

2
2ij

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ENEP ARAGON

ESTUDIO DE UNA RED LOCAL TIPO ANILLO Y
PROTOCOLO DE CONTROL DE ACCESO
"TOKEN - PASSING"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A :

SUSANA MARQUEZ ROMERO

SN. JUAN DE ARAGON, EDO. MEX. 1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

ESTUDIO DE UNA RED LOCAL TIPO ANILLO Y PROTOCOLO DE CONTROL DE ACCESO "TOKEN-PASSING"

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1 CONCEPTOS BASICOS Y EVOLUCION DE LA RED DE AREA LOCAL	
1.1 Introducci3n.....	6
1.2 Elementos de un sistema de comunicaci3n de datos.....	6
1.3 Tipos de l3neas de comunicaci3n de datos.....	8
1.3.1 L3nea punto a punto.....	8
1.3.2 L3nea multipunto.....	9
1.4 M3todos de operaci3n de la l3nea.....	11
1.4.1 M3todo simplex.....	11
1.4.2 M3todo half-duplex.....	12
1.4.3 M3todo full-duplex.....	13
1.5 C3digo.....	13
1.6 Modos de transmisi3n.....	16
1.6.1 Modo serie.....	16
1.6.1.1 Transmisi3n as3ncrona.....	17
1.6.1.2 Transmisi3n s3ncrona.....	18
1.6.2 Modo paralelo.....	19
1.7 Defini3n de red de comunicaciones.....	20
1.7.1 Red de 3rea local.....	21
1.8 Evoluci3n de la red local.....	22
1.8.1 Primera generaci3n.....	23
1.8.2 Segunda generaci3n.....	25
1.8.2.1 T3cnica polling.....	27
1.8.2.2 Polling roll-call.....	29
1.8.2.3 Polling Hub.....	31
1.8.2.4 An3lisis del tiempo polling.....	32
1.8.3 Tercera generaci3n.....	41
1.8.3.1 Defini3n de protocolo.....	41
CAPITULO 2 RED LOCAL (LAN) Y PROTOCOLOS DE COMUNICACION DESARRO- LLADOS POR EL COMITE IEEE 802	
2.1 Introducci3n.....	45
2.2 Topolog3a.....	49
2.2.1 Topolog3a estrella.....	50
2.2.2 Topolog3a anillo.....	51
2.2.3 Topolog3a bus.....	53
2.3 Componentes de una red local.....	55
2.3.1 Medios de transmisi3n.....	55
2.3.1.1 Alambre trenzado (cable telef3nico).....	56

2.3.1.2	Cable coaxial.....	56
2.3.1.3	Fibra Óptica.....	56
2.4	Métodos de control de acceso.....	57
2.4.1	CSMA/CD.....	57
2.4.2	Token-passing.....	60
2.4.2.1	Token bus.....	62
2.4.2.2	Token ring.....	66

CAPITULO 3 METODO DE ACCESO "TOKEN-RING" Y ESPECIFICACIONES DE NIVEL FISICO

3.1	Características generales.....	72
3.2	Formatos de transmision.....	76
3.2.1	Formato Token.....	76
3.2.2	Formato de secuencia de aborto.....	80
3.2.3	Formato trama.....	81
3.3	Propiedades de trama.....	85
3.4	Direccionamiento.....	87
3.5	Especificaciones de servicio.....	89
3.5.1	Servicio MAC a LLC.....	91
3.5.1.1	MA DATO. solicita.....	91
3.5.1.2	MA DATO. indica.....	92
3.5.1.3	MA DATO. confirma.....	93
3.5.2	Servicio PHY a MAC.....	94
3.5.2.1	PH DATO. solicita.....	94
3.5.2.2	PH DATO. indica.....	95
3.5.2.1	PH DATO. confirma.....	95
3.5.3	Servicio MAC a NMT.....	96
3.5.3.1	MA INICIALIZA PROTOCOLO solicita.....	96
3.5.3.2	MA INICIALIZA PROTOCOLO confirma.....	98
3.5.3.3	MA CONTROL. solicita.....	98
3.5.3.4	MA ESTADO. indica.....	99
3.5.3.5	MA NMT DATO. solicita.....	99
3.5.3.6	MA NMT DATO. indica.....	100
3.5.3.7	MA NMT DATO. confirma.....	101
3.5.4	Servicio PHY a NMT.....	102
3.5.4.1	PH CONTROL. solicita.....	102
3.5.4.2	PH ESTADO. indica.....	103
3.6	Especificaciones físicas.....	104

CONCLUSIONES.....	106
-------------------	-----

APENDICE A.....	108
-----------------	-----

REFERENCIAS.....	125
------------------	-----

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Un factor importante en una empresa, es la información, en una amplia gama de presentaciones. La información implica realizar diversidad de operaciones, como por ejemplo, el almacenamiento, la recuperación y el envío confiable de la misma. Este manejo de información es vital para la empresa, tanto para el análisis de acciones pasadas como para la planeación de actividades futuras.

Con el fin de proporcionar un mecanismo eficiente para el manejo y adquisición de la información, se hace uso de diferente equipo de cómputo tales como terminales, impresoras, equipo periférico, facsímil, teléfono digital (voz), sensores (seguridad, alarmas, temperaturas, humedad, etc.), unidades de adquisición de datos, computadoras personales etc., instalados en diferentes puntos de origen de la información.

El mecanismo de manejo de información debe proporcionar tiempos de respuesta eficientes y disponibilidad para cuando se requiera. Para llevarlo a cabo, es posible interconectar el equipo de cómputo a una red de comunicaciones para que habilite a los usuarios a comunicarse en forma eficiente y a un bajo costo. Si tal red esta limitada en una área geográfica (tal como el área de un edificio, o el área de un conjunto de edificios) se le denomina red local o más propiamente dicho Red de 'Area Local

(LAN). Los medios típicos donde una red local es aplicable incluye:

- Oficinas donde las comunicaciones de voz y datos integrados soportan funciones de automatización tales como correo electrónico, procesamiento de palabra, distribución de documentos y almacenamiento de voz.
- Universidades que recurren a una red de comunicaciones para el acceso central o procesamiento distribuido y programas de aplicación de propósito especial como el procesamiento de palabra.
- Industrias que día con día avanzan más hacia la automatización, incluyendo técnicas de fabricación automatizada, robótica y procesos de fabricación controlados numericamente.
- Laboratorios que necesitan la red para apoyo al control de procesos distribuidos para experimentos.
- Ventas y distribución donde los enlaces de comunicación son necesitados para ordenar las entradas y los sistemas de control de inventarios.
- Una aplicación muy importante de la red local es la de los sistemas de control distribuido.

A continuación se da una breve descripción del contenido de cada uno de los capítulos que conforman la tesis.

El primer capítulo de esta tesis tiene como objetivo proporcionar las bases teóricas necesarias para una mejor comprensión de la misma. Se define a la red local y se caracteriza en generaciones proporcionando las características de cada generación.

El segundo capítulo tiene como objetivo proporcionar la teoría de red local, proporcionando topologías, características y componentes de la red. Dentro de los componentes de la red local se encuentran los métodos de acceso para las diferentes topologías, estos métodos son descritos en este capítulo*.

El tercer capítulo y último, proporciona todas las características del método de acceso "Token-Passing" anillo. Se definen formatos de trama, token, secuencia de aborto, direccionamiento, servicios especificados entre los niveles y subniveles de la red por medio de primitivas y parámetros asociados. Asimismo, se dan las especificaciones físicas que el estándar del Comité IEEE 802.5 (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica) establece para este tipo de control de acceso.

*'Únicamente se describen los métodos del Comité IEEE.

El objetivo principal de la tesis es hacer un estudio de la Red de Area Local y de los protocolos que el Comité IEEE establece.

CAPITULO 1

CONCEPTOS BASICOS Y EVOLUCION DE LA RED DE AREA LOCAL

1.1 INTRODUCCION

En este capítulo se presenta un panorama general de la información teórica necesaria que sirve de referencia para la mejor comprensión de los conceptos que son utilizados en el desarrollo de ésta tesis. Asimismo, se define a la red local y se caracteriza de acuerdo a sus generaciones.

1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACION DE DATOS

La comunicación es un factor muy importante en la vida diaria, ya que casi siempre nos encontramos envueltos en alguna forma de comunicación. Por ejemplo:

- Una conversación
- La lectura de un libro
- Enviar o recibir una carta

- Una conversación telefónica, etc.

Como los ejemplos anteriores se podrían mencionar muchos más, pero con esos nos bastan para darnos cuenta de que cada sistema de comunicación tiene sus características propias, pero que todos tienen un objetivo primordial en común: transferir información de un punto a otro. Dentro de los sistemas de comunicación de datos, a esta información se le denomina mensajes.

A fin de poder llevar a cabo la transmisión de un mensaje de un punto a otro, tres elementos deben estar presentes. Primero, es necesario una fuente o transmisor, la cual genera el mensaje; segundo, un medio de transmisión, sobre el cual la información se conduce y el tercer elemento es el receptor el cual esta encargado de producir a su salida una replica reconocible de la información que recibe.

Estos tres elementos conforman un sistema de comunicación (Figura 1) en su forma más simple, y son los requerimientos mínimos para cualquier proceso de comunicación, si alguno de ellos faltara, la comunicación no se podría llevar a cabo.

Los tres elementos mencionados pueden estar presentes en muchas formas dependiendo del tipo de sistema de comunicación. Por ejemplo: en un sistema de transmisión de datos, en el cual esta enfocado nuestro interés, la fuente puede ser la terminal del operador o la terminal del programador, y el receptor podría

ser la computadora misma.



Configuración de un Sistema de Comunicaciones

Figura 1

El enlace entre la terminal y el procesador principal, es llamado canal de comunicación y se define como el medio para la transferencia de datos entre la computadora y las terminales de un sistema de comunicación.

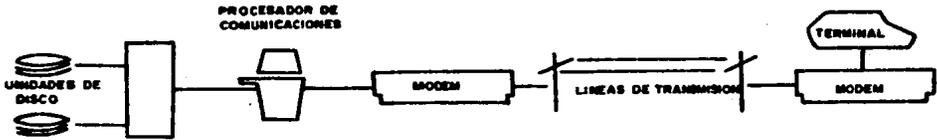
1.3 TIPOS DE LINEAS DE COMUNICACION DE DATOS

Las líneas de comunicación de datos caen dentro de alguno de estos dos tipos: línea punto a punto o línea multipunto.

1.3.1 LINEA PUNTO A PUNTO

La línea punto a punto es usada para describir un canal que se establece entre dos estaciones. Estas estaciones pueden ser un CPU y una terminal o dos CPU's. La longitud de la línea es muy importante, puede ir desde 3 metros hasta 10, 000 Km o más.

Este tipo de línea puede operar en modo simplex, half duplex o full-duplex. En la figura 2, se muestra la configuración de la línea punto a punto.

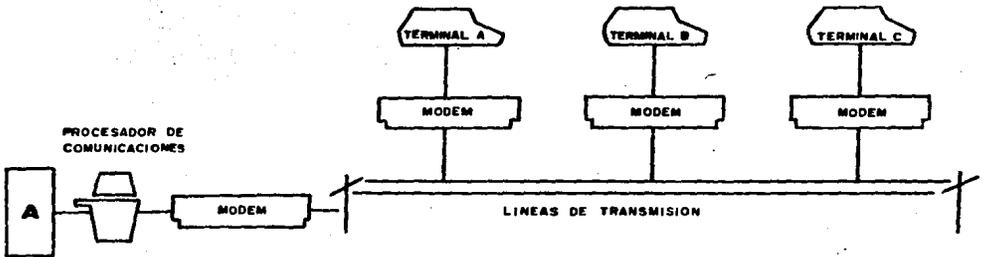
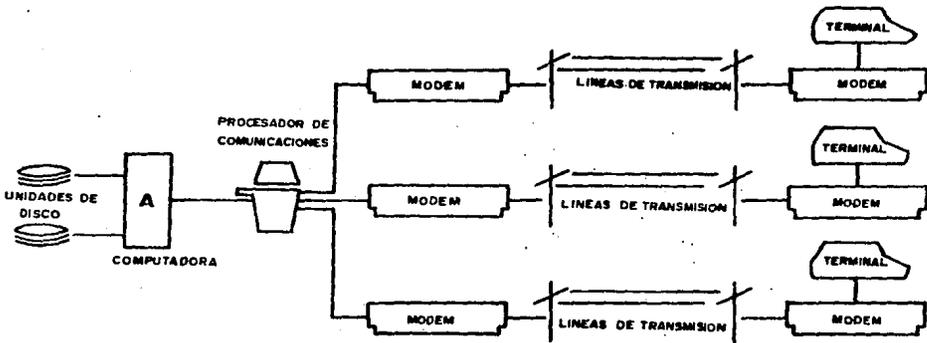


Línea Punto a Punto

Figura 2

1.3.2 LINEA MULTIPUNTO

En una línea multipunto pueden conectarse más de dos terminales en la línea, la conexión de las diferentes terminales se efectúa por agrupamiento ó por derivaciones múltiples. Por agrupamiento se dice que varias terminales se conectan al mismo punto y es lo que conocemos como enlace multipunto. Se dice que la línea trabaja con derivaciones múltiples cuando se conectan las terminales a la línea en puntos diferentes o por una combinación de ambas. Las señales transmitidas por la estación principal situada en el punto A (figura 3) son recibidas por todas las estaciones de la red, sin embargo el mensaje será recibido únicamente por la estación a la que se le ha enviado el mensaje.



Línea Multipunto

Figura 3

1.4 METODOS DE OPERACION DE LA LINEA

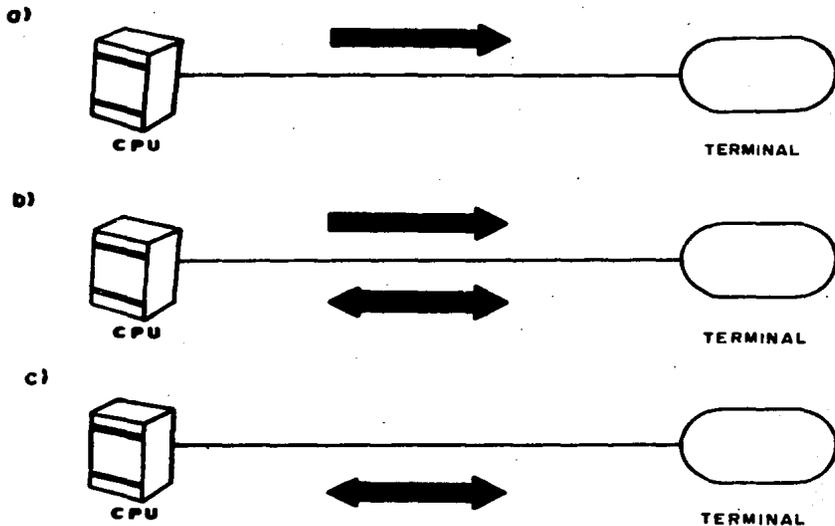
Hay tres métodos en los cuales un canal de comunicación puede operar, estos son: Simplex, Half-Duplex y Full-Duplex o Duplex como algunas veces es llamado. El método en el cual el canal de comunicación opera se determina por los requerimientos y la capacidad de los dispositivos que usarán el canal. Asimismo, se determina si el canal es un circuito de 2 o 4 alambres.

1.4.1 METODO SIMPLEX

En este método de operación la transmisión se lleva a cabo en una sola dirección. Este método de operación puede ser el requerimiento de un dispositivo que recibe datos y que esta inhabilitado para transmitir, o al contrario, puede transmitir pero no puede recibir. Este método de operación, es el más sencillo y el menos utilizado en la transmisión de datos debido a que, aún cuando un dato es enviado en una sola dirección (Figura 4a), se requiere que las señales de control sean enviadas de regreso a la estación transmisora (en el caso cuando se esta transmitiendo) para indicar que el dispositivo receptor esta listo para recibir los datos o que esta recibiendo el dato correctamente. A menudo, las señales de error deben ser enviadas de regreso de modo que se pueda hacer la retransmisión de mensajes dañados por fallas en la línea de comunicación. Un circuito de 2 alambres es requerido en este método de operación.

1.4.2 METODO DE OPERACION HALF-DUPLEX

El método de operación half-duplex es el método de operación más común. En este método de operación, las líneas pueden transmitir y recibir en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. Este método es a menudo llamado Dos Caminos Alternados (TWA) (Figura 4b).



Métodos de Operación

Figura 4

1.4.2 METODO DE OPERACION FULL-DUPLEX

En este método de operación la línea transmite en ambas direcciones simultáneamente. Algunas veces a este tipo de operación se le denomina Dos Caminos Simultáneos (TWS). Los dispositivos que requieren este método de operación están habilitados para transmitir y recibir al mismo tiempo (Figura 4c).

1.5 CODIGO

Un carácter es un símbolo con un significado común y constante para un cierto grupo de personas. Un carácter puede ser la letra A o B, el número 1 o 2 ó también pueden ser símbolos especiales como & o !. Los caracteres en las comunicaciones de datos, como en los sistemas de computadoras, se representan mediante grupos de bits que representan el conjunto de caracteres que forman el alfabeto de cualquier sistema dado y se conoce como Código.

Un byte es un grupo de 8 bits consecutivos que se tratan como una unidad o carácter. Sin embargo, algunos códigos comunes utilizan 5, 6, 7, 8, 10 u 11 bits para representar un carácter. Estas diferencias en el número de bits por carácter se deben a que cada código representa un número distinto de caracteres y tiene distintas consideraciones para la detección de errores.

El codificar consiste en representar un conjunto de símbolos mediante otro. Por ejemplo, el representar el carácter A mediante un grupo de 7 bits (digamos 100001) es una codificación.

Para garantizar una representación unívoca, muchos códigos utilizan más bits en cada grupo de caracteres de los absolutamente necesarios. Existen códigos que incluyen caracteres que no forman parte estricta del significado de ningún mensaje. Los bits adicionales por lo general se emplean para detectar errores y otras funciones de control. El Código Estándar de los Estados Unidos de América para el Intercambio de Información (ASCII), es un ejemplo de código, se trata de un código de 8 bits con 128 configuraciones* válidas de caracteres ($2^7=128$ caracteres; el octavo bit se utiliza como bit de paridad). Este es el código estándar básico para el que se diseña casi todo el equipo de comunicaciones. La figura 5 muestra las configuraciones válidas del código ASCII.

*Para determinar el número de combinaciones posibles en cualquier configuración codificada binaria, se eleva el número 2 a una potencia igual al número de bits usados para representar un carácter.

1.6 MODOS DE TRANSMISION

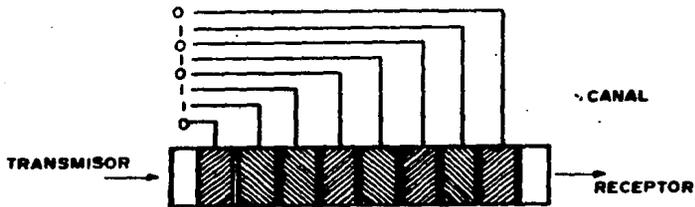
Para que un sistema de configuración de datos sea eficiente, debe tener métodos consistentes de transmisión. Dentro de un sistema de comunicación de datos, éstos se transmiten en forma binaria o en alguna otra forma intrínsecamente binaria. En esencia, los datos binarios se pueden transmitir por las líneas de comunicación en serie o en paralelo. Por lo común en la transmisión de datos, se transmite en serie.

1.6.1 TRANSMISION SERIE

La transmisión en serie consiste en enviar una serie de datos por una línea de comunicación, bit por bit. Por ejemplo, se pueden enviar los 8 bits de información de un código (en este caso, el código ASCII) por una línea de comunicación como se muestra en la figura 6.

La transmisión en serie puede dividirse en:

- Transmisión Asíncrona
- Transmisión Síncrona



Transmisión Modo Serie

Figura 6

1.6.1.1 TRANSMISION ASINCRONA

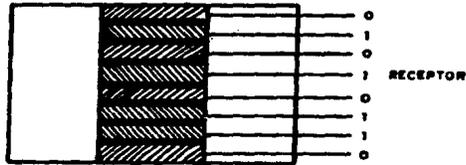
A la transmisión asíncrona, también se le conoce como transmisión de arrancada y parada, porque el dispositivo transmisor puede transmitir un carácter en cualquier momento conveniente y el receptor lo acepta. Es posible enviar caracteres a intervalos irregulares, por ejemplo, un carácter por segundo ó un carácter y luego una espera de 10 segundos. Para que el receptor reconozca un carácter cuando llega, cada uno de los caracteres transmitidos tiene un bit de arrancada que le precede y uno o dos bits de parada que siguen a los bits de la señal de datos.

cuando la línea está ociosa (no se está transmitiendo) o justo antes de la transmisión de una señal de datos. Esta sincronización se establece pasando un grupo predeterminado de caracteres de sincronización entre los dispositivos transmisor y receptor. La figura 7 muestra como las señales de datos son contiguas y como se transmite una serie larga de bits de datos desde el emisor hasta el receptor.

1.6.2 TRANSMISION PARALELO

En la transmisión en paralelo, (los 8 bits del código ASCII, por ejemplo), se envían todos los bits al mismo tiempo, como se muestra en la figura 8.

La diferencia entre la transmisión en serie y en paralelo es que, en la primera, el dispositivo transmisor envía un bit seguido de un intervalo, luego se transmite un segundo bit, y así sucesivamente hasta transmitir todo el dato. Por tanto, se necesitan n ciclos para transmitir n bits (8 en el caso del código ASCII). En la transmisión en paralelo se envían n bits, seguidos de un intervalo y luego otros n bits y así sucesivamente. Entonces, en la transmisión en paralelo, se envían n bits en un ciclo mientras que en la transmisión en serie, los mismos n bits necesitan n ciclos.



Transmisión modo Paralelo

Figura 8

1.7 DEFINICION DE RED DE COMUNICACIONES

Se entiende por red de comunicaciones al conjunto de nodos interconectados que permiten el intercambio de información, o datos, entre ellos. Para llevar a cabo este intercambio de información, en cada red debe existir un mecanismo de control. En las secciones siguientes se especifica la evolución de la red y al mismo tiempo la evolución de control de comunicaciones hasta llegar a definir las reglas de comunicación o lo que es denominado un Protocolo de comunicación.

Si se considera el área geográfica cubierta por la red, estas se clasifican en dos clases:

- Redes de Cobertura Amplia (Larga Distancia) y
- Redes de Area Local

Como se menciona al principio de la Tesis, el objetivo de ésta Tesis es hacer un estudio de la Red Local y de los Protocolos de Control de Acceso al Medio desarrollados por el Comité IEEE 802. Por tanto, nos abocaremos a ella sin tomar en cuenta a la red de larga distancia.

1.7.1 DEFINICION DE RED LOCAL

La Red Local es un sistema de comunicación de datos que permite la interconexión de "diferentes elementos de cómputo" empleando medios de transmisión digital a corta distancia y a alta velocidad.

Dos elementos son significativos en la definición de red local, primero, la frase "diferentes elementos de cómputo", incluye cualquier equipo que para comunicarlo se emplea un medio de transmisión digital, incluyendo equipos como:

- computadoras
- terminales
- equipo periférico

- sensores (seguridad, alarmas, temperaturas, humedad, etc.)
- teléfono digital (voz)
- transmisores y receptores de video
- facsímil

y segundo, la amplitud geográfica de la red local es pequeña, generalmente contenida dentro de un mismo edificio o entre varios, como es el área de una institución, empresa o subestación eléctrica. Un elemento que debe incluirse dentro de la definición de la red local, es que ésta es propiedad del usuario, responsable de su operación y dado que la comunicación es a nivel local, permite el uso de tecnología avanzada de comunicaciones. La transmisión de datos en la red local es:

- a una velocidad entre 0.1 a 100 Mbps
- a distancias siempre menores de 10 Km
- con una relación de error máxima de 10^{-8} a 10^{-12}

1.8 EVOLUCION DE LA RED DE COMUNICACIONES

Después de haber definido algunos conceptos básicos de un sistema de comunicación de datos y definir a la red local, nos enfocaremos a caracterizar a la red local en generaciones. Se distinguen tres generaciones.

1.8.1 PRIMERA GENERACION

En la primera generación encontramos que la red era simplemente una conexión punto a punto de una computadora con su terminal. En la primera generación el control de comunicación se reduce a lo siguiente: si consideramos el intercambio de mensajes entre la computadora mostrada en la figura 9 y su terminal, la secuencia que dirige el inicio y la terminación de transmisión de datos es la siguiente, para dar inicio al proceso de transmisión, la computadora (Procesador A), envía un mensaje de control, en este caso: Listo Para Enviar, a la terminal (Procesador B). El procesador B responde transmitiendo: Listo para Recibir, al procesador A. Así se da inicio al intercambio de datos del procesador A al procesador B. Los datos son enviados por el procesador A y son reconocidos por el procesador B, se continua así, hasta que el procesador A no tiene más datos para enviar. Para terminar el intercambio de datos, el Procesador A envía un mensaje de control: Fin de Datos, al procesador B, el cual es reconocido por el procesador A.



PROCESADOR A

PROCESADOR B

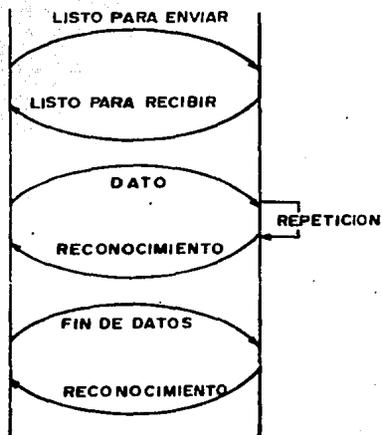
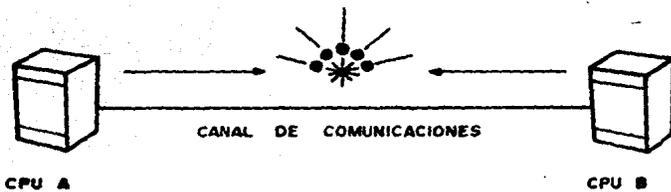


Figura 9

1.8.2 SEGUNDA GENERACION

En la segunda generación nos encontramos con una línea multipunto. En este tipo de red como ya se mencionó anteriormente podemos conectar más de dos estaciones o terminales a la computadora y compartir el uso del medio. El control de comunicación o procedimiento de control de línea como algunas veces es llamado, es más sofisticado.

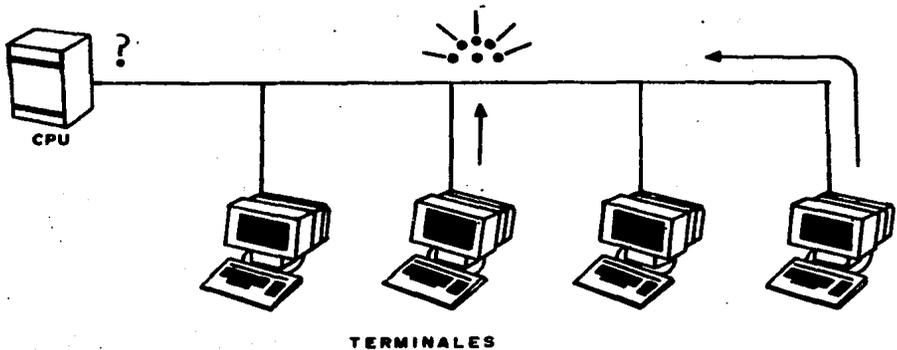
El objetivo de los procedimientos de control de línea es controlar el flujo de datos en una línea de comunicación para tener la seguridad de que los datos se transmitan de un punto a otro. El flujo ordenado de datos en una línea generalmente significa la seguridad de que únicamente una terminal esta transmitiendo en determinado tiempo. En la figura 10 se muestra una configuración punto a punto conectando a dos computadoras.



Colisión en una línea punto a punto

Figura 10

Si la línea consiste de un solo canal y únicamente es capaz de operar en modo half-duplex y ambas computadoras intentan transmitir al mismo tiempo, los datos chocan y son dañados e irreconocibles. Similarmente en una línea multipunto, como se ilustra en la figura 11, si dos terminales remotas intentan transmitir al mismo tiempo, ocurre lo mismo que en la línea punto a punto, los datos chocan y son irreconocibles.



TERMINALES

Colisión en una línea multipunto

Figura 11

Estas dos situaciones se conocen como COLISION, la cual se define como la situación originada en un canal cuando dos o más estaciones tratan de transmitir al mismo tiempo. Para evitar la colisión, es necesario algún tipo de control en la red, el cual es uno de los trabajos de los procedimientos de control de línea.

Un camino para prevenir la colisión es poner una terminal (o computadora) en combinación con la línea de modo que ninguna terminal transmita a menos que la estación que lleve el control dé el permiso. A este mecanismo se le llamó POLLING (SONDEO). Esta técnica de control de comunicación es la que se establece en la segunda generación de la red y a continuación se describe.

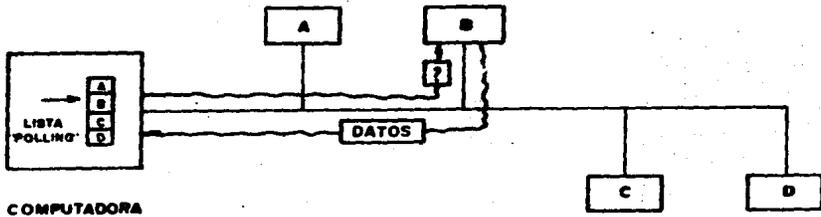
1.8.2.1 TECNICA POLLING

En una situación multipunto, una estación esta designada como la estación controladora y generalmente, ninguna estación transmite a menos que la estación controladora dé el permiso. La estación que tiene el control es llamada estación primaria y las otras estaciones son llamadas estaciones secundarias. Los datos pueden viajar en cualquier dirección, pero en general una estación secundaria nunca transmite a menos que se lo indique la estación primaria. La técnica que usa la estación primaria para controlar el flujo de datos en la línea es llamada "Polling"

La técnica Polling puede ser definida como el proceso de invitar a las estaciones, a transmitir los datos, en una manera ordenada.

En el caso más simple, la computadora polea (pregunta) a cada una de las terminales en la línea secuencialmente si tiene datos para transmitir. La terminal puede tener datos o no, lo cual significa que la respuesta a un poleo puede ser un dato o una respuesta de no-tráfico (NRT) respectivamente.

La figura 12 muestra a una computadora poleando a una línea de cuatro terminales. La computadora tiene una lista de poleo que indica la secuencia en la cual las terminales serán poleadas, para este caso particular, la terminal B es poleada y responde con un dato. En esta técnica es posible dar mayor prioridad a una terminal sobre las otras. Por ejemplo, la terminal A puede tener mayor prioridad incluyendo en la lista de poleo su dirección más veces que la dirección de las otras. Una lista de poleo puede ser A-B-A-C-A-D-A-B.



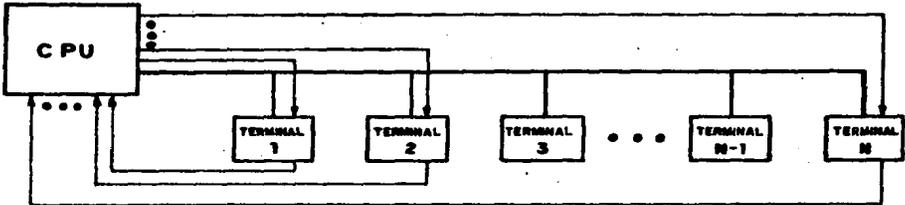
Polling
Figura 12

En este tipo de técnica de control de comunicación, existen dos variantes: Polling Roll-Call y Polling Hub.

1.8.2.2 POLLING ROLL-CALL

En la técnica polling roll-call (sondeo de elemento a elemento) la estación primaria mantiene una lista de todas las estaciones o terminales con el fin de preguntarle a cada una si tienen algo para transmitir. Es decir, la estación primaria envía un mensaje de poleo: "Terminal X: ¿ tienes algo para enviar?", esto a cada estación secundaria y una por una. La estación primaria incluye la dirección de la estación secundaria en el mensaje de poleo, si la estación poleada no tiene datos para enviar, envía una respuesta negativa. Si la estación si tiene datos para enviar responde con una respuesta positiva, seguida del dato. Este procedimiento se continúa hasta terminar con todas las estaciones de la lista de sondeo.

El direccionamiento entre la estación primaria y la estación secundaria trabaja como sigue. La estación primaria incluye en el mensaje de poleo, la dirección de la estación secundaria que será poleada. Cada estación, en esencia, checa esta dirección para determinar si el poleo es destinado para ella. Después de que se recibe y se procesa el poleo, la estación secundaria incluye su dirección en el mensaje de respuesta al poleo recibido. Este mensaje de poleo-respuesta puede incluir datos de la estación



Polling Roll-Call

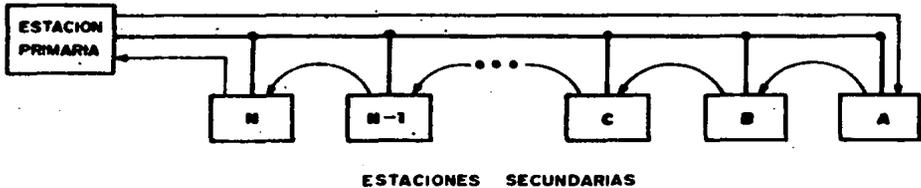
Figura 13

secundaria o puede indicar que la estación secundaria no tiene datos para enviar. Este mensaje de respuesta únicamente regresa a la estación primaria. La estación primaria identifica a la estación secundaria que envía el mensaje checando la dirección incluida en el mensaje.

La otra variante del polling es polling hub y se explica a continuación.

1.8.2.3 POLLING HUB

Este tipo de polling (sondeo de barrido), se utiliza cuando las estaciones secundarias estan localizadas a grandes distancias de la estación primaria y tiene la ventaja de que únicamente se utiliza un poll para polear a todas las estaciones de la red. Es decir, la computadora direcciona únicamente a la terminal que se



Polling Hub

Figura 14

encuentra al final de la línea y las demás terminales se encargan de pasar este poll bajo la línea. Para más detalle se especifica lo siguiente: La computadora polea a la Terminal A (ver figura 13) preguntando "¿tienes algo para enviar?". Si A no tiene nada para enviar, envía el poll a su estación vecina, en este caso B, si B también no tiene datos para enviar, pasa el poll a C y C a D

y así sucesivamente hasta que llega a la computadora o hasta que se encuentra con alguna terminal que tenga algo para enviar.

1.8.2.4 ANALISIS DEL TIEMPO POLLING

En esta sección se analizará el tiempo necesario que un sistema necesita para llevar a cabo el polling.

Primero se hace el análisis, para un sistema estático. Con el término estático queremos dar a entender que el sistema es poleado (interrogado) pero que ninguna estación tiene datos para transmitir.

Al tiempo total necesario para polear (interrogar) a todas las estaciones secundarias de un sistema que no tiene datos para transmitir se le llama tiempo de exploración del polling (time scan poll).

A continuación se definen algunas variables que se utilizan en este análisis. El análisis se lleva a cabo para las dos técnicas de polling: Roll-Call (barrido) y Hub.

Se asigna:

N = Número de estaciones poleadas (interrogadas).

TS = Tiempo requerido por una estación secundaria para procesar un poll recibido (y generar su respuesta) en un sistema polling roll-call.

TH = Igual que TS excepto que se aplica a un sistema polling hub.

TP = Tiempo para iniciar un poll en la estación primaria

como también el tiempo para procesar una respuesta recibida.

TL = Tiempo de enlace para propagar un poll (roll-call o hub) a través de todas las estaciones.

De acuerdo a la nomenclatura anterior, el tiempo de exploración para un sistema polling hub es: La suma de los tiempos necesitados para generar un poll en la estación primaria (TP), N veces la duración requerida para procesar el poll en la estación secundaria (N X TH) y el tiempo necesitado para transmitir el poll a través de todas las estaciones secundarias (TL).

$$TSP = TP + N (TH) + TL \quad (1)$$

Tiempo de Exploración Total para
un Sistema Polling Hub
con N estaciones

Para un sistema Polling Roll-Call, un poll (pregunta) es creada por la estación primaria y enviado por separado a cada estación secundaria (Para el análisis se asume que la distancia entre las estaciones adyacentes es igual).

El tiempo para enviar un poll a la primera estación y recibir su respuesta es: El tiempo necesitado para generar el poll y procesar su respuesta (TP), el tiempo de enlace para transmitir un poll asumiendo que no hay retardo de enlace de retorno (turnaround delay) (TL/N), el tiempo para procesar un poll en la estación secundaria (TS) y el tiempo para transmitir la respuesta a la estación primaria (TL/N).

$$\frac{T L}{N} + TS + TP + \frac{T L}{N}$$

$$2 \left(\frac{TL}{N} \right) + TS + TP$$

$$TSP = 2 TL + TS + TP$$

$$\text{Para } N = 1$$

Para la segunda estación el tiempo de exploración es:

$$2 \left(\frac{2TL}{N} \right) + TS + TP$$

Siendo así el tiempo de exploración total cuando el bus tiene únicamente dos terminales el siguiente: La suma del tiempo para polear a la primera estación más el tiempo necesario para polear la segunda estación. O sea lo siguiente:

$$\left[\frac{2TL}{N} + TS + TP \right] + \left[2 \left(\frac{2TL}{N} \right) + TS + TP \right]$$

$$3 \left(\frac{2TL}{N} \right) + 2 TS + 2 TP$$

donde: $N = 2$ y por lo tanto tenemos:

$$TSP = 3TL + 2TP + 2TS$$

Para polear a la tercera estación tenemos que el tiempo necesario es:

$$3 \left(\frac{2TL}{N} \right) + TS + TP$$

Y el tiempo total de exploración con tres estaciones es: la suma

del tiempo necesario para polear la primera estación, el tiempo para polear la segunda estación y el tiempo para polear la tercera estación. O sea:

$$\left[\frac{2TL}{N} + TS + TP \right] + \left[2 \left(\frac{2TL}{N} \right) + TS + TP \right] + \left[3 \left(\frac{2TL}{N} \right) + TS + TP \right]$$

$$6 \left(\frac{2TL}{N} \right) + 3 TS + 3 TP$$

donde $N = 3$

$$TSP = 4TL + 3TS + 3TP$$

Y así podríamos seguir hasta N estaciones, pero generalizando llegamos a la siguiente ecuación:

$$TSP = N (TS + TP) + TL (N + 1) \quad (2)$$

Tiempo de Exploración Total para
un sistema polling Roll-Call
con N estaciones

Comparando las ecuaciones obtenidas para calcular el tiempo de exploración en polling hub y polling roll-call, notamos que el polling hub es más deseable ya que:

$$(TP + NTH + TL) < N (TS + TP) + TL (N + 1) \quad (3)$$

Esta observación se aplica únicamente al contexto de minimizar el tiempo de exploración. Aunque aquí se asume que el tiempo de procesamiento en la primera estación es igual para roll-call y hub, muchas veces no es cierto. (En general, el polling hub requiere más tiempo que polling roll-call).

A continuación se comparan algunas propiedades de estas dos técnicas de polling.

1. El polling roll-call requiere más tiempo de procesamiento en la estación primaria que el polling hub. Este tiempo puede depender de la velocidad y la frecuencia de enlace del poleo.
2. El polling roll-call tiene más retardos de retorno que polling hub, puesto que, en polling roll-call, la dirección de transmisión es cambiada cada vez que una estación es poleada.

3. Hub polling requiere una lógica adicional en cada estación secundaria para generar el poll para transmitirlo a la estación siguiente.
4. Sin la lógica adicional, hub no permite selectividad en el poleo de las estaciones secundarias. Esta situación puede originarse cuando algunas terminales tengan más tráfico que otras. El polling roll-call permite la selectividad de terminales.

A continuación se analiza el sistema para cuando la red no esta en una situación estática, es decir, cuando el sistema tiene datos para enviar. Se especifican los requerimientos de ancho de banda cuando el sistema es poleado, los cuales se determinan con la siguiente ecuación ?

$$t_s = t_p + \frac{\bar{b}}{c} \quad (4)$$

donde:

t_s = tiempo total del ciclo polling, generalmente una variable aleatoria que depende del número de bits de la transmisión del mensaje.

t_p = tiempo requerido para enviar un poll (inclu-

yendo el tiempo de procesamiento requerido por la estación y todos los retardos de propagación).

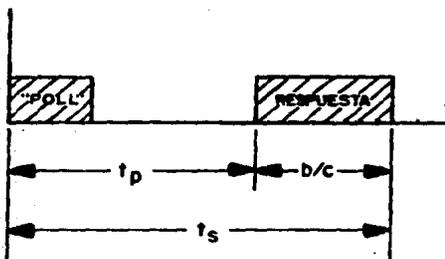
b = variable aleatoria igual al número de bits en un mensaje.

\bar{b} = valor medio de b .

C = capacidad del bus

b/C = este término es el tiempo requerido para transmitir b bits a una razón de C bits por segundo.

La relación de las variables mencionadas arriba se muestra en la siguiente figura.



Relación de variables

Figura 15

Cada estación enlazada al bus envía un promedio de a mensajes por segundo. Para un número M de estaciones en el sistema, se requiere de aM mensajes por segundo y un tiempo promedio de $1/aM$ mensajes.

Por tanto para evitar filas de espera inestables, el tiempo de servicio medio (t_s) debe ser menor o igual al tiempo de intervalo de llegadas.

Ejemplo:

Un sistema tiene conectadas 16 minicomputadoras que están interconectadas por medio de un bus de 1 Mbit por segundo, cada mini en el bus transmite un promedio de 20 mensajes por segundo. Un controlador de bus central requiere de 20 seg para enviar un poll. Este incluye el peor caso de retardo en el bus. La longitud del mensaje medio es de 1000 bits, el cual incluye encabezado (header) y código de chequeo de error. Usando la ecuación 4 , el tiempo requerido para servir a una mini es:

$$t_s = 0.000020 \text{ seg} + (1000 \text{ bits} / 1000000 \text{ bits por seg})$$

$$t_s = 0.000020 \text{ seg} + 0.001 \text{ seg}$$

$$t_s = 0.00102 \text{ seg}$$

el intervalo de llegadas es:

$$1/aM = 1/(20 \text{ mensajes por seg} \times 16)$$

$$= 0.003125 \text{ seg}$$

1.8.3 TERCERA GENERACION

En la tercera generación de la red, encontramos que el control de acceso y manejo de comunicación se vuelve mucho más sofisticado que el de la segunda generación. En esta generación al control de la comunicación se le denomina Protocolo que en términos de la tecnología de las comunicaciones, se define como el conjunto de reglas que gobiernan la comunicación o flujo de datos entre dos elementos de computación, los cuales pueden ser: terminales, computadoras, procesadores de palabra, impresoras, etc.

El conjunto de reglas que especifica el protocolo debe proporcionar los formatos y los tiempos (o sincronización) de los mensajes para ser intercambiados.

Un protocolo de red consiste esencialmente de 3 elementos:

1. La sintáxis o estructura de los datos y los mensajes de control.

2. La semántica o conjunto de mensajes de control para ser enviados y acciones para ser desarrolladas.
3. Sincronización o determinación del orden de las ejecuciones del evento.

El propósito principal de un protocolo es establecer el intercambio de información entre procesos y manejar eficientemente los recursos de la red.

El protocolo para llevar a cabo este intercambio de datos debe proporcionar el formato de cada mensaje de control, el encabezado para los datos y la sincronización (el orden implícito en el cual un dato debe ser enviado).

Los nodos de una red intercambian dos tipos de mensajes: los mensajes de control y los mensajes de datos o simplemente datos como se ha venido llamando. Los datos son unidades de información intercambiada entre usuarios de la red, tales como programas de aplicación. Los mensajes de control son usados para intercambiar información entre niveles en diferentes nodos para facilitar la transmisión de datos, los mensajes de control no son conocidos por los usuarios de la red y son transmitidos dentro de la red. Las principales funciones que ofrece un protocolo son las siguientes:

- Intercambio ordenado de los datos.

- Manejo de prioridades.
- Sincronización de procesos.
- Medios para la validación del protocolo.
- Establecimiento de rutinas de mensajes.
- Control de flujo y prevención de congestión.
- Secuencia.
- Direcccionamiento de componentes de la red y usuarios.
- Utilización eficiente de los recursos de la red.
- Transparencia de nivel entre usuarios de la red y nodos.
- Transmisión del mensaje confiable, incluyendo control de error y recuperación.

C A P I T U L O 2

RED LOCAL Y PROTOCOLOS DE
COMUNICACION DESARROLLADOS
POR EL COMITE IEEE 802

CAPITULO 2

ESTUDIO DE RED DE AREA LOCAL (LAN) Y PROTOCOLOS DE COMUNICACION DESARROLLADOS POR EL COMITE IEEE 802

2.1 INTRODUCCION

Una red local es un sistema de comunicación de datos que permite a un número de dispositivos independientes comunicarse unos a otros. La red local se distingue de otras redes en el sentido de que las comunicaciones están limitadas a una área geográfica determinada (por ejemplo 5 Km). La red es por lo general de propiedad y uso de una organización.

La red local depende generalmente de un medio de comunicación cuyo objetivo es operar a velocidades elevadas de transmisión de datos con una tasa de errores baja. Otro de los objetivos de la red es asegurar la compatibilidad entre equipos de diferentes marcas, de modo que la comunicación se pueda llevar a cabo entre varios dispositivos con el mínimo esfuerzo. Para realizar esto, el Comité IEEE 802 ha desarrollado un conjunto de normas que proporcionan especificaciones para establecer interfaces comunes y protocolos para redes de área local de comunicación de datos.

Los normas del Comité IEEE 802 estan basadas en el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO). Este modelo define niveles de protocolo. Una descripción del modelo OSI esta dado en el apéndice A, donde se describe cada uno de los 7 niveles que lo componen.

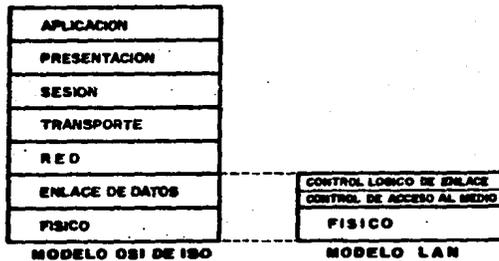
El Comité IEEE 802 esta dividido en los siguientes subcomites:

1. IEEE 802.1 "High Layer Interface (HLI)"
2. IEEE 802.2 "Logical Link Control (LLC)"
3. IEEE 802.3 "Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD)"
4. IEEE 802.4 "Token Bus"
5. IEEE 802.5 "Token Ring"

El modelo de Red Local, tiene 3 niveles: Físico, Control de Acceso al medio y Control Lógico de Enlace.

1. Físico: El nivel físico esta relacionado con la naturaleza del medio de transmisión, interconexión de dispositivos y señalización eléctrica.

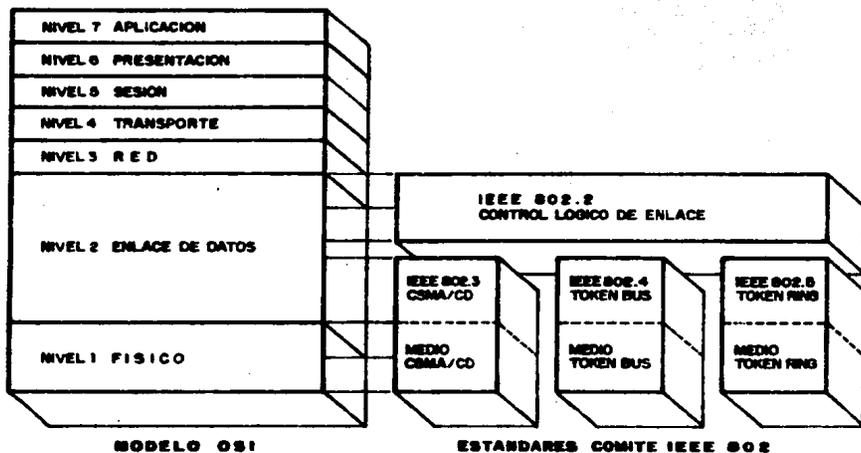
2. Control de Acceso al Medio: Una red local se caracteriza por ser una colección de dispositivos que necesitan compartir un medio de transmisión (cable o fibra óptica), por lo tanto, un control de acceso es necesario para la seguridad de que únicamente un dispositivo transmita sobre el canal en "x" tiempo.
3. Control Lógico de Enlace: En este nivel se establece, mantiene y termina un enlace lógico entre dispositivos.



Relación del Modelo OSI con el Modelo LAN

Figura 16

En la figura 16 se muestra la relación que existe entre el modelo OSI de la ISO y el modelo de Red Local. Asimismo, en la figura 17 se muestra la misma relación pero ahora se especifican los normas del Comité IEEE 802.



**Relación del Modelo OSI con las Normas del
Comité IEEE 802 para Red Local**

Figura 17

Cada una de las normas del Comité IEEE 802 proporciona acceso independiente al medio de la red a razones de velocidades altas (1 a 20 Mbits/seg), permitiendo a muchas estaciones de datos (200 a 1000 o más) compartir un solo medio de transmisión. Estas normas también proporcionan detección de error por medio de una secuencia de chequeo de trama de 32 bits y ofrecen razones de

error bajo, del orden de uno en 10^8 bits.

Hoy en día muchos tipos de redes locales son disponibles, pero ellas pueden ser diferenciadas unas de otras usando una gran variedad de criterios, tales como: precio, funcionamiento, confiabilidad, tamaño máximo del área que pueden cubrir y así sucesivamente. Pero, desde un punto de vista técnico, el diseño de una red local puede ser descrita en términos del enfoque tomado en cada una de las siguientes áreas:

- Topología o Configuración de la Red
- Componentes de una Red Local

A continuación se describe cada una de estas áreas.

2.2 TOPOLOGIA

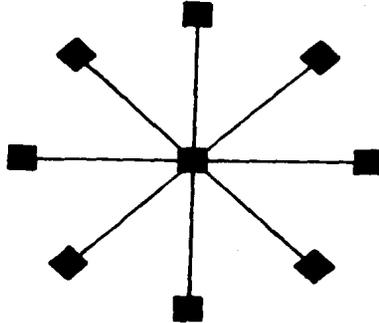
La topología de una red es la estructura formada por los dispositivos o nodos de la red y la interconexión entre ellos. Se puede interconectar en base a como se desea asignar el flujo de información a través de la red. El control puede ser centralizado o distribuido. Con control centralizado de acceso a la red (¿cuáles nodos pueden enviar mensajes y cuándo?) y la distribución de canal (¿qué tanto del canal físico un nodo puede usar y por cuánto tiempo?) son controlados por un nodo. Cuando el control es distribuido, todos los nodos tienen igual privilegio para transmitir la información y no tienen que esperar a que un nodo central les conceda el permiso para transmitir. En redes locales se distinguen tres tipos de topologías: Estrella,

Bus y Anillo.

La estructura topológica o arquitectura de red tiene relación con el arreglo físico y la conectividad de los elementos de la red, el tipo de datos que se podrán transmitir, la velocidad, la capacidad, la eficiencia y la clase de aplicaciones que la red puede soportar.

2.2.1 TOPOLOGIA ESTRELLA

En una red de topología tipo estrella (Figura 18), los dispositivos que la constituyen están conectados por enlaces punto a punto a un dispositivo llamado nodo central. Este dispositivo o nodo central controla la red. Las redes locales de este tipo de topología constan generalmente del nodo central, el cual puede ser la computadora misma, o bien un controlador dedicado al manejo de terminales y periféricos. El controlador interroga a cada dispositivo si tiene datos para enviar. Y solamente cuando el controlador otorga su permiso, los dispositivos pueden enviar sus mensajes o datos. Una característica principal de la red tipo estrella es que la inteligencia necesaria para controlar la red reside en un solo lugar y esta compartida por todos los usuarios del sistema. Pero, debido a lo mismo si el punto principal falla, toda la red falla. Por lo tanto, la confiabilidad y la necesidad de medidas de redundancia son consideraciones importantes en la topología estrella.



Topología Estrella

Figura 18

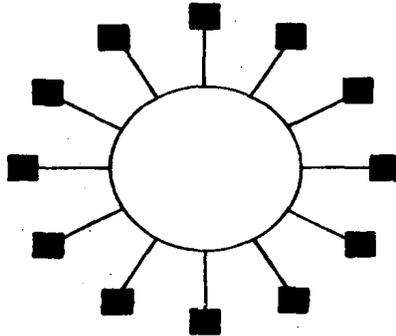
2.2.2 TOPOLOGIA ANILLO

La topología tipo anillo (Figura 19), consiste de un número de repetidores, cada uno conectado a otros por enlaces de transmisión unidireccional para formar una sola trayectoria cerrada.

El objeto de emplear la topología anillo en una red local es eliminar la dependencia de un elemento central, como en el caso de una topología estrella, al mismo tiempo que proporciona canales de comunicación entre todos los dispositivos de la red para transmisiones a altas velocidades. Las redes de este tipo

transmiten siempre en una sola dirección.

En la red local anillo, los datos fluyen secuencialmente alrededor de la trayectoria del anillo, con cada nodo conectado por un repetidor. Las redes tipo anillo se diseñan con la intención de distribuir el control de la red local a cada una de las entidades a comunicar.



Topología Anillo

Figura 19

El control distribuido quiere decir que cada interfaz en el anillo tiene suficiente lógica para permitirle determinar cuándo puede enviar un mensaje que va de nodo a nodo sobre una dirección. En general, esto significa que el inicio y el término de mensajes debe ser especialmente marcado permitiendo a una

estación cualquiera insertar su propio tráfico entre mensajes entrantes. El receptor de un mensaje puede marcarlo como "reconocido", antes de continuar con la transmisión del mismo.

En este tipo de red se dan los siguientes puntos:

- Los mensajes circulan alrededor del anillo en serie, en enlaces punto a punto entre repetidores. Una estación que desea transmitir, espera su turno enviando los mensajes sobre el anillo en forma de paquete, que contiene el origen y el destino en los campos de dirección, así como los datos.
- Conforme el paquete circula, el nodo destino copia los datos en su memoria (buffer local) y el paquete continúa circulando hasta volver al nodo origen, permitiendo así una forma de reconocimiento.
- Ningún nodo toma decisiones de enrutamiento, su único requerimiento es que sea capaz de reconocer el origen del paquete de mensaje y la dirección de este.

2.2.3 TOPOLOGIA BUS

En la topología tipo bus (Figura 20), un canal de comunicaciones se comparte para todos los nodos o estaciones. Cada estación usa el bus para comunicarse a otras estaciones sobre la red. El bus consiste de una sección de cable con dos extremos.

La información se transmite sobre el bus procedente de un nodo y las señales se propagan a lo largo del canal. Todos los nodos conectados al bus pueden escuchar cada transmisión realizada.



Topología Bus

Figura 20

Dado que varios elementos comparten el mismo canal o trayectoria de datos, sólo un elemento puede transmitir a la vez, usualmente en forma de paquete de datos, conteniendo éste la dirección del destino del paquete, que se propaga por el medio, todos los otros elementos lo reciben, pero sólo lo copia el elemento direccionado.

Esta topología tiene la ventaja de no ser tan vulnerable a fallas del control (como el anillo), dado que permite que si una terminal falle el resto continúe operando.

2.3 COMPONENTES DE UNA RED LOCAL

Semejante a cualquier red de comunicación de datos, una red local esta constituida por 3 elementos básicos:

1. Un medio de transmisión, a menudo cable telefónico, cable coaxial ó fibra óptica
2. Un mecanismo o método de control de la transmisión a través del medio
3. Y una interface a la red

2.3.1 MEDIO DE TRANSMISION

El medio de transmisión es el soporte físico que conecta los dispositivos en una red local y conduce los mensajes entre ellos. Entre los medios que se utilizan en una red local se encuentran: el par trenzado (cable telefónico), el cable coaxial y la fibra óptica. Los factores que intervienen para elegir a cualquiera de ellos es: el costo, el ancho de banda y la inmunidad que tienen a las interferencias electromagnéticas. A continuación se dan algunas características de cada uno de estos medios de transmisión.

2.3.1.1 ALAMBRE TRENZADO

El par trenzado es el medio de transmisión más simple, el más barato y el mejor conocido para la transmisión de datos, sin embargo, tiene limitación en el ancho de banda (hasta 10 Mbps para distancias pequeñas) y su inmunidad al ruido es pobre, comparado con la que nos ofrece el cable coaxial o la fibra óptica.

2.3.1.2 CABLE COAXIAL

El medio de transmisión, cable coaxial, tiene dos categorías básicas de aplicación: El cable coaxial banda base y el cable coaxial banda ancha. El cable banda base tiene un ancho de banda de 50 Mbps y el cable coaxial banda ancha un ancho de banda de 300 Mbps y tiene mayor inmunidad a las interferencias electromagnéticas. Sin embargo, se requiere alguna técnica de modulación y con eso el costo de las unidades de interface se incrementan. Puede aceptar señales de datos, voz y video.

2.3.1.3 FIBRA OPTICA

Las fibras ópticas son muy importantes en las redes locales debido a su baja susceptibilidad a la interferencia electromagnética y a su ancho de banda muy grande (más de 500 Mbps). Pero, las desventajas que tiene es la falta de métodos de conexión a los dispositivos y su alto costo.

2.3.2 METODOS DE CONTROL DE ACCESO

En esta sección se describen los protocolos de acceso al medio que el Comité IEEE 802 establece para Redes Locales. Básicamente hay dos Métodos de Acceso al Medio:

1. "Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection"
2. "Token-Passing"

2.3.2.1 CSMA/CD

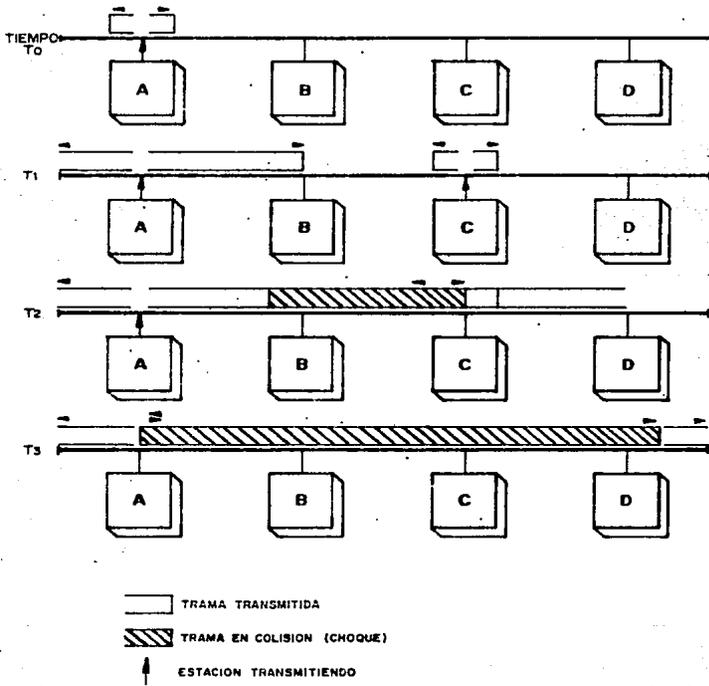
El primer método, CSMA/CD, está basado en contención, las estaciones de usuario compiten por igual para el acceso a la red. Cada estación debe escuchar al bus de la red para ver si está libre y así poder transmitir un mensaje. Si la red está libre, la estación empieza a transmitir. Si la red está ocupada, debe esperar un cierto período de tiempo aleatorio antes de tratar de transmitir otra vez. La característica "detección de choques" de CSMA/CD significa que mientras una estación está transmitiendo, debe escuchar a la red para asegurarse de que ninguna otra estación está transmitiendo causando colisión. Si la estación detecta una colisión, "refuerza" a la red transmitiendo una señal detectable, luego "detiene" la transmisión y solicita el mensaje. Mientras que la estación siga detectando una colisión, es forzada a esperar antes de que pueda continuar transmitiendo. Debido a que todas las estaciones deben oír simultáneamente todas las transmisiones, las redes CSMA/CD utilizan una topología bus.

En la figura 21 se muestra como trabaja la técnica CSMA/CD. En To, A inicia la transmisión de una trama dirigida a D. En T1, B y C, están listos para transmitir. B sensa o detecta una transmisión y desiste. C, sin embargo, no esta al tanto de la transmisión de A e inicia su transmisión (T2). Cuando la transmisión de A llega a C, C detecta la colisión y cesa la transmisión.

El IEEE 802.3 especifica los detalles de CSMA/CD, así como el medio físico de transmisión a ser usado. El nivel físico se especifica para un cable coaxial, 50 ohms, banda base. En este contexto, banda base se refiere al uso de la señalización digital, en forma opuesta al uso de un modo de señalización analógica. Las señales digitales se transmiten en un promedio de 10 Mbps.

Para mantener una calidad adecuada de la señal a 10 Mbps, la longitud máxima de un segmento de cable es de 500 metros. Para extender la longitud de la red, se usa un repetidor.

El repetidor consiste de 2 transreceptores unidos y conectados a 2 segmentos diferentes de cable coaxial. El repetidor pasa señales digitales en ambas direcciones entre los dos segmentos, amplificando y regenerando las señales según vayan pasando. La trayectoria máxima de transmisión entre dos estaciones cualesquiera consiste de 5 segmentos unidos con repetidores.



CSMA/CD
 Figura 21

CSMA/CD es una técnica de uso atractivo, debido a su simplicidad. Es fácil de implementar, y para ello existe un gran número de chips en el mercado. Además, su funcionamiento es bueno a diversas cargas. Sin embargo tiene dos inconvenientes:

1. Bajo cargas severas, el funcionamiento del sistema se degrada severamente. Hay más colisiones, y la red se satura con intentos de retransmisión de tramas, que previamente han sufrido una colisión.
2. La cantidad de retardo experimentado para transmitir una trama es impredecible, ya que cualquier transmisión puede colisionarse. Esta es una característica no deseable para aplicaciones en tiempo real tales como una red de control de procesos, un sistema de adquisición de datos en subestaciones, etc.

2.3.2.2 TOKEN-PASSING

La segunda técnica de acceso al medio es Token-Passing, la cual es una forma de poleo distribuido que define reglas para accederse a la red. Una trama de datos especial, llamada Token, es pasada de estación a estación en una secuencia ordenada. Únicamente la estación que tiene el token, tiene el derecho de transmitir. La estación pasa el token a su sucesor cuando ya no tiene más datos para transmitir o cuando el tiempo de captura del token (token-holding) ha terminado.

Token-Passing puede ser implementado usando topologías anillo o bus. En las redes Token Ring, el token es pasado al sucesor físico de la estación. Si una estación no está iniciando una transmisión, debe repetir el dato recibido y enviarlo a la próxima estación física. Apropiado para que una trama de datos establezca contacto con todas las estaciones en el anillo, debe ser recibido y difundido alrededor del anillo por cada estación en turno. Esta rotación total de trama de datos es una parte integral del protocolo Token Ring.

En redes Token Bus, los tokens no son pasados al vecino más próximo físico, pero sí alrededor del anillo lógico, definido por la dirección lógica de las estaciones en la red. Cada estación debe mantener la dirección de las estaciones que vienen antes y después en el anillo lógico, de modo que se pueda desarrollar la recuperación inmediata en caso de que el token sea extraviado. Además de las tramas token, otros mensajes de protocolo son enviados entre estaciones para determinar el orden del token-passing, para admitir nuevos miembros y para remover estaciones del anillo lógico que falla al responder.

Una de las ventajas del método Token-Passing, sobre CSMA/CD es la habilidad para poner prioridades para la transmisión de datos. En una red CSMA/CD es difícil poner prioridades dado que todas las estaciones tienen igual acceso a la red. Además las redes Token-Passing son determinísticas, ya que el acceso a la red sigue un conjunto de reglas secuenciales y ordenadas.

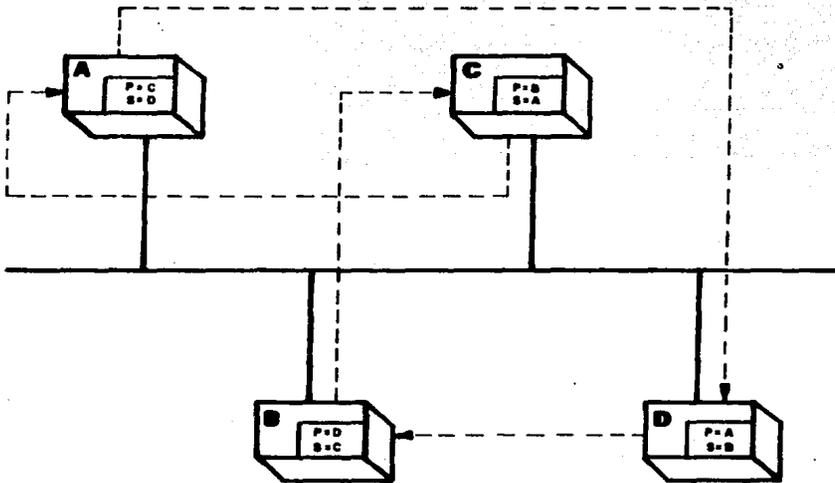
Contrario a las redes CSMA/CD, las redes Token-Passing no tiene límites rigurosos en la longitud de la red, la cual puede ser extendida arriba de 25 Kilometros.

A continuación se da una descripción más detallada de cada una de las técnicas de acceso token-passing.

2.3.2.2.1 TOKEN BUS

Para superar las dos desventajas de CSMA/CD (descritas en hojas anteriores), se desarrollo la técnica de Token Bus, en el cual las estaciones sobre el bus forman un anillo lógico. Esto es, a las estaciones se les asignan posiciones lógicas en una secuencia ordenada, con el último miembro seguido del anterior (Figura 22). Cada estación "sabe" la identidad de las estaciones procedentes y siguientes. El ordenamiento físico de las estaciones sobre el bus es irrelevante e independiente del ordenamiento lógico.

Una trama de control llamada Token regula el derecho de acceso, y contiene una dirección destino. La estación que recibe el token obtiene el control del medio durante un cierto tiempo, la estación puede transmitir una o más tramas, sondear estaciones y recibir respuestas. Si el tiempo ha terminado pasa el token a la siguiente estación en una secuencia lógica. Esta estación tiene ahora el permiso para transmitir. Así, la operación de



DONDE:

———— = CONEXION FISICA

- - - - - = CONEXION LOGICA

P = DISPOSITIVO PREVIO DEL ANILLO

S = DISPOSITIVO SIGUIENTE DEL ANILLO

Token Bus

Figura 22

estado-uniforme (steady-state), consiste en alternar la transferencia de datos y la transferencia del token. Además se permiten estaciones en el bus aún cuando no usen token. Estas estaciones pueden responder solo a sondeos o solicitudes de reconocimiento.

El Token Bus requiere mucho mantenimiento, y cuando menos se deberán realizar las siguientes funciones por una o más estaciones sobre el bus.

- a) Inicialización del Anillo
- b) Adición del Anillo
- c) Eliminación del Anillo
- d) Recuperación

1. Inicialización del anillo.- Al configurar o establecer la red, o después de que un anillo lógico haya fallado, el anillo deberá reiniciarse, para ello se requiere algún algoritmo descentralizado para determinar quien va primero, quien va segundo y así sucesivamente.
2. Adición al Anillo.- Periódicamente, a las estaciones no participantes se les debe garantizar la oportunidad de ingresar por sí mismas al anillo.
3. Eliminación del Anillo.- Una estación puede eliminarse voluntariamente del anillo añadiendo su predecesor y su sucesor.

4. Recuperación.- Puede ocurrir que un número de errores, incluyendo direcciones duplicadas (2 estaciones creen que es su turno) y falla del anillo (no hay estación que piense que es su turno).

El Token Bus, a diferencia del CSMA/CD tiene un buen desempeño bajo cargas considerables. Además, los retardos son limitados, ya que cada dispositivo tiene que esperar, al menos una vuelta completa del token. La única desventaja de esta técnica es su complejidad, lo cual ha reducido la introducción de chips.

El Estándar IEEE 802.4 Token Bus especifica tres opciones físicas. Las tres usan cable coaxial de 75 ohms CATV, y señalización analógica RF. Dos de las especificaciones del medio emplean señalización banda ancha en 1 canal. Esto significa que la señalización analógica se usa, pero los modems para transmisión no tienen un gran ancho de banda y tampoco se puede usar multiplexaje por división de frecuencias.

La opción más simple y más económica del nivel físico opera a 1 Mbps. Esta pretende proporcionar una red local de bajo costo que pueda ser instalada con cable coaxial flexible o semirígido. Una vez que el sistema está instalado, los cambios futuros se limitarán a agregar más entradas al cable existente y añadiendo extensiones al final del cable, pero no incrementando significativamente el tamaño de la red.

La segunda opción es también de 1 canal, banda ancha, a 5 0 10 Mbps. Este sistema es más costoso y tiene una tasa más elevada de datos, que la primera opción, pero es más económica que un sistema total de banda ancha. Cuando se implementa con cable coaxial semirígido este sistema puede convertirse a banda ancha, realizando algunos cambios en hardware. La opción final es un sistema total de banda ancha que puede manejar en forma simultánea múltiples canales de datos, así como canales de video. Se tienen 3 promedios de datos:

- _ 1 Mbps que ocupa un canal de 1.5 MHz
- _ 5 Mbps que ocupa un canal de 6 MHz
- _ 10 Mbps que ocupa un canal de 12 MHz

2.3.2.2.2 TOKEN RING

La topología anillo consiste de ciclos cerrados de repetidores con dispositivos conectados a los repetidores. Los datos circulan alrededor del anillo en series de enlaces punto a punto.

El Token Ring es el único protocolo de control de acceso al medio para topología anillo, especificado por el IEEE 802. La técnica Token Ring se basa en el uso de un token que circula alrededor del anillo cuando todas las estaciones están desocupadas. Una estación que desea transmitir debe esperar hasta que detecte un token-passing. Luego cambia el token de

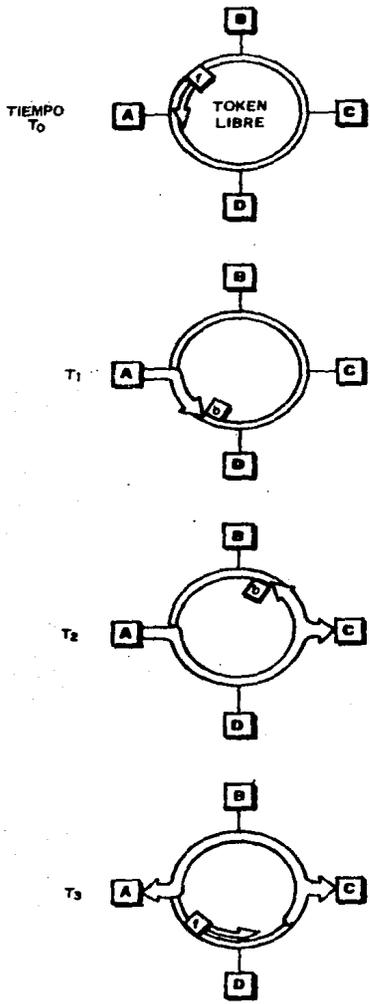
token libre a token ocupado, esto puede hacerse cambiando el último bit del token, por ejemplo de 01111111 a 01111110. Luego transmite una trama inmediatamente después del token ocupado.

Si no hay token libre en el anillo, las otras estaciones que deseen transmitir deben esperar. La trama en el anillo efectuará un recorrido y será depurado por la estación transmisora, la cual insertará un nuevo token libre en el anillo, cuando se hayan dado las siguientes condiciones: la estación ha completado la transmisión de su trama, y el token ocupado ha regresado a la estación.

Si la longitud del bit del anillo es menor que la longitud de la trama, la primera condición implica la segunda: si no, una estación podría liberar un token libre después de haber finalizado su transmisión, pero antes de que reciba su propio token ocupado. En cualquier caso, el uso de un token garantiza que solo una estación en un tiempo puede transmitir.

Cuando una estación libera un nuevo token-libre, la siguiente estación anterior que tiene datos para enviar será capaz de capturar el token y transmitir.

Para superar varias situaciones de error tales como el que no haya token en circulación, así como un persistente token ocupado, una estación se designa como monitor de token activo. El monitor detecta la condición de pérdida del token usando un tiempo mayor fuera que el tiempo requerido por la trama de mayor



b TOKEN OCUPADO

f TOKEN LIBRE

Token Ring
Figura 23

longitud para completar la travesía del anillo. Para recuperación, el monitor depura el anillo de cualquier dato residual y envía un token libre. Para detectar un token ocupado en circulación, el monitor pone el bit del monitor en 1 para cualquier token ocupado que pasa.

Si detecta un token ocupado con un bit ya establecido, sabe que la estación fallo al depurar su trama. Así el monitor cambia el token ocupado a token libre.

Otras estaciones en el anillo tienen el papel de monitor pasivo. Su función primaria consiste en detectar fallas al monitor activo y asumir dicho papel.

En el siguiente capítulo, capítulo 3, se especifica con detalle los formatos y características que el Comité IEEE 802.5 establece para este tipo de red.

C A P I T U L O 3

METODO DE ACCESO "TOKEN-RING" Y ESPECIFICACIONES DE NIVEL FISICO, IEEE 802.5

CAPITULO 3
METODO DE ACCESO TOKEN RING Y
ESPECIFICACIONES DE NIVEL FISICO

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Para propósitos de interconexión compatible de equipo de procesamiento de datos, vía una red local usando método de acceso "Token-Passing", el estándar o norma del Comité IEEE 802.5 define:

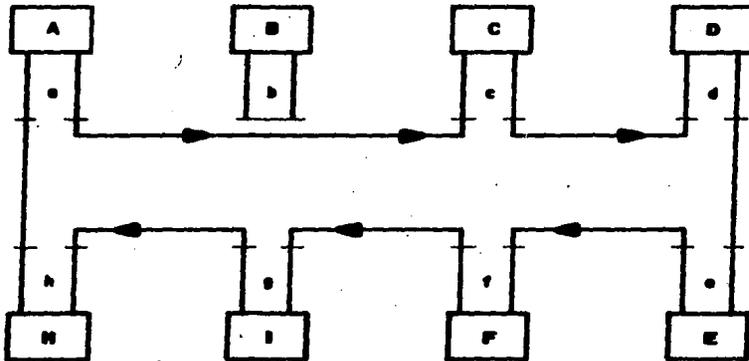
- El formato de la trama, incluyendo delimitadores, direccionamiento, trama de chequeo de secuencia, además de que introduce tramas de control de acceso al medio.
- Define el protocolo de control de acceso al medio.
- Describe los servicios proporcionados por el subnivel Control de Acceso al Medio (MAC) al subnivel Control de Enlace Lógico (LLC) y al nivel Manejo de Red (NMT), además de los servicios proporcionados por el nivel Físico (PHY) al subnivel Control de Acceso al Medio (MAC) y el nivel Manejo de Red (NMT). Estos servicios están definidos en términos de primitivas y parámetros asociados.

- Define las funciones de codificación y decodificación del nivel Físico.

Estas características del método de acceso al medio "token-passing" se describen en este capítulo.

Una red Token Ring consiste de un conjunto de estaciones conectadas en serie por un medio de transmisión (Figura 24). Cada estación puede estar en un modo activo o en un modo "bypass". Cuando una estación esta en modo bypass, se dice que la estación esta desconectada de la red. La información es transferida secuencialmente, bit por bit, de una estación activa a la próxima.

En el modo activo, cada estación regenera y repite cada bit y sirve como el medio para enlazar una o más estaciones (terminales o estaciones de trabajo) al anillo con el propósito de comunicarse con otros dispositivos en la red. La figura 24 muestra una configuración anillo con todas las estaciones activas, excepto la estación B que está en modo "bypass". La estación que contiene el acceso al medio transfiere información en el anillo, donde la información circula de una estación a la próxima estación. La estación direccionada destino, o las estaciones, copia (an) la información como pasa. Finalmente, la estación fuente, la que originalmente transmite la información, remueve la información del anillo cuando recibe de regreso la misma información que envió.



A, B, C, D, E, F, G, H = ESTACIONES ANILLO

a, b, c, d, e, f, g, h = FUNCION BYPASS



MEDIO FISICO

Configuración Token Ring

Figura 24

Una estación obtiene el derecho de transmitir la información al medio cuando detecta el paso del token. El token es una señal de control compuesta de una secuencia de señal única que circula en el medio siguiendo cada transferencia de información.

Cualquier estación que detecta un token, puede capturarlo, modificando el campo de secuencia de inicio de trama (start-of-trama) acompañado de los campos de estado y control apropiados. Estos son: los campos de dirección, el campo de información, el campo de secuencia de chequeo de trama (frame-check) y el campo de secuencia de fin de trama (end-of-trama).

Cuando se termina la transferencia de información, la estación inicia un token nuevo, el cual proporciona a otras estaciones la oportunidad de transmitir.

El tiempo de captura del token controla el período de tiempo máximo que una estación usará el medio antes de pasar el token. Múltiples niveles de prioridad son disponibles para el asignamiento independiente y dinámico, dependiendo de la clase de servicio requerido para cualquier mensaje dado, por ejemplo: síncrono (voz en tiempo real), asíncrono (interactivo) e inmediato (recuperación de la red).

La distribución de las prioridades es un acuerdo mutuo entre los usuarios de la red. Los mecanismos de recuperación de la red y la detección de error son proporcionados para restablecer la red.

3.2 FORMATOS DE TRANSMISION

El método Token-Passing proporciona tres formatos básicos para la transmisión de información. Estos son:

- Formato Token
- Formato Secuencia de Aborto
- Formato Trama

3.2.1 FORMATO TOKEN

El formato token es usado para pasar el Token de un nodo al próximo nodo. Este formato esta formado con los siguientes campos:

- Delimitador de Inicio (SD)
- Control de Acceso (AC)
- Delimitador de Terminación (ED)

En la Figura 25 se ilustra el formato con sus campos. A continuación se da una descripción de cada uno de estos campos.

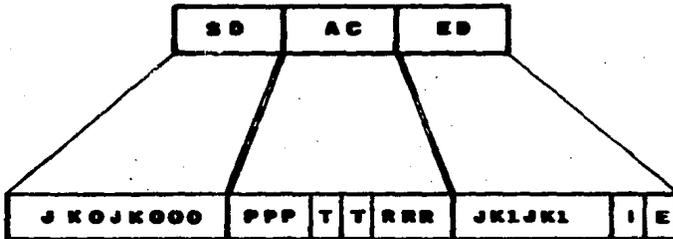
El campo Delimitador de Inicio (SD) consiste de los siguientes 8 símbolos: J K 0 J K 0 0. Cualquier trama o token debe iniciarse con los 8 símbolos anteriores. El campo Control de Acceso (AC) tiene cuatro tipos de bits:

- Bits de prioridad (PPP)
- Bit token (T)
- Bit monitor (M)
- Bits de reservación (RRR)

Los bits de prioridad (PPP) indican la prioridad de un token y por lo tanto a que estaciones se les esta permitido usar el token. En un sistema de prioridad múltiple, las estaciones usan diferentes prioridades dependiendo de la prioridad del PDU para ser transmitido. Los bits de prioridad tienen 8 niveles y se incrementan de la prioridad más baja (000) a la prioridad más alta (111). El bit token (T) tiene un valor de cero en este formato pero, para el formato trama tiene el valor de 1.

Cuando un estación con un PDU para transmitir detecta un token, el cual tiene prioridad igual o menor que el PDU para ser transmitido, cambia el token a una secuencia de inicio de trama y transmite el PDU.

El bit monitor (M) es usado para prevenir a un token cuya prioridad es mayor que cero o a cualquier trama de circulación continua en el anillo. Si un monitor activo detecta una trama o un token de alta prioridad con el bit monitor igual a 1, la trama



Donde:

- SD = Delimitador de Inicio (1 Byte)
- AC = Control de Acceso (1 Byte)
- ed = Delimitador de Terminación (1 Byte)
- J = no dato J
- K = no dato K
- 0 = bit cero
- PPP = bits de prioridad
- T = bit token
- RRR = bits de reservación
- 1 = bit uno
- I = bit de trama intermedia
- E = bit de error detectado

Formato Token

Figura 25

o token es abortado. Este bit es transmitido como 0 en todas las tramas y tokens.

El monitor activo inspecciona y modifica este bit. Todas las demás estaciones deben repetir este bit como lo reciban. Los bits de reservación permiten a las estaciones con alta prioridad solicitar que el próximo token sea enviado a la prioridad deseada.

El campo Delimitador de Terminación (ED) debe ser transmitido por la estación trasmisora de la siguiente forma: J K 1 J K I E. La estación receptora considera válido al campo ED si los primeros 6 símbolos J K 1 J K 1 son recibidos correctamente.

El bit de Trama Intermedia (I) indica si es una trama intermedia (o primera) de una transmisión de trama múltiple. Cuando ocurre lo anterior, el bit I es transmitido como 1. Si el bit E tiene un valor 0 indica que fue la última trama transmitida o la única trama de la transmisión.

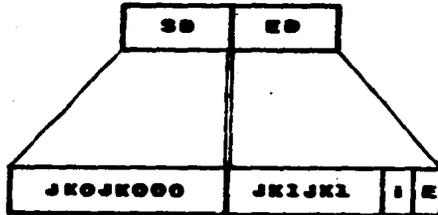
El último bit de este campo es el bit de Error Detectado (E) que es transmitido como cero por la estación que lo origina, ya sea, un token, una secuencia de aborto o una trama. El bit de los tokens y tramas que son repetidos son puestos a 1 cuando una trama con error es detectada, de otra manera el bit es repetido como es recibido.

3.2.2 FORMATO DE SECUENCIA DE ABORTO

El formato de secuencia de aborto únicamente consiste de 2 campos:

- Delimitador de Inicio (SD)
- Delimitador de Terminación (ED)

Este formato se muestra en la figura 26, los campos son igual a los del formato Token. Este puede ser enviado en cualquier tiempo para abortar una transmisión.



ESTOS CAMPOS SON IGUALES A LOS DEL FORMATO TOKEN

Formato de Secuencia de Aborto

Figura 26

3.2.3 FORMATO TRAMA

El formato trama, es el mecanismo de transmisión básica usada por los mensajes MAC, LLC y Manejo de Red del Token Ring, en este formato un campo de información puede estar presente o no. Este formato se muestra en la figura 27, los campos SD, AC y ED son igual a los del formato token excepto que el bit token, en este formato toma el valor de 1.

Los campos Dirección Destino (DA) y Dirección Origen (SA) se especifican en la sección 3.4 (Direccionamiento).

El campo Control de trama (FC) tiene dos tipos de bits:

- Bits tipo trama (FF)
- Bits de control (ZZZZZZ)

Los bits tipo trama indican el tipo de trama como sigue:

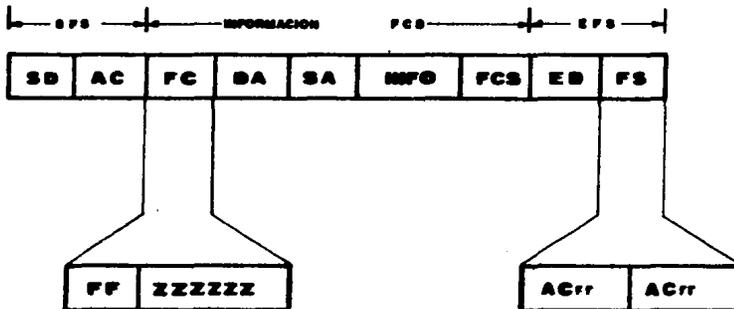
- 0 0 Para una trama MAC
- 0 1 Para una trama LLC
- 1 x Formato indefinido

Si los bits tipo trama indican una trama MAC, todas las estaciones en el anillo se interpretan y se basan en el estado finito de una estación, y en este caso actúan los bits de control ZZZZZZ.

Por otra parte si los bits tipo trama indican una trama LLC, los bits ZZZZZZ son designados como rrrYYY. Los bits rrr estan reservados para ser transmitidos como 0's en todas las tramas transmitidas e ignoradas en la recepción. Los bits YYY son usados para llevar la prioridad Pm del PDU de la entidad LLC origen al objeto de la entidad LLC o entidades.

La prioridad P (la prioridad del campo de control de acceso de una trama) es menor o igual a Pm cuando la trama esta transmitiendo en el anillo. La última forma de presentarse los bits tipo trama es el formato indefinido (lx), este valor esta reservado para tipos de trama que en un futuro lleguen a definirse, y aunque actualmente no estan definidas, si llegan a definirse, se deben apegar a las siguientes condiciones:

- El formato debe estar delimitado por un campo de Secuencia de Inicio de Trama (SFS) de dos bytes y un campo de Secuencia de Terminación de Trama (EFS) de dos bytes, como se define en el estándar, campos adicionales pueden seguir al campo EFS.
- La posición del campo de Control de Trama (FC) no debe cambiar.
- Los campos SFS y EFS deben ser separados por un número íntegro de bytes. Este número debe ser al menos 1 byte (esto es, el campo FC).



Donde:

- SD = Delimitador de Inicio (1 byte)
- AC = Control de Acceso (1 byte)
- FC = Control de Trama (1 byte)
- DA = Dirección Destino (2 o 6 bytes)
- SA = Dirección Origen (2 o 6 bytes)
- INFO = Información (0 o más bytes)
- FCS = Secuencia de Chequeo de Trama
- ED = Delimitador de Terminación (1 byte)
- FS = Estado de trama
- FF = bits tipo trama
- ZZZZZZ = bits de control
 - A = bit de dirección reconocida
 - C = bit de trama copiada
 - r = bits reservados

Formato Trama

Figura 27

- Todos los símbolos entre SFS y EFS deben ser bits 0's o 1's.

El campo Condición de Trama (FS) esta definido por los siguientes bits ACrr ACrr, donde:

- A = Bits de dirección reconocida
- C = Bits de trama copiada
- r = Bits reservados

Los bits de reservación (r) estan reservados para una futura estandarización y son transmitidos como 0's, sin embargo su valor es ignorado por los receptores.

Los bits de bits de dirección reconocida (A) y los bits de trama copiada (C), son transmitidos como 0 por la estación que origina la trama. Si una estación reconoce la estación destino como su propia dirección, a los bits de A les da el valor de 1. Si copia la trama, los bits C toman el valor de 1. Esto permite a la estación originaria diferenciar tres condiciones:

- Estación no-existente/no-activa en el anillo
- La estación existe, pero la trama no fue copiada
- Trama copiada

Los bits A y C son puestos sin considerar el valor del bit E y únicamente si la trama es buena. Los siguientes valores son considerados válidos: 00rr 00rr, 10rr 10rr y 11rr 11rr, cualquier valor diferente a los anteriores se considera inválido y es ignorado por el receptor.

El campo de Información (INFO) puede contener 0, 1 ó más bytes de propósito para MAC, NMT o LLC. Aunque no hay una longitud máxima especificada para este campo de información, el tiempo requerido para transmitir una trama no puede ser mayor que el tiempo de captura que ha sido establecido por la estación. El formato del campo de información está indicado por los bits tipo trama del campo FC, los tipos de trama definidos son:

- Tramas MAC
- Tramas LLC

3.3 PROPIEDADES DE UNA TRAMA

Las propiedades de una trama son las siguientes:

1. Se encuentra limitado por los campos SD y ED válidos.
2. Tiene un bit de error (E) igual a cero.
3. Tiene un número íntegro de bytes en longitud.

4. Está compuesto únicamente de 0's y 1's entre los campos SD y ED.
5. Tiene los bits FF del campo FC igual a 00 o 01.
6. Tiene un FCS válido.
7. Tiene un mínimo de 10 bytes o 18 bytes (para una dirección de 2 bytes o 16 bytes respectivamente) entre SD y ED.

En base a las propiedades antes mencionadas se distinguen tres tipos de tramas y son las que a continuación se definen:

- Trama Buena (FR_GOOD). Es una secuencia de bits que satisface las siguientes condiciones:

$1 \& 3 \& 4 \& 5 \& 6 \& 7$

donde:

$\&$ denota la función AND booleana

- Trama Formada Válidamente. Es una secuencia de bits que satisface las siguientes condiciones:

$1 \& 3 \& 5 \& 7$

donde:

$\&$ denota la función AND booleana

- Trama con Error (FR_WITH_ERROR). Es una secuencia de bits que cumple las siguientes condiciones:

$$1 \& (-3 + -4 + (5 \& -6) + (5 \& -7))$$

donde:

& denota la función AND booleana

- denota la función NOT booleana

+ denota la función OR booleana

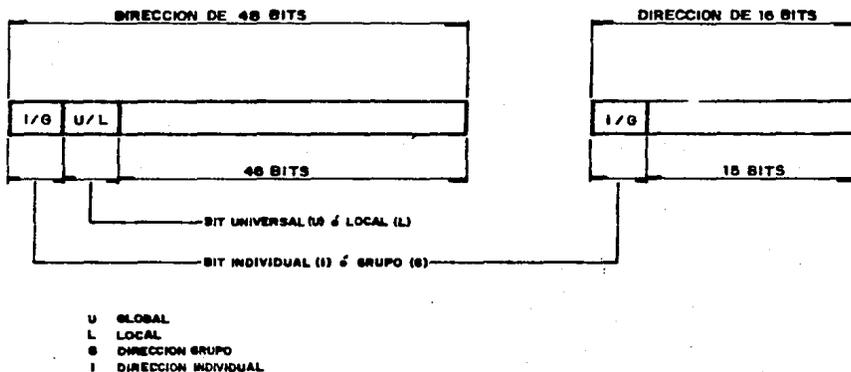
3.4 DIRECCIONAMIENTO

Todas las tramas de transferencia de información (figura 28) incluyen dos campos de dirección: la dirección de la estación destino y la dirección de la estación origen, en ese orden. Estas direcciones pueden ser de 16 o 48 bits de longitud como se muestra en la figura 27, sin embargo, en una red local específica, todas las direcciones tienen que ser de igual longitud.

El primer bit de la dirección destino (de cualquier longitud) indica si la dirección corresponde a una dirección de un nodo individual o corresponde a una dirección de un grupo de nodos, se designa a I para identificar a una dirección individual y a G para identificar a una dirección de grupo. Este bit toma los siguientes valores:

0 = Dirección individual

1 = Dirección de grupo



Formatos de Direccionamiento

Figura 28

En una dirección origen, este bit, es transmitido como 0. Unicamente para direcciones de 48 bits de longitud, el segundo bit indica si la dirección es local o universal (L y U respectivamente). Este bit toma los siguientes valores:

0 = Dirección universal

1 = Dirección local

3.5 ESPECIFICACIONES DE SERVICIO

Los servicios son especificados describiendo las primitivas de servicio y los parámetros los cuales caracterizan cada servicio. Un servicio puede tener una o más primitivas, las cuales constituyen la actividad de interface que esta relacionada con el servicio particular. Cada primitiva de servicio puede tener cero o más parámetros los cuales llevan la información requerida para proporcionar el servicio. Las primitivas son de tres tipos:

- **Solicita** La primitiva solicita es pasada del usuario-n al nivel-n (o subnivel) para solicitar que un servicio sea iniciado.
- **Indica** La primitiva indica es pasada del nivel-n (o subnivel) al usuario para indicar un evento interno del nivel-n (o subnivel) el cual es significativo al usuario-n. Este evento puede estar relacionado lógicamente con una solicitud de servicio remoto, o puede ser causado por un evento interno del nivel-n (o subnivel).
- **Confirma** La primitiva confirma es pasada del nivel-n (o subnivel) al usuario-n para llevar los resultados de una o más solicitudes de servicio previas. Esta primitiva indica cualquier falla.

Los servicios especificados son proporcionados por:

1. El subnivel MAC al subnivel LLC
2. El nivel PHY al subnivel MAC
3. El subnivel MAC al nivel NMT
4. El nivel PHY al nivel NMT

El diagrama de la figura 29 sirve como guía para los servicios proporcionados.

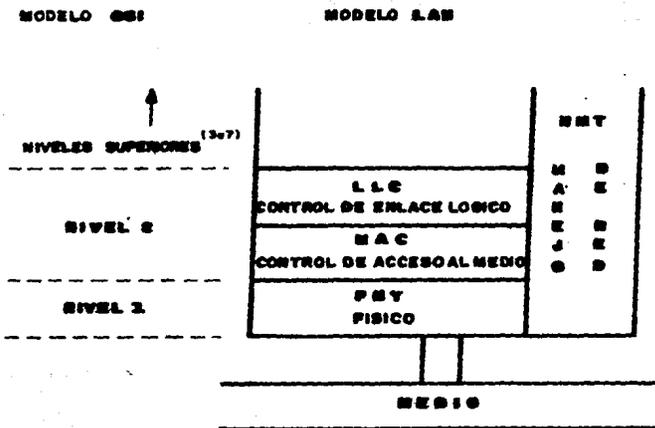


Figura 29

3.5.1 SERVICIO MAC A LLC

Esta sección especifica los servicios requeridos del subnivel MAC por el subnivel LLC para el intercambio de datos LLC. Las siguientes primitivas están definidas por el subnivel LLC para solicitar el servicio del subnivel MAC.

PRIMITIVAS:

MA_DATO.solicita

MA_DATO.indica

MA_DATO.confirma

3.5.1.1 MA_DATO.solicita

Está primitiva define la transferencia de datos de una entidad LLC local a una entidad LLC similar (o a múltiples entidades LLC similares en el caso de una dirección de grupo).

Semántica

```
MA_DATO.solicita(control_trama,  
                 dirección_destino,  
                 m_sdu,  
                 clase_servicio_solicitado)
```

Donde los parámetros entre paréntesis significan lo siguiente. El parámetro control_trama especifica el valor del byte FC de la trama. El parámetro control_trama especifica una

dirección MAC individual o de grupo. El m_sdu especifica la unidad de servicio de datos MAC para ser transmitida. El parámetro clase_servicio_solicitado especifica la prioridad (Pm) deseada para la transferencia de la unidad de datos.

3.5.1.2 MA_DATO.indica

Define la transferencia de datos del subnivel MAC a la entidad del sunivel LLC o entidades en el caso de una dirección de grupo.

Semántica

```
MA_DATO.indica(control_trama,  
                dirección_destino,  
                dirección_origen,  
                m_sdu,  
                estado_recepción)
```

Donde los parámetros toman los siguientes valores. El parámetro control_trama indica el byte FC recibido. El parámetro dirección_destino indica una dirección individual o de grupo. El parámetro dirección_origen es una dirección individual especificada por el campo SA de una trama que llega. El parámetro m_sdu especifica la unidad de servicio MAC como es recibida por la entidad MAC local. El parámetro estado_recepción indica el suceso o falla de una trama que llega y consiste de los siguientes elementos.

1. estado-trama: FR_GOOD*, FR_WITH_ERROR*. Si un FR_WITH_ERROR es reportado, la razón del error debe ser reportado y será una de los siguientes:

a) FCS_inválido: El FCS calculado no es igual al FCS recibido.

b) violación_código: Hay un símbolo J o K recibido entre SD y ED.

c) trama_truncada: La trama recibida, aunque libre de error excede el espacio de la memoria (buffer) interna.

d) trama_pequeña: La trama recibida fue más pequeña que la mínima.

2. valor_E: cero, uno, inválido.

3. C_&_A: cero_cero, uno_cero, uno_uno, inválido.

3.5.1.3 MA_DATO.confirma

Esta primitiva proporciona una respuesta significativa a la primitiva MA_DATO.solicita del subnivel LLC indicando el suceso o la falla de la solicitud.

Semántica

*Estos tipos de trama están definidas en la sección 3.3, Propiedades de una trama.

MA_DATO.confirma(estado_transmisión,
 clase_servicio_proporcionado)

Donde el parámetro estado_transmisión se utiliza para pasar información de estado al subnivel LLC que lo solicita, es usado para proporcionar el suceso o falla de la primitiva MA_DATO.solicita previa. El parámetro clase_servicio_proporcionado indica la clase de servicio que fue proporcionado para la transferencia de la unidad de datos.

3.5.2 SERVICIO PHY a MAC

Los servicios proporcionados por el subnivel PHY proporcionan a la entidad del subnivel MAC local, intercambiar unidades de datos MAC con entidades de subnivel MAC similares. Las siguientes primitivas están definidas por el subnivel MAC para solicitar el servicio al nivel PHY.

PRIMITIVAS:

PH_DATO.solicita

PH_DATO.indica

PH_DATO.confirma

3.4.2.1 PH_DATO.solicita

Esta primitiva define la transferencia de datos de una entidad MAC local al nivel PHY de la estación.

Semántica

PH_DATO.solicita(símbolo)

Donde símbolo será alguno de los siguientes valores:

0 : cero binario

1 : uno binario

J : no dato J

K : no dato K

3.5.2.2 PH_DATO.indica

Esta primitiva define la transferencia de datos del nivel PHY a la entidad del subnivel MAC.

Semántica

PH_DATO.indica(símbolo)

Símbolo toma los mismos valores que en la primitiva anterior.

3.4.2.3 PH_DATO.confirma

Esta primitiva proporciona una respuesta a la primitiva PH_DATO.solicita del subnivel MAC diciendo que acepta el símbolo especificado por PH_DATO.solicita y la disposición de aceptar otro símbolo.

Semántica

PH_DATO.confirma(estado_transmisión)

Donde estado_transmisión es el parámetro usado para significar el estado completo de la transmisión.

3.5.3 SERVICIO MAC A NMT

Estos servicios son proporcionados en los límites entre el nivel manejo de red y el subnivel MAC. Es usada como interface por NMT para monitorear y controlar las operaciones del subnivel MAC.

PRIMITIVAS:

MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.solicita

MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.confirma

MA_CONTROL.solicita

MA_ESTADO.indica

MA_NMT_DATO.solicita

MA_NMT_DATO.indica

MA_NMT_DATO.confirma

3.5.3.1 MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.solicita

Esta primitiva tiene local significado y es usada por NMT para resetear al subnivel MAC y opcionalmente cambiar los parámetros operacionales del subnivel MAC.

Semántica

```
MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.sollicita(dirección_MAC_individual,  
                                     dirección_MAC_grupo,  
                                     dirección_todas_estaciones_este_anillo,  
                                     valor_THT,  
                                     valor_TRR,  
                                     valor_IVX,  
                                     valor_TNT,  
                                     valor_TQP  
                                     valor_TSM,  
                                     valor_TAM,  
                                     prioridad_de_MP_dato_unidad,  
                                     indica_para_trama_con_SA=MA,  
                                     indica_para_rcv_solo_trama_buena)
```

Donde los parámetros tienen el siguiente significado:
dirección_MAC_individual es el byte del subnivel MAC que será usado como una dirección individual, dirección_MAC_grupo es el byte del subnivel MAC que será usado como una dirección de grupo, el parámetro dirección_todas_estaciones_este_anillo significa el byte del subnivel MAC que será usado como la dirección destino dentro de tramas enviadas a todas las estaciones de este anillo. Este valor también se usará para determinar si copia una trama enviada por otra estación con una dirección destino de todas las estaciones de este anillo. El valor por default es todos unos. El parámetro indica_para_trama_con_SA=MA es el valor del subnivel MAC que será usado para inicializar la estación para

generar las primitivas `MA_DATO.indica` y `MA_NMT_DATO.indica` para tramas que la estación misma transmite (esto es, SA=MA). El parámetro `indica_para_rcv_solo_trama_buena` es el valor del subnivel MAC que será usado para decidir si se generan las primitivas `MA_DATO.indica` y `MA_NMT_DATO.indica` únicamente en tramas que son buenas o alternativamente en todas las tramas que están formadas válidamente. En ambos casos el dato es terminado cuando un bit de error de sincronización es detectado.

3.5.3.2 `MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.confirma`

Esta primitiva es usada por MAC para informar a NMT que la primitiva `MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.solicita` esta completa

Semántica

`MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.confirma(estado)`

Donde `estado` indica el suceso o la falla de `MA_INICIALIZA_PROTOCOLO.solicita`

3.5.3.3 `MA_CONTROL.solicita`

Está primitiva es usada por NMT para controlar la operación de MAC.

Semántica

`MA_CONTROL.solicita(acción_control)`

Donde el parámetro acción_control será uno de los siguientes:

- MASTER_RESET
- INSERT

3.5.3.4 MA_ESTADO.indica

Está primitiva es usada por MAC para informar a NMT de errores y cambios de estado importantes.

Semántica

MA_ESTADO.indica(reporte_estado)

TRAMA_CONDICION
TX_CLAIM_TOKEN_ESTADO
TX_BEACON_ESTADO
RECEPCION_TRAMA_BEACON
ENTER_ACTIVADO_ESTADO
ENTER_STANDBY_ESTADO
DUPLICADO_ADD_DETECTADO

3.5.3.5 MA_NMT DATO.solicita

Define la transferencia de datos de NMT local a MAC local

Semántica

MA_NMT_DATO.solicita(control_trama,
 direccion_destino,
 m_sdu,

clase_servicio_solicitado)

Donde control_trama especifica el valor para el octeto FC de la trama. El parámetro dirección_destino especifica una dirección individual o de grupo MAC. El parámetro m_sdu especifica la unidad de servicio de datos MAC para ser transmitida por el subnivel MAC. El parámetro clase_servicio_solicitado especifica la prioridad Pm deseada para la unidad de datos transferida.

3.5.3.6 MA_NMT_DATO.indica

Esta primitiva define la transferencia de datos del subnivel MAC a NMT.

Semántica

```
MA_NMT_DATO.indica(control_trama,  
                    dirección_destino,  
                    dirección_origen,  
                    m_sdu,  
                    estado_recepción)
```

Donde control_trama es el byte FC recibido. El parámetro dirección_destino puede ser una dirección individual o de grupo especificada por el campo DA de una trama que llega. El parámetro dirección_fuente es una dirección individual especificada por el campo SA de la trama que llega. El parámetro

m_sdu especifica la unidad de datos de servicio MAC recibida por MAC. El parámetro estado_recepción indica el suceso o falla de una trama que llega y consiste de los siguientes elementos:

1. estado-trama: FR_GOOD, FR_WITH_ERROR. Si un FR_WITH_ERROR es reportado, la razón del error debe ser reportado y será una de las siguientes:

a) FCS_inválido: El FCS calculado no es igual al FCS recibido.

b) violación_código: Hay un símbolo J o K recibido entre SD y ED.

c) trama_truncada: La trama recibida, aunque libre de errores, excede del espacio de la memoria interna.

d) trama_pequeña: La trama recibida fue más pequeña de la mínima.

2. valor E: cero, uno, inválido

3. A_&_C_valor: cero_cero, uno_cero, uno_uno, inválido

3.5.3.7 MA_NMT_DATO.confirma

Está primitiva proporciona una respuesta apropiada a la primitiva MA_NMT_DATA.solicita de NMT significando el suceso o la falla de la solicitud.

Semántica

MA_NMT_DATO.confirma(condición_transmisión,
clase_servicio_proporcionado)

Donde condición_transmisión indica el suceso o la falla de la primitiva MA_DATO.solicita. El parámetro clase_servicio_proporcionado especifica la clase de servicio proporcionado por la transferencia de la unidad de datos.

3.5.4 SERVICIO PHY A NMT

El servicio proporcionado por el nivel PHY a NMT permite a NMT controlar la operación del nivel PHY.

PRIMITIVAS:

PH_CONTROL.solicita

PH_ESTADO.indica

3.5.4.1 PH_CONTROL.solicita

Esta primitiva es generada por NMT para solicitar al nivel PHY insertarse o removerse al/del anillo.

Semántica

PH_CONTROL.solicita(acción_control)

Donde el parámetro acción_control será uno de los siguientes:

INSERT: inserción de la señal en el anillo

REMOVE: remoción de la señal en el anillo

3.5.4.2 PH_ESTADO.indica

Esta primitiva es usada por NMT para informar a NMT de errores y cambios de estado significativos.

Semántica

PH_ESTADO.indica(reporte_estado)

Donde el parámetro reporte_estado será uno de los siguientes:

1. INICIO_CORRECCION_BURTS. Este parámetro significa que el nivel físico ha empezado a generar símbolos 1's y 0's y a transmitirlos al subnivel MAC para corregir el silencio detectado en el medio.
2. TERMINACION_CORRECCION_BURTS. El nivel físico ha detenido la generación de símbolos, las transiciones han sido otra vez detectadas en el medio.
3. LATENCY_BUFFER_OVERFLOW. El nivel físico ha intentado expandir el "buffer latency" más allá de 30 bits.

4. LATENCY_BUFFER_UNDERFLOW. El nivel físico ha intentado contraer el "buffer latency" más allá de 24 bits.

3.7 ESPECIFICACIONES FÍSICAS

El estándar IEEE 802.5 determina que el medio del Token-ring puede ser cable trenzado, cable coaxial o fibra óptica. Las estaciones se conectan vía dispositivos referidos como Conector de Interface al Medio y una Unidad de Acoplamiento. La razón de transmisión sobre ésta línea es 1 0 4 Mbits/seg. Además se especifica que de acuerdo a sus características eléctricas el anillo puede soportar hasta 250 estaciones.

El nivel físico codifica los cuatro símbolos que le son presentados por el nivel MAC. Estos símbolos son: cero binario, uno binario, no dato J, no dato K. Los símbolos son transmitidos haciendo uso de la Decodificación Manchester Diferencial. Del lado receptor, el nivel físico decodifica y codifica los bits.

C O N C L U S I O N E S

CONCLUSIONES

La red local como todo sistema de comunicación, es de vital importancia para la obtención de una comunicación y transmisión eficiente.

En función de ésta y contando con el equipo necesario y personal con conocimientos apropiados, se llega a tener un mejor aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta (impresoras, terminales, procesadores de texto, graficadores, etc.).

En ésta tesis se pretendió describir de una manera concreta y sencilla los diversos elementos que constituyen la red local. Se definió sus funciones y los métodos de acceso a la red. Así como una breve descripción de los medios utilizados por la red.

La tesis fue realizada en base a una recopilación de la información reunida referente al tema tratado en ella; lo que determino su realización no fué hacer una modificación de los métodos, normas o herramientas, sino integrarla de manera ordenada para visualizar sus relaciones como un intento para dar a conocer la Teoría de Red de Área Local.

A P E N D I C E A

**EL MODELO DE REFERENCIA ISO Y
LA ARQUITECTURA DE LAS REDES DE COMPUTADORA**

El desarrollo creciente de sistemas distribuidos de comunicación de datos involucrando redes de computadora ha traído la necesidad de controlar, normalizar y simplificar tales comunicaciones. El objetivo, acomodar la evolución tecnológica de manera que reduzca a un mínimo los cambios a los procedimientos de control y programación.

A nivel internacional la solución de este problema ha sido un acuerdo para la creación de servicios organizados por jerarquía. En 1977, la Organización Internacional de Estándares (ISO) bajo el Comité técnico 97 estableció el sub-comité 16 encargado del desarrollo de una arquitectura capaz de enmarcar las normas propicias para el enlace heterogéneo de redes de computadora. El resultado fue un modelo de referencia para un Sistema de Interconexión Abierta (OSI), que establece las bases para interconectar de forma abierta los sistemas de procesamiento en aplicaciones distribuidas.

Con el término "abierto" debemos entender, todo sistema que permita la conexión de un sistema de cómputo de algún tipo, marca o diseño, con otro sistema de cómputo conforme al modelo de referencia y sus protocolos normalizados.

El modelo de referencia OSI dirige la interconexión y comunicación entre los usuarios de los procesos de aplicación en todo un espectro de sistemas sin considerar su tipo y diseño interno, ni sus estructuras lógicas. Universalmente aplicable sirve de apoyo para el análisis donde las normas son necesarias, determinando la adecuación de lo existente y permitiendo la evolución tecnológica ordenada. El significado de tal modelo de referencia es el diseño de redes públicas de datos y sus servicios.

En 1977, la ISO reconoció la especial y urgente necesidad de normalizar las redes heterogéneas de computadora y decidió la creación de un nuevo subcomité (SC 16), para la interconexión de sistemas abiertos, con el objeto de desarrollar las normas requeridas para el desarrollo de este proyecto.

La primera reunión del subcomité 16, celebrada en Marzo de 1978, trajeron como resultado que esta normalización podría ser obtenida con mayor rapidez mediante una arquitectura de niveles la cual cumpliera con la mayoría de los requerimientos del Sistema Abierto de Interconexión y con la capacidad de futuras expansiones para satisfacer los nuevos requerimientos.

**EL MODELO DE REFERENCIA DEL SISTEMA DE INTERCONEXION
ABIERTA (ISO), NORMAS Y PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL**

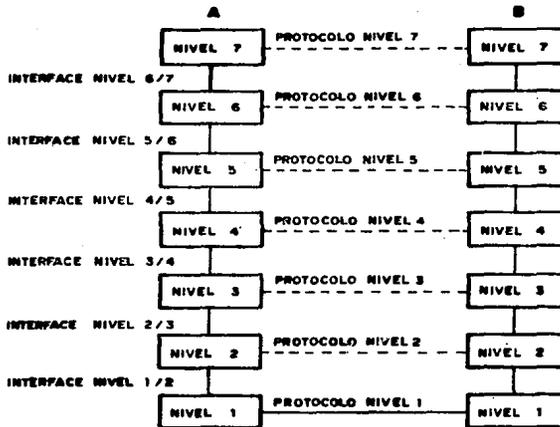
En el ambiente nacional es bastante común que la interfaz entre el dispositivo del usuario (terminal) y el Modem (equipo modulador-demodulador para la transmisión de datos) sea considerada como la línea divisoria entre el procesamiento de datos y la comunicación de datos. Pero últimamente la red de transmisión ha sobrepasado esta interfaz y se ha infiltrado hasta los dispositivos de usuario, llegando hoy en día a todas las terminales y ocupando completamente los procesadores frontales de comunicaciones y en muchos casos la misma computadora. Los requerimientos de los usuarios han propiciado con esta evolución, mayor conectividad entre sus redes, mejores posibilidades de transmisión, tiempos de respuesta menores, factibilidad para el crecimiento de la red, etc. El usuario requiere más opciones y quizá la más importante es la de crear redes heterogéneas con la ventaja de contar con comunicaciones normalizadas.

Diferentes fabricantes proporcionan la posibilidad de interconectar sus computadoras por medio de módulos de programas (Software) pero, dado que ninguna computadora es igual con otra, al aplicar y operar esos módulos difiere grandemente. Esta incompatibilidad entre elementos se ha intentado resolver por medio de convertidores de protocolos, pero éstos con seguridad no

podrán trabajar con los nuevos módulos de programa llamados "protocolos de alto nivel" cuya operación es parte integral del trabajo interno del computador, tal como lo es, el trabajo de su sistema operativo.

El protocolo de alto nivel es un término utilizado en el modelo de referencia OSI que conceptualiza el desarrollo de comunicaciones compatibles entre elementos heterogéneos y establece una estructura de comunicación normalizada con siete niveles, cada uno proporcionando un conjunto de servicios al usuario final, una terminal o un programa de aplicación. El nivel N de una máquina lleva una conversación sobre el nivel N de otra máquina utilizando reglas y convenios llamados protocolos entre niveles.

A las entidades comprendidas en cada nivel de cada máquina se les llama proceso similar; es decir que los procesos similares se comunican haciendo uso del protocolo. En realidad ningún dato se transfiere del nivel N de una máquina al nivel N de otra máquina excepto, en el nivel 1. En lugar de esto, cada nivel pasa información y control al nivel inmediato abajo de sí mismo, hasta alcanzar el nivel más bajo donde sí existe una comunicación física con la otra máquina. A la comunicación entre estos niveles se le llama virtual y se indica con líneas punteadas en la figura 30.



Niveles de Protocolo

Figura 30

El protocolo también especifica cuando cada entidad esta autorizada a tomar alguna acción particular, como se va a iniciar, mantener y terminar el proceso de comunicación. Bajo este contexto todos los protocolos de comunicación de datos tienen un número de funciones en común:

1. Encuadrar. Es decir, delimitar el flujo de datos y campos individuales.

2. Control de flujo de intercambio de información.
3. Control de secuencias, que asegura la fase de segmentos de información apropiada.
4. Detección y manejo de los errores de transmisión.
5. Proporcionar transparencia como una forma de conducir cualquier señal de información separada de las señales de control.

EL MODELO DE REFERENCIA DE INTERCONEXION ABIERTA (OSI)

Dentro de un sistema abierto (OSI) los usuarios son tareas que se aplican como un proceso "x" en un sistema A y como un proceso "y" en otro sistema B, de modo que aquí surge la siguiente pregunta, ¿Cuál es la forma en que el modelo de referencia encaja en un esquema de comunicaciones?, como se indica en la figura 31, cuando un proceso x en el sistema A desea comunicarse con un sistema distante B, la interconexión se efectúa por el ambiente OSI. El proceso se comunica a través del nivel de aplicación y los seis niveles abajo de éste. Un protocolo similar para cada nivel, controla y coordina las funciones designadas para la comunicación.

DESCRIPCION DEL MODELO OSI

Ya se ha dado una serie de tópicos de los niveles, una descripción más concreta es la que desarrollo la Organización Internacional de Estándares, cuyo modelo de referencia OSI muestra la aplicación de los siete niveles. A continuación se describe cada nivel de la arquitectura usando la terminología ISO. Las figuras 30 y 31 muestran estos 7 niveles.

NIVEL 1 FISICO

El nivel físico provee los servicios, funciones y procedimientos mecánico-eléctrico que establecen, mantienen y liberan la conexión física entre el equipo terminal de datos (DTE), el equipo circuito terminante de datos (DCE) y/o los centros de conmutación de los datos (DSEs). Solo de este nivel son los elementos particulares y peculiares de las facilidades, por ejemplo en los Estados Unidos la norma a este nivel es: EIA RS-422 y RS-423 (características eléctricas) así como también EIA RS-449 (conector mecánico y definición de circuito). El CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía) tiene normas correspondientes a éstas.

El nivel físico se refiere a la transmisión de filas de bits sobre el canal de comunicaciones. Las características del diseño tienen que ver con asegurar que si se envía un bit 1, lo que se reciba al otro lado sea el bit 1 y no un bit 0.

Cuestiones típicas son: ¿ Cuántos volts representan un 1 y cuántos volts representan un 0? , ¿Cuántos microsegundos ocupa un bit?, ¿ Dónde puede la transmisión actuar en ambas direcciones?, ¿ Cómo se establece la conexión?, ¿ Cómo termina?, ¿ Cuántos puntos de contacto debe tener el conector de la red?, etc.

NIVEL 2 ENLACE DE DATOS

El nivel de enlace de datos maneja la transferencia de una unidad de información entre los extremos de un enlace físico.

La tarea de este nivel es tomar una fila de servicios, transmitirlos y transformarlos en una línea libre de errores al nivel red (nivel 3). Se ejecuta esta acción separando los datos de entrada en tramas de datos, transmitiéndolas secuencialmente, reconociendo y procesando las tramas reconocidas que se re-envían del receptor.

Dado que el nivel físico acepta y transmite filas de bits sin considerar significado, ni estructura; es sobre el nivel de datos donde la creación y reconocimiento de límites de tramas se

ejecuta, adicionando patrones de bits al comienzo y al término de las tramas.

Un paquete de ruido puede destruir una trama totalmente, en este caso la programación al nivel de enlace de datos debe ser capaz de re-transmitir la trama, por tanto la transmisión múltiple de tramas podría introducir tramas duplicadas.

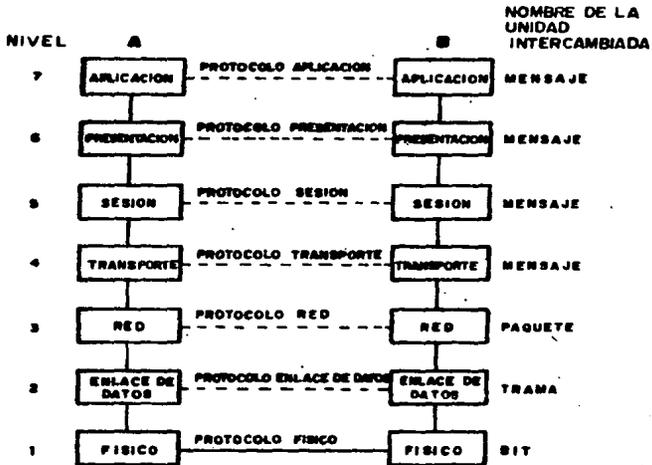


Figura 31

En este nivel es donde se tratan los problemas causados por pérdidas, duplicidad de tramas y destrucción, de modo que el nivel superior (red) asuma su trabajo como una línea virtual (libre de errores). Si la línea se usa transmitiendo datos en ambas direcciones, el nivel de enlace de datos debe resolver el problema de reconocimiento de tramas de A a B, compitiendo con el uso de tramas de B hacia a A. Un protocolo de enlace de datos en este nivel es el control de enlace de datos de alto nivel (HDCL).

NIVEL 3 RED

El nivel red gobierna la conmutación y el enrutamiento de la información para establecer una conexión y entrega transparente de los datos. Se le refiere como: la sub-red de comunicación. Entre otras cosas determina las características básicas de la interface frontal-computador, así como los paquetes y las unidades de información que se intercambian en el nivel de red y se enrutan sobre la red.

Un punto de diseño, es la división de trabajo entre el frontal y el computador, particularmente debe asegurar que todos los paquetes se reciban correctamente en sus destinos y en el orden apropiado. Lo que el software de este nivel ejecuta es, aceptar los mensajes del residente fuente, convertirlo en paquetes y observar que éstos se dirijan a su destino. Una clave en el diseño es: ¿Cómo se determina la ruta?, se puede basar

sobre tablas estáticas que se alambran lógicamente y en la red rara vez cambiarán. También puede determinarse al inicio de cualquier conversación o puede ser determinado para cada paquete reflejando el estado corriente de la carga.

Si demasiados paquetes están presentes en la sub-red al mismo tiempo, estos chocarán formando "cuellos de botella", cuyo control también pertenece al nivel red. En este nivel los programas (Software) deben contabilizar: Cuántos paquetes, caracteres o bits se envían para, o desde cada usuario y generar información para cargos (tarifas). Este nivel provee el enrutamiento, el multiplexaje, la segmentación y formación de bloques, control de errores, control del flujo y control de la secuencia, la recomendación X.25 es una norma de este nivel.

NIVEL 4 TRANSPORTE

El nivel transporte provee un servicio universal para la transparencia entre los procesos de presentación. Asegura la integridad de los datos de un extremo a otro y provee la calidad de servicio requerido para el intercambio de la información.

A la función básica del nivel transporte también se le conoce como el nivel computador-computador y consiste en aceptar datos del nivel sesión, separados en unidades más pequeñas y si es necesario pasarlos al nivel red asegurando que las partes lleguen correctamente al otro lado, debiendo ejecutarse de la

forma más eficiente y de tal manera que aisle el nivel sesión de los cambios inevitables de la tecnología del equipo (Hardware).

Bajo condiciones normales, el nivel transporte crea una conexión distinta para cada conexión de transporte requerida por el nivel sesión. Por lo tanto si el nivel de transporte requiere un caudal (Throughput) muy efectivo, el nivel transporte podría crear redes de conexión múltiple, dividiendo los datos entre las conexiones de la red y mejorar el caudal.

Por otra parte, si es caro mantener una red de conexión, el nivel transporte podría multiplexar varias conexiones de transporte en la conexión de la red y reducir el costo.

El nivel transporte también determina qué tipo de servicio proveer al nivel sesión y finalmente a los usuarios de la red.

El tipo más popular de conexión de transporte es un canal punto a punto libre de errores, que entrega los mensajes en el orden que se envían, por lo tanto otra posible clase de servicios de transporte, son los mensajes transportados aisladamente sin garantía del orden en que se entregan por la difusión de mensajes a destinos múltiples.

Este nivel, es un nivel real de fuente a destino o nivel término a término. Es un programa de la máquina fuente que lleva una conversación utilizando los mensajes de control y encabezados.

Para multiplexar varios flujos de mensajes sobre un canal físico, el nivel transporte debe cuidar el establecer y sacar conexiones a través de la red. Esto implica de alguna manera una clase de mecanismo, de modo que el proceso de una máquina tenga la forma de describir con quien desea conversar, además de que debe existir el mecanismo para regular el flujo de información de manera que un residente rápido no apresure a uno lento.

Si bien la arquitectura de la red no especifica nada acerca de la aplicación, es válido notar que el nivel transporte se implementa por una parte del sistema operativo del residente que es llamado Estación de Transporte.

NIVEL 5 SESION

El nivel sesión coordina la interacción entre el proceso de aplicación y la comunicación, proporcionando este nivel dos tipos de servicio: sesión administrativa y sesión de diálogo. El administrativo se relaciona con establecer y terminar la conexión. El servicio de diálogo controla el intercambio de datos limitando y sincronizando las operaciones de datos. Un protocolo de conexión inicial es un nivel de sesión normalizado.

Ignorando el nivel de presentación que únicamente efectúa ciertas transformaciones sobre los datos, el nivel sesión es la interface del usuario hacia la red. Es en este nivel en el que el usuario debe negociar para establecer conexión con un proceso

en otra máquina. Establecida la conexión, el nivel sesión puede corregir el diálogo de manera ordenada, si el usuario ha demandado tal servicio.

Una conexión entre usuarios (técnicamente entre dos niveles de presentación) usualmente se le llama sesión, y permite entrar a un sistema de tiempo compartido remoto o transferir un archivo entre dos máquinas. Para establecer una sesión, el usuario debe proporcionar la dirección a la que se desea conectarse, la sesión de direcciones se usa por los usuarios y sus programas, mientras que las direcciones de transporte solo por las estaciones de transporte, de modo que el nivel sesión debe convertir una dirección de transporte para requerir qué conexión de transporte construir.

Establecer una sesión es complicado, al inicio puede ser necesario que a cada fin de sesión sea autoidentificado propiamente para probar que tiene el derecho de comprometer la sesión y asegurar la recepción.

Otra función del nivel sesión es el manejo de la sesión, por ejemplo, si las conexiones para transporte no son posibles, el nivel sesión podría ser requerido para intentar una recuperación transparente de conexiones de transporte rotas.

En algunas redes el nivel transporte y el nivel sesión se mezclan en un solo nivel o simplemente se elimina el nivel sesión si todo lo que los usuarios requieren es una comunicación simple.

NIVEL 6 PRESENTACION

El nivel presentación provee un conjunto de servicios que le permiten interpretar el intercambio de datos. Estos servicios son: la entrada de datos, interconexión, despliegue, conversión de formatos o códigos para poner la información en forma reconocible.

El nivel presentación sirve directamente al nivel aplicación, controlando el formato y la transformación de los datos.

Estas funciones pueden efectuarse por rutinas de biblioteca que pueden existir dentro del sistema operativo, por ejemplo: un servicio típico es comprimir textos, en muchas aplicaciones ciertas palabras son muy comunes, como depósito o retiro en un sistema bancario, etc. El nivel puede estar diseñado para recibir arreglos, como entrada y ejecutar la comprensión como salida.

NIVEL 7 APLICACION

El nivel de aplicación provee al usuario el servicio de distribución de la información en forma apropiada a su manejo y aplicación. Es el nivel más alto en la jerarquía y son protocolos que sirven al usuario.

El contenido de este nivel es a opción del usuario, cuando dos programas de usuarios en diferente máquina se comunican, éstos determinan el conjunto de mensajes permitidos y la acción tomada sobre la recepción de cada mensaje. Sin embargo hay muchos tópicos que ocurren y que son muy comunes, por ejemplo la cuestión global de transparencia de la red.

Un tópico interesante es la partición de problemas: ¿Cómo puede un problema ser dividido entre varias máquinas automáticamente, para obtener ventajas máximas de la red?. Las bases de datos distribuidas permiten problemas de aplicación a este nivel interesantes.

Una aplicación se compone de procesos de aplicación cooperando e intercomunicados por protocolos a este nivel. Estos procesos son las fuentes y destinos del intercambio de datos en la red, existiendo los otros niveles para soporte de las comunicaciones entre procesos de este nivel, (El ISO no desarrolla normas a este nivel).

R E F E R E N C I A S

REFERENCIAS

1. ACAMPORA S. ANTHONY - HLUCHYS G. MICHAEL, "A new local area network architecture using a centralized bus", August 1984, Vol. 22, No. 8, pp. 12-21.
2. AHUJA VIJAY, Design and Analysis of Computer Communication Networks, Ed. Mc. Graw-Hill Computer Science Series, Printed in the United States of America 1982.
3. BARTIK JEAN, "IBM's token-ring: have the pieces finally come together?", Data Communications, August 1984, pp. 125-139.
4. BOLTON TONY, "The physical and data link layers of the OSI model", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, May 1985, pp. 32-37.
5. BONNER JOE, "The higher-level network layers", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, June 1985, pp. 51-56.
6. CLARK D. DAVID - POGAN T. KENNETH - REED P. DAVID, "An introduction to local area networks", Proceedings of the IEEE November 1978, pp. 1497-1517.
7. CLEVELAND PETER, "Local area network applications roundup", I&CS The Industrial and Process Control Magazine October 1985, pp. 31-34.
8. COFFIELD DAVID - HUTCHISON DAVID, "Managing local area networks", Computer Communications, Vol. 8, No. 5, October 1985, pp. 240-241.
9. DAMSKER DOREL, "Totally distributed, redundantly structured hardware and software local computer control network", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, January 1983, Vol. PAS-102, No. 1.
10. EATON J. PETER, "Networking: it's importance to modern control", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, April 1985, pp. 32-37.
11. HERBERT BOB, "Maintaining the local area network", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, November 1985, pp. 27-30.

12. HOUSLEY TREVOR, Data Communications and Teleprocessing Systems, Ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, Printed in the United States of America 1979.
13. IEEE Draft Standard 802.4 "Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications", An American National Standard for Local Area Networks.
14. IEEE Draft Standard 802.5 Standard "Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications", An American National Standard for Local Area Networks.
15. KORNS A. DAVID - O'NEILL KEVIN, "Managin the network", I&CS The industrial and Process Control Magazine, September 1985, pp. 115-119.
16. LIMB O. JOHN, "Performance of Local Area Networks at High Speed", IEEE Communications Magazine, August 1984, Vol. 22, No. 8, pp. 41-45.
17. MILLER C. KENNETH - THOMPSON M. DAVID, "Making a case for token passing in local networks", Data Communications, March 1982, pp. 79-88.
18. MITCHELL C. LIONEL - LIDE A. DAVID, "End-to-end performance modeling of local area networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, September 1986, Vol. SAC-4, No. 6, pp. 975-985.
19. SETHI S. ADARSHPAL - SAYDAM TUNCAY, "Performance analysis of token ring local area Networks", Proc. IEEE 9th Conference on Local Computer Networks, Minneapolis, Mn., October 1984, pp. 26-31.
20. STALLINGS WILLIAM, "Local network performance", IEEE Communications Magazine, February 1984, Vol. 22, No. 2, pp. 27-36.
21. STUCK B. W., "An introduction to traffic Handling Characteristics of Bus Local Area Network Distributed Access Methods", IEEE Communications Magazine, August 1984, Vol. 22, No. 8, pp. 46-56.
22. STALLINGS WILLIAM, "Here is one way to get a close estimate of a data link's efficiency", Data Communications, October 1986, pp. 229-240.
23. TSAO C. DAVID, "A local area network architecture overview", IEEE Communications Magazine, August 1984, Vol. 22, No. 8, pp. 7-11.

24. OCONNER TOM - BROWN RON - DON BENKE PE, "Planning and installing the network", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, August 1985, pp. 31-34.
25. SPENSER KENNETH, "Standards, organizations and the seven-layer OSI model", I&CS The Industrial and Process Control Magazine, April 1985, pp. 49-54.
26. WEBSTER ROGER, "Building a microcomputer local network", Data Communications, February 1985, pp. 195-203.