

Redes de Computadores
*Nivel de Enlace: Redes de área
local Ethernet*

Área de Ingeniería Telemática
Dpto. Automática y Computación
<http://www.tlm.unavarra.es/>

En clases anteriores...

- ▶ Nivel de enlace
- ▶ Detección de errores
- ▶ Medio compartido
 - > Redes de Area Local
 - > Las diferentes tipos de redes de área local se diferencian en el control de acceso al medio MAC
 - > También tienen que resolver el problema de dirigir las tramas al destino

Hoy:

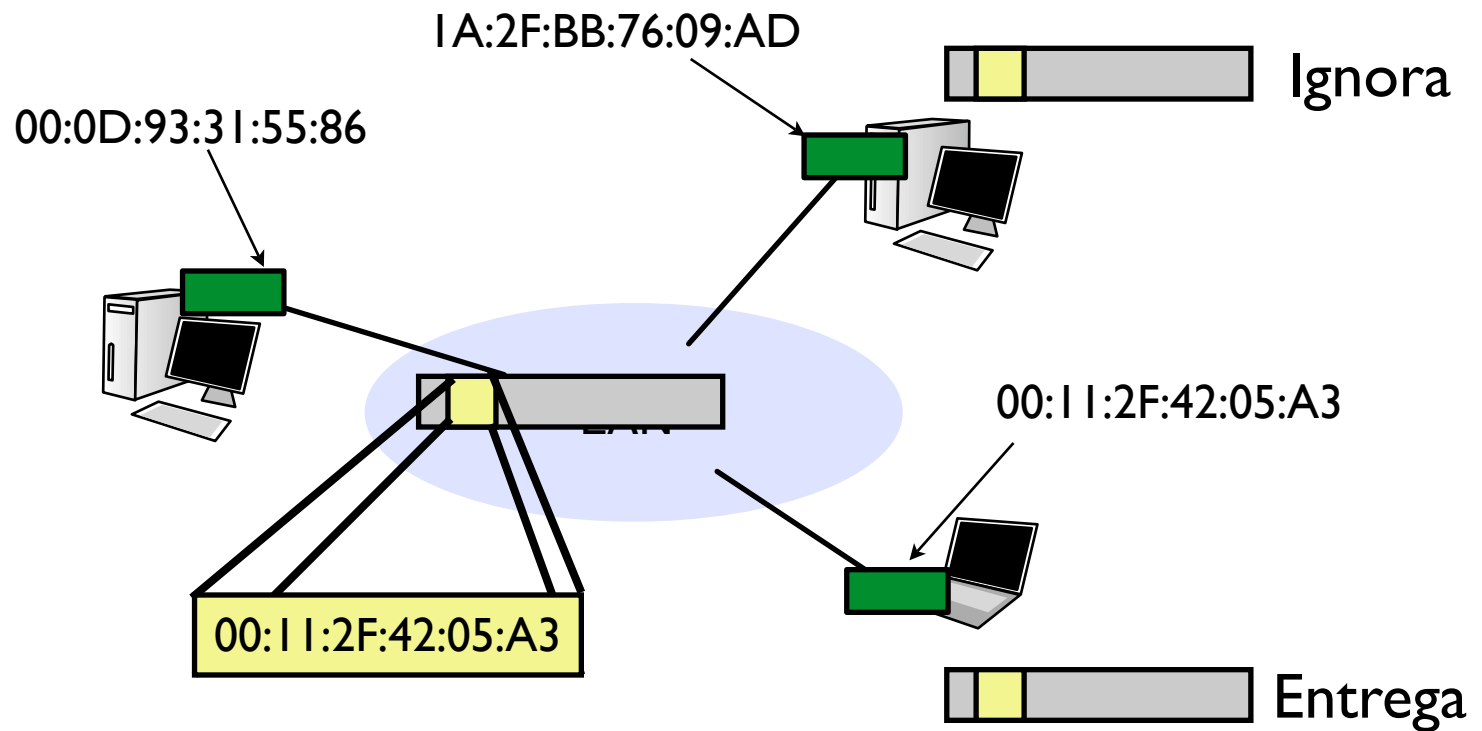
- ▶ Direccionamiento y ARP
- ▶ Redes ethernet: hubs, switches y routers

Direcciones de nivel de enlace

- ▶ Nivel de red
 - > Direcciones IP de 32 bits
 - > Identifican a un host globalmente
 - > permiten dirigir el paquete hacia la subred de destino
- ▶ Direcciones MAC (o LAN o físicas o ethernet)
 - > Identifican un interfaz conectado a una LAN
 - > permiten dirigir un paquete a un interfaz conectado a esa misma LAN
 - > Estandar del IEEE para las redes de área local mas usadas
IEEE 802.2: direcciones MAC de 48 bits
grabadas físicamente en la ROM de la tarjeta de interfaz

Direcciones de nivel de enlace

- ▶ Cada tarjeta NIC tiene una dirección MAC
- ▶ En redes de medio compartido (ALOHA, CSMA...) todos las NICs conectadas reciben la trama pero sólo la NIC con la dirección a la que va dirigida la trama la acepta y se la pasa al nivel superior



Direcciones de nivel de enlace

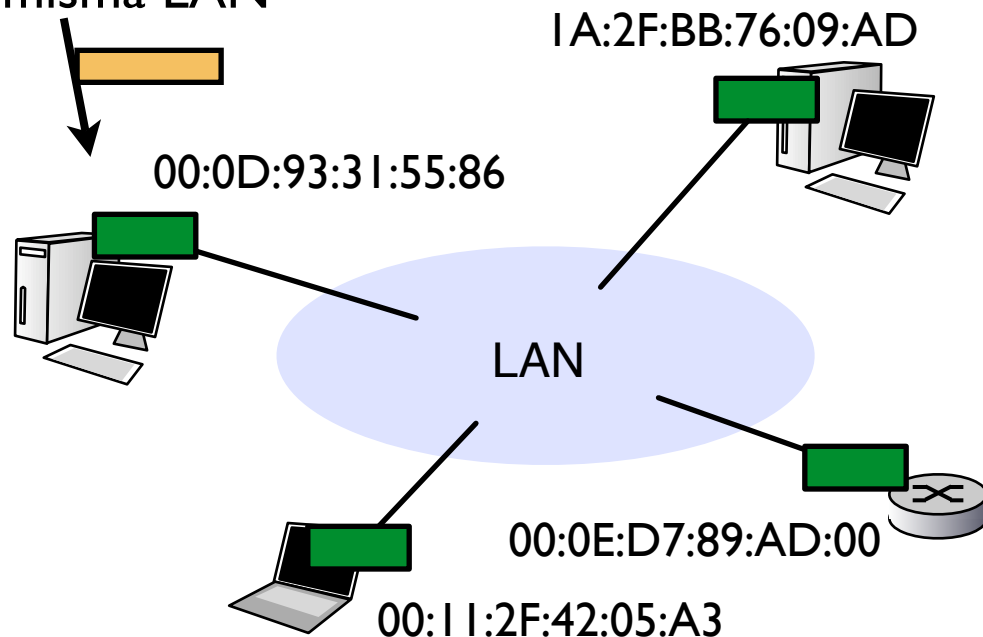
- ▶ El IEEE administra las direcciones MAC
- ▶ Se asignan porciones a los fabricantes
 - > 3 bytes indican el fabricante

Fabricante	
------------	--
 - > 00:00:0C (y otros) = Cisco Systems, 00:00:63 = HP, 00:20:AF (y otros) = 3Com ...
 - > Las direcciones MAC son únicas a nivel global aunque no era necesario
- ▶ Direcciones especiales
 - > Direcciones *multicast* para envío a varios a la vez (8° bit a 1)
 - > Dirección *broadcast* para envío a todos: **FF:FF:FF:FF:FF:FF**
- ▶ Direcciones MAC e IP
 - > MAC, red plana: se puede cambiar una tarjeta a otra LAN sin problema
 - > IP, red jerárquica: depende de la subred en que esta

ARP

- ▶ Pero... la tarjeta de red necesita la dirección MAC del destino al que enviar...
 - > Como obtenerla a partir de la dirección IP?

Envía este paquete a la dirección IP 10.1.3.12 en esta misma LAN



Cada nodo IP tiene una tabla ARP

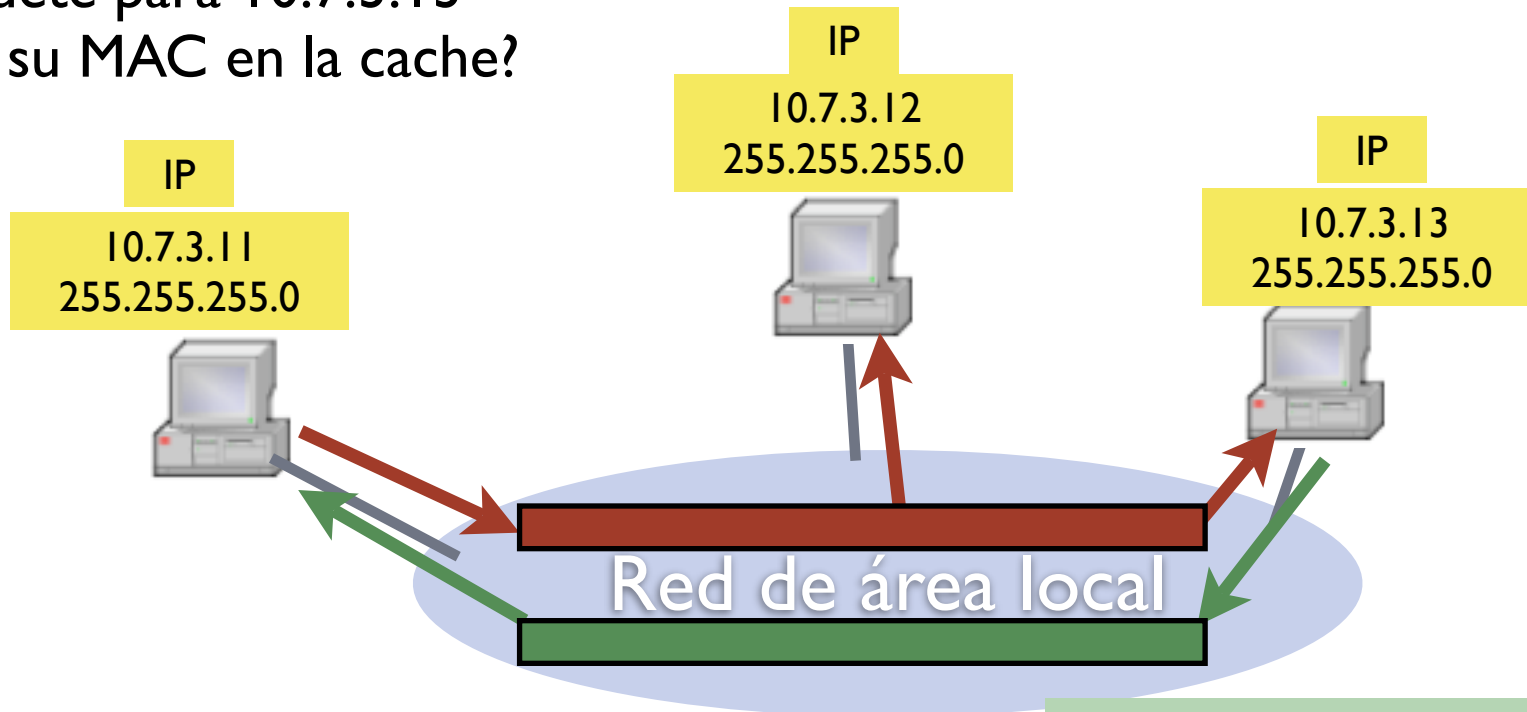
- > con { IP , MAC , TTL } conocidos de su LAN
- > TTL tiempo de vida de la entrada

ARP (Address Resolution Protocol)

- ▶ A quiere mandar un paquete a B pero no tiene su dirección en la CacheARP
- ▶ A envía un paquete *ARP query* a la LAN
 - > A la dirección ethernet de broadcast FF:FF:FF:FF:FF:FF
 - > La petición incluye la dirección IP de B
 - > Todas las máquinas en esa LAN la reciben
- ▶ B recibe la trama *ARP query* y reconoce su IP
 - > Envía una respuesta a A conteniendo la dirección MAC de B
 - > La respuesta es unicast a la dirección MAC de A

Ejemplo

Paquete para 10.7.3.13
Tengo su MAC en la cache?

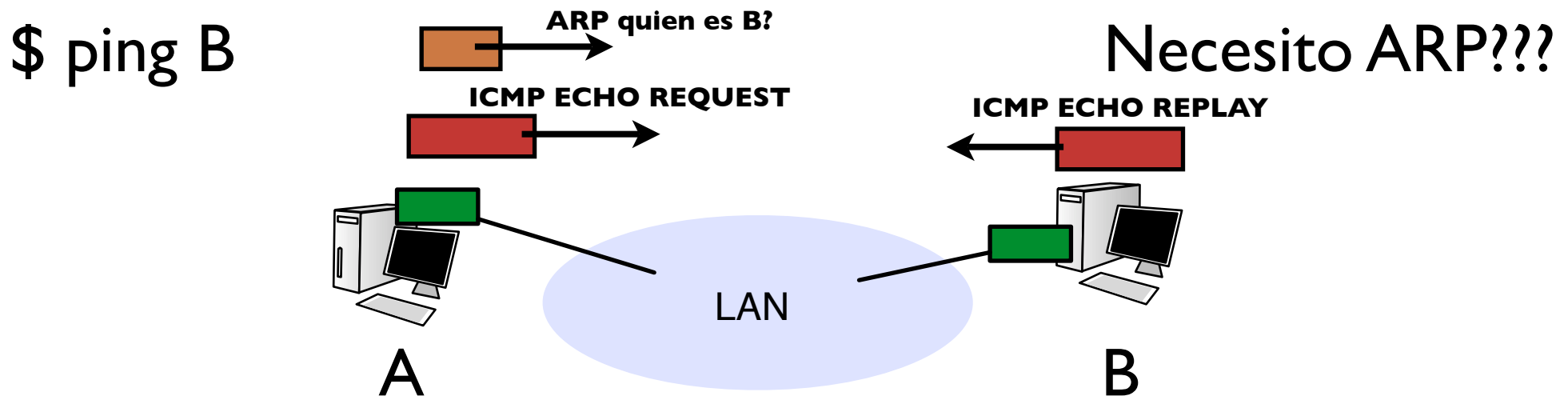


ARP a la MAC de broadcast ff:ff:ff:ff:ff:ff
Quien es 10.7.3.13?

Yo !!!
ARP reply dirigido a la
MAC que preguntaba

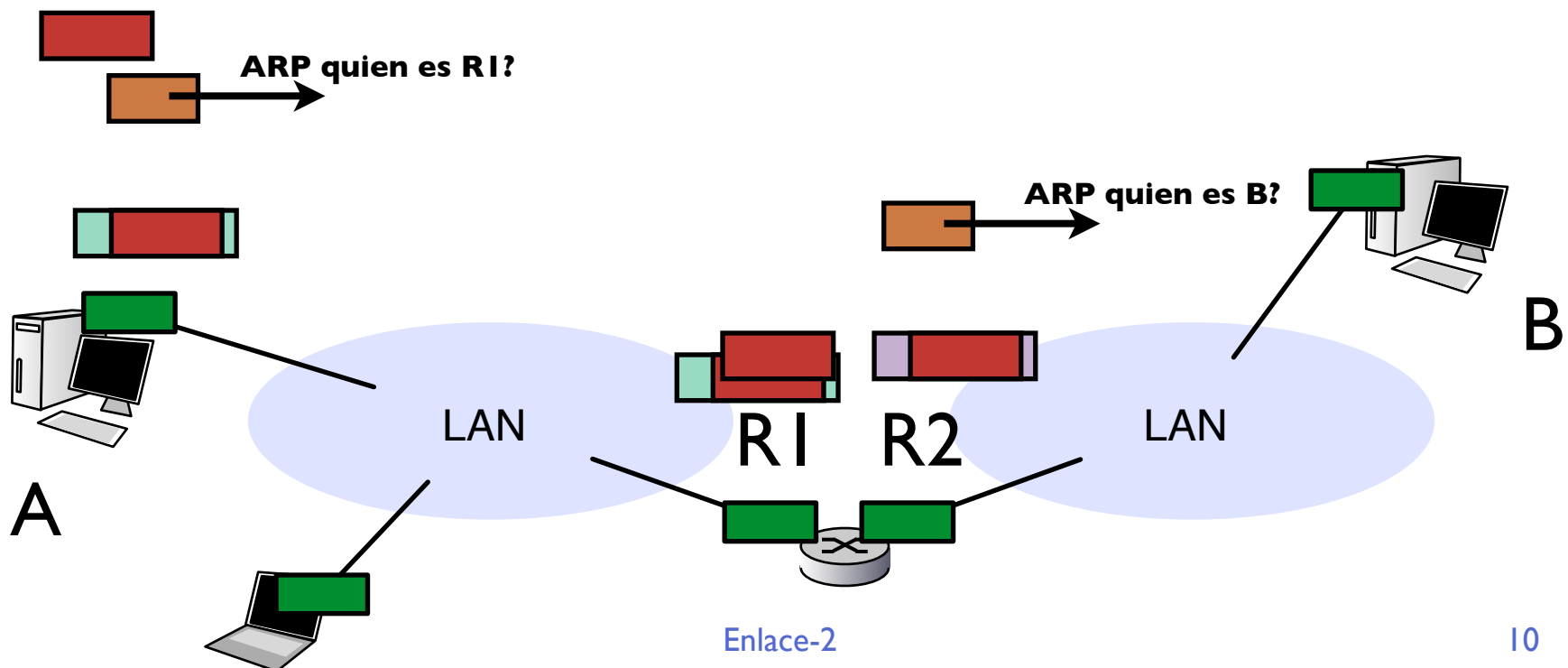
ARP (Address Resolution Protocol)

- ▶ Las direcciones MAC recibidas por ARP se almacenan en la cache durante un tiempo y caducan si no se refrescan (típicamente 20min)
- ▶ Reglas extras para mantener y refrescar la cache de direcciones
 - > Ejemplo: cuantos ARPs necesitamos al hacer ping de A a B?



Enviando a otras subredes

- ▶ **Cómo funciona ARP para enviar a otra subred?**
 - > El nivel IP de A decide que tiene que mandar a otra subred
 - > Envía el paquete IP (sin modificar) a su router por defecto
 - > Hace ARP buscando la IP del router por defecto
 - > Coloca el paquete IP en una trama destinada al router

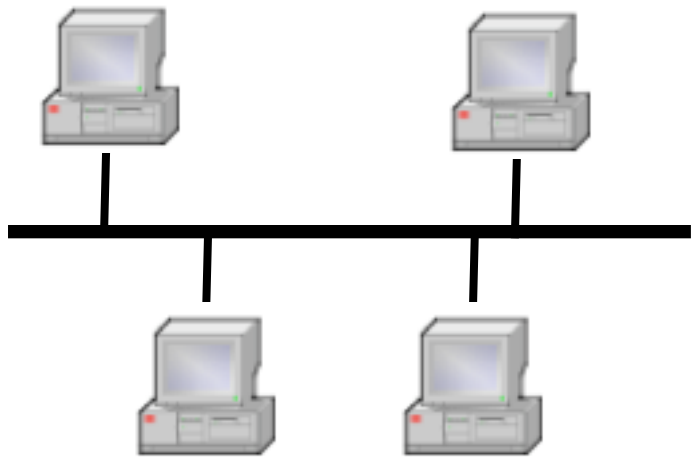


Ethernet

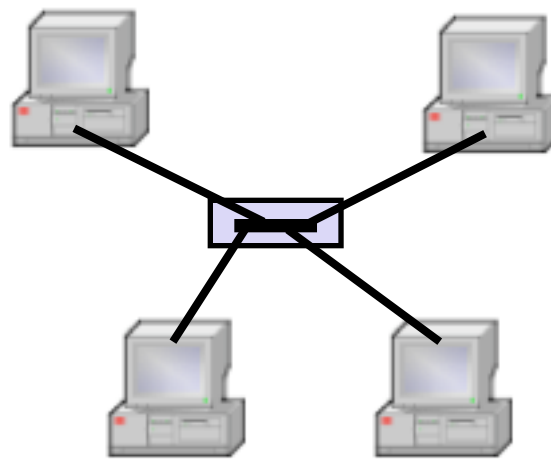
- ▶ Red de Área Local por cable dominante
 - > Barata (NIC 100Mbps <20€ 1Gb <30€)
 - > Muy extendida, de las primeras en aparecer
 - > Mucho más simple (y por tanto barata y fiable) que las basadas en turnos (Token Ring) y que otras alternativas como usar ATM
 - > Ha sido capaz de aumentar su distancia de uso hasta redes campus con fibra óptica
 - > Y ha sido capaz de aumentar la velocidad con el tiempo de 10Mbps a 10Gbps

Ethernet: topología

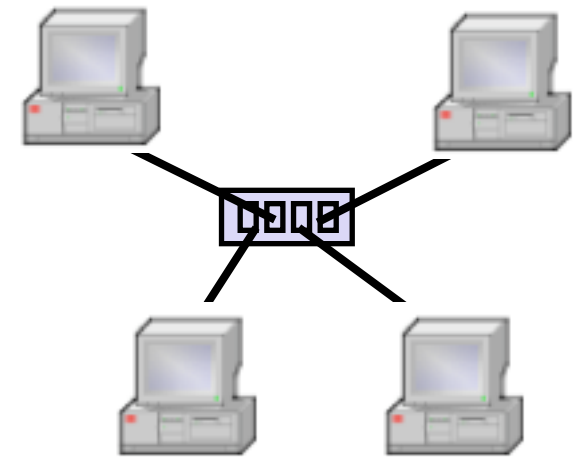
- ▶ Red de bus (medio compartido) en los 90
- ▶ Actualmente topología de estrella y no siempre de medio compartido



Bus



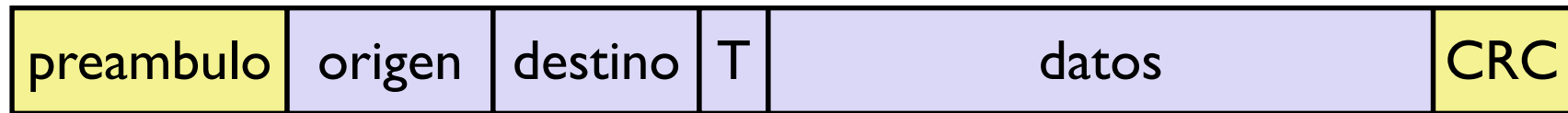
Estrella con
hub/concentrador



Estrella con
switch/conmutador

Ethernet: formato de trama

▶ Trama original Ethernet II



▶ Preámbulo

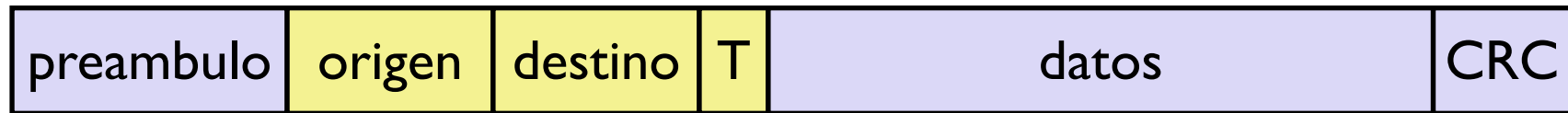
- > 7 bytes 10101010 y 1 byte 10101011
- > sincronizar reloj de emisor y receptor

▶ CRC de 32 bits de la trama

- > Si se detecta un error la trama se descarta
- > No hay NACK, el emisor no retransmite por timeout
- > Ya lo recuperará el nivel superior TCP/aplicación

Ethernet: formato de trama

- ▶ Trama original Ethernet II



- ▶ Direcciones origen y destino

- > 6 bytes direcciones MAC IEEE 802.2

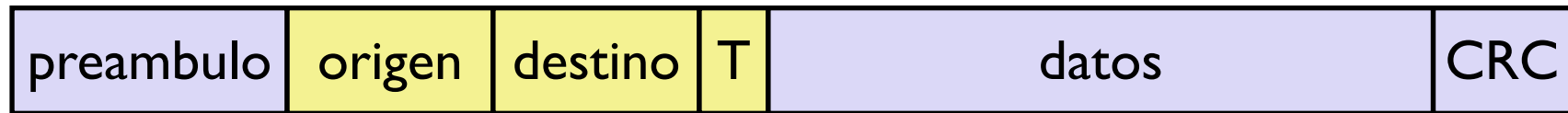
- ▶ T: tipo de datos: cuál es el protocolo de nivel superior transportado

- > Normalmente 0x0800 IP

- > Pero también puede ser ARP u otros Novell IPX, AppleTalk...

Ethernet: formato de trama

- ▶ Trama original Ethernet II



- ▶ Direcciones origen y destino

- > 6 bytes direcciones MAC IEEE 802.2

- ▶ T: tipo de datos: cuál es el protocolo de nivel superior transportado

- > Normalmente 0x0800 IP

- > Pero también puede ser ARP u otros Novell IPX, AppleTalk...

Trama 802.3

- ▶ Trama estandar IEEE 802.3
- ▶ Uniformizar las tramas de Ethernet TokenRing...
- ▶ Parecida a la trama Ethernet II



- ▶ Longitud en lugar de tipo
 - > Para distinguirlas los tipos se eligen mayores que 1500
- ▶ Hoy en dia todos aceptan los dos formatos. Es más usual enviar Ethernet II

Ethernet

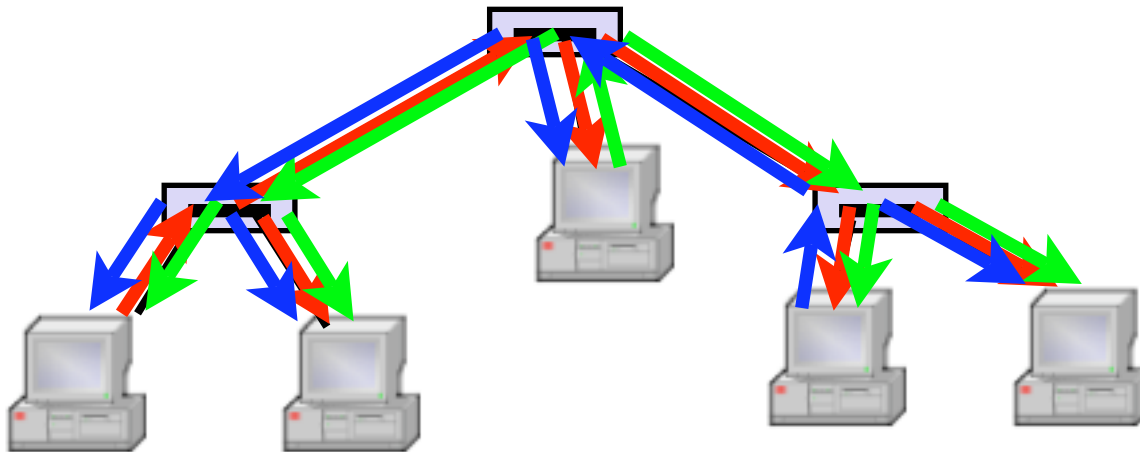
- ▶ Nivel de área local: sin conexión y no fiable
- ▶ Acceso al medio CSMA/CD
 - > Esperar a que este libre el canal (bus)
 - > Si se produce colisión
 - + parar y enviar señal de colisión
 - + esperar un tiempo aleatorio antes de retransmitir entre 0 y $2^m - 1$ m numero de intento
- ▶ Las tramas deben tener un tamaño mínimo para que las colisiones puedan detectarse en todos los puntos del bus (64 bytes) si hace falta padding en los datos
- ▶ MTU=1500

10 BASE T / 100 BASE T

- ▶ Terminología del IEEE
- ▶ 10 100 Mbps
- ▶ BASE: codificación en banda base
- ▶ T par trenzado
- ▶ Evolucion de Ethernet
 - > 10 BASE 5 coaxial
 - > 10 BASE 2 coaxial
 - > 10 BASE T par trenzado
 - > 100 BASE T / 100 BASE FL par trenzado / fibra
 - > 1000 BASE T
 - > ...

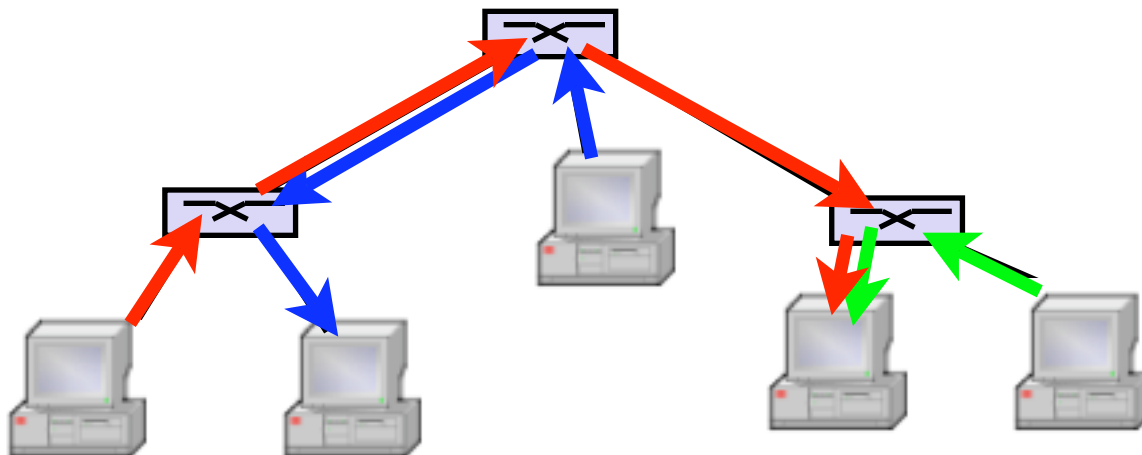
Repetidores/concentradores/hubs

- ▶ Elementos de nivel físico
- ▶ Repiten la señal aumentando la distancia de transmisión
- ▶ No usan buffer
- ▶ No usan CSMA/CD, extienden el dominio de colisión



Puentes/conmutadores/switches

- ▶ Dispositivos de nivel de enlace
- ▶ Retransmiten tramas usando información de nivel de enlace (leen direcciones MAC)
 - > Aprenden por que puerto esta una dirección MAC
 - > Retransmiten las tramas que van a esa dirección MAC sólo al puerto correspondiente
- ▶ Usan buffer (store and forward)
- ▶ Rompen el dominio de colisión



Conclusiones

- ▶ El nivel de enlace es responsable del funcionamiento de las redes de área local
 - > Cabecera de nivel de enlace con direcciones MAC
 - > ARP permite traducir direcciones IP a direcciones MAC
- ▶ Redes de tipo Ethernet
- ▶ Hubs y switches

- ▶ Próxima clase:
 - > Problemas y dudas