

# CÁTEDRA - REDES LAN

---



# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS

---

# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS DEL CURSO

---



- Profesor: Ing. Gabriel Quintieri email [gquintie@gmail.com](mailto:gquintie@gmail.com), móvil: 11 4148 6542
- Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Gustavo Fodino, email. [gfodino2003@yahoo.com.ar](mailto:gfodino2003@yahoo.com.ar), móvil 15 6893 4348
- Lugar y horarios del curso: Los días martes a partir de las 18:45 en este link de zoom
- REDES LAN 2025  
Martes, 19:00 – 22:30  
Información para unirse a Zoom  
Enlace a la videollamada:  
<https://utn.zoom.us/j/85136799943#success>  
Clave de Matriculación Aula Virtual: redeslan

# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS DEL CURSO

---



- Objetivos de la materia

Esta materia tiene por objetivo introducir al alumno en la clasificación y diseño de Redes LAN, interfaces, tipos de servicios y protocolos, modelos de referencia OSI y TCP/IP ejemplos de redes, servicios y estandarización.

- Metodología de trabajo

Las actividades teóricas y prácticas se desarrollan en forma interactiva alumnos y docentes abordando conceptos teóricos con clases expositivas y compartiendo experiencias de casos de implementación de redes reales

También se agregan experiencias de laboratorio sobre las temáticas tratadas, utilizando simuladores y tracers para el diseño de redes LAN

# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS DEL CURSO

---



- Material de consulta y bibliografía:

1) *Material de la Cátedra*

2) *Redes globales de información con Internet y TCP/IP*

Autor: Comer Douglas E.

3) *Redes de computadoras*

Autor: Tanenbaum Andrew S.

4) *TCP/IP Illustrated, Volume 1 – en Inglés.*

Autor: W. Richard Stevens

5) *Local & Metropolitan area networks*

Autor: Richard Stevens

6) *LAN Wiring*

Autor: Trulove James

7) *Redes de computadoras Internet e Interredes*

Autor: Comer Douglas E.

# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS DEL CURSO

---



## Programa

### **La Capa Física**

Aspectos teóricos básicos: ancho de banda, señalización de canal, tiempo de bit, errores.  
Medios de Transmisión: físicos, no físicos.

### **La Capa de Enlace**

Aspectos de diseño, servicios, entramado, control de errores, control de flujo  
detección y corrección de errores.  
Protocolos con control de flujo y de errores.  
Ejemplos de protocolos de enlace: HDLC, capa de enlace en Internet (SLIP, PPP)

### **La Subcapa de Acceso al Medio**

El problema del acceso a un medio compartido.  
Protocolos de múltiple acceso ALOHA, protocolos CSMA/CD, protocolos sin colisión, protocolos con  
contención limitada, otros.  
Estándares del IEEE para redes de áreas locales, familia IEEE 802.X.  
Hubs. puentes (Bridges). Switching. redes de área local de alta velocidad. 10 Base T/2/5/F,  
100/1000/10000 Base T.  
ARP

# INTRODUCCIÓN A LA MATERIA Y OBJETIVOS DEL CURSO

---



## **La Capa de Red**

Aspectos de diseño, servicios, organización interna.

Redes de circuitos virtuales y de datagramas, algoritmos y protocolos de enrutamiento.

Algoritmos de control de la congestión.

Interconexión de redes, túneles, fragmentación, firewalls.

El protocolo IP, datagrama IP, direcciones (A, B, C, D, E, CIDR), subredes, protocolos de control, ruteo. ICMP.

## **La Capa de Transporte**

Servicios, calidad de servicio, primitivas del servicio de transporte.

Elementos de los protocolos de transporte.

Establecimiento y liberación de las conexiones.

Control de flujo y "buffereado", multiplexado, recuperación de caídas.

Protocolos de transporte: TCP y UDP, administración de conexiones TCP, política de transmisión de TCP, control de congestión en TCP, administración de temporizadores (timers) en TCP, UDP.

## **La Capa de Aplicación**

Seguridad de las redes: conceptos básicos de, criptografía tradicional, algoritmos de clave secreta, algoritmos de clave pública, protocolos de autenticación, firmas digitales.

El sistema de nombres de dominio (DNS).

Protocolo simple de administración de redes (SNMP).

Ejemplos de aplicaciones: correo electrónico, WWW, FTP.



# CLASIFICACIÓN DE LAS REDES Y SUS ESTÁNDARES

---





## **Tipos de redes por ámbito de aplicación**

- Corporativas
- Redes industriales
- Redes públicas

## **Tipos de redes por cobertura**

- PAN (Personal Area Network)
- LAN (Local Area Network)
- WAN (Wide Area Network)
- MAN (Metropolitan Area Network)

## **Tipo de redes por funcionalidad**

- Red interna
- Red de acceso
- Red de transporte, backbone
- Red de conmutación



## **Tipo de redes por medio físico**

Cableadas

Par de Cu, Coax, Opticas, Híbridas

Wireless Fija y Móvil

Satelitales

## **Tipo de redes por topología**

Bus (Ethernet)

Anillo (Ring) (Token Ring)

Malla (Mesh)

Estrella

Punto a Punto

Punto-Multipunto

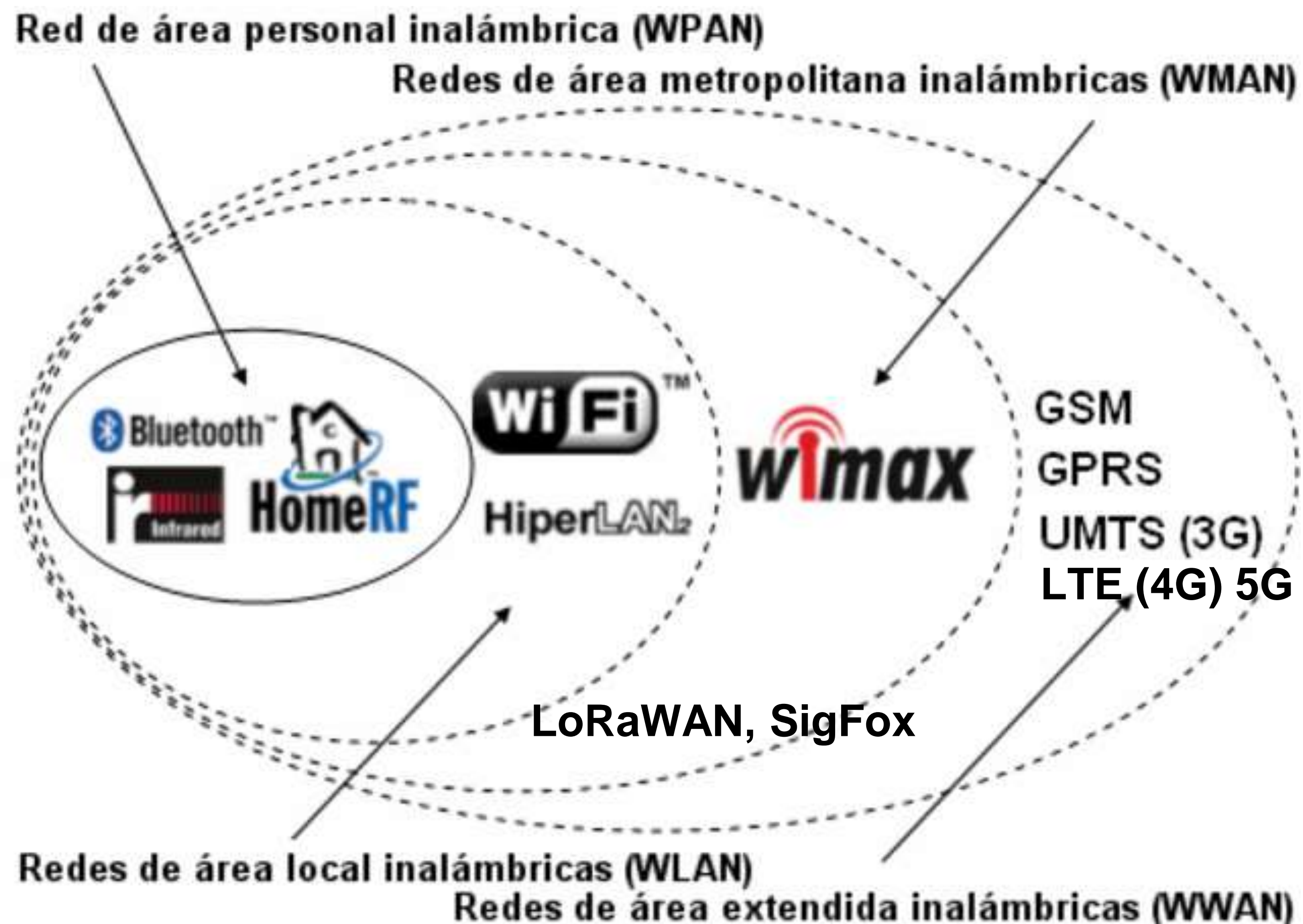
## **Tipo de redes por protocolo o tecnología**

Ethernet, Token Ring, BT, 4/20, Hart, WiFi, 802.#,

LTE, 5G, IP, ATM, MPLS, PDH,

SDH, DWDM, SDWAN, NGN, Frame Relay, .....etc

# EJEMPLO REDES WIRELESS





## Definición de Red LAN según el IEEE (Institute of Electric & Electronic Engineers)

“Es un sistema de comunicaciones que permite que un número ilimitado de equipos (1) se conecten en forma directa (2) entre si dentro de un área moderada (3) y sobre un canal de comunicaciones que permite velocidades moderadas”.

- (1) Un número ilimitado de equipos no puede ser físicamente posible, si uno habla otros no pueden hablar, sino hay **colisiones**.

No puede haber un número ilimitado de equipos, es un **número limitado que depende del tráfico de la red**.

- (2) Hay una conexión directa, **es al mismo nivel**, es plano, por eso se le dice **Peer to Peer**.

- (3) Por ej: dentro una planta o edificio, 2,5 Km como máximo, sino se pierde el concepto de LAN.



# REDES ETHERNET

Cuando se quiso implementar por primera vez este tipo de redes en los comienzos de los 70's, tres importantes fabricantes, Xerox, Intel y Digital, crearon la **Red Ethernet** (que traducido sería "Red en el Éter").

La Red tipo Ethernet es un **bus**, al que **tienen acceso todos** los dispositivos de red que están conectados, o sea comparten el medio.

Los dispositivos tienen acceso aleatorio para comunicarse y esta red tiene buen rendimiento cuando hay poco tráfico.

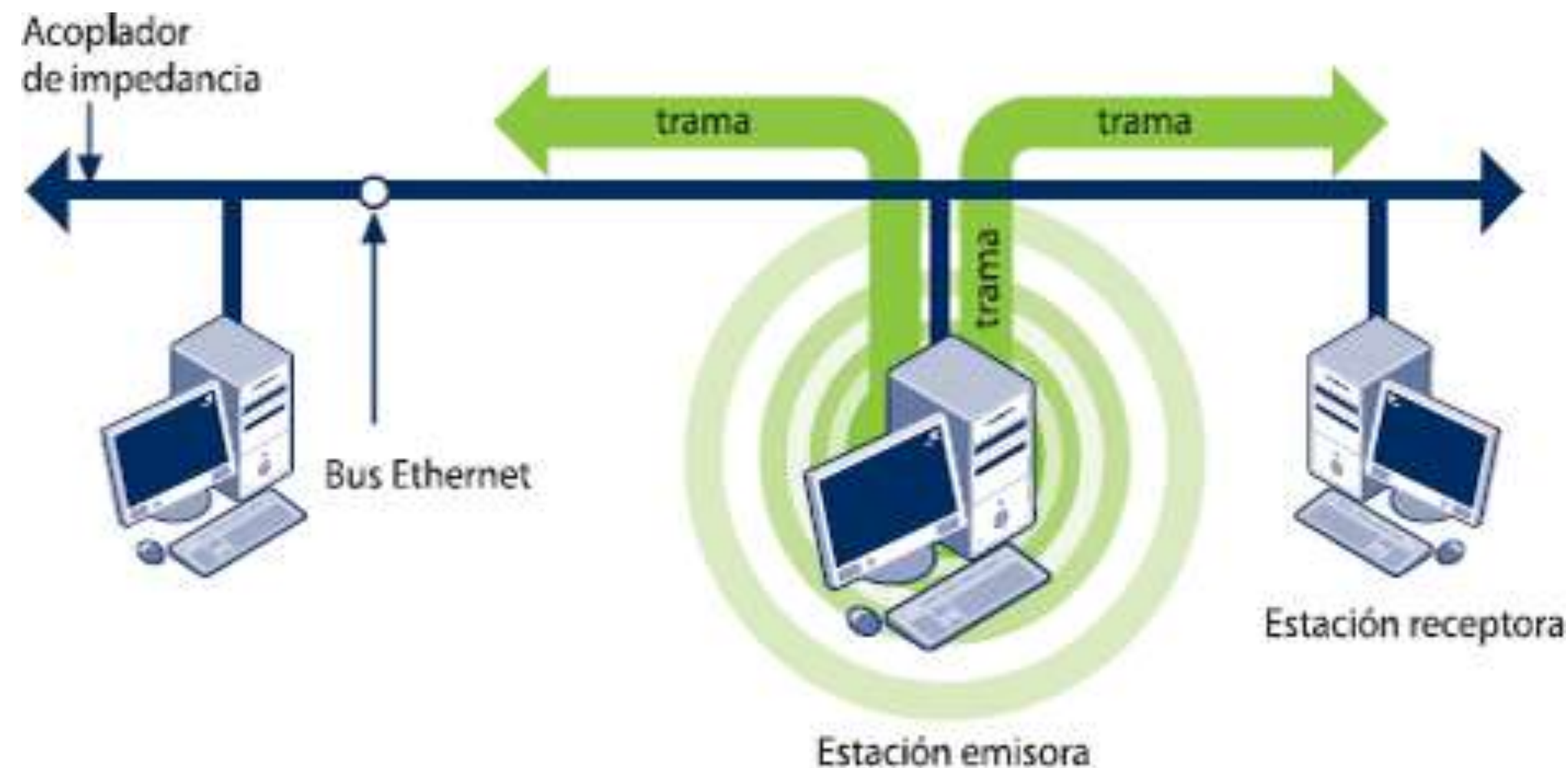


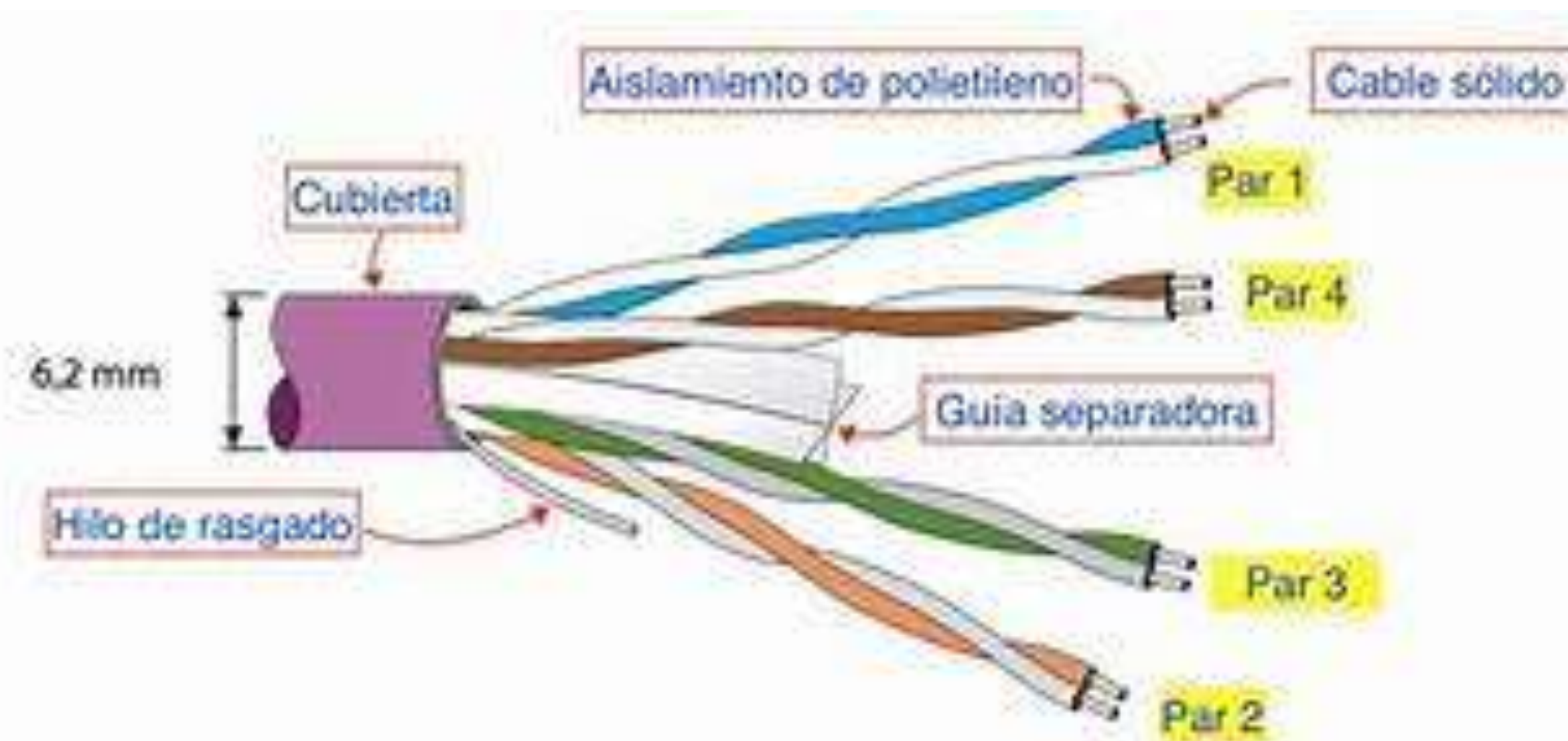
Figura 3.21. Topología en bus para la red Ethernet.

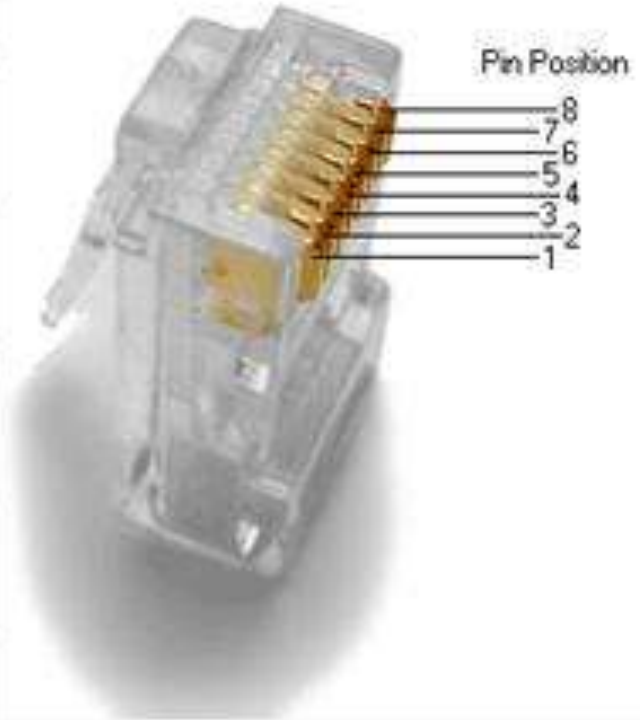
Si dos o mas equipos quieren mandar datos al mismo tiempo, ocurren colisiones. Para evitar esto el equipo escucha si en el bus está lo que transmitió.



# REDES ETHERNET

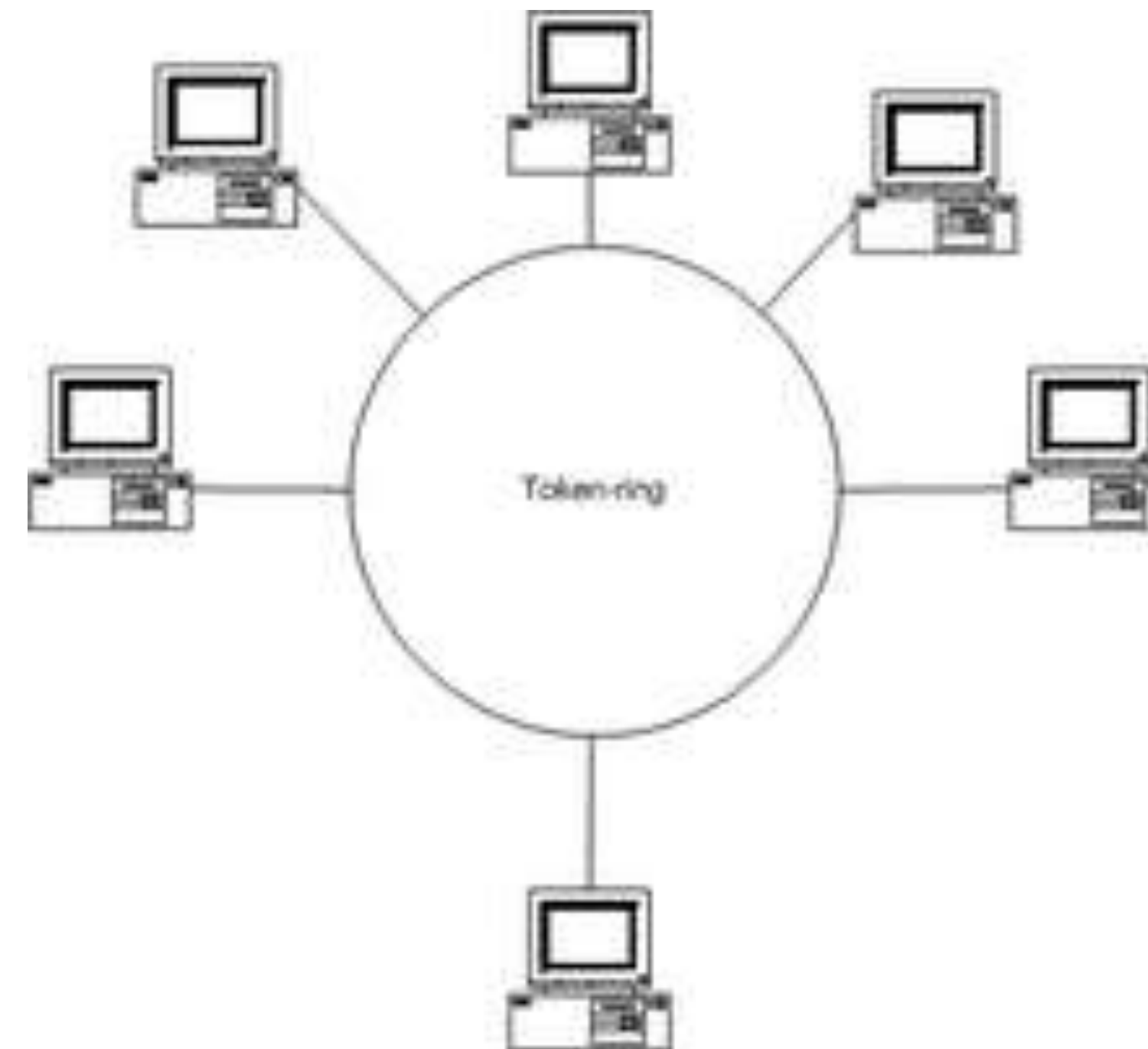
Las primeras redes Ethernet se armaban con cable coaxil thin y thick (RG58 A/U), y luego se uso el cable UTP, Unshielded Twisted Pair, que es de 4 pares (ver también STP y FTP), conectorizado con RJ-48



	Función	568A	568B	Posición de los pines	Gigabit Ethernet (variante A)	Gigabit Ethernet (variante B)
TX+	Transceive data +	Blanco - Verde	Blanco - Naranja		Blanco - Naranja	Blanco - Verde
TX-	Transceive data -	Verde	Naranja		Naranja	Verde
RX+	Receive data +	Blanco - Naranja	Blanco - Verde		Blanco - Verde	Blanco - Naranja
BDD+	Bi-directional data +	Azul	Azul		Azul	Blanco - Marrón
BDD-	Bi-directional data -	Blanco - Azul	Blanco - Azul		Blanco - Azul	Marrón
RX-	Receive data -	Naranja	Verde		Verde	Naranja
BDD+	Bi-directional data +	Blanco - Marrón	Blanco - Marrón		Blanco - Marrón	Azul
BDD-	Bi-directional data -	Marrón	Marrón		Marrón	Blanco - Azul

# REDES TOKEN RING

Pasados los 75's IBM desarrolla una nuevo tipo de red con topología en anillo, en la que no se producen colisiones, ya que no transiten los equipos cuando quieren, sino que lo hacen en secuencia. Este tipo de red era muy costosa de implementar y por eso es que no tuvo éxito, si bien el IEEE la definió en el estándar IEEE 802.5.





Años más tarde, el IEEE creó el modelo 802.X.

Este divide al Nivel II en dos subniveles:

LLC (Logical Link Control)  
MAC (Medium Access Control).

Para la subcapa LLC se establece la especificación 802.2

Para la MAC hay tres posibilidades las 802.3, 802.4 y 802.5.

La 802.3, que es una implementación muy parecida a Ethernet o ALOHA a nivel protocolo, se llama CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) o Sensado de Portadora, Acceso Múltiple / Detección de Colisiones) y funciona en una topología de BUS, es decir, con todos los equipos compartiendo el mismo medio físico.





La 802.5 estuvo pensada para una topología de red en anillo, e inspirada en una implementación que IBM hiciera con anterioridad (Token Ring). Aquí no existen problemas de colisiones, pero sí se debe mantener la continuidad en el anillo.

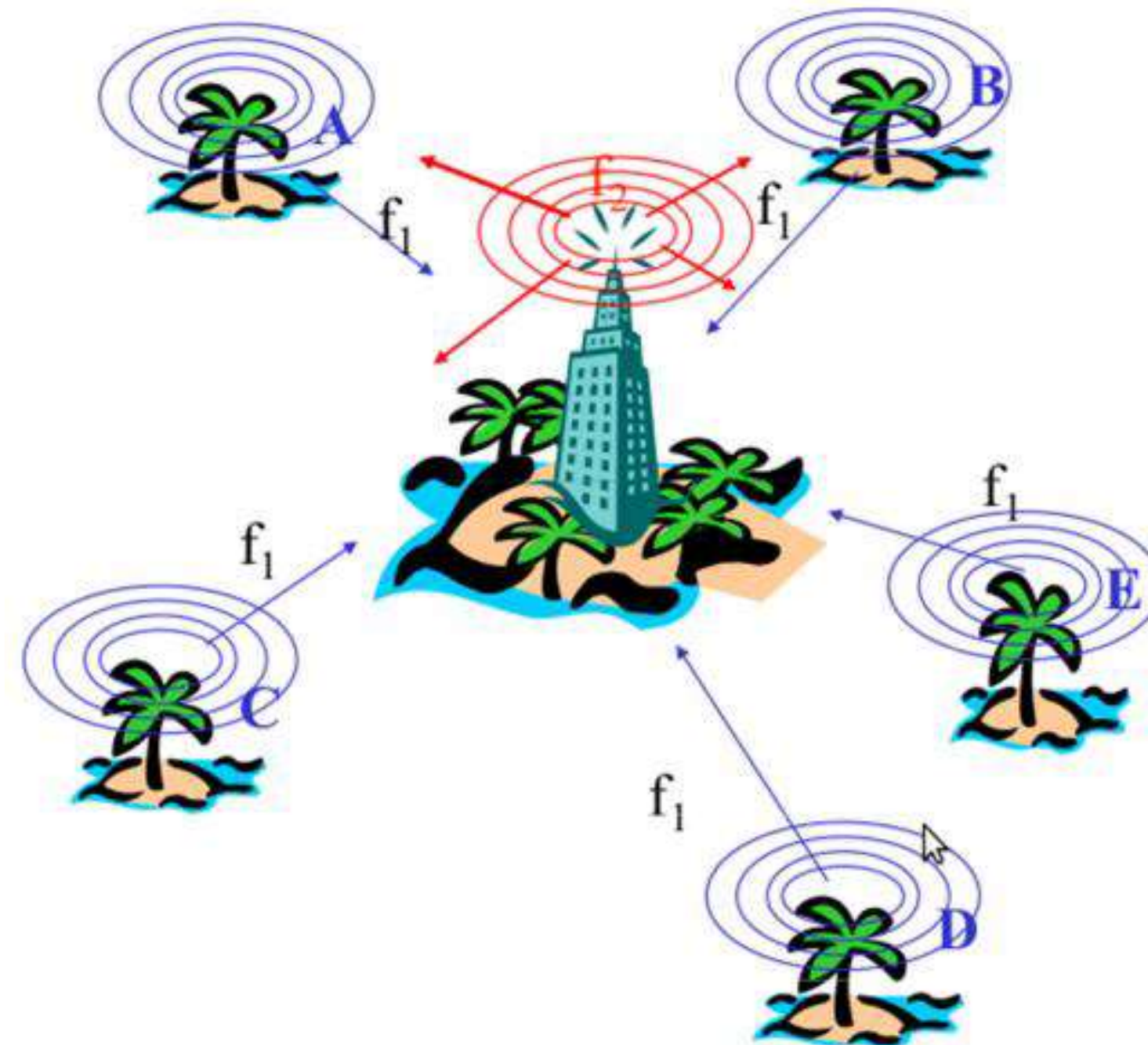
Finalmente, la 802.4 o Token Bus es un caso intermedio entre las otras dos; tiene un BUS físico, pero “lógicamente” la comunicación es como si se tratara de un anillo.

# REDES DE ACCESO MULTIPLE - ALOHA

Las Redes LAN se remontan a los años 65's y en la Universidad de Hawai resolvieron el problema de colisión que tenían mediante el protocolo ALOHA.

Hawai es un grupo de islas en la Polinesia y para comunicarse entre si, se ubicó una estación controladora y una repetidora en la cima de una montaña alta; y cada una de las estaciones le enviaba la información a transmitir a la controladora, y luego ésta la reenviaba (con otra frecuencia portadora) a la estación destinataria.

Lo peor que podía suceder era que dos o más estaciones enviaran datos a la central en el mismo momento, lo cual producía una colisión; reintentándose la transmisión un tiempo después





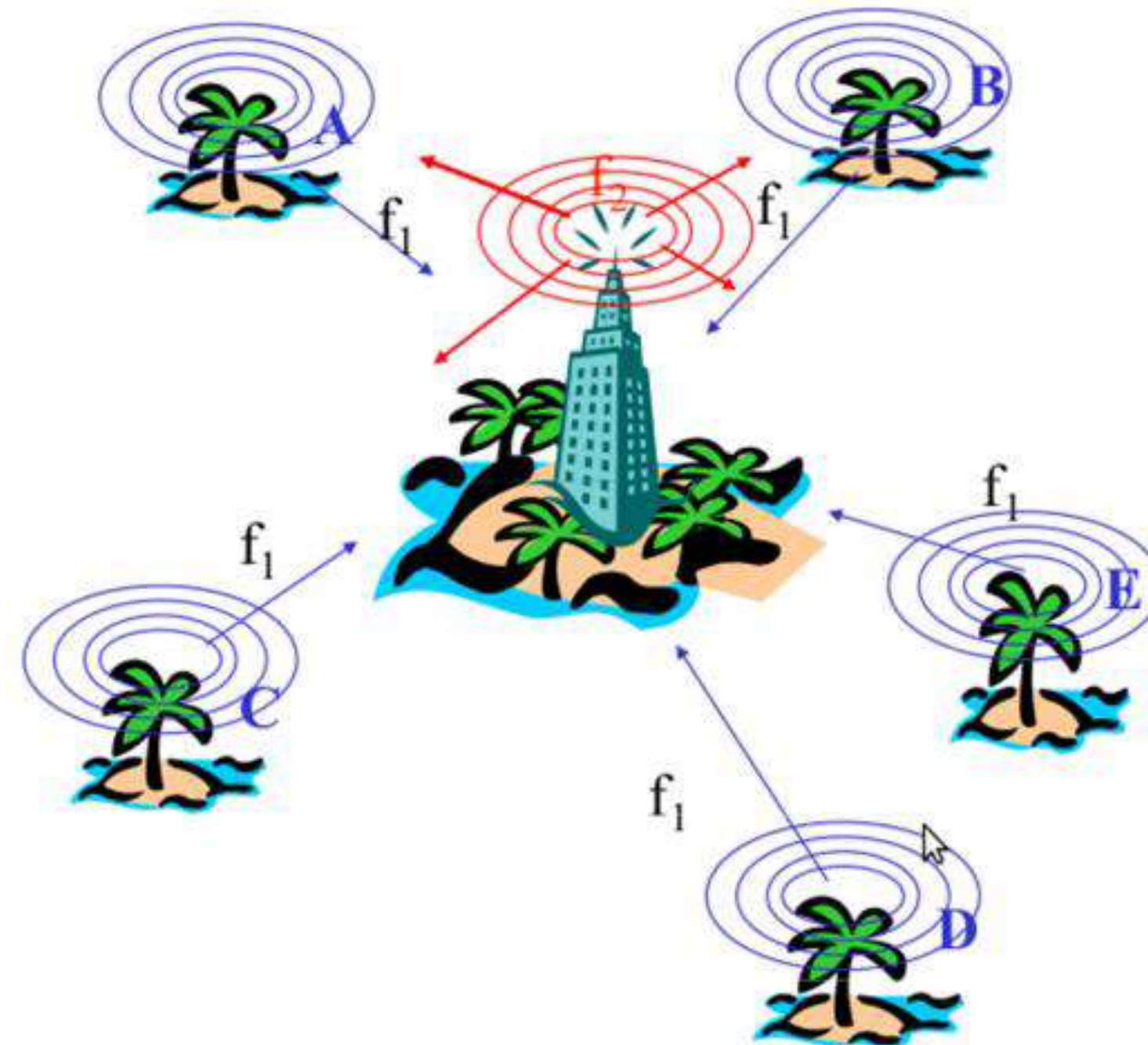
# REDES DE ACCESO MÚLTIPLE – ALOHA PURO

Las Redes LAN se remontan a los años 65's y en la Universidad de Hawai resolvieron el problema de colisión que tenían mediante el protocolo ALOHA.

Hawai es un grupo de islas en la Polinesia y para comunicarse entre sí, se ubicó una estación controladora y una repetidora en la cima de una montaña alta; y cada una de las estaciones le enviaba la información a transmitir a la controladora, y luego ésta la reenviaba (con otra frecuencia portadora) a la estación destinataria.

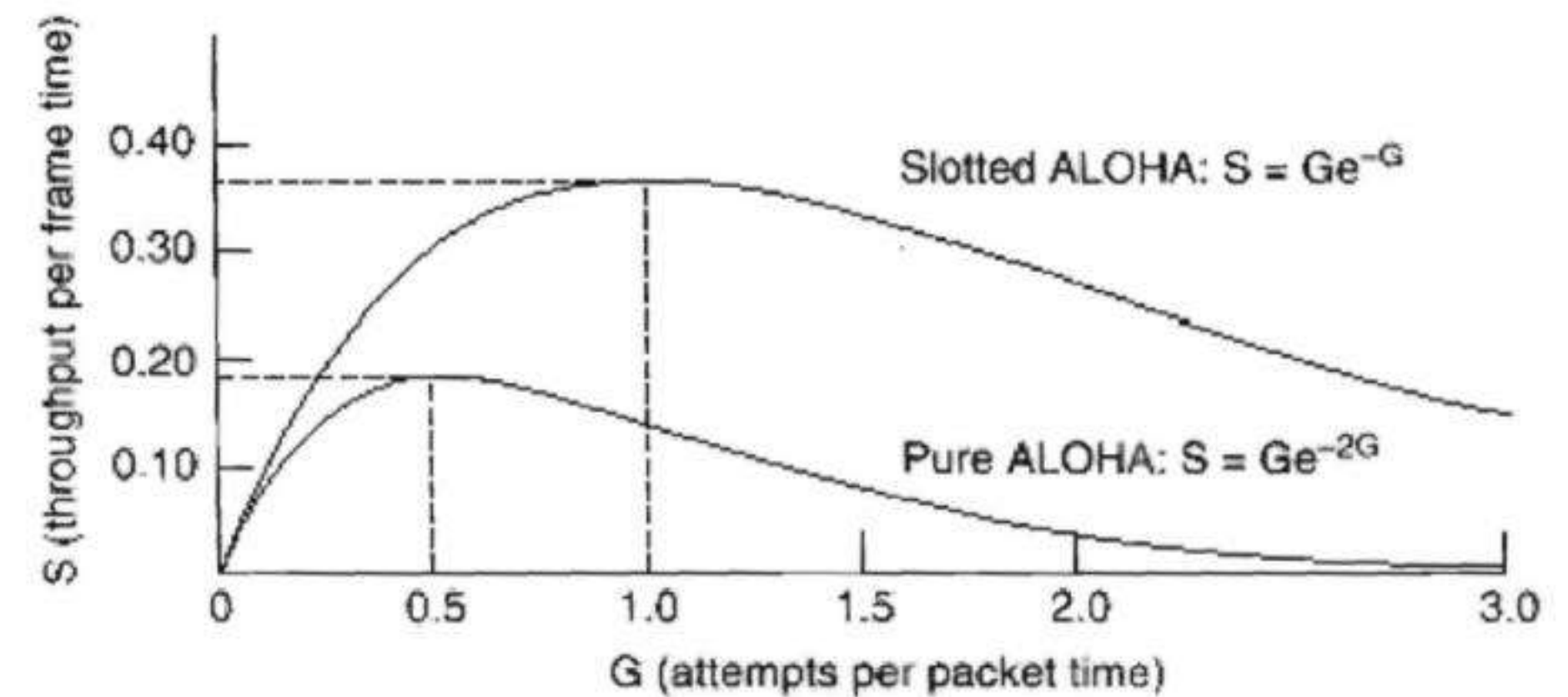
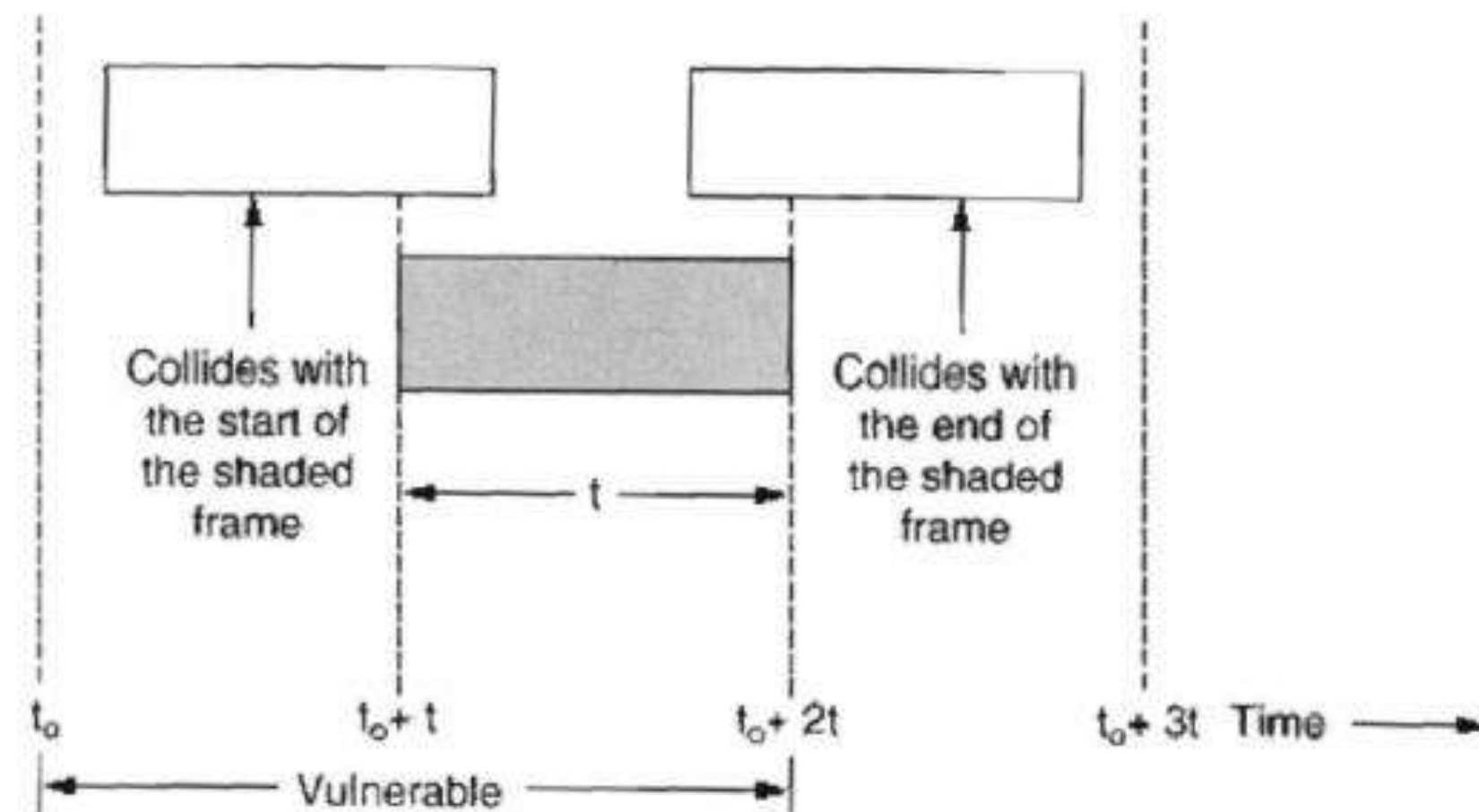
Lo peor que podía suceder era que dos o más estaciones enviaran datos a la central en el mismo momento, lo cual producía una colisión; reintentándose la transmisión un tiempo después

A esto se lo  
Conoce como  
ALOHA PURO



# REDES DE ACCESO MÚLTIPLE – ALOHA RANURADO

Cuando la cantidad de terminales creció se evidenciaron los problemas de eficiencia.



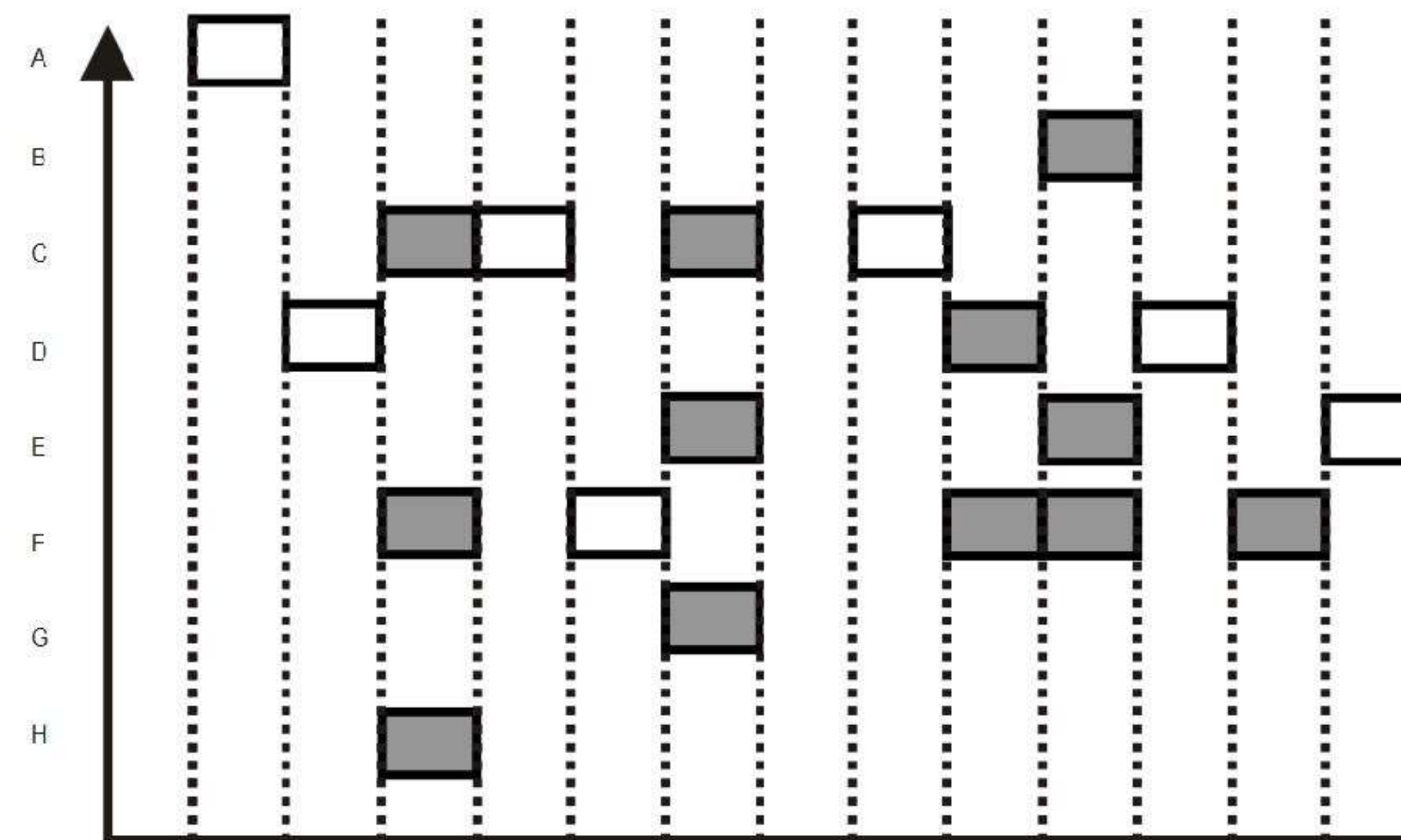
Entonces se parte el tiempo en el slot con una señal de radio que anuncia el comienzo de un slot, y con un pequeño tiempo para que llegue a todos. De esta forma si hay una colisión esta es plena y se pierde menos tiempo. Esto minimiza las colisiones con mas eficiencia sin resolverlas totalmente.

# REDES DE ACCESO MÚLTIPLE – ALOHA RANURADO



Solo puede transmitir un equipo si tiene algo para mandar, al inicio de cada ranura temporal-

La maquina retransmisora es la que se da cuenta de la colisión, ya que es la que recibe de todos los equipos. Al detectar colisión manda un bit especial.



Este sistema se sigue utilizando hoy en enlaces satelitales

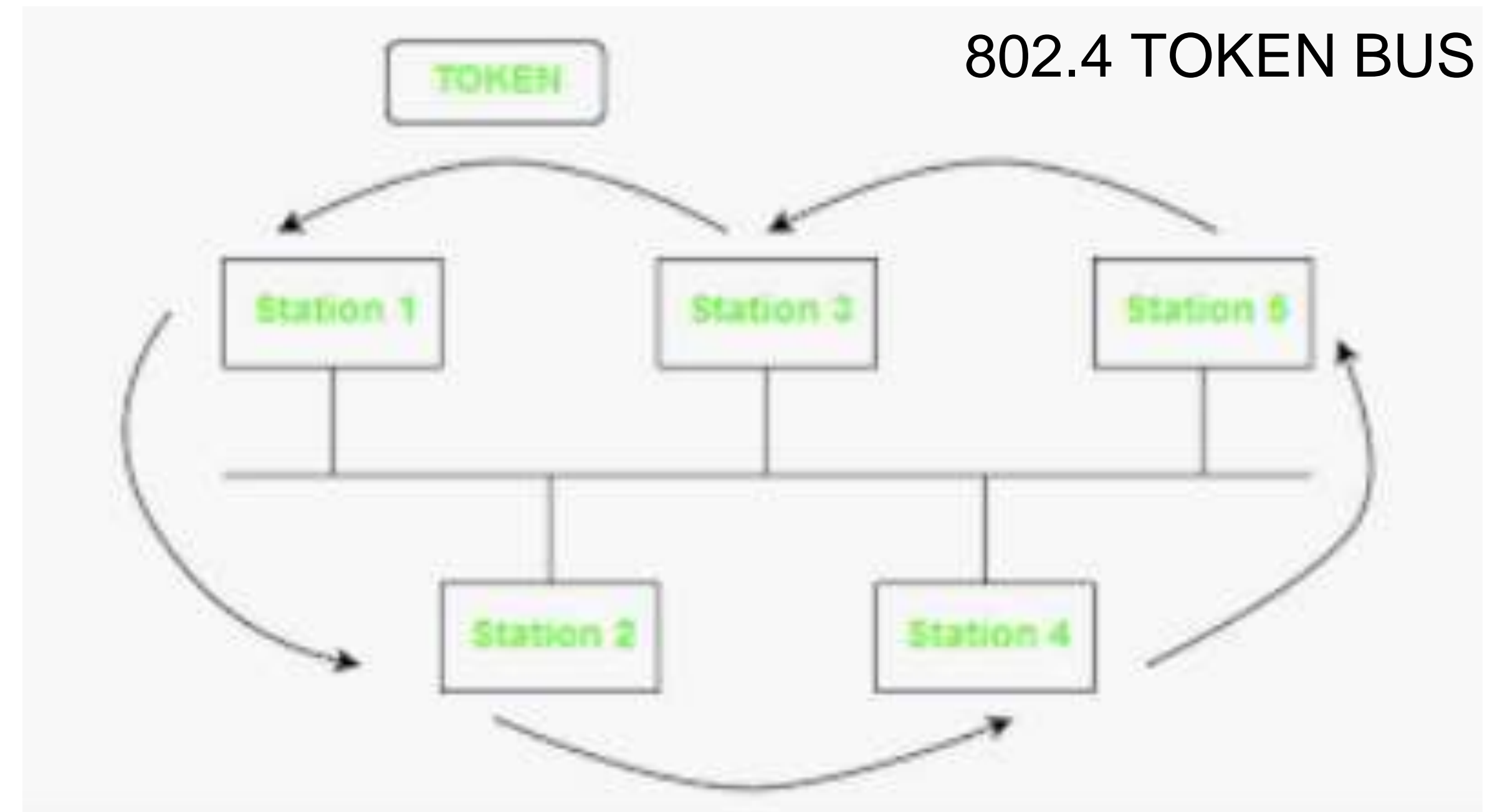
SCPC (Single Channel per Carrier) y VSAT (Very Small Aperture Terminal)



# Redes LAN: Diferentes Topologías



802.3 BUS CSMA/CD



802.4 TOKEN BUS



802.5 ANILLO



## Contienda: ALOHA

- Cada estación transmite cuando quiere
- Ante una colisión, ambas estaciones esperan un lapso aleatorio, y luego retransmiten sin importar uso del canal

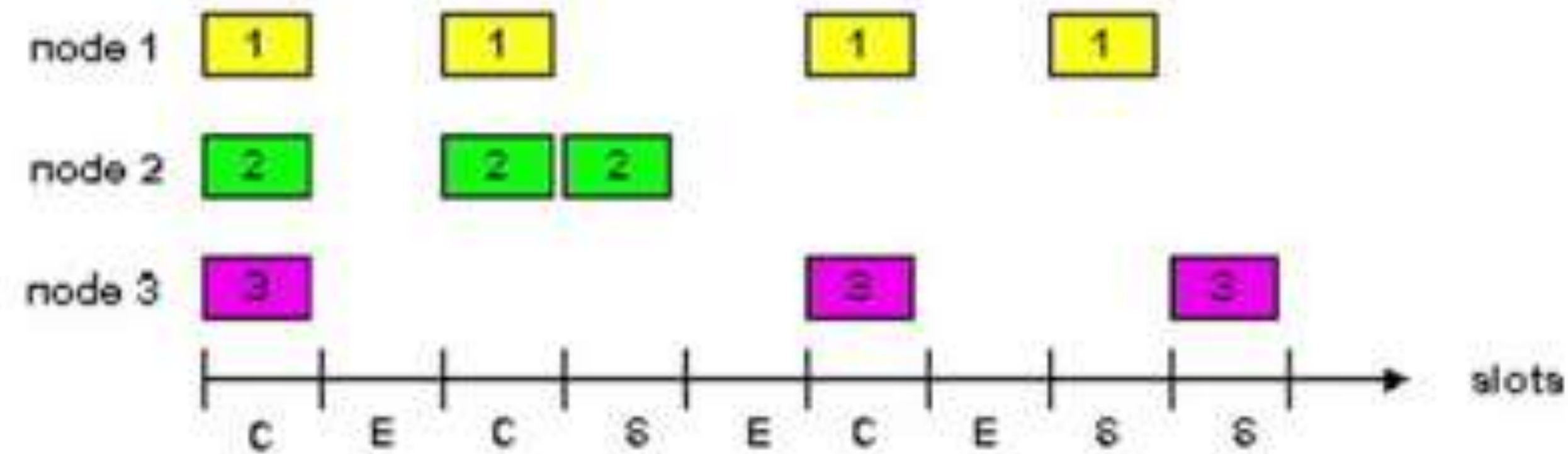


- Si es raro, las estaciones sólo pueden comenzar a transmitir al inicio de la trama





## ALOHA ranurado



### Ventajas

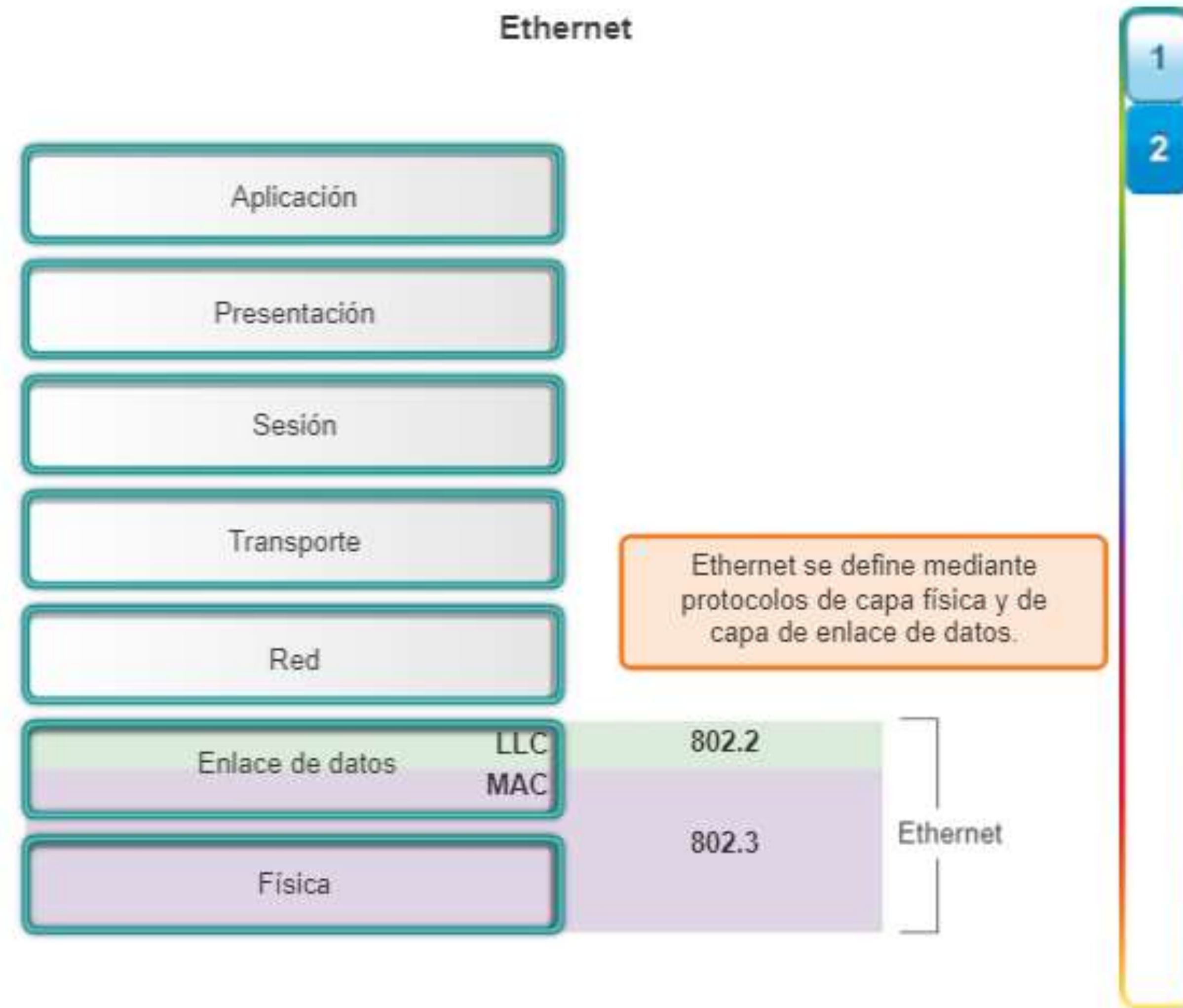
- ❑ Un único nodo activo puede transmitir continuamente a tasa máxima del canal
- ❑ Altamente descentralizado: pero cada nodo requiere sincronización en ranuras
- ❑ Simple

### Desventajas

- ❑ Colisiones, las ranuras se desperdician
- ❑ Ranuras no ocupadas
- ❑ Nodos podrían detectar la colisión en menor tiempo que el de transmitir un paquete
- ❑ Sincronización de relojes



# Redes LAN: Modelo OSI



# Redes LAN: Formato del Mensaje LLC

## LLC header [\[ edit \]](#)

Any 802.2 LLC PDU has the following format:

802.2 LLC Header			Information
DSAP address	SSAP address	Control	
8 bits	8 bits	8 or 16 bits	multiple of 8 bits

When [Subnetwork Access Protocol](#) (SNAP) extension is used, it is located at the start of the Information field:

802.2 LLC Header			SNAP extension		Upper layer data
DSAP	SSAP	Control	OUI	Protocol ID	
8 bits	8 bits	8 or 16 bits	24 bits	16 bits	multiple of 8 bits

The 802.2 header includes two eight-bit address fields, called **service access points** (SAP) or collectively LSAP in the OSI terminology:

- SSAP (Source SAP) is an 8-bit long field that represents the logical address of the network layer entity that has created the message.
- DSAP (Destination SAP) is an 8-bit long field that represents the logical addresses of the network layer entity intended to receive the message.

# EL LLC Y MAC, INTERWORKING

---

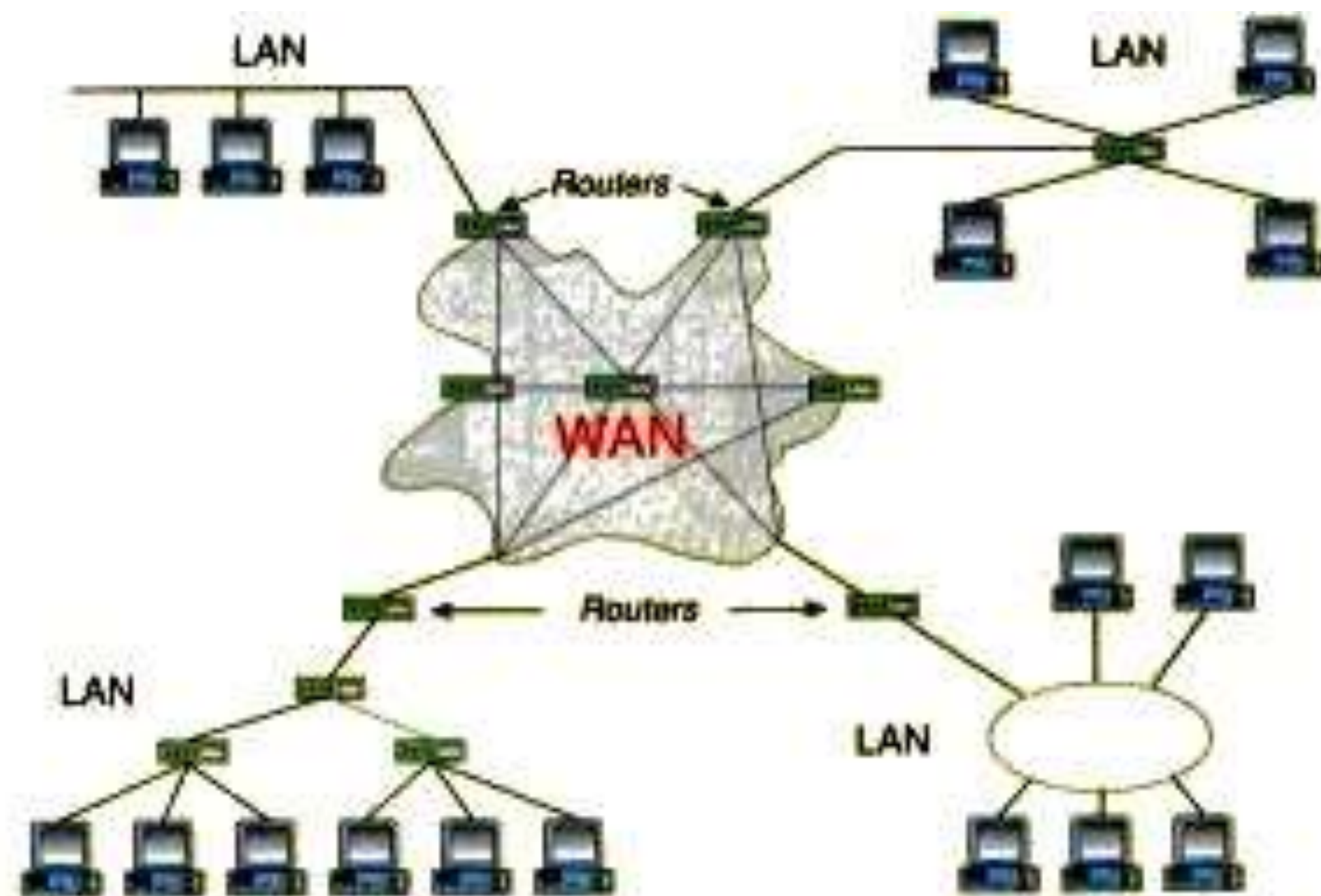
# REDES LAN Y REDES WAN

Las redes locales LAN, si las enmarcamos en el modelo OSI llegan hasta el Nivel 2.

¿Por qué no hay Nivel 3?

Porque no hay que enrutar nada, no hay encaminamiento hacia otra red.

TCP/IP va del Nivel 3 para arriba y encaja perfectamente con el modelo de LAN.



En el LAN o sea Nivel 2, todas las máquinas tienen la misma jerarquía, o sea el mismo derecho a transmitir que recibir

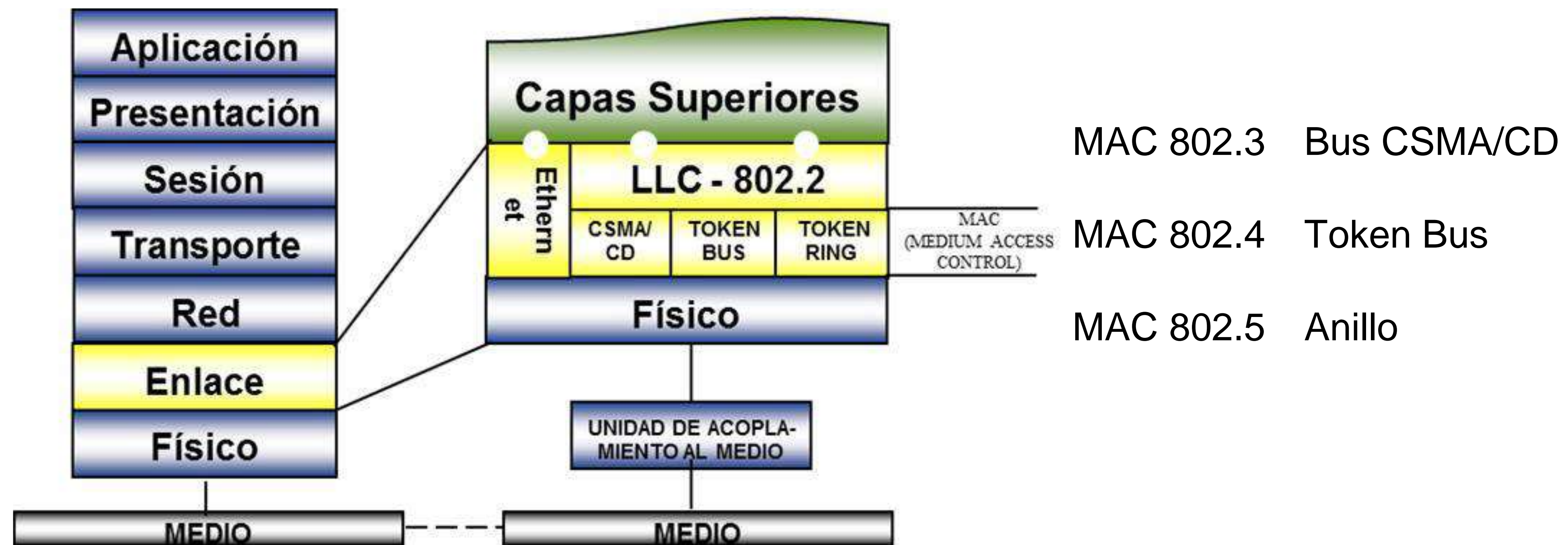
No confundir con el hecho que halla un “servidor” con las jerarquías en Nivel 2.



# EL MODELO OSI – MAC - LLC

En la 802.2 está definido el LLC y en resumen es lo que hace toda la red independientemente de la topología, o sea el control de flujo.

En la 802.3, .4 y .5 está definida la MAC que es lo que hace la red dependiendo de la topología *(la 802.3 no tiene nada que ver con una trama Ethernet®)*



# LLC – LOGICAL LINK CONTROL – 802.2

En la 802.2 está definido el LLC y en resumen es lo que hace toda la red independientemente de la topología, o sea:

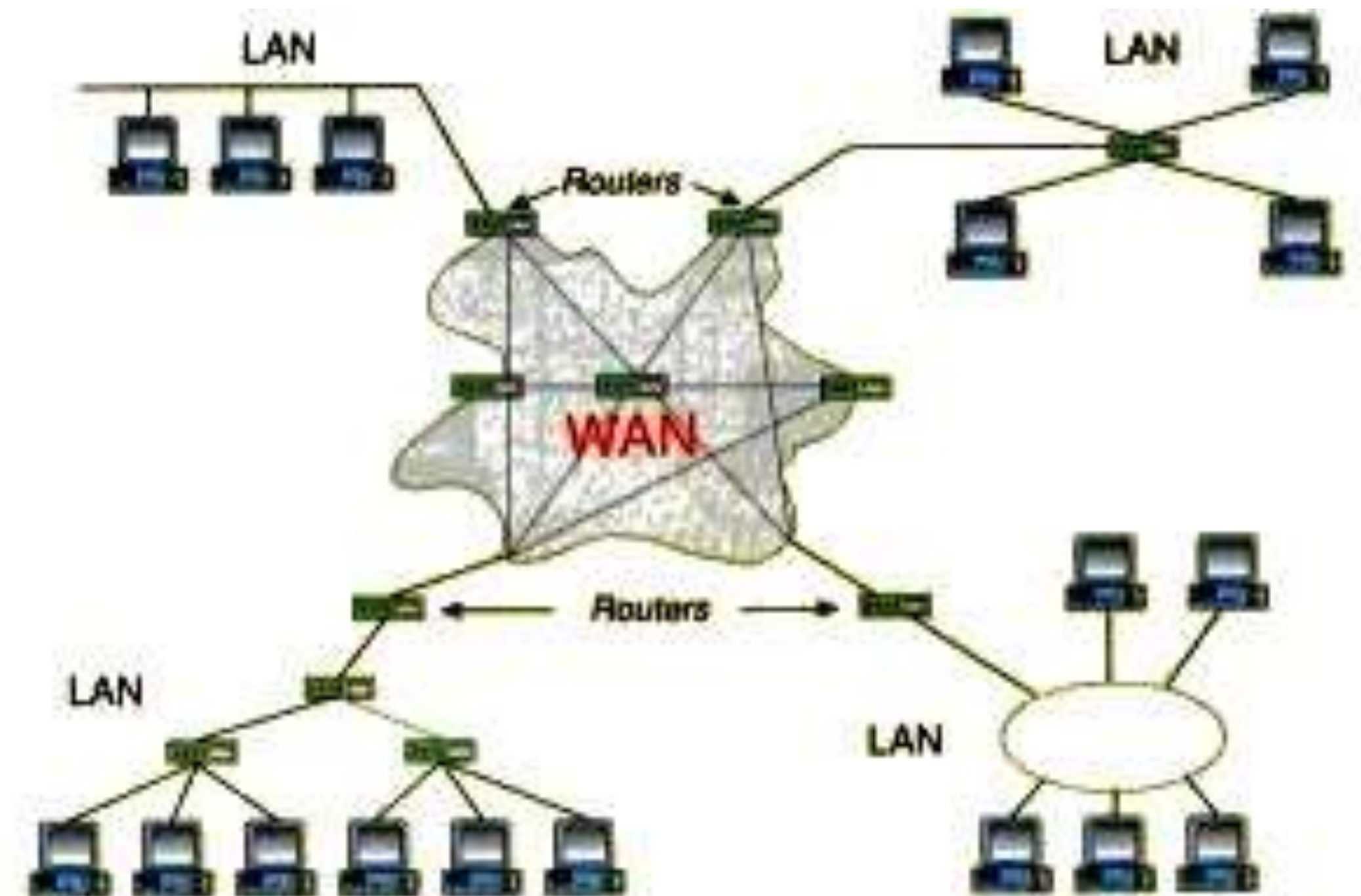
- Control de flujo
- Ventana
- Procedimiento de conexión y desconexión
- Administración de la conexión

Balanceado / Desbalanceado  
Sincrónico / Asincrónico

El tipo de LLC cambia según sea:

- Tipo 1 / Sin conexión y sin validación
- Tipo 2 / Orientado a la conexión
- Tipo 3 / Sin conexión y con validación

El LLC por default es el Tipo 2.

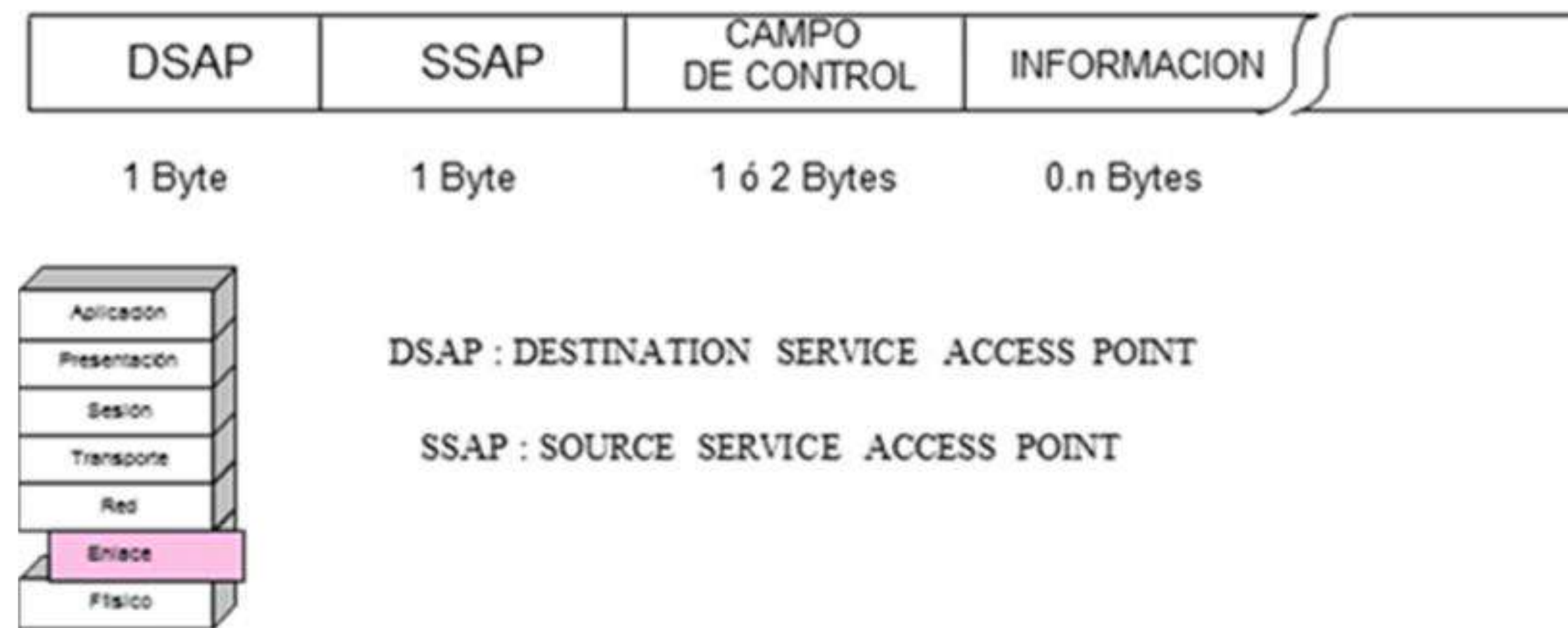


**(Nota)** – Para que dos Redes LAN se vean en una WAN del LLC para arriba sus capas deben ser iguales, todo soft y drivers



# LLC – FORMATO DEL MENSAJE - LOGICAL LINK CONTROL – 802.2

El LLC realiza todas las funciones del Nivel 2, independientes de la topología y el formato de la trama.



En el Campo Información, va el Nivel 3, si trabajo en TCP/IP va a ir el Datagrama IP

En el Campo de Control es exactamente igual al del Nivel 2 de X.25, LLC Tipo 2

DSAP y SSAP son los punteros de acceso al servicio. Si hay mas de un servicio de Nivel 3 existirán mas de un DSAP y SSAP, por ej Red Novell y TCP/IP, habrán 2 y 2



Para la subcapa LLC se establece la especificación 802.2

Para la MAC hay tres posibilidades las 802.3, 802.4 y 802.5.

La 802.3 se llama CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) o Sensado de Portadora, Acceso Múltiple / Detección de Colisiones) y funciona en una topología de BUS, es decir, con todos los equipos compartiendo el mismo medio físico.

La 802.5 estuvo pensada para una topología de red en anillo, e inspirada en una implementación que IBM hiciera con anterioridad (Token Ring). Aquí no existen problemas de colisiones, pero sí se debe mantener la continuidad en el anillo.

Finalmente, la 802.4 o Token Bus es un caso intermedio entre las otras dos; tiene un BUS físico, pero “lógicamente” la comunicación es como si se tratara de un anillo.



# MAC - CSMA/CD - 802.3



## CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

**CS:** Toma una muestra de lo que hay en el medio y compara con lo que está transmitiendo.

**MA:** Físicamente los mensajes llegan a todos los equipos y que además puede (o no) ser para todos los equipos (mensajes Broadcast, Multicast o Unicast)

**CD:** Las colisiones son inevitables y hay que saber detectarlas. Apenas se detecta una colisión, las máquinas dejan de enviar, avisan mediante algún bit (JAM) que lo que recibieron no sirve.

**Entonces:** Antes de transmitir checkea si el medio esta libre.

- 1) Si el medio esta libre, transmite.
- 2) Si ocurre una colisión, detecta y resuelve la conexión.

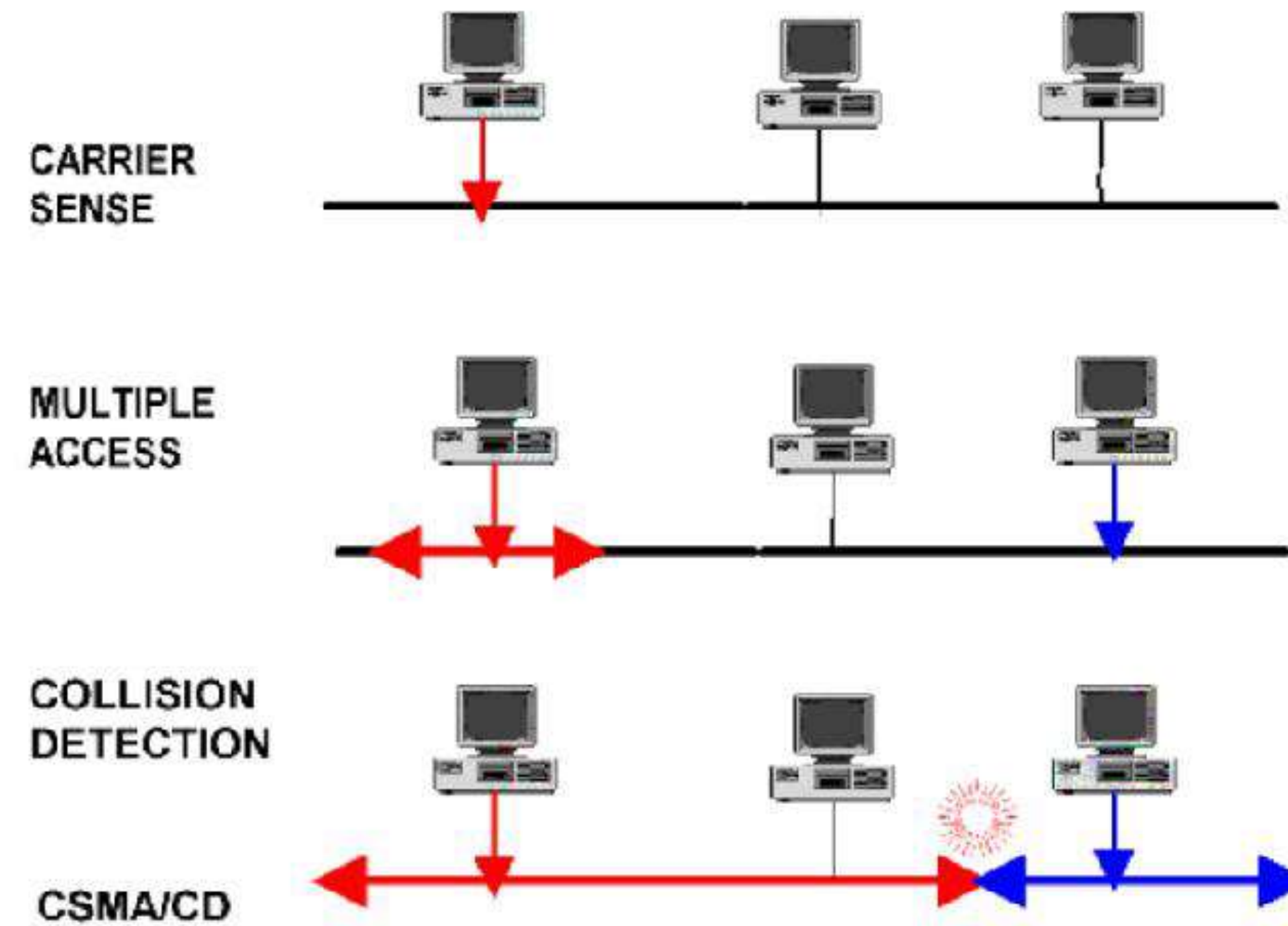
Si el medio está ocupado

- a) Persistente, espera que este libre
- b) No persistente, setea un timer y prueba más tarde.

Pone un JAM en la línea para garantizar que todos se enteren de la colisión.



## CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection





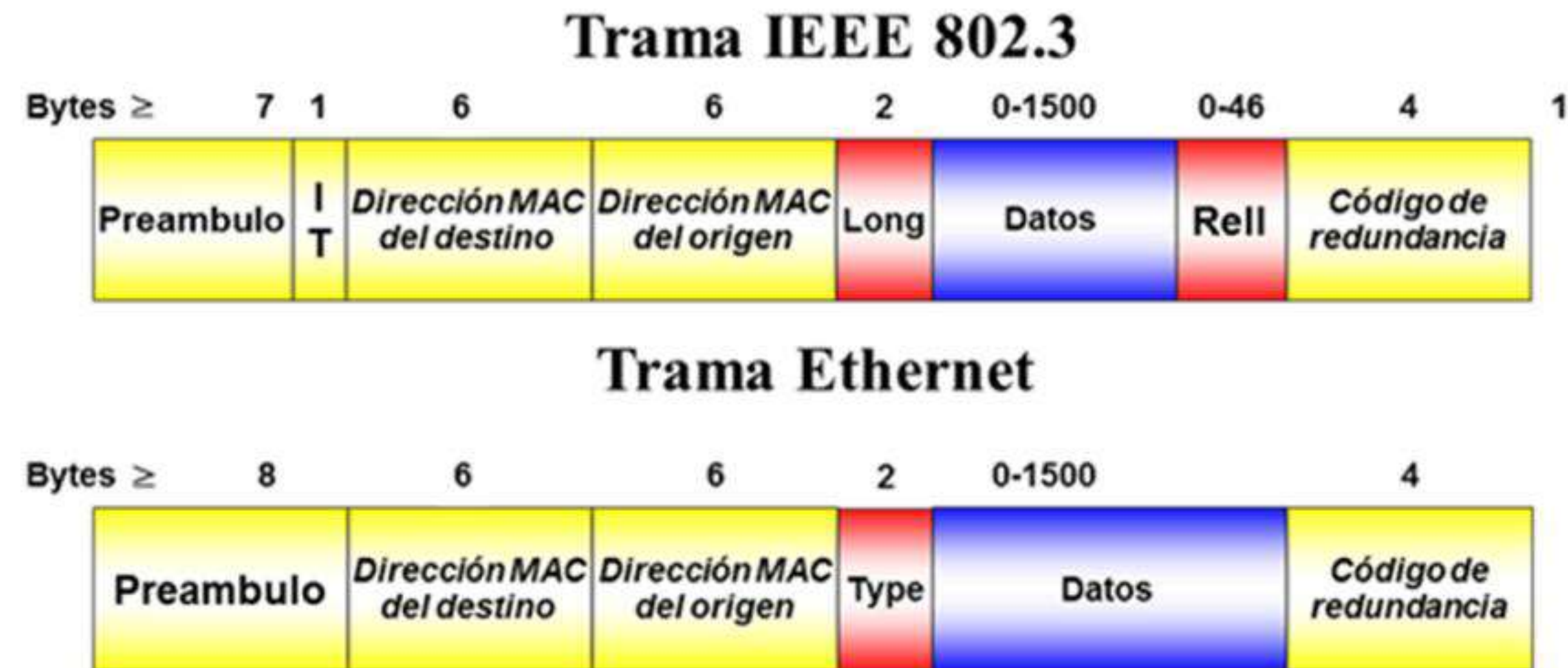
Como se que comienza la transmisión y además como sincronizo la recepción de los datos. La señal de 802.3 es señal en banda base.

- a) El periodo de tiempo de bit se subdivide en dos intervalos
- b) Un “1” se envía con “Tensión” en el primer intervalo y “Tensión Cero” en el segundo
- c) Un “0” se envía exactamente a la inversa del “1”, primero “Cero Tensión y después “Tensión”
- d) Este esquema asegura la sincronización del Rx y el Tx, ya que siempre hay una transición de tensión por bit. (flanco)

La desventaja es que se necesita en BW del doble que la transmisión directa de los bits.

# MAC – FORMATO DE TRAMA - 802.3 (SLIDE1)

Normalmente nos referimos a Ethernet cuando vemos una LAN (como Coca Cola y Pepsi), pero la 802.3 es diferente a Ethernet, pero son realmente muy parecidas.

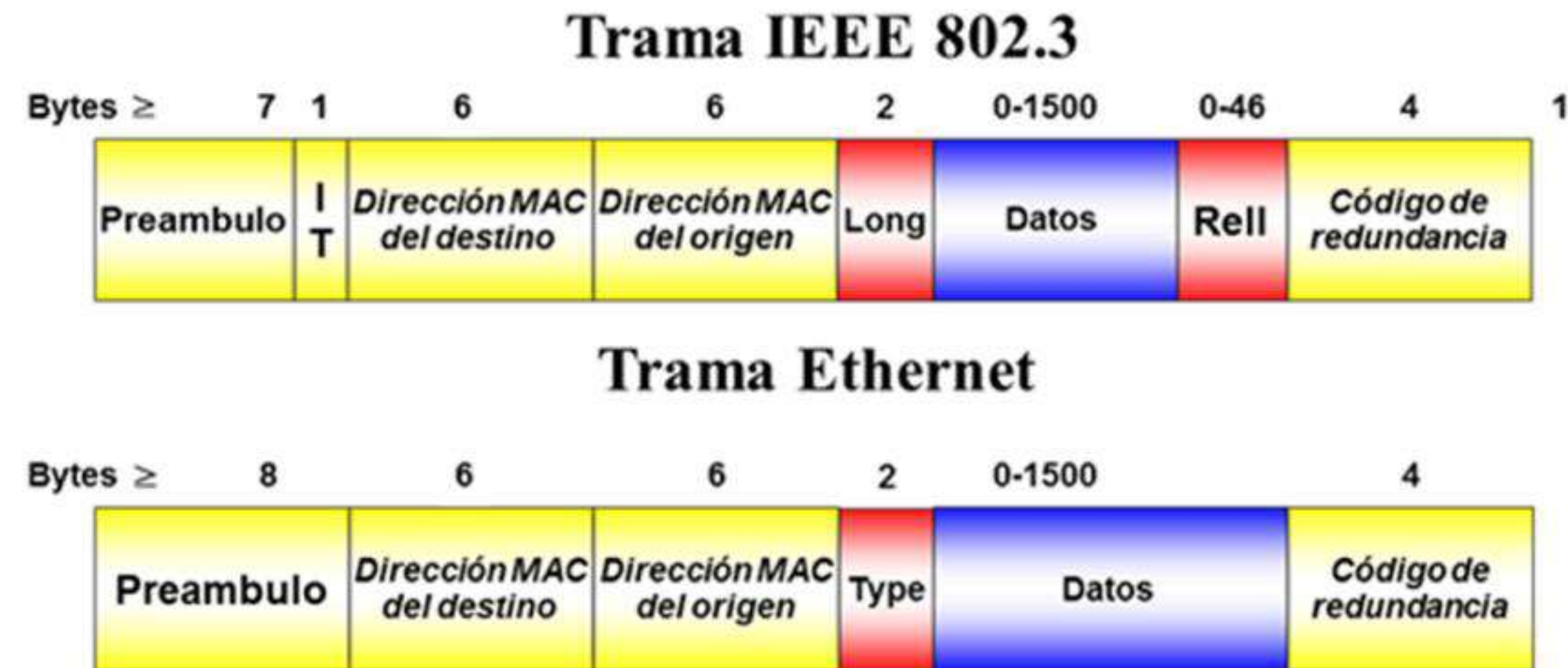


Preámbulo de 7 bytes con este patern 10101010. Esto genera una señal de 10MHz de frecuencia durante un tiempo de 5,6uS (Codificación Manchester). Esto permite realizar la sincronización del Rx.

Después viene un “Inicio de Trama” un byte 10101011



# MAC – FORMATO DE TRAMA - 802.3 (SLIDE2)

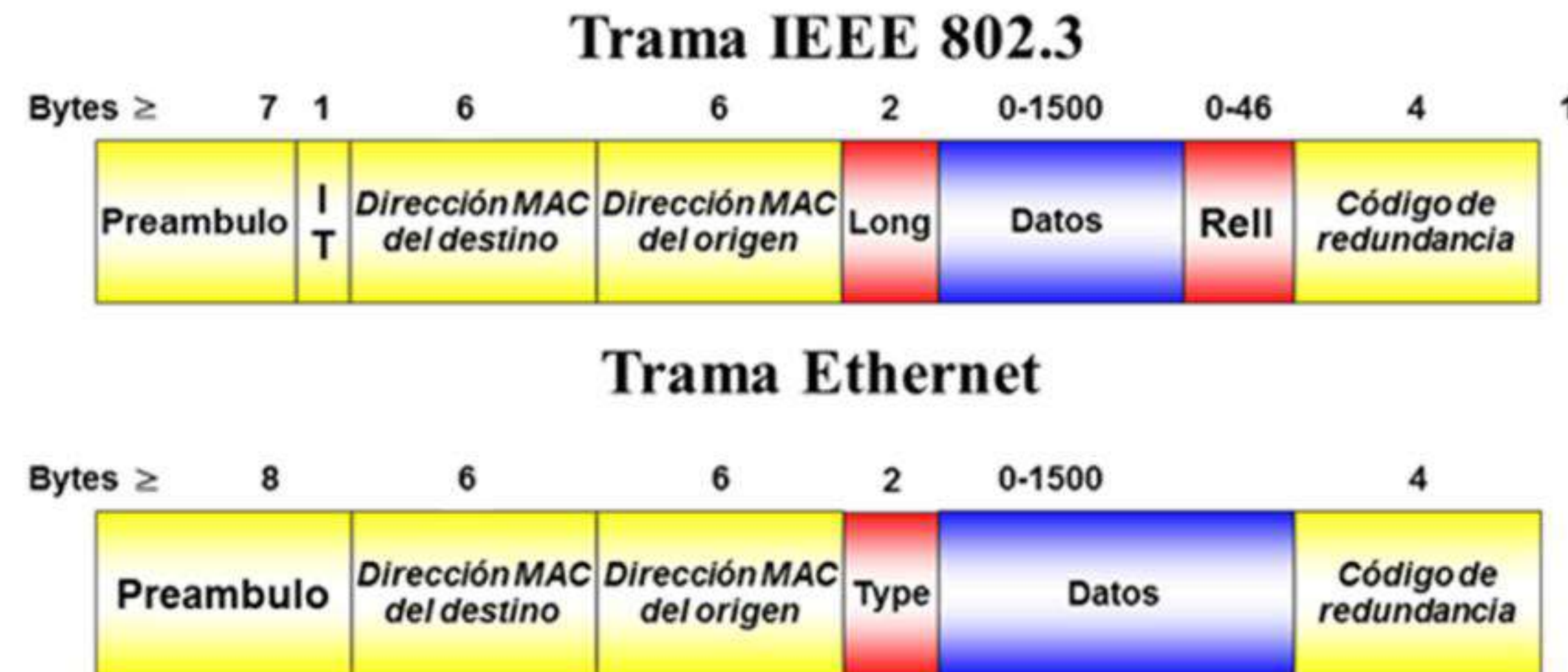


A continuación Dirección de Destino y Origen. Son direcciones de Nivel 2 (locales) y son las MAC Address. Las placas de red las tienen grabados en el hard y no existen 2 placas iguales.

Las MAC Address están divididos en 3 bytes para el fabricante y 3 bytes para la placa y no hay dos iguales en el mundo. Son direcciones Unicast.

Si el primer bit del Address Destino es 0, son direcciones Unicast y si es 1 es para grupos. A una Dirección de Grupo permite que muchas estaciones reciban mensajes con una sola dirección (Multicast). Si todos los bits de la dirección están en 1 esta reservado apara Broadcast

# MAC – FORMATO DE TRAMA - 802.3 (SLIDE3)



Long, me dice la longitud del campo de datos, va de 0 a 1500

Si bien el campo de datos puede ser cero, esto causa problemas (por ej. en colisión). Por esto la trama mínima es de 64 bytes de longitud desde la dirección del destino hasta el checksum, utilizando los 46 bytes de relleno de forma que se llegue a la mínima longitud. (51,2 uS). La MTU máxima es 1518 bytes (sin preámbulo ni inicio)

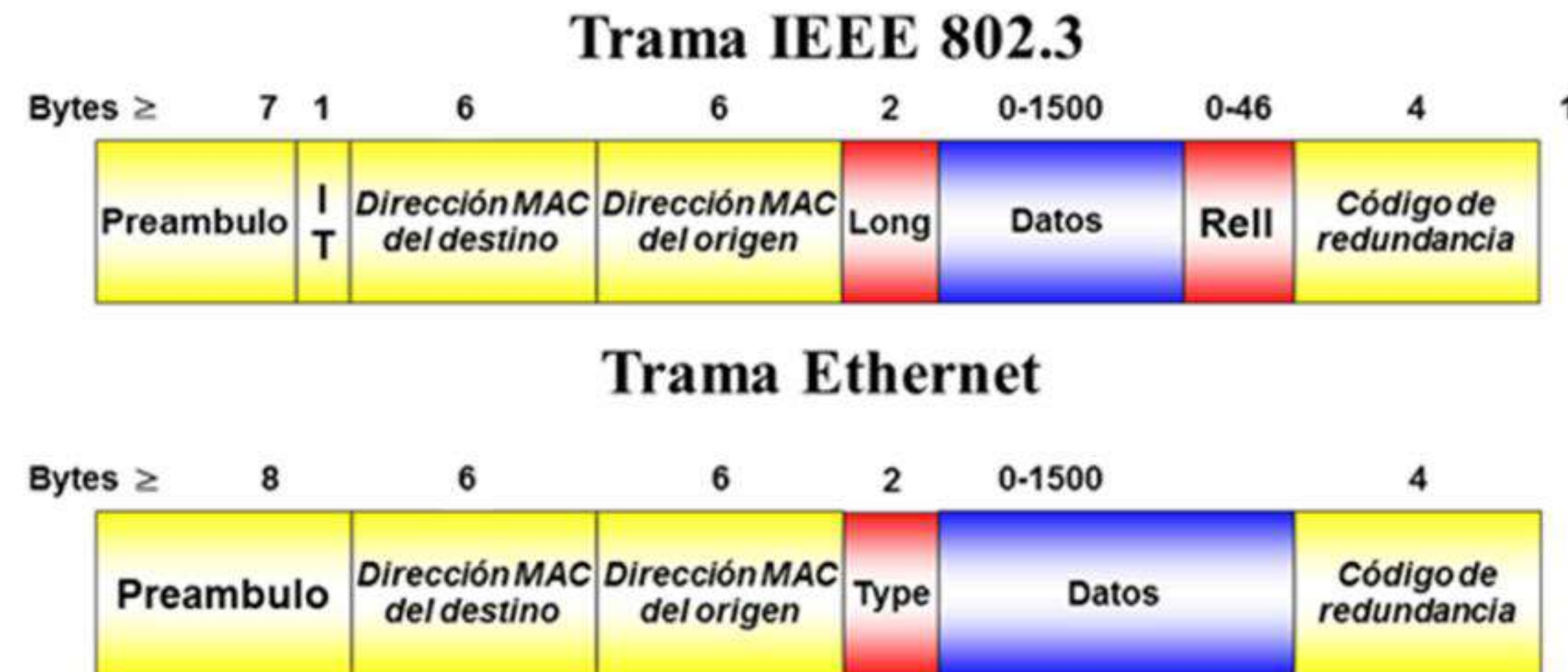
Esto es para LANs de 10Mps, a medida que la velocidad aumenta por ej 1Gbps, la longitud de trama es de 6400 bytes.

Tener una longitud de trama mínima es funcional para reducir las colisiones.

El algoritmo de checksum es un CRC



# MAC – FORMATO DE TRAMA - ETHERNET)



La diferencia entre la trama Ethernet y la 802.3 es que los campos Long y Rel, no existen

Si el campo Type es mayor a 1500 es una trama Ethernet. Pero Ethernet es un Nivel 2 completo, no hay LLC y en datos está el Nivel 3 como IP, Ipx, etc, entonces en Type pongo que tipo de Nivel 3 tengo

Tipo = 0800h ===== IP

Tipo = 8137h ===== IPx



- Nivel 1

Repetidores  
HUBs

- Nivel 2 (MAC)

Bridges  
Switches

- Nivel 3

Routers  
Gateways





Repetidor: Amplifica y regenera la señal

HUB: Evolución del repetidor, transforma una conexión BUS en Estrella, en sentido físico, pero lógicamente es un BUS

Bridge: Analiza la trama MAC y repite solo cuando tiene sentido repetir  
El bridge separa la red en dominios de colisión.  
Aprende donde está cada maquina y completa sus tablas de direccionamiento. Los bridges no saben nada de LLC

Switch: Es como un HUB inteligente, en cada boca de conexión tiene una tabla, El switch solo envía por la boca correspondiente y no por todas como lo hace el HUB.

**Cut Through**, significa que antes que termine la trama, ya sabe por donde la tiene que enviar



Routers: Trabajan a nivel local a Nivel 3 (distintos Niveles 3).  
Rutean la info hasta alguna **RED**, que puede estar alejada.

Los voy a usar para conectar una LAN a un WAN, los routers tienen dos caras, una mira a la LAN y otra a la WAN

Protocolos de Ruteo: RIP, OSPF, EIGRP, BGP – 4

Gateways: Son equipos que nos permiten interconectar sistemas en todos los niveles (7)