, un abonado puede tener suscripción a varios servicios diferentes.

El acceso RDSI normalmente está conectado a un número de abonado, pero varios números pueden ocurrir sobre el mismo acceso. La tasación aún tiene que ser hecha por número de abonado. Además, la tasación con facturas detalladas por servicio debe ser llevada a cabo sobre el mismo número.

5.1.7.3 Funciones de RDSI en la red. La introducción de RDSI significa que nuevas funciones deben ser llevadas dentro de la central en la red pública. Esto ya está permitido para centrales modernas con construcción modular. Las funciones que son afectadas ó las cuales serán agregadas incluye lo siguiente:

- Control de tráfico para dirigir el tráfico y tráfico de/para otras redes, ambos dentro de RDSI.
- Funciones de señalización.
- Etapa de abonado.
- Funciones de servicio de abonado.
- Funciones de tasación.
- Funciones de operación y mantenimiento.
- Funciones de conmutación de paquetes.

5.1.7.4 Operación y mantenimiento. RDSI puede traer grandes ventajas para operación y mantenimiento. La operación puede ser más eficiente debido a las suscripciones uniformes; las funciones de mantenimiento pueden ser automatizadas en gran parte e integrados dentro de la red. De ese modo RDSI puede traer grandes ahorros para las administraciones, y al mismo tiempo mejorar el grado de servicio para los abonados.

5.2 Telefonía móvil. Este comenzó con radio. Compañías y autoridades descubrieron una urgente necesidad de comunicación entre unidades móviles. Taxis, policía, entre otros, instalaron radios en sus vehículos. La mayoría de los sistemas automáticos de ahora están hechos a la medida para satisfacer las necesidades de las compañías. Los sistemas públicos por lo general son manuales y tienen una extensión geográfica limitada.

Los sistemas modernos de telefonía móvil son automáticos. Sin embargo, el equipo de telefonía móvil es como cualquier otro teléfono. La pauta para el desarrollo del sistema ha sido:

- El tráfico automático debe ser posible hacia y desde el abonado móvil.
- El abonado móvil debe tener la capacidad de moverse libremente dentro del área que cubre la red. La conexión debe ser posible entre teléfonos ordinarios y móviles en toda el área.
- El abonado no debe tener necesidad de proporcionar su posición geográfica, el sistema debe saber automáticamente la posición de cada abonado.
- El número de abonado siempre debe ser el mismo sin hacer caso de dónde está en ese momento el abonado en la red.
- La tasación hecha al abonado móvil debe ser independiente de la distancia.
- Los mismos servicios deben ser disponibles para el abonado móvil como para el abonado ordinario.

Desde el punto de vista del usuario, hay una buena razón para considerar la red de telefonía móvil, como una parte de la red telefónica ordinaria. Es únicamente el formato del número telefónico el que indica que no se trata mas que de una suscripción ordinaria.

5.2.1 Una simple red de telefonía móvil. Una simple red para telefonía móvil se puede apreciar en la figura 5.2.1.1.



Figura 5.2.1.1: Telefonía móvil, un servicio en la red telefónica.

Una de las centrales ordinarias en la red, cuenta con equipo especial para el

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tráfico de telefonía móvil. Este centro de conmutación móvil cuenta con una serie de estaciones base. Cada una de éstas, sirve para lo que se conoce como una célula. Las estaciones base contienen equipo para manejar tráfico de radio para abonados móviles.

Las células servidas por una central forman el área de servicio. Frecuentemente hay muchas de éstas áreas para cubrir todo el país. El área de servicio en turno está dividido en áreas de tráfico.

5.2.2 Suena en el automóvil. Hasta cuando el teléfono móvil está en reposo, y no hay ninguna conversación en progreso, una gama de actividades están funcionando en la red:

- La central local está informada acerca de el área de servicio en la que se encuentra el abonado.
- El teléfono está enlazado a una estación base en particular mediante un canal de control. Además, la central sabe en qué área de tráfico está el abonado en ese momento.

Todo el proceso que hace posible que la central local reciba información continua sobre la posición del abonado es llamado roaming. Cuando el teléfono suena en el automóvil ó donde quiera que esté instalado, se lleva a cabo otras actividades:

- Algún abonado en la red telefónica ha levantado el microteléfono y marcado el número del abonado del teléfono móvil. El número indica qué área de servicio en la red es la que tiene información acerca del abonado (cuál central es su "central local").
- La señal de llamada ha sido enviada de la central al equipo telefónico por medio de los canales de control hacia todas las estaciones base en el área de tráfico pertinente.
- El teléfono móvil responde la llamada por medio del canal de control el cual está listo en ese momento.
- La central transmite un nuevo mensaje al teléfono móvil con información sobre cuál canal de voz va a usar la llamada.
- La identidad del abonado móvil es ahora confirmada a la central por medio del canal de voz asignado, y la central da la orden para que el equipo suene (ring), es decir, hacer que el abonado esté enterado de la llamada.

Quando el abonado móvil levanta el microteléfono y contesta la llamada, la conexión queda establecida. Se vigila continuamente ya que la conversación debe seguir sin ser perturbada, aún cuando el viaje signifique un cambio de estación base.

5.2.3 Canal de tráfico. La conexión entre la central y el teléfono móvil es llamado canal. Dicho canal consiste en un enlace analógico ó digital de cuatro hilos entre la central y la estación base y un canal de radio entre la estación base y el teléfono móvil. Cada canal de radio consiste de dos frecuencias portadoras, una para cada dirección, una conexión duplex. Se tienen dos clases de canal, canal de control y canal de voz.

Cada estación base tiene un canal de control (duplex), sobre el cual manda señales continuas de identificación. Los teléfonos móviles en el área son amarrados por éste a la estación base. Además de ésta función de localización, el canal de control es usado para la señalización entre la central y la instalación móvil de la siguiente manera:

- Llama al teléfono móvil (enviado por medio de todos los canales de control de las estaciones base en el área de tráfico en donde se encuentra el abonado móvil).
- La unidad móvil hace un reconocimiento de llamada a la central.

Cuando una conexión está propiamente establecida, se usa un canal de voz (también duplex) para la llamada. Lo fundamental es una llamada en cada canal, lo cual significa que el número de canales de voz asignados a la estación base representa directamente el número de llamadas simultáneas.

5.2.4 Número limitado de canales. La demanda para frecuencias de radio de diferentes usuarios significa que el número de canales disponibles para telefonía móvil es limitado. Adicionado a esto, está el hecho de que las células vecinas no pueden usar las mismas frecuencias, ya que se perturbarían entre sí. Para que dos estaciones base puedan ser usadas en la misma frecuencia, debe haber una distancia suficientemente grande entre ellos (la distancia depende del rango de frecuencia y la potencia del transmisor). Por lo tanto, los canales disponibles tienen que ser asignados entre las estaciones base. Si la red del teléfono móvil tiene 180 canales disponibles, cada célula obtiene usualmente un máximo de 25 de éstos, es decir, un máximo de 25 llamadas simultáneas.

En la práctica los canales no están divididos igualmente entre las células, sino, de acuerdo a la intensidad del tráfico. Reduciendo el tamaño de las células, es decir, teniendo más estaciones base con un alcance más pequeño (antenas dirigidas y/o potencia del transmisor reducida), la demanda de tráfico en las grandes ciudades se puede satisfacer de mejor manera. Las frecuencias disponibles pueden ser repetidas más frecuentemente, y por ende aumenta el número de posibles llamadas simultáneas en el área.

Cuando el abonado pasa el límite entre dos células, la llamada es conmutada hacia un nuevo canal sobre la nueva estación base (hand off). La conmutación es muy rápida, y el abonado normalmente no lo nota.

5.2.5 Hay varios sistemas. Hay diferencias entre varios de los sistemas. Ellos difieren en términos del uso de los canales, los alcances de frecuencia, el número de canales, tamaño de celda, etc. En Escandinavia hay un sistema de telefonía móvil llamado NMT (Nordic Mobile Telephone system). En Estados Unidos de Norte América y Gran Bretaña, los sistemas están siendo diseñados con una especificación diferente CMS.

5.2.6 La estación base. La estación base es la red telefónica avanzada para el abonado móvil. Este está directamente conectado a la central de servicio, y es responsable del tráfico de radio con los abonados. Existe un transmisor y un receptor por cada canal junto con una unidad de control. La unidad de control es importante porque es responsable de toda la señalización entre la central y la unidad móvil, éste, controla al transmisor y al receptor, y vigila fallas y calidad. Si una falla ocurre, envía una alarma a la central. La alarma también es enviada si la calidad de transmisión empeora sobre una conexión establecida. Entonces, la central ordena una medida de la intensidad de la señal de la próxima estación base. Si es encontrada una estación base más apropiada, se realiza la conmutación hacia ésta.

5.2.7 El equipo del abonado. El teléfono móvil puede ser portátil ó tener un diseño para su instalación fija en algún vehículo (no necesariamente un automóvil), ó una combinación de ambos métodos. El equipo consiste de una parte de radio (transmisor y receptor), aparato telefónico con botones eléctricos y una antena. El suministro de energía se realiza con una batería. Un "filtro duplex" asegura que el canal de voz es filtrado para evitar perturbar la recepción.

El teléfono móvil ofrece al usuario algunas facilidades las cuales normalmente no encontramos en un teléfono ordinario:

- Marcación previa, lo cual significa que todo el número puede ser marcado y verificado sobre una exhibición numérica antes de que el microteléfono esté levantado. Esto evita números erróneos, y quiere decir que el canal está libre durante toda la marcación.
- Números abreviados de uno ó dos dígitos que pueden ser programados previamente para los números más usados.
- Una lámpara la cual indica si el abonado está dentro del alcance de la estación base.
- Control de volumen para la conversación.

5.2.8 Identificación de un abonado móvil. Nuestra red telefónica ordinaria está dividida en áreas de código troncal. Para llamar a un abonado en la misma área es suficiente marcar el número del abonado, de otro modo, marcamos tanto el código

troncal como el número del abonado.

Existen dos modelos posibles para el abonado móvil. Uno u otro podemos asignar a ellos un número común de código troncal el cual cubre todo el país, de otro modo podemos integrarlos en el sistema ordinario de código troncal de la red telefónica.

Como los costos de una llamada a un abonado móvil son más altos que a un abonado ordinario, se prefiere el modelo con el número común de código troncal. Entonces, resulta más fácil identificar una llamada (y llevar un análisis de tasación) desde un abonado ordinario hacia un abonado de teléfono móvil.

El número completo de un abonado móvil consiste de tres partes:

- código de servicio,
- código de área de servicio,
- código de abonado.

Ver la figura 5.2.8.1.

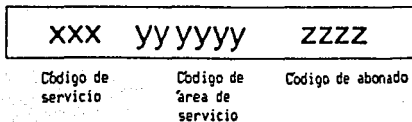


Figura 5.2.8.1: Número de abonado móvil.

El código del área de servicio proporciona la identidad de la central local. Para llamar a un abonado móvil, uno siempre tiene que marcar el número completo.

5.2.9 Señalización. En el sistema de teléfono móvil podemos categorizar las señales de acuerdo a lo siguiente:

1. Señalización entre la central y el teléfono móvil por medio de la estación base:

- Conexión y desconexión de la llamada.
- Cambio de estación base durante la llamada.
- Actualización de la posición en la red.

2. Señalización entre central y estación base:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Control remoto de la estación base.
- Transferencia de alarmas.

Transferir la señal es una forma de comunicación de datos entre partes de la red. Cada mensaje tiene una longitud fija (número de bits), y también contiene un número de bits de control además de la señal actual. Por consideración a la integridad, el mismo mensaje es repetido varias veces.

5.2.10 Llamada a un abonado móvil. Una llamada hacia un abonado móvil es recibida por MSC (Mobile Switching Centre). Cuando todo el número ha sido marcado, el análisis de éste comienza en la central, proporcionando la siguiente información:

- En cuál MSC se encuentra la información acerca del abonado.
- Categoría del abonado.
- En qué área de tráfico está el abonado en ese momento.

Después de todo el análisis necesario, determinando entre otras cosas que el abonado está localizado en el área de servicio MSC, el número de la estación móvil es tomado para vocearlo en el canal de control. La estación móvil es voceada en todas las células dentro del área de servicio MSC. Una respuesta de voceo es recibida en el canal de control que la estación móvil vigila. Un canal de voz es seleccionado por MSC el cual la estación base está ordenado para armonizar.

A través de la conexión, la información es regresada al lado de la llamada.

El sonar (ring) es iniciado en la estación móvil. Cuando el abonado llamado contesta, la conversación comienza.

La siguiente explicación de las figuras dan una descripción más detallada del curso de los eventos:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

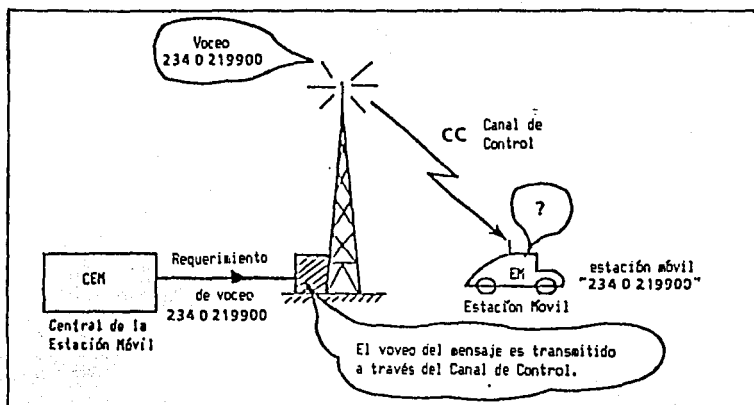


Figura 5.2.10.1: Paso 1.

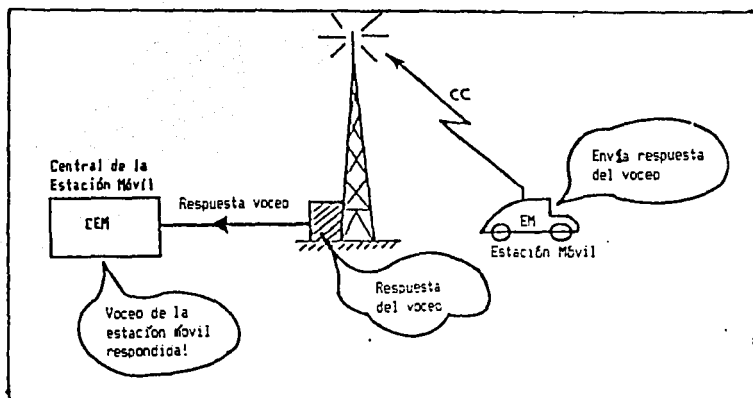


Figura 5.2.10.2: Paso 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

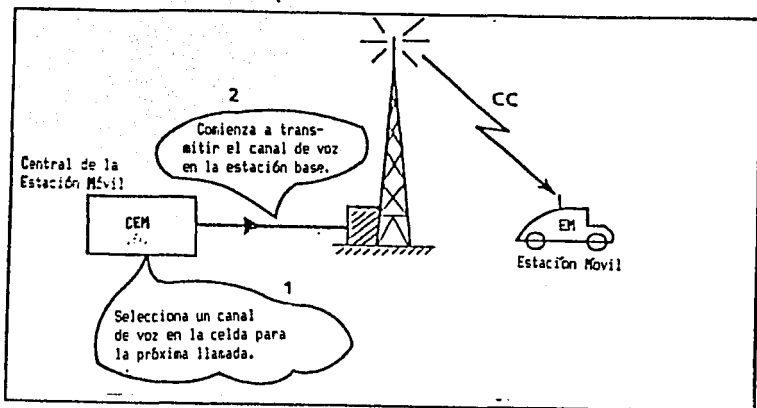


Figura 5.2.10.3: Paso 3.

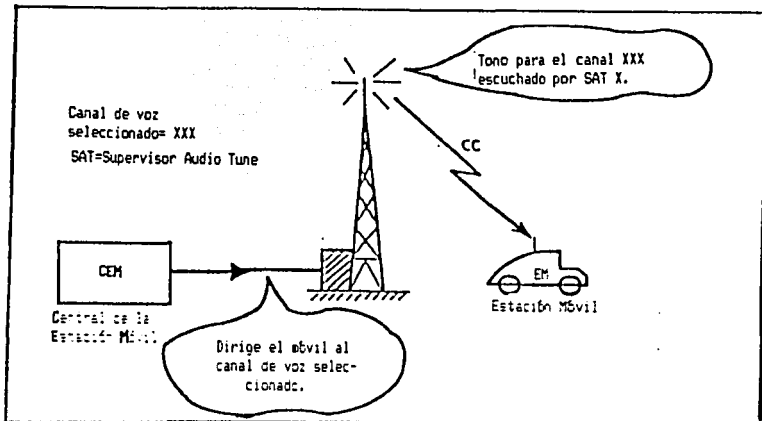


Figura 5.2.10.4: Paso 4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

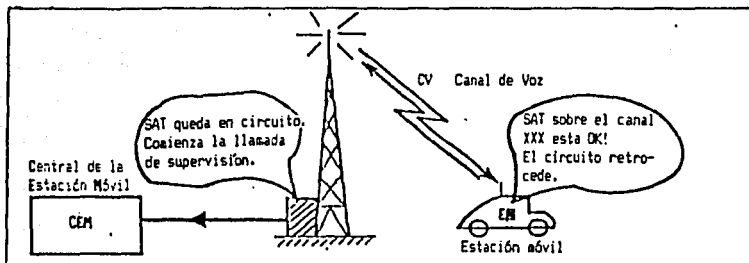


Figura 5.2.10.5: Paso 5.

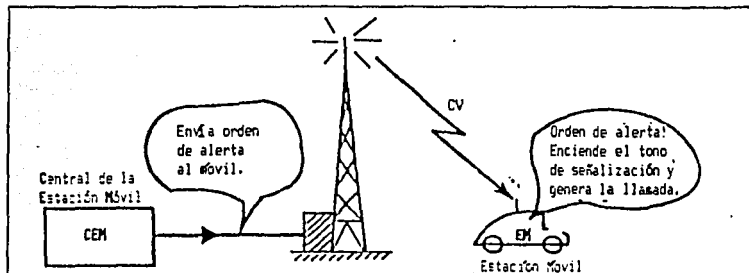


Figura 5.2.10.6: Paso 6.

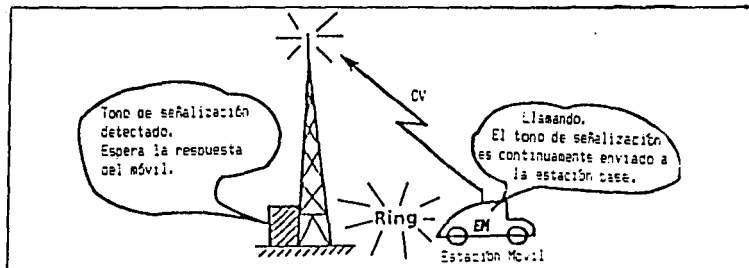


Figura 5.2.10.7: Paso 7.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

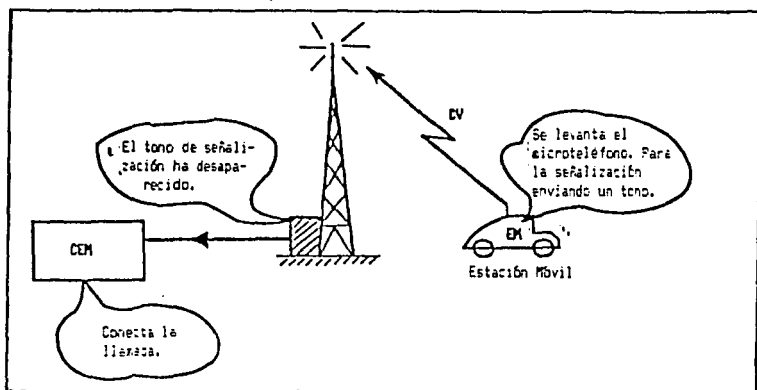


Figura 5.210.8: Paso 8.

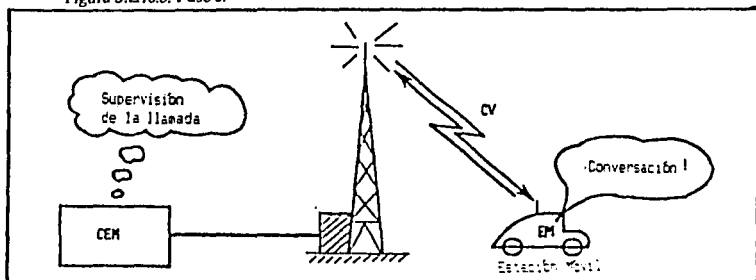


Figura 5.210.9: Paso 9.

5.211 Llamada de un abonado móvil. En la otra dirección, la conexión de la llamada comienza cuando el abonado marca todos los dígitos del número del abonado B. Cuando el microteléfono es levantado, el equipo móvil busca un canal de voz libre y envía una señal de llamada al CEM - Central de la Estación Móvil. Después de la identificación del abonado móvil, los dígitos son transferidos automáticamente.

TRIN COM
FALLA DE ORIGEN

La siguiente explicación de las figuras dan una descripción más detallada del curso de los eventos:

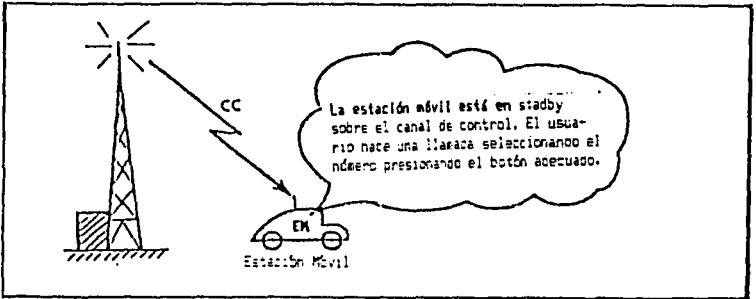


Figura 5.2.11.1: Paso 1.

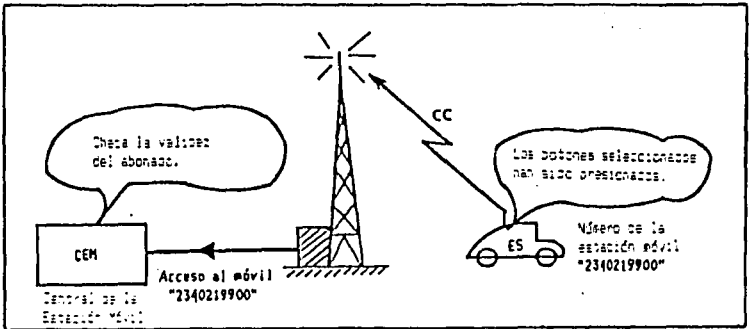


Figura 5.2.11.2: Paso 2.

TRABAJO CON
PAJILLA DE ORIGEN

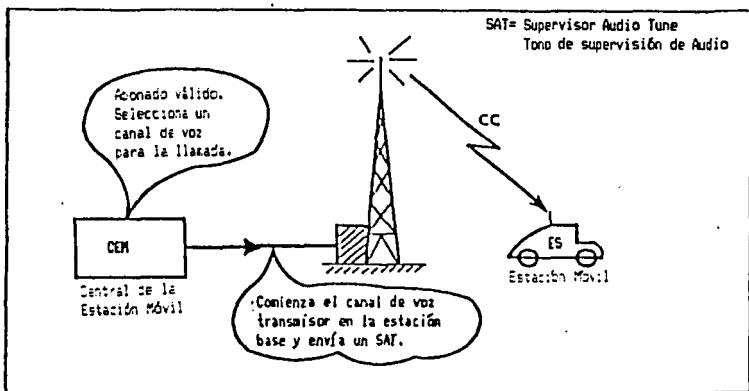


Figura 5.2.11.3: Paso 3.

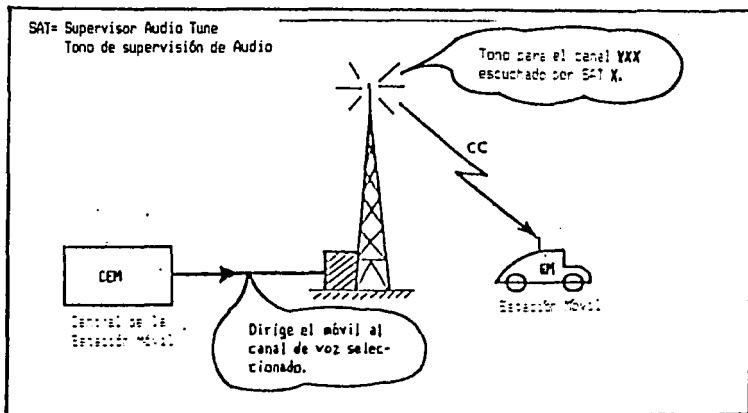


Figura 5.2.11.4: Paso 4.

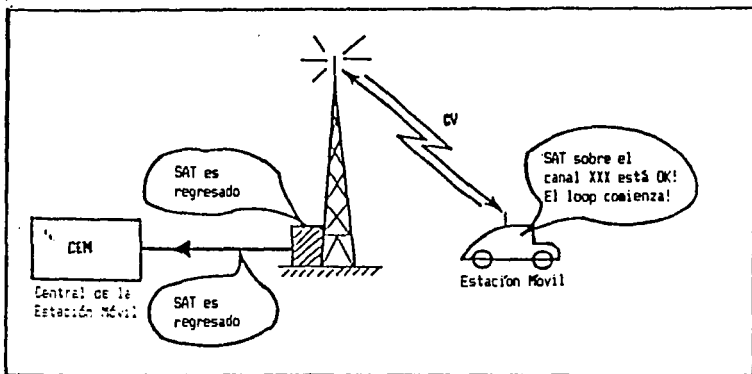


Figura 5.2.11.5: Paso 5.

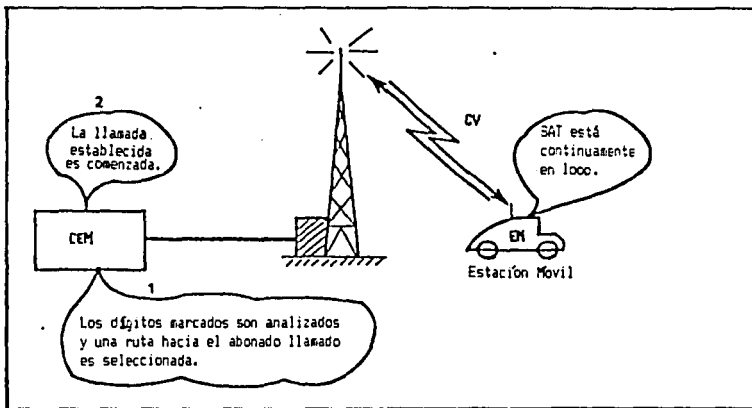


Figura 5.2.11.6: Paso 6.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

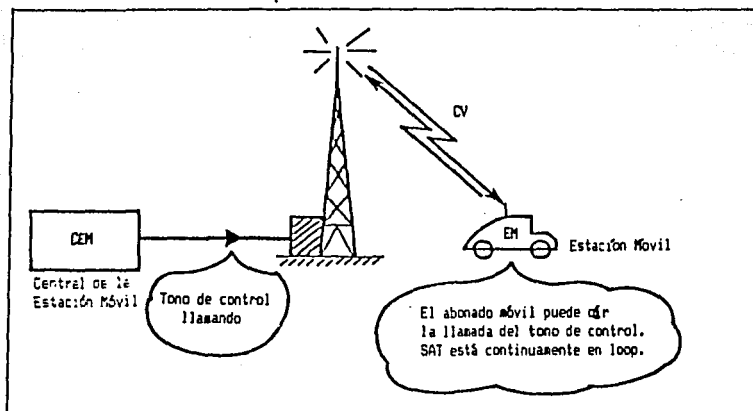


Figura 5.2.11.7: Paso 7.

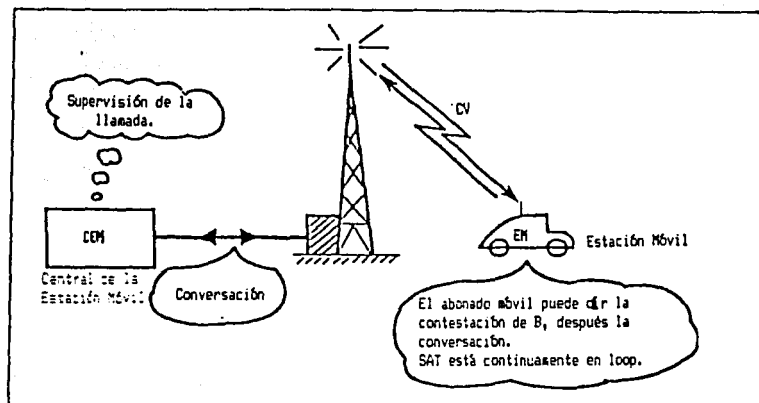
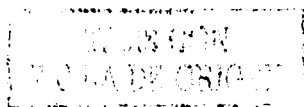


Figura 5.2.11.8: Paso 8.



5.2.12 Liberación de la llamada. Las siguientes figuras explican el curso de eventos durante la liberación de la llamada:

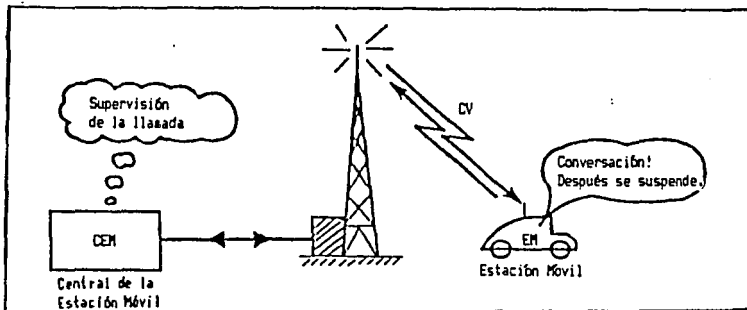


Figura 5.2.12.1: Paso 1.

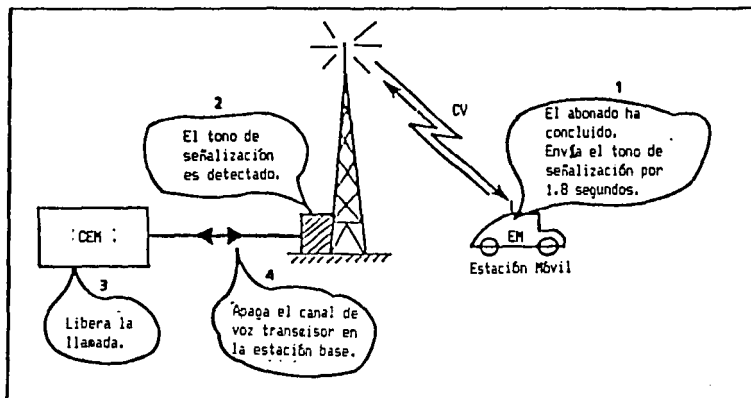


Figura 5.2.12.2: Paso 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

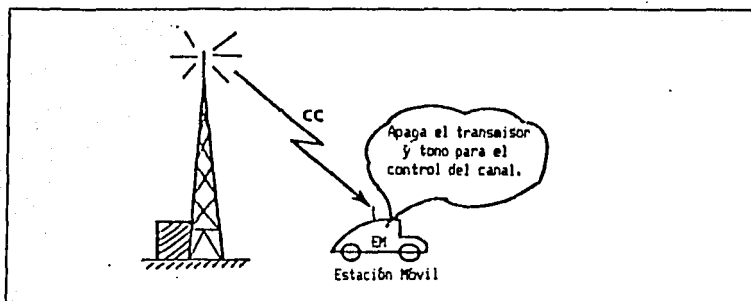


Figura 2.12.3: Paso 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los puntos tratados en este trabajo, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La red telefónica ha sido y seguirá siendo de vital importancia para el desarrollo del mundo entero, ya que es la base para establecer la comunicación a cualquier distancia.

La red telefónica mundial es uno de los sistemas técnicos más grandes y más complejos que existen, por ello, se hace mención de algunos de los puntos más importantes que intervienen en la red telefónica, a un nivel básico en lugar de hacerlo a un nivel técnico.

Las nuevas tecnologías, como lo son, la Red Digital con Servicios Integrados, (RDSI), y la telefonía móvil, son una muestra del desarrollo que sigue teniendo la red telefónica para satisfacer las necesidades de comunicación del hombre, y buscar siempre el poder dar algún servicio más.

Con la información que presento en estos cinco capítulos, podemos apreciar la importancia de las redes telefónicas, ya que podemos obtener beneficios, tales como:

- 1) Sistemas integrados, por ejemplo, que cualquier empresa sin importar donde se ubique, maneje la misma información de manera oportuna y confiable.
- 2) Internet, de donde se pueden acceder grandes volúmenes de información a una velocidad apropiada.
- 3) Comunicación oportuna con familiares, amigos y personas del trabajo, sin importar dónde se encuentre uno.

Todo esto, son cuestiones que hoy en nuestros días, tienen un valor incalculable y representan muchas veces la supervivencia de las empresas e individuos.

Recientemente, la industria de las telecomunicaciones ha sido afectada por el crecimiento de la transmisión de datos. El tráfico de datos está creciendo 10 veces más que el tráfico de voz, y el tráfico en internet se está duplicando cada 10 días.

Debido a esto, las administraciones telefónicas, se han visto en la necesidad

de incrementar el número de dígitos necesarios para identificar con un código único a cada uno de los usuarios, con lo que queda garantizado por un plazo mínimo de 40 años.

El desarrollo que está teniendo la tecnología, nos está ofreciendo diferentes servicios a un menor costo.

En un futuro, los servicios que se podrán ofrecer mediante la red telefónica, serán tan sofisticados que nos vamos a ver en la necesidad de tener en nuestros hogares una terminal de computadora en vez de un aparato telefónico.

Las conversaciones telefónicas serán convertidas a datos digitales y transmitidas a través de internet. Estos datos serán re-ensamblados y convertidos nuevamente en un sonido al ser recibidos.

Por todo esto es importante tener los conocimientos básicos sobre las redes telefónicas, para lo cual fue elaborado este trabajo, y por lo tanto, podrá ser utilizado en cualquier universidad ó trabajo por las personas interesadas en este tema.

BIBLIOGRAFIA

ALABAU MUÑOZ, ANTONIO.

Teleinformática y redes de computadores.
Ed. Publicaciones Marcombo, S.A., 2ª.ed.,
México, D.F., 1987.

NICHOLL, ANDREW.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telecommunications, telephone Networks 1.
Edit. Ericsson, Televerket and Studentlitteratur, 1987.
Suecia.

NICHOLL, ANDREW.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telecommunications, telephone Networks 2.
Edit. Ericsson, Televerket and Studentlitteratur, 1987.
Suecia.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 1A El tráfico telefónico y la red telefónica.
Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 16A La unidad de conmutación, Introducción.
Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 19A Tráfico y enrutamiento del tráfico.
Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 25A Señalización saliente.
Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 26A Desconexión.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 27A Transmisión definición y conceptos básicos.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 28C Factores de importancia para la calidad de transmisión.,1988.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 29A Modulación.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 30A Medios de transmisión.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

ERICSSON TECHNICAL TRAINING.

Telefonía básica 31A Sistemas de transmisión.

Edit. L.M. Ericsson Telephone Company.
Estocolmo, Suecia.,1988.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN