

Xarxes

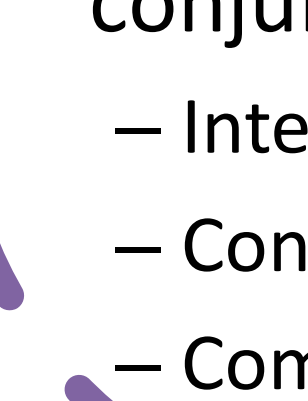
Xarxes d'Àrea Local (LANs)

Índex

- Introducció
- Arquitectura i Topologia de una LAN
 - BUS
 - ANELL
 - ESTEL
 - Inalàmbriques
- Estàndards LAN
 - IEEE 802

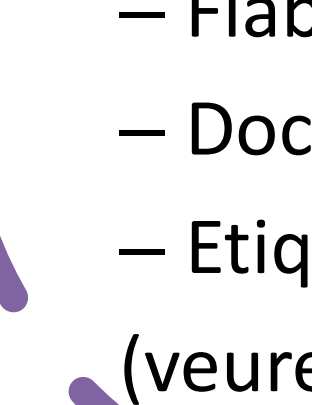


Introducció (1)

- Una xarxa d'àrea local (LAN) és aquella que abasta des de una planta a un edifici o conjunt d'edificis.
 - La LAN més comuna consisteix en un conjunt d'ordinadors que es fa servir per:
 - Intercanvi d'informació
 - Connectar-se a servidors
 - Compartir recursos
- 







Introducció (2)

- Aspectes importants de les xarxes LAN
 - Cost de la xarxa
 - Manteniment
 - Introducció de millores i creixement
 - Fiabilitat i seguretat
 - Documentació
 - Etiquetat de cables i equips
(veure documentació adjunta)
- 




Introducció (3)

- Les xarxes LAN permeten l'accés als servidors de dades, aplicacions i discs
 - Les subxarxes que gestionen l'accés i la funcionalitat dels servidors han de ser de molt alta velocitat, Accés distribuït i distàncies curtes (una habitació)
 - Són el centre neuràlgic de la LAN
 - El nombre de dispositius és reduït
- 
- 
- 
- 



Arquitectura LAN (1)

- La disposició de la xarxa ve donat per les especificacions definides per la TIA/EIA
 - Les xarxes LAN es basen en les especificacions 802 de la International Electrical & Electronic Engineering (IEEE)
 - Capa Física
 - Codificació i Descodificació del senyal
 - Generació i Eliminació de “preambles”
 - Transmissió i Recepció de bits
- 

TIA: Telecommunications Industry Association

EIA: Electronics Industry Alliance (Actualment ja no existeix)

Especificacions i normatives

TIA 568 B.1

- Estàndard cablejat de telecomunicacions en edificis comercials – Requisits generals

TIA 568 B.2

- Components de cablejat (parell trenat)

TIA 568 B.3

- Components de cablejat (FO)

TIA 568 B

- Estàndard cablejat

TIA 569 A

- Estàndard d'edificis comercials per a espais de telecomunicacions

TIA 570 A

- Estàndard de cablejat per a telecomunicacions residencials i comercials menors

TIA 606

- Estàndard d'administració d'infraestructures de telecomunicacions d'edificis comercials

TIA 607

- Requeriments de connexió a terra i connexió de telecomunicacions per a edificis comercials

Arquitectura LAN (2)

Capa MAC

- Formació de la trama (entramat) introduint els camps de capçalera (adreces, longitud,...), dades i detecció d'errors
- Desentramat, determinació d'adreces i detecció d'errors
- Organitzar l'accés al medi de transmissió

Capa LLC

- Proporciona una interfície per a capes superiors
- Realitzar control de flux i errors

Arquitectura LAN (3)

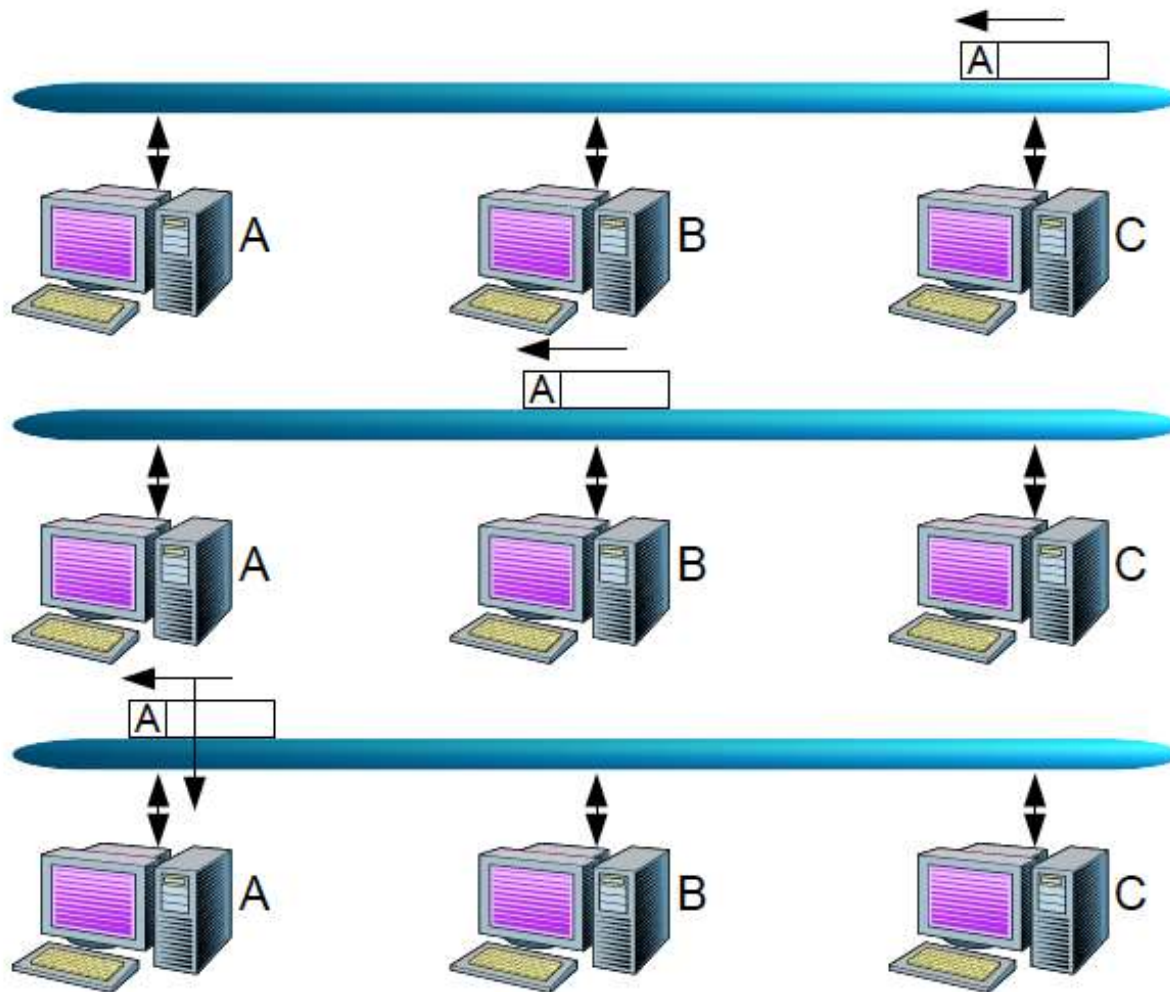
- La topologia estableix la forma en que es connecta al medi físic
- **Topologia Física:** Com està muntada realment la xarxa
- **Topologia Lògica:** Com interpreta el node la xarxa on es troba
- Les topologies físiques més usuals són:
 - BUS
 - Anell
 - Estel
 - Sense fils (Wireless)



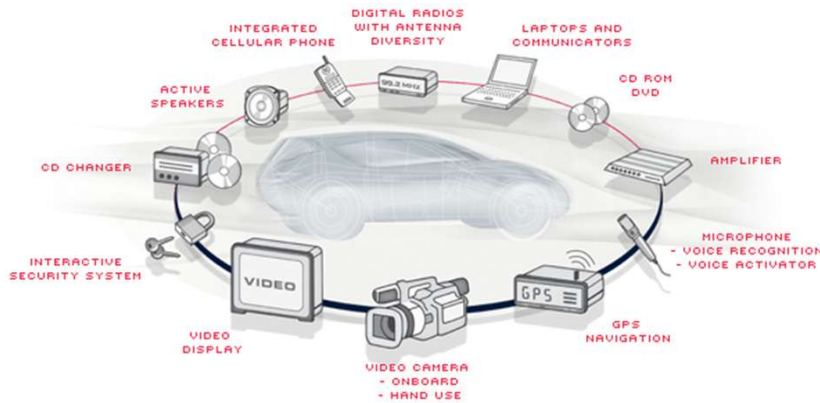
BUS (1)

- Permet múltiples accessos al mateix medi
- L'emissor indica el destinatari en la trama
- Tots els nodes reben la informació, però només aquell a qui va dirigida la còpia
- Les estacions accedeixen al medi de forma organitzada per evitar col·lisions i pèrdua d'informació

BUS (2)



BUS (3)



- Usualment els medis que es fan servir són:
 - Parell trenat
 - Coaxial
 - Fibra Òptica
- Els busos es poden interconnectar fent servir repetidors per incrementar la distància d'accés



LOCAL INTERCONNECT NETWORK







BUS (4)

- A les primeres xarxes locals es feia servir aquesta configuració per connectar els equips.
- Es feia servir coaxial. Avui dia és obsolet.
- La topologia física BUS es fa servir en sistemes embeguts (embedded) i per sistemes de multimèdia

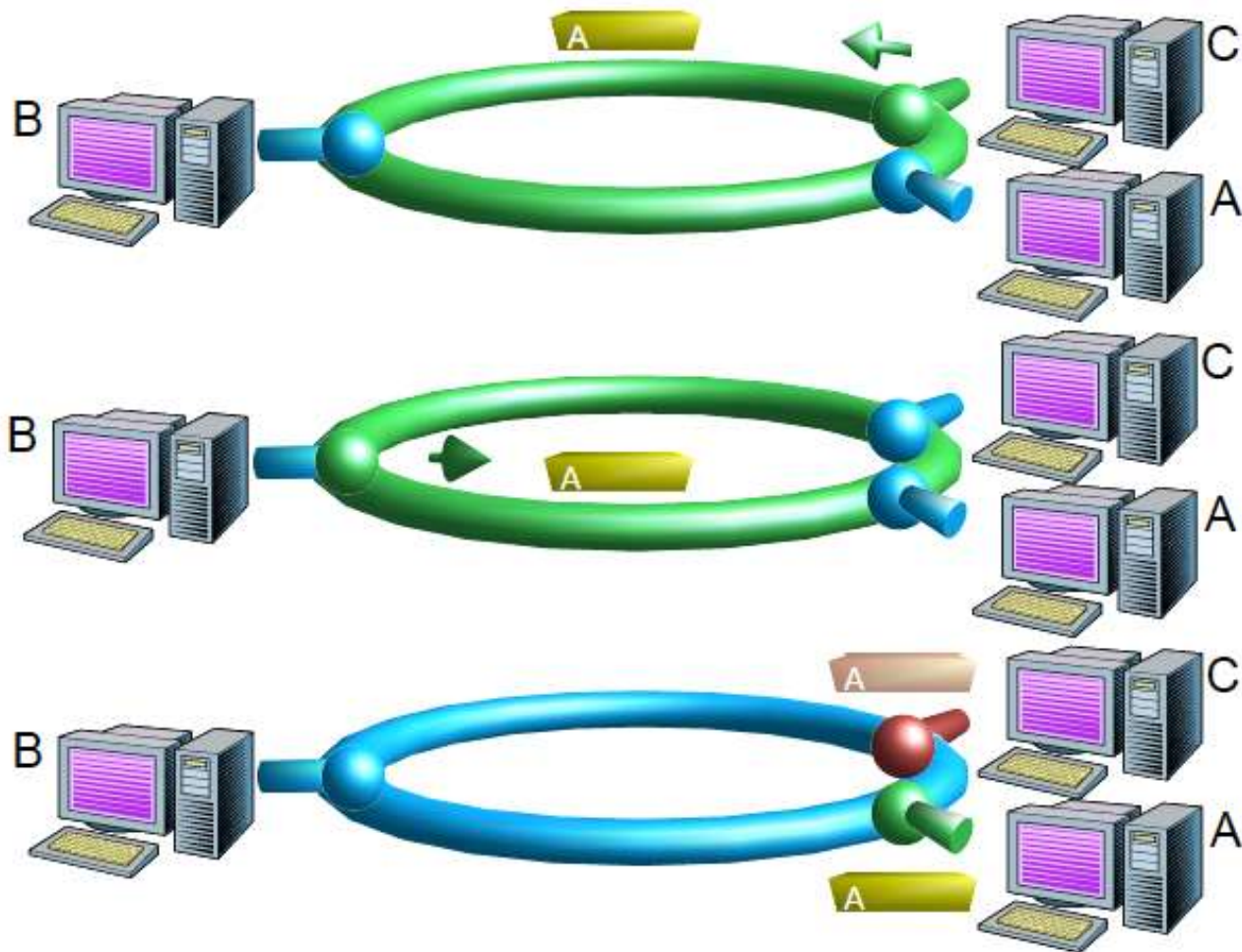
	10Base5	10Base2
Velocidad	10 Mbps	10 Mbps
Longitud máxima de segmento	500m	185m
Longitud máxima de la red	2500m	1000m
Nodos por segmento	100	30
Distancia entre nodos	2,5m	0,5m
Diámetro del cable	1cm	0,5cm



Anella (1)

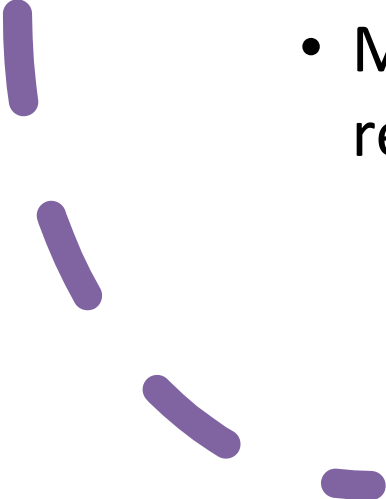
- Conjunt de repetidors units per enllaços punt a punt en un bucle tancat
 - Els enllaços són unidireccionals
 - Cada estació es connecta a la xarxa i transfereix la informació a través del repetidor
 - L'estació receptora copia les dades quan li arriba la trama
 - Quan les dades arriben a l'estació origen, aquesta les elimina de l'anella
- 
- 
- 
- 

Anella (2)





Anella (3)


- El repetidor pot passar per tres estats:
 - Estat d'espera
 - Busca patrons com l'adreça destí o el permís per transmetre
 - Copiar els bits rebuts a l'estació quan és el destí
 - Modificació de bits quan la trama passa pel repetidor per assentir a aquesta trama
- 

Anella (4)

- Estat de Transmissió
 - Entrem en aquest estat quan el repetidor té permís per enviar
 - En aquest estat, poden haver-hi bits a l'entrada
 - Si els bits són del propi paquet, perquè la longitud de bit de l'anella és inferior a la mida del paquet, es passen a l'estació en forma d'assentiment.
 - Si hi ha més d'un paquet a l'anella, les dades es passen a l'estació perquè els retransmeti posteriorment



Anella (5)

- Estat de Desviament
 - En aquest cas la informació es retransmet sense fer cap mena de tractament
 - Permet millorar les prestacions, quan una estació no està activa
 - Medis utilitzats: Sobre tot FO, tot i que poden fer-se servir parell trenat i Coaxial
- 

Anella (6)

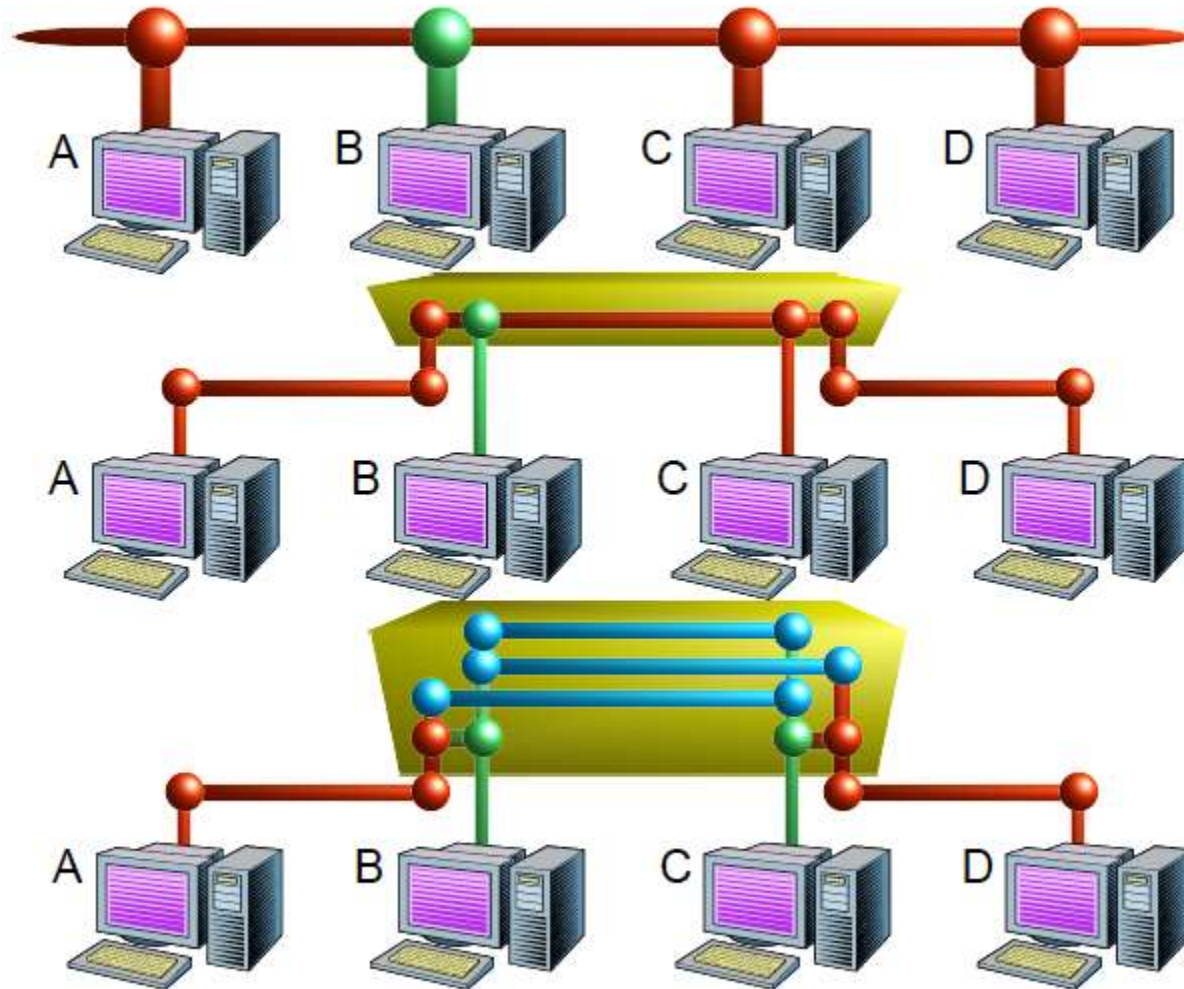
- Cas d'ús:
- Anelles metropolitanes basades en DWDM
- SONET
- JDS



Estel (1)

- Cada estació es connecta a un node central
- Solen utilitzar-se dos connexions punt a punt. Full Duplex
- El node central té dos modes de treball:
 - Concentrador: La informació rebuda per un es retransmet a la resta
 - Commutador: La informació va del node origen al commutador i d'aquest al node destí

Estel (2)



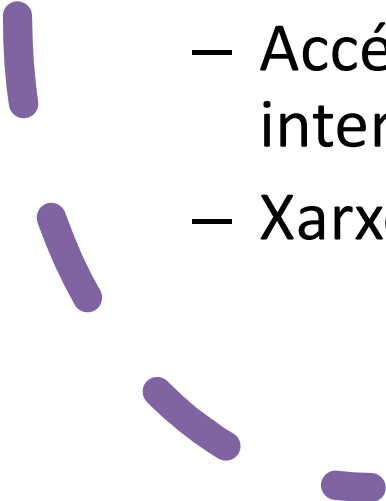
Estel (3)

- Exemple d'ús:
 - ETHERNET!!!





Wireless (1)

- Són xarxes on el medi de transmissió és l'aire
 - La connexió i transmissió dependrà de la cobertura del sistema
 - Permet diversos tipus de connexions:
 - Extensió de xarxes locals
 - Connexió entre edificis propers (punt a punt)
 - Accés nòmada, permetent a un usuari desplaçat intercanviar informació amb la xarxa local
 - Xarxes Ad hoc
- 

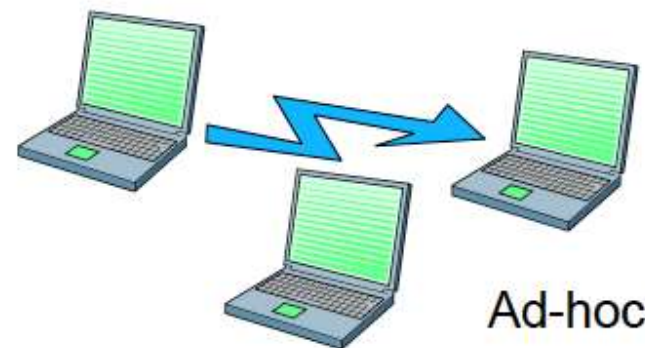
Wireless (2)



Punt a Punt



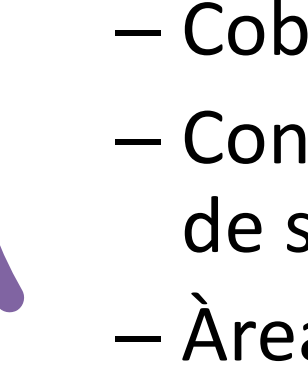
Extensió de la xarxa local



Ad-hoc




Wireless (3)

- Requeriments d'aquests tipus de xarxes:
 - Velocitat de transferència: Ha d'estar optimitzada, tenint en compte els protocols que competeixen pel medi.
 - Nombre de nodes
 - Cobertura i punts cecs
 - Connexió a una LAN troncal cablejada o router de sortida (SOHO)
 - Àrea de treball i repetidors
- 




Wireless (4)

- Consum de bateries. El consum ha de ser reduït ja que molts equips que treballen en xarxes locals (smartphones, tablets, portàtils...) treballen amb bateries
 - Transmissió robusta i segura. Ha de permetre la transmissió en entorns amb soroll i fer fiable l'accés a la informació
 - Accés no desitjat a la informació: Poden haver-hi casos on dues xarxes estiguin a la mateixa zona i podrien produir-se interferències o accessos no desitjats a la informació
- 



Wireless (5)

- Operació en bandes gratuïtes (bandes ISM)
 - Permetre la mobilitat. El protocol MAC ha de permetre les estacions desplaçar-se entre cel·les
 - Configuració dinàmica: L'adreçament MAC ha d'assegurar que es puguin afegir, reubicar o desconnectar estacions sense afectar la resta de nodes.
- 

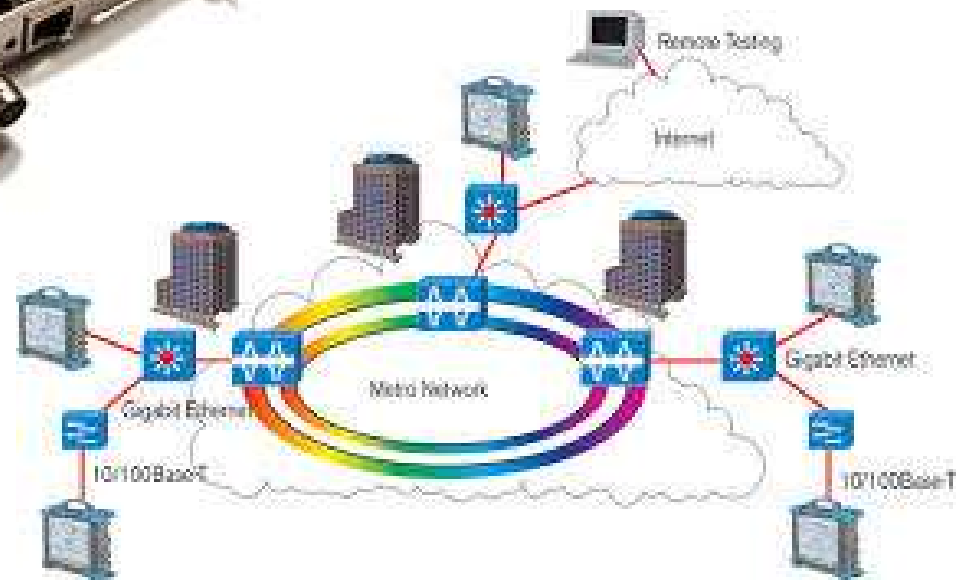
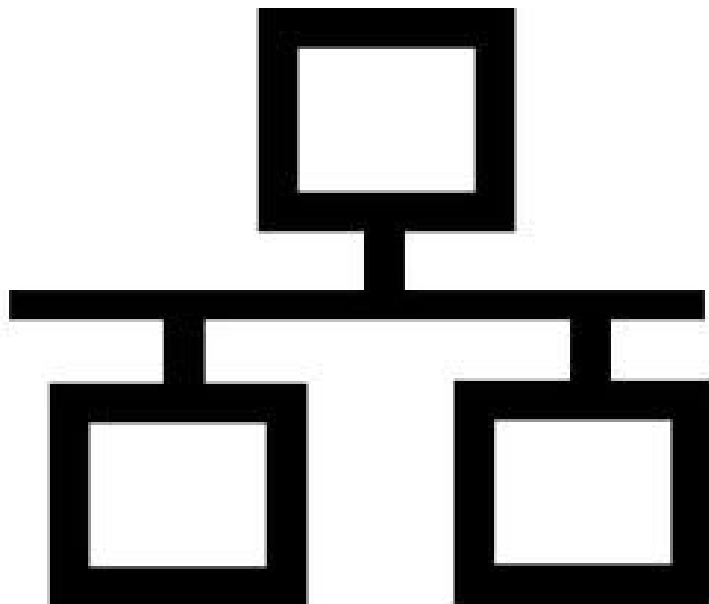
Wireless (6)

- Technologies emprades:
 - Infraroig. Limitat a distàncies molt curtes. Molt direccional (LOS)
 - Microones d'espectre distribuït. Distribueix la informació en tot l'espectre disponible, generalment en bandes ISM properes o superiors a les microones. Omnidireccional, (NLOS)
 - Microones d'espectre curt: Fan servir un canal estret de freqüències, generalment per connexions punt a punt. Direccionals (LOS)
 - Tecnologia MIMO aplicada dins dels protocols WL (802.11.n)

LANs


A Small Token Ring Network

©2003 HowStuffWorks

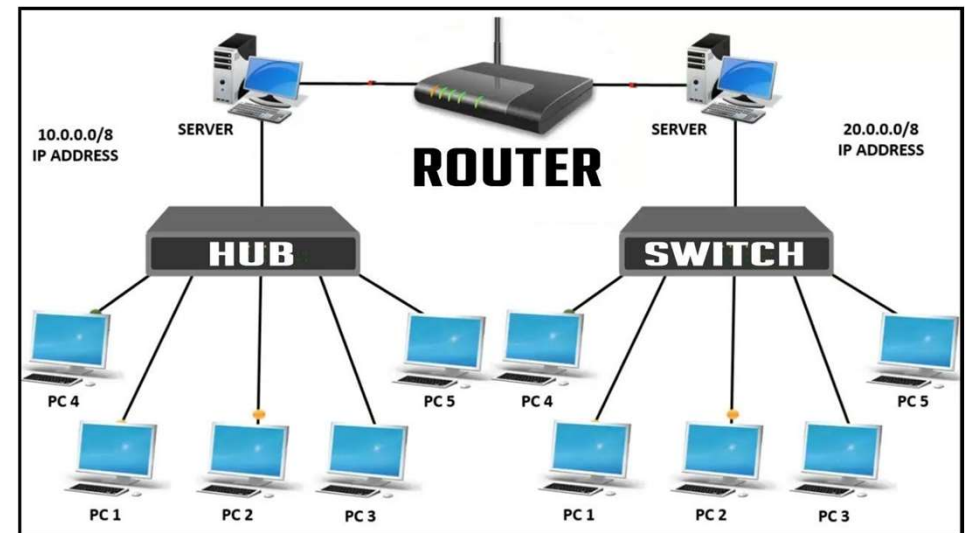
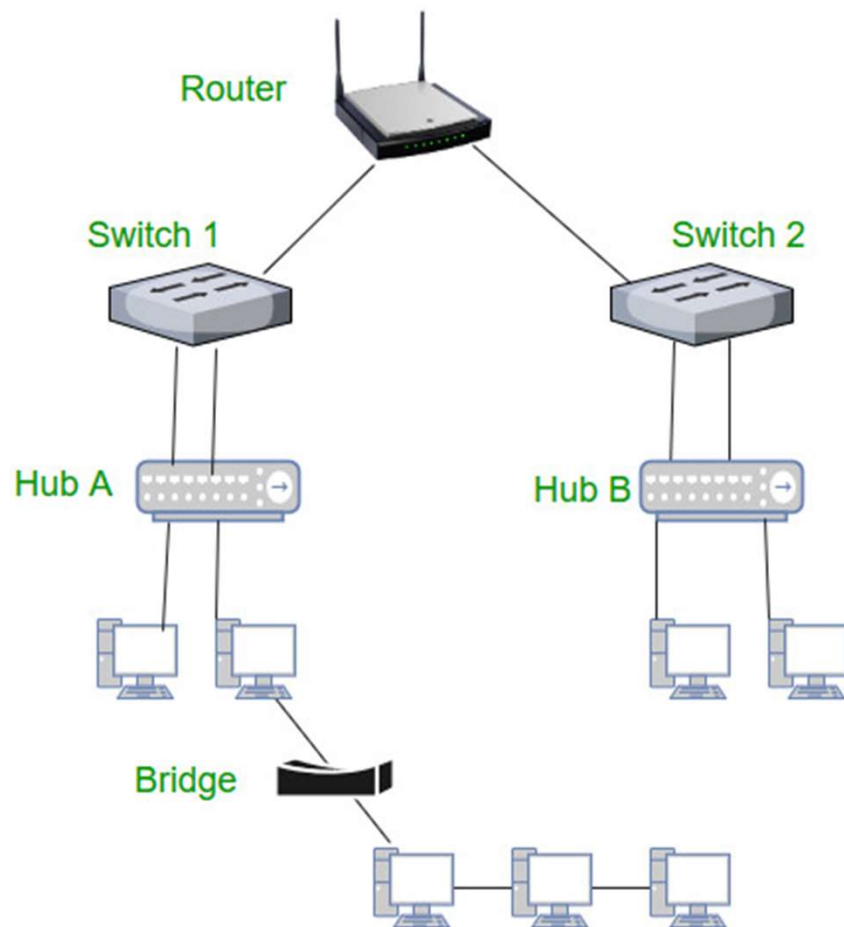




Intercanvi Entre Xarxes

- A nivell de capa física: HUBS. Reb d'un – Envia a tothom
 - A nivell de capa MAC: Switchos / commutadors. Permeten l'intercanvi d'informació entre zones de la xarxa a nivell de capa MAC. Punt de vista de la xarxa: Plana (si no fa servir VLAN)
 - A nivell de capa Xarxa: Routers. Intercanvien informació entre xarxes/subxarxes. Arbres jeràrquics
- 

Intercanvi entre Xarxes



Estàndards LAN

En aquest apartat analitzem els estàndards més utilitzats a nivell de cama MAC

IEEE 802.3
(Ethernet)

IEEE 802.5
(TokenRing DWDM)

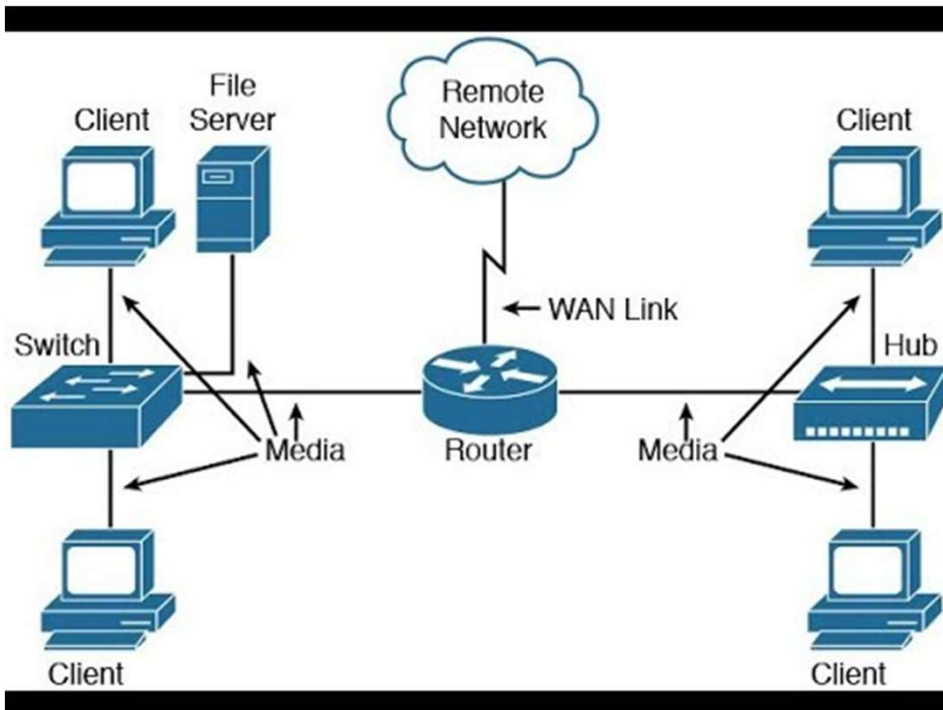
IEEE 802.11 (WI-FI)



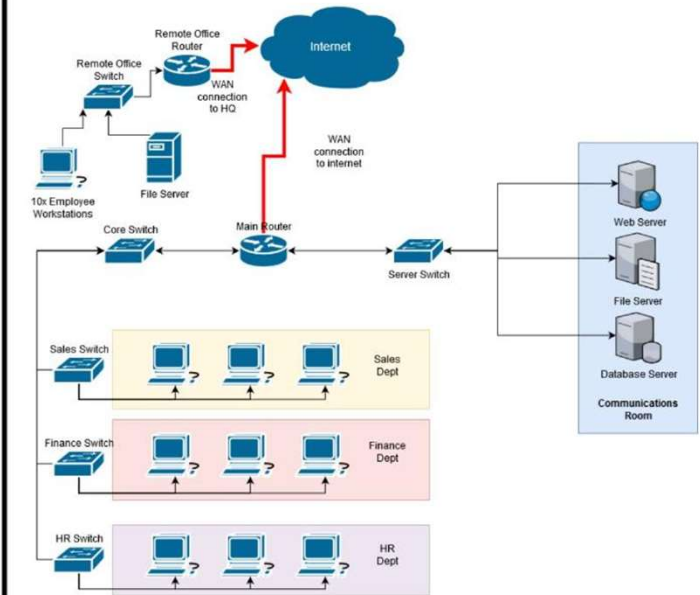
Estudiarem també els mètodes d'accés al medi més utilitzats per cada un dels estàndards

IEEE 802.3 - Ethernet

La paraula Ethernet prové de Ether (medi on es produeix la transmissió) i Net (xarxa)



Available Devices



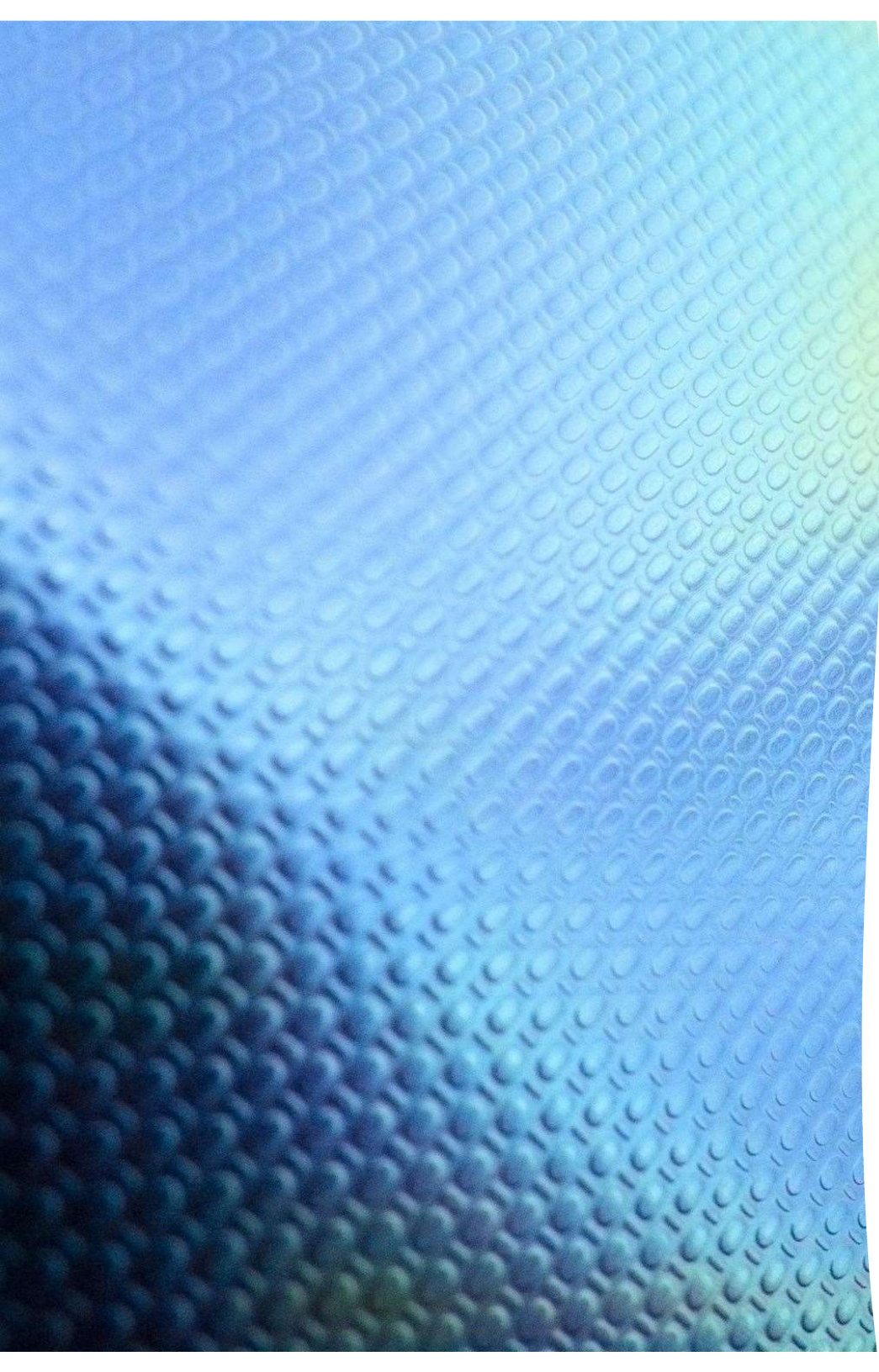
IEEE 802.3 (1)

El IEEE 802.3 (ethernet) utilitza un mètode d'accés al medi denominat CSMA/CD.

Aquest mètode està fonamentat en un protocol anomenat ALOHA

ALOHA és un dels protocols més senzills que existeix:

- Si el canal està lliure: Transmet
- Si el canal està ocupat espera fins que estigui lliure



IEEE 802.3 (2)

Si dos estacions estan esperant per transmetre, pot ser que les trames se superposin.

Aquest efecte dona lloc a una col·lisió

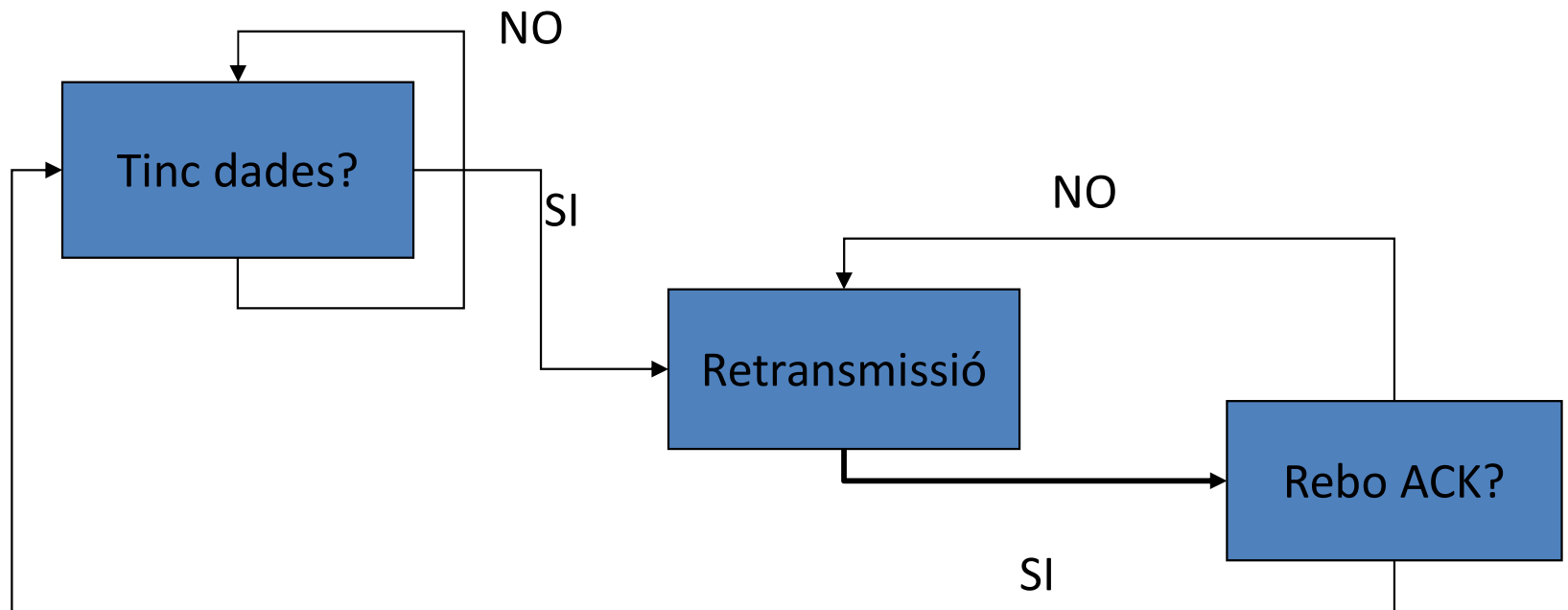
Aquestes col·lisions s'incrementen amb el trànsit, obtenint una utilització màxima del canal del 18%

Per tal de millorar-ho s'utilitzen tècniques més complexes com el CSMA/CD

IEEE 802.3 (3)

El primer protocol d'accés múltiple al medi... ALOHA

- Es va inventar per solucionar un problema de connexió entre les illes de Hawaii
- Comunicació per radio, tots els terminals utilitzaven la mateixa freqüència (medi compartit)
- L'algoritme de funcionament és:



- No hi ha mecanisme de detecció de col·lisions a priori

IEEE 802.3 (4)

Anàlisis de la xarxa d'àrea local per excel·lència: Ethernet

Una mica d'història...

Va ser a finals dels anys 60 quan la universitat de Hawaii va desenvolupar el mètode de accés CSMA/CD, utilitzat per primera vegada en la xarxa d'àrea estesa ALOHA, en la que es basa la Ethernet actual

En 1972, Ethernet va experimentar un fort avenç en Xerox, on es va conèixer com *Experimental Ethernet*. Aquesta empresa pretenia unir 100 PC's en una distancia de 1 Km

A més Xerox també va contribuir a l'avenç del projecte 802 del IEEE. Més endavant, en 1982, Xerox amb Intel y Digital Equipment Corporation, van treure la versió 2.0 d'Ethernet.

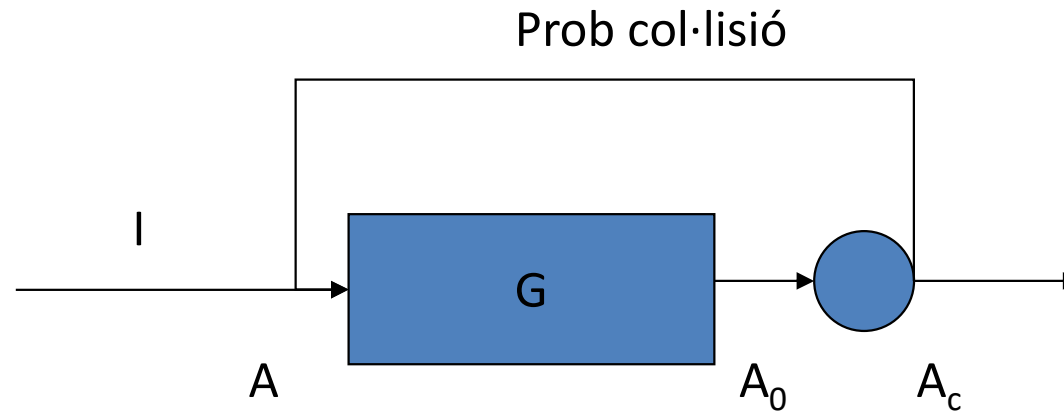
IEEE 802.3 (5)

Fem les següents definicions:

Tràfic generat (I) : És la informació que genera un terminal

Tràfic ofert (G): La informació que transmet un terminal

Tràfic cursat (S): La informació que rep el node central



A és la tasa de transferència de la informació generada

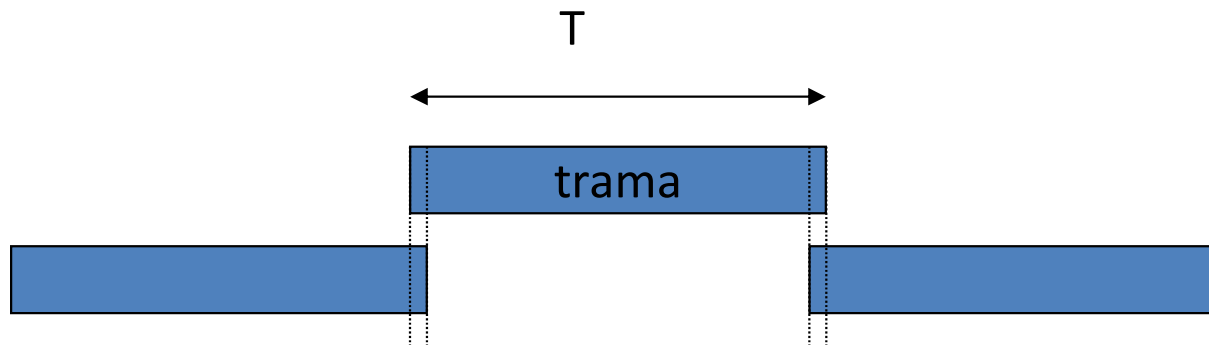
A₀ és la tasa de transferència de la informació que s'ofereix

A_c és la tasa de transferència de la informació cursada

IEEE 802.3 (6)

- Direm que el sistema és estable si A_c és pràcticament igual a A
- Direm que el sistema és inestable (moltes col·lisions) si $A_c \ll A$
- Per altra banda, definim el *període vulnerable* com el període de temps respecte a una trama en el qual si un altre terminal transmet, es produeix la col·lisió

EX:
En el cas de ALOHA, si el període de la trama es T , el període vulnerable és $2T$



IEEE 802.3 (10)

Accés múltiple al medi a Ethernet: CSMA-CD

CSMA-CD acrònim de Accés Múltiple al medi amb Detecció de Portadora – CD
CD = Collision Detect.

Els terminals tenen capacitat “d’ escoltar” el canal i determinar el seu estat (lliure o ocupat)

Si el terminal té dades a transmetre i creu que el canal està lliure, comença la transmissió

Un segon terminal pot escoltar el canal i en veure que està ocupat no transmet

Un quart terminal escolta el canal i no detecta transit, pensa que està ocupat donat que no li ha arribat el senyal del terminal 1 i per tant també transmet.

ES PRODUUEIX UNA COL·LISIÓ!!

En aquest moment, els terminals que detecten la col·lisió deixen de transmetre dades al canal, i el canal queda lliure ràpidament

IEEE 802.3 (11)

Per poder detectar la col·lisió a temps de parar la transmissió és requisit indispensable que:

$$T_{\text{TRAMA}} \gg 2 \cdot T_{\text{PROP}}$$

Això és així donat que la trama ha d'arribar al terminal més llunyà (T_{PROP}) i a més necessitem un altre temps T_{PROP} per adonar-nos que s'ha produït (o no) la col·lisió

El temps d'espera (abans de tornar a intentar enviar dades) quan es produeix una col·lisió és aleatori, distribuïnt-se així de forma uniforme.

Si torna a produir-se la col·lisió l'interval d'espera creix a mesura que augmenta el nombre de retransmissions

Després de provar un nombre màxim d'intents (aprox. 16)

- i) Abandonem la transmissió (el que es coneix com tirar l'enllaç)
- ii) Notifiquem la situació al nivell superior

IEEE 802.3 (12)

En el cas d' Ethernet, la utilització òptica del canal es troba al 30%

En el cas de 10baseT (10Mb/s) si totes les estacions transmeten amb una ocupació del 30% (3.33Mb/s) tindrem moltes col·lisions i la xarxa es satura

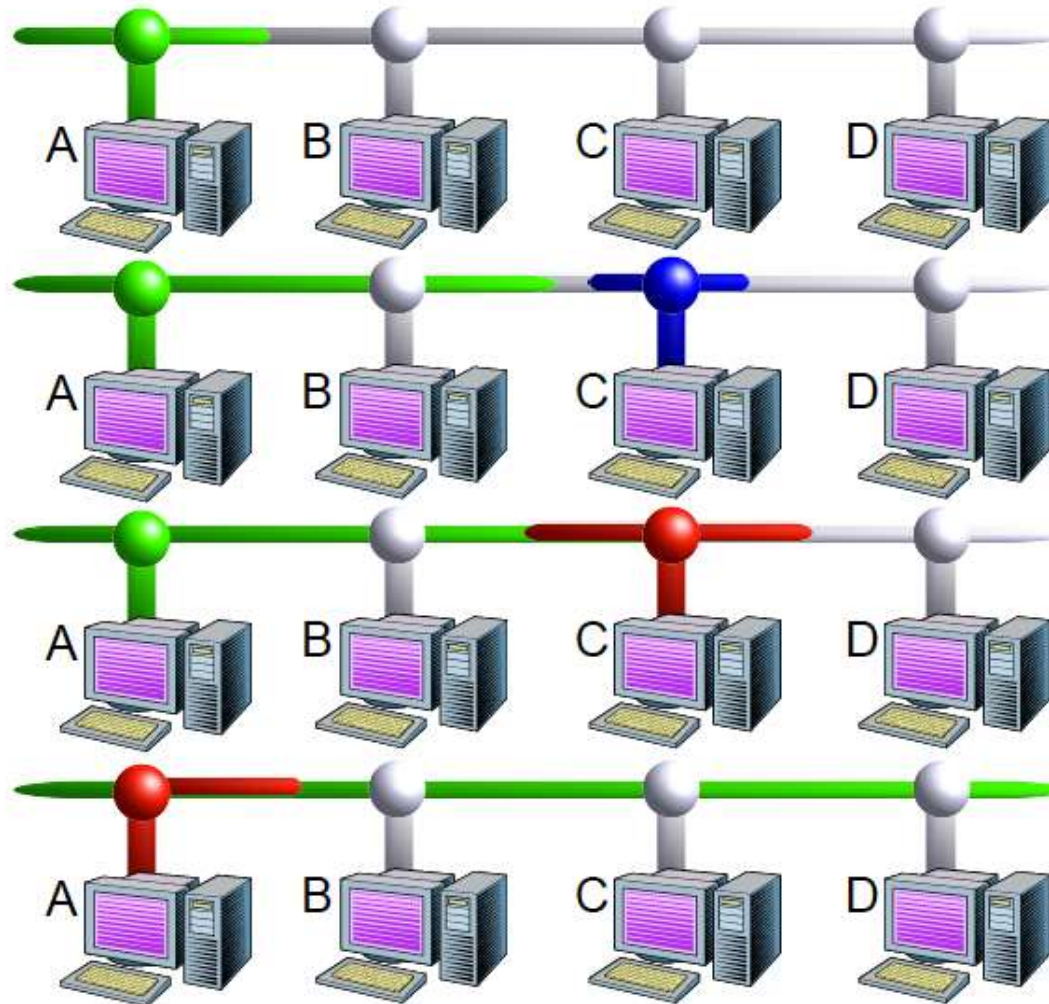
La mida mínima de trama per 10baseT és de 64Bytes, d' aquesta forma funciona correctament el detector de col·lisions

Si contem amb un retard de propagació de 51,2 usegons, això implica una distància de aprox. 102 metres, i això dona lloc als ja mencionat 64 Bytes

IEEE 802.3 (13)

- Algorisme de transmissió:
 1. Si el medi està lliure, transmet, en cas contrari ves a 2
 2. Si el medi està ocupat, continua escoltant fins que quedi lliure i transmet immediatament
 3. Si es detecta col·lisió, transmet un senyal de soroll per a que totes les estacions siguin conscients que s'ha produït la col·lisió i parin la transmissió
 4. Un cop enviat el senyal de soroll, espera un temps aleatori i intenta transmetre de nou

IEEE 802.3 (14)

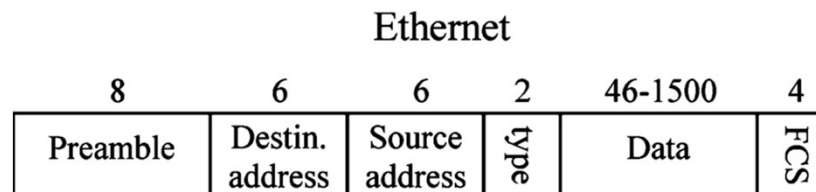
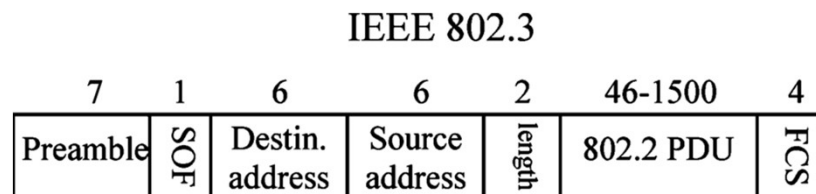


IEEE 802.3 (15)

- Estructura de la trama:
- Preamble: 7 bytes de 0s i 1s alternats
- Delimitador inici de trama (10101011)
- Adreça destí (48 bits o 6 Bytes)
- Adreça origen (48 bits o 6 Bytes)
- Longitud: (2 bytes) indica la long. de la trama 46 – 1500 bytes
- Dades LLC
- Pad: Assegura la longitud mínima per el CD
- FCS: Seqüència de control de trames CRC-32

IEEE 802.3 i Ethernet

- 2 tipus de trames Ethernet:



- Mida de la trama Ethernet – 64 a 1518 Bytes
- L'estandar IEEE 802.3ac (Adaptació a VLAN) redefineix la mida a un màxim de 1522 Bytes



IEEE 802.3 - Ethernet

El camp de verificació de trama (4 bytes)

- Utilitza una comprovació cíclica de redundància
- El dispositiu emisor inclou el càlcul de la CRC en el camp FCS de la trama
- El dispositiu receptor calcula de nou el CRC i el compara amb el valor que hi ha al FCS

L'adreça MAC (6Bytes) es presenta en 12 dígits hexadecimals

- Identificador de 3 bytes del codi de fabricant (OUI) + un número de sèrie de 3 bytes, generant una adreça única. (Addr. MAC de broadcast FF:FF:FF:FF:FF:FF)

Camp de verificació de trama

- Si tenim un error de ràfega es precisa un mètode segur i rigorós.
- Un error de ràfega es defineix per el nombre de bits entre bits erronis, incloent aquests

1011110011101111001111001

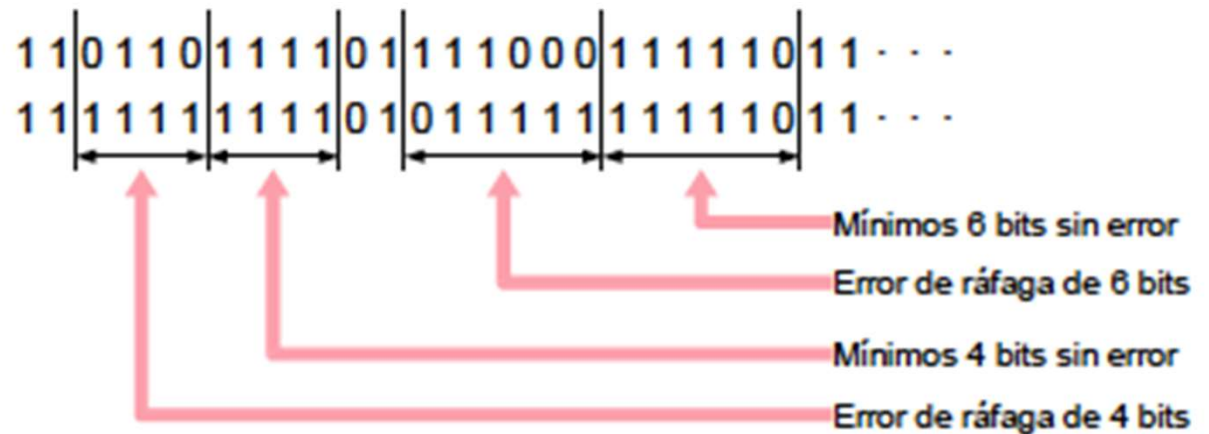
1011100010100000101111001

- A més s'ha de satisfer la condició següent:

Si la ràfega anterior era de B bits, fins al següent error han d'haver uns B bits correctes per considerar que no és la mateixa ràfega

Camp de verificació de trama

- Els mètodes més fiables per a la detecció d'errors en ràfega són els basats en codis polinòmics
- Aquests codis es fan servir en la transmissió de trames o blocs
- Es busca sempre bit d'inici i bit de final



Camp de verificació de trama

El codi es calcula a partir de les dades de la trama i s'afegeix en la cua de la mateixa

El numero de dígitos utilitzat per trama es selecciona en base als tipus d'errors de transmissió esperats

En general es solen fer servir 16 ó 32 bits

Els dígitos de verificació es denominen Seqüència de Verificació de Trama (FCS: Frame Check Sequence) o dígitos de Codi de Redundància Cíclica (CRC)

Camp de verificació de trama

- El mètode utilitzat funciona de la següent forma:
 - $M(x)$ és un nombre de k bits (missatge)
 - $G(x)$ és un nombre de $(n+1)$ bits anomenat divisor o generador
 - $R(x)$ és un nombre de n bits, tal que $k > n$ (el residu de la divisió)

$$\frac{M(x) \cdot 2^n}{G(x)} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$
$$\frac{M(x) \cdot 2^n + R(x)}{G(x)} = Q(x)$$

On Q és el quocient

Fem servir aritmètica mòdul 2

Camp de verificació de trama

- Per aprofitar això, el contingut total de la trama es desplaça cap a l'esquerra tants zeros com dígit de FCS es van a generar
- Això equival a multiplicar el missatge per 2^n , on n són els nombres de dígit de FCS
- Aquest número es divideix en mòdul 2 per el polinomi generador
- El residu serà el FCS que es transmet al final de la trama

Camp de verificació de trama

- En el receptor es divideix la trama completa, incloent el FCS obtingut amb el polinomi generador

$$\frac{M(x) \cdot 2^n + R(x)}{G(x)}$$

- Si no es presenten errors, el residu serà 0
- En cas d'error, es detectarà un residu no nul

IEEE 802.3 (16)

Especificació IEEE per a 10 Mbps

	10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-FP	10Base-FP
Medi de transmissió	Cable coaxial (50 ohms)	Cable coaxial (50 ohms)	Parell trenat UTP	Parell de fibra òptica 850nm multimode	Parell de fibra òptica monomode
Codificació	Banda base (Manchester)	Banda base (Manchester)	Banda base (Manchester)	Manchester diferencial	Manchester diferencial
Topologia	BUS	BUS	ESTEL	ESTEL	ESTEL
Longitud màxima segment (metres)	500	185	100	500	2000
Nodes per segment	100	30	-	33	-

IEEE 802.3 (17)

Especificació del IEEE 802.3 per a 100 Mbps

	100Base - TX		100Base-FX	100Base-T4
Medi transmissió	2 parells, STP	2 parells UTP	2 FO	4 parells categoria 3, 4 o 5 UTP
Codificació	MLT-3	MLT-3	4B5B, NRTZ	(B6T, NRTZ)
velocitat	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Longitud màxima segment	100 m	100 m	100 m	100 m

IEEE 802.3 (18)

- Codificació 4B5B
 - 16 codis de dades i 6 especials
 - 001010100

	00	01	10	11
00	11110	01001	10100	10101
01	01010	01011	01110	01111
10	10010	10011	10110	10111
11	11010	11011	11100	11101

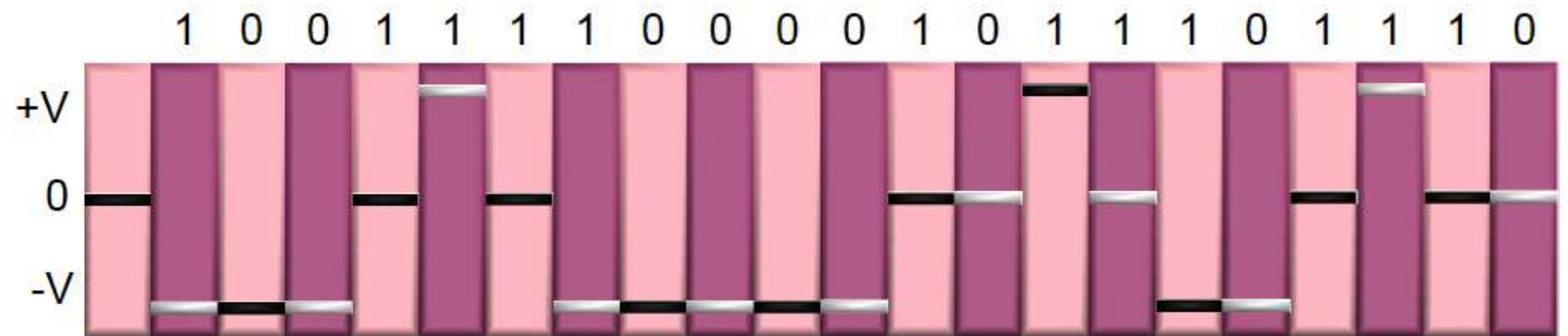
- 11111 En espera
- 11000 Delimitador inici trama (inici)
- 10001 Delimitador inici trama (final)
- 01101 Delimitador final trama (inici)
- 00111 Delimitador final trama (final)
- 00100 Error de transmissió

IEEE 802.3 (19)

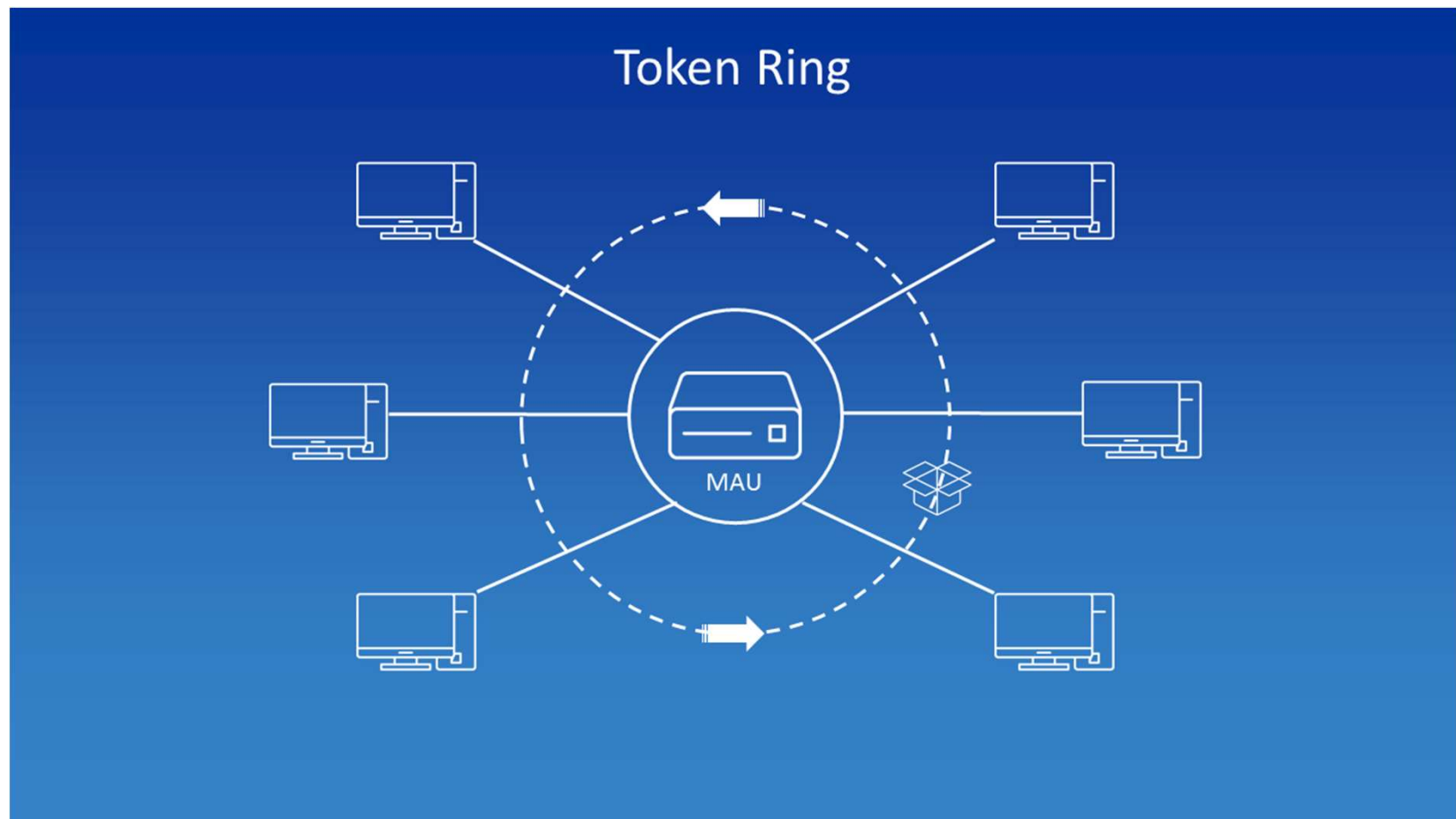
- La codificació MLT-3 fa servir tres valors de tensió (+V, 0 i -V)
- Segueix el següent esquema
 1. Si el següent bit és 0, el valor de sortida serà igual a l'anterior
 2. Si el següent bit és un 1, es produeix una transició
 1. Si la sortida anterior era +V o -V, la següent sortida serà 0
 2. Si la sortida anterior era 0, el proper valor tindrà signe oposat a l'últim valor de sortida no 0

IEEE 802.3 (20)

- Codificació MLT-3



Token Ring



IEEE 802.5 (1)

El protocol IEEE 802.5 és també conegut com Token Ring

El protocol MAC es fonamenta en la utilització de una trama curta coneguda como token

Si una estació desitja transmetre, ha d'esperar que li arribi el token

Quan rep el token, modifica un bit, transformant-lo en el delimitador d'inici de trama

IEEE 802.5(2)

Un cop modificada la trama, adjunta la resta de camps, per obtenir la trama de dades

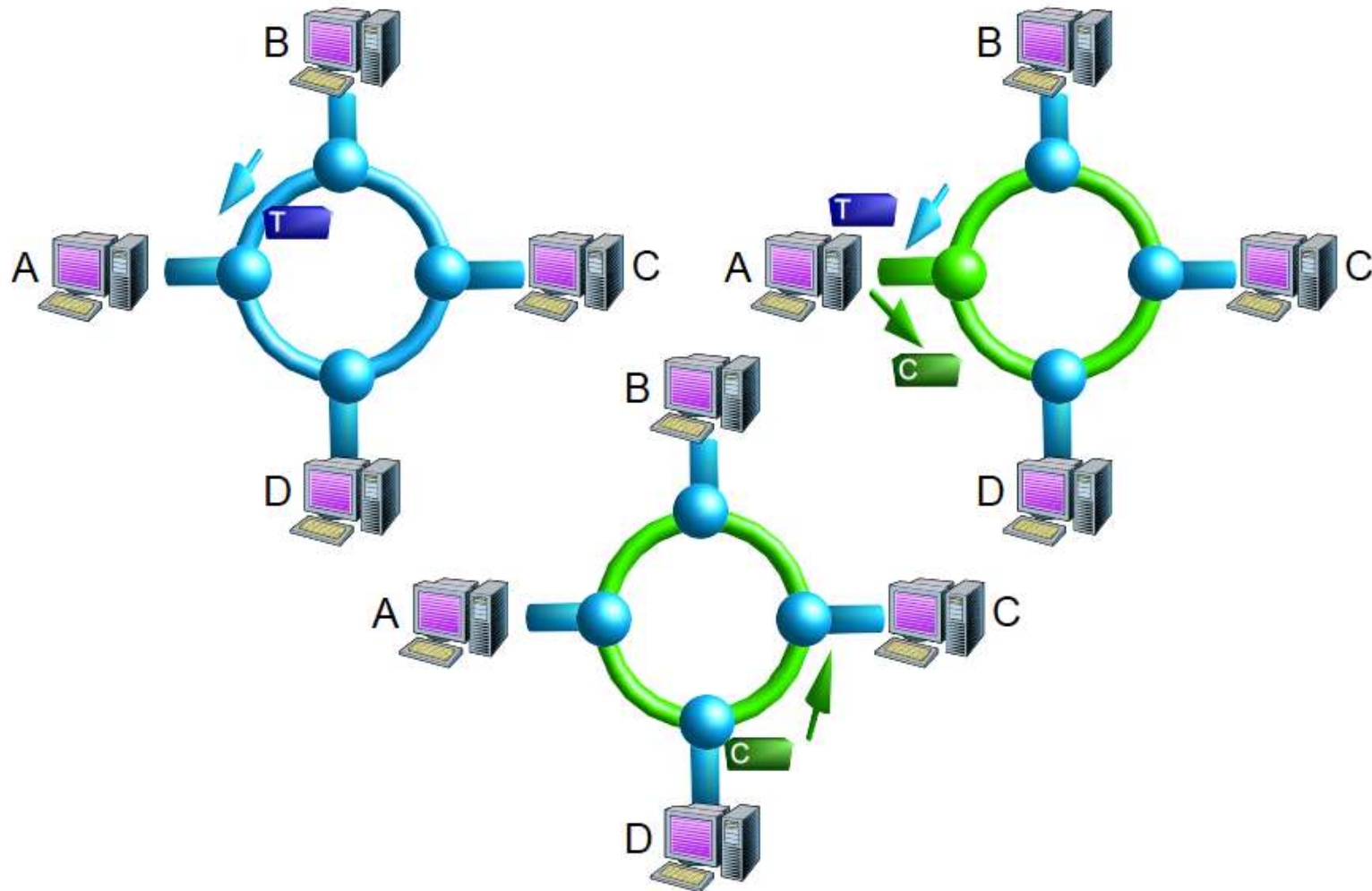
En aquesta situació, la resta d'estacions han d'esperar

La trama dona una volta a la anella i és estreta per l'estació emissora

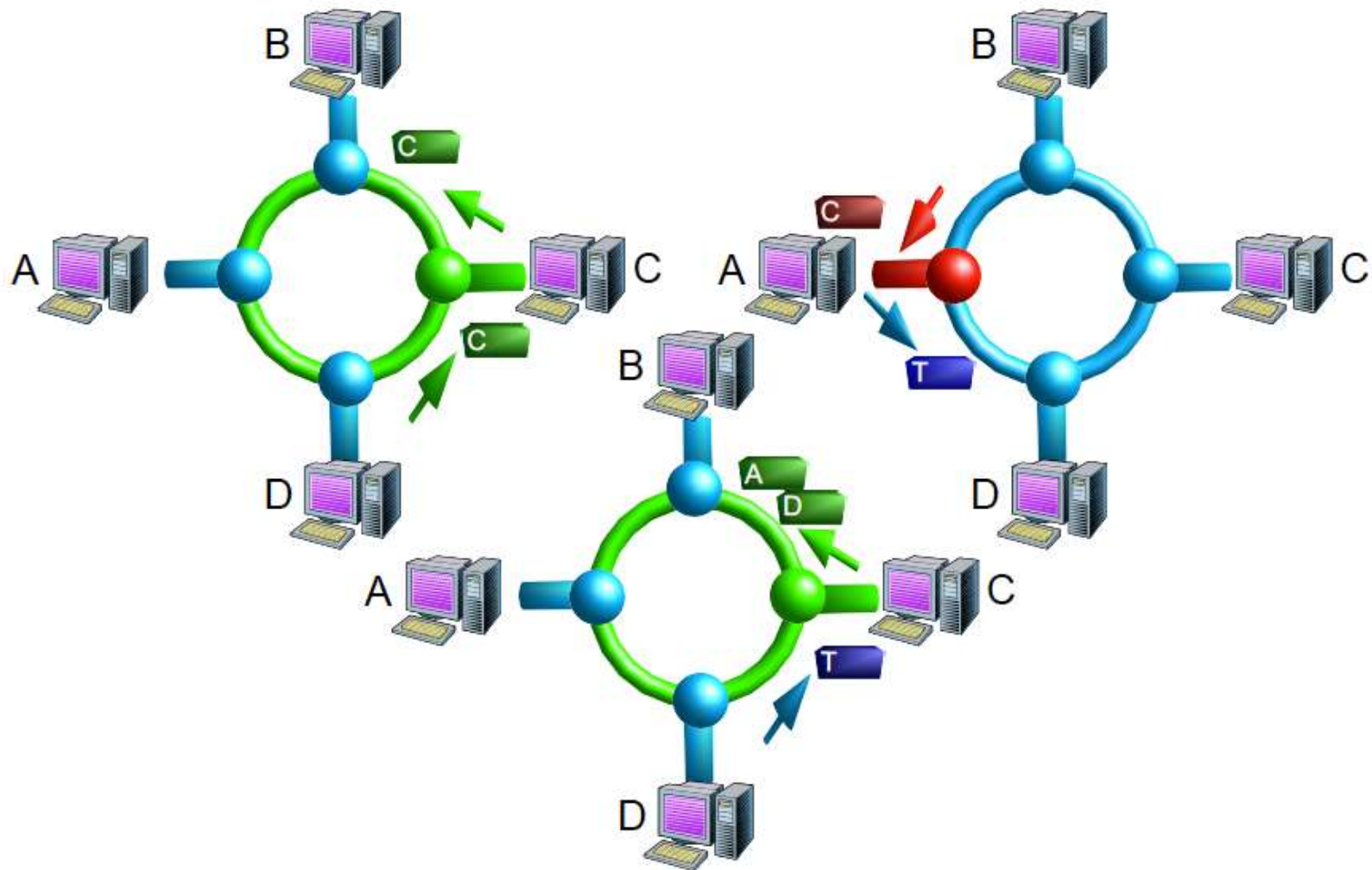
L'estació torna a introduir el token si:

- L'estació completa la transmissió de la trama
- El delimitador d'inici de trama retorna a l'estació després de donar una volta a l'anella

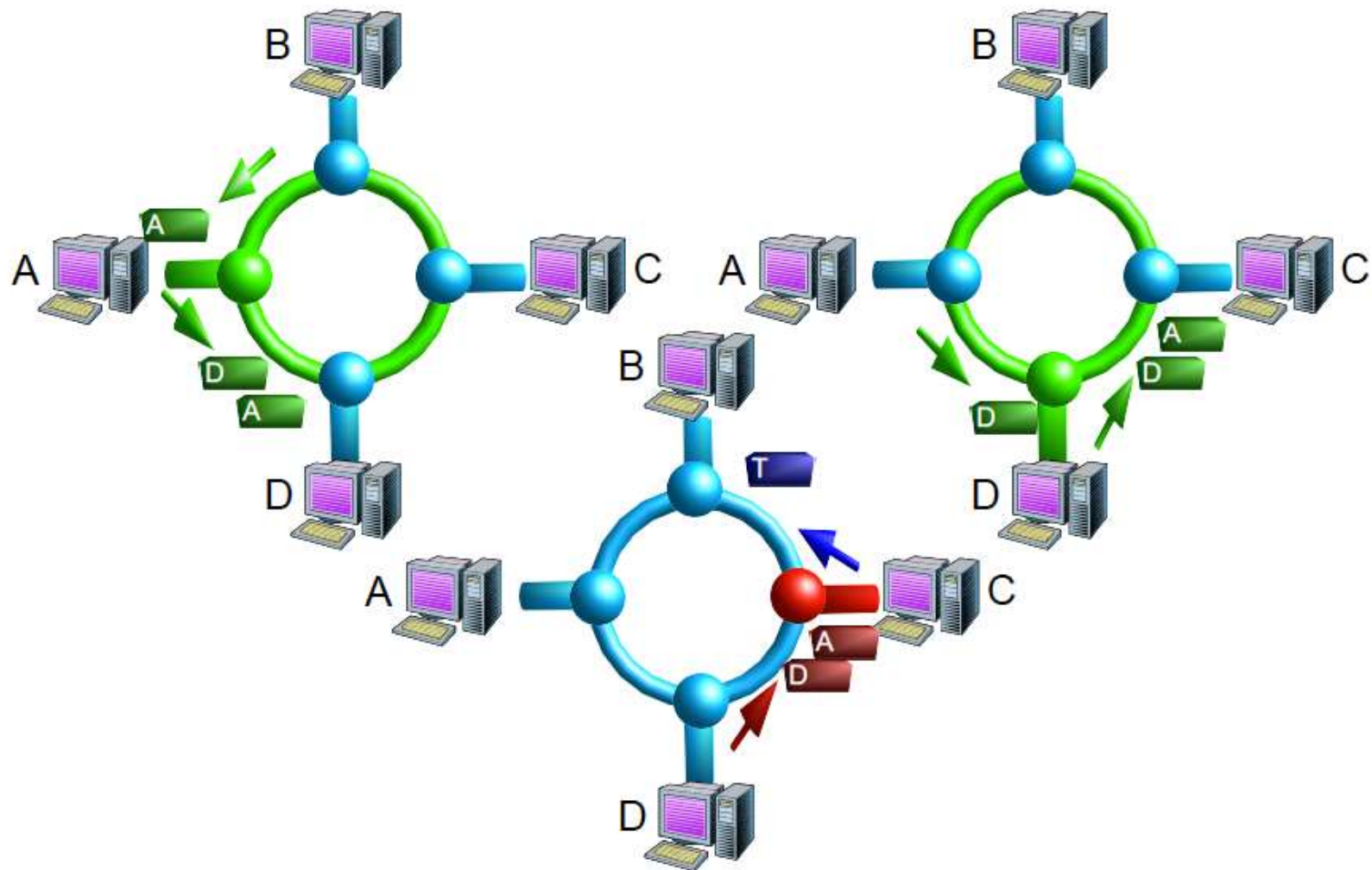
IEEE 802.5 (3)



IEEE 802.5 (4)



IEEE 802.5 (5)





IEEE 802.5 (6)

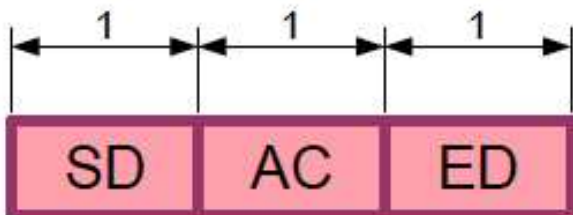
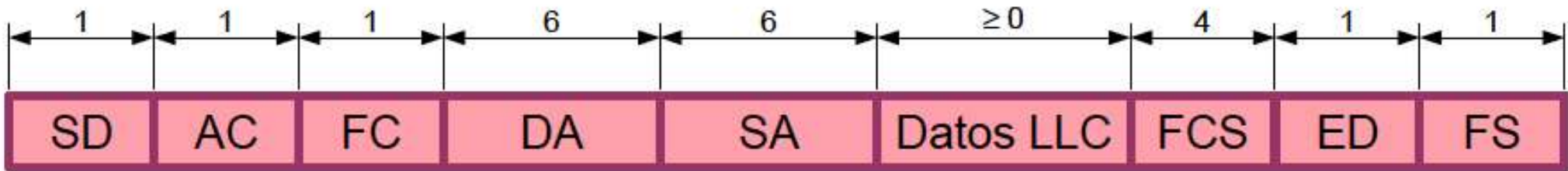
- Camps de la trama:
 - Delimitador d'inici: El format de la trama és JK0JK000, on JK són símbols que no identifiquen dades
 - Control d'accés: El format és PPPTMRRR
 - P variable de prioritat
 - R variable de reserva
 - M bit de monitorització
 - T bit que indica si és una trama de TOKEN

IEEE 802.5 (7)

- Control de trama: Indica si és una trama LLC o bé és per al funcionament de la MAC
- Adreça destí: 48 bits com el IEEE 802.3
- Adreça origen: 48 bits com el IEEE 802.3
- Dades LLC
- Seqüència de comprovació de trama. CRC-32
- Delimitador de final de trama
 - Error de la trama. Indica si alguna estació ha detectat un error
 - Intermedi. Indica si la trama es composta

IEEE 802.5 (8)

- Estat de la trama. Aquest camp es troba després del FCS. Per aquest motiu trobem duplicades
 - Adreça reconeguda (A)
 - Trama copiada (C)



IEEE 802.5 (9)

- L'estàndard 802.5 defineix una especificació opcional per establir prioritats en les trames
- Fa servir les variables P i R del camp AC
- Per explicar l'algorisme definim les següents variables:
 - P_f prioritats trama a transmetre per l'estació
 - P_s prioritats del servei, prioritats del token actual

IEEE 802.5 (10)

- P_r valor de P_s rebut per l'estació prèviament
- R_s valor de reserva en el token actual
- R_r valor més alt de reserva en les trames rebudes per l'estació en la darrera rotació del token
- L'algorisme funciona de la següent forma:
 - Una estació que desitja transmetre ha d'esperar un token amb prioritat $P_s \leq P_f$

IEEE 802.5 (11)

- Mentre estigui en espera, una estació pot reservar un token a un determinat nivell de prioritat
- Si passa una trama de dades i el camp de reserva és inferior a la seva prioritat ($R_s \leq P_f$) aleshores l'estació pot canviar el camp de reserva a la seva prioritat ($R_s \leftarrow P_f$)
- Si passa un token i si ($R_s < P_f$ y $P_f < P_s$) l'estació canvia el camp de reserva a la seva prioritat ($R_s \leftarrow P_f$)

IEEE 802.5 (12)

- Quan una estació recull un token
 - Posa el bit de Token a 1 per iniciar una trama de dades
 - Modifica el camp de reserva a 0
 - Deixa el camp de prioritat sense modificar
- Un cop enviades les dades, l'estació emissora torna a enviar el Token amb els camps de prioritat abans indicats

IEEE 802.5 (13)

- Els primers passos indiquen la pujada de la prioritat de forma ràpida
- La prioritat s'ha de reduir per evitar que el Token no vagi donant voltes a la màxima prioritat
- Quan una estació puja la prioritat, es responsable de baixar-la quan termina la transmissió a aquesta prioritat

IEEE 802.5 (14)

- La implementació de l'algoritme de baixada de prioritat requereix de dos piles per a cada estació
 - S_X serveix per guardar els nous valors de prioritat del token
 - S_R guarda els antics valors de prioritat del token
- Es requereixen dues piles per a que la baixada es faci de forma controlada i en ordre invers a les pujades fetes per l'estació

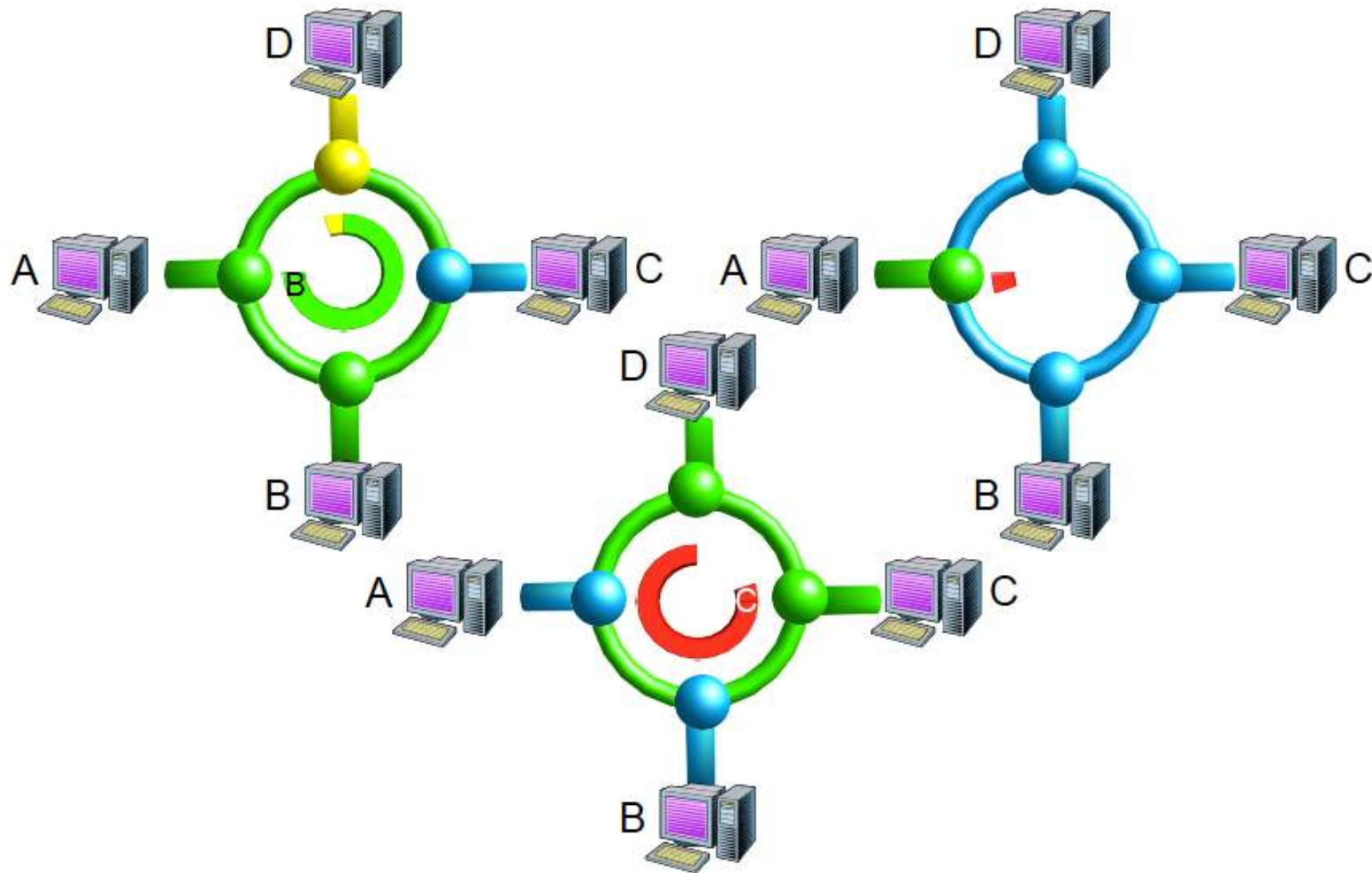
IEEE 802.5 (17)

- L'algoritme passa a ser:
 - Una estació amb Prioritat P superior a la que té la trama que circula pot reservar el següent Token
 - Quan el Token s'allibera, passa a tenir la prioritat que hi havia a la reserva
 - Només les estacions que tenen prioritat P igual o superior a la del Token poden agafar-lo per enviar dades
 - L'estació que puja la prioritat ÉS responsable de baixar-la

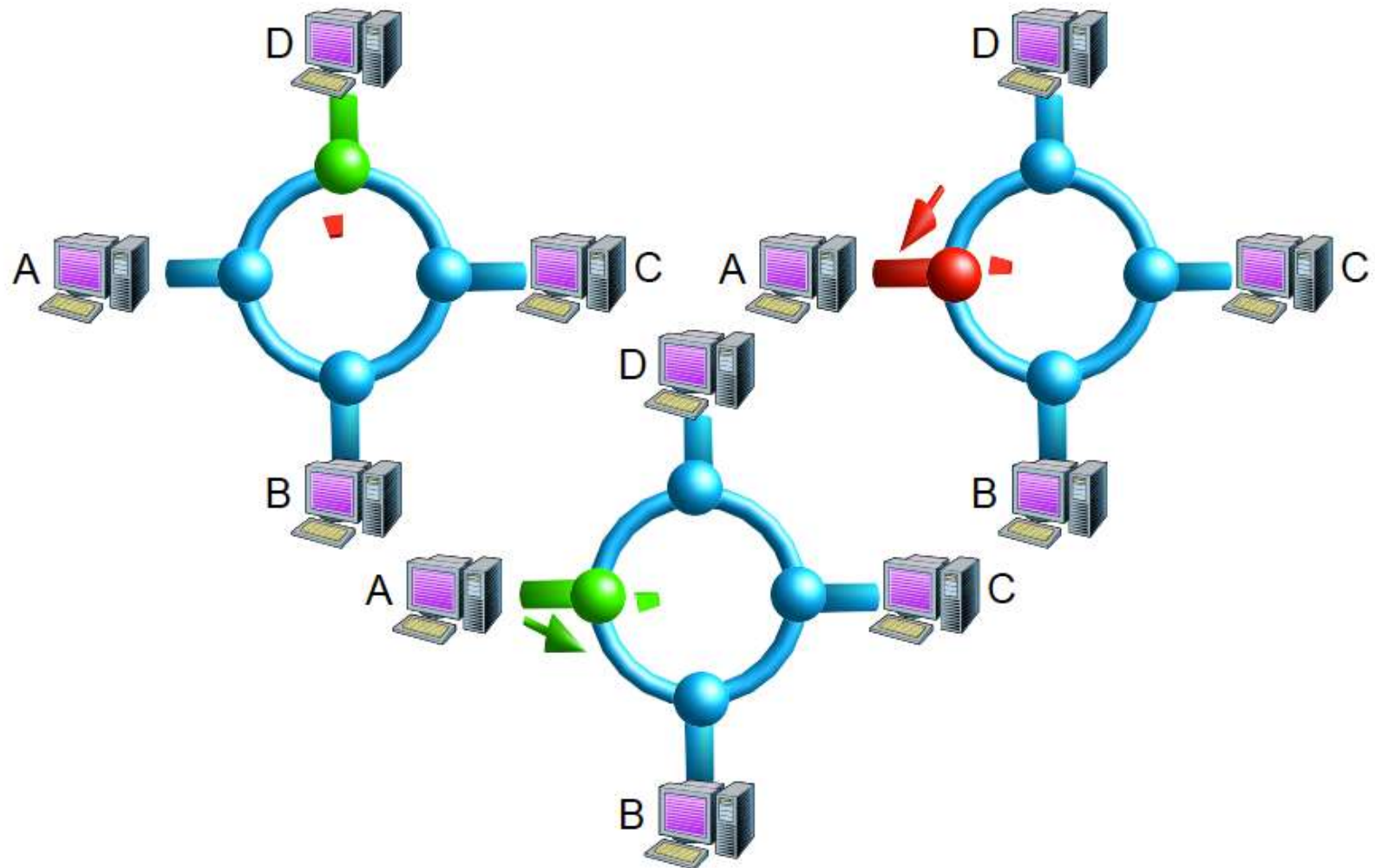
IEEE 802.5

- Quan l'estació que ha pujat la prioritat del Token ve passar el Token amb la prioritat que havia posat unes voltes abans, considera que no hi ha cap node que vulgui transmetre a aquesta prioritat i la baixa.

IEEE 802.5 (19)



IEEE 802.5 (20)



IEEE 802.5 (21)

- Explicació del diagrama:
 - A transmet una trama a B amb prioritat 0
 - Quan la trama passa per D, aquesta reserva la prioritat a 3
 - Quan la trama passa de nou per A, treu les dades i torna a posar el Token en circulació, però amb prioritat 3
 - Si B o C no tenen informació amb prioritat igual o superior a 3, el token arriba a D
 - D envia la informació amb la prioritat igual a 3.
 - Quan la trama arriba de nou a D, treu les dades i torna a llençar el Token amb prioritat 3.

IEEE 802.5 (22)

- El token circula per la xarxa fins arribar a A.
- A veu el token amb prioritat 3 que és la mateixa que ell havia posat. Per tant recupera el Token i restableix la prioritat a 0
- Abans d'arribar el token a A, aquest ha passat per tota la xarxa, per tant, donat que cap node ha volgut enviar més dades a aquesta prioritat, és normal que A baixi la prioritat del Token

IEEE 802.5 (23)

- Pas del Token en bus dedicat (Dedicated Token Ring)
- Es treballa Token Ring amb topologia en estrella fent servir un concentrador
- En 1997 es va introduir DTR que permet utilitzar commutadors similars als Switchos de IEEE 802.3
- Aquest mètode permet millorar la velocitat

IEEE 802.5 (24)

Tasa de bits [Mbps]	4	16	100
Medio de transmisión	UTP, STP o fibra		
Técnica de señalización	Manchester diferencial	Manchester diferencial	MLT-3 o 4B5B/NRZI
Tamaño máximo de trama [octetos]	4550	18200	18200

IEEE 802.11 (1)

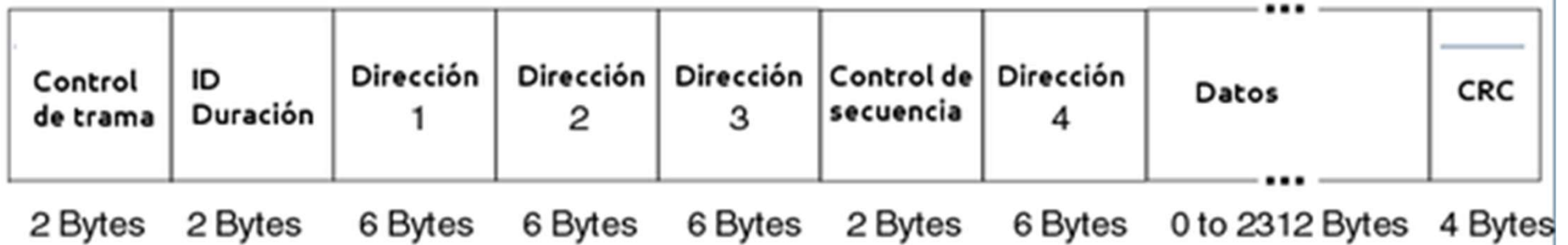
- El protocol IEEE 802.11 és també conegut com Wireless Fidelity (WiFi)
- Defineix un model de xarxa sense fils (wireless)
- Té com unitat mínima un conjunt bàsic de serveis (BSS)
 - Conjunt de estacions que comparteixen medi i competeixen per accedir al mateix medi

IEEE 802.11 (2)

- Una BSS pot estar aïllada o connectada a una altra xarxa a través d'un punt d'accés (PA)
 - El PA actua com a pont
- El protocol MAC pot estar distribuït o controlat pel PA
- Un BSS es pot considerar com una cel·la
- Un conjunt de serveis extessos (ESS) consisteix en BSS connectats per un sistema de distribució

Format de trama MAC

802.11 Cabecera MAC



Format de la trama WiFi

- **Dirección 1** (Destination Address (**DA**)): dirección MAC del nodo final.
- **Dirección 2** (Source Address (**SA**)): dirección MAC del nodo inicial.
- **Dirección 3** (Receiver Address (**RA**)): dirección MAC que identifica el dispositivo wireless que es el receptor inmediato de la trama.
- **Dirección 4** (Transmitter Address (**TA**)): dirección MAC que identifica el dispositivo wireless que transmite la trama.

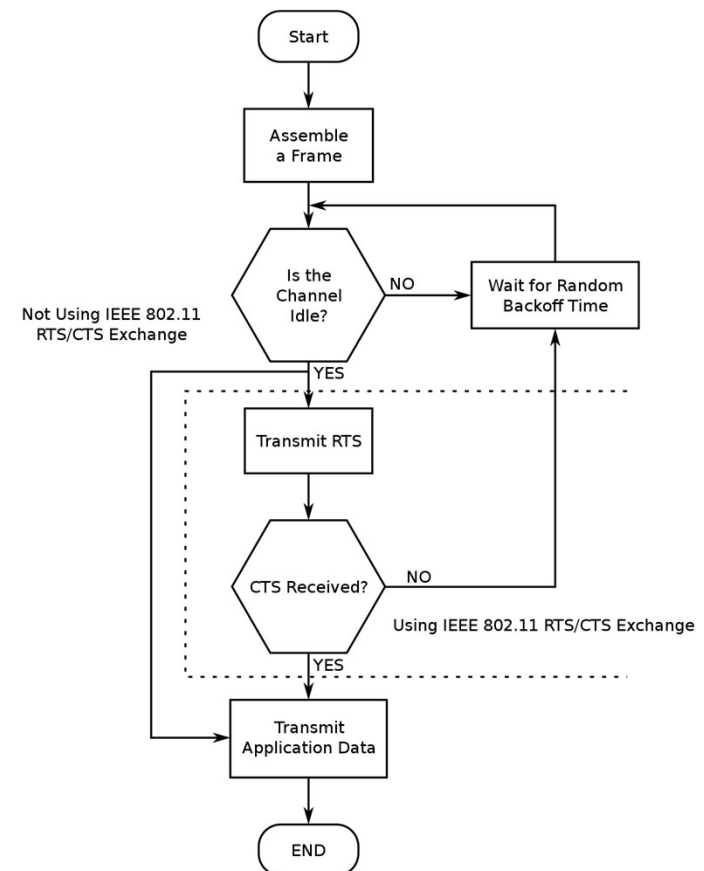
CSMA - CA

- Carrier-sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) in computer networking, is a **network multiple access method in which carrier sensing is used**, but nodes attempt to avoid collisions by beginning transmission only after the channel is sensed to be "idle".

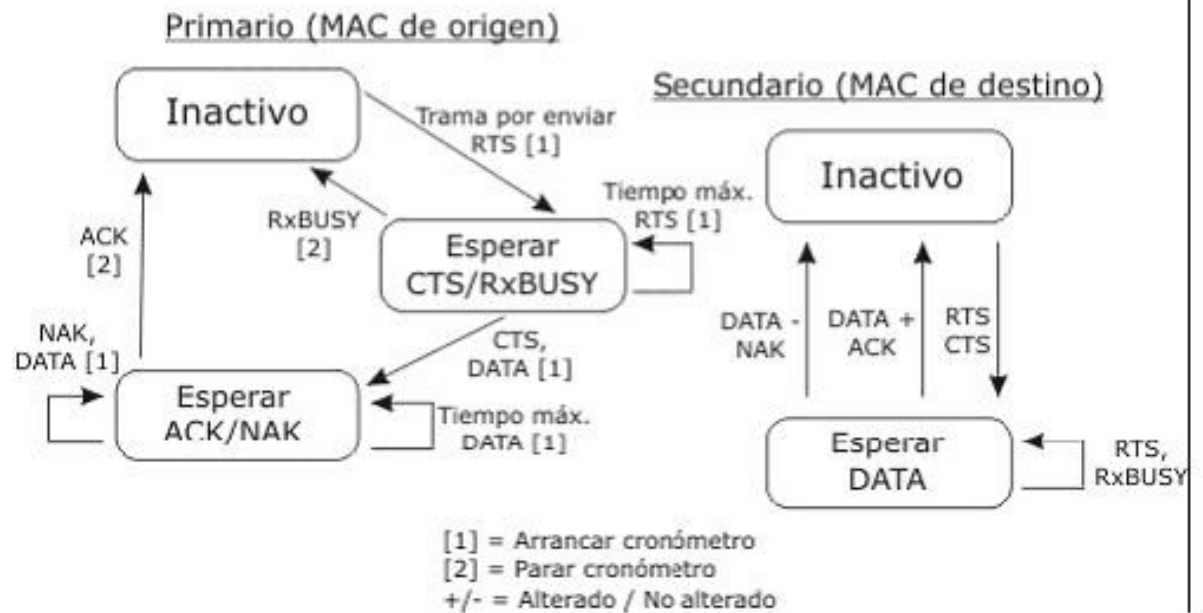
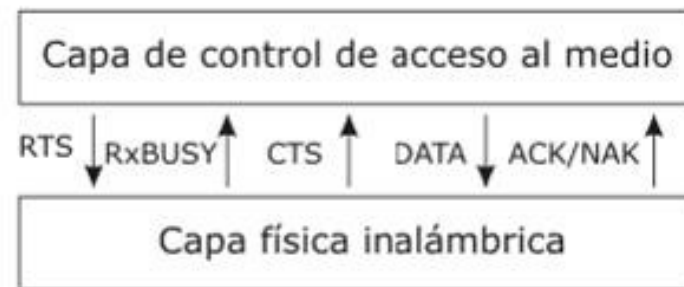
Norma	Velocidad	Frecuencia	Año
802.11a	54 Mbps	5 Ghz (OFDM)	1999
802.11b	11 Mbps	2,4 Ghz (DSSS)	1999
802.11g	54 Mbps	2,4 Ghz (OFDM)	2003
802.11G +	108 Mbps	2,4 Ghz	
802.11n	300 Mbps	2,4 / 5 Ghz	2009
802.11ac	1 Gbps	5 Ghz	2014
802.11ad	7 Gbps	2,4 / 5 / 60 Ghz	2015?

Siglas:

- OFDM: Orthogonal Frequency División Multiplexing
- DSSS: Direct Sequencing Spread Spectrum



CSMA -CA



IEEE 802.11 (3)



IEEE 802.11 (4)

- Es defineixen tres tipus d'estacions en funció de la mobilitat:
 - Sense transició: Estació estàtica o que només es desplaça dins la seva BSS
 - Transició de BSS: És una estació que es desplaça entre BSSs en un mateix ESS i per tant s'ha de poder determinar la nova ubicació de l'estació
 - Transició de ESS: L'estació pot desplaçar-se però la connexió ho asseguren les capes superiors

IEEE 802.11 (5)

- Tipus de IEEE 802.11
 - Acceptats internacionalment (freq. Portadora 2.4 GHz):
 - 11.b 11 Mbits/s
 - 11.g 54Mbits/s
 - 11.n 300 Mbits/s
 - Acceptats a freqüències diferents
 - 11.a fins a 54 Mbits/s a 5GHz
 - 11.h per sistemes militars. 5GHz
 - Altres definicions:
 - 11.c per interconnectar xarxes i edificis
 - 11.e permet interoperar en entorns públics, de negocis. Afegeix QoS i serveis Multimèdia
 - ...

Noves tecnologies WiFi

- MU-MIMO
 - Acrònim de Multiple User Multiple Input Multiple Output
 - Com més dispositius es connectin a la teva xarxa Wi-Fi domèstica més lenta operarà aquesta. És per això que la majoria de routers només es comuniquen de forma simultània amb un únic dispositiu. Amb aquests routers d'usuari únic (SU-MIMO) cada dispositiu espera el seu torn per enviar i rebre dades d'internet. Quan un nou dispositiu es connecta la cua i el temps despera augmenten.
 - La tecnología de múltiple usuario, múltiple entrada y múltiple salida, o más conocida como MU-MIMO (AC de nueva generación o AC Wave 2) permite a un router Wi-Fi comunicarse con múltiples dispositivos de forma simultánea. Esto reduce el tiempo de espera de los dispositivos conectados para recibir la señal inalámbrica e incrementa significativamente la velocidad de tu red.

IEEE 802.11 (6)

- Bandes freqüencials a 2.4 GHz

Canal	Frecuencia	Zonas legales					
		X'10' FCC	X'20' IC	X'30' ETSI	X'31' Spain	X'32' France	X'40' MKK
1	2412 MHz	X	X	X	—	—	—
2	2417 MHz	X	X	X	—	—	—
3	2422 MHz	X	X	X	—	—	—
4	2427 MHz	X	X	X	—	—	—
5	2432 MHz	X	X	X	—	—	—
6	2437 MHz	X	X	X	—	—	—
7	2442 MHz	X	X	X	—	—	—
8	2447 MHz	X	X	X	—	—	—
9	2452 MHz	X	X	X	—	—	—
10	2457 MHz	X	X	X	X	X	—
11	2462 MHz	X	X	X	X	X	—
12	2467 MHz	—	—	X	—	X	—
13	2472 MHz	—	—	X	—	X	—
14	2484 MHz	—	—	—	—	—	X

- La separació entre bandes ha de ser superior als 30 MHz