

# Redes de Datos

## Unidad 1

**Par Trenzado:** 8 cables de cobre trenzados de a pares para disminuir el ruido interno (crosstalk). Se categorizan dependiendo del número de trenzas por metro.

**Transmisión:** Consiste en el envío de bits información a través de pulsos eléctricos.

### Tipos:

- Shielded twisted pair (STP): Tiene una lámina de protección contra el ruido eléctrico
- Unshielded twisted pair (UTP): No tiene ninguna lamina de protección además del recubrimiento de plástico. Es más barato y fácil de manipular que el Shielded twisted pair (STP).

### Ventajas:

- Relativamente bajo costo: Mas alto que el cable coaxial, pero más bajo que la fibra óptica.
- Es delgado y flexible pero resistente.
- Permite la carga eléctrica de dispositivos a través de Power over Ethernet (PoE).

### Desventajas:

- Vulnerable al ruido eléctrico.
- Puede generar descargas si se producen diferencias de tensión entre terminales.

**Fibra Óptica:** Cables formados por un núcleo y un revestimiento cuya diferencia en índices de refracción permite que la luz se mantenga dentro del núcleo.

**Transmisión:** Consiste en la conversión de la señal eléctrica en señal lumínica por parte del emisor y viceversa por parte del receptor.

### Tipos

- Monomodo: Permiten únicamente el paso de un único haz de luz. Se utilizan en conexiones de media, larga y muy larga distancia debido a la baja atenuación de señal que presenta. Requiere conexiones precisas.
- Multimodo: Permite el paso de varios haces de luz. Tiene un núcleo más grande que las fibras monomodo. Existen dos tipos:
  - Índice escalonado.
  - Índice gradual.

**Ventanas:** Porciones del espectro lumínico cuya longitud de onda sufre baja atenuación.

#### Ventajas:

- Baja atenuación.
- Gran ancho de banda: Pueden propagarse señales de distinta longitud de onda simultáneamente.
- Peso y tamaño reducido.
- Disponibilidad de recursos.
- Aislamiento eléctrico entre terminales.
- Ausencia de ruido eléctrico e invulnerabilidad al ruido eléctrico.

#### Desventajas

- Mas costosa que los cables de cobre.
- No transmite electricidad, por lo tanto, no existe Power over Ethernet (PoE) con fibra.
- Vulnerable al agua, produce cambios en la atenuación.

#### **Normas de Ethernet:**

Ethernet 10Base2: Coaxil fino. Distancia máxima de 185m.

Ethernet 10BaseT: Cable de par trenzado de categoría 3 o mayor.

Ethernet 100BaseTX: Cable de par trenzado de categoría 5 o mayor.

Ethernet 10BaseFL: Fibra óptica multimodo. Distancia máxima de 400m en half dúplex (HDX) y de 2km en full dúplex (FDX).

Ethernet 100BaseFX: Fibra óptica multimodo. Distancia máxima de 400m en half dúplex (HDX) y de 2km en full dúplex (FDX).

Ethernet 1000BaseSX: Fibra óptica multimodo. Distancia máxima de 275m en half dúplex (HDX) y de 500m en full dúplex (FDX).

Ethernet 1000BaseLX: Fibra óptica monomodo. Distancia máxima de 5km

## Unidad 2

### LAN

- Corta distancia.
- Alto ancho de banda.
- Administración conocida: Difusión (Hubs), Conmutadas (Switch).

### WAN

- Larga distancia
- Redes ruteadas

**Arquitecturas de red:** Conjunto de capas y protocolos (OSI, TCP/IP, SNA)

**IEEE:** Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica que crea estándares y protocolos.

- IEEE 802.1: Evita bucles de puenteo. Spanning Tree Protocol (STP).
- IEEE 802.1Q: Interconecta LANs, provee puentes de red (Bridged Networks) y VLANs.
- IEEE 802.1D: Supersede al protocolo Spanning Tree (STP) con el Rapid Spanning Tree (RSTP).
- IEEE 802.2: Implementa la subcapa LLC de enlace de datos. Maneja errores, entramado, control de flujo y la interfaz de servicio de la placa de red.
- IEEE 802.4: Utiliza el acceso mediante tokens en una topología de bus.
- IEEE 802.5: Acceso de transmisión de tokens. Similar al token ring de IBM.
- IEEE 802.6: Especificación para redes MAN.
- IEEE 802.11: Protocolos y estándares desarrollados para redes WLAN.
- IEEE 802.12: Implementa la capa física y la subcapa MAC. Utiliza el esquema de acceso al medio con prioridad de demanda
- IEEE 802.3: Utiliza acceso Carrier Sense Multiple Access con Collision Detection (CSMA/CD).
- IEEE 802.3i: Extensión de la norma 802.3 que utiliza cables de par trenzado para conexiones a una red con topología estrella o estrella extendida.
- IEEE 802.3ab: Extensión de la norma 802.3 con especificaciones para 1000BaseT.
- IEEE 802.3af: Extensión de la norma 802.3 para Power over Ethernet (PoE)
- IEEE 802.3an: Extensión de la norma 802.3 con especificaciones para 10GBaseT.
- IEEE 802.3ad: Permite utilizar link aggregation (Trunking).

**Modelo OSI:** Modelo basado en 7 capas para reducir la complejidad del diseño de redes. El propósito de cada capa es proveer servicios a las capas inmediatamente superiores. Cada capa es leída en el equipo destinatario a través de protocolos.

**Capa física:** Se encarga de la transferencia de bits de extremo a extremo de la conexión.

**Capa enlace:** Se encarga de que la comunicación entre emisor y receptor sea eficiente y confiable. Para ello:

- Arma y separa tramas: Reconoce los límites de las tramas en las señales de unos y ceros.
- Detecta errores: Debe resolver problemas de tramas dañadas, perdidas o repetidas.
- Control de flujo: Soluciona los problemas de sincronización debidos a las diferentes velocidades de emisor y receptor.
- Adecuación de acceso al medio: En TCP/IP la capa de enlace posee una subcapa MAC para resolver colisiones.

Capa de red: Se encarga de llevar el mensaje desde el origen al destino cuando existen equipos intermedios. Si se ofrece un servicio orientado a conexión, esta capa se encarga de crear un circuito virtual para hacer la conexión. Si se ofrece un servicio no orientado a conexión, la complejidad se encuentra en la capa de transporte.

Capa de transporte: Conecta directamente emisor y receptor independientemente de la red en uso. Hay dos tipos de transporte:

- Orientado a la conexión (TCP): Establece una conexión entre emisor y receptor lo que permite un intercambio de datos directo, en forma segura y ordenada. Una vez terminada la comunicación, se libera la conexión.
- No orientado a la conexión (UDP): Los mensajes son enviados sin establecer previamente una conexión entre emisor y receptor.

Capa de sesión: Establece la conexión para permitir el diálogo. Controla la desconexión. Permite detener y reestablecer comunicaciones y agrupar datos.

- Establece la conexión y crea el buzón (el cual recibe mensajes de capas inferiores).
- Intercambia datos entre el buzón del emisor y el del receptor.
- Control de diálogo: determina si es una comunicación bidireccional simultánea o no.
- Tratamiento de las interrupciones por fallos de red.

Capa de presentación: Define los formatos de los datos y los comprime y/o codifica.

- Coordina códigos de representación de caracteres alfanuméricos.
- Comprime datos.
- Encripta la información.

Capa de aplicación: Aplicaciones del usuario.

**Full Dúplex:** Permite la transmisión y recepción simultánea, pero solo se puede usar en conexiones directas entre dos estaciones. Como no hay competencia por el medio, no hay que usar el protocolo de acceso al medio. Requiere de autonegociación.

- Autonegociación: Ajuste para full dúplex. Proceso conocido como NWAY.
  - No válido para fibra óptica.
  - Ajusta la velocidad de dispositivos que permiten más de una velocidad.
  - Tiene lugar durante la inicialización del enlace. Cuando se enciende el equipo o se conecta el cable.

- Envía ráfagas de pulsos indicando la tecnología de red y las velocidades soportadas.
- Utiliza las velocidades comunes mas altas entre los dos equipos.
- No chequea el cable. Si el cable no soporta la velocidad acordada por los equipos, se perderán paquetes.

**Topologías de Redes LAN:** Se deben usar criterios de acceso al medio por que este es compartido.

- Topología de Bus o canal (Coaxil): Un único emisor. Todos son receptores. Requiere del protocolo de acceso al medio.
- Topología de estrella
- Topología de árbol

**MAC adress:** Conjunto de 12 números hexadecimales (en binario son 48 bits o 6 bytes) que identifican a los equipos.

**Trama Ethernet:** Conjunto ordenado de bits con un largo mínimo de 64 bytes y un máximo de 1518 bytes.

- Preámbulo (7B): Secuencia de bits 10101010 repetida siete veces. Tiene la función de sincronizar emisor y receptor.
- Delimitador de inicio (1B): Son los bits 10101011. Marca el fin del preámbulo y el inicio de la trama.
- Destination adress (6B): MAC adress del dispositivo al que se le envía el mensaje.
- Source adress (6B): MAC adress del equipo que envió la trama.
- Largo/Tipo (2B): Dependiendo de su valor determina si la sección es largo o tipo, si el valor decimal de la sección es menor o igual a 1518, se toma como largo y si es mayor a 1536, como tipo.
  - Largo: Determina el número de bytes útiles en la sección de datos.
  - Tipo: Hace referencia a el protocolo de capa superior que se transporta.
- Datos (46B – 1500B): La información binaria enviada. Si la información a ser enviada no ocupa más de 46 bits, debe rellenarse con ceros hasta llegar a la longitud mínima.
- FCS (4B): Verifica errores con un sistema parecido a una función hash.

**Carrier sense multiple Access/Collission Detection:** Se basa en sentir el medio con el fin de ver si esta ocupado. No se puede transmitir y recibir a la vez porque se debe sentir el medio, por lo tanto, este protocolo se usa únicamente con half dúplex.

**Carrier:** Portador, equipo que está ocupando el medio.

Ausencia de portador: El canal está desocupado.

Interframe gap: (IFG): Tiempo que se debe esperar cuando se desocupa el medio. Equivale a 96 bittimes (tiempo que se tarda en transmitir 96 bits)

Colisión: Cuando dos equipos transmiten al mismo tiempo, en un medio compartido, se produce una colisión. Si se detecta una colisión, la trama debe ser descartada y retransmitida.

Reglas del CSMA/CD:

- Si no hay portadora y se cumplió el Interframe gap, se transmite la trama.
- Si hay portadora, se espera a que el canal este desocupado.
- Si se detecta una colisión, se emite la señal de alarma por 32bits.
- Si ha habido una colisión, se sigue el algoritmo de backoff.
- Si se logran enviar 512 bits al medio, significa que la estación ha ganado el medio.

Slot time: Es el tiempo que se tarda en enviar 512 bits. Es el tiempo máximo requerido para detectar una colisión. Por eso es la unidad de tiempo en el algoritmo de backoff.

Round trip time: Tiempo que demora una señal en atravesar toda la red y volver.

Longitud mínima de la trama ethernet: El mínimo de 46 bytes de la subtrama de datos para que el largo de la trama mínima sea de 64 bytes, es decir, 512 bits. Así, se asegura que, si se produce una colisión, el equipo recibirá el aviso antes de terminar de enviar su trama. Incluso si es mínima.

Algoritmo de backoff: Permite reprogramar las transmisiones en caso de colisiones.

- Cuando se detecta una colisión, el equipo espera un tiempo determinado por  $(0 < r < 2^k - 1) * 512$ .
- Donde r es un numero al azar.
- K es un número igual a n cuando n es menor a 10 y k es igual a 10 cuando n es mayor a 10.
- n es el número de intentos de transmisión de la estación.
- Si n es mayor a 16, se descarta la trama y se pone en 0 el contador.

Colisiones tardías: Si se produce una colisión después de los primeros 512 bits de una trama enviada, esta se pierde, pero no se reporta a las capas superiores. Las colisiones tardías implican un mal funcionamiento de la red, ya que el protocolo CSMA/CD las evita.

Dominio de colisión: Conjunto de estaciones conectadas al mismo canal.

Dominio de difusión: Conjunto de estaciones en una red capaces de enviar mensajes de difusión (broadcast) a todas las otras estaciones en dicha red.

Equipos de interconexión: Hub (Capa 1), Switch (Capa 2), Router (Capa 3).

**Norma Token Ring:** IEEE 802.5

**Funcionamiento:**

- No hay colisiones
- Hay una trama (token) que recorre un anillo y tiene un estado ocupado y un estado desocupado.
- El token recorre los hosts. Cuando uno quiere transmitir, lo pone en modo ocupado y agrega la información que quiere enviar y a quien.
- Cuando un equipo recibe un token, se fija si esta ocupado, si lo está, se fija si es el destinatario y si no lo es, lo reenvía.
- El token se libera cuando regresa al equipo que lo envió.
- Existe un nodo administrador que se encarga de liberar el token si pasa dos veces en estado ocupado.

**Estructura del token:** Tres campos de un byte cada uno

- Delimitador de comienzo (SD)
- Control de acceso (AC)
- Delimitador de fin (ED)

**Administrador del token ring:** Verifica que el token no se pierda, toma decisiones cuando se rompe, limpia el token cuando hay tramas mutiladas, observa la presencia de tramas huérfanas.

### Unidad 3

#### Segmentación de Redes Ethernet:

- Segmentado físico: Divide la red en segmentos separados, por lo tanto, se pierde la conectividad.
- Segmentado lógico por routers: Segmenta o aísla los dominios de colisión y difusión sin perder la conectividad, sin embargo, puede ralentizar la red y requiere de administración en el acceso a servers.
- Segmentado lógico por switches: Divide los dominios de colisión sin perder la conectividad, pero no divide los dominios de difusión.

Switch (Conmutador): Es un equipo que funciona como un puente (Bridge).

- Controla y disminuye el numero de colisiones dividiendo los segmentos.
- Administra el ancho de banda mediante agrupación de conexiones
- Permite aislar el tráfico de difusión mediante VLANs

#### Funciones de un Switch:

Modos de transmisión de un switch: Los puertos de un switch pueden conectarse en full dúplex (FDX) o half dúplex (HDX).

- Microsegmentación: Un segmento microsegmentado es un segmento compuesto únicamente por un equipo y el puerto del switch.
- Full dúplex (FDX):
  - Solamente puede ser usado cuando las conexiones son punto a punto, es decir los segmentos están microsegmentados.
  - Permite aumentar los límites de diámetro de la red.
  - Se utiliza para garantizar el ancho de banda a servidores, power users y backbones.
- Half dúplex (HDX):
  - Es necesario para usar Carrier Sense Multiple Access con Collision Detection (CSMA/CD).
  - Se utiliza cuando hay mas de un equipo conectado a un mismo segmento.

Filtrado de tráfico: Cuando llega una trama cuya dirección de origen y de destino son conocidas, la reenvía únicamente al puerto correspondiente. Para realizar esto, primero debe:

- Aprender las direcciones MAC de cada uno de los dispositivos conectados a sus puertos.
- Rechazar tramas con direcciones de destino pertenecientes al mismo puerto de origen.
- Controlar la integridad de las tramas recibidas.



- Si no se conoce la dirección de destino de la trama la reenvía a todos sus puertos (realiza una Inundación).

Aprendizaje de direcciones: El switch guarda en la memoria el puerto y dirección de origen de todas las tramas que recibe si estas no eran conocidas previamente.

### **Partes de un switch:**

- Puertos: Funcionan a 10mbps, 100mbps o 1000mbps y en modo Half dúplex (HDX) o modo Full dúplex (FDX).
- CPU: Administra tareas centralizadas que involucran a todos los puertos y se encarga del arranque del equipo. También se encarga de la administración de los protocolos de Spanning Tree, SNMP, etc.
- Memorias:
  - ROM: Auto test de encendido y programas de carga.
  - FLASH: Sistema operativo.
  - RAM: Tablas de direcciones MAC y configuraciones temporales.
  - NVRAM: Configuración inicial y modificaciones a dichas configuraciones
  - Registros: Secuencia de booteo.
- Backplane: Circuitos que permiten la interconexión de los puertos.
  - Memoria compartida: Sección de memoria donde se almacenan las tramas de todos los puertos. Las tramas se asocian con los puertos a través de una tabla. Tiene limitaciones con el ancho de banda.
  - Bus compartido: Se conectan todos los puertos con una barra de bus. Debe arbitrarse la conexión mediante un sistema semejante a CSMA/CD.
  - Matriz de conmutación: dos planos ortogonales que unen los puertos a través de una matriz de switches que establecen los periodos de tiempo necesarios para transmitir las tramas. Tiene problemas con el multicast y con los cuellos de botella cuando se sobrecarga un destino.
- Chip ASIC (Application Specific Integrated Circuits): Cumple funciones a nivel de hardware sin recurrir al software ni a la CPU. Son la principal razón por la que los equipos se vuelven obsoletos ya que no pueden actualizarse.
  - Latencia: Retraso en la red ocasionado por el switch. Tiempo entre la entrada y la salida del primer bit.
  - Store and forward: Almacena la trama y luego la reenvía. Calcula la latencia de distinta forma, es la llegada del ultimo bit y la salida del primero.
    - Lee el origen y el destino.
    - Chequea el FCS.
    - Aplica filtros.
    - Si todo es correcto, se envía la trama.
  - Cut and through: Lee la cabecera de la trama y comienza a transmitir. No controla FCS
  - Fragment free: Lee los primeros 64 bytes para chequear colisiones.

**Spanning Tree Protocol (STP):** Bloquea enlaces redundantes al switch que fue elegido por el sistema como root. Un enlace redundante es un bucle de red, el cual, si no se administra, genera tormentas de difusión (broadcast).

- Selecciona el switch root: Selecciona el switch con el menor ID, el cual se determina por la MAC de cada dispositivo y una prioridad configurada.
- Puertos raíz (root): Puertos que se utilizaran en el camino al root. Se eligen los de menor costo, es decir, los de mayor velocidad.
- Bloquea los puertos no designados.

**Rapid Spanning Tree (RSTP):** Funciona de forma similar a STP, sin embargo, guarda las configuraciones de menor costo para cada situación en la que cambia la topología por pérdida de un cable. Por lo tanto, funciona de forma más rápida ya que no hay que reelegir un switch root cada vez que se cambia la topología.

**Agrupación de tráfico (Trunking):** Provee una solución para los cuellos de botella en un puerto. Consiste en disponer dos o mas enlaces en paralelo para conectar dos dispositivos críticos. Incrementa la capacidad de enlace y adecua la capacidad incremental. La capacidad total es la suma de la de los enlaces en paralelo. Aumenta la disponibilidad

**VLANs:** Solucionan el problema causado por el único dominio de difusión. Es una agrupación lógica y artificial de tráfico que agrupa equipos simulando la segmentación de una red. Las VLANs filtran los broadcasts dependiendo de a qué grupo de máquinas pertenece aquella que lo envió.

**Ventajas:**

- Flexibilidad de la comunicación de los usuarios y formación de grupos: mediante la aplicación de las mismas VLANs en distintos switch, puedo crear distintos grupos de trabajo para varios equipos. La VLAN de cada puerto puede ser cambiada mediante administración.
- Seguridad: Se puede bloquear el acceso de algunos puertos a equipos específicos.
- Movilidad de usuarios: Permite a usuarios cambiar de red virtual fácilmente.

**Desventajas:**

- No pueden conectarse dos VLANs distintas, Para hacerlo, se requieren recursos de capa 3.

**Trama:** Desde el punto de vista de los switches que reconocen las VLANs, son las tramas las que pertenecen a las VLANs, no los equipos, protocolos o aplicaciones.

- IEEE 802.1Q: Agrega campos para identificar la VLAN.
  - VLAN protocol ID (2B/16b): Contiene el ID del protocolo (802.1Q).
  - Tag control (2B):
    - Prioridad (3b): Tiene 8 niveles de prioridad distintos.
    - Canonical format indicator (CFI) (1b): Indica si la trama puede ser descartada en caso de una congestión.
    - VLAN ID (12b): Identifica la VLAN a la que pertenece la trama. 12 bits permiten la identificación de 4096 VLANs, sin embargo, solo se pueden utilizar 4094, ya que el ID 0 se usa para tramas con prioridad y el ID 4095 está reservada.

Reglas de ingreso y egreso de tramas no etiquetadas: La trama se envía igual a los puertos no etiquetados en una VLAN, pero se agrega la etiqueta cuando se envía a un puerto en una VLAN, se debe recalcular el FCS.

Reglas de ingreso y egreso de tramas etiquetadas: La trama se envía igual a los puertos en una VLAN, pero se le quita la etiqueta cuando se envía a un puerto que no está en una VLAN, se debe recalcular el FCS. Una trama etiquetada siempre viene de otro switch.

## Unidad 4

**Wireless LAN (WLAN – LAN inalámbrica):** Proporciona conexiones a una red cableada tradicional, pero de forma inalámbrica. Se implementa con el estándar 802.11

¿Qué se entiende por LAN?: Comprende un área geográfica relativamente pequeña con velocidades de transferencia relativamente rápidas (Mayores a 1 Mbps), es administrada de forma privada y tiene una baja tasa de errores.

¿Qué se entiende por inalámbrica?: Utiliza ondas electromagnéticas para enviar las señales de datos.

Service Set Identifier (SSID): Es el nombre de la red.

### Ventajas:

- Fácil instalación.
- Ahorro de costos en cables.
- Fácil conexión a lugares inaccesibles con cables.
- Mayor flexibilidad.

### Desventajas:

- Velocidades bajas (1Mbps – 52Mbps)

### Aplicaciones:

- Utilización en edificios históricos donde la utilización de cables requiere romper paredes.
- Reconfiguración de la topología sin costos adicionales.
- Redes para situaciones de emergencias (Hospitales, Fabricas, etc.).
- Grupos de trabajo eventuales.
- Interconexión en edificios distintos.

## **Configuraciones de WLANs:**

Peer to peer: Dos dispositivos en rango de cobertura radioeléctrica capaces de conectarse a una red inalámbrica.

- Basic Service Area (BSA) (Área de cobertura): Área en la que se encuentran los equipos.

- Basis Services (BSS) (Conjunto de servicios básicos): BSA en el cual la conexión esta garantizada y existe una función de coordinación.
- Función de coordinación: Determina cuando un equipo que pertenece a la BSS puede transmitir.
  - Distributed Coordination Function (DCF)
  - Point Coordination Function (PCF)

#### Modo Infraestructura:

- Distribution System (DS): Backbone de una ESS (Extended Service Set), al que se conectan varias BSS.
- Access Point (AP): Estación que proporciona una interfaz hacia el DS para las estaciones BSS.
- Topologías de este estándar
  - Redes Extended Service Set (ESS): Son varias Basic Service Set (BSS) conectadas por un Distribution System (DS), el cual transmite MAC Service Data Units (MSDU) entre los Access Points (AP) de distintas BSS para que dispositivos en distintas BSS puedan comunicarse.
  - Redes Independent Basic Service Set (IBSS)
- Arquitecturas de despliegue:
  - Punto de Acceso Básico (root): El punto de acceso (AP) esta conectado a una red local (LAN) y conecta a ésta a varias estaciones de forma inalámbrica.
  - Modo Roaming: Varios AP conectados como una Extended Service Set (ESS) con la misma Service Set Identifier (SSID). Esto permite la movilidad entre los distintos AP sin perder conectividad a la red (roaming).
  - Modo de balanceo de carga: Varios Access Point (AP) en la misma ubicación, en distintos canales de frecuencia, pero con el mismo SSID. Debido a que permite distribuir las estaciones entre los APs, aumenta el ancho de banda a un total igual al de un AP multiplicado por la cantidad de AP. También Aumenta la disponibilidad.
  - Modo hot standby: Dos APs configurados exactamente iguales, pero solo uno de ellos en modo activo, mientras que el otro está en standby. Si el primero deja de funcionar, el segundo entra en modo activo. Aumenta la disponibilidad sin consumir mas de un canal de frecuencia.
  - Modo repeater: Un AP ese conecta a otro mediante un Distribution System (DS) inalámbrico y emplea el mismo canal y SSID. Así, el segundo AP extiende el alcance del primero y permite la conexión de equipos muy alejados de este. Disminuye la eficiencia del medio ya que debe reenviar la trama varias veces por el mismo canal.
  - Modo bridge: Conecta dos redes cableadas por un segmento inalámbrico. Un bridge actúa en modo root, mientras que los demás actúan como estaciones.
  - Modos híbridos: Combinación de modos anteriores.

**Capa Física:** Provee servicios a la subcapa MAC

- Provee un sistema dependiente del medio (PMD) que define las características de la transmisión inalámbrica.
- Provee una función que adopta las capacidades del medio PMD para que las estaciones puedan comunicarse.

**Tecnologías de espectro ensanchado:** Difunde la señal a lo largo del ancho de banda disponible, en vez de dirigirlo a una portadora concreta

- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): Se le sobrepone a cada bit de señal una señal de chip (+1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1). Luego se modula esta señal mediante una portadora de RF. El receptor debe hacer el proceso inverso. Tiene un rango de 2,4GHz a 2,4835GHz, por lo tanto, tiene un ancho de banda de 835GHz. Para que no haya interferencia debe haber una separación 30MHz.
- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS): Transmite en distintas frecuencias cambiando entre ellas cada 400ms (dwell time) de forma semialeatoria siguiendo una tabla, el receptor debe tener acceso a la misma tabla para poder recibir la información. Mantiene el canal lógico a pesar de cambiar de canal físico. Disminuye interferencias.

**Tecnología de Infrarrojos:** Transmite información a través de luz no visible (longitud de onda entre 850nm – 950nm). No pasa a través de objetos opacos.

- Sistema de corta apertura: Utiliza un haz de luz dirigido directamente hacia el receptor.
- Sistema de gran apertura: Luz difusa que irradia en todas direcciones.

**Distributed Coordination Function (DCF):** Funciona con técnicas de acceso aleatorio.

- Utiliza Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA) con Request To send (RTS) y Clear To Send (CTS) (MACA).
- Utiliza acuse de recibo (ACK). Provoca retransmisiones si no se recibe.
- Utiliza un campo de Duración/ID que contiene el tiempo de reserva de transmisión y el ACK.
- Implementa fragmentación de datos.
- Concede prioridades mediante el Inter Frame Space (IFS)
- Los broadcasts y multicast no requieren ACK

**CSMA/CA con RTS y CTS (MACA):** Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance

- Secuencia de eventos
  - Antes de transmitir se testea el medio.
  - Si no esta ocupado, se espera un Inter Frame Space (IFS).
  - Si el medio se ocupa, la estación debe esperar que se termine la transmisión.
  - Después de la transmisión, se ejecuta el algoritmo de backoff que determina una espera adicional.

- Si durante la ejecución de el algoritmo de backoff el medio está desocupado por al menos un IFG, el tiempo se reduce hasta que se termina, si el medio no permanece libre durante un lapso de tiempo igual a un IFG, el algoritmo de backoff se suspende hasta que se cumpla dicha condición.
- Problemas:
  - Nodos ocultos: Nodos que ocupan el canal, pero no son visibles para otros nodos.
  - Nodos expuestos: Nodos que parece que interferirán en la transmisión, pero en realidad están transfiriendo a un destino distinto.
- Soluciones: señales de Request To Send (RTS) y de Clear To Send (CTS):
  - Request To Send (RTS): Indica la longitud de datos que se quiere enviar, luego se debe esperar el CTS.
  - Clear To Send (CTS): Repite la longitud de para que todas las estaciones esperen el tiempo adecuado, da permiso a que se envíe la trama solicitada.
  - Acuse de recibo (ACK): Confirma la recepción del paquete.

Prioridades mediante las IFS: Permite espaciar las tramas. Es independiente de la tasa de bit de las estaciones.

- Short IFS (SIFS): Se utiliza para transmitir sin tramas ACK, CTS o MPDU de rotura de fragmentos. En IEEE 802.11a e IEEE802.11n a 5GHz el dura 16ms, con un Slot Time de 9 micro segundos. En IEEE 802.11g e IEEE802.11n a 2.4GHz dura 20ms, con un Slot Time de 10ms.
- PIFS: Únicamente se usa en modalidad Point Coordination Function (PCF), su duración esta determinada por el Slot Time más la duración del SIFS.
- DIFS: Usado por las estaciones en modalidad Distributed Coordination Function (DCF) para transmitir MAC Protocol Data Units (MPDU) o tramas de gestión. Su duración es la duración de la el slot time más la duración de las PIFS.

**Trama MAC en WLANs:** Contiene una cabecera con los campos de control, duración, direccionamiento y control de frecuencia, contiene el cuerpo de la trama de longitud variable que tiene información sobre el tipo de trama, contiene el FCS

3 tipos\*:

- Datos: Transmiten información.
- Control: Tramas sin contenido. Son ACK, RTS o CTS
- Gestión: Tramas relacionadas a la gestión de la red.

Campos de la trama:

- Duration/ID (2B): Indica por cuanto tiempo se ocupará el medio.
- Address 1, 2, 3, 4 (6B c/u): Direcciones MAC del emisor, receptor, AP de origen y AP de destino respectivamente.

- Sequence Control (2B): Contiene el numero de fragmento y de secuencia, se utiliza fragmentación cuando se quiere enviar una trama MAC Service Data Unit (MSDU) demasiado grande en varias partes.
  - Fragment Number (4b): Indica el número de fragmento.
  - Sequence Number (12b): Indica el numero de tramas que se han enviado.
- Frame Control (2B)
  - Protocol versión (2b): Versión del protocolo.
  - Type (2b) \*:
    - 00-Management(gestión)
    - 01-Control
    - 10-Datos
    - 11-Reservado
  - Subtype
    - Gestión:
      - Solicitud de asociación (C): indica que la trama transporta el SSID de la red y las velocidades admitidas. La envía un cliente inalámbrico para que el AP asigne recursos y se sincronice.
      - Respuesta de asociación (AP): Respuesta de aceptación o rechazo a una solicitud de asociación. Si la respuesta es de aceptación, la trama contiene el ID de asociación y las velocidades admitidas.
      - Solicitud de reasociación (C): Enviada por un cliente que sale del alcance de un AP y entra en el rango de otro con señal mas fuerte. El nuevo AP reenvía la información en el búfer del AP anterior.
      - Respuesta de reasociación (AP): El AP envía una aceptación o rechazo al cliente. La trama contiene velocidades admitidas e ID de asociación.
      - Solicitud de sondeo (C): La envía un cliente que solicita información acerca de otro cliente.
      - Respuesta de sondeo (AP): La trama contiene información de capacidad.
      - Señal (AP): Es enviada periódicamente por un AP para anunciar su presencia y proporcionar su información.
      - Desasociacion (C): Enviada por un cliente que desea finalizar su conexión.
      - Autenticación (C): La trama contiene la identidad de un cliente.
      - Desautenticacion (C): La envía un cliente inalámbrico que desea finalizar la conexión con otro cliente inalámbrico.
    - Control
      - Solicitud de envío (RTS) (C): Se envían por el protocolo de Collision Avoidance (CA). Es el primer paso antes de enviar datos. Incluye el largo de la trama que se va a enviar.



- Listo para enviar (CTS) (AP): Autoriza al cliente a enviar datos. Incluye un tiempo que los otros clientes deben esperar.
- Acuso de Recibo (ACK) (AP): Confirma que la trama se recibió correctamente. Si el cliente no lo recibe en un tiempo determinado, debe reenviar la trama.
- To DS (1): Vale 1 para tramas destinadas al DS, si no, vale 0.
- From DS (1): Vale 1 para tramas provenientes del DS, si no, vale 0.
- More Fragments (1): Indica si se usa fragmentación.
- Retry (1): indica si la trama es una retransmisión.
- Power Management (1): Indica si la estación esta en modo de economía de potencia.
- More Data (1): Indica si hay tramas pendientes en un AP.
- WEP (1): Indica si se usa el mecanismo de autenticación y encriptado.
- Order (1): Indica si se utiliza el sistema de ordenamiento estricto.