



37
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGON"



ANALISIS DE LAS S V T
PARA MONITOREO DE RDSI ARAGON

T E S I S

Que para obtener el Grado de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a :

RAYMUNDO JUAREZ ANGUIANO

DIRECTOR DE TESIS ING. DAVID B. ESTOPIE BERMUDEZ



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

San Juan de Aragón, Edo de Méx. 1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

TESIS

COMPLETA

DEDICATORIAS

A mis padres Raymundo y Estela, quienes me proporcionaron la educación y el apoyo necesario para poder llegar a la culminación de este trabajo.

A mis hermanos Gustavo y Federico, y especialmente a mis hermanas Carolina y Alejandra, por su ayuda y comprensión durante todos estos años de estudio.

A mi tía Esperanza Juárez (q.e.p.d.) quien me brindó su cariño y cuidados durante muchos años de mi vida.

A mis primos Manolo, Beto y Lalo, y a mi tío Jorge, por su amistad y los buenos momentos que hemos compartido.

A mis abuelos Raymundo (q.e.p.d.), Guadalupe y Dolores por su cariño y ayuda.

A mis tíos Manuel Juárez, Esperanza Cisneros, Celia Anguiano, Silvia e Hilda Juárez, por sus buenos consejos, afecto y el apoyo que siempre me han otorgado.

A mis compañeros y amigos, Alejandro Vargas, Víctor Meléndez, Gerardo Durán, Silvia Mendoza, Ricardo Gracia y Daniel Ramírez, por su amistad y buenas vibras.

AGRADECIMIENTOS

A todos los maestros que durante el transcurso de mi vida escolar han contribuido a mi formación y dejado un buen recuerdo en mi memoria.

Al Ing. David B. Estopier Bermúdez, quien además de dedicar parte de su tiempo para dirigir esta tesis, motivó extraordinariamente mi interés para conocer más a fondo y ampliamente el fascinante mundo de las telecomunicaciones.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, una de las universidades con más tradición en América Latina, por brindarme la oportunidad de estudiar en sus aulas.

A la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por las facilidades que me otorgaron durante mis estudios y la realización de este trabajo.

¡NO DESISTAS!

Cuando vayan mal las cosas como a veces suelen ir;
cuando ofrezca tu camino sólo cuestas que subir;
cuando tengas poco haber, pero mucho que pagar;
y precisas sonreír, aún teniendo que llorar;
cuando ya el dolor te agobie y no puedas ya sufrir,
descansar a caso debes pero ¡NUNCA DESISTIR!

Tras las nubes de la duda ya plantadas, ya sombrías
puede bien surgir el triunfo, no el fracaso que temías.

Y no es dable a tu ignorancia figurarse cuán cercano
puede estar el bien que anhelas y que juzgas tan lejano.

Lucha pues, por más que tengas en la brega que sufrir,

CUANDO TODO ESTE PEOR,
¡MAS DEBEMOS INSISTIR!

RUDYARD KIPLING

ANALISIS DE LAS SVT PARA MONITOREO DE RDSI

INDICE

	Páginas
INTRODUCCION	1
A.1 BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EL MUNDO	3
a.-El gran descubrimiento de Bell	
b.-Conmutación	
c.-Interconexión de los sistemas	
d.-Nacimiento de TELMEX	
e.-Telefonia por microondas	
f.-Digitalización del servicio telefónico	
g.-Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)	
A.2 INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO	13
a.-El programa de comunicaciones rurales	
b.-Telmex y sus planes a futuro	
c.-Panorama nacional en telecomunicaciones	
d.-Nuevas alianzas en telecomunicaciones	
e.-Las redes en México	
f.-Ley Federal de Telecomunicaciones	
g.-El mercado mexicano	
A.3 LA SUPERCARRETERA DE LA INFORMACION	23
I.- FUNDAMENTOS DEL SISTEMA TELEFONICO	27
I.1 EVOLUCION DE ANALOGICO A DIGITAL	29
I.2 CENTRALES DIGITALES	30
a.-Clasificación de centrales de acuerdo a su función	
-Commutadores privados (PBX)	
-Centrales locales	
-Centrales de tránsito (o tándem)	
b.-Etapa de concentración	
c.-Propiedades de la interfaz de abonado	
I.3 CONFIGURACIONES DE REDES	35
I.4 REDES JERARQUICAS AT&T Y CCITT	35
I.5 MODULACION DE IMPULSOS	39
-Modulación de amplitud	

-Modulación de duración	
-Modulación de posición	
-Modulación PCM	
-Modulación delta	
I.6 CODIFICACION EN PCM.....	42
a.-PCM y relación señal a ruido	
b.-Sistemas PCM multicanales	
c.-Sincronización	
d.-Cuantificación	
e.-Ley de codificación μ segmentada	
f.-Ley de codificación A	
I.7 SISTEMAS PCM RECOMENDADOS POR EL CCITT.....	52
-Sistema de 30 canales del CCITT (E1)	
-Sistema de 24 canales del CCITT (T1)	

II.- SEÑALIZACION.....59

- De línea	
- De registro	
II.1 INTERNA.....	61
II.2 EXTERNA.....	61
a.-Señalización de bucle de abonado	
b.-Señalización en una llamada telefónica	
c.-Señalización entre centrales	
1)Señalización a C.D.	
2)Señalización a C.A.	
II.3 SISTEMAS DE SEÑALIZACION.....	64
1.- Sistema de señalización R2 del CCITT	
II.4 SEÑALIZACION DE CANAL ASOCIADO Y SEÑALIZACION POR CANAL SEPARADO....	75
1.-Modos de señalización de canal común	
2.-El Sistema de Señalización No. 7	

III.- CODIGOS DE LINEA.....81

- NRZ
- NRZB
- RZ
- RZB
- NRZI
- BPRZ-AMI
- BNZS (B8ZS Y HDB3)

III.1 CODIGOS DE LINEA PARA RDSI.....	89
-4B3T	
-2B1Q	

IV.- PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA.....95

IV.1.FUNCIONES DE LA CAPA DE ENLACE DE DATOS.....	97
IV.2 PROTOCOLO.....	97
-Protocolo de enlace	
IV.3 EL CONTROL DE ENLACE DE DATOS DE ALTO NIVEL (HDLC).....	99
a.-Características de HDLC	
b.-Formato de la trama	
c.-El campo de control	
d.-El control de flujo y contabilidad del trafico	
e.-El bit poll/final	
f.-Comandos y respuestas HDLC	
IV.4 HDLC Y SUS SUBCONJUNTOS.....	109
1.-LAP	
2.-LAPB	
3.-IEEE 802.2	
4.-LAPD	

V.- RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)..... 113

V.1 TENDENCIAS DIGITALES EN LOS SISTEMAS TELEFONICOS.....	115
-La telemática	
V.2 PANORAMA GENERAL DE LA RDSI.....	117
-Características de la red	
-Ventajas de RDSI	
V.3 EL MODELO OSI.....	121
-Las capas OSI	
-Las capas RDSI	
V.4 ¿QUE ES UN CANAL?.....	125
-Tipos de canales para RDSI	
V.5 DISPOSITIVOS FUNCIONALES.....	126
V.6 PUNTOS DE REFERENCIA E INTERFACES RDSI.....	129
V.7 CAPA FISICA DE RDSI.....	129
-Protocolo de capa 1	
-Configuraciones multipunto en la BRI	
-Procedimiento de activación del NT por el TE	
-Tipos de servicios RDSI	
-Acceso básico (BRI)	

-Tramas de tasa básica (BRI)	
V.8 CAPA DE ENLACE DE RDSI.....	137
-Protocolo de capa 2	
-Resolución de contenciones	
-Tramas de Tasa Primaria (PRI)	
-Los circuitos locales RDSI	
V.9 CAPA DE RED DE RDSI.....	146
-Protocolo de capa 3	

VI.- EL CONTROL DE FLUJO.....151

VI.1 CONTROL DE FLUJO DE PARAR Y ESPERAR.....	153
VI.2 CONTROL DE FLUJO DE VENTANA DESLIZANTE.....	156
VI.3 DETECCION Y CORRECCION DE ERROR.....	160
-Empeoramientos de señal	
-Control de error	
-Detección de error en transmisión (Forward Error Detection)	
-El control de error en el Sistema de Señalización N° 7	
1.-Parámetros del desempeño del circuito de comunicaciones	
2.-Técnicas de detección y corrección de error	
a)Transmisión asincrónica	
-Verificación de paridad	
-Verificación de bloque	
b)Transmisión sincrónica	
-Códigos geométricos	
-Códigos cíclicos	
3.-Utilización del CRC-4 en el canal CERO (0) de la trama básica de 2048 kbits/s.	
4.-Implementación de un circuito de Secuencia de Verificación de trama (SVT) a través de registros de corrimiento.	
5.-Efectividad del CRC	
6.-Razones para el uso de procedimientos CRC	

VII.- NORMALIZACION.....181

VII.1 EL PROBLEMA DE LA ESTANDARIZACION.....	183
VII.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACIÓN PARA LAS TELECOMUNICACIONES.....	184
-ISO	
-UIT	
-IEC	
-INTELSAT	

VII.3 ORGANIZACIONES REGIONALES Y NACIONALES DE NORMALIZACIÓN PARA LAS TELECOMUNICACIONES.....	189
-CEN	
-CEPT	
-ETSI	
-ECMA	
-ANSI	
-EIA	
-IEEE	
VII.4 ORGANISMOS DE NORMALIZACIÓN PARA LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO.....	191
a)CCNN-CTI	
VII.5 ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES NORMAS DEL CCITT QUE INVOLUCRAN RDSI Y COMUNICACIONES DE DATOS.....	193

VIII.- APLICACIONES.....	197
---------------------------------	------------

VIII.1-USO DE RDSI Y RUTEADORES PARA INTERCONECTAR REDES LAN.....	199
---	-----

CONCLUSIONES.....	213
--------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INTRODUCCION

A.1 BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO

Desde sus inicios el hombre siempre ha sentido una imperiosa necesidad de comunicarse, no sólo a través de contacto directo, sino mediante un código de señales preestablecido, llámese éste música, danza, mímica o lenguaje. Es por ello que la tecnología en que descansan las comunicaciones se modifica de manera permanente en busca de soluciones que propicien una comunicación cada vez más amplia y completa. Una muestra de ello, es el paso de la telegrafía alámbrica al teléfono, con lo cual se elimina la necesidad de redactar un mensaje, enviarlo y entregarlo, pues el recorrido de la palabra a través de la línea es casi instantáneo.

Entre tantas aplicaciones de la electricidad, el teléfono es quizá una de las que más profundamente ha transformado las relaciones entre los hombres. Este aparato hace posible la vida en las grandes ciudades modernas, donde los más complicados asuntos se resuelven muchas veces sin la necesidad de que las personas se reúnan, sin que se vean, y sin que siquiera se conozcan. Además, se sabe que existe una estrecha relación entre el desarrollo y la mayor utilización del teléfono con el nivel de prosperidad de un país.

A principios de siglo, el ferrocarril parecía solucionar de momento, las necesidades más urgentes en materia de transportación de pasajeros y, sobre todo de movlización de cargas; y el telégrafo como medio por excelencia en ese entonces para lograr las comunicaciones a distancia que se hacían cada vez más extensas y propiciaba la multiplicación de las relaciones comerciales. Sin embargo, con el invento del teléfono por parte Alejandro Graham Bell en 1876, se iniciaba una nueva era en el campo de la comunicaciones.

El invento del teléfono en 1876, constituía la culminación práctica de varios años de investigaciones efectuadas por Graham Bell y muchos otros científicos, para hacer posible la transmisión de la palabra a gran distancia.

Aún cuando en 1878 la "Gazette de Pekin" publicó que el teléfono o Thum-Sein, fue inventado en China en el año 968 por un sabio llamado Kung-Foo-Wing, y de que otros muchos investigadores contribuyeron para la invención del teléfono, entre ellos están Edward Farrar (E.U.A.), Charles Bounseul (Francia), Phillipp Reis (Alemania) y Antonio Mencci (Italia), está generalmente reconocido que fue Bell quien realizó la primera demostración auténtica de transmisión de la palabra por teléfono.

A.1.a EL GRAN DESCUBRIMIENTO DE BELL

Bell, desde 1873, dedica gran parte de su tiempo a la invención de un sistema de transmisión múltiple de telegramas por el mismo hilo. Confía en que con seis vibradores

BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO

eléctricos debe desarrollar un sistema más perfecto de telegrafía múltiple. Y, por la tarde del 2 de junio de 1875, uno de sus vibradores queda adherido al electroimán. Al ordenar a su ayudante que lo despegue, observa en la habitación inmediata que el vibrador correspondiente empieza a vibrar y produce un sonido del mismo tono. Deduce que si se puede transmitir eléctricamente un sonido, también debe ser posible transmitir sonidos complejos de la palabra humana e incluso de la música. En un pequeño cilindro por el cual puede hablar, coloca una piel de batihoja, conectándola a un vibrador situado sobre un electroimán. Los ensayos inacabables, culminan el 10 de marzo de 1876 cuando, en su deseo de reforzar las débiles señales audibles por su ayudante, ocurresele aumentar la densidad de la pila eléctrica con la cual opera. Al agregarle ácido sulfúrico, parte del liquido se derrama y alcanza a quemarle una pierna. Solicita ayuda a su colaborador; Watson se asombra al advertir que el llamado le llega con insólita claridad. La patente 178399, *Receptores telegráficos telefónicos*, es registrada en su solicitud el 8 de abril de 1876; le es concedida el 6 de junio siguiente. El 1º de septiembre del mismo año, Graham firma un contrato con Thomas A. Watson, su ayudante, para que éste dedique su tiempo Integro al trabajo de las patentes, iniciación por así decirlo de los laboratorios de investigación del sistema Bell.

El 12 de febrero de 1877 el propio Bell sostuvo una conferencia de larga distancia de 25 km, entre Boston y Salem; un año más tarde, a partir del tercer período presidencial del General Porfirio Díaz, en 1878 la hazaña se repetía en México al establecerse la primera comunicación telefónica entre la Inspección de Policía de la Ciudad de México y la Comisaría de Tlalpan, D.F., es decir dos años después de la invención.

El suceso ocasionó un gran impacto a nivel nacional tanto por lo novedoso del invento, como por la distancia en que se lograba la comunicación por vez primera en el país.

En ese mismo año que marcó el inicio de los 100 años de telefonía en México, se otorgó el primer permiso oficial para que el servicio telefónico se estableciera en la Ciudad de México. A Alfredo Westrup y Compañía les correspondió instalar la primera red para unir telefónicamente las seis comisarías de policía con la Inspección General, y ésta con el despacho del Gobernador del D.F. y el de este funcionario con el del Ministro de Gobernación.

No obstante los pasos firmes dados en el inicio de la telefonía en México los citados años, no fue sino hasta 1882 cuando realmente comenzó en nuestro país el Servicio Telefónico Público al iniciar sus operaciones la Compañía Telefónica Mexicana con capital norteamericano, establecida en las calles de Santa Isabel N° 6 donde actualmente se encuentra ubicado el majestuoso Palacio de Bellas Artes.

Un año después de haber iniciado el servicio actualmente conocido como urbano, tuvo lugar la primera conferencia telefónica Internacional, entre Matamoros, Tamps, y Brownsville, Texas marcando las rutas de unión entre México y el vecino país del norte como primera etapa y posteriormente en forma paulatina con el resto del mundo.

INTRODUCCION

Los primeros aparatos telefónicos se arrendaban por pares. Los dos teléfonos estaban permanentemente conectados entre sí, era imposible conectar con otros teléfonos. En esta disposición el servicio tenía el inconveniente de ser útil sólo en una minoría de casos.

Al principio, la red telefónica se componía de unos cuantos suscriptores, lo cual facilitaba establecer una comunicación y conforme se fueron incrementando hubo necesidad de concebir mecanismos de conmutación que operaban en forma manual a fin de que los aparatos telefónicos pudieran conectarse entre sí. Sin embargo la primera mejora importante en el renglón de conmutación telefónica fue el invento de Almon B. Strowger, en 1889, de un sistema automático de conmutación que vino a revolucionar de hecho el servicio telefónico público, juntamente con el invento del disco dactilar por Lars Magnus Ericsson en 1896.

A.1.b CONMUTACION

Paralelo al requerimiento que se tenía de contar con un sistema de conmutación, se presentó la necesidad entre los usuarios mismos de poderse identificar entre sí de acuerdo al número asignado a cada uno de ellos, trayendo esto como consecuencia la aparición del primer directorio telefónico que se publicó en México, el cual en el año de 1888 fecha de su publicación registraba 800 suscriptores de la Compañía Telefónica Mexicana.

El 18 de febrero de 1903 el Lic. Leandro Fernández, Secretario de Estado y del Despacho de Comunicaciones y Obras Públicas, en representación del Ejecutivo de la Unión otorga concesión al señor José Sitzenstatter para el establecimiento de una red telefónica en el Distrito Federal. En este mismo año la Compañía Telefónica Mexicana celebró nuevo contrato o concesión con el Gobierno Federal para continuar explotando el Servicio Telefónico en el Distrito Federal; este contrato es adicional a la concesión que le había sido otorgada el 18 de junio de 1884.

De los hechos sobresalientes en materia telefónica que se tuvieron en 1904, mencionaremos:

- La explotación del Servicio Telefónico de larga distancia en combinación con las líneas telegráficas federales en los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León.
- El inicio del servicio de larga distancia en las regiones de Torreón, Cd. Lerdo y Cd. Gómez Palacio.
- Se refrendó por 3 años más el contrato celebrado el 16 de abril de 1901 entre la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y la Compañía Telefónica de Aguascalientes, para suministrar conjuntamente el servicio telefónico entre las ciudades de Aguascalientes y Zacatecas.

BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO

- Alex Bostrom solicitó de la Oficina de Patentes marcar el registro del nombre comercial de L.M. Ericsson y Compañía, S.A., de origen sueco para iniciar sus actividades en México.

La Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana y Teléfonos Ericsson al iniciarse el movimiento de la Revolución Mexicana en el año de 1910, habían alcanzado entre ambas, la suma de 12,491 aparatos telefónicos.

No obstante las circunstancias adversas que sufrieron dichas empresas telefónicas debido al movimiento armado, continuaron ampliando sus servicios y al término de 1914 ya se contaba en el país con un total de 24,954 aparatos en funcionamiento. Diez años más tarde, es decir, en 1924, la empresa sueca Teléfonos Ericsson puso en servicio la primera Central Telefónica automática del país, instalada en la colonia Roma en el D.F.

Con instalaciones de la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana, se inauguró en forma regular el servicio internacional entre México y E.U.A. en septiembre de 1927, al comunicarse telefónicamente el Presidente de México, General Plutarco Elías Calles y Presidente de los E.U.A., señor Calvin Coolidge desde las ciudades de México y Washington. Un año más tarde se inauguró el servicio entre México y Europa y en noviembre del mismo año se establece la primera conferencia entre México y España.

A.1.c INTERCONEXION DE LOS SISTEMAS

A finales de los años veintes la empresa Ericsson contaba con 54,612 teléfonos en funcionamiento, en tanto que la Telefónica y Telegráfica llegaba a los 39,250, lo cual a pesar de que representaba un ritmo continuo de crecimiento en la actividad telefónica, exigía la interconexión de los sistemas de las dos principales empresas telefónicas del país. Durante el régimen el General Lázaro Cárdenas (1935-1940) fue cuando empezaron a atacarse los problemas técnicos que el caso implicaba; pero la iniciación de la II Guerra Mundial detuvo las posibilidades de su realización y no fue sino hasta 1941 a 1942 que se efectuó el enlace de dichos sistemas en los servicios locales y de larga distancia a nivel nacional con excepción del D.F.

Por su parte progresaron otras compañías que aunque representan un porcentaje pequeño en el universo general del servicio telefónico en México, se hará a continuación una breve reseña de cada una de ellas; sin embargo, en la cuantificación de aparatos telefónicos que se citan en este documento, incluye en forma global los que tienen en operación estas empresas:

1) Compañía de Teléfonos de la Baja California, S.A., que después cambió de denominación para llamarse Compañía Eléctrica y Telefónica Fronteriza. El primer contrato-concesión otorgado a esta compañía fue el 1º de enero de 1927, mismo que sufrió modificaciones el 1º de agosto del mismo año y 19 de enero de 1928, para quedar finalmente el contrato del 12 de noviembre de 1928 con vigencia por 50 años.

INTRODUCCION

2) Telefónica Nacional, S.A. a la que la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas concesionó el 2 de octubre de 1937 para seguir explotando el servicio público urbano y de larga distancia, las líneas y redes telefónicas de su antecesora la empresa Telefónica Burguet, en los estados de Coahuila y Nuevo León.

3) Concesión que otorgó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas por 30 años a la señora Ligia Urzaiz de Aguilar el 8 de diciembre de 1937, para la explotación de una red telefónica en la ciudad de Campeche, Camp. El servicio en esta población hoy en día está a cargo de Teléfonos de México.

4) Compañía de Servicios Públicos de Agua Prieta, S.A. obtiene concesión del Gobierno Federal el 21 de junio de 1947 para la explotación de una red telefónica en la ciudad de Agua Prieta, Son., así como para que la interconecte con la Mountain Telephone and Telegraph, Co., de los E.U.A. en el punto fronterizo respectivo. La concesión fue otorgada por 50 años, no obstante a ello la compañía decidió con aprobación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, traspasar a Teléfonos de México, S.A. su concesión.

5) Constructora Industrial Irolo, S.A., se le concede por 30 años la explotación de una red telefónica urbana en Ciudad Bernardino de Sahagún, Hgo., el 18 de agosto de 1958. Esta empresa solicitó a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la cancelación de dicha concesión, por lo que se le autorizó a Teléfonos de México, S.A. suministrar el servicio público telefónico en la citada población.

6) Telefónica de Ojinaga, S.A. obtuvo el 21 de noviembre de 1964 la concesión por 50 años, para proporcionar servicio local y de larga distancia entre Ojinaga, Chih. y los lugares que previamente les apruebe la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; la concesión fue transferida a Teléfonos de México, S.A. con aprobación de la S.C.T., y es la empresa que actualmente presta el servicio público en dicha localidad.

A.1.d NACIMIENTO DE TELMEX

El 23 de diciembre de 1947 se constituyó teléfonos de México, S.A. iniciando sus operaciones con los equipos y las concesiones otorgadas a la Compañía de Teléfonos Ericsson, S.A. proporcionando el servicio por primera vez el 1º de enero de 1948 y poniendo en operación el sistema de 139,000 aparatos; en ese mismo año se inauguró la intercomunicación de los dos sistemas existentes en el Distrito Federal. Este acontecimiento tuvo lugar el día 9 de enero en un acto en que el presidente Lic. Miguel Alemán hizo la declaratoria oficial y puso en marcha los equipos técnicos correspondientes.

Como culminación de los sucesos que anteceden, con fecha 1º de mayo de 1950, Teléfonos de México compró los bienes de la Compañía Telefónica y Telegráfica

BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO

Mexicana, quedando así fusionados los sistemas que correspondían a las empresas Ericsson y Mexicana.

Bien puede afirmarse que a partir de la constitución de TELMEX, S.A. se inició la evolución más consistente y se entró a la época moderna de las comunicaciones telefónicas en el territorio mexicano.

A.1.e TELEFONIA POR MICROONDAS

Aparece en 1953 el servicio del sistema telefónico por microondas. A principios del año se puso en funcionamiento el sistema entre México, D.F. y Puebla, con 23 canales telefónicos operantes bajo frecuencias de 2 GHz, en forma experimental. La estación transmisora, instalada en la central Victoria, contacta con la repetidora ubicada en las alturas del Paso de Cortés en la sierra de Puebla, y con la receptora de la central poblana. Se empleó equipo Federal del tipo clasificado como 10 por la fábrica estadounidense, con costo aproximado de 1 millón de pesos, operante en la banda de 2000 MHz. Las bases del sistema técnico, adaptadas a las exigencias del país, redundan en mejores procedimientos de transmisión, normas para equipos y construcción de estaciones. La utilización de las microondas en el tramo México-Puebla representa el primer paso de un inteligente programa en perspectiva; en ese entonces se cuenta ya con otra red de carácter experimental, México-Acapulco, del mismo tipo.

México contó en el momento requerido, con visionarios a quienes se debe en gran parte el desarrollo de las comunicaciones telefónicas, financieros que uniendo sus recursos han contribuido denodadamente a la mexicanización de la Empresa, hecho que tuvo lugar el 20 de agosto de 1958, cuando en Nueva York firmaron el contrato de compra de las acciones de Teléfonos de México, S.A. que estaban en poder de la Internacional Telephone and Telegraph Corp. y de la Ericsson de Suecia.

El impulso extraordinario del servicio en la prestación de larga distancia en el año de 1960, se reflejó en el aumento en 112,159 Km con lo cual se llegó a un total de 747,758 Km de larga distancia, siendo los aparatos en servicio 502,476; las conferencias nacionales de larga distancia llegaban a 14'951,234 mientras que las internacionales fijaban su cifra en 1'612,862.

En 1961 la automatización ofrecía ya claramente sus frutos, pues se llegaba a un 84.4 % de teléfonos automáticos en el sistema que ya tenía un total de 541,924 aparatos telefónicos.

Con base en estudios y proyectos elaborados en años anteriores, continúan los trabajos de microondas entre México, Monterrey y la frontera con E.U., terminándose para entonces los caminos de acceso a las instalaciones repetidoras, las casetas para las mismas, la instalación de la torre y el montaje de la mayor de las plantas de fuerza, equipos de radio y equipos múltiplex; se planeó que para 1962 estuvieran en servicio 120

INTRODUCCION

canales entre México y Monterrey, mas otros tantos entre México y Nuevo Laredo, a enlazar con la American Telephone and Telegraph Co. (AT&T) que ya habla construido su sección en San Antonio-Laredo. Tal adelanto iba a permitir la operación de 47 canales México-Puebla y 48 México-Acapulco.

El país, proyectado hacia una red automática genérica es dividido en centros regionales, que ocupan centros de larga distancia, dependientes a su vez o contactados con los centros terminales. Cada abonado debe tener un número único para situarse dentro de cualquier ámbito. El número de larga distancia queda dividido desde entonces en dos fracciones: el número local o de directorio, y el prefijo correspondiente al centro regional o más bien a la zona local. Por lo común, el número de directorio cuenta con 5 cifras, a excepción del D.F. que suma 6, y algunas sucursales con menos, como Toluca o Jalapa que juntan 4. El sistema se proyecta hacia el futuro con 7 cifras para el D.F., y 6 para Guadalajara o Monterrey. Los prefijos son formados con dos o tres cifras, según sea necesario; han de asignarse los utilizados para el tráfico internacional.

En el sistema de larga distancia, entonces, destacan 5 rutas principales a lo largo del territorio nacional: tres se dirigen hacia los E.U.A. y dos resultan transversales. Las primeras recorren México-Laredo, México-Celaya-Guadalajara-Nogales, y México-Celaya-Torreón-Ciudad Juárez; las segundas, México-Acapulco y México-Veracruz.

El sistema de microondas México-Monterrey-Nuevo Laredo es inaugurado el 11 de enero de 1963. Las estaciones representan 1,141 Km de ruta. El sistema representa un costo de 62 millones de pesos, y tiene una capacidad de transmisión equivalente a 960 conversaciones. Inicialmente dicho sistema opera con 120 circuitos entre México y Monterrey, y otros tantos entre México y San Antonio.

Hacia 1964, Teléfonos de México traza un ambicioso programa de expansión que incluye microondas de alta y baja capacidad, además de la distribución de líneas aéreas y su sistema de frecuencia portadora correspondiente. Los organismos explotadores de microondas, en ese entonces son la S.C.T., TELMEX y PEMEX. Ya en 1966, TELMEX construye conjuntamente con la S.C.T. el sistema nacional de microondas, evitando así la duplicación de inversiones y esfuerzos.

Por negociaciones con la misma Secretaría, TELMEX utiliza ya la estación terrena de Tulancingo, Hgo., a partir de 1969: mediante ella se establecen inicialmente circuitos para tráfico directo, vía satélite, con países europeos a través de España, Francia e Italia, además de enlaces con América del Sur, vía Panamá, Brasil y Chile. Durante este año entran en actividad 19 nuevos circuitos de microondas, de los cuales 7 alcanzan una capacidad hasta de 1800 circuitos; se inician los trabajos de 48 nuevos enlaces de microondas.

Fructífero y lleno de realizaciones alcanzadas por TELMEX, S.A., fue el año de 1964, en su tarea de ampliación y mejoramiento para las 770 poblaciones de su sistema, diseminadas en el vasto territorio nacional; los programas de expansión fueron superados marcando el avance más acelerado en materia de comunicaciones telefónicas

BOSQUEJO HISTORICO DE LA TELEFONIA EN MEXICO Y EN EL MUNDO

en el país hasta ese entonces, iniciándose en México en el siguiente año, la instalación de las primeras centrales automáticas fabricadas en el país, incorporando partes manufacturadas localmente por la industria telefónica nacional.

Otro hecho destacado en el año de 1965 lo constituyó el que en Toluca entrara en servicio el primer equipo instalado en la República para permitir que los suscriptores marquen directamente los números de larga distancia y que el importe de su llamada se facturara automáticamente. Las centrales tipo Pentaconta, instaladas por primera vez en América Latina, aparecen en las ciudades de Nogales el 7 de marzo, capacidad para 3000 números, S.L.P. el 22 de agosto, capacidad para 10,000 abonados, con selectores cross-bar.

La completa introducción del sistema de larga distancia automática LADA para todos los suscriptores del D.F., se realizó en septiembre de 1969, y al término de este año 20 ciudades importantes contaban con servicio LADA, permitiendo a los usuarios marcar directamente a 46 poblaciones nacionales.

Una de las particularidades de las instalaciones hechas con motivo de la celebración de la XIX Olimpiada consiste en la **utilización por vez primera en México y en el mundo de un cable coaxial**, para troncales urbanas entre las centrales telefónicas de Tlalpan y Urraza, equipado con 720 circuitos telefónicos a usar en servicios diversos tales como troncales, telefotografía, líneas privadas, extensiones de conmutador y demás.

Cuando la tecnología telefónica se modifica substancialmente, en octubre de 1979 TELMEX invita a 9 de los más importantes proveedores de equipos de telecomunicación en el mundo, con el fin de que le proporcionen información para efectuar en primer término el cambio tecnológico conveniente, y en segundo lugar, para que se le indiquen los requisitos o condiciones bajo los cuales pueden suministrarle centrales digitales, fabricadas en el país.

Por otra parte, el Gobierno Federal manifestó su gran preocupación por hacer llegar la telefonía en aquellas regiones apartadas y marginadas del país, y como consecuencia de ello, en 1959 la S.C.T. a través de la Dirección General de Telecomunicaciones se hace cargo del establecimiento de las comunicaciones telefónicas y telegráficas vecinales. En 1964 se crea la Comisión de Telecomunicaciones Vecinales dependiente de la Dirección General de Telecomunicaciones, que más tarde se convierte en Comisión de Telecomunicaciones Rurales.

Al 1º de enero de 1966 se encontraban en servicio 195'100,000 aparatos telefónicos en el mundo, representando un incremento de 12'600,000 teléfonos sobre el año anterior. En la misma fecha el número de países con más de 500,000 teléfonos era de 30 o sea 7 más de los que había 10 años atrás. México se encontraba entre los 7 países que rebasaban el medio millón de teléfonos en el periodo mencionado, ya que al iniciarse el año de 1956 únicamente contaba con 367,151 aparatos y al 31 de diciembre de 1966 se alcanzó la cifra superior a los 890,300 aparatos.

INTRODUCCION

En este año TELMEX operaba el 94% de los aparatos instalados en la República.

Lo anterior es más satisfactorio al comprobar que México ha ido superando el incremento anual de aparatos, llegando a ocupar en este aspecto en el año de 1965, el 4º lugar, después de haber ocupado el 9º en 1963.

En 1970, México inicia el uso de los sistemas electrónicos del futuro al comenzar el proceso de instalación de la Central Automática Semielectrónica AKE de la marca Ericsson en el centro telefónico denominado "San Juan" para cursar el tráfico de larga distancia que se origina o termina en la ciudad de México en el aspecto nacional, y el tráfico de larga distancia internacional.

En 1972 además de lograr el mayor incremento de aparatos telefónicos en la historia del servicio telefónico en México hasta ese entonces, es decir, 14.19% más con respecto a 1971, para tener un total de 1'953,084 aparatos, tuvo lugar un hecho trascendental para las comunicaciones del país, que se refiere a la compra por el Gobierno Federal, según convenio firmado el 16 de agosto del mismo año, del 51% del capital social de TELMEX, S.A., con lo cual el Estado asume formalmente su posición de accionista común mayoritario de dicha empresa. A partir de tal suceso, el nuevo enfoque y dinamismo en la prestación del servicio telefónico hacía factible la realización de los programas para lograr una expansión acelerada del servicio. El convenio dejó establecidas las bases indispensables para que la empresa prosiguiera sus trabajos con una prórroga por 30 años de los Contratos-Concesión.

En fecha coincidente con el centenario de la invención del teléfono, la empresa telefónica recibió el nuevo título de concesión el 10 de marzo de 1976 que sustituye al que había estado en vigor desde 1926 y que le permite operar por 30 años más, prorrogables por otros 20 años. El teléfono 3 millones se instaló en San Diego, Ver., en junio de 1976, colocándose México entre los 15 países más desarrollados del mundo en lo que se refiere a este ramo.

En el sexenio comprendido de 1970 a 1976 el número de poblaciones atendidas se incrementó más de un 100% al pasar de 1512 en 1970 a 3,078 en 1976. Al mismo tiempo, fue posible duplicar el número de aparatos telefónicos que se tenía en 1970, pues en tanto que a principios de ese año, la red telefónica contaba con 1'459,000 aparatos, a mediados de 1976 entró en servicio como se indicó anteriormente, el aparato número 3 millones, y al término de ese año se tenían 3'303,445 aparatos que operaban en toda la República Mexicana.

Entre las actividades telefónicas del país en 1981, destaca el haber alcanzado el teléfono 5 millones, instalado el día 3 de abril en el complejo de Telecomunicaciones de la S.C.T. ubicado en la Delegación Iztapalapa de la ciudad de México. En el mismo año, TELMEX, S.A. adquiere a la Compañía Telefónica de Ojinaga, S.A. última compañía que faltaba adherirse a dicha empresa de participación estatal mayoritaria y de economía mixta.

A.1.f DIGITALIZACION DEL SERVICIO TELEFONICO

La digitalización del servicio telefónico en México inició propiamente en noviembre de 1981, fecha en la que se puso en servicio en la ciudad de Tijuana, B.C., la primera central electrónica digital de larga distancia, perteneciente a la empresa Teléfonos del Noroeste, S.A. En adición a la digitalización señalada, se inicia en este mismo año la instalación de los primeros enlaces utilizando sistemas de fibras ópticas, en la red urbana del D.F., tecnología que constituyó un gran avance en equipos de transmisión. Estos enlaces fueron instalados con propósitos experimentales para su evaluación.

La flexibilidad y actualización de dicha planta es mantenida mediante *planes fundamentales*, que a grandes rasgos pueden conjuntarse bajo los rubros de conmutación, numeración, transmisión y señalización. En relación al primero de ellos hemos de entender que la estructura nacional de conmutación está constituida por jerarquías sucesivas, que a nivel inferior a superior pueden llamarse oficina terminal, centro de zona, centro de área y centro regional. La interconexión entre tales niveles dependen de los enlaces o troncales llamados vías. Para 1979, la red TELMEX cuenta con 218 centros, distribuidos en 15 regionales, 50 de área y 153 de zona.

El enrutamiento de los circuitos de larga distancia es regido por la jerarquización del plan de conmutación. La red internacional, si la conmutación es hacia E.U.A. o Canadá, se logra a partir de alguno de los cuatro centros: México, Monterrey, Chihuahua o Hemosillo.

El 27 de julio de 1981 se establece el sistema telefónico radiomóvil, operado por la filial Directorios Profesionales, S.A., para aquellos usuarios que requieren contar con una comunicación automática desde sus vehículos. El nuevo sistema opera como una línea normal de 7 dígitos, tanto en la red local de la zona metropolitana como en la red de larga distancia nacional e internacional. Forma parte de él una estación fija ubicada en el cerro del Chiquihuite, a 12 Km del D.F. y a 2640 m de altura sobre el nivel del mar. En su primera etapa, el servicio cuenta con 600 unidades móviles; la máxima capacidad del sistema es de 8000 unidades.

A.1.g RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

El plan de evolución tecnológica advierte la inminente evolución de la planta telefónica hacia la red digital de servicios integrados, la cual seguramente alcanzará su madurez hacia finales del siglo. El nuevo concepto de red digital de servicios integrados presupone la evolución hacia una red de tipo *virtual*, donde se obtengan la capacidad y la flexibilidad suficientes para atender cuanto servicio requiera cualquier usuario, por grandes y complejas que resulten sus necesidades. TELMEX, en coordinación con la S.C.T., cabeza del sector, considerará como parte integral de su estrategia la iniciación en forma agresiva de su participación en nuevas modalidades del servicio, así como la comercialización de productos y servicios novedosos. Recuérdese que para los usuarios

institucionales cabe considerar el establecimiento de un adelanto en conmutación privada, transmisión de datos en sus diversas modalidades, lacslmil, radiotelefonía celular, y servicios de localización de personas, tarifa fija y con cargo al abonado de destino. Los usuarios residenciales obtendrán posibilidades de marcación por tonos o abreviada, consulta y aviso de llamada en espera, y una línea completa de aparatos terminales de lujo.

A.2 INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

A.2.a *El PROGRAMA DE COMUNICACIONES RURALES*

A partir de 1988, México definió su plan de telecomunicaciones rurales. A fines de 1993 este plan estaba ya dando frutos con millares de pueblos conectados a la red. Este programa fue implementado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y por los 31 directorios de TELMEX. De acuerdo a estudios realizados, la tecnología PMP-TDMA (Punto Multipunto con sistema de Acceso Múltiple por División de Tiempo) fue la que mejor cubría las necesidades del país, y de esta forma se instaló este tipo de equipos por todo México. Estos sistemas funcionan con microondas y fueron concebidos para proveer servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y regiones aisladas, donde el territorio puede ser accidentado y el acceso difícil. La fig. A.2.1 muestra una configuración típica de este tipo de sistema. Podemos distinguirlo siguiente:

- Una estación central, que está conectada en el cuadro principal de distribución de la central telefónica por medio de dos conductores, exactamente como si fuese un sistema a cable; y varias estaciones externas que pasan a ser centrales de líneas de cables para atender a las áreas alejadas.
- La estación central envía permanentemente una señal en una frecuencia de microondas en todas las direcciones cubiertas por el sistema.
- Las estaciones externas retransmiten a la central utilizando otra frecuencia de microondas sobre la base de una demanda asignada de accesos múltiples.
- Estaciones repetidoras, que permiten extender el área de cobertura a centenares de kilómetros.

Las líneas de voz son del tipo estándar CCITT con 64 kbps codificadas en PCM, dando a la red una óptima eficiencia y conectividad.

Cuando es solicitada la transmisión de datos, superiores a 64 kbps, puede ser suministrado acceso básico RDSI, adicionalmente.

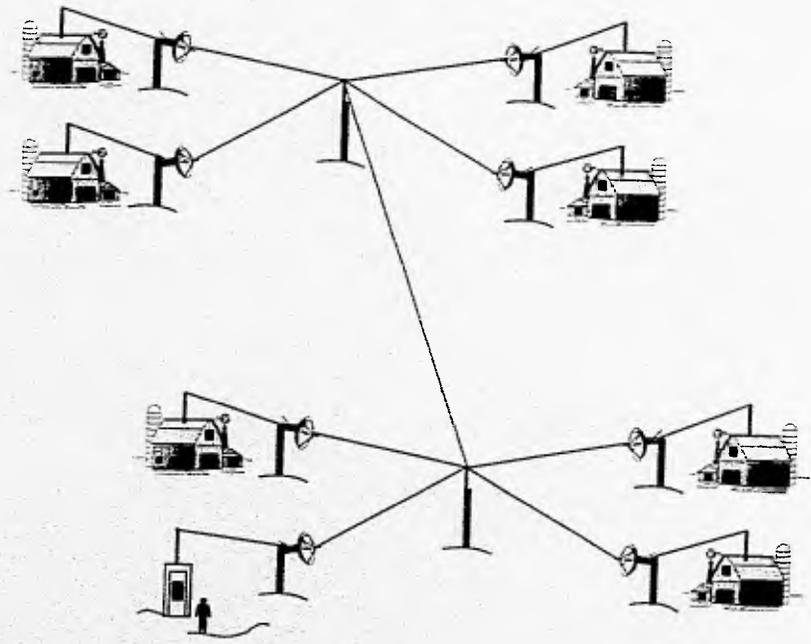


FIG. A.2.1 Configuración para comunicación rural por microondas

INTRODUCCION

El dimensionamiento de la estación externa está optimizado para atender el número de usuarios del lugar, que puede variar de una o varias centenas.

La mayor parte de los sistemas TDMA utilizados en México son de gran capacidad, dimensionados para 60 canales, y otros son de 30.

A.2.b TELMEX Y SUS PLANES A FUTURO

Con la apertura a la competencia en los servicios de telefonía de larga distancia a partir de mediados de 1996, TELMEX verá afectados sus ingresos por este concepto, los cuales representan el 30% del total. Por ello, TELMEX está buscando nuevos puntos de inversión que lo ayuden a consolidar su presencia internacional. Esto implica la creación de una área que se encargue de:

- Dar servicio a otros países en especial a Centro y Sudamérica.
- Aprovechar la infraestructura instalada de fibra óptica, que actualmente alcanza los 25 mil km, y coloca a México en el séptimo lugar mundial.
- Entrar en la competencia de la telefonía celular en el mercado local.

A nivel nacional su estrategia es la siguiente:

- Formar nuevas alianzas estratégicas.
- Explotar al máximo la red de fibra óptica para la interconexión telefónica entre México y E.U.
- Servicios adicionales basados en una red óptica flexible (ROF) tales como transmisión de datos, video y voz en zonas con una gran densidad de población.
- Ofrecer televisión interactiva a través de la alianza con Cablevisión.

A.2.c EL PANORAMA NACIONAL EN TELECOMUNICACIONES

No obstante los avances importantes en la materia por parte de TELMEX, existe todavía un rezago importante en las necesidades básicas de comunicación. Esto se puede comprobar con las siguientes cifras que demuestran la densidad telefónica en el país: con una inversión de casi 8 mil millones de dólares, se instaló más de 7 millones de líneas telefónicas en el periodo que cubre de 1990 a 1993, cifra superior en 30% al total instalado entre 1983 y 1989, y lo cual nos da un total global de 10.2 líneas por cada 100 habitantes.

A pesar del esfuerzo realizado, no se alcanza a cubrir la demanda insatisfecha, que se estima alcanza un 10.5% de incremento anual, y representa más de 100 localidades rurales sin comunicación en todo el país, en virtud de que se ha enfocado a la satisfacción de las necesidades urbanas, en especial de las tres ciudades más importantes de país como son Guadalajara, Monterrey y el D.F., las cuales contaban en

INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

1990 con un promedio de 10.9 líneas por cada 100 habitantes. Esta cantidad no es suficiente pero si muy superior a las 2 líneas por cada 100 habitantes para las áreas rurales.

Si comparamos estos números a nivel internacional nos daremos cuenta que son muy pobres, pues según la Unión Internacional de Telecomunicaciones existe la siguiente distribución de líneas telefónicas: Canadá 59.2, E.U. 57.4, Francia 53.6, Inglaterra 49.4, Alemania 45.7, Italia 41.8 y España 33 (ver fig. A.2.2).

En informática, tenemos que el parque instalado de computadoras se ha incrementado 33.1% anual entre 1989 y 1990, y 20% en los últimos tres años. Esto significa que si en 1990 había una computadora por cada 116 mexicanos, en 1991 teníamos una por cada 84 personas y en 1992 esto se convierte en una por cada 65 habitantes a nivel nacional.

Los servicios de valor agregado aparecen en 1990, y su demanda se concentra en dos niveles: por un lado, los que se refieren a los sistemas de difusión masiva, que permiten divulgar tanto información básica pública y social, así como promover una cultura telemática a través del uso amigable de sus instrumentos; y por otra parte tenemos lo que se refiere a los servicios de negocios, de información especializada, que facilitan la toma de decisiones y el desarrollo de las empresas nacionales que empiezan ya a moverse en el ámbito internacional.

Según investigaciones del Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC) con respecto al videotexto, como servicio de valor agregado, se tienen las siguientes consideraciones:

-El sistema de videotexto surge como una alternativa atractiva para la distribución tanto de información masiva y general como la de interés especializado, pues sólo se requieren ya sea de terminales dedicadas, o de tarjetas emuladoras de protocolos de comunicaciones para las computadoras actuales. Además su facilidad de uso estimularía el desarrollo de una cultura informática nacional.

-La expansión de los servicios de valor agregado, que se desarrollan rápidamente, y entre los que tenemos el correo electrónico y la consulta remota de datos, permite suponer que el desarrollo de una infraestructura flexible, descentralizada y abierta, con protocolos de comunicación simples y baratos, como los del videotexto, tendría una demanda y aprovechamiento permanente lo que lo haría rentable.

-Para los carriers como TELMEX, la comercialización del videotexto sería un incentivo y justificación para la inversión en redes de conmutación de paquetes.

A.2.d NUEVAS ALIANZAS EN TELECOMUNICACIONES

A pesar de la crisis económica por la que atraviesa el país, existen varias compañías de telecomunicaciones, en especial de E.U. y Canadá, interesadas en invertir en México. So

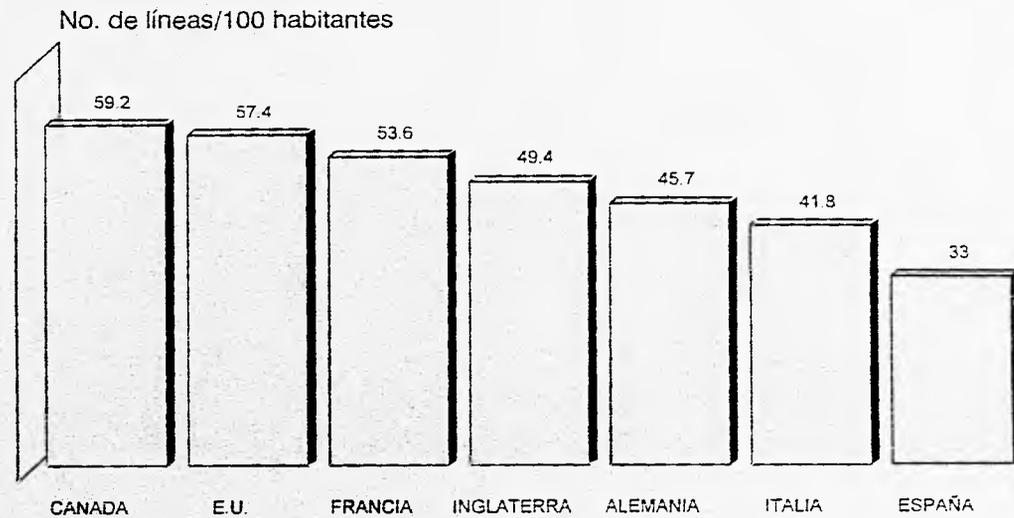


FIG. A.2.2. LINEAS TELEFONICAS POR CADA 100 HABITANTES (UIT)

están formando varias alianzas de empresas norteamericanas para competir con TELMEX y formar redes de telecomunicaciones semejantes a las que existen en E.U. Como consecuencia de la nueva Ley Federal de Telecomunicaciones, las empresas extranjeras ya no ven limitada su participación a un pequeño porcentaje en otros sectores de servicios, tales como la telefonía celular, transmisión de datos con servicios de valor agregado (VAS -Value Added Services). La SCT ya publicó las normas para la interconexión de redes de larga distancia competitivas con la infraestructura de TELMEX, dentro de las cuales indica que ésta permitirá a las nuevas operadoras acceso inmediato e igualitario a su red, en 60 diferentes puntos, a comienzos de 1997. La reglamentación de la SCT permitirá a la mayoría de los usuarios de larga distancia, escoger previamente su transportadora, en vez de seleccionarla en el momento que se hace cada llamada, tal como lo propuso TELMEX.

Con la liberación de las telecomunicaciones, se han formado alianzas importantes tales como Iusacell-Bell Atlantic, las cuales permitirán a los consumidores seleccionar una sola transportadora para todas sus necesidades, incluyendo sus servicios locales, larga distancia doméstica, internacional, móviles, transmisión de datos/VAS y multimedia.

El grupo Iusacell-Bell Atlantic será de los primeros en impulsar la tecnología inalámbrica para proveer servicios básicos. Iusacell es el segundo mayor proveedor de servicios celulares en México y trabaja en la formación de subsidiarias de telecomunicaciones, incluyendo los servicios de celular móvil, fijo, VSat y transmisión de datos para dar servicios tanto a empresas como a usuarios residenciales.

En 1994 Iusacell compró US \$ 330 millones en equipos de redes inalámbricas para circuitos locales (local loop) que utilizan tecnología digital celular TDMA.

A principios de 1995, Iusacell estaba haciendo pruebas de campo en su red de telefonía celular fija, la cual contaba con más de 1000 suscriptores. Según cálculos de la empresa, dependiendo de la aprobación de la SCT, a finales de esta década daría servicio a más de 1.5 millones de usuarios.

Otros operadores de servicios celulares del norte del país, también tienen contemplado utilizar la tecnología inalámbrica para prestar servicios básicos, ellos son Motorola-Grupo Protexa-Baja Celular y Grupo Pulsar-Ionica.

México está dividido en 9 regiones de operaciones celulares, según se muestra en la fig. A.2.3. La compañía Motorola ha formado dos asociaciones estratégicas con las empresas Baja Celular Mexicana, propietaria de sistemas celulares inalámbricos en las regiones I y II, y el Grupo Protexa, con operaciones en las regiones III y IV. Estos dos consorcios están bien dotados para ofrecer servicios básicos, celulares y de valor agregado a lo largo de la frontera con los E.U.

El grupo Banamex-MCI, denominado como Avantel, dará apoyo a la mayor red privada para bancos operada por Infratel, subsidiaria de Banamex, para atender servicios de valor agregado y transmisión de datos. Esta red incluye una vasta valla VSat, una red de



FIG. A.2.3. REGIONES DE OPERACIONES CELULARES

INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

microondas digital y la RDI de TELMEX. Avantel tiene como objetivo a los usuarios residenciales y empresas con un amplio espectro de servicios de larga distancia nacional e internacional, transmisión de datos y servicios de valor agregado.

Debido a la apertura del mercado de las telecomunicaciones, TELMEX se ve obligado a acelerar la modernización de sus redes y programas de expansión para estar en una mejor posición dentro del escenario de libre competencia. En el corto plazo, TELMEX planea licitar más equipos de tecnología SDH (Synchronous Digital Hierarchy -Jerarquía Sincrona Digital), una red inteligente, una red de transmisión de datos y equipos modernos de control.

Continúa la modernización y expansión de su red de larga distancia. Una de sus metas es alcanzar 100% de digitalización en la Ciudad de México. También estudia la posibilidad de introducir centrales ATM y equipos de transmisión digital en los próximos dos años.

TELMEX definió sus necesidades para mejorar las transmisiones en la red de larga distancia, utilizando equipos SDH de fibra óptica para todas sus instalaciones futuras de largo alcance. Como parte de esta primera fase de redes troncales SDH, en 1993 TELMEX compró 170 terminales de líneas y repetidores de fibra óptica para las 12 ciudades más grandes. En 1994 licitó 20 nodos adicionales para su red troncal.

A.2.e LAS REDES EN MEXICO

REDES DE TELECOMUNICACIONES

Las redes de telecomunicaciones están compuestas de un cierto número de nodos, controlados por procesador, que están interconectados por facilidades de comunicación de datos, cada vez mejores, como el SS No. 7 del CCITT, sistemas de conmutación de paquetes X.25, Jerarquía Digital Sincrona (SDH), y el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM).

TELEPAC

En el sector de Redes públicas de datos opera actualmente TELEPAC, que utiliza la técnica de conmutación de paquetes. TELMEX es el proveedor de esta red, cuya cobertura es nacional y ofrece además interconexión internacional. La red utiliza el protocolo X.25 para la transmisión asíncrona de 300 a 2400 bps, así como síncrona de 4800 a 9600 bps. Se accede a la red por medio de la red telefónica conmutada utilizando línea privada.

INTRODUCCION

IUSANET

Los proveedores de esta red son lusacell y sus socios lusanet y Satelitron. Esta red de datos está conformada por cuatro redes: celular, circuitos privados, red de conmutación de paquetes y red satelital. La transmisión es de baja velocidad y da servicio a usuarios residenciales.

La red celular (Datacell) permite el acceso a redes privadas o públicas de datos desde puntos móviles. Esta red está superpuesta a red celular lusacell y aprovecha sus canales libres de voz para la transmisión de información a tarifas preferenciales.

Entre las aplicaciones más importantes están: verificación de tarjetas de crédito, correo electrónico, sistemas de despacho, localización de vehículos, acceso a base de datos y telemetría, etc.

Se pueden alcanzar velocidades desde 1200 hasta 19200 bps.

La red de circuitos privados ofrece enlace punto a punto o multipunto por medio de microondas cuyas velocidades fluctúan entre 9600 bps y 2.048 Mbps.

La red de conmutación de paquetes permite el acceso vía conmutada, celular, circuito privado o por Vsat.

Las velocidades dependen del tipo de acceso que se quiera. Por ejemplo, en acceso conmutado y celular, el rango se extiende de 300 a 4800 bps; para acceso Vsat o enlace privado se tiene un rango de 9600 a 64000 bps.

Los protocolos que acepta esta red son: X.25, SDLC, ASYNC, POLL SELECT, QLCC, BSC 3270 y propietarios.

TELMEX Y RED UNO

TELMEX se prepara para competir en el campo de las comunicaciones de datos, y para ello se alió a la empresa nacional Red Uno la cual tiene una experiencia de 6 a 7 años en interoperabilidad de redes.

Esta empresa negocia con Sprint el tráfico y servicios, lo cual permitirá incrementar el volumen y calidad del servicio de ambas empresas. Sprint proporcionará los circuitos de voz a nivel internacional y TELMEX a través de OPTEL se ocupará del servicio de datos en cobertura Internacional.

OPTEL

OPTEL Telecomunicaciones ofrece a través de su red el servicio de conmutación de paquetes con cobertura nacional y mundial por medio de la red de su asociada Sprint (SprintNET).

Las aplicaciones que ofrece OPTEL son:

- Servicios de Datos Dedicados (SDD).
- Servicios de Datos Conmutados (SDC).
- Servicios de Datos IBM (SDI).
- Servicios de Datos Punto a Punto (SDP).
- Servicios de Datos en Malla (SDM).

Además Optel, proporciona servicio de correo electrónico y fax a través de la red de datos SprintNET.

TELNORPAC

Esta es una red de conmutación de paquetes con cobertura regional en las ciudades de Tijuana, Ensenada y Mexicali, aunque tiene permiso para operar en todo el país. Ofrece conectividad con SprintNET.

TELNORPAC ofrece servicio a empresas y no a personas individualmente. Los servicios que presta son:

Datos por teléfono (DTX):

- Acceso por línea conmutada asincrónico hasta 9600 bps.

Línea privada virtual:

- Línea SCLC hasta 9600 bps con acceso dedicado.
- Línea X.25 hasta 64 kbps con acceso dedicado.

Datos conmutados:

- SDLC hasta 9600 bps con acceso conmutado.

TELMEX

Esta empresa planeaba poner en operación su red pública de datos (RPD) para el segundo semestre de 1995. La red está constituida por una red X.25 y una red Frame Relay soportada por la Red Digital Integrada (RDI) y la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) de TELMEX. La RPD dará servicio a nivel nacional, comenzando por cinco puntos estratégicos del país: México, Guadalajara, Monterrey, Mérida y Cd. Juárez. La red X.25 permitirá transmisiones a un máximo de 9600 bps y en el modo síncrono podrán ser velocidades de hasta 64 kbps. Para Frame Relay el rango es de 64 kbps a 2048 kbps.

INTRODUCCION

Se puede acceder a X.25 a través de línea conmutada o dedicada, mientras que el acceso a Frame Relay es a través de enlaces de cobre a 64 kbps (DSO) o por fibra óptica usando enlaces E1's N x 64.

A.2.f LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

Entre lo más destacable en la publicación de la nueva Ley Federal de Telecomunicaciones, tenemos que se liberó de la necesidad de permiso a los servicios de valor agregado, que son aquellos que emplean una red pública de telecomunicaciones y que comercializan a los usuarios información adicional, diferente o reestructurada, o que implican interacción del usuario con información almacenada en bases de datos.

INTERCONEXION DE REDES

La SCT vigilará la interconexión eficiente de las diferentes redes, y para ello se requiere que los concesionarios adopten arquitecturas abiertas para permitir su interoperabilidad. La Dependencia Federal quedará a cargo de la administración de los planes de numeración, conmutación y sincronización.

A.2.g. EL MERCADO MEXICANO

Según estudios realizados, se espera que el mercado mexicano de telecomunicaciones, el cual incluye infraestructura, equipo y servicio, para el año 2000 sea aproximadamente de 31 mil millones de dólares y genere 230 mil empleos en promedio.

Se espera también que entren en operación entre cuatro y cinco proveedores de larga distancia ofreciendo más de 100 mil Km de fibra óptica, así como redes de alta velocidad como ATM para la transferencia de voz, datos, video y redes inteligentes con el servicio 800 y número personal o tarjeta de llamada, etc.

A.3 LA SUPERCARRETERA DE LA INFORMACION

El proyecto de comunicación a través de la supercarretera de la información tiene como propósito que un usuario se pueda comunicar a cualquier lugar a través de diversos dispositivos. Esta supercarretera es una red global, que abarca a su vez, redes como internet, es decir, es una red de redes.

LA SUPERCARRETERA DE LA INFORMACION

El reto para los grandes carriers o transportadores de información, es el proveer de la mayor cantidad de líneas disponibles al usuario para que el número de proveedores de servicios también aumente.

Desde que en 1992, el vicepresidente de E.U., Al Gore, expuso su punto de vista con respecto a la supercarretera de la información, el proyecto de construir la red utilizando la infraestructura de los carriers ha cobrado fuerza.

Según el vicepresidente, el 50% de las llamadas telefónicas hechas en los E.U. se utilizaron para transmitir datos entre computadoras. Esto ha obligado a los carriers a suministrar redes con anchos de banda y velocidades mayores, dando lugar al proyecto Infobahn que es una red de fibra óptica que operará por medios digitales y que utilizará un protocolo estándar a nivel mundial.

Sobre esta infraestructura los carriers piensan que se tenderá la supercarretera de la información, y para lo cual tomarán medidas como las siguientes:

- Establecer una agenda de cooperación
- Inversión privada
- Acceso abierto
- Creación de un ambiente regulatorio flexible
- Servicio universal.

El desarrollo de la supercarretera de la información se pronostica tal como se muestra en la fig. A.2.4

El principal objetivo es crear una red mundial en la que puedan tener el control y regularizar los servicios. Para lograrlo es necesario que las leyes de telecomunicación de cada país se estandaricen para facilitar la tarea de comunicación.

Por el momento, la tendencia es hacia la consolidación de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) por parte de los países más desarrollados como E.U., Francia, Alemania y Japón. El uso esperado para esta red por parte de las empresas sería en la transmisión de imágenes multipunto, generalización de redes locales de alta velocidad y transmisión de datos.

Entre los proyectos que los grandes carriers ofrecerán se encuentran los sistemas de información multimedia, computación integrada a procesos de manufactura, video conferencia y publicidad electrónica.

Como consecuencia de las nuevas necesidades de los negocios y organizaciones en todo el mundo, surgen exigencias tales como atención inmediata a clientes, ventas y soporte de ventas, soporte técnico, mercadotecnia y promoción directa, investigación y desarrollo, publicidad e interacción en grupo, las cuales podrán ser solucionadas con el desarrollo de la citada supercarretera.

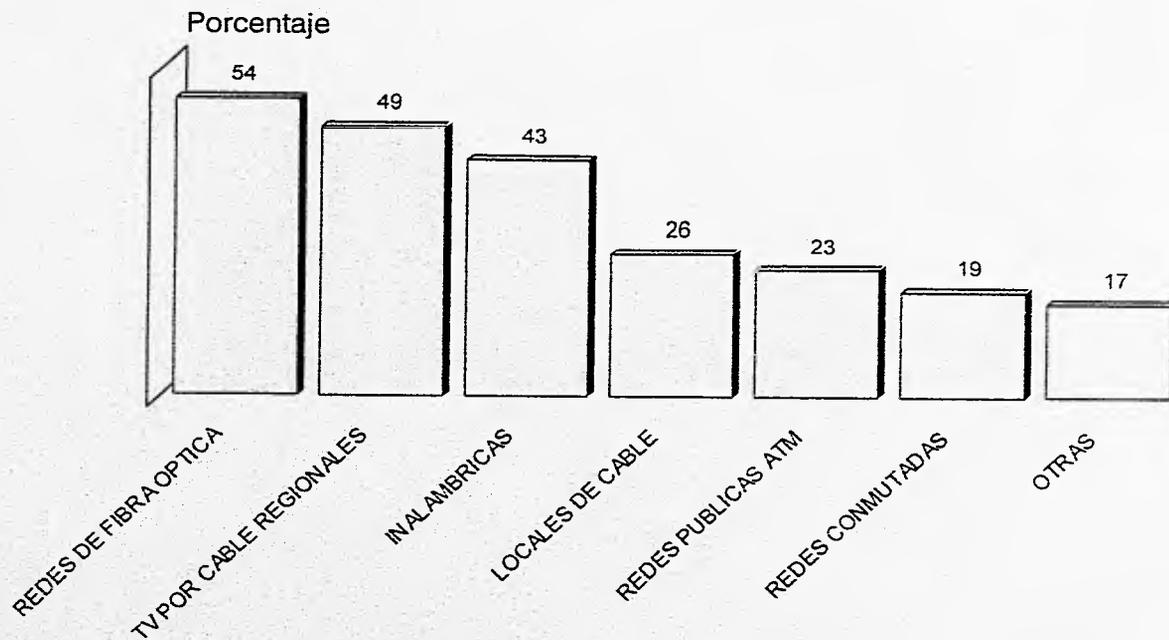


FIG. A.2.4. SUPERCARRETERA DE LA INFORMACION PARA 1996

LA SUPERCARRETERA DE LA INFORMACION

Las perspectivas futuras obligarán a los fabricantes a contemplar los siguientes puntos:

- integración funcional de aparatos y servicios que desarrollen diversas funciones,
- asociaciones y adquisiciones entre compañías de cómputo, comunicaciones y entretenimiento, y
- plataformas tecnológicas comunes extendidas en diversos mercados.

El objetivo final será proporcionar al usuario un acceso universal a través de dispositivos que le faciliten la vida.

CAPITULO I

**FUNDAMENTOS DEL SISTEMA
TELEFONICO**

I.1 EVOLUCION DE ANALOGICO A DIGITAL

Con la técnica analógica, los teléfonos convierten la voz en una señal eléctrica que sigue todas y cada una de las modulaciones para reproducirla en el audífono. En la técnica digital la señal de voz se codifica para transmitirse y se reconstruye para la terminal de recepción. La revolución tecnológica depende de la Modulación de Impulsos Codificados (MIC), o PCM por sus siglas en inglés, y el resultado de su aplicación viene a traducirse en el hecho de que las redes modernas son capaces de conmutar y transmitir todo tipo de señales, tales como transmisión de datos, telégrafo y telex, intrínsecamente digitales, lo mismo que teléfono, facsímil y televisión, elementos que antes de ser conmutados y transmitidos se plasman en forma digital. Una de las ventajas que se obtienen de la utilización del sistema digital, es que el medio de transmisión puede compartirse en comunicaciones simultáneas, según el sistema empleado.

En la planta telefónica digitalizada la conmutación y la transmisión, hasta ese momento independientes o separadas, se integran en un sólo complejo, lográndose ventajas notables en la calidad y eficiencia de lo transmitido. Ello se debe a: 1) una menor sensibilidad a distorsiones e interferencias y menor vulnerabilidad al ruido, con transmisión lógicamente más limpia y de mejor calidad, sin que en ello importe la longitud de la ruta; 2) señalización que, como apoyo fundamental de la conmutación, en este caso es muy rápida; asegura el uso más eficiente del sistema de comunicación; 3) la propiciación de la utilidad mayor del ancho de banda disponible: al combinarse diversos tipos de señales de telecomunicación, pueden tratarse como una sola de tipo digital.

Tres elementos han precipitado el advenimiento de la técnica digital: 1) el propio concepto de la transmisión digital, con el cual se logra multiplicar el uso de facilidades existentes, ya que por ejemplo, por cada dos pares telefónicos se logran 30 canales (conocido como sistema PCM E1, el cual se tratará más adelante en la sección 1.7), o sea 15 canales de voz por cada par, que antes llevaba sólo un canal de ella; 2) el control de las funciones de las centrales por medio de procesamiento de datos, lo cual eleva la confiabilidad, facilita el control de la conmutación, garantiza una calidad de servicio uniforme y hace más efectivos el mantenimiento y la operación de la planta; y 3) el desarrollo de los semiconductores y la integración de los circuitos a gran escala. La técnica se ha desarrollado como producto del avance de la computación.

El sistema digital ocasiona enormes ventajas a la administración empresarial y al abonado. A la empresa le deriva: el uso más eficiente del espacio de sus edificios, por la miniaturización de las partes; la máxima confiabilidad, eficiencia y sencillez en el mantenimiento, por tratarse de circuitos integrados; y una gran flexibilidad para el proceso de contratación, puesto que facilita la asignación de números, conexión de líneas, cambios de número y demás, funciones que siempre se realizan por medio de comandos a la computadora. Al usuario, independientemente de la calidad de servicio

ofrecida y la rapidez, le representa una adición de servicios, al menos teléfonos de teclado, transferencia automática de llamadas y marcación abreviada.

1.2 CENTRALES DIGITALES

Las centrales telefónicas se dividen en dos categorías principales:

1) De División de Espacio (o Analógicas), en las que se establecen caminos físicos directos entre la línea de un abonado y la del otro, totalmente a través de la central. Las conexiones pueden ser por contactos metálicos (conmutadores Strowger electromecánicos de paso a paso, conmutadores rotativos, conmutadores de barras cruzadas o relés de láminas) o por dispositivos analógicos de estado sólido. De este tipo de centrales aún encontraremos funcionando en México, en lugares tales como el IMSS, pequeñas poblaciones de provincia, pequeños hoteles, etc., y hasta hace pocos años en algunas instalaciones de C.U.(UNAM).

2) De División de Tiempo (o Digitales), en donde algunas o todas las etapas de conmutación en la central operan desplazando señales en el tiempo. Fundamentalmente, se realiza una conexión entre canales entrantes y salientes transfiriendo cada palabra PCM desde el segmento de tiempo del canal entrante al del saliente. Este desplazamiento en el tiempo se lleva a cabo mediante almacenamiento en memoria. La información se escribe en una dirección de una memoria; después, durante cada exploración cíclica, se lee la información de esa dirección particular, de manera que ocupe el segmento de tiempo de salida requerido.

Las razones principales para inclinarse por las digitales son:

a) Coste inicial más bajo y cargas anuales inferiores en relación a los equipos analógicos. Por ejemplo, lo más probable es un ahorro significativo de personal de mantenimiento.

b) Ahorros de espacio: las centrales digitales, en un entorno totalmente digital, ocuparán menos espacio que las analógicas. En ciertas circunstancias, se necesitará mucho menos de la décima parte de su superficie.

c) Mejoras en la transmisión: el cambio desde los sistemas de transmisión FDM a los TDM digitales, combinado con el cambio desde las centrales de división de espacio de dos hilos hasta las digitales (que son, efectivamente, dispositivos de 4 hilos) autoriza a reducir las pérdidas significativamente, sin tener que invertir fuertemente en una nueva red de cables en las redes locales de distribución.

d) La relativa facilidad con que los equipos de conmutación digital pueden evolucionar para suministrar los muchos servicios nuevos que los abonados comienzan a pedir.

La mayor parte de las centrales digitales constan de subsistemas; los mismos subsistemas pueden combinarse para suministrar una diversidad de centrales, para utilizarse en puntos diferentes de la red (véase figura I.2.1).

La eliminación final de las FDM y las líneas analógicas implicará una importante simplificación de funcionamiento.

Cuando se alcance esta situación, las centrales ocuparán una superficie menor que en la actualidad, con el consiguiente ahorro.

I.2.a CLASIFICACION DE CENTRALES DE ACUERDO A SU FUNCION

Existen tres tipos de centrales según su función y capacidad de tráfico: conmutadores privados(PBX), centrales locales y centrales tándem.

CONMUTADORES PRIVADOS(PBX)

Estos conmutadores están especialmente diseñados para enlaces de habla internos sin ocupar líneas de la red pública, es decir a una central local. A los abonados se les puede ofrecer facilidades tales como llamada regresiva (call back), selección con número abreviado y conversaciones en conferencia. Además, las comunicaciones pueden conectarse externamente, a la central local más próxima, para seguir su conexión de la manera normal en la red pública. Permiten la conexión desde unos pocos hasta varios miles de usuarios.

CENTRALES LOCALES

Son centrales públicas con abonados conectados y se pueden dividir en dos subgrupos: centrales grandes y centralitas rurales.

Una central grande es para conectar conversaciones entre usuarios dentro de la propia zona central, pero también reexpiden llamadas a usuarios que pertenezcan a otras centrales. La central grande se emplea en ciudades y poblaciones y puede atender desde 100 hasta una cantidad muy grande de usuarios.

En poblaciones menores se emplean centralitas rurales. A estas centralitas se conectan desde algunas decenas hasta miles de usuarios. Puesto que las centralitas rurales son relativamente pequeñas y el tráfico externo hacia la población inmediata es grande, en algunos casos se deja que la central de la población se haga cargo de las funciones de conexión de las centralitas rurales de alrededor. Esta concentración en un punto común favorece la reducción del costo total de la red telefónica.

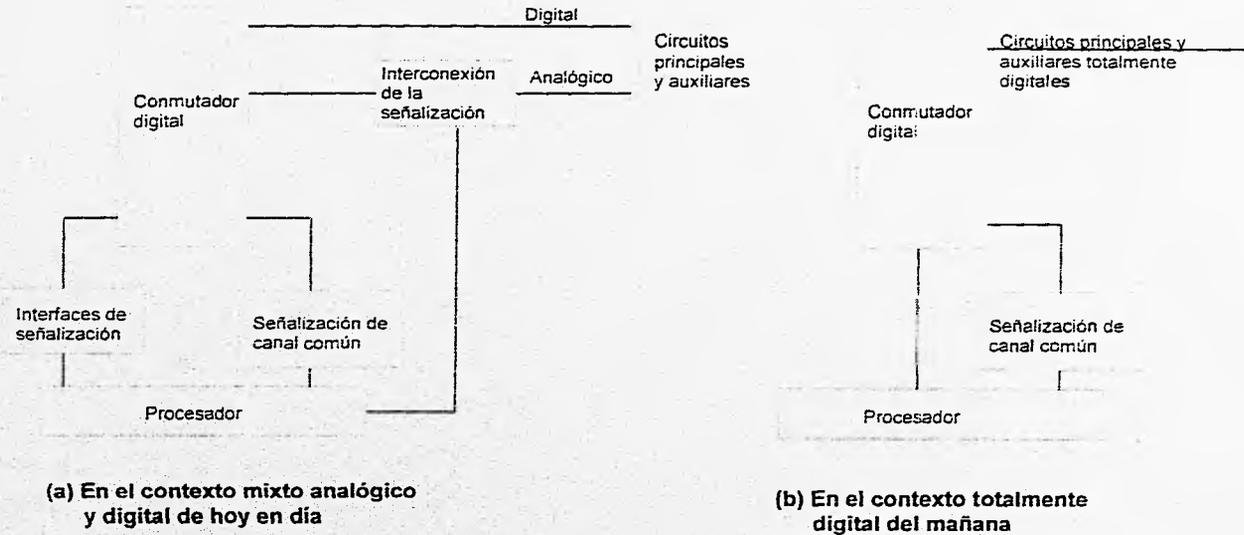


FIG. I.2.1 Central interurbana digital

CENTRALES DE TRANSITO (O TANDEM)

Las centrales de tránsito tienen la función de expedir tráfico entre otras centrales y no tienen ningún abonado conectado. Estas centrales deben ser muy rápidas para reducir al mínimo el tiempo de transmisión de información, es decir el tiempo que transcurre desde que el usuario "A" ha marcado el número telefónico hasta que el usuario "B" es llamado, aunque el enlace se conecte a través de varias centrales tándem. A una central de tránsito se puede conectar desde varias decenas hasta más de mil líneas de enlace.

1.2.a ETAPA DE CONCENTRACION

La función de la etapa de concentración es interconectar las líneas abonadas con el subsistema conmutador principal en la central, la etapa digital o la etapa conmutadora de grupo. Por cada 1000 líneas de una central, lo más probable es que no se encuentren más de 100 llamando cada momento, incluso en horas punta. Por lo tanto, sería un derroche proporcionar tanto equipo conmutador como para que todos los abonados de la central pudieran hablar al mismo tiempo. Hay que proyectar cuidadosamente la etapa de concentración para procurar el grado de servicio requerido para la administración con la mayor economía posible. Las líneas comerciales se utilizan mucho más que las de los domicilios particulares, por lo cual no es posible concentrarlas de la misma manera que a estas últimas (los empalmes con otras centrales no se encuentran en absoluto concentrados; cada línea y circuito de empalme tiene siempre un acceso directo al conmutador de grupo).

1.2.b PROPIEDADES DE LA INTERFAZ DE ABONADO

La interfaz con la línea del abonado constituye, hoy por hoy, la parte más cara de todas las centrales digitales, en gran medida porque una central de 10,000 líneas tiene que disponer de 10,000 unidades de éstas, cada una con todas las propiedades que se necesitan para trabajar con varios tipos de líneas de abonados. Es costumbre describir estas propiedades como funciones de "BORSCHT", fundamentadas en las iniciales de las palabras claves siguientes:

"Battery feed to line" (Alimentación por batería a la línea ó alimentación central), donde no existe ninguna fuente activa de potencia en el teléfono del abonado; toda la potencia (para alimentar el micrófono y teclado) se recibe desde la central a través de la propia línea del abonado.

"Overvoltage protection" (protección contra Sobretensiones); los dispositivos de estado sólido son muy sensibles a las altas tensiones siendo necesaria la provisión de elementos protectores de acción rápida en cada línea, de manera que si un rayo alcanza una línea externa, la central no quede fuera de servicio.

"Ringing current injection and ring trip detection": en el teléfono del abonado hay que accionar un timbre; esto implica que una señal de una tensión bastante alta de c.a. (a veces, de unos 70 V) tiene que conectarse a la línea con dicho fin. Además, en cuanto se levante el auricular, el timbre tiene que desconectarse.

"Supervision of the line" (supervisión de la línea): es preciso la provisión del equipo que monitorice la línea de forma continua, de manera que, en cuanto se levante el auricular (y se establezca un camino de c.c. a través del aparato), se active la conexión de la central y envíe un tono de llamada al abonado. Los impulsos del dial representan interrupciones en el bucle de c.c., que hay que detectar y contar para que la central conozca qué número se pide. Cuando quien llama cuelga, la central debe cortar finalmente la comunicación y registrar su duración con vistas a la correspondiente facturación.

"Codec", abreviatura de "encoder plus decoder" (codificador más decodificador): convierte la señal analógica, recibida del instrumento telefónico, en una señal digital lista para ser multiplexada con otras en un sistema PCM. Las señales de entrada se decodifican, de forma similar, de digitales a analógicas, antes de enviarse al instrumento del abonado. Algunas centrales digitales disponen de un codec por línea; otras comparten codecs, colocándolos incluso, entre sus etapas de concentración y los enlaces que van a sus etapas de conmutación de grupo.

"Hybrid for 2-wire to 4-wire conversion" (híbrido para la conversión de 2 a 4 hilos): la línea de un abonado normal utiliza una pareja de hilos, para ambos sentidos de la conversación; esto es lo que se llama un circuito de dos hilos. En el interior de una central digital, los circuitos utilizan dos caminos eléctricamente separados, uno para cada sentido de transmisión, lo que se conoce como sistema de 4 hilos. Para interconectar un circuito de dos hilos con otro de cuatro, se emplea un dispositivo especial llamado transformador diferencial; éste permite que la voz procedente de dos hilos entre al camino de transmisión de 4 hilos, así como que la que procede del camino de recepción de 4 hilos pase a la línea de 2. Al tiempo, bloquea los pasos directos de 4 a 4 líneas, evitando que lo que entra por el camino de recepción salga por el de transmisión del mismo circuito (las centrales electromecánicas normales utilizan circuitos de dos hilos para todos los caminos, por lo que no necesitan circuitos híbridos o diferenciales).

"Testing of both line and equipment" (comprobación de la línea y el equipo): hay que poder comprobar, eléctricamente, la línea del abonado, con el fin de localizar y eliminar sus fallos.

I.3 CONFIGURACIONES DE REDES

Una red de telecomunicaciones se puede definir como el método para conectar centrales, de forma tal que un abonado de la red se pueda comunicar con cualquier otro. En telefonía existen tres métodos de conexión: 1) en malla, 2) en estrella y 3) en doble estrella. La conexión en malla es aquella donde cada central está conectada con cada una de las demás centrales tal como se ilustra en la fig. I.3.1a. En la conexión en estrella existe una central tándem a través de la cual se conectan todas las centrales de la red (ver fig. I.3.1b). La conexión en estrella doble es cuando varias centrales en estrella se conectan vía una central tándem de más alto orden (se ejemplifica en la fig. I.3.1c).

Cada tipo de red se utiliza de acuerdo a consideraciones de tráfico. Por ejemplo, la red en malla se usa cuando existen niveles de tráfico comparativamente altos en las centrales, tal como sucede en las redes metropolitanas. En cambio, una red en estrella se ocupa cuando el nivel de tráfico es relativamente bajo. Una conveniencia de utilizar una red en estrella o estrella múltiple en lugar de una en malla es la complejidad de las salidas y entradas de troncales de un conmutador en una configuración completamente en malla.

I.4 REDES JERARQUICAS AT&T Y CCITT

Actualmente se utilizan dos tipos de redes jerárquicas: la AT&T y la CCITT, las cuales se reparten aproximadamente el 50% del tráfico mundial cada una. La red AT&T la utilizan en Norteamérica y la del CCITT la ocupan en Europa y en las zonas de influencia europea. Estas redes tienen cinco niveles o rangos de jerarquía, aunque la del CCITT permite un nivel extra. En la fig. I.4.1 se observa una red tipo AT&T y la fig. I.4.2 una red tipo CCITT.

En el sistema europeo se tienen las centrales tándem y de tránsito, que aunque realizan la misma función, es decir, la conmutación de troncales, la diferencia está en que una central tándem atiende áreas locales, y se encuentra en los niveles inferiores de la jerarquía; en cambio, una central de tránsito realiza su tarea en áreas interurbanas o de larga distancia. En la terminología del CCITT se utiliza la denominación "TC" que significa "central de tránsito". Se acostumbra poner un número después del término, como por ejemplo TC1, la cual es la central de orden más alto, TC2, TC3 y así sucesivamente para las centrales de orden inferior. Los centros primarios reúnen el tráfico para interconectarlo a la red de larga distancia.

De acuerdo al esquema AT&T que se ilustra en la fig. I.4.1, el centro clase 1 tiene el orden más alto en la jerarquía y el centro clase 5 tiene el orden más bajo. Podemos observar que se puede establecer un grupo troncal de alto uso entre dos centros de

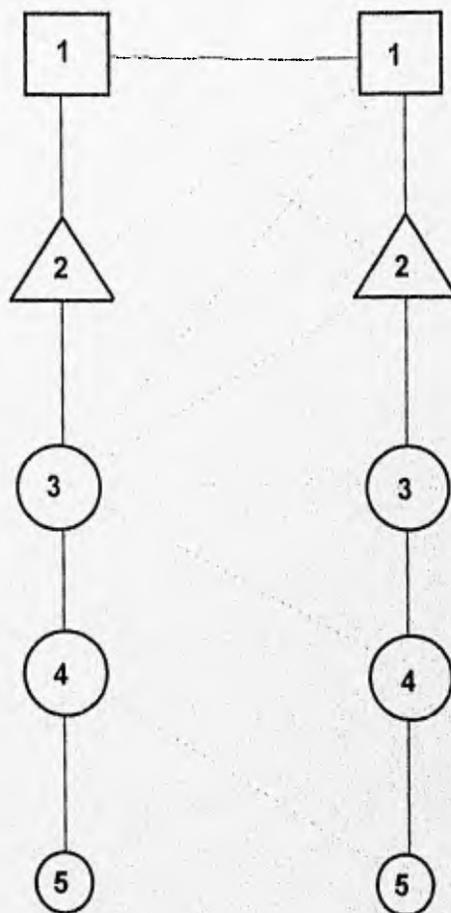


FIG. I.4.1 Red jerárquica en Norteamérica (AT&T)
Las líneas discontinuas indican troncales de alto uso.

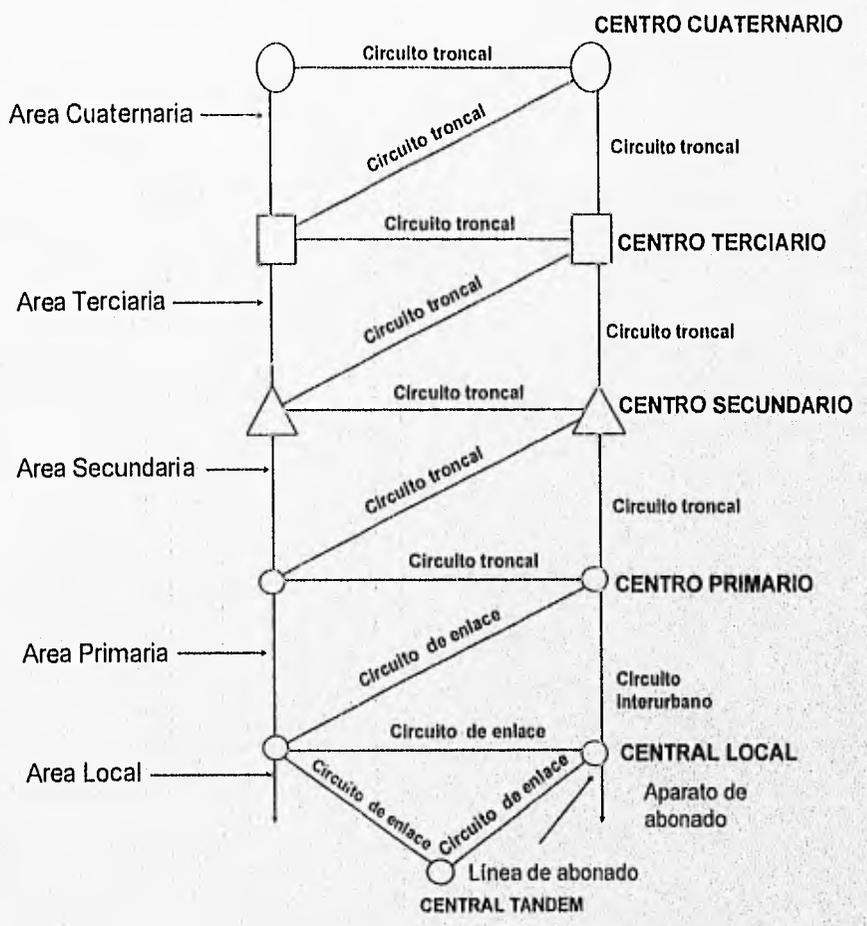


FIG. I.4.2 Estructura jerárquica según CCITT

conmutación independientemente del rango si el volúmen de tráfico lo justifica. En la siguiente tabla se muestra una comparación de nomenclatura de los dos tipos de jerarquía.

TABLA I.4.1

	Norteamérica	CCITT
Clase1	Centro regional	Centro cuaternario
Clase2	Centro de la sección	Centro terciario
Clase3	Centro primario	Centro secundario
Clase4	Centro interurbano	Centro primario
Clase5	Centro terminal	Centro local

I.5 MODULACION DE IMPULSOS

Con el propósito de aprovechar las ventajas de la transmisión digital, tales como reducir el ruido en la señal y la deformación de la información, se utilizan técnicas de modulación de impulsos, pues de esta forma se pueden utilizar regeneradores para conservar la señal original, en lugar de utilizar amplificadores que aunque aumentan el nivel de la señal también lo hacen con el ruido.

Con la modulación de impulsos, la onda portadora no es sinusoidal, sino que consiste en impulsos rectangulares repetitivos. La amplitud, anchura o posición de los impulsos puede verse alterada por la señal de información, como se muestra en la figura 1.5.1

MODULACION DE AMPLITUD

La modulación de amplitud de impulsos es aquella donde la amplitud de la portadora se altera con alguna característica de la señal moduladora, normalmente su amplitud.

MODULACION DE DURACION

La modulación de duración de impulsos es aquella en la cual la duración de un impulso se ve afectada por alguna característica de la señal moduladora. A veces, se conoce con el nombre de modulación de longitud de impulsos.

MODULACION DE POSICION

La modulación de posición de impulsos es aquella en la que las posiciones de los impulsos en el tiempo se alteran, de acuerdo con algunas características de la señal moduladora, sin modificaciones en la anchura de los impulsos.

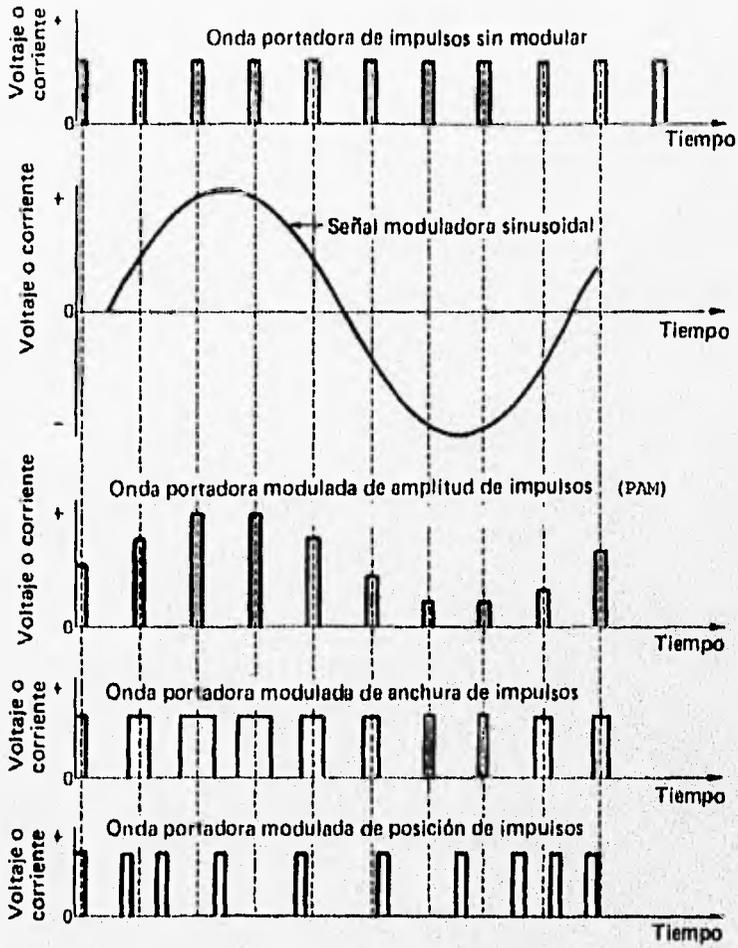


Fig. 1.5.1 .— Ondas portadoras moduladas por impulsos.

MODULACION PCM

La Modulación por Codificación de Impulsos es una forma especial de modulación de impulsos; conocida con las siglas **PCM**, puede considerarse como un muestreo de la señal analógica moduladora, generando señales moduladas por la amplitud de los impulsos, esto es, señales de impulso cuyas amplitudes son directamente proporcionales a la amplitud de la señal original, en los instantes sucesivos en que se toman los muestreos. Cada uno de estos muestreos es, entonces, cuantificado o medido en relación a una escala de amplitudes incorporada (desde 0 a 256, en los sistemas modernos), el número de esta escala que representa la amplitud de cada muestra en particular se transmite seguidamente en forma de señal codificada en binario, es decir, un grupo de 8 bits codificado, para indicar el nivel de la amplitud ($2^8 = 256$). Por todo ello, la señal en la línea está constituida por una serie de impulsos que representan números. En el extremo receptor, estos números se decodifican, regenerándose una señal analógica adecuada.

MODULACION DELTA

La modulación Delta (DM) es otra forma especial de transmisión de información por medio de impulsos digitales. La señal analógica es explorada, típicamente, 32,000 veces por segundo (aunque, en ciertas circunstancias, pueden utilizarse velocidades de exploración más bajas). Si el valor instantáneo de la señal es mayor de lo que era en la exploración anterior, se transmite una señal de dígito 1; si es menor, se transmite un dígito 0. Aunque el DM muestrea, normalmente, ondas conversacionales más frecuentemente que el PCM (el PCM sólo 8000 veces por segundo), cada señal DM es sólo un único dígito, 0 o 1, mientras que cada muestra PCM necesita una "palabra PCM", de 8 bits, para indicar el nivel de cuantificación. La modulación Delta presenta, por ello, algunas ventajas significativas en relación al PCM:

- a) Suministra una mayor capacidad de canal para un ritmo de bit dado, resultando, por tanto, una mayor ganancia por par y unos costes por canal inferiores.
- b) No necesita, inherentemente, ninguna sincronización, a diferencia del PCM.
- c) Es más tolerante en relación al ruido del sistema.

En contra del DM, se observa el hecho de que no existe todavía una especificación generalmente aceptada. Alcanzar un acuerdo en lo referente a las especificaciones PCM, llevó muchos años. Incluso así, el CCITT tuvo que reconocer dos reglas de cuantificación completamente diferentes: una básicamente europea y la otra originariamente americana.

La modulación delta de inclinación continuamente variable, una de las que compiten para el reconocimiento de DM, se encuentra sin embargo, ampliamente aceptada como un método muy atractivo, técnicamente, de transmisión digital, a pesar de su falta de especificación de codificación aceptada internacionalmente.

1.6

CODIFICACION EN PCM

No hace mucho, la transmisión digital de señales de voz en telefonía era implementada casi exclusivamente por medio de convertidores A/D y D/A de alta velocidad multiplexada sobre muchos canales analógicos. Sin embargo, desarrollos tecnológicos recientes han hecho económicamente posible codificar cada señal por separado y multiplexar las señales digitales resultantes. Además se reemplaza un costoso codificador de alta velocidad por varios codificadores baratos de baja velocidad. El multiplexor analógico es reemplazado por uno digital, el cual es más sencillo y menos vulnerable al *crossstalk* (o diafonía, que consiste en el acoplamiento no deseado de las trayectorias de señales y por lo tanto su interferencia mutua).

La conversión a un formato digital de señales de tipo analógico, como las ondas de sonido, presenta más dificultades. El sistema que se emplea hoy en día para telefonía digital se inventó en los años 30 por un ingeniero inglés, el Dr. Alec Reeves, en los laboratorios de la ITT en París. Por esa época, no existía la tecnología para hacer comercialmente viable esta "modulación por codificación de impulsos" o sistema PCM para la telefonía. De hecho, ha costado cincuenta años alcanzar un acuerdo internacional en relación a los estándares a utilizar para PCM.

En un sistema PCM, la onda analógica se muestrea en intervalos regulares para generar una onda de impulsos modulados en amplitud.

Si se muestrea regularmente una señal analógica, utilizando una velocidad de muestreo del, por lo menos, doble de la frecuencia más alta de la señal, las muestras resultan adecuadas para permitir la regeneración de la señal de voz original, con una exactitud suficiente para cualquier fin. El muestreo se realiza alimentando la señal analógica a un circuito con una puerta que sólo se abre mientras dura el impulso de muestreo. La salida es una señal de impulsos modulados en amplitud (PAM). Véase la figura 1.6.1

Las figuras 1.6.2 y 1.6.3 señalan el efecto de tomar dichas muestras a partir de señales de sonido o frecuencias de voz diferentes. Aquí hay que recordar que, aunque la banda comercial de la voz llega hasta 3400 Hz, casi toda la potencia de la palabra humana se encuentra en frecuencias mucho más bajas (por ejemplo, alrededor de 500 Hz para el sexo masculino), de modo que se toman varias muestras durante cada ciclo, en número suficiente como para permitir que la señal analógica original se reconstruya con un buen grado de exactitud.

Considérese el circuito de la figura 1.6.4 en el cual un generador G1 produce una señal V1 a 1000 Hz. El switch S funciona bajo el control de un generador de impulsos G2 a una razón de 8000 Hz. Por lo tanto el switch se cerrará por pequeños intervalos de tiempo a intervalos de 125 ms. De esta forma, la señal generada por G1, es modulada por S y el voltaje V2 que aparece a través de la carga L es la señal modulada. En un circuito

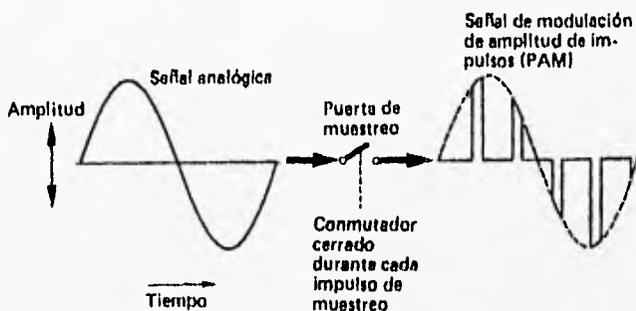


Fig. 1.6.1. -- Principios de la modulación de impulsos en amplitud.

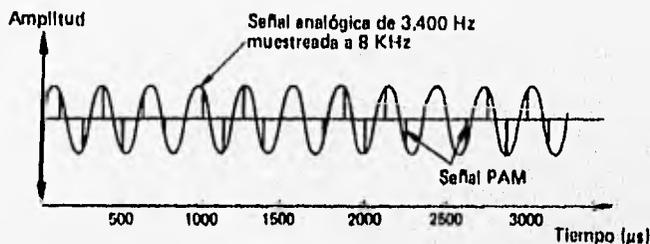


Fig. 1.6.2. -- Muestreo de la más alta frecuencia vocal a transmitir.

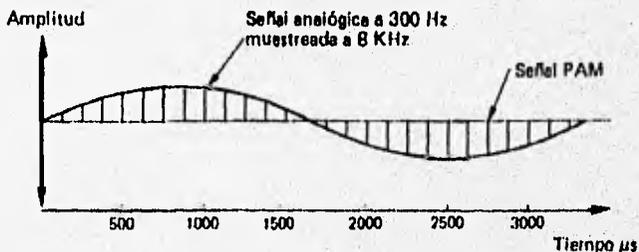


Fig. 1.6.3. -- Muestreo de la más baja frecuencia vocal a transmitir.

CODIFICACION EN PCM

práctico la magnitud de la señal muestreada (modulada) cambiará durante el intervalo de muestreo.

Si el espectro resultante del muestreo de una banda de frecuencias es analizado se encontrará que comprende las bandas laterales de la frecuencia muestreada f_s , y las bandas laterales de los múltiplos de f_s junto con la banda lateral superior de f_0 . Esto se muestra en la figura 1.6.5a. En la figura 1.6.5b se puede observar que si la frecuencia de muestreo es menos de dos veces la frecuencia de audio más alta a ser muestreada, entonces las bandas laterales resultantes se traslaparán, un efecto conocido como distorsión de traslape o "aliasing". En la práctica, la señal de audio a ser muestreada se limita en banda por un filtro pasa bajo a un límite superior de 3400 Hz.

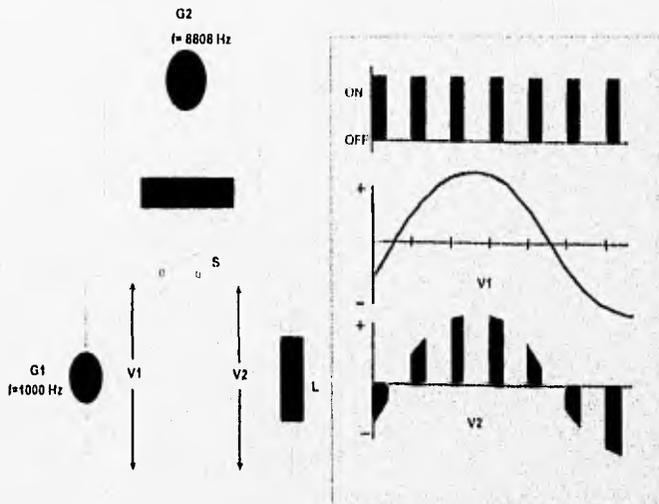


FIG.1.6.4 Modulación por Amplitud de Pulso

La gama total de amplitudes que la señal puede ocupar se divide en niveles, a cada uno de los cuales se le asigna un número: en el PCM recomendado Internacionalmente, existen 256 niveles diferentes. Es importante señalar que aunque incrementando el No. de niveles de cuantificación la señal resultante es más parecida a la original, dicho aumento incrementaría el costo del sistema. En la fig. 1.6.6 podemos observar la diferencia de duplicar los niveles de cuantificación de 16 a 32. Debe observarse en este punto que hay dos leyes diferentes de codificación PCM en uso en el mundo, llamadas codificación *mu* (desarrollada y utilizada en América) y codificación *A* (desarrollada y utilizada en Europa). Estas dos leyes proporcionan diferentes valores de cuantificación

para una señal de amplitud dada, de manera que los canales PCM para dichos estándares no pueden trabajar conjuntamente, salvo que se suministren equipos especiales de interfaz.

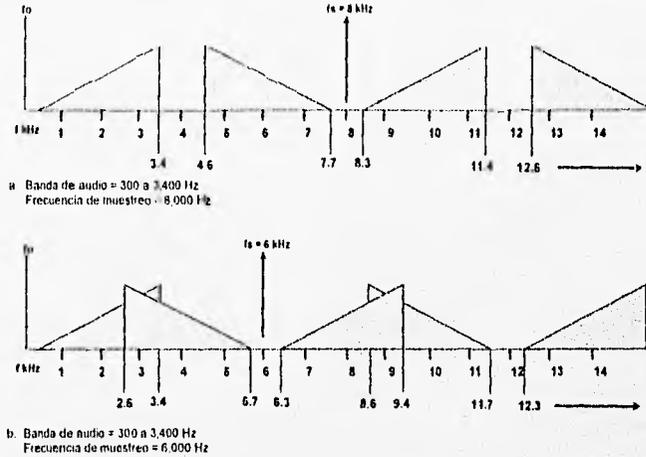


FIG. 1.6.5 Espectros de señales muestreadas

La señal PAM de amplitud variable se compara entonces con el valor instantáneo de la gama apropiada de niveles, que se conocen con el nombre de intervalos de cuantificación. Se asigna a la señal el valor del intervalo en cuyo interior cae, mientras que el número de este valor se codifica seguidamente en código binario de 8 dígitos (lo que da $2^8 = 256$ niveles posibles, 128 a cada lado del cero). Cada código de 8 dígitos que describe el nivel de amplitud de la muestra se conoce como una palabra PCM. Puesto que la velocidad de muestreo es de 8000 veces por segundo y que cada muestra tiene 8 dígitos, hay 64000 bits por segundo, para un sólo canal PCM.

La figura 1.6.7 muestra cómo trabaja este proceso de cuantificación para una señal analógica compleja. En esta figura, sólo aparecen 8 niveles de muestreo, por razones de claridad; estos 8 niveles exigen sólo 3 dígitos binarios, en comparación con los 8 necesarios para distinguir entre los 256 niveles utilizados en los sistemas PCM prácticos.

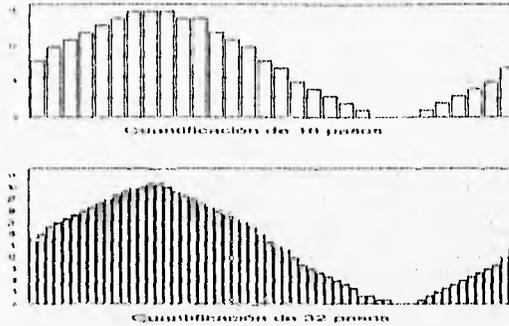


FIG. 1.6.6 Cuantificación de señal

La onda de señal se muestrea en los instantes de tiempo t_1, t_2, t_3 , etc. En el instante t_1 , la amplitud instantánea de la señal se encuentra entre los niveles 5 y 6, pero, puesto que está más cerca del nivel 6, es de este nivel, aproximadamente. En el instante t_2 , el voltaje de la señal es ligeramente mayor que el nivel 6, pero se vuelve a redondear a dicho valor. De forma similar, la muestra que se toma en el instante t_3 se representa por el nivel 2, la muestra en t_4 , por el nivel 2, la del t_5 , por el 1, y así sucesivamente. El tren de impulsos binarios que se transmitiría para representar esta señal se muestra en la figura 1.6.8. Entre cada número binario se ha dejado un espacio de una duración igual a un impulso binario, en el cual puede transmitirse información para la sincronización.

Un sistema PCM transmite señales de información en forma digital. El proceso de cuantificación revelará algún error en el extremo receptor del sistema, cuando se reconstruya la señal analógica. El error aparece en forma de ruido de cuantificación, que puede únicamente reducirse aumentando el número de niveles de muestreo. Lamentablemente, ello incrementaría el número de dígitos binarios necesarios para transmitir los números de los niveles de muestreo, lo que significa, a su vez, que habría que proporcionar un mayor ancho de banda. Los sistemas prácticos tienen que aceptar una solución de compromiso. Con un esquema de 8 dígitos binarios, el ruido de cuantificación se considera, en general, aceptable. Para que el equipo receptor sea capaz de decodificar los trenes de impulsos binarios de entrada, sólo es necesario que pueda determinar si está o no presente un impulso. Los procesos de cuantificación y codificación son inversos: se genera, primero, una réplica de la señal PAM y seguidamente se alimenta a un filtro de paso bajo para reconstruir la señal analógica original.

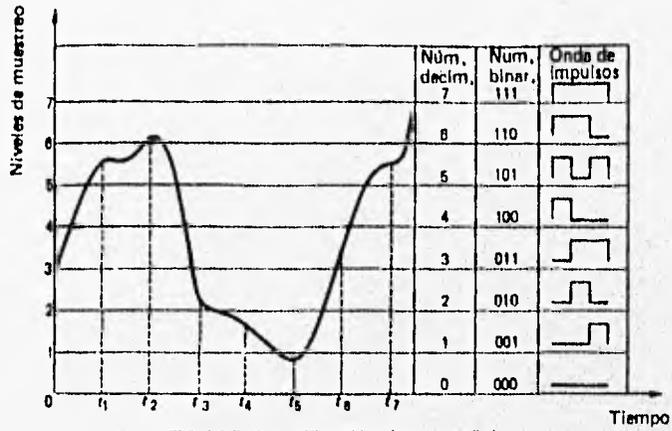


FIG. I.6.7 Cuantificación de una señal.

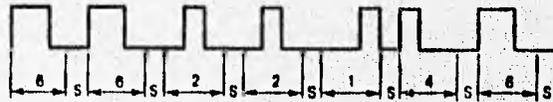


Fig. I.6.8 - Tren de impulsos binarios que representan la señal mostrada en la figura I.6.7

1.6.a PCM Y RELACION SEÑAL A RUIDO

La multiplexión por división de tiempo (TDM) constituye el procedimiento mediante el cual es posible transmitir un determinado número de canales a través de un circuito común, asignando éste a cada canal en forma sucesiva durante un periodo de tiempo dado; es decir, que en un instante determinado, sólo un canal se encuentra conectado al circuito común. El TDM suele ser un medio de multiplexar señales digitales, tales como impulsos PCM de igual amplitud.

A su paso a través de la línea telefónica, la señal TDM se atenúa y distorsiona, pero, siempre que el equipo receptor sea capaz de establecer la presencia o ausencia de un impulso en un instante determinado, no se introducirán errores. Para mantener la señal de impulso entre los límites de exactitud exigidos, se intercalan regeneradores de impulsos a lo largo de la longitud de la línea. La función de un regenerador es comprobar el tren de impulsos entrante, a intervalos muy bien temporizados, para verificar la presencia o ausencia de un impulso. Cada vez que se detecta un impulso, se transmite a la línea uno nuevo no distorsionado, no realizándose dicha transmisión en caso contrario.

El esquema por bloque simplificado de un regenerador de impulsos se muestra en la figura 1.6.a.1. Primero, se ecualiza la corriente entrante de bits, amplificándose seguidamente para reducir los efectos de la atenuación de la línea y de la distorsión de retardo de grupo/frecuencia. La señal amplificada se aplica a un circuito temporizador que genera los impulsos de temporización exigidos. Estos impulsos de temporización se aplican a una de las entradas de dos puertas AND de dos entradas, al tiempo que la señal amplificada de fase dividida lo hace a la otra. Siempre que un impulso de temporización y un pico, positivo o negativo, de la onda de señal entrante coincidan en el tiempo, se genera un impulso de salida en el generador de impulsos adecuado. Está establecido que no se producirá un impulso de salida, a menos que el voltaje de pico de la señal sea mayor que un cierto valor predeterminado, con objeto de impedir actuaciones falsas debidas a picos de ruido.

Siempre que los impulsos de la corriente de bits se regeneren antes que la relación señal/ruido en la línea calga a 21 dB, el efecto del ruido de la línea sobre la proporción de errores es extremadamente reducido. Ello significa que el impulso de ruido puede ignorarse y que el ruido blanco (esto es, el de valor constante en todo el ancho de banda) no es acumulativo a lo largo de la longitud del sistema. Esta característica se encuentra en un marcado contraste con el sistema analógico, en el que la relación señal/ruido debe siempre empeorar progresivamente hacia el extremo del sistema. De esta manera, la utilización de regeneradores de impulsos autoriza una transmisión casi libre de distorsión y ruido, con independencia del camino tomado por la señal o de su longitud.

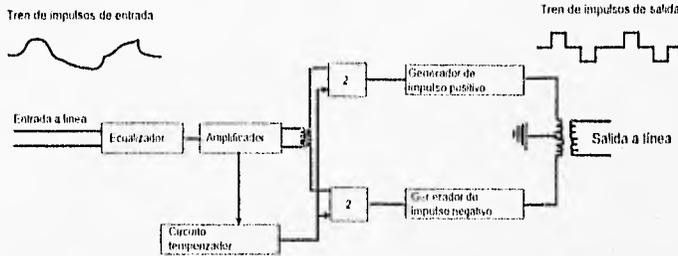


FIG. I.6.a.1 Regenerador de impulsos.

I.6.b SISTEMAS PCM MULTICANALES

En un sistema PCM multicanal es esencial asegurar que el canal 1 en la terminal transmisora es correctamente interpretado como canal 1 en la terminal receptora y que la misma correspondencia también se obtenga para los canales subsiguientes. Esta alineación se logra por medio de una señal de alineación de trama generada en la terminal transmisora y usada como referencia por todos los dígitos subsiguientes hasta la siguiente señal de alineación de trama.

En la terminal receptora, la señal de alineación de trama es reconocida como una única señal que ocurre a intervalos correctos, y la lógica de la terminal receptora entonces tiene una referencia con la cual puede determinar la posición de la señal de carácter del canal 1 y de todos los canales siguientes.

I.6.c SINCRONIZACION

Para que tanto las terminales transmisoras como receptoras de un sistema PCM interactúen correctamente, no sólo se debe asegurar que se mantenga la alineación de trama, sino que ambas terminales deben ser sincronizadas para que las señales de temporización dentro de ambas terminales ocurran a la misma tasa promedio.

La terminal transmisora tiene un reloj (usualmente interconstruido en el equipo) el cual genera los pulsos de temporización requeridos para controlar las diferentes funciones y

el cual también determina la tasa a la cual es generada la señal digital "gross" para transmitir a la terminal receptora.

1.6.d CUANTIFICACION

Se han hecho experimentos que demuestran que usando 2048 pasos de cuantificación uniformes se puede reproducir una señal de voz de alta calidad. Para 2048 pasos de cuantificación se requeriría de un código de 11 elementos (2^{11}). Si tomamos en cuenta una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo, se necesitaría una tasa de datos de 88 kbps para digitalizar un canal de voz. Esta tasa se reduce cuantificando la señal PAM.

Para reducir el No. de pasos de cuantificación se utilizan dos técnicas: la cuantificación no uniforme y la compansión seguida de una cuantificación uniforme.

La mayoría de los sistemas PCM emplean la compansión, que consiste de una compresión seguida de una expansión. Se basa en funciones logarítmicas que siguen una de las siguientes leyes: la ley A y la ley μ . Cada una define cuantos niveles de cuantificación se usan para describir una muestra y la forma en cómo se acomodan dichos niveles.

1.6.e LEY DE CODIFICACION μ -255 SEGMENTADA

La aproximación de 15 segmentos a la ley de codificación μ -255 se muestra en la fig. 1.6.e.1. Existen 8 segmentos por cada polaridad de entrada. Cada segmento consiste de 16 escalones iguales. El tamaño del escalón dentro de un segmento es constante, pero se duplica cuando pasamos de un segmento al siguiente, comenzando del segmento adyacente al origen y continuando hacia amplitudes más altas. Finalmente, los dos escalones adyacentes y simétricos respecto al origen son mezclados en un sólo escalón, con el origen como su punto medio. Hay un total de 255 escalones en la característica, y la razón del tamaño del escalón más grande al del más pequeño es $2^7 = 128$. La característica de decodificación es complementaria a la de la ley de codificación descrita.

Ahora veremos el formato de la palabra digital en la salida del codificador. Como hay un total de 255 intervalos, se necesita una palabra de 8 bits ya que $2^8 = 256$. El formato usado para esta palabra se muestra en la fig. 1.6.e.1(b). El primer bit indica el signo de la entrada, siendo 1 para positivas y 0 para entradas negativas. Los siguientes tres bits indican el número del segmento al cual corresponde la entrada, con 000 representando al segmento más cercano al origen y 111 al más lejano. Los últimos cuatro bits representan el número del escalón dentro del segmento, al cual corresponde la entrada, siendo 0000 el primer escalón y 1111 el último. Este formato de codificación es modificado algunas veces para transmisión real.

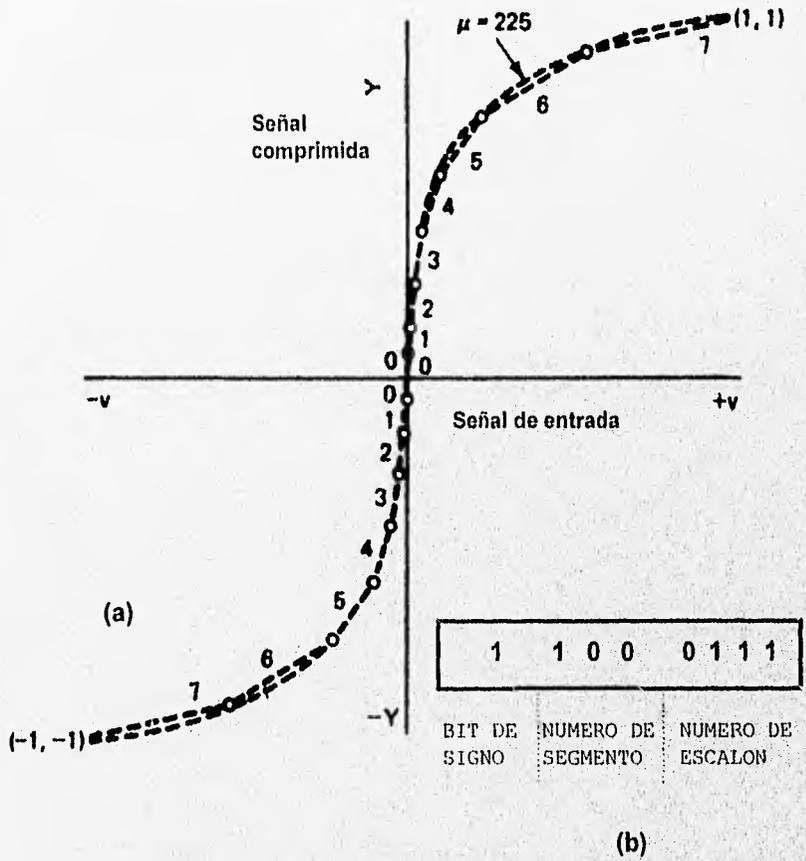


FIG. I.6.e.1 (a) Ley de codificación μ -255
(b) Formato de codificación

1.6.f

LEY DE CODIFICACION A

En Europa y en México, se utiliza una compansión de ley A en los sistemas PCM del CCITT. Esta ley utiliza una escala logaritmica diferente. Al igual que la ley mu utiliza una palabra de 8 bits, uno para polaridad, tres para el segmento y cuatro para los pasos en el segmento.

En la fig. 1.6.f.1 se puede observar una aproximación segmentada de la ley A, donde cada segmento cambia su pendiente por un factor de 2. En la parte positiva hay un total de 8 segmentos, de los cuales los primeros dos son colineales, lo cual da la relación entre los valores de señal en la entrada del codificador y los valores de decisión del codificador. El eje Y representa el número de valores de decisión, resultado de la asignación de 8 dígitos binarios a cada muestra codificada.

Se puede observar que la relación entre el eje X y el eje Y es tal que el rango de $0-(1/64)$ del valor total del voltaje de entrada se representa por 32 valores de decisión (dos segmentos colineales). El rango de $(1/64)-(1/32)$ por 16 valores de decisión, y así sucesivamente hasta llegar al rango de $(1/2)-1$ que se representa por los últimos 16 valores de decisión. Así, la relación entre el voltaje relativo de entrada y el No. de valores de decisión se cambia por un factor de 2 en cada segmento sucesivo.

1.7 SISTEMAS PCM RECOMENDADOS POR EL CCITT

Existen muchos sistemas PCM en la actualidad pero sólo dos están recomendados por el CCITT. Estos son, un sistema de 30 canales adoptado por la mayoría de las administraciones europeas, y el sistema norteamericano de 24 canales que fue introducido para reemplazar al T1 de Bell original, el cual usaba sólo siete dígitos para cada señal de caracter y una ley de codificación $\mu=100$, a diferencia del nuevo T1 que recomienda ocho dígitos y $\mu=255$. Los sistemas fabricados en Japón tienden a parecerse al modelo norteamericano, aunque difieren en detalles de la configuración de Bell.

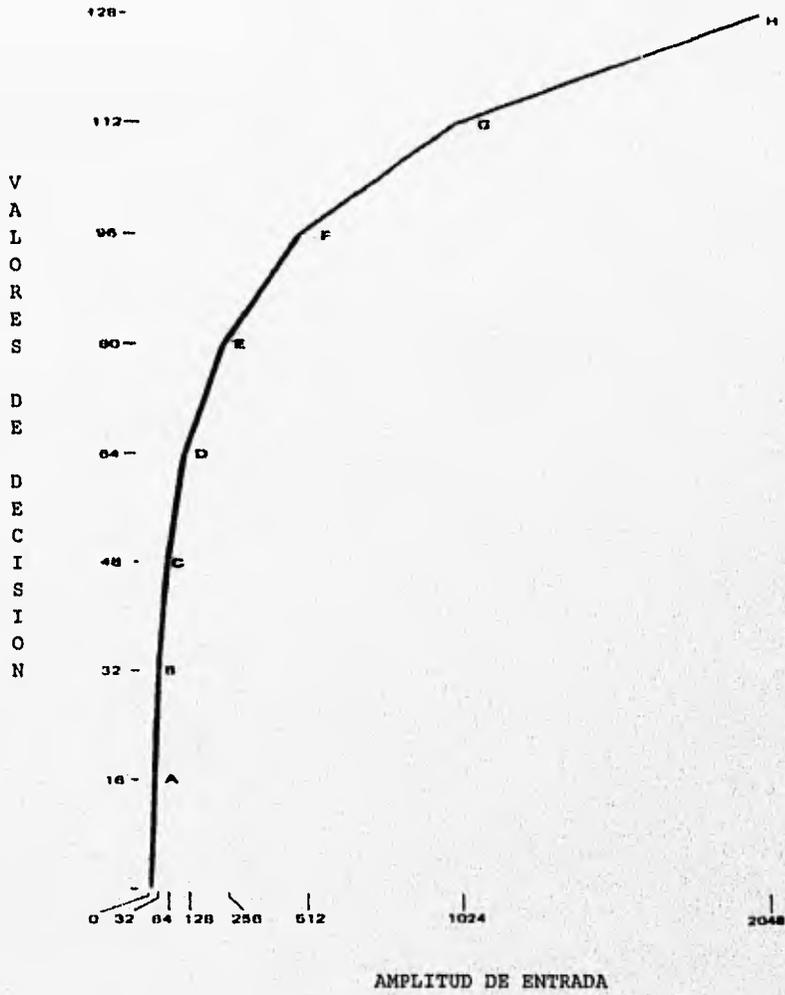


FIG. I.6.f.1 Característica de codificación de la ley A (A=87.6)

SISTEMA DE 30 CANALES DEL CCITT (E1)

En el sistema de Ley A del CCITT (Recomendación G.732) cada trama está compuesta de un conjunto de 32 ranuras de canal numeradas del 0 al 31, como se ve en la figura 1.7.1. Cada ranura de tiempo de canal está formada de ranuras de tiempo de 8 dígitos y como cada canal es muestreado a una tasa de 8000 muestras/segundo, la trama completa se repite cada $1/8000 = 125$ ms. Por lo tanto, la duración de cada ranura de tiempo de canal es de $125/32 = 3.9$ ms, y la duración de cada ranura de tiempo de dígito es de $3.9/8 = 0.488$ ms. La tasa de bit generada por el sistema es de $8000 \cdot 32 \cdot 8 = 2048$ kbits/s.

Los canales de voz están numerados del 1 al 30 y están asignados a las ranuras de tiempo de canal 1 a la 15 y 17 a la 31, usando los 8 bits de cada ranura de tiempo de canal para codificar las muestras de PAM. A cada señal de carácter se le aplica inversión de dígitos alternados (AMI) a través del codificador.

Debido a que debe existir una coordinación perfecta entre transmisor y receptor, se requiere del uso de dos palabras: alineamiento de trama e indicación de alarma. Cada una tiene ocho bits y se ubican alternadamente en la ranura cero de trama en una multitrama.

El contenido de estas palabras es el siguiente:

Alineamiento de trama (o sincronía) 1001 1011

Indicación de alarma 11Q1 1111

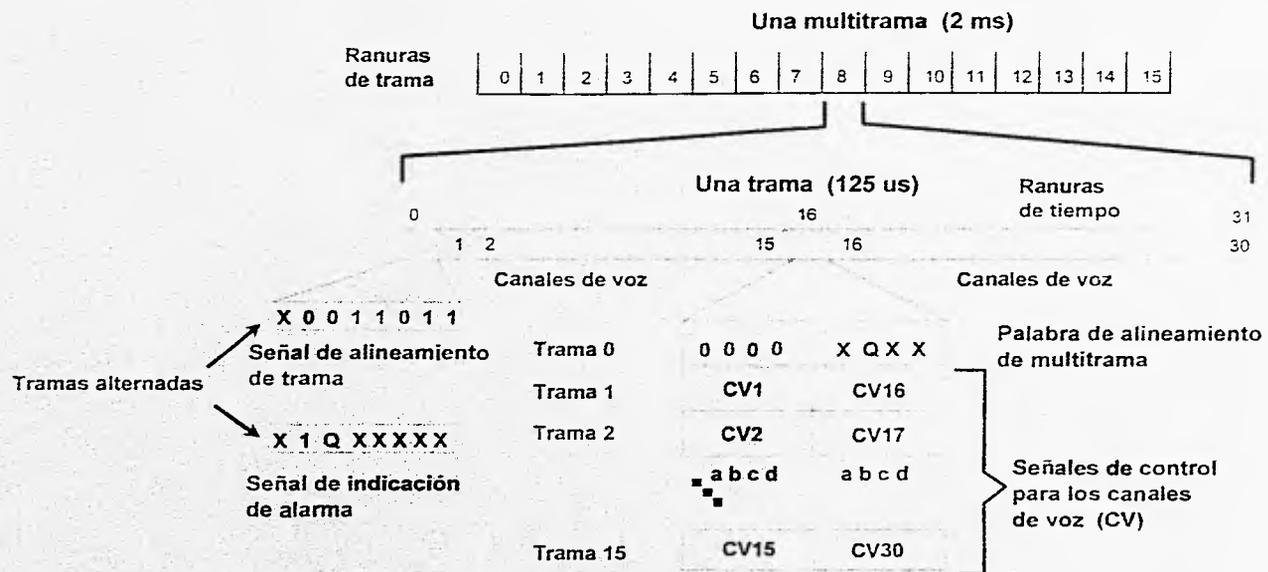
donde Q es normalmente 0 pero cambia a 1 cuando ocurre una pérdida de alineamiento de trama.

En el caso de la multitrama se utiliza una palabra de 8 bits cada multitrama en el ranura de tiempo 16, y su estructura es la siguiente:

0000 1Q11

donde Q tiene el mismo significado que en las anteriores.

La ranura de tiempo 16 es un canal transparente y está dedicada a señalización por canal común, o para señalización explícita (por ejemplo, establecimiento y liberación de llamadas) para cada uno de los 30 canales de voz. Esto nos lleva al concepto de una multitrama que consiste de un conjunto de n tramas (16 en este caso) de donde se pueden obtener canales de tasas de bit más bajas. A cada canal de voz se le asigna cuatro dígitos (abcd) para propósitos de señalización y esto sucede en las tramas 1 a la 15 de la multitrama de 16 tramas, de la siguiente forma: la ranura 16 de la trama 1 para los canales de voz 1 y 16, la ranura 16 de la trama 2 para los canales 2 y 17, etc.



X - Dígitos no asignados, se ponen a 1 cuando no se usan

Q - Normalmente son 0 pero se cambian a 1 cuando ocurre una pérdida de alineación de trama (TS0) o una pérdida de alineamiento de multitrama (TS16).

FIG. I.7.1 Trama G.732 y estructura de multitrama

La importancia de la especificación G.732 radica en que el usuario de un enlace PCM a 2048 kbps debe ser consciente del papel especial de los canales 0 y 16. Puede ser que los conmutadores (digitales) a lo largo de la ruta que usa sean capaces de conmutar transparentemente los 32 canales como una unidad, de tal forma que los canales 0 y 16 pueden contener datos. O puede ser que el usuario tenga que evitar estas ranuras, o insertar configuraciones específicas de bits en ellas, de forma que sólo habrá 30 canales disponibles para datos.

La tasa efectiva de información binaria de cada canal de señalización se puede obtener de la siguiente manera:

1 ranura de tiempo de canal	= 8 bits
Tasa de repetición de cada ranura de tiempo de canal	= 8000 veces/segundo
Tasa de información binaria por ranura de tiempo	= $8 \cdot 8000 = 64$ kbps
Tasa de información binaria por bit	= $64 \text{ kbps} / 8 = 8$ kbps
Tasa de información binaria de 4 bits	= $4 \cdot 8 \text{ kbps} = 32$ kbps

Como cada canal de señalización de 4 bits sólo aparece una vez cada 16 tramas, la tasa efectiva de información binaria es: $= 32 \text{ kbps} / 16 = 2$ kbps

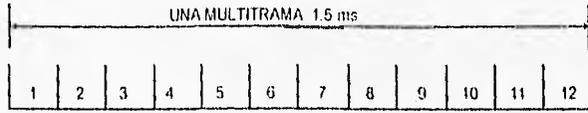
En la práctica, la ranura de tiempo de canal 16 se extrae como un camino de alta velocidad de 64 kbps y después se subdivide para proporcionar los canales separados de señalización de 2 kbps.

SISTEMA DE 24 CANALES DEL CCITT (T1)

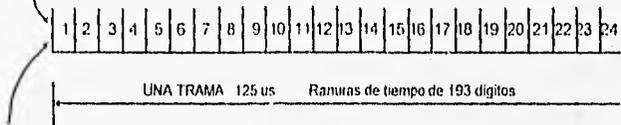
El sistema de Ley mu de 24 canales del CCITT (Recomendación G.733) usa una estructura de trama diferente a la empleada por la configuración de 30 canales, además de tener una ley de codificación diferente. La figura 1.7.2a muestra como se logran las señales de alineamiento de trama y de multitrama a través de la adición de un dígito al final de la trama básica de 192 dígitos, usándolo en tramas alternadas para el mismo propósito. Por lo tanto, la longitud total de la trama es de 193 dígitos.

MULTITRAMA

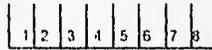
Para propósitos de sincronización, se toman varias tramas básicas de 193 bits (conocidas como DS1 o Señal Digital nivel 1, en tanto que un canal de 64 kbps es el DS0) para formar una supertrama de 12 tramas. Los bits de trama F son modificados por



El bit 1 lleva la señal de alineamiento de multitrama en las tramas impares (001110)



El bit 1 lleva la señal de alineamiento de trama en las tramas pares (101010)



En la trama 6 el bit 8 se usa para la señalización de canal 'A'

En la trama 12 el bit 8 se usa para la señalización de canal 'B'

FIG. a) Suministrando dos canales de señalización

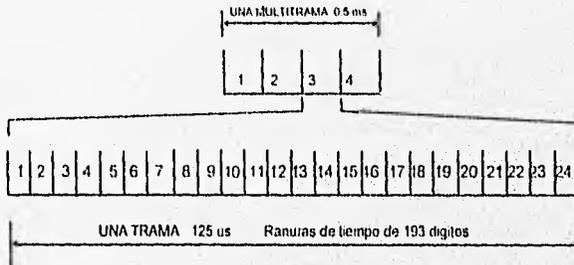


FIG. b) Suministrando un canal de señalización

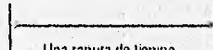
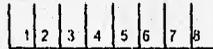


FIG. I.7.2 ESTRUCTURA DE TRAMA Y MULTITRAMA G.733 PARA EL SISTEMA DE 24 CANALES DEL CCITT

el multiplexor transmisor para permitir que el receptor mantenga la sincronización con los datos recibidos.

La composición de los bits de trama dentro de una supertrama forma un patrón singular, el cual se ilustra en la fig. 1.7.3. A esta secuencia de trama, en el que el patrón de 12 bits se repite continuamente, se le conoce como framing D4. De la figura podemos observar que las tramas impares repiten la secuencia 1010... y las pares repiten la secuencia 000111...

El multiplexor en el banco de canal sabe donde está la señal DS0 (64 kbps) recibida en el tren de bits, contando el patrón repetitivo que se forma con el bit (de trama) 193. Para ejemplificar esto, supongamos que el patrón recibido para las últimas cuatro tramas es 0010. De la fig. 1.7.3, vemos que la siguiente trama debe ser la siete debido a que el patrón 0010 sólo ocurre del bit de trama tres al seis.

TRAMA	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
IMPAR		0		1		0		1		0		1
PAR	1		1		1		0		0		0	

FIG. 1.7.3 Patrón de sincronización de supertrama D4

SEÑALIZACION Y BITS ROBADOS

Dos canales de señalización designados como Canal 'A' y Canal 'B' se forman "robando" el bit 8 en cada ranura de tiempo de canal en las tramas 6 y 12 de la multitrama de 12 tramas. Para compensar la pérdida del octavo dígito en estas tramas los valores de salida del decodificador se desplazan ligeramente para minimizar la distorsión de cuantificación. Cuando se utiliza la señalización E&M (Oído y Boca, en inglés) los bits A y B se usan para indicar el estatus del circuito T1, utilizando 00 para indicar que el circuito está libre. El término circuito se refiere a cada uno de los 24 canales PCM que pueden llevar conversación. Aunque el bit robado no tiene efecto en la transmisión de voz, obviamente si afecta la transmisión de datos. Por esta razón, los servicios digitales que corren a través de un T1 usando una señal DS1 están limitados a una tasa de datos máxima de 56 kbps, en lugar de la tasa de señal DS0 de 64 kbps. En Europa donde la señalización ocurre en un canal separado de los canales de voz, los servicios digitales tienen una tasa máxima de 64 kbps.

Un medio alternativo para proporcionar un canal común para señalización, el cual se muestra en la figura 1.7.2b, es usar esos bits que fueron designados como la señal de multitrama para formar un canal a una tasa de 4 kbps. Este sistema resulta en una tasa de dígitos de 1544 kbps.

CAPITULO II

SEÑALIZACION

II SEÑALIZACION

En un contexto telefónico, la señalización significa el paso de información e instrucciones relacionadas con el establecimiento o supervisión de una llamada telefónica entre dos puntos determinados.

SEÑALIZACION DE LINEA.- Se utiliza para establecer y terminar el circuito en una llamada telefónica.

SEÑALIZACION DE REGISTRO.- Se refiere a señales tales como la información del número telefónico marcado.

II.1 SEÑALIZACION INTERNA

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

II.2 SEÑALIZACION EXTERNA

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 externa se puede dividir en dos clases: señalización a c.d. y señalización a c.a.

II.2.a SEÑALIZACION DE BUCLE DE ABONADO

La señalización de bucle de abonado se puede considerar como señalización externa. Es el conjunto de señales que se manejan en la línea de abonado que tiene por objeto ocupar, supervisar y liberar dichas líneas. Se pueden distinguir tres grupos de señales:

a) Señales de información, constituidas por tonos en el rango de frecuencia vocal. Estas envían información al subscriptor u operadora sobre el proceso de la llamada. El tono de la campana del aparato indica que la línea está siendo llamada o el tono de ocupado indica que la línea llamada está ocupada.

b) Señales de supervisión, que son peticiones de servicio. Levantar el microteléfono equivale a enviar la señal de descolgado (o de ocupación de línea) que indica el origen de una llamada. Reponer el microteléfono equivale a enviar la señal colgado (o de liberación de línea) que indica desconexión. Para este tipo de señalización se abastece corriente directa desde la central sobre la línea de abonado. La señal de confirmación de ocupación, está constituida por corriente alterna con frecuencia de 425 a 450 Hz que se genera en la central desde donde la recibe el abonado que descuelga como tono de invitación a marcar.

Las señales de supervisión, que se generan mediante la acción del gancho del microteléfono, indican a la central que el abonado desea originar, contestar o desconectar una llamada. Este dispositivo de señalización de dos estados se diseña para indicar cuatro condiciones posibles:

Estado normal o de reposo. Existe cuando el microteléfono está colgado sin estar conectado a una trayectoria de voz en la central.

Estado llamante. Se indica mediante la señal de ocupación de línea (descolgado) sin la conexión de una trayectoria de voz entre la central y el teléfono.

Estado de conversación. Es una condición de descolgado pero con una trayectoria de voz conectada al teléfono desde la central.

Desconexión o liberación. Se indica mediante la señal de colgado cuando se encuentra conectada al teléfono la trayectoria de voz en la central.

c) Señales de control (información numérica). Es información que se requiere para completar la conexión. El disco dactilar del teléfono genera este tipo de señales mediante la interrupción del flujo de corriente directa y el aparato de teclado genera señales monofrecuentes (tonos).

II SEÑALIZACION

II.2.b SEÑALIZACION EN UNA LLAMADA TELEFONICA

Para comenzar una llamada, el abonado levanta el teléfono de su soporte, lo que constituye una señal para que la central se disponga a recibir la solicitud de un número. En cuanto el equipo receptor adecuado se conecta a la línea, la central devuelve el tono para marcar al abonado demandante, lo que hace seguidamente este último. En centrales antiguas, esta información pasa a través de un disco (dial) rotatorio por una serie de cierres y aperturas del circuito del propio abonado, produciéndose interrupciones del flujo de la corriente. Las centrales más modernas, según se accionan unos pulsadores, reciben unos tonos musicales de frecuencia audible. Dichos tonos se conocen normalmente como DTMF (Dual Tone Multi Frequency), porque, por cada presión sobre un pulsador, se envían a la línea dos tonos simultáneos; uno procede de un conjunto de cuatro altas frecuencias, mientras que el otro lo hace de un conjunto de bajas frecuencias. Entonces, la central informa debidamente al abonado sobre el estado de la llamada, ya sea mediante una señal de llamada (indicando que se está llamando a la línea deseada); de línea ocupada (indicando que la línea pedida se encuentra ya ocupada con otra llamada); de saturación de los equipos (indicando una congestión en algún punto entre la central solicitada y la línea demandante) o algún otro tono especial.

Estos son los tonos y señales relacionados con los abonados al teléfono propiamente dichos. Sin embargo, la señalización telefónica se refiere también a la emisión de información entre centrales.

II.2.c SEÑALIZACION ENTRE CENTRALES

Sabemos que la señalización entre centrales es del tipo externo que puede manejarse en base a c.d. o en base a c.a. La señalización a c.d. se aplica extensamente para distancias cortas, 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 de Onda Portadora (OP) o múltiplex.

II.2.c.1) SEÑALIZACION A C.D.

Se han desarrollado dos clases generales de métodos de señalización a c.d. que se conocen como: señalización en circuito o bucle (loop) y señalización E&M. La señalización en circuito, que es el tipo más simple, se emplea más comúnmente en troncales urbanas. Para implementar este tipo de señalización se requiere, además de los conductores de la línea troncal, equipo terminal compuesto de relés en cada extremo de la línea troncal. Las señales de supervisión y de control se generan, ya sea: interrumpiendo el flujo de corriente, cambiando su valor o invirtiendo su dirección en el extremo distante de la línea troncal.

SEÑALIZACION EXTERNA

II.2.c.2)SEÑALIZACION A C.A.

La aplicación de los sistemas de señalización a c.a. se encuentra en todos los circuitos interurbanos y en las troncales urbanas o interurbanas de corto alcance derivadas de sistemas de OP.

Los sistemas de señalización a c.a. que emplean frecuencias en el rango de voz (200-3200 Hz) se conocen como sistemas de señalización dentro de banda de frecuencia vocal. En estos sistemas se emplea una misma trayectoria para la información de voz y de señalización por lo que se debe evitar la interferencia mutua. En particular se debe proteger el equipo receptor de señal para evitar operación falsa con los sonidos de conversación pues el receptor permanece en operación durante la conversación para responder a las indicaciones de señalización.

La señalización fuera de banda utiliza frecuencias fuera de la banda de frecuencia vocal, generalmente en el rango de 3400, 3700 Hz, evitando de esta manera la interferencia de voz. Además, permite el empleo de niveles más altos de tonos de señalización.

II.3 SISTEMAS DE SEÑALIZACION

Los sistemas de señalización generalmente pueden ser clasificados dentro de cuatro diferentes tipos de acuerdo a cómo se transporta la información de señalización sobre el medio de transmisión:

- i) Sistemas de señalización de c.d., los cuales usan corriente de pulsos de ON/OFF o varían la magnitud y polaridad de la corriente del circuito para representar las diferentes señales;
- ii) Sistemas de señalización de frecuencia vocal (FV), señalización de frecuencia vocal es el nombre que se le da a sistemas de un sólo tono o dos tonos (1FV y 2FV). Se parece mucho al sistema de señalización de c.d., la diferencia consiste en que cambia los pulsos de ON/OFF por tonos de ON/OFF, además de variar la longitud y combinación de los mismos.
- iii) Sistemas de señalización de código de Multifrecuencia (MFC), los cuales usan tonos dentro o muy cercanos a las frecuencias del habla para representar la información de señalización. Debido a su compatibilidad con FDM y TDM este tipo de señalización se ha vuelto muy común en redes troncales e internacionales.
- iv) Sistemas de señalización digital, los cuales codifican su información de señalización en un eficiente formato de código binario, dotando a cada byte de información con un

II SEÑALIZACIÓN

significado particular. Este tipo de señalización es por lo tanto ideal para usarse con TDM.

II.3.1 Sistema de señalización R2 del CCITT

Los sistemas de señalización estándares del CCITT son sólo un pequeño subconjunto de todo el rango disponible, pero son los más adecuados para interconexión internacional de redes telefónicas públicas ya que están ampliamente disponibles.

La señalización R2 es típica de muchos sistemas de código de multifrecuencia (MFC) de muchas redes en el mundo. El R2 es uno de los dos sistemas regionales del CCITT y es usado ampliamente dentro y entre los países europeos. Comprende dos partes funcionales, un sistema de señalización de línea "fuera de banda" y un sistema "dentro de banda" y de "señalización urgente" MFC de señalización inter-registro.

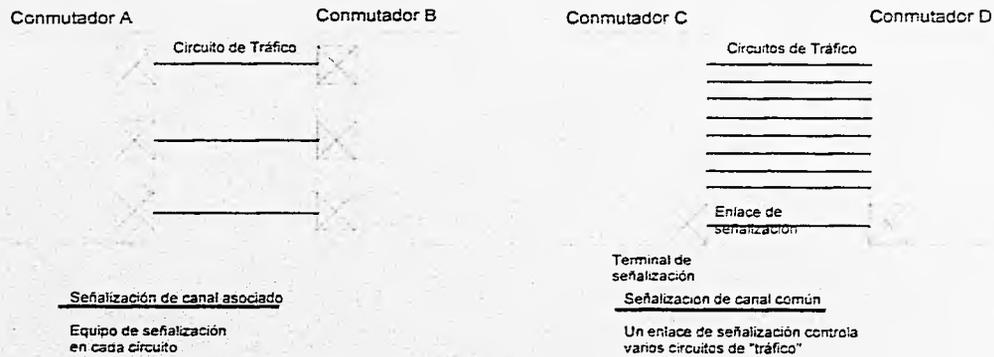
El R2 del CCITT puede ser usado tanto en conexiones internacionales como nacionales pero como estas dos aplicaciones tienen diferencias significativas, se refiere a ellas como si fueran dos sistemas separados y se conocen como R2 internacional y R2 nacional.

R2 es un sistema de señalización de "canal asociado". Esto quiere decir que todas las señales que corresponden a un canal particular (o circuito) son enviadas a través del mismo circuito (en otras palabras, están asociadas con él). En contraste, los más modernos sistemas de "señalización de canal común" usan un "enlace de señalización" dedicado para llevar la información de señalización para un gran número de circuitos de tráfico. Los circuitos de tráfico (por ejemplo los que transportan voz) toman una ruta separada y de esta manera la voz y la señalización no viajan juntas. La figura II.3.1 ilustra la diferencia entre sistemas de señalización de "canal asociado" y de "canal común".

En los sistemas de señalización de canal asociado (conmutadores A y B de la figura II.3.1), se requiere un gran número de transmisores y receptores de código (uno por cada circuito). En cambio, en los sistemas de canal común (conmutadores C y D de la figura II.3.1), se requiere un número reducido de las llamadas "terminales de señalización". Ejemplos de sistemas de señalización de canal asociado son "Desconexión de Bucle" (LD) y R2 (CCITT R2). Los sistemas de señalización de canal común incluyen al CCITT 6 y CCITT 7.

SEÑALIZACIÓN DE LÍNEA R2

Los sistemas de señalización multifrecuencia, de canal asociado, casi siempre se componen de dos partes, la señalización de línea y la señalización inter-registro, cada una con su propia función. La parte de señalización de línea controla el equipo de línea y común; también envía "detenciones" (seizures) de línea y otras señales "supervisorias".



Emisor o receptor de
señalización

FIG. II.3.1 Método de señalización de "canal asociado" y "canal común"

tales como la señal de "despeje" (cleardown). La parte de señalización inter-registro lleva la "información", tal como el "número marcado", entre registros del conmutador. El dividir en dos partes a los sistemas de señalización nos ayuda a minimizar el número total de transmisores y receptores de código que se necesitan en una conmutación.

La parte de señalización de línea es generalmente un sistema de frecuencia única o de dos frecuencias. En R2 la señalización de línea es un sistema fuera de banda y de tono único. Fuera de banda significa que la frecuencia que se usa está fuera del ancho de banda de 3.1 kHz disponible para la conversación; sin embargo, la frecuencia cae dentro del ancho de banda de 4 kHz del circuito. La figura II.3.2 ilustra los rangos de "dentro de banda" y "fuera de banda" de un canal telefónico normal de 4 kHz.

El uso de señal fuera de banda (en vez de señal dentro de banda) para señalización de línea R2 tiene dos ventajas: primero, no afecta la conversación (sin afectar la separación de canal); segundo, las señales de línea no pueden ser manipuladas fraudulentamente por el abonado telefónico ya que la región fuera de banda no es accesible para el usuario final. A pesar de esta ventaja algunos sistemas usan señalización dentro de banda. La ventaja de usar tonos dentro de banda está en que simplifica la configuración del circuito a través de los multiplexores FDM.

La parte de señalización de línea es la única parte de la señalización que siempre está activa. La señalización de línea es la que realmente controla al circuito. En el estado de desocupado del circuito, la señalización de línea se encarga de "detener" (seize) el circuito (alertando al conmutador distante para que entre en acción), y con esto se activa la señalización inter-registro. La "detención" comprende alistar un registro en el conmutador (entrante) distante, así como activar los "transmisores y receptores de código" de señalización inter-registro apropiados. Después de la detención viene una fase de señalización inter-registro que transporta el número marcado y otra información para el establecimiento de llamada entre los conmutadores; al final de esta fase se libera el equipo de señalización inter-registro y el registro para que se puedan usar en otros circuitos, pero la señalización de línea permanecerá activa. La señalización de línea detecta la condición de descolgado (para poder empezar a medir la llamada del abonado y poder cobrarla), y al final de la llamada debe llevar las señales necesarias para romper la conexión y detener la tarificación de la llamada. Aún después de que se ha desconectado la llamada, ambos conmutadores deben continuar monitoreando la señalización de línea para detectar cualesquiera detenciones de llamada subsecuentes.

Debido a que la señalización de línea está siempre activa se diseña normalmente como un sistema unitono o de dos tonos. Esto reduce la complejidad y costo del equipo de señalización que tiene que estar permanentemente activo en cada lado de cada circuito. La señalización inter-registro es usada un tiempo comparativamente corto de cada llamada durante el establecimiento de la misma. Es necesariamente más complicada a causa del rango de información que debe transportar, pero a cambio de esto se puede compartir un pequeño número de dispositivos "comunes" (transmisores de código, receptores de código y registros) con varios circuitos. Esto es más barato que emplear un transmisor y un receptor en cada circuito. El equipo se "switchea" o conmuta a un circuito

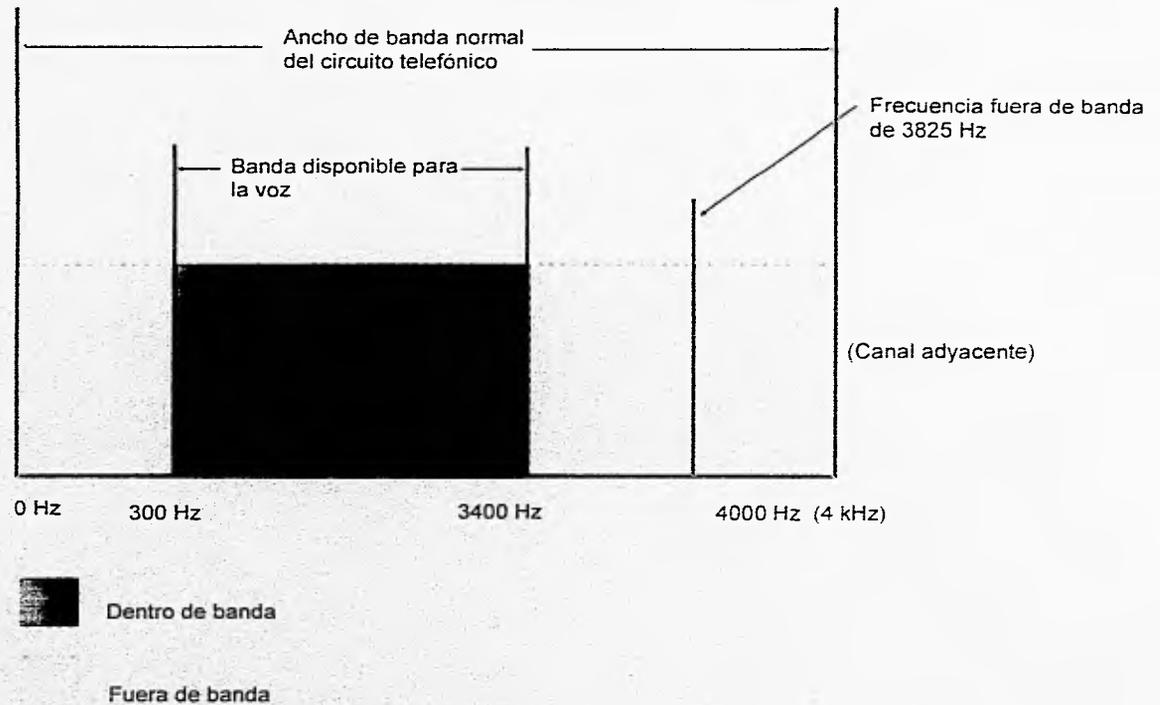


Fig. II.3.2 Señales "dentro de banda" y "fuera de banda"

II SEÑALIZACION

activo como respuesta a una detención de señalización de línea. La figura II.3.3 ilustra la relación entre las partes de señalización de línea y de inter-registro.

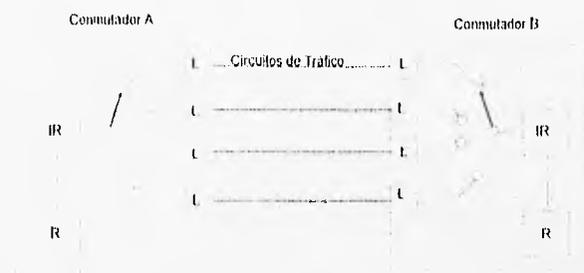


FIG. II.3.3 Señalización de canal asociado: partes de señalización de línea e Inter-registro. L es el equipo de señalización de línea (siempre activo en cada circuito); IR, son los emisores y receptores (compartidos) de código de señalización inter-registro; R, registro (para guardar y analizar información de establecimiento de llamada)(compartido).

La señalización de línea de R2 opera cambiando el estado del tono de frecuencia única (3825 Hz) de encendido-a-apagado (ON-to-OFF) y viceversa. Cuando el circuito no está en uso se puede detectar un tono de 3825 Hz en los canales de "transmisión" y "recepción" del circuito.

Cuando se emplea señalización R2 directamente en circuitos de audio (por ejemplo, en circuito analógicos no multiplexados) el transmisor y el receptor del tono de señalización de línea se localizan en la parte de conmutación. Cuando se emplea FDM en los circuitos, los tonos mismos se generan en el equipo de traslación de canal (CTE), de otra manera los tonos serían filtrados junto con otras señales fuera de la banda de voz.

Dos alambres adicionales conectan el conmutador al CTE, y permiten al conmutador controlar y monitorear el estado de los tonos de los canales entrantes (recibidos) y salientes (transmitidos) que pueden estar ya sea encendidos (ON) o apagados (OFF). Estas terminales extra se conocen como terminales E y M (de ahí el nombre de señalización "E&M"). Por lo tanto, cada circuito entre el conmutador y el CTE comprende seis alambres: un par para transmisión, otro par para recepción, además de un alambre E y un alambre M. Este último controla el estado del tono en el canal de transmisión, activando el CTE para que envíe un tono cuando el alambre M está en voltaje alto, y no enviando un tono cuando el alambre M está aterrizado. Similarmente, el CTE envía

SISTEMAS DE SEÑALIZACION

información concerniente al estado del tono en el canal de recepción usando el alambre E; un voltaje alto significa que hay un voltaje alto en el canal de recepción, tierra (voltaje cero) significa que no lo hay. Una manera útil de recordar el trabajo de los alambres E y M es hacer la siguiente asociación: E=Ear (oído); M=Mouth (boca). Además de los 72 alambres necesarios para los 12 canales, se incluye un alambre extra para control de interrupción (IC) para que si la portadora FDM falla, el CTE no detenga (seize) inmediatamente los 12 circuitos. La figura 11.3.4 muestra un arreglo típico de un conmutador y un CTE donde se usa señalización R2 en conjunción con FDM.

Partiendo de un estado desocupado o libre (IDLE) (por ejemplo, un circuito desocupado con tonos de 3825 Hz yendo de ida y vuelta), los tonos pueden ser "apagados" o "encendidos" en secuencia para indicar las diferentes etapas de una llamada: establecimiento, conversación y terminación.

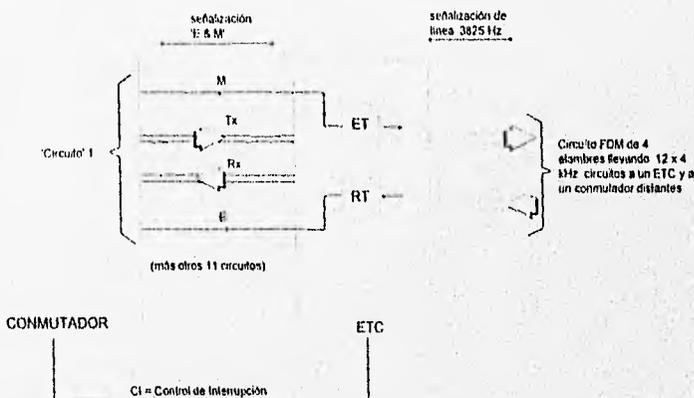


FIG. 11.3.4 Configuración típica para señalización R2. Tx es el par transmisor; Rx es el par receptor; CI es el alambre de control de interrupción; ET es el emisor del tono de 3825 Hz; RT es el receptor del tono de 3825 Hz; por último, el ETC es el equipo trasladador de canal.

SECUENCIA DE SEÑALIZACION

El conmutador de salida es el que origina la llamada. Este conmutador realiza la detención de un circuito desocupado "apagando" el tono de señal que viaja hacia adelante, tal como se muestra en la figura 11.3.5. El conmutador entrante (el que no genera la detención) responde asignando el equipo común, incluyendo el registro y el equipo de señalización inter-registro.

II SEÑALIZACION

En otros sistemas que no son R2, la disponibilidad para recibir dígitos se indica, en este momento, regresando una señal **Proceder A Enviar** (PTS, por sus siglas en inglés). Cuando el conmutador saliente recibe el PTS envía los dígitos del número marcado cambiando a señalización inter-registro. Como el R2 no tiene señal PTS, no hay forma de indicar el cambio a señalización inter-registro pero de todas maneras se envía el primer dígito. Este se envía continuamente hasta que se recibe un acuse de recibo por parte del conmutador final entrante; esta técnica se conoce como "señalización obligada". El establecimiento de la llamada continúa con intercambios similares de señales inter-registro y de línea.

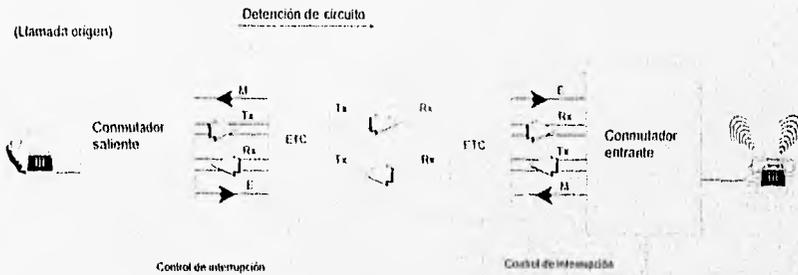
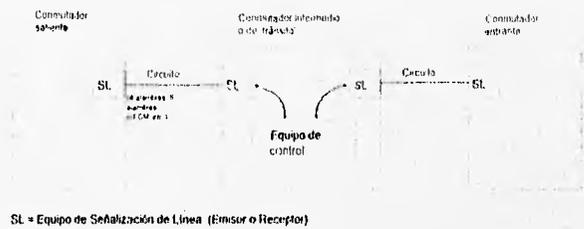


FIG. II.3.5 Conmutadores 'entrante' y 'saliente' de un circuito controlado con señalización R2.

Cuando la señalización inter-registro ha transportado el número necesario de dígitos marcados para permitir que el conmutador entrante decida que acción tomar, se puede asumir que se logró la conexión a través del conmutador entrante. Si fuera necesario otro enlace (por ejemplo a otra troncal o a un conmutador de tránsito internacional) entonces puede suceder que ya sea el "conmutador entrante" cambie su función a la de un "conmutador saliente" (para propósitos de señalización) o que el "conmutador saliente" conserve su función y envíe su señalización en forma transparente a través del previo "conmutador entrante" hacia el nuevo "conmutador entrante" (siguiente enlace). El primer método se conoce como señalización enlace-a-enlace, y el último como señalización extremo-a-extremo.

SISTEMAS DE SEÑALIZACION

La señalización de línea de R2 trabaja en modo enlace-a-enlace. En otras palabras, cuando se trata de una conexión formada por varios enlaces en tándem, la señalización de línea de cada enlace de la conexión trabaja en modo independiente y secuencial. La señal de "despeje" (clear-down), por ejemplo, no pasa directamente del punto inicial al punto final de la conexión; pasa de un enlace a otro a la vez (enlace a enlace), y es interpretada por el equipo de control de cada conmutador y consultada cuando es necesario. Por lo tanto, se requiere equipo independiente de señalización de línea en cada enlace de una conexión tándem, tal como se muestra en la figura II.3.6.



SL = Equipo de Señalización de Línea (Emisor o Receptor)

FIG. II.3.6 Operación 'enlace a enlace' de la señalización R2

La operación enlace a enlace de la señalización de línea contrasta con la operación extremo a extremo de la señalización inter-registro.

SEÑALIZACION CODIGO DE MULTIFRECUENCIA (MFC) INTER-REGISTRO R2

En la sección anterior se vio que la señalización de línea de R2 es la que controla realmente al circuito, transporta la señal de detención, contestación, despeje y otras señales supervisorias del circuito. Sin embargo, no puede llevar información crucial para el establecimiento de la llamada, como por ejemplo el número marcado, etc. Esta es la función de la señalización de inter-registro, la cual se activa después de la señal de detención.

La señalización inter-registro de R2 (R2-MFC, o Código de MultiFrecuencia) trabaja entre los registros de R2 en un modo extremo a extremo. En el conmutador saliente, un sistema de señalización de bucle de acceso (tal como el LD o MF4) tendrá almacenada la información requerida para el establecimiento de una llamada, en un registro. El

II SEÑALIZACION

análisis de los dígitos permite la selección de una ruta de salida hacia el destino. Si esta ruta es a través de otro conmutador, entonces necesitaremos señalización inter-registro para retransmitir la información al registro localizado en el siguiente (entrante o de tránsito) conmutador. La figura II.3.3 muestra cómo está configurado el equipo de señalización inter-registro para transportar información de llamada del registro en el conmutador A al del conmutador B, durante el establecimiento de la llamada. Si se agregara un enlace adicional, el conmutador C, a la conexión (tal como se muestra en la figura II.3.7) la información requerida por el registro en el conmutador C podría ser obtenida directamente del registro del conmutador saliente A. De esta forma, el registro en el conmutador B puede ser liberado después de que el enlace B-C ha sido detenido (seized) y se ha establecido la trayectoria a través del conmutador B. Este método de señalización se conoce como señalización extremo a extremo. Al registro origen de una configuración de señalización extremo a extremo (el conmutador A en nuestro ejemplo) se le conoce comúnmente como el registro "líder".

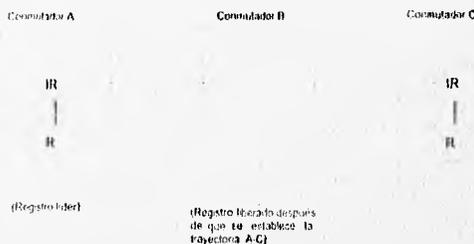


FIG. II.3.7 Señalización inter-registro punto a punto. IR son los emisores o receptores de código de señalización inter-registro; R es el registro.

La operación extremo a extremo de la señalización inter-registro es común en redes nacionales o internacionales, pero en los límites entre dichas redes (por ejemplo, en el conmutador internacional de compuerta (gateway)) es común llevar a cabo una regeneración de señal. Esto quiere decir que el conmutador de compuerta asume una nueva función de registro líder. Así, un conmutador troncal en un país no trabajará en un modo extremo a extremo como un "conmutador saliente" con un "conmutador entrante" en algún otro país. En vez de eso, se lleva a cabo una regeneración de señal en las compuertas internacionales salientes y quizás también en la compuerta entrante. De hecho R2 está diseñado para trabajar en modo extremo a extremo desde un registro

SISTEMAS DE SEÑALIZACION

saliente R2 internacional hasta el conmutador local distante. Cuando el R2 nacional es incompatible se requiere de una regeneración en la cornpuerta internacional entrante o también cuando el sistema de señalización nacional no es R2. El principio de regeneración se ilustra en la figura II.3.8.



FIG. II.3.8. Regeneración de R2 MFC

Tal como en la señalización de línea, la señalización R2 MFC Inter-registro se lleva a cabo a través de señales "obligadas" hacia adelante y hacia atrás. Las señales subsecuentes que esperan ser enviadas en la misma dirección (hacia adelante o hacia atrás) sólo son enviadas como resultado de las peticiones y acuses de recibo del otro extremo, y en ese momento se remueve la señal previa. Las señales MFC inter-registro consisten de "dos frecuencias en banda de un grupo de seis". El uso de dos frecuencias hace más confiable la señalización y menos sujeta a interferencias de la línea, debido a que antes de reaccionar ante una señal un receptor debe detectar dos, y sólo dos, frecuencias. De esta forma, frecuencias únicas no causan una mala operación de la conexión.

Están disponibles quince señales hacia adelante y quince señales hacia atrás. Cuando se usa R2 sobre circuitos de cuatro alambres o equivalentes, el uso de grupos de frecuencias separadas no aporta un beneficio particular, pero en circuitos de dos alambres permite la señalización simultánea en ambas direcciones sin interferencia.

La primera señal inter-registro que se envía en R2 MFC Internacional es una señal hacia adelante, que es normalmente el primer número marcado. La señal A-1 manda un acuse

II SEÑALIZACION

de recibo pidiendo el siguiente dígito. Las señales se envían una hacia adelante y otra hacia atrás en turnos, mientras que el registro entrante controla el envío de dígitos ya sea usando la señal A-1 ("envía el siguiente dígito") o pidiendo el reenvío de ciertos dígitos usando cualquiera de las señales A2, A7 o A8.

Una vez que se ha recibido suficiente información en el registro entrante, se puede llevar a cabo normalmente el análisis de los dígitos, selección de ruta y el camino de conexión.

El R2 MFC internacional es más complicado que el R2 MFC nacional debido a que se requieren más señales para llevar la información pertinente a redes internacionales, incluyendo señales que:

- indican el país destino;
- controlan la selección del tipo de sistema de transmisión (satélite o cable, por ejemplo);
- piden asistencia de operadora al otro lado del océano (si se requiere), y el idioma preferido que se usará para dicha asistencia;
- controla partes específicas del equipo, tales como supresores de eco.

II.4 SEÑALIZACION DE CANAL ASOCIADO Y SEÑALIZACION POR CANAL SEPARADO

Hasta recientemente, todas estas señalizaciones se conducían (o estaban asociadas directamente) por el mismo camino sónico previsto para el establecimiento o supervisión de la propia llamada. En relación con estos sistemas de señalización asociados con el recorrido de las voces, se utilizan normalmente varios términos:

- a)MF - multifrecuencia, esto es, el uso de tonos audibles.
- b)MFC - multifrecuencia obligada: este tipo de señal continúa hasta que el otro extremo reconoce la recepción y la fuerza a cesar.
- c)IVF - frecuencia univocal: un tono único, a veces emitido en fase con impulsos del dial giratorio. Un tono común en IVF es el de 2600 Hz.
- d)2VF - frecuencias bivocales: dos tonos, utilizados algunas veces de forma conjunta, y otras separadamente.

SEÑALIZACION DE CANAL ASOCIADO Y SEÑALIZACION POR CANAL SEPARADO

e) En banda - un tono de hecho en el propio circuito de la voz, audible para quienquiera que se encuentre utilizando el circuito (por lo que no puede emplearse durante las conversaciones).

f) Fuera de banda - señales asociadas directamente con un circuito de voz, pero llevadas por hilos separados o utilizando una frecuencia diferente, justo fuera de la banda de voz comercial de 300 a 3400 Hz. Para la señalización fuera de banda, se suele utilizar una frecuencia de 3825 Hz.

Todos estos sistemas de señalización presentan una serie de limitaciones:

- a) Relativamente lentos.
- b) Limitada capacidad de información.
- c) Limitada capacidad de conducir información que no esté directamente relacionada con las llamadas.
- d) Incapacidad de algunos sistemas para devolver información detallada hacia el extremo que se encuentra llamando.
- e) Incapacidad de algunos sistemas para suministrar una información suficiente con objeto de realizar una facturación exacta y pormenorizada de las llamadas.
- f) Se tiende a proyectar los sistemas para condiciones de aplicación específicas.
- g) Los sistemas tienden a ser caros, debido a que cada circuito tiene que equiparse de forma independiente; no existen técnicas de compartición ni economías de escala.

La utilización creciente de centrales gobernadas por una computadora (o SPC) ha conducido a la introducción de un concepto de señalización totalmente diferente. En lugar de ejecutarla por el canal de voz que lleva la conversación, o de forma asociada directamente al mismo, la tendencia actual es que la señalización se concentre en rápidos circuitos de datos entre los procesadores de las centrales SPC correspondientes, dejando los circuitos de voz para transmitir exclusivamente las señales vocales. La señalización para varios centenares de circuitos de larga distancia puede realizarse mediante un sistema único de datos rápidos, lo que produce una economía substancial.

II.4.1 MODOS DE SEÑALIZACION DE CANAL COMUN

El modo de señalización se refiere a la asociación entre la trayectoria real de los mensajes de señalización y la trayectoria del flujo de información al cual se refieren las señales.

II SEÑALIZACION

En el modo de **señalización asociada** los mensajes de señalización relacionados con cierto flujo de información entre dos puntos de señalización viajan directamente sobre una troncal de señalización conectada **directamente** a los dos puntos de señalización.

En el modo de **señalización no asociada**, la trayectoria de señalización no sigue el mismo camino físico que el grupo troncal de usuario al que da servicio.

Un caso límite de la señalización no asociada es la señalización cuasi-asociada, donde **todos** los mensajes relacionados con una llamada seguirán la **misma** trayectoria no asociada a través de la red de señalización.

Un caso extremo de la señalización no asociada es la señalización disociada, donde la red de señalización está completamente separada de la red de información de usuario.

II.4.2 EL SISTEMA DE SEÑALIZACION No. 7

El organismo responsable de redactar las especificaciones de uso internacional ha normalizado un sistema de señalización de este tipo: se conoce como el Sistema de Señalización No. 7 del CCITT.

Este sistema es necesario para soportar servicios RDSI, puesto que RDSI no puede operar con la actual red de señalización debido a su falta de flexibilidad y rapidez. El SS7 es una red que permite a todas las centrales de conmutación de red comunicarse unas con otras. Su implementación es esencial para permitir la comunicación entre las centrales RDSI, pues de otro modo existirían como "islas" RDSI, y no como una verdadera red.

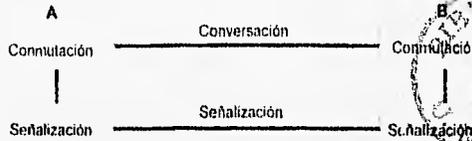
La señalización No. 7 no se ha proyectado únicamente para controlar el establecimiento y la supervisión de las llamadas telefónicas, sino también para servicios no vocales, como tratamiento de textos, máquinas de teletexto, etc. Con los sistemas de señalización como el caso del No. 7 del CCITT, la señalización se realiza bidireccionalmente con un canal de señalización en cada sentido. Esta clase de señalización tiene varias características interesantes:

- a) La señalización se encuentra totalmente separada de la conmutación y de la transmisión de las conversaciones, con lo que puede evolucionar sin las limitaciones asociadas normalmente con dichos factores.
- b) Significativamente más rápida que la señalización en la banda vocal.
- c) Posibilidad potencial para gran número de señales.
- d) Libertad para manejar señales durante las conversaciones.
- e) Flexibilidad para cambiar señales o añadirlas.

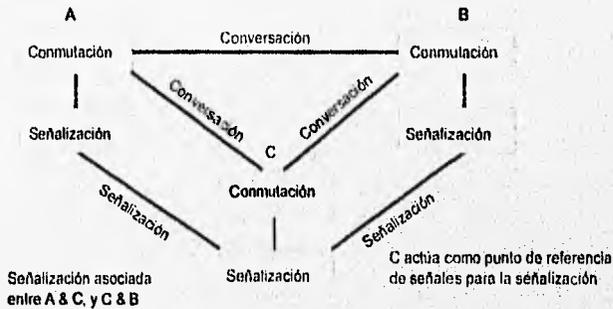
SEÑALIZACION DE CANAL ASOCIADO Y SEÑALIZACION POR CANAL SEPARADO

- f) Posibilidad potencial para servicios de gestión, mantenimiento de redes y contabilidad centralizada de llamadas.
- g) Especialmente económica para grandes grupos de circuitos conversacionales.
- h) Económica también para grupos más pequeños, debido a las capacidades de señalización cuasiasociada y disociada. (véase fig. II.4.1).
- i) Con vistas a su utilización internacional, los sistemas se han normalizado.
- j) Puede utilizarse para controlar el establecimiento y supervisión de servicios no vocales, por lo que tendrá interés para la RDSI.

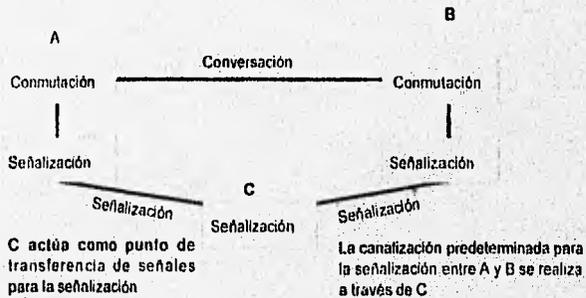
Un sistema de señalización que suministre la señalización para un número elevado de circuitos de voz, tiene que ser mucho más fiable que el que discurre por el camino de voz, ya que los errores aleatorios podrían interferir a un gran número de circuitos de voz. Por esta razón, es preciso tomar medidas para detectar y corregir los errores. Adicionalmente, en el caso de una situación con un excesivo régimen de errores o ante el fallo de un enlace de señalización, debe producirse una desviación automática del tráfico de señalización hacia alguna buena instalación de repuesto.



a) Señalización de canal común entre A y B sobre una base asociada



b) Señalización de canal común entre A y B sobre una base cuasi-asociada



c) Señalización de canal común entre A y B sobre una base disociada, es decir, la señalización puede canalizarse y conmutarse de forma muy independiente de los circuitos conversacionales que se están controlando.

FIG. II.4.1 Señalización de canal común (SS7 del CCITT).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO III

CODIGOS DE LINEA

III CODIGOS DE LINEA

III. CODIGOS DE LINEA

Además de los diferentes códigos de caracteres y tipos de datos (asíncronos y sincrónicos), la información digital puede ser transmitida o codificada en diferentes formatos. Cada una de las siguientes formas tiene su propia ventaja y/o uso. Estas se ilustran en la figura III.1, y cada una se discutirá en la secuencia mostrada. Cada formato de señal, enviado como una cadena serial de datos, puede ser interpretado como la generación de una señal de onda cuadrada cuya frecuencia varía de acuerdo a un patrón de bit cambiante. Dependiendo del tipo de formato de señal, la frecuencia de la "onda cuadrada" usualmente baja cuando el número de 1's o 0's consecutivos se incrementa. Este no es el caso para todos los tipos de formatos de señal, como veremos, pero esto sirve como un ejemplo del significado de una onda senoidal de frecuencia fundamental. Supongamos que hay una secuencia de 1's y 0's alternados. Dibujando esto parecería como una señal cuyo nivel cambia constantemente entre dos voltajes. En esencia, esta señal aparece como una onda cuadrada. Ahora supongamos que hay una secuencia de pares de 1's y 0's alternados. La onda cuadrada que se crea es de la mitad de la frecuencia de la onda original.

Las ondas cuadradas están en realidad compuestas de una onda senoidal de frecuencia fundamental y todas sus armónicas impares. La potencia máxima de la onda cuadrada se encuentra en su onda senoidal fundamental. Los sistemas que transmiten datos en cualquiera de los siguientes formatos de señal deben tener un ancho de banda suficientemente grande para acomodar a la frecuencia fundamental para que la cadena de datos pueda ser enviada a través del sistema y la tasa de bit pueda ser duplicada en el extremo receptor. La onda senoidal fundamental más alta se muestra como una línea punteada en cada formato de señal en la figura III.1.

NO RETORNO A CERO

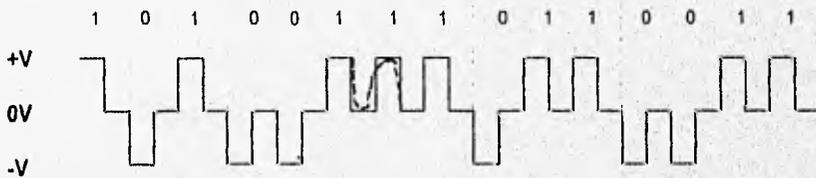
La forma de señal No Retorno a Cero (NRZ) es la forma binaria básica de dos niveles. Un 1 lógico está en un nivel alto (+V en la figura III.1a), y un 0 lógico está a un nivel de voltaje de referencia de tierra (0 V en la figura III.1a). Generalmente, este formato de señal de datos binarios es el más fácil de producir debido a que requiere que un dispositivo esté ya sea encendido, generando un nivel alto para 1 lógico, o apagado, generando tierra o 0 V para un 0 lógico. En la figura III.1 también podemos ver la onda senoidal fundamental para la tasa más alta de datos conmutados usada para cada formato de datos. Para NRZ esta tasa ocurre cuando los datos consisten de 1's o 0's alternados.



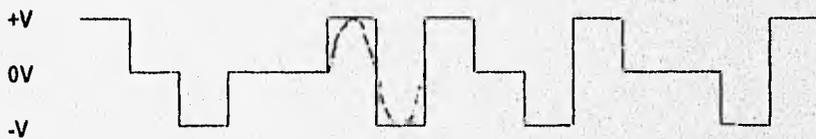
a) No Retorno a Cero (NRZ). NOTA: El No Retorno a Cero Bipolar (NRZB) es igual que NRZ, excepto que el cero lógico es -V en vez de 0V.



b) Retorno a Cero (RZ).



c) Retorno a Cero Bipolar (RZB)



d) No Retorno a Cero Invertido Bipolar (NRZI)

FIG. III.1 Formas de datos binarios

NO RETORNO A CERO BIPOLAR

Una forma de señal digital muy similar que no está ilustrada en la figura III.1 es la de No Retorno a Cero Bipolar (NRZB). Su forma es idéntica a la de NRZ, excepto que el nivel de cero lógico está a -V en vez de a 0V. Esta forma se usa en lugar de NRZ cuando se graban datos en una superficie magnética. Los voltajes opuestos para 1's y 0's ocasionan que el material magnético se magnetice en direcciones opuestas. La frecuencia de la onda senoidal fundamental para un NRZB es la misma que para NRZ, por lo tanto los requerimientos de ancho de banda del sistema para manejar una tasa de bit específica son los mismos. Es decir, la máxima tasa de bit es el doble del ancho de banda.

RETORNO A CERO

El formato de señal de Retorno a Cero (RZ) (figura III.1b) utiliza el nivel de 0V para un 0 lógico y el nivel de +V para un 1 lógico. Sin embargo, esta forma ocasiona que un bit de dato 1 retorne a cero a medio camino de su tiempo de bit. Esta transición de retorno a cero está incorporada para prevenir que una secuencia de datos esté largos periodos de tiempo en un nivel de +V en el caso de que se requiera enviar una serie de 1's continua. La onda senoidal de frecuencia fundamental ocurre con dos 1's consecutivos debido a que la transición a mitad de bit y el retorno a +V para el siguiente bit completa el ciclo de la onda senoidal. Esto nos da una relación de uno-a-uno entre la tasa de bit y la tasa de la onda senoidal fundamental. Este formato de señalización se usa frecuentemente en un sistema que recupera señales de temporización de reloj de la cadena de datos digitales. La recuperación de la señal de reloj se logra mediante la transición de nivel adicional que ocurre en el centro de cada bit de dato cuando se usa el formato de señal de retorno a cero.

RETORNO A CERO BIPOLAR

El siguiente formato de señal (figura III.1c) es el de Retorno a Cero Bipolar. Tal como en el de NRZB, los 1's y 0's lógicos son representados por voltajes opuestos (+V y -V). La diferencia es que a medio camino de cada bit de datos, el voltaje cae a 0V, de ahí el nombre de retorno a cero. Esta forma no sólo proporciona la característica de voltajes opuestos sino que también incluye la generación de una transición (cambio de nivel) a la mitad de cada periodo de datos. Esto es muy ventajoso para los sistemas síncronos para la recuperación de reloj de una secuencia de datos. Debido a que el cambio de nivel es regular, un circuito de recuperación de reloj puede sincronizar el reloj con el centro de cada bit de datos en la secuencia de datos.

NO RETORNO A CERO CON INVERSION DE MARCA (NRZI)

El formato de señal bipolar de NRZI se muestra en la figura III.1.d. El nivel cero se reserva para los bits de datos de 0 lógico. Los bits de datos de 1 lógico aparecen como niveles de voltajes alternados. Por ejemplo, el primer 1 lógico es +V. El segundo es -V, el tercero será +V otra vez, y así sucesivamente. Este formato permite la detección de error. Dos niveles +V o -V consecutivos indican al receptor que uno o más bits 1 lógico están incorrectos, puesto que cada bit 1 lógico debe tener el nivel de voltaje opuesto. La onda senoidal de frecuencia fundamental para este formato se produce con dos 1's consecutivos y utiliza el período de tiempo completo de ambos bits de datos. Tal como el formato de NRZ, la tasa máxima de bit es el doble del ancho de banda del sistema.

RETORNO A CERO BIPOLAR CON INVERSION DE MARCAS ALTERNADAS (BPRZ-AMI)

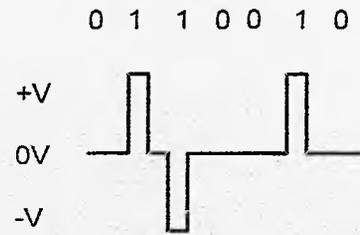
Este formato se ilustra en la figura III.2. Es el resultado de una combinación de los anteriores formatos de señal. Los niveles de 0 lógico están en 0V. Los 1's lógicos están en +V y -V, alternando entre cada nivel. Cada 1 lógico retorna al nivel cero a mitad de camino del período de bit. Una cadena de 32 ceros consecutivos en el sistema T1 indica que el circuito ya no está en uso. Para prevenir que se malinterpreten una larga cadena de 0's cuando sean necesarios, se inserta un bit 1 lógico después de 15 ceros consecutivos. La estación receptora debe quitar este bit adicional antes de interpretar los datos.

SUSTITUCION DE N CEROS BINARIOS (BNZS)

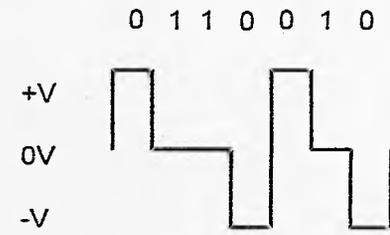
Una limitación importante de la codificación bipolar (AMI) es su dependencia de una densidad mínima de 1's en el código fuente para mantener la temporización en los repetidores regenerativos. Aunque el transmisor no envía cadenas de 0's mayores de 14, una baja densidad de pulsos en la línea incrementa el balleo de la temporización (timing jitter) y por lo tanto produce altas tasas de error. La sustitución binaria de N ceros (BNZS) aumenta un código bipolar básico reemplazando todas las cadenas de N ceros con un código especial de longitud N el cual contiene diversos pulsos que producen violaciones bipolares intencionalmente. Así, se incrementa la densidad de pulsos y los datos originales se obtienen reconociendo los códigos de violación bipolar y reemplazándolos en la terminal receptora con N ceros.

SUSTITUCION DE 8 CEROS BINARIOS B8ZS

Otro método frecuentemente usado para prevenir que se presente una larga secuencia de 0's es un esquema de codificación llamado Supresión de 8 Ceros Binarios (B8ZS), el cual se muestra en la figura III.3. Cuando el transmisor detecta 8 ceros consecutivos,

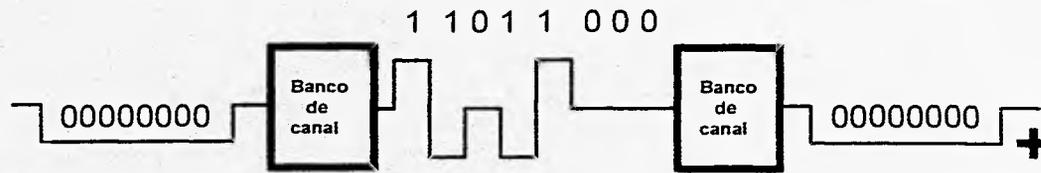


a) Código BPRZ-AMI

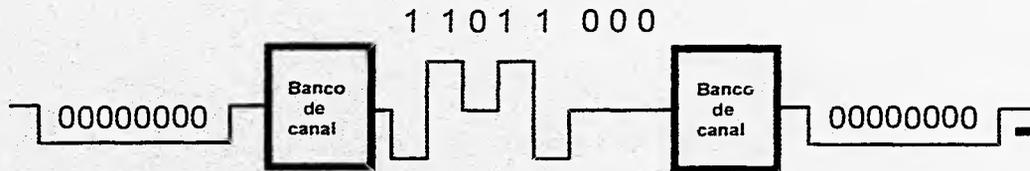


a) Código AMI
utilizado en T1 y RDSI

FIG. III.2. Códigos AMI



a) Cuando el nivel del bit 1 precedente a la cadena de 8 bits 0 es positivo



b) Cuando el nivel del bit 1 precedente a la cadena de 8 bits 0 es negativo

FIGURA III.3

EL código B8ZS es una violación bipolar que reconoce el banco de canal receptor, y permite que se reconstruya la palabra PCM original.

verifica el nivel del 1 lógico que los precede. Si el nivel de ese bit es positivo, los 9 bits se codifican de acuerdo con la figura III.3a. Si el bit 1 es de nivel negativo, se codifica entonces como se muestra en la figura III.3b. La diferencia entre estas dos formas está en que los niveles 1 lógico están invertidos de un formato a otro. Cuando se usan formatos de inversión de marcas alternadas, dos bits 1 consecutivos con el mismo nivel (positivo o negativo) dan lugar a una condición conocida como Violación Bipolar (BPV). Normalmente esta condición indica que ha ocurrido un error. Sin embargo, si un receptor que está ajustado para decodificar el formato B8ZS detecta los patrones mostrados en la figura III.3, se reconoce la violación bipolar doble y se decodifica como un 1 seguido por 8 0's. Cualesquiera otras violaciones bipolares detectadas se consideran como errores de datos.

HDB3

El CCITT recomienda un formato de codificación de BNZS conocido como Codificación Bipolar de Alta Densidad (HDB). Tal como se usa en la señal digital primaria de CEPT (E1), el HDB reemplaza cadenas de 4 ceros con cadenas que contiene una violación bipolar en la última posición de bit. Como este formato excluye cadenas de 0's mayores de 3 se le conoce como HDB3 (véase la fig. III.4).

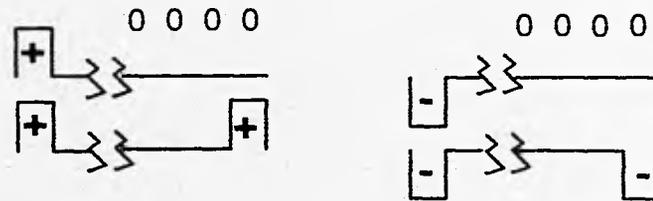
III.1 CODIGOS DE LINEA PARA RDSI

Los dos esquemas de codificación de la fig. III.1.1 se usan en los circuitos de acceso a RDSI. Estos operan a tasas de bit de 160 kbps sobre par torcido y distancias de varios km. Ambos códigos son ejemplos de códigos de reducción de tasa de baudio, lo cual significa que un pulso (celda de tiempo) representa más de un bit. La principal ventaja es que reduce la diafonía o crosstalk debido a las variaciones de amplitud de señal más pequeñas entre pulsos adyacentes.

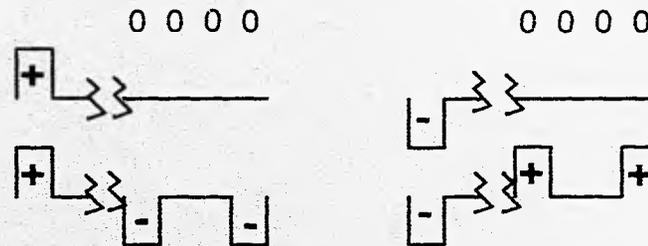
4B3T

Ambos códigos se clasifican como códigos mBnL, que significa que una secuencia de m bits de entrada se representa por n pulsos de L niveles, donde $n < m$ y $L > 2$. De esta forma con el código 4B3T, también conocido como "estado 43 de monitoreo modificado" o MMS 43., la T indica tres niveles, representados por los símbolos +, -, 0. Por lo tanto cuatro bits de entrada se representan por tres pulsos de cada uno de los tres niveles. Entonces la tasa de baudio es 3/4, dando una reducción de tasa de baudio de 1/4.

Los códigos de tres símbolos transmitidos para cada secuencia de entrada de 4 bits se toman de una de las cuatro columnas en la tabla III.1. Asociado con cada código, en una columna está un número (1-4) que indica la siguiente columna de la cual debe escogerse



a) Cuando el No. de pulsos binarios precedentes es par



b) Cuando el No. de pulsos binarios precedentes es non

FIG. III.4 Código HDB3

III CODIGOS DE LINEA

el siguiente código. Así, en el ejemplo de la fig. III.1.1(a), la primera secuencia de 4 bits 1011 se escoge de la columna 1 (+ 0 -) y la siguiente columna es 2 (+ - +) y la siguiente columna es 3, etc. Se puede deducir de la tabla que existen 27 diferentes palabras-código. Como sólo hay 16 posibles secuencias de entrada (4 bits), el código contiene redundancia que se puede usar para control de error. También, los contenidos de la tabla se escogen tal que con una secuencia de entrada aleatoria el ancho de banda medio requerido es menor que cuando no se usa codificación. Este código se utiliza en la RDSI que se implementa en los E.U.

2B1Q

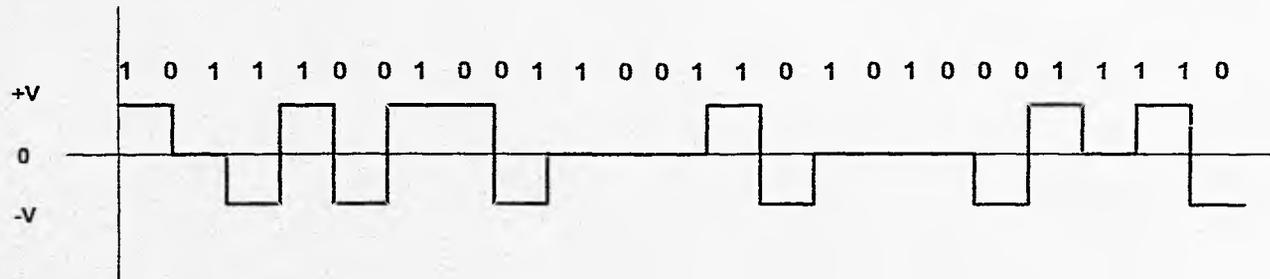
El segundo código se conoce como 2B1Q, la Q indica pulsos de cuatro (cuaternario) niveles conocidos como Quats. Por lo tanto, por cada secuencia de entrada de 2 bits se transmite un pulso de cuatro niveles. Como se puede ver en el ejemplo de la fig. III.1.1(b), los cuatro niveles se representan con los símbolos +3,+1,-1,-3 para indicar simetría con respecto a cero e igual espaciamiento entre estados. El primer bit en cada par de dígitos binarios determina el signo (1=+, 0=-) y el segundo bit la magnitud (1=1, 0=3). No hay redundancia en este código pero la tasa de baudios es 1/2 comparada con 3/4 de 4B3T. Este código es el más ampliamente usado.

TABLA III.1 CODIFICACION DE LINEA 4B3T

Secuencia binaria	1		2		3		4	
	Código	siguiente columna						
0001	0+	1	0+	2	0+	3	0+	4
0111	-0+	1	-0+	2	-0+	3	-0+	4
0101	-+0	1	-+0	2	-+0	3	-+0	4
0010	+0	1	+0	2	+0	3	+0	4
1011	+0-	1	+0-	2	+0-	3	+0-	4
1110	0+	1	0+	2	0+	3	0+	4
1001	+-	2	+-	3	+-	4	--	1
0011	00+	2	00+	3	00+	4	--0	2
1101	0+0	2	0+0	3	0+0	4	-0-	2
1000	+00	2	+00	3	+00	4	0--	2
0110	++	2	++	3	--+	2	--+	3
1010	++-	2	++-	3	+--	2	+--	3
1111	++0	3	00-	1	00-	2	00-	3
0000	+0+	3	0-0	1	0-0	2	0-0	3
0101	0++	4	-00	1	-00	2	-00	3
1100	+++	4	-+-	1	-+-	2	-+-	3

NOTA: El símbolo 000 se decodifica en la secuencia binaria 0000

a) CODIGO 4B3T



b) CODIGO 2B1Q

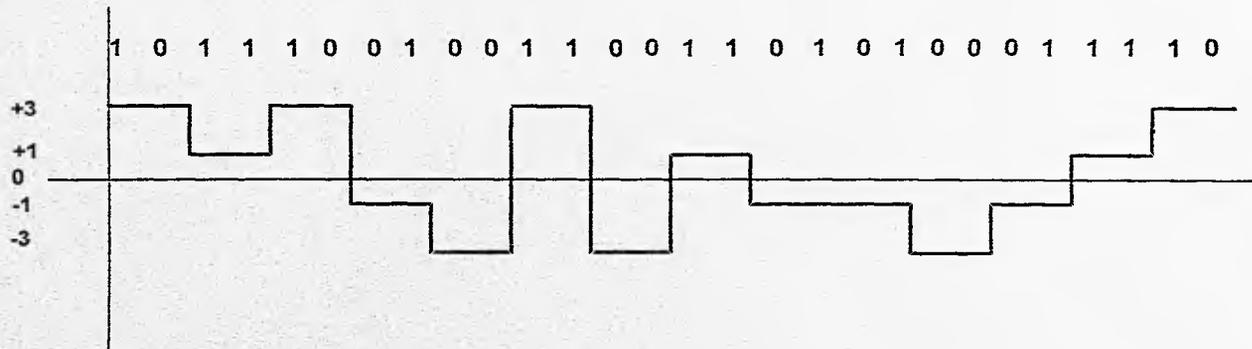


FIG. III.1.1 CODIGOS DE LINEA PARA RDSI

III CODIGOS DE LINEA

Como conclusión tenemos que utilizando los códigos para RDSI, el ancho de banda requerido para una transmisión dada se reduce, al igual que la tasa de baudío, es decir que si utilizando el código AMI necesitamos un ancho de banda del 100%, ocupando 4B3T el ancho de banda requerido sería del 75%, y si decidimos utilizar 2B1Q el ancho de banda necesario caería hasta el 50%.

CAPITULO IV

**PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE
LINEA**

IV.1 FUNCIONES DE LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

Para comprender el significado de los procedimientos de control de línea, primero debemos conocer las funciones de la capa de enlace de datos del modelo OSI (el modelo OSI se tratará más a detalle en la sección V.3):

- Framing:** Señalar el comienzo y fin de la transmisión y delimitar los datos de usuario.
- Direccionamiento:** Indicar qué dispositivo en la línea es el transmisor o el receptor de una trama.
- Secuenciamiento:** Mantener el orden secuencial de las tramas de datos transmitidas.
- Acuse de recibo:** Acusar de recibido la recepción de tramas de datos.
- Time outs:** Manejar una situación donde no llega una contestación de una trama de datos dada dentro de un periodo de tiempo específico.
- Control de error:** Detectar errores de bit y tramas fuera de secuencia.
- Control de flujo:** Proporcionar un mecanismo para prevenir que un transmisor rápido, sobresature a un receptor con tramas de datos.

IV.2 PROTOCOLO

Un protocolo es un conjunto de reglas que definen control de línea, transparencia, control de error, etc., y lo cual permite la comunicación entre diversos dispositivos. Otra definición de protocolo dice que es un conjunto de reglas que gobiernan el formato y el significado de las tramas, paquetes o mensajes que son intercambiados por las entidades corresponsables dentro de una capa.

PROTOCOLO DE ENLACE

Una serie de procedimientos de control de enlace de datos ha surgido como mecanismo de control de línea para las diversas arquitecturas. Conocido bajo diferentes nombres: ADCCP, HDLC, LAPB, SDLC, UDLC, DLC, etc., se basa en organización y formato orientado a bits, más que orientado a caracteres.

Disciplinas orientadas al bit

Características:

PROTOCOLO

- 1- Operación independiente del código (transparencia).
- 2- Adaptabilidad a diversas aplicaciones, configuraciones y usos de manera coherente.
- 3- Transferencia de datos alternada en dos sentidos (semi-duplex), como también simultánea en dos sentidos (full-duplex).
- 4- Alta eficiencia.
- 5- Alta confiabilidad.

Para satisfacer las necesidades mencionadas se han identificado tres modos de operación diferentes, en transferencias de datos. Ellos son:

- 1.- El Modo de Respuesta Normal (Normal Response Mode-NRM) para uso en configuraciones punto a punto y multipunto.
- 2.- El Modo de Respuesta Asíncrono (Asynchronous Response Mode-ARM) para uso en configuraciones punto a punto y multipunto.
- 3.- El Modo Balanceado Asíncrono (Asynchronous Balanced Mode-ABM) solamente para uso en configuraciones punto a punto.

Hay tres tipos de estaciones que son:

- 1.- La estación primaria (una por operación NRM o ARM)
- 2.- La estación secundaria (una o más por operación NRM o ARM)
- 3.- La estación combinada (dos por operación ABM)

El equipo puede operar alternadamente ya sea como estación primaria, estación secundaria o estación combinada, dependiendo de su construcción.

Varios organismos se han encargado de codificar el repertorio básico de comandos y las funciones opcionales para estas tres clases de procedimientos. Este proceso comenzó cuando la IBM lanzó su protocolo SDLC en 1974 y, simultáneamente, se desarrolló el estándar correspondiente en E.U. conocido como ADCCP (Advanced Data Communications Control Procedure). Debido a que IBM participó activamente en la elaboración del ADCCP, éste es compatible en gran medida con el SDLC. De hecho el ADCCP se considera una generalización del SDLC. Por su parte, ISO realizó un esfuerzo internacional para desarrollar un estándar mundial. El estándar obtenido, Control de Enlace de Datos de Alto Nivel (High Level Data Link Control-HDLC) publicado como ISO 3309 e ISO 4335 (y los documentos 7809, 8471 y 8885), es muy similar a ADCCP y SDLC, y hoy en día es el modelo de referencia por excelencia.

Es posible implementar un protocolo que sea compatible con el HDLC y sus similares siempre y cuando no se utilicen todas las especificaciones del estándar completo. La mayoría de los principales fabricantes de computadoras tienen equipo que apoya SDLC, ADCCP o HDLC. La tendencia actual es hacia HDLC debido a que es la base del protocolo de interconexión de paquetes X.25 el cual goza del respaldo de la ISO. El nivel 2 de X.25 puede ser el Protocolo de Acceso al Enlace (Link Access Protocol-LAP), un protocolo especial desarrollado por el CCITT o LAPB, un subgrupo del modo ABM de HDLC. LAPB se especifica como el protocolo "preferido" (véase tabla IV.1).

IV PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA

EQUIPO	PROTOCOLO	ARM	NRM	ABM
ISO	HDLC	Si	Si	Si
ANSI	ADCCP	Si	Si	Si
NCR	DLC	No	Si	Si
IBM	SDLC	No	Si	No
UNIVAC	UDLC	Si	Si	No
BORROUGHS	BDLC	Si	Si	No
CDC	CDCCP	Si	Si	Si

TABLA IV.1 Clases de Procedimientos apoyados por diferentes organizaciones y fabricantes de equipos.

IV.3 EL CONTROL DE ENLACE DE DATOS DE ALTO NIVEL (HDLC)

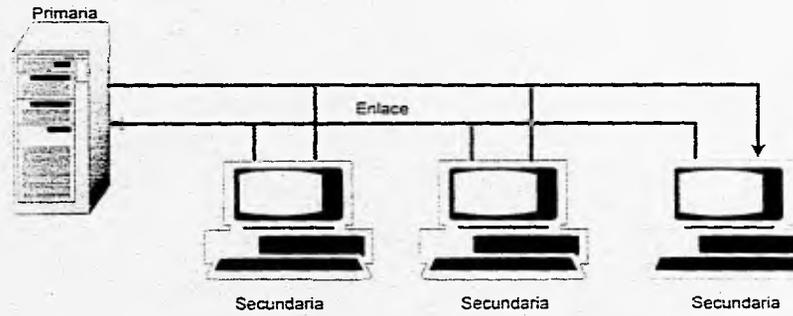
El protocolo HDLC tiene subgrupos importantes como son SDLC, LAP, LAPB, LAPD (utilizado por RDSI) y LLC.

IV.3.a CARACTERISTICAS DE HDLC

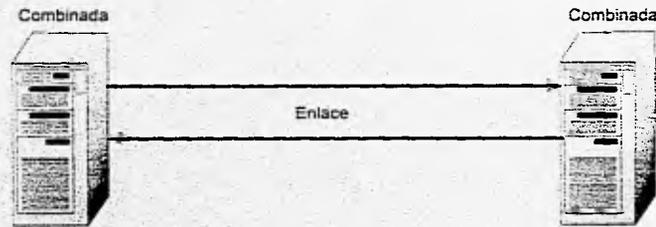
HDLC proporciona muchas opciones de enlace para satisfacer una amplia variedad de requerimientos de usuario (véase fig. IV.3.1). Soporta tanto transmisión half-duplex como full-duplex, configuraciones punto a punto y multipunto, así como canales conmutados o no-conmutados.

Una estación HDLC se clasifica como uno de tres tipos:

-La estación *primaria* controla el enlace de datos. Esta estación actúa como maestra y transmite tramas de comandos a las estaciones secundarias en el canal. A su vez, recibe tramas de respuesta de estas estaciones. Si el enlace es multipunto, la estación primaria es responsable de mantener una sesión separada con cada estación conectada al enlace.



Modo Desbalanceado o Modo de Respuesta Normal



Modo Balanceado o Modo de Balanceado Asincrono

FIG. IV.3.1 Configuraciones de enlace HDLC

-La estación *secundaria* actúa como estación esclava hacia la estación primaria. Responde a los comandos de la estación primaria con tramas de respuestas. Mantiene sólo una sesión y ésta es con la estación primaria; además no tiene responsabilidad en el control del enlace. Las estaciones secundarias no pueden comunicarse directamente unas con otras; primero deben transferir sus tramas a la estación primaria.

-La estación *combinada* transmite y recibe tanto comandos como respuestas de otra estación combinada. Mantiene una sesión con la otra estación combinada.

HDLC utiliza tres métodos para configurar el canal para el uso de una estación primaria, secundaria o combinada:

-Una configuración *desbalanceada* se puede usar con una estación primaria y una o más estaciones secundarias para operar en punto a punto o multipunto, half duplex, full duplex, conmutada o no conmutada. Se le llama desbalanceada porque la estación primaria es responsable de controlar cada estación y establecer y mantener el enlace.

-La configuración *simétrica* se usa muy poco hoy en día. Prevé configuraciones de dos estaciones independientes, punto a punto desbalanceadas.

-La configuración *balanceada* consiste de dos estaciones combinadas conectadas punto a punto, half duplex o full duplex, conmutadas o no-conmutadas. Las estaciones combinadas tienen igual status en el canal y se pueden enviar tramas no solicitadas entre ellas. Cada estación tiene igual responsabilidad para el control del enlace. Normalmente, una estación usa un comando para solicitar una respuesta de la otra estación. La otra estación también puede enviar su propio comando.

Los términos "desbalanceada" y "balanceada" no tienen nada que ver con las características eléctricas del circuito, de hecho los controles de enlace de datos no tienen porque enterarse de los atributos del circuito físico. Los dos términos se utilizan en un contexto completamente diferente en los niveles físico y de enlace de datos.

Cuando las estaciones HDLC transfieren datos, pueden comunicarse en uno de los siguientes modos de operación:

-El modo de respuesta normal (NRM) requiere que la estación secundaria reciba permiso explícito de la estación primaria antes de transmitir. Después de recibir permiso, la estación secundaria inicia una transmisión de respuesta la cual puede contener datos. La transmisión puede consistir de una o más tramas cuando transmite la estación secundaria. Después de que transmite la última trama, la estación secundaria debe esperar un permiso explícito antes de que pueda transmitir otra vez.

-El modo de respuesta asincrónica (ARM) permite que una estación secundaria inicie la transmisión sin recibir permiso explícito de la estación primaria. La transmisión puede consistir de tramas de datos o de información de control que refleje los cambios de status de la estación secundaria. El ARM puede reducir el empaquetamiento puesto

HDLC

que no requiere de una secuencia de interrogación o sondeo (poll) para poder enviar datos. Una estación secundaria que opera en ARM, sólo puede transmitir cuando detecta un estado de canal desocupado, para un flujo de datos alternado en dos sentidos (half duplex), o en cualquier momento cuando se trata de flujo de datos simultáneo en dos sentidos (duplex). La estación secundaria mantiene la responsabilidad para las tareas tales como recuperación de error, establecimiento de enlace y desconexiones de enlace.

-El modo balanceado asíncrono (ABM) utiliza estaciones combinadas. La estación combinada puede iniciar la transmisión sin permiso expreso de la otra estación combinada.

El modo de respuesta normal (NRM) se usa frecuentemente en líneas multipunto. La estación primaria controla el enlace a través de interrogaciones (polls) a las estaciones conectadas (normalmente terminales, PC's y controladores de cluster). El modo balanceado asíncrono (ABM) es una mejor opción en enlaces punto a punto debido a que no hay empaquetamiento (overhead) y retraso en la interrogación o sondeo a las estaciones. El modo de respuesta asíncrona (ARM) se utiliza muy poco actualmente.

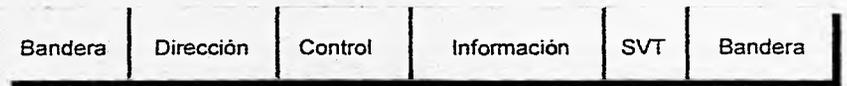
El término "asíncrono" se utiliza para indicar que las estaciones no necesitan recibir ninguna señal preliminar de ninguna estación antes de comenzar a transmitir. El HDLC usa formatos asíncronos en sus tramas.

IV.3.b **FORMATO DE LA TRAMA**

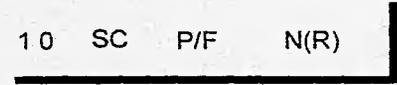
HDLC utiliza el término "trama" para referirse a la entidad de datos independiente (PDU) que se transmite a través del enlace de una estación a otra. La fig. IV.3.2 muestra el formato de la trama. La trama consiste de cuatro o cinco campos:

-Campos de banderas (F)	8 bits
-Campo de dirección (A)	8 o 16 bits
-Campo de control (C)	8 o 16 bits
-Campo de información (I)	longitud variable; no se usa en algunas tramas
-Campo de secuencia de verificación de trama (SVT)	16 o 32 bits

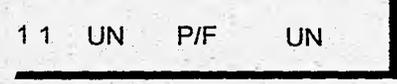
Todas las tramas deben comenzar y terminar con los campos de secuencia de bandera (F). Las estaciones conectadas al enlace deben monitorear continuamente el enlace para la secuencia de bandera. La secuencia de bandera consiste de los dígitos binarios 01111110. Las banderas se transmiten continuamente entre las tramas para mantener activo el enlace.



Formato de Información



Formato de Supervisión



Formato No-numerado



SC = Código de Supervisión
UN = Código No-numerado
P/F = Bit Poll / Final
N(S) = Número de secuencia de envío
N(R) = Número de secuencia de recepción

FIG. IV.3.2 Trama HDLC

HDLC

También se usan otras secuencias de bit, por ejemplo, al menos siete pero menos de quince 1's consecutivos (señal de abortar) indican un problema en el enlace. Quince o más 1's mantienen el enlace en un estado desocupado. Una aplicación del estado desocupado la encontramos en una transmisión half duplex. Cuando la estación detecta un estado desocupado revierte la dirección de la transmisión.

Una vez que la estación detecta una secuencia diferente a la bandera, supone que ha encontrado el principio de la trama, una condición de abortar, o una condición de canal desocupado. Cuando encuentra la siguiente secuencia de bandera, la estación reconoce que ha alcanzado el final de la trama. En resumen, el enlace reconoce las siguientes secuencias de bit:

01111110	= Banderas
Al menos 7, pero menos de 15 1's	= Abortar
15 o más 1's	= Desocupado

El tiempo que transcurre entre la transmisión de las tramas se le llama relleno de tiempo de intertrama. Este tiempo se logra transmitiendo banderas continuamente entre las tramas. Las banderas pueden ser de 8 bits o múltiplos de 8, y pueden combinar el último 0 de la bandera precedente con el primer 0 de la siguiente bandera.

HDLC es un protocolo transparente al código, esto es, no depende de ningún código específico (ASCII/A5, EBCDIC, etc.) para la interpretación de control de línea. Por ejemplo, la posición *n* de un bit dentro de un octeto de control de línea tiene un significado específico, sin importar los otros bits en el octeto. Cuando es necesario, se puede insertar en el flujo de datos (campo I) un campo tipo bandera, es decir, 01111110 debido al proceso de aplicación. Y más frecuentemente, también pueden aparecer los patrones de bit tipo bandera en los otros campos de la trama. Para evitar que estos patrones se interpreten como una bandera, el transmisor inserta un bit 0 después que encuentra cinco 1's consecutivos en cualquier lugar entre la bandera de apertura y la de cierre de la trama. Por lo tanto, la inserción de 0's se aplica tanto a los campos de dirección, control, información y SVT. Esta técnica se conoce como relleno de bits (bit stuffing).

El procedimiento de recuperación de trama en el receptor es un poco más complicado. La lógica de recepción de trama es la siguiente: el receptor monitorea continuamente el flujo de bits. Después que recibe un bit 0 con cinco 1's consecutivos, inspecciona el siguiente bit. Si es un 0 lo saca de la trama. Sin embargo, si el séptimo bit es un 1, el receptor inspecciona el octavo bit. Si es un 0, reconoce una secuencia de bandera 01111110. Si es un 1, puede ser una señal de abortar o desocupado y comienza a contar el número de 1's para tomar una acción apropiada.

De esta forma, HDLC logra transparencia de código y de datos. Al protocolo no le importa qué código tenga el flujo de datos; su principal preocupación es que los datos no se interpreten como secuencias de bandera.

IV PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA

El campo de dirección (A) identifica a la estación primaria o secundaria envuelta en la transmisión o recepción de tramas. A cada estación se le asocia una dirección única. En una configuración desbalanceada, el campo de dirección, tanto en las tramas comandos como en las de respuestas, contiene la dirección de la estación secundaria. En configuraciones balanceadas, una trama de comando contiene la dirección de la estación destino y la trama de respuesta contiene la dirección de la estación emisora.

El campo de control (C) contiene los comandos, respuestas y números de secuencia usados para llevar la contabilidad del flujo de datos del enlace entre las estaciones primarias. El formato y contenido del campo de control varía dependiendo del uso de la trama HDLC. Véase la fig. IV.3.2 que muestra el campo de control.

El campo de información (I) contiene realmente los datos de usuario. El campo de información sólo existe en la trama bajo el formato de trama de información. Usualmente no se encuentra en la trama de Supervisión o No-numerada.

Una opción de HDLC permite que el campo I sea usado con una trama de Información No-numerada (UI). Esta es una característica muy importante de HDLC, porque permite la posibilidad de usar la trama No-numerada para lograr una operación modo-sin conexión al nivel de enlace. Muchos subconjuntos de HDLC, tales como LLC y LAPD, utilizan la trama UI; si el campo I reside en estas tramas, lleva información especial de control de enlace.

El campo de secuencia de verificación de trama (SVT) se usa para detectar la presencia de errores en la transmisión entre dos estaciones de enlace de datos. El campo SVT se genera por una verificación de redundancia cíclica (CRC), lo cual se puede resumir diciendo que la estación transmisora realiza una división en módulo 2 (basada en un polinomio establecido) sobre los campos A, C e I más unos bits 0's que se agregan, y el residuo se agrega como el campo SVT. A su vez, la estación receptora realiza una división con el mismo polinomio sobre los campos A, C, I y SVT. Si el residuo es igual a un valor predeterminado, es muy probable que la transmisión esté sin errores. Si no coinciden, indica un probable error de transmisión, en cuyo caso la estación receptora envía un reconocimiento negativo, requiriendo la retransmisión de la trama.

IV.3.c EL CAMPO DE CONTROL

El campo de control determina cómo HDLC controla el proceso de comunicación (véase fig. IV.3.2). El campo de control define la función de la trama y por lo tanto, invoca la lógica para controlar el tráfico entre las estaciones receptora y emisora. El campo puede tener uno de los siguientes formatos: transferencia de Información, de Supervisión o No-numerada.

HDLC

-La trama de formato de Información se usa para transmitir información de usuario entre dos dispositivos. También puede acusar la recepción de datos de una estación transmisora. También puede realizar otras funciones tales como un comando de interrogación o sondeo.

-La trama de formato de Supervisión realiza funciones de control tales como acuses de tramas, la petición de retransmisión de tramas, y la petición de suspensión momentánea de transmisión de tramas. El uso real de la trama de supervisión depende del modo de operación del enlace (modo de respuesta normal, modo balanceado asíncrono, modo de respuesta asíncrona).

-El formato No-numerado también se usa para propósitos de control. Se utiliza para realizar inicialización de enlace, desconexión de enlace y otras funciones de control de enlace. La trama utiliza cinco posiciones de bit, lo cual permite hasta 32 comandos y respuestas. El tipo particular de comando o respuesta depende de la clase de procedimiento HDLC.

El formato real de la trama HDLC determina cómo se codifica y se usa el campo de control. El formato más simple es el de transferencia de información. El número (de secuencia de envío) N(S) indica el número de secuencia asociado con una trama transmitida. El número (de secuencia de recepción) N(R) indica el número de secuencia que se espera en el sitio de recepción.

IV.3.d CONTROL DE FLUJO Y CONTABILIDAD DEL TRAFICO

HDLC mantiene la contabilidad del tráfico y el control de flujo de tramas a través de variables de estado y números de secuencia. El lado transmisor mantiene una variable de estado de envío [V(S)], la cual es el número de secuencia de la siguiente trama que se va a transmitir. El lado receptor mantiene una variable de estado de recepción [V(R)] que contiene el número de secuencia esperado de la siguiente trama. El V(S) se incrementa con cada trama transmitida y se pone en el campo de secuencia de envío en la trama.

Cuando se recibe la trama, el receptor verifica el número de secuencia de envío con su V(R). Si la verificación de redundancia cíclica (CRC) tiene éxito y $V(R) = N(S)$, incrementa V(R) en uno, pone el valor en el campo de número de secuencia de la trama y lo envía al sitio transmisor original para completar la contabilidad de la transmisión.

Si el V(R) no coincide con el número de secuencia de envío en la trama (o el CRC no tiene éxito) significa que ocurrió un error, en cuyo caso se envía un rechazo o rechazo selectivo a través de V(R) al transmisor original. De esta forma, el valor en V(R) informa al DTE transmisor de la trama que debe enviar, es decir, el número de la trama que se debe retransmitir.

IV.3.e EL BIT POLL/FINAL

Al quinto bit en el campo de control se le conoce como el bit P/F o el bit POLL/FINAL. Sólo se reconoce cuando se establece a 1 y las estaciones primarias y secundarias lo usan para establecer comunicación entre ellas.

-La estación primaria usa el bit P=1 para solicitar una respuesta de estatus de una estación secundaria. El bit P significa un sondeo (poll).

-La estación secundaria responde a un bit P con una trama de datos o de estatus, y con el bit F=1. El bit F también puede significar el final de la transmisión de una estación secundaria bajo el Modo de Respuesta Normal (NRM).

Al bit P/F se le llama bit P cuando lo usa la estación primaria y bit F cuando lo utiliza la estación secundaria. La mayoría de las versiones de HDLC permite que un bit P (que espera una respuesta de bit F) esté al pendiente en cualquier momento del enlace. En consecuencia, el bit P se puede usar como punto de verificación (checkpoint). De esta forma, P=1 significa "Respóndeme porque quiero saber tu estatus". Los puntos de verificación son importantes en cualquier forma de automatización. Es la técnica de la máquina para desvanecer cualquier ambigüedad y quizás descartar copias de tramas transmitidas previamente. En algunas versiones de HDLC, el dispositivo no seguirá adelante hasta no recibir la trama del bit F, pero otras versiones de HDLC (tales como LAPB) no requieren que el bit F interrumpa las operaciones full duplex.

Una pregunta interesante sería ¿cómo sabe una estación si una trama que recibió con el quinto bit = 1 es un bit P o F?, después de todo tienen la misma posición en la trama. La respuesta es la siguiente: el quinto bit es un bit P y la trama es un comando si el campo de dirección contiene la dirección de la estación receptora; será un bit F y la trama es una respuesta si la dirección es la de la estación transmisora. El destino es muy importante pues una estación puede reaccionar de manera muy diferente a los dos tipos de tramas. Por ejemplo, un comando (dirección del receptor, P=1) generalmente le indica a la estación que devuelva tipos específicos de tramas.

Un resumen de las reglas de direccionamiento es el siguiente:

-Una estación pone su propia dirección en el campo de dirección cuando transmite una respuesta.

-Una estación pone la dirección del receptor en el campo de dirección cuando transmite un comando.

IV.3.f COMANDOS Y RESPUESTAS HDLC

El comando de Recepción Lista (RR) la usa una estación primaria o secundaria para indicar que está lista para recibir una trama de información y/o acusar de recibo las tramas previamente recibidas usando un campo N(R). La estación primaria también puede usar el comando de RR para sondear una estación secundaria estableciendo el bit P a 1.

La trama Recepción No Lista (RNR) la usa una estación para indicar una condición de ocupado. Esto informa a la estación transmisora que la estación receptora no puede aceptar más datos. La trama RNR puede acusar de recibo las tramas previamente establecidas utilizando el campo N(R). La condición de ocupado se puede cambiar mandando una trama de RR.

El Rechazo Selectivo (SREJ) lo utiliza una estación para pedir la retransmisión de una única trama identificada en el campo N(R). Este campo también realiza un acuse de recibo inclusivo, es decir, que el acuse de recibo es por todas las tramas de información numeradas hasta N(R)-1. La condición de SREJ desaparece cuando se recibe una trama l con un N(S) igual a V(R).

El Rechazo (REJ) se usa para pedir la retransmisión de tramas empezando con la trama numerada en el campo N(R). Todas las tramas numeradas hasta N(R)-1 se acusan de recibo.

El formato de Información No-numerada (UI) permite la transmisión de datos de usuario en una trama No-numerada (es decir, sin secuencia). La trama UI es realmente una forma de protocolo de enlace de modo-sin conexión en la que la ausencia de los campos N(S) y N(R) impide el control de flujo y las tramas de acuse de recibo. El Control de Enlace Lógico 802.2 del IEEE utiliza esta filosofía con su versión LLC tipo 1 de HDLC.

El formato de Modo de Petición de Inicialización (RIM) es una petición de una estación secundaria para su inicialización a una estación primaria. Una vez que las estaciones secundarias envían un RIM pueden monitorear tramas pero sólo pueden responder a SIM, DISC, TEST o XID.

El comando de Establecer Modo de Respuesta Normal (SNRM) pone a la estación secundaria en el Modo de Respuesta Normal (NRM). Este modo impide que la estación secundaria envíe tramas no solicitadas. Esto significa que la estación primaria controla el flujo de tramas en la línea.

El comando de Desconexión (DISC) pone a la estación secundaria en el modo de desconexión. Este comando es importante en las líneas conmutadas; provee de una función similar a descolgar el teléfono. Un Acuse de recibo No-numerado (UA) es la respuesta esperada.

IV PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA

Una estación secundaria transmite el Modo de Desconexión (DM) para indicar que está en el modo de desconexión (no está en operación).

El comando Establecer Modo de Respuesta Asíncrona (SARM) permite que una estación secundaria transmita sin un sondeo por parte de la estación primaria. Pone a la estación secundaria en el estado de transferencia de información (IS) de ARM.

El comando Establecer Modo Balanceado Asíncrono (SABM) establece el modo a ABM, en el cual las estaciones son iguales unas con otras. No se necesitan sondeos para transmitir debido a que cada estación es una estación combinada.

El comando Establecer Modo de Respuesta Normal Extendido (SNRME) establece a SNRM con dos octetos en el campo de control. Esto se usa para una secuencia extendida y permite que N(S) y N(R) tengan siete bits de longitud y con esto se incrementa la ventana a un rango de 1-127.

El comando Establecer Modo Balanceado Extendido (SABME) pone a SABM con dos octetos en el campo de control para la secuencia extendida.

El comando Restablecer (RESET) se usa como sigue: la estación transmisora restablece su N(S) y la estación receptora restablece su N(R). El comando se usa para recuperación.

IV.4 HDLC Y SUS SUBCONJUNTOS

Existen muchos protocolos de enlace que se derivan de HDLC. Esta práctica ha resultado muy benéfica para la industria pues ha proporcionado un estándar de control de enlace. Algunas compañías han copiado y modificado su software HDLC y han creado subconjuntos especiales para aplicaciones especiales. Y aunque se les llama subconjuntos, algunas veces podemos encontrar características que no incluye HDLC.

El esquema completo de HDLC se muestra en la fig. IV.4.1

Para clasificar convenientemente un protocolo, se usan los términos UN, UA y BA para denotar qué subconjunto de HDLC se está usando. Además, la mayoría de los subconjuntos utilizan las extensiones funcionales. Por ejemplo, un protocolo clasificado como UN 3,7 utiliza la opción de modo de respuesta normal desbalanceado y las extensiones funcionales de rechazo selectivo y direccionamiento extendido.

Observando la fig. IV.4.1 podemos darnos cuenta que HDLC ofrece una variedad de opciones. Por tal motivo, en un solo producto no se implementa toda la gama de

NORMAL DESBALANCEADO (UN)

Primaria Comando	Secundaria Respuesta
I	I
RR	RR
RNR	RNR
SNRM	UA
DISC	DM FRMR

ASINCRONO DESBALANCEADO (UA)

Primaria Comando	Secundaria Respuesta
I	I
RR	RR
RNR	RNR
SARM	UA
DISC	DM FRMR

ASINCRONO BALANCEADO (BA)

Primaria Comando	Secundaria Respuesta
I	I
RR	RR
RNR	RNR
SABM	UA
DISC	DM FRMR

Extensiones Funcionales

Comando Respuesta

1. Para CKTS conmutados
XID ← ADD → XID RD
2. Para 2 vías simultáneas
REJ ← ADD → REJ
3. Para retransmisión de una sola trama
SREJ ← ADD → SREJ
4. Para información
UI ← ADD → UI
5. Para inicialización
SIM ← ADD → RIM
6. Para sondeo de grupo
UP ← ADD

Extensiones Funcionales

Comando Respuesta

7. Direccionamiento extendido
8. Borrar tramas I de 'Respuesta'
9. Borrar tramas I de 'Comando'
10. Numeración de secuencia extendida
11. Para re-establecimiento de modo
RESET ← ADD
12. Examen del enlace de datos
TEST ← ADD → TEST
13. Petición de desconexión
ADD → RD
14. SVT de 32 bits

FIG. IV.4.1 Opciones HDLC

IV PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA

posibilidades y, más bien los fabricantes escogen el subconjunto que satisfaga sus necesidades.

IV.4.1 PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE (LAP)

El LAP (Procedimiento de Acceso al Enlace) es un primer subconjunto de HDLC. Se basa en el comando de HDLC Establecer Modo de Respuesta Asíncrona (SARM) y en una configuración desbalanceada. Se clasifica como UA 2,8 excepto que no usa la respuesta DM. El LAP todavía se usa en algunos enlaces de redes X.25.

Para establecer un enlace de datos LAP, el extremo emisor (estación primaria) transmite un SARM en el campo de control al extremo receptor (estación secundaria). Al mismo tiempo, la estación primaria iniciará un temporizador de no-respuesta (T1). Cuando la estación secundaria recibe el SARM correctamente, transmite una respuesta de acuse de recibo (UA: acuse de recibo no numerado). Cuando la estación primaria recibe el UA, se confirma el inicio de una dirección del enlace y restablece el temporizador T1. Cuando la estación secundaria recibe un SARM en una dirección dada, lo interpreta como una petición para cambiar la dirección de la transmisión.

IV.4.2 PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE BALANCEADO LAPB

Muchas redes de computadoras, privadas y públicas, en el mundo utilizan este protocolo. El LAPB se clasifica como BA 2,8 o BA 2,8,10. La opción 2 proporciona rechazo simultáneo de tramas en un modo de transmisión de dos sentidos. La opción 8 no permite la transmisión de información en las tramas de respuesta. Esta restricción no presenta ningún problema en el modo balanceado asíncrono, porque la información se puede transmitir en las tramas de comando y como ambas estaciones son combinadas, las dos pueden transmitir comandos. Además, con LAPB, el envío de una trama de comando con el bit P=1 ocurre cuando la estación quiere una trama de "estatus" y no una trama de información. Por esta razón, la estación que responde no debe regresar un campo I.

LAPB es la capa de protocolo de enlace para una red X.25. Se usa mundialmente y lo podemos encontrar en muchos puertos del fabricante en un chip con el software de nivel de red de X.25.

IV.4.3 CONTROL DE ENLACE LOGICO (IEEE 802.2)

Este estándar fue publicado por el comité de estándares IEEE 802.2 para redes de área local (LAN's). El estándar permite la convivencia entre una red de área local con otras redes de área local y también con una red de área amplia (WAN). El LLC se clasifica como BA 2,4.

IV.4.4 PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE CANAL D LAPD

El LAPD es otro subgrupo de la estructura HDLC. Se deriva de LAPB. LAPD se usa como control de enlace de datos para la red digital de servicios integrados (RDSI).

RDSI proporciona LAPD para permitir que los DTE's se comuniquen entre sí a través del canal D RDSI. Está específicamente diseñado para el enlace a través de la interfaz usuario-red.

LAPD tiene un formato de trama similar a HDLC y LAPB. Además, prevé tramas no numeradas, de supervisión y de transferencia de información. También permite una operación de módulo 128. El octeto de control para distinguir entre el formato de información, el de supervisión y el no-numerado es idéntico a HDLC.

LAPD suministra dos octetos para el campo de dirección (véase fig. IV.4.2). Esto es importante cuando se trata de multiplexar funciones en el canal D. Cada acceso básico RDSI puede soportar hasta ocho estaciones. El campo de dirección se usa para identificar la terminal y el punto de acceso a servicio específicos (SAP). El campo de dirección contiene los bits de extensión del campo de dirección, un bit de indicación de comando/respuesta, un identificador de punto de acceso a servicio (SAPI), y un identificador de punto extremo de terminal (TEI).

El propósito de la extensión del campo de dirección es proporcionar más bits para una dirección. La presencia de un 1 en el primer bit de un octeto del campo de dirección señala que es el octeto final de un campo de dirección. Por lo tanto, una dirección de dos octetos tendría un valor de extensión de dirección de 0 en el primer octeto y de 1 en el segundo. El bit de extensión del campo de dirección permite que el usuario tenga el SAPI en el primer octeto y el TEI en el segundo, si así lo desea.

El bit de campo de comando/respuesta (C/R) identifica la trama ya sea como un comando o como una respuesta. El usuario envía comandos con un bit de C/R puesto a 0 y responde con el bit C/R establecido a 1. La red hace lo contrario, es decir, envía comandos con el C/R puesto a 1 y responde con el C/R en 0.

El identificador de punto de acceso a servicio (SAPI) identifica el punto en donde se suministran los servicios de capa de enlace de datos a la capa superior (es decir, la capa 3).

El identificador de punto extremo de terminal (TEI) identifica una conexión específica dentro del SAP. Puede identificar ya sea una terminal (TE) o múltiples terminales. El TEI se asigna a través de un proceso de asignación separado. En su conjunto, el TEI y el SAPI se conocen como el identificador de conexión de enlace de datos (DLCI), el cual identifica cada conexión de enlace de datos en el canal D. Como se dijo anteriormente, el campo de control identifica el tipo de trama así como los números de

IV PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE LINEA

secuencia que se usan para mantener las ventanas y acuses de recibo entre los dispositivos emisores y receptores.

En la actualidad, los valores SAPI y TEI están asignados como sigue:

SAPI

VALOR	ENTIDAD RELACIONADA
0	Procedimientos de Control de llamada
16	Procedimientos de paquetes
32-47	Reservado para uso nacional
63	Procedimientos de Dirección
Otros	Reservados

TEI

VALOR	TIPO DE USUARIO
0-63	Asignación no-automática
64-126	Asignación automática

Hay dos comandos y respuestas de LAPD que no existen en HDLC. Estas son Información Secuenciada 0 (SI0) e Información Secuenciada 1 (SI1). El propósito de los comandos SI0/SI1 es transferir información usando tramas de acuse de recibo secuencialmente. Estas tramas contienen campos de información suministrados por la capa 3. Los comandos de información se verifican a través del campo extremo (SI). El bit P se pone a 1 para todos los comandos SI0/SI1. Las respuestas SI0 y SI1 se usan durante la operación de una trama para acusar de recibo la recepción de las tramas de comando SI0 y SI1 y para reportar la pérdida de tramas o cualquier problema de sincronización. LAPD no permite que los campos de información se coloquen en las tramas de respuesta de SI0 y SI1. Por lo tanto, los campos de información están en las tramas de comando de SI0 y SI1.

LAPD y LAPB difieren en varios aspectos. La diferencia fundamental es que LAPB está proyectado para operación punto a punto (DTE de usuario a Conmutación de Paquetes (DCE)), y LAPD está diseñado para acceso múltiple al enlace. Las otras diferencias importantes son:

- LAPB y LAPD utilizan diferentes temporizadores.
- La estructura de direccionamiento difiere.
- LAPD implementa la trama de información no-numerada (UI) de HDLC.
- LAPB utiliza solamente las tramas de información secuenciadas.

CAPITULO V

***RED DIGITAL DE SERVICIOS
INTEGRADOS (RDSI)***

V.1 TENDENCIAS DIGITALES EN LOS SISTEMAS TELEFONICOS

El modo de introducir sistemas digitales en las redes existentes ha suscitado considerable polémica. Por desgracia, no se trata de algo que pueda tener una respuesta sencilla, puesto que hay una gran dependencia de la naturaleza de la red existente, de los objetivos futuros de la administración y de los recursos disponibles para instrumentar cualquier programa. Esto implica que un sistema capaz de satisfacer las diferentes necesidades que surjan debe ofrecer una variedad de opciones de planificación. Implica, también, que si se van a maximizar los beneficios de la administración y del usuario, debe establecerse una estrategia a largo plazo que defina un plan de redes completo.

Las prestaciones de la transmisión de las redes digitales integradas ofrecen una consistencia mayor entre diferentes tipos de llamadas y darán lugar a unas pérdidas totales menores. La disponibilidad de conexiones digitales de principio a fin permite, entonces, la introducción de nuevos servicios digitales, mediante la provisión de operaciones digitales a través de la instalación de líneas locales hasta el terminal del cliente, llegando, finalmente, a la red digital de servicios integrados.

Existen cuatro estrategias básicas que pueden identificarse para introducir nuevos sistemas, tales como centrales digitales:

- 1) *Ampliación*, donde se extiende un modo de red existente o se añade uno nuevo, con una alteración mínima de topología de la totalidad de la misma.
- 2) *Reemplazo*, donde los equipos obsoletos han llegado al fin de su vida de servicio económico.
- 3) *El método de islote digital*: crecimiento de una célula aislada, donde puede considerarse un grupo de centrales de forma conjunta, con vistas a su modernización (fig. V.1.1).
- 4) *Superposición*, donde se suministra una cobertura de red completa, con nuevos equipos (fig. V.1.2).

El método de ampliación presenta limitaciones, en términos de la magnitud de los requerimientos de interconexión, llevando posiblemente a penalizaciones económicas, mientras que ofrece pequeñas mejoras de servicio o prestaciones, a causa de las restricciones de interconexión.

Los métodos de reemplazo y de islote digital pueden ofrecer más beneficios inmediatos al usuario, por lo menos en áreas limitadas, mientras que el de superposición ofrece beneficios más rápidos y generalizados tanto al usuario como a la administración debido a que no es necesario cambiar toda la infraestructura establecida.

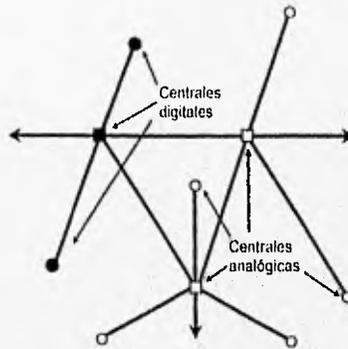


FIG. V.1.1 Un islote digital en una red ampliamente analógica

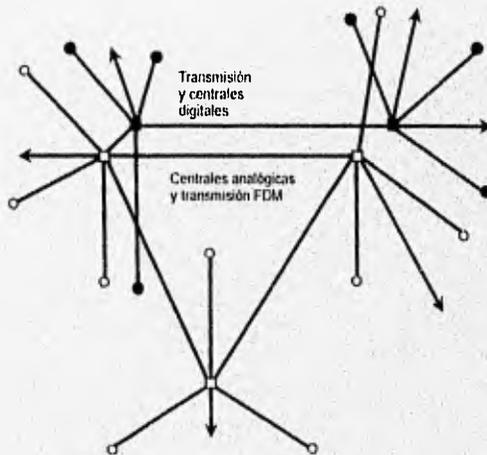


FIG. V.1.2 Una red digital superpuesta a lo largo de otra analógica existente.

Los criterios de planificación utilizados en muchos países se resumen así: cuando varias centrales urbanas de una zona tienen que ampliarse o reemplazarse, se suministra una superposición interurbana o instalación en tándem. Cualquier crecimiento posterior se efectúa mediante equipos nuevos, para minimizar las exigencias de interconexión. El tráfico que tenga su origen en la nueva red permanece en la misma tanto como sea posible, con objeto de minimizar el número de transiciones nuevas/antiguas o antiguas/nuevas que experimenten las llamadas.

La evolución progresiva de una nueva red del tipo de superposición puede ofrecer una buena oportunidad para racionalizar los planes de transmisión. Las redes existentes tienden a crecer con una variedad de tipos de equipos y señalizaciones, dando problemas de mantenimiento, capacitación de personal y piezas de repuesto. La introducción de la transmisión por canal común entre los nuevos elementos de la red, en particular aprovechando las opciones de transmisión cuasi-asociadas, puede llevar al establecimiento de una red de transmisión coherente y a una posterior limitación de las exigencias de interconexión.

LA TELEMÁTICA

La convergencia entre las comunicaciones de voz y las computadoras ha recibido el nombre de tecnología de la información (IT) o telemática; a medida que las redes públicas incorporen tecnología digital y las redes privadas de computadoras vayan ampliando sus instalaciones de telecomunicaciones para la intercomunicación, bien podría ser que la revolución resultante de la tecnología de la información haga que nuestras economías nacionales se reestructuren tan radicalmente como lo hicieron en la Revolución Industrial del siglo XIX.

Los límites entre las comunicaciones y la informática se están difuminando como consecuencia del encadenamiento hacia los sistemas de transmisión digital, centrales digitales, dispositivos de almacenamiento digital y señalización digital de canal común, capaz de controlar el establecimiento de llamadas entre todos los diferentes nuevos servicios de telecomunicación.

V.2 PANORAMA GENERAL DE LA RDSI

Nacidas de la evolución de las redes telefónicas públicas, las RDSI's se proyectan como la siguiente etapa inevitable en la historia de las redes de comunicación (de datos, de voz y demás). Las redes de servicios integrados están recibiendo un gran empuje en su desarrollo, tendiente a su estandarización, a partir de los trabajos del Grupo de Estudio XVIII del CCITT. Se desea brindar al usuario de RDSI, el gran beneficio de poder

PANORAMA GENERAL DE LA RDSI

acceder a múltiples servicios a través de un único punto de interconexión, integrado y estandarizado.

La RDSI tiene cinco metas principales:

- 1.- Suministrar un red digital mundial y uniforme que soporte un amplio rango de servicios y use los mismos estándares a través de diferentes países.
- 2.- Ofrecer un conjunto uniforme de estándares para la transmisión digital a través y, entre las redes.
- 3.- Proporcionar una interfaz de usuario RDSI estándar, tal que los cambios internos en una red sean transparentes para el usuario final.
- 4.- En conjunción con el tercer objetivo, proporcionar independencia a la aplicación del usuario, es decir, que no sea necesaria ninguna consideración de sus características con respecto a la RDSI misma.
- 5.- Como complemento a los objetivos tres y cuatro, hacer posible la portabilidad de los DTE's y aplicaciones del usuario.

El principal objetivo de las redes integradas es frenar la evolución separada de las redes de voz y datos y, utilizando la ventaja de los avances logrados en transmisión digital, señalización y conmutación, proveer a los usuarios de un punto de interconexión universal a una red universal.

Desde el punto de vista de usuario, podemos imaginar un simple enchufe, del cual podremos seleccionar varios servicios, y anchos de banda diferentes, de acuerdo a nuestras necesidades. Se han propuesto aplicaciones de todo tipo, con velocidades de transmisión que varían desde 300 bps a 100 Mbps.

Una RDSI es una red simple, capaz de llevar y conmutar una amplia variedad de servicios de telecomunicaciones. Se espera que evolucione a partir de una RDI (Red Digital Integrada) que es una red telefónica en la que los sistemas de transmisión digital han sido completamente integrados con sistemas digitales de conmutación.

Existen muchos servicios de telecomunicaciones que se están haciendo disponibles hoy en día, como son:

- Televisión de barrido lento.
- Facsimil.
- Videotexto de alta calidad.
- Transmisión de textos (teletexto).
- Conexiones de computadora a computadora (conmutación de circuitos o paquetes).
- Transferencia electrónica de fondos.
- Telemetría (lecturas de contador para energía eléctrica, agua, etc.).

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

- Videotexto interactivo (compras electrónicas).
- Correo electrónico.

El sistema utiliza las redes públicas existentes para llevar estos nuevos servicios a los usuarios. Adicionalmente, RDSI utiliza otras redes establecidas tales como LAN's, WAN's, MAN's y PBX's, interconectándolas a través de la red telefónica. Los beneficios que se pueden obtener usando RDSI incluyen compartición de línea, datos de alta velocidad, fácil identificación de paquetes de datos y recuperación de errores.

Se ha planificado que el acceso de los usuarios a la RDSI se haga por medio de sistemas de transmisión digital que transporten conversaciones bidireccionales, datos y señalización en un par sencillo de hilos de la red telefónica existente. El sistema de transmisión permitirá a los usuarios la utilización simultánea de canales que ofrezcan, por ejemplo:

- a) un canal PCM de voz o datos de 64 Kbit/s
- b) un canal de datos de 8 Kbit/s
- c) un canal de señalización de 8 Kbit/s

La conexión y el trabajo conjunto de una amplia gama de tipos de terminales será posible, desde un instrumento telefónico simple hasta una avanzada computadora o terminal de datos inteligente.

Al principio de cada llamada RDSI, se propone que cada terminal suministre información a la central, indicando el procedimiento a emplear para establecer y controlar la llamada. Los mensajes que contengan una información más significativa para los terminales de datos o computadoras pueden sustituir a los tonos o anuncios verbales aceptables para los usuarios humanos. Si la indicación de servicio es "telefonía", la llamada no se restringirá a la RDSI, sino que se conmutará hacia cualquier lugar de la red telefónica mundial. Si la indicación de servicio es para algún tipo especial, puede resultar necesario el suministro de interfaces especiales, por ejemplo hacia una red de conmutación de paquetes.

CARACTERISTICAS DE LA RED

Cuatro de las principales características de una red RDSI se listan en la tabla V.1. Estas características también pueden considerarse como fuerzas motoras que impulsan a las compañías de telecomunicaciones (carriers) a implementar dicha red.

TABLA V.1 CARACTERISTICAS DE RDSI

- Integra servicios de voz, datos y video.
- Conexión digital extremo a extremo que produce una alta calidad de transmisión.
- Servicios mejorados y extendidos debido a las tasas de datos de los canales B y D.
- Más eficiencia y productividad resultado de la posibilidad de tener varias llamadas simultáneas en una línea.

VENTAJAS DE RDSI

Una de las ventajas de RDSI es que por su naturaleza digital, los pulsos de la señal se pueden regenerar a través de la red cuando por alguna razón estos se distorsionan. Esto mejora la característica de los sistemas de transmisión analógicos en donde se emplean amplificadores para aumentar el nivel de la señal pero con ello también se eleva el nivel de ruido.

Debido a que el acceso básico provee con tres caminos de señal en una línea común, RDSI ofrece la posibilidad tanto de mejorar los servicios existentes como de expandir los servicios al usuario final. Concerniente a los servicios existentes, las limitaciones de ancho de banda de la actual línea telefónica analógica normalmente llevan las tasas de transmisión de datos a 9.6 kbps. En comparación, bajo RDSI cada canal B puede soportar una tasa de transmisión de 64 kbps mientras que el canal D opera a 16 kbps. De hecho, si tanto el canal B como el D operaran simultáneamente se podría obtener una tasa de datos de 144 kbps en un circuito de acceso básico RDSI, lo cual excede las tasas de datos de los actuales circuitos analógicos por un factor de 7.

Tratándose de expansión de servicios, el canal D de RDSI proporciona un camino de señalización de transmisión que se puede usar para muchos tipos de servicios suplementarios. Estos servicios pueden ir desde identificación del número que llama, despliegue del costo del servicio durante una llamada, etc.

Como cada canal de acceso básico consiste realmente de tres canales multiplexados, pueden ocurrir diferentes operaciones simultáneamente sin que el usuario final tenga que adquirir equipo múltiplex adicional. Así, el usuario final podría, en un momento dado, recibir una llamada de una persona, transmitir datos a una computadora y tener a una compañía de servicios leyendo su medidor de energía eléctrica. Esta habilidad de conducir hasta tres operaciones simultáneas en una línea RDSI redundará tanto en una mayor eficiencia como productividad. La eficiencia aumentará porque cada línea ahora puede soportar diferentes operaciones simultáneas, y la productividad del usuario final se incrementará debido a la posibilidad de recibir llamadas telefónicas y conversar mientras se transmiten datos.

V.3

EL MODELO OSI

El modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) fue desarrollado por varias organizaciones de estándares y ahora es un modelo funcional estratificado ampliamente usado para la implementación de sistemas de comunicación de datos.

El modelo OSI tiene los siguientes propósitos:

- Establecer un principio común para desarrollo de estándares
- Calificar productos como abiertos cuando usen estos estándares
- Proporcionar una referencia común para estándares.

LAS CAPAS OSI

CAPA FISICA

Las siete capas OSI se ilustran en la fig. V.3.1. La capa más baja se conoce como capa física. Esta capa es responsable de la activación, mantenimiento y desactivación de un circuito físico entre el Equipo Terminal de Datos (DTE) y el Equipo terminador de Circuito de Datos (DCE) y suministrar señales de reloj. Es responsable de identificar las señales como 1's ó 0's binarios. Existen muchos estándares publicados para la capa física; por ejemplo, EIA-232, V.22 bis y V.35 son protocolos de nivel físico. Los protocolos de nivel físico son llamados frecuentemente interfaces de nivel físico.

CAPA DE ENLACE DE DATOS

Esta capa se encarga de la transferencia de datos a través del enlace. Delimita el flujo de bits en relación a su lugar en la unidad de datos. Usualmente, asegura que los datos lleguen seguros al DTE receptor. Provee control de flujo para asegurar que el DTE no se sobrecargue con demasiados datos en un momento dado. **Una de sus funciones más importantes es proporcionar la detección de errores de transmisión y proporcionar mecanismos para la recuperación de la pérdida, duplicación o errores en datos.**

CAPA DE RED

La capa de red especifica la interfaz del usuario dentro de la red, así como la interfaz entre dos DTE's a través de la red. También define la conmutación/ruteo de red y la comunicación entre redes (internetworking).

CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte proporciona la interfaz entre la red de comunicación de datos y las tres capas superiores (generalmente parte del sistema de usuario). Es la capa que da opciones al usuario para obtener ciertos niveles de calidad (y costo) de la misma red.

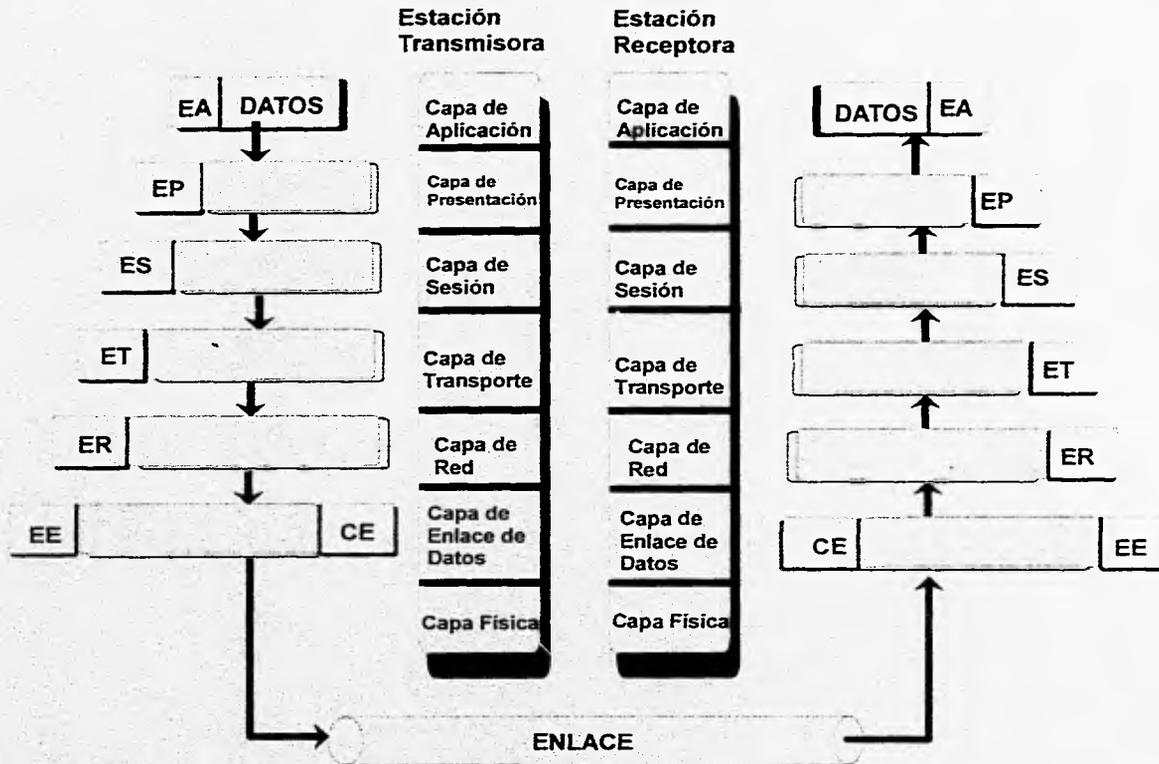


FIG. V.3.1 El Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI)

EA: Encabezado de Aplicación
 EP: Encabezado de Presentación
 ES: Encabezado de Sesión
 ET: Encabezado de Transporte
 ER: Encabezado de Red
 EE: Encabezado de Enlace
 CE: Cola de Enlace

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Está diseñada para mantener aislado al usuario de algunos de los aspectos físicos y funcionales de la red. También hace posible la contabilidad punto a punto de la transferencia de datos a través de más de un enlace (es la primera capa en proveer de esta función tan importante).

CAPA DE SESION

La capa de sesión sirve como una interfaz de usuario dentro de la capa de transporte. La capa provee medios organizados para intercambiar datos entre usuarios, tales como transmisión simultánea, transmisión alternada, procedimientos de checkpoint y resincronización del flujo de datos entre aplicaciones de usuario. Los usuarios pueden seleccionar el tipo de sincronización y control que necesitan de la capa.

CAPA DE PRESENTACION

La capa de presentación se usa para asegurar que las aplicaciones de usuario se puedan comunicar unas con otras, aún cuando utilicen diferentes representaciones para sus PDU's (Unidades de Datos de Protocolo). La capa se ocupa de la preservación de la sintaxis de los datos. Por ejemplo, puede aceptar varios tipos de datos (tales como carácter, booleano, entero, etc.) de la capa de aplicación y negociar una representación sintáctica aceptable con la capa de presentación de su contraparte. También proporciona medios para describir las estructuras de datos en una forma independiente de la máquina. Se usa para codificar los datos de un formato interno de una máquina emisora a un formato común de transferencia, y entonces decodificar este formato a la representación requerida en la máquina receptora.

CAPA DE APLICACION

Se ocupa del soporte del proceso de aplicación de usuario final. A diferencia de la capa de presentación, esta capa se ocupa de la semántica de los datos. La capa contiene elementos de servicio para apoyar los procesos de aplicación tales como transferencias de archivos, correo electrónico e intercambio de datos financieros. La capa también soporta los conceptos de terminal virtual y archivo virtual. Los servicios de directorio se obtienen a través de esta capa.

LAS CAPAS RDSI

La RDSI suministra al usuario apoyo completo a través de las siete capas del modelo OSI (véase fig. V.3.2). Para esto, la RDSI está dividida en dos tipos de servicios, los servicios portadores o bearer, responsables de dar soporte a los tres niveles inferiores del estándar OSI; y los teleservicios (por ejemplo, el teléfono, teletexto, videotexto, manejo de mensajes) responsables de proveer soporte a través de los siete niveles del modelo y generalmente hacer uso de las capacidades fundamentales de bajo nivel de los servicios portadores. Estos servicios se conocen como funciones de capa baja y de capa alta, respectivamente. Las funciones RDSI se asignan acorde a los principios de estratificación de los estándares OSI y CCITT. Varias de las entidades de las capas se usan para proporcionar una característica punto a punto completa.

	Funciones relacionadas con la aplicación						
7							
6	Encriptación Desencriptación		Compresión/Expansión				
5	Establecimiento de conexión de sesión	Liberación de conexión de sesión	Sesión para transportar el mapeo de la conexión	Sincronización de la conexión de sesión	Administración de la sesión		
4	Multiplexaje de conexión de capa 4		Establecimiento de conexión de capa 4	Liberación de conexión de capa 4	Detección/Recuperación de error	Control de flujo	Formación de bloques segmentados
3	Ruteo/ Retransmisión	Establecimiento de conexión de red	Liberación de conexión de red	Multiplexaje de conexión de red	Control de congestión	Direccionamiento	
2	Establecimiento de conexión de enlace de datos	Liberación de conexión de enlace de datos	Control de flujo	Control de error	Control de secuencia	Sincronización de trama	
1	Activación de conexión de capa física	Desactivación de conexión de capa física	Transmisión de bit		Estructura de canal multiplex		

Funciones de capa alta (o teleservicios)

Funciones de capa baja (o servicios portadores)

FIG.V.3.2 LAS CAPAS RDSI

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Estas capas las puede proporcionar una compañía de telecomunicaciones, una compañía telefónica o algún otro proveedor o carrier.

V.4 ¿QUE ES UN CANAL?

En las comunicaciones de datos, un canal es un conducto a través del cual fluye información. Un canal puede llevar señales analógicas o digitales que incluyen datos de usuario o información de señalización de red.

TIPOS DE CANALES PARA RDSI

En un solo canal se combinan o integran numerosos tipos de información tales como voz, video y datos. Existen numerosos tipos de canales de datos RDSI usados para este propósito, los cuales se detallan en las especificaciones para redes RDSI del CCITT. El tipo que se está implementando actualmente es el canal B (del inglés Bearer=portador) básico transparente full-duplex.

Dentro del canal B se conmutan datos de diversos dispositivos para su transmisión a receptores a una tasa de 64 kbps. Los canales B transportan voz y transmisión de datos digitales y/o de alta velocidad.

Para control de señalización o transmisión de conmutación de paquetes de baja velocidad se usa un canal D (del inglés Data=datos) que opera a 8 o 16 kbps. Entre los usos específicos del canal D podemos citar el establecimiento y terminación de llamada y control del mantenimiento del sistema. Cuando se usa el canal D para transportar datos de una conmutación de paquetes se puede mandar información de telemetría mientras que los datos integrados viajan en el canal B. Estos datos de telemetría incluyen alarma de bajo escudriño, monitoreo de energía y datos de seguridad.

Además de los canales B y D, en la RDSI existen los canales H que tienen la misma función que los canales B pero operan a tasas de bit más altas (véase tabla V.2).

CANALES H

Un servicio de usuario con una tasa de bit mayor de 64 kbps se puede obtener a través de canales de mayor tasa, o canales H, los cuales proporcionan el ancho de banda equivalente a un grupo de canales B. Entre las aplicaciones que requieren tasas de bit mayores de 64 kbps están el facsímil rápido, datos de alta velocidad, audio de alta calidad, teleconferencia y servicios de video.

El canal H0 es el canal H con tasa más baja de bit llegando a 384 kbps, lo que equivale a un ancho de banda de seis canales B.

¿QUE ES UN CANAL?

Un canal H1 comprende todos los canales H0 disponibles en una única interfaz (ya sea T1 o E1). Un canal H1 opera a 1536 kbps y es equivalente a cuatro canales H0 (24 canales B) en compatibilidad con el T1 norteamericano. Un canal H12 opera a 1920 kbps y equivale a cinco canales H0 (30 canales B), compatible con el E1 europeo.

CANAL	PROPOSITO	TASA DE BIT
B	Servicios portadores	64 kbps
D	Señalización y datos en modo paquete	16 kbps BRI 64 kbps PRI
H0	Seis canales B	384 kbps
H1	Todos los canales H0 disponibles H11 (24 B) H12 (30 B)	1.536 Mbps 1.920 Mbps
H2	RDSI de banda ancha (propuesta) H21 H22	32.768 Mbps 43-45 Mbps
H4	RDSI de banda ancha (propuesta)	132-138.240 Mbps

TABLA V.2 TIPOS DE CANALES RDSI

Futuros estándares RDSI definirán canales con tasas de bit mayores para aplicaciones RDSI de banda ancha (B-RDSI). Los canales H2 y H4 están propuestos para estas aplicaciones en las recomendaciones del CCITT.

Los canales H2 operarán en el rango de 32 a 45 Mbps y equivalen a las tasas de señalización de nivel 3 en jerarquía TDM. Para conservar la compatibilidad con la tasa de señalización de nivel 3 europea de 34.368 Mbps, se ha propuesto un canal H21 de 32.768 Mbps. En la contraparte norteamericana de tasa DS-3 a 44.736 Mbps se ha propuesto un canal H22 que operará en el rango de 43 a 45 Mbps. El canal H4 propuesto operará en el rango de 132 a 138.124 Mbps.

V.5 DISPOSITIVOS FUNCIONALES

Los estándares RDSI definen diferentes tipos de dispositivos. Cada tipo de dispositivo tiene ciertas funciones y responsabilidades pero no siempre representa una pieza de equipo físico. Por tal motivo, los estándares los llaman dispositivos funcionales.

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

La central de conmutación de RDSI se define como (LE). Los protocolos de RDSI se implementan en la LE, la cual es el lado de red del circuito local RDSI. Otras responsabilidades de la LE son el mantenimiento, operación de la interfaz física, y proporcionar los servicios pedidos por el usuario.

Algunos fabricantes descomponen las funciones de la LE en dos subgrupos llamados terminación local (LT) y terminación de la conmutación (ET). La LT se ocupa de las funciones asociadas con la terminación del circuito local, y la ET trata de las funciones de conmutación.

El equipo de terminación de red tipo 1 (NT1) representa la terminación de la conexión física entre el local del cliente y la LE. El NT1 es responsable de las funciones de capa física (de OSI), tales como la sincronización de la señalización y la temporización. Proporciona al usuario una interfaz estandarizada.

Las responsabilidades del NT1 son monitorear el desempeño de la línea, temporización, transferencia de energía eléctrica y el multiplexaje de los canales B y D.

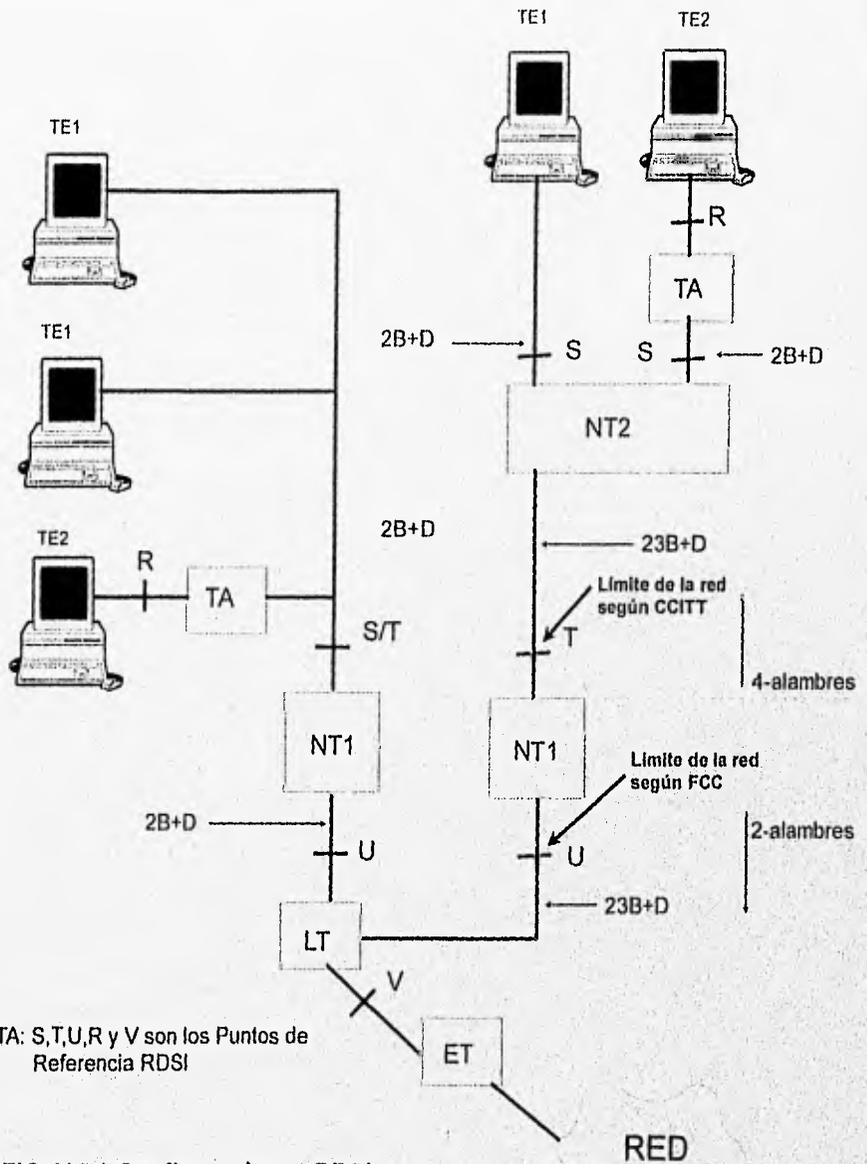
El equipo terminador de red tipo 2 (NT2) es aquel dispositivo que proporciona conmutación en el establecimiento del cliente, multiplexaje y concentración. El NT2 es una pieza más inteligente del equipo básico del cliente. Típicamente se encuentra en un PBX digital y contiene las funciones de protocolo de las capas 2 y 3. El equipo NT2 es capaz de realizar servicios de concentración. Multiplexa canales 23B+D en la línea a una tasa de 1.544 Mbits/s. A esta función se le llama tasa de acceso primario RDSI. Ejemplos de estos equipos son el PBX, LAN, computadoras mainframes, controladores de terminal, etc. Un NT2 no está presente en una conexión RDSI residencial.

Los dispositivos NT1 y NT2 se pueden combinar en un sólo dispositivo llamado NT12. Este dispositivo maneja funciones de capa física, de enlace de datos y de red.

Los equipos terminales (TE) son dispositivos de usuario final, tales como teléfonos analógicos o digitales, equipo terminal de datos X.25 (DTE), estación de trabajo RDSI o una terminal de voz/datos integrados (IVDT).

Los equipos TA y TE2 se conectan a través de un acceso básico a, ya sea un dispositivo NT1 o NT2 RDSI (NT significa terminador de red). La fig. V.5.1 muestra varias de estas opciones. El NT1 conecta el alambreado local de cuatro alambres al bucle convencional de dos alambres. RDSI permite que el NT1 direcciona hasta ocho dispositivos terminales.

En resumen, el equipo TE es responsable de las comunicaciones de usuario y el equipo NT se encarga de las comunicaciones de red.



NOTA: S,T,U,R y V son los Puntos de Referencia RDSI

FIG. V.5.1 Configuraciones RDSI

V.6 PUNTOS DE REFERENCIA E INTERFACES RDSI

La fig. V.5.1 también muestra otros componentes RDSI. Los puntos de referencia son interfaces lógicas entre los grupos funcionales.

El punto de referencia S es la interfaz 2B+D dentro de los dispositivos NT1 o NT2. La interfaz T es el punto de referencia del lado del cliente del dispositivo NT1. Es lo mismo que la interfaz S en las líneas BRI. La interfaz U es el punto de referencia para el lado de dos alambres del equipo NT1. Separa un NT1 del equipo de terminación de línea (LT). El punto de referencia V separa el equipo de terminación de línea (LT) del equipo de terminación de conmutación (ET).

Los puntos de referencia S y T soportan par torcido de cuatro alambres para una longitud de hasta 3300 pies (1000 m) o un enlace punto a punto de 500 pies (150 m) en la configuración multipunto. El punto de referencia U de dos alambres es operado en full duplex con división de canal lograda con cancelación de eco.

EL PUNTO DE REFERENCIA U

Para el CCITT el NT1 pertenece a la administración de la red y, por lo tanto, el circuito local es parte de la red. De esta forma, los puntos de referencia S y T son la frontera usuario-red para el CCITT. Sin embargo, la FCC en los E.U. considera que como el NT1 está en el local del cliente, éste forma parte del equipo del cliente. Como el equipo de red (LE) está en un lado del punto de referencia U y el equipo de usuario en el otro lado (NT1), entonces el circuito local representa la frontera usuario-red, según la FCC. La operación a través de la frontera usuario-red está descrita por un estándar ANSI y debido a que el CCITT no ha creado recomendaciones para esta conexión, el punto de referencia ANSI U puede tener importancia internacional.

V.7 LA CAPA FISICA DE RDSI

Para comenzar el análisis de RDSI, considere la terminal RDSI de usuario final en la fig. V.7.1(a). Este dispositivo se identifica como TE1 (Equipo Terminal, tipo 1) y se conecta a la RDSI a través de un enlace digital de cuatro alambres de par torcido. Este enlace utiliza la Multiplexión por División de Tiempo (TDM) para proporcionar tres canales, designados como canales B, B, y de D (o 2B+D). La RDSI permite que hasta ocho TE1s compartan un canal 2B+D.

La fig. V.7.1(b) ilustra otra opción RDSI. Aquí, el usuario DTE se conoce como dispositivo TE2, el cual es el equipo en uso actualmente, tal como las terminales IBM 3270, dispositivos de telex, etc. El TE2 se conecta al adaptador de terminal (TA), el cual es un dispositivo que permite que terminales no-RDSI operen en líneas RDSI. Por el lado del

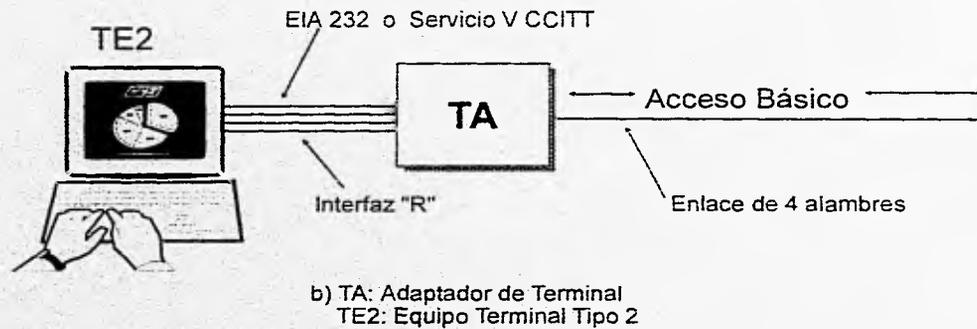
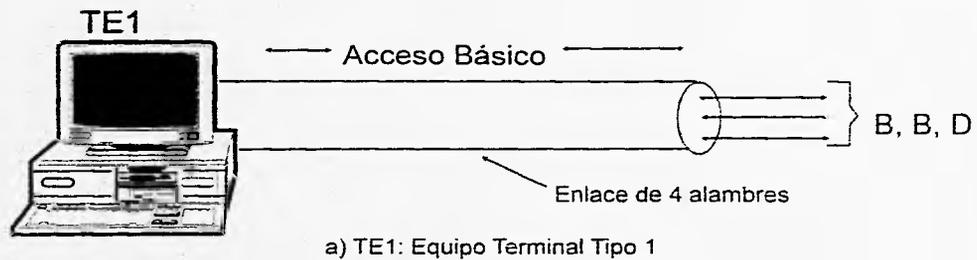


FIG. V.7.1 Terminales RDSI

usuario, el TA utiliza una interfaz de nivel físico típica tal como la EIA-232 o la especificación de la serie V. Se presenta en la forma de un módem externo o de una tarjeta que se enchufa en una ranura de expansión en los dispositivos TE2. La interfaz EIA o la interfaz CCITT se conoce como interfaz R en la terminología RDSI.

PROTOCOLO DE CAPA 1

El protocolo de capa 1 define la conexión física entre el equipo terminal RDSI (TE1 o TA) y el equipo terminador de red (NT2 o NT1).

El conector físico para la BRI es un plug y jack modular subminiatura de 8 pines (RJ-45), basado en proyecto de norma ISO 8877 (véase fig. V.7.2). La codificación de línea es la pseudoternaria. En esta señalización el bit 0 se representa por una señal de línea de aproximadamente 750 mV que alterna entre positivo y negativo; el bit 1 se representa por ausencia de voltaje. Como la polaridad de los bits 0 se alterna, este esquema de señalización está balanceado en cd, es decir que en un periodo de tiempo no existe corriente de cd en la línea. Dos pulsos de bit 0 en un renglón con la misma polaridad forman una violación de código. Estas violaciones no son errores, sino más bien una parte importante del esquema de señalización de la BRI porque se usan para sincronizar la transmisión. Debido a que una sola violación de código elimina el balance de cd, todas las violaciones de código aparecen en pares.

CONFIGURACIONES MULTIPUNTO EN LA BRI

Se deben destacar dos puntos acerca de los TE's cuando se conectan al bus pasivo de la BRI en una configuración multipunto.

-Todos los TE's en el bus siguen las mismas reglas de trama. Esto significa que si varios TE's transmiten un bit 0 al mismo tiempo en el canal D **todos** usarán la misma polaridad de señal. Enviar un bit 1 es lo mismo que un circuito abierto o enviar 0 volts.

-Los TE's están conectados al bus en paralelo y no en serie, por lo tanto el voltaje total en el bus no es la suma de todos los voltajes aplicados al mismo. Un valor de bit 1 será detectado por el NT sólo si todos los TE's aplican un voltaje. No es posible que dos TE's apliquen señales de polaridades opuestas en el bus.

La rec. I.430 define cinco patrones diferentes de señal, llamadas señales INFO, que indican el estado del enlace físico BRI. Estos patrones se definen como sigue:

-INFO 0: Ausencia de señal; puede enviarse desde el NT o TE

-INFO 1: Una señal continua a una tasa de 192 kbps reemplazando el patrón 0 (polaridad positiva), 0 (polaridad negativa), y seis 1's: +-111111; se envía del NT al TE solamente.

-INFO 2: Una trama I.430 donde los bits B, D, E y A se ponen a 0 y todos los otros bits se establecen de acuerdo a las reglas de tramas apropiadas; se envía del NT al TE solamente

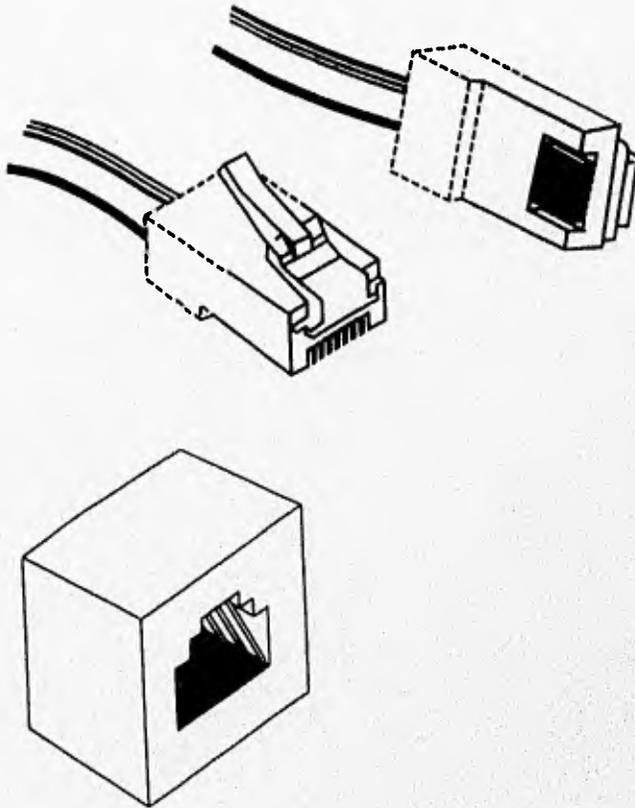


FIGURA V.7.2 Conector fisico RDSI (RJ-45)

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

-INFO 3: Una trama I.430 con datos operacionales en los canales B y D, se envía del TE al NT solamente.

-INFO 4: Una trama I.430 con datos operacionales en los canales B, D y E, con el bit A establecido a 1; se envía en la dirección NT a TE solamente.

Estas señales INFO se usan como parte de los procedimientos de activación y desactivación. Por lo general, no habrá ninguna actividad eléctrica a través del punto de referencia S/T a menos que un TE esté activo, esto es una señal INFO 0. El procedimiento de activación de un TE es como sigue:

-Un TE enviará una señal INFO 1 cuando se conecte por primera vez, cuando se aplique energía (o se restablezca) o cuando se pierda la alineación de trama.

-La señal INFO 2 desde el NT proveerá al TE con sincronización de trama apropiada porque el TE obtiene su temporización de las tramas del NT.

-El TE enviará una señal INFO 3 para indicar que ha establecido alineación de trama.

-El NT responderá con la señal INFO 4 para indicar que la BRI está activada y operando. Cuando se quita la energía de un TE con fuente de energía local, el TE enviará una señal INFO 0 para indicar este estado al NT.

La transmisión de una de las señales INFO entre una entidad de capa física y su contraparte, ocasiona un cambio de estado en el equipo en ambos lados de la interfaz. En un tiempo dado, en el lado de la terminal se encuentra uno de ocho estados posibles, F1a F8, mientras que en el lado de red están definidos cuatro estados, G1 a G4. Los estados de la terminal son los siguientes:

-F1 (Inactivo) corresponde a equipo terminal sin energía y está presente cuando el TE detecta la pérdida de energía ya sea de los circuitos remotos de alimentación o de la fuente de energía local.

-F2 (Sensado) corresponde a equipo terminal energizado, pero que no ha recibido cualquiera de las señales de la red, o que no ha reaccionado a tales señales.

-F3 (Desactivado) define el estado de desactivación del protocolo de capa física, cuando ninguna de las partes está transmitiendo señales.

-F4 (Señal de Espera) corresponde a la situación de cuando la terminal ha respondido a una petición de activación y está esperando una respuesta de la red.

-F5 (Entrada de Identificación) corresponde al estado donde la terminal ha recibido una señal de la red y está esperando su identificación.

-F6 (Sincronizado) corresponde al estado en el cual la terminal ha recibido una señal de activación de la red y está esperando tramas normales de la red.

-F7 (Activado) es el estado activo normal donde tanto la terminal como la red transmiten tramas normales.

-F8 (Pérdida de Trama) corresponde a la situación donde la terminal ha perdido la sincronización de trama y está esperando la resincronización o la desactivación.

Los cuatro estados de la red corresponden a las siguientes situaciones:

-G1 (Desactivado) es el estado donde la red está desactivada y no transmite ninguna señal.

-G2 (Activación pendiente) es un estado parcialmente activo y está presente a petición de una capa más alta.

-G3 (Activo) es el estado activo normal donde la dirección red-terminal está activa.

-G4 (Desactivación pendiente) corresponde al estado donde la red espera regresar al estado desactivado.

PROCEDIMIENTO DE ACTIVACION DEL NT POR EL TE

Supongamos que el NT y el TE están inicialmente en los estado G1 y F3, respectivamente. De esta forma, el equipo está energizado, pero la interfaz está desactivada y ambos lados se mandan una señal I0 entre sí. El proceso de activación en el TE, que puede ser disparado para establecer una conexión, se inicia por la recepción de una primitiva PH-AR de su entidad de capa 2. Esto provoca que se dispare el temporizador T3, la transmisión de la señal de petición de activación I1 hacia el NT, y el cambio de estado a F4. Como consecuencia de la recepción del I1, la red transmite en el periodo de un segundo la señal de sincronización de terminal I2, inicia el temporizador T1, y entra al estado de activación pendiente G2.

Los temporizadores T1 y T3 se ajustan a la máxima cantidad de tiempo permitida para el proceso de activación. Como la activación del NT usualmente involucra a la central de conmutación, los tiempos de activación dependen en cierta forma de la longitud del circuito local y de la tecnología de transmisión utilizada. Por lo tanto, los tiempos pueden variar de una implementación a otra y no están normalizados. Esto significa que los equipos de terminal y de red deben diseñarse con temporizadores ajustables T1 y T3 para asegurar compatibilidad de equipo.

Cuando la terminal detecta la señal del NT, detiene la transmisión de I1 y en un periodo de 5 ms indica I0 al NT. Después entra en el estado F5 con el propósito de identificar la

señal recibida. En un periodo de 100 ms después que ha reconocido la señal como I2, transmite una trama normal de capa 1 I3 y entra en el estado sincronizado F6.

Como respuesta a la recepción de I3, en un periodo de 500 ms la red transmite su propia trama normal de capa 1 I4, proporciona las primitivas PH-AI y MPH-AH a su capa 2 y entidades de administración. Después entra a su estado activo G3.

Como último paso, la terminal responde a la recepción de I4 transfiriendo las primitivas PH-AI y MPH-AI a su propia capa 2 y entidades de administración. Enseguida entra a su propio estado activo F7 y está lista para transmitir señales I3 adicionales.

TIPOS DE SERVICIOS RDSI

Comúnmente están disponibles dos formas de servicio RDSI, véase tabla V.3. La Interfaz de Tasa Básica (BRI), que consiste de dos canales B y un canal D (2B+D) y una Interfaz de Tasa Primaria (PRI). En Norteamérica, Japón y Corea, la PRI consiste de 23 canales B y un canal D (23B+D). En Europa y el resto del mundo (incluyendo a México), la PRI utiliza 30 canales B y un canal D (30B+D). Los sistemas BRI requieren anchos de banda que puedan acomodar 144 kbps para manejar 2 canales B de 64 kbps (B1 y B2) y el canal D de 16 kbps (2B+D). Los sistemas PRI, a causa de la gran cantidad de canales B, necesitan anchos de banda de 1.544 Mbps para aplicaciones en Norteamérica y 2.048 Mbps para sistemas europeos.

INTERFAZ	ESTRUCTURA	TASA DE BIT TOTAL	TASA DE DATOS DE USUARIO
BRI	2B+D(16)	192 kbps	144 kbps
PRI	23B+D(64)	1544 kbps	1536 kbps
	30B+D(64)	2048 kbps	1984 kbps

TABLA V.3

ACCESO BASICO (BRI)

La interfaz BRI de RDSI se puede usar en dos formas: primero, puede proveer acceso RDSI entre el usuario residencial y la compañía que suministra RDSI; segundo, puede usarse entre el equipo de usuario y un PBX RDSI en un ambiente de negocios. El acceso básico se refiere a una conexión multicanal hecha a través de multiplexar datos en un alambrado de par torcido. Esta conexión se hace entre un dispositivo terminal de usuario final y una compañía telefónica o un PBX.

El acceso básico consiste de dos canales B y un canal D, los cuales están multiplexados en tiempo sobre un medio cableado de par torcido común. Cada canal B puede llevar

LA CAPA FISICA DE RDSI

una señal de voz PCM o datos a una tasa de transmisión de 64 kbps. Esto permite al acceso básico proporcionar al usuario final la facilidad de transmitir datos y conducir conversación simultáneamente en una línea telefónica o estar conversando con una persona y recibir una segunda llamada. En esta última situación, suponiendo que el usuario final cuenta con el instrumento apropiado, el o ella puede poner a la primera persona con la que estaba hablando en espera y contestar la segunda llamada. El canal D fue diseñado tanto para controlar los canales B a través de la compartición de las funciones de señalización de red en este canal, como para la transmisión de datos de conmutación de paquetes.

Además de estos canales, RDSI provee de control de trama y otros bits de empaquetamiento, lo cual da un total de 192 kbits/s de tasa de bit. Las interfaces de 144 kbits/s operan en sincronía en el modo full-duplex sobre el mismo conector físico. El estándar permite que los canales B sean multiplexados en subcanales. Por ejemplo, se pueden obtener subcanales de 8, 16 o 32 kbits/s de los canales B. Los dos canales B se pueden combinar o descomponer como el usuario desee.

Como se dijo anteriormente, el canal D lleva información de control y de señalización, aunque en ciertos casos RDSI permite que en el canal D se transmitan también datos de usuario. Sin embargo, los canales B no llevan información de señalización. En RDSI la información de señalización se describe como tipo s, los paquetes de datos como tipo p y de telemetría como tipo t. El canal D puede llevar todos estos tipos de información a través de multiplexaje estadístico. La RDSI incluye otros tipos de canales (el canal E y el canal H) los cuales están pensados para altas velocidades y se derivan de múltiples canales B.

TRAMAS DE TASA BASICA (BRI)

Los formatos para las tramas que intercambian el TE y el NT (puntos de referencia S y T) se muestran en las fig. V.7.3 y V.7.3bis. Los formatos varían de acuerdo a la dirección de transferencia, pero son idénticos para configuraciones punto a punto o multipunto. El sincronismo de la línea se controla desde el NT, y los TE generan sus relojes a partir del que reciben del NT. La codificación es en AMI, donde el 1 se envía como ausencia de señal y el 0 se va alternando de positivo a negativo. Las tramas tienen 48 bits de longitud y los TE y NT las transmiten cada 250 ms. El primer bit de la trama que se transmite al NT se retrasa por dos periodos de bit con respecto al primer bit de la trama recibida del NT. Ambas tramas llevan dos octetos de cada uno de los dos canales B, más cuatro bits (D) del canal D. La trama enviada por el NT contiene también cuatro bits de eco (E) que devuelven el último bit D recibido por el TE.

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

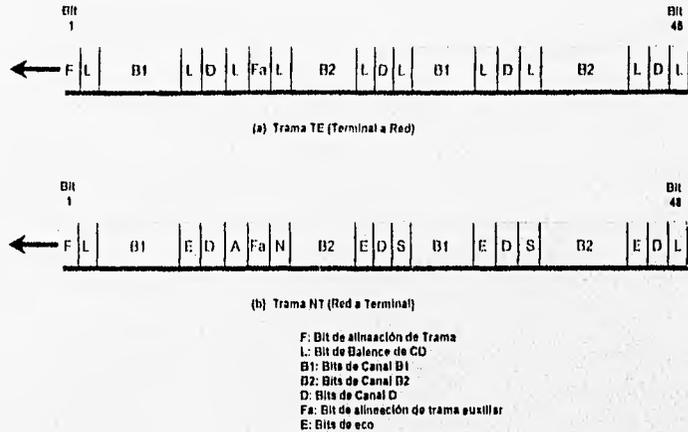
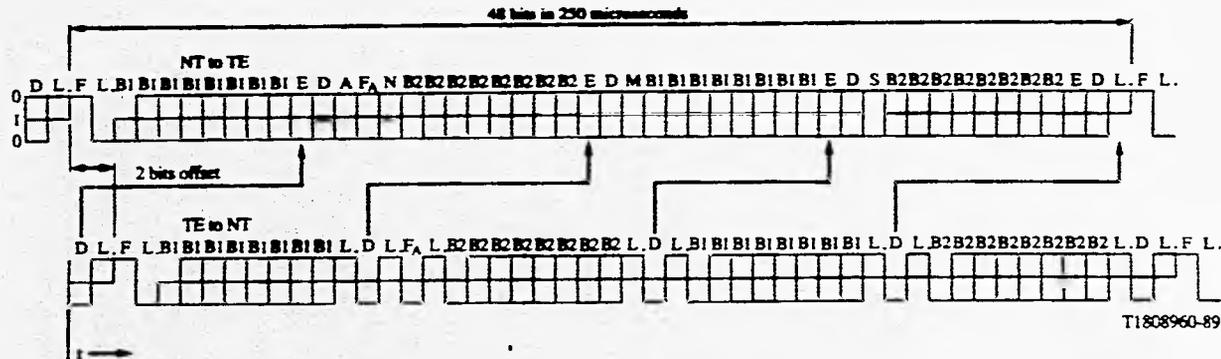


FIG. V.7.3 Formatos de Trama de Tasa Básica RDSI

El canal D es un canal común compartido por todos los TE conectados al bus. Se utiliza para la señalización, en particular para asignar los canales B a los TE. De esta forma no existe contienda por los canales B, puesto que se asignan de forma ordenada, pero hay disputa por el canal D, pues dos o más TE lo pueden usar a la vez.

V.8 CAPA DE ENLACE DE RDSI

Los protocolos de capa 2 y 3 RDSI definen el enlace lógico y el protocolo de señalización, respectivamente, entre el equipo terminal RDSI (TE1 o TA), el equipo de conmutación del usuario (NT2), y la central de conmutación (LE).



F= Bit de alineación trama
 L= Bit de balance de c.d.
 D= Bit de canal D
 E= Bit de eco de canal D
 F_A = Bit auxiliar de alineación de trama

N= Bit puesto a un valor binario $N = \overline{F_A}$ (NT a TE)
 B1= Bit dentro del canal B1
 B2= Bit dentro del canal B2
 A= Bit utilizado para activación
 S= El uso de este bit está en estudio
 M= Bit de alineación de multitrama

Nota 1= Los puntos señalan aquellas partes de la trama que están balanceadas independientemente en c.d.

Nota 2= El bit F en la dirección TE a NT se utiliza como un bit Q en cada quinta trama si se aplica la característica de canal Q.

FIGURA V. 7.3 BIS Formatos de trama de tasa básica RDSI

PROTOCOLO DE CAPA 2

Multiplexaje, TEI's y SAPI's

La BRI permite que múltiples terminales RDSI estén conectadas en una configuración punto-multipunto. Como LAPD provee un enlace lógico punto a punto, debe existir un mecanismo para que el protocolo de nivel 2 multiplexe varios enlaces lógicos.

El Punto de Acceso a Servicio (SAP) es una interfaz conceptual entre dos capas de protocolo adyacentes. Las primitivas que se intercambian a través de un SAP son instrucciones que permiten a capas de protocolo adyacentes en una estación intercambiar información.

Cada TE RDSI es capaz de soportar más de un proceso de nivel 3. Un servicio de nivel 3 es, por ejemplo, la capacidad de enviar señalización RDSI. Otro servicio es la capacidad de procesar mensajes RDSI de Operaciones, Administración y Mantenimiento (OAM). Otro proceso es la habilidad de enviar datos de usuario en modo paquete. Cada uno de estos procesos se debe comunicar con su contraparte en la central de conmutación (LE).

Cada proceso de nivel 3 en el TE tiene un enlace lógico separado sobre el canal D a su contraparte, en la LE (véase figura V.8.1). Cada proceso de nivel 3 es un servicio identificado por un SAPI. Obsérvese que varios enlaces lógicos comparten el mismo canal D físico. Esta es una característica distintiva de este protocolo.

El problema de multiplexar varios enlaces lógicos entre el TE y la LE, se hace más complejo en la configuración punto-multipunto de la BRI (véase figura V.8.2). Algunos servicios disponibles en un TE son los mismos disponibles en otro TE, por lo tanto el SAPI no es suficiente para diferenciar un enlace lógico de otro. Por tal motivo, a los TE's se les asigna un TEI para identificarlos. En la figura se asignaron los TEI's 93 y 85 a las terminales RDSI. El SAPI y el TEI juntos forman una dirección única para un enlace lógico específico.

Otra complejidad con respecto a múltiples enlaces lógicos LAPD y el multiplexaje es la existencia de enlaces lógicos de difusión. El principal propósito de este enlace es permitir a la LE difundir una trama particular a cada terminal RDSI que está conectada a una interfaz que soporte un servicio particular. También puede ser usado por un TE antes de que se le asigne un TEI. El TEI 127 se usa para el enlace lógico de difusión.

Como un TEI no puede asignarse a más de una terminal, se pueden asignar múltiples TEI's a una sola terminal. Esto ocurre cuando la terminal contiene más de un proceso de nivel 3 soportando un tipo de servicio dado. Por ejemplo, si un TE soporta dos aplicaciones que utilizan servicio de paquetes X.25, a ambas entidades de nivel 3 se les asignaría un SAPI 16. Estos dos servicios representan dos aplicaciones de usuario diferentes y, por lo tanto, debe existir una forma de diferenciarlas. Una forma de hacerlo es asignar dos TEI's al TE para que los dos servicios de paquetes operen en diferentes enlaces lógicos.

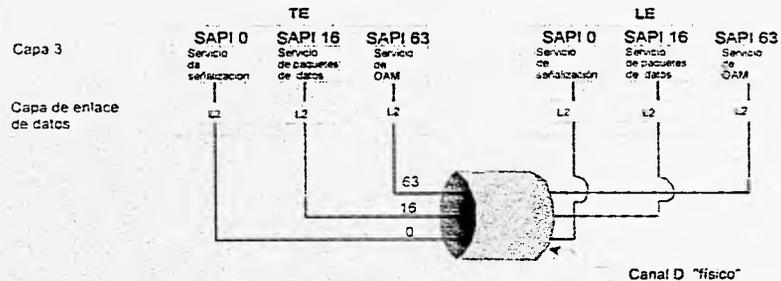


FIG. V.8.1 Varios puntos de acceso a servicio dentro de un TE requieren múltiples conexiones lógicas LAPD al LE.

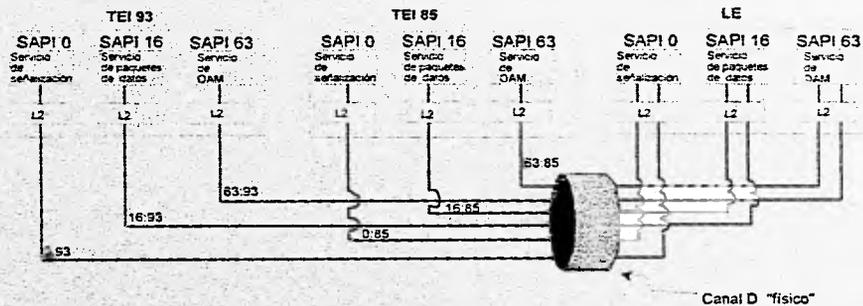
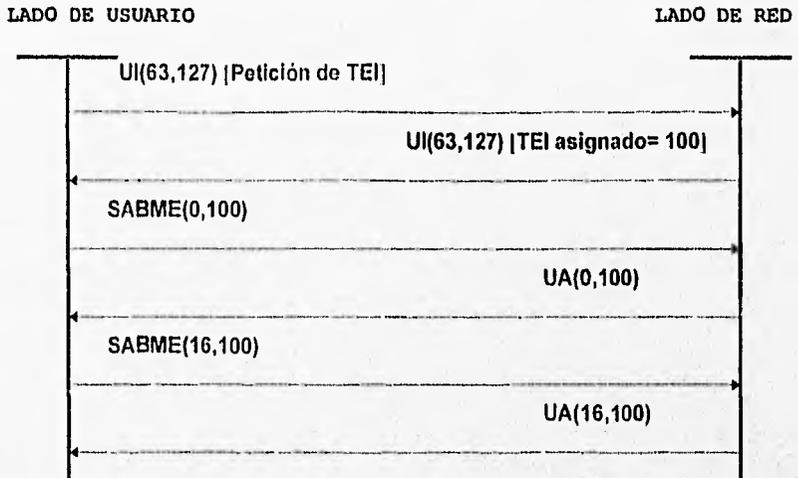


FIG. V.8.2 Varios servicios y múltiples TE's requieren que los enlaces lógicos LAPD sean referenciados a través de sus TEI y SAPI.

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)



() Contenido del campo de dirección LAPD(SAPI, TEI)
 [] Contenido del campo de información LAPD

FIG. V.8.3 INTERCAMBIO DE TRAMAS LAPD PARA PEDIR ASIGNACION DE TEI Y ESTABLECER ENLACES LOGICOS.

La fig. V.8.3 muestra el intercambio de tramas LAPD ejemplificando la asignación de un TEI y el establecimiento de enlaces lógicos LAPD.

1.-Después que el TE se conecta físicamente al bus BRI, automáticamente solicita un TEI de la red. Esto se logra enviando una trama de Información No Numerada (UI), donde el contenido del campo de información indica una petición de TEI. El campo de dirección de la UI contiene un SAPI de 63 y un TEI de 127. El SAPI 63 indica que ésta es una operación OAM y se utiliza el TEI de difusión porque esta terminal todavía no tiene un TEI asignado.

2.-La red recibe la petición de TEI y responde con una trama UI, donde el campo de información contiene la asignación de TEI, en este ejemplo, se asignó un valor TEI de 100. Obsérvese que se usa un SAPI de 63 y un TEI de 127 en el campo de dirección de la UI.

3.-En este momento el TE necesita inicializar enlaces lógicos LAPD antes de intercambiar cualquier dato. En este ejemplo, primero se establece un enlace lógico para enviar mensajes de señalización, es decir, un enlace lógico para SAPI 0. Este proceso se

LA CAPA FISICA DE RDSI

inicia cuando el TE envía una trama de Establecer Modo Extendido Balanceado Asíncrono (SABME) con SAPI 0 y un TEI de 100.

4.-La red reconoce el establecimiento del enlace lógico respondiendo con una trama de Reconocimiento No numerado (UA) para el SAPI 0 y el TEI de 100. Los mensajes SAPI 0 (Control de llamada) se pueden, hasta este momento, intercambiar entre el usuario y la red.

5.-El TE inicia el establecimiento del enlace LAPD para la transferencia de datos en modo paquete, enviando un SABME con SAPI 16 y TEI de 100.

6.-La red responde con un UA para establecer el enlace. Ahora se pueden intercambiar los datos SAPI 16 (modo paquete X.25) entre el usuario y la red.

El procedimiento anterior lo sigue cada dispositivo de usuario TE para obtener un identificador y establecer un enlace lógico para cada servicio de nivel 3 (o SAPI) que se requiera.

Un número de referencia de 16 bits (Ri), seleccionado al azar, se asocia con cada petición de TEI. Cuando un TE observa una asignación de TEI verifica que el No. de referencia en la trama UI entrante coincide con el No. de referencia que colocó en su petición de TEI.

RESOLUCION DE CONTENIONES

Cuando múltiples dispositivos comparten una línea de comunicaciones (o canal), existe el problema de determinar cual dispositivo puede transmitir.

La solución de RDSI para este problema es un esquema de contenciones llamado "perfect scheduling" (o programación perfecta). En este modelo pueden ocurrir colisiones pero no se pierden los datos por ello. Además, el bus será usado mientras un dispositivo tenga tramas por enviar. Con este esquema no hay desperdicio ni pérdida de ranuras de tiempo, y por lo tanto los recursos de la red son utilizados óptimamente.

El NT repite todos los bits de canal D enviados del TE al NT. De esta manera, todos los TE's pueden escuchar al canal D mientras transmiten. Si múltiples terminales transmiten simultáneamente en el canal D, la única forma de que se repita un bit 1 es si todos transmiten un 1; si cualquiera transmite un 0 entonces se repetirá un 0. Este bit de eco es equivalente a la función lógica AND aplicada a todas las entradas.

Existen dos aspectos más en el esquema de contenciones. Uno es que, como es poco probable que la señalización usuario-red ocupe todo el ancho de banda del canal D, este exceso de ancho de banda se asigna a otras aplicaciones, como por ejemplo, datos de

V RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

usuario de modo paquete. El segundo punto es, cómo evitar que uno o más TE's monopolicen el canal D.

A las tramas que llevan información de señalización se les da prioridad (prioridad clase 1) sobre las tramas que llevan mensajes de otro tipo (prioridad clase 2). Las tramas con prioridad clase 1 tienen un SAPI de 0; y las tramas con SAPI diferente de 0 tienen prioridad clase 2 (Tabla V.4).

Para asegurar que ningún TE domine el canal D, se definen una prioridad normal y otra baja dentro de cada clase. Las prioridades se imponen por el número de 1's consecutivos que debe detectar un TE antes de que pueda transmitir, como se ve en la tabla V.4. Después de que un TE transmite la bandera de cierre de una trama desocupará la línea (todos 1's). Como todos los TE's monitorean el canal D, todos conocen cuando el canal D está libre. Todas las estaciones comienzan en el nivel de prioridad normal dentro de su clase. Después de detectar el No. requerido de bits 1's uno o más TE's pueden iniciar su transmisión. Aunque puede haber colisiones si más de un TE transmite, sólo uno tendrá éxito en su transmisión.

TABLA V.4 Prioridad de clases y niveles LAPD

	Prioridad Clase 1 SAPI = 0	Prioridad Clase 2 SAPI <> 0
NORMAL	8	10
BAJA	9	11

Cuando un TE transmite satisfactoriamente una trama, se mueve a la prioridad baja (dentro de su clase), es decir que debe esperar un No. mayor de 1's antes de transmitir otra vez. Si una estación está en la prioridad baja y detecta el No. de 1's asociados con esa prioridad, regresa a la prioridad normal (y, opcionalmente, transmite). Esto significa que todos los TE's con mensajes de señalización SAPI 0 tendrán acceso al canal D antes que cualquier TE con mensajes diferentes a señalización. Además, dentro de cada clase de prioridad, todos los TE's que quieren transmitir en el canal D podrán hacerlo antes que cualquier TE lo haga por segunda vez.

La trama de 250 ms proporciona 4000 tramas por segundo ($1s/0.000250 = 4000$) y una tasa de transferencia de 192 kbits/s ($4000 \cdot 48 = 192,000$). Sin embargo, como se utilizan 12 bits de empaquetamiento en cada trama, la tasa de transferencia de datos de usuario es de 144 kbits/s ($4000 \cdot [48-12] = 144,000$).

Los primeros dos bits de la trama son el bit de framing (F) y el bit de balance de c.d. (L), los cuales se usan para la sincronización de la trama. Además, en la trama del NT, el bit L se utiliza para balancear la trama eléctricamente, y en la trama del TE su función es

LA CAPA FISICA DE RDSI

balancear eléctricamente cada octeto de canal B y cada bit de canal D. El bit de framing auxiliar (Fa) y el bit N se utilizan en los procedimientos de alineación de trama. El bit A se utiliza en la activación y desactivación del TE.

TRAMAS DE TASA PRIMARIA (PRI)

El acceso primario puede ser considerado como un arreglo multiplexado donde un grupo de usuarios de acceso básico comparten una facilidad de línea común. El acceso primario se emplea normalmente para conectar directamente un PBX a una red RDSI. Este método de acceso se diseña para eliminar la necesidad de proveer con líneas individuales de acceso básico cuando un grupo de dispositivos terminales comparten un PBX común, el cual podría estar conectado directamente a la red RDSI a través de una sola línea de alta velocidad. Debido a los diferentes tipos de facilidades de red T1 en Norteamérica y Europa, se han desarrollado, como se mencionó anteriormente, dos estándares de acceso primario: el norteamericano de 1.544 Mbps y el europeo de 2.048 Mbps.

En un enlace primario (30B+D) normalmente el canal 16 lleva la señalización y se conoce como canal D. La diferencia entre un enlace PCM E1 y un enlace 30B+D es el contenido de información en el canal D o ranura de tiempo 16.

Las especificaciones RDSI Q.921 y Q.931 definen dos formatos para la trama de tasa primaria. La fig. V.8.4(a) muestra el formato para la trama de 1.544 Mbits/s que se usa en E.U. y Japón. La fig. V.8.4(b) muestra la trama de 2.048 Mbits/s usada en Europa.

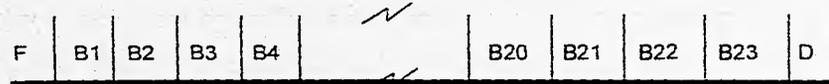
LOS CIRCUITOS LOCALES RDSI

RDSI utiliza los circuitos locales que existen actualmente, puesto que reemplazar los millones de Km de alambres de cobre sin blindar que forman el cableado en uso representaría un costo excesivo. La señal de voz se lleva sobre el bucle local en un rango de frecuencias de aproximadamente 50 Hz a 4 kHz, pero el acceso de tasa básica RDSI opera a unas frecuencias mucho más altas, en el rango de alrededor de 200 kHz.

La pérdida de señal se incrementa con las altas frecuencias y con la distancia. Por ejemplo, en una prueba se comprobó que para una distancia de 1128.5 m (3000 ft) se tiene una pérdida de 15 dB, para 2745 m la pérdida es de 30 dB y para una distancia de 5490 m se pierden de 40 a 50 dB.

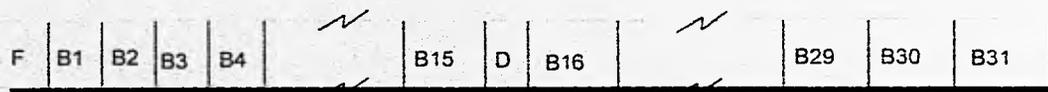
Como la mayoría de los bucles locales son mayores de 1128.5 m, es obvio que las señales de alta frecuencia RDSI presentan problemas.

Además en esta misma prueba se demostró que el ruido y la diafonía producen una distorsión significativa en las frecuencias RDSI.



F = 001011 para multitramas de 24 Tramas de longitud con el valor F en cada 4ª Trama

(a) Formato de Trama de 1.544 Mbits/s (formato americano)



F = 0011011 en las posiciones 2 a 8 en la ranura de tiempo 0 de cada Trama

(b) Formato de Trama de 2.048 Mbits/s (formato europeo)

FIG. V.8.4 Formatos de Trama de Tasa Primaria

LA CAPA FISICA DE RDSI

Para resolver este problema ANSI estableció una especificación para señalización de acceso básico de bucle largo llamada 2B1Q para disminuir este problema.

V.9 CAPA DE RED DE RDSI

Existe un protocolo de capa de red para RDSI que provee control de llamada fuera de banda, para el tráfico de canales B y H. Este protocolo es el I.451/Q.931 y opera en el nivel de red del modelo OSI. Se utiliza tanto para comunicaciones modo circuito como para modo paquete. Además se ha desarrollado otro protocolo a base del I.451 para usarse en el control de conexión de Frame Relay.

El protocolo I.451 especifica procedimientos para establecer conexiones con los canales B que comparten la misma interfaz a RDSI que el canal D. También proporciona señalización de control usuario a usuario sobre el canal D. Tal como indica la fig. V.9.1, este protocolo depende de LAPD para transmitir mensajes sobre el canal D. Cada mensaje I.451 se encapsula en una trama de capa de enlace, la cual es transmitida en el canal D, que a su vez se multiplexa en la capa física con otros canales.

Según el CCITT, la capa de red debe realizar las siguientes funciones para un control de llamada:

- Interactuar con la capa de enlace de datos (LAPD) para transmitir y recibir mensajes.
- Generar e interpretar mensajes de capa 3.
- Administración de tiempos y entidades lógicas (por ejemplo, referencias de llamada) utilizadas en los procedimientos de control de llamada.
- Administración de recursos de acceso, incluyendo canales B y canales lógicos de capa de paquete (X.25).
- Verificar para asegurarse que los servicios que se proporcionen sean consistentes con los requerimientos del usuario.

EL PROTOCOLO DE CAPA 3

MODO CONMUTACION DE CIRCUITOS (véase fig. V.9.2).- El proceso comienza cuando un usuario levanta el microtelefono. El teléfono RDSI se asegura que el canal D esté activo antes de generar un tono de línea (no mostrado). Cuando el abonado marca el número deseado (no se muestra), el aparato telefónico acumula los dígitos, y cuando todos han sido marcados, manda un mensaje de SETUP sobre el canal D a la central de

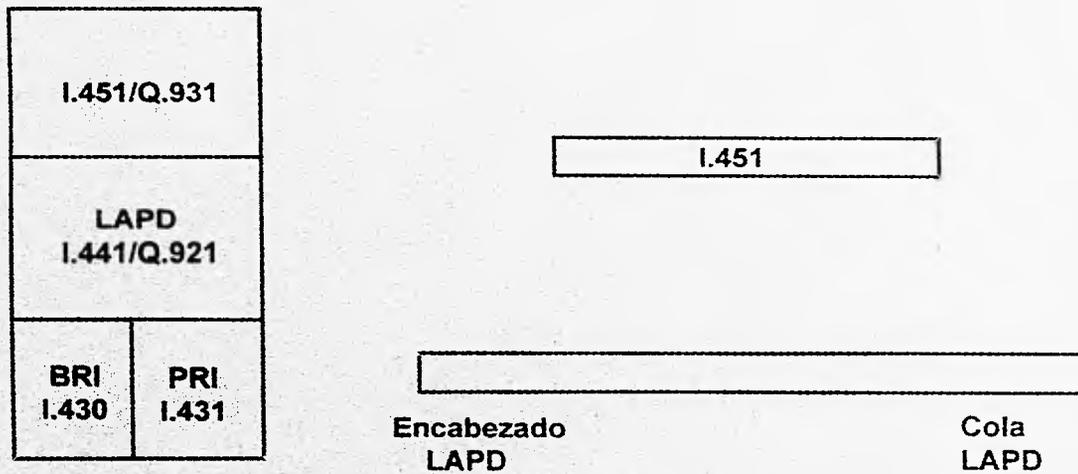
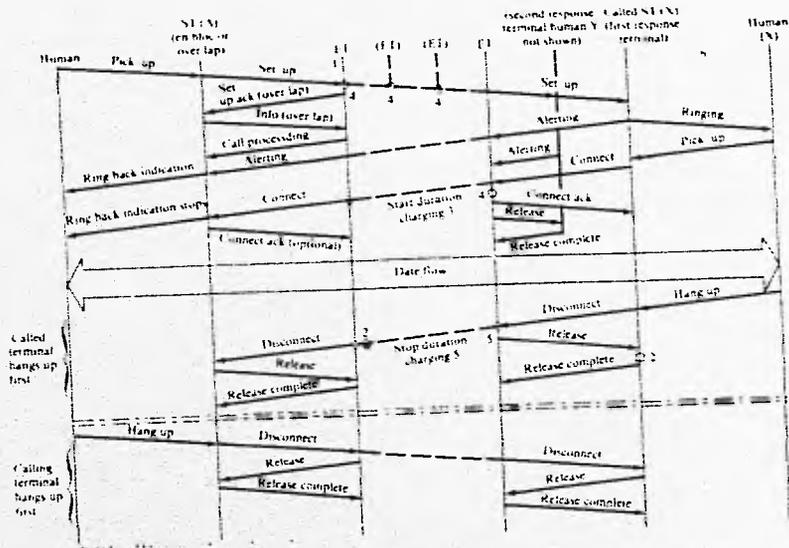


FIG. V.9.1 Arquitectura de comunicaciones de control de llamada



- Nota 1:
- Nota 2:
- Nota 3:
- Nota 4:
- Nota 5:
- Nota 6:

La secuencia para el envío de "overlap" no está representada en este diagrama
 Una terminal no liberará la conexión de canal D y la energía hasta después de este punto.
 Una propuesta para un estudio más detallado (pueder ser de interés nacional).
 Puntos de conmutación propuestos y la secuencia en que estos ocurren.
 Puntos de liberación de red propuestos y la secuencia.
 Las interacciones entre el hombre y la terminal se muestran solamente como ilustración.

FIGURA V.9.2 Procedimiento para una Llamada Simple de conmutación de circuito.

conmutación. El mensaje de SETUP incluye el número destino, una identificación de canal, que especifica que canal B se utilizará, y cualesquiera servicios de red o facilidades solicitadas.

El mensaje de SETUP dispara dos actividades en la central de conmutación. En la primera, valiéndose de señalización interna, la central de conmutación manda un mensaje a través de la red que permite el enrutamiento de la llamada y la asignación de recursos para la misma. Segundo, la central envía un mensaje de CALL PROC, indicando que se está llevando a cabo el establecimiento de la llamada. La central también puede requerir más información del usuario (a través del SETUP ACK y INFO). Cuando el mensaje de control interno alcanza la central remota, envía un mensaje de SETUP al teléfono llamado. El teléfono llamado acepta la llamada enviando un mensaje de ALERT a la red y generando un tono de llamada. El mensaje de ALERT se transmite hacia el teléfono llamante. Cuando el usuario llamado levanta el auricular, el teléfono envía un mensaje de CONN a la red. La central envía un mensaje de CONN ACK a su usuario y envía el mensaje de CONN a la central llamante, y ésta a su vez, lo envía al teléfono llamante. En este momento, el circuito de canal B está disponible para los teléfonos llamante y llamado.

Debido a que el proceso de establecimiento de llamada utiliza señalización de canal común, no se perjudican otros canales, y el hecho de que los canales B estén ocupados no impide que se utilice el canal D. Por ejemplo, aún si todos los canales de usuario estuvieran asignados a circuitos, una llamada entrante sería presentada al usuario a través del canal D; el usuario puede, si desea, poner una llamada en progreso en espera mientras utiliza el canal B correspondiente para la nueva llamada.

Una vez que se establece el circuito, se intercambian flujos de datos de 64 kbps full duplex entre dos usuarios finales. Se pueden transmitir mensajes de señalización adicionales, tales como información de llamada, durante este periodo.

El fin de la llamada comienza cuando uno de los usuarios telefónicos cuelga. Esto ocasiona que se envíe un mensaje de DISC del teléfono a la central. Esta responde con un mensaje REL, y cuando el teléfono envía un REL COM, se libera el canal B. En el otro extremo de la interfaz teléfono-red, se llevan a cabo acciones similares.

CAPITULO VI

EL CONTROL DE FLUJO

VI. EL CONTROL DE FLUJO

El control de flujo es una técnica para asegurar que el transmisor no sature al receptor con datos. En el receptor se encuentra generalmente un buffer de una longitud fija. Cuando se reciben los datos, el receptor realiza una serie de operaciones sobre los datos, tales como revisar el encabezado y quitarlo, antes de que puedan pasar al usuario. Si no hubiera control de flujo, el receptor podría sobresaturarse de nuevos datos mientras aún procesa los datos anteriores.

Para el control de flujo en ausencia de errores se toma el modelo que se ilustra en la fig. VI.1a. En la figura observamos la transmisión de bloques de datos conocidos como PDU's (Unidades de Datos de Protocolo), y cuyo nombre nos dice que la naturaleza del bloque depende del protocolo utilizado. Estos bloques de datos reciben distintos nombres de acuerdo al sistema del que estemos hablando, por ejemplo en X.25 nivel 2 y LAPD se denomina trama; en el Sistema de Señalización No. 7 se utiliza el término unidad de señal; y en el nivel 3 de X.25 se conoce como paquete (ver fig. VI.2). Suponemos que todos los PDU's se transmiten y reciben sin errores, es decir, ningún PDU se pierde y tampoco se reciben con errores. Además, los PDU's se reciben en el mismo orden en que fueron enviados, aunque con cierto retraso aleatorio.

VI.1 EL CONTROL DE FLUJO DE PARAR-Y-ESPERAR

La forma más simple de control de flujo se conoce como "control de flujo de parar y esperar". El proceso es el siguiente: el emisor transmite un PDU y cuando llega al receptor, éste envía un acuse de recibo del PDU que recibió indicando su disponibilidad de aceptar otro PDU. El emisor debe esperar a que le envíen el acuse de recibo antes de poder transmitir otro PDU. De esta forma, el receptor puede detener el flujo de datos, simplemente reteniendo el acuse de recibo. Este procedimiento funciona bien cuando se trata de bloques continuos de información, pero a menudo un mensaje se descompone en varios bloques que se transmiten uno tras otro. Esto se hace por las siguientes razones:

- La limitación del tamaño del buffer
- En una línea multipunto, tal como LAPD, es recomendable no permitir que una estación ocupe la línea durante un largo periodo, lo cual ocasionaría retrasos a otras estaciones.
- En una red compartida, como sería una red de conmutación de paquetes X.25, se impone un tamaño máximo de paquete.

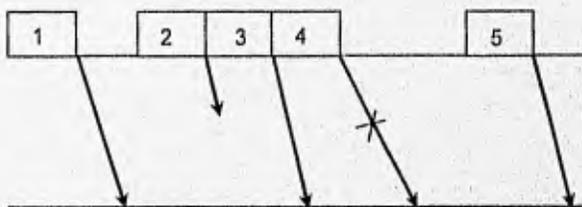
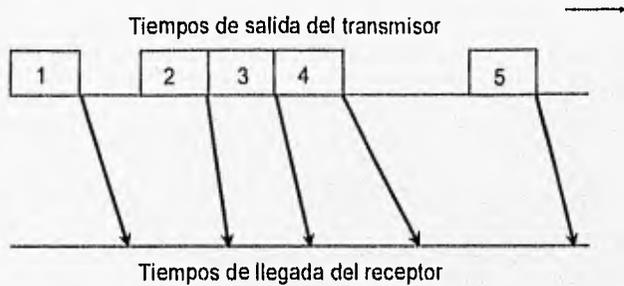


FIG. VI.1 Modelo de Transmisión de Tramas

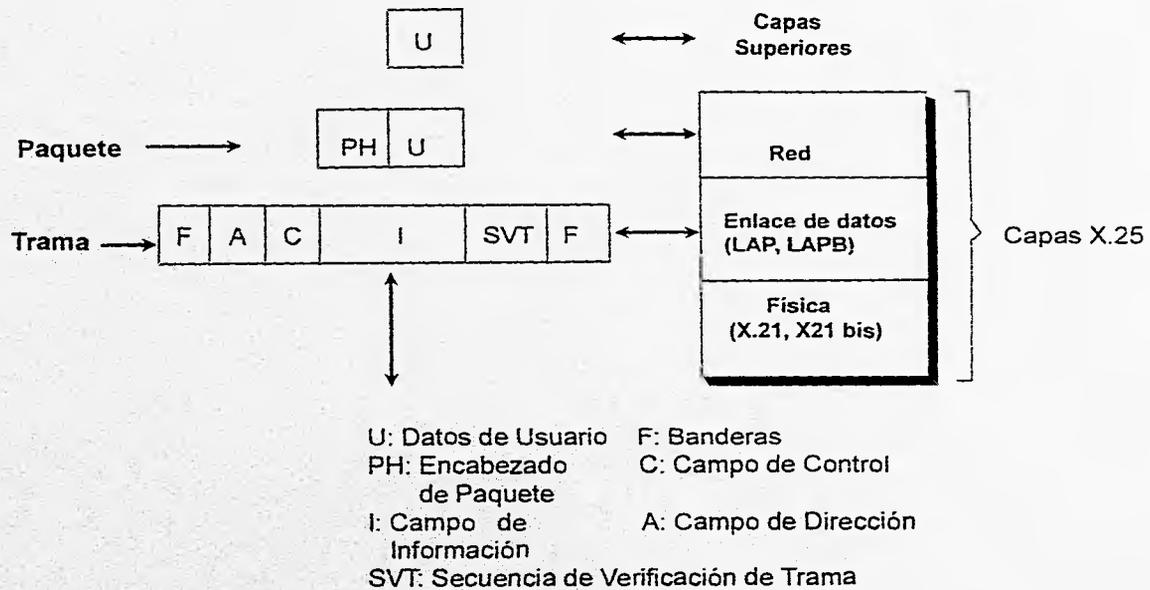


FIG. VI.2 Capas X.25 y Unidades de Datos de Protocolo

-Entre más larga sea la transmisión es más probable que existan errores y se necesita retransmitir el bloque completo. Con bloques pequeños los errores se detectan más fácilmente y se necesita retransmitir menos cantidad de datos.

El problema cuando se transmiten múltiples PDU's de un sólo mensaje es que sólo un PDU puede estar en tránsito a la vez. Cuando la longitud de bit del enlace es mayor que la longitud del PDU surgen serias ineficiencias. Esto lo podemos ver en la fig. VI.1.1. Podemos observar que el tiempo de transmisión (el tiempo que tarda una estación en transmitir un PDU) se normaliza a uno, y el retardo de propagación (el tiempo que tarda un bit en ir del emisor al receptor) se expresa como la variable a . Nótese que la mayoría del tiempo, la línea se encuentra desocupada.

VI.2 EL CONTROL DE FLUJO DE VENTANA DESLIZANTE

La eficiencia se puede mejorar permitiendo que muchos PDU's estén en tránsito al mismo tiempo. Tenemos dos estaciones, A y B, conectadas en un enlace full duplex. El receptor tiene un buffer que acepta n PDU's a diferencia del anterior que sólo permitía un PDU. De esta forma, B puede aceptar n PDU's y A puede enviar n PDU's sin esperar acuse de recibo. Para mantener un registro de los PDU's enviados, cada uno tiene un número de secuencia; la forma en que B acusa de recibido un PDU es enviando un acuse de recibo del siguiente PDU esperado. Este acuse, implícitamente dice que B está listo para recibir los siguientes n PDU's, comenzando con el número especificado. En este esquema, A mantiene una lista de los PDU's que puede enviar y B una lista de los PDU's que puede recibir. A esta operación se le conoce como "control de flujo de ventana deslizante".

Algunos comentarios importantes se presentan a continuación.

El número de secuencia ocupa un campo y por lo tanto es de longitud limitada. Dado un campo de longitud k -bits, el número de secuencia va de 0 a $2^k - 1$. El tamaño máximo de la ventana se encuentra en el rango de $n \leq 2^k - 1$.

En la fig. VI.2.1 podemos observar un ejemplo de este mecanismo. Se supone un campo de número de secuencia de 3 bits y tamaño máximo de ventana de 7. En un principio, A y B tienen ventanas que indican que A puede transmitir 7 PDU's. Después de transmitir tres PDU's sin acuse de recibo, A encoge su ventana a cuatro PDU's. Cuando se recibe el acuse del PDU 2, A puede transmitir otra vez 7 PDU's.

La fig. VI.2.2 muestra la mejora en eficiencia de este mecanismo con respecto al modelo de "parar y esperar" que se tiene en la fig. VI.1.1. Si el número máximo de ventana, n , es un poco mayor que el doble del retraso de propagación de viaje redondo ($n > 2a+1$), el enlace se aprovecha al máximo. Aún con tamaños menores de ventana, la eficiencia es muy superior al modelo anterior.

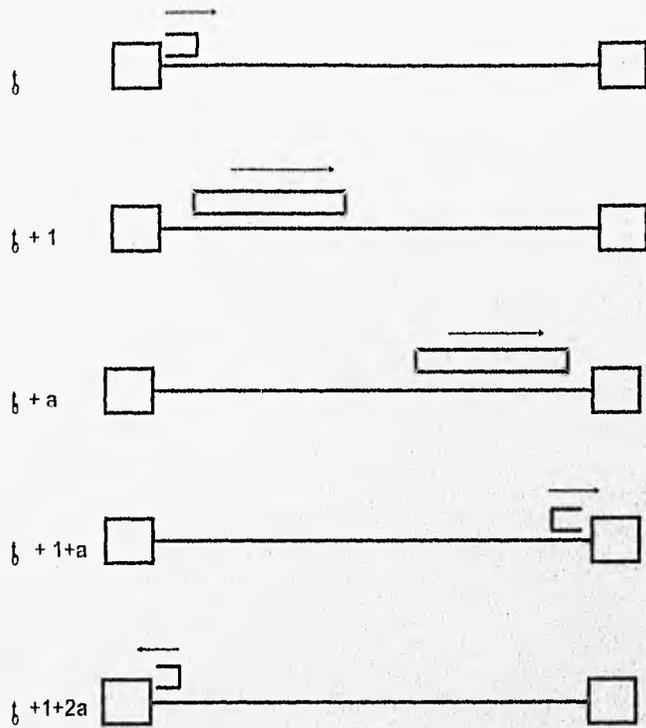


FIG. VI.1.1 Utilización del enlace a través del método de control de flujo de 'Parar-y-Esperar'

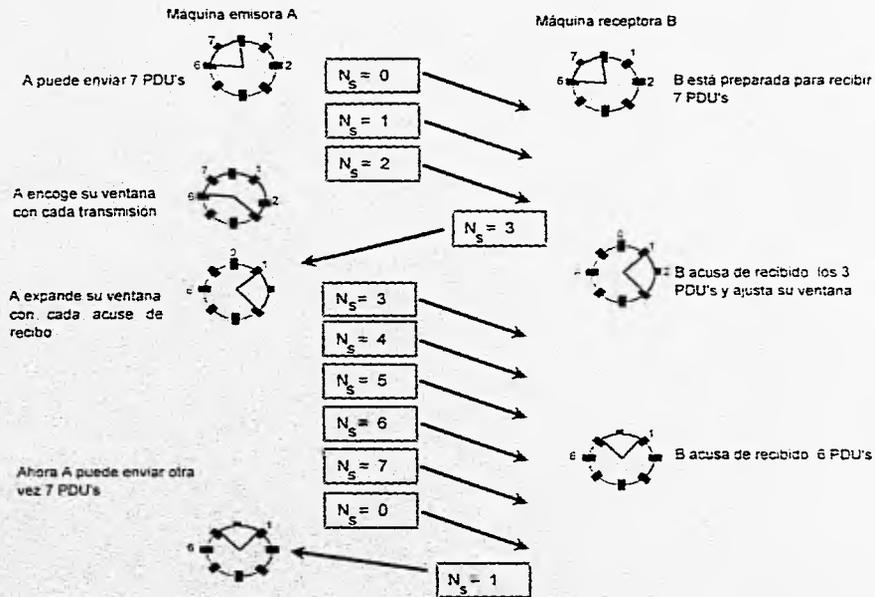
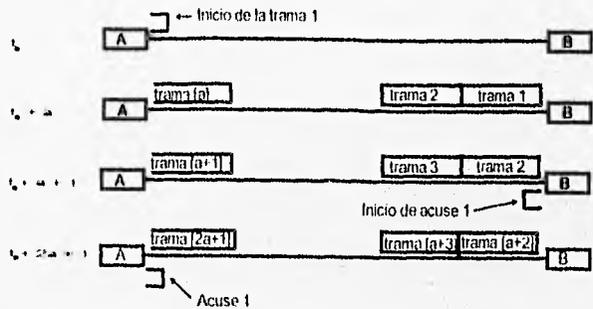
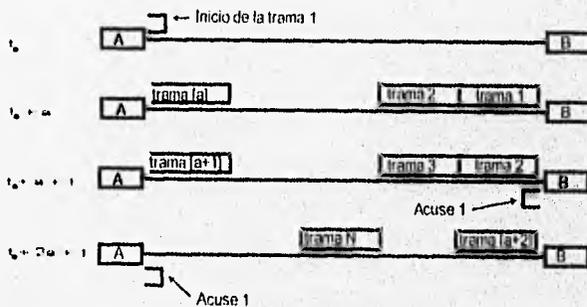


FIG. VI.2.1 Ejemplo de Control de Flujo de Ventana-deslizante



(a) $N > 2a+1$



(a) $N < 2a+1$

$\lceil x \rceil$ = El más pequeño entero mayor que o igual a x

FIG. VI.2.2 Temporización de un Protocolo de Ventana-deslizante

Este mecanismo realmente provee de una forma de control de flujo, puesto que el receptor sólo puede acomodar 7 PDU's después de que se ha recibido el acuse de recibo del PDU 1. Para complementar esto, algunos protocolos permiten que una estación corte completamente el flujo de PDU's del emisor enviando un mensaje de Recepción No Lista (RNR), el cual acusa de recibidos los primeros PDU's pero impide la transferencia de más PDU's. De esta forma, RNR 5 significa: "Recibí todos los PDU's hasta el número 4 pero ya no acepto más". Más adelante, la estación debe enviar un acuse de recibo normal para reabrir la ventana.

Hasta este momento se ha discutido la transmisión en un sólo sentido, enseguida veremos que sucede cuando se trata de transmisión bidireccional.

Cuando dos estaciones intercambian datos, cada una necesita mantener dos ventanas, una para transmitir y otra para recibir, y cada lado necesita enviar datos y acuses de recibo a la otra parte. Para proporcionar un soporte eficiente para este requerimiento se tiene una característica importante conocida como "piggybacking". Cada PDU de datos incluye un campo que contiene el número de secuencia de ese PDU y además otro campo que contiene el número de secuencia que se usa para el acuse de recibo. De esta forma, si una estación tiene que enviar datos y un acuse de recibo, manda los dos juntos en un PDU, ahorrando capacidad de comunicación. Claro que si no tiene datos para enviar, el acuse de recibo puede enviarse en un PDU de acuse de recibo. Si la estación sólo tiene datos para enviar, entonces debe transmitir el último acuse de recibo que remitió. Esto se debe a que el PDU de datos incluye un campo para el acuse de recibo y debe contener algún valor. Cuando una estación recibe un acuse de recibo duplicado, simplemente lo ignora.

VI.3 DETECCION Y CORRECCION DE ERROR

EMPEORAMIENTOS DE SEÑAL

Cualquier transmisión de datos esta expuesta a errores, y algunos de los siguientes empeoramientos de señal pueden alterar los datos contenidos en un PDU:

Atenuación: La fuerza de la señal decrece con la distancia sobre cualquier medio de transmisión. Con suficiente atenuación puede ser muy difícil recuperar los datos de la señal recibida.

Distorsión de atenuación: La atenuación es una función creciente de la frecuencia. Por esta razón, las componentes de frecuencia de una señal se afectan de diferente forma, lo cual produce distorsión en la señal.

Distorsión de retraso: La velocidad de propagación de una señal a través de un medio cableado varía con la frecuencia; la velocidad tiende a ser mayor cerca de la frecuencia central y decae en los dos límites del ancho de banda de la señal. Esto ocasiona que la energía de un tiempo de bit se propague a las ranuras de tiempo de los contiguos, fenómeno que se conoce con el nombre de interferencia intersímbolo.

Ruido: El ruido es una señal indeseada que se combina con la señal que queremos recibir, y por lo tanto, la distorsiona. Existen diferentes clases de ruido como el ruido térmico, de internodulación, diafonía y ruido de impulso.

Colisiones: En un enlace multipunto, cuando dos estaciones transmiten al mismo tiempo, sus señales se traslapan y ninguna llega exitosamente a su destino.

Debido a estos empeoramientos, una entidad de protocolo (tal como LAPD, X.25 nivel 2, SS7 nivel de enlace de señalización) puede recibir un PDU en el cual algunos bits estén cambiados. De esta forma, se necesita de un mecanismo de detección de error para impedir que se entreguen datos erróneos al usuario.

La característica más importante del ruido en los sistemas de comunicaciones es la relativamente larga duración de las perturbaciones. Una ráfaga de ruido de 0.01 segundo de duración es muy común y suena como un simple click durante una conversación. Si la ráfaga de 0.01 segundo ocurre durante una transmisión de datos de 9600 bps, el simple click significa la pérdida de 96 bits de datos. Así, cuando el ruido afecta una transmisión de datos, generalmente afecta una gran cantidad de bits. Los periodos de alta tasa de error van seguidos, generalmente, de periodos relativamente largos de recepción de datos de baja tasa de error. De esta forma, la tasa de error típica en una hora es de 1 bit de error en 100,000 bits recibidos. La naturaleza de "ráfaga" de los errores en los sistemas de telecomunicaciones es muy importante cuando se considera la detección de error.

CONTROL DE ERROR

El control de error se refiere a los mecanismos para detectar y corregir errores que ocurren en la transmisión de PDU's. En la fig. VI.1b se ilustra un modelo de transmisión con errores. Como se dijo antes, los PDU's se envían uno de tras de otro y se reciben en el mismo orden en que fueron enviados, además de que llegan con una cierta cantidad aleatoria de retraso. Pero en esta ocasión, existe la posibilidad de dos tipos de errores:

-Pérdida de PDU's: Un PDU no llega a su destino. En el caso de una red, ésta puede simplemente no entregar el paquete. Cuando se trata de un enlace punto a punto, una ráfaga de ruido puede dañar de tal forma a la trama que el receptor no se da cuenta que le fue enviado un PDU.

-Daño de PDU's: El PDU llega pero con cierto número de bits alterados.

DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES

Las técnicas más comunes para control de error se basan en lo siguiente:

-**Detección de error:** El receptor detecta y descarta los PDU's dañados usando diferentes técnicas como verificación de paridad, códigos cíclicos, etc.

-**Acuse de recibo positivo:** El receptor envía un acuse de recibo de los PDU's recibidos y libres de errores.

-**Retransmisión después de un cierto tiempo:** El emisor retransmite un PDU del cual no ha recibido acuse después de determinado tiempo.

DETECCION DE ERROR EN TRANSMISION (FORWARD ERROR DETECTION)

Los códigos de corrección de error se utilizan más bien en aplicaciones diferentes a la transmisión de datos, tales como radiodifusión, donde existe un transmisor y varios receptores; o en memorias de computadora. Se refiere a ellos como detección de error en transmisión, debido a que es el propio receptor quien lo corrige. Los códigos de detección de error se conocen como corrección de error en recepción (backward error correction), ya que el receptor realimenta con información al transmisor para que retransmita los datos que se recibieron erróneos.

EL CONTROL DE ERROR EN EL SISTEMA DE SEÑALIZACION N° 7 (SS N° 7)

EL SS N° 7 soporta dos formas de corrección de error. Regularmente se utilizan procedimientos de go-back-N, es decir, si se reciben MSU's (Message Signaling Unit; Unidad de Señalización de Mensaje) fuera de secuencia, el receptor envía una petición de retransmisión a partir del N'ésimo MSU. En los casos en que existen largos retrasos de propagación, como en los enlaces satelitales y enlaces terrestres largos, se utiliza un método conocido como "retransmisión cíclica preventiva". Este método hace uso del tiempo desocupado entre nuevos MSU's para retransmitir MSU's de los cuales no se ha recibido acuse.

VI.3.1 PARAMETROS DEL DESEMPEÑO DEL CIRCUITO DE COMUNICACIONES

Bit Error Rate (BER) (tasa de error de bit)

La tasa de error de bit (BER) es una medida de la calidad del circuito. El BER se obtiene de dividir el número de bits recibidos con error entre el número total de bits transmitidos durante un periodo de tiempo predefinido. Es decir,

$$BER = \frac{\text{Bit errores}}{\text{No. total de bits transmitidos}}$$

El BER es un indicativo del canal de extremo a extremo. Como ejemplo, durante los 70's la AT&T hizo una prueba en la red telefónica conmutada pública (PSTN) y determinó que una llamada típica de datos que transmitía a 1200 bps sobre esa red tendría una tasa de error de 1 bit por cada 10^5 bits. De esta forma, sin usar ningún método de detección y corrección de error, las comunicaciones a través de la PSTN tendrían un bit erróneo en cada 100,000 bits transmitidos.

Block Error Rate (BLER) (Tasa de error de bloque)

El BLER se utiliza para analizar la transmisión en la cual los datos están agrupados en bloques. Cuando se detecta un error de bloque se retransmite dicho bloque. Para este tipo de transmisión, el BLER proporciona un indicador más realista del desempeño del circuito que el que se obtendría del BER. Para comprender esto, consideremos el ejemplo de que ocurren errores de bit en dos circuitos, tal como se muestra en la figura VI.3.1. Aunque ocurren ocho errores de bit en la línea A y sólo cuatro en la línea B, probablemente la línea B tiene un BLER más alto debido a que los errores están más espaciados en el tiempo, afectando de esta manera a más bloques.

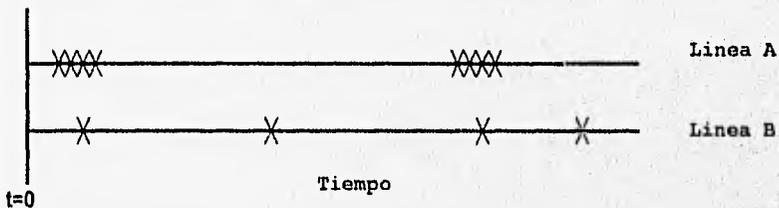


FIGURA VI.3.1 EL BLER EN DOS LINEAS DE COMUNICACION

El BLER se obtiene, similarmente al BER, dividiendo el número de bloques en los cuales existe uno o más bits con error entre el número total de bloques transmitidos. Es decir:

$$BLER = \frac{\text{bloques con uno o más bits con error}}{\text{bloques totales transmitidos}}$$

VI.3.2 TÉCNICAS DE DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERROR

Se ha desarrollado una variedad de esquemas de detección de error con el fin de mejorar la transmisión en las comunicaciones. Estos esquemas están basados típicamente en el tipo de transmisión, ya sea asíncrona o síncrona.

VI.3.2a) TRANSMISION ASINCRONA

La forma de control de error más común cuando se trata de transmisión asincrónica es el uso de un bit, conocido como bit de paridad, para la detección de errores. Debido a la proliferación de las comunicaciones a través de las PC's se han desarrollado métodos más sofisticados de detección de error los cuales se parecen mucho a los métodos empleados en la transmisión síncrona.

VERIFICACION DE PARIDAD

La verificación de la paridad de carácter, conocida también como verificación de redundancia vertical (VRC, por sus siglas en inglés), requiere que se agregue un bit extra a cada carácter para hacer que la cantidad total de 1's en el carácter sea impar o par, según estemos empleando verificación de paridad impar o verificación de paridad par. Cuando se emplea verificación de paridad impar, el bit de paridad se pone a 1 si el número de los bits de datos del carácter es par; o se pone a 0 si el número de 1's en los bits de datos del carácter es impar. Cuando se usa verificación de paridad par, el bit de paridad se pone a 0 si el número de 1's en los bits de datos de carácter es par; o se pone a 1 si el número de 1's en los bits de datos de carácter es impar.

Supongamos que el transmisor envía 101101100. La paridad es impar y todo está correcto. Suponiendo que el segundo y tercer bits (contando desde la derecha) se reciben con errores. Entonces el carácter recibido es 101101010. La paridad es todavía impar y las cosas parecen todavía bien a pesar del doble error. Con esto nos damos cuenta que la paridad en cada carácter sólo detecta el error que ocurre en un sólo bit (o tres, o cinco, etc.). Los errores que afectan dos (o cuatro, o seis, etc.) no son detectados. Este problema se presenta tanto en la paridad par como en la impar.

VERIFICACION DE BLOQUE

En este método, los datos se agrupan en bloques para su transmisión. Se genera un carácter "checksum" y se le suma al bloque transmitido y después el checksum se calcula otra vez en el receptor, usando el mismo algoritmo. Si los checksums coinciden, el bloque de datos recibido se considera libre de errores. Si por el contrario, no coinciden, el bloque se considera alterado y la estación receptora pedirá a la estación transmisora que retransmita el bloque.

Uno de los métodos más populares para verificación de bloque asíncronos viene incluido en el protocolo XMODEM, el cual se usa ampliamente en comunicaciones entre PC's.

VI.3.2b) TRANSMISION SINCRONA

La mayoría de los esquemas de detección de error que se emplean en transmisión sincrónica comprenden códigos geométricos o códigos cíclicos.

CODIGOS GEOMETRICOS

Los códigos geométricos combaten la deficiencia de la verificación de paridad extendiéndola a dos dimensiones. Esto comprende poner un bit de paridad en cada carácter individual así como en todo el bloque de caracteres. A este carácter de paridad de bloque se le conoce como carácter de "verificación de redundancia longitudinal (LRC, por sus siglas en inglés).

Considérese la transmisión de los seis caracteres de la fig. VI.3.2. Cada bit (excepto el más a la izquierda) en el carácter de verificación ha sido calculado para que él y los bits inmediatos superiores en los caracteres 1 al 5 totalicen una cantidad impar de uno's. Por ejemplo, el bit más a la derecha en el carácter de verificación es cero, porque tres de los bits más a la derecha en los caracteres arriba de él, son 1's, y por lo tanto, hay un número impar de 1's. En todos los caracteres, incluyendo el carácter de verificación, el bit más a la izquierda es un bit de paridad.

101101100	Carácter 1
110101111	Carácter 2
001110101	Carácter 3
111100010	Carácter 4
100010111	Carácter 5
010111100	Carácter de Verificación

FIG. VI.3.2 TRANSMISION MUESTRA.

Supongamos que el transmisor envía 101101100 (carácter 1). La paridad es impar y todo está perfecto. Suponiendo que los bits segundo y tercero (contando desde la derecha) se reciben con errores. El carácter recibido es 101101010. Las cosas parecen estar bien a pesar del doble error. Esta vez, sin embargo, se envía un carácter de verificación. El error descrito incrementa el número de 1's en la segunda columna de tres a cuatro (un número par) y decrementa el número de 1's en la tercera columna (contando desde la derecha) de cuatro a tres (excluyendo el carácter de verificación).

Cuando el carácter de verificación enviado por el transmisor se compara en el receptor con lo que resulta de sumar los 1's en las diferentes "columnas" de los caracteres recibidos, las posiciones segunda y tercera serán incorrectas. En el carácter de verificación calculado, el segundo bit contando desde la derecha deberá ser 1 para incrementar el número de 1's en esa columna de cuatro a cinco y el tercer bit deberá ser 0, debido a que el receptor sólo ha recibido tres 1's en esa columna. Por tal motivo, el

caracter de verificación calculado y el transmitido no coincidirán en las posiciones segunda y tercera, donde ocurrieron los errores.

No debemos creer que este método es infalible, por ejemplo consideremos el caso cuando los caracteres uno y tres se reciben con error en las posiciones de bit segunda y tercera. Ahora tendremos dos 1's más en la segunda columna y dos 1's menos en la tercera columna. El número de 1's en cada columna es tal que el caracter de verificación de bloque calculado por el receptor coincide con el enviado por el transmisor.

CODIGOS CICLICOS

Así en la misma forma que la verificación de paridad dentro del caracter es inútil frente a un doble error en el caracter, la paridad en las columnas (conocida como LRC) es insuficiente cuando ocurre un doble error en una columna. Existe una gran posibilidad de que ocurra un doble error en caracteres simultáneamente con doble error en las columnas, de tal manera que ni la paridad de caracter (VRC) ni la paridad de columna (LRC) indicarán la presencia de errores. Esto es un problema muy importante debido a que en los sistemas de transmisión de comunicaciones los errores ocurren en ráfagas.

Los sistemas de detección de error más efectivos en los sistemas de comunicaciones, con un mínimo de equipo (pero más que los sistemas VRC/LRC) son los sistemas CRC (Verificación de Redundancia Cíclica, por sus siglas en inglés). Los sistemas CRC se hacen comúnmente en un registro de corrimiento multisección, el cual se conecta a una compuerta OR-Exclusiva (XOR) cuya salida se realimenta a otras compuertas situadas entre las secciones del registro de corrimiento. Una compuerta XOR es aquella donde la salida es cero si las entradas son ambas cero o ambas 1. Si las entradas difieren, la salida de la compuerta XOR es 1.

La localización y cantidad de compuertas XOR varía para el CRC-12, CRC-16 y CRC-CCITT, los cuales son los CRC's más comunes.

Cuando se emplea un esquema de ciclo de detección de error de código polinomial, el bloque de datos es tratado como un polinomio de datos $D(x)$, el cual se divide entre un polinomio generado predefinido $G(x)$, dando como resultado un cociente polinomial $Q(x)$ y un residuo polinomial $R(x)$, es decir:

$$\frac{D(x)}{G(x)} = Q(x) + R(x)$$

Al residuo del proceso de división se le conoce como CRC y normalmente es de 16 bits de longitud o de dos bytes de 8 bits cada uno. El método de verificación CRC se usa en la transmisión síncrona en forma similar a como se emplea el checksum en el XMODEM, esto es, el CRC se suma al bloque de datos que se va a transmitir. El dispositivo receptor usa el mismo polinomio generador predefinido para generar su propio CRC basado en el

bloque de mensaje recibido y entonces el CRC generado "internamente" se compara con el CRC transmitido. Si los dos coinciden, el receptor transmite un acuse de recibo positivo (ACK) al dispositivo transmisor el cual no sólo informa al dispositivo distante que los datos fueron recibidos correctamente sino que también sirve para indicar al dispositivo que envíe el siguiente bloque de datos si aún existen bloques esperando. Si ocurrió un error, el CRC generado internamente no coincidirá con el CRC transmitido y el receptor enviará un acuse de recibo negativo (NACK) el cual le dice al dispositivo transmisor que reenvíe el bloque previamente transmitido (véase fig. VI.3.3).

CRC-CCITT

El CRC-CCITT se usa normalmente en transmisiones que utilizan el código de carácter EBCDIC. Básicamente, una función generadora $G(x)$ se "divide por" una cadena de datos de 1's y 0's, se descarta el cociente, y el residuo se transmite como el CRC. El número de bits en el CRC es igual al exponente más alto de la función generadora. La función generadora que se usa con EBCDIC es

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \quad \text{donde } x^0 = 1$$

Esta función tiene 16 bits o 2 bytes de tamaño. A estos dos bytes de CRC también se les llama "secuencia de verificación de bloque" (BCS, por sus siglas en inglés) o la secuencia de verificación de trama (SVT). Los caracteres EBCDIC correspondientes son conocidos como los caracteres de verificación de bloque (BCCs) o los caracteres de verificación de trama (FCCs).

Los exponentes identifican las posiciones de bit que contienen un 1. Por lo tanto, el $G(x)$ mencionado arriba puede escribirse como

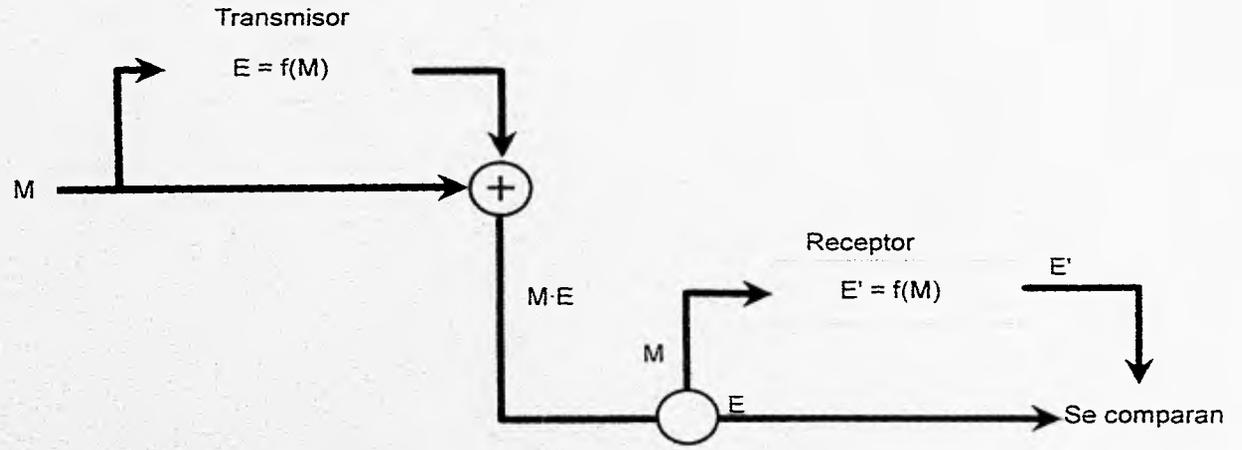
$$1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1$$

b_{16} b_{12} b_5 b_0

La "división" no se lleva a cabo de la manera normal. En la parte de la resta de la división, el residuo se obtiene a través de una operación OR-EXCLUSIVA en vez de usar una resta común. Por lo tanto, $G(x)$ se "dividirá" por otro número con igual cantidad de dígitos en un tiempo dado, no importando si $G(x)$ es más grande o más pequeño en valor.

EJEMPLO: Si el mensaje es $M(x) = x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
 $= 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1$

El bit menos significativo está en la extrema izquierda



M = Mensaje
 E, E' = Código de detección de error
 f = función de código de detección de error

FIG. VI.3.3 Detección de Error

VI EL CONTROL DE FLUJO

Por simplicidad usaremos $G(x)=x^5+x^4+x+1$. Primero multiplicamos $M(x)$ por el número de bits en el CRC [el mismo número que el exponente más alto de $G(x)$], por lo cual tenemos:

$$x^5 (x^7+x^5+x^4+x^2+x+1) = x^{12} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 = 1011011100000$$

Como podemos observar, cuando multiplicamos por x^5 al mensaje, lo que hacemos es un corrimiento del mensaje hacia la izquierda igual al número de bits del CRC.

El resultado se divide por $G(x)$

```

      1101011
110011)101101100000
      110011
      -----
      0111101
       110011
       -----
       00111010
        110011
        -----
        00100100
         110011
         -----
         0101110
          110011
          -----
          0111010
           110011
           -----
           01001 = CRC
    
```

El CRC se agrega al mensaje lo que nos da el siguiente tren de bits transmitido

1011011101001

En el receptor, este tren se "divide" por el mismo $G(x)$ usado por el transmisor, y si el residuo es cero, entonces no hay error.

DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES

```

          11010111
110011)1011011101001
          110011
          -----
          0111101
           110011
           -----
           00111010
            110011
            -----
            00100110
             110011
             -----
             0101010
              110011
              -----
              0110011
               110011
               -----
               000000    POR LO TANTO, NO HAY ERROR.

```

La tabla VI.1 lista cuatro polinomios generadores usados actualmente. El CRC-16 está basado en ANSI y se usa normalmente en los E.U. Además, es importante señalar que el Sistema de Señalización No. 7, el cual se utiliza en RDSI, también hace uso del CRC-16, al igual que Frame Relay, y es por ello que es necesario analizar dicho código para entender cómo se detectan y corrigen errores en una RDSI.

El CRC CCITT se usa generalmente en transmisiones en Europa, mientras que el CRC-12 se usa con códigos de transmisión de seis niveles y ha sido normalmente reemplazado por los polinomios de 16 bits. El CRC de 32 bits se emplea en LAN's y está definido por estándares del IEEE y de ANSI.

La columna de POLINOMIO en la tabla VI.1 indica el conjunto de bits del polinomio de 16, 12 ó 32 bits. Así, el polinomio CRC-16 está compuesto por los bits 110000000010001.

ESTANDAR	POLINOMIO
CRC-16 (ANSI)	$X^{16}+X^{15}+X^5+1$
CRC (CCITT)	$X^{16}+X^{12}+X^5+1$
CRC-12	$X^{12}+X^{11}+X^3+1$
CRC-32	$X^{32}+X^{26}+X^{23}+X^{22}+X^{16}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^8+X^7+X^5+X^4+X^2+X+1$

VI.3.3 UTILIZACION DEL CRC-4 EN EL CANAL CERO (0) DE LA TRAMA BASICA DE 2048 KBIT/S.

En esta trama los bits están numerados del 1 al 256, lo cual es resultado de los 32 canales, donde cada canal está formado por 8 bits. El primer bit del canal cero de esta trama se usa para proporcionar protección adicional contra la simulación de señal de alineación de trama, y para aumentar la capacidad de monitorización de errores.

La asignación de los 8 bits del canal cero la tenemos en la tabla VI.2.

Cuando en un enlace los equipos terminales no soportan el CRC-4 entonces el bit 1 del canal cero debe ponerse a 1 en ambos sentidos de la transmisión.

Cuando se utiliza el procedimiento CRC-4 se toman 16 tramas lo que se conoce como una multitrama (véase Tabla VI.3). Esta multitrama se divide en dos submultitramas (SMT) de 8 tramas cada una, denominadas SMT I y SMT II. La SMT constituye el bloque de verificación del CRC-4, es decir 2048 bits.

Numero del bit	1	2	3	4	5	6	7	8
Tramas alternadas								
Trama que contiene la señal de alineación de trama	S ₁	0	0	1	1	0	1	1
	Nota 1	Señal de alineación de trama						
Trama que no contiene la señal de alineación de trama	S ₁	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4				

TABLA VI.2 ASIGNACION DE LOS BITS 1 AL 8 DE LA TRAMA

DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES

Nota 1 - S_1 = bits reservados para uso internacional. Se ponen a 1 cuando no se usan.

Nota 2 - Este bit se pone a 1 para evitar simulaciones de la señal de alineación de trama.

Nota 3 - A = indicación de alarma. Normalmente se encuentra en 0 pero cuando ocurre una alarma se pone a 1.

Nota 4 - S_{a4} - S_{a8} = bits adicionales de reserva.

De la tabla VI.3 se observa que en las tramas que contienen la señal de alineación de trama (pares) el bit 1 se utiliza para colocar los cuatro bits CRC-4, C_1 a C_4 .

Por otra parte, en las tramas que no contienen la señal de alineación de trama se pone la señal de alineación de multitrama CRC-4 y los dos bits E de indicación de error.

La señal de alineación de multitrama CRC-4 es la siguiente: 001011.

Cuando en una SMT ocurren errores el bit E cambia de 1 a 0 para cada SMT con errores. Cuando los equipos no pueden utilizar los bits E se ponen a 1.

	Submultitrama (SMT)	Número de trama	Bits 1 a 8 de la trama							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Multitrama	I	0	C_1	0	0	1	1	0	1	1
		1	0	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		2	C_2	0	0	1	1	0	1	1
		3	0	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		4	C_3	0	0	1	1	0	1	1
		5	1	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		6	C_4	0	0	1	1	1	1	1
	7	0	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}	
	II	8	C_1	0	0	1	1	0	1	1
		9	1	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		10	C_2	0	0	1	1	0	1	1
		11	1	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		12	C_3	0	0	1	1	0	1	1
		13	E	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
		14	C_4	0	0	1	1	1	1	1
15		E	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}	

TABLA VI.3 ESTRUCTURA DE MULTITRAMA CRC-4

VI EL CONTROL DE FLUJO

Nota 1 - E = bits de error CRC-4

Nota 2 - S_{34} a S_{38} = bits de reserva

Nota 3 - C_1 a C_4 = bits de verificación por redundancia cíclica-4

Nota 4 - A = indicación de alarma distante

COMO SE REALIZA EL PROCESO CRC-4

Para obtener una palabra CRC-4 se multiplica el polinomio de la multitrama anterior por X^4 y el resultado se divide (en módulo 2) por el polinomio generador $X^4 + x + 1$. Es importante resaltar que cuando se representa el CRC-4 en forma de polinomio, el bit C_1 , situado tanto en la trama 0 como en la trama 8 se considera como el más significativo, y por lo tanto el bit C_4 será el menos significativo, ubicado en las tramas 6 y 14.

A continuación se detallan los procesos de codificación y decodificación CRC-4.

CODIFICACION CRC-4

- 1) Los bits CRC-4 de la SMT se sustituyen por CEROS binarios.
- 2) La SMT se somete al proceso de multiplicación/división mencionado anteriormente
- 3) Se almacena el resto del proceso de multiplicación/división, que queda listo para ser introducido en las posiciones de bit CRC-4 respectivas de la SMT siguiente.

DECODIFICACION CRC-4

- 1) Una SMT recibida se somete al proceso de multiplicación/división, después de extraerle los bits CRC-4 y reemplazarlos por CEROS.
- 2) Se almacena el resto de la división, y a continuación se compara bit a bit con los bits CRC-4 recibidos en la SMT siguiente.
- 3) Si el resto calculado por el decodificador corresponde exactamente a los bits CRC-4 recibidos en la SMT siguiente, se supone que la SMT verificada no contiene errores.

La fig. VI.3.4 muestra la implementación del CRC-4.

La entrada al registro de desplazamiento se representa como I y consiste de la SMT(N) con los bits C_1 a C_4 puestos a CERO. El polinomio generador es: $X^4 + x + 1$.

La SMT se introduce en serie (es decir bit a bit) en el circuito, comenzando por el bit $C_1 = 0$. Cuando se ha introducido en último bit de la SMT (es decir el bit 256 de la trama 7 o

DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES

de la trama 15), los bits CRC C_1 a C_4 están disponibles en las salidas 1 a 4. (La salida 1 proporciona el bit más significativo, C_1 , y la salida 4 el bit menos significativo, C_4). Los bits C_1 a C_4 se transmiten en la SMT siguiente, es decir en la SMT(N+1).

Nota: las salidas (1 a 4) se ponen a CERO después de cada SMT.

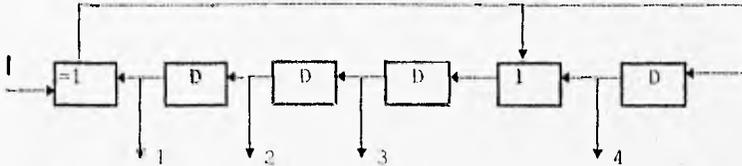


FIG. VI.3.4 IMPLEMENTACION DEL CRC-4

VI.3.4 IMPLEMENTACION DE UN CIRCUITO DE SECUENCIA DE VERIFICACION DE TRAMA (SVT) A TRAVES DE REGISTROS DE CORRIMIENTO

Se deben seguir las siguientes reglas:

- 1.-El registro contiene n bits, igual a la longitud de la SVT
- 2.-Puede haber hasta n compuertas OR-EXCLUSIVAS
- 3.-La presencia o ausencia de una compuerta corresponde a la presencia o ausencia de un término en el divisor polinomial $P(x)$

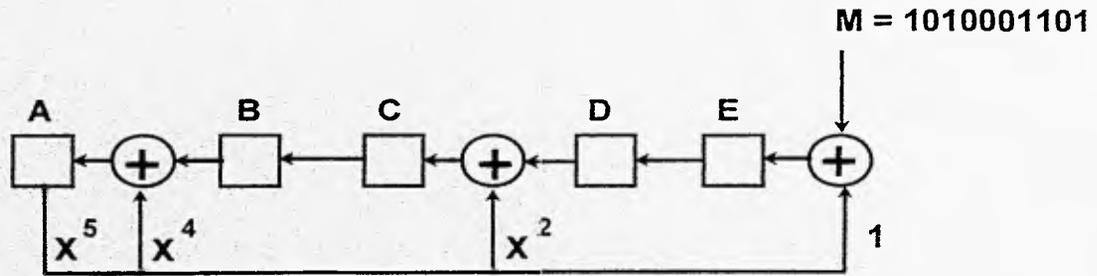
Por ejemplo: $M = 1010001101$; $M(x) = X^9 + X^7 + X^3 + X^2 + 1$
 $P = 110101$; $P(x) = X^5 + X^4 + X^2 + 1$

Nota: P es un bit más largo que la SVT, por lo tanto, en este ejemplo, si el número de bits de $P = 6$, entonces $SVT = 5$.

Del circuito de la fig. VI.3.5 podemos observar que hay cinco registros de desplazamiento lo que corresponde a una SVT de longitud 5.

Existen tres compuertas OR-EXCLUSIVAS que corresponden a cada uno de los tres últimos términos de $P(x)$.

A continuación en la fig. VI.3.6 se muestra otro ejemplo de un circuito formado con registros de corrimiento y compuertas lógicas para generar un CRC.



□ Registro de desplazamiento de 1 bit

⊕ Compuerta OR-Exclusiva

FIG. VI.3.6 Implementación de un circuito de SVT a través de registros de corrimiento.

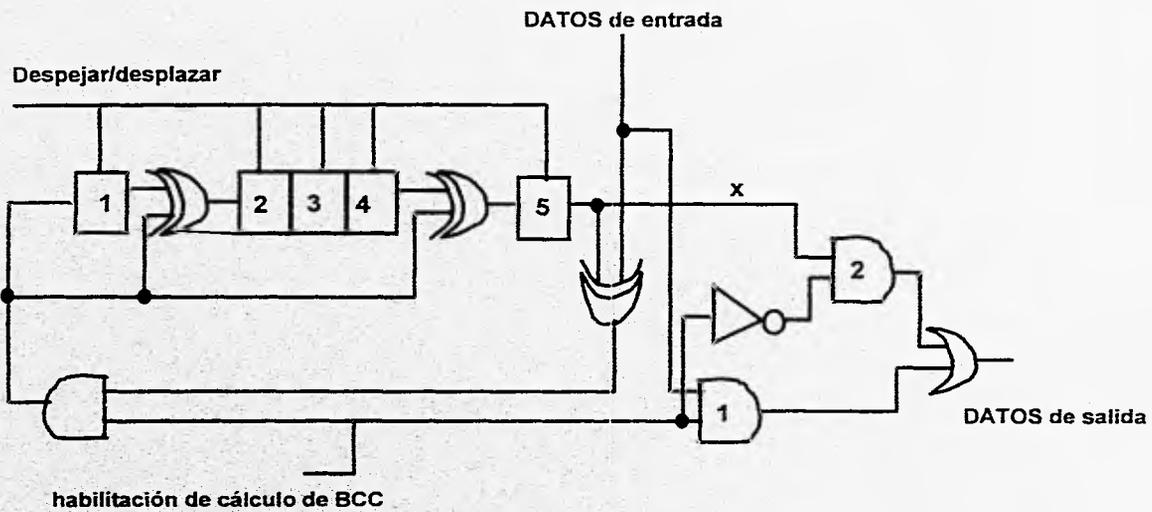


FIG. VI.3.5. Circuito generador de CRC

VI EL CONTROL DE FLUJO

OPERACION DEL CIRCUITO

Inicialmente, todos los flip-flops (cajas numeradas) del registro de desplazamiento se limpian y la habilitación de cálculo del BCC está en ALTO mientras se aplica el tren de datos. Durante este tiempo, los datos se sacan por la compuerta AND No. 1 (véase tabla VI.4).

Cuando el último bit de datos ha pasado, la habilitación de cálculo del BCC se mantiene en BAJO. Los caracteres BCC están en el registro de desplazamiento. Con la habilitación de cálculo del BCC en BAJO, el circuito se comporta como un registro de desplazamiento de 5 bits y, en los siguientes pulsos de reloj, el BCS se saca por la compuerta AND No. 2 (véase tabla VI.5).

TABLA VI.4 Valores en el registro de corrimiento del transmisor

FLIP-FLOPS	1	2	3	4	5	DATOS(IN)
DESPEJADOS INICIALMENTE	0	0	0	0	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 1	1	1	0	0	1	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 2	1	0	1	0	1	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 3	0	1	0	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 4	1	1	1	0	0	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 5	0	1	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 6	1	1	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 7	1	0	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 8 Este es el CRC que se transmite. El bit más a la derecha se remite primero.	1	0	0	1	0	

TABLA VI.5 Valores en el registro de corrimiento del receptor

FLIP-FLOPS	1	2	3	4	5	DATOS(IN) Incluyendo el CRC
DESPEJADOS INICIALMENTE	0	0	0	0	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 1	1	1	0	0	1	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 2	1	0	1	0	1	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 3	0	1	0	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 4	1	1	1	0	0	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 5	0	1	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 6	1	1	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 7	1	0	1	1	0	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 8	1	0	0	1	0	0 (1er. bit del CRC)
DESPUES DESPLAZAMIENTO 9	0	1	0	0	1	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 10	0	0	1	0	0	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 11	0	0	0	1	0	0
DESPUES DESPLAZAMIENTO 12	0	0	0	0	1	1
DESPUES DESPLAZAMIENTO 13 Todos cero, por lo tanto no existe error en la información.	0	0	0	0	0	0

VI.3.5 LA EFECTIVIDAD DEL CRC

La medida de la efectividad de cualquier código de detección de error depende del número de errores que detecta (véase tabla VI.6). En el caso del CRC, la efectividad se determina más fácilmente utilizando un modelo polinomial. Consideremos que se transmite un bloque $T(X)$. Algunos bits del bloque pueden verse alterados por los empeoramientos de señal. El patrón de errores puede representarse con otro polinomio $E(X)$. De esta manera, el patrón recibido es $T(X)+E(X)$. Si este patrón es divisible por $P(X)$, entonces los errores no serán detectados. Tenemos:

$$\frac{T(X)+E(X)}{P(X)} = \frac{T(X)}{P(X)} + \frac{E(X)}{P(X)}$$

TABLA VI.6 Efectividad de la Verificación de Redundancia Cíclica (CRC).

Tipo de error	Probabilidad de detección
Errores de 1 bit	1.0
Errores de 2 bits (separados o no)	1.0
Errores con un número impar de bits	1.0
Ráfaga de error de longitud menor de (n+1) bits	1.0
Ráfaga de error de (n+1) bits	$1-(1/2)^{n-1}$
Ráfaga de error de más de (n+1) bits	$1-(1/2)^n$

De esta forma, cuando el patrón recibido se divide por $P(X)$ producirá un residuo sólo si $E(X)$ produce un residuo. Inversamente, un error no se detectará si $E(X)$ es divisible por $P(X)$. Se puede mostrar que los siguientes errores no son divisibles por $P(X)$ y por lo tanto son detectables:

- Todos los errores de 1 bit
- Todos los errores de 2 bits, mientras que $P(X)$ tenga al menos tres términos
- Cualquier número impar de errores, mientras que $P(X)$ contenga un factor de $(X+1)$
- Cualquier error de ráfaga para el cual la longitud de la ráfaga sea menor que la longitud del divisor polinomial $P(X)$; esto es, menor o igual a la longitud del SVT.
- La mayoría de los errores de grandes ráfagas.

Puede estimarse que para un CRC-n y largos bloques de mensajes/verificación, la probabilidad de que un error no sea detectado se aproxima a 2^{-n} aún en el caso de una elevada tasa de error en los bits; para una tasa de error en los bits baja, la probabilidad es menor. La inexactitud resultante (en el CRC-4 sería de aproximadamente el 6% de bloques con errores no detectados, similarmente en el CRC-6 utilizado en T1 tendríamos un 1.6%) es tolerable.

VI.3.6 RAZONES PARA EL USO DE PROCEDIMIENTOS CRC

Según la Recomendación G.706 del CCITT, los procedimientos CRC pueden utilizarse para la protección contra una falsa alineación de trama y para la monitorización de errores de bits.

Con respecto a una falsa alineación de trama, los procedimientos CRC se utilizan en los receptores de señales múltiplex para prevenir una señal de tal naturaleza. Por ejemplo, en un terminal no vocal RDSI podría producirse una falsa alineación de trama, pero mediante la inserción de bits CRC, y su monitorización en el receptor, permite la detección de dicha señal.

CAPITULO VII

NORMALIZACION

VII.1 EL PROBLEMA DE LA ESTANDARIZACION

Uno de los aspectos más interesantes acerca de las computadoras es cómo intercambian información entre ellas. Notablemente, su comunicación es similar a la comunicación humana, porque como los humanos, las computadoras se comunican unas con otras a través de símbolos y convenciones. Los símbolos llamados *códigos*, proporcionan instrucciones a las máquinas para dirigir sus actividades e interacciones, y son similares a las palabras en los lenguajes humanos. Las convenciones son reglas de cómo interpretar los símbolos, similar a las reglas de gramática en nuestros lenguajes. La computadora utiliza estos códigos y convenciones para tomar decisiones de cómo procesar los datos del usuario.

El objetivo de las comunicaciones entre computadoras es apoyar la transferencia de información entre dos máquinas, tales como computadoras o terminales. Por ejemplo, imaginemos una PC recibiendo un archivo de una computadora remota, quizás la información del stock de un almacén. Para que ocurra este proceso, aparentemente simple, las computadoras y sus facilidades de comunicación deben realizar muchas acciones. Las dos máquinas deben aceptar los formatos de archivo (la forma en la cual los datos aparecen) de cada una, y deben acordar la sintaxis de los datos (texto, numérico, etc.) .Si una red interviene en la sesión entre las máquinas, debe saber acerca de sus características de comunicación (por ejemplo, en una típica línea telefónica, serían los procedimientos de marcación que cada máquina utiliza para conectarse a la red). Si los datos son importantes, se deben prever algunos medios para asegurar que ambas máquinas sepan que todos los datos se transfirieron sin problemas.

Las computadoras no realizan esta tarea tan fácilmente debido a su limitada "inteligencia". Por lo tanto, las computadoras se comunican usualmente sin ambigüedad sí:

- a) son instruidas (programadas) correctamente
- b) las señales de comunicación entre ellas no están distorsionadas; y
- c) las computadoras entienden la intención y significado de los símbolos de cada una.

Este último requisito presenta un formidable reto porque implica un alto grado de entendimiento y cooperación entre las máquinas.

En efecto, implica que las computadoras se comunican con un conjunto común de símbolos e, igualmente importante, una interpretación sin ambigüedades de esos símbolos. Implica el uso de estándares. Así, un estándar de comunicaciones establece límites en la forma en que las computadoras se comunican entre sí.

EL PROBLEMA DE LA ESTANDARIZACION

Debido a que un estándar impone límites, mucha gente piensa que un estándar no es atractivo. Después de todo, un estándar significa la adopción de una convención, con la consiguiente pérdida de libertad y flexibilidad.

Otros críticos de los estándares creen que su uso desalienta la nueva tecnología. Según ellos, esto se debe a que son desarrollados por comités cuyas decisiones, muchas de las veces, resultan en una decisión no ideal.

Si bien, estos puntos de vista tienen su verdad, sus seguidores probablemente no han experimentado la excitante aventura de intentar interconectar el hardware y el software desarrollados y vendidos por diferentes fabricantes. En la mayoría de los casos, los sistemas no se pueden comunicar unos con otros. Usualmente requieren una larga y costosa modificación, o la adquisición de un convertidor para "traducir" sus diferentes protocolos propietarios. Frecuentemente, el resultado de toda esta actividad para la Compañía es la pérdida de ingresos, oportunidades y productividad mientras sus técnicos pasan cientos de horas descifrando los detalles de los sistemas propietarios de los vendedores de equipo para hacerlos compatibles con los sistemas de la Compañía.

Los estándares no sólo facilitan la tarea de interconectar diferentes computadoras, también dan al usuario más flexibilidad en la selección de equipo y software permitiendo una elección de interfaces. Además, la aceptación y uso de un estándar usualmente conduce a bajar los costos a los consumidores porque un estándar ampliamente aceptado puede ser producido en masa y quizás implementado en chips VLSI.

Los estándares se clasifican generalmente como voluntarios, regulatorios, o una combinación de ambos, conocida como el uso regulado de estándares voluntarios. No es necesario que se apliquen los estándares voluntarios, pero los fabricantes los utilizan si consideran que les conviene. Un estándar regulatorio lo exige normalmente una agencia gubernamental y debe ser adoptado por ciertos grupos. La tercera categoría es un área en desarrollo y define un conjunto de estándares voluntarios que deben ser usados para satisfacer ciertas aplicaciones. Por ejemplo, el GOSIP de Estados Unidos encaja en esta última categoría.

VII.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES

Las organizaciones de estándares mundiales más importantes en telecomunicaciones son la Organización Internacional para la Normalización (ISO por sus siglas en inglés) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Un tercer organismo, pero sólo importante en lo que se refiere a normas para trabajo con satélites, es la Organización Internacional de Satélites de Telecomunicaciones, conocida como INTELSAT.

VII NORMALIZACION

Organización Internacional para la Normalización (ISO)

La ISO es una organización "voluntaria", formada y financiada por organizaciones nacionales de normalización (por ejemplo el Instituto Británico de Normalización, ANSI, etc.) de cada uno de los países miembros. Las actividades de ISO se originan principalmente de los comités de usuarios y fabricantes, en contraste con las compañías de telecomunicaciones (carriers) representadas en el CCITT. Tal como cada una de las organizaciones nacionales que la componen, ISO elabora normas o estándares para prácticamente todo, no sólo telecomunicaciones sino también el código de colores para el cableado eléctrico, y aún los tamaños estándares para papel (por ejemplo A3, A4, etc.). La organización tiene sub-comités, pero no se dedica a elaborar estándares partiendo de nada. Su función es más bien "pulir" estándares propuestos por los organismos miembros. De esta forma el estándar "ISO 8802" para LAN fue en un principio "IEEE 802", elaborado originalmente por el IEEE.

Un breve resumen del proceso de desarrollo de un estándar OSI es el siguiente:

- Se asigna una nueva propuesta a un Comité Técnico (Technical Committee [TC]) el cual genera un documento que contiene las características técnicas de la especificación. Este documento se conoce como borrador de trabajo (Working Draft [WD]).
- Se prepara un documento modificado como resultado de una revisión técnica y refinamientos editoriales en el WD. En este momento el WD se convierte en propuesta borrador (Draft Proposal [DP]).
- El TC y una Secretaría Central revisan la propuesta y la emiten como un estándar internacional borrador (Draft International Standard [DIS]). Para entonces, se han tomado en cuenta los principales comentarios y correcciones y el documento se lleva a un cuerpo miembro para su votación.
- El DIS se revisa y vota por los miembros y es eventualmente publicado como un estándar internacional (International Standard [IS]). Hasta aquí, se considera que el documento está técnica y editorialmente correcto y entonces se publica en francés, inglés y ruso.

Comité Técnico 97 (TC97). Se ocupa de la tecnología de la información. Por tal motivo, sus actividades afectan muchos de los productos y sistemas que se usan en la industria. La Tabla VII.1 resume los Subcomités de ISO (SC) y los Grupos de Trabajo (WG).

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

La UIT es una agencia de la ONU, responsable de supervisar todos los aspectos de las telecomunicaciones. La UIT está dividida en cinco partes permanentes, las cuales tienen sus oficinas generales en Ginebra, Suiza. La Secretaría General es responsable de la

137/10/89

**ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACION PARA LAS
TELECOMUNICACIONES**

administración total, finanzas y publicación de regulaciones, periódicos y "recomendaciones" técnicas (es el nombre que le da este organismo a los estándares). El IFRB (Comité Internacional de Registro de (radio)Frecuencias) actúa como "guardián de un fideicomiso público internacional", regulando la asignación de frecuencias en todo el mundo, previniendo de esta forma la interferencia entre radio "estaciones". El CCITT y el CCIR, son "comités consultivos" que generan normas técnicas para redes telefónicas/telegráficas (incluyendo redes de datos) y para radiocomunicaciones, respectivamente. CCITT significa "Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía", y CCIR "Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicación". La última parte de la UIT, establecida por la Reunión Plenipotenciaria en junio de 1989 es el BDT (Agencia de Desarrollo de Telecomunicaciones). El BDT tiene el mismo estatus que el CCITT y el CCIR y su meta es asegurar "cooperación técnica" y financiamiento para ayudar a los países menos industrializados a desarrollar sus redes de telecomunicaciones. Más de 150 países son miembros de la UIT y participan en el trabajo de los comités consultivos. Los delegados que participan en las reuniones individuales de los "grupos de estudio" no sólo son los operadores de las principales redes públicas, sino también asisten organizaciones científicas e industriales, compañías privadas y fabricantes de equipo. Los grupos de estudio generan "recomendaciones" completamente nuevas (es decir, sin estar basadas en normas iniciales) basados en las "contribuciones" de los delegados.

Las recomendaciones del CCITT se actualizan cada cuatro años y se publican en una serie de libros que se identifican por el color de sus pastas. En 1960 fueron rojos; 1964, azules; 1968, blancos; 1972, verdes; 1976, naranjas; 1980, amarillos; 1984, rojos otra vez; 1988, azules; 1992, blancos. Los Grupos de Estudio del CCITT se resumen en la Tabla VII.2.

La UIT se administra por medio de grandes reuniones plenipotenciarias celebradas cada cuatro años. Su constitución y estructura se revisa en cada reunión.

NOTA: La estructura de la UIT se modificó a partir de 1993. Una de las modificaciones que sufrió fue que las Secretarías de la IFRB y el CCIR se fusionaron para crear la nueva Oficina de Radiocomunicación (BR).

La UIT quedó estructurada básicamente en tres sectores:

- Sector de Radiocomunicaciones
- Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
- Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones

El sector de Radiocomunicaciones está compuesto de 5 áreas principales, cuyas actividades en conjunto, tienen como objetivo asegurar un uso racional, equitativo, eficiente y económico del espectro de radiofrecuencias y de la órbita de los satélites geostacionarios.

El sector de Normalización de las telecomunicaciones se responsabiliza de estudiar cuestiones técnicas, de explotación y tarifas, así como formular Recomendaciones al respecto para la normalización de las telecomunicaciones a escala mundial.

TABLA VII.1. Subcomités (SC) y Grupos de Trabajo (WG)

SC 2: Conjuntos de Caracteres y Codificación de Información
WG 1: Técnicas de extensión de código WG 2: Conjunto de caracteres gráficos de 2 bits WG 4: Conjunto de caracteres codificados para comunicación por texto WG 6: Funciones adicionales de control WG 7: Conjunto de caracteres codificados de 8 bits WG 8: Representación codificada de imágenes
SC 6: Telecomunicaciones e intercambio de información entre Sistemas
WG 1: Capa de Enlace de Datos WG 2: Capa de Red WG 3: Características de interfaz física WG 4: Capa de transporte WG 5: Arquitectura y coordinación de la capas 1-4
SC 18: Texto y sistemas de oficina
WG 1: Requerimientos de usuario WG 2: Símbolos y terminología WG 3: Estructura del texto WG 4: Procedimientos para el intercambio de texto WG 5: Preparación y presentación de texto WG 6: Preparación de texto y equipo de intercambio WG 7: Teclados para máquinas de oficina y equipo de procesamiento de datos WG 8: Texto
SC 20: Técnicas Criptográficas de Datos
WG 1: Algoritmos clave secretos y aplicaciones WG 2: Criptosistemas clave públicos y su uso WG 3: Uso de técnicas de encriptación en comunicaciones
SC 21: Recuperación, Transferencia y Manejo de Información de OSI
WG 1: Arquitectura OSI WG 2: Gráficos por computadora WG 3: Bases de datos WG 4: Manejo OSI WG 5: Servicios de aplicación específicos y protocolos WG 6: Sesión, Presentación y Elementos Comunes de Servicio de Aplicación

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE NORMALIZACION PARA LAS
TELECOMUNICACIONES

TABLA VII.2. Grupos de Estudio del CCITT

Número	Nombre
I	Definición, operación y calidad de aspectos de servicio del telégrafo, transmisión de datos y servicios telemáticos (facsimil, teletexto, videotexto, etc.)
II	Operación de la red telefónica y RDSI
III	Principios tarifarios generales, incluyendo la contabilización
IV	Mantenimiento de la transmisión de líneas, circuitos y cadenas de circuitos internacionales; mantenimiento de redes automáticas y semiautomáticas
V	Protección contra peligros y disturbios de origen electromagnético
VI	Planta exterior
VII	Redes de comunicación de datos
VIII	Equipo terminal para servicios telemáticos (facsimil, teletexto, videotexto, etc.)
IX	Redes telegráficas y equipo terminal
X	Lenguajes y métodos para aplicaciones en telecomunicaciones
XI	RDSI y conmutación y señalización en la red telefónica
XII	Desempeño de la transmisión en redes y terminales telefónicas
XV	Sistema de transmisión
XVII	Transmisión de datos sobre la red telefónica, incluyendo módems
XVIII	Redes digitales, incluyendo RDSI

Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC)

La IEC promueve la cooperación internacional para la elaboración de las normas eléctricas y electrónicas. Trabaja en forma similar a ISO, consiguiendo consenso internacional de opinión y proporcionando normas en nueve campos principalmente, siendo los más importantes para nosotros aquellos que se refieren a las telecomunicaciones, componentes electrónicos, equipo de telecomunicaciones y tecnología de la información. El IEC tiene el mismo estatus y trabaja en estrecha colaboración con ISO, cuyo interés principal está en campos no eléctricos.

VII NORMALIZACION

Organización Internacional de Satélites de Telecomunicaciones (INTELSAT)

INTELSAT está formada por los operadores de las principales redes públicas internacionales del mundo. Su propósito principal es desarrollar, proporcionar y operar servicios satelitales entre países. Como apoyo a estos objetivos desarrolla sus propios estándares específicamente para el servicio satelital (por ejemplo de una estación terrena a un satélite en el espacio, o para operación de "multiacceso").

VII.3 ORGANIZACIONES REGIONALES Y NACIONALES DE NORMALIZACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES

Comité Europeo de Normalización (CEN)

El CEN es el equivalente europeo del ISO. Formado por organismos de normalización nacionales de los países miembros, genera normas europeas, pero a diferencia de las normas de ISO, éstas son normas obligatorias para los países firmantes de CEN. CENELEC, una organización dependiente de CEN, es el equivalente europeo del IEC, y genera las normas europeas de electrotecnia.

Conferencia Europea para el Correo y las Telecomunicaciones (CEPT).

La Comisión de Telecomunicaciones (T Com) del CEPT fue, hasta 1988, tan importante como el CCITT, en el desarrollo de estándares europeos para telefonía, telegrafía y redes de datos, y muchas recomendaciones del CEPT han sido agregadas al CCITT, formando las recomendaciones básicas del CCITT. Sin embargo, en 1988, movido por los deseos de la Comunidad Económica Europea (CEE) para desarrollar rápidamente las interfaces de red necesarias para el establecimiento de una infraestructura de red Pan-europea, el CEPT decidió llevar todo su trabajo de desarrollo de estándares técnicos a una organización llamada ETSI (Instituto Europeo de Estándares para Telecomunicaciones, por sus siglas en inglés). Sin embargo, el CEPT aún existe pero como una organización de operadores de telecomunicaciones europeas públicas que discute estrategia y planeación mutua.

Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI)

Fundado con recursos de la CEE, el ETSI fue formado en Francia en 1988 para desarrollar las interfaces de red y otros estándares técnicos necesarios para una red de

ORGANIZACIONES REGIONALES Y NACIONALES DE NORMALIZACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES

telecomunicaciones homogénea y Pan-europea. Cuenta con más de 160 miembros de más de 20 países en el CEPT y la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA), así como miembros de la CEE. El trabajo técnico es llevado a cabo por personal de tiempo completo, además de operadores de redes públicas, fabricantes, asociaciones de comercio, usuarios, organismos de investigación y organismos nacionales de normalización. Además, se establecen diversas partidas voluntarias especiales para tratar asuntos prioritarios.

Los documentos técnicos producidos por el ETSI pueden ser de tres tipos:

- Estándares EN o ENV (Norma Europea). Necesitan ser propuestos para adopción formal por el CEN/CENELEC.

- Estándares ETS (Estándares Europeos de Telecomunicación). Son estándares voluntariamente aceptados y guías.

- Estándares NETs (Normas Europeas de Telecomunicaciones). Estos son los estándares más importantes, ya que son obligatorios a través de toda Europa para la aprobación de equipo terminal.

Asociaciones Europeas de Fabricantes de Computadoras (ECMA).

Es un consorcio de fabricantes europeos de computadoras, que trabajan voluntariamente para desarrollar estándares para interconexión de computadoras. Fue formado en 1961 como una organización no comercial para promulgar estándares para sistemas de procesamiento de datos y comunicaciones. La ECMA trabaja en coordinación estrecha con muchos de los Grupos de Estudio y Comités Técnicos del CCITT y de ISO. Sus primeros miembros fueron Compagnie des Machines Bull, La Corporación Europea de Comercio Mundial de IBM y la International Computers and Tabulators Limited, pero ahora engloba a todos los fabricantes de computadoras europeos.

Instituto Nacional Americano para la Normalización (ANSI).

Es una organización voluntaria nacional de estándares en los E.U.A., y es miembro de ISO. Es la "casa de pulimento" de los E.U. para estándares, la cual generalmente adopta estándares propuestos por pequeñas compañías y organizaciones dentro de los E.U. El código de caracteres para computadoras ASCII y los lenguajes de programación COBOL y FORTRAN han sido logros importantes de ANSI.

Asociación de Industrias Electrónicas (EIA).

Es una organización nacional de comercio que desarrolla estándares eléctricos principalmente para Norteamérica. El RS-232 y RS-449 usados entre equipo de cómputo

VII NORMALIZACION

han sido notables aciertos de EIA. Publica sus propios estándares y también remite propuestas a ANSI para su acreditación. El trabajo de la EIA está orientado al hardware. **Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).**

Esta es una organización profesional para ingenieros eléctricos de todo el mundo y sus oficinas centrales se encuentran en los E.U. Produce estándares profesionales y técnicos y códigos de conducta. Entre las publicaciones importantes del IEEE tenemos los estándares para LAN de IEEE en las series 802, publicadas por primera vez en 1983.

La estructura 802 es la siguiente:

- IEEE 802.1 Estándar de Interfaz de Capa Superior (HLI)
- IEEE 802.2 Estándar de Control de Enlace Lógico (LLC)
- IEEE 802.3 Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisión (CSMA/CD)
- IEEE 802.4 Token Bus
- IEEE 802.5 Token Ring
- IEEE 802.6 Red de Area Metropolitana (MAN)
- IEEE 802.7 Grupo Técnico Consultivo de Banda Ancha
- IEEE 802.8 Grupo Técnico Consultivo de Fibras Ópticas

VII.4 ORGANISMOS DE NORMALIZACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

En México existe la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) la cual se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1º de julio de 1992 y entró en vigor 15 días después de su publicación.

La LFMN está organizada en los siguientes títulos:

- [T1] Disposiciones generales
- [T2] Metrología
- [T3] Normalización
- [T4] Acreditación y certificación
- [T5] Verificación
- [T6] Incentivos, sanciones y recursos
- [T] Transitorios

La aplicación y vigilancia de la ley corresponde a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), con la colaboración de las Dependencias de la Administración Pública Federal (DEP's o DEP), en sus respectivas áreas de competencia.

ORGANISMOS DE NORMALIZACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

A continuación se presentan algunas definiciones de los instrumentos que se utilizan en la LFMN:

-Acreditamiento es el acto de reconocimiento, por parte de SECOFI, de los Organismos Nacionales de Normalización (ONN), Organismos de Certificación (OC), Laboratorios de Prueba (LP), Laboratorios de Calibración (LC) y Unidades de Verificación (UV).

-Certificación es el procedimiento que asegura que un producto, proceso, sistema o servicio (PPSS) se ajusta a las normas de organismos de normalización, nacionales o extranjeros.

-Normas Mexicanas (NMX) son normas de referencia, emitidas por ONN's, de observancia no obligatoria.

-Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son las expedidas por las DEP's, de observancia obligatoria.

Algunas de las funciones de las DEP's son expedir NOM's, certificar, verificar e inspeccionar que se cumplan las mismas, y constituir los Comités de Evaluación (CE) y los Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCNN).

Los CCNN reciben:

-Anteproyectos de NOM's elaborados por las DEP's, o presentados a éstas por personas en general;

-NMX's, en calidad de anteproyecto de NOM, por parte de los ONN a partir de los cuales elabora proyectos de NOM's. En general, para la elaboración de NOM's deben tomarse en cuenta las NMX's y las emitidas por organismos internacionales reconocidos por el gobierno mexicano.

COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE COMUNICACIONES Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION (CCNN-CTI)

El CCNN-CTI cubre los siguientes aspectos en materia de normalización:

Especificaciones técnicas, características de operación, evaluación y aseguramiento de la calidad de los sistemas, equipos, procesos, productos, procedimientos y métodos de prueba y homologación, empleados en las áreas, campos y disciplinas de las comunicaciones y las tecnologías de la información, así como sus aplicaciones a los servicios públicos y sistemas privados cuya responsabilidad normativa sea competencia del Estado por conducto de la SCT; entre otros: redes, sistemas y servicios de telecomunicaciones y radiodifusión; conectividad e interoperabilidad de redes; servicios de valor agregado, de investigación espacial, meteorología, y seguridad de las vías generales de comunicación y de la vida humana de los usuarios en general.

Este comité incluye cuatro subcomités consultivos nacionales de normalización:

VII NORMALIZACION

- Subcomité Consultivo Nacional de Normalización de Sistemas de Difusión (SCNN-SD)
- Subcomité Consultivo Nacional de Normalización de Telefonía, Datos y Servicios Postales (SCNN-TDSP)

- Subcomité Consultivo Nacional de Normalización de Servicios Satelitales, Telegráficos y Radiotelegráficos (SCNN-SSTR)

- Subcomité Consultivo Nacional de Normalización de Radiocomunicación (SCNN-R)

Y el Comité Consultivo de Telecomunicaciones (CCT)

Además, cuenta con un Grupo de Trabajo de Vinculación (GTV); presidido por el Coordinador de Ingeniería del Instituto Mexicano de Comunicaciones. Este es un órgano técnico de auxilio directo a la Presidencia y Coordinación del Comité.

VII.5 ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES NORMAS DEL CCITT QUE INVOLUCRAN RDSI Y COMUNICACION DE DATOS

ORGANIZACION DE LA SERIE I DEL CCITT

Bajo la dirección del Grupo de Estudio XVIII, el CCITT comenzó su liderazgo en la organización y desarrollo de estándares para RDSI. El primer conjunto de recomendaciones RDSI fue publicado en 1984 (libros rojos) y se actualizó en 1988 (libros azules). La última publicación fue en 1992 con los libros blancos.

A continuación se muestra la organización de la serie I:

I.100

- Conceptos Generales RDSI
- Estructura de la serie I
- Terminología
- Métodos generales

I.200

- Aspectos de servicio

I.300

- Aspectos de red

I.400

- Aspectos de interfaz usuario-red

ALGUNAS DE LA PRINCIPALES NORMAS DEL CCITT QUE INVOLUCRAN RDSI Y
COMUNICACION DE DATOS

I.500

-Interfaces para internetworking

I.600

-Principios de mantenimiento

Operaciones y otros aspectos

Otros grupos del CCITT también participan en el proceso de creación de estándares para RDSI. Por ejemplo, el Grupo de Estudio VII es responsable de las redes de comunicación de datos (Serie X) y el Grupo de Estudio XI trata con la conmutación y señalización de RDSI y la red telefónica (Serie Q). Por esta razón, varias recomendaciones la Serie I también se complementan con las series Q ó X.

**RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA DE SEÑALIZACION Nº 7 DEL
CCITT**

En la serie de recomendaciones Q.700-Q.795 se puede encontrar una visión global del sistema de señalización Nº 7 del CCITT, además de la descripción de sus diversos elementos funcionales y la relación entre ellos. En la serie Q.73X se describen los servicios suplementarios de las aplicaciones del sistema de señalización Nº 7 en la RDSI. También se puede encontrar información a cerca de la estructura de la red del SS Nº 7, así como las pruebas y mediciones aplicables al mismo. Así también, se trata la especificación de aspectos tales como la arquitectura del SS Nº 7, el control de flujos, y la norma general de compatibilidad que no están especificados en recomendaciones separadas y son aplicables al objetivo global del SS Nº 7.

SERVICIOS PORTADORES Y TELESERVICIOS

Los servicios portadores se definen en la recomendación I.210 y en la serie I.230. Se definen en términos de atributos de acceso, atributos de transferencia de información y atributos generales. Los atributos de acceso se refieren a cómo el usuario accesa a las funciones o facilidades de la red. Los atributos de transferencia de información son aquellas características asociadas con la transferencia de información a través de la red. Los atributos generales describen otras características del servicio, tales como servicios suplementarios, parámetros de calidad de servicio e internetworking.

Los teleservicios son servicios de valor agregado (VAS) que se pueden proporcionar además de los servicios portadores. Los teleservicios se describen en la recomendación I.240. Un teleservicio puede ser ofrecido a un usuario por otro usuario de la red o por la misma red.

VII NORMALIZACION

OTRAS NORMAS DEL CCITT QUE INVOLUCRAN COMUNICACION DE DATOS.

-Principios tarifarios	D.93, Serie D.200
-Red telefónica y RDSI, direccionamiento, ruteo, calidad de servicio, administración de red, ingeniería de tráfico	E.163-E.167, E.170-E.172, E.184, E.330, E.331, E.502
-Conexiones y circuitos telefónicos internacionales, medios de transmisión y sistemas de transmisión digital	Serie G.100, G.601, Serie G.700, Serie G.800, Serie G.900
-Protección contra Interferencias	K.20, K.22 y K.23
-Principios generales de mantenimiento	M.20, M.21, M.22, M.24, M.30, M.36, M.40, M.122, M.125, M.250, M.251, M.350, M.555, M.557, M.770 y M.782
-Calidad de la transmisión telefónica	P.31, P.56, P.66 y P.84
-Conmutación y señalización telefónica	Q.65, Q.71-Q.99, Q.120-Q.180, Q.251-Q.300, Q.310-Q.490, Serie Q.500, Serie Q.600, Serie Q.700, Q.920, Q.921, Q.930, Q.931, Q.932, Q.940
-Servicios telemáticos	T.70, T.90
-Comunicación de datos sobre la red telefónica	V.25, V.32, V.100, V.110, V.120, V.230
-Redes de comunicación de datos	X.1, X.2, X.10, X.15, X.21, X.21Bis, X.25, X.30, X.31, X.71, X.75, X.81, X.110, X.121, X.122, X.180, X.181, X.200, Serie X.300

CAPITULO VIII

APLICACIONES

VIII. APLICACIONES

VIII.1 USO DE RDSI y RUTEADORES PARA INTERCONECTAR REDES LAN

INTERFACES DE CONEXION LAN A LAN

Cuando se conectan dos segmentos de LAN, se necesita de un sistema que cuente con dispositivos que actúen como interfaz entre el cable de alta velocidad LAN y el enlace típicamente más lento de larga distancia. Este dispositivo presenta las siguientes características:

-El hardware necesario para acoplar la señalización eléctrica de ambos sistemas a enlazar.

-El software para examinar las tramas Ethernet o Token-Ring para su validación o tal vez para saber su destino.

Debido a la variedad de costos, necesidades de conexión, niveles de confiabilidad, etc., la industria ha desarrollado una diversidad de interfaces de conexión LAN a LAN, tales como servidores de acceso, sistemas de transferencia de información de área amplia (WATS, por sus siglas en inglés), o compuertas de correo electrónico, las cuales operan en un modo "cuando se necesitan". Lo anterior quiere decir que dichos dispositivos se conectan al circuito inter-LAN lo suficiente para efectuar la transferencia de información y después se desconectan, es decir, son dispositivos de tiempo parcial. En cambio existen organizaciones que requieren de enlaces de tiempo completo. Estos enlaces son necesarios cuando se deben actualizar y consultar bases de datos, manejar un alto volumen de mensajes o mover grandes archivos como gráficas, dibujos y otros tipos de imágenes. Dentro de esta última clasificación entran tres diferentes categorías de dispositivos: **repetidores**, **puentes** y **ruteadores**, cada una de las cuales tiene sus características específicas, costos y arquitectura asociada (véase fig. VIII.1).

RUTEADORES

Un ruteador es el dispositivo más avanzado y capaz que se utiliza para la conexión LAN a LAN. Un ruteador es más inteligente que un puente en el manejo de varios niveles de direccionamiento. En lugar de ver cada paquete o trama y tomar una decisión, un ruteador recibe paquetes o tramas especialmente dirigidos de los dispositivos en red. Los ruteadores contienen software que les permite discriminar tramas de acuerdo a la información contenida en los datos examinados. Los datos direccionados se apegan a protocolos específicos y que operan en el nivel de red del modelo OSI. Los programas de control del ruteador deciden qué trayectoria tomarán los paquetes de datos a su paso a través de los segmentos de LAN. Los ruteadores toman la información necesaria leyendo los propios paquetes de datos y aún llevando un seguimiento del desempeño de rutas alternativas entre los segmentos de LAN.

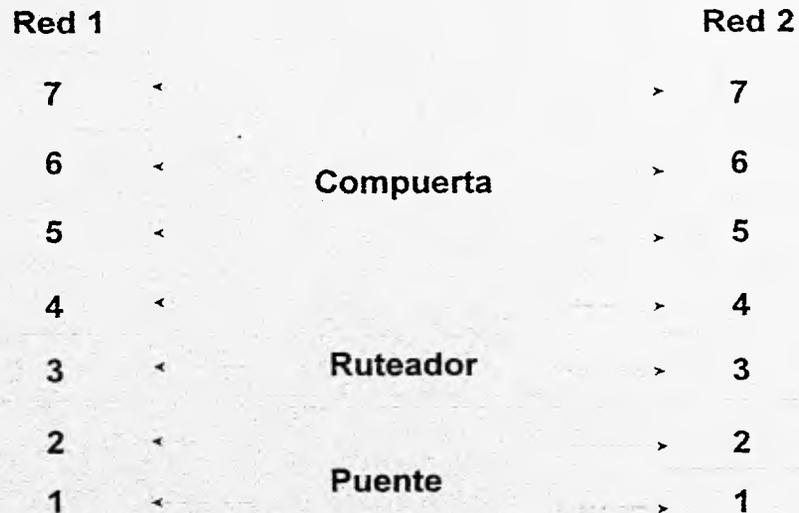


FIG. VIII.1 Forma de empleo de compuertas, ruteadores y puentes para interconectar dos redes a través de las distintas capas del modelo OSI.

VIII APLICACIONES

Los ruteadores pueden enlazar LAN's que utilizan diferentes protocolos de control de acceso al medio y de señalización, tales como Ethernet y Token-Ring, pero dichas LAN's deben de usar el mismo complejo software de direccionamiento de capa de transporte, tal como el IPX de Novell o la capa IP de los protocolos TCP/IP. Una desventaja de los ruteadores es que en cada trama analiza hasta la capa 3 del modelo OSI, lo que ocasiona retrasos en la comunicación.

Los programas en algunos ruteadores siempre toman el camino más corto entre dos puntos, y dichos dispositivos se conocen como **ruteadores estáticos**. Debido a que la información de ruteo se introduce manualmente, se requiere de mucha atención por parte de un administrador especializado. Otros productos más sofisticados son los **ruteadores dinámicos** que toman decisiones paquete por paquete basados en la información que reúnen de otros ruteadores y dispositivos de red, acerca de la eficiencia y confiabilidad de diferentes rutas entre los nodos fuente y destino.

A los ruteadores no les importa en que formato está una trama o paquete; solamente leen la dirección de subred, deciden la ruta y tal vez "envuelven" la trama o paquete en un "sobre" conveniente, tal como un paquete X.25 o Frame Relay. Sin embargo, los paquetes que se envían al ruteador deben apegarse a protocolos específicos de capa de red. Los fabricantes venden ruteadores que siguen los protocolos DECnet, IP, IPX, OSI, XNS, etc.

Existen algunos ruteadores que son multiprotocolo y permiten combinar protocolos como el DECnet y el IP en la misma red. El inconveniente de estos últimos es que no están estandarizados.

Se puede imaginar un ruteador como una PC en una red, equipada con una tarjeta adaptadora y además con programas de comunicaciones que le permiten enviar y recibir datos simultáneamente, a través de dos líneas telefónicas dedicadas. También corre software especial para inspeccionar los paquetes de datos que recibe.

En la fig. VIII.2 se tienen tres LAN interconectadas por medio de ruteadores y líneas dedicadas. Esta configuración se puede describir como tres ruteadores remotos conectados en anillo.

Las computadoras en cada segmento de LAN direccionan las tramas Ethernet o Token-Ring de capa MAC (Control de Acceso al Medio) hacia el ruteador cuando contienen paquetes destinados a locaciones en un segmento de LAN distante. Los ruteadores pueden filtrar paquetes basados en una lista específica de direcciones destino.

Cuando el ruteador recibe una trama, la cual tiene el formato de la fig. VIII.3, la verifica para saber a que tipo de protocolo se pega. El protocolo de ruteo se implementa a nivel de capa de transporte. El paquete puede estar formateado de acuerdo al estándar IP del protocolo TCP/IP.

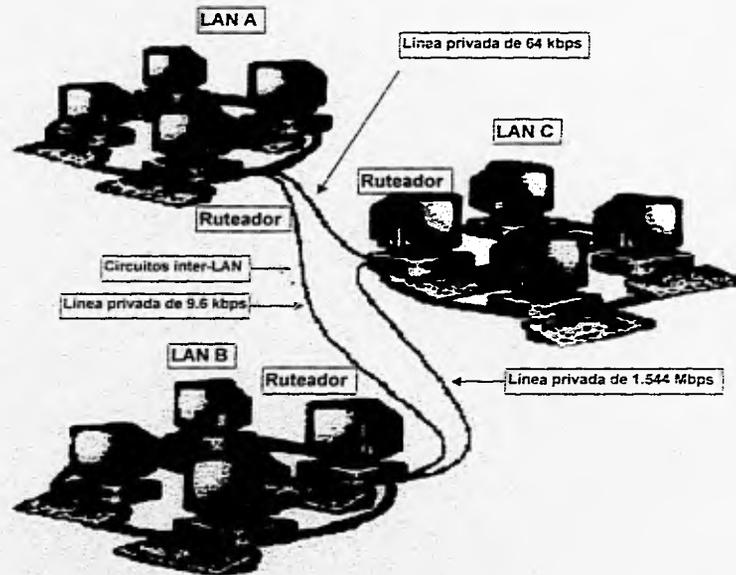


FIG. VIII.2

TRES RUTEADORES INTERCONECTADOS POR TRES CIRCUITOS DE DIFERENTE TIPO.

Como los ruteadores deciden las trayectorias que los paquetes deben tomar entre LAN's, pueden considerar la velocidad, costo y congestión de los circuitos tomando en cuenta la prioridad de las estaciones origen.

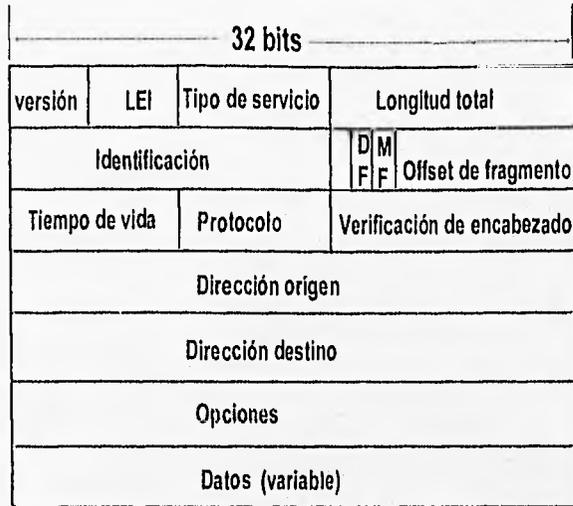


FIG. VIII.3 El protocolo IP puede encapsular muchos tipos diferentes de paquetes. El Protocolo de Información de Ruteo y el protocolo Open Shortest Path First ("Abre primero la Trayectoria más Corta") definen dos tipos de paquetes de ruteo que pueden estar dentro de un paquete IP.

De la fig. VIII.3 tenemos las siguientes definiciones:

Versión: indica la versión de IP usada.

LEI: (Longitud de Encabezado de IP) indica la longitud del encabezado del datagrama en palabras de 32 bits.

Tipo de servicio: especifica cómo le gustaría que se tratara al datagrama actual a un protocolo particular de capa superior. Se les puede asignar diferentes niveles de importancia a los datagramas.

Longitud total: especifica la longitud total del paquete IP, incluyendo datos y encabezado, en bytes.

Identificación: contiene un entero que identifica al datagrama actual. Este campo se usa para unir fragmentos de datagramas.

USO DE RDSI Y RUTEADORES PARA INTERCONECTAR REDES LAN

Banderas: (bit DF, bit MF y offset de fragmento) especifica si el datagrama puede ser fragmentado o si el fragmento actual es el último.

Tiempo de vida: Mantiene un contador que decrementa gradualmente a cero, que es cuando el datagrama es descartado.

Protocolo: indica qué protocolo de capa superior recibirá los paquetes entrantes después de que se haya completado el procesamiento IP.

Verificación de encabezado: Ayuda a asegurar la integridad del encabezado IP.

Dirección origen y destino: especifica los nodos origen y destino.

Datos: contiene información de capa superior.

El software en el ruteador considera factores tales como velocidad de transmisión, retraso de propagación (es decir, el tiempo que tarda un paquete en viajar de una LAN a otra LAN), retrasos de espera y costo.

Los protocolos de ruteo se pueden dividir en dos campos. Los primeros protocolos conocidos como protocolos de ruteo distancia-vector mandan los paquetes de acuerdo a la trayectoria más corta entre el origen y el destino, la que se obtiene con el menor número de "hops" o puntos de retransmisión. Los protocolos más nuevos son los protocolos de enlace-estado, en los cuales se mantiene una tabla completa de ruteo en cada ruteador y se toman decisiones basadas en la carga de tráfico, salida de bits, costo del circuito y prioridad de servicio asignada a los paquetes que van o vienen de una localidad específica. Intercambian sus tablas de direcciones sólo cuando es necesario, a diferencia de los primeros protocolos que lo hacen cada 30 segundos, siendo por lo tanto más eficientes.

PROTOS DE RUTEO ADECUADOS PARA RDSI

El modelo TCP/IP contiene dos protocolos, el SLIP (Protocolo Serial de Línea Internet) y el PPP (Protocolo Punto a Punto), para comunicaciones sobre líneas de comunicaciones seriales en las que no intervienen adaptadores, tales como módems u otro tipo de equipo terminal. Estos protocolos son adecuados cuando en la red se utiliza el protocolo IP.

RELACION RDSI-LAN

La RDSI está diseñada fundamentalmente como una WAN (Red de Área Amplia) y por lo tanto, no reemplazará a las LAN (en el corto plazo), en vez de ello se podría utilizar para interconectarlas. Por ejemplo, la compañía DEC ha introducido una tarjeta BRI para permitir a servidores MicroVax LAN tener acceso a la RDSI.

La conexión típica entre una PC y el sistema RDSI es a través de un puerto serial en un teléfono RDSI especial. Este teléfono convierte voz en datos (y viceversa) y proporciona

VIII APLICACIONES

una conexión puerto serial a 19.2 kbps. Esta velocidad es aceptable cuando se mandan datos por teclado a un mainframe, pero es muy baja para PC's en red. Para hacer la RDSI realmente útil se necesita una tarjeta adaptadora interna que puede soportar dos canales de 64 kbps.

EJEMPLO DE UN PRODUCTO COMERCIAL QUE UTILIZA RDSI Y RUTEADORES PARA CONECTAR REDES LAN

Una aplicación práctica del uso de dispositivos tales como ruteadores para interconectar redes LAN a través de RDSI, la ha desarrollado una compañía israelí llamada RND (Rad Network Devices) la cual desarrolla, fabrica y comercializa routers y bridges para conectividad LAN/WAN.

Esta empresa ha desarrollado una nueva filosofía de conectividad llamada CAR (Central Access Routing) que consiste en que para conectar una oficina central con sus sucursales sólo es necesario un ruteador central y pequeños nodos de acceso al router principal (véase fig. VIII.4). Con esto se evita la necesidad de técnicos calificados en cada sucursal, y representa un ahorro significativo en instalación y mantenimiento. Utilizan la compresión de datos en enlaces remotos, lo que incrementa el rendimiento y el ancho de banda hasta cuatro veces el promedio nominal. Cuando se conectan a través de servicios conmutados de WAN tales como RDSI, se tiene la opción de operación bajo demanda, en la cual la conexión sólo se realiza cuando hay necesidad de tráfico de datos.

El nodo de acceso a ruteador VAN-XS (véase fig. VIII.5) tiene una interfaz LAN Ethernet/IEEE 802.3 y soporta una interfaz integrada BRI para RDSI o X.25. Además cuenta con una interfaz WAN para la red pública conmutada para conexiones de respaldo cuando se utiliza una conexión principal RDSI. En la fig. VIII.6 se muestra un ruteador multiprotocolo OpenGate como centro de una red y los nodos de acceso VAN-XS en las sucursales, en lo que sería una topología en estrella. Este dispositivo también tiene opción de usar una expansión para convertir un puerto Ethernet en 8 o 16 puertos WAN y hasta en 8 canales B, lo cual se ilustra en la fig. VIII.7.

La fusión de canales duplica el ancho de banda que ofrece RDSI utilizando dos canales B de 64 kbps como un sólo canal de 128 kbps. Esto se logra a través de circuitería especial dejando el poder de procesamiento del CPU del VAN-XS para realizar otras tareas. Cuando se utiliza la compresión sobre conexiones RDSI, el ancho de banda puede llegar hasta 256 kbps.

El VAN-XS no requiere de configuración para la mayoría de las aplicaciones y tampoco requiere de conocimiento previo en protocolos de ruteo.

El VAN-XS proporciona filtros predefinidos para bloquear o permitir el paso de tráfico a base de protocolos. La seguridad en RDSI es a través del mecanismo de verificación de

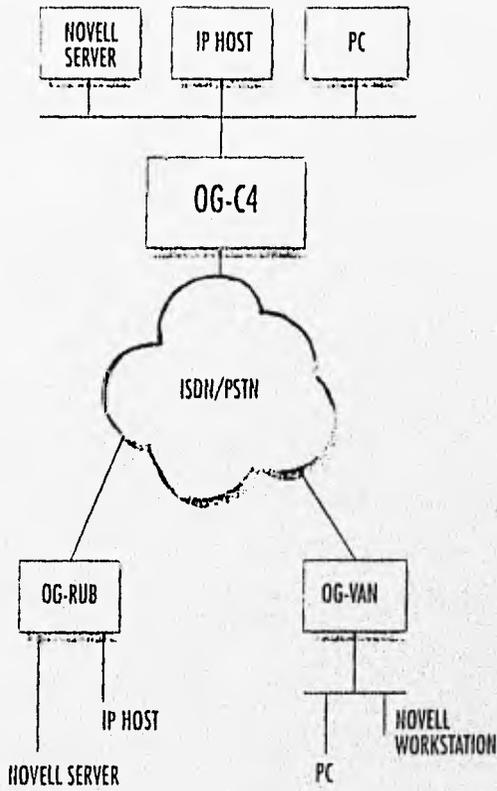
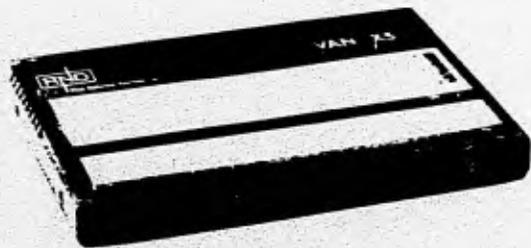


FIG. VIII.4 CONCEPTO CAR (RUTEO DE ACCESO CENTRAL)



Branch Office Interconnection

VAN-XS

ISDN/X.25 Router Access Node

FIG. VIII.5 NODO DE ACCESO A RUTEADOR VAN-XS

FIG. VIII.6 Ruteador Multiprotocolo OpenGate y equipos VAN-XS en una topología en estrella.

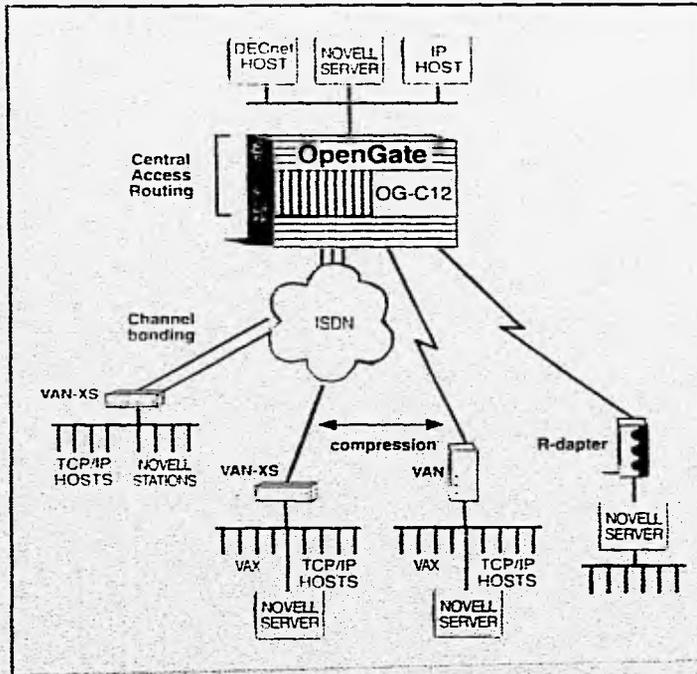
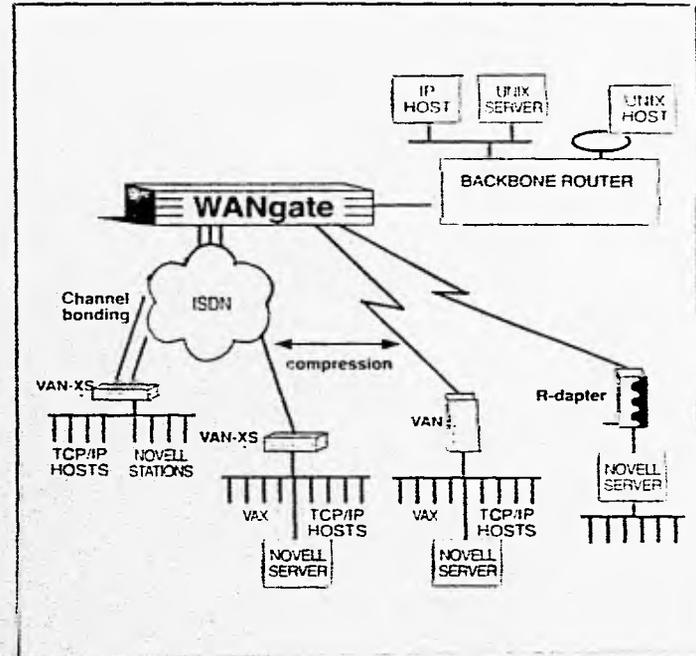


FIG. VIII.7 Opción de expansión del ruteador OpenGate



VIII APLICACIONES

identificación de llamada. Se pueden definir hasta 5 números telefónicos autorizados para hacer llamadas, para así comparar las llamadas entrantes con éstos y verificar el acceso antes de realizar la conexión real.

PBX RDSI

Otra aplicación son los PBX con acceso a RDSI, los cuales proporcionan una conexión al equipo terminal del usuario ya sea en configuración BRI de 1B+D o 2B+D. Este PBX también puede verse como un switch de datos dando un servicio tipo LAN (véase fig. VIII.8).

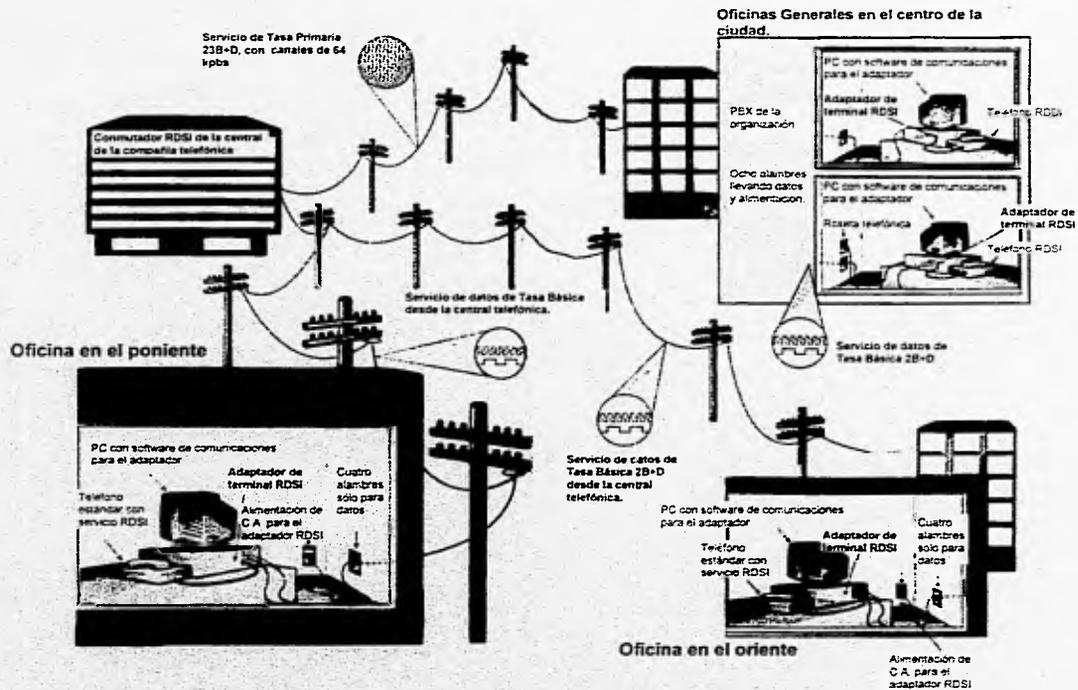


FIG. VIII.8

TRANSMISION DE VOZ Y DATOS DIGITALMENTE A TRAVES DE LINEAS CONVENCIONALES.

Se pueden enlazar localidades y las centrales telefónicas. Además, PC's equipadas con adaptadores y conectadas con teléfonos RDSI pueden proveer de dos conexiones que combinen voz y datos en el mismo escritorio.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Durante el diseño de un sistema de comunicación nos encontraremos siempre con limitaciones y exigencias, tales como la capacidad de manejo de información del equipo, tipo de cable y ancho de banda que soporta, tipo de información a manejar, medio ambiente, ruido, etc. Dentro de estas restricciones el ruido es de las que más preocupa al ingeniero, pues éste puede dañar o alterar significativamente la valiosa carga de todo sistema de comunicación: la información.

Dependiendo del tipo de comunicación de que se trate, ya sea asincrónica o síncrona, se utilizan distintos esquemas de detección y corrección de error.

Cuando se trabaja con comunicaciones asincrónicas el proceso de detección de error se conoce como verificación de paridad.

En el ambiente síncrono se conocen dos tipos de detección de error: códigos geométricos y códigos cíclicos (conocidos también como SVT's ó CRC's por sus siglas en inglés)

La simplicidad para su implementación, bajo costo, así como su efectividad han hecho de los códigos cíclicos los favoritos en los sistemas de comunicación síncronos, incluyendo la RDSI y el SS N° 7.

Durante el proceso de comunicación existen varias etapas, en las cuales se aplican distintos CRC's. Así, por ejemplo, en la trama LAPD se emplea el CRC-16, en un E1 se utiliza el CRC-4, en un T1 se ocupa el CRC-6, y así para diferentes estructuras y niveles de trama.

La naturaleza de ráfaga de los errores que se presentan en los sistemas de comunicaciones es importante cuando se pretende implementar un mecanismo de detección y control de error.

El CRC ha probado ser eficaz aún con altas tasas de error y la probabilidad de que un error no sea detectado por un CRC-n es aproximadamente de 2^{-n} (por ejemplo, en un E1, donde se utiliza el CRC-4, la probabilidad de no detectar un error es de aproximadamente $2^{-4} = 1.6\%$)

De lo anterior mencionado, el presente trabajo hace énfasis en el conocimiento de las SVT's a fin de que se tengan herramientas sólidas para su análisis e implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-"OSI"
'A model for computer communications standards'
Uyless Black
PRENTICE HALL (1991)
- 2.-"EL TELEFONO"
'Historia de las comunicaciones y los transportes en México'
SCT 1987
- 3.-"PULSE CODE MODULATION & DIGITAL TRANSMISSION"
G. H. Bennett
MARCONI INSTRUMENTS LIMITED
- 4.-"NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS DESIGN AND OPERATION"
Martin P. Clark
JOHN WILEY AND SONS
- 5.-"TELECOMMUNICATIONS"
'Voice/Data with fiber optic applications'
W. Tomas y V. F. Alisouskas
PRENTICE HALL
- 6.-"INTRODUCTION TO DIGITAL DATA COMMUNICATIONS"
Michael A. Miller
WEST PUBLISHING COMPANY
- 7.-"DIGITAL TELEPHONY"
John Bellamy
JOHN WILEY AND SONS
- 8.-"UNDERSTANDING DATA COMMUNICATION"
'From fundamentals to networking'
Gilbert Held
JOHN WILEY AND SONS
- 9.-"COMUNICACIONES Y REDES DE PROCESAMIENTO DE DATOS"
Nestar González Sáenz
McGRAW-HILL
- 10.-"ISDN AND BROADBAND ISDN"
William Stalling
McMILLAN 2ª EDICION
- 11.-"TELECOMUNICACION BASICA"
G. Langley
PARANINFO 1986

- 12.-Revista "RED"
Año V Agosto 1995
No. 59
Año V. Septiembre 1995
No. 60
Edit. RED, S.A. de C.V.
México.
- 13.-Revista "Telepress" Latinoamérica
Año 4 enero-febrero 1995
No. 24
Año 5 mayo-junio 1995
No. 26
Telepress Editora Ltda.
Brasil
- 14.-PC MAGAZINE
"Guide to linking LAN's"
Frank J. Derfler, Jr.
Ziff-Davis Press
1992
- 15.-Redes de telecomunicación y ordenadores
Michael Purser
Ediciones Días de Santos, S.A.
1990
- 16.-ISDN "CONCEPTS, FACILITIES AND SERVICES"
Gary C. Kessler
McGraw-Hill
1990
- 17.-Electronic Communication Systems
William Schweber
Prentice Hall
1991
- 18.-Data Communications, Computer networks and
Open systems
Fred Halsall
Edit. Addison Wesley
3ª Edición, 1992
- 19.-Technical aspects of data communications
John E. McNamara
Digital Press
- 20.-ISDN in perspective
Fred R. Goldstein
Addison-Wesley Publishing Company