



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGÓN"**

"LA TRANSMISIÓN DE DATOS POR TELEFONIA"

T E S I S

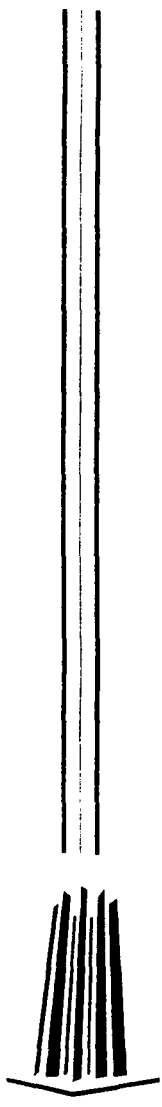
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
AREA: ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA
P R E S E N T A:
LUIS ALFONSO ESPINO LOZADA

ASESOR:
ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

MÉXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MAYO 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

Mi gratitud a Dios por permitirme disfrutar de momentos tan maravillosos como este.

Ofrezco este esfuerzo de superación a quien con sus múltiples ejemplos de entereza, generosidad, honestidad, decisión y cariño me han ayudado a resistir agobiantes momentos. Gracias mama.

A mi padre que sin muchas palabras me ha dado un gran ejemplo de serenidad y sensatez.

A mis abuelos de quienes guardo inolvidables recuerdos.

Gracias a mis hermanas, a mi tía Elena, profesores (especialmente al Ing. Margarito y al Ing. Escorza luna), amigos y todos los que de alguna forma sin su energía y apoyo no hubiera hecho realidad este sueño.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Nunca dejes de soñar porque resulta tan maravilloso, eso, cuando se vuelve realidad.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.	I
---------------	---

CAPITULO 1 GENERALIDADES.

1.1 Historia de la telefonía	1
1.2 La telefonía en México	7
1.3 Empresas prestadoras de servicio telefónico.	14
1.4 El aparato telefónico.	17
1.5 El módem.	20

CAPITULO 2 LA CENTRAL TELEFONICA PÚBLICA.

2.1 Diagrama a bloques	24
2.2 Red interna	26
2.3 Red externa.	28
2.4 Líneas privadas.	29
2.5 Planta de fuerza.	31
2.6 Conmutación telefónica.	33
2.7 Señalización.	43

CAPITULO 3 TRANSMISIÓN DIGITAL.

3.1 Capacidad de información.	58
3.2 Modulación por pulsos codificados.	60
3.2.1 Muestreo.	62
3.2.2 Cuantización.	65
3.2.3 Codificación.	68
3.3 Multiplexaje (multicanalización).	71
3.3.1 Por división de tiempo.	71
3.3.2 Por división de frecuencia.	78
3.3.3 Banda base compuesta.	85
3.4 Tipos de transmisión.	87
3.4.1 Por desplazamiento de frecuencia.	88
3.4.2 Por desplazamiento de fase.	95
3.5 Compresión.	99

CAPITULO 4 LA RED DIGITAL (RDSI).

4.1 Señalización en la RDSI.	105
4.2 Sistema de señalización central-central.	109
4.3 Servicios.	115
4.4 Otras aplicaciones.	121
4.5 Adaptadores.	122
4.6 Acceso a los usuarios.	128
4.7 RDSI de banda ancha.	135
4.8 Internet.	141
4.9 RDSI en México.	147
Conclusiones.	150
Bibliografía.	152
Apéndice.	

INTRODUCCIÓN.

Uno de los sectores que en los últimos años ha tenido un gran desarrollo económico y tecnológico es sin duda el ramo de las telecomunicaciones, y se espera que siga creciendo. En esencia, las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información usando circuitos electrónicos.

Dentro de las comunicaciones hay dos tipos de comunicaciones: las alámbricas y las inalámbricas; y dentro de éstas encontramos una variedad de aplicaciones tales como el fax, el teléfono, la videotelefonía, la telefonía celular, las microondas, etc. Definitivamente todas tienen como objetivo principal la transferencia de información de un punto a otro.

Ahora bien, si tomáramos en cuenta el inicio de todo esto, entonces debemos remontarnos a la teoría sobre las comunicaciones electrónicas allá por el siglo XIX con el físico inglés James Clark Maxwell, siguiendo con Hertz, Branly hasta llegar con Samuel Morse quien introdujo el primer sistema de comunicaciones electrónicas conocido comúnmente como telégrafo, antecedente inmediato de lo que será nuestro tema de estudio: el sistema telefónico.

Este sistema, fue una de las contribuciones de Alexander Gram Bell y su asistente Thomas A. Watson a la humanidad y que desde entonces es el principal satisfactor de la necesidad del ser humano de comunicarse a medianas y grandes distancias. Aunque para algunos solo es la telefonía un medio para establecer un intercambio de información, para otros resulta una herramienta muy valiosa en su trabajo o en las actividades que realiza.

Considero que la transmisión de información a través de una red de telefonía seguirá teniendo un gran desarrollo por las nuevas características que deberá ofrecer al usuario y es que además las aplicaciones que existen hoy en día pueden eficientarse e incluso innovar con otras. Definitivamente, la telefonía como medio de comunicación, en México y en cualquier otro país, es parte fundamental de su desarrollo de ahí que lo haya tomado en cuenta para realizar este trabajo.

El objetivo principal de este trabajo es explicar el proceso que se lleva a cabo cuando se transmite información a través de la red telefónica, pero además, este trabajo da una perspectiva acerca de otras alternativas e incluso mejoras en su desempeño respecto al sistema telefónico actual. En buena medida por la demanda de herramientas más poderosas que el usuario exige. En este trabajo se mencionan algunas como es el caso de RDSI e Internet.

Dado que se trata de un trabajo puramente teórico, entonces la investigación que se realiza es con la intención de señalar y explicar los dispositivos, así como los procesos que existen cuando hay una transferencia de información ya sea de voz, datos e imagen a través del sistema telefónico.

Al diseñar el temario se busco ir de lo básico, como puede ser el aparato telefónico y como se compone la red telefónica publica, hasta los temas más específicos como es el casode Internet.

El capitulo 1 trata acerca de la historia de la telefonía, una breve reseña acerca de las comunicaciones, pero, siempre enfocando al tema de la telefonía. desde quien invento el teléfono hasta un resumen del desarrollo de la telefonía en México, donde sorprende que a pesar de un siglo desde que se estableció la primera conversación en el país todavía existan poblaciones que no cuenten con este importante medio de comunicación. Probablemente como la telefonía rural no es un negocio para las empresas privadas, entonces no se dan las grandes inversiones que ocurren en las ciudades porque realmente es grande el número de empresas que ofrecen servicios de telefonía, incluyendo el servicio de larga distancia. En el subtema 1.3 se muestra una lista de empresas prestadoras de servicio de telefonía en México.

Parte fundamental para que sé de una conversación telefónica es el aparato telefónico. Este dispositivo es prácticamente irreconocible si se compara el dispositivo que utilizo Bell con los modernos de hoy pero el principio sigue siendo el mismo. Esta comparación es un claro ejemplo de cómo la innovación y el desarrollo han sido una constante en las comunicaciones y que donde la telefonía no se ha quedado al margen. Este desarrollo implica innovaciones que lógicamente llegan a ser incompatibles con los dispositivos que se tienen, estos problemas de incompatibilidad llegan a ser tan grandes o monopolicos que si una empresa innova con una nueva aplicación o dispositivo puede obligar a comprar todo el equipo de su propia marca. Por lo tanto para asegurar una transferencia de información ordenada entre dos o más sistemas de comunicación usando diferente equipo de distintas marcas; un consorcio de organizaciones fabricantes y usuarios se reúnen regularmente para establecer guías y estándares. Es la intención que todos los usuarios de equipos de comunicaciones cumplan con estos estándares.

Los organismos rectores de las telecomunicaciones son el CCITT, ISO, IEEE, ANSI, IEEE, etc.

La estructura de una red telefónica es realmente una maraña de cables, se compone de varios grupos según el tamaño de la central y la distancia que existe entre los abonados y la central telefónica. En el capítulo 2 se explica como se compone la red telefónica pública.

En la central telefónica ocurren dos etapas muy importantes dentro de la telefonía que es la conmutación y la señalización; es por eso que se da una amplia explicación sobre estos dos temas así como un ejemplo del proceso que sigue una llamada.

También trata acerca de la configuración de una central telefónica, así como su red interna y la planta de fuerza.

La rapidez y la eficiencia con que los usuarios demandan comunicarse es una constante, por lo que la transmisión analógica es prácticamente obsoleta ya que no es capaz de soportar los grandes volúmenes de información y la rapidez que se demanda, dé ahí que los sistemas tradicionales de comunicación que utilizan técnicas de modulación analógicas convencionales como la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM) y la modulación en fase (PM); se están reemplazando poco a poco con sistemas de comunicación digital. Los sistemas de comunicación digitales ofrecen varias ventajas sobresalientes respecto a los sistemas analógicos tradicionales: facilidades de procesamiento, facilidades de multicanalización e inmunidad al ruido. El capítulo 3 trata acerca de los procesos o etapas por las que pasa una señal analógica que es convertida a una serie de pulsos.

Una de las proyecciones que se tienen sobre la integración de servicios como la transmisión de voz, vídeo, datos y facsímil en una red mundial con objeto de atender las demandas de los sistemas de comunicación contemporáneos de telefonía, vídeo y computadoras es una realidad.

La RDSI es una red diseñada por empresas telefónicas en conjunto con el CCITT, donde se integran un rango amplio de servicios a una red sencilla de múltiples propósitos. RDSI es una red que propone interconectar a un número ilimitado de usuarios independientes por medio de una red de comunicaciones común, además también se tiene contemplado que los usuarios tengan acceso a RDSI utilizando las redes telefónicas públicas existentes, claro que en este caso se utilizarían adaptadores especiales dada las diferencias entre RDSI y la red telefónica pública.

Los principios, características y funcionamiento de RDSI se explican con detalle en el capítulo 4. Pero a pesar de las ventajas que ofrece RDSI la demanda por servicios, o simplemente el desarrollo nunca estático de esta industria, que proporcionen canales de transmisión con una velocidad mayor de la que ofrece RDSI están ya en desarrollo. Así que tenemos para este tipo de servicios a RDSI de banda ancha, entonces, dentro de RDSI tendremos: RDSI-BA y al concepto original de RDSI se le nombrará RDSI de banda angosta.

RDSI-BA se basa en el concepto de modo de transferencia asincrónica (ATM), el cual incorpora cables de fibra óptica como medio de transmisión; la velocidad de datos esperado usando fibra óptica será de 11, 155 ó 666 Mbps. Dependiendo de las aplicaciones específicas y la ubicación del cable de fibra óptica dentro de la red.

También se trata sobre la red de computadoras más grande en el mundo: internet, llamada correctamente la red mundial, es decir, que es una red mundial de computadoras que están enlazadas por medio de la red telefónica, computadoras de características totalmente diferentes cabe señalar. Donde podemos encontrar información prácticamente cualquier tema, aquí no hay límite, pero además, con las nuevas aplicaciones que tiene podemos ver conciertos, programas de TV, noticieros; escuchar estaciones de radio e inclusive obtener gratis canciones de cuanto cantante haya grabado un disco en el mundo; y además podemos establecer una

comunicación por medio de dos formas muy características de Internet: por un lado el denominado "chat", en donde personas de cualquier parte del mundo, con edad, raza o costumbres diversas pueden comunicarse con otras, en algo así como un club de conversación; todo esto en tiempo real con el horario de su país. Cabe señalar que ya se están desarrollando otras aplicaciones que incluyen voz y vídeo, algo así como el videoteléfono. Por otro lado tenemos al famoso y mundialmente conocido correo electrónico, en este caso, cualquier persona con acceso a Internet puede obtener una cuenta de Internet (buzón) con una empresa que preste este servicio (Yahoo, Hotmail, Esmas, Netscape, etc.) ésta le debe dar una dirección y un password sin costo alguno al momento de su registro y llenado de solicitud que se hace a través de Internet y con esto el usuario puede mandar y recibir correos, fotos, archivos, etc. Internet puede ser un medio de entretenimiento por donde se transfiere información en grandes volúmenes y a velocidades mayores, de ahí que ya se tengan nuevas generaciones de Internet y consecuentemente nuevas aplicaciones. A través de los capítulos y conclusiones se trata de explicar al lector como se da una transferencia de información por medio de la línea telefónica, la cual ya no es solo de voz y pueda entender como el avance tecnológico repercute en el desarrollo del país.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 1

GENERALIDADES.

1.1 HISTORIA DE LA TELEFONIA.

Que difícil es imaginarnos hoy el mundo sin teléfonos. Para la mayoría de nosotros es algo tan natural como la luz eléctrica o el automóvil. Pero no siempre existió el teléfono, en realidad la interesante historia de este aparato que cambió y sigue cambiando el modo de comunicarse de la gente comenzó hace ya cerca de 120 años.

Como sucede en la mayoría de los inventos, también fue un proceso de desarrollo de pasos anteriores. Es decir: gracias a los descubrimientos e inventos en el campo de la física, la electricidad y el magnetismo fue posible llegar a transmitir sonidos a distancias.

Para no irnos tan atrás en el tiempo y tomando al telégrafo como el más inmediato antecedente, que ya existía cuando se comenzó a investigar sobre el modo de transmitir sonidos, fue el precursor de las comunicaciones a distancias con ayuda de la electricidad. El telégrafo eléctrico permitía también descifrar sonidos de una especie de sonador, estos sonidos transmitidos en código Morse permitían ser descifrados luego como letras que se convertían en palabras y frases, pero era lento era imposible enviar las múltiples inflexiones de la voz humana, que puede por el sonido mismo (y sin cambiar las palabras), cambiar el significado de toda una frase.

Ahora bien el problema principal residía en que no existían aun micrófonos y parlantes o auriculares, que permitiesen armar fácilmente un teléfono. Fue necesario que Alexander Graham Bell, un especialista en foniatría -que impulsado por el deseo de investigar aparatos que pudiesen ayudar a los sordos, después de investigar y desarrollar varias patentes telegráficas-, se pusiese de lleno manos a la obra, y así después de varios años de intentos fallidos pudiese en 1876 patentar su sistema telefónico o como lo llamo en aquellos años: "telégrafo de sonidos", que permitía transmitir y recibir voz humana a distancia. En realidad el primer aparato telefónico útil fue inventado y patentado por Alexander Graham Bell, en los Estados Unidos, el 7 de Marzo de 1876. Hubo varios científicos e inventores que -buscando la misma meta- inventaron aparatos parecidos, pero solo Bell logro patentarlo y convertirlo en algo útil y de uso diario. Alexander Graham Bell nació el 3 de Marzo de 1847 en Edinburg, Escocia. Tres días después de patentar su teléfono, Bell probaba un transmisor telefónico junto a su talentoso colaborador Watson. Este último se encontraba en otra habitación del edificio. Bell sin darse cuenta volcó parte del ácido (de una de las baterías que usaban) sobre sus ropas, en ese momento dijo: "Mr. Watson, come here. I want you" (Señor Watson venga aquí, le necesito).

Watson, en la otra habitación, escucho claramente en el receptor lo que le decía Bell y bajo corriendo las escaleras, entro en la habitación y le pregunto a Bell que necesitaba. Bell estaba tan emocionado por el éxito del experimento que olvido

por completo el incidente con el ácido de las baterías. Desde ese momento empezó el desarrollo comercial del invento.

La primera compañía telefónica "Bell Telephone Company" fue fundada el 9 de Julio de 1877.

En Abril de 1877 se conectaron (en serie) dos o más de estos aparatos a una línea común, que estaba tendida entre el comercio de accesorios eléctricos de Charles Williams en la ciudad de Boston (EEUU) y el domicilio particular de éste, que estaba a unos 5 kms del negocio.

Una especie de caja cerrada con una abertura por un lado fue el primer aparato comercial con el cual Bell salió al mercado, en este la misma abertura en el frente del aparato servía tanto para hablar como para escuchar, tan solo con acercarse la boca o el oído a la abertura. Este aparato no poseía campanilla ni ninguna otra señal de llamada por lo que era necesario golpear el diafragma con un lápiz o gritar para que el otro interlocutor entendiese que alguien quería comunicarse con él. Rápidamente Watson (ayudante de Bell) agregó un pequeño dispositivo que golpeaba el diafragma a modo de aviso o llamador. Dos meses después se tendían las primeras líneas de paga, es decir: había comenzado el primer servicio telefónico del mundo.

Después del comienzo del teléfono, la compañía de accesorios eléctricos de Charles Williams produjo un modelo que tenía ya varias ventajas: Tenía un auricular para escuchar y un micrófono para hablar (permitía "Full Duplex") y tenía campanilla de llamada, activada por un generador a magneto acoplado a una manivela (en el frente del aparato), al girar la manivela en un extremo de la línea sonaba la campanilla del aparato que estaba en el otro extremo. Tenía también un soporte del auricular que servía como interruptor de la conexión.

Corría el año 1879. Al aumentar la demanda de aparatos telefónicos, la compañía Bell dio 5 licencias a compañías diferentes para que esta produjesen los aparatos. La supervisión de estas compañías estaba a manos del talentoso Watson (ayudante de Bell y ahora supervisor de la producción de los aparatos por las compañías licenciadas).

Los servicios telefónicos comenzaron a desarrollarse rápidamente, cientos de abonados se conectaban a la red y con ello empezaron también conflictos comerciales con el gigante de las comunicaciones telegráficas de aquella época, la Western Telegraph, que también desarrolló su propio aparato telefónico, estos demandaron a la Bell Telephone Co. Por transgredir sus patentes. Después de llegar a un acuerdo en los tribunales la compañía Bell logró cierto dominio sobre el gigante de la telegrafía, a cambio de darles el control sobre la producción de aparatos y centrales telefónicas. Había nacido la Western Electric Co., que paso a ser con el tiempo la poseedora de las licencias de producción de Bell y una de las más grandes abastecedoras de equipo telefónico.

La incorporación vertiginosa de miles de abonados fue creciendo los sistemas hasta volverse enormes todos querían estar conectados (las conexiones entre abonados eran aun exclusivamente manuales a través de las centrales).

Las líneas eran generalmente aéreas, sobre postes, al estilo del telégrafo. Esto ocasionaba complejidad de las líneas en las cercanías de una central de mediana importancia. Además también provocó violentas protestas por los defensores del medio ambiente, imagínense centenas de miles de cables tendidos en las calles afeando el horizonte de cualquier ciudad.

Paulatinamente las líneas aéreas fueron substituidas por cables subterráneos, que si bien eran caros, permitían tender miles de líneas a los abonados sin afean el horizonte.

Las operaciones se distribuyeron no solo en los diferentes estados de los EEUU, sino también en todo el globo, las grandes ciudades del mundo no querían estar a la zaga y las pequeñas tampoco, así se creó una atmósfera de febril actividad que ocupaba continentes enteros. No importaba cuán pequeño era el lugar, todos querían estar conectados al nuevo invento, todos querían beneficiarse de la facilidad de las comunicaciones. Incluso en el medio rural con las grandes distancias entre comunidad y comunidad, todos querían que los hilos telefónicos llegasen a sus casas. Ahora ya no hacían falta tener baterías en cada aparato (lo que aparejaba no pocas fallas y desperfectos), los modernos aparatos se servían de una batería central en la central telefónica local.

La compañía Bell tenía ya más de 200.000 abonados en los EEUU, y seguía creciendo ahora con el apoyo de Western Electric Co.

Una de las grandes desventajas de los antiguos teléfonos era la dependencia del usuario con las operadoras en las centrales. En aquellos años era imposible comunicarse directamente como lo hacemos ahora. Ya hacia 1879 hubo intentos de desarrollar un sistema que permitiese al usuario, sin la intervención de operadoras, el comunicarse directamente con el usuario al otro lado de la línea. Pero todos los intentos no llevaron a éxitos prácticos.

En 1888 Almon B. Strowger patentó un sistema de aparatos y centrales telefónicas automáticas, que no requerían la presencia de operadoras para efectuar la conexión entre 2 usuarios. Varios años después de patentar su invento fundó Strowger la compañía "Automatic Electric Co.", que se convirtió en uno de los líderes de la industria telefónica. Esta compañía que luego de fusiones se llamó GTE existe aun en nuestros días bajo el nombre de "AG Communication Systems".

El invento de Strowger revolucionó la telefonía, liberando al usuario de la férula de las centrales manuales permitiéndole el discado directo, entre ciudades, naciones y continentes. Hoy - a través del discado directo - es posible conectarse con cualquier país del mundo, con lugares distantes, intrigantes y exóticos.

A pesar que ya Strowger había utilizado botones pulsadores para elegir el abonado con el cual querían comunicarse, la idea de utilizar botones para esa función cayó en el olvido y volvió solo allí por los fines de los años '50. Con el desarrollo de los sistemas electrónicos digitales (hemos de recordar: los

teléfonos antiguos eran exclusivamente analógicos) en las centrales telefónicas, volvieron a pensar en la posibilidad de disecar con ayuda de un tablero de pulsadores. Así llegaron los expertos a la conclusión que es mejor disecar utilizando un sistema de tonos de varias frecuencias, es decir cada pulsador emitirá un tono de frecuencia fija para ese pulsador y diferente de las frecuencias de los demás pulsadores. Entonces la central telefónica digital podrá reconocer esa frecuencia y "entender" que el usuario pulso el botón determinado y no otro.

Aquí la compañía Norelco (importante proveedor de equipo telefónico), publica una solución que le permite a propietarios de centrales telefónicas de tipo analógico (con disecado por pulsos, con la ayuda de un disco) el mejorar sus sistemas agregándole un modulo que permita al usuario el disecado por tonos con la ayuda de un tablero de pulsadores. El sistema era cómodo, rápido y eficaz. Tenia menos errores de disecado que el antiguo sistema de disco y los usuarios lo aceptaron rápidamente.

Muchas centrales funcionaron así, con ayuda de módulos que permitían el disecado por tonos, durante los años '70 y '80. Con el tiempo el núcleo de las centrales fueron transformándose en digitales computarizadas y pudieron ofrecer un variado catalogo de servicios agregados, como por ejemplo:

- aviso que el usuario al cual discamos (y encontramos ocupado) ya desocupo su linea
- disecado automático al ultimo numero que discamos
- conferencias telefónicas de varios usuarios al mismo tiempo

Mas tarde se agregaron muchos servicios de este tipo, como contestador automático, re-direccion de las llamadas entrantes a otro numero, despertador automático, etc, El teléfono era aun más útil que nunca.

Con la inserción de centrales computarizadas y teléfonos de disecado por tonos cambio la calidad y el aspecto del servicio. Este se convirtió en algo dinámico, ágil y adaptado a las necesidades del nuevo mundo de actividades de fines del siglo XX. Los teléfonos se convirtieron en indispensables, ya nadie pensaba siquiera en estar lejos de teléfonos, todos querían estar al alcance de sus clientes, amigos y familiares. Los aparatos fueron cambiando de aspecto de acuerdo a la moda y al capricho del diseñador. Los contestadores automáticos fueron popularizándose y ya a fines de los '80 existían en la mayor parte de las compañías telefónicas como servicio usual.

Y así fueron desarrollándose aparatos digitales, que funcionan dentro de compañías comerciales.

El fax (o telefax como se lo llamo al principio y que permite transferir documentos impresos) se basa también en líneas telefónicas para comunicar. El aparato de fax, cambio el mundo de la gestion comercial, industrial y financiera. Quien no recuerda cuando esperábamos una semana para recibir un documento impreso, por correo, desde el extranjero.

Las líneas digitales ISDN y ADSL, que permiten pasar datos de computadoras, internet etc. Todo basado en aquella infraestructura de cables de cobre, que fueron tendidos por los pioneros y mejorados de año en año por incansables trabajadores, ingenieros y operarios que invirtieron su talento y esfuerzo para que hoy podamos gozar de un mundo interconectado, un mundo que se convirtió en una "Aldea Global". Ya nada es lejos, todo esta al alcance de nuestro teléfono, de nuestro fax, de nuestro email e internet. Un largo camino desde el invento de Alexander Graham Bell.

Para la maxima comodidad del usuario fueron, desarrollándose infinidad de versiones de aparatos telefónicos inalámbricos. Estos nos permiten la comunicación telefónica sin que el auricular este conectado por un cable a la linea. Todo se hace por ondas de radio. Al principio estos aparatos utilizaban ciertas bandas de frecuencias de radio que no permitían llegar a una buena calidad de voz recibida y emitida, pero con el tiempo fueron mejorándose estos sistemas y hoy nos permiten un cómodo uso sin movernos de nuestro sillón favorito, o cuando suena el teléfono en medio de nuestro programa de TV preferido y no perder detalle de él.

Una de las limitaciones más sobresalientes de los teléfonos convencionales residía en el hecho de no podernos desconectar del cable que los une a la central telefónica. Es decir: si tenemos que movernos a otro lugar debemos despedirnos del teléfono. La vida moderna exigía movilidad y era imperioso el desarrollar una tecnología que permitiese obtener servicios telefónicos móviles.

Ya a principios de los años 40's se habian hecho experimentos de crear una red de teléfono interconectados entre sí por ondas de radio, pero al principio hubo muchos fracasos. Las razones: Problemas de la tecnología de la radio en aquellos años, la imposibilidad de miniaturizar los aparatos, la imposibilidad de crear una fuente de energía (batería) -lo suficientemente pequeña y a la vez lo suficientemente poderosa- para permitir la operación de un aparato de este tipo y finalmente el precio exorbitante. Todo esto redujo el uso de este tipo de aparatos a ciertos automóviles de dependencia oficiales. Así siguió lentamente desarrollándose esta tecnología, siempre dependiendo de los inventos y descubrimientos en el campo de la electrónica y posteriormente lo que se denomino microelectrónica y nano-electronica. Hubo que esperar hasta la popularización de los transistores y circuitos integrados para poder desarrollar un sistema que pudiese convertirse en telefonía verdaderamente móvil

Así, con el desarrollo de las tecnologías afines a la electrónica y las telecomunicaciones, fue desarrollándose también el campo de la telefonía móvil.

Los sistemas de transmisión y recepción centrales fueron modificándose, los aparatos de los usuarios y las baterías fueron miniaturizándose. Ya no estaban los pesadimos aparatos "móviles" de principios de los '80, sino verdaderos teléfonos portables que podíamos llevar en el bolsillo.

La tecnología celular iba expandiéndose y popularizándose. Diversas redes con diferentes sistemas de comunicación fueron expandiéndose por toda la orbe.

Al principio los aparatos eran caros, y engorrosos de usar. Las redes no cubrían bien las zonas de uso, lo que no permitía un uso seguro y constante, pero con el tiempo los sistemas mejoraron, las redes celulares se volvieron más seguras y la calidad de la voz transmitida por ellas era mejor. La telefonía portátil era una realidad, cada uno poseía ahora un número de teléfono que nos permitía ubicarlo no importa donde este. Todos nos volvimos fáciles de conseguir, en cualquier momento con todas las ventajas pero también las desventajas que esto traería consigo.

El hecho de ser accesibles en cualquier lugar, a cualquier hora, trajo consigo problemas que antes eran imposibles de prever. El portable se convertía a veces - más que en una ayuda- en un estorbo que impedía el gozar plenamente de las horas de ocio. No importa quien (a veces algún "número equivocado") nos llamaba e interrumpía lo que estábamos haciendo. Tuvieron asimismo que crear nuevas normas de comportamiento, por ejemplo aquellos que hablaban por teléfono en el cine o, el teatro o la ópera eran de pronto muy mal vistos. El portable se convirtió de un símbolo de alto status económico-social en un símbolo que definía a los nuevos esclavizados por el trabajo, aquellos que no podían liberarse de las obligaciones jamás. Rápidamente se creó un estrato social de los que no utilizaban el portable por principio, de pronto no utilizar el portable se convirtió en un lujo que pocos podían permitirse en la sociedad moderna. Aunque en nuestros días dado que la tecnología también se abarata ya es más común y factible poseer un celular que tener una línea telefónica; Aunque el servicio resulte más caro.

1.2 LA TELEFONIA ALÁMBRICA EN MÉXICO.

Cuando el teléfono llegó a México hace más de 100 años, representó un sistema novedoso pero que a la vez causó desconfianza y temor. Hoy es un elemento cotidiano e imprescindible para quien busca comunicarse.

El 13 de marzo de 1878 se efectuó el primer enlace telefónico entre la ciudad de México y la población de Tlalpan. Se logró comunicación a una distancia de 16 kilómetros.

El 15 de diciembre del mismo año, se establece oficialmente el servicio telefónico al otorgársele un premio (sic) a la Alfred Westrup & Co., para que instalara una red que uniera a las comisarías de policía que, en aquel entonces, ascendían a seis con la inspección General, la oficina del gobernador de la ciudad y el Ministerio de Gobernación.

Para 1880 el gobierno federal, que en ese entonces era presidido por Porfirio Díaz, se da cuenta de la importancia del servicio telefonico e instala un servicio telefonico en actividades militares.

Iniciaba el mes de marzo de 1881, cuando el señor Greenwood obtuvo del Gral. Díaz la concesión para instalar una red telefónica en la ciudad de México, para lo cual se empezó el cableado público, lo que ocasionó la protesta de sus habitantes porque perjudicaban el buen aspecto de la ciudad. Después de explicar la utilidad del nuevo aparato, logró se aceptaran las obras. Un año después, 12 de febrero de 1882, Greenwood obtiene nuevas concesiones para expandir el servicio telefónico, mismas

que consideró oportuno vendérselas a la Compañía Telefónica Continental.

A mitad del mes de abril del año 82, se constituye la primera empresa en territorio nacional, con el nombre de Mexican National Bell Telephone, sin embargo, ésta jamás llegó a dar servicio alguno, debido a los conflictos derivados de los diversos intereses de las empresas extranjeras. La solución se llevó a cabo con un arreglo contractual entre los diferentes inversionistas.

Los conflictos entre los inversionistas que desean dar el servicio telefónico terminan cuando deciden asociarse con la Compañía Telefónica Mexicana conocida como Mextelco.

El 18 de julio de 1882 se forma una nueva empresa telefónica, la constituyen los socios George Lea Sanders, Thomas A. Watson, M.L. Greenwood y Emilio Berlín. Se instalaron en la calle de Santa Isabel número 61-2.

En 1883 se logró la primera comunicación internacional entre la ciudad de Matamoros, Tamaulipas y la ciudad de Brownsville, Texas. Así comenzó una larga cadena de éxitos en lo que se refiere a telefonía.

A pesar de la cuota de inscripción de 5.50 pesos mexicanos, que la hacía poco accesible, se tenían 8 abonados; así en 1888 se dio la necesidad de editar un directorio telefónico, cabe mencionar que el número 64 era el presidente de la República, general Porfirio Díaz.

1892, se obtiene el registro legal de concesión del servicio público telefónico de las ciudades de México, Puebla, Oaxaca Guadalajara y Veracruz. Dos años después, 1894, llegan los conductores aislados, lo cual permitió corregir la calidad de las transmisiones. Fue la sustitución del alambre por cable. Así

comenzó la mejora tanto en el aparato telefónico como de infraestructura. Al siguiente año se introduce el conmutador múltiple completo o metálico, con una capacidad de dos mil líneas.

1895 fue conflictivo. Los sismos provocaron la necesidad de reparación de 400 aparatos y la reposición de 300 conductores de estilo "antiguo" (con diez años de uso). Además algunos problemas causados por la instalación de cableado. Esto no impidió la comunicación de larga distancia de Tacubaya a Tlalpan.

En 1903 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas otorga dos concesiones, una por 30 años al señor José Sitzenstätter para la explotación del servicio telefónico en la capital y alrededores, y otra que mas que concesion es una renovacion a la Compañía Telefónica Mexicana. En el primer caso el señor José Sitzenstätter se asocia con la L.M. Ericsson y les ofrece la venta de la concesión y fue el 19 de abril de 1905 cuando se llevó a cabo el traspaso. Ahora con dos empresas prestando el servicio obliga a que mejoren sus servicios

Por una parte la empresa de Teléfonos Ericsson, S.A, filial de la matriz sueca Mexikanska Telfonaktiebolaget Ericsson, en 1904, inauguró su servicio con 300 suscriptores, y para finales de ese mismo año contaba ya con 650. Ericsson crece en un período de cuatro años hasta alcanzar la cifra de 7,000 suscriptores, la misma cantidad que la empresa mexicana. Este avance se debió a la superioridad técnica de su aparato telefónico con el cual se obtenía una mejor calidad en la transmisión.

En los siguientes seis años la empresa construye las líneas a Tlalnepantla y Cuautitlán, así se inicia el servicio interurbano; también se importan de Alemania postes de acero de 20 y 24 metros, estos se instalan en las colonias Roma y Juárez.

Por otro lado la Compañía Telefónica Mexicana no le fue tan bien como a su rival a pesar de que en 1905 aumenta su capital y cambia de nombre a Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A. En 1915 se interviene el servicio a la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana llegando a un embargo de las redes. Debido a conflictos laborales. Esta situación tardó en resolverse diez años. Fue en 1914, que a causa de la escasez de material telefónico, las compañías telefónicas frenaron el ritmo de crecimiento que estaban sosteniendo, esto al inicio de la primera guerra mundial ya que la materia prima era utilizada para la fabricación de armamentos.

Al finalizar la primera guerra mundial, se reanudaron las investigaciones científicas y tecnológicas. En lo que se refiere a la telefonía, se pensaba en la utilización de las Comunicaciones eléctricas con ondas portadoras.

En México la compañía Ericsson contaba ya con 32 concesiones para establecer líneas telefónicas de servicio público y privado adquiriendo dos estaciones portátiles inalámbricas marca Telefunken que permitían la comunicación a 200 kilómetros. Fue entonces cuando se decidió introducir a México el sistema telefónico automático, el cual fue inaugurado mediante la primer central telefonica automatica conocida como la central Roma, esta comenzo a funcionar dos años mas tarde con una capacidad de diez mil líneas. La idea era sustituir a las operadoras por la telefonía automática.

Mientras la compañía Ericsson crecía, La Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A. seguía, desde 1915, bajo intervención gubernamental, aunque durante el gobierno del general Calles (1924-1928), se cesara la intervención gubernamental que desde 1915 padecía la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A., fue entonces cuando la empresa International Telephone and Telegraph Co. (ITT), la adquirió.

La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas reformó y modificó la concesión otorgada a la empresa respetando la autorización para la explotación comercial del servicio con vigencia de 50 años, con la prohibición de un traspaso o cesión. De esta manera la empresa ITT pudo competir, al mismo nivel, con la compañía Ericsson.

Por la cantidad de suscriptores y para diferenciar los teléfonos de cada empresa se decidió que Ericsson utilizara dígitos y la otra dígitos y letras. Las dos compañías tenían forma de numerar del 10 000 al 99 999.

En el año de 1925, siendo Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas el ingeniero Eduardo Ortiz, con la representación del gobierno federal, convino en tender el cableado telefónico entre México y Estados Unidos. El mismo año la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A. obtuvo la concesión del servicio de larga distancia, el cual fue otorgado a la empresa Ericsson un año después.

El servicio de larga distancia nacional creció rápidamente y en poco tiempo se interconectó a la capital con las ciudades de San Luis Potosí, Puebla, Tampico, Saltillo y Monterrey. La empresa Telefónica y Telegráfica Mexicana, S.A., el 29 de septiembre de 1927, enlazó la primera conferencia telefónica entre México y Estados Unidos siendo los protagonistas, el general Plutarco Elías Calles y Calvin Coolidge, respectivamente. Dos meses después, el 29 de noviembre, se inauguró la línea telefónica entre México y Canadá.

Al siguiente año, 1 de julio de 1928, hubo comunicación telefónica con Europa. Esta comunicación fue la combinación de líneas telefónicas de tierra y circuitos radiotelefónicos a través del Atlántico. En el servicio transoceánico quedaron incluidas las ciudades del Distrito Federal, Querétaro, San Luis Potosí, Saltillo, Monterrey, Tampico y Nuevo Laredo las cuales podrían comunicarse en Europa con Inglaterra, Escocia, Gales, Alemania, Holanda, Bélgica, Francia, Suecia y Dinamarca con España sería hasta el 30 de noviembre. El servicio tendría un horario de 6:30 a.m. a las 10:00 p.m., hora de México, con un tiempo efectivo de 12 minutos por llamada, en momentos de congestión. De 60 mil aparatos telefónicos instalados, sólo 30 mil se conectaron al servicio internacional.

Recordaremos que los únicos países de América con los que se había logrado comunicación eran Estados Unidos, Canadá y Cuba. Hasta el 3 de abril de 1930 se enlazaron Norte y Sudamérica. Esta comunicación se logró gracias a un circuito transmisor y receptor ubicado en los dos extremos del continente, Buenos Aires y Nueva York. Las empresas responsables fueron la Compañía Internacional de Radio (de Argentina) y la American Telephone and Telegraph Co. (de Estados Unidos). Así hubo comunicación con 200 mil teléfonos en Argentina, Chile y Uruguay con los de México, Cuba, Estados Unidos y Canadá.

Otro logro técnico fue el tendido de la línea a Santiago de Chile, cruzando la cordillera de los Andes, esta se encuentra entre las más altas del mundo. Mientras tanto, en México, se encontraban funcionando las siguientes centrales automáticas: Apartado, Chapultepec, Roma, Valle, Coyoacán, Mixcoac, Madrid, Perillo, Portales, San Angel, Condesa, Santa María, Tacubaya y Victoria, la mayoría de la compañía Ericsson, fue entonces que se acelera la competencia entre la L. M. Ericsson y la ITT.

El 20 de julio de 1970 se inauguró el nuevo sistema automático de larga distancia (Lada 95), el primero en su tipo en América Latina; la primera conexión se hizo entre Toluca y Washington, D.C.

Se continuó con el desarrollo de la telefonía vía satélite así como su expansión. Se conectaron 39 circuitos los cuales permitirían a México comunicarse directamente con Argentina, Brasil, Colombia, Chile, España, Francia, Inglaterra, Italia, Japón, Panamá, Perú y Venezuela, para tal efecto se utilizó la antena de telecomunicaciones instalada en Tulancingo, Hidalgo. Además las sucursales de todo el país fueron provistas de centrales automáticas del tipo "Pentaconta".

Debido a la gran demanda del servicio en julio de 1973 se instala el aparato 2 millones y se inaugura el servicio lada 92 en la central neolonesa de Santa Catarina, y por otra parte el servicio de microondas permitió que se interconectaran México y Bélgica. En 1975 se inauguró el servicio de larga distancia internacional a Caracas, Venezuela, con la clave Lada 98.

El 10 de marzo de 1976 se conmemoró el Primer centenario del invento del teléfono, fecha histórica que sirve de colofón para que el gobierno federal le renueve la concesión a Telmex por 30 años más.

A pesar de la interrupción del servicio a causa de la ampliación de las obras del Transporte Colectivo Metro, operaron seis sistemas de larga distancia de microondas de alta capacidad y se instalaron 105 sistemas múltiplex de canalización y señalización. A su vez y gracias a los trabajos de la Comisión de Telecomunicaciones Rurales, se establecieron veinte circuitos telefónicos con una longitud de 946 195 kilómetros, siendo beneficiadas otras 143 localidades del país. Cabe señalar que la telefonía rural no crecía a la misma velocidad que el sector en su conjunto dado el poco éxito comercial que representaba para los empresarios de ahí que la mayor parte de esta infraestructura era subsidiada por el gobierno. El servicio siguió su expansión y el 8 de diciembre se colocó el teléfono número 4 millones.

Teléfonos de México siguió creciendo geográficamente gracias a que obtuvo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la concesión para su filial Teléfonos del Noroeste, S.A., para dar servicio al estado de Baja California y en la parte norte del de Sonora.

La telefonía digital sustituyó y perfeccionó el sistema analógico a través de la codificación de la voz en forma binaria, mediante un sistema llamado "Pulse code modulation" (PCM) conocida en español como "Modulación por impulsos codificados" (MIC). La función es la transmisión y transcripción de información por medio de una serie de dígitos binarios. Pero dado los pocos avances

tecnológicos, no se logro el desarrollo esperado, no fue sino hasta 1969 cuando el sistema MIC se instalo en la red troncal metropolitana de nuestro país, teniendo como base este antecedente, el 26 de junio de 1980 Teléfonos de México se incorpora al uso de sistemas digitales

Sus ventajas en comparación con los sistemas analogicos son:

- Menor sensibilidad a distorsión e interferencia
- La conmutación fue más fácil de instrumentar
- Diferentes tipos de señales pueden ser tratadas como señales idénticas tanto en la conmutación como en la transmisión.
- Se pueden transmitir varios canales telefónicos por un mismo circuito, ya que se utilizan 30 canales por cada dos pares telefónicos
- Reducción de espacio para el equipo digital, el cual ocupa un 25 por ciento del convencional

Es importante mencionar que en las centrales digitales utilizan dos tipos de equipos: el sistema 12 de Industrias de Telecomunicación, S.A. (Indetel) y el sistema AXE-D de Teleindustria Ericsson, S.A.

Fue en 1981 cuando se instaló el teléfono número 5 millones en el Conjunto Nacional de Telecomunicaciones (Contel) y Teléfonos de México. En este año se llevaron a cabo nuevos avances técnicos. El primero fue la puesta en operación del servicio del sistema autotelefónico radiomóvil, que prestaba la empresa filial Radiomóvil DIPSA, operando en las bandas radiofónicas de 450-470 y 470-512 Megahertz. El segundo, la inauguración en la ciudad de Tijuana de la primera central electrónica digital de larga distancia en México, de la filial Teléfonos del Noroeste. El tercero fue la instalacion de los primeros enlaces con fibras opticas siendo este el medio más adecuado para la transmisión de ondas luminosas.

Las fibras ópticas tienen varias ventajas:

- Son filamentos muy pequeños por lo que se reduce el espacio que ocupan los cables de pares de cobre.
- Son inmunes a cualquier interferencia electromagnética
- Son de mayor calidad y confiabilidad que los conductores metálicos
- No producen descargas eléctricas

En 1983, cuando la banca es nacionalizada, otorga a Teléfonos de México un crédito de 3,750 millones de pesos, lo cual permite a la empresa, que en el mes de julio inaugure las primeras centrales digitales AKE en las ciudades de México y Puebla, y se constituya la Compañía Mítel de México, S.A. de C.V., la cual fabrica conmutadores electrónicos y semiconductores. La demanda continúa, así que en este año, se coloca el teléfono número 6 millones, y se requiere instalar en el Distrito Federal la red urbana más extensa del mundo, la central Condesa III. Cubrió 350 hectáreas y constaba de un equipo AXE-10 de medios analógicos y digitales. La función principal era introducir las unidades de cinta magnética que sustituyen a los contadores electromecánicos. Esta central contaba con 20 mil

líneas y utilizaba para su funcionamiento sistemas de unidades remotas (concentradores).

Un hecho de gran trascendencia para las telecomunicaciones mexicanas se llevó a cabo el 28 de junio de 1985; entró en órbita el satélite Morelos I el cual operó dos meses después. Continuando con su programa de expansión, el 5 de julio de 1985, Teléfonos de México puso en servicio el primer aparato multilínea rural (AMR) en la población de Los Reyes, Estado de México. Este aparato representó un grande avance y fue diseñado por técnicos mexicanos del Centro de Investigación de Telefonía Electrónica, el cual fue fundado en 1985 para recuperar la presencia de Telmex en el negocio de la conmutación privada.

Se creó el organismo desconcertado Telecomunicaciones de México (Telecomm), su origen es la fusión de Telégrafos Nacionales y la Dirección General de Telecomunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Sus funciones:

- Operar el Sistema Morelos de Satélites
- La Red de Microondas
- La Red de Fibra Optica
- Los servicios tradicionales de telegramas, giros y télex

Teléfonos de México inició las operaciones del Centro de Telecomunicaciones Avanzadas, integrado por especialistas altamente calificados en la materia. Este centro cuenta con la primera Red Digital de Servicios Integrado (RDSI) y su objetivo es el desarrollo de nuevos servicios. Una de sus funciones es mostrar a los usuarios los beneficios y ventajas que ofrece la RDSI, programada para comercializarse en 1992.

Como preambulo a la privatizacion de Telmex el presidente Salinas menciona la importancia de las telecomunicaciones y el beneficio que se obtendria con el cambio tecnologico, en la presentación del plan nacional de desarrollo 1989-1994.

- Las tarifas de los diferentes servicios no deben diferir de las vigentes en los países con los que compite México en el mercado internacional.
- La modernización y expansión de las telecomunicaciones requerirá de la participación de los particulares.
- El estado ejercerá la rectoría en las telecomunicaciones induciendo su desarrollo tomando en cuenta el cambio tecnológico habido en los últimos años.
- Múltiples empresas podrán desarrollar los servicios de transmisión conmutada de: datos, teleinformática telefonía celular y otros.

- Los consumidores podrán elegir entre las diferentes empresas que ofrezcan la venta y mantenimiento de equipo terminal. La regulación de estos servicios fomentará la competencia y evitará la práctica monopólica.

Teléfonos de México intensificó sus acciones. En lo que se refiere a la telefonía rural y siguiendo la estrategia implantada en 1987, de incorporar tecnología de Radios de Acceso Múltiple (RAM), se colocaron 31 RAM, esto permitió anexar a la red telefónica a 493 poblaciones rurales.

El servicio Lada 800 se había constituido como una de las más importantes aportaciones tecnológicas a la red telefónica y ha beneficiado tanto a empresas en lo individual como a la economía del país, abriendo posibilidades de comercialización a ramos industriales, turísticos, comerciales y de servicio.

Asimismo se desarrolló el servicio de larga distancia automática desde casetas de servicio público, Ladatel. Se instalaron un total de 1,903 aparatos, aunados a los ya existentes, conforman una eficiente red pública. Se encuentran en operación 2,994 aparatos Ladatel instalados en las ciudades de México, Monterrey, Guadalajara, Cancún, Acapulco y Puerto Vallarta. Asimismo también se establecieron nuevas formas de pago como tarjeta de crédito (ladamatico), larga distancia por cobrar o pago con tarjeta de crédito con asistencia de una operadora extranjera (USA direct).

1.3 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIO TELEFÓNICO ALÁMBRICA.

Las empresas que prestan el servicio telefónico alámbrico en México se muestra en la tabla 1.1; donde se observa que el tipo de servicio solamente es local.

CONCESIONARIO	DOMICILIO
Maxcom Telecomunicaciones, S.A. de C.V. (Maxcom) Antes Amaritel, S.A de C.V	Magdalena No. 211, piso 5. Col. Del Valle, C.P. 03100, México, D.F. Tel: 5147-1111
Metro Net, S.A. de C.V. (Metronet)	Michoacán No.22, int. B Col. Condesa, México, D.F. C.P. 06110 Tel. 5264-44 03
Megacable Comunicaciones de México, S.A. de C.V. (Megacable)	Arquímedes No. 27, Col. Polanco, 11560, México, D.F. Tel. 5281-3440 y 5281-3529
Red de Servicios de Telecomunicaciones, S.A. de C.V. (Resetel)	Insurgentes Sur No.617, Piso 10, Col. Napoles,03810 México, D.F. Tel:5536-1555
Unión Telefónica Nacional, S.A. de C.V. (Unitel)	Gobernador Ignacio Esteva No. 54-B, Col. San Miguel Chapultepec 11580, México, D.F. Tel. 271-1455
Teléfonos de México, S.A. de C.V. (Telmex)	Parque Vía No. 190, piso 10, of. 1052, Col. Cuauhtemoc, 06500, México, D.F Tel: 5222-2005
Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V. (Telnor)	Parque Vía No. 190, piso 10, of. 1052, Col. Cuauhtemoc, 06500, México, D.F Tel: 5222-2005
Avantel Servicios Locales, S.A. (Avantel Local)	Reforma No. 265, 6° piso, Col. Cuauhtemoc, 06500, México, D.F. Tel: 5242-1004, Fax: 5242-1060
México Red de Telecomunicaciones, S.A. de C.V. (MetroRed)	Blvd, Manuel Avila Camacho 40, piso 16, despacho 1607, Col Lomas de Chapultepec, C.P. 11000, México, D.F, Tel: 5202-5054, Fax: 5202-5068
BESTCABLE, S.A. de C.V.	AV. Ejército Nacional No. 579, PISO 9, COL. Granada, C.P. 11520, México, D.F., Tel: (COM) 53-54-21-00,(FAX) 52-55-06-96
BESTPHONE, S.A. de C.V.	Av. Ejercito Nacional No. 579, Planta Baja, Col. Granada, C.P. 11520, México, D.F. Tel:(COM) 53-54-21-00, 52-55-00-94; (FAX) 52-55-06-96
VPN DE MEXICO, S.A. DE C.V.	Av. Alvaro Obregón No. 121-1203, Col. Roma C.P. 06700, México, D.F. Tel: (COM) 52-07-91-35(FAX) 52-07-14-51
DELTA COMUNICACIONES DIGITALES DE NUEVO LEON, S.A. DE C.V.,	Periférico Sur No. 5452, Col. Olímpica, C.P. 04710 México, Distrito Federal Tel:(COM) 54-24-80-00(FAX) 56-66-07-48

Tabla 1.1 Empresas de telefonía local

Las empresas telefónicas, que prestan servicios de larga distancia en México, se muestra en la tabla 2.1

CONCESIONARIO	DOMICILIO
Alestra S. de R.L. de C.V.	Paseo de las Palmas 405, Torre Optima 1, piso 21, Col. Lomas de Chapultepec, c.p. 11000, México D.F Tel. 5 201 50 09 5 201 50 19 conm. 52 01 50 00
ATSI Telecomunicaciones, S.A. de C.V. Antes Grupo Intelcom de México, S.A. de C.V.	Insurgentes Sur núm. 730, col Del Valle Delg. Benito Juarez C.P. 03100 Tel. 5 528 21 00 55.23.84.12
Avantel, S.A.	Carretera Libre México Toluca No. 5714, Col. Lomas de Memetla, C.P., 05330,, México D.F., Cuajimalpa.42 10 03 5 814 40 47
Axtel, S.A. de C.V.	Bosques de Cidros num. 46, despacho 501, Bosques de las Lomas C.P.05120 México D.F.
Bestel, S.A. de C.V.	Ave. La Paz 2295.Col. Obrera Centro, 44140, Guadalajara Jal Tel. 5 255 00 94, 5 354 14 21
B. Tel , S.A. de C.V.	Misión de Santo Tomás No. 1525-301, Col. Zona del Río, Tijuana Baja California C.P. 22320
Iusatel, S.A. de C.V.	Prolongación Reforma 1236, piso 12, Col. Santa Fé, Cuajimalpa, 05109, México D.F.
Larga Distancia Internacional Mexicana, S.A. de C.V. (LADIMEX)	Jaime Balmes 11, Plaza Comercial, local 146, Col. Los Morales Polanco,11510, México D.F
Marca Tel, S.A. de C.V.	San Jerónimo 210 Pte., Col. San Jerónimo, 64640, Monterrey N.L.
Maxcom Telecomunicaciones , S,A, de C,V.	Magdalena 211, Col. Del Valle, c.p. 03100, México D.F. 5 147 11 11
Miditel, S.A. de .C.V	Montes Urales 455, Lomas de Chapultepec, 11000, México D.F
Operadora Protel, S.A. de C.V.	Monte Elbruz 132 4o. piso, Col. Lomas de Chapultepec, 11000, México D.F. TEL. 5 283 26 00 fax 5 283 26 18
Operadora Unefon, S.A. de C.V.	Periférico sur núm. 4119 Fuentes del Pedregal c.p. 14141, México.D.F. 54 49 50 00
Presto Telecomunicaciones S.A. de C.V.	Tamaulipas No. 1150, piso 18.Col. Condeza c.p. 06140 En Cd. Tijuana Ave. Ocampo No. 2024 Zona Centro C.P. 22000 Tel. 66 84 70 01 y 02 52 86 97 37. 52869821 y 9216
RSL COM NET de México S.A.	Jaime Balmes 11, Torre C, piso 10, Col. Polanco los Morales, c.p. 011510, México D.F. 5 2 79 46 00, 55 80 46 00 fax.- 55 80 57 23
Teléfonos de México S.A. de C.V.	Av. Parque Vía 190 Col. Cuauhtémoc C.P. 06599 52 22 12 12 52 22 13 10 52 22 51 78
Teléfonos del Noroeste. S.A. de C.V.	Av. Pio Pico 2101 22000, Tijuana B.C. México 5 222 57 80 5 222 51 44

Telereunión, S.A. de C.V.	Calle Moras No. 430, tercer piso Col. del Valle Delegación Benito Juárez, C.P. 03100 México D.F. 56 63 86 20, Fax 56 63 86 40
Unión Telefónica Nacional, S.A. de C.V. (UNITEL)	Gobernador Ignacio Esteva 54-B, Col. San Miguel Chapultepec, 11850, México D.F. 5 271 14 55 5 271 14 3
VPN de México S.A. de C.V.	Alvaro Obregón 121-801, Col. Roma, C.P. 06700, México D.F. 55 11 52 02
W.L. Comunicaciones, S.A. de C.V.	Bosques de Duraznos num. 69 9o. piso, Torre A, Bosque de las Lomas México D-F. C.P. 11700

Tabla 2.1 Empresas de telefonía para larga distancia.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1.4 EL APARATO TELEFÓNICO

El aparato telefónico o comúnmente conocido como teléfono es un dispositivo por el que se transmiten dos tipos de información diferentes. El primer tipo consiste de señales eléctricas que se utilizan para controlar a distancia los procesos de conmutación en las centrales telefónicas dando por resultado el establecimiento de la conexión entre el abonado que llama y el solicitado. El segundo tipo de información es la voz pero esta no viaja tal cual sino que también es transformada en variaciones eléctricas. El teléfono actúa como transmisor y receptor modulando una corriente directa la voz, originalmente información acústica que se desea transmitir. Otro aparato demodula la señal que recibe regresándola a su forma acústica. Estos aparatos son los que permiten que nos podamos comunicar a grandes distancias.

El teléfono se compone a su vez de otros elementos, los más importantes son: el circuito de habla, contacto de horquilla, campana y teclado.

- El circuito de habla comprende el transmisor (micrófono), el receptor (audífono), y el transformador de habla.
- El contacto de horquilla, es decir, cuando se levanta o se cuelga el teléfono. Se activa/desactiva el circuito a través de un gancho. Se usa para señalización de la llamada, de desconexión y de respuesta.
- El sistema de timbre o campana: es del tipo a.c. que se conecta a los hilos de la línea telefónica vía un condensador y al contacto de la horquilla.
- El teclado: es utilizado para el envío de los dígitos de 0 al 9 así como también de las dos señales
- especiales conocidos como estrella (*) y gato(#) que sirven para servicios especiales en redes digitales. Cada tecla genera dos tonos de frecuencia, de aquí el nombre DTMF.

En la figura 1.1 se muestra el diagrama a bloques con las partes del teléfono. Donde se muestra que el receptor y transmisor (microteléfono) pueden estar conectados por un cable llamado cordón, mientras que el teléfono se conecta a la línea por un cable llamado cable recto.

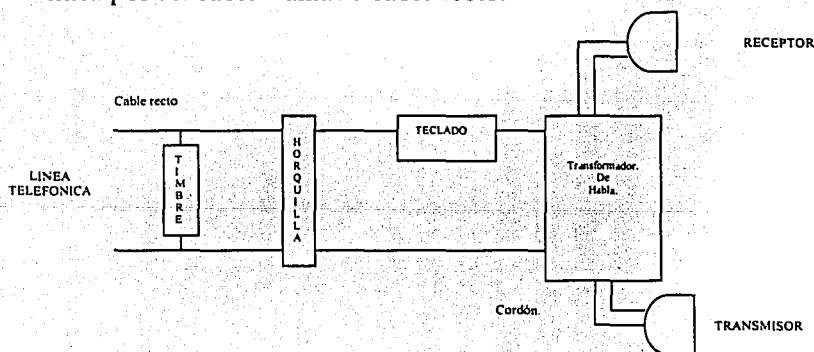


Figura 1.1 Partes del teléfono.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para que un teléfono realice adecuadamente su función de transmisión debe llevar a cabo dos tareas: La primera tiene por objeto iniciar el establecimiento de una conexión, consiste en convertir los números marcados en las presionadas, del teclado, en señales eléctricas apropiadas para el equipo de conmutación. Estas señales eléctricas consisten de trenes de pulsos eléctricos de c.d.. la segunda tarea se realiza durante la conversación, por medio del transmisor ó microfono las señales acusticas correspondientes al mensaje se convierten en señales eléctricas y a su vez el receptor o audifono las convierte en señales acustica.

En la figura 1.2 se muestra el circuito eléctrico simplificado de un aparato telefonico. Tan pronto como se levanta el microtelefono, el contacto de la horquilla se cierra, con esto el telefono queda conectado a la línea, y el circuito establece una circulación de c.d. proporcionada por la batería de la central. Esta corriente arranca al preselector (uniselector de abonado), o al buscador de línea de la central. Así, la acción necesaria por parte del abonado (levantar el microtelefono) se emplea para iniciar el proceso de conmutación. Al final de la llamada cuando el abonado cuelga el microteléfono, el interruptor abre al circuito de teléfono, con lo que inicia la liberación de la conexión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

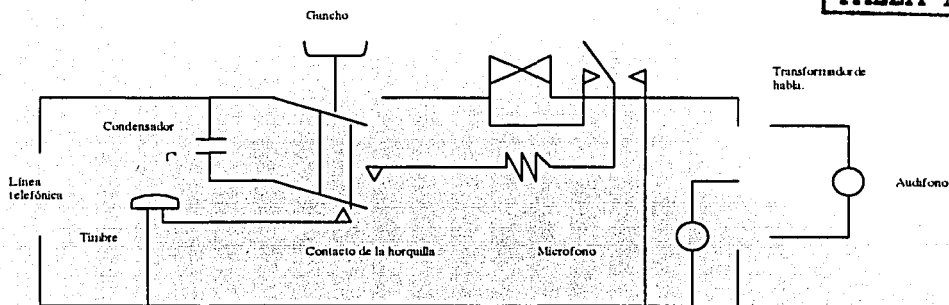


Figura 1.2 Circuito eléctrico.

A continuación se mencionan algunas condiciones que debe cumplir el aparato telefonico.

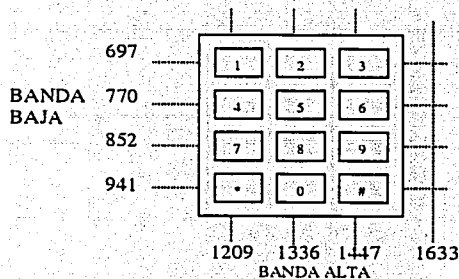
- ❖ Debe trabajar con una corriente mínima de 20 miliampers de c.d.
- ❖ Su nivel de recepción es de -5.5 dB. Con una tolerancia de +1.5 a -2 dB.
- ❖ Su nivel de transmisión es de 3.5 dB. Con tolerancia de +1.5 a -2.0 dB.
- ❖ El margen de ruido en el circuito de conversación no debe ser mayor a 15 dB.
- ❖ La presión acústica pico sin que se distorsione la señal debajo de los 100 dB. es de 20 μ Pa.

- ❖ El teléfono debe ser capaz de operar en alturas aproximadas de 300 metros sobre el nivel del mar, a una temperatura de -40 a 65 grados centígrados y con una humedad relativa de 5 a 95%.
- ❖ El circuito de conversación debe tener una utilidad media de 5 horas.
- ❖ La impedancia del teléfono no debe ser menor de 600 ohms y no mayor de 900 ohms a una alimentación de -48 v en c.d.

Marcación de teclado.

Los marcadores de tono se empezaron a utilizar en 1963. En estos cada dígito es una combinación única de dos tonos de frecuencia sencillos como se muestra en la figura 1.3. las frecuencias están arregladas en forma de matriz tal que cuando un dígito es marcado una combinación establecida de dos frecuencias es generada, esta combinación resulta de la intersección de los ejes vertical y horizontal donde se encuentran las frecuencias correspondientes.

Las frecuencias correspondientes al eje horizontal son llamadas de banda baja y son 697, 770, 852, y 941 Hz. Las frecuencias correspondientes al eje vertical son llamadas de banda alta y son 1209, 1336, 1447, y 1633 Hz. Por ejemplo si se marca el número 8, entonces, dos tonos son generados simultáneamente y enviados a través de la línea telefónica, una a 852 Hz y otra a 1336 Hz. El receptor de tonos los filtra y se detecta en la central para determinar que dígito se marcó.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 1.3 Teclado de marcación.

1.5 EL MODEM

Muchas personas piensan que la telecomunicación de datos se da con y por la computadora, esto es erróneo porque aunque es un elemento muy importante no es precisamente la encargada de transmitir la información. Las computadoras son artefactos digitales. Su único modo de comunicarse, es en forma "binaria", cuyo lenguaje esta compuesto de "0s" y "1s" (ceros y unos lógicos).

Haciendo un poco de historia y teniendo como antecedente a la máquina impresora de telégrafo inventada por Edison (1878) es un importante primer paso. Antes de ella los operadores de telégrafo descifraban los puntos y rayas del Código Morse con papel y lápiz. La impresora de Edison, junto con otros equipos inventados por Samuel Morse y Emile Baudot, se transformó a comienzos de 1900 en el teletipo o TTY.

Los teletipos tenían un mecanismo impresor y un teclado. Cuando un operador presionaba una letra en el teclado, la misma letra se imprimía en la impresora al otro lado de la conexión. Estas máquinas operaban moviendo datos serialmente en líneas dedicadas. Dado que estas máquinas eran mecánicas, su velocidad de transmisión estaba limitada a 50 bits por segundo. Los usuarios inmediatos de los teletipos fueron las Agencias de Noticias. Por el año 1920 Associated Press UPI y Reuter instalaron cientos de estas máquinas en las principales capitales. Esta tecnología fué usada para crear la red interaccional de telex, una red que conecta teletipos alrededor del mundo, y que aun está en uso.

En 1958, AT&T introduce su servicio Dataphone, que permite a las computadoras comunicarse por medio de líneas telefónicas regulares (conmutadas) a la velocidad de 300 bits por segundo. Velocidad mas que suficiente para la época. El corazón de este servicio era el Dataphone, equipo que hoy se conoce con el nombre de MODEM.

Así que por un lado tenemos un sistema digital (computadoras) y por otro lado tenemos a un sistema analógico (el servicio telefónico), donde la voz es transmitida por constantes variaciones del voltaje, por medio de un par de cables. Para transmitir las señales de la computadora por línea telefónica se requiere de un artefacto que transforme las señales digitales en análogas y viceversa.

El artefacto que realiza la conversión se llama MODEM, por MO-dulador/DEM-odulador. Cuando el módem recibe la información de la computadora, la convierte en tonos (sonidos) y la envía por la línea telefónica. Al otro lado de la línea, otro módem debe realizar el mismo procedimiento a la inversa. De esta forma dos computadora pueden conversar usando modems.

La velocidad con que los modems se comunican, enviando y recibiendo información, se mide en bits por segundo (bps). Para hacerlo mas sencillo se puede decir lo siguiente:

Un módem de 2,400 bps, transmite 240 caracteres en un segundo.

Un módem de 14,400 bps, transmite 1,400 caracteres en un segundo.

Un módem de 28,800 bps, transmite 2,800 caracteres en un segundo.

La mayoría de los modems que se vende, siguen los estándares de las normas recomendadas por la CCITT. Estos modems usan la técnica de división de

frecuencia estandarizada para redes y circuitos punto a punto, utilizando líneas telefónicas. Estos modems también se conocen como "Hayes compatibles", y normalmente tienen la capacidad de manejar comunicaciones de dos sentidos, dobles completas (full-duplex).

En cuanto al lugar donde se instalan, si dentro de la computadora o fuera de ella, los modems son internos o externos. Los que son tarjetas que se colocan dentro de la computadora, se les llama Modems internos. Otros que son cajitas que se colocan fuera de la computadora, se les llama modems externos. En otras palabras, se debe elegir entre perder una ranura (slot) de expansión de la computadora o perder un espacio del escritorio donde está la computadora.

Modems Externos

Los modems externos tienen algunas ventajas sobre los internos. La mayoría de ellos tienen luces indicadoras que le dicen lo que está sucediendo, durante una sesión de comunicación, si está recibiendo o enviando datos, si aún está conectado, y otras informaciones. Los modems externos funcionan con cualquier computadora incluyendo las que tienen micro-canal como las PS/2, las laptops y Macintoshes. Los modems externos se pueden mover fácilmente de un equipo a otro. Los modems externos se deben conectar a un puerto serial de la PC. En caso de no tener puerto serial disponible, se debe adquirir una tarjeta de puerto serial. Los modems externos tienen una fuente de poder externa, y vienen en una caja con luces indicadoras. Si se tienen varias PC's que utilizan comunicarse ocasionalmente, el módem externo puede compartirse entre ellas, utilizando una caja interruptora.

Externos analógicos:

En lo fundamental es idéntico a uno interno excepto que se presentan en su propia caja, tienen su propia alimentación desde la red eléctrica y precisan de un puerto serie RS232 disponible en el ordenador para la transmisión de los datos en ambos sentidos, su precio suele ser mayor por motivos obvios.

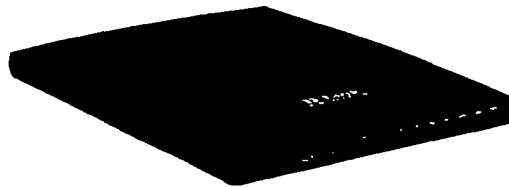


Figura 1.4 Modem analógico.

Externos digitales:

Estos modems externos RDSI permiten su conexión a un puerto serie estándar y que al no precisar drivers especiales les hacía muy versátiles independientemente del ordenador y sistema operativo utilizado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Algunos como el de la foto incluían un modem V34 de 28800 que le permitía atender no solo las peticiones RDSI sino también las analógicas de una forma transparente para el usuario y sin números adicionales para diferenciarlo.

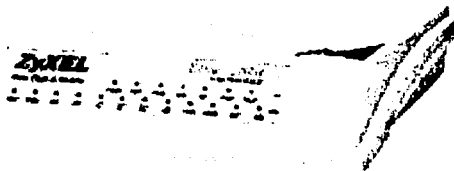


Figura 1.5 Modem digital.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Modems Internos.

Los modems internos, por ser más sencillos, tienen como ventaja que tienen menor precio. Adicionalmente no ocupan espacio en el escritorio. Traen incorporados un puerto serial, para comunicarse con la computadora. Sus desventajas son que ocupan una ranura (slot) de expansión, toma la energía de la fuente de poder de la PC, lo que eventualmente aumentan la temperatura dentro de ella.

Los módems ordinarios -de 14.4, 28.8 y 33.6 bps- modulan la información Esta información llega a una central y la convierte en digital. De allí pasa a otra central, se convierte de nuevo en analógica y finalmente llega a su destino. "La información pasa por dos conversiones. La tecnología x2 y todas las tecnologías de 56k están basadas en el hecho de que la segunda conversión no existe".

Los módems se clasifican generalmente como asincronos o síncronos y utilizan modulación FSK, PSK o QAM. Con los módems síncronos la información de sincronización se recuperará en el módem de recepción; con los módems asincronos, no. Los módems asincronos utilizan modulación FSK y son restringidos a aplicaciones de baja velocidad (menor de 2000 bps). Los módems síncronos utilizan la modulación PSK o QAM y se usan para las aplicaciones de mediana velocidad (2400 a 4800 bps) y alta velocidad (9600 bps).

Actualmente esta la tecnología x2 desarrollada por US Robotics y que permite realizar transferencias casi al doble de la velocidad de los estándares v34. Por su parte, K56Flex es el protocolo desarrollado en conjunto por Lucent Technologies y Rockwell para cerrar la brecha entre las actuales transmisiones análogas y la comunicación digital o la Red Digital de Servicios Integrados o Integrated Service Digital Network (ISDN). Ambas tecnologías permiten que archivos de sonido, vídeo, gráficos y páginas web bajen rápidamente de Internet. Sin embargo, para disfrutar completamente los rendimientos en 56K es necesario que el ISP soporte tecnología x2 (para módems US Robotics) o K56Flex (para módems Hayes, Diamond, Zoom, etcétera).

Internos analógicos:

Su aspecto no difiere de cualquier otra tarjeta de PC y su mas significativa diferencia a simple vista es su conector RJ11 para poder conectarlo a la roseta telefónica, suele dar algún problema en máquinas con muchas tarjetas ya que en su versión ISA necesitan una IRQ exclusiva para su funcionamiento

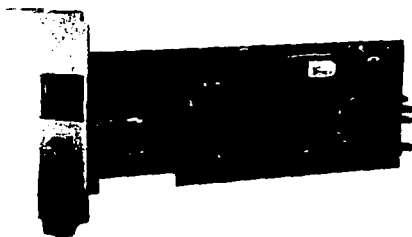


Figura 1.6 Tarjeta de modem analógico.

Internos digitales:

Como los modems internos no varía su aspecto exterior de cualquier otra tarjeta, sus necesidades son similares a cualquier otro modem interno excepto que necesitan un driver especial para su funcionamiento ya que no usan un puerto COM estandar, su principal diferencia para un no entendido es su conector RJ45 para conectar al terminal RDSI que pone la compañía telefónica en lugar del PTR habitual de las líneas ordinarias.



Figura 1.7 Tarjeta de modem digital.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 2

LA CENTRAL TELEFONICA PÚBLICA.

2.1 DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA CENTRAL TELEFONICA.

Una central telefónica contiene esencialmente dos partes fundamentales que son: el edificio con la telefónica, es decir, el equipo telefónico, la planta de fuerza, baterías de acumuladores y el distribuidor general y la otra parte que comienza en el distribuidor general de la central y que se compone básicamente de cables, canalizaciones, postes, cajas de distribución, puntos de distribución y líneas. Esta segunda parte recibe el nombre de planta exterior y tiene por objetivo llevar el servicio telefónico desde la central hasta el domicilio de los abonados, tal como se muestra en la figura 2.1.

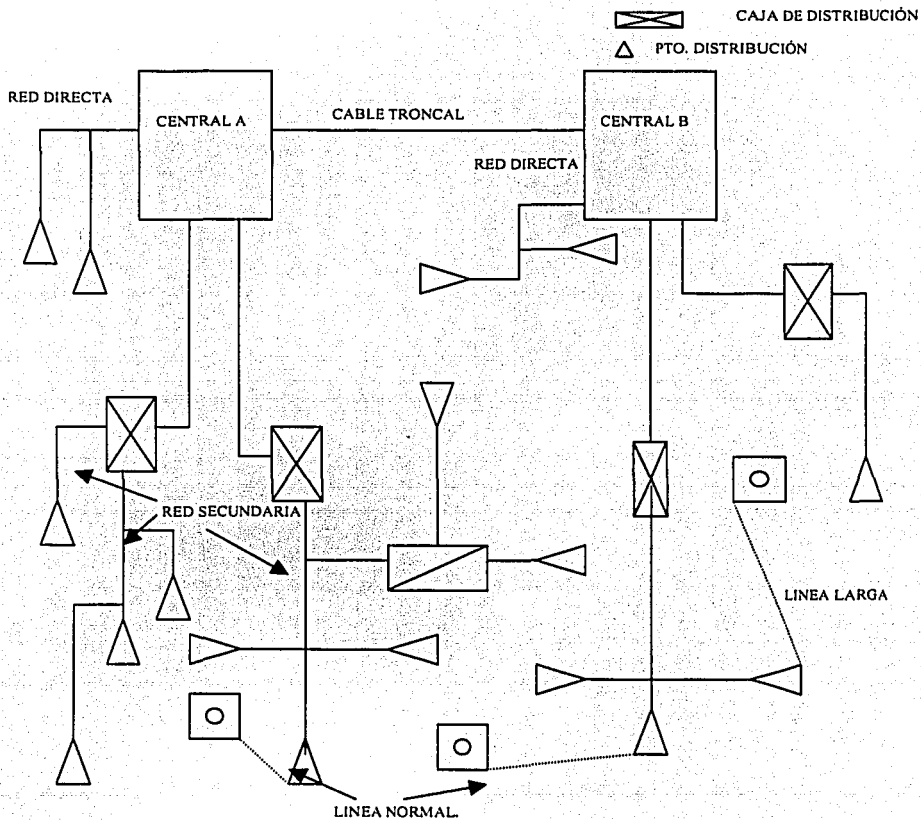


Figura 2.1 Esquema mostrando las distintas partes.

Del distribuidor general salen los cables telefónicos a través de la fosa de cables de la central hacia la canalización que cuenta con pozos de vista que permiten efectuar la instalación de los cables telefónicos empalmarlos, inyectarle aire seco a sobrepresión, y hacer pruebas y mediciones de presión en los mismos.

Estos cables que van en canalizaciones reciben el nombre de cables subterráneos. En algunos lugares durante el trayecto por las condiciones especiales del terreno o por incosteabilidad no se construye canalización. En estos casos se utilizan cables con forro de plomo protegidos con varias capas de yute y fleje de acero, estos cables son enterrados y reciben el nombre de cables armados. Cuando los cables telefónicos son soportados por postes de madera, fierro o concreto se les denomina cables aéreos y en los casos en que se fijan en los muros o cornisas de edificios se les llama cables murales.

La red de cables, generalmente se divide en cuatro clases que son: la principal, la directa, la de troncales y la secundaria. La primera es aquella que esta formada por los cables principales que va desde la central ó sea del distribuidor general y se disminuyen hasta las cajas de distribución y la segunda generalmente es la red que rodea la central telefónica y que sale también desde el distribuidor general y se distribuye directamente sin pasar por cajas de distribución. La de troncales es la que lleva cables troncales o de enlace de una central a otra en poblaciones donde el servicio se atiende por medio de varias centrales. La última es la red que se inicia en las cajas de distribución, se distribuye en postes y edificios para terminar en cajas terminales de donde salen las líneas de abonados que terminan en un telefono.

2.2 RED INTERNA

Internamente las centrales tienen etapas de conexión según la forma en que se estén tratando las llamadas. En una central telefónica de dos suscriptores ordinarios, las funciones del manejo del tráfico interno, están incorporados en el subsistema de conmutación de suscriptores o subsistemas selector de paso de abonado. Este subsistema es la etapa de abonado que:

- Alimenta de corriente a la línea de abonado (sin interrupción de energía)
- Concentra el tráfico hacia el selector de grupo
- Recibe dígitos provenientes de los abonados
- Lleva a cabo funciones de señalización
- Lleva a cabo mediciones en la línea de abonado

Si la etapa es digital y se requiere manejar señales analógicas, éstas son convertidas a señales digitales por el mismo subsistema.

Uno de los primeros requerimientos de cualquier sistema moderno de telefonía es que el servicio siempre esté disponible para los usuarios. Por lo regular la energía eléctrica es utilizada para la señalización, dispositivos internos de la central, circuito de transmisión del habla, etc. esta es provista directa o indirectamente de la red pública principal de energía. Pero puede ocurrir que se tengan fallas en la red pública de ahí que se utilicen plantas alternativas de suministro de energía que deben ser diseñadas para suministrar de manera continua e ininterrumpida el servicio telefónico. En la gran mayoría de los casos este suministro ininterrumpido de energía se obtiene de baterías de gran capacidad de células secundarias las cuales son cargadas por la línea principal, además de generadores primarios y una combinación de ambos. Los cuales se explicarán más adelante.

Consideremos una red de 4 líneas mostrada en la figura 2.2 el indicador selecciona a cualquiera de las líneas de abonado y puede conectarlos al resto de la red. Cuando hay un solo selector y uno de los teléfonos se está usando, los demás no pueden usarse, poniendo otro selector y sus enlaces se pueden aumentar las conexiones a los 4 abonados con dos conexiones simultáneas.

Con 4 entradas y 2 salidas el efecto es de concentración con una relación de 2:1

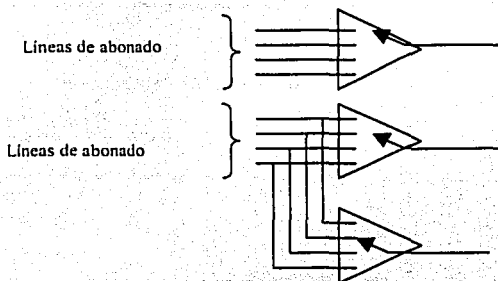


Figura 2.2 Etapa de concentración.

Cuando se requiere conectar más abonados como el diagrama mostrado en la figura 2.3 cada entrada tendrá acceso a cada salida esta técnica es conocida como distribución y por consiguiente una red que tiene estas características es una red de distribución, las redes de distribución tienen una relación exactamente igual a uno.

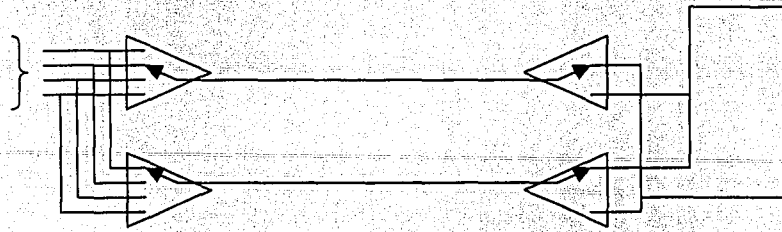


Figura 2.3 Etapa de concentración y distribución.

La relación de entradas y salidas puede también ser menor que uno como se muestra en la figura 2.4 algunas de las salidas se pueden conectar a los abonados de otras centrales y el resto puede ser conectados a los abonados de la misma central. Este efecto es contrario al de concentración y se le conoce como expansión.

La mayoría de las centrales tiene los 3 estados: concentración, distribución y expansión.

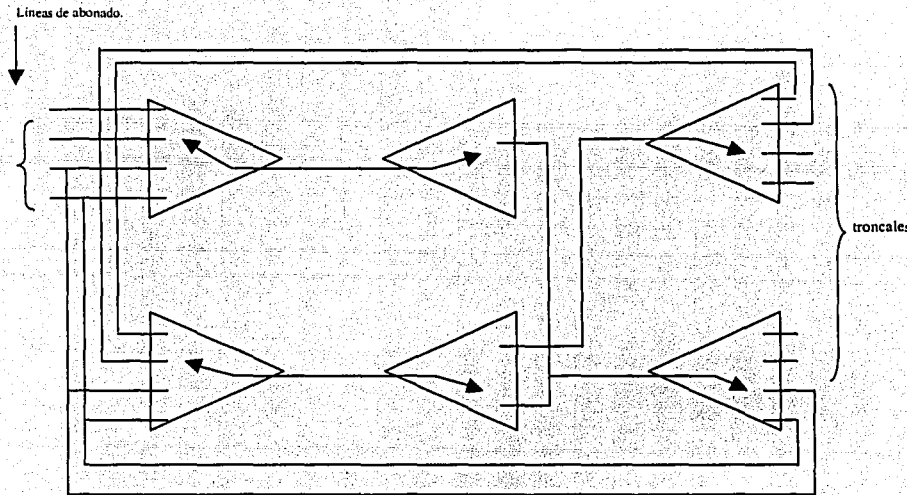


Figura 2.4 Etapas de concentración, distribución y expansión.

2.3 RED EXTERNA.

La estructura de la red externa se refiere al conjunto de conexiones que existe entre abonados y centrales, cabe señalar que una conexión puede involucrar solamente la transmisión de voz entre los aparatos telefónicos a través de una sola central terminal (C.T.), o puede incorporar multiplicidad de eslabones que requieran: de varias centrales, de varias trayectorias de frecuencia de voz y de varios sistemas de onda portadora.

Para explicar esto describiremos las diferentes conexiones que se pueden llevar a cabo con los tipos de recursos que incorpora.

Red troncal.

Son los enlaces que existen únicamente entre centrales telefónicas que pueden ser: central telefónica local, de larga distancia nacional e internacional. Normalmente se utiliza cable coaxial de 600 pares cada uno. Un alambre que constituye el par tiene un diámetro de 0.5 mm. Equivalente al calibre 24. Cuando se usa fibra óptica los cables están constituidos por 12, 24 fibras hasta un máximo de 100 fibras.

Lineas de abonado.

La comunicación entre el abonado 1 con el 2, ambos conectados a la central 1 (ciudad A), representa la conexión más sencilla en la que no se emplean troncales sino únicamente líneas de abonado. Y la diferencia entre ambas es que la línea de abonado está permanentemente asignada a un abonado específico, mientras que una troncal es una conexión cuyo empleo se comparte.

La comunicación entre los abonados 1 y 3, de la misma ciudad, emplean dos troncales, efectuándose la conexión vía la central tandem. Estas troncales pueden estar constituidas por circuitos de frecuencia vocal, equipados con repetidores de impedancia negativa, o por circuitos de onda portadora (O.P.) de corto alcance, por ejemplo, un sistema de modulación por pulsos codificados (MPC).

Red principal.

Son los cables que salen del distribuidor general de la central telefónica hasta las cajas de distribución, normalmente localizadas en las esquinas de los domicilios. Las cajas de distribución tienen capacidad para 7000 pares y 14000 pares. Normalmente los cables se introducen a través de canalizaciones subterráneas. El calibre del cable es 22, es decir, 0.64 mm.

Red directa.

Es cuando la red secundaria se encuentra muy cerca de la central telefónica y no es necesario conectar a los abonados a la caja de distribución si no que se conectan directamente al distribuidor general de la central.

Se considera el no usar caja de distribución hasta una distancia de 300 metros a la redonda de la central telefónica. Las cajas o puntos de distribución se encuentran en el punto más alto de los postes telefónicos y estos tienen una capacidad para dar servicio de hasta 10 usuarios como máximo. En estas cajas se encuentra el código, área, número de usuario.

Red secundaria.






Son los pares de cables que salen de la caja de distribución hacia los postes en donde se encuentra los puntos de distribución y de ahí al domicilio del usuario, en esta red se utilizan cables de 100 pares cada uno del tipo ASP.






La comunicación del abonado 1 de la ciudad A y con el abonado 4 de la ciudad E, que se muestra en la figura 2.5 la trayectoria comienza con una línea de abonado hacia la central terminal 1. De ahí la conexión emplea una troncal terminal hacia el centro de grupo. Aunque cabe señalar que existe otras rutas alternativas: una ruta directa proporcionada por un sistema de O.P. por microondas, otra ruta que emplea otro sistema de O.P. por cable, vía un centro de zona (secundario), desde este centro de zona existen troncales directas, también con sistemas de O.P. hacia la ciudad E y otra ruta es haciendo uso de troncales finales hacia un centro de distrito (terciario), en la ciudad C, desde el cual se puede hacer conexión con la ciudad E a través de otro centro de zona ya sea por cable coaxial o por un sistema de microondas.

En la figura también se pueden observar tres diferentes tipo de redes: red local, red urbana y red interurbana. Las comunicaciones entre abonados conectados a una misma central emplean solo la red local., es decir, que una red local es el conjunto de líneas de abonados conectados a una central terminal. Las conexiones entre centrales lo se conocen como troncales urbanas, siendo necesario su existencia entre cada par de de centrales. Al conjunto de redes locales y troncales urbanas se le llama red urbana. Las conexiones entre centros de conmutación que pertenecen a ciudades diferentes, troncales interurbanas, constituyen la red interurbana que se emplean para comunicaciones de larga distancia.

2.4 LÍNEAS PRIVADAS.

Una línea privada es una conexión permanente entre dos equipos de manera que la transmisión entre ambos no necesita establecer una conexión tal como la que se utilizaría en una red pública. Las líneas son usadas de la misma manera como se utilizan en la red pública telefónica, excepto que una línea privada evita el equipo de switcheo como el que se utiliza en una conmutación telefónica. Estas líneas pueden ser usadas en un ancho rango de velocidades desde lo que podría considerarse bajas, alrededor de 50 bps, hasta arriba de 9600 bps para un canal de voz telefónico. Altas velocidades, tal como 48 kbps o mas pueden llevarse a cabo a través de un circuito de banda ancha. Una línea privada puede ser de 2 o 4 cables dependiendo del modo de operación. En una red telefónica, un circuito de 2 cables es capaz de transferir datos en una sola dirección a un tiempo menor que el que se podría tardar un modem de baja velocidad en el que pudieramos derivar dos canales desde dos cables. A altas velocidades los dos cables pueden ser usados en el modo half-duplex, según el cual los datos pueden ser transferidos en cualquiera de las dos direcciones pero no simultaneamente en ambas direcciones. Las líneas privadas pueden ser punto a punto o multipunto. Usando el adecuado equipo divisor de líneas se puede extender una línea a un numero de localidades diferentes y así crear una línea multipunto.

-  Central terminal.
-  Centro primario o de grupo
-  Centro secundario o de zona.
-  Centro terciario o de distrito.
-  Central tandem.

-  Línea de abonado
-  Troncal urbana
-  Troncal tandem
-  Troncal terminal
-  Troncal interurbana

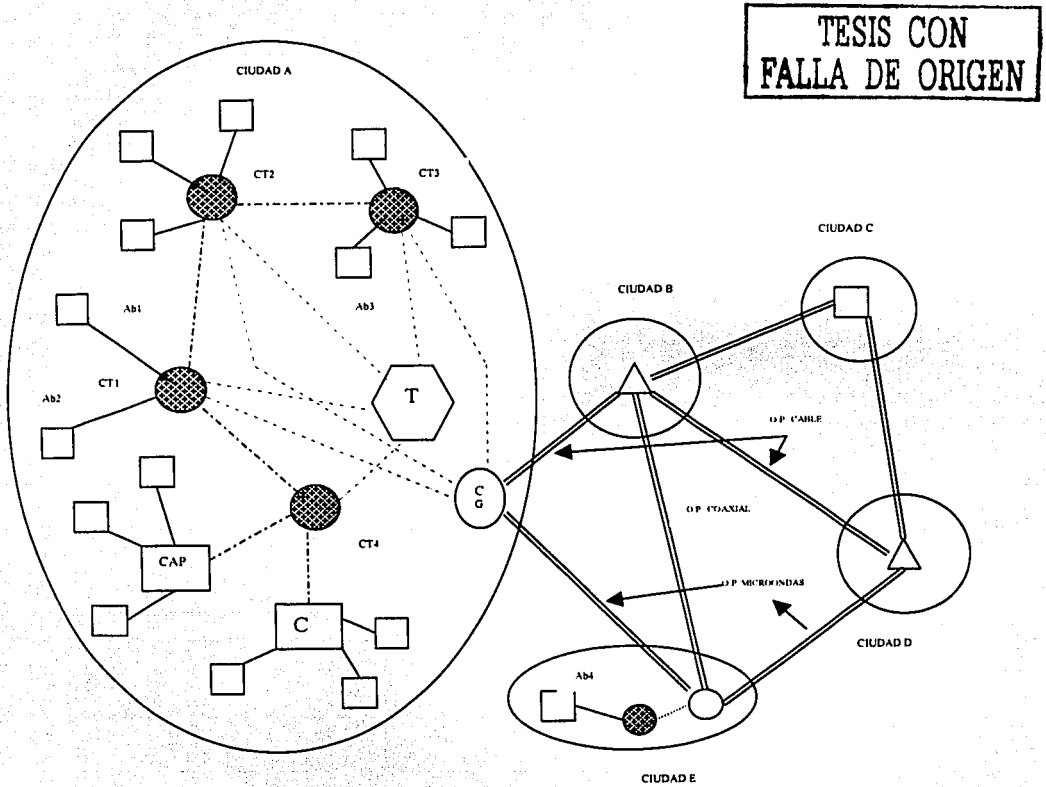


Figura 2.5 Red secundaria.

2.5 PLANTA DE FUERZA Y BATERIAS.

En años recientes varios esquemas de plantas generadoras de energía han sido concebidas para satisfacer en lo posible los requerimientos del cliente. Un punto importante de una fuente alternativa de energía es simplemente el de proveer de energía a la central telefonica cuando falla la red publica, aunque cabe señalar que tanto los materiales con que se construye y el mantenimiento que se le da son factores que se deben tomar en cuenta.

En todos los casos o en la gran mayoría donde la energía proviene de la red publica principal, en caso de que la red principal falle algunas fuentes de energía pueden ser:

- a) Generadores primarios
- b) Celulas secundarias de baterias
- c) Una combinacion de ambas

Para el primer caso se tienen algunos inconvenientes tal como lo costoso de un diseño que evite que se tengan algunos momentos de interrupción antes de entrar en servicio. Y es que la dificultad se presenta cuando se tiene que arrancar al motor y tomar la carga antes de que el voltaje de la red principal falle. Además en este tipo de dispositivos se requiere de un mantenimiento periódico durante los cuales esta fuente no esta disponible. En el caso de las celulas secundarias, estas, son una fuente de energía alternativa mas fiable, aunque el costo de cada batería se incrementa en proporción directa al tiempo que es utilizada durante las condiciones de falla de la red principal. Las baterías tienen capacidad de suministro de energía de hasta 24 horas. Si las fallas se extienden mas allá de este periodo entonces es necesario utilizar usar generadores primarios.

De tal forma que si la central se encuentra en una zona donde las fallas de energía se extiendan por periodos largos entonces se deben instalar permanentemente generadores primarios, incluso, se deben contemplar como parte del sistema alterno de energía. Y si las fallas de energía no son tan comunes entonces es mas recomendable un generador portable.

Los tipos más comunes de equipamiento de carga se conocen como automaticos y semiautomaticos.

Un método económico para una planta alterna de energía. Es el caso de un generador o rectificador que opera en paralelo con una batería de manera que toda la carga es tomada de la red principal, entonces cuando la bateria llega a su capacidad ya esta disponible para llevar la carga cuando la red principal falle. Dentro de las ventajas que ofrece este método tenemos:

- a) la eficiencia del sistema es considerablemente alta (alrededor del 80%)
- b) La capacidad de la batería es establecida por ella.
- c) Eliminacion de ciclos regulares de carga-descarga
- d) Ciclos de mantenimiento por debajo de lo normal.

En la figura 2.6 se muestra el diagrama de distribucion de energía de un arreglo de tipo automatico. El generador o rectificador está unido por lazos de circuitos a el el tablero principal. Las baterias de manera similar estan cableadas al tablero principal, de manera particular, para minimizar la impedancia del circuito. Este arreglo puede estar localizado en un piso o en un lugar mas amplio. El suministro de energía es provisto por cables. La posición de estos cables alimentadores de suma importancia no solo para un correcto funcionamiento de nuestro circuito sino también su diseño se refleja en los costos. Cada apartado (cuarto que se va a alimentar) es alimentado por un sistema sub-principal el cual a su vez es conectado a la red principal

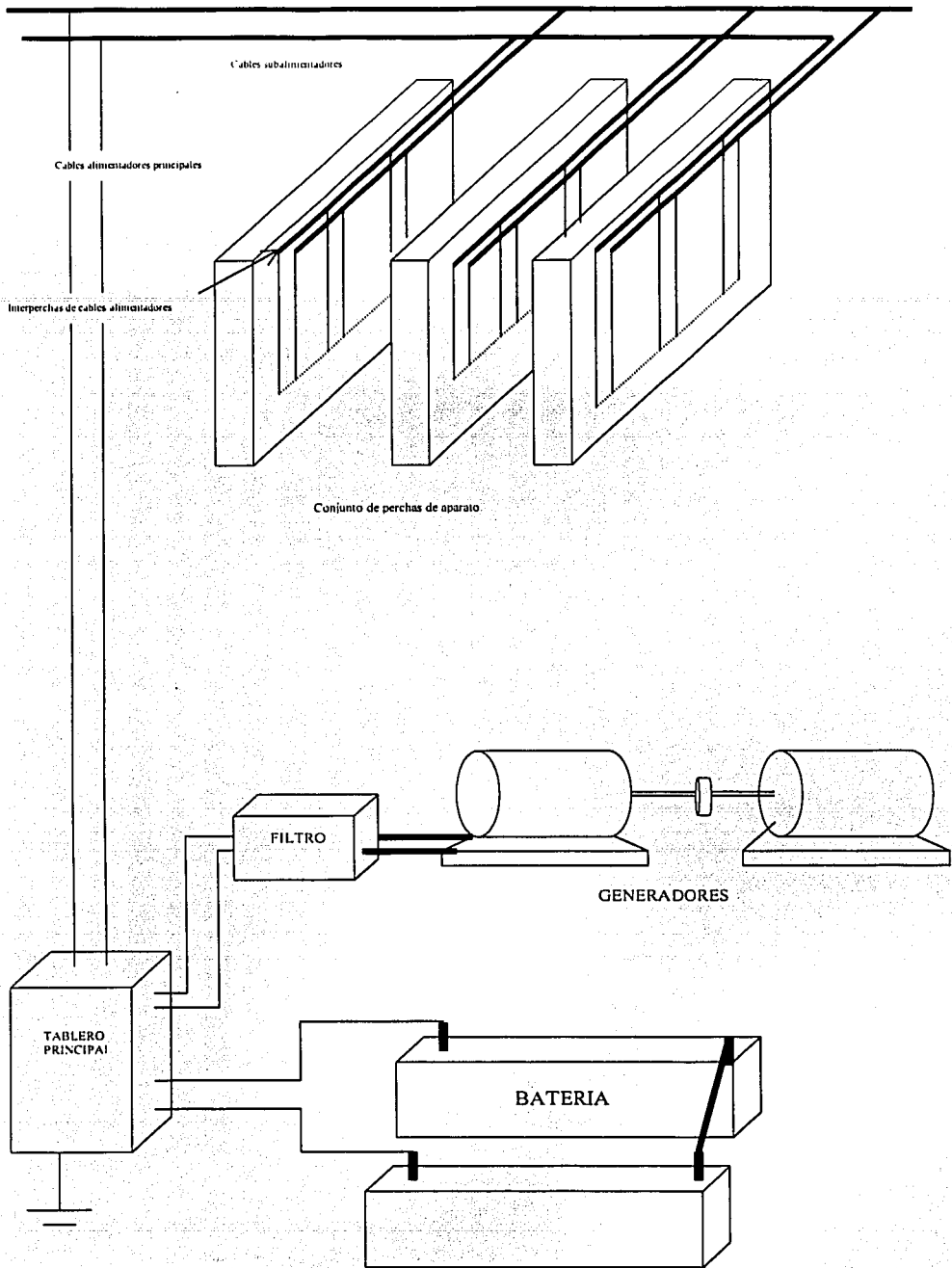


Figura 2.6 Diagrama de distribución de energía de un arreglo de tipo automatico

2.6 CONMUTACION TELEFONICA.

La función de conmutación de un sistema telefónico tiene por objeto establecer trayectorias de comunicación entre dos puntos. Considere la figura 2.6 (a) en donde el problema de conectar eléctricamente a los puntos A y B se resuelve mediante la línea de transmisión permanente entre los puntos. Si ahora se desea establecer la conexión entre los puntos A' y B', figura 2.6 (b), se puede aprovechar la línea que se utiliza para conectar a los puntos A y B mediante los conmutadores colocados en los extremos de la línea.



Figura 2.7 Ejemplo de conmutación sencillo.

En sistemas de comunicación telefónica, los puntos A y B de la figura 2.7 (a) representan dos suscriptores al servicio telefónico que desean comunicarse entre sí mediante sus teléfonos. Pero para que se de esta comunicación se deben realizar otras tareas indispensables. Por ejemplo, el abonado A debe manifestar al abonado B el deseo de comunicarse con él y viceversa; los micrófonos (transmisores) de los teléfonos deben recibir corriente de alimentación, se debe registrar el costo de la llamada, etc.

Así vemos que la simplicidad del sistema de la figura 2.7 disminuye pues es necesario, aún en la comunicación de punto a punto, completar el sistema con equipo capaz de realizar esas tareas adicionales.

A medida que el número de abonados aumenta, la tarea de establecer conexiones se hace progresivamente más importante que las otras tareas; pues ya no es suficiente contar con una sola línea para un gran número de abonados, ni tampoco es conveniente unir cada abonado con cualquier otro mediante conexiones manuales.

La solución más conveniente se ha encontrado con los sistemas de conmutación telefónica. La figura 2.8 (b) ilustra tal solución en la que los abonados se conectan en forma radial al sistema (central telefónica).

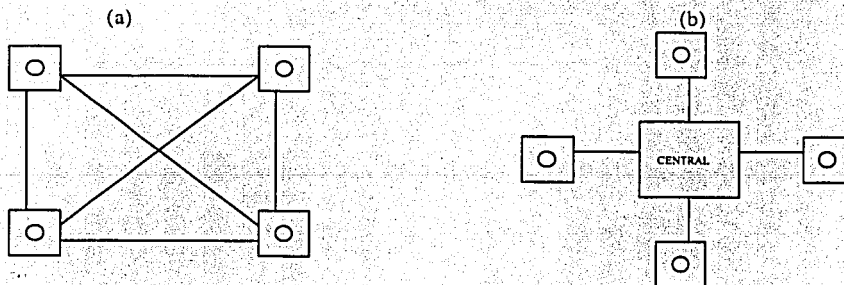


Figura 2.8 Sistema de conmutación telefónica a) mediante enlaces b) forma radial.

La solución que representa la figura 2.8 (a) requiere para la comunicación entre cualquier par de abonados, $n(n-1)/2$ enlaces (siendo n el número total de abonados). Para la figura 2.8 (b) implica el empleo de n líneas solamente, una para cada suscriptor por la que establece todas sus llamadas tanto las de entrada como las de salida. En la central, las conexiones necesarias se pueden establecer en forma manual o por medio de equipo automático, cabe señalar que en la actualidad todas las centrales públicas y privadas se han automatizado, de igual manera sucede con el tráfico nacional e internacional de larga distancia.

SEPARACION DE LAS TRAYECTORIAS DE CONEXIÓN.

Considerando que el objetivo que se persigue en la conmutación es que se pueda establecer la conexión de un abonado con cualquier otro de los conectados al sistema. Considerando la figura 2.9 donde hay 4 posibles conexiones diferentes: A1 con B1, A2 con B1 y A2 con B2, aunque solo son posibles dos conexiones. Suponiendo que las conexiones son A1 con B2 y A2 con B1. Para satisfacer uno de los requisitos primordiales de las comunicaciones telefónicas, privacidad, las trayectorias de conexión anteriores deben estar eléctricamente separadas entre sí. Este concepto de separación es importante por lo que se mencionan 3 posibles soluciones: separación en el espacio (multiplex por distribución de espacio), separación en el tiempo (multiplex por distribución de tiempo) y separación en la frecuencia (multiplex por distribución de frecuencia).

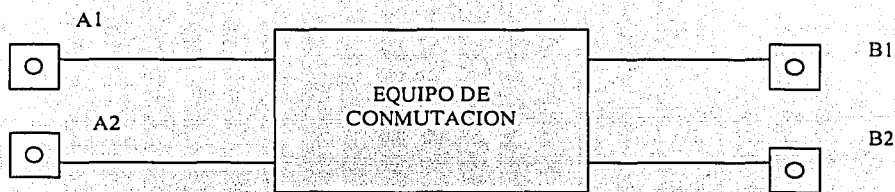


Figura 2.9 Separación de trayectorias por distribución de espacio, tiempo y frecuencia.

Separación de conexiones por distribución de espacio.

Esta técnica es empleada en gran escala habiéndose empleado desde hace muchos años. La razón de haberse sostenido por mucho tiempo es el grado de perfección y avance que han alcanzado los equipos con los se implementa. Las diferentes trayectorias de conexión que se establecen, constituyen circuitos físicos individuales que se instauran como resultado de las peticiones de servicio y se liberan cuando las comunicaciones se terminan. En la figura 2.10 se muestran dos ejemplos, sistema automático y manual, de esta técnica utilizada.

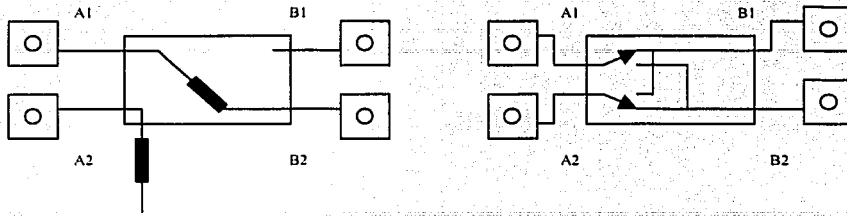


Figura 2.10 Multiplex por distribución de espacio. a) sistema manual. b) sistema automático.

Separacion de conexiones por distribucion de tiempo.

Este tipo de sistemas es muy utilizado para tráfico privado, aun cuando las aplicaciones al campo de la telefonía publica se encuentran en una etapa avanzada de desarrollo.

Dentro del equipo de conmutación, por una sola trayectoria de conexión, se transmiten cierto numero de comunicaciones sin interferencia, pues mediante el método de modulación de pulsos (digital), la información realmente no se transmite al mismo tiempo. La señal analógica de cada llamada se muestrea a determinados intervalos en forma sucesiva, convirtiendo cada señal en un tren de pulsos de amplitud variable. Los trenes de pulsos se envían por el circuito único en forma entrelazada con respecto al tiempo, evitando así la interferencia de las llamadas, por lo que la separación de las trayectorias de conexión, es por distribución de tiempo. En el otro extremo del circuito, el sistema separa las muestras de cada llamada y a partir de ellas reconstruye las señales analógicas que se reparten sobre las líneas de abonado hacia su destino correspondiente. Esta técnica se muestra en la figura 2.11.

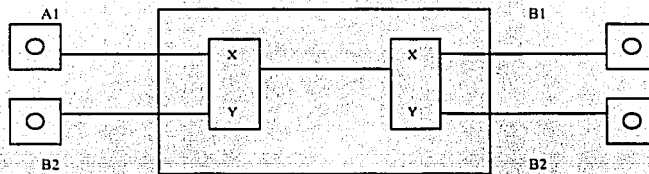


Figura 2.11 Multiplex por división de tiempo

Separación de conexiones por distribución de frecuencia.

En este caso la separación de conexiones se logra mediante la modulación analógica, es decir, cada una de las llamadas modula a una portadora diferente para trasladar a posiciones diferentes los espectros de las señales. En esta forma, las señales se pueden transmitir simultáneamente por el circuito único sin que se interfieran. En el otro extremo del circuito, mediante filtros apropiados las llamadas se separan y se distribuyen sobre las líneas de abonado hacia sus destinos correspondientes. Esta técnica se muestra en la figura 2.12 en donde A1 habla con B2 al mismo tiempo que A2 con B1 utilizando el mismo circuito, pero en canales de frecuencia diferente.

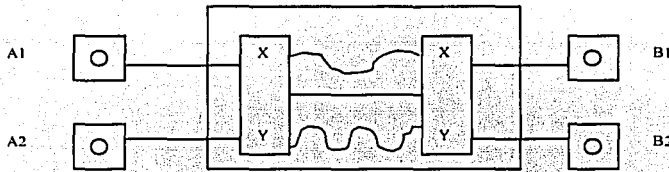


Figura 2.12 Multiplex por distribución de frecuencia.

Cabe señalar que aunque se están abaratando los elementos que se emplean en sistemas MDF, la implementación de estos sistemas no tiene buenas perspectivas.

Por ahora se han mencionado técnicas para separar, mas no para establecer trayectorias de conexión que son necesarias en un momento dado en un sistema de conmutación.

En los sistemas MDT y MDF la conmutación consiste en la identificación del abonado que llama y del llamado y en su conexión al mismo canal del sistema múltiplex, como se muestra en la figura 2.13 en donde si A1 desea hablar con B4 y A3 con B2 deberán ser conectados al mismo canal del sistema múltiplex.



Figura 2.13 Conmutación en sistemas MDT y MDF.

En los sistemas MDE, la conmutación consiste en la identificación del abonado que llama y el llamado y en la interconexión de sus líneas dentro del equipo de conmutación.

Para establecer trayectorias de conexión en las técnicas ya mencionadas se tienen 3 posibilidades: empleando selectores, contactos o interruptores electrónicos. Por ejemplo la figura 2.17 (b) muestra un sistema a base de selectores automáticos. De estos existe una gran variedad por cuanto hace a su diseño y capacidad. El uniselector constituye la forma más sencilla de un selector y consiste de una entrada, un brazo giratorio (escobillas), un sistema de avance y cierto número de salidas. Su función es efectuar la conexión provisional entre la entrada y cualquiera de las salidas. Y esto es cuando el sistema de avance hace girar a las escobillas hasta la salida deseada en donde dichas escobillas efectúan la conexión entre la entrada y la salida.

Otra posibilidad de realizar conexiones es cuando las líneas de entrada y salida forman un arreglo de intersección de líneas. Las conexiones se establecen conectando las líneas en sus puntos de intersección por medio de contactos que se controlan en forma eléctrica y se accionan mecánicamente tal como se muestra en la figura 2.14 A1 se enlaza con B2. Este arreglo recibe el nombre de matriz y los contactos en los puntos de intersección se conocen como puntos de cruce y su función es simplemente cerrar o abrir, con lo cual se establecen o se interrumpen las conexiones.

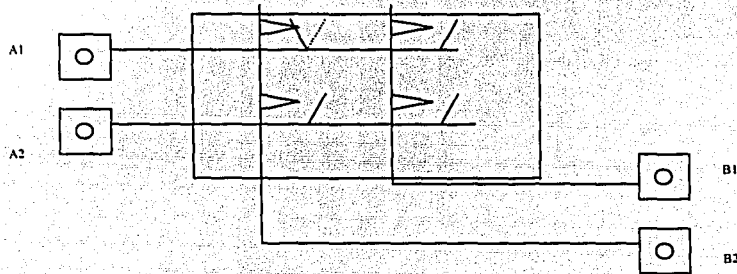


Figura 2.14. MDE a base de contactos.

Esta función también se lleva a cabo mediante elementos electrónicos, como diodos, tubos electrónicos, núcleos magnéticos, etc. Tal como se muestra en la figura 2.15 donde la matriz de conmutación emplea diodos como puntos de cruce. Sin embargo la utilización de estos sistemas de conmutación con elementos electrónicos no representa grandes ventajas ya que, por un lado, los puntos de cruce resultan costosos y, por otro, surgen problemas debido a que las corrientes de voz pasan por los puntos de cruce electrónicos.

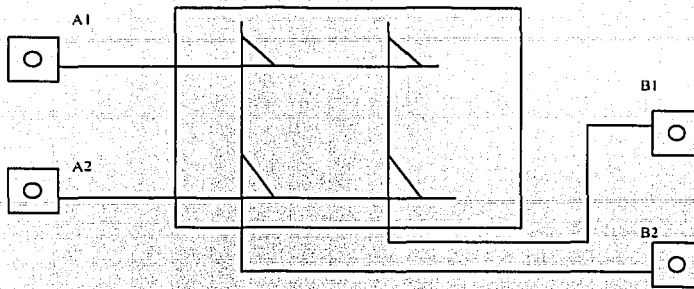


Figura 2.15. MDE a base de interruptores electrónicos.

En el establecimiento de las trayectorias de conexión se maneja cierta información previa que es la que dirige el establecimiento de una conexión desde su inicio hasta su final. Por ejemplo cuando el abonado llama debe poder avisar al equipo, que desea efectuar una llamada y además con cierto abonado. La central, por otro lado, debe de alguna manera indicarle al abonado que llama, por ejemplo, que su conexión esta realizada o que su correspondal se encuentra ocupado en ese momento. Estas señales corresponden a la información que se maneja entre abonados y central para el establecimiento de conexiones. Pero además también dentro del equipo de conmutación se maneja información como la que el equipo recibe del abonado que llama via su teclado esta información numerica se almacena se procesa y en base en ella y a la identificación de los abonados se efectua una conexión. También entre centrales hay información entre si, por ejemplo, para el establecimiento de conexiones urbanas o interurbanas.

Todo este manejo o procesamiento de información se lleva a cabo por una parte importante del equipo de conmutación llamada control. Esta parte se encarga entonces de identificar al abonado que llama y de procesar la información de destino para así obtener la conexión deseada. La figura 2.16 muestra la interacción entre los conceptos de red de conmutación y control en un sistema de conmutación.

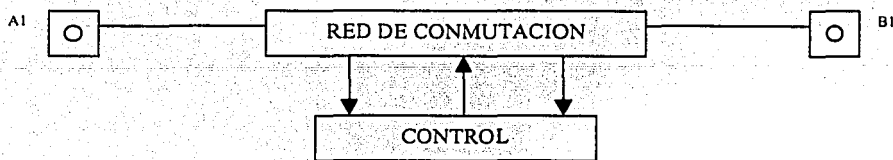


Figura 2.16 Conceptos de control y red de conmutación.

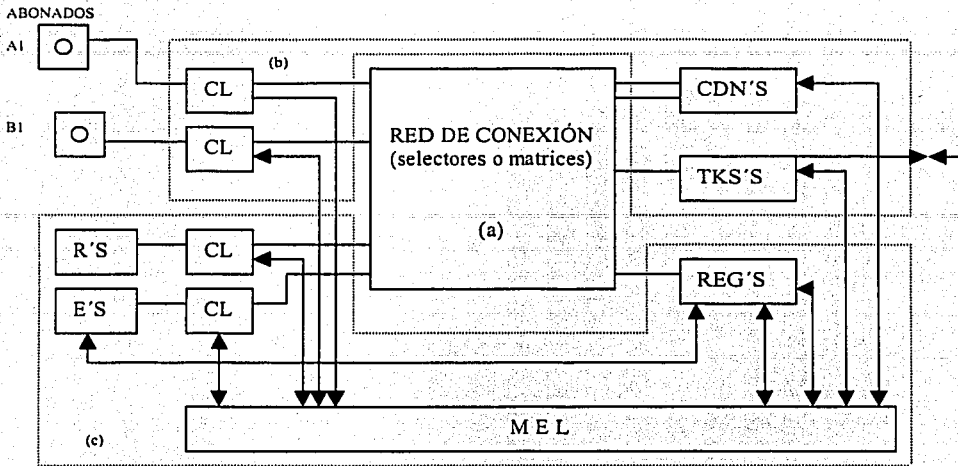


Figura 2.17 Estructura básica de un autómata telefónico.

Red de conexión.

La red de conexión se construye a base de matrices de conmutación con puntos de cruce mecánicos que actúan en forma eléctrica. Su función es permitir la conexión de los abonados con los diferentes órganos como registros (REG's) y troncales (TK's) que se encargan de la llamada durante la fase de conexión o con los circuitos de cordón (CDN's) que se encargan de la llamada en su fase de conversación.

Una característica de la red de conexión es permitir el acceso de los abonados a todos y cada uno de los órganos mencionados y cuando sucede esto en uno o varios pasos de conmutación se dice que es un conexión de accesibilidad completa.

Control centralizado para llamadas en la fase de conversación.

Esta parte está constituida por los siguientes órganos: circuito de línea (CL), circuitos de cordón (CDN) y los circuitos de troncales (TK). El CL detecta el estado del abonado, es decir, si este está ocupado o no. El CDN se encarga de controlar el estado que guarda una llamada local tanto en parte de la fase I (conexión) como en la fase II (conversación). En la primera fase controla el envío de corriente alterna al abonado B para hacer sonar su timbre y al mismo tiempo controla el retorno de llamada hacia el abonado A. En la segunda fase controla el envío de la corriente de la alimentación para los micrófonos de ambos abonados (batería central).

Los TK's permiten enlazar el sistema telefónico con la red de larga distancia, es decir, las llamadas que entran o salen del sistema los TK's se encargan de las llamadas tanto en la fase de conexión como en la de conversación. Y utiliza dos tipos de señalización, una interna que normalmente es a c.d. y otra externa a base de señales cortas y largas monofrecuentes.

Control centralizado para llamadas en la fase de conexión.

Dentro de esta parte se encuentran los siguiente organos:

- a) El marcador (M) que constituye el organo mas importante, este controla la operación de los puntos de cruce que se realizan en la red de conexión. Para esto, el M contiene circuitos de selección, identificación, de prueba, etc. Todos los órganos se encuentran relacionados directamente con el M, pues este gobierna la ocupación de dichos órganos durante el proceso de conmutación.
- b) El identificador (ID), también llamado relevador común de millar, relevadores de grupo o relevadores de marcaje. Dado que el ID permite identificar al órgano que solicita algún tipo de servicio se considera parte del M. Cabe señalar que solamente el M esta facultado para reconocer el servicio de que se trata. El ID esta constituido por circuitos de identificación, matrices de discriminación, matrices de codificación y decodificación, etc. La información que estos circuitos obtienen es utilizada para realizar funciones de identificación.
- c) El registro (REG) se encarga del envío de tono de marcar, recepción de los pulsos enviados por el abonado; el REG cuenta y codifica estos pulsos para despues almacenarlos en memorias y en el momento que el M los requiera se utilizan para permitir las secuencias de trabajo correspondientes.
- d) El emisor (E) es un organo que interviene en una llamada de salida. Alguno de los registros toma a este órgano, el cual a su vez, toma una troncal para quedar enlazado con un centro de larga distancia. La función del emisor es controlar el envío de la información y la recepción de las señales de control en multifrecuencia (MFC).
- e) El receptor (R), también llamdo registro de entrada, tiene como función recibir y conectar las llamadas provenientes de la red de larga distancia, es decir, cuando recibe la identificación completa del abonado B, llama al M para que este conecte la troncal que llama con el abonado llamado.

Conmutacion de circuitos.

La conmutación de circuitos se usa para hacer una llamada telefonica estandar en la red telefónica pública. Se establece la llamada. Se transfiere la información y se desconecta despues de la llamada. El tiempo requerido para establecer la llamada se conoce como el tiempo de instalación. Una vez que se establece la llamada, los circuitos interconectados por los conmutadores de la red se

distribuyen a un usuario simple por la duración de la llamada. Después de que la llamada fue establecida, la información se transfiere en tiempo real. Cuando la llamada termina, los circuitos y conmutadores están disponibles para otro usuario. Debido a que hay un número limitado de rutas disponibles de circuitos y conmutación, puede ocurrir un bloqueo. Este se debe a que no hay facilidades o rutas disponibles de conmutación entre las ubicaciones de fuente y destino.

Ejemplo.

Con el fin de tener un panorama más claro sobre el proceso de conmutación que realiza un sistema telefónico para el establecimiento de una conexión y el papel del control centralizado, se describe el proceso de conmutación para una llamada local.

Al descolgar su microteléfono el abonado que llama (abonado A), en su circuito de línea (CL) opera un relevador que permite informar al ID de esta petición de servicio. Una vez que el ID determina el abonado en cuestión se conecta con el M al que se le informa que un abonado solicita servicio. El M sabe entonces que debe conectar al abonado A con un REG para atender su llamada figura 2.18(a). El M explora sobre todos los REG's libres, selecciona uno de ellos y lo conecta con el abonado A figura 2.18 (b). En caso de no existir REG's libres, el M ordena al CL del abonado A enviar tono de ocupado liberándose, además, el M.

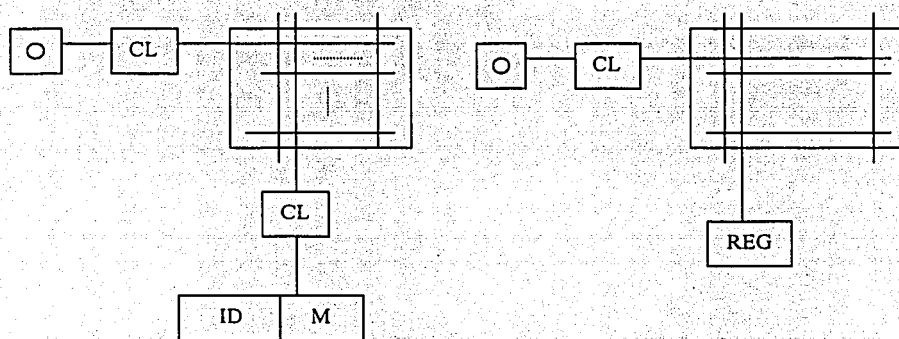


Figura 2.18 a) El abonado A solicita un servicio al M vía el ID; b) El abonado está conectado con el REG vía la red de conexión.

Una vez que el abonado A se conecta con el REG, este último envía tono de marcar. Con el primer dígito que el abonado A disca se corta el tono de marcar y se memoriza en el REG dicho dígito. Al terminar de marcar el último dígito almacenado en el REG, este llama al M. En este caso el M sabe que se trata de una llamada local (es tomado por un REG) y se conecta al ID para que reciba del REG la identidad del abonado llamado (abonado B). En cuanto el ID recibe dicha identidad, el M explora el estado libre u ocupado del abonado B; si este se encuentra ocupado, el M envía al CL del abonado A vía el REG la orden de

liberar todas las conexiones y conectar el tono de ocupado. Sin embargo si el abonado B se encuentra libre, el M procede a explorar los CDN's libres, selecciona uno de ellos, figura 2.19(a) conecta al abonado B con el lado B del cordón e inmediatamente despues conecta al abonado A con el lado A del CND liberando, en ese instante al REG. De esta forma quedan enlazados ambos abonados como se muestra en la figura 2.19(b). Realizada esta conexión, el CND envía corriente de llamada hacia el abonado B para hacer sonar el timbre de su telefono y, por otrolado envía tono de retorno de llamada al abonado A para que este entere de que esta llamando a su corresponsal. Al descolgar su microteléfono el abonado B, el CDN corta la corriente de llamada como el tono de retorno de llamada y conecta la alimentación para los micrófonos de los abonados quedando estos en posibilidad de comunicarse entre si.

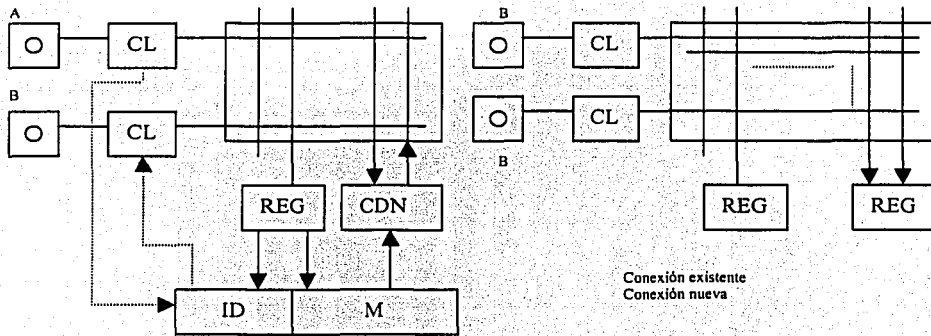


Figura 2.19 a) M + ID conectan el abonado B con el lado B del CDN; b) los abonados quedan enlazados.

2.7 SEÑALIZACION

La definición de sistema de señalización que sobre telefonía podemos dar es el siguiente: "conjunto de informaciones que deberán intercambiar los diferentes elementos de una red de telecomunicaciones para establecer, supervisar, mantener y liberar una conexión".

En otras palabras, mediante la señalización es como las centrales saben a quien llamamos según el número que marquemos, como se encuentra la línea, el costo de la llamada, etc.

En una red telefónica pueden establecerse en forma general dos tipos de señalización: interna y externa. La señalización interna se refiere al manejo de información dentro de un sistema de conmutación que tiene por objeto enlazar dos terminales que se encuentran conectadas al mismo sistema.

La señalización externa se refiere al manejo de información entre sistemas de conmutación separados, tendientes a enlazar dos terminales que se encuentran conectadas a diferentes sistemas de conmutación.

La señalización interna se realiza a base de corriente directa, es decir, potenciales de c.d. con los que realizan todas las funciones de conmutación para el establecimiento de conexiones en un sistema.

La figura 2.20 ilustra los diferentes tipos de señalización que se manejan en una conexión telefónica, así como los conceptos de central de origen y central terminal. La central de origen es aquella a la cual está conectado el abonado que origina la llamada y la central terminal es aquella en donde se encuentra el abonado llamado.

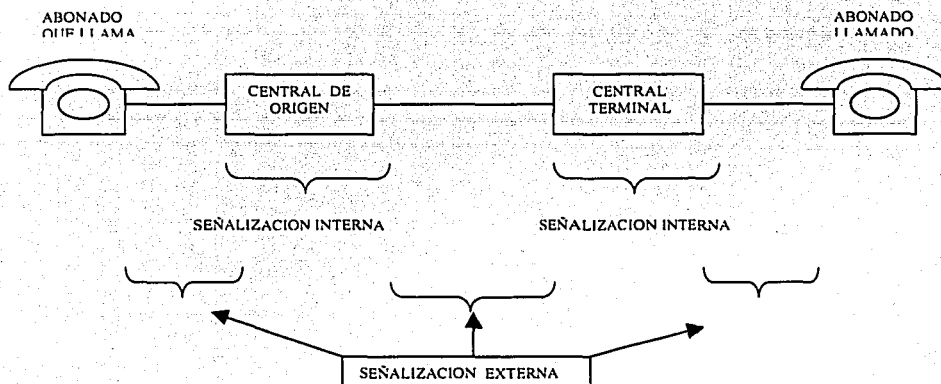


Figura 2.20 Tipos de señalización.

La señalización se puede realizar bien por canal asociado, bien por canal común. Por canal asociado, la información se transmite por el mismo canal por el que se está llevando a cabo la comunicación.

Cuando se habla de señalización por canal común, nos referimos a cuando se establece un circuito aparte por el que se transmite toda la información relativa a varios grupos de abonado.

Como se puede suponer, la señalización por canal común ofrece mayor seguridad que la señalización por canal asociado, pues el abonado no dispone de las facilidades que el sistema de canal asociado permite para intervenir la señalización.

Veamos ahora como funciona la señalización por canal asociado, que es la usada en la red telefonica publica.

I. SEÑALIZACION ABONADO-CENTRAL

Es la señalización que se produce entre el equipo de abonado (teléfono, modem, etc.). Las señales que aparecen entre el abonado y la central se caracterizan por ser simples y fiables, como vamos a comprobar. Estas señales se clasifican en cuatro tipos:

- ◆ Señales de supervisión o estado.
- ◆ Señales de dirección.
- ◆ Señales de información.
- ◆ Señales de tarificación.

Estas señales se producen en lo que se denomina el bucle de abonado. Este bucle lo componen el circuito de línea de la central, el par de hilos telefónico y el equipo terminal de abonado.

El bucle de abonado permanece constantemente alimentado por una corriente continua, por lo que la señalización se realiza en función de las variaciones del nivel de corriente y de su sentido.

Cuando el teléfono está colgado, se dice que el bucle está en reposo o abierto, pues la impedancia del equipo de abonado es muy alta. En estas condiciones la corriente en línea es casi nula, de 3 mA.

Al descolgar el equipo, la impedancia disminuye sensiblemente, obteniéndose una corriente de 21 a 60 mA. Entonces se dice que el bucle está activo o cerrado. La central detecta esta caída en la impedancia, interpretándola como un deseo de realización de llamada.

Pasemos ahora al análisis de los diversos tipos de señales:

Señales de supervisión o estado

Son siempre en corriente continua.

Cuando el abonado descuelga:

- ◆ Se detecta por la caída de voltaje a través de la impedancia en la línea.

- ◆ Se detecta por la caída de voltaje a través de la impedancia en la línea.
- ◆ Si se produce en la central de origen, se provoca el arranque de los organos necesarios para recibir la información de dirección.
- ◆ Si es en la central destino, provoca el paso de la comunicación a conversación.

Cuando el abonado cuelga:

- ◆ Se detecta por el aumento de voltaje porque no existe caída en la impedancia de la línea.
- ◆ Provoca la liberación de los organos ocupados en la comunicación.
- ◆ Si cuelga el abonado llamado, se produce una temporización de 30 s. en la central origen, con el fin de liberar los organos si el abonado llamante no ha colgado pasado dicho plazo.

Señales de dirección

Son las que especifican el número de abonado al que llamamos. El sistema de marcado es de dos tipos:

- ◆ Información decádica: Es el que nos podemos encontrar en los clásicos teléfonos de disco y en algunos de teclado. Su funcionamiento se basa en abrir y cerrar el bucle tantas veces como indique el dígito que hemos marcado, 10 veces si se trata del 0. Estas aperturas y cierres de bucle se efectúan a una frecuencia de 10 Hz. Este sistema está actualmente en desuso.
- ◆ Información multifrecuencia DTMF: Es el que existe en los teléfonos modernos de nuestras casas. Se basa en el envío de la combinación de dos frecuencias entre ocho posibles por cada dígito. Este esquema con las frecuencias utilizadas en Hz se muestra en la figura 2.21.

	1209	1336	1477	1633
697	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
770				
852				
941				

Figura 2.21 Frecuencias DTMF.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Señales de información

Son tonos audibles o mensajes grabados previamente (como el popular "El número marcado no existe", etc). Informan al abonado sobre el progreso de la llamada o las causas por las que no ha podido progresar.

Estas señales suelen ser enviadas desde la central hasta el abonado. Las señales más habituales son las siguientes:

- ◆ Tono de invitación a marcar: Indica al abonado que origina la llamada, que puede empezar a marcar el número. Se emplea una señal de 400 Hz permanente.
- ◆ Corriente de llamada: Es una señal de 75 Voltios (RMS) ininterrumpidos de corriente alterna a 25 Hz. Se usa para hacer sonar el timbre del abonado llamado.
- ◆ Tono de llamada: Señal enviada al abonado que llama, indicándole que ya se ha seleccionado al abonado llamado. Se emplea la misma frecuencia que en el tono de invitación a marcar, pero con una cadencia prefijada.
- ◆ Tono de ocupado: Señal de 400 Hz con una cadencia determinada que se usa para indicar al abonado que llama que el abonado llamado no tiene su línea libre.
- ◆ Tono de congestión: Otra señal de 400 Hz con otra cadencia usada para indicar que es imposible establecer la comunicación debido a dificultades técnicas.
- ◆ Tono de nivel muerto: Y otra señal de 400 Hz con otra cadencia para indicar que el abonado llamado no existe.

A continuación se muestra la tabla 2.1 en donde pueden verse todos los tonos con sus respectivas frecuencias y sus cadencias.

	Frecuencia tono (Hz)	Emisión (Cadencia a en ms)	Silencio (Cadencia en ms)
Invitación a marcar	400	Continuo	0
Llamada	400	1500	3000
Ocupado	400	200	200
Congestión	400	3x200	2x200+600

Tabla 2.1 Señales de información.

Cuando decimos 2x200+600 nos referimos a la siguiente secuencia:

200ms 200ms 200ms 200ms 200ms 600ms
-> tono -> silencio -> tono -> silencio -> tono -> silencio

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II. SEÑALIZACION ENTRE CENTRALES.

Como su nombre lo indica, se trata de las señales que intercambian las centrales para la gestión de una comunicación. La señalización entre centrales es del tipo externo que puede manejarse en base a c.d. o c.a. La primera se aplica extensamente para cortas distancias, por ejemplo en redes urbanas entre centrales locales y para cierto tipo de troncales interurbanas de corto alcance. La señalización a c.a. se emplea principalmente en troncales interurbanas y siempre que la señalización a c.d. no es posible. Una utilización típica de la señalización a c.a. se encuentra en troncales que se derivan de canales OP. Las señales que

intercambian las centrales pueden estar clasificadas de acuerdo a diversos factores:

- ◆ Por su origen y destino.
- ◆ Por su naturaleza física.
- ◆ Por el sentido de la transmisión.

La primera distinción que podemos realizar, más evidente, se basa en lo que podemos encontrar en una central. La central está compuesta por los enlaces y por los registradores.

Un enlace no es más que por donde la central se conecta con la línea. El registrador es simplemente un órgano de la unidad de control de la central.

De esta forma tenemos ya lista la clasificación de las señales según su origen y destino. Por una parte, tenemos las señales usadas para el dialogo entre los enlaces, a lo que denominamos SEÑALES DE LINEA, y por otra, están las señales intercambiadas en el dialogo de las unidades de control o SEÑALES DE REGISTRADOR. Dichas señales se muestran en la figura 2.22

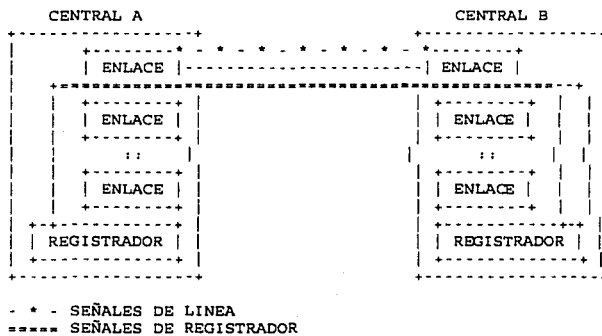


Figura 2.22 Tipos de señales.

Así, las señales de línea, también llamadas de supervisión, se encargan entre otras cosas de:

- ◆ Iniciar el dialogo previo.
- ◆ Retransmitir la tarificación.
- ◆ Liberar los organos usados en la comunicación.

Por su parte, las señales de registrador, conocidas también como de información, se usan para:

- ◆ Seleccionar al abonado.
- ◆ Dar el estado de la línea alcanzada.
- ◆ Dar la categoría del abonado.

Ya hemos visto como se clasifican las señales según su origen y destino. En el dialogo entre las centrales, las señales intercambiadas pueden tener origen en la central que inicia la comunicación o en la central destino de la comunicación. Así distinguimos entre dos tipos de señales, según el sentido de la transmisión:

- ◆ Señales hacia delante (Central origen -> Central destino).
- ◆ Señales hacia atrás (Central origen <- Central destino).

La clasificación de las señales según su naturaleza física es:
En corriente continua.

- ◆ Simple cambio de estado.
- ◆ Impulsiva.
- ◆ Telegráfica.

En corriente alterna.

- ◆ Una sólo frecuencia.
 - Dentro de banda.
 - I. Simple cambio de estado.
 - II. Impulsiva.
 - III. Telegráfica.
 - Fuera de banda.
 - I. Simple cambio de estado.
 - II. Impulsiva (raras ocasiones).
- ◆ Varias frecuencias. (Siempre dentro de banda).
 - No simultaneas.
 - Simultaneas. (Multifrecuencia).
 - I. Dos entre cinco (2/5).
 - II. Dos entre seis (2/6).

Numericas.

- ◆ Dentro de intervalo.
- ◆ Fuera de intervalo.
- ◆ Por mensajes.

El simple cambio de estado es eso, un cambio de estado en la señal presente. El impulso es el doble cambio de estado consecutivo. Esto produce un pulso. De ahí lo de impulso .

Y la telegráfica, se refiere a establecer un código a base de impulsos (como el MORSE) para la comunicación entre las dos centrales.

Para las señales que pertenecen al grupo de corriente alterna se puede aplicar lo dicho para corriente continua. Sólo destacar que lo de dentro o fuera de banda se refiere a si la señal esta dentro del ancho de banda de un canal telefónico (300 a 3400 Hz).

Veamos ahora las diferentes señales que se intercambian las centrales. Para ello usaremos la clasificación de señales según su origen y destino, por ser la más sencilla.

A) SEÑALIZACION DE LINEA

Estas señales, como ya se ha dicho, son las intercambiadas entre los enlaces de las distintas centrales que intervienen en una comunicación. Los diversos tipos de señales que nos podemos encontrar son:

- ◆ Disponibilidad - Es una señal transmitida hacia atrás para indicar que el enlace de llegada está dispuesto para establecer la conexión.
- ◆ Bloqueo - También es una señal hacia atrás que indica que el enlace de llegada no está dispuesto para establecer la conexión. Recibir esta señal provoca que el enlace de salida quede no disponible.
- ◆ Toma - Señal hacia delante que provoca que el enlace de llegada pase a la posición de trabajo, desencadenando en la toma u ocupación de un registrador de la Unidad de Control de la central distante, para encaminar la llamada.
- ◆ Invitación a transmitir - También conocida como CONTROL DE TOMA. Señal hacia atrás que informa que se han establecido las conexiones necesarias para recibir las señales de dirección (cifras de abonado).
- ◆ Respuesta - Señal hacia atrás que indica que el abonado llamado ha contestado. Comienza la conversación entre los dos abonados y la tarificación.
- ◆ Colgar - Señal hacia atrás que indica que el abonado llamado ha colgado. Después de recibir esta señal, la central esperara un tiempo predeterminado a que el abonado llamante cuelgue. De no colgar, pasado este tiempo, se liberara la conexión y se parara la tarificación.
- ◆ Desconexión - Señal hacia delante que se produce cuando es el abonado llamante el que cuelga, o cuando vence el temporizador activado al recibir la señal de Colgar.
- ◆ Liberación de guarda - Señal hacia atrás como confirmación de la recepción de la señal de Desconexión.

De los muchos sistemas normalizados de señalización de línea, existe uno conocido como señalización E y M.

Este tipo de señalización tiene aplicación en troncales urbanas largas, así como en troncales interurbanas de corto alcance y se basa en el envío de una señal de 3825 Hz en cada sentido de transmisión y como se ve, fuera de banda, por el mismo canal de conversación. El método usado es el de cambios de estado. Se necesitan dispositivos de señalización independientes en el extremo de cada línea

troncal y los conductores que conectan a este equipo se señalizan con el circuito troncal se conocen como terminales E y M (la letra E se ha tomado de la *e* intermedia de la palabra recepción y M de la *m* de transmisión). La señalización E y M puede emplear métodos de señalización a c.d. y a c.a. Para los primeros están los sistemas duplex (DX), simplex (SX) y el compuesto (CX). Estos sistemas permiten la señalización y pulsos de marcación sobre distancias más grandes de lo que es posible con señalización en circuito. Para métodos a c.a. se emplea el de frecuencia única (FU) de sistemas dentro y fuera de banda. En estos sistemas las señales se pueden enviar en ambas direcciones al mismo tiempo sin que se interfieran entre sí. En la tabla 2.2 se recogen las características más importantes de las señales utilizadas en la señalización de línea E y M:

SEÑAL	DIRECCION DE TRANSMISION	DURACION DE TRANSMISION	TONALIDAD	
			ORIGEN	DESTINO
Disponibilidad	-----> <-----	Continua	Presente	Presente
Toma	- - - -> <-----	Continua	Ausente	Presente
Invitación a transmitir	- - - -> < - - - -	Continua	Ausente	Ausente
Respuesta	- - - -> <-----	Continua	Ausente	Presente
Colgar	- - - -> < - - - -	Continua	Ausente	Ausente
Desconexión	-----> < - - - -	Continua	Presente	Presente Ausente
Bloqueo	-----> < - - - -	Continua	Presente	Ausente

Tabla 2.2 Señalización E y M.

B) SEÑALIZACION DE REGISTRADOR

De todos los sistemas de señalización de registrador normalizados, el usado por la gran mayoría de las empresas de telefonía es la interconexión de centrales analógicas y algunas digitales es del tipo multifrecuencia SOCOTEL, con algunas modificaciones.

Las señales que se intercambian las unidades de control de las diversas centrales que participan en la comunicación aseguran la transmisión de la información referente a la numeración, además del estado de línea del abonado. Estas señales sólo se usan durante el establecimiento de la comunicación.

Las centrales que intervienen en la comunicación pueden actuar de diversas maneras, distinguiéndose dos tipos de señalización según la forma en la que actúan:

Señalización extremo a extremo

En este sistema, la unidad de control de la primera central que interviene controla el establecimiento de la comunicación hasta que sea completada. A tal efecto, envía a cada una de las unidades de control del resto de las centrales que intervienen la información imprescindible para que cada una complete la conexión hasta la siguiente central, liberándose a continuación. Esto se muestra en la figura 2.23

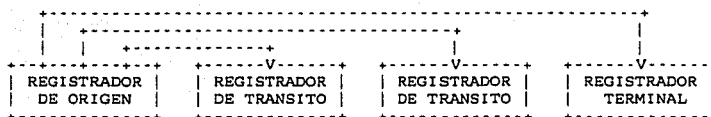


figura 2.23 Señalización extremo a extremo

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

El envío de señales hacia atrás desde la central destino a la central origen es posible. Esto permite que en el caso de que el abonado llamado este ocupado o la línea este sobrecargada la información puede ser transmitida directamente desde la central origen al abonado llamante, liberándose todos los organos que intervienen en la comunicación.

Como la información que la unidad de control principal envía al resto es mínima, se reduce el tiempo usado en esta transmisión y el tiempo de ocupación de la unidad de control.

Señalización tramo a tramo

En este caso la unidad de control de la central origen, una vez que está conectada con la siguiente central, le entrega a esta última toda la información que posee, liberándose a continuación. Ahora es la segunda central la encargada de continuar con el establecimiento hacia el siguiente registrador de tránsito, el cual le entrega la información al registrador terminal. Lo anterior se muestra en la figura 2.24.

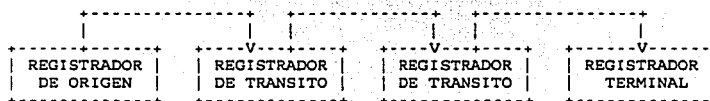


Figura 2.24 Señalización tramo a tramo.

Este sistema también aporta sus ventajas:

- ◆ Las unidades de control pueden ser de un único tipo al actuar todas de la misma manera. Esto provoca una mayor normalización de los equipos.
- ◆ El rango dinámico (o de trabajo) de los dispositivos usados en la señalización puede ser más pequeño, al proceder las señales siempre de la central inmediatamente anterior.

- ◆ Los medios de transmisión pueden ser mas inestables, pues sólo influirán en un tramo.
- ◆ Se consigue una mayor fiabilidad al no depender de centrales intermedias.
- ◆ La atenuación de las señales es menor al recorrer un sólo tramo.
- ◆ Al ser los tramos independientes entre sí, cada uno podrá usar una señalización distinta a los demás.

También se clasifica la señalización de registrador según como actuen los dispositivos implicados en el proceso. Así tenemos:

- ◆ **SEÑALIZACION INTERACTIVA:** Aquella en la que la central de origen inicia el envío de una señal y no lo interrumpe hasta que recibe una señal hacia atrás de la otra central confirmando la recepción de la primera señal. Si se usa señalización multifrecuencia, este sistema se conoce como **SEÑALIZACION A SECUENCIA OBLIGADA**.
- ◆ **SEÑALIZACION NO INTERACTIVA:** En esta ocasión la central de origen envía una señal y la mantiene durante un tiempo, sin esperar confirmación, pasado el cual retira la señal. En señalización multifrecuencia se conoce como **SEÑALIZACION A SECUENCIA NO OBLIGADA**.

Y por clasificar que no quede. Podemos también clasificarla según la secuencia de envío de información:

- ◆ **SEÑALIZACION EN BLOQUE:** La información se transmite en un sólo bloque compacto. Sólo se usa un registrador, pero el tiempo de establecimiento aumenta.
- ◆ **SEÑALIZACION POR SUPERPOSICION:** También conocida como señalización solapada. En este caso la información se envía a medida que se recibe. Se ocupan varios registradores, aunque se reduce el tiempo de establecimiento.
- ◆ **SEÑALIZACION COMBINADA:** Es una mezcla de las dos anteriores. La información recibida se distribuye en grupos y se envía por superposición.

SEÑALIZACION MULTIFRECUENCIA (SOCOTEL MODIFICADO)

En este sistema se envían simultáneamente dos frecuencias distintas dentro de la banda vocal.

CODIGO	VALOR NUMERICO	700	900	1100	1300	1500
1	0 + 1	X	X			
2	0 + 2	X		X		
3	1 + 2		X	X		
4	0 + 4	X			X	
5	1 + 4		X		X	
6	2 + 4			X	X	
7	0 + 7	X				X
8	1 + 7		X			X
9	2 + 7			X		X
10	4 + 7				X	X

Tabla 2.3 Señalización multifrecuencia.

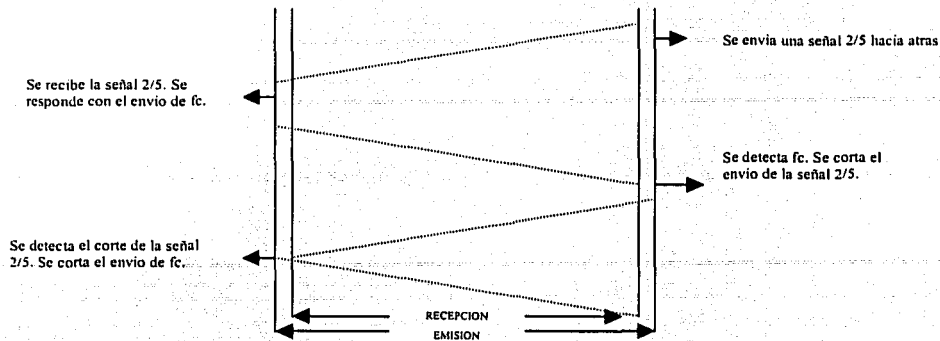


Figura 2.25 Sistema socotel.

Se usan 5 frecuencias distintas más una frecuencia de comprobación. De ahí que a cada una de las señales usadas para la señalización se le denomine señal 2/5.

El conjunto de frecuencias es:

$f_0 = 700 \text{ Hz} - f_1 = 900 \text{ Hz} - f_2 = 1100 \text{ Hz} - f_4 = 1300 \text{ Hz} - f_7 = 1500 \text{ Hz}$

Con estas frecuencias pueden conseguirse 10 combinaciones distintas, que se muestran en la siguiente tabla 2.3.

La frecuencia de comprobación, $f_c = 1700 \text{ Hz}$, se usa como acuse de recibo de alguna señal, bien sea hacia adelante o hacia atrás. En el sistema SOCOTEL se usa el mecanismo de secuencia obligada, que se muestra en la figura 2.25.

Como puede observarse, el procedimiento es muy simple: Se envía una señal MF (2/5), se la contesta con f_c tan pronto como se recibe. Nada más recibir f_c , se corta la emisión de la señal 2/5. Al detectarse el corte en la emisión de la señal 2/5, se retira f_c .

Y así hasta que toda la información es transmitida.

Cabe destacar que la secuencia obligada está controlada por el envío de f_c , pero el programa no permite contestar a f_c con otra f_c .

Las señales utilizadas tienen un significado, que depende del sentido de las mismas. Así, distinguimos entre las señales hacia adelante y las señales hacia atrás.

Señales hacia delante

Dentro de las señales hacia adelante distinguimos dos grupos: los Grupos I y II.

- ◆ El Grupo I se corresponde con la información numérica a transmitir.
- ◆ El Grupo II determina el tipo de la llamada a efectuar.

Existe otro grupo, correspondiente a la Clase de Llamada en el tráfico nacional, que tienen origen en la Central Automática Interurbana (C.A.I.) de origen. A este grupo se le denomina prefijo "P". El prefijo se envía delante del número significativo nacional como una cifra más, evitando así que la C.A.I. de llegada solicite la Clase de Llamada. Estos grupos aparecen en la tabla 2.4.

FRECUENCIAS	GRUPO I	GRUPO II	PREFIJO "P"
700 + 900	1	Abonado regular	Reserva
700 + 1100	2	Compartido "b"	Llamada 3 cifras
900 + 1100	3	Servicios especiales	Llamada 3 cifras con ruta
700 + 1100	4	Nacional	Llamada 4 cifras
900 + 1300	5	Provincial f. sector	Llamada 4 cifras con ruta
1100 + 1300	6	Llamada de op. Provin	Reserva
700 + 1500	7	Reserva	Llamada 8 cifras
900 + 1500	8	Abonado ausente	Llamada 8 cifras con rutas
1100 + 1500	9	Reserva	Reserva
1300 + 1500	0	Internacional	Llamada internacional

Tabla 2.4 Señales hacia delante.

Donde la descripción de las señales es como sigue:

- * Grupo I - Información numérica.
- * Grupo II - Clase de Llamada (C.LL.).
 - * II-1 -> Abonado regular. La llamada va dirigida a un abonado de la red principal que se encuentra en la central origen.
 - * II-2 -> Abonado compartido "b". Llamada con destino a un abonado compartido "b".
 - * II-3 -> Servicios especiales. Llamada dirigida a servicios especiales dentro de la provincia.
 - * II-4 -> Nacional. Llamada que se origina en un provincia y tiene otra como destino.
 - * II-5 -> Provincia fuera de sector. Llamada origina en un sector de una red provincial y dirigida a otro sector de la misma red provincial que no precisa petición de cifras.
 - * II-6 -> Llamada de operadora a operadora de la misma provincia. Llamada originada por una operadora y dirigida a otra de su red provincial con el fin de alcanzar por medio de esta un abonado de dicha red.
 - * II-7 -> Reserva.
 - * II-8 -> Abonado ausente. Llamada originada por el abonado con la categoría de abonado ausente. La comunicación será dirigida hacia una posición de operadora donde será atendida. El abonado no precisa marcar ninguna cifra.
 - * II-9 -> Reserva.
 - * II-10 -> Internacional. El mismo nombre lo indica, ¿no? (Al son de la internacional...)
- * Grupo de Prefijo "P".
 - * P-1 -> Reserva.
 - * P-2 -> Llamada dirigida a una operadora cuyo número consta de 3 cifras y no tiene posibilidad de rutas alternativas.
 - * P-3 -> Idem P-2, pero con rutas alternativas.
 - * P-4 -> Idem P-2, pero con 4 cifras.
 - * P-5 -> Idem P-3, pero con 4 cifras.
 - * P-6 -> Reserva.
 - * P-7 -> Idem P-2, pero con 8 cifras.
 - * P-8 -> Idem P-3, pero con 8 cifras.
 - * P-9 -> Reserva.
 - * P-10 -> Llamada internacional.

Señales hacia atrás.

Estas señales se clasifican en dos grupos o códigos llamados A y B. Las señales correspondientes al Código A son relativas a la selección, mientras que las correspondientes al Código B se refieren a la condición o categoría de la línea alcanzada.

Las señales de Código B han de ir siempre precedidas de una señal de Código A (A-8).

La central que reciba una señal no utilizada la interpretara como señal erronea. Debido a esto, enviará hacia adelante la señal de desconexión, mandando al abonado que llama el tono de congestión. Dichas señales se muestran en la tabla 2.5.

FRECUENCIAS	CODIGO A	CODIGO B
700 + 900	Enviar grupo A	Abonado libre con computo
700 + 1100	Enviar grupo B	Congestion
900 + 1100	Enviar clase llamada	Abonado ausente
700 + 1300	Enviar grupo BC	Abonado ocupado
900 + 1300	Enviar grupo D	Abonado libre sin computo
1100 + 1300	Enviar todas las cifras	Llamada maliciosa
700 + 1500	Enviar grupo C	Numero cambiado
900 + 1500	Paso a codigo B	Linea muerta
1100 + 1500	Enviar grupo E	Fin de seleccion sin estado de linea alcanzada
1300 + 1500	Congestion	Reserva

Tabla 2.5 Señales hacia atrás.

Para obtener una mayor flexibilidad, el número de abonado es dividido en grupos de cifras. Así se consigue un menor número de peticiones distintas por parte de la central de llegada. Esto deriva en un tiempo de selección más corto. Según el tipo de llamada, el número de abonado llamado se forma en alguno de los siguientes modos:

- Llamadas interurbanas cuando el número significativo consta de ocho cifras: XYABMCDU
 - Selección entre centrales automáticas interurbanas: PXYABMCDU
 - Llamadas locales y provinciales cuyo número significativo consta de YABMCDU en áreas de numeración a siete cifras y de ABMCDU en áreas de numeración a seis cifras.

Estos grupos de cifras son reunidas en la tabla 2.6.

	Prefijo provincial		Numero provincial						
	P	X	Y	A	B	M	C	D	U
Grupo A nacional		X	Y	A	B	M			
Grupo B nacional			Y	A	B	M			
Grupo B					B	M			
Grupo C							C	D	U
Grupo BC					B	M	C	D	U
Grupo D	P	X	Y	A	B				
Grupo E						M	C	D	U

Tabla 2.6 Grupos de cifras.

En esta tabla observamos los diferentes grupos de cifras que pueden formarse. Pasemos ahora a explicar el significado de las señales que pertenecen al Código A:

- * A-1 -> Enviar grupo de cifras A. Este grupo de cifras puede observarse en la tabla anterior. A los grupos A de cifras que aparecen, se le añaden:

- OXY -> Las tres cifras de servicios especiales.
- OX y OXY -> Las 2 o 3 cifras que componen el servicio de Operadora de Asistencia.
- XYA y XYAB -> Las cifras que componen la numeración de Operadora de Asistencia y/o los Servicios Especiales Nacionales.

El resto de los grupos A quedan explicados con la tabla, vamos, creo yo ;)

- * A-2 -> Enviar grupo de cifras B. A este grupo de cifras, además de las cifras mencionadas en la tabla, cabe añadir el grupo:
 - XY -> En llamadas a Servicios Especiales de la Provincia de 3 cifras, en redes de numeración a 6 cifras.
- * A-3 -> Enviar clase de llamada. Señal a la que se debe responder con una señal del Grupo II de las señales hacia delante.
- * A-4 -> Enviar grupo de cifras BC. (No Coment).
- * A-5 -> Enviar grupo de cifras D. Se envía el grupo D o todas las cifras que componen la numeración de Operadora Asistencial Nacional.
- * A-6 -> Enviar todas las cifras. En llamadas internacionales.
- * A-7 -> Enviar grupo de cifras C. (No Coment).
- * A-8 -> Paso a código B. Cuando se recibe esta señal, todas las señales hacia atrás que sigan tendrán significado de Código B.
- * A-9 -> Enviar grupo de cifras E. (No Coment).
- * A-10 -> Congestion. Indica la imposibilidad de establecer la comunicación por ocupación o fallo de alguno de los órganos que participan de la misma.

Las señales de Código B sólo tienen significado si se ha recibido previamente la señal A-8. Este es su significado:

- * B-1 -> Abonado libre con computo. Indica que se ha alcanzado al abonado llamado y que debe tarificarse la llamada. Abarca las categorías de abonados regulares, compartidos y de previo pago (teléfonos públicos). ('P'a que podrá servir esto? =:)
- * B-2 -> Congestion. Idem A-10.
- * B-3 -> Abonado ausente. Categoría especial del abonado llamado por la cual se pone en comunicación con una operadora o información grabada al abonado llamante.
- * B-4 -> Abonado ocupado. Indica que el abonado llamado tiene el teléfono descolgado. También se usa cuando la central destino tiene congestión y no posee medios para distinguir estas dos señales.
- * B-5 -> Abonado libre sin computo. Indica que se ha alcanzado el abonado llamado y que no debe tarificarse la comunicación. (Aja!)
- * B-6 -> Abonado conectado a llamada maliciosa. Si se recibe esta señal, entonces el abonado llamado tiene categoría de Observación de Llamadas Maliciosas. Esto no es más que el abonado llamado solicita el número del abonado que llama.
- * B-7 -> Número cambiado. Solo se envía cuando la llamada tiene que reencaminarse hacia un enlace especial en origen.
- * B-8 -> Línea muerta o Nivel muerto. Se envía esta señal cuando la numeración se dirige a un nivel aun no en servicio o cuando la línea no está utilizada.
- * B-9 -> Fin de selección sin estado de línea alcanzada. Se envía esta señal cuando no se puede enviar el estado de la línea alcanzada.
- * B-10 -> En reserva.

EJEMPLO PRACTICO

Ahora veamos como se produce una llamada realmente entre las centrales, cuando por ejemplo llamamos a alguien de nuestra misma ciudad. En este ejemplo se supone el Distrito Federal donde el número de teléfono consta de 8 cifras.

Recepción A3	<-----	Envío de A3 (Petición C.LL.)
Envío fc	----->	Recepción fc (Retirada de A3)
Envío de C.LL.	----->	Recepción C.LL.
Recepción fc	<-----	Envío fc
Recepción A1	<-----	Envío A1 (Petición Grupo A)
Envío fc	----->	Recepción fc
Envío cifra Y	----->	Recepción cifra Y
Recepción fc	<-----	Envío fc
Envío cifra A	----->	Recepción cifra A
Recepción fc	<-----	Envío fc
Envío cifra B	----->	Recepción cifra B
Recepción fc	<-----	Envío fc
Envío cifra M	----->	Recepción cifra M
Recepción fc	<-----	Envío fc
Recepción A7	<-----	Envío A7 (Petición Grupo C)
Envío fc	----->	Recepción fc
Envío cifra C	----->	Recepción cifra C
Recepción fc	<-----	Envío fc
Envío cifra D	----->	Recepción cifra D
Recepción fc	<-----	Envío fc
Envío cifra U	----->	Recepción cifra U
Recepción fc	<-----	Envío fc
Recepción A8	<-----	Envío A8 (Paso a Código B)
Envío fc	----->	Recepción fc
Recepción S.B.	<-----	Envío de señal del Código B
Envío fc	----->	Recepción fc

En este ejemplo hemos de tener en cuenta que se procede según el mecanismo de secuencia obligada. Así, se envía una señal (hacia atrás o hacia adelante, lo mismo da) y no se retira hasta recibir el acuse de recibo fc; este no se retira hasta que no se retire la señal original.

CAPITULO 3

**TRANSMISIÓN
DIGITAL.**

3.1 CAPACIDAD DE INFORMACIÓN.

La capacidad de información de un sistema de comunicación representa el número de símbolos independientes que pueden pasarse a través del sistema, en una unidad de tiempo determinada. Sabemos que el ancho de banda y la potencia de ruido restringen la cantidad de información que puede transmitirse por un canal, donde esta información viaja a una velocidad dada. El símbolo que representa a esta es el dígito binario (bit). Por tanto, es conveniente expresar la capacidad de información, de un sistema, en bits por segundo (bps). En 1928, R. Hartley de los laboratorios Bell desarrollo una relación, entre el ancho de banda, la línea de transmisión y la capacidad de información. De forma sencilla, la ley de Hartley es:

$$I \propto B \times T$$

Donde:

I = capacidad de información (bps)

B = ancho de banda (Hz)

T = línea de transmisión (s)

De la ecuación anterior se puede ver que la capacidad de información es una función lineal del ancho de banda y de la línea de transmisión y es directamente proporcional a ambos. Si se cambia el ancho de banda o la línea de transmisión, ocurrirá un cambio directamente proporcional en la capacidad de información. Para 1948, C. E. Shannon relaciono la capacidad de información de un canal de comunicación al ancho de banda y a la relación señal a ruido. Matemáticamente, el límite de Shannon para la capacidad de información es:

$$I = B \log_2 (1 + S/N)$$

$$I = 3.32 B \log_{10} (1 + S/N)$$

Donde:

I = capacidad de información (bps)

B = ancho de banda (Hz)

S/N = relación de potencia a señal a ruido (sin unidades)

Para un canal de comunicaciones de banda de voz estándar, con una relación de potencia señal a ruido de 1000 (30 dB) y un ancho de banda de 2.7 kHz, el límite de Shannon para la capacidad de información es:

$$I = 2700 \log_2 (1 + 1000) = 26.9 \text{ kbps}$$

Cabe señalar que la fórmula de Shannon suele malinterpretarse. Los resultados del ejemplo anterior indican que 26.9 kbps se pueden transferir a través de un canal de 2.7 kHz. Quizás esto sea cierto. Pero no se puede hacer en un sistema binario.

Para lograr una velocidad de transmisión para la información de 26.9 kbps a través de un canal de 2.7 kHz, cada símbolo transmitido debe contener más de un bit de información. Ahora bien, para transmitir la información a una velocidad determinada, podemos reducir la potencia de la señal transmitida, siempre que el ancho de banda se incremente en forma correspondiente. De igual manera se puede reducir el ancho de banda a condición de incrementar la potencia de la señal.

Sin embargo, se debe recordar que la capacidad de canal representa la máxima cantidad de información por segundo que se puede transmitir por el canal. Y para alcanzar esta velocidad de transmisión, la información debe procesarse o codificarse de manera más eficiente. La viabilidad de tal codificación constituye uno de los resultados importantes de la teoría de la información atribuida a Shannon.

Varios sistemas incluyen técnicas de modulación tanto analógicas como digitales y la transmisión de señales analógicas como digitales .

3.2 MODULACIÓN POR PULSOS CODIFICADOS

Dentro de la modulación de pulsos existen muchos métodos diferentes para convertir información a forma de pulsos para transferir pulsos de una fuente a un destino. Los cuatro métodos predominantes son modulación de ancho de pulso (PWM), modulación de posición del pulso (PPM), modulación de amplitud de pulsos (PAM) y modulación de pulsos codificados (PCM) .

La modulación por pulsos codificados es la única de las técnicas de modulación de pulsos codificados que se usan en un sistema de transmisión digital. Para obtener una señal PCM se requieren de tres procesos: muestreo, cuantificación y codificación. De lo anterior resulta una señal binaria en serie o corriente de bits. Con PCM, los pulsos son de longitud y amplitud fija. Dado que PCM es un sistema binario; un pulso o ausencia de pulsos, dentro de una ranura de tiempo prescrita representa ya sea una condición de lógica 1 o de lógica 0.

La figura 3.1 muestra un diagrama a bloques simplificado de un solo canal, sistema PCM sencillo (de un solo sentido). El filtro pasa-bandas limita a la señal analógica de entrada a la proporción de la frecuencia de la banda de voz estándar, de 300 a 3000 Hz, este tipo de filtro se llama "antialiasing" o filtro de antiencimar. Su límite de frecuencia se elige de tal manera que ninguna frecuencia mayor a la mitad de la razón de muestreo y retención, por lo tanto elimina la posibilidad de que ocurra la distorsión de encimar. El circuito de muestreo y retención periódicamente prueba la entrada de información analógica y convierte esas muestras en una señal PAM de multinivel. El convertidor analógico a digital (ADC) convierte las muestras PAM a un flujo de datos binarios seriales para transmisión. El medio de transmisión es un cable metálico o fibra óptica.

En el lado de la recepción, el convertidor digital a analógico convierte el flujo de datos seriales a una señal PAM de multinivel. El circuito de retención y el filtro pasa-bajas convierten a la señal PAM nuevamente en su forma analógica original. El circuito integrado que realiza la codificación y decodificación de PCM, se llama codec (codificador/decodificador). El codec es un término genérico que se refiere a las funciones de codificación realizadas por un dispositivo que convierte señales analógicas a códigos digitales y códigos digitales a señales analógicas. Los codecs desarrollados recientemente se llaman chips combo, porque combinan codec y funciones de filtro en el mismo microchip. El filtro de entrada/salida realiza las siguientes funciones: limitación de bandas, rechazo de ruido, "antialiasing" y reconstrucción de formas de ondas de audio analógicas, después de la codificación. El codec realiza las siguientes funciones: muestreo analógico, codificación/decodificación (conversiones analógico a digital y digital a analógico), y expansión digital.

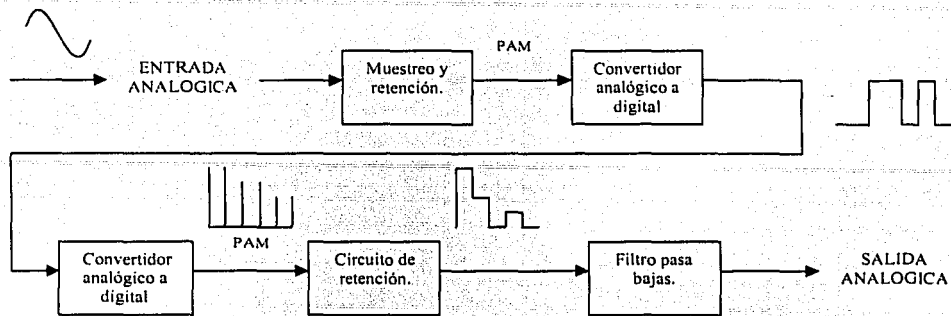


Figura 3.1 Diagrama a bloques de un sistema PCM simplificado.

3.2.1 MUESTREO.

Esencialmente, un circuito de muestreo y retención es un modulador de AM. El interruptor es un dispositivo no lineal que tiene dos entradas: el pulso de muestreo y la señal analógica de entrada. Y el propósito de un circuito de muestreo y retención es probar periódicamente la señal de entrada analógica, continuamente cambiante, y convertir las muestras en una serie de niveles PAM de amplitud constante.

Para que el ADC convierta exactamente la señal a un código digital, la señal debe ser relativamente constante. Si no es así, antes de que el ADC pueda terminar la conversión, la entrada de información cambiaría. Por lo tanto, el ADC estaría continuamente intentando seguir los cambios analógicos y nunca se estabilizaría en ningún código PCM.

La figura 3.2 muestra el diagrama esquemático de un circuito de muestreo y retención. Donde se muestran dos seguidores de voltaje (Z_1 y Z_2) donde un transistor FET (Q_1) actúa como un conmutador sencillo porque cuando se enciende proporciona un camino de baja impedancia para depositar el voltaje de la muestra analógica en el capacitor C_1 . El tiempo que Q_1 está encendido se llama apertura o tiempo de adquisición. Esencialmente, C_1 es el circuito de retención. Cuando Q_1 está apagado, el capacitor no tiene camino completo por el cual descargarse y, por lo tanto, almacena el voltaje muestreado. El tiempo de almacenamiento del capacitor también se llama tiempo de conversión A/D debido a que, durante este tiempo, el ADC convierte al voltaje de la muestra en un código digital. El tiempo de adquisición deberá ser muy corto ya que esto asegura que ocurra un cambio mínimo en la señal analógica mientras se deposita en el C_1 . Si la entrada de información al ADC está cambiando mientras se realiza la conversión, resultara en una distorsión.

La distorsión se llama distorsión de apertura. Por tanto, teniendo un tiempo de apertura corto y manteniendo la entrada de información al ADC relativamente constante, el circuito de muestreo y retención reduce la distorsión de apertura. Si la señal analógica se muestrea por un periodo corto de tiempo y el voltaje de la muestra se mantiene a una amplitud constante durante el tiempo de conversión de A/D, esto se llama un muestreo superior plano. Si el tiempo de muestreo se alarga y la conversión de analógica a digital se realiza con una señal analógica cambiante, esto se llamaría muestreo natural. El muestreo natural introduce más distorsión de apertura que un muestreo superior plano y requiere de un convertidor A/D más rápido.

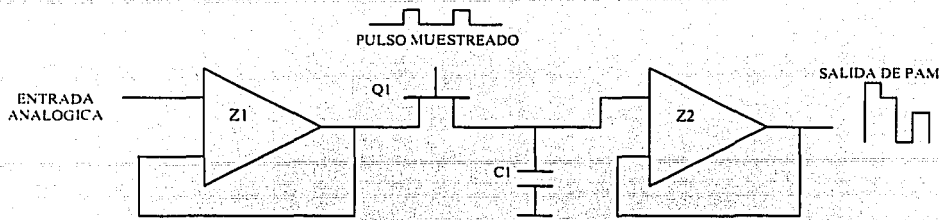


Figura 3.2 Circuito de muestreo y retención.

La figura 3.3 muestra una señal analógica de entrada de información, el pulso muestreado y la forma de onda desarrollada a través de C1. Es importante mencionar que la impedancia de salida del seguidor de voltaje Z1 y la resistencia de encendido de Q1 sean lo más pequeñas posibles. Esto asegura que la constante de tiempo de carga RC del capacitor se mantenga muy corta, permitiendo al capacitor cargarse o descargarse rápidamente, durante un tiempo de adquisición corto. La caída rápida en el voltaje del capacitor, inmediatamente después de cada pulso muestreado se debe a la redistribución de la carga a través de C1. La capacitancia del interelectrodo, entre la compuerta y la salida del FET, se coloca en serie con C1, cuando el FET está apagado, por lo tanto actúa con una red divisora de voltaje capacitivo, Además observe la descarga gradual a través del capacitor, durante el tiempo de conversión. Esto se llama caída y será causado por la descarga del capacitor a través de su propia, resistencia de fuga (dispersión) y la impedancia de entrada del seguidor de voltaje Z2. Por tanto, es importante que la impedancia de entrada de Z2 y la resistencia de fuga de C1 sean de lo más altas posibles. Esencialmente los seguidores de voltaje de Z1 y Z2 aíslan al circuito de muestreo y retención (Q1 y C1) de la circuitería de entrada y salida.

El teorema de muestreo de Nyquist establece la mínima razón de muestreo (f_s) que puede usarse para un sistema PCM específico. Para que una muestra sea reproducida correctamente en el receptor, de cada ciclo de la señal de entrada analógica (f_a) debe muestrearse por lo menos dos veces. Consecuentemente, la mínima razón de muestreo es igual al doble de la frecuencia de entrada de audio más alta. Si f_s es menor que el doble de f_a resultará en una distorsión. Esta distorsión se llama "aliasing" o distorsión encimada y esto es cuando las frecuencias laterales de una armónica se enciman a la banda lateral de otra armónica. La frecuencia que se encima es un alias de la señal de entrada (por esta razón se le llama "aliasing" o "distorsión encimada"). Si una frecuencia lateral, alias de la primera armónica, se encima al espectro de entrada de información de audio, no puede removerse por medio de filtros o cualquier otra técnica,

encima al espectro de entrada de información de audio, no puede removerse por medio de filtros o cualquier otra técnica,

Matemáticamente, la mínima razón de muestreo de Nyquist es:

$$f_s \geq 2f_a$$

en donde: f_s = mínima razón de muestreo de Nyquist (hertz)

f_a = frecuencia mas alta que se debe muestrear (hertz)

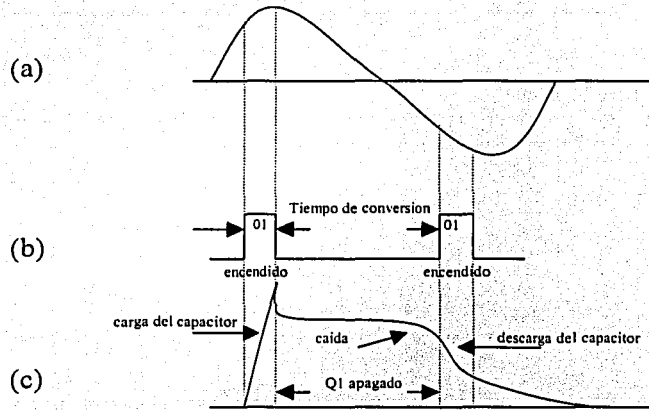


Figura 3.3 Formas de onda de muestreo y retención (a) entrada analógica; b) pulso de muestreo; c) voltaje de capacitor.

3.2.2 CUANTIZACIÓN.

Asignar códigos PCM a magnitudes absolutas se llama cuantizar. Es decir que, se asigna un código binario a cada muestra de la señal PCM conforme esta llega al codificador. La magnitud del tamaño mínimo del escalon se llama resolución, la cual es igual en magnitud al voltaje del bit menos significativo (V_{lsb} o la magnitud del mínimo tamaño del escalon del DAC). La resolución es el mínimo voltaje, además de 0 V, que puede decodificarse, por el DAC, en el receptor. Entre más pequeña sea la magnitud del tamaño mínimo del escalon, mejor (más pequeña) es la resolución y se asemeja más exactamente al intervalo de la cuantización a la muestra analógica real.

En la tabla 3.1, cada código de 3 bits tiene un rango de voltajes de entrada que serán convertidos a ese código. Por ejemplo, cualquier voltaje, entre +0.5 y +1.5, será 110. Cada código tiene un rango de cuantización igual a + o - la mitad de la resolución, excepto los códigos para +0 V y -0 V. Los códigos 0 V tienen, cada uno, un rango de entrada igual a solo la mitad de la resolución, pero debido a que hay dos códigos 0 V, el voltaje de entrada al sistema es igual al voltaje del código de magnitud, más alto, más la mitad del voltaje del bit menos significativo.

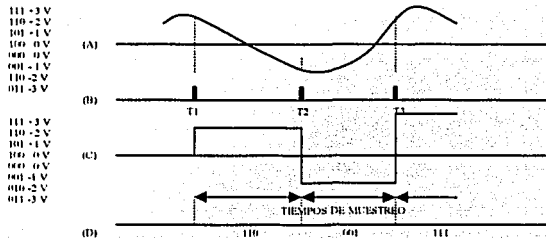
SIGNO	MAGNITUD		NIVEL	DECIMAL
1	1	1		+3
1	1	0		+2
1	0	1		+1
1	0	0		+0
0	0	0		-0
0	0	1		-1
0	1	0		-2
0	1	1		-3

Tabla 3.1 código PCM de 3 bits.

Por ejemplo en la figura 3.4 se muestra una señal de entrada analógica, el pulso muestreado, la señal PAM correspondiente y el código PCM. La señal analógica se muestrea tres veces. La primera muestra ocurre en un tiempo t_1 cuando el voltaje analógico es +2 V. el código PCM que corresponde a la muestra 1 es 110. La muestra 2 ocurre en el tiempo t_2 cuando el voltaje analógico es -1 V. el código correspondiente es 001. Para determinar el código PCM para una muestra específica, simplemente se divide el voltaje de la muestra por la resolución, lo convierte a un código binario de n-bit y le agrega el bit de signo. Para la muestra 1, el bit de signo es 1, indicando un voltaje positivo. El código de magnitud (10) corresponde a un binario 2. Dos veces 1 V es igual a 2 V, la magnitud de la muestra.

La muestra 3 ocurre en el tiempo t_3 . El voltaje en este tiempo es +2.6 V. el código PCM doblado, para +2.6 V, es $2.6/1 = 2.6$. No hay código para esta magnitud. Si se usan ADC de aproximación sucesiva, la magnitud de la muestra se redondea al código válido más cercano (111 o +3 V para este ejemplo). Esto resulta en un

error cuando el código se convierte nuevamente a analógico, por el DAC, en el lado de recepción. Este error se llama error de cuantización (Q_e). El error de cuantización es equivalente al ruido aditivo (altera la amplitud de la señal). Como el ruido, el error de cuantización puede agregar o restar de la señal real. Consecuentemente, el error de cuantización, también se llama ruido de cuantización (Q_n) y su máxima magnitud es la mitad del voltaje del tamaño mínimo del escalon ($V_{lsb}/2$). Para este ejemplo $Q_e = 1\text{ V}/2$ ó 0.5 V .



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 3.4 a) Señal de entrada analógica; b) pulso muestreado; c) señal PAM; d) código PCM.

Durante los tiempos en que no hay una señal de entrada analógica, la única entrada al muestreador de PAM será el ruido térmico aleatorio. Este ruido se llama ruido de canal inactivo (ocioso) y se convierte a una muestra PAM, tal como si fuera una señal. La figura 3.4 muestra una manera de reducir el ruido del canal inactivo por un método llamado cuantización de medio escalón. Con la cuantización de medio escalon, el primer intervalo de cuantización se agranda mas en amplitud que el resto de los escalones. Consecuentemente, el ruido de entrada puede ser bastante grande y aún ser cuantizado como un código cero positivo o negativo. Como resultado, el ruido se suprime durante el proceso de codificación.

En los códigos PCM descritos, hasta el momento, los códigos positivos y negativos de magnitud mas baja tienen el mismo rango de voltaje que todos los demás códigos (+ o - la mitad de la resolución). Esto se llama cuantización de media elevación.

En la figura 3.5 se muestra el contraste del ruido del canal inactivo transmitido con un código PCM de media elevación con el ruido del canal inactivo transmitido, cuando se usa la cuantización de medio escalon. La ventaja de la cuantización de medio escalon es menos ruido en el canal inactivo. La desventaja es una posible magnitud, mas grande, para Q_e en el intervalo de cuantización mas bajo.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta para abordar el estudio de la codificación es que el ancho de banda se relaciona con la velocidad de

información (más exactamente con la rapidez de modulación) o en este caso con la cantidad de bits que se transmiten por segundo. El objetivo es mantener cierto control sobre el ancho de banda que se necesita. Por consiguiente, se debe limitar la longitud del código (cantidad de niveles). Como se ve, sobre la vía de alto uso PAM llega una cantidad infinita de niveles al codificador. Si el paso de la onda PAM es de 0 a +1 V se deben todos los valores discretos que hubieran.

El rango de intensidad de la voz sobre el canal telefonico analógico es del orden de 50 dB. Con el rango de -1 a 0 y a 1 V de la vía de alto uso PAM, a la entrada del codificador se puede representar ese rango de 50 dB. Además es obvio que el codificador no puede tener un código de longitud infinita (por ejemplo, una cantidad infinita de niveles de codificación) para cubrir cada nivel del rango de 50 dB (o un rango de -1 a +1 V). la clave esta en asignar niveles discretos de -1 a +1 V (rango de 50 dB).

Los experimentos han demostrado que si se tienen 2048 pasos uniformes de cuantificación se logra una calidad suficiente de señal de voz. Con 2048 pasos de cuantificación se requiere que el codificador codifique 2048 significados discretos (pasos).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

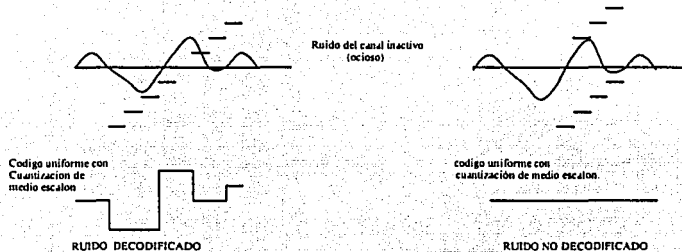


Figura 3.5 Ruido de canal inactivo

3.2.3 CODIFICACIÓN.

Al muestrearse la señal de entrada analógica ésta se convierte a un código binario serial. El código binario se transmitira al receptor, en donde convertirá nuevamente a la señal analógica original. Los códigos binarios usados para PCM son códigos de n-bit, en donde n puede ser cualquier entero mayor que 1. Los códigos actualmente usados para PCM son códigos de magnitud de signo, en donde el bit mas significativo (MSB), es el bit de signo y los bits sobrantes se usan para magnitud. La tabla 3.1 muestra un código PCM de n-bit en donde n es igual a 3. El bit mas significativo se usara para representar el signo de la muestra (logico 1= positivo y logico 0= negativo). Los dos bits sobrantes representan la magnitud. Con 2 bits de magnitud, hay cuatro códigos posibles para los números positivos y cuatro posibles para los negativos. Por lo tanto hay un total de 8 códigos posibles usando 3 bits.

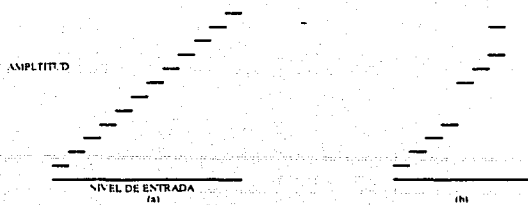
En los sistemas PCM prácticos se usan códigos de 7 y 8 bits.

$$2^7 = 128 \text{ pasos de cuantificación.}$$

$$2^8 = 256 \text{ pasos de cunatificación}$$

se usan dos métodos para reducir los pasos de cuantificación sin sacrificar la fidelidad y son: pasos de cuantificación no uniformes y compresión previa a la cuantificación a la que sigue una cuantificación uniforme. Cabe señalar que el principal objetivo de la transmisión digital con técnicas PCM es transmitir en voz que a diferencia de cuando se transmiten datos, es mucho mas probable encontrar señales de amplitud pequeña que de amplitud grande en la transmisión de voz.

Los primeros sistemas PCM usaban códigos lineales (por ejemplo, el cambio de magnitud entre cualquiera de dos pasos sucesivos es uniforme). Con la codificación lineal, la exactitud (resolución) para las señales analógicas de mayor amplitud es igual que para las señales de menor amplitud y el SQR (relación de voltaje de señal a voltaje de ruido de cuantización) para las señales de menor amplitud es menor que para las señales de mayor amplitud. Con la transmisión de voz, las señales de menor amplitud es mas probable que ocurran que las señales de mayor amplitud. Por lo tanto, si hubiese más códigos para las amplitudes menores, incrementaría la exactitud en donde se necesita. Como resultado, habría menos códigos disponibles para las amplitudes mayores, lo cual incrementaría el error de cuantización para las señales de mayor amplitud (por lo tanto disminuye el SQR). Dicha técnica de codificación se llama codificación no lineal o no uniforme. Con la codificación no lineal, el tamaño del escalón incrementa con la amplitud de la señal de entrada. La figura 3.6 muestra los resultados del escalon de ADC lineal y no lineal.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.6 (a) codificación lineal; (b) codificación lineal.

Observe, que con la codificación no lineal, hay más códigos en la parte inferior de la escala que en la parte superior, por lo tanto incrementa la exactitud para las señales más pequeñas. Además la distancia entre los códigos sucesivos es mayor para las señales de mayor amplitud, por lo tanto, incrementa el error de cuantización y reduce el SQR. Por lo que se deduce que la codificación no lineal es un compromiso: el SQR se sacrifica para que las señales de alta amplitud logren más exactitud para las señales amplitud baja y para lograr un rango dinámico mayor.

El código PCM mostrado en la tabla 3.1 se llama código binario doblado. Excepto por el bit de signo, los códigos en la mitad inferior de la tabla son la imagen reflejada de los códigos en la mitad superior. (si los códigos negativos fueron duplicados, arriba de los códigos positivos, embonarán perfectamente). Además con un binario duplicado hay dos códigos asignados a cero volts: 100 (+0) y 000 (-0). Para este ejemplo, la magnitud del tamaño mínimo del escalon es 1 V. por lo tanto, el máximo voltaje que puede codificarse con este esquema es de +3 V (111) o -3 V (011).

La eficiencia de codificación es una indicación numérica de que tan eficientemente se usa un código PCM. La eficiencia de codificación es la relación del mínimo número de bits requerido para lograr un rango dinámico específico al número real de bits PCM usados. Matemáticamente, la eficiencia de codificación es:

$$\text{Eficiencia de codificación} = (\text{mínimo número de bits} / \text{número real de bits (incluyendo el bit de signo)}) \times 100$$

A continuación se mencionan algunos métodos de codificación para señales PAM.

Codificación de un nivel a la vez. Este tipo de codificación cambiara la señal PAM a una forma de onda de rampa, mientras un contador binario esta avanzando a una proporción uniforme. Cuando la forma de onda de rampa iguala o excede la muestra PAM, el contador contiene el código PCM es grande.

La codificación de un nivel a la vez, también requiere que 2^n decisiones secuenciales sean hechas para cada código PCM generado. Por tanto, la codificación no uniforme se logra utilizando una función no lineal, como la rampa de referencia.

Codificación de un dígito a la vez. Este tipo de codificación determina cada dígito para el código PCM en forma secuencial. La codificación de un dígito a la vez es análoga a un balanceo en donde los pesos de referencia conocidos son usados para determinar un peso desconocido. Los codificadores de un dígito a la vez proporcionan un compromiso, entre la velocidad y la complejidad. Un tipo común de codificador de un dígito a la vez llamado un codificador de retroalimentación, utiliza un registro de aproximación sucesivo (SAR). Con este tipo de codificador, toda la palabra del código PCM se determina simultáneamente.

Codificación de una palabra a la vez. Los codificadores de una palabra a la vez son codificadores centellantes o relampagos y son más complejos; sin embargo, son más deseables para las aplicaciones de alta velocidad. Un tipo común de codificador de una palabra a la vez utiliza múltiples circuitos de umbral. Los circuitos lógicos sienten al circuito de umbral más alto sentido por la señal de entrada PAM y producen el código PCM aproximado. Este método nuevamente es impráctico para los valores grandes de n .

Un aspecto secundario, pero igualmente importante, es que las señales codificadas se diseñan para llevar el máximo de información, considerando que todos los pasos de cuantificación (significados o caracteres) tienen igual probabilidad de ocurrencia (es decir, se supone que el nivel de amplitud de la señal obedece a una distribución de probabilidad uniforme entre 0 y \pm el voltaje máximo del canal). Para resolver el problema de no equidad en la probabilidad del nivel de la señal en las señales de voz, específicamente el de que la probabilidad del nivel de las señales de niveles bajos es mayor que la de las señales de niveles altos, se usan grandes pasos de cuantificación para la porción de la señal con mayor amplitud y pasos más finos para las señales con menor amplitud. Los dos métodos para reducir la cantidad total de pasos de cuantificación se pueden describir de manera más precisa:

- Cuantificación no uniforme durante el proceso de codificación.
- Compresión de la señal antes de que entre al codificador, el cual realiza entonces una cuantificación uniforme sobre la señal que resulta, antes de la codificación. En el extremo receptor la expansión se hace después de la codificación.

3.3 MULTICANALIZACIÓN.

Multicanalización es la transmisión de información (ya sea de voz o de datos), de más de una fuente a mas de un destino, por el mismo medio de transmisión (facilidad). Las transmisiones ocurren en el mismo medio, pero no necesariamente al mismo tiempo. El medio de transmisión puede ser, un par de cables metálicos, un cable coaxial, un sistema de microondas terrestre, un radio de microondas por satélite o un cable de fibra óptica (cabe señalar que en la transmisión óptica, no es posible por el momento modular la frecuencia de la luz que sirve como portadora, solo se puede modular su amplitud).

Hay varias formas en que se puede lograr el proceso de multicanalización. Aunque los dos métodos mas comunes son la multicanalización de división de frecuencia (FDM) y multicanalización de división de tiempo (TDM), que a continuación se explican.

3.3.1 Multiplexaje por division de tiempo.

Con TDM, las transmisiones para fuentes múltiples ocurren sobre el mismo medio pero no al mismo tiempo. Las transmisiones de varias fuentes se intercalan en el dominio del tiempo.

El tipo mas común de modulación con los sistemas TDM es PCM. Por ejemplo un sistema PCM de 8 bits. La señal por transmitirse es una señal telefónica ($B = 4\text{kHz}$), la frecuencia de muestreo es de $2B$, lo que corresponde a un muestreo cada $125\ \mu\text{s}$. Si cada bit dura $1\ \mu\text{s}$ entonces la transmisión de una muestra toma $8\ \mu\text{s}$, por lo que antes de la transmisión de otra muestra de esta señal, hay un tiempo de $117\ \mu\text{s}$ durante el cual el canal de transmisión no se utiliza. Este tiempo libre permite transmitir muestras de otras 14 señales telefónicas diferentes. Este es el principio de la multicanalización por división de tiempo. En la telefonía, hay un formato normalizado llamado formato T1 con la cual se transmiten 193 bits durante $125\ \mu\text{s}$, esto corresponde a 24 señales PCM codificadas con 8 bits. Como se muestra en la figura 3.7

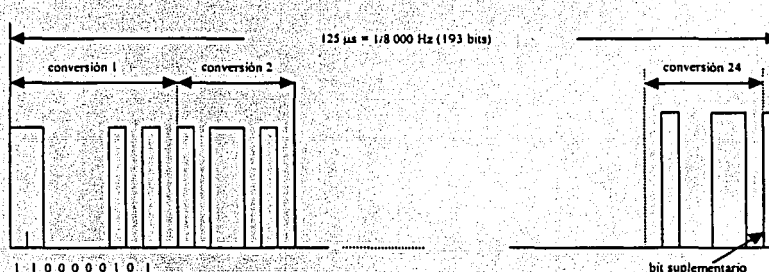


Figura 3.7 Mifiticanalizacion por division de tiempo. Formato T que permie multicanalizar 24 conversaciones telefonicas en PCM con 8 bits.

Con un sistema TDM-PCM, se muestran dos o más canales de banda de voz, convertidos a códigos PCM y luego se utiliza el proceso de multicanalización por división de tiempo en un solo par de cables metálicos o en un cable de fibra óptica.

La figura 3.8 muestra un diagrama a bloques simplificado de un sistema de portadora para PCM-TDM de dos canales. Cada canal de manera alternada se usa y se convierte a un código PCM. Mientras que el código PCM para el canal 1 se está transmitiendo, el canal 2 se está usando y convirtiendo a un código PCM. Mientras que el código PCM del canal 2 se está transmitiendo, la siguiente señal se toma del canal 1 y se convierte al código PCM. Este proceso continúa y se toman de manera alternativa señales de cada canal- se convierten a códigos PCM y se transmiten. El proceso de multicanalización es simplemente un interruptor electrónico con dos entradas y una salida. El canal 1 y el canal 2 se seleccionan de manera alterna y se conectan a la salida del multicanalizador. El tiempo que toma transmitir una señal en cada canal se llama tiempo de trama.

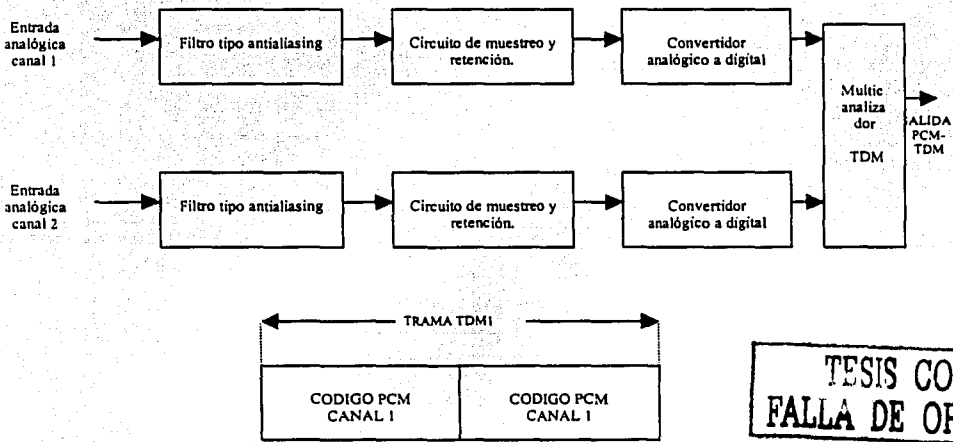


FIGURA 3.8 Sistema PCM-TDM de dos canales: (a) diagrama a bloques; (b) trama TDM.

El código PCM para cada canal ocupa una ranura de tiempo fija (ciclo) dentro de la trama total de TDM. Con un sistema de dos canales, el tiempo asignado para cada canal es igual a la mitad de la trama del tiempo total. Se toma una señal de cada canal una vez, durante cada trama. Por lo tanto, el tiempo de la trama total es igual al

recíproco de la razón de muestreo ($1/f_s$). La figura 3.7(b) muestra la asignación de la trama TDM para un sistema de dos canales.

Las portadoras T se utilizan para la transmisión de señales digitales codificadas en PCM multicanalización de tiempo. Además, las portadoras T utilizan señales especiales en línea codificada y cables metálicos que fueron acondicionados para cumplir los anchos de banda relativamente altos, necesarios para las transmisiones digitales de alta velocidad. Las señales digitales se deterioran conforme se propagan a lo largo del cable debido a la pérdida de potencia en los conductores metálicos y el filtrado pasa bajas inherente en las líneas de transmisión de cables paralelos. En consecuencia, los repetidores dependen de la velocidad de bits de transmisión y las técnicas que se utilicen para la codificación en línea.

La figura 3.9 muestra el diagrama a bloques de un repetidor de regeneración. Esencialmente hay tres bloques funcionales: un amplificador/ecualizador, un circuito de sincronización y el regenerador. El amplificador ecualizador le da forma a la señal digital que esta entrando y eleva su nivel de potencia, para que la decisión de pulso/no pulso pueda tomarse por el circuito regenerador. El circuito de sincronización recupera la información del reloj, de los datos recibidos y proporciona la información de sincronización adecuada al regenerador para que las decisiones puedan tomarse en el momento óptimo que reduce la probabilidad de que ocurra un error. La relación señal a ruido a la salida del regenerador es exactamente lo que era a la salida de la terminal de transmisión o en la salida del regenerador anterior (o sea, el S/N no se deteriora conforme una señal digital se propaga a través del regenerador, de hecho, un regenerador reconstruye los pulsos originales con la relación S/N original).

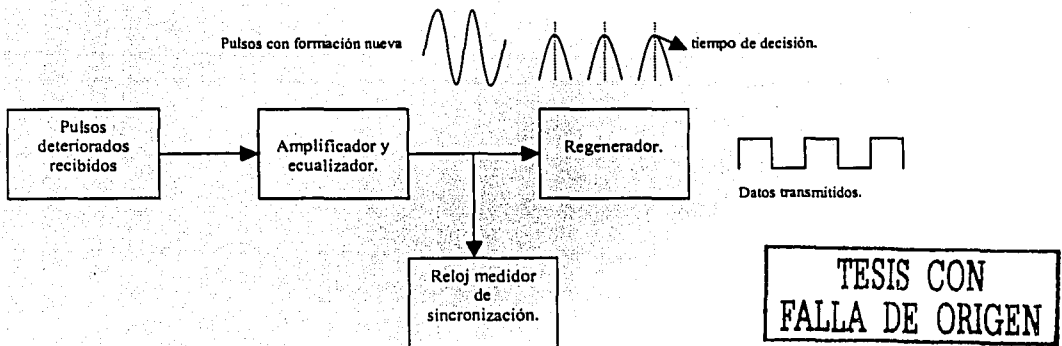


Figura 3.9 Diagrama a bloques de un repetidor de regeneración.

Sistema de portadora T1

El sistema de portadora utiliza las técnicas PCM y TDM para proporcionar una transmisión de trayectoria corta de 24 señales de banda de voz. La figura 3.10 muestra el diagrama a bloques del sistema de portadora digital T1 del sistema Bell. Como puede observarse el multicanalizador es simplemente un interruptor, con 24 entradas y 1 salida, es decir, que tenemos 24 canales de banda de voz que se seleccionan en secuencia y se conectan a la salida del multicanalizador. Cada canal de banda de voz ocupa un ancho de banda de 300 a 3000 Hz

Cabe señalar que multicanalizando por división de tiempo 24 canales de banda de voz no constituye en si una portadora T1. Lo que tenemos en ese momento en la salida es una señal digital multicanalizada (DS-1). Y es una portadora T1 cuando sus líneas están codificadas y colocadas en los pares de cables (de grosor de 19 o 22 mm.) acondicionados especialmente, llamadas líneas T1.

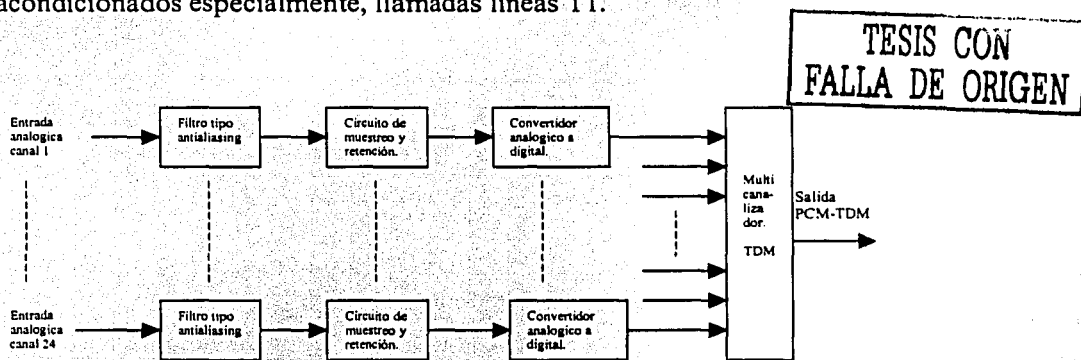


Figura 3.10 Diagrama a bloques de un sistema digital de portadora T1 de PCM-TDM.

La longitud de los sistemas de portadora T1 varían, desde aproximadamente 5 a 50 millas. Las portadoras T1 utilizan codificación BPRZ-AMI con repetidores de regeneración colocados, cada 6000 pies; y esto porque las cajas de registro de las compañías telefónicas se localizan a intervalos de 6000 pies aproximadamente y estas mismas cajas de registro se utilizan para colocar los repetidores, facilitando una instalación conveniente, el mantenimiento y la reparación. Dado que las portadoras utilizan una codificación BPRZ-AMI, son susceptibles a perder sincronización en una cadena larga de ceros consecutivos. Con un código de PCM binario plegado, la posibilidad de generar una larga cadena de ceros consecutivos es alta (cada vez que un canal está ocioso genera un código ± 0 V, que tiene 7 u 8 ceros consecutivos). Si están ociosos dos o más canales adyacentes de voz, hay una alta probabilidad de que sea transmitida una larga cadena de ceros consecutivos. Para

reducir esta posibilidad, el código PCM se invierte antes de la transmisión y se invierte nuevamente en el receptor, antes de decodificar. En consecuencia, la única vez que una cadena larga de ceros consecutivos se transmite es cuando dos o más canales adyacentes de banda de voz codifican, cada uno, el máximo de voltaje de muestreo positivo posible, que no es probable que suceda. Aun así en los sistemas de portadora TI y TIC, se toman las provisiones necesarias para evitar que ocurran más de 14 ceros consecutivos. Las transmisiones de cada trama se monitorean para ver si están presentes 15 ceros consecutivos o cualquier muestra PCM (8 bits) con, por lo menos, un bit sin cero. Si ocurre cualquiera de estas condiciones se sustituye un 1 en la posición del bit apropiado. Las condiciones del peor caso son como sigue:

	MSB	LSB	MSB	LSB	
SEÑAL ORIGINAL DS-1	1000	0000	0000	0001	14 ceros consecutivos (no hay sustitución)
SEÑAL ORIGINAL DS-1	1000	0000	0000	0000	15 ceros consecutivos.
SEÑAL SUSTITUIDA.	1000	0000	0000	0010	Bit sustituido

Se sustituye un 1 en el segundo bit menos significativo. Esto introduce un error de codificación igual al doble de la resolución de amplitud. Este bit se selecciona en el lugar del bit menos significativo porque, con el formato de supertrama, durante cada sexta trama el LSB es el bit para la señalización y alterarlo haría que se altere la palabra para la señalización

	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB
SEÑAL ORIGINAL DS-1	1010	1000	0000	0000	0000	0001
SEÑAL SUSTITUIDA DS-1	1010	1000	1000	0010	0000	0001

↑
BIT SUSTITUIDO

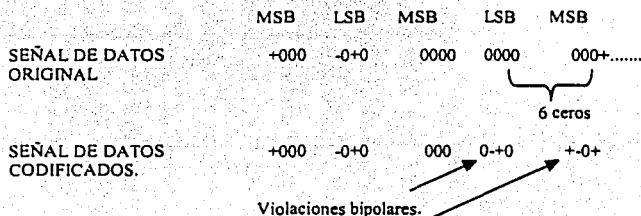
El proceso mostrado se utiliza para los sistemas de portadora T1 y T1C. Además si en cualquier momento se reciben 32 ceros consecutivos, se supone que el sistema no esa generando pulsos y por lo tanto, esta fuera de servicio; esto es, porque la ocurrencia de 32 ceros consecutivos esta prohibida.

Las portadoras T1 utilizan bancos de canales tipo D (digital) realizan las muestras, codificación y el uso de multicanalización con los 24 canales de voz. Cada canal contiene un código PCM de 8 bits y se muestrea 8000 veces por segundo (cada canal se muestrea a la misma velocidad pero no necesariamente al mismo tiempo). Entonces se transmite una señal PCM codificada de 64 kbps por cada canal de banda de voz durante cada trama. Las portadoras T1 usan entramado con dígitos agregados. Se agrega a cada trama un dígito para especial entramado (pulso para entramar). En consecuencia, para una razón de muestreo de 8 kHz, (trama de 125 μ s) se agregan 8000 dígitos por segundo. Con las portadoras T1, se utiliza un patrón para la sincronización de tramas 1/0 alternadas.

Sistema de portadora T2.

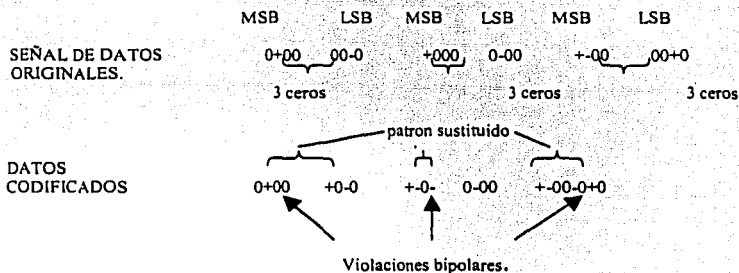
La portadora T2 utiliza PCM para los canales de 96 bandas de voz multicanalizadas por división de tiempo en una sola señal de datos de 6.312 Mbps para transmisión, hasta de 500 millas en un cable LOCAP especial (baja resistencia). Una portadora T2, también se utiliza para cargar una sola señal de teléfono de imágenes. Las portadoras T2, también utilizan codificación 13PRZ-AMI. Sin embargo debido a la velocidad de transmisión mas alta, la sincronización del reloj se vuelve mas critica. Una secuencia de 6 ceros consecutivos podría ser suficiente para causar la pérdida de la sincronización del reloj. Entonces en este caso las T2 utilizan un método alternativo para asegurarse que ocurran transiciones amplias en los datos. Este método se llama sustitución binaria de seis ceros (B6ZS).

Con B6ZS cada vez que ocurren 6 ceros consecutivos, unos de los siguientes códigos se sustituyen en su lugar: 0-+0+- o 0+ -0-+. El + y - representan unos lógicos positivos y negativos, El cero indica una condición de 0 lógico. El código de 6 bits sustituido por los seis ceros se selecciona para causar, a propósito una violación bipolar. Si la violación se atrapa en el receptor y el código B6ZS se detecta, los seis ceros originales se pueden sustituir nuevamente en la serial de datos. Los patrones sustituidos causan una violación bipolar en el segundo y quinto bits del patrón sustituido. Si las señales DS-2 son multicanalizadas para formar señales DS-3, el código B6ZS deberá detectarse y eliminarse de la señal DS-2, antes de la multicanalización de DS-3. Como se muestra a continuación.



Sistema de portadora T3.

Una portadora T3 multicanaliza por división de tiempo 672 canales de voz codificados con PCM para transmisión en un solo cable metálico. La velocidad de transmisión para las señales T3 es de 46.304 Mbps. La técnica de codificación utilizada con las portadoras T3 es la sustitución binaria de tres ceros (B3ZS). Se hacen sustituciones para cualquier ocurrencia de tres ceros consecutivos. Se utilizan cuatro patrones de sustitución: 00-, -0-, 00+ y +0+. El patrón seleccionado deberá causar error bipolar en el tercer bit sustituido. Como se muestra a continuación.



Sistema de portadora T4M.

Una portadora T4M multicanaliza por división de tiempo 4032 canales de banda de voz codificados, con PCM para transmisión, en un solo cable coaxial, hasta 500 millas. La velocidad de transmisión es suficientemente alta que son imprácticos los patrones de sustitución. En lugar de eso, las portadoras T4M transmiten señales digitales NRZ unipolares codificadas; las funciones de codificar y decodificar se realizan en el equipo terminal del suscriptor.

Sistema de portadora T5.

Una portadora T5 multicanaliza por división de tiempo 8064 canales de banda de voz codificados con PCM y los transmite a una velocidad de 506 16 Mbps en un solo cable coaxial.

Sincronización de trama.

Con los sistemas TDM es imperativo que una trama se identifique y que las ranuras de tiempo individuales (muestras) dentro de la trama también se identifiquen. Para conseguir la sincronización de trama, tiene que aumentarse a la transmisión una cierta cantidad de sobrecarga. Se utilizan comúnmente cinco métodos para establecer la sincronización de tramas; entramado con dígitos agregados, entramado de dígito robado, entramado con un canal agregado, trama de estadística y entramado de señal de línea única.

3.3.2 Multicanalización por división de frecuencia.

En la multicanalización por división de frecuencia (FDM), múltiples fuentes que originalmente ocupaban el mismo espectro de frecuencias se convierten, cada una a bandas de frecuencia diferentes y se transmiten simultáneamente en un solo medio de transmisión. Así, muchos canales de banda relativamente angosta se pueden transmitir en un solo sistema de transmisión de banda ancha.

Por ejemplo supongase que deseamos transmitir n señales de voz pertenecientes a n conversaciones telefónicas empleando la línea aérea mencionada anteriormente. Cada una de estas señales genera un espectro de frecuencia de 0 a 3 400 Hz. como se observa en la figura 3. 11 la forma como se puede evitar el empleo de una línea aérea para cada comunicación (n líneas) es trasladando los espectros de las diferentes señales a otras posiciones en el eje de frecuencias, de tal manera que ocupen diferentes rangos y no se superpongan cuando estos espectros se mezclan para formar una sola señal. La traslación del espectro de frecuencia de una señal cualquiera puede realizarse mediante la modulación, la cual permite la transmisión simultánea de un gran número de señales o conversaciones telefónicas por un mismo medio de transmisión. Para el caso de las n señales, el espectro de cada señal se traslada a la posición adecuada para que no exista superposición entre ellos haciendo que cada una de estas señales module a las portadoras w_1, w_2, \dots, w_n .

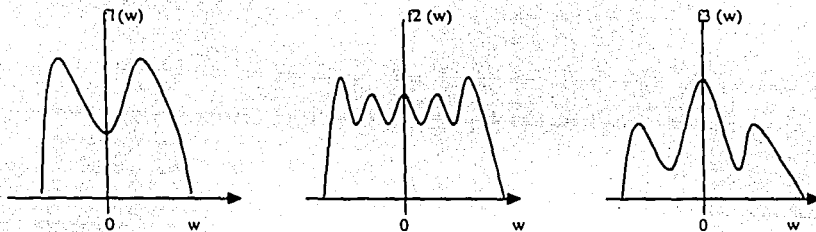


Figura 3.11 Espectro de frecuencia de cada una de las n señales que se desea transmitir simultáneamente

Las señales moduladas pueden ahora mezclarse para formar el espectro total que se muestra en la figura 3.12 observese que ese espectro total es la combinación de los espectros individuales que antes estaban centrados en cero, trasladarlos a las posiciones con centro en W_1, W_2, \dots, W_n . es claro que el nuevo espectro ocupa un ancho de banda mayor que el ancho de banda de las señales individuales. Esta señal resultante, que se conoce como señal multicanal es la que se transmite por un mismo medio de transmisión.

En el extremo receptor, los diferentes espectros se separan mediante filtros de paso banda apropiados. Sin embargo, los espectros individuales separados por estos

filtros no representan las señales originales debido a que han sido trasladados desde su posición original. Por lo tanto, para obtener las señales originales, cada espectro individual debe trasladarse a su posición inicial. La retraslación se lleva a cabo mediante la demodulación con lo que se obtiene las señales originales.

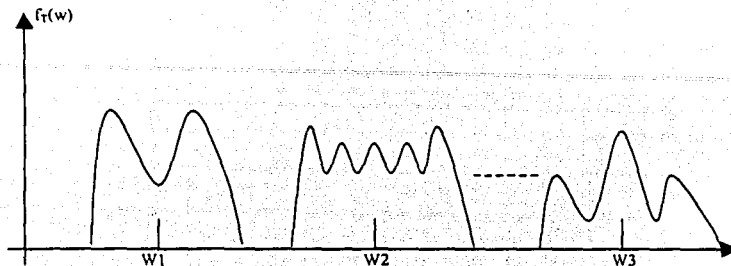


Figura 3.12 espectro de una señal multicanalizada.

El FDM es un esquema de multicanalización analógica en toda la transmisión. Un ejemplo de FDM es la banda de radiodifusión comercial de AM, que ocupa un espectro de frecuencias desde 535 a 1605 kHz. Cada estación lleva una señal de inteligencia con un ancho de banda de 0 a 5 kHz. Si el audio de cada estación se transmitiera con el espectro original de frecuencias, sería imposible separar una estación de la otra. En lugar de eso, una señal de doble banda lateral de 10 kHz. Debido a que las frecuencias de portadora de las estaciones adyacentes, están separadas por 10 kHz, la banda total comercial de AM se divide en 107 fracciones, de frecuencia de 10 kHz: apiladas unas de otras, en el dominio de la frecuencia. Para recibir una estación en particular, simplemente se sintoniza un receptor a la banda de frecuencia asociada con la transmisiones de esa estación. La figura 3.13 muestra como las señales de las estaciones de las radiodifusoras de AM comercial se multicanalizan por división de frecuencia y se transmiten en un solo medio transmisor (espacio libre),

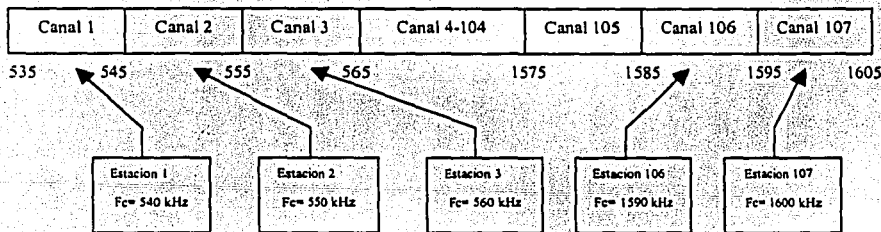


Figura 3.13 Multicanalización por división de frecuencias para estaciones de banda de radiodifusora de AM comercial.

Hay muchas otras aplicaciones para FDM, como FM comercial, difusión de televisión y sistemas de telecomunicaciones de gran volumen. Dentro de cualquiera de las bandas de radiodifusión comercial, las transmisiones de cada estación son independientes de las transmisiones de todas las estaciones. En consecuencia, el proceso de multicanalización (apilar), se realiza sin ninguna sincronización entre las estaciones. Con un sistema de comunicación por teléfono de gran volumen, muchos canales de teléfono, de banda de voz, se pueden originar de una fuente común y terminar en un destino común. El equipo terminal de fuente y destino probablemente sea un sistema de conmutación electrónica de alta capacidad (ESS). Debido a la posibilidad de que un gran número de canales de banda angosta se originen y terminen en la misma localidad, todas las operaciones de multicanalización y demulticanalización deben estar sincronizadas.

El canal de mensaje es el bloque básico con el que está construida la jerarquía FDM. El canal de mensaje básico originalmente se destinó para la transmisión de voz, aunque ahora se incluye cualquier transmisión que utiliza frecuencias de banda de voz (0 a 4 kHz), como los circuitos de datos de banda de voz. El circuito de banda de voz (VB) básico se llama canal 3002 y, en realidad tiene una limitación de banda de 300 a 3000 Hz, aunque por razones prácticas esta se considera como un canal de 4 kHz. El canal 3002 básico se puede subdividir en 24 canales 3001 más angostos (telégrafo) que fueron usados en la multicanalización por división de frecuencia para formar un solo canal 3002.

Un grupo es el siguiente nivel más alto en la jerarquía FDM, arriba del canal de mensaje básico y es, en consecuencia, el primer paso de multicanalización para los canales de mensaje. Un grupo básico está formado de 12 canales de banda de voz apilados, unos junto a otros, en el dominio de la frecuencia. El bloque de la modulación de 12 canales se llama un banco de canales de tipo A (analógico). La salida del grupo de 12 canales, del banco de canales del tipo A, es el bloque estándar para construir la mayoría de los sistemas de comunicación de banda ancha de largo alcance. Se realizan sumas y supresiones en la capacidad total de un sistema con un mínimo de un grupo (12 canales VB)- El banco de canales tipo A, ha progresado únicamente desde el primer banco de canales A1, al banco de canales A6, más reciente.

La figura 3.14 muestra cómo forma un grupo con un banco de canales tipo A. Cada canal de banda de voz tiene una limitación de banda con un filtro tipo "antialiasing", antes de modular la portadora de canales.

El FDM utiliza modulación de banda lateral única con portadora suprimida (SSBSC). La combinación del modulador balanceado y del filtro pasa-banda integra el modulador SSBSC. Un modulador balanceado es un modulador de doble banda lateral con portadora suprimida, y el filtro pasa-banda está sintonizado a la diferencia entre la portadora y las frecuencias de banda de voz de entrada (LSB). El rango ideal

para la frecuencia de entrada para un canal de una sola banda de voz es de 0 a 4 kHz. Las frecuencias de la portadora para los bancos de canales se determinan de la siguiente expresión:

$$F_c = 112 - 4n \text{ kHz.}$$

Donde n es el número del canal. La tabla 3.2 indica las frecuencias de la portadora para los canales del 1 al 12. Por lo tanto, para el canal 1, una banda de frecuencias de 0 a 4 kHz modula una portadora de 108 kHz. Matemáticamente, la salida de un filtro pasabandas de canal es:

$$f_{\text{salida}} = f_c - f_m \text{ a } f_c$$

en donde: f_c es la frecuencia de la portadora de canal (112 - 4n kHz) es el espectro de frecuencias para canales (0 a 4 klíz).

f_m es el espectro de frecuencias para canales (0 a 4 kHz).

las salidas de los 12 demoduladores de canales tipo A, se suman en un conbinador lineal para producir el espectro total de grupos, mostrado en la figura 3.14 (b) (60 a 108 kHz) . donde el ancho de banda del grupo es de 48 kHz (12 canales por 4kHz).

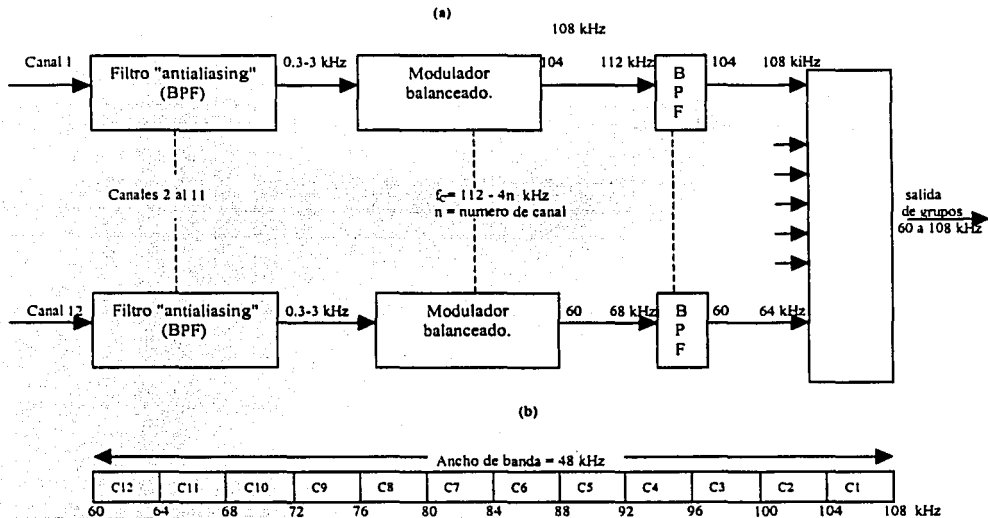


Figura 3.14 Formación de un grupo a) diagrama a bloques de un banco de canales tipo A; b) espectro de salida.

Canal	Frecuencia de la portadora
1	108
2	104
3	100
4	96
5	94
6	92
7	88
8	84
9	80
10	72
11	68
12	64

Tabla 3.2 Frecuencias de portadoras de canal.

La figura 3.15 muestra como se forma un super grupo a base de un banco de grupos y una red combinada. El espectro de frecuencia para cada grupo es de 60 a 108 kHz. Las frecuencias de la portadora de grupo se derivan de la siguiente expresión.

$$F_c = 372 + 48n \text{ kHz.}$$

En donde n es el número de grupo. La tabla 3.3 indica las frecuencias de la portadora para grupos del 1 al 5. Matematicamente, la salida de un filtro pasabandas de canal es:

$$F_{\text{salida}} = f_c - f_g \text{ a } f_c$$

en donde: f_c es la frecuencia de la portadora de grupo (372 + 48n kHz)
 f_g es el espectro de frecuencias de grupo (60 a 108 kHz)

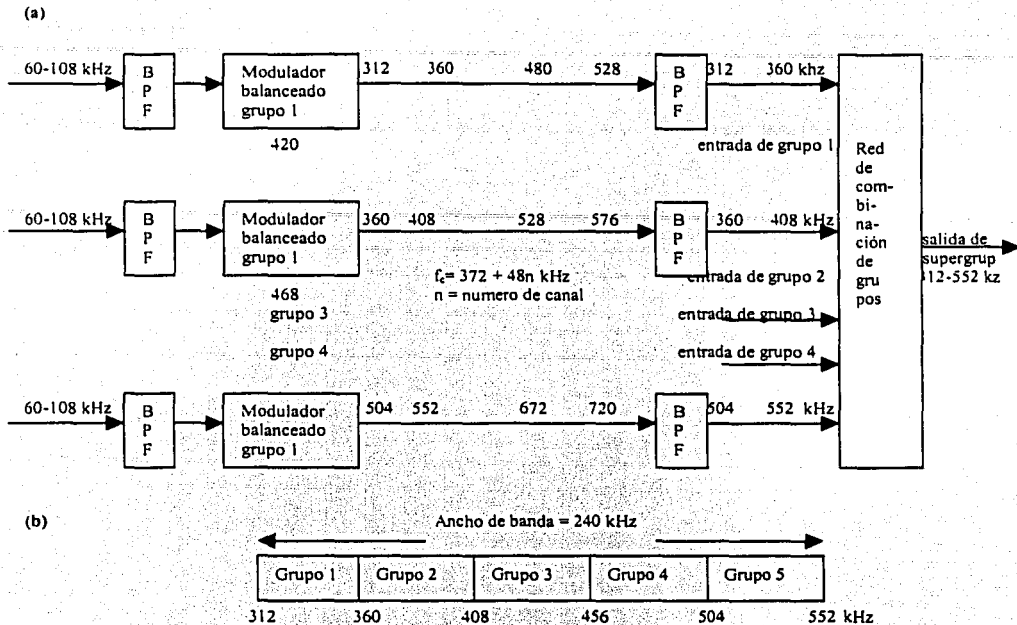


Figura 3.15 Formación de un supergrupo: a) diagrama a bloques de un banco de grupos y red de combinación; b) espectro de salida

Canal	Frecuencia de la portadora
1	420
2	468
3	516
4	564
5	612

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3.3 Frecuencias de portadoras de grupo.

El siguiente nivel más alto en la jerarquía FDM, es la combinación de 5 grupos en un super grupo. La multicanalización de cinco grupos se realiza en un banco de grupos. Un solo supergrupo puede llevar información de 60 canales VB o manejar datos de alta velocidad de hasta 250 kbps. Como se puede ver en la figura 3.16

El siguiente nivel más alto, en la jerarquía FDM, es el grupo maestro básico. Un grupo maestro está formado de 10 supergrupos (10 supergrupos de cinco grupos

cada uno = 600 canales VB). Los supergrupos se combinan en bancos de supergrupos, para formar grupos maestros. Hay dos categorías de grupos maestros (U600 y L600), que ocupan diferentes bandas de frecuencia. El L600 se utiliza para sistemas de microondas y el grupo U600 puede ser multicanalizado aun más y usado para sistemas de radio microondas de mayor capacidad. El tipo de grupo maestro utilizado depende de la capacidad del sistema y si el medio de transmisión es un cable coaxial, un radio de microondas, una fibra óptica o un enlace satelital. En un grupo maestro U600 las frecuencias de la portadora de los 10 supergrupos (diez supergrupos se combinan para formar un grupo maestro) se indican en la tabla 3.4 Para el supergrupo 13, una banda de frecuencias para el supergrupo de 312 a 512 khz modula una frecuencia de la portadora de 1116 kHz. Matematicamente, la salida de un filtro pasabandas de supergrupo es:

$$f_{\text{salida}} = f_c - f_g \text{ a } f_c$$

en donde: f_c es la frecuencia de la portadora de supergrupo

f_g es el espectro de frecuencias de supergrupo (312 a 552 kHz)

Supergrupo	Frecuencias de la portadora (kHz)
13	1116
14	1324
15	1612
16	1860
17	2108
18	2356
D25	2652
D26	2900
D27	3148
D28	3396

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3.4 Frecuencias de portadoras de supergrupo para un grupo maestro U600

Para un grupo maestro L600, los 10 supergrupos también se combinan excepto que las frecuencias de la portadora de supergrupos son mas bajas. La tabla 3.5 indica las frecuencias de portadora de supergrupos, para un grupo maestro L600.

Cabe señalar que entre cualquiera de dos supergrupos adyacentes, hay una banda de frecuencias vacía, que no se incluye dentro de ninguna banda de supergrupo. Estos vacíos se llaman bandas de guarda. Las bandas de guarda son necesarias, porque el proceso de multicanalización se realiza a través de la filtración y, la conversión descendente. Sin las bandas de guarda seria difícil separar un supergrupo del supergrupo adyacente. Las bandas de guarda reducen el factor de calidad (Q), requerido para realizar la filtración necesaria. La banda de guarda es de 8 kHz entre todos los supergrupos, excepto el 18 y D25, en donde es de 56 kHz.

canal	Frecuencias de la portadora
1	612
2	directo
3	1116
4	1364
5	1612
6	1860
7	2108
8	2356
9	2764
10	3100

Tabla 3.5 Frecuencias portadoras de supergrupo para un grupo maestro L600

Los grupos maestro pueden multicanalizarse aún mas en bancos de grupos maestros para formar grupos jumbo, multigrupos jumbo, y supergrupos jumbo. Un canal de radio de microondas, FDM\FM básico, lleva tres grupos maestros (1800 canales VB), mi grupo jumbo tiene 3600 canales VB y un supergrupo jumbo tiene tres grupos jumbo (10,800 canales VB).

3.3.3 SEÑAL DE BANDA COMPUESTA.

La banda base describe la señal de modulación (inteligencia), en un sistema de comunicación. Un solo canal de mensaje es una banda base. Un grupo, supergrupo o grupo maestro, también es una banda base. La señal de banda compuesta es la señal total de inteligencia, antes de la modulación de la portadora final. En la figura 3.16 la salida de un banco de canales es una banda base. Además, la salida de un grupo o banco de supergrupo es una banda base. La salida final del multicanalizador FDM es la banda base compuesta (total). La formación de la señal de banda base compuesta puede incluir bancos de canales, de grupos, de super grupos y grupos maestros dependiendo de la capacidad del sistema.

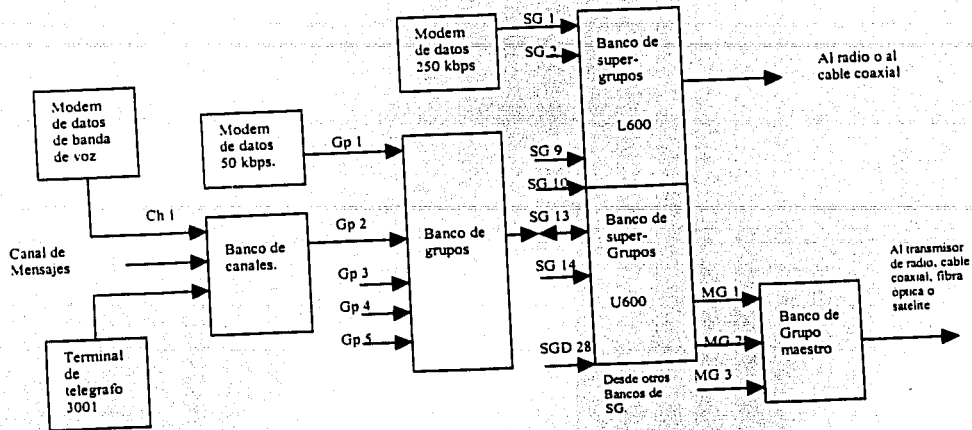


Figura 3.16 Jerarquia FDM de largo alcance de ATT.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4 Tipos de transmisión digital.

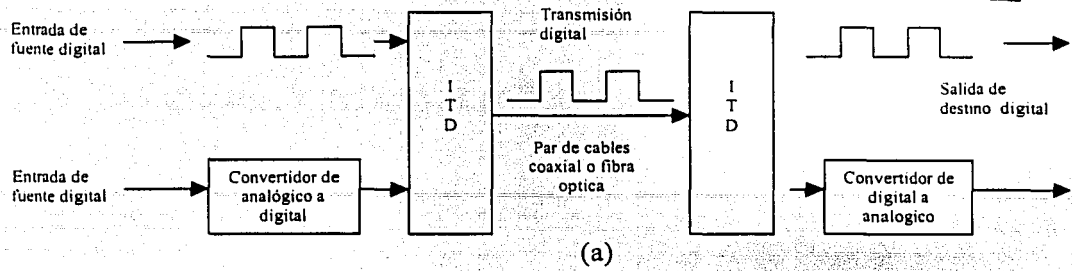
Los sistemas tradicionales de comunicaciones electrónicas que utilizan técnicas de modulación analógica convencional, como la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM) y la modulación en fase (PM), se están reemplazando, poco a poco, con sistemas de comunicaciones digitales, esto a raíz del desarrollo tecnológico que ha experimentado la industria de las comunicaciones electrónicas en los últimos años, y es que los sistemas de comunicación digital ofrecen varias ventajas sobresalientes, respecto a los sistemas analógicos tradicionales: facilidad de procesamiento, facilidad de multicanalización e inmunidad al ruido.

Podemos decir que las comunicaciones electrónicas son: la transmisión, la recepción y el procesamiento de información, con el uso de circuitos electrónicos. Esto es que tenemos 3 secciones principales: una fuente, un destino y un medio de transmisión. La información que podemos definirla como conocimiento o clase de información comunicada o recibida se propaga a través de un sistema de comunicación en la forma de símbolos, que puede ser analógico (proporcional), como la voz humana, información de imagen de video o música, o digital (discreta), como los números binarios codificados, códigos alfanuméricos, símbolos gráficos, códigos operacionales del microprocesador, o información de bases de datos. Sin embargo la información fuente no es apropiada para ser transmitida, en su forma original y se debe convertir a una forma más apropiada, antes de la transmisión. Por ejemplo, con los sistemas de comunicación digital, la información analógica se convierte a forma digital, antes de la transmisión y con los sistemas de comunicación analógica los datos digitales se convierten a señales analógicas antes de la transmisión.

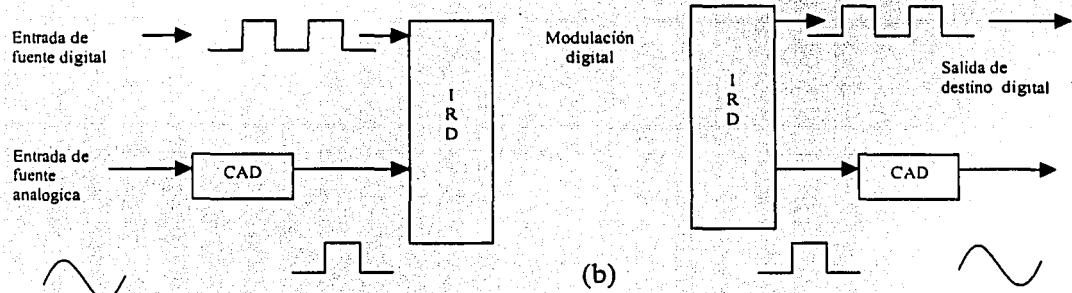
La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación. El radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas, en forma digital, entre dos o más puntos de un sistema de comunicación. Los sistemas de transmisión digital requieren de un elemento físico, entre el transmisor y el receptor, como un par de cables metálicos, un cable coaxial, o cables de fibra óptica. En los sistemas de radio digital, el medio de transmisión es el espacio libre o la atmósfera de la tierra.

La 3.17 muestra el diagrama a bloques simplificado, tanto de un sistema de transmisión digital como un sistema de radio digital. En un sistema de transmisión digital la información de la fuente original puede ser en forma digital o analógica. Si está en forma analógica, tiene que convertirse a pulsos digitales, antes de la transmisión y convertirse de nuevo a la forma analógica, en el extremo de recepción. En un sistema de radio digital, la señal de entrada modulada y la señal de salida demodulada, son pulsos digitales. Los pulsos digitales pueden originarse desde un sistema de transmisión digital, de una fuente digital como una computadora de mainframe, o de la codificación binaria de una señal analógica.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



ITD: interfaz de terminal digital



IRD: interfaz de radio digital

Figura 3.17 Sistema de comunicación digital: a) transmisión digital; b) radio digital.

El radio digital utiliza portadoras analógicas, al igual que los sistemas convencionales. En esencia hay tres técnicas de modulación digital que se suelen utilizar en sistemas de radio digital: transmisión (modulación) por desplazamiento de frecuencia (FSK), transmisión (modulación) por desplazamiento de fase (PSK) y modulación de amplitud en cuadratura. A continuación se explicaran los dos primeros.

3.4.1 Transmisión por desplazamiento de frecuencia.

La transmisión por desplazamiento de frecuencia (FSK), es una forma, en alguna medida simple, de modulación digital de bajo rendimiento. El FSK binario es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional, excepto que la señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía, entre dos niveles de voltaje discreto, en lugar de una forma de onda analógica que cambia de manera continua. La expresión general para una señal FSK binaria es:

$$V(t) = V_c \left[\cos(\omega_c t + v_m(t) \Delta\omega/2) \right]$$

Donde:

- $v(t)$ = forma de onda FSK binaria
- V_c = amplitud pico de la portadora no modulada
- ω_c = frecuencia de la portadora en radianes
- $v_m(t)$ = señal modulante digital binaria
- $\Delta\omega$ = cambio en frecuencia de salida en radianes

de la ecuación 4.1 puede verse que, con el FSK binario, la amplitud de la portadora V_c se mantiene constante con la modulación. Sin embargo, la frecuencia en radianes de la portadora de salida (ω_c) cambia por una cantidad igual a $\pm\Delta\omega/2$. El cambio de frecuencia ($\pm\Delta\omega/2$) es proporcional a la amplitud y polaridad de la señal de entrada binaria. Por ejemplo, un uno binario podría ser +1 volt y un cero binario -1 volt produciendo cambios de frecuencia de $\pm A_v/2$. Además, la rapidez a la que cambia la frecuencia de la portadora es igual a la rapidez de cambio de la señal de entrada binaria $v_m(t)$ (o sea, la razón de bit de entrada). Por tanto, la frecuencia de la portadora salida se desvía (cambia), entre $\omega_c + \Delta\omega/2$ a $\omega_c - \Delta\omega/2$ a una velocidad igual a f_b ,

Transmisor de FSK.

Con el FSK binario, la frecuencia central o de portadora se desplaza (se desvía), por los datos de la entrada binaria. En consecuencia, la salida de un modulador de FSK binario, es una función escalon en el dominio del tiempo. Conforme cambia la señal de entrada binaria de 0 lógico a 1 lógico, y viceversa, la salida del FSK se desplaza entre dos frecuencias: una frecuencia de marca o de 1 lógico y una frecuencia de espacio de 0 lógico.

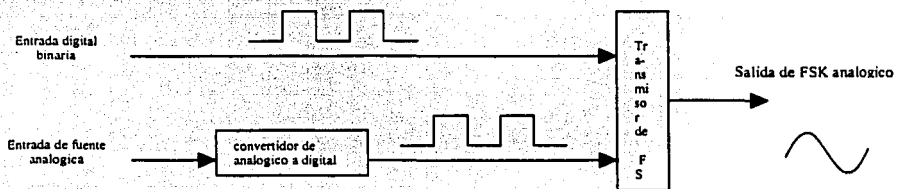


Figura 3.18 Transmisor de FSK binario.

Con el FSK binario, hay un cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la señal de entrada binaria cambia. Así la razón de salida del cambio es igual a la razón de entrada del cambio. En la modulación digital, la razón (rapidez) de cambio en la entrada del modulador se llama razón de bit y tiene las unidades de bits por segundo (bps). La rapidez (razón) de cambio en la salida del modulador se llama baudio o razón de baudio y es igual al recíproco del tiempo de un elemento de señalización de salida. En esencia, el baudio es la razón de línea en símbolos por segundo. En el FSK binario, las razones de cambio de entrada y salida son iguales; en consecuencia la razón de bit y la razón de baudio son iguales. Un transmisor de FSK sencillo se muestra en la figura 3.18

Como en todos los sistemas de comunicación electrónica, el ancho de banda es una de las consideraciones principales para diseñar un transmisor de FSK binario. El FSK es similar a la modulación en frecuencia convencional.

La figura 3.19 muestra un modulador de FSK binario. Los moduladores de FSK son muy similares a los moduladores de FM convencionales y, a menudo son osciladores de voltaje controlado (VCO). El más rápido cambio de entrada ocurre, cuando la entrada binaria es una serie de unos y ceros alternativos: es decir una onda cuadrada. En consecuencia si se considera solo la frecuencia fundamental de entrada, la frecuencia modulante más afita es igual a la mitad de la razón de bit de entrada.

La frecuencia de reposo del VCO se selecciona de tal forma que, cae a medio camino, entre las secuencias de marca y espacio. una condición de 1 lógico, en la entrada, cambia el VCO de su frecuencia de reposo a la frecuencia de marca; una condición de 0 lógico, en la entrada, cambia el VCO de su frecuencia de reposo a la frecuencia de espacio. en consecuencia, conforme la señal binaria de entrada cambia de 1 lógico a 0 lógico, y viceversa, la frecuencia de salida del VCO se desplaza a o se desvía, de un lado a otro, entre las frecuencias de marca y espacio. debido a que el FSK binario es una forma de modulación en frecuencia, la fórmula para el índice de modulación utilizado en FM, también es válido para 1 FSK binario. El índice de modulación se da como

$$MI = \Delta M / f_a$$

Donde: MI = índice de modulación (sin unidades)

Δf = desviación de frecuencia (Hz)

f_a = frecuencia modulante (Hz)

el peor caso de índice de modulación es el que da el ancho de banda de salida más amplio, llamado relación de desviación. El peor caso, o ancho de banda más amplio, ocurre cuando tanto la desviación de frecuencia y la frecuencia modulante están en sus valores máximos.

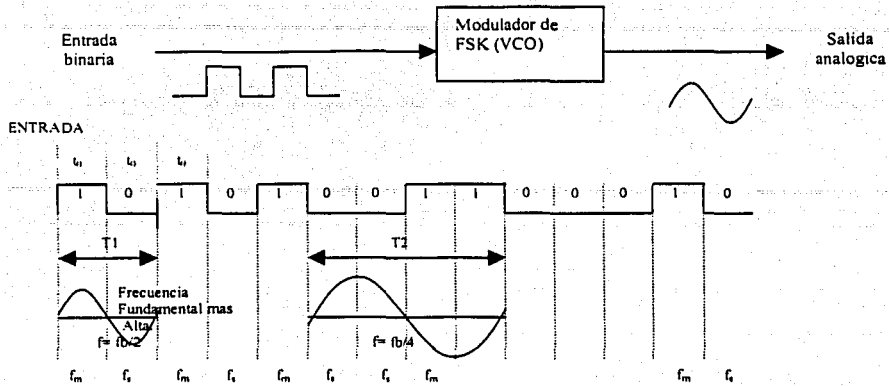


Figura 3.19 Modulador de FSK. t_b tiempo de bit = $1/f_b$; frecuencia de marca = f_m ; frecuencia de espacio = f_s ; T_1 periodo del ciclo mas corto; $1/T_1$ frecuencia fundamental de onda cuadrada; f_b tasa de bits de entrada (bps).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En un modulador de FSK binario, Δf es la desviación de frecuencia pico de la portadora y es igual a la diferencia entre la frecuencia de reposo y la frecuencia de marca o espacio (o la mitad de la diferencia entre las frecuencias de marca y espacio). la desviación de frecuencia pico depende de la amplitud de la señal modulante. En una señal digital binaria, todos los unos lógicos tienen el mismo voltaje y todos los ceros lógicos tienen el mismo voltaje; en consecuencia la desviación de frecuencia es constante y siempre en su valor máximo. f_a es igual a la frecuencia fundamental de entrada binaria a que bajo la condición del peor caso (unos y ceros alternos) es igual a la mitad de la razón de bit (f_b). En consecuencia, para el FSK binario,

$$MI = (|f_m - f_s|) / (f_b / 2) = (|f_m - f_s|) / f_b$$

Donde: $(|f_m - f_s|) / 2$ = desviación de frecuencia

f_b = razón de bit de entrada.

$f_b / 2$ = frecuencia fundamental de la señal de entrada binaria.

Con la FM convencional de banda angosta, el ancho de banda es una función del índice de modulación. Por lo tanto, en un FSK binario el índice de modulación se mantiene bajo 1.0 produciendo así un espectro de salida de FM de banda relativamente angosta. El mínimo ancho de banda necesario para propagar una señal se llama mínimo ancho de banda de Nyquist (N). Cuando se utiliza la modulación y se genera un espectro de salida de doble lado (doble banda), el mínimo ancho de banda se llama mínimo ancho de banda de Nyquist de doble lado o el mínimo ancho de banda de IF.

Debido a que el FSK binario es una forma de modulación en frecuencia, de banda angosta, el mínimo ancho de banda depende del índice de modulación. Para un índice de modulación entre 0.5 y 1 se generan dos o tres conjuntos de frecuencias laterales significativas. Por tanto, el mínimo ancho de banda es dos o tres veces la razón de bit de entrada.

Receptor de FSK.

El circuito más utilizado para demodular las señales de FSK binarias es el circuito de fase cerrada (PLL), que se muestra en forma de diagrama a bloques en la figura 3.22 un demodulador de FSK-PLL funciona en forma muy similar a uno de FM-PLL. Conforme cambia la entrada de PLL entre las frecuencias de marca y espacio, el voltaje de error de cd a la salida del comparador de fase sigue el desplazamiento de frecuencia. Debido a que sólo hay dos frecuencias de entrada (marca y espacio), también hay solo dos voltajes de error de salida. Uno representa un 1 lógico y el otro un 0 lógico. Entonces, la salida es una representación de dos niveles (binaria) de la entrada de FSK. Por lo regular la frecuencia natural del PLL se

hace igual a la frecuencia central del modulador de FSK. Como resultado, los cambios en el voltaje de error cd, siguen a los cambios en la frecuencia de entrada analógica y son simétricos alrededor de 0 V.

El FSK binario tiene un rendimiento de error mas malo que PSK o QAM y, en consecuencia, rara vez se utiliza para sistemas de radio digital de alto rendimiento. Su uso se limita a bajo rendimiento, bajo costo, módems de datos asincronos, que se utilizan para comunicaciones de datos sobre líneas telefonicas de banda de voz banda de voz analógicas.

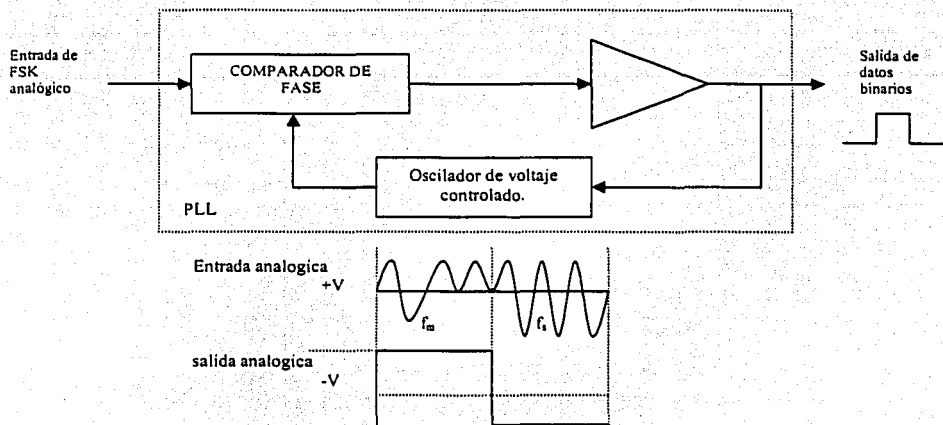


Figura 3.20 Demodulador de FSK-PLL.

Transmisión de desplazamiento mínimo del FSK

La transmisión de desplazamiento mínimo del FSK (MSK), es una forma de transmitir desplazando la frecuencia de fase continua (CPFSK). En esencia, el MSK es un FSK binario, excepto que las frecuencias de marca y espacio están sincronizadas (esto es, que hay una relación precisa de tiempo entre los dos; no quiere decir que sean iguales) con la razón de bit de entrada binario. Con MSK, las frecuencias de marca y espacio están seleccionadas de tal forma que están separadas de la frecuencia central, por exactamente, un múltiplo impar de la mitad de la razón de bit [f_m y $f_b = n(f_b / 2)$, donde $n =$ a cualquier entero impar]. Esto asegura que haya una transición de fase fluida, en la señal de salida analógica, cuando cambia de una frecuencia de marca a una de frecuencia de espacio o viceversa. La figura 3.21 muestra una forma de onda FSK no continua. Puede verse cuando la entrada cambia de 1 lógico a 0 lógico, y viceversa, hay una discontinuidad abrupta de fase en la

seguir el desplazamiento de frecuencia; por consiguiente, puede ocurrir cualquier error.

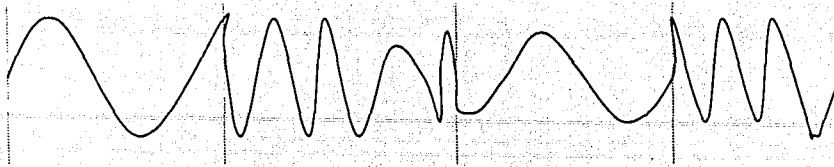


Figura 3.21 Forma de onda de FSK no continua.

La figura 3.22 muestra una forma de onda de MSK de fase continua. Observe que cuando cambia la frecuencia de salida, es una transición continua fluida. En consecuencia, no hay discontinuidad en la fase. El MSK tiene un mejor rendimiento de error de bit, que un FSK binario convencional, para una relación señal a ruido determinada. La desventaja de MSK es que requiere de circuitos de sincronización y, por consiguiente, es más costoso de implantar.

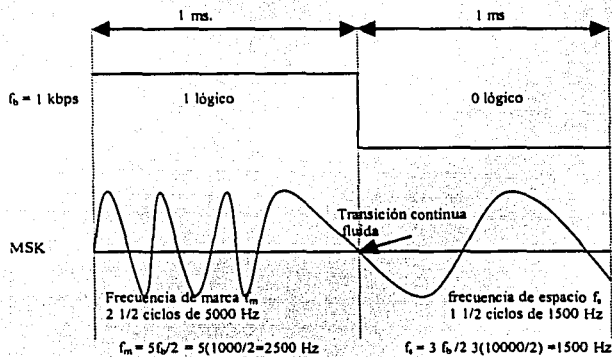


Figura 3.22 Forma de onda de MSK de fase continua.

3. 4.2 Transmisión por desplazamiento de fase.

Transmitir por desplazamiento fase (PSK) es otra forma de modulación angular, modulación digital de amplitud constante. El PSK es similar a la modulación en fase convencional, excepto que con PSK la señal de entrada es una señal digital binaria y son posibles un numero limitado de fases de salida.

Con la transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK) son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia de portadora ("binario" significa "2 elementos"). Una fase de salida representa un 1 lógico y la otra un 0 lógico. Conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos angulos que estan 180º fuera de fase. Al BPSK también se le conoce como transmisión inversa de fase (PRK) y modulación bifasica. El BPSK es una forma de modulación de onda cuadrada de portadora suprimida de una señal de onda continua (CW).

Transmisor de BPSK.

La figura 3.23 muestra un diagrama a bloques simplificado de un modulador de BPSK. El modulador balanceado actúa como un conmutador para invertir la fase. Dependiendo de la condición lógica de la entrada digital, la portadora se transfiere a la salida ya sea en fase o 180º fuera de fase, con el oscilador de la portadora de referencia.

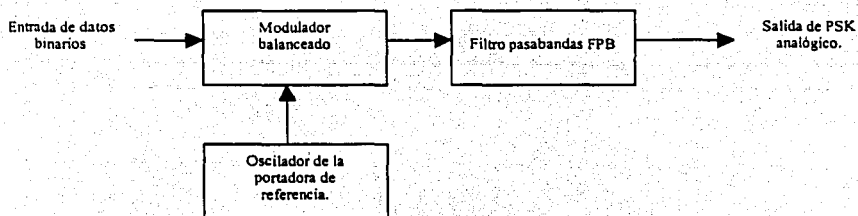


Figura 3.23 Modulador de BPSK.

La figura 3.24 muestra la tabla de verdad, diagrama fasorial y el diagrama de constelación para un demodulador de BPSK. Un diagrama de constelación que, a veces, se denomina diagrama de espacio de estado de señal, es similar a un diagrama fasorial, excepto que el fasor completo no esta dibujado. En un diagrama de constelación, sólo se muestran los posiciones relativas de los picos de los fasores.

Entrada binaria	Fase de salida
0 lógico	180°
1 lógico	0°

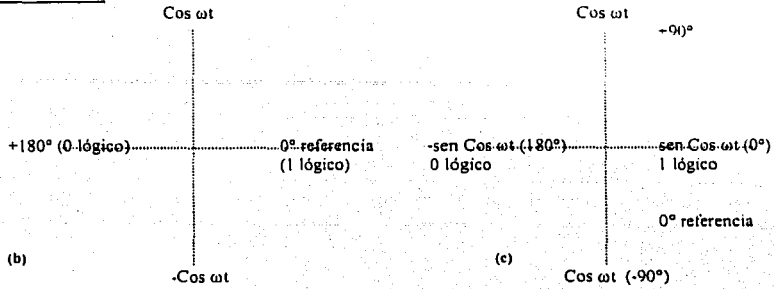


Figura 3.24 Modulador de BPSK; a) tabla de verdad; b)diagrama fasorial; c) diagrama de constelación.

Ancho de banda del BPSK.

Un modulador balanceado es un modulador de producto de las dos seriales de entrada. En un modulador de BPSK, la señal de entrada de la portadora se multiplica por los datos binarios. Si +1 V se asigna a un 1 lógico y - 1 V se asigna un 0 lógico, la portadora de entrada ($\text{sen } \omega_c t$) se multiplica, ya sea por +, o por - 1. Entonces, la señal de salida es $+1 \text{ sen } \omega_c t$ o $-1 \text{ sen } \omega_c t$, la primera, representa una señal que esta en fase, con el oscilador de referencia; la segunda, una señal que esta 180° fuera de fase, con el oscilador de referencia. Cada vez que cambia la condición de lógica de entrada, cambia la fase de salida. En consecuencia, para BPSK, la razón de cambio de salida (baudio), es igual a la razón de cambio de entrada (bps), y el ancho de banda de salida, mas amplio, ocurre cuando los datos binarios de entrada son una secuencia alternativa 1 /0. La frecuencia fundamental (f_a) de una secuencia alternativa de bits 1 /0 es igual a la mitad de la razón de bit ($f_b/2$). Matemáticamente, la fase de salida de un modulador de BPSK es:

$$\text{Salida} = \underbrace{\text{sen } \omega_c t}_{\substack{\text{Frecuencia de señal} \\ \text{Modulante binaria}}} \times \underbrace{\text{sen } \omega_c t}_{\substack{\text{portadora no} \\ \text{modulada}}}$$

En consecuencia el mínimo ancho de banda de Nyquist de doble lado (f_N) es:

$$\begin{matrix} \omega_c + \omega_a & & \omega_c + \omega_a \\ -(\omega_c + \omega_a) & 0 & -\omega_c + \omega_a \end{matrix}$$

y porque $f_A = f_b/2$

$$f_N = 2(f_b/2) = f_b$$

La figura 3.25 muestra la fase de salida contra la relación de tiempo para una forma de onda BPSK. El espectro de salida de un modulador de BPSK es, solo una señal de doble banda lateral con la portadora suprimida, donde las frecuencias laterales superiores e inferiores están separadas de la frecuencia de la portadora por un valor igual a la mitad de la razón de bit. En consecuencia, el mínimo ancho de banda (f_N) requerido, para permitir el peor caso de la señal de salida del BPSK es igual a la razón de bit de entrada.

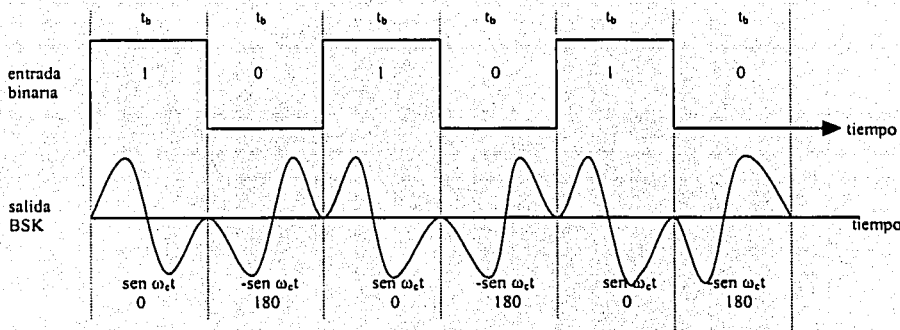


Figura 3.25 Relación de la fase de salida contra el tiempo para un modulador BPSK.

La figura 3.26 muestra el diagrama a bloques de un receptor de BPSK. La señal de entrada puede ser $+1 \text{ sen } \omega_c t$ o $-1 \text{ sen } \omega_c t$. El circuito de recuperación de portadora coherente detecta y regenera una señal de portadora que es coherente, tanto en frecuencia como en fase, con la portadora del transmisor original. El modulador balanceado es un detector de producto; la salida es el producto de las dos entradas (la señal de BPSK y la portadora recuperada). El filtro pasa bajas (LPF) separa los datos binarios recuperados de la señal demodulada compleja. Matemáticamente el proceso de demodulación es como sigue:

Para una señal de entrada de BPSK de $+1 \text{ sen } \omega_c t$ (1 lógico), la salida del demodulador balanceado es:

$$\text{Salida} = (\text{sen } \omega_c t) (\text{sen } \omega_c t) = \text{sen}^2 \omega_c t$$

o

$$\text{sen}^2 \omega_c t = 1/2(1 - \cos^2 \omega_c t) = -1/2 + 1/2\cos 2\omega_c t$$

(al filtrarlo)

dejando

$$\text{salida} = + 1/2 V = 1 \text{ lógico}$$

puede verse que la salida del demodulador balanceado contiene un voltaje positivo (+1/2V) y una onda coseno al doble de la frecuencia de la portadora ($2\omega_c$). El LPF tiene una frecuencia de punto de corte mucho mas baja que $2(\omega_c)$, y en consecuencia bloquea la segunda armonica de la portadora y pasas solo la componente constante positiva. Un voltaje positivo representa un 1 lógico demodulado. Para una señal de entrada de BPSK de $-\text{sen} \omega_c t$ (0 lógico), la salida del demodulador balanceado es

$$\text{Salida} = (-\text{sen} \omega_c t) (\text{sen} \omega_c t) = -\text{sen}^2 \omega_c t$$

o

$$-\text{sen}^2 \omega_c t = -1/2(1 - \cos 2\omega_c t) = -1/2 + 1/2\cos 2\omega_c t$$

dejando

$$\text{salida} = -1/2 V = 0 \text{ lógico}$$

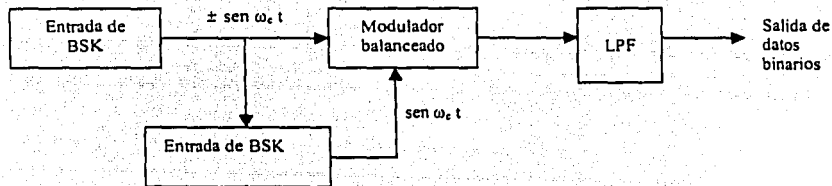


Figura 3.26 Receptor de BPSK.

La salida del demodulador balanceado contiene un voltaje negativo (-1/2 V) y una onda coseno al doble de la frecuencia de la portadora ($2\omega_c$). De nuevo, el LPF bloquea la segunda armonica de la portadora y pasa solamente la componente constante negativa. Un voltaje negativo representa un 0 lógico demodulado.

3.5 Compresión.

Compansión es el proceso de comprimir, y despues expandir. Con los sistemas compandidos, las señales analógicas de amplitud mas alta se comprimen (amplificadas menos que las señales de amplitud menor), antes de su transmisión, despues expandiendose (amplificadas mas que las señales de amplitud mas pequeñas) en el receptor.

La figura 3.27 muestra el proceso de compansión. Una señal de entrada con un rango dinámico de 120 dB se comprime a 60 dB para transmisión, despues se expande a 120 dB en el receptor. Con un PCM, la compansión se puede lograr por medio de técnicas analógicas o digitales. Los primeros sistemas PCM utilizaban compansión analógica, mientras que los sistemas mas modernos utilizan compansión digital, de las cuales se explicaran a continuación.

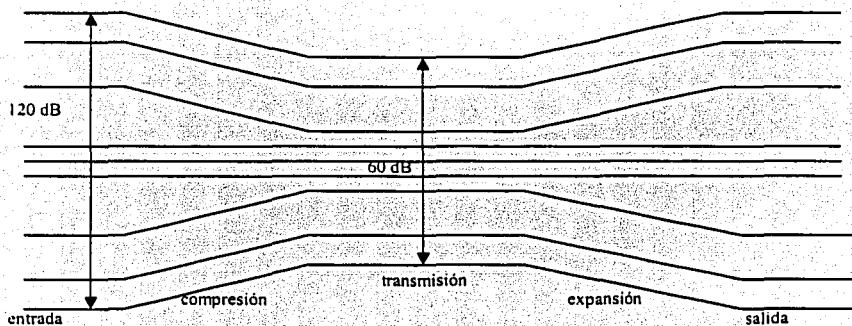


Figura 3.27 Procedimiento de compansión básico.

Compansión analógica.

La compansión analógica se implanto usando, especialmente diseñados, insertados en el camino de la señal analógica en el transmisor PCM, antes del circuito de muestreo y retención. La expansión analógica tambien se implanta con diodos colocados justo despues del filtro pasa-bajas de recepción. La figura 3.28 muestra el proceso básico de compansión analógico. En el transmisor, la señal analógica es comprimida, muestreada y despues convertida a un código PCM lineal. En el receptor, el código PCM es convertido a una señal PAM, filtrado, despues expandido nuevamente a sus características de amplitud de entrada originales.

Diferentes distribuciones de señal requieren de diferentes características de compansión. Por ejemplo, las señales de voz requieren de un rendimiento SQR, relativamente constante, sobre un amplio rango dinámico, lo cual significa que la distorsión debe ser proporcional a la amplitud de la señal para cualquier nivel de

señal de entrada. Esto requiere una razón de compresión logarítmica. Un verdadero código de asignación logarítmica requiere de un rango dinámico infinito y un número infinito de códigos PCM, lo cual es imposible. Hay dos métodos de compresión analógica actualmente usándose que, de manera cercana se aproxima a una función logarítmica y que frecuentemente, se llama códigos log-PCM. Son compresión de la ley- μ y ley-A.

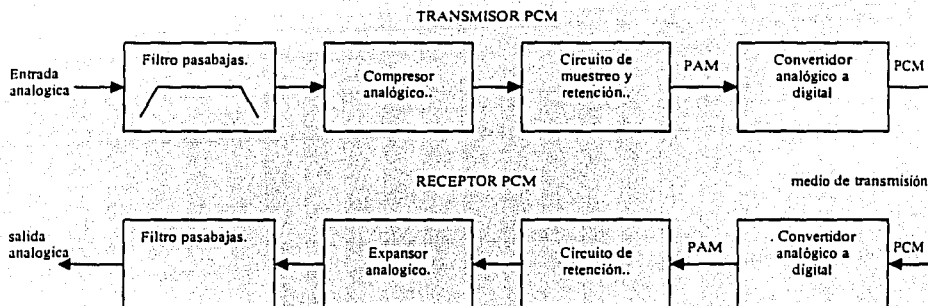


Figura 3.28 sistema PCM con compresión analógica.

Compresión de la ley- μ .

En Estados Unidos y Japon, se usa la compresión de ley- μ . La característica de compresión para la ley μ es:

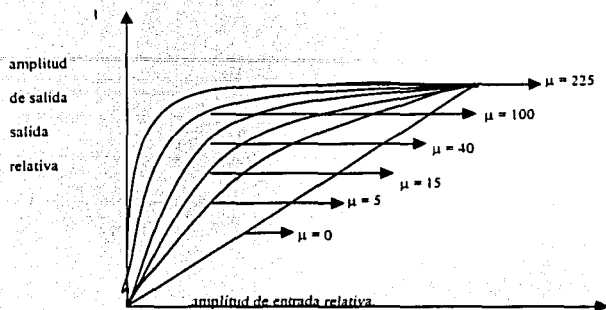
$$V_{\text{salida}} = (V_{\text{maximo}} \times (\ln(1 + \mu V_{\text{entrada}} / V_{\text{maximo}})) / (\ln(1 + \mu)))$$

Donde: V_{maximo} = máxima amplitud de entrada analógica.
 V_{entrada} = amplitud de la señal de entrada en un instante particular del tiempo
 μ = parámetro usado para definir la cantidad de compresión.
 V_{salida} = amplitud de salida comprimida.

La figura 3.29 muestra la compresión para varios valores de μ . Observe que entre mas alta sea la μ , hay mas compresión, además, observe que para una $\mu=0$ la curva es lineal (sin compresión).

El parámetro μ determina el rango de la potencia de la señal en el cual el SQR es relativamente constante. La transmisión de voz requiere un mínimo de rango dinámico de 40 dB y un código PCM de 7 bits. Para un SQR relativamente

constante y un rango dinámico de 40 dB, se requiere $\mu = 100$ o más. Los primeros sistemas de transmisión digital de Bell System usaban un código PCM de 7 bits con $\mu = 100$. Los sistemas de transmisiones digitales más recientes utilizan códigos PCM de 8 bits y $\mu = 225$.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.29 Características de compresión de la ley μ .

Compansión de la ley A.

En Europa la CCITT ha establecido la compansión de la ley A para usarse y aproximarse al compansor logaritmico verdadero. Para un rango dinámico intencionado, la compansión de ley A tiene un SQR ligeramente más plana que la ley- μ . La compansión de la ley A sin embargo, es inferior a la ley- μ en términos de calidad de señal pequeña (ruido de canal inactivo). La característica de compresión para compansión de la ley A es:

$$V_{\text{salida}} = V_{\text{maximo}} \left(\frac{A V_{\text{entrada}}}{V_{\text{maximo}}} \right) / (1 + \ln A) \quad 0 < (V_{\text{entrada}} / V_{\text{maximo}}) < 1/A$$

$$= V_{\text{maximo}} \left((1 + \ln(A V_{\text{entrada}} / V_{\text{maximo}})) / (1 + \ln A) \right) \quad 1/A < (V_{\text{entrada}} / V_{\text{maximo}}) < 1$$

Compansión digital.

La compansión digital involucra la compresión por el lado de la transmisión, después de que la muestra de entrada ha sido convertida a un código PCM lineal; y la expansión en el lado de recepción, antes de la decodificación PCM. La figura 3.30 muestra el diagrama a bloques de un sistema PCM compansado de manera digital. Con la compansión digital, la señal analógica primero se muestrea y se convierte a un código lineal, después el código lineal se comprime de manera digital. Por el lado de recepción, se comprime el código PCM recibido, se expande y después se

decodifica. los sistemas PCM comprimidos de manera digital, mas recientes, utilizan un código lineal de 12 bits y un código comprimido de 8 bits. Este proceso de compansión se asemeja a una curva de compresión analogica $\mu = 255$, aproximando la curva con un conjunto de 8 segmentos de linea recta (segmentos 0 a 7). La pendiente de cada segmento sucesivo es exactamente la mitad que el segmento previo.

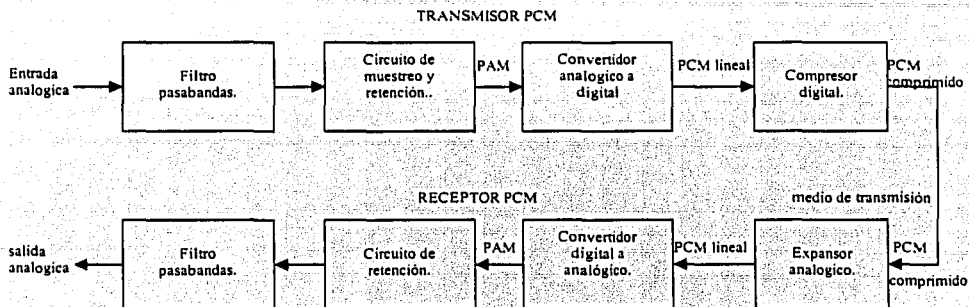
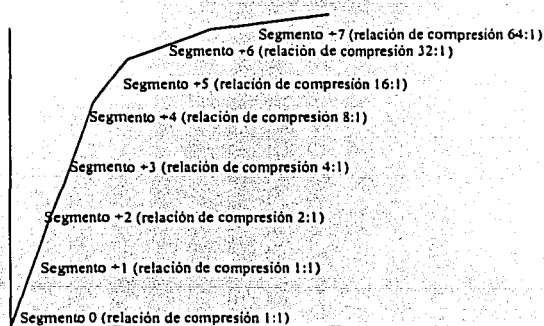


Figura 3.30 Sistema PCM compandido digitalmente.

La figura 3.31 muestra la curva de compresión digital, de 12 a 8 bits solo para los valores positivos. La curva para los valores negativos es identica, excepto a la inversa. Aunque hay 16 segmentos (8 positivos y 8 negativos) este esquema frecuentemente se llama compresión a 13 segmentos. Estos se debe a que la curva para los segmentos +0, +1, -0 y -1 es una linea recta con una pendiente constante y frecuentemente se considera como un segmento.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.31 Características de compresión $\mu 255$ (solo valores positivos).

El algoritmo de compansión digital para un código comprimido de 12 bits lineal a 8 bits, es en realidad muy sencillo. El código comprimido de 8 bits se compone de un bit de signo, un identificador de segmento de 3 bits y un código de magnitud de 15 bits que identifica al intervalo de cuantización dentro del segmento especificado como se muestra en la figura 3.32 (a).

En la tabla de decodificación $\mu 255$ mostrada en la figura 3.32 (b), las posiciones del bit designadas con un X son truncadas, durante la compresión y son consecuentemente perdidos. Los bits designados A, B, C y D se transmiten como estan. El bit de signo (s), tambien se transmite como esta. Observese que para los segmentos 0 y 1, los 12 bits originales se duplican exactamente a la salida del decodificador (3.31 (c) mientras que para el segmento 7, solo los 6 bits mas significativos se recuperan. Con 11 bits de magnitud, hay 2048 códigos en el segmento 0 y en el segmento 1. En el segmento 2 hay 32 códigos; el segmento 3 tiene el doble de la cantidad de códigos que el segmento 2, hay 32 códigos; el segmento 3 tiene 64. Cada segmento sucesivo, comenzando con el segmento 3, tiene el doble de la cantidad que el segmento anterior. En cada uno de los ocho segmentos, solo se pueden recuperar 16 códigos de 12 bits. Por lo que, en los segmentos 0 y 1 no hay compresión de 2:1 (32 códigos de transmisión posible y 16 códigos recuperados). En el segmento 3, hay una razón de compresión de 4:1 (64 códigos posibles de transmisión posibles y 16 códigos recuperados posibles). La razón de compresión se duplica con cada segmento sucesivo. La razón de compresión en el segmento 7 es $1024/16$ o $64:1$.

El proceso de compresión es de la siguiente manera. La señal analógica es muestreada y se convierte a un código de magnitud de signo de 12 bits. El bit de signo se transfiere directamente al código de 8 bits. El segmento se detmrina contando el número de ceros principales, en la porción de magnitud de 11 bits del código, comenzando con el MSB. Reste el número de ceros principales (no exceder 7). El resultado es el número de segmento, el cual se convierte a un número binario de 3 bits y se sustituye en el código de 8 bits como el identificador del segmento. Los 4 bits de magnitud (A, B, C, D) son el intervalo de cuantización y se sustituyen en los 4 bits menos significativos del código comprimido de 8 bits.

En esencia, los segmentos 2 a 7 se subdividen en subsegmentos mas pequeños. Cada subsegmento, los cuales corresponden a las 16 condiciones posibles para los bits A, B, C y D (0000-1111). En el segmento 2 hay dos códigos por subsegmento. En el segmento 3 hay 4. El número de códigos por subsegmento se duplica con cada segmento subsecuente. Consecuentemente, en el segmento 7, cada subsegmento tiene 64 códigos.

Bit de signo	Identificador de segmento de 3 bits.	Intervalo de cuantización de 4 bits.
1 = +		A B C D
0 = -	000 = 111	0000 = 1111

(a)

segmento	Codigo lineal de 12 bits	Codigo comprimido de 8 bits	Codigo comprimido de 8 bits	Codigo recuperado de 12 bits	Segmento
0	S0000000ABCD	S000ABCD	S000ABCD	S0000000ABCD	0
1	S0000001ABCD	S001ABCD	S001ABCD	S0000001ABCD	1
2	S000001ABCDXX	S010ABCD	S010ABCD	S000001ABCD1	2
3	S00001ABCDXX	S011ABCD	S011ABCD	S00001ABCD10	3
4	S0001ABCDXXX	S100ABCD	S100ABCD	S0001ABCD100	4
5	S001ABCDXXXX	S101ABCD	S101ABCD	S001ABCD1000	5
6	S01ABCDXXXXX	S110ABCD	S110ABCD	S01ABCD10000	6
7	S1ABCDXXXXXX	S111ABCD	S111ABCD	S1ABCD100000	7

(b)

(c)

Figura 3.32 Compansión digital de 12 digitos a 8 bits: a) formato de código comprimido $\mu 255$ de 8 bits; b) tabla de codificación $\mu 255$; c) tabla de decodificación $\mu 255$.

Aunque existen varias maneras en las que la compresión de 12 bits a 8 bits y la expansión de 8 a 12 bits se puede lograr con hardware, el método mas sencillo y economico es con una tabla de consulta en ROM (memoria de solo lectura).

Esencialmente cada función realizada por un codificador y decodificador PCM se logra ahora con un solo chip de circuito integrado llamado codec descrito anteriormente.

CAPITULO 4

LA RED DIGITAL (RDSI).

4.1 SEÑALIZACIÓN EN LA RDSI.

La RDSI tiene dos áreas separadas de señalización como se muestra en la figura 4.1.

- La señalización usuario-red en el canal D. En este caso se utiliza el protocolo de señalización DSS1, sistema de señalización de abonado # 1.
- La señalización entre nodos centrales dentro de la RDSI que utiliza el protocolo de señalización SSCC N° 7 (sistema de señalización por canal común N° 7) del CCITT; más concretamente, la parte de usuario PUSI (parte de usuario de servicios integrados).

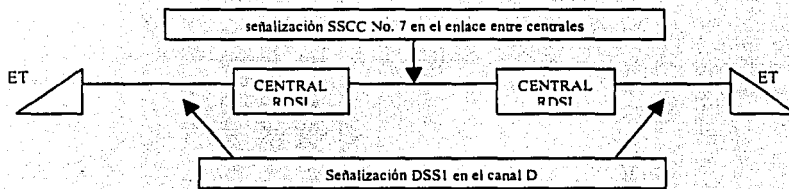


Figura 4.1 Señalización usuario-red.

El protocolo DSS1 se muestra en la figura 4.2, su estructura está basada en los niveles 1 a 3 del modelo OSI.

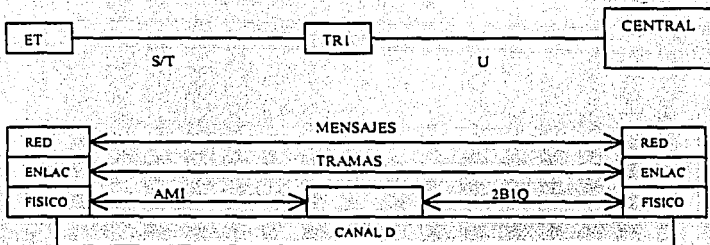


Figura 4.2 Protocolo de señalización del canal D

Dentro del nivel 1 (físico) de un acceso básico tenemos una línea de usuario a 2 hilos terminada en un terminal de red (TR1) con 1 a 8 equipos terminales (ET) multiplexados en configuración punto-multipunto.

La estructura de la trama es:

- La trama consta de 48 bits que se repiten cada 250 μ s.
- La velocidad de transmisión binaria es de 192 kbps.
- El canal D está formado por 4 bits en cada trama, distribuidos en los canales B.
- Los bits del canal D recibidos por el TR1 se devuelven hacia atrás por el bit E (eco), para el control de colisiones.

Para un acceso primario tenemos un enlace con 32 canales, normalmente hacia una PABX RDSI (ISPBX) que hace las funciones de TR1 Y TR2.

- La trama está compuesta de 32 canales de 64 kbps de los cuales 30 corresponden a canales B, 1 a D y 1 a sincronización.
- La velocidad binaria es de 2.048 Mbps.
- La señalización por canal D sigue el mismo protocolo que en el acceso básico, aunque la velocidad es mayor.

Dentro del nivel 2 (enlace) el protocolo para RDSI se llama LAPD, procedimiento de acceso a enlace para el canal D (link access procedure D channel). Está basado en el protocolo del nivel 2 de X.25. los mensajes de señalización se elaboran en el nivel 3. Las funciones de nivel 2 añaden a los mensajes procedentes del nivel 3 una dirección, una parte de control y una suma de verificación. Para delimitar el comienzo y el fin de la trama se utiliza una bandera con la secuencia 01111110. La trama de nivel 2 se envía bit a bit por los bits D de la trama de nivel 1. Lo anterior se muestra en la figura 4.3.

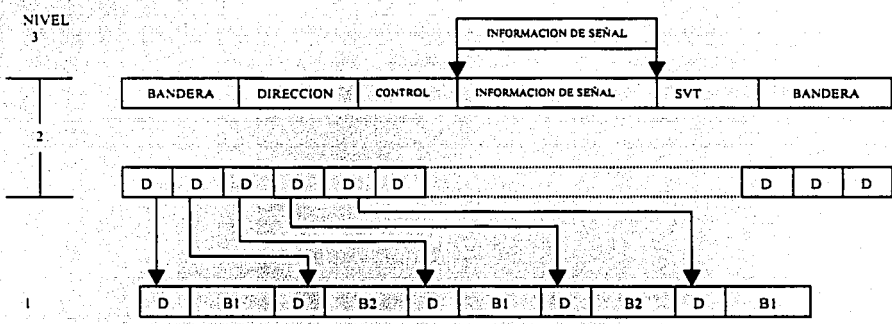


Figura 4. Protocolo LAPD.

El campo de dirección de una trama LAPD consta de 2 octetos, que define la dirección a la que va destinada dicha trama.

- SAPI. Identificador de punto de acceso al servicio. Este identifica el tipo de servicio deseado por el terminal A. Los valores de SAPI pueden ser:
 - 0 Procedimiento de control de llamada (señalización).
 - 1 Reservado.
 - 16 Procedimiento de comunicación de paquetes.
 - 63 Procedimientos de gestión de nivel 2.

- TEI. Identificador de terminal de punto final. Este identifica el terminal. Los valores de TEI pueden ser:
 - 0 Conexión de enlace de datos punto a punto.
 - 1-63 Asignación de TEI no automática.
 - 64-126 Asignación automática de TEI.
 - 127 Difusión a todos los terminales del bus pasivo.

Además

- En el acceso básico el valor de TEI se utiliza para identificar los terminales en el bus.
- Todos los terminales del mismo bus pasivo deben tener distinto número de TEI.
- Cuando un terminal envía un mensaje por el canal D, el valor de SAPI indica el tipo de servicio.
- El valor de TEI le indica a la red la identidad del terminal.
- Cuando se envía una llamada al acceso básico no se conoce el número de TEI. En este caso se utiliza el valor general de TEI = 127 para difundirlo a todos los terminales del bus.
- Si responde más de un terminal, solo se conecta uno, con su número de TEI concreto.
- Campo de control de la trama LAPD puede estar constituido por 1 o 2 octetos e indica el tipo de trama que se envía.

El nivel 3 (red) es el de señalización donde se intercambian las llamadas con mensajes de control. Los mensajes contienen los siguientes elementos:

- Discriminador de protocolo-octeto 1
- Referencia de llamada - octeto 2-3.
- Tipo de mensaje - octeto 4.
- Elementos de información obligatorios y opcionales.

Hay elementos de información de un solo octeto, que están formados por el identificador del elemento y su contenido.

Todas las llamadas empiezan con el mensaje SETUP (inicio de establecimiento de la llamada) que consta de una parte obligatoria y de los elementos de información,

como por ejemplo la capacidad portadora (BC, bearer capability) que es un elemento de información obligatoria. El BC contiene información de cómo debe ser manejada la llamada por la red.

Procedimiento de control de llamada.

En una petición de llamada se tiene

- Envío en bloque. El mensaje SETUP contiene la información completa, incluyendo el número llamado. El usuario envía un mensaje SETUP (establecimiento) a la red. La red responde con el mensaje CALL PROC (procedimiento de llamada) indicando que ha comenzado el establecimiento de la llamada.
- Envío soplado. El mensaje SETUP no contiene la totalidad del número B. La red pide más datos con el mensaje SETUP ACK. El terminal envía el resto de información con mensajes INFO. Cuando la red tiene toda la información responde con el mensaje CALL PROC.

Procedimiento de llamada.

- 1 Un número llamado B está incluido en el mensaje SETUP. El terminal comprueba si es compatible con el tipo de llamada recibida.
- 2 El terminal B envía un mensaje ALERT (alerta) para indicar que ha empezado a sonar el timbre. El mensaje ALERT se repite en el lado A.
- 3 Cuando el usuario contesta envía el mensaje CONNECT (conexión) que también llega al usuario A. Los mensajes se conocen con un CONN ACK.

En este momento la llamada está en activo y los dos usuarios pueden comunicarse a través del canal B.

Liberación de la llamada.

El usuario A termina la llamada y envía un mensaje de DISCONNECT (desconexión) que llega al usuario.

En los dos lados se confirma la desconexión con un mensaje RELEASE (liberación). El mensaje final es REL COMPL (liberación completa), quedando borrado el valor de referencia de llamada y liberándose el canal B. Todo lo anterior se muestra en la figura 4.4.

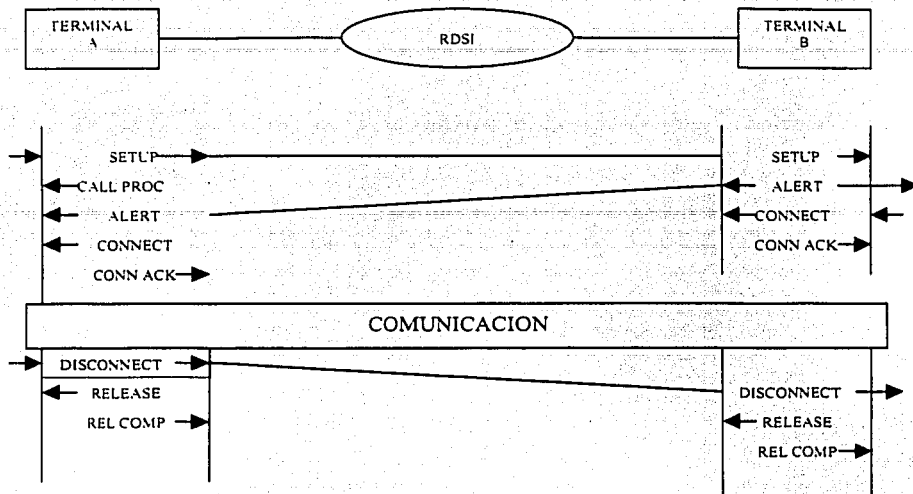


Figura 4.4 Secuencia de señalización para el establecimiento y desconexión de una comunicación con envío de información en bloque.

4.2 Sistema de señalización central-central.

La señalización por canal común es muy flexible por lo que se puede emplear para RDSI. El sistema de señalización se compone de:

- Una parte común, llamada parte de transferencia de mensajes (PTM), que abarca los niveles 1 a 3 (físico, enlace y red) del OSI, que se encarga del envío y recepción de mensajes.
- Una parte de usuario que entiende el contenido de los mensajes y abarca el nivel 4 (transporte) del modelo OSI. Cabe señalar que hay 3 distintas partes de usuario que son:
 - PUT (parte de usuario de telefonía) para tráfico telefónico.
 - PUD (parte de usuario de datos) para tráfico de datos.
 - PUSI (parte de usuario de servicios integrados) para tráfico RDSI.

A continuación se describe la PUSI por tratarse de la parte que se encarga del tráfico RDSI.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mensajes pusi.

Los mensajes PUSI proceden del nivel 4. Estos mensajes se complementan con la etiqueta de encaminamiento y forman el campo de información de señalización (CIS) en la trama de nivel 3. El CIS se compone de la siguiente información de direccionamiento:

- CPD código de punto de destino.
- CPO código de punto de origen.
- SES bits de selección del enlace de señalización.
- CIC código de identificación de circuito.

La trama de nivel 3 se completa con el octeto de información de servicios (OIS) que indica la parte de usuario implicada. El código 0101 indica PUSI.

La trama de nivel 2 añade:

- El indicador de longitud (IL), que indica el tipo de trama. Las tramas que contienen mensajes de nivel 4 son unidades de mensaje de señalización.
- El campo de control (C), que contiene los números de tramas y bits de reconocimiento.
- La secuencia de verificación de trama (SVT).
- Las banderas de principio y final.

En la figura 4.5 se muestra la estructura de los mensajes PUSI.

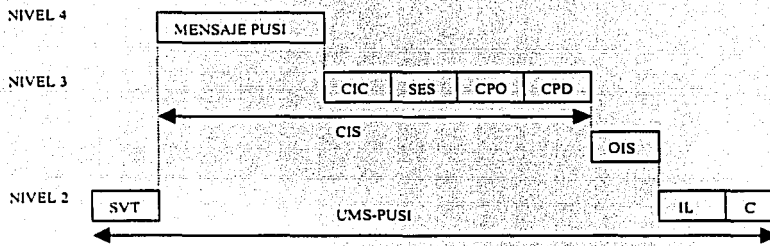


Figura 4.5 Estructura de los mensajes PUSI.

Estructura del mensaje PUSI.

- Etiqueta de encaminamiento. Contiene el CPD (código de punto de destino) y el CPO (código de punto de origen), información de direccionamiento de nivel 3.
- Código de identificación de circuito (CIC). Identifica el canal de tráfico actual. Los 4 bits menos significativos se pueden utilizar como selección del enlace de señalización (SES).
- Código de tipo de mensaje. Este octeto identifica de forma única el mensaje PUSI.

- Parte fija obligatoria. Contiene parámetros obligatorios para un tipo de mensaje. Tienen longitud fija y su posición está definida por el tipo de mensaje.
- Parte variable obligatoria. Contiene parámetros obligatorios de longitud variable. Se usan punteros para indicar el comienzo de cada parámetro.
- Parte opcional. Compuesta por los parámetros opcionales que pueden contener un tipo de mensaje concreto. Los parámetros pueden contener longitud fija o variable e incluyen el nombre, la longitud. Pueden transmitirse en cualquier orden.

Encaminamiento del mensaje PUSI.

En la etiqueta de encaminamiento se incluyen el CPD y el CPO denominados códigos de punto de señalización (CPS) en los nodos de señalización. El campo de SES se utiliza para enviar los mensajes relativos al enlace de conversación. Por ejemplo: se envía un mensaje de la central A a la central B a través de la central C. Como se muestra en la figura 4.6.

- la central A necesita una conexión de conversación con la central B. Encuentra un canal de tráfico libre con CIC 25. Toma este enlace y envía un mensaje de toma a la central B.
- La PTM en A encuentra ruta de señalización disponible hacia B a través de C. La central C reencamina este mensaje.
- La central B recibe el mensaje de toma de enlace con CIC 25 de la ruta con A. Toma este enlace y se inicia la conversación.

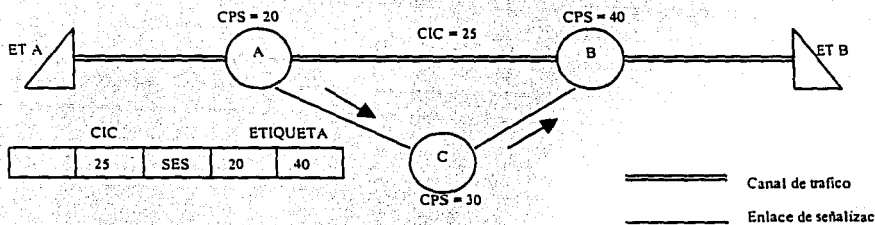


Figura 4.6 Encaminamiento de mensaje PUSI.

El primer mensaje que se envía en una conexión PUSI es el mensaje de dirección inicial (IAM), entonces, se inicia la toma de un circuito saliente y se transmite la información necesaria para el establecimiento y manejo de la llamada. Los mensajes IAM se envían hacia delante y están compuestos de parámetros obligatorios opcionales. Algunos parámetros obligatorios son: indicador de la naturaleza de la conexión e indicadores de llamada hacia delante.

Secuencias de señalización.

A continuación se mostraran dos casos de señalización sencillos.

- Caso 1 llamada normal: secuencia normal de establecimiento, envío de numeración en bloque, tarificación conocida, estado de línea llamada no conocido. Que se muestra en la figura 4.7.
- El IAM se envía hacia adelante. Indica la toma de un circuito saliente y transmite la información relativa el encaminamiento y manejo de la llamada.
- El ACM se envía hacia atrás. Indica que se ha recibido todas las señales de dirección requeridas para el establecimiento de la llamada.
- El mensaje de progreso de llamada (CPG) se puede enviar en ambas direcciones. Enviando hacia atrás indica un evento en el establecimiento de la llamada, como el estado de línea alcanzado.
- El mensaje de respuesta (ANM) se envía hacia atrás. Indica que la llamada se ha contestado. Se usa con la información de la tarificación.
- En este momento se pasa a la fase de envío de información, en la que no se intercambian mensajes de señalización.
- El mensaje de liberación (REL) se puede enviar en ambas direcciones.
- El mensaje de liberación completa (RLC) se envía como respuesta al REL e indica que el circuito pasa a estado libre.

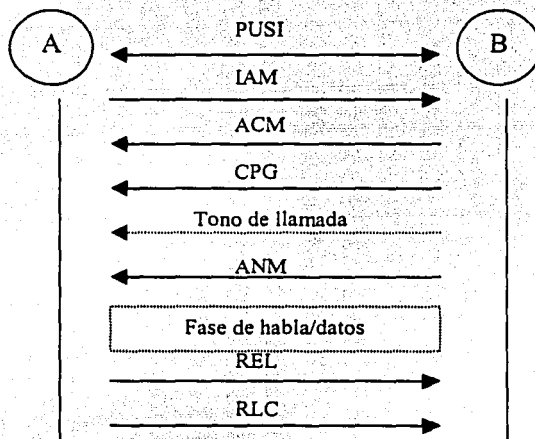


Figura 4.7 Ejemplo de secuencia de señalización.

- Caso 2. Llamada de tránsito. Tránsito PUSI-PUSI, envío de numeración solapado o en bloque, respuesta automática. Este ejemplo se muestra en la figura 4.8.
- se comienza la secuencia con el envío de IAM.

- Se requiere más información inicial y se envían mensajes de dirección adicional (SAM) para el número de la parte llamada.
- El mensaje de conexión (CON) se envía hacia atrás. Indica que se ha recibido toda la información de encaminamiento requerida y que la llamada ha sido contestada. Se usa en conjunto con la información de tarificación.
- Se pasa a la fase de transferencia de información.
- El usuario B cuelga y se envía el REL.
- El RLC se envía como respuesta al mensaje de REL e indica que el circuito pasa a estado libre.

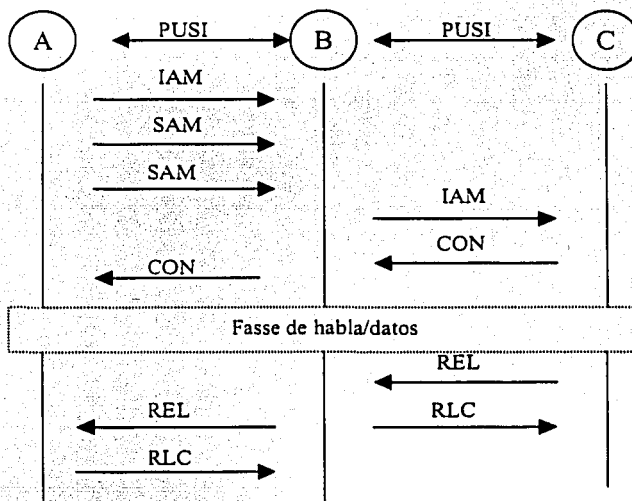


Figura 4.8 Ejemplo de secuencia de señalización. Caso 2

Relación entre las 2 señalizaciones.

Para establecer el circuito conmutado por canal B es necesaria una señalización por el canal D (fig. 4.9).

La señalización comienza con un mensaje SETUP, enviado desde el nivel 3 al 2, que añade la parte de direccionamiento, control y verificación. Los bits se transmiten por el nivel 1 a la central local, que analiza el mensaje y obtiene la ruta con la otra central.

La señalización entre centrales utiliza el nivel 4 (PUSI) y los niveles 1 a 3 (PTM), enviando el mensaje inicial de dirección (AIM). La central de destino recibe el mensaje IAM y lo analiza, enviando un mensaje SETUP por el canal D al usuario direccionado. Las funciones de análisis de las dos centrales ordenan la conmutación de la llamada por el canal B. Usando solo el nivel 1. El canal B es transparente.

Después de que la conexión se ha establecido, los usuarios pueden comunicarse desde los niveles superiores de OSI.

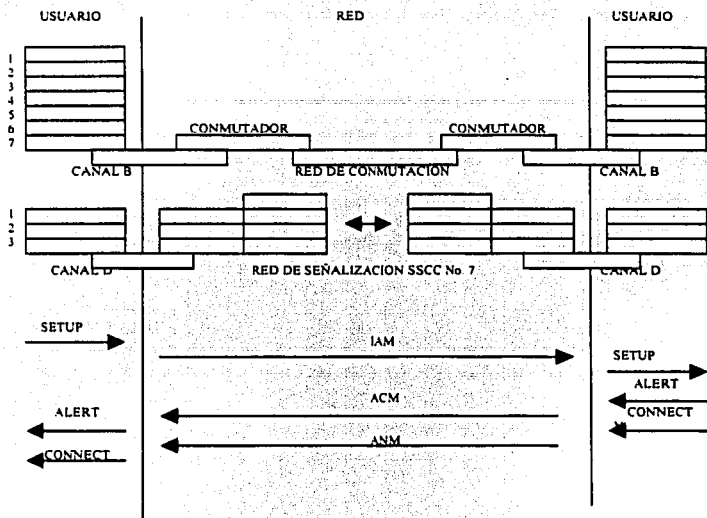


Figura 4.9 Relación entre la señalización por canal D y B

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.3 SERVICIOS.

Se hará referencia a RDSI de banda estrecha (RDSI-BE) con capacidades de hasta 2 Mbps.

La RDSI-BE, como evolución de la red telefónica básica (RTB), ofrece todos los servicios de la misma, pero además permite la introducción de nuevos servicios, basados en su mayoría en conexiones de circuitos a 64 kbps.

Estos servicios ofrecidos por RDSI se clasifican en tres categorías:

- Servicios portadores. Ofrecen al usuario una capacidad de comunicación entre dos interfaces de red normalizados, independientemente de su contenido y aplicación.
- Teleservicios o servicios finales. Ofrecen al usuario una capacidad de comunicación perfectamente definida en todos sus aspectos, tanto en lo referente al transporte como a la presentación de la información.
- Servicios suplementarios. Modifican la prestación de un servicio básico, ofreciendo al usuario facilidades adicionales.

4.3.1 Servicios portadores.

Los servicios portadores ofrecen una capacidad de transporte de información entre dos equipos terminales, independientemente de su contenido y aplicación.

En este caso se utilizan las capas inferiores del modelo OSI (1 a 3; física, enlace y red). La transferencia de información a través de un servicio portador puede ser:

- Entre dos puntos de acceso RDSI.
- De un punto de acceso hacia una red especializada
- De un punto de acceso a una función de nivel superior (FNS) interna a la RDSI.

Hay dos tipos de servicio portador ofrecidos por RDSI:

- servicios portadores modo circuito.
- Servicios portadores modo paquete.

I. Servicios portadores modo circuito.

Para estos circuitos toda la información de señalización se efectúa por el canal D. La información de usuario transita por un circuito digital permanentemente establecido, normalmente por el canal B. Existen distintas categorías de servicios portadores en modo circuito:

- a) Modo circuito a 64 kbps sin restricción. Como su nombre lo indica hay una transmisión a 64 kbps sin ninguna restricción. La integridad de la secuencia de bits transmitida esta asegurada. Este servicio portador se considera el mas importante de la RDSI. Sirve como soporte a teleservicios o servicios finales como videotelefonía. Videoconferencia, facsímil grupo 4 y transmisión de datos hasta 64 kbps.
- b) Modo circuito a 64 kbps para conversación. Está estructurado a 8 kHz para conversación. En este caso no se asegura la integridad de los datos transmitidos porque la red puede introducir dispositivos de procesamiento de la señal. Sirve como portador al teleservicio de telefonía de alta calidad a 7 kHz y en general, para comunicaciones que contengan señales de conversación.
- c) Modo circuito a 64 kbps para audio a 3.1 kHz. Esta estructurado a 8 kHz para audio. La señal a transmitir debe modularse según la ley A de codificación MIC. Si hay seguridad en la integridad de los bits transmitidos. Sirve como portador al teleservicio de telefonía convencional a 3.1 kHz. Permite la transmisión de datos vía módem.
- d) Modo circuito alternativo a 64 kbps y conversación. Puede cambiar alternativamente de modo 64 kbps sin restricciones a modo de conversación.
- e) Modo circuito 2 x 64 kbps sin restricciones. Permite establecer una conexión multicanal (2 canales de 64 kbps), en la que se garantiza un retardo especificado máximo entre ambos. Esta orientado a la transmisión de señales de servicios multimedia, como videotelefonía de baja resolución.
- f) Modo circuito 384 kbps sin restricción. Permite establecer un canal H0 (6 x 64 kbps) sin restricciones.
- g) Modo circuito 1536 kbps sin restricción. Permite establecer un canal H11 (24 x 64 kbps) sin restricciones. Este corresponde a la jerarquia americana.
- h) Modo circuito 1920 kbps sin restricción. Permite establecer un canal H12 (30 x 64 kbps) sin restricciones.

II. Servicios portadores modo paquete.

La RDSI proporciona acceso a los servicios de red de conmutación de paquetes X.25. la conmutación de paquetes se basa en una particular multiplexación de enlaces con comunicaciones diferentes sobre un medio común de transmisión.

Mientras que en conmutación de circuitos la capacidad de 64 kbps de un canal B se reserva íntegramente para una comunicación, en conmutación de paquetes el canal B puede subdividirse en distintos canales lógicos.

En modo circuito a 64 kbps sin restricción es posible multiplexar varios enlaces sobre el canal B, pero únicamente extremo a extremo. Se han definido tres categorías de servicio modo paquete:

1. modo paquete de tipo de comunicación virtual o circuito virtual permanente. Es del tipo con conexión. Transmite la información de usuario estructurada en paquetes según la recomendación X.25. y puede ser:
 - sobre canal B. Se aprovecha la capacidad total de 64 kbps del acceso RDSI para multiplexar distintos enlaces lógicos a menor velocidad.
 - Sobre canal D. No proporciona un caudal elevado. Se puede aprovechar para servicios de datos esporádicos o de bajo caudal.
2. Modo paquete sin conexión. Modo de paquete sobre canal D no orientado a la conexión. La información se estructura de modo datagrama, según recomendación X.25 sin necesidad de establecer una conexión (circuito virtual) en la red. Puede aplicarse en servicios como el telecontrol, telealarma, telemedida.
3. Modo paquete de señalización de usuario. Transferencia de información de señalización propia del usuario y no relacionada con el establecimiento de conexiones en la red. Esta transferencia es extremo a extremo y se establece por canal D hasta el usuario y por la red de señalización dentro de la RDSI. La red es transparente a dicha información.

4.3.2 TELESERVICIOS.

Un servicio portador define los niveles 1 a 3 (físico, enlace y red) del modelo OSI. El usuario de un servicio portador tiene libertad para construir aplicaciones personalizadas sobre esta plataforma de red, definiendo las capas superiores (4 a 7; transporte, sesión, presentación y aplicación) del modelo OSI. Este procedimiento tiene la ventaja de la definición, por parte del usuario, de un servicio a su medida. La red puede ofrecer servicios estandarizados definidos hasta el nivel 7; estos se conocen como teleservicios, como se muestra en la figura 4.10



Figura 4.10 Servicio portador y teleservicio.

Un teleservicio o servicio final ofrece al usuario RDSI una capacidad de comunicación completamente definida en todos sus aspectos, tanto los referentes al transporte de información como a su presentación. Esto da varias ventajas:

- Pueden comunicarse gran variedad de usuarios que cumplan las normas del teleservicio.
- Se liberaliza la adquisición de terminales normalizados.

- La RDSI ofrece prestaciones superiores a las de servicio portador.
- La RDSI puede prolongar el teleservicio hacia redes especializadas.
- Ofrecen una plataforma adecuada para el desarrollo de servicios de valor añadido.

Un teleservicio se ofrece en el interfaz usuario/terminal y no en el punto de referencia S/T. El teleservicio tiene en cuenta funciones propias del terminal. La RDSI puede entregar en teleservicio al usuario según cuatro configuraciones:

1. Relacionar dos terminales RDSI, siendo estos los únicos en poseer funciones de nivel superior.
2. Relacionar un terminal RDSI y una función de nivel superior (FNS) interna de la red.
3. Relacionar dos terminales con características distintas a través de una FNS que realiza la conversión de protocolo.
4. Relacionar un terminal con una FNS dentro de una red especializada.

Algunos de los teleservicios ofrecidos por RDSI-BE son:

- a) telefonía a 3,1 kHz. A través de los telefonos digitales se puede tener una interfaz con codificación de señales según la ley A. Como se muestra en la figura 4.11 En este caso también se permite la transmisión de datos vía módem.

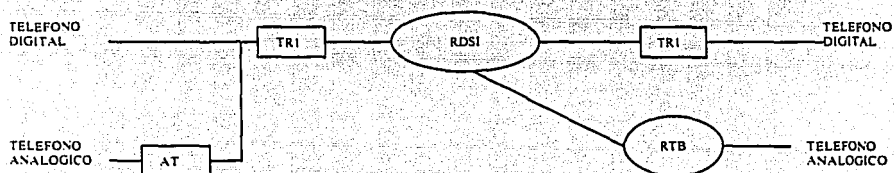


Figura 4.11 Telefonía.

- b) Telefonía a 7 kHz. Con nuevas técnicas de codificación de la señal se consigue telefonía de alta calidad con un ancho de banda de 7 kHz sobre un canal de 64 kbps.
 - c) Teletex. La RDSI ofrece dos modalidades como se muestra en la figura 4.12.
- La convencional sobre terminales modo paquete a 2.400 bps. Los terminales tipo X.25 o X.32 se conectan a la red a través de un adaptador de terminal AT X.25.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

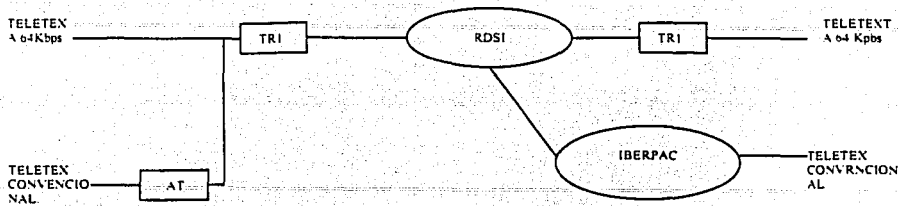


Figura 4.12 Teletext.

d) Facsímil. La RDSI puede ofrecer dos tipos de servicio facsímil.

- El convencional de los grupos 2 y 3 que utiliza terminales convencionales. Para su conexión a la red es necesario un adaptador terminal analógico AT a/b.
- El avanzado de grupo 4. Ofrece una velocidad y calidad superiores a las de los grupos anteriores. Los terminales de este tipo disponen de un interface S de acceso a la red.

Existen terminales multiservicio con capacidad de alternar su funcionamiento como facsímil y teletext.

e) Videotext. La RDSI puede ofrecer dos tipos de servicio videotext.

- El convencional a velocidad de 1200 bps, con canal de retorno a 75 o 1200 bps. Los terminales se conectan a la red a través de un adaptador de terminal analógico AT a/b.
- Servicio videotext mejorado con velocidad de transferencia de 64 kbps. Permite tiempos de espera menores y mejor calidad en pantalla (videotext alfafotográfico).

f) Videotelefonía. Con codecs de video de baja velocidad la RDSI puede ofrecer servicio de videotelefonía a 64 kbps o a 2 x 64 kbps, donde la imagen se transmite por un canal y por el otro la información de conversación y datos. Como se muestra en la figura 4.13.



Figura 4.13 Videotelefonía.

- g) Servicio de tratamiento de mensajes (MHS). Este es un servicio de intercambio de mensajes telemáticos (no vocales), según la serie de recomendaciones X.400 del CCITT.

En general, la RDSI será capaz de ofrecer cualquier tipo de teleservicio que utilice los tipos de conexión normalizados en la RDSI y utilizando terminales con interface S o que se puedan conectar a través de un AT.

4.3.3 SERVICIOS SUPLEMENTARIOS.

Los servicios suplementarios modifican o complementan la prestación de un servicio básico, ofreciendo al usuario facilidades adicionales. La gama de servicios suplementarios de la RDSI es muy alta. Se destacan los siguientes:

- a) Identificación del usuario llamante. Permite conocer el número del terminal que ha efectuado la llamada, con anterioridad a la conversación.
- b) Restricción de la identificación del usuario llamante. Hace que no se presente la identidad del usuario llamante en su interlocutor.
- c) Identificación del usuario conectado. Permite al usuario llamante conocer el número del equipo al que se ha conectado su llamada. Es útil en caso de desvío de llamadas.
- d) Restricción de identificación de usuario conectado. El usuario llamado restringe su identidad de cara al usuario llamante, evitando que conozca la situación del terminal al que ha llamado.
- e) Llamada en espera. Indica la presencia de otra llamada entrante cuando el terminal esta ocupado. Tiene la opción de atenderla o ignorarla.
- f) Múltiples números por acceso. Permite dotar al acceso RDSI de mas de un número, de forma que se pueda acceder al ismo con cualquiera de ellos.
- g) Subdireccionamiento. Capacidad adicional de direccionamiento para identificar un terminal dentro del bus pasivo, sin consumir recursos de numeración.
- h) Portabilidad de terminales. Permite suspender una llamada en curso desconectando el terminal y volver a recuperarla desde otra posición, dentro del mismo bus pasivo.
- i) Información de tarificación. Permite conocer el importe de la llamada en el terminal durante el transcurso de la misma.
- j) Línea directa sin marcación. Permite establecer una llamada a un destino determinado previamente, sin ningún tipo de marcación. Existe la posibilidad de dejar un canal reservado para este servicio.
- k) Desvío incondicional de llamadas. Permite reencaminar una llamada entrante hacia otro destino previamente definido.

4.4 Otras aplicaciones.

RDSI en la medicina. El rango de aplicaciones de la telemedicina va desde la radiología hasta la psiquiatría, aún en la cirugía. Imágenes médicas tales como los rayos X y las tomografías computarizadas, son ahora transmitidas a través de líneas RDSI desde los hospitales a las oficinas de los radiologistas en minutos.

RDSI por satélite. La RDSI por satélite puede extender la RDSI desde cualquier red telefónica de RDSI hasta cualquier localidad remota en cualquier parte del mundo. El sistema esta basado en la tecnología VSAT (very small aperture terminal). VSAT usa equipo portátil para el enlace vía satélite y platos(antenas) relativamente pequeños para la subida y bajada de la señal. Las conexiones son hechas usando canales básicos de satelite.

RDSI inalámbrica. La RDSI inalámbrica es una alternativa interesante cuando una RDSI2/RDSI 30 líneas no esta disponible. La data telemark L.C. una compañía alemana que fabrica un sistema que usa una casi ilimitada elección de media inalámbrica que incluye radio, satélite, cable, microondas, lasser, infrarrojos, redes multiplexadas o redes de circuitos conmutados para obtener RDSI.

4.5 ADAPTADORES.

La mayoría de las terminales de datos no tienen conectividad con RDSI, es decir, que no están construidos de manera estandarizada. En cambio, existen adaptadores que cumplen con los requerimientos necesarios para llevar a cabo el necesario enlace, estas funciones y operaciones dependen del tipo de terminal que se conecta a RDSI. Existen 2 tipos de adaptadores que podemos identificar, estos son:

- Adaptador de Terminal (TA)
- Adaptador de estación de trabajo.

El adaptador de terminal es un dispositivo externo que conecta a una terminal de datos a través de una interfaz estándar y permite a la RDSI poder ser usada como una conexión transparente entre dos dispositivos que no tienen conexión RDSI. Por ejemplo un TA podría ser usado para conectar una terminal de datos a una PC o un centro de trabajo. Un adaptador RDSI es usualmente una tarjeta de expansión la cual está dentro de la terminal y esencialmente transforma una terminal TE2 a una TE1.

Hoy en día algunas PC's no son conectadas directamente a una red RDSI, pero en cambio son conectados a redes de área local (LAN's) las cuales están interconectadas a redes RDSI usando dispositivos como puentes o ruteadores.

Un ancho de banda grande y un formato diferente de paquetes en una LAN da lugar a requerimientos especiales en lo que se refiere a protocolos que se deben implementar.

Un TA provee a un equipo de procesamiento de datos no RDSI una interfaz para conectarse a RDSI. Su función es analoga a un modem, el cual permite a la PC una conexión a la red pública telefónica (internet).

Un TA RDSI tiene 4 funciones básicas:

- Traslada y adapta la velocidad de una terminal de datos a un formato adecuado para RDSI.
- Sincroniza durante la transferencia de datos.
- Establece y desconecta la llamada.
- Convierte las interfaces eléctricas y mecánicas entre la terminal y la interfaz RDSI del usuario-red.

Un AT puede tener 2 interfaces principales. La interfaz usuario red es una BRA o PRA que se encuentra en la interfaz S, mientras que la terminal de interfaz designada por R es una interfaz estándar, conforme al estándar de la serie V para interfaces que interconectan equipo de procesamiento de datos. La figura 4.14 muestra una aplicación típica de terminal a computadora.

El proceso de adaptación usado por un TA depende del tipo de interfaz R y del tipo de portador empleado por el TA para transportar información en la interfaz R a través de RDSI.

La UTI-T tiene definidos 3 protocolos que permiten una conexión de una terminal a RDSI, dos de estos protocolos, definidos en la recomendación V.110 (1) y V.120 (2), son protocolos fin-fin. Estos protocolos de adaptación han sido desarrollados para interconexión entre computadoras y PBX usando circuitos digitales. Por ejemplo el DMI fue desarrollado por ATT o el protocolo TLINK que desarrollo Northem Telecom. Estos protocolos han ayudado a definir las características de un TA RDSI.

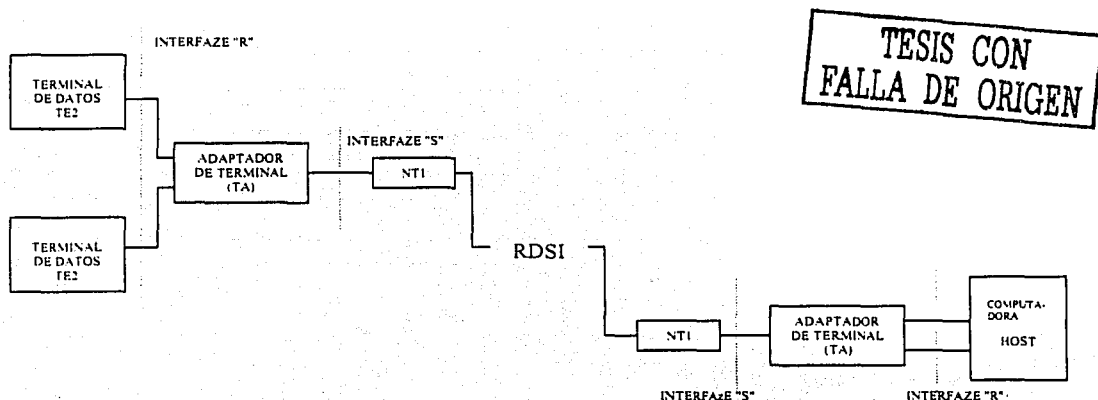


Figura 4.14 Conexión terminal a computadora usando adaptadores de terminal RDSI.

4.5.1 Trama de sincronización

Una vez establecida la transmisión entre 2 TA's cada uno debe establecer una trama de sincronización de 80 bits antes de que ella pueda interpretar el contenido de la trama y comunicar la información entre sus interfaces R. Los TA's en cada receptor permiten llevar a cabo una sincronización de trama por detección de 8 ceros al comienzo de la trama seguido de un 1 al comienzo de los siguientes 9 bytes. La trama de sincronización es monitoreada continuamente durante la duración de la transmisión cuando se detecta un error de trama es mas de 3 veces consecutivas entonces el TA entra a una fase de recuperación. Durante esta fase de recuperación los bits D en la trama de 80 bits son puestos a 1, entonces, el TA examina en el patron de trama; si no es detectada despues de un periodo de algunos segundos se desconecta la transmisión.

4.5.2 Diseño de un TA V.110

El proceso intensivo nivel/bit requerido para implementar una estructura y una adaptación de terminal basada en el protocolo V.110 resulta en la mayor parte hardware orientado para

adaptadores de terminal V.110 y por lo tanto no es de sorprenderse que existan dispositivos que unicamente cumplan funciones definidas en V.110, aunque, cabe señalar que tambien existen dispositivos que tienen la capacidad de funcionar con protocolos V.110 y V.120.

La figura 4.15 muestra los principios componentes dentro de un TA V.110: la estructura, la terminal de adaptación y el reloj de red independiente son implementados en el controlador V.110, el cual provee una conexión directa entre la interfaz R y el canal B y estos se conectan al transreceptor por medio de una interfaz tipo bus. El procesamiento en la terminal de datos, es por lo tanto, dirigida enteramente por los elementos del hardware dentro del TA, dejando al software dirigir la llamada de control de señalización en el canal usual D. El modo de control y su estado es monitoreado por el controlador V.110.

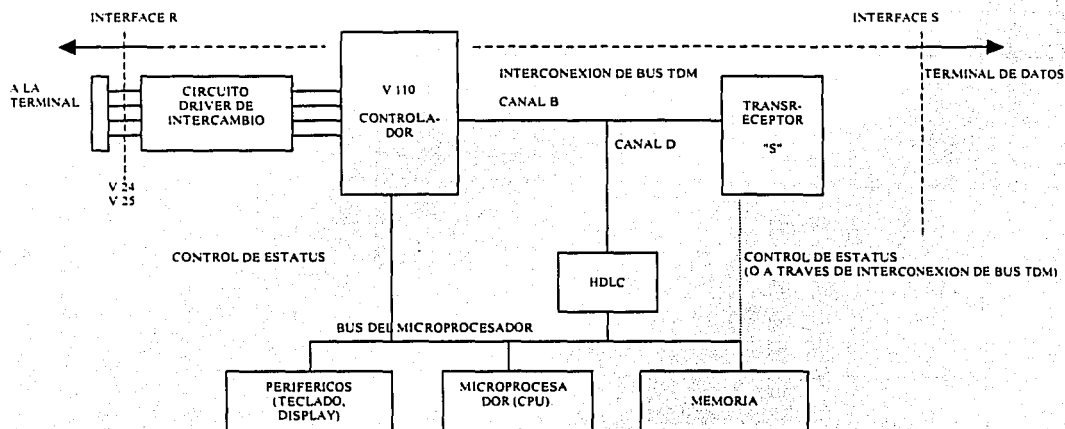


Figura 4.15 Elementos principales e interconexiones de un TA V.110.

4.5.3 TA basado en el protocolo V.120

Diferente a la dependencia que presenta un TA V.110 a una estructura unica de trama, el V.120 usa una trama conocida como HDLC. Esto implica que muchos TA's V.120 esten basados en LAPD (link access protocol chanel D); con la ventaja de que muchas de las funciones V.120 son similares a las presentadas en el nivel 2 de la llamada de control de señalización. V.120 puede soportar multiples enlaces logicos, esto significa que la conexión entre TA's a través de RDSI puede soportar multiples enlaces punto a punto entre pares de terminales conectados a un mismo TA. En banda de señalización se usan mensajes similares a los Q.931, esto para establecer o terminar el enlace. El protocolo V.120 es usado principalmente en Norteamérica. La figura 4.16 muestra un diagrama de un TA V.120.

Una consecuencia del proceso que lleva a cabo el software es que la terminal de datos en la interfaz R debe tener su protocolo bit-nivel terminado, para que la información relevante contenida pueda ser almacenada en memoria y procesada. El TA debe contener un controlador de comunicaciones serial apropiado en la interfaz R para perfeccionar las

funciones de HLDC y UART; tales dispositivos son usualmente diseñados para encontrar uno o varios de los protocolos seriales y pueden ademas operar en un modo "insensible", lo que permite una conversión simple serie-paralelo requerida en el modo de bit-transparente. Un controlador HLDC separado puede proveer una estructura de soporte para tramas V.120 que a su vez interconectan al canal B por medio de una interfaz de bus.

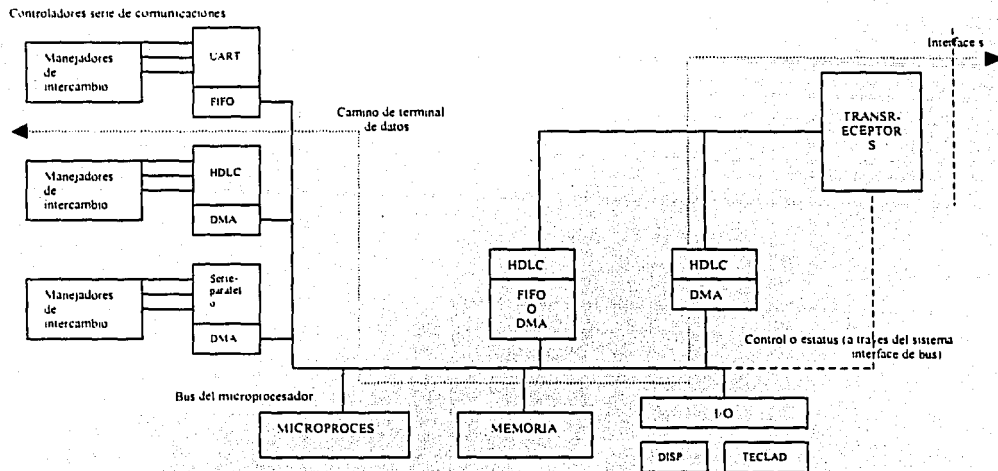


Figura 4.16 Bloque funcional principal y sus interconexiones de un TA V.120

4.5.4 Dispositivos TA.

Existen algunos dispositivos que permiten dar soluciones con grados de integración V.110 diferentes. V.110 provee la mejor oportunidad para llevar a cabo un alto nivel de integración, esto debido a grandes requerimientos de hardware que a su vez solo requieren de un mínimo soporte de software mas alla de la llamada de control. Aunque cabe señalar que el uso específico de la estructura del protocolo V.110 resultara en la utilización de funciones que son unicas para V.110. Esto contrasta con V.120, las cuales usan controladores de comunicaciones serial, las cuales proveen una estructura HLDC en la interfaz de canal B y una estructura UART y HLDC en la interfaz R, ambas son usadas en una amplia gama de aplicaciones de comuicaciones de datos y por lo tanto mas disponibles. Cabe señalar que algunos controladores ademas incluyen un modo bit-transparente lo que permite implementar formatos de trama que pueden ser utilizados como soporte en un modo de bit-transparente en V.120, lo cual es un requerimiento basico de los TA's V.120.

La tabla 4.1 muestra algunos de los dispositivos TA usados en RDSI todos ellos soportan V.110 y proveen soporte para V.120 y otros protocolos.

Uno de los TA's que por sus características, resulta importante señalar: el motorola MC68032 es el unico dispositivo con un microprocesador (MC68000) integrado. Soporta protocolos V.110 y V.120 de manera separada por medio de un procesador de

comunicaciones, el cual esta integrado dentro del mismo chip que a su vez tiene su propio procesador RISC el cual cuenta con 3 controladores seriales de comunicaciones que pueden soportar estructuras de protocolos como HLDC, UART, V.110 y otros. Sus 3 canales series pueden ser configurados por ejemplo con uno de ellos operando como controlador HDLC de canal D para llamada de control de señalización; otro sirviendo de interfaz a el canal B; y el tercero proveer a la interfaz R una conexión a la terminal.

Dispositivo	protocolo	Sistema de bus TDM	Observaciones.
Fujitsu unidad de interface MB86442	V.110 V.120	GCI SLD	Soporte IPE con microprocesador/software. Provee V.120
Mietec MSRA multi-estandar. MTC 2073	V.110 V.120 Mas otros	V* ST-bus	Soporte NIC Usa DMA para V.120 para transferencia de datos entre MSRA y la memoria. Soporta otros protocolos como DMI, SIS y DT80.
Mitel RIM. Modulo de interface R. MT89500	V.110	ST-bus	
Motorola RIM. Procesador multiprotocolo integrado. MC68302.	V.110 V.120	IDL GCI SLD	Microprocesador con controladores serie integrados que implementan la estructura y funciones de otros protocolos.
Philips DRA. adaptador de velocidad de datos. PCB 2320.	V.110	2 Mbps. (THW)	
Siemens ITAC. Circuito adaptador de terminal RDSI. PSB2110.	V.110 V.120	IOM-2 (GCI)	Soporte IPE con microprocesador/software.

Tabla 4.1 dispositivos TA.

4.5.5 El adaptador de estación de trabajo.

Los 80's y los 90's fueron el auge de las computadoras personales (PC), una herramienta ampliamente usada en los negocios, aplicaciones de ingenieria, comunicaciones, etc. Las aplicaciones de comunicaciones de datos para PC hoy en dia incluyen la internet, acceso remoto a bases de datos y transferencia de datos, correo electronico, fax y acceso remoto a LAN's. Para proveer interconectividad a RDSI, una PC debe ser equipada con una tarjeta adaptadora RDSI que se conecta al bus de expansión de la PC; de esta forma el adaptador terminal de la PC esta significativamente mas integrado con las aplicaciones que se dan en RDSI que lo que pudiera ser un TA. Una tarjeta adaptadora de PC puede ser diseñada ya sea como un simple periférico del microprocesador principal de la PC, en este caso, es conocido como una tarjeta pasiva RDSI; o tambien puede ser diseñado como un periférico inteligente lo que implica que tenga su propio microprocesador. En este caso, el control total de todas las funciones de la tarjeta adaptadora es ejecutada por la PC incluyendo todos los protocolos y aplicaciones de procesamiento que fueran necesarios, aunque cada tarjeta tiene

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

un bajo costo esto debido a minimos requerimientos de hardware, ellas imponen los requerimientos protocolarios de procesamiento en la PC; cuyos recursos pudieran de otro modo ser usados por aplicaciones de procesamiento. Esto en el mayor de los casos no es una limitante para un usuario de PC. la unica desventaja importante de señalar al adicionar un microprocesador local a la tarjeta es el incremento del costo.

En la figura 4.17 se muestra un ejemplo de una tarjeta pasiva PCTA con una interface RDSI BRA. La mayoría de los protocolos de comunicaciones de datos usados en RDSI emplean una estructura HDLC y algunas aplicaciones usan pilas de protocolos que se construyen encima de la red basica para implementar sistemas de comunicaciones para aplicaciones especificas como fax, videotexto, transferencia de archivos. 3 controladores HDLC son establecidos: uno para el canal D y dos para dos canales B que se utilizan en llamadas simultaneas e independientes de datos.

El controlador HDLC y el control DMA son interconectados a una memoria local que actua como un buffer tipo FIFO para la entrega y recuperaci3n de tramas HDLC entre la PC y la PCTA. Una interrupci3n de solicitud es usado por la PCTA para instruir a la PC que refresque la transmisi3n y recepci3n de los canales D y B.

Una consideraci3n fundamental en el dise1o de una tarjeta adaptadora RDSI es la eficiencia de las comunicaciones de datos por el canal B. Una conexi3n del tipo circuito-switchado por el canal B es cobrado de acuerdo al tiempo de duraci3n de la llamada, asi que el eficiente uso del canal B ayudara a bajar el costo de unidad de informaci3n transferida. Cabe se1alar que las comunicaciones de datos con una PCTA no debe limitar el ancho de banda a traves de RDSI; por ejemplo durante una continua transferencia de datos a traves de RDSI el PCTA debe ser capaz de procesar paquetes lo suficientemente rapido para una transmisi3n y recepci3n de tramas en un canal asignado.

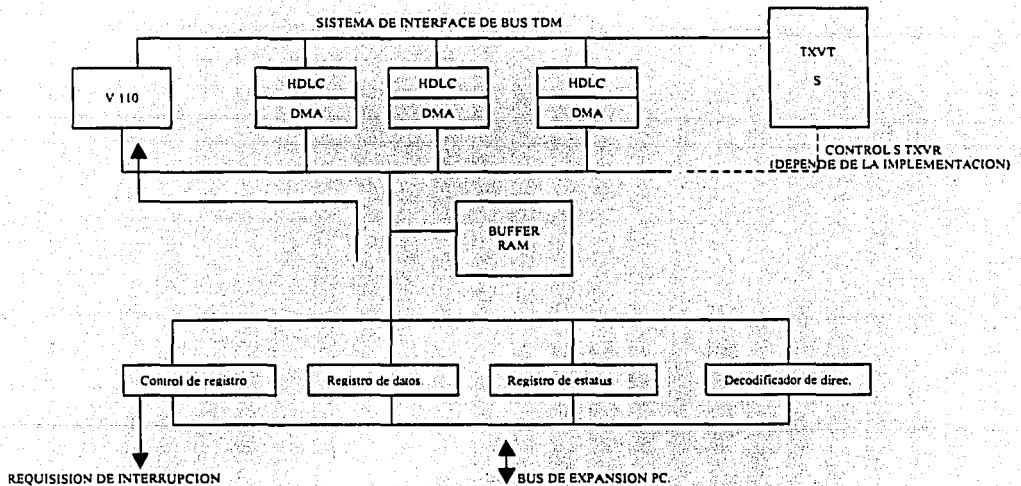


Figura 4.17 Implementaci3n de una tarjeta PCTA RDSI.

4.6 ACCESO A LOS USUARIOS.

4.6.1 Interfaz usuario-red

Definidas las agrupaciones y los puntos de referencia en la interfaz entre el usuario y la red RDSI. A continuación se analizan las características físicas y lógicas de este interfaz, definidas con objeto de normalizar el acceso de los usuarios RDSI a la red pública.

Las interfaces son diferentes para los dos tipos de accesos existentes: acceso básico y acceso primario. Dentro de éstos se definen las interfaces S/T y U, según el esquema de la figura 4.18.

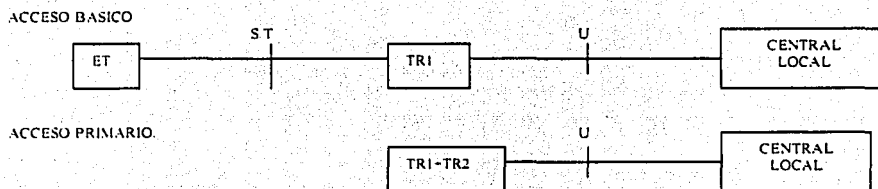


Figura 4.18 Interfaces en el acceso usuario-red.

4.6.2 Interfaz S/T en el acceso básico.

I. Configuraciones

- Punto a punto. Un solo equipo terminal (ET) conectado al terminal de red (TR1) como se muestra en la figura 4.19. La atenuación máxima soportada es de 6 dB a 96 kHz, lo que corresponde a la distancia de 1 km para un cable típico de 0.6 mm.

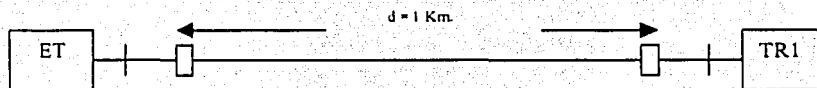


Figura 4.19 Punto a punto.

- Bus pasivo. Varios equipos terminales conectados al terminal de red (TR1) a través de un bus de 4 hilos multiplexados como se muestra en la figura 4.20. Las terminales entran en contienda por la utilización del bus por lo que el tiempo de

propagación de ida y vuelta de la señal no debe superar los 2 μ s. Esto limita la distancia del bus a 100-200 m.

La conexión del ET a la toma del bus se ha limitado a 10 m. El número máximo de ET se ha fijado a 8, por limitaciones de desadaptación de impedancias.

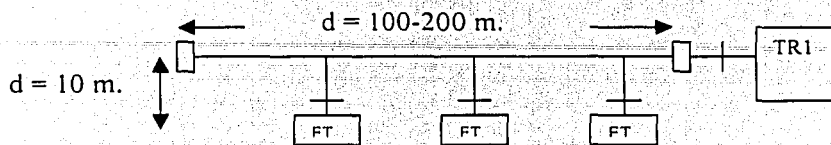


Figura 4.20 Bus pasivo.

- Bus pasivo extendido.

Los equipos terminales (ET) se agrupan en el extremo del bus, permitiendo una distancia de hasta 500 m entre el terminal de red (TR1) y el ET más alejado. La distancia entre dos ET debe ser como máximo de 25-50 m.

II. Código de línea

Se utiliza el código pseudoternario o código AMI (alternancia de marcas invertidas). En este código los unos se representan por ausencia de señal y los ceros van alternando polaridad positiva y negativa. Los pulsos positivos o negativos son de 750 mV \pm 10 %. Cuando se emiten dos ceros seguidos con la misma polaridad se produce una violación de código.

III. Estructura de la trama S/T

La trama en el interfaz S/T transporta la información de los dos canales B y D que componen el acceso básico.

El caudal útil es: $2B + D = (2 \times 64 \text{ kbps}) + 16 \text{ kbps} = 144 \text{ kbps}$. En la trama se añade información de sincronización y señalización resultando en una velocidad de transmisión de 192 kbps.

Las tramas se componen de 48 bits, que se repiten cada 250 μ s. La trama en el interface S/T no es simétrica, difiere en los dos sentidos de transmisión, como se muestra en la figura 4.21.

En cada trama se envían dos bloques de 8 bits por cada canal B del acceso. Los bits del canal D se envían intercalados entre los bloques B.

Los bloques de canal B (B1 y B2) se envían cada 125 μ s; esto se denomina integración a 8 kHz. Los 12 bits restantes se utilizan para:

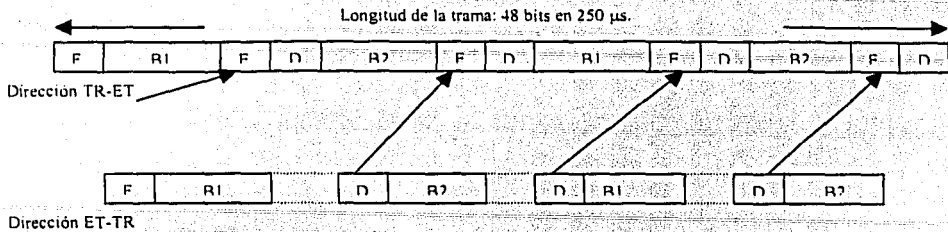


Figura 4.21 estructura de la trama en el interface S/T

- Resolución de contienda Bit E
- Sincronización M, F/L, Fa/N
- Activación/desactivación A

Los bits de equilibrado L hacen que el número de ceros en la trama sea par para anular la componente de corriente continua de la señal. Para el alineamiento de trama se incluyen dos violaciones de código:

- El bit F (primer bit de la trama) siempre es un 0 positivo. La trama está estructurada de tal forma que el último bit 0 es siempre positivo.
- El primer bit L (equilibrado) siempre es un 0 negativo. El siguiente bit 0 de la trama será también negativo.

Esto se muestra en la figura 4.22.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

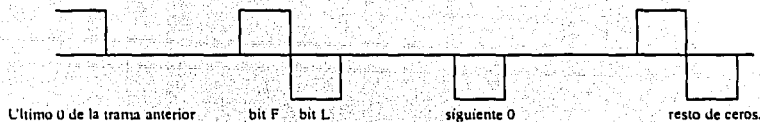


Figura 4.22 Bits de alineamiento de trama en el interface S/T

IV. Resolución de colisiones.

El canal D puede usarse para señalización o transmisión de paquetes. Por el canal D se transmiten tramas de estructura HDLC. En configuraciones multipunto se debe controlar el acceso al medio para que solamente transmita un ET al mismo tiempo. El método de resolución de conflictos se denomina CSMA-CD (carrier sense medium access-collision detect) acceso al medio por escucha de portadora con detección de colisiones.

Los ET supervisan el canal D en sentido ET-TR gracias a los bits de eco E en el sentido TR-ET como se muestra en la figura 4.23.

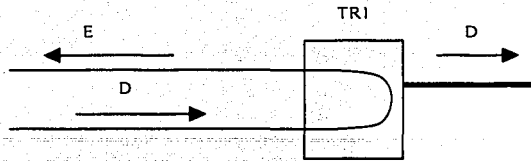


Figura 4.23 Supervisión del canal D por los bits de eco E.

Cuando un ET no tiene tramas para transmitir, envía una serie continua de unos. Cuando un ET tiene alguna trama que transmitir se pone a la escucha en el canal de eco E. Si recibe una serie de unos igual al valor umbral X_i (donde i es la clase de prioridad para la trama), puede transmitir. En otro caso, asume que el canal D está ocupado por otro ET y espera.

Puede ocurrir que varios terminales empiecen a transmitir al mismo tiempo, provocando una colisión. Para evitar esto, los ET monitorizan constantemente el bit de eco E y lo comparan con el bit transmitido por el canal D. Si se detecta una discrepancia, el ET cesa de transmitir y vuelve al estado de escucha.

El mecanismo de prioridad se basa en el valor umbral X_i . Cuando una estación transmite una trama pasa de prioridad normal a baja. El tráfico de señalización tiene mayor prioridad que el tráfico de paquete de datos.

	Prioridad normal	Prioridad baja
Información de señalización	$X_i = 8$	$X_1 = 9$
Información de otro tipo	$X_2 = 10$	$X_2 = 11$

Cuando transmiten varios ET simultáneamente por el canal D, el bus realiza una función AND (Y lógica), entendiéndose un 1 como ausencia de señal. De esta forma, los ET que vean discrepancia en el bit de eco E, se irán retirando de la transmisión.

V. Conexión física

Conector físico del acceso básico.

La conexión física entre el ET y el TR en un acceso básico no está normalizada por el CCITT. Se ha normalizado un estándar de la ISO que especifica un conector físico de 8 patillas. De estas 8 patillas se utilizan 2 para cada sentido de transmisión.

Alimentación de los terminales.

Hay dos posibilidades de alimentación desde el TR hacia los ET.

1. Usando los mismos 4 hilos para transmisión bidireccional de la señal digital. Es la mas usada. La fuente de energía alimenta al receptor a través del par fantasma de los pares de datos.
2. Usando 2 hilos adicionales. La fuente de energía alimenta al receptor a través de un par adicional.

Existe una tercera opción de alimentar el TR desde un ET a través de un segundo par adicional.

4.6.3 Interfaz U en el acceso básico

El interfaz U para acceso básico está constituido por una línea a 2 hilos. Todavía no hay una recomendación del CCITT para este punto de referencia. La solución más adoptada es una bobina híbrida digital para transmisión full-duplex sobre 2 hilos. Para compensar el eco generado por la híbrida se utiliza un filtro adaptativo cancelador de eco. Este dispositivo calcula la señal reflejada de transmisión y la resta de la recepción.

I. Código de línea.

El código de línea más empleado en el interface U es el 2 binario 1 cuaternario (2B1Q). Cada estado en línea representa 2 bits, para ello se emplean 4 niveles de voltaje, 2 positivos y 2 negativos. El primer bit del dicitio determina la polaridad, el segundo la magnitud.

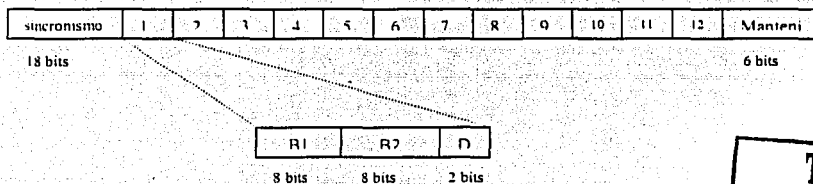
1 ^{er} bit (polaridad)	2 ^o bit (magnitud)	Simbolo cuaternario	Voltaje (V)
1	0	+3	2.5
1	1	+1	0.833
0	1	-1	-0.833
0	0	-3	-2.5

Este código supone un aprovechamiento más eficiente del ancho de banda.

II. Estructura de la trama.

- El acceso básico consta de 2 canales B de 64 kbps y 1 canal D de 16 kbps.
- La carga útil es: $(64 \times 2) + 16 = 144$ kbps.
- En el interface U esta carga útil va multiplexada en una trama de 160 kbps.

- La trama consta de 240 bits, que se repiten cada 1.5 ms.
- La trama está estructurada en tres partes (fig. 4.24).
- 1 palabra de sincronismo de 18 bits.
- 12 palabras de datos de 18 bits. Cada palabra lleva:
 - 8 bits de canal B1
 - 8 bits de canal B2
 - 2 bits de canal D
- 1 canal M de 6 bits para mantenimiento. La velocidad del canal M es de 4 kbps.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4.24 Estructura de la trama en el interface U.

4.6.4 Interfaz U en el acceso primario.

Cabe señalar que el interface U no está normalizado por el CCITT. Hay dos estructuras de trama definidas para el interface U del acceso primario:

- El estándar americano de 1.544 Mbps
- El estándar europeo de 2.048 Mbps

El acceso primario se usa normalmente para conexión de PABX digitales. Su estructura más común es de 30 canales B a 64 kbps, más 1 canal D a 64 kbps.

La trama está formada por 256 bits que se repiten cada 125 μ s. La trama está estructurada en 32 intervalos de tiempo (IT) de 8 bits. El IT 0 se utiliza para sincronismo. Los restantes 31 IT pueden ocuparse con 30 canales B más 1 canal D. Como se muestra en la figura 4.25. Aunque pueden darse combinaciones de canales B y H.

El código de línea empleado en la trama de 2.048 Mbps es el HDB3 (high density bipolar, con un máximo de 3 ceros consecutivos, similar al código AMI. Se insertan en las tramas bits V de violación bipolar, para evitar cadenas con más de 3 ceros consecutivos. Se añaden bits B para que los bits V mantengan la bipolaridad entre sí.

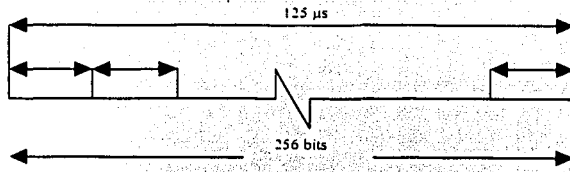


Figura 4.25 Estructura de la trama a 2 Mbps.

4.7 RDSI DE BANDA ANCHA.

La RDSI de banda ancha ofrece nuevos servicios de telecomunicación tendentes a aumentar la capacidad de transferencia de información y la interactividad entre usuarios finales. La definición de la RDSI de banda ancha que proporciona el CCITT es:

"servicios que requieren canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que el grupo primario (2 Mbps)"

Está basada en los mismos conceptos que la RDSI-BE.

4.7.1 Servicios RDSI.

La figura 4.26 representa un esquema de los servicios ofrecidos por la RDSI-BA.

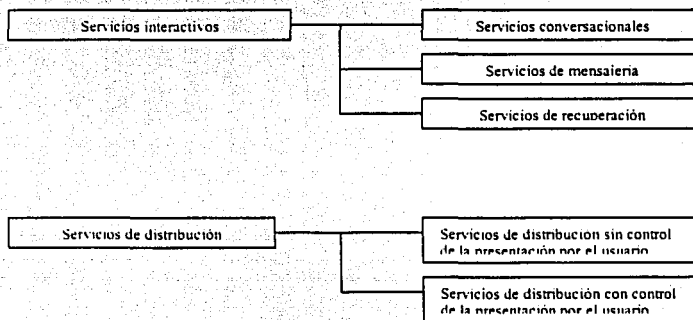


Figura 4.26 Servicios de la RDSI-BA.

a) Servicios interactivos.

En este caso el intercambio de información se da entre dos usuarios o entre un usuario y un proveedor de servicios. Incluye servicios conversacionales de mensajería y de recuperación de la información.

b) Servicios conversacionales.

Ofrecen la posibilidad de comunicación de diálogo bidireccional, en tiempo real, extremo a extremo entre dos usuarios o entre un usuario y un proveedor de información.

- Transmisión de información de video/audio. Mayor calidad de imagen que la videotelefonía.
- Videoconferencia. Difiere de la videotelefonía en la naturaleza de los equipos. Permite comunicar salas de conferencias con varias participantes. Puede establecerse en configuración multipunto.
- Videovigilancia. Servicio de vigilancia remota.
- Datos. El término datos significa información arbitraria cuya estructura no es visible a la RDSI. Algunas de sus aplicaciones son:
 - ◆ Transferencia de ficheros en sistemas distribuidos.
 - ◆ Transmisión de grandes volúmenes de información a alta velocidad.
 - ◆ Cargas remotas de programas.
 - ◆ Conexión de redes de área local.

c) Servicios de mensajería.

Ofrecen comunicaciones a usuario a través de unidades de almacenamiento y retransmisión (store-and-forward) buzón de voz y manejo de mensajes. Los servicios de mensajería no son en tiempo real. Los servicios análogos en RDSI-BE son X.400 y teletex

d) Servicios de recuperación de la información.

Ofrecen al usuario la posibilidad de recuperar información almacenada en centros de información y disponible para uso público. La información se envía al usuario bajo demanda. Un servicio análogo en RDSI-BE es el videotext. El videotext de banda ancha es una mejora del existente. El usuario puede seleccionar pasajes de sonido, imágenes de alta resolución, etc. Otro servicio es el de vídeo bajo demanda. Un usuario puede encargar películas de una videoteca.

e) Servicios de distribución.

La transmisión de la información se realiza primariamente en un solo sentido, desde el proveedor de servicios hacia el usuario. Incluye servicios de distribución de emisiones ("broadcast"), en los que el usuario no tiene ningún control sobre la presentación de la información y servicios cíclicos que permiten al usuario algunas medidas de control sobre la presentación de la información (teletexto).

f) Servicios de recuperación de información.

Ofrecen al usuario la posibilidad de recuperar información almacenada en centros de información y disponible para uso público. La información se envía al usuario bajo demanda. Un servicio análogo en RDSi-BE es el videotext. El videotexto en banda

demanda. Un servicio análogo en RDSi-BE es el videotext. El videotexto en banda ancha tiene mejoras como por ejemplo el usuario puede seleccionar pasajes de sonido, imágenes de alta resolución , etc.

g) Servicios de distribución.

La transmisión de la información se realiza primariamente en un solo sentido, desde el proveedor de servicios hacia el usuario. Incluye servicios de distribución de emisiones ("broadcast"), en los que el usuario no tiene ningún control sobre la presentación de la información y servicios cíclicos, que permiten al usuario algunas medidas de control sobre la presentación de la información.

h) Servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario.

Estos servicios se denominan de difusión ("broadcast"). Ofrecen un flujo continuo de información que se distribuye desde un centro hacia un numero ilimitado de usuarios autorizados conectados a la red. Donde cada usuario puede acceder al flujo, pero no controlarlo. La televisión es el ejemplo más común.

i) Servicios de distribución con control de la presentación por el usuario.

La información se distribuye desde un centro a los usuarios. Donde la información se da como una secuencia de entidades de información con repetición ciclica. Asi los usuarios tienen la posibilidad de acceso individual a la información distribuida cíclicamente y pueden controlar el inicio y el orden de presentación. El servicio análogo en RDSI-BE es el teletexto. Con RDSI-BA este teletexto es mejorado y se conoce como cabletexto. Este servicio usaria un canal digital de banda ancha completo con texto, imágenes y pasajes de video y audio.

4.7.2 Requerimientos.

Los servicios de banda ancha se distinguen por unos requerimientos de utilización de transmisión, como se muestra en la tabla 4.2, cada servicio se caracteriza por la velocidad y el factor de rafaga, este último se refiere a la razón de ocupación del canal con el tiempo de duración del envío de información.

Comunicación	velocidad	Factor de rafaga
Telefonia	64	0.3-1
Videotelefonia	64-70,000	0.5-1
Fax (grupo 4)	64	1
Videoconferencia	64-70,000	0.5-1
Videotext	64	0.1
Videotext banda ancha	70,000	0.1-1
Correo electrónico	10	0.5
Distribución.	30,000	1

Tabla 4.2 Requerimientos de los servicios.

La tecnología apropiada para altas velocidades es la fibra óptica. La técnica de conmutación debe ser capaz de manejar velocidades variables y un gran rango de parámetros de tráfico. Para este tipo de requerimientos es insuficiente la tecnología de conmutación de paquetes por lo que se adopta la conmutación rápida de paquetes como conmutación básica de la RDSI-BA. El protocolo en el interface usuario-red es el modo de transferencia asíncrono (ATM, por sus siglas en ingles)

4.7.3 Modo de transferencia asíncrono.

Es un modo de transferencia orientado a paquetes, utilizando técnicas de multiplexación por división de tiempo. El flujo de información se organiza en bloques de longitud fija, denominados células. Una célula consta de un campo de información y una cabecera, que contiene la información de encaminamiento. El modo de transferencia asíncrono es el modo de transferencia para realizar la RDSI-BA y es independiente del modo de transporte a nivel físico. La RDSI-BA soporta conexiones conmutadas semipermanentes, permanentes, punto a punto y punto-multipunto y ofrece servicios bajo demanda y permanentes. Las conexiones RDSI-BA soportan servicios modo circuito o modo paquete, multimedia o de un solo tipo, orientados a conexión o sin conexión y en configuración bidireccional o unidireccional. Lo anterior se muestra en la figura 4.27.

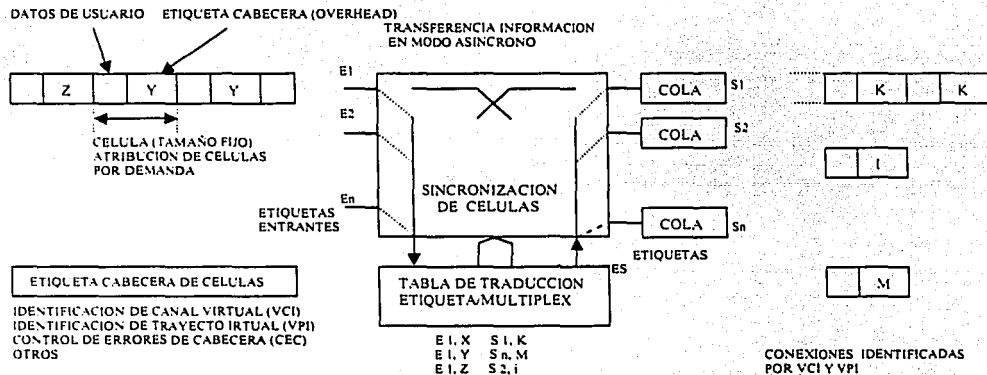


Figura 4.27. Modo de transferencia asíncrono

Según las velocidades de transmisión disponibles para los usuario RDSI-BA, se definen tres nuevos servicios de transmisión, como se muestra en la figura 4.28.

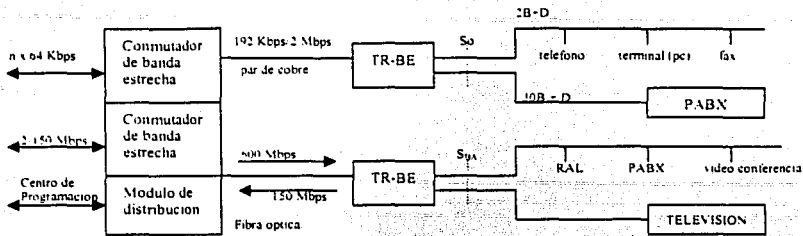


Figura 4.28 Estructura de transmisión de la RDSI-BA.

1. Servicio full-duplex. Con una velocidad de 155 Mbps. Puede soportar la mayoría de los servicios de RDSI-BA. Este servicio se considera el más empleado en RDSI-BA.
2. Transmisión usuario-red a 155 Mbps; transmisión red-usuario a 622.08 Mbps. La velocidad de 622.08 Mbps es necesaria para manejar distribución múltiple de vídeo, requerida en multivideoconferencias.
3. Servicio full-duplex a 622.08 Mbps. Será útil para un proveedor de distribución de vídeo.

4.7.4 Código de línea.

El código de línea para el interfaz eléctrico es el CMI, codificación de marcas invertidas. CMI usa dos voltajes diferentes y obedece a las siguientes reglas:

- Para 0 binario- transición positiva en el punto medio del intervalo de tiempo.
- Para 1 binario- alternancia de niveles alto/bajo para los sucesivos unos.

Esta señal no contiene componente continua. Las frecuentes transiciones hacen más fácil mantener la sincronización entre el transmisor y receptor. Por otro lado, aumenta la velocidad de modulación con lo que el ancho de banda es mayor. Un ejemplo del código CMI se muestra en la figura 4.29.

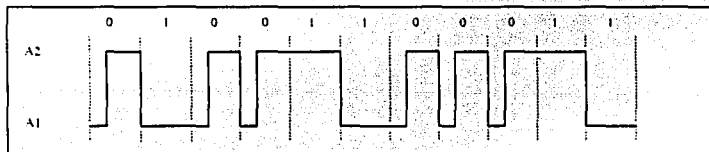


Figura 4.29 Código CMI.

Se multiplexan las células ATM en un entorno de multiplexado por división de tiempo sincrónica. La cadena de bits en el interface es una trama basada en la jerarquía digital sincrónica, JDS. Se puede emplear la trama de módulo de transporte sincrónico de nivel 1 (MTS-1) a una velocidad de 155.52 Mbps. Los otros módulos normalizados son MTS-4 (622.08 Mbps) y MTS-16 (2488 Mbps).

El MTS-1 contiene una carga útil llamada contenedor (C-4), a la que se añade la cabecera de trayecto (POH), formando el contenedor virtual (VC-4). Al contenedor virtual se añade la cabecera de sección (SOH). La capacidad del C-4 es de 2340 octetos, ocupados por células ATM de 53 octetos. Al no ser múltiplo entero, una célula puede sobrepasar los límites del VC-4. Se utilizan los punteros para indicar el inicio de las células dentro de la carga útil. El octeto H4 de la cabecera de trayecto (POH) indica el siguiente inicio de una célula ATM.

4.7.5 Canales virtuales y trayectos virtuales.

- Canales virtuales (virtual channel, VC). Es la unidad básica de conmutación en RDSI-BA. Un canal virtual esta configurado entre dos usuarios terminales a través de la red. Con una velocidad variable y un flujo de full-duplex de células de tamaño fijo intercambiadas sobre la conexión. Es unidireccional.
- Trayectos virtuales. (virtual path, VP). Haz de canales virtuales que tienen los mismos extremos. Las ventajas del uso de trayectos virtuales son:
 - ◆ Simplifican la estructura de la red.
 - ◆ Mejoran el funcionamiento y seguridad de la red.
 - ◆ Reduce el procesado y acorta los tiempos de establecimiento.
 - ◆ Aumenta los servicios de red.

Una conexión de canal virtual (VCC) ofrece transferencia de celulas ATM entre usuarios finales. Cada punto final asocia un identificador de canal virtual (VCI) con una conexión de canal virtual. Los dos puntos finales pueden tener distintos VCI para la misma VCC.

4.8 INTERNET.

Hoy en día las aplicaciones basadas en comunicaciones a través de PC's ha tenido un significativo crecimiento, rebasando todas las expectativas; sus aplicaciones aun no tiene limite. Una de las aplicaciones mas importantes o quizas la mas importante sea el internet.

El internet puede concebirse como una amplia red mundial de computadoras y redes que estan enlazadas de algun modo, aunque esto implique de alguna manera el termino virtual. El protocolo que gobierna la forma en que la información es transmitida en internet es conocido como el protocolo de internet (IP por sus siglas en ingles).

El Protocolo de Internet (IP) y el Protocolo de Transmisión (TCP), fueron desarrollados inicialmente en 1973 por el informático estadounidense Vinton Cerf como parte de un proyecto dirigido por el ingeniero norteamericano Robert Kahn y patrocinado por la Agencia de Programas Avanzados de Investigación (ARPA, siglas en inglés) del Departamento Estadounidense de Defensa. Internet comenzó siendo una red informática de ARPA (llamada ARPAnet) que conectaba redes de ordenadores de varias universidades y laboratorios en investigación en Estados Unidos. World Wide Web se desarrolló en 1989 por el informático británico Timothy Berners-Lee para el Consejo Europeo de Investigación Nuclear (CERN, siglas en francés).

TCP/IP es el protocolo común utilizado por todos los ordenadores conectados a Internet, de manera que éstos puedan comunicarse entre sí. Hay que tener en cuenta que en Internet se encuentran conectados ordenadores de clases muy diferentes y con hardware y software incompatibles en muchos casos, además de todos los medios y formas posibles de conexión. Aquí se encuentra una de las grandes ventajas del TCP/IP, pues este protocolo se encargará de que la comunicación entre todos sea posible. TCP/IP es compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware.

TCP/IP no es un único protocolo, sino que es en realidad lo que se conoce con este nombre es un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI.

La arquitectura del TCP/IP consta de cinco niveles o capas en las que se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI de la siguiente manera:

- Aplicación: Se corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios, tales como correo electrónico (SMTP), transferencia de ficheros (FTP), conexión remota (TELNET) y otros más recientes como el protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

- Transporte: Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de este nivel, tales como TCP y UDP, se encargan de manejar los datos proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.
- Internet: Es el nivel de red del modelo OSI. Incluye al protocolo IP, que se encarga de enviar los paquetes de información a sus destinos correspondientes. Es utilizado con esta finalidad por los protocolos del nivel de transporte.
- Físico : Análogo al nivel físico del OSI.
- Red : Es la interfaz de la red real. TCP/IP no especifica ningún protocolo concreto, así es que corre por las interfaces conocidas, como por ejemplo: 802.2, CSMA/CD, X.25, etc.

Para transmitir información a través de TCP/IP, ésta debe ser dividida en unidades de menor tamaño. Esto proporciona grandes ventajas en el manejo de los datos que se transfieren y, por otro lado, esto es algo común en cualquier protocolo de comunicaciones. En TCP/IP cada una de estas unidades de información recibe el nombre de "datagrama" (datagram), y son conjuntos de datos que se envían como mensajes independientes. Considerando algunas características:

- IP mueve los paquetes de datos a granel, mientras TCP se encarga del flujo y asegura que los datos estén correctos.
- Los datos no tienen que enviarse directamente entre dos computadoras. Es decir que no necesariamente deben estar conectadas. Cada paquete pasa de computadora en computadora hasta llegar a su destino.
- Los paquetes no necesitan seguir la misma trayectoria. La red puede llevar cada paquete de un lugar a otro y usar la conexión más idónea que esté disponible en ese instante.
- Cuando envía un mensaje, el TCP divide los datos en paquetes, ordena éstos en secuencia, agrega cierta información para control de errores y después los lanza hacia fuera, y los distribuye. En el otro extremo, el TCP recibe los paquetes, verifica si hay errores y los vuelve a combinar para convertirlos en los datos originales. De haber error en algún punto, el programa TCP destino envía un mensaje solicitando que se vuelvan a enviar determinados paquetes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

datagrama se transmite a través de la red interred, fragmentándose en unidades más pequeñas, cuando todas las piezas llegan a la máquina destinataria, la capa de transporte los reensambla para así reconstruir el mensaje original.

El protocolo IP identifica a cada ordenador que se encuentre conectado a la red mediante su correspondiente dirección. Esta dirección es un número de 32 bit que debe ser único para cada host, y normalmente suele representarse como cuatro cifras de 8 bit separadas por puntos.

La dirección de Internet (IP Address) se utiliza para identificar tanto al ordenador en concreto como la red a la que pertenece, de manera que sea posible distinguir a los ordenadores que se encuentran conectados a una misma red. Con este propósito, y teniendo en cuenta que en Internet se encuentran conectadas redes de tamaños muy diversos, se establecieron tres clases diferentes de direcciones, las cuales se representan mediante tres rangos de valores:

Clase A: Son las que en su primer byte tienen un valor comprendido entre 1 y 126, incluyendo ambos valores. Este tipo de direcciones es usado por redes muy extensas, pero hay que tener en cuenta que sólo puede haber 126 redes de este tamaño. ARPAnet es una de ellas.

Clase B: Estas direcciones utilizan en su primer byte un valor comprendido entre 128 y 191, incluyendo ambos. Este tipo de direcciones tendría que ser suficiente para la gran mayoría de las organizaciones grandes.

Clase C: En este caso el valor del primer byte tendrá que estar comprendido entre 192 y 223, incluyendo ambos valores. Estas direcciones permiten un menor número de host que las anteriores, aunque son las más numerosas pudiendo existir un gran número de redes de este tipo (más de dos millones).

Clase	Primer byte	Identificación de red	Identificación De host	Número de redes	Número de hosts
A	1...126	1 byte	3 byte	126	16.387.064
B	128...191	2 byte	2 byte	16.256	64.516
C	192...223	3 byte	1 byte	2.064.512	254

Tabla 4.3 Direcciones IP de internet.

En la clasificación de direcciones anterior se puede notar que cierto número no se usan. Algunos de ellos se encuentran reservados para un posible uso futuro, como es el caso de las direcciones cuyo primer byte sea superior a 223 (clases D y E, que aún no están definidas), mientras que el valor 127 en el primer byte se utiliza en algunos sistemas para propósitos especiales. También es importante notar que los valores 0 y 255 en cualquier byte de la dirección no pueden usarse normalmente por tener otros propósitos específicos.

el caso de las direcciones cuyo primer byte sea superior a 223 (clases D y E, que aún no están definidas), mientras que el valor 127 en el primer byte se utiliza en algunos sistemas para propósitos especiales. También es importante notar que los valores 0 y 255 en cualquier byte de la dirección no pueden usarse normalmente por tener otros propósitos específicos.

El número 0 está reservado para las máquinas que no conocen su dirección, pudiendo utilizarse tanto en la identificación de red para máquinas que aún no conocen el número de red a la que se encuentran conectadas.

El número 255 tiene también un significado especial, puesto que se reserva para el broadcast. El broadcast es necesario cuando se pretende hacer que un mensaje sea visible para todos los sistemas conectados a la misma red. Esto puede ser útil si se necesita enviar el mismo datagrama a un número determinado de sistemas.

Es importante señalar que el protocolo IP explicado anteriormente, o mejor dicho la versión de éste es la más utilizada actualmente, pero hace muy poco tiempo salió una nueva versión llamada la número 6. Las diferencias no son muchas, pero mejoran muchos aspectos de la antigua, ésta no es muy utilizada, pero creemos que es necesario explicar como funciona, para poder hacer una comparación con la antigua. A continuación la trataremos.

4.8.2 IP (V6)

La nueva versión del protocolo IP recibe el nombre de IPv6, aunque es también conocido comúnmente como IPng (Internet Protocol Next Generation). El número de versión de este protocolo es el 6 (que es utilizada en forma mínima) frente a la antigua versión utilizada en forma mayoritaria. Los cambios que se introducen en esta nueva versión son muchos y de gran importancia, aunque la transición desde la versión antigua no debería ser problemática gracias a las características de compatibilidad que se han incluido en el protocolo. IPng se ha diseñado para solucionar todos los problemas que surgen con la versión anterior, y además ofrecer soporte a las nuevas redes de alto rendimiento (como ATM, Gigabit Ethernet, etc.)

Una de las características más llamativas es el nuevo sistema de direcciones, en el cual se pasa de los 32 a los 128 bit, eliminando todas las restricciones del sistema actual. Otro de los aspectos mejorados es la seguridad, que en la versión anterior constituía uno de los mayores problemas. Además, el nuevo formato de la cabecera se ha organizado de una manera más efectiva, permitiendo que las opciones se sitúen en extensiones separadas de la cabecera principal.

El tamaño de la cabecera que el protocolo IPv6 añade a los datos es de 320 bit, el doble que en la versión antigua. Sin embargo, esta nueva cabecera se ha simplificado con respecto a la anterior. Algunos campos se han retirado de la misma, mientras que otros se han convertido en opcionales por medio de las extensiones. De

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Versión: Número de versión del protocolo IP, que en este caso contendrá el valor 6.
Tamaño: 4 bit.

Prioridad: Contiene el valor de la prioridad o importancia del paquete que se está enviando con respecto a otros paquetes provenientes de la misma fuente. **Tamaño:** 4 bit.

Etiqueta de flujo: Campo que se utiliza para indicar que el paquete requiere un tratamiento especial por parte de los routers que lo soporten. **Tamaño:** 24 bit.

Longitud: Es la longitud en bytes de los datos que se encuentran a continuación de la cabecera. **Tamaño:** 16 bit.

Siguiente cabecera: Se utiliza para indicar el protocolo al que corresponde la cabecera que se sitúa a continuación de la actual. El valor de este campo es el mismo que el de protocolo en la versión 4 de IP. **Tamaño:** 8 bit.

Límite de existencia: Tiene el mismo propósito que el campo de la versión 4, y es un valor que disminuye en una unidad cada vez que el paquete pasa por un nodo. **Tamaño:** 8 bit.

Dirección de origen: El número de dirección del host que envía el paquete. Su longitud es cuatro veces mayor que en la versión 4. **Tamaño:** 128 bit.

Dirección de destino: Número de dirección de destino, aunque puede no coincidir con la dirección del host final en algunos casos. Su longitud es cuatro veces mayor que en la versión 4 del protocolo IP. **Tamaño:** 128 bit.

El sistema de direcciones es uno de los cambios más importantes que afectan a la versión 6 del protocolo IP, donde se han pasado de los 32 a los 128 bit (cuatro veces mayor). Estas nuevas direcciones identifican a un interfaz o conjunto de interfaces y no a un nodo.

El número de direcciones diferentes que pueden utilizarse con 128 bits es enorme. Teóricamente serían 2128 direcciones posibles. Este número es extremadamente alto, pudiendo llegar a soportar más de 665.000 trillones de direcciones distintas por cada metro cuadrado de la superficie del planeta Tierra. Estos números una vez organizados de forma práctica y jerárquica quedarían reducidos en el peor de los casos a 1.564 direcciones por cada metro cuadrado, y siendo optimistas se podrían alcanzar entre los tres y cuatro trillones.

Existen tres tipos básicos de direcciones IPng según se utilicen para identificar a un interfaz en concreto o a un grupo de interfaces. Los bits de mayor peso de los que componen la dirección IPng son los que permiten distinguir el tipo de dirección,

empleándose un número variable de bits para cada caso. Estos tres tipos de direcciones son:

Direcciones unicast: Son las direcciones dirigidas a un único interfaz de la red. Las direcciones unicast que se encuentran definidas actualmente están divididas en varios grupos. Dentro de este tipo de direcciones se encuentra también un formato especial que facilita la compatibilidad con las direcciones de la versión 4 del protocolo IP.

Direcciones anycast: Identifican a un conjunto de interfaces de la red. El paquete se enviará a un interfaz cualquiera de las que forman parte del conjunto. Estas direcciones son en realidad direcciones unicast que se encuentran asignadas a varios interfaces, los cuales necesitan ser configurados de manera especial. El formato es el mismo que el de las direcciones unicast.

Direcciones multicast: Este tipo de direcciones identifica a un conjunto de interfaces de la red, de manera que el paquete es enviado a cada una de ellos individualmente.

Las direcciones de broadcast no están implementadas en esta versión del protocolo, debido a que esta misma función puede realizarse ahora mediante el uso de las direcciones multicast.

4.9 RDSI EN MEXICO.

En México, además de la red telefónica convencional, se encuentra en operación la llamada red superpuesta, la cual es una red totalmente digital, capaz de transmitir todo tipo de señales de información mediante el uso de las tecnologías más avanzadas de transmisión, conmutación e interconexión digital. La red superpuesta fue concebida con el objetivo de brindar una solución integral a los problemas de comunicación de los grandes usuarios de Telmex.

La red superpuesta está constituida por nodos de varias categorías, en donde se localiza todo el equipo de conmutación y de comunicación empleado. Estos nodos están interconectados entre sí, con sistemas de transmisión de alta capacidad y totalmente digitales, que permiten establecer comunicación entre dos puntos cualquiera de la misma ciudad (enlaces urbanos), en distintas localidades (enlaces interurbanos), o aún cuando se requiera acceso a la red telefónica pública para comunicarse con algún usuario que no esté conectado a la red superpuesta.

Los servicios que se ofrecen a través de la red superpuesta están basados en dos tipos de infraestructura:

- Nodos Telcom, que constituyen los centros de conmutación donde se proporciona los servicios de voz y una gran variedad de servicios suplementarios.
- Red Telmic, esta red está constituida por toda la infraestructura de transmisión necesaria para el transporte de información.

La red superpuesta provee acceso a la red telefónica pública a través de enlaces digitales hacia los tandems y centros de larga distancia nacional e internacional, para que exista comunicación hacia y desde la red telefónica pública.

La red emplea las centrales de conmutación AXE de Ericsson y la central de sistema S-1240 llamada central S-12 de Alcatel-Indetel. La central AXE emplea control por programa almacenado; el sistema S-12 es un sistema con funciones de control y conmutación totalmente distribuidas.

En multiplexación, la red emplea equipos multiplexores desde primer orden (30 canales), hasta cuarto orden (1920 canales). La red también utiliza sistemas ópticos que se encargan de realizar la conversión electro-óptica para la transmisión de voz y datos a través de fibras ópticas que cubren velocidades desde 8 hasta 565 Mb/s (4 x 1920 canales). También se emplea en la red sistemas de radio digital como el DRS 2-8-34-140/18700 que es un equipo de radioenlace en la gama de 17.7 a 19.7 GHz.

La red digital integrada (RDI) es la evolución de la concepción de red superpuesta, de hecho, corresponde al modelo de red superpuesta. La RDI está formada por tres grandes redes de transporte:

- La red digital terrestre. Esta se forma por centrales de conmutación y medios de transmisión digitales de extremo a extremo. Permite establecer conexiones

digitales desde la ubicación del usuario, manejando todo tipo de señales en diversas velocidades.

- La red satelital multiusuario. Formada por estaciones satelitales que se encuentran en la ubicación de los clientes que no son cubiertos por la red terrestre. Lugares de difícil acceso. Se hace uso de los satélites Morelos y solidaridad y de otros satélites con los cuales Telmex tiene acuerdos .
- La red de conmutación de paquetes de datos.

La RDI proporciona el modo para el envío de señales digitales conmutadas y de punto a punto con todas las modalidades de transmisión de información como son voz, datos, texto e imágenes, en un solo sistema para construir redes corporativas e institucionales a nivel local y de larga distancia nacional e internacional.

Buscando satisfacer todas las necesidades de los clientes conectados a esta red , Telmex ha buscado brindar a sus clientes características de un alto nivel en disponibilidad, confiabilidad, calidad y servicios.

Todas las empresas, instituciones y personas que necesitan manejar su información de una forma oportuna, podrán mejorar sus servicios al reducir costos de operación y tiempos de respuesta, modernizando sus sistemas de telecomunicaciones.

Como se puede intuir con lo expuesto hasta el momento, la RDSI representa la evolución natural de las redes telefónicas en todo el mundo, para ofrecer todos los servicios de telecomunicaciones existentes y por desarrollar a través de la red telefónica.

En México, Telmex es quien tiene el proyecto y la mayor responsabilidad para ofrecer los servicios RDSI; para esto, el proyecto ha estado sometido a diversas etapas como son experimentación, evaluación, pruebas con usuarios internos y externos. La estructura que telmex ha creado se basan en equipo Alcatel y Ericsson las especificaciones comprenden:

- Nivel 1 del acceso básico (2B + D)
- Nivel 2 del acceso básico (2B + D)
- Nivel 1 de acceso primario (30B + D)
- Parte usuario RDSI de canal común.
- Interfaz U del acceso básico.
- Nivel 3 del canal D para BRI y PRI, que actualmente se esta desarrollanado.
- Nivel 1 de la interfaz de usuario So de los equipos terminales de usuario y del terminador de red.
- La interfaz U (línea digital de usuario usando el par de hilos de cobre para RDSI).

Telmex tiene dos centrales S-12 de Alcatel-indetel para servicios RDSI localizadas en: el centro telefónico San Juan en la ciudad de México y otra en el centro

telefónico de Guadalajara. Se pretende ofrecer servicios RDSI a través de este tipo de centrales. Para obtener los servicios RDSI se ofrecerán dos tipos de accesos:

- Accesos básicos (BRI) a través de concentradores remotos.
- Acceso primario (PRI) para la conexión de PABX RDSI.

La cobertura geográfica esta enfocada para áreas que tienen un gran interés comercial, financiero e industrial; por lo cual, solo las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara en principio son cubiertas por RDSI; la cual se encuentra en la tala 4.4.

CIUDAD	CENTRAL	ACCESO PRIMARIO	ACCESO BASICO
MEXICO	TACUBAYA S12	4	512
GUADALAJARA	VALLARTA S12	2	256
MONTERREY	VALLE S12	2	256

Tabla 4.4 RDSI en México.

CONCLUSIONES.

El objetivo de mostrar el proceso para transmitir información analógica y digital a través de la red telefónica pública se cumplió con cada uno de los capítulos.

En el capítulo I se dio una amplia explicación en forma ordenada, así como también se contemplan todas las partes involucradas en los procesos que implican una transmisión de información, de tal forma que se explicaron tanto los componentes de un teléfono como la estructura de la red pública telefónica; que son conceptos importantes cuando el medio por el que va a viajar nuestra información es esta red. También se mencionan las aplicaciones y se citan algunos ejemplos para una mejor comprensión en temas muy importantes como señalización y conmutación.

La transmisión digital surge como una evolución natural de la industria de las comunicaciones. Los usuarios demandan soluciones más eficientes y veloces, y las empresas que proporcionan estas soluciones no se pueden quedar a la expectativa.

La transmisión digital ofrece características muy ventajosas sobre transmisiones analógicas tradicionales. Mejoran sustancialmente el envío de información entre fuente y destino e incluso abren la posibilidad de ofrecer nuevas herramientas o aplicaciones.

Ahora bien, dentro de las nuevas alternativas con que se cuentan se citaron a la RDSI de banda angosta y banda ancha (RDSI-BA) que en conjunto con la fibra óptica ofrecen una capacidad más grande y eficiente en el envío de información. RDSI además ofrece una amplia gama de servicios integrados en una sola red y al incrementarse el ancho de banda las ventajas aumentan. Claro que este tipo de servicios se orientan principalmente a usuarios grandes, compañías transnacionales y nacionales o instituciones gubernamentales que por sus necesidades requieren de este tipo de redes, pero, como sucede muchas veces en esta área los costos bajan y el número de usuarios potenciales se activan. Cabe señalar que la red telefónica pública esta interconectada a RDSI y como ejemplo de un servicio integrado se encuentra internet.

Quizás la más grande y exitosa aplicación de envío de datos (aunque en cantidades muy bajas) a través de la red telefónica sea Internet. Este servicio que surgió como una red privada gubernamental es ahora la red más grande y atinadamente llamada la red mundial. Internet seguirá siendo por las características que ofrece una herramienta imprescindible tanto en el hogar, escuela como en la oficina.

Considero que la tendencia de Internet esta enfocada mas al aspecto de entretenimiento, esto es que se podrá escuchar estaciones de radio, ver películas, escuchar conciertos de música, ver programas de TV, mantener una conversación con otra persona, y enviar de datos en grandes volúmenes. Definitivamente, esto

implica un ancho de banda mas grande de ahí que ya se esten desarrollando pruebas con la nueva generación de internet. Pero es importante señalar que tambien seguira siendo una herramienta muy util para conocer y encontrar información acerca de cualquier tema. Claro que no se debe dejar de contemplar otra de las características por excelencia de internet que es el correo electronico dentro del cual tambien se espera una herramientas para el incremento de la información y el almacenamiento de archivos, conexión tanto en voz como en video en tiempo real, correo electronico inalambrico, etc.

Como se menciono al inicio de este trabajo la telefonía como parte esencial de las comunicaciones seguirá siendo una industria con un gran crecimiento y con una constante evolución tecnológica. Seguramente en México, por las condiciones que marcan en algunas partes de la población la telefonía siga siendo solo por un medio por el cual se establece una comunicación entre dos personas, y que no por este hecho se haga menos, al fin y al cabo ese fue su razon de ser; aunque cuando el numero de aparatos telefonicos por persona se encuentra en alrededor del 30 por cada 100 representa uno de los principales rezagos que la industria de las comunicaciones en México tiene, aunque cabe señalar que en aspectos como RDSI, telefonía digital, microondas, satelites se tiene la infraestructura e inversiones, no solo del gran gigante de Telmex, sino tambien de otras compañías.

En fin considero que este trabajo ademas de mostrar los procesos que hay en un transferencia de información digital a traves de la Red telefonica pública, de una manera sencilla. Tambien se mencionaron los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para su realización.

Bibliografía.

Antonio Alonso Concheiro, Federico Kuhlmann
Información y telecomunicaciones
Fondo de Cultura Económica, México 1997.

Apuntes de Sistemas de comunicaciones I

Bellany jhon
Digital telephony
Londres, 1982.

Hernandez Fernando, Castro Manuel.
Guía multimedia de servicios de comunicación ISDN
Editorial Macombo, España 2000.

Nick Burd
The ISDN subscriber loop.

Perez Herrera Enrique
Fundamentos de Ingeniería Telefónica
Ed. Limusa
México D.F. 1997

Teléfonos de México,
Historia de la Telefonía en México 1878 - 1991.
Subdirección de Comunicación Social
México D. F. 1991.

Wayne Tomasi
Sistemas de comunicaciones electrónicas Segunda edición.
Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
México D.F. 1996

www.ella.swin.net/redes/tcpip/tcpip/html

www.telmex.com

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B

153

Recomendación "V" y "X" del CCITT

NORMATIVA SERIE V DEL CCITT

- V 1 Correspondencia entre los símbolos de cálculo binario y los estados significativos de un código bivalente.
- V 2 Niveles de potencia para la transmisión de datos en circuitos telefónicos.
- V 3 Alfabeto internacional número 5.
- V 4 Estructura general de las señales del código para el alfabeto internacional nº 5, para la transmisión de datos sobre la red pública.
- V 5 Normalización de los flujos binarios para la transmisión de datos síncrona sobre la red telefónica general con conmutación.
- V 6 Normalización de los flujos binarios para la transmisión de datos síncrona sobre circuitos alquilados de tipo telefónico.
- V 10 Características eléctricas de los circuitos de intercambio de doble corriente asimétrica para uso general en teleinformática.
- V 11 Características eléctricas de los circuitos de intercambio de doble corriente simétrica para uso general en teleinformática.
- V 15 Utilización de acopladores acústicos para la transmisión de datos.
- V 16 Modems para la transmisión de datos analógicos en medicina.
- V 19 Modems para la transmisión paralela de datos utilizando las frecuencias de señalización telefónicas.

- V 20 Módems para la transmisión paralela de datos de aplicación universal sobre la red telefónica conmutada.
- V 21 Módem de 300 baudios normalizado para uso sobre la red telefónica conmutada
- V 22 Módem de 600/1200 baudios normalizado para uso sobre la red telefónica conmutada.
- V 22bis Módem de 1200/2400 baudios normalizado para uso sobre la red telefónica conmutada
- V 23 Módem de 600/1200 baudios normalizado para uso sobre la red telefónica conmutada en semiduplex.
- V 24 Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el ETD y ECD
- V 25 Llamada y/o respuesta automáticas sobre la red conmutada, incluyendo la neutralización de los supresores de eco.
- V 26 Módem de 1200 bits por segundo normalizado para uso en circuitos alquilados de cuatro hilos.
- V 26bis Módem de 1200/2400 bits por segundo normalizado para uso en circuitos alquilados a cuatro hilos.
- V 27 Módem de 4800 bits por segundo, con ecualizador manual, para uso sobre circuitos alquilados.
- V 27bis Módem de 4800 bits por segundo, con ecualizador automático, para uso sobre circuitos alquilados.
- V 28 Características eléctricas de los circuitos de enlace con doble corriente asimétrica.
- V 29 Módem de 9600 bits por segundo para uso sobre circuitos alquilados a cuatro hilos.
- V 31 Características eléctricas de los circuitos de enlace para transmisión por simple corriente accionados por contactos cerrados.
- V 32 Módem de 9600 bits por segundo para uso sobre la red telefónica conmutada
- V 35 Transmisión de datos a 48 Kbits por segundo por medio de circuitos en grupo primario de 60 a 108 Khz.
- V 36 Módems para transmisión de datos síncrona utilizando los grupos primarios de 60 a 108 Khz.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- V 37 Transmisión de datos síncrona con flujos superiores a 72 Kbit/sg sobre circuito en grupo primario.
- V 40 Indicación de los errores en caso de utilización de aparatos electro-mecánicos.
- V 42 Norma para el control y detección de errores en transmisión de datos, que emplea el protocolo LAPM.
- V 50 Normas límites de calidad de transmisión para las transmisiones de datos.
- V 51 Organización del mantenimiento de los circuitos internacionales de tipo telefónico, utilizados para transmisión de datos.
- V 52 Características de los aparatos utilizados para la medida de la distorsión y la tasa de errores.
- V 53 Características límites para el mantenimiento de los circuitos de tipo telefónico utilizados para la transmisión de datos.
- V 54 Aparatos de bucles de pruebas para modems.
- V 55 Especificación de un aparato de medida de ruido impulsivo para circuitos de tipo telefónico.
- V 56 Ensayos comparativos de modems destinados a ser usados sobre circuitos de tipo telefónico.
- V 57 Conjunto completo de ensayos de transmisión de datos con flujos binarios elevados.

NORMATIVA SERIE X DEL CCITT

- X 1 Categorías de usuarios del servicio internacional de las redes públicas para datos y RDSI.
- X 2 Servicios ofrecidos a los usuarios del servicio internacional de las redes públicas de datos.
- X 3 Servicio complementario de ensamblado y desensamblado de paquetes (DEP) en una red pública de datos.
- X 4 Estructura general de las señales del código del alfabeto Nº 5, para la transmisión de datos sobre redes.
- X 15 Definiciones de los términos relacionados con las redes públicas para datos.

154

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- X 20 Interconexión entre el ETD y el ECD en el caso de transmisiones asincrónicas sobre redes públicas de datos
- X 20bis Utilización de equipos terminales de datos, sobre redes públicas, que utilizan para la interconexión módems asincrónicos de la serie "V"
- X 21 Interconexión entre ETD y ECD para su funcionamiento sincrónico en redes públicas de datos
- X 21bis Utilización sobre redes públicas de equipos terminales que utilizan para la interconexión módems sincrónicos de la serie "V"
- X 22 Interconexión multiplex ETD/ECD para las categorías de usuarios 3 a 6.
- X 24 Lista de las definiciones relativas a los circuitos de unión establecidos entre ETD y ECD sobre redes públicas de datos
- X 25 Interconexión entre ETD y ECD para terminales con funcionamiento en modo paquete, conectados a una red pública de transmisión de datos, con línea dedicada.
- X 26 Características eléctricas de los circuitos de unión asimétricos en doble corriente para aplicación general a los equipos de transmisión de datos
- X 27 Características eléctricas de los circuitos de unión simétricos en doble corriente para aplicación general a los equipos de transmisión de datos
- X 28 Interconexión ETD/ECD para el acceso de un ETD asincrónico al servicio de ensamblado y desensamblado de paquetes (DEP), en una red pública de datos.
- X 29 Procedimientos de intercambio de información de control y de datos del usuario entre un DEP y un DTE modo paquete u otro DEP.
- X 32 Interface entre un ETD y un ECD para terminales que transmiten en modo paquete acceden a la red pública X.25 a través de la red telefónica conmutada.
- X 40 Normalización de los sistemas de transmisión con modulación por desplazamiento de frecuencia permitiendo la obtención de canales de telegrafía y de datos por subdivisión en frecuencia de un grupo primario.
- X 50 Características fundamentales de un plan de multiplexado destinado a la interconexión internacional entre redes de datos sincrónicas

- X 50bis Características fundamentales de un plan de transmisión con un flujo de usuario de 48 Kbits/sg. para la interconexión internacional entre redes de datos.
- X 52 Método de codificación de las señales asincrónicas para inserción en un soporte sincrónico para usuarios.
- X 53 Numeración de los canales en los enlaces internacionales multiplexados a 64 Kbits/sg.
- X 54 Reparto de los canales en enlaces internacionales multiplexados a 64 Kbits/sg.
- X 60 Señalización por canal común para las aplicaciones de transmisión de datos con conmutación de circuitos.
- X 70 Sistema de señalización de control terminal y de tránsito para servicios asincrónicos sobre redes internacionales.
- X 75 Procedimiento de control de llamada de terminal y de tránsito y sistema de transferencia de datos sobre circuitos internacionales entre redes de conmutación de paquetes.
- X 80 Interfuncionamiento de los sistemas de señalización entre centrales para los servicios de transmisión de datos con conmutación de circuitos.
- X 87 Principios y procedimientos para la realización de los servicios complementarios ofrecidos para las redes públicas de datos de ámbito internacional.
- X 92 Comunicaciones ficticias de referencia para las redes públicas sincrónicas de datos.
- X 96 Señales de progresión de la llamada en las redes públicas de datos.
- X 110 Principios de encaminamiento para los servicios públicos internacionales de transmisión de datos mediante redes con conmutación.
- X 121 Plan de numeración internacional para las redes públicas de datos.
- X 130 Objetivos provisionales para los tiempos de establecimiento y de liberación de las comunicaciones en las redes públicas de datos con conmutación de circuitos.
- X 132 Objetivos provisionales para la calidad de la transmisión internacional de datos sobre las redes de conmutación de circuitos.

- X 150 Bucles de ensayo del ETD y del ECD destinados a las redes públicas de datos.
- X 180 Disposiciones administrativas relativas a los grupos cerrados de usuarios internacionales.
- X 244 Procedimiento para el intercambio de identificación de protocolo durante el establecimiento de la llamada virtual, en redes de conmutación de paquetes públicas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C

156

Recomendación "V-24" de CCITT

Se describe esta recomendación por la enorme importancia que tiene, ya que es la que se aplica a los circuitos de interconexión, llamados circuitos de enlace del interface entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD) para la transferencia de datos binarios, señalización de control y de sincronización.

Las características eléctricas de dicho interface se contemplan en las Recomendaciones apropiadas sobre características eléctricas, o en ciertos casos especiales en la referentes a los ETCD. En la norma V 28 se especifican las recomendaciones eléctricas para los interfaces no equilibrados entre ETD y ETCD; la condición de activado (0) corresponde a los valores positivos mayores de +3 voltios, y la condición de desactivado (1) a los valores negativos menores que -3 voltios.

De hecho esta recomendación (V 24) define el interface de mayor uso en el mundo, en cuanto a conexiones de equipos terminales a redes de datos o entre sí, y aunque existen otros que proporcionan prestaciones más elevadas su extensión se ve dificultada por la enorme implantación del primer. Una recomendación equivalente a la V 24 es la RS-232-C definida por el EIA (*Electronic Industries Association*), que puede considerarse un subconjunto de la misma, siendo la diferencia el mayor número de canales que están definidos en la V.24, ya que existen otros interfaces estándar que también la emplean.

El interface entre el ETD y el ETCD es un conector, que es el punto de enlace entre estos dos tipos de equipos, estando definidas sus características mecánicas en las recomendaciones ISO 2110 y ISO 4902

A continuación se definen los circuitos de enlace y sus funciones

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Circuito 102 — Tierra de señalización o retorno común. Este conductor, establece el retorno común para los circuitos de enlace asimétricos que siguen la Recomendación V.28 y el potencial de referencia en corriente continua para los circuitos de enlace definidos en las Recomendaciones V.10, V.11 y V.35.

Circuito 102a — Retorno común del ETD. Este conductor se conecta al retorno común del circuito del ETD usándose como potencial de referencia para los receptores de circuitos asimétricos, del tipo V.10, del ETCD.

Circuito 102b — Retorno común del ETCD. Este conductor se conecta al retorno común del circuito del ETCD usándose como potencial de referencia para los receptores de circuitos asimétricos, tipo V.10, del ETD.

Circuito 102c — Retorno común. Este conductor establece el retorno común de la señal para circuitos de enlace de corriente simple, cuyas características eléctricas son conforme a la Recomendación V.31.

Circuito 103 — Transmisión de datos. Es el circuito utilizado para transferir las señales generadas en el ETD hacia el ETCD.

Circuito 104 — Recepción de datos. Es el circuito utilizado para transferir las señales procedentes del ETCD hacia el ETD. Las condiciones de recepción de las señales de prueba de mantenimiento se especifican con el circuito 107.

Circuito 105 — Solicitud de transmitir. Señales que controlan la función de transmisión por el canal de datos del ETCD. Si se encuentra activo el ETCD entrará en modo de transmisión hasta que dicha señal pase a estado de desactivada.

Circuito 106 — Preparado para transmitir. Las señales transmitidas por este circuito indican al ETD que el ETCD está preparado para aceptar señales de datos para su transmisión por el canal de datos o con fines de prueba y mantenimiento.

Circuito 107 — Equipo de datos preparado. Estas señales indican si el ETCD está dispuesto para funcionar; si se encuentra activada indica que el convertidor de señal o equipo similar está conectado a la línea y el ETCD preparado para intercambiar señales de control con el ETD para iniciar la transferencia de datos.

Circuito 108/1 — Conexión del ETD a la línea. Las señales transmitidas por este circuito controlan la conexión o desconexión a la línea del conversor de señales.

Circuito 108/2 — Terminal de datos preparado. Si esta señal se activa el ETCD se preparará para conectar a la línea el conversor de señal, y mantiene esta conexión después de que se ha establecido por medios

suplementarios. El estado desactivado tiene por efecto que el ETCD desconecte de la línea el equipo de conversión de señales, una vez completada la transmisión a la línea de todos los datos entregados por el circuito 103 y/o 118.

Circuito 109 — Detector de señales de línea recibidas por el canal de datos. Las señales transmitidas por este circuito indican si las señales de línea recibidas por el canal de datos están o no dentro de los límites especificados. Si se encuentra activada indicará que la señal recibida es apropiada; en caso contrario, que se encuentra fuera de los límites definidos.

Circuito 110 — Detector de calidad de la señal de datos. Señales que indican si existe o no cierta probabilidad de error en los datos recibidos. La calidad de la señal se ajusta a la Recomendación pertinente sobre el ETCD.

Circuito 111 — Selector de velocidad binaria (procede del ETD). Las señales transmitidas por este circuito se utilizan para seleccionar una de las dos velocidades binarias (de señalización) de un ETCD dual, ya sea sincrónico o asincrónico. Si está activada se selecciona la velocidad más alta; y la más baja si está desactivada.

Circuito 112 — Selector de velocidad binaria (procede del ETCD). Las señales transmitidas por este circuito se utilizan para la selección de la velocidad binaria en el ETD, en función de la utilizada por un ETCD sincrónico o asincrónico. Si está activada se selecciona la velocidad más alta; y la más baja si está desactivada.

Circuito 113 — Temporización para los elementos de señal en la transmisión (procede del ETD). Señales que proporcionan al ETCD la temporización para los elementos de señal. La condición de activado/desactivado debe de mantenerse por períodos de tiempo iguales, y la transición de activado a desactivado indicará la posición del centro de cada una de las señales del circuito 103.

Circuito 114 — Temporización para los elementos de señal en la transmisión (procede del ETCD). Señales que proporcionan al ETD la temporización para los elementos de señal. La condición de activado/desactivado debe de mantenerse por períodos de tiempo iguales. El ETD debe suministrar por el circuito 103 una señal de datos en que las transiciones entre los elementos de señal se produzcan simultáneamente a las transiciones de activado a desactivado del circuito 114.

Circuito 115 — Temporización para los elementos de señal en la recepción (procede del ETCD). Señales que proporcionan al ETD la temporización para los elementos de señal. La condición de activado/desactivado debe de mantenerse por períodos de tiempo iguales, y la transición de activado

Recomendación V.24 de CCITT / 307

a desactivado indicará la posición del centro de cada una de las señales del circuito 104.

Circuito 116 — Selección de instalaciones de reserva. Las señales transmitidas por este circuito son utilizadas para elegir entre las instalaciones normales o las de reserva, como canales de datos o conversores de señal. Si se encuentra activada, se selecciona el modo de funcionamiento de reserva, haciendo que el ETCD sustituya determinadas instalaciones por otras. Si está desactivada, el ETCD sustituye las de reserva por las normales. Este circuito se mantendrá desactivado siempre que no sea necesario hacer uso de las instalaciones de reserva.

Circuito 117 — Indicador de instalaciones de reserva. Las señales transmitidas por este circuito indican si el ETCD está o no en condiciones de funcionar en el modo de reserva, en el que las instalaciones principales son sustituidas por las de reserva.

Circuito 118 — Transmisión de datos por el canal de retorno. En las transmisiones realizadas por el canal de retorno este circuito es equivalente al 103

Circuito 119 — Recepción de datos por el canal de retorno. En las transmisiones realizadas por el canal de retorno este circuito es equivalente al 104.

Circuito 120 — Petición de transmisión por el canal de retorno. Señales que controlan la función de transmisión por el canal de datos (de retorno) del ETCD. Es equivalente al circuito 105. Si se encuentra activo el ETCD entrará en modo de transmisión hasta que dicha señal pase a estado de desactivada.

Circuito 121 — Canal de retorno preparado. Las señales transmitidas por este circuito indican al ETD que el ETCD está preparado para aceptar señales de datos para su transmisión por el canal de datos (de retorno) o con fines de prueba y mantenimiento. Es equivalente al circuito 106. Si se encuentra activo el ETCD puede transmitir datos por el canal de retorno; si está desactivada no puede hacerlo.

Circuito 122 — Detector de señal de línea recibida por el canal de retorno. Este circuito es equivalente al 109, pero con la diferencia de que se utiliza para indicar si la señal de línea recibida por el canal de retorno se encuentra dentro de los límites especificados.

Circuito 123 — Detector de la calidad de las señales en el canal de retorno. Este circuito es equivalente al 110, pero con la diferencia de que se utiliza para indicar la calidad de la señal de línea recibida por el canal de retorno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Circuito 124 — Selección de los grupos de frecuencias. Las señales transmitidas por este circuito se utilizan para elegir los grupos de frecuencias deseados, dentro de los disponibles en el ETCD. Si se encuentra activado el ETCD empleará todos los grupos de frecuencias para representar señales de datos, si está desactivado utilizará un grupo reducido y especificado.

Circuito 125 — Indicador de llamada. Señales que indican si el ETCD está recibiendo algún tipo de señal de llamada.

Circuito 126 — Selección de frecuencia de transmisión. Señales que se utilizan para seleccionar la frecuencia de transmisión necesaria del ETCD. Si está activada se selecciona la más alta, y si está desactivada la más baja.

Circuito 127 — Selección de frecuencia de recepción. Señales que se utilizan para seleccionar la frecuencia de recepción necesaria del ETCD.

Si está activada se selecciona la más baja, y si está desactivada la más alta.

Circuito 128 — Temporización para los elementos de señal en recepción. Señales transmitidas por el ETD para proporcionar al ETCD la temporización para los elementos de señal. La condición de activado/desactivado de este circuito debe mantenerse durante periodos de tiempo iguales. El ETCD debe suministrar una señal de datos por el circuito 104 coincidiendo con las transición de desactivado a activado en el circuito 128.

Circuito 129 — Petición de recibir. Señales que se utilizan para controlar la función de recepción del ETCD. Si está activado el ETCD adopta el modo de recepción, y si está desactivado el de no recepción.

Circuito 130 — Transmisión del tono por el canal de retorno. Las señales transmitidas por este circuito controlan la transmisión de un tono por el canal de retorno.

Circuito 131 — Temporización para los caracteres recibidos. Señales que proporcionan al ETD la información de temporización para los caracteres, como se especifica en las recomendaciones pertinentes para el ETCD.

Circuito 132 — Retorno al modo "no datos". Señales empleadas para restablecer el modo "no datos", de que está provisto el ETCD sin que se libere la conexión con la estación distante. El estado activo hace que el ETCD reponga el modo "no datos"; una vez establecido este modo el circuito se desactiva.

Circuito 133 — Preparado para recibir. Las señales transmitidas por este circuito controlan la transferencia de datos por el circuito 104, indicando si el ETD puede aceptar o no cierta cantidad de datos, establecida en la