



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

# PROTOCOLO X.25

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

SERGIO A. GONZALEZ VILLARREAL

A S E S O R :

ING. ALFONSO CONTRERAS MARQUES

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUHUTLILAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR CUAUHUTLILAN  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUHTILAN  
P R E S E N T E .

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Com base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuauhtilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones, Protocolo X.25

que presenta el pasante: Sergio Alejandro González Villarreal  
con número de cuenta: 8041903-1 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuauhtilán Izcalli, Edo. de México, a 4 de Septiembre de 19 97

MODULO:

I  
II  
IV

PROFESOR:

Ing. Alfonso Contreras  
Ing. Juan González V.  
Ing. Vicente Magaña G.

FIRMA:

*[Firma manuscrita]*  
*[Firma manuscrita]*  
*[Firma manuscrita]*

DEP/VOBOSEM

## DEDICATORIA

**A DIOS** POR DARME LA OPORTUNIDAD DE VIVIR Y SALVAR MI VIDA DE UN BALAZO QUE PASO ENTRE LA CABEZA Y EL RESPALDO DEL ASIENTO QUE RECIBÍ RUMBO A MI TRABAJO EL DIA 8 DE AGOSTO DE 1997.

**A LA UNAM** POR ACEPTARME Y A LA FES-CUAUTITLAN POR DARME LA PREPARACIÓN Y PODER ASÍ SUPERARME EN LA VIDA, CON ADMIRACIÓN Y RESPETO.

**A MIS PROFESORES** CON RESPETO Y GRATITUD, POR SUS ENSEÑANZAS Y CONSEJOS.

**A MIS PADRES** EDMUNDO A. GONZÁLEZ GARCÍA  
GRACIELA E. VILLARREAL CANTU  
POR DARME TODO SU APOYO Y CARÍÑO CUANDO MÁS LO NECESITABA  
PARA PODER SEGUIR ADELANTE EN MI VIDA.

**A MIS HERMANOS** EDMUNDO G. GONZÁLEZ VILLARREAL  
CESAR E. GONZÁLEZ VILLARREAL  
POR SU CARÍÑO.

**A MI ESPOSA E HIJA** BELEM MORA PERDOMO  
ITZEL GONZALEZ MORA  
POR SUS CONSEJOS DE SUPERACIÓN PERSONAL

**A TODOS MIS FAMILIARES** ESPECIALMENTE A  
NINFA VILLARREAL CANTU  
IRMA VILLARREAL CANTU  
MARÍA DE LA LUZ VILLARREAL CANTU  
POR TODA SU AYUDA Y COMPRENSIÓN, LAS QUIERO MUCHO.

**A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS** ESPECIALMENTE A  
PEDRO MARTINEZ ALDABA

**Y EN GENERAL** A TODOS AQUELLAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON A LA CULMINACIÓN DE MI CARRERA.

**AL HONORABLE JURADO**

**GRACIAS.**

## **PROTOCOLLO X.25**

## OBJETIVO

**OBJETIVO GENERAL DEL SEMINARIO:** FORMAR FUTUROS PROFESIONISTAS CAPAZ DE PODER INTERPRETAR TEÓRICO, PRACTICO LAS TRANSMISIONES DE INFORMACIÓN A TRAVÉS DE LAS DIFERENTES MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y QUE TIENEN GRAN RELEVANCIA EN LAS COMUNICACIONES MUNDIALES.

**OBJETIVO DEL MODULO DE TRANSMISIÓN DE MICROONDAS DIGITALES:** QUE EL PARTICIPANTE SEA CAPAZ DE PODER INTERPRETAR LOS AVANCES TECNOLÓGICOS E INNOVACIONES QUE NOS PROPORCIONAN LAS MICROONDAS DIGITALES.

**OBJETIVO DEL PROTOCOLO X.25:** PARA DISEÑAR UNA RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS EN MODO PAQUETE, ES MUCHO MÁS FÁCIL DIVIDIRLO EN PARTES O EN CAPAS Y ASÍ SE REDUCE EL ANÁLISIS DE UN TODO AL ANÁLISIS EN PARTES. CADA UNA DE LAS CAPAS ESTA CONSTRUIDA SOBRE LA ANTERIOR Y ASÍ CADA CAPA LE SIRVE A LA CAPA SUPERIOR. EL PROPÓSITO DE ESTA TESINA ES PODER EXPLICAR LOS TRES NIVELES DEL PROTOCOLO X.25, BASADO EN LA RECOMENDACIÓN DEL CCITT Y EN LAS SIETE CAPAS DEL MODELO O.S.I..

## INTRODUCCIÓN

Todo tipo de comunicación está regido por una serie de reglas, por ejemplo, entre dos personas estas reglas de comunicación son informales, esto quiere decir que entre esas dos personas, cuando uno habla el otro escucha y viceversa, lo que una le responde a la otra esta condicionado a lo que dijo antes. Así entre las computadoras, estas reglas también existen, pero son de naturaleza formal y deben ser muy explícitas.

Debido a la necesidad de precisión y formalidad, se presenta una serie de problemas para lograr esta comunicación, las herramientas que se han hecho para regular esta comunicación son los "protocolos".

Los protocolos están altamente relacionados con un concepto anterior, la INTERFACE, cuando los sistemas se hicieron demasiados complejos, hubo la necesidad de dividirlos en subsistemas, la interacción entre estos tuvo que ser definida muy cuidadosamente, el mecanismo mediante el cual se lograron establecer estas interacciones es lo que llamamos INTERFACE.

Para la implementación de una INTERFACE es requerida la exacta especificación de los protocolos a ser usados. Estos protocolos deben cubrir todos los posibles eventos incluyendo detección y recuperación de errores y situaciones de saturación, y deben transmitir eficientemente cualquier patrón de bits. Existen diversos tipos de protocolos, ( BISINCRONO, HDLC, SDLC, X.3, X.25, X.28, X..75 etc.), sin embargo nosotros nos enfocaremos al protocolo X.25 haciendo referencia al modelo

**de referencia Interconexión de Sistemas Abiertos (O.S.I.), sus siglas en ingles.**

**Una red consiste en una colección de nodos interconectados en la que se permite el intercambio de unidades de información o datos entre estos. Un intercambio ordenado de datos requiere que cada nodo cumpla con ciertos acuerdos preestablecidos o reglas. Un protocolo para red establece estas reglas, estándares o convenciones.**

# ÍNDICE

Objetivo

Introducción

## CAPITULO I

<b>1. MODELO O.S.I. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Jerarquía de protocolos .....	1
1.2 Capa física .....	6
1.3 Capa de enlace .....	6
1.4 Capa de red .....	7
1.5 Capa de transporte .....	8
1.6 Capa de sesión .....	10
1.7 Capa de presentación .....	11
1.8 Capa de aplicación .....	12

## CAPITULO II

<b>2. PROTOCOLO X.25 .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Protocolos .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Sincronización .....	13
2.1.2 Control .....	14
2.1.3 Intercambio de datos, conexión y desconexión .....	14
2.1.4 Detección y corrección de errores .....	15
<b>2.2 Estructura de X.25 .....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Niveles X.25 .....	16
2.2.2 Circuito Virtual lado a lado .....	19
2.2.3 Funciones de los niveles de X.25 .....	20
2.2.4 Interacción de los niveles X.25 .....	23
<b>2.3 Nivel 1. Nivel físico de X.25 .....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Características eléctricas (X.21) .....	25
2.3.2 Características mecánicas .....	27
<b>2.4 Nivel 2. Nivel trama de X.25 .....</b>	<b>28</b>
2.4.1 Función de la interface a nivel trama .....	28
2.4.2 Estructura de la trama .....	30
2.4.3 Bandera .....	31
2.4.4 Campo de direccionamiento .....	31
2.4.5 Campo de control .....	33

2.4.5.1	Formato del campo de control de la trama ...	37
2.4.5.2	Formato de transferencia de información .....	38
2.4.5.3	Formato de supervisión .....	39
2.4.5.4	Formato no numerado .....	41
2.4.6	Campo de información .....	47
2.4.7	Campo de secuencia de la verificación de la trama .	47
2.4.8	Variable de la trama .....	48
2.4.9	Procedimiento de establecimiento de enlace .....	49
2.4.10	Procedimiento de desconexión de enlace .....	51
2.4.11	Transferencia de información .....	54
2.4.12	Perdida de trama de información .....	56
2.4.13	Condición de ocupado .....	56
2.4.14	Interacción nivel Trama / Paquete .....	58
2.5	Nivel 3. Nivel paquete de X.25 .....	59
2.5.1	Asignación de canales lógicos .....	60
2.5.2	Establecimiento de llamada .....	63
2.5.3	Liberación de llamada .....	66
2.5.4	Transferencia de datos .....	67
2.5.4.1	Paquetes de datos .....	68
2.5.4.2	Tamaño de ventana .....	71
2.5.4.3	Confirmación de entrega .....	72
2.5.4.4	Formato de paquete supervisor .....	74
2.5.4.5	Paquete de interrupción .....	75
2.5.4.6	Procedimiento de restauración del circuito virtual ..	77
2.5.4.7	Procedimiento de reinicio .....	79

<b>Conclusiones .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo A. Abreviaturas .....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo B. Estructura general del X.25 .....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>85</b>

## CAPÍTULO I

### 1. MODELO O.S.I.

#### 1.1 JERARQUÍA DE PROTOCOLOS

La mayoría de las redes se organizan en una serie de capas o niveles, con objeto de reducir la complejidad de su diseño. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora. El propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores.

La capa  $n$  en una máquina conversa con la capa  $n$  de otra máquina. Las reglas y convenciones utilizadas en esta conversación se conocen conjuntamente como protocolo de la capa  $n$ , como se ilustra en la figura 1.1 para una red de siete capas. A las entidades que forman las capas correspondientes en máquinas diferentes se les denomina procesos pares ( igual a igual ). En otras palabras, son los procesos pares los que se comunican mediante el uso del protocolo.

En realidad no existe una transferencia directa de datos desde la capa  $n$  de una máquina a la capa  $n$  de otra, sino, más bien, cada capa pasa la información de datos y control a la capa inmediatamente inferior, y así sucesivamente hasta que se alcanza la capa localizada en la parte más baja de la estructura. Debajo de la capa 1 esta el medio físico, a través del cual se realiza la comunicación real. En la figura 1.1 se muestra mediante líneas punteadas, la comunicación virtual, en tanto que las líneas sólidas indican la trayectoria de la comunicación física.

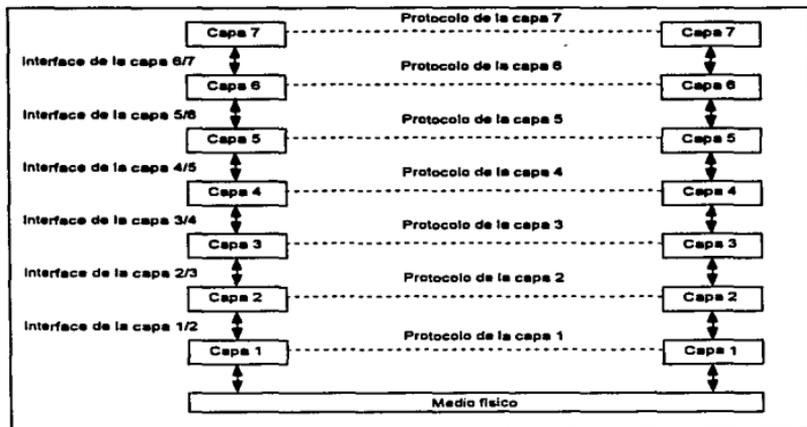


Fig. 1.1 Capas, protocolos e interfaces

Entre cada par de capas adyacentes hay una interface, la cual define los servicios y operaciones que la capa inferior ofrece a la superior.

Considérese como proporcionar comunicación a la capa superior de la red de siete capas que se muestra en la figura 1.2. Un proceso que se está ejecutando en la capa 7 produce un mensaje *m*, el cual pasa de la capa 7 a la capa 6 de acuerdo con la definición de la interface de capa 6/7. La capa 6, en este ejemplo, transforma de cierta manera el mensaje (por ejemplo, mediante una compresión de texto), y

lo pasa como el nuevo mensaje M a la capa 5, a través de la interface 5/6. En este ejemplo, la capa 5 no modifica el mensaje, sino únicamente regula la dirección de flujo (es decir, evita que algún mensaje de entrada sea considerado por la capa 6, mientras ésta se encuentra ocupada enviando una serie de mensajes de salida a la capa 5.

La capa 4 deberá dividir el mensaje de entrada en unidades más pequeñas y colocar una cabecera en cada una de ellas. Esta cabecera incluye información de control como números de secuencia, mediante los cuales se logra que la capa 4, en la máquina destinataria, pueda reconstruir el mensaje mediante la colocación correcta de las unidades, si es que las otras capas no mantienen la secuencia.

La capa 3 se encarga de decidir cuál de las líneas de salida va a utilizarse, le colocan sus cabeceras apropiadas y pasa los datos a la capa 2. En esta capa 2, no sólo se añade una cabecera a cada una de las unidades, sino también una etiqueta al final y le entrega la unidad resultante a la capa 1 para su transmisión física. En la máquina receptora, el mensaje se mueve de capa en capa hacia la parte superior, y las cabeceras se van retirando a medida que asciende. Ninguna de las cabeceras correspondientes a las capas inferiores a la n pasan a ésta.

La importancia de la figura 1.2 radica en el entendimiento de la relación entre la comunicación virtual y la real, y la diferencia entre protocolos e interfaces.

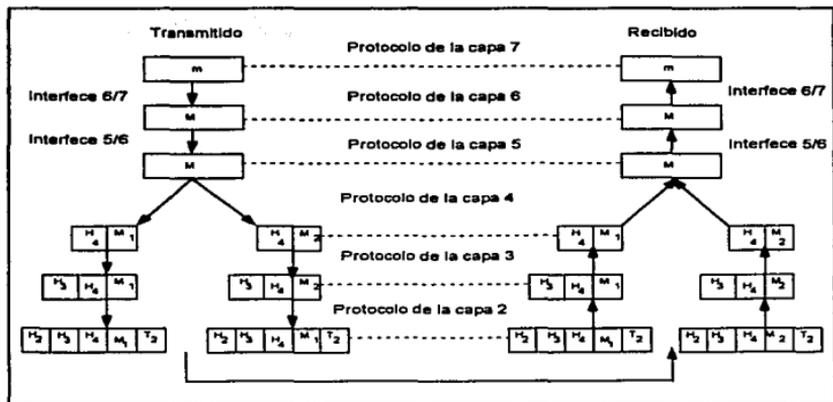


Fig. 1.2 Ejemplo de flujo de información que soporta la comunicación virtual en la capa 7

El modelo O.S.I. consta de 7 niveles o capas, cuya estructura aparece en la figura 1.3 y podemos resumir como se muestra en la tabla 1.1.

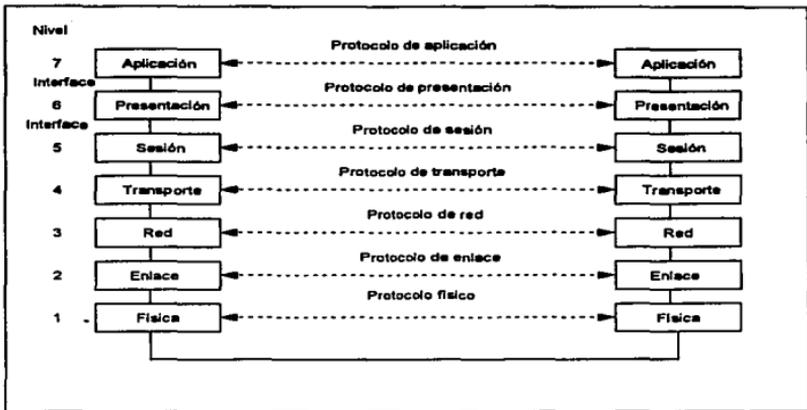


Fig. 1.3 Arquitectura del modelo O.S.I.

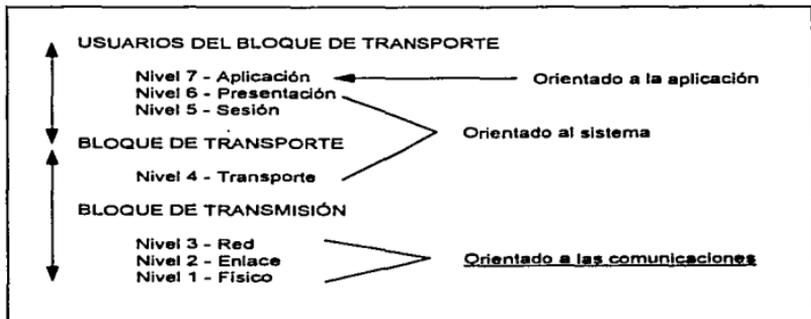


Tabla 1.1

## 1.2 CAPA FÍSICA

El nivel más bajo del modelo es la capa o nivel físico. Las funciones incluidas dentro de este estrato se encargan de activar , mantener y desactivar un circuito físico entre un DTE y DCE. Esta capa física se ocupa de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación. Su diseño debe asegurar que cuando un extremo envía un bit con valor 1, éste se reciba exactamente como un bit 1 con ese valor en el otro extremo, y no como un bit de valor 0. Para el nivel físico se han publicado ya bastantes estándares. Los más importantes son el RS-232-C y el V-24.

## 1.3 CAPA DE ENLACE

La capa de enlace es el responsable de la transferencia de datos por el canal. Proporciona a los datos la sincronización necesaria para delimitar el flujo de bits de la capa física. La tarea de esta capa es utilizar la facilidad de la capa anterior ( envío y recepción de datos), y transformarla en una línea que aparezca libre de errores a la capa de control de red. Esto lo realiza, fraccionando los datos de entrada en "formatos de datos" (data frames) , transmitiéndolos secuencialmente y procesando los "formatos de reconocimiento" (acknowledgement frames) regresados por el receptor. Como la capa física acepta y transmite un flujo de bits sin importar el significado o estructura, esta dispuesto para la capa de enlace, crear y reconocer los límites del

**formato. Esto puede ser realizado uniendo patrones de bits especiales al principio y al final del formato. Estos patrones de bits pueden accidentalmente ocurrir en los datos, así que se debe tomar cuidado especial para anular esta confusión.**

**Si un formato fuera destruido en la línea de transmisión , entonces el software de la capa de enlace debe retransmitir el formato, sin embargo, múltiples transmisiones del mismo formato, presentan la posibilidad de formatos duplicados, por lo tanto la capa de enlace debe resolver los problemas causados por formatos dañados, perdidos y duplicados, de tal manera que la capa de red pueda asumir que esta trabajando con una línea (virtual) libre de errores.**

**Otra situación que se alcanza en la capa de enlace y en la mayoría de las capas más altas, es como mantener un transmisor, sin saturar de datos a un receptor lento, algunos mecanismos se deben emplear para permitirle a un transmisor saber cuanto espacio de almacenamiento tiene en ese momento el receptor.**

## **1.4 CAPA DE RED**

**La capa de red define la interface entre el DTE de usuario y la red, además de la interface de un DTE con otro a través de esta red. Especifica también las operaciones de encaminamiento por la red, y la comunicación entre distintas redes. En este nivel está incluida la especificación X.25.**

**Esta capa algunas veces llamada la capa de comunicación de la subred, controla la operación de la subred. Entre otras cosas,**

determina las principales características de la interface del nodo al computador, y como los "paquetes" las unidades de información intercambiadas en la capa de la red, son enrutadas dentro de la subred. Un resultado de diseño en esta capa, es la división de labor entre nodos y los procesadores principales. Lo que esta capa de software hace, básicamente, es aceptar mensajes desde los computadores fuente, convertirlos en paquetes y ver que los paquetes sean dirigidos hacia su destino.

Un punto importante en el diseño de esta capa, es como determinar el enrutamiento. Este puede basarse en tablas estáticas que son alambradas en la red, y raramente cambiadas, puede también determinarse al inicio de cada conversación, por ejemplo en una sesión de terminal, o por último, puede ser altamente dinámico, determinando un nuevo enrutamiento para cada paquete.

El control de congestiones de tráfico de paquetes en la subred, también pertenece a la capa de red.

## 1.5 CAPA DE TRANSPORTE

La función de esta capa también conocida como "capa de computador a computador", es aceptar datos de la capa de sesión , dividirlos en unidades más pequeñas si es necesario, pasar esto a la capa de red , y asegurarse de que todas las piezas lleguen correctamente al otro lado. Además todo esto debe ser hecho de la manera más eficiente posible, y de una forma tal, que aisle a la capa de sesión de los inevitables cambios en la tecnología del hardware.

La capa de transporte determina que tipo de servicio se debe proveer a la capa de sesión, y por último, al usuario de la red. El tipo de conexión de transporte más popular, es un canal (virtual) punto a punto, libre de errores, que libera mensajes en el orden en el cual fueron enviados.

La capa de transporte es una verdadera capa "fuente - destino", esto quiere decir que un programa en la máquina fuente lleva una conversación con otro programa similar en la máquina destino, usando encabezados de mensajes y mensajes de control. En las capas más bajas, los protocolos son llevados por el equipo de la subred de transporte, por lo que se dice que las capas 1 a 3 están encadenadas, por otro lado, los protocolos de las capas 4 a 7, son llevados por las máquinas fuente o destino, y son de lado a lado.

El nivel de transporte, debe tener cuidado de establecer y borrar las conexiones a través de la red, esto implica algún mecanismo de nombres e identificación, de tal manera que un proceso tenga la manera de describir con quien desea conversar, también debe existir un mecanismo para regular el flujo de información, similar al de la capa de red.

Aunque la arquitectura de la red no especifica nada acerca de la implementación, es pertinente hacer notar que la capa de transporte, es a menudo implementada por una parte del sistema operativo del computador principal, al cual se le llama "estación de transporte". En contraste, la capa de red es típicamente implementada en el computador principal, por un manejador de entrada/salida. La capa de enlace y la capa física son normalmente implementados en hardware.

## **1.6 CAPA DE SESIÓN**

**La capa de sesión funciona como interface del usuario con la capa de transporte. Ofrece un mecanismo organizado de intercambio de datos entre usuarios. Cada usuario puede seleccionar el tipo de control y de sincronización que desea de la red, como por ejemplo:**

- 1.- Diálogo bidireccional alternando o bidireccional simultáneo.**
- 2.- Puntos de sincronización para comprobaciones intermedias y recuperaciones durante la transferencia de archivos.**
- 3.- Abortos y rearranques.**
- 4.- Flujo de datos normal y acelerado.**

**La capa de sesión como se indicaba es la interface del usuario dentro de la red, y es en esta capa, con la que el usuario debe negociar para establecer una conexión con un proceso en cada máquina . Una vez que la conexión ha sido establecida, la capa de sesión puede manejar el dialogo en una manera ordenada, si el usuario ha requerido ese servicio.**

**Una conexión entre usuarios (técnicamente hablando, entre dos procesos de la capa de presentación), es llamada una "sesión". Una sesión podría ser usada para permitir a un usuario entrar a un sistema remoto en tiempo compartido, o para transferir un archivo entre dos máquinas. Para establecer una sesión, el usuario debe proveer la dirección remota a la cual se quiere conectar. Las direcciones de sesión están pensadas para que las use el usuario o sus programas, mientras que las direcciones de transporte están pensadas para que las use la estación de transporte, así que la capa de sesión debe ser**

capaz de convertir una dirección de sesión a su dirección de transporte para requerir que la conexión de transporte sea establecida.

## 1.7 CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación realiza funciones que son requeridas frecuentemente, para garantizar encontrar una solución genérica, en lugar de dejar a cada usuario resolver sus problemas. Estas funciones por lo general son ejecutadas por rutinas de bibliotecas llamadas por el usuario, estas rutinas también pueden estar colocadas dentro del sistema operativo.

Un ejemplo típico de un servicio de transformación que se puede efectuar en esta capa, es la compresión de textos. La capa de presentación puede ser diseñada para aceptar cadenas de caracteres en código ASCII como entrada, y producir patrones de bits comprimidos como salida.

Esta capa también puede encargarse de otras transformaciones, además de la compresión de textos. La criptografía para brindar seguridad, la conversión de códigos de caracteres tal como de ASCII a EBCDIC, etc. A menudo también, diferentes computadoras tienen formatos de archivos diferentes e incompatibles, así que una opción de conversión de archivos, podría ser útil algunas veces. Similarmente, hay muchas terminales incompatibles, en lo que se refiere a línea y longitud de pantalla, convención de fin de línea, modos de despliegue, conjunto de caracteres, direccionamiento de cursor, etc. La capa de presentación intenta aliviar estos problemas.

## 1.8 CAPA DE APLICACIÓN

La capa de aplicación se encarga de atender al proceso de aplicación del usuario final. El contenido de la capa de aplicación es establecido para el usuario individual. Cuando dos programas de usuario en máquinas diferentes se comunican, ellos solos determinan el conjunto de mensajes permitidos y la acción tomada sobre la recepción de cada uno. Sin embargo, algunos aspectos de esta capa se pueden generalizar. Por ejemplo, la cuestión de transferencia de la red, o el problema del particionamiento, es decir, de como un problema puede dividirse entre varias máquinas, para tomar la máxima ventaja de la red. Las bases de datos distribuidas, también generan algunos problemas interesantes en la capa de aplicación, ya que los protocolos específicos de aplicaciones, tales como; los bancarios o de líneas aéreas, deben permitir a computadoras de diferentes compañías, acceder a otras bases de datos, cuando esto sea necesario.

## CAPITULO II

### 2. PROTOCOLO X.25

#### 2.1 PROTOCOLOS

Un protocolo es un conjunto de reglas de interacción en una red de comunicaciones entre sus diversos elementos. Es por así decirlo una "interface lógica" para comunicarse con cada uno de los componentes del sistema. Sirve para establecer secuencias y códigos de operación reconocibles tanto para el emisor como para el receptor de la información. Los protocolos fungen como un "lenguaje común" que evita errores y asegura por lo tanto mayor confiabilidad.

Las funciones de los protocolos de comunicación son las siguientes: Sincronización, Control, Intercambio de datos, Conexión y Desconexión, Detección y corrección de errores.

##### 2.1.1 SINCRONIZACIÓN

El objetivo de la sincronización es lograr que las partes que desean establecer la comunicación lo hagan al mismo tiempo y asuman el papel de transmisor o receptor en el momento adecuado a fin de no perder la información, porque el receptor no este pendiente de la información que le envía el transmisor o bien que el transmisor no

envíe información por desconocer si el receptor se encuentra listo para recibir la información que se le envía.

## **2.1.2 CONTROL**

Las redes de datos tienen diversas configuraciones en las cuales los canales normalmente no son de uso exclusivo, por lo que se hace necesario establecer "protocolos de acceso al canal", tales como el de contención ( en el cual todos los accesantes al canal compiten , y el primero que lo gane cada vez, accesa al canal) que no permite limitar el tiempo de acceso al canal, el de transferencia de estafetas (en el que cada vez que alguien accesa, el canal designa con un apuntador quien es el siguiente, sin un orden repetitivo), el de prioridad (en el que se designa quien tiene mayor jerarquía para acceder el canal y evitar generar conflictos), y el de "polling" o exploración entre los más comunes que pregunta secuencialmente o no, pero a todos los nodos de la red, quien tiene información para transmitir y en base a eso permite acceder el canal.

## **2.1.3 INTERCAMBIO DE DATOS, CONEXIÓN Y DESCONEJÓN**

Estos aspectos cumplen la función de transferencia de la información significativa, es decir no comandos, el inicio y con ello la

conexión al enlace para establecer la comunicación, así como al terminar la desconexión del enlace entre las partes a comunicar.

#### **2.1.4 DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES**

El empleo de los protocolos es para asegurar la confiabilidad de la información que conlleva, el que prevean la posibilidad de detectar y/o corregir la información, haciendo uso de códigos para detección y corrección de errores.

Los protocolos deben ser totalmente independientes de los equipos y sistemas que forman parte de la red, a fin de poder hacer compatibles las diversas marcas existentes en el mercado.

### **2.2 ESTRUCTURA DE X.25**

La recomendación X.25 especifica la interface entre el equipo terminal de datos (DTEs) y el equipo terminal de circuitos de datos (DCEs), para DTE operando en modo paquete en una red pública de datos. En el contexto de X.25 DTE se refiere al equipo computador del cliente, tales como un Host, procesador frontal, concentrador o terminal inteligente, y el DCE se refiere a los nodos de la Red o equipo de conmutación de paquetes.

Es importante notar que X.25 es local a la interface entre el DTE (host) y el DCE (nodo de la red). El procedimiento seguido entre los DCEs es llamado el protocolo interno de la red y es dependiente en cada implementación de la red como se muestra en la figura 2.1. El

protocolo interno de la red no es específico por el CCITT, sin embargo cada implementación del protocolo interno debe mantener la nomenclatura y formato de X.25 en la red.

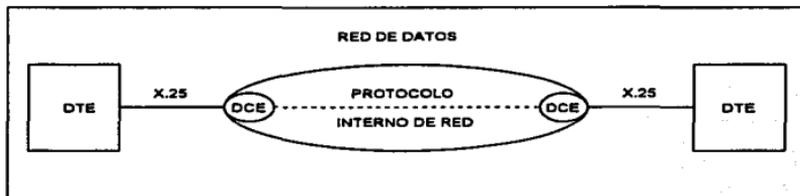


Fig. 2.1 Recomendación X.25

## 2.2.1 NIVELES DE X.25

La recomendación X.25 consiste de tres niveles ó capas , diferentes de procedimientos de control; ( 1 ) El nivel físico. ( 2 ) El nivel de trama y ( 3 ) El nivel paquete. Cada nivel es funcionalmente independiente de los otros niveles, con la excepción de que una falla en un nivel puede afectar la operación de niveles más altos. Los niveles interactúan en áreas claramente definidas. Esto permite que sean hechas alteraciones a un nivel sin afectar otros niveles. Estas tres

capas proveen un cimiento sólido para el diseño de procedimientos DTE a DTE de niveles altos.

El nivel físico define la interface eléctrica necesaria para la transmisión de bits a través de un circuito punto a punto, síncrono, full dúplex entre el DTE y DCE. Este nivel está definido por la recomendación X.21 de CCITT pero podría aceptar X.21 bis ( CCITT V.24/V.35 ) por un periodo intermedio. Estos estándares incluye el tipo y tamaño del conector, asignación de pines y niveles de voltaje. El nivel físico puede pasar a través de la compañía telefónica (telmex), microondas, fibra óptica o vía satélite, como se muestra en la figura 2.2.

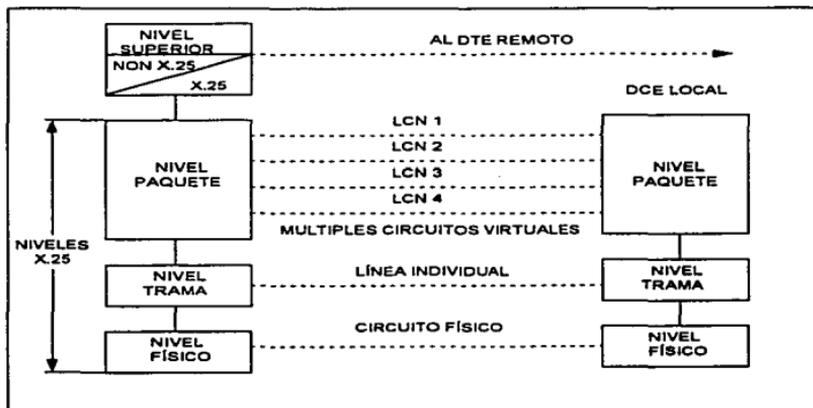


Fig. 2.2 Niveles de X.25

El nivel trama define la interface lógica entre el DTE y el DCE y consiste de los procedimientos para controlar el flujo de información a través del enlace de acceso (nivel físico). Este nivel provee un transporte controlado libre de errores de tramas de información a través de la interface DTE - DCE. Cada trama de información contiene un paquete de información recibido desde nivel paquete. Los paquetes son liberados en secuencia, sin pérdida o duplicación a él nivel paquete en el otro lado del enlace. El nivel trama ejecuta su propia detección de errores y subsecuentemente la recuperación de los mismos. Este incluye procedimientos para establecimiento de enlace, transferencia de información (paquetes) y desconexión del enlace.

El nivel paquete provee la operación concurrente de llamadas de múltiples usuarios, sobre un sólo circuito de acceso físico. Cada llamada es identificada por un número de canal lógico (LCN) sus siglas en ingles, que se aplica durante la duración de la llamada. El nivel paquete gobierna la manera en la cual las llamadas son establecidas, mantenidas y limpiadas entre DTEs.

Los niveles superiores de la recomendación X.25, siendo una interface en modo paquete, define la manera en la cual los paquetes son manejados y transmitidos a través de una red de datos. Los datos de entrada a él nivel paquete, por lo tanto, deben estar en la forma de paquetes X.25 con la información de encabezado adecuada pegada a los datos de usuario. La conversión de datos no X.25 a paquetes de datos X.25 es ejecutada por un protocolo de nivel más alto. Los paquetes de salida de estos niveles más altos llegan a ser los paquetes de entrada para ser manejados por el nivel paquete de X.25.

## **2.2.2 CIRCUITO VIRTUAL LADO A LADO**

**Cuando un DTE local (llamando) desea establecer una llamada a un DTE remoto (llamado), un proceso a nivel más alto en el DTE generará un paquete de requisición de llamada X.25 y lo mandará al nivel paquete local. El nivel paquete procesará el paquete y lo enrutará al nivel de trama para transmitirse en la red. El requerimiento de llamada transmitirá a la red hasta que alcance el nivel paquete del DTE remoto. Este establecerá una llamada virtual entre el DTE llamando y el DTE llamado.**

**El establecimiento de esta llamada no es un evento limitado a la interface DTE - DCE local, pero es enlazada a el nivel paquete de cada nodo a través de los cuales la llamada pasa. Los procedimientos del nivel paquete son procedimientos lado a lado que afectan la longitud total de la llamada. Es el número del canal lógico (LCN) el que encadena las funciones separadas del nivel paquete en un circuito virtual lado a lado. El número del canal lógico no permanece constante en cada lado de la llamada pero una asociación única existe entre un número de canal lógico en el DTE local, un identificador interno de la red y un número de canal lógico en el DTE remoto, como se muestra en la figura 2.3.**

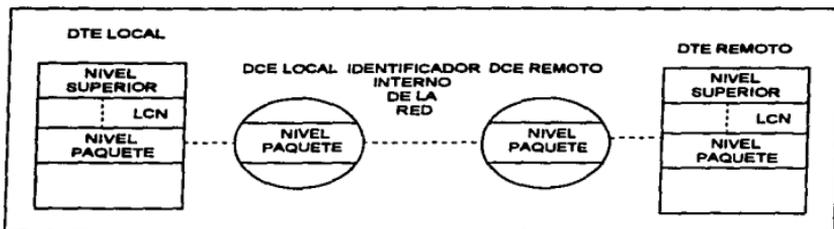


Fig. 2.3 Circuito virtual lado a lado

## 2.2.3 FUNCIONES DE LOS NIVELES X.25

Las funciones de los diferentes niveles de X.25 y su interacción con niveles más altos puede ser visto en la figura 2.4. En esta figura un proceso de nivel más alto en el DTE local desea transmitir datos a un proceso de nivel más alto en el DTE remoto. El nivel más alto ejecuta la conversión de no X.25 a X.25 ensamblando los datos en un paquete, y asignando un número de canal lógico para identificar a todos los paquetes asociados con esta llamada. El nivel más alto da luego el paquete a el nivel paquete para procesarlo. El nivel alto, puede también mandar paquetes de control al nivel paquete para establecer una llamada virtual, limpiar una llamada o controlar el flujo de paquetes a través de la llamada.

La función del nivel paquete checará que todos los paquetes recibidos tengan formato apropiado y se les asigne un número de canal

**lógico de salida. El paquete es luego enrutado al nivel de trama para su transmisión a través del enlace, el nivel paquete puede también generar paquetes de control usados para control de flujo y recobro de errores.**

**La función del nivel trama recibe los paquetes del nivel paquete y los procesa en tramas de información (I-Frames) para transmitirlos a través del nivel físico. Este nivel también genera tramas de control supervisor y no numerados (Supervisory-S y un Numbered-U) usadas para establecer el enlace y controlar el flujo de datos y recobro de errores.**

**La función del nivel físico recibe del nivel de la trama en forma de bits, información y los transmite a través del circuito físico. Para controlar el circuito, el nivel físico usa funciones de "transmite y recibe".**

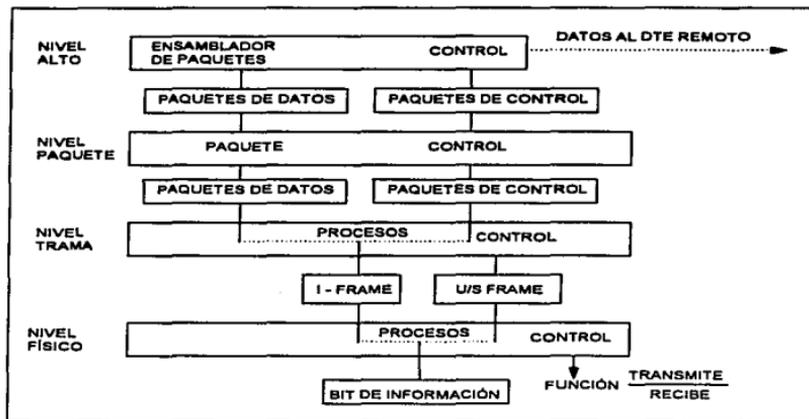


Fig. 2.4 funciones de los niveles X.25

## 2.2.4 INTERACCIÓN DE LOS NIVELES X.25

Los niveles de X.25 son funcionalmente independientes y solamente interactúan en áreas claramente definidas. Como el protocolo está estructurado en capas o niveles, cada nivel más alto debe recibir una indicación de que el próximo nivel más bajo esté operando, antes de que el mande la información a la capa más baja para transmitir, como se ve en la figura 2.5.

El nivel paquete interactúa con los niveles más altos intercambiando paquetes. Implicando en la aceptación de transmisión, esta el hecho de que el nivel paquete está disponible a los niveles más altos.

El nivel paquete interactúa con el nivel de trama, intercambiando paquetes y una indicación de que el nivel trama esta disponible (línea arriba/abajo). Un mecanismo también existe por medio del cual la longitud de cada paquete intercambiado puede ser determinada.

El nivel de trama interactúa con el nivel físico intercambiando tramas de información en la forma de bits transmitidos o recibidos a través del circuito físico. El nivel físico indica la disponibilidad del circuito cuando las funciones de "transmite y recibe" adecuadas, están presente a través del circuito.

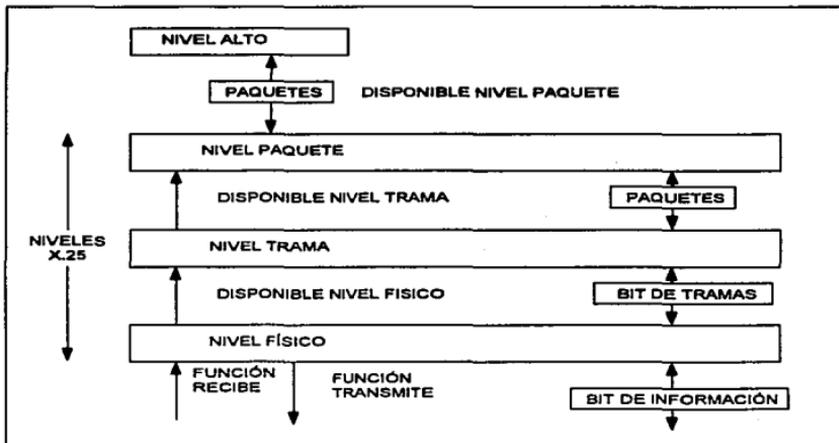


Fig. 2.5 Interacción de niveles X.25

## **2.3 NIVEL 1. NIVEL FÍSICO DE X.25**

El nivel físico detalla la interface eléctrica y los procedimientos que se necesitan para establecer un enlace de comunicación de datos, entre la red y el DTE del usuario.

Este nivel esta definido por la recomendación X.21 del CCITT, pero aceptada durante algún tiempo X.21 bis, que es similar a la que se delinea en la forma RS-232-C que define la interface física entre terminales y modems.

### **2.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (X.21)**

Uno de los objetivos de X.21 fue permitir la operación de interface en distancias considerablemente mayores que las ofrecidas por la recomendación V.28.

Para lograr lo anterior en las velocidades de transmisión de 600, 2400, 4800, 9600 y 48000 bps se especificaron nuevas características eléctricas, resumiendo en forma general lo siguiente:

- Conector de 15 pines.
- Emplea una interface balanceada para velocidades mayores a 9600 bps y una desbalanceada para las menores a esta.
- Las señales de control son representadas por el estado simultáneo de varios pines.

**La recomendación X.21 bis utiliza las recomendaciones de V.24 y V.35 del mismo CCITT, cuyas características principales son:**

**V.24**

- **Conector de 25 pines.**
- **Velocidad máxima de transmisión de 9600 bps permite una distancia entre DTE y DCE, máxima de 50 pies.**
- **Interface desbalanceada.**

**V.35**

- **Conector de 34 pines.**
- **Utilizada en velocidades mayores a 9600 bps.**
- **No hay límite de distancia entre el DTE y el DCE.**
- **Interface balanceada.**

**Las ventajas de la interface X.21 sobre las de X.21 bis son:**

- **El control es realizado con menor número de circuitos de interface.**
- **Se tiene un conector único tanto para altas como para bajas velocidades de transmisión.**
- **No existen limitaciones con respecto a la longitud del cable de interface.**

**Una interface es balanceada cuando se utilizan dos pines para una señal de control, y es desbalanceada cuando sólo es uno para cada señal y utilizan una tierra común.**

## **2.3.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

**La interface mecánica para X.21, esta especificada en la I.S.O. 4903, este es un conector de 15 pines usado para interfaces de redes de datos, cabe hacer notar que el conector de 15 pines pertenece a la misma familia de conectores que el conector de 25 pines (RS-232-C).**

**X.21 también contiene previsiones para asegurar la correcta interpretación de la interface bajo condiciones de falla (por ejemplo, la falta de energía eléctrica, desconexión del cable, falla de un circuito de intercambio y perdida de la señal de entrada al DCE).**

**Por último define el estado de la interface para cada uno de los varios bucles de prueba de mantenimiento, y recomienda mecanismos para la localización de fallas. X.21 soporta líneas full dúplex (transmisión de datos en ambos sentidos, al mismo tiempo), y sincronas funcionando punto a punto.**

## **2.4 NIVEL 2. NIVEL TRAMA DE X.25**

### **2.4.1 FUNCIÓN DE LA INTERFACE A NIVEL TRAMA**

El nivel de trama también llamado nivel de encuadre o enlace especifica procedimientos para controlar el intercambio de datos entre un DTE y un DCE.

El procedimiento de nivel de trama adiciona, información para la detección de errores, para asegurar la exacta transmisión en la conexión física, entre el DTE y el DCE. Básicamente el nivel de trama realiza:

- 1.- Transferencia de datos a través del enlace en una forma oportuna y eficiente.
- 2.- La sincronización del enlace para asegurar que el receptor sigue al transmisor.
- 3.- Detectar errores de transmisión para poder tomar las medidas necesarias para su recuperación.
- 4.- Identificación y reporte de errores de procedimiento a niveles superiores para su recuperación.

Dos conjuntos de procedimientos para el control del enlace han sido definidos en la recomendación X.25:

A).- LAP (Procedimiento de acceso al enlace): La interface del DTE a la red es definida como una operación en un Modo de

**Respuesta Asincrona (MRA) simultánea en dos sentidos con el DTE y el DCE conteniendo una función primaria y una función secundaria.**

**B).- LAPB (Procedimiento Balanceado de Acceso al enlace): La interface del DTE a la red, es definida como una operación en Modo Balanceado Asincrono (MBA) en dos sentidos.**

**El procedimiento de acceso al enlace utiliza los principios y la terminología del procedimiento del control del enlace de datos de alto nivel (HDLC), especificado por la Organización Internacional para la Estandarización (I.S.O.).**

**En este nivel se utilizan formatos definidos que pueden contener comandos, respuestas o información, denominados tramas o cuadros. El procedimiento de control de la línea, esta contenida en dos campos; dirección y control, dentro de cada trama. Si la trama contiene datos del nivel de paquete, se presenta un campo adicional de información.**

**El campo de información es pasado transparentemente al nivel de enlace y su presencia afecta solamente a la interpretación del campo de control, una parte de este nivel es normalmente implementada en programa y la otra en circuitos.**

**Las funciones que realiza este nivel son:**

- 1.- Controla la transmisión de tramas a nivel lógico.**
- 2.- Proporciona transparencia en la transmisión.**
- 3.- Detecta errores usando códigos de detección de errores.**
- 4.- Controla el número de secuencia en las tramas.**

- 5.- Controla el flujo de información entre el DTE y el DCE.
- 6.- Efectúa la retransmisión de tramas erróneas.
- 7.- Conexión y desconexión del circuito lógico.
- 8.- Entrega las tramas en orden.
- 9.- Inserta y desecha banderas.
- 10.- Envía banderas cuando no hay tramas a transmitir.

## 2.4.2 ESTRUCTURA DE LA TRAMA

Todas las transmisiones al canal de acceso son a través de tramas , que tienen el formato que se describe en la figura 2.6.

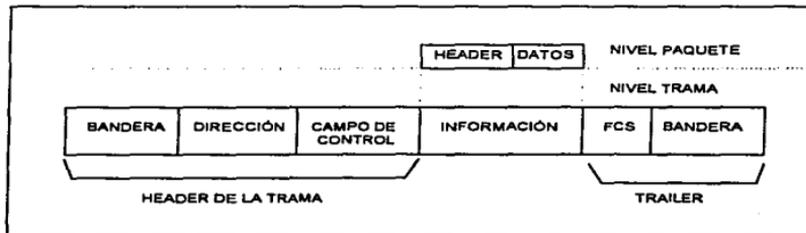


Fig. 2.6 Formato de la trama

### **2.4.3 BANDERA**

La bandera que precede al campo de dirección, se define como bandera de apertura. Todos los encuadres deben comenzar y terminar con una bandera consistente en un cero seguido de seis bits unos consecutivos y un cero al final (01111110). Puede usarse una sola bandera como bandera de cierre de un encuadre y bandera de apertura del encuadre siguiente.

Durante la transmisión el DTE o el DCE examinará el contenido del encuadre entre las dos secuencias de bandera incluyendo el campo de control, el de dirección, el de información y el de la secuencia de verificación del encuadre (FCS).

Para asegurar que no se simule una secuencia de bandera en el encuadre, se utiliza la técnica denominada "inserción de bits" (bit stuffing), para lograr la transparencia de la información, que consiste en que el transmisor inserte un bit cero después de cada cinco bits unos consecutivos. El receptor cuando detecta cinco bits unos consecutivos examina el siguiente bit, si es un bit uno considera que se trata de una bandera, si es un bits cero elimina ese bit.

### **2.4.4 CAMPO DE DIRECCIONAMIENTO**

El campo de dirección consistirá de un octeto de bits (un byte) que nos indica el destino del encuadre. El intercambio de información entre un DTE y un DCE esta dado en términos de comandos y

respuestas. Cada comando y respuesta deberá contener una dirección dependiendo de los siguientes casos:

1.- Los cuadros que contengan comandos transferidas del DCE al DTE contendrán la dirección "A".

2.- Los cuadros que contengan respuestas transferidas del DTE al DCE contendrán la dirección "A".

3.- Los cuadros que contengan instrucciones transferidas del DTE al DCE contendrán la dirección "B".

4.- Los cuadros que contengan respuestas transferidas del DCE al DTE contendrán la dirección "B".

El campo de dirección puede tener una de dos valores como se ilustra a continuación. La dirección A, el cual es siempre 03 y la dirección B, el cual es siempre 01, y se codifican de la siguiente manera:

DIRECCIÓN		BITS								BINARIO	
		7	6	5	4	3	2	1	0		
A		0	0	0	0	0	0	1	1	=	03
B		0	0	0	0	0	0	0	1	=	01
A	para	DCE		→	DTE		comando				
		DCE		←	DTE		respuesta				
B	para	DCE		←	DTE		comando				
		DCE		→	DTE		respuesta				

## 2.4.5 CAMPO DE CONTROL

El campo de control contiene una instrucción o una respuesta y números secuenciales cuando corresponda. El campo de control utiliza tres tipos de formatos que son:

- Encuadres de información (I).
- Encuadres de supervisión (S).
- Encuadres de no numerados (U).

Los formatos del campo del control para cada tipo de encuadre se muestra en la figura 2.7.

BITS DEL CAMPO DE CONTROL	0	1	2	3	4	5	6	7
ENCUADRE I	N(R)			P	N(S)			0
ENCUADRE S	N(R)			F	S	S	0	1
ENCUADRE U	M	M	M	P/F	M	M	1	1

Fig. 2.7 formato del campo de control

**N(R)** = Número Secuencial en recepción del transmisor.

**N(S)** = Número Secuencial en emisión del transmisor.

**S** = Bit de la función de supervisión.

**M** = Bit de la función de modificación.

**P/F** = Bit de petición y respuesta a esta (Poll/Final).

**N(R)**: Es el número de secuencia del próximo encuadre del otro lado. Mandando un  $N(R) = 3$ , por ejemplo, esta indicando la recepción correcta de los encuadres 0, 1 y 2 previamente mandados por el lado remoto del enlace. Colocando el  $N(R)$  en un encuadre mandado al otro lado es por tanto un medio de reconocimiento de recepción de los encuadres previos.

**N(S)**: Es el número de secuencia del encuadre siendo transmitido. Este número puede ser 0 al 7. El primer encuadre mandado, tendrá  $N(S) = 0$ , el segundo tendrá  $N(S) = 1$ , y así sucesivamente hasta que  $N(S) = 7$ , en el cual  $N(S)$  se pone en 1, a esto se llama modulo 8.

**P/F**: Se llama bit de petición (P) cuando es usado por el primario y se envía en los comandos para exigir una respuesta inmediata del secundario. Se llama bit de respuesta (F) cuando es usado por el secundario y se envía en el encuadre de respuesta para indicar un reconocimiento. Cuando un encuadre es mandado con el bit Poll puesto es 1, el lado remoto responderá inmediatamente con un encuadre con el bit Final puesto en 1 indicando la recepción del "polling frame".

La función del encuadre de información (I) , es transferir secuencialmente encuadres numerados que contengan un campo de información, a través del canal de acceso. Los campos de información que se transmiten son recibidos del nivel de paquetes. El contenido del campo de información es ignorado por el nivel de enlace. Los comandos de información son transmitidos únicamente durante el estado de transferencia de información.

El formato de supervisión (S) es utilizado para funciones de control de supervisión del enlace, tales como:

- Reconocimiento (positivo o negativo) de encuadre I.
- Solicitud de retransmisión de encuadre I.
- Petición de suspensión temporal de la transmisión de encuadre I.

Este tipo de encuadre no transporta información de usuario.

El formato no numerado (U) se utiliza para proveer funciones adicionales de control del enlace, se le llama no numerado porque no contiene número de secuencia N(R) o N(S). Se codifican usando los bits 2, 3, 5, 6 y 7 del byte 3 del encuadre. Los encuadres no numerados utilizados como instrucciones son:

**SARM (Set Asynchronous Response Mode):** Fija el modo asincrono de respuesta. Indica al secundario (DTE o DCE) que recibe el comando, el modo de respuesta en el que va a trabajar.

**DISC (Disconnect):** Termina el modo de respuesta que se esta usando, también se usa para indicar que se suspende la operación del enlace.

Los cuadros no numerados utilizados como respuesta son:

**UA (Unnumbered Acknowledge):** Reconocimiento no numerado. Se utiliza para informar al transmisor de un comando no numerado, que ha sido reconocido y aceptado.

**CMDR (Command Reject):** Se utiliza para rechazar cuadros que no contengan errores detectados por el "FCS" (Secuencia Verificación de Trama", pero que de alguna manera sean erróneas.

**SABM (Set Asynchronous Balanced Mode):** Establecimiento en Modo Balanceado Asíncrono, y es el comando en LAPB para establecer o restablecer el enlace.

**DM (Disconnnet Mode) Modo de Desconexión:** es una manera para anunciar que regresaremos al servicio sin restablecer el enlace inmediatamente. El DM diría algo como "Hey, ya estoy aquí....envíame un SABM cuando quieras hablar".

**FRMR (Frame Rejet):** Trama rechazada, dice algo como "Hay algo raro,...acabo de recibir algo que no es posible". La respuesta típica es un SABM, lo cual significa, por supuesto que todas las llamadas serán liberadas e iremos al principio o intentar de nuevo.

## 2.4.5.1 FORMATO DEL CAMPO DE CONTROL DE LA TRAMA

A continuación se muestran los formatos del campo de control para cada uno de los tipos de encuadre, tanto comandos como respuestas, con su correspondiente codificación como se muestra en la figura 2.8.

SUB-TIPO	TIPO DE TRAMA		0	1	2	3	4	5	6	8	
	COMANDOS	RESPUESTAS	CODIFICACIÓN DEL CAMPO DE CONTROL								
INFORMACIÓN	I		N (R)			P		N (S)		0	
SUPERVISIÓN		RR	N (R)			F		0	0	0	1
		RNR	N (R)			F		0	1	0	1
		REJ	N (R)			F		1	0	0	1
NO NUMERADOS	SARM		0	0	0	P		1	1	1	1
	SABM		0	0	1	P		1	1	1	1
	DISC		0	1	0	P		0	0	1	1
		UA	0	1	1	F		0	0	1	1
		DM	0	0	0	F		1	1	1	1
		CMDR	1	0	0	F		0	1	1	1
		FRMR	1	0	0	F		0	1	1	1

Fig. 2.8 Formato del campo de control

## 2.4.5.2 FORMATO DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

El formato de transferencia de información, figura 2.9, se usa para realizar una transferencia de información, las funciones de  $N(S)$ ,  $N(R)$  y  $P$ , son independientes, esto es, que cada encuadre  $I$  tiene un  $N(S)$  y un  $N(R)$ , en los cuales puede o no reconocer encuadres adicionales recibidos por el DTE o el DCE y un bit  $P$ . Las variables  $N(S)$  y  $N(R)$  en el campo de control de dichos encuadres, permiten el control de la secuencia entre encuadres. Cada uno de estos campos contiene tres bits, con los cuales se pueden numerar los encuadres del 0 al 7.

$N(S)$ : indica el número del próximo encuadre a enviar.

$N(R)$ : Indica el número del próximo encuadre que se espera recibir.

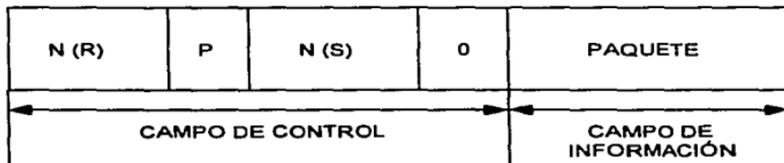


Fig. 2.9 Formato I

### 2.4.5.3 FORMATO DE SUPERVISIÓN

Los cuadros del formato de supervisión, figura 2.10, son usados para transmitir respuestas solamente durante el estado de transferencia de información.

-RR: Respuesta de listo para Recibir.

El cuadro de la respuesta RR, es usada por el secundario para:

- A).- Indicar que está listo para recibir un cuadro de información.
- B).- Reconocer los cuadros de información recibidos previamente, numerados hasta  $N(R) - 1$ , inclusive.
- C).- Responder a un cuadro de información recibido, el cual tenía el bit de petición (P) con el valor de 1.
- D).- Liberar una condición de ocupado que fue indicada por la transmisión de una respuesta RNR.

0	1	2	3	4	5	6	7
N ( R )			F	0	0	0	1

Fig. 2.10 Formato listo para recibir

**-RNR: Respuesta de No listo para Recibir.**

El encuadre de supervisión RNR, es utilizado por el secundario para indicar una condición de ocupado, esto es que temporalmente se encuentra inhabilitado para aceptar encuadres de información. Los encuadres de información numerados hasta  $N(R) - 1$  son reconocidos, como se muestra en la figura 2.11.

0	1	2	3	4	5	6	7
N ( R )			F	0	1	0	1

Fig. 2.11 formato de Respuesta de No listo para Recibir

**-REJ: Respuesta Rechazada.**

El encuadre de respuesta rechazada es usado por el secundario para solicitar la retransmisión de encuadres de información, empezando por el encuadre numerado  $N(R)$ . Los encuadres de información numerados hasta  $N(R) - 1$  y los anteriores serán reconocidos. El primario retransmite los encuadres numerados desde  $N(R)$  hasta  $V(S) - 1$ .

Solamente se puede establecer una condición de excepción de rechazo, para una dirección dada de transferencia de información, a la vez. El secundario libera la condición de excepción de rechazo cuando recibe el encuadre correcto o cuando recibe un SARM, el cual indica un

estado de reinicialización del enlace, como se muestra en la figura 2.12.

Los bits 2 y 3 determinan el tipo de encuadre de supervisión de acuerdo a la siguiente tabla:

BITS		
4	5	
0	0	: RR -----Listo a recibir
0	1	: RNR ----- No Listo a Recibir
1	0	: REJ ----- Rechazo

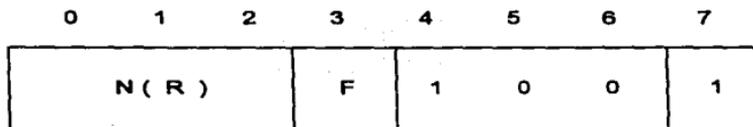


Fig. 2.12 Formato de Rechazo

#### 2.4.5.4 FORMATO NO NUMERADO

Los comandos y respuestas del formato no numerado se usan durante los estados de inicialización del enlace, desconexión y reinicialización, o durante el estado de transferencia de información

para iniciar una transición a los efectos de desconexión o reinicialización.

- **SARM: Fija el Modo de Respuesta Asincrono.**

La instrucción no numerada **SARM**, se usa para informar al secundario que el modo de respuesta asincrona debe entrar en la dirección de la línea del primario al secundario. El secundario confirma la aceptación del **SARM** por la transmisión de una respuesta **UA** en la primera oportunidad disponible.

El comando **SARM** se transmite por el primario en los estados de inicialización y reinicialización del enlace del primario al secundario. Como se muestra en la figura 2.13.

0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	P	1	1	1	1

Fig. 2.13 Formato SARM

-**DISC: Desconexión.**

Esta instrucción se usa para informar al secundario que el primario esta suspendiendo la dirección. El secundario confirma la aceptación del **DISC** transmitiendo una respuesta **UA**. El comando **DISC** es transmitido por el primario en el estado de desconexión. Debe notarse que el comando de desconexión no es simétrico respecto a las

acciones del DCE y el DTE, cuando el comando se envía. Si el enlace esta en el estado de transferencia de información y el DTE envía un DISC, entonces el DCE responde con un UA y después con un comando DISC. Si el DISC es mandado por el DCE, el DTE solo necesita responder con un UA para completar la operación de desconexión, como se muestra en la figura 2.14.

0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	0	P	0	0	1	1

Fig. 2.14 Formato DISC

**- UA Respuesta de Reconocimiento No Numerada.**

La respuesta de reconocimiento no numerada es usada para reconocer la recepción y aceptación de instrucciones con formato U (no numeradas). No se toma ninguna acción sobre las instrucciones de formato U recibidas, hasta que una respuesta UA se transmite.

El secundario utiliza la respuesta UA en los estados de inicialización, desconexión y reinicialización del primario al secundario, como se muestra en la figura 2.15.

0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	F	0	0	1	1

**Fig. 2.15 Formato UA**

**- CMDR: Respuesta de Rechazo de Comando.**

La respuesta CMDR es utilizada por el secundario para reportar una condición de error que no se pueda recuperar mediante la retransmisión de un encuadre idéntico. Esto quiere decir que se presenta uno de los siguientes problemas:

- A).- La recepción de un comando invalido o que no se encuentra implementado.
- B).- Recepción de un encuadre con un campo de información que excede la longitud máxima establecida.
- C).- Recepción de un N(R) no valido.

Con esta respuesta se devuelve un campo de información que sigue inmediatamente al campo de control, consiste de tres octetos (bytes) con información del porque del rechazo y el campo adicional, se muestra en la figura 2.16.

0	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	F	0	1	1	1

0	1	2	3	4	5	6	7	
Campo de control del encuadre rechazado								Octeto 1
N(R)			0	N(S)			0	Octeto 2
0	0	0	0	Z	Y	X	W	Octeto 3

Fig. 2.16 Formato CMDR y campo de información adicional

- El campo de control del encuadre rechazado, es el campo de control del encuadre recibido que dio lugar al rechazo de la instrucción encuadre.

N(R) es el valor vigente de la variable de estado en recepción del secundario (V(R)).

N(S) se pone a cero ( es el valor de V(S) en el secundario).

**W** puesto a 1, indica que el campo de control recibido y regresado en los bits del 0 al 7 fue invalido.

**X** puesto a 1, indica que el campo de control recibido y regresados en los bits del 0 al 7 fue considerado invalido porque el encuadre contenía un campo de información, el cual no esta permitido en este comando. El bit **W** debe ser 1 conjuntamente con este bit.

**Y** puesto a 1 indica que el campo de información recibido, excedió la capacidad máxima establecida del secundario. Este bit es mutuamente exclusivo con el bit **W**.

**Z** siempre es 0 (sirve para indicar un **N(R)** no valido). Los bits 12 y 16 a 20 serán 0.

Debido a que el bit  $Z = 0$ , el comando **CMDR** no se transmitirá en caso de un **N(R)** invalido, en vez de esto se pasara a un estado de reinicialización.

La respuesta **CMDR**, puede usarse por el secundario durante los estados de inicialización, desconexión, reinicialización y transferencia de información. Bajo la recepción de un **CMDR**, el primero enviará un **SARM**.

## 2.4.6 CAMPO DE INFORMACIÓN

El campo de información contiene esencialmente los datos que serán transferidos a través del enlace, este campo no está sujeto a ninguna restricción en lo que se refiere al código o al agrupamiento de bits debido al concepto de transferencia.

Con respecto a la longitud máxima del campo de información, es un parámetro del sistema que depende del número máximo de bits que pueda manejar la línea.

## 2.4.7 CAMPO DE SECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE LA TRAMA

Se utiliza una secuencia de verificación de la trama (FCS) de 16 bits (dos octetos), dicho campo se encuentra justo antes de la bandera de cierre del encuadre. Se utiliza un procedimiento conocido como verificación de redundancia cíclica, que se aplica entre los bits del encuadre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la secuencia de verificación del encuadre, excluidos los bits insertados para asegurar la transparencia, utilizando el polinomio generador V.41 del CCITT, que es el siguiente:

$$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

En el receptor la serie de 16 bits se genera nuevamente, y se compara con la recibida en el encuadre. Si es diferente, indicará que hubo errores en la transmisión.

## 2.4.8 VARIABLES DE LA TRAMA

Un conjunto de variables de estado están definidas para mantener los números de secuencia de los encuadres de información enviados y recibidos correctamente. Estas variables son mantenidas por el manejador de encuadres y usados durante la operación de transmisión de encuadres.

**V(S): (Send State Variable);** Denota el número de secuencia del próximo encuadre de información a ser transmitido. Esta variable puede tomar el valor de 0 a 7 y es puesta a cero cuando se establece el enlace, incrementándose en uno por cada encuadre de información transmitida con éxito.

**V(R): (Receive State Variable);** Denota el número de secuencia del próximo encuadre de información que va a ser recibido, puede tener el valor de 0 al 7 y es puesta a 0 cuando el enlace es establecido, e incrementando en uno por la recepción de un encuadre de información en secuencia y libre de errores el cual envía el número de secuencia **N(S)** que es igual al valor de esta variable.

## 2.4.9 PROCEDIMIENTO DE ESTABLECIMIENTO DE ENLACE

Los procedimientos para establecer un enlace en LAPB se requieren solamente un comando para establecer el enlace, como se muestra en la figura 2.17.

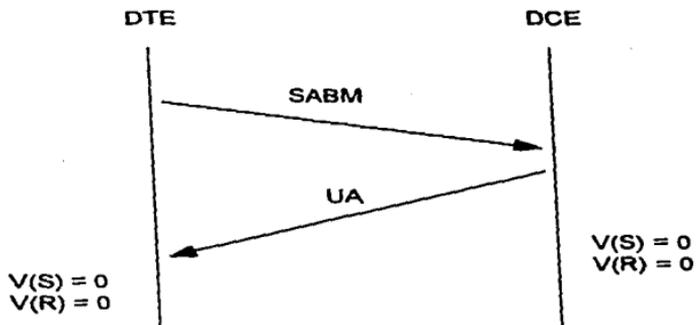


Fig. 2.17 Enlace LAPB

- 1.- El DTE debe indicar un requerimiento para el establecimiento de enlace transmitiendo un comando SABM al DCE.
- 2.- El DCE debe reconocer el comando SABM regresando un UA al DTE. El DTE pone a  $V(S)$  y  $V(R)$  igual a cero. Sobre la recepción del UA, el DTE pone su  $V(S)$  y  $V(R) = 0$ .

Los procedimientos para establecimiento de enlace en LAP se muestra en la figura 2.18. Cuatro procedimientos debe de ocurrir para el establecimiento del enlace.

1.- El DTE debe indicar un requerimiento de establecimiento de enlace transmitiendo un comando SABM al DCE.

2.- El DCE debe reconocer el comando SABM regresando un UA al DTE, el DCE pondrá su variable de estado  $V(R) = 0$ .

3.- El DCE debe indicar un requerimiento de establecimiento de enlace transmitiendo un comando SABM al DTE.

4.- El DTE debe reconocer el comando SABM regresando una respuesta UA al DCE y luego poniendo su variable  $V(R) = 0$ .

Así el DCE y el DTE deben iniciar el establecimiento de enlace para que la línea sea considerada funcional .

Cuando el DCE y el DTE reciben respuestas UA, las variables de estado de envío  $V(S)$  son puesta a cero en cada lado.

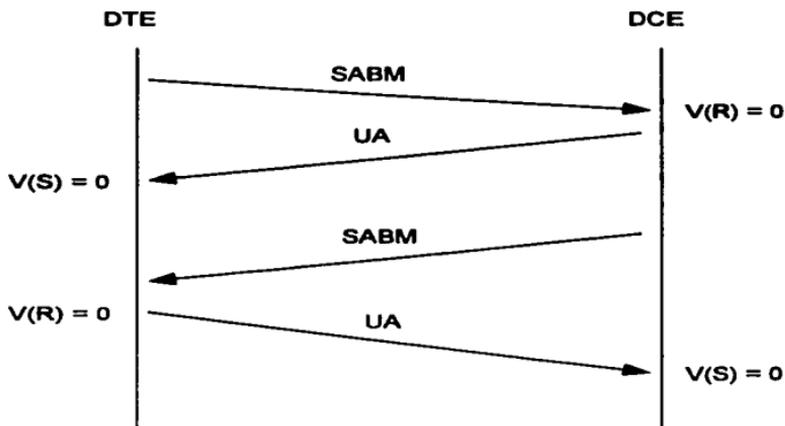


Fig. 2.18 Enlace LAP

## 2.4.10 PROCEDIMIENTO DE DESCONEXIÓN DE ENLACE

Los procedimientos para desconexión de enlace en LAPB son mostrados en la figura 2.19. En este procedimiento, un comando cumplirá la desconexión.

1.- El DTE marca el requerimiento de desconexión de enlace transmitiendo un comando DISC al DCE.

2.- El DCE debe reconocer el comando DISC regresando una respuesta UA al DTE.

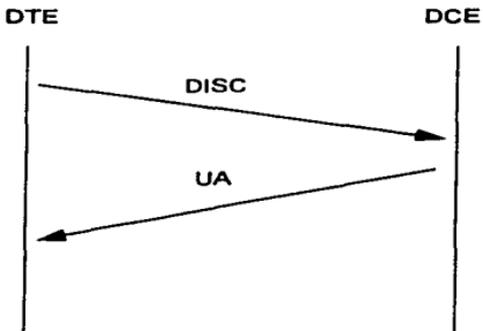


Fig. 2.19 Desconexión del enlace LAPB

El procedimiento para desconexión de enlace en LAP es mostrado en la figura 2.20. En este procedimiento, dos comandos deben ser intercambiados para que el enlace sea desconectado por el DTE.

1.- El DTE indica el requerimiento de desconexión del enlace transmitiendo un comando DISC al DCE.

2.- El DCE debe reconocer el comando DISC enviando una respuesta UA al DTE.

- 3.- El DCE debe transmitir un comando DISC al DTE.
- 4.- El DTE reconoce el comando DISC enviando una respuesta UA al DCE.

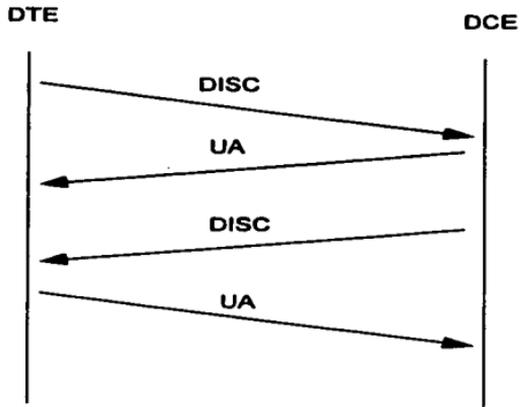


Fig. 2.20 Desconexión del enlace LAP

## 2.4.11 TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

El procedimiento para inicialización de enlace y transferencia de información es mostrado en la figura 2.21. Después de la inicialización, el valor de  $V(S)$  y  $V(R)$  es puesto a cero en cada lado del enlace. El primer "I - frame" enviado (I0,0) es reconocido por un S - frame (RR1). El reconocimiento para el segundo encuadre transmitido (I1,0), es enviado sobre un encuadre de información yendo en la otra dirección.

El número máximo de encuadres de información secuencialmente numerados que el DTE o el DCE pueden tener pendientes (no reconocidos) está definido por el parámetro "k". Esto es llamado el "tamaño de ventana" y es el mismo para las operaciones de transmisión y recepción, el valor de k puede ser entre 1 y 7. Cuando la variable de estado de envío  $V(S)$  es igual al último  $N(R)$  recibido más k el DTE no transmitirá más encuadres de información. Sobre el arribo de reconocimiento para I - frames pendientes, el DTE de nuevo hasta  $N(R)$  más k, como se muestra en la figura 2.21.

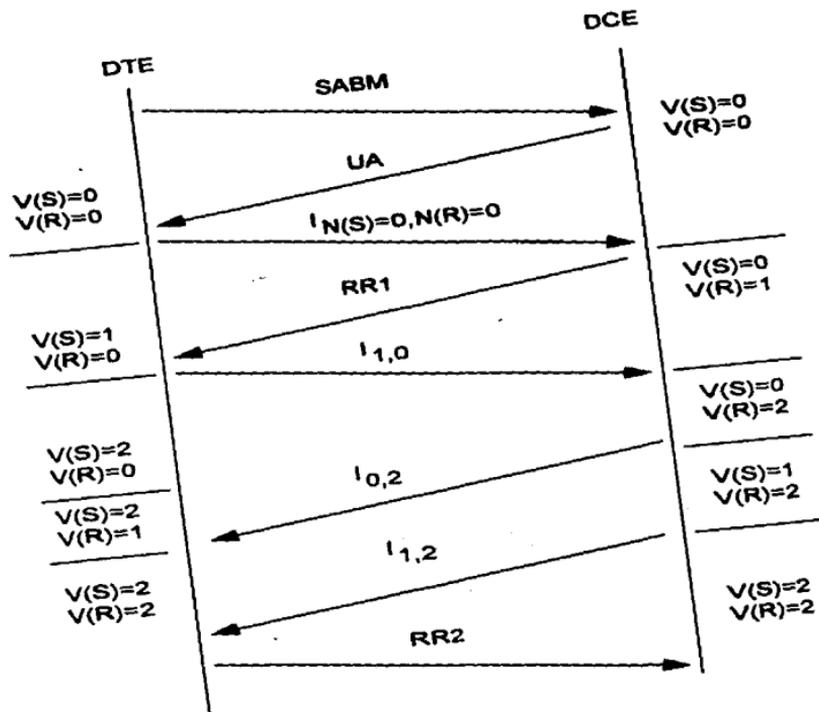


Fig. 2.21 Transferencia de información

## 2.4.12 PERDIDA DE TRAMA DE INFORMACIÓN

Cuando una I - frame es recibido fuera de secuencia debido a la perdida de una I - frame previo, un REJ es enviado como se muestra en la figura 2.22. Debido a la perdida de la I - frame (I2,2), la I - frame (I3,2) es recibido fuera de secuencia y descartado y un paquete REJ es enviado con un N(R) igual al próximo encuadre en secuencia esperado (REJ2).

Cuando un comando es enviado, el temporizador T1 es iniciado (I3,2). Cuando un reconocimiento es recibido el temporizador es parado, si el temporizador expira, un encuadre RR es enviado con el "poll bit" puesto a uno (RR2). Este es un requisito para saber que el último encuadre recibido en secuencia es correcto. Esto permite al transmisor determinar cuales I - frames pendientes fueron perdidos. La respuesta esperada es un RR con el "bit final" puesto (RR3). El valor de N(R) en este encuadre RR con el "final bit" puesto (RR3). El valor N(R) en este encuadre RR es usado para el encuadre a ser retransmitido (I3,2).

## 2.4.13 CONDICIÓN DE OCUPADO

Si el receptor no puede aceptar I -frames adicionales, este regresa un encuadre RNR (RNR3) e introduce la condición de ocupado, como se muestra en la figura 2.23. Si es usado el poleo de ocupado, el lado remoto enviará periódicamente un encuadre RR con el poll bit

puesto (RR3 P). Esto causará que el dispositivo ocupado regrese S - frames con el final bit puesto. Si el RNR es enviado, el dispositivo está aun en condición de ocupado (RNR3F). Cuando el RR es enviado (RR3), el dispositivo ha limpiado la condición de ocupado y se puede restaurar la transmisión normal(I3,2).

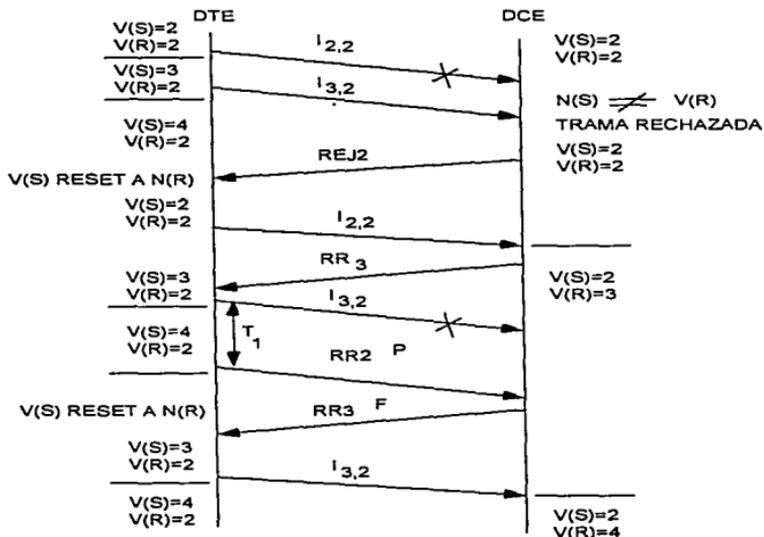


Fig. 2.22 Pérdida de trama de información

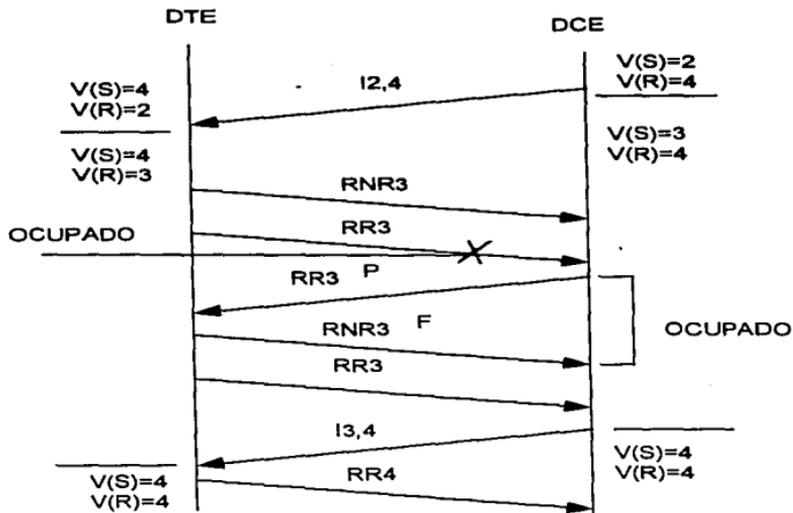


Fig. 2.23 Condición de ocupado

## 2.4.14 INTERACCIÓN NIVEL TRAMA / PAQUETE

Estos niveles pueden ser considerados independientes, ellos interactúan en dos áreas principalmente.

**1.- El nivel paquete suministran una cola de paquete al nivel de encuadre para transmisión a través del enlace. En el otro lado el nivel encuadre pasa los paquetes recibidos al nivel paquete.**

**2.- El nivel trama señala al nivel paquete que el enlace esta arriba o abajo. El nivel paquete no sabe de retransmisiones, condiciones de ocupado o eventos de restauración del nivel de encuadre.**

## **2.5 NIVEL 3. NIVEL PAQUETE DE X.25**

Este nivel provee procedimientos para el control de circuitos virtuales entre el DTE y el DCE. Cada paquete que es transmitido está contenido en el campo de información de un encuadre de información. Solo un paquete es permitido en este campo de información. Existen dos tipos de circuitos virtuales: Circuitos Virtuales Permanentes (CVPs) y Circuitos Virtuales Conmutados (CVCs). Un circuito virtual permanente permite la comunicación entre dos DTEs sin necesidad de ordenar la conexión entre ellos. En cambio, en un circuito virtual conmutado se requieren las operaciones de conexión y desconexión.

Es posible la coexistencia de circuitos virtuales permanentes y conmutados, en general los circuitos virtuales son independientes entre si desde el punto de vista lógico. Un CVP permite que un DTE siempre se comuniqué con el mismo DTE, en cambio en el uso de CVC un DTE selecciona el DTE con el cual se quiere comunicar.

Un solo enlace de acceso, controlado por manejadores de encuadre en cada lado, soportará hasta 255 circuitos virtuales (dependiendo de la aplicación). Cada circuito virtual está asignado a un

Número de Canal Lógico (LCN) durante el establecimiento del circuito virtual. El LCN, únicamente identifica cada circuito virtual que está en la línea de acceso como se muestra en la figura 2.24.

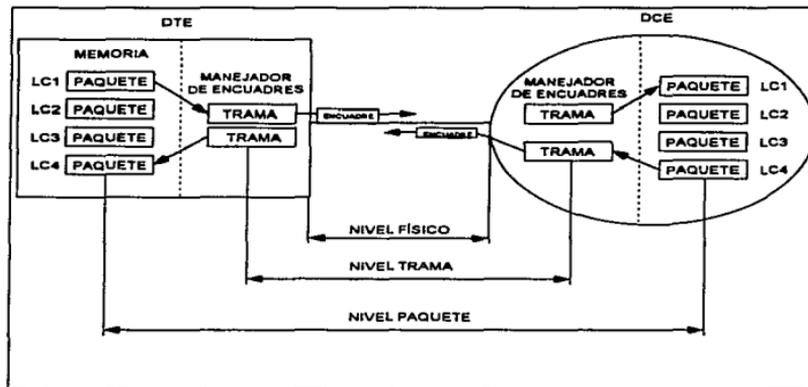


Fig. 2.24 Números de canales lógicos

## 2.5.1 ASIGNACIÓN DE CANALES LÓGICOS

Un número de canal lógico es asignado a cada circuito virtual al tiempo del establecimiento de cada llamada. Este número de canal lógico habilita simultáneamente muchas llamadas virtuales para ser soportadas en el mismo enlace. La asignación de estos números de

canales lógicos es una función local a cada nodo. El número de canal lógico no necesita ser el mismo a través de la red para un circuito virtual porque puede ser cambiado en cada nodo.

Cada nodo tiene la capacidad de asignar 4095 LCNs. Estos son divididos en categorías de acuerdo al tipo de circuito virtual que se establece. Ciertos LCNs están reservados para circuitos virtuales permanentes, otros son reservados para llamadas entrantes de una dirección (llamadas viniendo al DTE desde el DCE) y llamadas salientes de una dirección (llamadas originándose en el DTE viajando al DCE).

El rango de los números de canales lógicos a ser usados es una opción del usuario. Cuando se están seleccionando los LCNs, el DCE empieza en el número más bajo disponible mientras que el DTE empieza en el número más alto disponible, como se muestra en la figura 2.25.

Los estados de un canal lógico puede estar en cuatro estados globales, a menudo referidos como fases, estos son:

A.- Listo; No existe llamada en el canal.

B.- Establecimiento de llamada; Una llamada esta en proceso de establecimiento.

C.- Liberación de llamada; una llamada esta en proceso de liberación.

D.- Transferencia de datos; Una llamada ha sido establecida exitosamente a través del canal.

Una vez que una llamada ha sido establecida entre dos DTEs (establecimiento de llamada), los DTEs pueden a empezar a

intercambiar datos. Excepto para algunos tipos de información de control, los paquetes son pasados transparentemente a través de la red. Los procedimientos del nivel de paquete son necesarias para cada circuito virtual establecido.

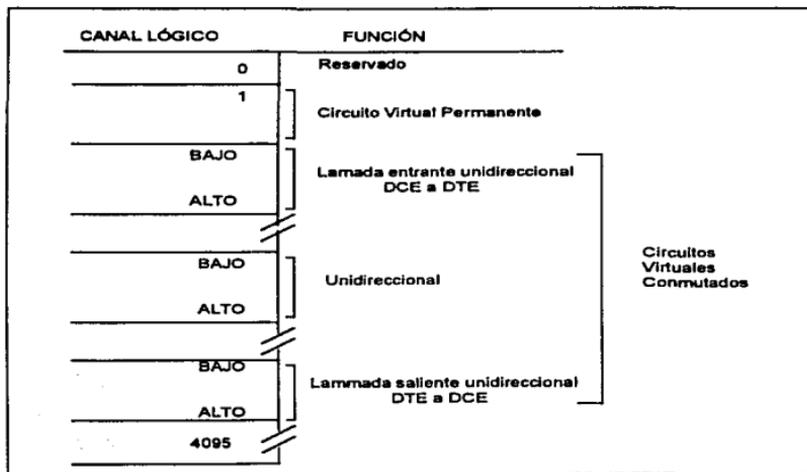


Fig. 2.25 Rango de canales lógicos

## 2.5.2 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA

Cuando se esta estableciendo un circuito virtual, el DTE que requiere la conexión es referido como el DTE llamador y al dispositivo de destino siendo conectado como DTE llamado. El DTE llamador es conectado al nodo local y el DTE llamado es conectado al nodo remoto. La comunicación entre los dos nodos es a través de la red.

Los procedimientos para establecer un circuito virtual son mostrados en la figura 2.26.

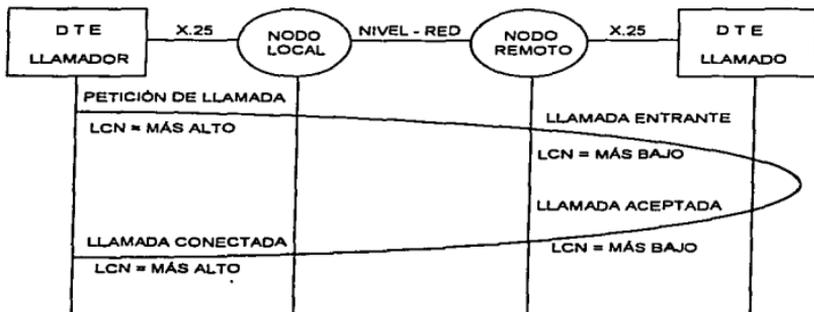


Fig. 2.26 Establecimiento de llamada

Cuando el DTE llamador desea establecer una llamada, selecciona el LCN más alto disponible y lo escribe en el paquete de petición de llamada con la dirección del DTE llamado. Este paquete es

transmitido al nodo local. El paquete es convertido al protocolo de nivel de la red y lo enruta a través de la red al nodo remoto, este nodo selecciona el LCN más bajo, lo escribe en un paquete de llamada entrante y lo transmite al DTE llamado. Nótese que los LCNs asignados fueron diferentes en cada lado de la llamada virtual.

La asignación del LCN no necesita ser el mismo para cada lado de la llamada virtual. El DTE recogerá el LCN más alto disponible, mientras que el DTE remoto recogerá el más bajo. El LCN seleccionado, sin embargo, debe ser único en el nodo local y remoto.

El DTE llamado indica la aceptación de la llamada transmitiendo un paquete de llamada aceptada con el mismo LCN que el del paquete llamada entrante. Este es enrutado a través de la red al nodo local donde un paquete de llamada conectada es mandado al DTE llamando con el mismo LCN que el del paquete de petición de llamada. El circuito virtual esta en ese momento establecido y la comunicación entre los DTEs puede empezar.

El formato del paquete de petición de llamada es mostrado en la figura 2.27.

**GFI:** General Format Identifier (Identificador del Formato General); Contiene el Q-bit, el D-bit y una indicación si el número de secuencia es módulo 8 o módulo 128 va a ser usado en el nivel de paquete. La función del Q-bit y el D-bit será discutido mas adelante.

**LCGN, LCN:** Logical Channel Group Number y Logical Channel Number(Número de grupo del canal Lógico y Número de Canal Lógico), comprende un número de 12 bits permitiendo 4095 llamadas a estar activas en la interface del nivel paquete.

**IDENTIFICADOR DE TIPO DE PAQUETE:** Identifica este paquete como un paquete de petición de llamada.

**CAMPO DE DIRECCIÓN:** Este campo tiene dos partes. El Campo de Longitud de Dirección contiene el número de dígitos codificados en binario decimal en la dirección actual del DTE llamado y llamador. Esto es para permitir variaciones en el formato de direccionamiento en diferentes redes. El campo del DTE llamado contiene la dirección del destino. La dirección del DTE llamador es opcional. Es necesario el relleno para alinear los campos a los límites del octeto.

**SECCIÓN DE FACILIDADES:** Estos parámetros opcionales pueden ser seleccionados por un DTE, en base a cada llamada y especificar cualquier parámetro que se aplica a la llamada.

**SECCIÓN DE DATOS DEL USUARIO:** Hasta 16 octetos de datos pueden ser mandados en el paquete de petición de llamada.

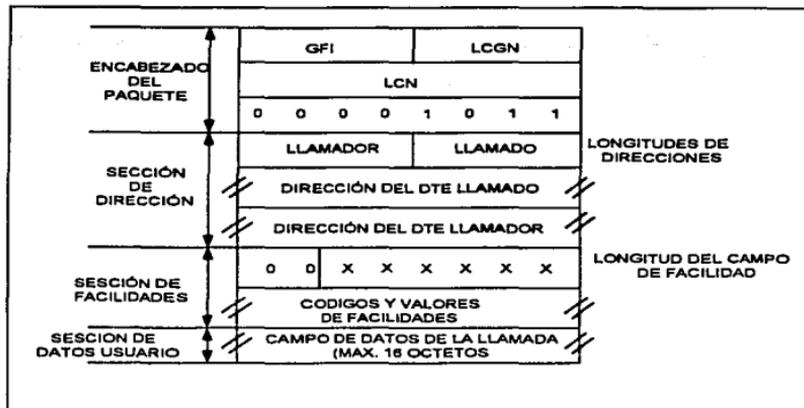


Fig. 2.27 Paquete de petición de llamada

### 2.5.3 LIBERACIÓN DE LLAMADA

El DTE en cualquiera de los extremos de la llamada virtual puede liberar al circuito o puede ser liberado por la red. El procedimiento para liberar la llamada por DTE es mostrado en la figura 2.28.

El DTE liberador envía un paquete de petición de liberado al nodo local con el LCN de la llamada a ser liberada. Este es enrutado a través de la red al nodo remoto. El nodo remoto envía un paquete de indicación de liberado al DTE liberador, el DTE liberador responde con

un paquete de confirmación de liberación de este nodo libera el LCN en este lado del circuito virtual. Esta confirmación es enviada al nodo local el cual envía un paquete de indicación de liberado el cual libera el LCN del otro lado.

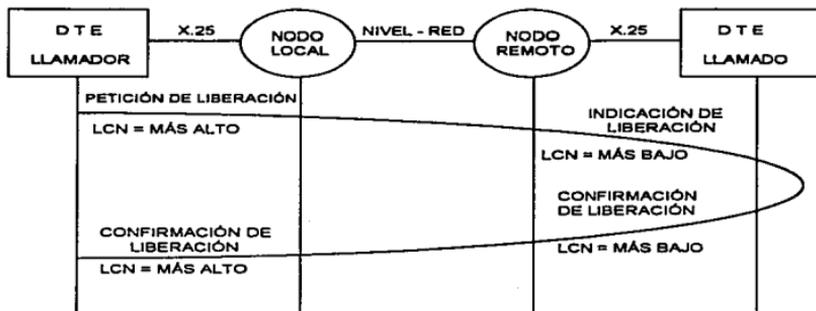


Fig. 2.28 Liberación de llamada

## 2.5.4 TRANSFERENCIA DE DATOS

Durante la fase de transferencia de datos de una llamada, los paquetes de datos y supervisores son usados para controlar la transferencia de datos entre los DTEs que se comunican.

## 2.5.4.1 PAQUETES DE DATOS

El paquete de datos es usado para transferir datos de usuario o mensajes al PAD (X.29), el formato del paquete de datos es mostrado en la figura 2.29.

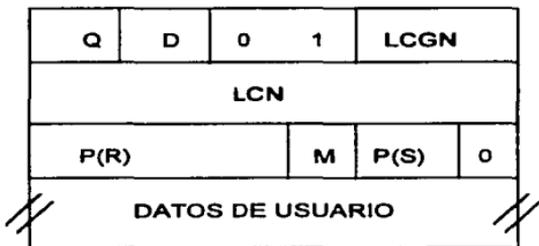


Fig. 2.29 Paquetes de datos

Nótese que las direcciones del DTE llamador y llamado no aparecen en el paquete. El identificador del canal lógico (LCGN+LCN) es usado para identificar la llamada virtual a la cual pertenece el paquete. Los campos de este paquete están definidos como sigue:

**Q-bit:** Este bit es puesto a cero cuando el paquete contiene datos de usuario y a uno cuando el paquete contiene información de control de los niveles más altos. El único nivel más alto definido actualmente es X.29.

**D-bit:** La confirmación de entrega es puesto a cero para reconocimiento local del paquete y a uno para reconocimiento lado a lado.

**LCGN-LCN:** Esta formado por la concatenación de los cuatro bits del LCGN y los ocho del LCN. Este número de 12 bits permite hasta 4095 canales lógicos.

**P(R):** El número en secuencia de recibo del paquete es usado para indicar el próximo paquete esperado por DTE remoto. Este número también reconoce todos los paquetes en secuencia antes del P(R). El DTE remoto esta autorizado para transmitir el paquete con el número de secuencia igual al P(R).

**M-bit:** El bit de mas datos es, usado para modificar que el próximo paquetes de datos a ser enviados es una continuación lógica de los datos del paquete actual. Esto es usado cuando los datos del usuario a ser transmitidos son más grandes que el tamaño del paquete o cuando un paquete grande es segmentado por la red en paquetes más pequeños.

**P(S):** El número en secuencia de envío del paquete es el número en secuencia del paquete que se esta enviando.

**DATOS DE USUARIO:** Este campo contiene información a ser pasada transparentemente a través de la red a el DTE remoto. La sola

**excepción a esto son mensajes al PAD los cuales son interpretados por el PAD remoto y no transmitidos al DTE remoto.**

**El formato del paquete de petición de liberación es mostrado en la figura 2.30. Dos octetos que están presente, especifican porque fue liberada la llamada, ellos son un campo de causa de liberado y un campo de código de diagnostico. Las causas de liberado incluyen:**

- Originado en el DTE.**
- Número de ocupado.**
- Congestionamiento de red.**
- Error remoto de procedimiento.**
- Error local de procedimiento.**

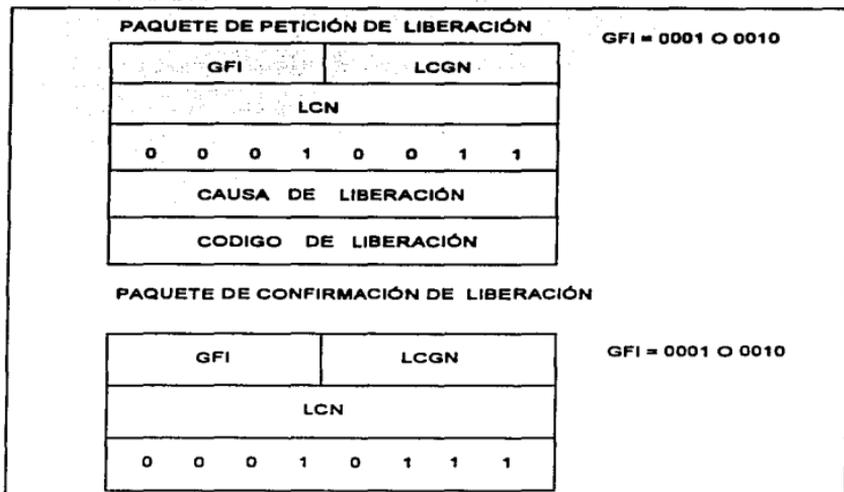


Fig. 2.30 Paquete de confirmación de liberación

## 2.5.4.2 TAMAÑO DE VENTANA

En el nivel de encuadre, el tamaño de ventana de transmisión y recepción es el mismo y esta definido por el parámetro "k". En el nivel paquete el tamaño de ventana de transmisión y recepción puede ser definido en cada llamada usando facilidades en el tiempo del establecimiento de la llamada.

**El DTE tiene dos tamaños de ventana:**

**1.- Tamaño de ventana remoto:** El cual especifica el número de paquetes de datos que el DTE puede transmitir sin recibir reconocimiento.

**2.- Tamaño de la ventana local:** El cual especifica el número de paquetes que el DTE esta permitido recibir antes de autorizar la transmisión de más paquetes de datos.

El tamaño de ventana puede ser un valor de uno a siete inclusive. El tamaño de ventana asumido para redes de transmisión de datos es de dos. Cuando un circuito virtual es establecido, cada lado puede transmitir hasta el número de paquetes permitido por su ventana sin esperar reconocimientos, una vez que el tamaño de ventana ha sido alcanzado, la transmisión cesa y se dice que esta bloqueada. Cuando son reconocidos los paquetes de datos pendientes, la ventana es abierta permitiendo que más paquetes de datos sean transmitidos.

### **2.5.4.3 CONFIRMACIÓN DE ENTREGA**

El bit de confirmación de entrega (D-bit) es usado para indicar si el DTE desea o no recibir un reconocimiento lado a lado de entrega para los datos que esta transmitiendo. Estos reconocimientos serán transportados por medio del número de secuencia de recibo P(R). El D-

bit es el bit 7 en el Identificador de Formato General (GFI) de un paquete de petición de llamada.

Con el D-bit puesto a uno, la confirmación de entrega no será transmitida al DTE local hasta que una confirmación de entrega es recibida desde el DTE remoto. Esto provee una seguridad de que los datos han arribado al DTE destino, como se muestra en la figura 2.31.

Con el D-bit puesto a cero, la confirmación de entrega será iniciada por el nodo local antes de recibir confirmación del DTE remoto. Esto permite un tiempo de respuesta más rápido a través de la red, porque las confirmaciones son generadas localmente.

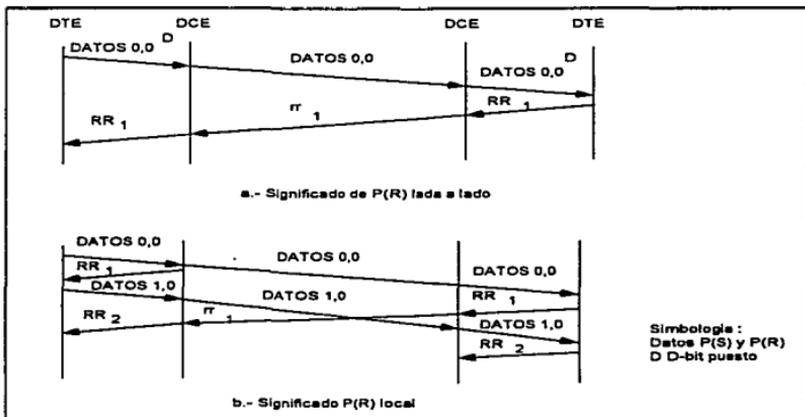


Fig. 2.31 Bit de confirmación de entrega

## 2.5.4.4 FORMATO DE PAQUETE SUPERVISOR

Los procedimientos de control de flujo utilizan tres tipos de paquetes; listo para recibir (RR Receive Ready), no listo para recibir (RNR Receive Not Ready) y rechazo (REJ Reject). Sus funciones son mostrados en la figura 2.32.

El paquete listo para recibir (RR) es usado para indicar que el transmisor está listo para recibir paquetes adicionales. El valor  $P(R)$  indica el número en secuencia del próximo paquete esperado y reconfirmación de todos los paquetes hasta  $P(R-1)$ . El paquete de RR es enviado cuando el DTE tiene paquetes pendientes por reconocer, pero no tiene paquetes de datos por enviar.

El paquete no listo para recibir (RNR) es usado para indicar el deseo de tener el flujo de datos parados en un circuito virtual en particular. Este paquete también reconoce todos los paquetes hasta  $P(R-1)$ . Cuando el flujo es reanudado, el primer paquete enviado tendrá un número de secuencia  $P(S)$  igual al valor  $P(R)$  enviado en el paquete RNR.

El paquete de rechazo (REJ) es usado por el DTE para petición de retransmisión de uno o varios paquetes de datos consecutivos empezando desde el paquete con el  $P(S)$  igual al valor  $P(R)$  enviado en un paquete REJ.

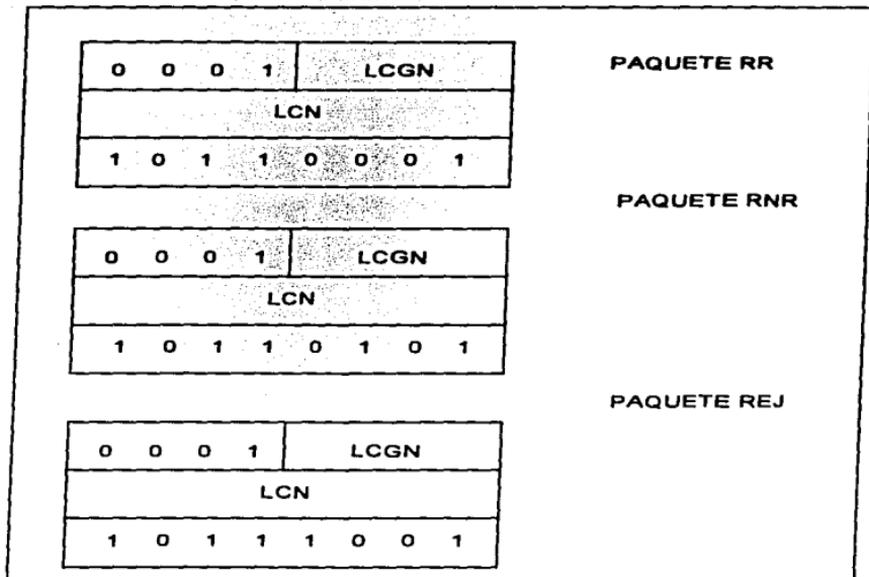


Fig. 2.32 Formato del campo supervisor

### 2.5.4.5 PAQUETE DE INTERRUPCIÓN

Este paquete es una señal especial para el DTE remoto. Permite que se transmita un octeto de datos del usuario al DTE remoto, el

paquete no esta secuenciado y precedora a cualquier paquete de datos en el flujo de datos. Es por tanto útil para enviar una señal que será entregada, siempre que el DTE remoto haya requerido una suspensión de todas las entregas usando el paquete de no listo para recibir. Cuando un DTE recibe un paquete de interrupción este responde con un paquete de confirmación de interrupción indicando que ha aceptado la interrupción. El formato de los paquetes de interrupción y de confirmación de interrupción son mostrado en la figura 2.33.

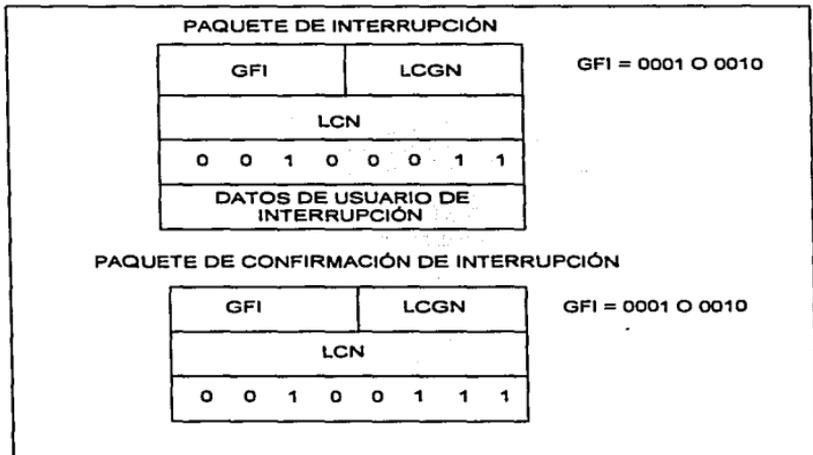


Fig. 2.33 Paquete de interrupción

## 2.5.4.6 PROCEDIMIENTO DE RESTAURACIÓN DEL CIRCUITO VIRTUAL

El DTE local inicia el procedimiento de restauración transmitiendo un paquete de petición de restauración al nodo local, como se muestra en la figura 2.34. La petición viaja a través de la red al nodo remoto, el nodo remoto emite un paquete de indicación de restauración al DTE remoto a ser restaurado. El DTE remoto responde con un paquete de confirmación de restauración indicando la aceptación de la restauración. La confirmación viaja a través de la red al nodo local y posteriormente el nodo local transmite un paquete correspondiente de confirmación de restauración al DTE local.

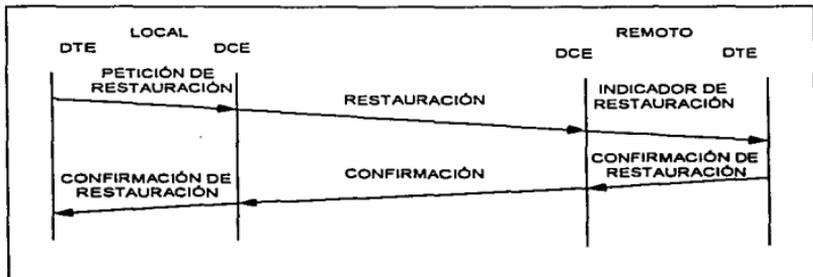
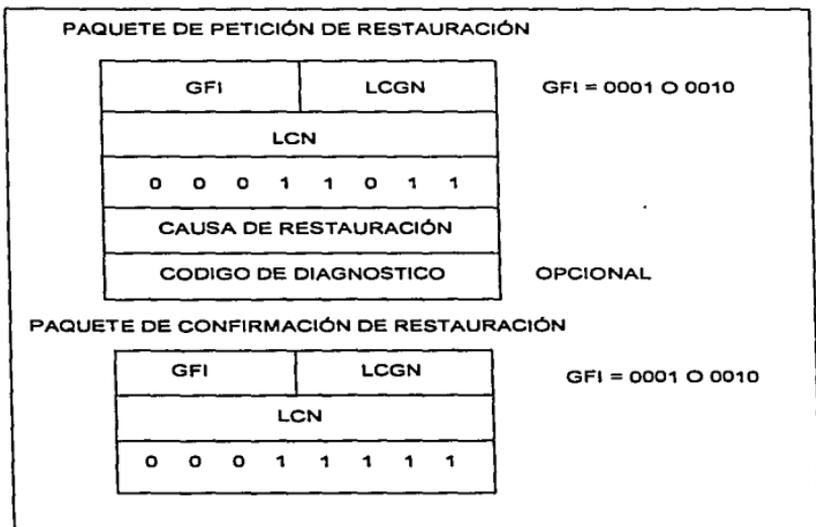


Fig. 2.34 Restauración de circuito virtual

El paquete de petición de restauración es usado para reinicializar el circuito virtual al estado en el que estaba cuando se estableció. Esta restauración pondrá todos los números de secuencia P(R), P(S) a cero y eliminará cualquier dato que pueda estar en transito a través de la red para la restauración del circuito virtual. Una restauración de circuito virtual normalmente solo es usada en una situación irrecobable de perdida de datos. El formato de paquete de petición de restauración es mostrado en la figura 2.35.



**Fig. 2.35 Paquete de restauración**

### 2.5.4.7 PROCEDIMIENTO DE REINICIO

El procedimiento de reinicio es usado para liberar simultáneamente todos los circuitos virtuales en una línea de acceso DTE/DCE. Puede ser usado en cualquier tiempo y también para recobrar una falla del DTE principal o de la red. Este procedimiento causará que todos los circuitos virtuales sean liberados y colocara todos los LCNs en un estado de listo. El procedimiento de reinicio se muestra en la figura 2.36.

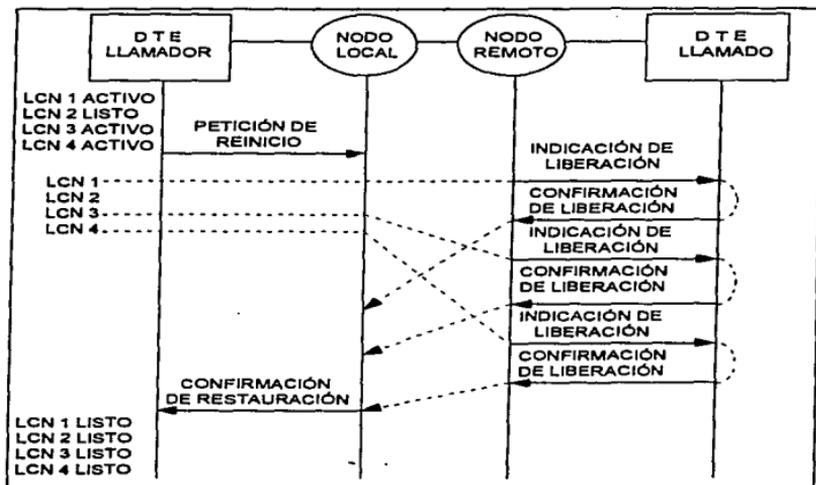


Fig. 2.36 Procedimiento de reinicio del nivel paquete

**El DTE local inicia el procedimiento de reinicio transmitiendo un paquete de petición de reinicio al nodo local. Por cada circuito virtual activo, la red transmite un paquete de indicación de liberado al DTE remoto, Cada DTE responderá con un paquete de confirmación de liberado al nodo remoto. El nodo local luego transmite un paquete de confirmación de reinicio al DTE iniciando el reinicio. El formato de reinicio se muestra en la figura 2.37.**

**PAQUETE DE PETICIÓN DE REINICIO**

<b>GFI</b>	<b>0 0 0 0</b>
<b>0 0 0 0 0 0 0 0</b>	
<b>1 1 1 1 1 0 1 1</b>	
<b>CAUSA DE REINICIO</b>	
<b>CODIGO DE DIAGNOSTICO</b>	

**PAQUETE DE CONFIRMACIÓN DE REINICIO**

<b>GFI</b>	<b>0 0 0 0</b>
<b>0 0 0 0 0 0 0 0</b>	
<b>1 1 1 1 1 1 1 1</b>	

**Fig. 2.37 Paquete de reinicio**

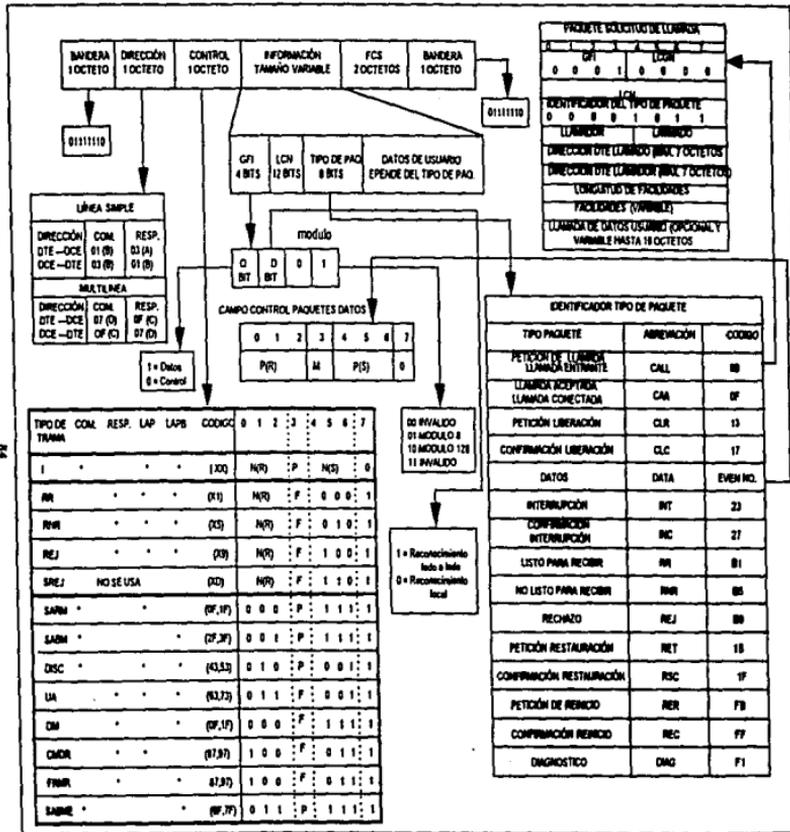
## CONCLUSIONES

Antes de que existiera el CCITT los fabricantes de los distintos marcas de computadoras tenían su propio protocolo y nadamas se podrían comunicar dos o más equipos de la misma marca y el cliente siempre estaba amarrado a comprar de la misma marca, ya que si compraba un equipo de otra marca tenía el problema de que no se entendían. Así surgió el CCITT para normalizar las diferentes marcas de equipo con un mismo protocolo y poder así comunicarse dos equipos de diferente marca.

Cuando nació la comunicación entre computadoras, la infraestructura que se tenía eran las líneas telefónicas que tenían un ancho de banda muy limitado, y ocasionaba muchos errores en la transmisión de datos de un lugar a otro. Con la evolución de la tecnología en telecomunicaciones se mejora el ancho de banda y mejora la transmisión de datos de mejor calidad a mayor velocidad y menores errores en la consistencia de los datos, gracias a la ayuda de los protocolos de comunicación.

## **ANEXO A. ABREVIATURAS**

**OSI: INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS**  
**ISO: ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL ESTÁNDAR**  
**DTE: EQUIPO TERMINAL DE DATOS**  
**DCE: EQUIPO TERMINAL DE CIRCUITOS DE DATOS**  
**LCN: NÚMERO DE CANAL LÓGICO**  
**BPS: BIT POR SEGUNDO**  
**LAP: PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE**  
**LAPB: PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE BALANCEADO**  
**MRA: MODO DE RESPUESTA ASINCRONA**  
**MBA: MODO BALANCEADO ASINCRONO**  
**HDLC: CONTROL DE ENLACE DE DATOS DE ALTO NIVEL**  
**SDLC: CONTROL DE ENLACE DE DATOS SINCRONO**  
**FCS: SECUENCIA VERIFICACIÓN DE TRAMA**  
**SARM: FIJA EL MODO DE RESPUESTA ASINCRONA**  
**DISC: DESCONEXIÓN**  
**UA: RECONOCIMIENTO NO NUMERADO**  
**CMDR: COMANDO RECHAZADO**  
**RR: LISTO A RECIBIR**  
**RNR: NO LISTO A RECIBIR**  
**REJ: RECHAZO**  
**CVP: CIRCUITO VIRTUAL PERMANENTE**  
**CVC: CIRCUITO VIRTUAL CONMUTADO**  
**GFI: IDENTIFICADOR DEL FORMATO GENERAL**  
**LCGN: NÚMERO DE GRUPO DEL CANAL LÓGICO**  
**PAD: ENSAMBLADOR Y DESENSAMBLADOR DE PAQUETES**  
**CCITT: COMITE CONSULTIVO INTERNACIONAL DE TELEGRAFÍA Y TELEFONÍA**  
**BSC: BISINCRONO**  
**CRC: CHEQUEO DE REDUNDANCIA CÍCLICA**



## **BIBLIOGRAFÍA**

- **REDES DE ORDENADORES**

autor: Andrew S. Tanenbaun

Editorial Prentice - Hall Hispanoamericana, S.A., Segunda edición

- **REDES DE COMPUTADORA**

Autor: Uyles Black

Editorial Macrobit

- **TELEINFORMATICA Y REDES DE COMPUTADORAS**

Autor: A. Alabaw

Serie: Mundo electrónico

Editorial Marcombo, S.A.

- Tesis del Instituto Politecnico Nacional

Red publica de transmisión de datos

Autor: Miguel Arana Sandoval

- Revista de computación 010 ( Cero Uno Cero )

Número 1 , Volumen # 5 , Enero de 1985

- Escuela Nacional de Telecomunicaciones (CONTEL)

Curso: Diseño de Sistemas de Teleinformatica

- División de Educación Continua

Facultad de Ingeniería

Curso: Redes de Datos para Procesamiento Distribuido

- Northorn Telecom

Curso: CCITT Standard Protocols for DPN Family

- Telenet Communications Corporation

A US Sprint Company Education and Training Department

Course: Packet Switching Access Procedures<sup>1</sup>