

Redes

Tipos de arquitecturas: El modelo OSI (Organización Internacional de las estandares) y el modelo TCP/IP de Internet

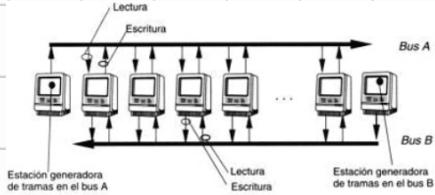
Tipos de Redes:

- Difusión: en las redes de difusión existe un único canal de comunicación compartido por todas las máquinas de la red, los mensajes son transmitidos una máquina al medio físico. Dentro del mensaje existe un campo que indica el destinatario. También se pueden enviar dichos mensajes a todas las máquinas o a un grupo concreto.
- Punto a Punto: se establecen múltiples conexiones entre pares individuales de máquinas aunque es posible que el mensaje deba atravesar varias máquinas intermedias. Si algún camino falla no importa ya que existen rutas alternativas. Coste económico muy alto y precisan de mucho cableado.

Extensión de Redes:

- LAN: área local, interconexión de ordenadores personales y transmisión de 10 a 100 MBPS. Topologías de Bus común, donde todas las máquinas se conectan al mismo cable coaxial y aparecen colisiones, o topología de anillo.
- MANs transmiten datos, voz y video, utilizan bus dual de cola distribuida.

Bus dual de cola Distribuida.



- WAN: abarcan un país de extensión y su arquitectura se basa en la interconexión de diferentes hosts utilizando nodos encaminadores interconectados usando PPP y su topología puede variar: anillo, estrella, malla, árbol.

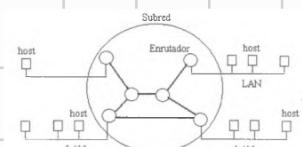


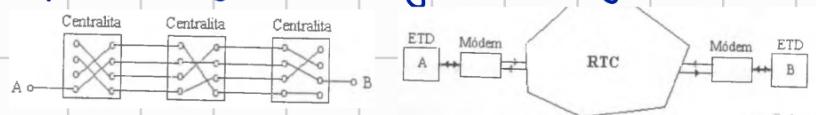
Figura 1.3 Esquema de una red WAN.

Según propietario

- **Redes públicas:** lo gestiona una entidad pública
- **Redes privadas:** su gestor es una entidad corporativa

Según establecimiento de comunicación

- **Commutación Circuitos:** comunicación establecida empleando un camino fijo a traves de un canal físico de comunicación empleando commutadores, es necesario emplear un modem que recibe y transmite información digital empleando un medio analógico.



- **Commutación de paquetes:** la información se fragmenta en paquetes o tramos. Cada paquete consta de una cabecera que indica donde va y como ha de ser recombinado, y un campo de datos.

Estrategias de establecimiento de conexión:

- **Circuitos Virtuales:** se establece un camino virtual y todos los paquetes siguen el mismo camino para conectarse, una vez liberada la conexión si se vuelve a establecer el camino puede variar, esto presenta más retardos en la conexión debido a la congestión y saturación, el ancho de banda del medio físico es compartido y presenta un bajo número de errores.
- **Datagramas:** El paquete contiene información del destino pero no del camino que ha de seguir, la red se encarga de encaminar los paquetes lo que produce que lleguen desordenados o incluso que no lleguen es un método poco fiable. Sin embargo se pueden implementar sistemas de recuperación de errores y reorganización de información. Esto es lo que usa internet.

RDSI : Objetivo de integrar todos los servicios en una red de transmisión digital

Arquitectura de RED: Conjunto de protocolos perfectamente definidos e implementados que caracterizan como se realizan la transmisión de datos a una red de comunicaciones, ésta se define en una serie de capas o niveles que interactúan entre sí, el objetivo de cada capa es proporcionar servicios a la capa superior.

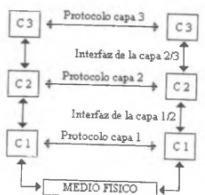
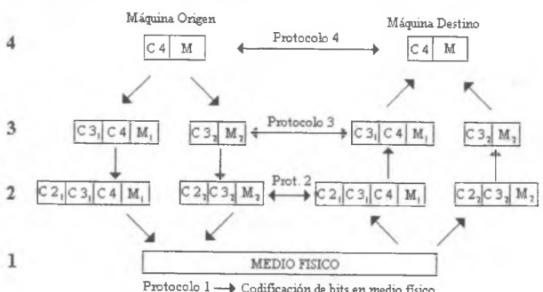


Figura 1.8 Arquitectura de red de 3 niveles o capas.

La Capa n conversa con la capa n del otro extremo empleando protocolos. A cada una de las capas que dialogan en un mismo nivel se le denominan entidades pares, la comunicación horizontal es virtual. La

comunicación real se produce enviando información de datos y control a los capas superiores y inferiores alcanzando el nivel físico.

Ejemplo de 4 niveles:



Por tanto por cada nivel de comunicación se le añade al principio del mensaje la cabecera correspondiente de cada nivel eliminándose este en cada uno de los respectivos niveles del receptor

Modelo de referencia OSI: Este modelo de referencia OSI está basado en 7 capas:

Criterios de creación de capas: a) Se necesita un nivel más de abstracción, b) cada capa tiene una función bien definida, c) la función de cada capa se define con la intención de crear protocolos internacionales, d) los límites de cada capa se definen que la información en las interfaces sea mínima, e) cuanto mayor número de capas más independencia y manejos.

Capas del Modelo OSI:

Capa 1 nivel de enlace: transmisión y recepción de bits a través de un canal de comunicación. Este nivel define:

Conexiones mecánicas y eléctricas, Velocidades, codificación de bits, sincronizaciones

modalidades de transmisión: simplex, duplex, semiduplex, Control de errores

Capa 2 Nivel de enlace: proporcionar al nivel de red una línea de comunicación libre de errores de transmisión, realiza las siguientes funciones:

- 1) Los datos a transmitir se dividen en fragmentos o tramos con información de control
- 2) La información se transmite secuencialmente y se enumera para reagruparla
- 3) Se emplea el reconocimiento de la recepción de información
- 4) Se realiza el reenvío de tramos perdidos.

Capa 3 Nivel de red: Controla la operatividad de la subred, gestiona el flujo de paquetes que se encaminan, resuelve problemas de interconexión.

Métodos de control de flujo: Estático: con caminos fijos dependiendo de la dirección de destino.

Dinámico: hacia el nodo menos congestionado

Móvil: Se arruga el camino óptimo y se mantiene fijo

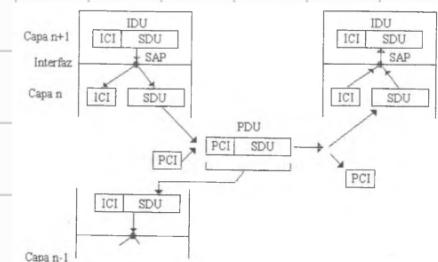
Capa 4 Nivel de Transporte: proporcionar una comunicación libre de errores

Capa 5 Nivel de sesión: Establecimiento de sesiones de comunicación de usuarios entre máquinas remotas. Administra el testigo que controla la ejecución simultánea de acciones.

Capa 6 Nivel de presentación Resuelve problemas de semántica y sintaxis de la información transmitida. Criptografía de datos.

Capa 7 Nivel de aplicación: Conjunto de protocolos que interactúan con el usuario final.

Servicios: Se define como un conjunto de operaciones denominadas primitivas de servicio. Los puntos donde la capa $n+1$ tiene acceso a los servicios de la capa n se denominan puntos de acceso al servicio (SAP) y tienen una dirección única. Cuando la capa $n+1$ quiere enviar información a la capa n envía un paquete de información llamado IDU (unidad de datos de la interfaz) este está compuesto por una ICI (información de control de interfaz) y una SDU (unidad de datos de servicio)



PCI es la información de control del protocolo
al conjunto de PCI y SDU se le denomina
PDU (Unidad de datos del protocolo) se le envía
a la capa $n-1$ para que sea transmitida a

la entidad par correspondiente. Todo lo anterior se puede fragmentar y multiplexar con dos modalidades:

Multiplexación hacia arriba: Varios conexiones de $n+1$ en una sola de $n-1$:

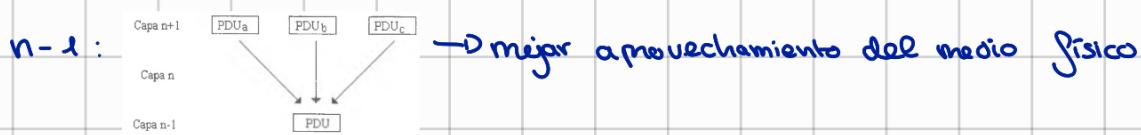
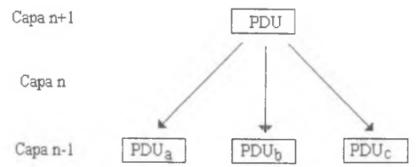


Figura 1.13 Multiplexación hacia arriba.

Multiplexación hacia abajo: dividir varias conexiones de $n+1$ en el nivel $n-1$ incrementa el rendimiento



Protocolos: Un protocolo de nivel n especifica la forma en que dos entidades par de ese nivel intercambian información en forma de n -PDU.

Características de un protocolo fiable:

- Cada capa necesita un mecanismo para identificar emisores y receptores
- Definir como va a ser la transferencia: Simplex (un solo sentido), Semiduplex (dos sentidos) duplex (dos sentidos simultáneos)
- Control de errores

- d) Recepción de mensajes: ordenar los que puedan llegar desordenados y no saturar receptores
- e) Multiplexación, Demultiplexación.

Tipos de Servicios

- Orientado a conexión: El usuario establece una conexión utiliza el servicio y la libera.
- No orientado a conexión: Cada petición se realiza cuando se precisa y no se atienden otros aspectos como el estado de la comunicación.
- Servicio Confiable (TCP): el receptor realiza un acuse de recepción de mensaje produce retardos.
- Servicio no confiable (UDP): No se asegura que el mensaje llegue al destino y por tanto el servicio sea llevado a cabo.

	Confiable	No Confiable
Conexión	Transferencia de un archivo de datos	Transmisión de voz en una red de commutación de paquetes
Sin Conexión	Correo electrónico con acuse de recibo	Correo electrónico ordinario

Primitivas de Servicio:

- Request: Solicitud realización de servicio
- Indication: Se avisa a la entidad de un evento en el servicio
- Response: Entidad responde al evento
- Confirmation: Confirma al solicitante la realización del servicio.
- Servicios Confirmados: Confirman realización
- Servicios no Confirmados: NO reciben confirmación de realización

Modelo de Referencia TCP/IP: Estándar en el Internet Mundial

Es tolerante a fallos ya que la información busca caminos alternativos para llegar a su destino. Esto basado en cuatro capas en vez de 7 como OSI

Modelo OSI
Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace
Físico

Modelo TCP/IP
Aplicación
Transporte
Interred
Acceso a la Red

Capa 1 Acceso a la Red: Como se transmite un paquete del nivel de Interred al medio físico para llegar a su destino libre de errores engloba a los niveles físico y de enlace del modelo OSI

Capa 2 Nivel de Interred: Su objetivo permitir enviar paquetes. Se define un formato de paquetes y un protocolo asociado Ip. Cada máquina en una Red con protocolo Ip tiene una dirección única que la identifica.

Capa 3 Nivel de transporte: permite la comunicación extremo a extremo entre origen y destino. En este nivel TCP/IP define dos protocolos distintos TCP y UDP estos identifican las conexiones entre máquinas empleando un número de puerto que identifica un buffer de memoria donde se almacena la información contenida en los paquetes.

La comunicación entre los procesos se establece con una conexión a nivel de transporte con un puerto origen y otro destino

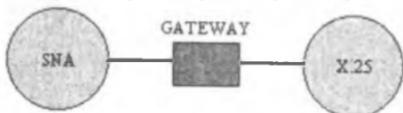
Capa 4 Nivel de aplicación: Se definen los protocolos de aplicación

El modelo OSI Versus TCP/IP: El modelo OSI se apoya en tres conceptos fundamentales que son los servicios la interfaz y los protocolos, originalmente TCP/IP no contaba con estos conceptos pero los adaptó con el tiempo.

OSI se apoya en una comunicación orientada a conexión y sin conexión a nivel de red, siendo a nivel de transporte una comunicación orientada a conexión. Por lo contrario TCP/IP se apoya en una capa de Red no orientada a conexión con mayor tolerancia a fallos en la llegada de los paquetes de información a su destino y una capa de transporte orientada tanto a conexión (TCP) como no (UDP)

Interconexiones de Red: Existen diferentes dispositivos para unir cada una de las subredes a la red

Gateway denotar a un dispositivo que se encuentra en una red y la conecta a otra más. Interconecta rede con distinta arquitectura.



Router: Interconecta redes que presentan necesidades de encaminamiento de la información y trabaja a nivel de red.

Bridge Interconecta redes teniendo en cuenta las características que presentan a nivel de enlace.

Repetidor Interconecta redes que son semejantes ya que solo se encarga de amplificar los señales eléctricas.

Especificación formal e informal: Protocolo: Conjunto de reglas de utilización de primitivas de servicio suministradas por el nivel inferior de la comunicación a nivel horizontal.

Herramientos de especificación de protocolos:

- Máquinas de estado finito: Cada máquina de protocolo siempre está en un estado específico, este se determina con la combinación de los valores de sus variables

Se componen de:

X , Conjunto finito de estados.
E , Conjunto finito de entradas.
S , Conjunto finito de salidas.
FT , Función de transición φ . $X(t+1) = \varphi(X(t), E)$, donde t es el tiempo y $X(t+1)$ será un elemento de X.
FS , Función de salida ψ . $S(t) = \psi(X(t), E)$, donde t es el tiempo y $s(t)$ será un subconjunto de S.

El estado se define como el conjunto de información que define de forma completa la situación de la MEF en cada instante. El número de estados depende del número de variables.

La transición proceso por el cual la MEF cambia de estado, se produce cuando todo evento de entrada produce una salida.

En cada estado existen 0...x transiciones a otros estados.

En toda MEF existe un estado inicial. Segun la teoria de grafos se puede realizar un analisis de la accesibilidad para determinar si un protocolo es correcto o no.

Redes de Petri es un grafico conformado por 4 elementos basicos : lugares transiciones, arcos y marcas. Un lugar representa un estado en el que puede estar el sistema o parte de él. La transicion se representa mediante una barra horizontal o vertical la cual posee cero o mas arcos de entrada y cero o mas arcos de salida. Las marcas representadas por puntos dentro de los lugares representan los posibles cambios en el estado del sistema. La ventaja de Petri es que se detectan facilmente los errores como los bloqueos.

Verificacion de protocolos : Ausencia de bloqueos, Viveza y eliminacion de estados inalcanzables, Ausencia de lazos improductivos (cuando se repiten estados sin aportar nada), Capacidad de recuperacion.

Transmision de Señales :

El nivel fisico en el modelo OSI se establece en la transmision de una secuencia de bits a traves de un canal de comunicacion o medio fisico. Tiene las siguientes funciones:

- a) Serializacion y modulacion de la informacion a transmitir en seniales adecuados al medio fisico
- b) Definicion de componentes de interconexion con el medio fisico, conectores a nivel mecanico y electrico
- c) Sincronizacion: define el modo en que emisor y receptor se sincronizan para realizar el muestreo e interpretacion correcta de la señal.
- d) Monitorizacion de la calidad de la serializacion bits definiendo los rangos de señal que permiten el reconocimiento de los bits de informacion.

En toda comunicación de datos existen los siguientes elementos básicos

DTE: es el dispositivo que se encuentra en cada extremo de la comunicación y desea realizar la transmisión.

DCE: Dispositivo que interacciona con el medio físico y convierte la información proveniente del DTE en señales adecuadas para la transmisión

Medio de Transmisión: medio físico empleado para la transmisión de señales

- Confinados: que son cables y fibra óptica
- No Confinados: ondas electromagnéticas

Regeneradores de señal: Son amplificadores

Jerarquías según los elementos que intercambian la información:

Canal de Datos: transmisión unidireccional de datos a través de medio físico y los regeneradores de señal.

Círculo de Datos: comunicación entre dos DCE puede comprender más de un canal de datos

Enlace de Datos: comunicación entre 2 DTE, este nivel considera funciones adicionales de control de errores que implementan los DTE.

Análisis de señales con series de Fourier. Ancho de banda

Se entiende por señal a la variación en el tiempo de una magnitud física.

Atendiendo a la naturaleza de la magnitud física las señales pueden ser

- Eléctricas con magnitudes como el voltaje o el amperaje.
- Óptica con la intensidad de la luz
- Electromagnéticas: amplitud frecuencia o fase de las ondas electromagnéticas.

Pueden clasificarse en dos tipos según su naturaleza

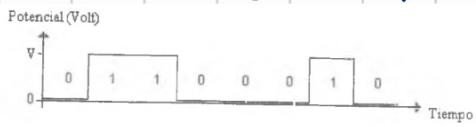
- Señales analógicas: magnitud física varía a lo largo del tiempo
- Señales digitales: magnitud física adquiere determinados valores en determinados instantes de tiempo, no estando definida en otros.

Para modelizar la propagación de señales y estudiarlos usamos Fourier. Permite

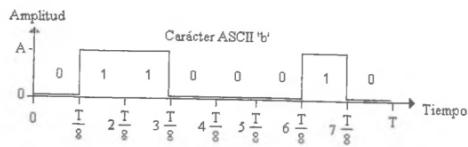
Expresar cualquier función $f(t)$ periódica como la sumatoria infinita de funciones seno y coseno. Toda función $f(t)$ puede construirse con la suma de infinitas funciones seno y coseno de frecuencia múltiplo de la frecuencia de la señal $f(t)$. Cada componente a_n, b_n de la expresión representa la amplitud senoidal o cosenoidal de frecuencia $n\omega_0$. A cada una de estos componentes se le denomina Armónico de la señal $f(t)$.

En la transmisión de datos son generalmente señales analógicas que codifican información binaria.

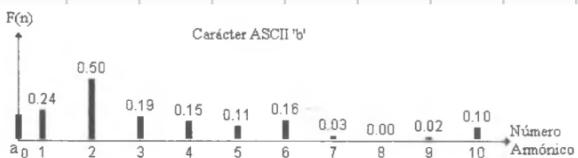
- La señal analógica que codifica información binaria es una señal cuadrada, donde el 0 lógico corresponde a un voltaje y 1 lógico a otro distinto.



Sin embargo para poder estudiar mediante Fourier es necesario que la señal sea periódica, esto apenas se produce pues la información de transmisión DTE nunca es la misma por lo que es preciso aproximarla y estudiarla en octetos de bits (un ASCII).



Otra de las expresiones para el estudio de la transmisión de señales por un medio es el Espectro de Potencia, este mide la contribución de cada armónico a la reconstrucción de una señal periódica.



los primeros armónicos son los que tienen mayor importancia en la reconstrucción

de la señal. En la transmisión de señales por un medio físico real se produce fenómenos de atenuación. Esta atenuación se debe al ancho de banda.

Ancho de banda: determina cual es el rango de frecuencias que un medio transmite. Este afecta a la señal que transmite.

Teorema de Nyquist: velocidad de modulación de una señal digital de pulsos como el número de veces por unidad de tiempo que la magnitud física de la

señal puede cambiar de valor. La unidad de velocidad de modulación se denomina baudio.

Preguntas examen:

El límite de Nyquist no se puede superar para una correcta transmisión de la señal

Velocidad de transmisión número de bits transmitidos por un medio por unidad de tiempo se suelen usar bits por segundo (bps) $V_t = V_m \cdot \log_2 n = V_m \cdot b$

Si se dispone de un medio físico con ancho de banda B (Hz) el número de armónicos de la señal que permitirá pasar por el medio sin prácticamente atenuación vendrá dado por $n \cdot f_0 \leq B$

\downarrow número armónicos \downarrow Lo inverso del periodo.

Importante: Si se desea que el medio que el medio transmita un determinado número de armónicos para que la señal sea reconstruida correctamente, la velocidad de transmisión máxima es directamente proporcional al ancho de banda del medio

- | Si el ancho de banda del medio es fijo el número de armónicos que pasan adecuadamente a través del medio es inversamente proporcional a la velocidad de transmisión.
- | Si aumenta la velocidad de transmisión el número de armónicos disminuye y por lo tanto la señal se degrada produciéndose errores en la transmisión

Muestreo: para que un dispositivo pueda leer una señal hace falta un muestreo.

Cuanto menor sea el periodo de muestreo o mayor la frecuencia de muestreo el sistema será capaz de detectar variaciones temporales de la magnitud más pequeñas. Existe un momento donde dejamos de captar más información

- Nyquist llegó a la conclusión que muestreando la señal a 2B Hzios puede recuperarse en su totalidad

Aletiación: es el decremento en la amplitud de la señal original. Esta atenuación limitará la longitud máxima que puede emplearse un medio de transmisión.

Equalizadores amplifican la señal armónica. Se mide en decibelios (DB)

Ancho de banda limitado: este distorsiona los señales al eliminar componentes armónicas de la señal y produce una falta de información

Distorsión de retardo: propagación de una señal a través de un medio físico varía con su frecuencia lo que produce que cada armónico llegue en diferentes instantes. A mayor velocidad de transmisión mayor distorsión.

Ruido: perturbaciones adicionales en el medio de transmisión.

Teorema Shannon: Velocidad máxima de un medio con un ancho de banda y con un determinado ruido

Ruido: En los medios de transmisión aparecen perturbaciones aleatorias en la linea cuando está en estado de ausencia de señal, esto es el ruido de la línea. Cuando se le añade la atenuación sufrida se llama ruido de fondo de un medio. Este se mide mediante la razón señal a ruido relación entre la potencia de la señal de onda propagada y la del ruido.

Tipos de Ruido:

Cruzado o diafonía: acoplamiento entre medios de transmisión cercanos.

Autoacoplamiento: señal alto de salida DCE perturba una débil entrada DCE

Térmico: Agitación de electrones.

Impulso: aparatos que producen perturbaciones electromagnéticas

Filtrado de señales: Antes de transmitir una señal a un medio se quitan las componentes frecuenciales fuera del ancho de banda. Luego la señal podrán recomponerse y se evitarán las distorsiones de las altas frecuencias.

Algunos filtros son: Coseno alzado, Caida senoidal, Filtro de Butterworth.

Señalización de la información: Indica como se indica o señala la información en las señales transmitidas en un medio físico.

- **Señalización en banda base:** la información a transmitir se envía tal cual al medio físico empleando señales digitales. Se emplea en distancias cortas y velocidades bajas.
- **Señalización en banda modulada:** la información debe ser adaptada al medio físico antes de ser transmitida para ello se realiza la modulación.

Señalización en banda base (tipos):

Codificación binaria: a cada valor lógico de la señal digital se le asigna un nivel de tensión, el inconveniente es la sincronización entre emisor y receptor.

Modalidades:

- **Sin Retorno a Cero (NRZ):** El valor de tensión asociado a un nivel lógico (bit) se mantiene constante durante el tiempo que dura el bit.

Puede ser bipolar o unipolar.

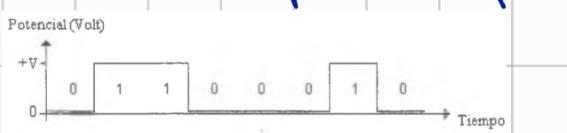


Figura 4.1 Codificación binaria NRZ unipolar.



Figura 4.2 Codificación binaria NRZ bipolar.

- **Codificación binaria con retorno a cero (RZ):** El valor de tensión asociado a un nivel lógico se mantiene constante durante la primera mitad del tiempo que dura el bit, tomando el valor cero durante la segunda mitad.

Puede ser unipolar o bipolar.

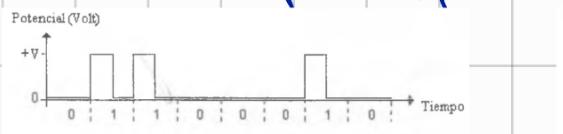


Figura 4.3 Codificación binaria RZ unipolar.



Figura 4.4 Codificación binaria RZ bipolar.

- **Codificación Manchester:** permite una sincronización emisor-receptor más fácil. Transmisión de un 1 lógico la primera mitad de la célula de un bit está a nivel bajo (transición 0→1) mientras que en la transmisión de un 0 lógico la segunda mitad de la célula está nivel bajo (transición 1→0).



Figura 4.5 Codificación Manchester.

- **Codificación Manchester diferencial:** Los valores lógicos se asocian a cambios en las transiciones. Inicialmente se asume un tipo de transición (1-0 o 0-1) y a partir de este tipo de flanco si se transmite un 0 lógico el tipo de transición se mantiene y se transmite un 1 lógico el tipo de transición cambia.

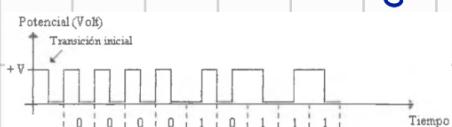


Figura 4.6 Codificación Manchester diferencial.

- **Señalización en banda modulada:** Consiste en incorporar información de una señal moduladora en una señal portadora que se transmite de forma adecuada por un medio de transmisión, dos tipos de modulación portadora y moduladora. Cuando la señal portadora es analógica y la moduladora digital el proceso de modulación se denomina modulación analógica, si es al revés es modulación digital.

Modulación analógica: transmisión de información digital a través de líneas de transmisión analógicas o que están diseñadas para la transmisión de señales analógicas.

Tipos de modulación:

- **Por cambio de amplitud:** La señal portadora se modifica en función del valor de la señal digital moduladora. Produce un desplazamiento en frecuencia del espectro de la señal moduladora igual a la frecuencia de la señal portadora. Por tanto, el ancho de banda necesario para la señal modulada es el doble del ancho de banda moduladora. Se puede eliminar una de las dos bandas pero esto aumenta el error en la transmisión. Pero aumenta el aprovechamiento del ancho de banda, pues es posible emplear la otra banda lateral.
- **Modulación por cambio en frecuencia:** Requiere mucho mayor ancho de banda. Modifica la señal portadora para incorporar información digital de la señal moduladora. Se emplean dos portadoras a diferentes frecuencias en amplitud.

- Modulación por cambio de fase: Asociar un cambio de fase a 0° en la señal modulada cuando se transmite un 0 lógico y un cambio 180° cuando se transmite un 1 lógico. Al eliminar una de las bandas laterales la pérdida de potencia es menor que en la modulación ASK.
- Métodos de modulación de múltiples niveles: Es posible conseguir un aumento en la velocidad de transmisión aumentando el número de bits (aumentando el número de niveles). Si se emplea como modulación base la PSK, el número de niveles puede aumentarse empleando un diagrama de fase y amplitud; si se usa hace falta disponer de un receptor de señal portadora, se le denomina PSK de fase coherente.
- Aumentando el número de bits codificados por cambio de fase a 2 se obtiene la modulación de cambio de fase en cuadratura (QPSK).
- Si además se aumenta la amplitud modulación de amplitud en cuadratura (QAM)
Examen: La modulación QAM se caracteriza por definir más cambios de fase que QPSK. QPSK utiliza las mismas frecuencias que la QAM. Además QAM aumenta la velocidad en el medio físico, pero a mayor número de niveles mayor ruido.
- Modulación Digital: realiza una modulación de una señal portadora digital en base a la información de una señal moduladora analógica.
- Por código de pulsos: señal de pulsos con valor de amplitud fijo, generados a partir de una señal analógica. El pulso sólo podrá tomar determinados valores de amplitud que están limitados por $q \rightarrow$ el número de niveles del conversor empleado. Si una señal no corresponde se aproxima. Esto produce un error en la reconstrucción, denominado error de cuantización.
- Señal modulada por amplitud de pulsos (PAM), ésta tiene una fácil regeneración de la señal y tiene posibilidad de realizar multiplexado de varios canales de transmisión. Desventajas de PAM: error del conversor y limitación del máximo bits de modulación.

- Modulación por código de pulsos diferencial: En la cuantización diferencial se determina el valor inicial de la señal analógica y se codifican incrementos y decrementos en el valor original de la señal.

Ventajas: aumenta la velocidad de transmisión y emplear medios físicos que tienen limitado el número de bits.

Si los incrementos y decrementos son fijos y se codifican empleando un único bit se denomina Modulación Delta, esto reduce la cantidad de información y el ancho de banda, pero no se pueden codificar señales constantes y falta precisión.

- Modulación por código de pulsos predictivo: Interpolación de valores anteriores para predecir el siguiente. Presenta mayor precisión en la transmisión de señales analógicas que por PCM diferencial y emplea menos bits además de mejorar el empleo de ancho de banda.

Multiplexión: permite establecer varios canales de datos en un único circuito de datos uniéndose varios canales de velocidad moderada en uno de alta velocidad. Esto se puede realizar en dos modalidades:

- Multiplexión por división de frecuencia: Se usa en líneas de transmisión analógicas.

repartir el ancho de banda del medio en ventanas de frecuencia donde se incorporan los espectros de señales a transmitir de forma que pueden enviarse de forma simultánea.

- Multiplexación por División en el tiempo basa su funcionamiento en asignar celos de tiempo para la transmisión de información de cada canal. Se emplea en transmisiones digitales donde es posible separar información. Existen 2 tipos

- Síncrona: fragmentos de tiempo asociados a cada canal son fijos y asignados antes de iniciar la transmisión.

- Estadística (STDH): los fragmentos se asignan dinámicamente en base a la demanda lo que mejora el rendimiento.

Modalidades de transmisión: pueden clasificarse en diferentes tipos si se tiene en cuenta la forma de secuenciación de los bits.

- Transmisión Paralela: transmiten secuencias de bits de manera simultánea por varios líneas físicas diferentes, esto hace que aumente la velocidad de transmisión, pero el coste de cableado es mayor y hay interferencia.
- Transmisión Serie: una única línea física, impide alcanzar velocidades muy elevadas

- Si se tiene en cuenta la simultaneidad en la comunicación entre dos dispositivos:

- Comunicación Simplex: unidireccional
- Comunicación Semiduplex: bidireccional no simultánea
- Comunicación duplex o fullduplex: bidireccional y simultánea

- Sincronismo en la transmisión:

- Síncrona: Grandes volúmenes de bits a una velocidad elevada
- Asíncrona: la tasa de bits a emplear no es conocida o es variable y volumen de datos es bajo.

Examen: Si dos PCM multiplexan en TDM: el medio físico precisa de una mayor velocidad que la mayor velocidad de los PCM.

Cables eléctricos: Cualquier cable eléctrico es un hilo de material conductor protegido por un material aislante puede ser modelado empleando un modelo de parámetros distribuidos, cada elemento presenta una resistencia distinta a las señales senoidales denominada impedancia que se mide en ohmios. Además el cable eléctrico posee una resistencia a la corriente continua denominada resistencia eléctrica, una autoinductancia debido al campo magnético medida en Henrios y una capacidad medida en Faradios y una Admitancia entre hilos, medida en siemens.

- La señal enviada no debe reflejarse al llegar al otro extremo de la linea
- La atenuación de la señal debe de ser mínima.

Tipos de Cable:

- Par paralelo: dos hilos de cobre en paralelo recubiertos de material aislante, es muy poco fiable y muy sensible al ruido, empleado en distancias pequeñas y velocidades bajas.
- Par trenzado: hilo de maza rodea al hilo de señal, anulando los efectos de las autoinducciones entre los hilos y reduciendo los señales de ruido electromagnético externo. Se usa en telefonía y baja velocidad,
 - UTP:
 - Categoría 3: área local 10-30 mbps a 100 metros
 - Categoría 5: área local 100 mbps a 100 metros
 - STP: hilos de cobre al que se le añade aislamiento para evitar ruido externo 800 mbps a 100 m
- Cable coaxial: conductor eléctrico rodeado de aislante, alrededor del dielectrónico se coloca una capa de conductor y luego otra de dielectrónico, tiene inmunidad al ruido electromagnético, muy poco ruido en la señal, gran ancho de banda.
 - 50 Ω : adecuación a transmisiones digitales (de pulsos) empleando codificación Manchester y Diferencial, se usa en LAN y pueden ocurrir colisiones, tiene dos tipos de conexión en T o en Vampiro.
 - 75 Ω : transmisión simultánea de señales analógicas, ancho banda de 300 Mhz y se usa en video a la carta, es bidireccional utilizando, hilo doble o hilo único
- Fibra Óptica: medio de transmisión que codifica la información como pulsos de luz alta frecuencia y gran velocidad, es inmune al ruido electromagnético, está compuesta por un núcleo interno de cristal de sílice rodeado de silicona y luego poliuretano Dependiendo de la fibra óptica tendrá una dispersión intermodal u otra.Índice de refracción mide la velocidad de propagación de la luz en el medio, cuando la luz incide sobre el límite de dos objetos con índice de refracción distinto produce reflexión o refracción. En la fibra óptica el haz de luz rebota entre el núcleo y el recubrimiento y mediante sucesivas reflexiones se propaga.
 - Multimodo o Salto de índice: índice de refracción constante en toda

la sección del núcleo, los distintos haces de luz que inciden en la fibra dentro del ángulo de aceptación se propagan con trayectorias diferentes, los haces de luz llegan al extremo de la fibra con desfases temporales (dispersión intermodal)

- Fibra de índice gradual: índice de refracción variable en la sección del núcleo, elimina los desfases temporales entre los haces ya que éstos convergen hacia el eje del núcleo, aumenta la velocidad de transmisión y elimina la dispersión intermodal.
- Fibra Monomodo: Son fibras de índice de salto que permiten la propagación de un único haz de luz en el núcleo, núcleo de la fibra muy pequeño, se hace más notable la distorsión intramodal y cuanto más largo más se atenua.
- Velocidad de transmisión: en la fibra óptica estará determinada por la codificación de los bits en pulsos luminosos y la frecuencia máxima para los pulsos, cuanta más codificación más velocidad de transmisión.
- Dispositivos luminosos:
 - Dispositivos emisores: emisores de infrarrojos ancho de banda 40 nm
Commutación 20 ns, diodo láser ancho de banda 2 nm commutación 1 ns
 - Dispositivo receptor: fotodiodo receptor en avalancha (APD)
- Redes de fibra óptica: red en anillo FDDI dos anillos a 100 Mbps unidireccional y contrarrotatorios, uno primario y otro secundario para errores.
Topología de estrella se recibe de todos los estaciones y se envía a todas las estaciones. Se pueden conectar dos LAN con fibra óptica generando el efecto de extensor del buel de las dos LAN.
- Ondas electromagnéticas: propagación conjunta de un campo eléctrico y un campo magnético perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación. La radiación más empleada

para la transmisión de información son los clásicos señales de radio con frecuencias de 30 KHz a 30 Ghz

Banda	Frecuencia	Aplicaciones
VLF	< 30 KHz	Audio
LF	30 KHz - 300 KHz	Marítima
MF	300 KHz - 3 MHz	Radio AM
HF	3 MHz - 30 MHz	
VHF	30 MHz - 300 MHz	Radio FM, TV, Radar
UHF	300 MHz - 3 GHz	Radar, TV, Microondas
SHF	3 GHz - 30 GHz	Satélite, Microondas, Radar
EHF	30 GHz - 300 GHz	Radar, Infrarrojo
SEHF	300 GHz - 3000 GHz	Infrarrojo

Las ondas electromagnéticas sufren de reflexión, refracción, difracción y atenuación.

Existen 4 modelos de propagación: Ondas de superficie, Ondas de cielo, Ondas del espacio Ondas troposféricas.

- **Redes inalámbricas:** las ondas electromagnéticas tienen su aplicación en la transmisión de datos entre computadores cuando se realizan configuraciones de acceso remoto a redes LAN. Dos topologías PPAU (portable access unit) gestiona el acceso de portátiles se le denomina LAN inalámbrica de infraestructura. El otro tipo se llama LAN inalámbrica ad hoc e interconecta portátiles

- **Transmisiones Satelitales:** se coloca el satélite orbitando la tierra, se elige el rango de las ondas comprendido en 4-6 Ghz y 12-14 Ghz, los transponders de los satélites son sistemas emisor/receptor, en cada uno de ellos las frecuencias de recepción y transmisión son distintas. Tienen comunicación full duplex, ancho banda 500 Mhz y una velocidad de 50 Mbps en canales de 64 Kbps. Para optimizar el uso estos se utiliza la multiplexación en:

- **Tiempo de recepción y emisión:** Cada estación terrestre dispone de un tiempo para transmitir información y luego el satélite emplea todos los tiempos para transmitir a todas las celdas.
- **Por división de frecuencias:** todos los estaciones emiten y reciben a la vez pero en distintas frecuencias.
- **Por frecuencia para recepción y tiempo para emisión.**

Contra del satélite que puede producir retardos

Compartición del medio físico en LAN's: Los ETP comparten el medio físico de transmisión

Técnicas de compartición:

a) Selección: cada estación de la red es avisada de cuando le llega el turno para transmitir

b) Contienda: las estaciones compiten por el uso del medio lo que genera colisiones

c) Reserva: cada estación realiza una petición de reserva, solo se producen colisiones en las peticiones y no en la transmisión.

Técnicas de contienda:

a) Transmisión sorda (Aloha): no se tiene en cuenta la información que hay en el medio

- Aloha Puro: se transmite sin más, se escucha la línea para ver si hay colisiones y si hay se espera un tiempo y vuelve a transmitir.

- Aloha ranurado: se establecen ranuras temporales donde la estación podrá transmitir. Reduce la probabilidad de colisiones

b) Transmisión con escucha (CSMA) se escucha el medio para detectar si ya existe una señal de datos en el mismo.

- Persistente 1: Si el canal está ocupado la estación espera, si se producen colisiones se vuelve a transmitir tras un tiempo

- No persistente: comprueba que el medio está libre, sino lo está espera y vuelve a comprobar.

- Persistente P: si la estación está lista y se encuentra al inicio de una ranura temporal, transmite los datos con una probabilidad p o espera a la siguiente ranura, si la siguiente ranura está libre vuelve a transmitir o espera p y q .

- CSMA/CD: cuando el canal está libre para transmitir las estaciones interrumpen de forma inmediata la transmisión, luego se espera un tiempo y se vuelve a transmitir.

TEMA 4

Funciones del nivel de enlace: objetivo de permitir establecer un enlace lógico libre de errores entre entidades de la capa superior.

Los paquetes de bits procedentes del nivel de red y que deben ser transmitidos a la capa por del otro extremo son fragmentados en grupos de bits a los que se le añade información de control, transmitiéndose de manera secuencial y enumerada para luego reagruparse. Conociendo el emisor si todo ha llegado ya que el receptor confirma la llegada. Si algo no llega se reenvia, pero para que los receptores no se saturen se han de establecer unos mecanismos de sincronización y control de flujo.

- Servicios y funciones del nivel de enlace

- Servicio sin conexión y sin reconocimiento: envía tramos de información a la máquina sin pedir que confirmen que han llegado o no. Se consigue una transmisión rápida en linea con tasa de errores baja en el medio físico o aquellas aplicaciones donde el retraso es peor que el error.
- Servicio sin conexión y con reconocimiento: por cada tramo que se recibe esta envía una trama de asentimiento confirmando la recepción, se emplea cuando el nivel físico presenta una tasa de error no despreciable y es preciso una transmisión fiable de la información.
- Servicio con conexión y con reconocimiento: se establece conexión y se reservan los recursos asociados al servicio, se envían los tramos numerados y se confirman si hay errores se reenvian, luego se libera. Es el más fiable.

- Funciones del nivel de enlace:

- Delimitación de tramas: especifica como identificar inicio y fin de trama.
- Direcciónamiento: permite identificar origen y destino de trama.
- Control de errores: asegura la transmisión de tramas sin errores de reñido y atenuación del medio físico.
- Control de flujo: control de tramas para evitar saturación de receptores.
- Delimitación de tramas: el nivel de enlace define un formato de trama de datos con una cabecera inicial y una cola en la parte final y entre ellos se encuentran los datos del nivel superior.

La cabecera inicial indica el inicio de la trama y tiene información de control, luego van los datos, esta trama a veces se fragmenta y luego va la información de los errores en la cola.

- Delimitación temporal: estrategia descartada produce muchos errores.
- Delimitación por número de caracteres: En la cabecera se introduce el número de caracteres que contiene, método muy sensible al ruido ya que este puede modificar el número de la cabecera.
- Delimitación por secuencia de caracteres especiales: Emplea un conjunto de caracteres ASCII especiales para delimitar la trama y son STX, DLE, ETX, ACK, NACK, SYN, la secuencia se inicia con DLE-STX y acaba con DLE-ETX.
- Delimitación por secuencias de bits especiales: soluciona los problemas de la secuencia de caracteres, se emplea una secuencia de bits que es única y no se emplea en los datos del paquete
- Delimitación por violaciones de la codificación de la capa física: Se usa en codificación Manchester, esto consiste en enviar al inicio de la trama una secuencia de la señal que no está asociada a información interpretable. De esta forma el receptor no la proyecta y se prepara para recibir la interpretable.
- Direcciónamiento: permite identificar las estaciones que intercambian información en el canal.
 - Implicito: no precisa de especificación de estación origen y destino ya que se usan conexiones punto a punto.
 - Explícito: Cada estación tiene una dirección única. Cada paquete tiene en su cabecera datos de origen y destino.
 - Preselección: tiene un contador que selecciona secuencialmente cada una de las estaciones de destino accesible.
 - Maestro único: estación principal puede transmitir datos a un conjunto de estaciones esclavo.
 - Maestro múltiple: las estaciones esclavo pueden además transmitir datos a la estación maestro.

• **Detección y corrección de errores:** Si un extremo recibe datos erroneos debe de ser capaces de detectar esta situación de error y subsanarla. El análisis se realiza con el conjunto de datos en la cola; es decir la secuencia de verificación de trama (FCS)

- **Códigos de detección de error:** códigos de detección información que permita detectar si el paquete de datos es correcto o posee algún error en 1 o más bits. y se reenviará el paquete.
- **Códigos de corrección de error:** Determina el conjunto de bits erroneos, tienen un tiempo de computo.

La media de error se tiene en cuenta en la tasa de error. Los factores que afectan son: el tipo de medio de transmisión por el ruido y el ancho de banda, el entorno de medio de transmisión, velocidad de transmisión, calidad del medio físico, horario ya que el número de usuarios aumenta.

• **Métodos de detección de errores:** hay tres técnicos.

- **Paridad de filas y columnas:** precisa de añadir a la trama un bit de paridad cuyo valor se determina para que el número total de bits en la trama sea impar o par. Solo permite detectar errores en un número impar de bits pues al modificar dos bits cualesquiera de una palabra con bit de paridad, la paridad sigue siendo correcta. Podemos aumentar la capacidad de detectar errores añadiendo más de un bit de paridad al paquete de datos.

- **Códigos de redundancia Cíclica (CRC):** se obtiene considerando los bits de datos como los coeficientes de un polinomio en x y realizando operaciones aritméticas sobre el mismo. La obtención de la FCS pasa por la elección para el emisor y el receptor de un polinomio común denominado polinomio generador $G(x)$, primer y último bit han de estar a "1", si el resto es distinto de cero se habrán producido errores en la transmisión.

- **Chequeo de lazo:** Se fundamenta en que cada paquete que es enviado por el emisor, el receptor lo reenvia de nuevo al emisor y este verifica la integridad de datos. Compara la enviada y la recibida.

- **Métodos de corrección de errores:** Son muy costosas computacionalmente ya que hay que identificar y reorganizar los bits de datos.

- **Código Hamming:** Se fundamenta en el concepto de la distancia de Hamming el numero de bits que digieren 2 palabras.

Control de flujo: esta función tiene como objetivo que cada paquete del nivel de enlace, procedente de la fragmentación de un paquete del nivel de red, llegue al receptor y allí se recomponga el paquete de nivel de red original que debe llegar al otro extremo. Además que un receptor lento no se sature

- **Parada y espera:** El receptor ha de informar al emisor que está listo para recibir el siguiente paquete enviando un paquete de información pequeño denominado de aceptación (ACK) el emisor por su parte no envía ningún paquete de nivel de enlace hasta que no recibe el ACK del anterior.

Emisor: Espera un paquete del nivel de red → construye un paquete de nivel de enlace → envía paquete al medio físico y Espera ACK → vuelve a empezar.

Receptor: Espera un paquete del medio físico → extrae los datos → Envía ACK y datos a nivel de red → vuelve a empezar

- **Protocolo unilateral de parada y espera con errores:** El emisor cada vez que envía un paquete al receptor, inicia un temporizador y pasa a esperar la llegada de ACK, si ésta no llega se reenvia el paquete, puede producir duplicación.

- **Protocolo de Ventana deslizante:** Permiten la transmisión de datos bidireccional con incorporación. Los tramas de consentimiento son numeradas. El tipo de medio se considera full Duplex con errores en los paquetes y pérdidas en los mismos. Existe una lista de emisor y lista de receptor que consisten en listas con números de secuencia consecutivos en los paquetes, ambos deben de contener los números de secuencia, en la ventana del emisor estarán los números de secuencia de los paquetes enviados y con falta de confirmación en la ventana del receptor tendremos los paquetes que esperamos y dar los que enviaremos confirmación.

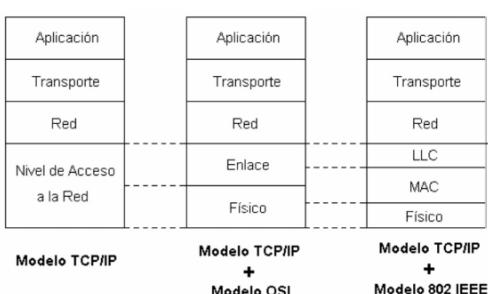
El tamaño de la ventana del emisor son el número de secuencia en la ventana y lo mismo para el tamaño del receptor

Funcionamiento: Cada vez que se envía un paquete de datos se añade su secuencia a la ventana del emisor, el receptor espera paquetes de datos cuya secuencia esté en su ventana, cuando se recibe un paquete que esté en la ventana se envía un ACK.

- Protocolo de ventana deslizante con numeración de 1 bit: la numeración de los tramos ACK se realiza solo utilizando 1 bit
- Protocolo de ventana deslizante de envío continuo con repetición no selectiva tamaño de la ventana del emisor es limitado a 1, impide un mejor aprovechamiento del medio físico.
- Protocolo de ventana deslizante de envío continuo con repetición selectiva: los paquetes no han de recibirse en orden al aceptar el receptor más de un número de secuencia se hace preciso la existencia de un buffer donde almacenar los tramas para ordenarlos todas las que lleguen después de la última son rechazadas y solo se envía ACK de la última.
- Protocolo de ventana deslizante con elección del tamaño de la ventana del emisor y receptor La ventana del emisor debe permitir como mínimo transmitir paquetes hasta que llegue el primer ACK de datos. La ventana del receptor no debe permitir repeticiones de secuencia en una rotación completa.

Normas IEEE 802

Incorporación del modelo del IEEE en el modelo TCP/IP



LLC : Control de enlace lógico, Funcionalidad de control de flujo y de errores.

MAC : control de acceso al medio, Funcionalidades de reparto del medio físico y direccionamiento físico

Arquitectura IEEE 802:



IEEE 802.2 : Protocolo de control del enlace lógico (LLC)

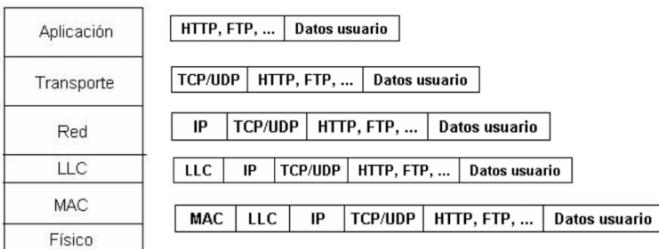
IEEE 802.3 : Ethernet (CSMA/CD)

IEEE 802.5 : Token Ring (Anillo con testigo)

IEEE 802.11x : LAN Inalámbrica

IEEE 802.1Q : LAN Virtual (VLAN).

Arquitectura de un paquete por capas con la norma RFC 1042:



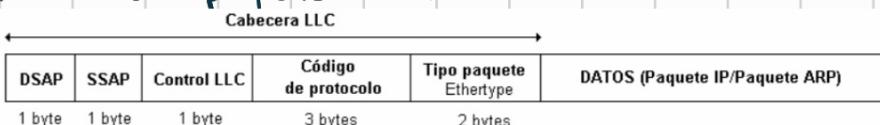
Protocolo IEEE 802.2 LLC se diseño para proporcionar un conjunto de funcionalidades asociadas a la capa de enlace del modelo OSI.

Para ello se basó en el protocolo HDLC proporcionando 3 tipos de nivel Superior, es decir 3 mecanismos para el envío de paquetes del nivel de red (Ip):

- Servicio no orientado a conexión y sin confirmación: NI control de errores ni de flujo pero muy rápida.
- Servicio orientado a conexión: Servicio con control de errores y de flujo, funciona más lento
- Servicio no Orientado a conexión con confirmación: Servicio con confirmación de paquetes.

Implementado en los drivers de tarjetas de red

• Formato del paquete LLC :



DSAP: Punto de acceso al servicio de destino , en TCP/IP valor de 170

SSAP: Punto de acceso al Servicio de Origen, en TCP/IP valor de 170

Control LLC: en TCP/IP tiene el valor 3

Código de protocolo : indica el tipo de información que viene a continuación, en TCP/IP tiene el valor 0

Tipo Paquete : Los paquetes de datos tienen asociados el valor 2048 y los paquetes ARP el valor 2054.

IEEE 802.3 Ethernet, Ethernet CSMA/CD. Comunicación y puertos.

Debido a la necesidad de compartir el medio físico, las redes ethernet son semidúplex y emplean un mecanismo denominado CSMA/CD para el reporto del medio físico.

Las diferentes versiones tecnológicas ethernet se denominan empleando la nomenclatura

Velocidad - Serialización - Medio Físico

Velocidad: 10, 100, 1000 (Mbps), 10G (Gbps)

Serialización: Base (banda base) o broad (banda Modulada).

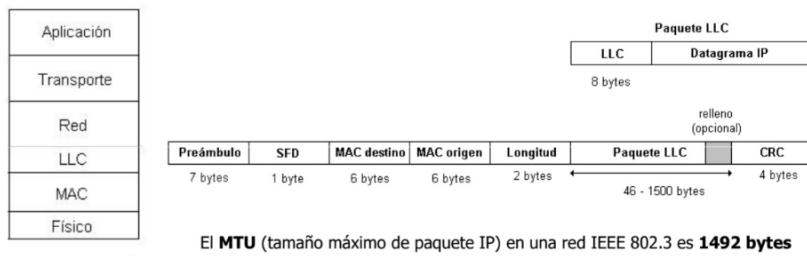
Medio físico: T (UTP), C (STP), F (Fibra óptica), X (soporta varios medios)

10Base2: es una de las primeras versiones de Ethernet, empleando cable coaxial fino, permite velocidades 10 Mbps a 100 M

10Base5: cable coaxial grueso a 10 Mbps a 500 M

Desaparecen del mercado.

La normativa IEEE 802.3 establece un formato de paquete donde se especifica la cabecera MAC



El MTU (tamaño máximo de paquete IP) en una red IEEE 802.3 es 1492 bytes

Preámbulo: Secuencia 7 bytes 10101010

SFD: Delimitador de inicio de trama.

10101011

MAC Identificador 48 bits por equipo

Longitud: Tamaño del campo de datos del paquete.

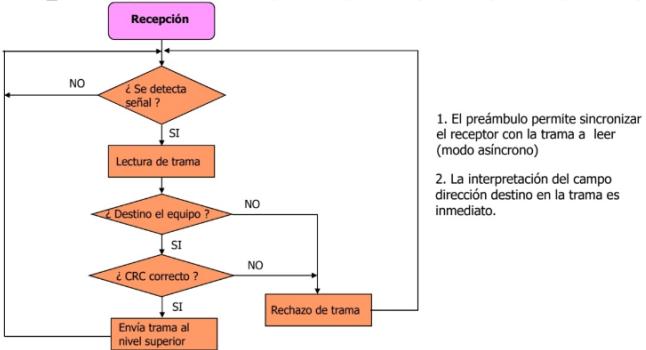
CRC: código de redundancia cíclica. 32 bits detección de errores.

• CSMA/CD - Acceso al medio con detección de portadora y de colisión. consiste en comprobar el medio físico antes de transmitir un paquete de datos. Siempre es semiduplex.

Para asegurar que dos estaciones que transmiten simultáneamente detectan colisiones, es necesario que la transmisión dure lo suficiente para llegar al otro extremo, extensión máxima de la red (con repetidores) en 2,5 km (5 bares de 10Base5)

• Algoritmo de transmisión: 1. Escucha del medio antes de la transmisión, 2. Tiempo de espera entre tramas (96 t de bit), 3. Transmisión del paquete escuchando el medio, 4. La colisión se detecta cuando la señal en el medio tiene una tensión anormal, 5. Si se detecta colisión se refuerza enviando JAM, 6. El paquete se intenta reenviar 16 veces, 7. Por cada fallo se espera un número aleatorio de ranuras, 8. El tiempo de ranura se determina como el doble del tiempo mínimo que tarda un bit en propagarse.

• Algoritmo de Recepción:



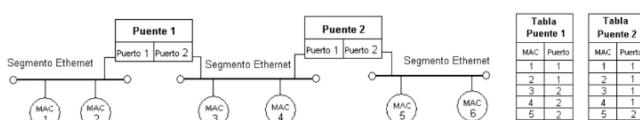
- 10 BaseT : Surge del uso de cables pares trenzados no blindados (UTP), emplea cable de categoría 3 (30MHz) con codificación Manchester alcanzando 10 MBPS a 100 Metros el elemento central es un HUB, fácil detección de problemas, los repetidores en cascada permite aumentar el tamaño físico de la red. El hub aumenta las colisiones.

• Puentes.

La interconexión de segmentos Ethernet puede mejorarse empleando puentes, un puente analiza la MAC de un paquete y determina sus segmentos. El puente divide la red en segmentos de conexión independientes, las LAN pueden crecer indefinidamente.

- Puente transparente: toman las decisiones de como los paquetes se intercambian entre segmentos.

Ejemplo de tablas en puentes



La inicialización de la tabla requiere de un proceso de aprendizaje automático

Un puente trabaja en dos modos simultáneamente: modo de reenvío y modo de aprendizaje

Un puente lee todos los paquetes recibidos por un puerto (modo promiscuo) y los almacena en un buffer para procesarlos.

El algoritmo de funcionamiento de un puente transparente se especifica en la normativa IEEE 802.1D MAC Bridge.

Modo Reenvío se comprueba MAC destino del paquete

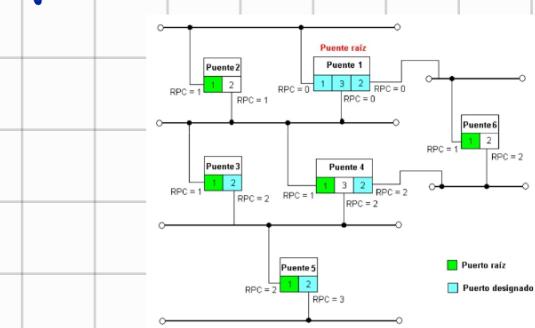
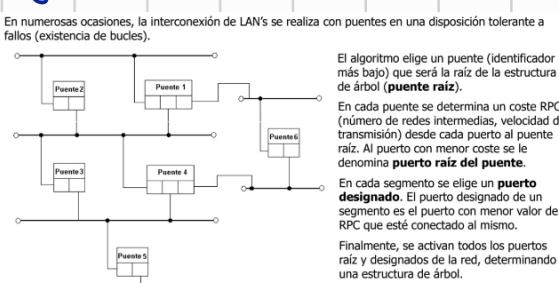
si la MAC está en la tabla la envía al puerto, si no se envía a todos los puertos, los broadcast se envían a todos menos por el de origen.

Modo Aprendizaje por cada paquete genera una entrada

en la tabla.

Algoritmo Spanning Tree define un protocolo de comunicación entre puentes sin bucles.

definido en IEEE 802.1D MAC Bridge. Funcionamiento:



Switches con puertos multipuerto y definieron los redes de Ethernet Comutados

Modo full-duplex: No existen colisiones Transmisión y recepción simultánea

Modo half-duplex : Permite conexión con equipos CSMA/CD

Con el desarrollo de commutadores Ethernet el rendimiento que se alcanza es muy elevado si el tráfico tiene una distribución homogénea entre los equipos de la red , Arquitectura cliente/servidor, el servidor es necesario que tenga el puerto de mayor velocidad

Fast Ethernet La transmisión de paquetes Ethernet a 100 Mbps, tiene la subcapa de convergencia: convierte el flujo de bits de la capa MAC en grupos de 4 bits para su envío a la subcapa PMD

Subcapa dependiente del medio físico: transmite cada grupo de 4 bits con el mecanismo de codificación adecuado a cada tipo de medio físico.

- 100BaseX : se desarrolló para cables UTP categoría 5, STP y fibra óptica , el principal problema de la transmisión a alta velocidad es la sincronización emisor - receptor.
Introduce una codificación 4B/5B
- 100BaseFx : emplea la normativa 100BaseX de codificación sobre fibra óptica
cada símbolo de 5 bits se convierte en pulsos luminosos empleando codificación NRZI
Emplea fibra óptica multimodo distancias de hasta 400 metros
- 100BaseTx: emplea la normativa 100BaseX de codificación 4B/5B sobre UTP categoría 5
Cada 5 bits se convierte en pulsos empleando codificación MLT-3, 3 niveles de amplitud de voltaje (-V, 0, V+)
- Gigabit Ethernet: funciona con commutadores, permite half-duplex y full-duplex, el paquete mínimo es de 512 bytes.
- 1000BaseT: Alcanza con cables UTP categoría 5 a 1 Gbps en modo full-duplex, alcanza 1 Gbps a 100 M usando 4 pares de hilos para transmitir y recibir
- 1000BaseX: 1 Gbps usando fibra óptica menos complejo debido al ancho de banda bits del paquete con codificador 8B/10B, la señal puede transmitirse por fibra óptica o STP, 1000BaseLX y 1000BaseSX alcanzan 500 Metros

- 10 Gigabit Ethernet: los redes 10 gigabit Ethernet (10GBase-xx) funcionan con commutadores totalmente full-duplex, emplea la fibra óptica pudiendo emplear el estandar SDH se puede usar cable UTP (10G-BASET) categoria 6 y 7 abarcen LAN, MAN, WAN pudiendo emplearlo en punto a punto entre nodos de Internet
- 40 GBaseXX - 100 GBase-XX permite tasa de velocidad 40 y 100 Gbps, modo full-duplex, con cable y fibra optica
- 2.5GbE-T - 5GbE-T: pensados para cable par trenzado UTP de categoria 5e y categoria 6 solo full-duplex, objetivo de permitir conexiones de puntos de acceso Wi-Fi de la norma 802.11ac
- Redes VLAN: reenvia los tramos de difusión de entrada en un puerto a todos los puertos etiquetados con la misma VLAN, si un equipo de una VLAN envia un paquete a una MAC que no es de su red el puente no lo reenvia, cuando se interconectan commutadores VLAN entre sí se usa un router o un commutador VLAN
 Enlaces de acceso: en los enlaces de acceso los paquetes que tienen formato IEEE 802.3 Un enlace de acceso se envia a un puerto troncal es necesario añadir el identificador VLAN
 Enlaces Troncales: tienen el formato IEEE 802.1Q

BSS: Conjunto de servicio básico, está con punto de acceso

IBSS: Red inalámbrica ad-hoc

SSID: Identificador de un BSS

BSSID: SSID en rede ad-hoc

ESSID: SSID en rede de infraestructura.

AP: punto de acceso.

• Normativas de la comunicación inalámbrica:

- IEEE 802.11b = comunicación inalámbrica empleando señal portadora de 2,4 Ghz es de uso libre y pueden ocurrir interferencias, se usan 12 portadoras y los

dispositivos que pertenezcan a un mismo BSS deben emplear la misma portadora, es necesaria también una política de gestión de canales si se usan mucho AP, ademas emplea modulación a múltiples niveles

• IEEE 802.11g: Comunicación inalámbrica empleando una señal portadora de 2,4 Ghz y 54 Mbps.

• IEEE 802.11n (Wifi-4): permite emplear la portadora de 2,4 Ghz y de 5 Ghz, 600 Mbps.

• IEEE 802.11ac (Wifi-5 ac): Emplea solamente la de 5 Ghz y varias antenas con 1,3 Gbps

• Las redes LAN 802.11 se caracterizan por una elevada tasa de error en el medio físico, lo que condiciona cual es el mecanismo de reparto del uso del medio físico.

• Esto introduce la necesidad de tamaños de paquetes más pequeños.

• Protocolo MAC 802.11 confirmado por la necesidad de confirmación de la llegada de la información y realizar reenvíos.

• Dos modos de acceso al medio: DCF función de coordinación distribuida

PCF: función de coordinación centralizada, las estaciones comprueban si el medio físico está libre detectando una señal llamada CCA, esto podría dar el problema de la estación oculta.

Seguridad en redes Wifi: Se fundamenta en dos principios:

Autenticación: Una estación cliente debe de identificarse como un usuario de la red Wifi

Integridad de la información: la información debe de transmitirse cifrada para evitar espías.

• Autenticación para poder conectarse a una red es necesario un proceso de registro en la AP de la red, para ello se debe conocer el SSID de la red.

• Autenticación y cifrado WEP: se basa en el algoritmo de cifrado RC4, está basado en el conocimiento de una misma clave secreta por parte de la estación y el AP (PSK - Pre Shared Key) este mecanismo está obsoleto.

• Autenticación y cifrado WPA: funciona al igual que WEP pero introduce el mecanismo TKIP este modifica la clave de cifrado entre el cliente y el AP cada cierto tiempo, este mecanismo también ha sido roto.

- Autenticación y cifrado WPA:

- WPA-Personal y WPA-PSK: este mecanismo cliente y AP disponen de una clave prefigada para permitir el acceso a la red inalámbrica. La clave PSK inicial es modificada posteriormente en el cifrado al emplear TKIP, este mecanismo de autenticación solo es recomendable en entorno no crítico.
- WPA-Enterprise: se emplea empleando un servidor de autenticación (Radius). La gestión se realiza empleando el estándar IEEE 802.1X el protocolo de autenticación EAP. EAP se emplea en entornos como los redes VPN y permite realizar la autenticación de un cliente contra un servidor de autenticación, los mecanismos de autenticación más frecuentes son:
 - EAP/TLS: autenticación basada en un certificado de servidor y cliente
 - EAP/TTLS o PEAP: basada en un certificado de servidor, el cliente se valida de usuario y contraseña.
 - LEAP: funciona al igual que el anterior pero con mecanismo que permite el intercambio de la contraseña del usuario cifrada.
- WPA2: no introduce variaciones en los mecanismos de seguridad WPA pero solo mejora permite emplear además de TKIP, otro mecanismo de cifrado denominado AES, emplea clave cifrada y existen vulnerabilidades como la denegación de servicio que mejora en WPA3
- WPA3: Aumenta la seguridad de cifrado WPA2-PSK, WPA3-PSK desarrolla un nuevo protocolo para establecer claves de cifrado seguros a partir de las claves PSK débiles que seelen emplear los usuarios.

WPA3-Enterprise empleando AES

Mecanismo de cifrado individuales en las redes Wi-Fi abiertas con el procedimiento WiFi-Certified Enhanced Open

FIN TEMA 4

TEMA 5

* Nivel de Red

- Encaminamiento Procedimiento por el que un paquete de información puede ser intercambiado entre cualquier par de equipos en una red de comunicación.
- Arquitectura TCP/IP define un funcionamiento de red de datagramas en su capa de red
 - Cada paquete de información incorpora dirección origen y dirección destino, en cada router se decide cuál es el siguiente salto que ha de realizar cada paquete.
- Funciones básicas: Encaminamiento, Gestión del flujo de información, Seguridad (Firewall y encriptación de datos).
- Protocolo IP RFC 791: define un sistema de enumeración para identificar máquinas en una red formada por la interconexión de diferentes segmentos físicos. Define el mecanismo de encaminamiento de los paquetes en los routers.
- Redes de difusión: todos los estaciones que comparten un mismo medio físico en una red de difusión tiene que tener asignada la misma dirección de red IP.
- Redes punto a punto: las estaciones en los extremos de una red punto a punto tienen que tener asignada la misma dirección IP. Desaprovechamiento de Direcciones IP
Para evitar la reserva innecesaria de direcciones IP, la máscara de red en una linea punto a punto se escoge para reservar el numero de direcciones IP necesarias: 2 direcciones para máquinas, 1 para red y 1 para difusión.
- Protocolo DHCP: hay un servidor DHCP que provee de direcciones IP a los máquinas de la red, los mensajes del DHCP son Discover, Offer, Request, ACK, Release.
- Congestionamiento en redes IP: una red de commutación de paquetes presenta congestión si al aumentar el flujo de paquetes de entrada a la red (número de paquetes por segundo que entran en la red), disminuye el flujo de paquetes de salida (número de paquetes que salen de la red), si este congestionamiento no se detecta la red se bloqueará.

Causas de congestión: routers con insuficiente capacidad de procesos, Fragmentación de la información con el protocolo IP

Corrección del congestionamiento: reducir el flujo de entrada de paquetes a la red en el caso de los ACK's no lleguen el protocolo TCP es capaz de reducir el flujo.

Flejos de datos que no emplean TCP: VPN, flejos UDP, lo que supone que el control de la congestión es una tarea que deben realizar los routers de Internet.

- Estructura de Internet en backbones o Troncales.

Características de los core routers

- Conocimiento de todos los destinos de Internet: Tablas de encaminamiento grandes y complejas, alteraciones en la topología provocan cambios en todos los tablos de los core routers.
- Simplificación de los tablos de rutas: Conocimiento parcial de la red con rutas por defecto.
- Gestión de tablos de encaminamiento: Sistema manual, solo en redes pequeñas
Sistema automático: algoritmos de intercambio de información de encaminamiento para optimizar los tablos empleado en Internet y redes LAN/WAN grandes.

Sistemas autónomos: Conjunto de redes y routers controlados por una única autoridad administrativa.

Política de encaminamiento: Conjunto de estrategias y directrices para decidir cuales son los caminos óptimos a seguir en una red de comunicaciones.

Los sistemas autónomos disponen de un conjunto de redes con direccionamiento público y conectividad con cualquier máquina de Internet.

Intercambio de información de encaminamiento a dos niveles

- Intercambio de información de encaminamiento entre sistemas autónomos (BGP)
- Intercambio de información de encaminamiento dentro de sistemas autónomos (RIP o OSPF)

El encaminamiento óptimo en Internet requiere de información de encaminamiento de todos los redes lo que provoca, tiempo de convergencia de la red elevado y consumo excesivo de ancho de banda.

BGP:

En cada sistema autónomo se establece un router frontera que dialoga con los routers frontera. La información se intercambia con conexiones TCP, BGP informa acerca de la alcanceabilidad y conectividad entre sistemas autónomos, reduce la información intercambiada, soporta autenticación.

Mensajes: BGP Open, BGP Update, BGP Keepalive, BGP Notification

Debe de estar conectado a internet. Solo informa de accesibilidad no de rutas, establece conexión entre pares de routers frontera.

RIP: Se fundamenta en el algoritmo de vector de distancia, cada router posee una tabla con información de destinos y el número de saltos a cada uno. Los routers actualizan tablas para sacar mínima distancia. RIP establece un contador para eliminar de la tabla y tiene un máximo de 16 saltos. La información va en paquetes UDP.

OSPF: Camino más corto primero, alternativa a RIP, OSPF se fundamenta en el estado de enlace, asignando un coste dependiendo de las características del enlace, conforma un grafo, determinando ruta más corta usando Dijkstra.

Mensajes: OSPF Hello, OSPF Database Description, OSPF Link Status Request, OSPF Link Status Update

Estos mensajes se encapsulan en paquetes Ip dirigidos a la multicast.

Multicasting: no está habilitado en Internet.

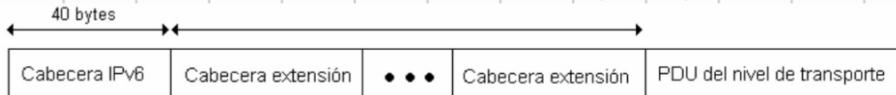
IGMP: protocolo de gestión de grupos en internet, funciona igual que ICMP, hace las funciones básicas, cuando una estación se añade a un grupo envía un mensaje al grupo indicando que se ha añadido para que añadan la ruta. Cada cierto tiempo se sondea la red para saber si están activos. Esto reduce el consumo de ancho de banda y evita carga computacional.

Limitaciones de Ipv4: principal limitación direccionamiento a 32 bits, Ipv6 direcciona a 128 bits

Ipv4 no permite fragmentación Ip en routers intermedios esto se realiza en el origen tomando el menor MTU. Ipv6 mejorará el campo opciones de Ipv4 haciendo

más eficiente el encaminamiento. Ipv6 mejora la gestión de QoS en Ip identificando flujos de tráfico.

Cabecera Ipv6: consta de una cabecera fija y común a todos los paquetes



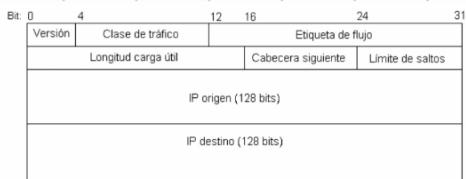
Cabecera de opciones de salto: acciones a tomar en cada router.

Cabecera de encaminamiento: proporciona encaminamiento adicional.

Cabecera de fragmentación: La fragmentación Ipv6 se realiza en el origen, destinatario reensambla.

Cabecera de opciones para el destino: información adicional.

Cabecera de autenticación y encapsulado de seguridad cabecera AH, ESP de IPSEC



Clase de tráfico: Equivalente al campo TOS de IPv4. Permite establecer clases distintas de tráfico.

Etiqueta de flujo: Permite identificar flujos de paquetes entre dos aplicaciones origen y destino. Un flujo puede estar compuesto de varias conexiones TCP (intercambio de ficheros con varias conexiones simultáneas). Una aplicación puede generar varios flujos (un aplicación de videoconferencia genera un flujo de audio y otro de video que los routers deben encaminar de manera diferente).

Longitud carga útil: Tamaño en bytes de las cabeceras de extensión y la PDU de nivel superior.

Un dispositivo Ipv6 es identificado por cualquiera de sus interfaces, el proceso de encaminamiento es mucho más rápido.

Ipv6: Direcciones de unidifusión, de multidifusión, monodifusión.

Formato de una dirección unicast Ipv6



TLA: Top-Level Aggregation. Identificador asociado a una zona geográfica del planeta (África, Europa, Norteamérica, etc.).

Res: Uso reservado, para ampliar el TLA o NLA.

NLA: Next-Level Aggregation. Identificador asociado a grandes proveedores de Internet y empresas globales a nivel nacional o regional.

SLA: Site-Level Aggregation. Identificador asociado a un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) nacional, local o regional (Ejemplo: Telefónica, Vodafone, BT, etc.).

Interface: Identificador asociado a un dispositivo, combinación de la dirección MAC y la subred donde se encuentra.

Un dispositivo Ipv6 solo puede tener conectividad con dispositivo con Ipv4, por tanto, si es necesario conectividad Ipv4 - Ipv6 entre dispositivos es necesario disponer de dos tipos de protocolo Ip en paralelo.

Cuando la conectividad es entre equipos con la misma versión de protocolo y debe atravesar una red intermedia con una versión Ip distinta se recurre al procedimiento túnel, este procedimiento encapsula un paquete Ipv4 (Ipv6) dentro de un paquete Ipv6(Ipv4) para ser transportado.

TEMA 7

Redes de acceso: representan el segmento de red que se extiende entre la central telefónica y la casa del usuario (bucle de abonado o última milla)

Redes de agregación: representan el tramo en el que convergen diferentes usuarios y son tratados para disminuir el tráfico

Redes Troncales: backbone es el tramo correspondiente al núcleo de la red de un operador donde converge el tráfico de sus clientes el MPLS es el catálogo alta capacidad de commutación empleando etiquetas, múltiples protocolos, diferenciar calidad de servicio y priorizar tráfico, mejores mecanismos de recuperación.

Acceso xDSL: objetivo inicial de proporcionar video digital bajo demanda, proporciona canales de comunicación asimétricos entre usuario, centralita y operador. Cuanto mayor calidad tiene la línea mayores niveles de modulación, su principal problema es el ruido ADSL2, ADSL2+ y VDSL

Acceso FTTX: la migración a la fibra óptica para ofrecer mejores servicios, FTTH, FTTB, FTTN

