

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Local Area Network e Accesso multiplo

LAN: Local Area Networks



Infrastruttura di telecomunicazioni che consente ad apparati **indipendenti** (stazioni) di comunicare in un' area **limitata** attraverso **un canale fisico condiviso** ad **elevata bit rate** con **bassi tassi di errore**

- **INDIPENDENTI**: assenza di architetture master-slaves
- **LIMITATA**: un' area di dimensioni moderate è spesso privata, non soggetta a regulations
- **CANALE FISICO CONDIVISO**: potrebbe essere un unico mezzo fisico condiviso
- **ELEVATA BIT RATE**: uso esclusivo dell' intera banda anche se per brevi intervalli
- **BASSI TASSI DI ERRORE**: a causa delle piccole distanze si dispone di molta potenza



Scelte per le LAN

- Le LAN sono *reti di calcolatori* e devono essere implementate scegliendo *protocolli per tutti gli strati dell'OSI*
- Le **dimensioni limitate** rendono convenienti soluzioni particolari per gli **strati 1 e 2**
 - di questo si occupano gli standard per le LAN
- Occorre scegliere
 - Il mezzo trasmissivo
 - La topologia
 - Un eventuale protocollo di accesso



Mezzo trasmissivo

- Nelle reti geografiche (WAN) e nella rete di accesso la fibra ottica sta progressivamente sostituendo il rame
 - Abbiamo già discusso gli elementi fondamentali
 - Maggiore banda e distanza
 - Minore costo
 - Connettivazione più complessa e costosa
- Nelle LAN
 - Per le dimensioni limitate il costo del mezzo incide meno rispetto al costo dei connettori per le stazioni
 - La penetrazione delle fibre ottiche è più lenta
 - Per gli ultimi metri al momento sopravvive la soluzione basata su UTP
- Il mezzo radio, per motivi di affidabilità e di costi non è stato usato fino alla fine degli anni '90
 - Oggi ha una rilevanza grazie alla grande diffusione commerciale del Wi-Fi

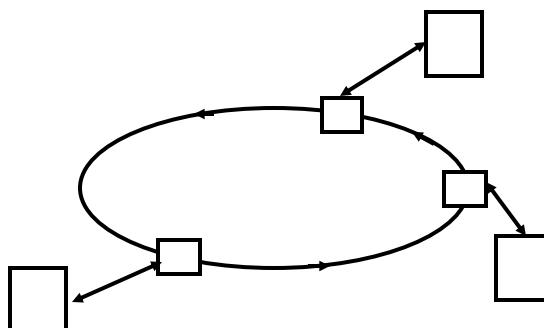
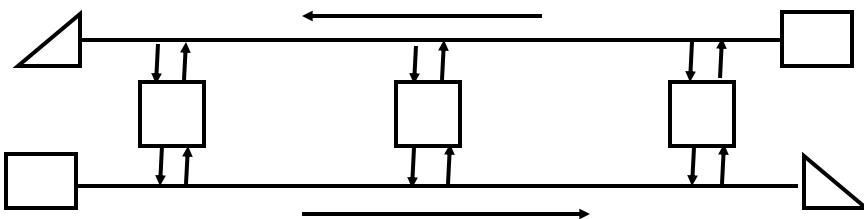
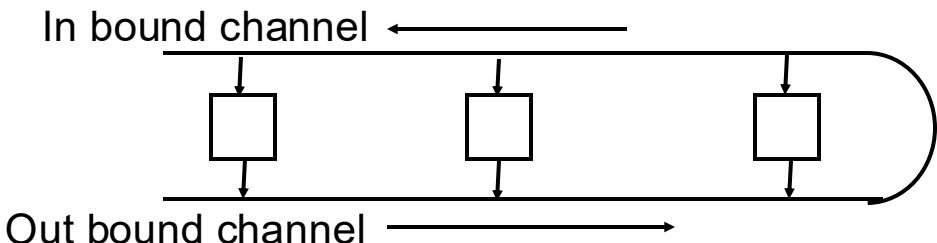
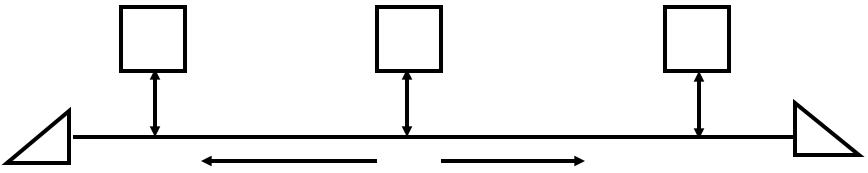


Reti cablate: topologie

- Topologie tradizionalmente preferita nelle WAN
 - A stella
 - A maglia più o meno completa
 - Architettura gerarchica
- Topologie punto-multipunto
 - Non adatte per le WAN
 - Nelle WAN è importante avere i collegamenti più lunghi possibile
 - Le prese intermedie sottraggono potenza e aggiungono disturbi imponendo collegamenti più corti
 - Sono state preferite nelle prime proposte di LAN
 - Se i terminali sono pochi non servono nodi di commutazione

Topologie punto-multipunto

- Bus bidirezionale
- Bus unidirezionale
- Doppio bus (dual bus)
- Anello





Due caratteristiche

- Topologie punto-multipunto = mezzo di trasmissione condiviso = due caratteristiche peculiari
 - **Broadcast**
 - La LAN fornisce in modo nativo una comunicazione da uno a tutti (broadcast) sul mezzo condiviso
 - Per evitare che tutti i calcolatori leggano i dati di tutte le comunicazioni si deve introdurre un meccanismo di indirizzamento a livello di protocollo LAN
 - Si vuole evitare che lo strato 3 debba elaborare anche le conversazioni degli altri
 - **Collisione**
 - Su di un mezzo condiviso esiste la possibilità che più utenti inviano informazioni contemporaneamente
 - Interferenza – perturbazione o distruzione dell'informazione – perdita di trasparenza semantica

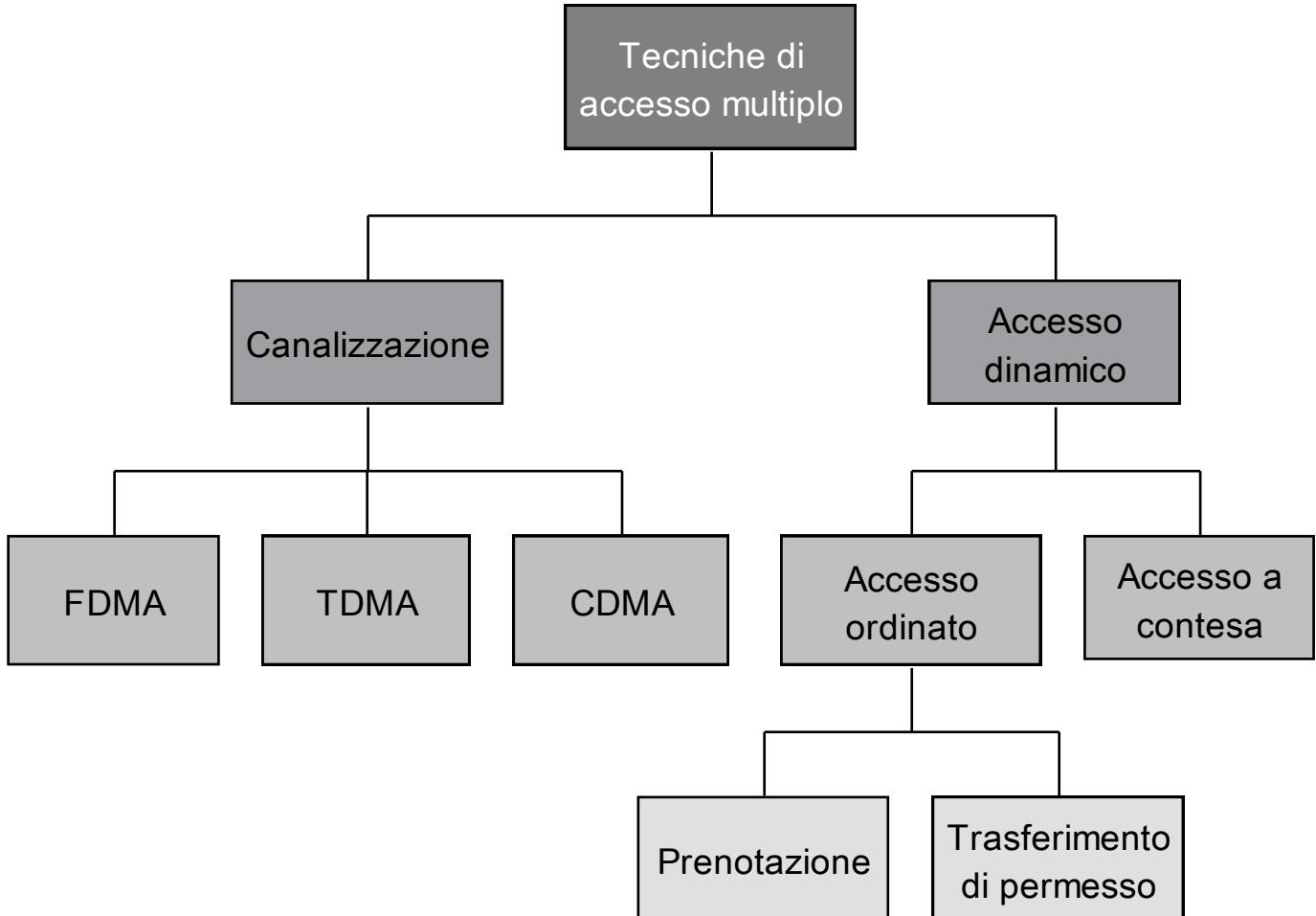


Accesso al canale di collegamento

- Collegamenti con canali punto-punto e commutati
 - Solo sorgente e destinazione hanno accesso al canale quindi la sorgente può liberamente impegnare tutta la capacità certa di raggiungere la destinazione
- Collegamenti con canali ad accesso multiplo
 - Più sorgenti possono accedere al canale contemporaneamente determinando quindi la «**collisione**»
- Collegamenti con accesso al canale controllato
 - Il canale è condiviso ma l'accesso viene controllato in modo centralizzato o distribuito per **evitare fenomeni di collisione**

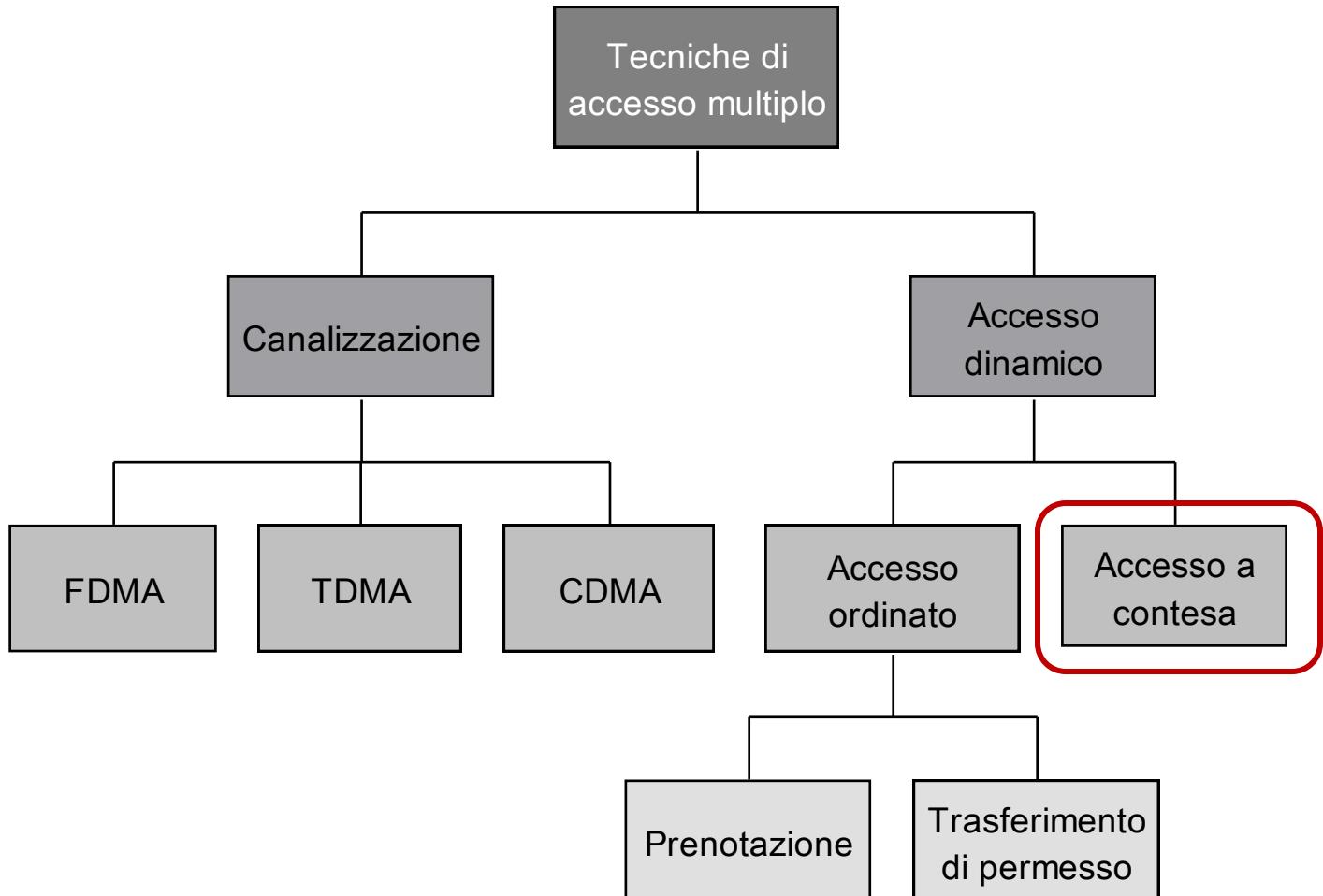


Accesso multiplo: tassonomia





Accesso multiplo: tassonomia



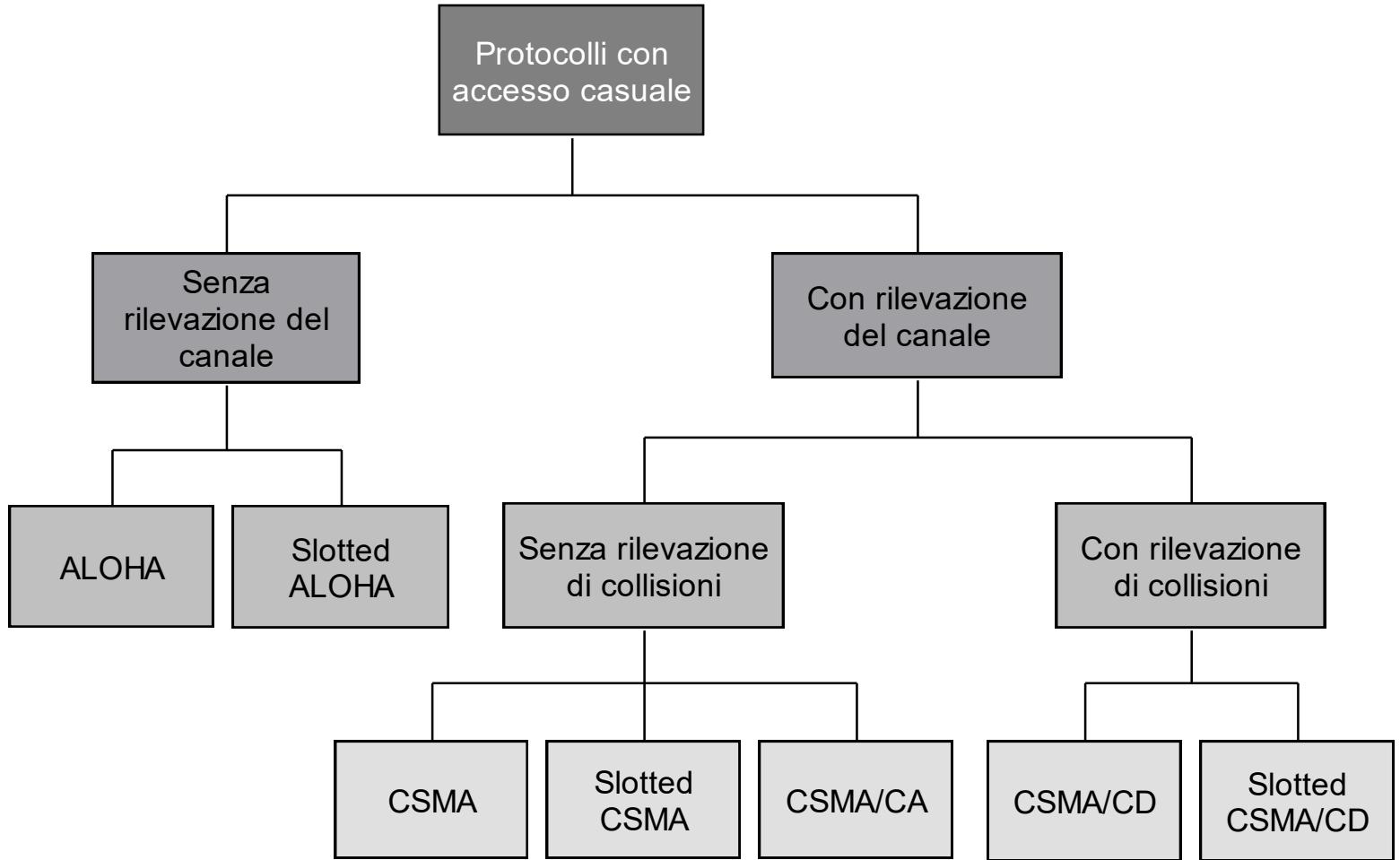


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Protocolli ad accesso casuale: funzionalità e prestazioni



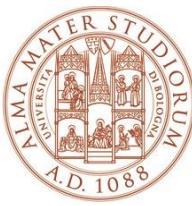
Protocolli ad accesso casuale





Protocolli a contesa

- Ammettono le collisioni e devono cercare di gestirle
- Vengono anche chiamati protocolli di controllo di accesso al mezzo trasmisivo (Medium Access Control o MAC)
- CAP - Channel Access Procedure
 - E' l'insieme delle procedure che la stazione effettua per realizzare l'accesso al canale
- CRA - Collision Resolution Algorithm
 - E' l'insieme delle procedure che la stazione effettua per rivelare ed eventualmente recuperare situazioni di collisione

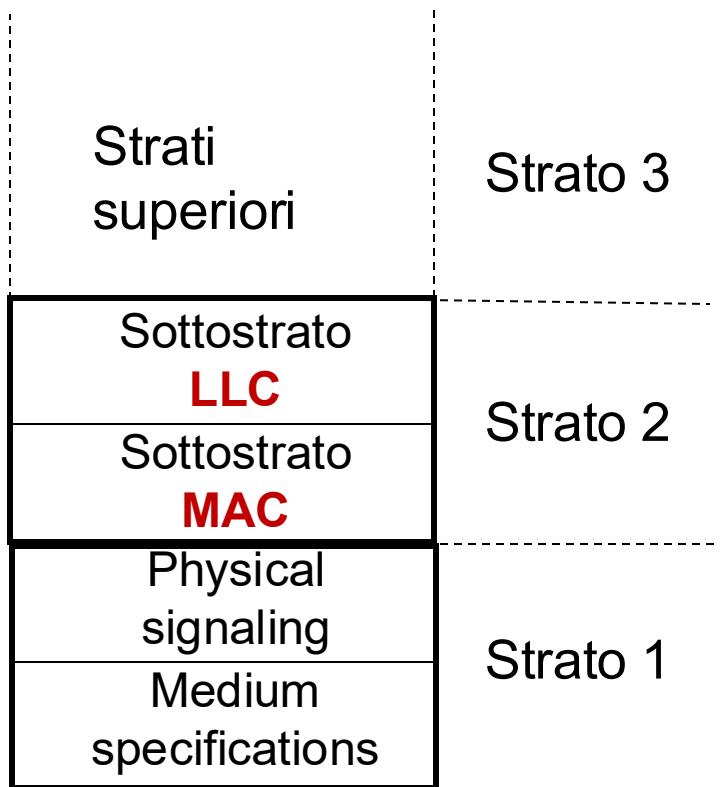


Progetto IEEE 802

- Molti altri protocolli a contesa e collision free sono stati proposti soprattutto nei tardi anni '70
- Nel 1980 parte il **Progetto IEEE 802** per tentare di definire degli standard per LAN
 - IEEE ha già avuto un grande successo con lo standard IEEE 488, per applicazioni ai banchi di misura comandati da un calcolatore
 - Propone un' architettura master-slave
 - Si rifà ad uno standard di mercato proprietario: lo HP-IB (Hewlett Packard Interface Bus)
- Si organizza in commissioni che producono documenti denominati IEEE 802.x
 - diventeranno standard ISO col nome IS 8802/x

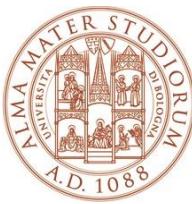


Scelta importante di IEEE 802



- Lo strato 2 viene diviso in due sottostrati
 - LLC = Logical Link Control
 - MAC = Medium Access Control
- Lo strato LLC è indipendente dal mezzo fisico, dalla topologia e dal protocollo di accesso
- Anche lo strato 1 viene diviso in due

Commissioni e documenti IEEE 802



- IEEE 802.1 : descrizione generale del progetto, modello di riferimento
 - Non ha mai finito i suoi lavori
 - Contiene anche parte di standard che non trovano facilmente posto in altri documenti
- IEEE 802.2 : Sottostrato LLC, interfaccia con gli strati superiori
- **IEEE 802.3** : Rete locale basata su CSMA/CD, ispirata alla rete Ethernet
- IEEE 802.4 : Rete locale basata su Token Passing Bus
- IEEE 802.5 : Rete locale basata su Token Ring, ispirata alla rete Token Ring di IBM
- IEEE 802.6 : Reti in Area Metropolitana o MAN (Metropolitan Area Networks)

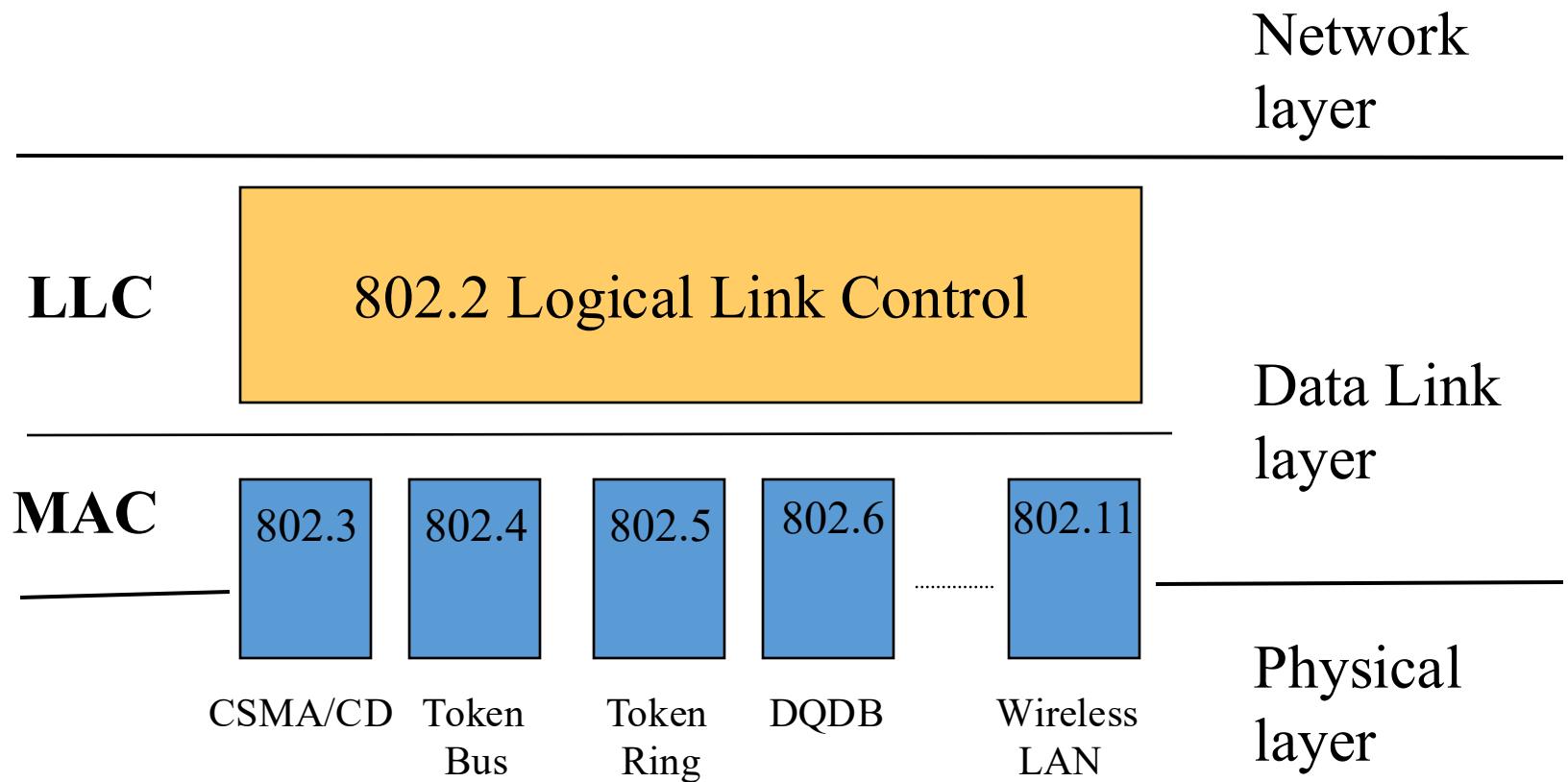
Commissioni e documenti IEEE 802



- IEEE 802.7 : Studi sulle tecnologie a larga banda
- IEEE 802.8 : Studi sulla tecnologie in fibra ottica
- IEEE 802.9 : ISLAN (Isochronous LAN)
- IEEE 802.10 : LAN/MAN security
- **IEEE 802.11** : WLAN (Wireless LAN)
- IEEE 802.12 : Reti locali a 100 Mbit/s basate su Demand Priority (standard AnyLAN di HP)
- IEEE 802.13 : non esiste
- IEEE 802.14 : Cable modem per impianti di TV via cavo
- IEEE 802.15 : Personal Area Networks (Bluetooth)
- IEEE 802.16 : Accesso wireless a banda larga per utenti residenziali
- IEEE 802.17 : Resilient Packet Ring (RPR)



PROGETTO IEEE 802





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Rete Ethernet e IEEE 802.3



Rete Ethernet

- Nasce da sviluppi della Xerox nel 1976, poi si forma in consorzio comprendente
 - Digital Equipment Corporation (DEC)
 - Intel
 - Xerox
- Il consorzio nel 1978 mette a punto lo standard a 10Mbit/s chiamato DIX
- Nel 1983 il DIX diviene con poche modifiche lo standard IEEE 802.3
- È basato sul protocollo di accesso CSMA/CD



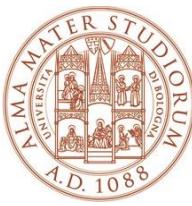
CSMA/CD

- Protocollo Carrier Sensing Multiple Access with Collision Detection
 - Limita molto ma non elimina la possibilità che due stazioni parlino in contemporanea
 - È quindi possibile la collisione fra due o più flussi informativi risultante in perdita di trame (layer 2 PDU)
- Permette un'utilizzazione molto efficiente della banda disponibile sul mezzo trasmissivo
- Non è in grado di garantire in modo certo i tempi di consegna delle trame (ritardo di accesso)

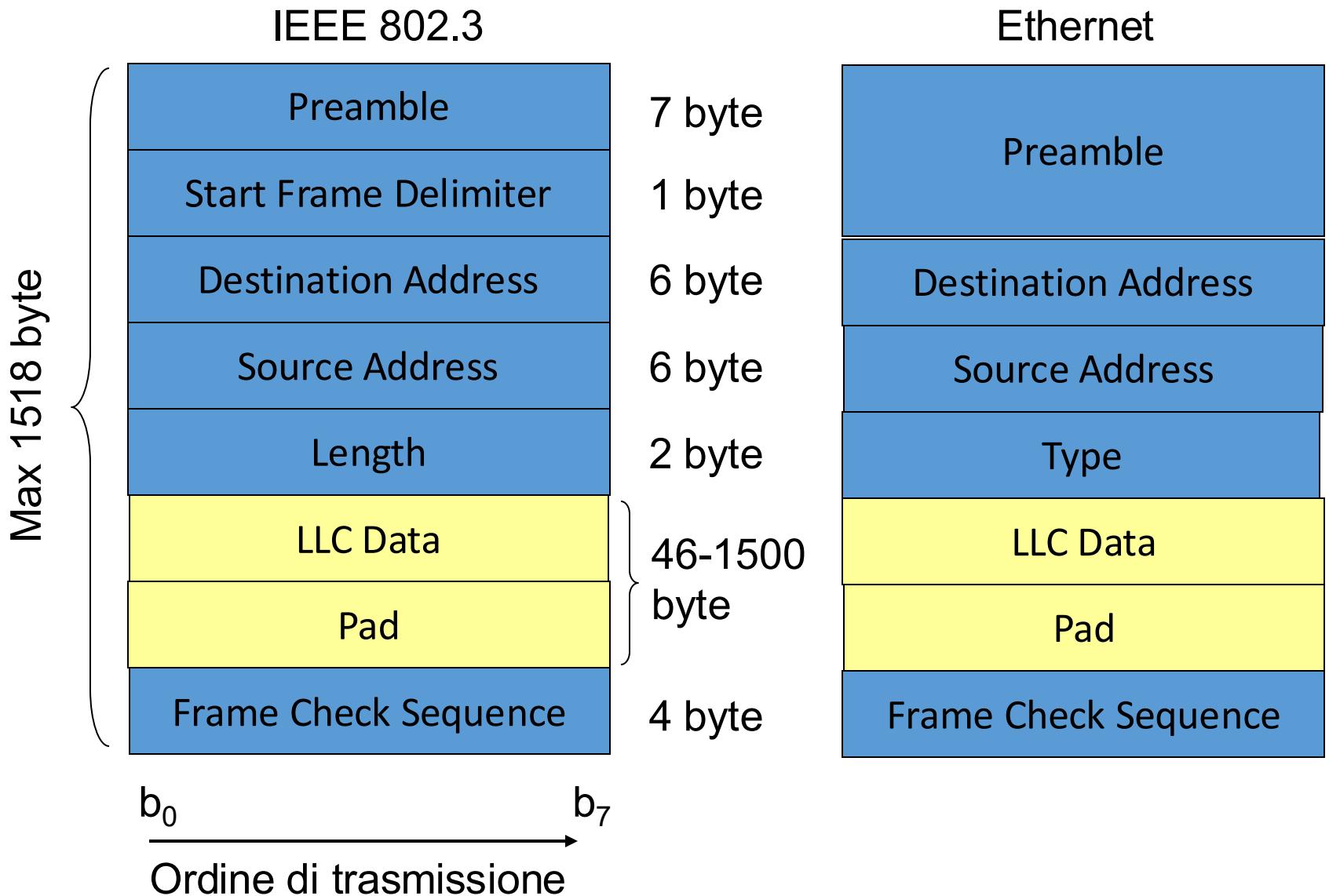


Slot time

- Slot time = tempo necessario per trasmettere
 - 512 bit in reti a 10 e 100 Mbit/s
 - 4096 bit in reti a 1 Gbit/s
- La trama deve avere una dimensione minima uguale allo slot time
- Lo slot time deve essere superiore alla somma:
 - Del tempo di andata e ritorno del segnale
 - Del tempo necessario per rilevare la collisione e lanciare la sequenza di jamming
- Sequenza di jamming = 33 bit
 - La sequenza di jamming deve essere abbastanza lunga da garantire il riconoscimento di una collisione nel circuito di CD
- Fissata la dimensione dello slot time
 - Ogni trama di dimensione minore viene scartata
 - Viene imposto il tempo di propagazione massimo e quindi conseguentemente la dimensione massima della rete



Formato del Frame





Campi del frame

- **Preamble**

- 7 byte tutti uguali a 10101010; producono, a 10 Mbps, un'onda quadra a 10 Mhz per 5,6 μ s, che consente al ricevitore di sincronizzare il suo clock con quello del trasmettitore.

- **SFD**

- uguale a 10101011 ha la funzione di flag di inizio frame

- **Lunghezza / Tipo**

- Per IEEE 802.3 la lunghezza indica quanti byte ci sono nel campo dati (da 0 a 1500)
 - Il tipo di payload è dato da LLC
 - I primi 4 bit sono sempre 0
 - Per Ethernet indica il Tipo di payload contenuto nel campo dati
 - Uno dei primi 4 bit è ≠0

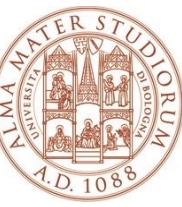
- **Dati**

- contiene il payload del livello superiore.



Campi del frame

- **Pad** (da to pad = riempire)
 - Se il frame (esclusi preambolo e delimiter) è più corto di 64 byte, con questo campo lo si porta alla lunghezza di 64 byte
- **Frame Checking sequence**
 - Contiene i bit di ridondanza per il codice di controllo dell' errore, di tipo polinomiale di grado 32
- **Indirizzi**
 - Sono composti da 48 bit (6 byte)
 - Sono cablati nella scheda di rete
 - Sono univoci a livello mondiale; i primi 3 byte individuano il costruttore e gli altri 3 numerano progressivamente le schede
 - E' possibile specificare
 - un singolo destinatario (unicast)
00-60-b0-78-e8-fd
 - un indirizzo di gruppo (multicast): il primo bit deve essere a 1
 - un invio a tutte le stazioni (broadcast)
ff-ff-ff-ff-ff-ff



ConnessioneDEISNET_DNS.cap [Wireshark 1.12.4 (v1.12.4-0-gb4861da from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: **tcp** Expression... Clear Apply Save

Source	Destination	Src Port	Dst Port	Protocol	Length	Info
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	62	nim->http [SYN] Seq=1075430079 Win=65535 Len=0 MSS=1460 SACK_PER
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	62	http->nim [SYN, ACK] Seq=1126214783 Ack=1075430080 Win=5840 Len=
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430080 Ack=1126214784 Win=65535 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	HTTP	790	GET / HTTP/1.1
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	60	http->nim [ACK] Seq=1126214784 Ack=1075430816 Win=6624 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=11262217704 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126220624 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	HTTP	106	HTTP/1.1 200 OK

Frame 6: 790 bytes on wire (6320 bits), 790 bytes captured (6320 bits)

Ethernet II, Src: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9), Dst: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)

Destination: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)
Source: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9)
Type: IP (0x0800)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.199 (192.168.10.199), Dst: 137.204.57.85 (137.204.57.85)

Transmission Control Protocol, Src Port: nim (1058), Dst Port: http (80), Seq: 1075430080, Ack: 1126214784, Len: 736

Hypertext Transfer Protocol

0000	00 50 ba c6 fa 6f 00 06 5b 89 b3 e9 08 00 45 00	.P....o.. [.....E.
0010	05 08 01 87 40 00 80 00 00 00 c0 a8 0a c7 89 cc@.....
0020	39 55 04 22 00 50 40 19 c2 c0 43 20 ac 80 50 18	9U.".P@..C..P.
0030	ff ff 91 8b 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50GE T / HTTP
0040	2f 31 2e 31 0d 0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 69 6d	/1.1..Ac cept: im
0050	61 67 65 2f 67 69 66 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 78	age/gif, image/x
0060	2d 78 62 69 74 6d 61 70 2c 20 69 6d 61 67 65 2f	-xbitmap , image/
0070	6a 70 65 67 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 70 6a 70 65	jpeg, im age/pjpe
0080	67 2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76	g, appli cation/v
0090	6e 64 2e 6d 73 2d 70 6f 77 65 72 70 6f 69 6e 74	nd.ms-po werpoint
00a0	2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76 6e	, applic ation/vn



ConnessioneDEISNET_DNS.cap [Wireshark 1.12.4 (v1.12.4-0-gb4861da from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: **tcp** Expression... Clear Apply Save

Source	Destination	Src Port	Dst Port	Protocol	Length	Info
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	62	nim->http [SYN] Seq=1075430079 Win=65535 Len=0 MSS=1460 SACK_Pkts=1
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	62	http->nim [SYN, ACK] Seq=1126214783 Ack=1075430080 Win=5840 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430080 Ack=1126214784 Win=65535 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	HTTP	790	GET / HTTP/1.1
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	60	http->nim [ACK] Seq=1126214784 Ack=1075430816 Win=6624 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126217704 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126220624 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	HTTP	126	HTTP/1.1 200 OK (text/html)

Frame 6: 790 bytes on wire (6320 bits), 790 bytes captured (6320 bits)

Ethernet II, Src: DellComp_00:b3:c0 (00:0c:5b:00:b3:c0), Dst: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)

Destination: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)
Address: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)
.... .0. = LG bit: Globally unique address (factory default)
.... .0. = IG bit: Individual address (unicast)

Source: DellComp_00:b3:c0 (00:0c:5b:00:b3:c0)
Type: IP (0x0800)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.199 (192.168.10.199), Dst: 137.204.57.85 (137.204.57.85)

Transmission Control Protocol, Src Port: nim (1058), Dst Port: http (80), Seq: 1075430080, Ack: 1126214784, Len: 736

Hypertext Transfer Protocol

Hex	Dec	Text
0000	00 50 ba c6 fa 6f 00 06 5b 89 b3 e9 08 00 45 00	.P...o.. [....E.
0010	03 08 01 87 40 00 80 06 00 00 c0 a8 0a c7 89 cc@....
0020	39 55 04 22 00 50 40 19 c2 c0 43 20 ac 80 50 18	9U.".P@..C ..P.
0030	ff ff 91 8b 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 50GE T / HTTP
0040	2f 31 2e 31 0d 0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 69 6d	/1.1..Ac cept: im
0050	61 67 65 2f 67 69 66 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 78	age/gif, image/x
0060	2d 78 62 69 74 6d 61 70 2c 20 69 6d 61 67 65 2f	-xbitmap, image/
0070	6a 70 65 67 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 70 6a 70 65	jpeg, im age/pjpe
0080	67 2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76	g, appli cation/v
0090	6e 64 2e 6d 73 2d 70 6f 77 65 72 70 6f 69 6e 74	nd.ms-po werpoint
00a0	2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76 6e	, applic ation/vn
00b0	64 2e 6d 73 2d 65 78 63 65 6c 2c 20 61 70 70 6c	d.ms-exc el, appl



ConnessioneDEISNET_DNS.cap [Wireshark 1.12.4 (v1.12.4-0-gb4861da from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: **tcp** Expression... Clear Apply Save

Source	Destination	Src Port	Dst Port	Protocol	Length	Info
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	62	nim->http [SYN] Seq=1075430079 Win=65535 Len=0 MSS=1460 SACK_PEE
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	62	http->nim [SYN, ACK] Seq=1126214783 Ack=1075430080 Win=5840 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430080 Ack=1126214784 Win=65535 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	HTTP	790	GET / HTTP/1.1
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	60	http->nim [ACK] Seq=1126214784 Ack=1075430816 Win=6624 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126217704 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim->http [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126220624 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	HTTP	186	HTTP/1.1 200 OK (text/html)

Frame 6: 790 bytes on wire (6320 bits), 790 bytes captured (6320 bits)

Ethernet II, Src: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9), Dst: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)

Destination: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)

Source: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9)

Address: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9)

.... .0. = LG bit: Globally unique address (factory default)

.... .0. = IG bit: Individual address (unicast)

Type: IP (0x0800)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.199 (192.168.10.199), Dst: 137.204.57.85 (137.204.57.85)

Transmission Control Protocol, Src Port: nim (1058), Dst Port: http (80), Seq: 1075430080, Ack: 1126214784, Len: 736

Hypertext Transfer Protocol

Hex	Dec	Text
0000	00 50 ba c6 fa 6f 00 06 5b 89 b3 e9 08 00 45 00	.P...o.. [.....E.
0010	03 08 01 87 40 00 80 06 00 00 c0 a8 0a c7 89 cc@....
0020	39 55 04 22 00 50 40 19 c2 c0 43 20 ac 80 50 18	9U.".P@. ..C ..P.
0030	ff ff 91 8b 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50GE T / HTTP
0040	f2 31 2e 31 0d 0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 69 6d	/1.1..Ac cept: im
0050	61 67 65 2f 67 69 66 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 78	age/gif, image/x
0060	2d 78 62 69 74 6d 61 70 2c 20 69 6d 61 67 65 2f	-xbitmap , image/
0070	6a 70 65 67 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 70 6a 70 65	jpeg, im age/pjpe
0080	67 2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76	g, appli cation/v
0090	6e 64 2e 6d 73 2d 70 6f 77 65 72 70 6f 69 6e 74	nd.ms-po werpoint
00a0	2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76 6e	, applic ation/vn
00b0	64 2e 6d 73 2d 65 78 63 65 6c 2c 20 61 70 70 6c	d.ms-exc el, appl



ConnessioneDEISNET_DNS.cap [Wireshark 1.12.4 (v1.12.4-0-gb4861da from master-1.12)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: **tcp** Expression... Clear Apply Save

Source	Destination	Src Port	Dst Port	Protocol	Length	Info
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	62	nim- <u>http</u> [SYN] Seq=1075430079 Win=65535 Len=0 MSS=1460 SACK_P
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	62	http-nim [SYN, ACK] Seq=1126214783 Ack=1075430080 Win=5840 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim- <u>http</u> [ACK] Seq=1075430080 Ack=1126214784 Win=65535 Len=0
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	HTTP	790	GET / HTTP/1.1
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	60	http-nim [ACK] Seq=1126214784 Ack=1075430816 Win=6624 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim- <u>http</u> [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126217704 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
192.168.10.199	137.204.57.85	1058	80	TCP	54	nim- <u>http</u> [ACK] Seq=1075430816 Ack=1126220624 Win=65535 Len=0
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
137.204.57.85	192.168.10.199	80	1058	HTTP	106	HTTP/1.1 200 OK (text/html)

Frame 6: 790 bytes on wire (6320 bits), 790 bytes captured (6320 bits)
Ethernet II, Src: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9), Dst: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)
Destination: D-Link_c6:fa:6f (00:50:ba:c6:fa:6f)
Source: DellComp_89:b3:e9 (00:06:5b:89:b3:e9)
Type: IP (0x0800)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.199 (192.168.10.199), Dst: 137.204.57.85 (137.204.57.85)
Transmission Control Protocol, Src Port: nim (1058), Dst Port: http (80), Seq: 1075430080, Ack: 1126214784, Len: 736
Hypertext Transfer Protocol

0000 00 50 ba c6 fa 6f 00 06 5b 89 b3 e9 08 00 45 00 .P...o.. [....E.
0010 03 08 01 87 40 00 80 06 00 00 c0 a8 0a c7 89 cc@.....
0020 39 55 04 22 00 50 40 19 c2 c0 43 20 ac 80 50 18 9U."P@..C..P.
0030 ff ff 91 8b 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50GE T / HTTP
0040 2f 31 2e 31 0d 0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 69 6d /1.1.Ac cept: im
0050 61 67 65 2f 67 69 66 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 78 age/gif, image/x
0060 2d 78 62 69 74 6d 61 70 2c 20 69 6d 61 67 65 2f -bitmap , image/
0070 6a 70 65 67 2c 20 69 6d 61 67 65 2f 70 6a 70 65 jpeg, im age/pjpe
0080 67 2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76 g, applic ation/v
0090 6e 64 2e 6d 73 2d 70 6f 77 65 72 70 6f 69 6e 74 nd.ms-po werpoint
00a0 2c 20 61 70 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 76 6e , applic ation/vn
00b0 64 2e 6d 73 2d 65 78 63 65 6c 2c 20 61 70 70 6c d.ms-exc el, appl



Delimitazione delle trame

- Assenza di trame = assenza di segnale sul canale
- Preamble di sincronismo e SFD delimitano l'inizio
- L'assenza di segnale indica il termine di un frame
- Due frame devono essere separati almeno da un Inter-Frame Gap (IFG)
 - 96 tempi di bit
 - 10 Mbps Ethernet 9,6 μ sec
 - 100 Mbps Ethernet 960 nsec
 - 1000 Mbps Ethernet 96 nsec



Collision Domain

- Collision domain = l'insieme delle stazioni connesse alla medesima rete Ethernet che possono collidere in trasmissione
- Per garantire il corretto funzionamento del CSMA-CD si devono imporre vincoli alla dimensione massima della LAN
 - In funzione della dimensione delle trame
 - In funzione della velocità di trasmissione
- Inoltre il mezzo trasmisivo impone dei vincoli sulle dimensioni dei collegamenti (attenuazione, rumore)
- La dimensione fisica del collision domain è conseguenza delle tecnologie adottate per lo strato fisico



Broadcast domain

- Una trama MAC con

Destination address = ff.ff:ff:ff:ff:ff:ff

- Viene ricevuta da tutte le interfacce della LAN
- Realizza una comunicazione broadcast dalla sorgente a tutte le destinazioni della LAN
- Dominio di broadcast = insieme di stazioni raggiungibili con l'invio dalla medesima trama inviata con indirizzo broadcast
 - In condizioni normali una singola LAN è anche un singolo dominio di broadcast



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Soluzioni per lo strato fisico dell' Ethernet



Ethernet classica a 10 Mbit/s

- **Proposta iniziale: 10base5**

- 10: velocità 10 Mbit/s con codifica Manchester (clock a 20 MHz)
- base: trasmissione in banda base (contrapposto a broad)
- 5: segmenti fino a 500 metri (con max 100 stazioni)
- Cavo coassiale a 50Ω , diametro della cavità 6.15 mm (thick wire)
 - Attacco al cavo con prese a vampiro a cui si collegano apparati attivi detti Transceiver
 - Stazioni collegate mediante cavi transceiver (drop cable) lunghi fino a 40 m

- Cavo thin wire troppo rigido, non si presta al cablaggio di un edificio
 - Occorre distribuire capillarmente prese a muro per raggiungere tutte le stazioni



Ethernet classica a 10 Mbit/s

- **10base2** (thin wire Ethernet)
 - Cavo coassiale sottile a 50Ω ma con diametro della cavità di 2.95 mm, molto flessibile
 - Segmenti fino a 180 metri con max 30 stazioni
 - Il transceiver è integrato nella scheda a bordo del computer
 - collegamento con connettori BNC e computer in serie sul segmento con connettori a T (daisy chain)
 - Di solito si installa un backbone 10base5 (cablaggio verticale) che interconnette segmenti 10base2 per raggiungere le prese a muro (cablaggio orizzontale)
 - occorrono repeaters



Ethernet classica a 10 Mbit/s (segue)

- **10baseT**

- Usa coppie simmetriche intrecciate senza schermatura UTP (Unshielded Twisted Pairs)
- occorrono UTP di categoria 3 per arrivare a 100 m
- Ogni stazione ha una UTP tutta a sua disposizione collegata alla porta di un Hub con connettore RJ45
 - RJ45 simile a RJ11 con 4 contatti
- Gli Hub fungono da multiport repeater per il cablaggio orizz.
- Il cablaggio verticale può essere fatto con altri multiport repeater (topologia a stella)

- **10baseF**

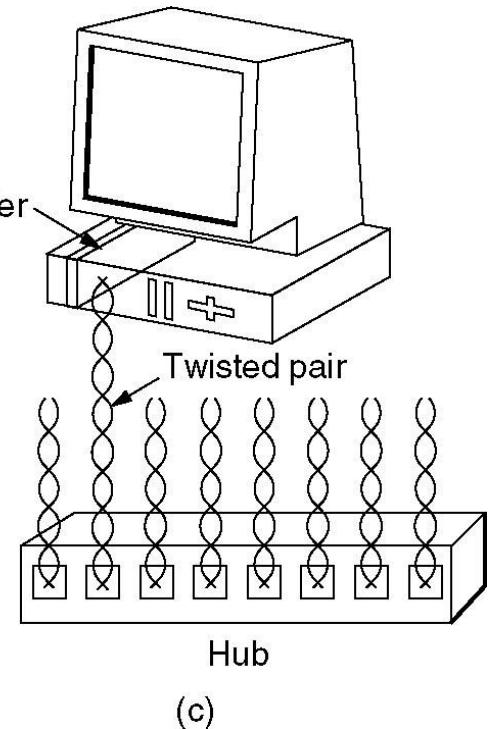
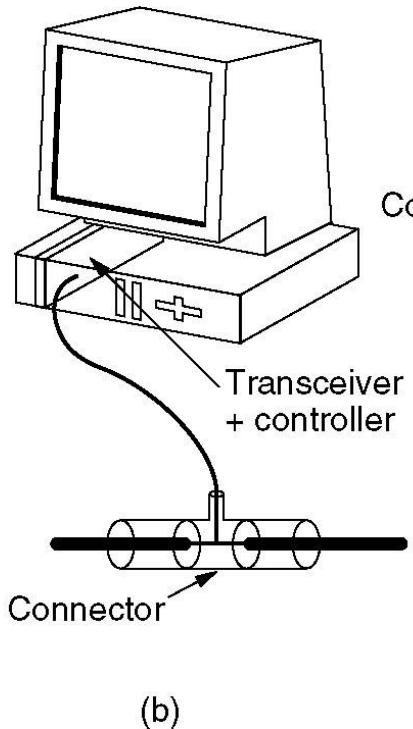
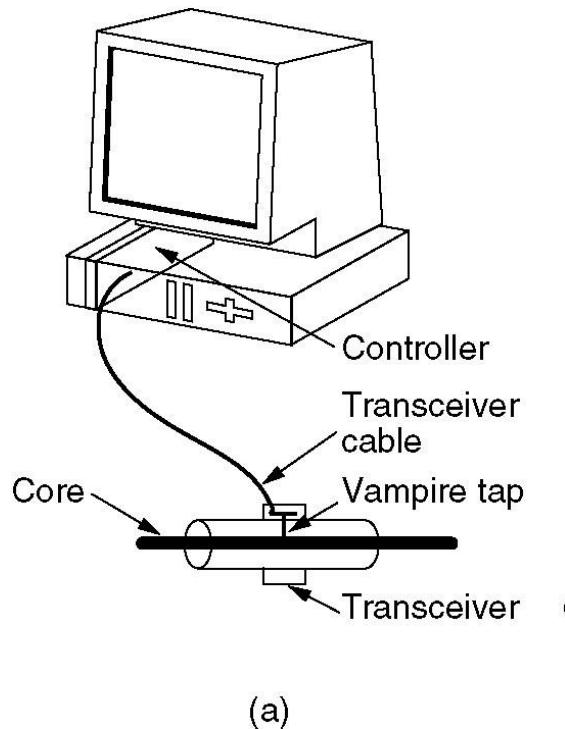
- Alternativa con cavo in fibra ottica multimodo
- Fino a 2000 m di distanza
- Ancora costosa a causa dei connettori e degli attacchi per le stazioni
- La 10baseF spesso viene usata per il cablaggio verticale



Ethernet Cabling

Three kinds of Ethernet cabling.

(a) 10Base5, (b) 10Base2, (c) 10Base-T.





Evoluzione dell' Ethernet

- 1992: IEEE riconvocò il comitato 802.3 con l'esigenza di definire LANs più veloci
 - prima proposta: di **mantenere 802.3 tale e quale**, rendendola solo più veloce,
 - Altra proposta: ridefinirla totalmente con nuove caratteristiche (traffico real-time, voce digitale,...)
- Il comitato 802.3 alla fine decise per la prima
- I fautori della seconda formarono un loro comitato **802.12** e la standardizzarono comunque
 - questo standard non ha però avuto successo



IEEE 802.3 u – Fast Ethernet a 100 Mbit/s

- Diametro massimo di un collision domain: 250 m
- **100baseT4**
 - Ogni stazione è collegata con 4 UTP di cat. 3
 - Lunghezza fino a 100 m
 - Clock a 25 MHz
 - Codifica 8B/6T: 8 bit (256 comb.) da trasmettere vengono codificati in 6 simboli Ternari (729 comb.)
 - Restano diverse combinazioni *non dati*
 - Su ognuna delle UTP la velocità è 33.333.. Mbit/s
 - Un UTP sempre in direzione Hub-stazione, un UTP sempre stazione-Hub, gli altri 2 vanno a rinforzare una direzione alternativamente portandola a 100 Mbit/s



IEEE 802.3 u – Fast Ethernet (segue)

- **100baseTX**

- 2 coppie UTP di cat. 5, fino a 100m
- Clock a 125 MHz
- Codifica 4B/5B (come in FDDI): 4 bit vengono mappati in 5 bit
 - Velocità netta 100 Mbit/s full duplex
 - Restano combinazioni libere per non dati

- **100base FX**

- Cavo in fibra ottica multimodo
- Fino a 2000 m



IEEE 802.3 z - Gigabit Ethernet

- Standard per definire una rete Ethernet a 1 Gbit/s; i collision domain dovrebbero diventare di 25 m; per portarli a 200 m si usa:
 - Carrier extension
 - Frame bursting
- **1000baseSX e 1000baseLX**
 - Due alternative in fibra ottica, la prima multimodo, la seconda mono o multi modo
 - Codifica 8B/10B
 - Generatori a Laser
 - Distanze 550 m o 5000 m (solo con LX monomodo)

IEEE 802.3 z - Gigabit Ethernet (segue)



- **1000baseCX**

- Usa 2 coppie intrecciate e schermate STP (nel cavetto ogni coppia è schermata e tutto l'insieme delle coppie è di nuovo schermato)
- Soluzione costosa e meno performante delle OF

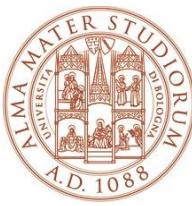
- **1000baseT**

- 4 coppie UTP di cat. 5
- Clock a 125 MHz
- Codifica: 2 bit sino codificati su 1 simbolo a 5 livelli
 - È disponibile 1 livello come non dato
 - Velocità netta 1Gbit/s half duplex



Multigigabit Ethernet

- Ora si parla di 10Gigabit Ethernet (allo studio dal 2002 come IEEE 802.3 ae)
 - Applicabile solo su fibra ottica e non su rame
 - Diversi tipi di fibre e modalità di trasmissione
 - Distanze fino a diversi Km
- La maggioranza dei computer sul mercato non può sfruttare la velocità superiori al Gigabit
 - Vengono usate per il backbone
 - Backbone anche su estensioni di diversi Km: sono una moderna alternativa per le MAN
- Lo standard IEEE802.17 (RPR) è una possibile proposta alternativa per i backbone MAN



Carrier Ethernet

- Requisiti tecnologici
 - Diversi per trasporto e accesso
- Ethernet nasce per le LAN ossia per l' accesso
- La penetrazione nello strato di trasporto richiede l' introduzione di nuove funzionalità
 - Segnalazione e gestione
 - Indirizzamento
- Sono in fase di definizione una serie di nuovi standard per introdurre queste funzioni
 - Indirizzamento gerarchico multilivello
 - Recupero dei guasti

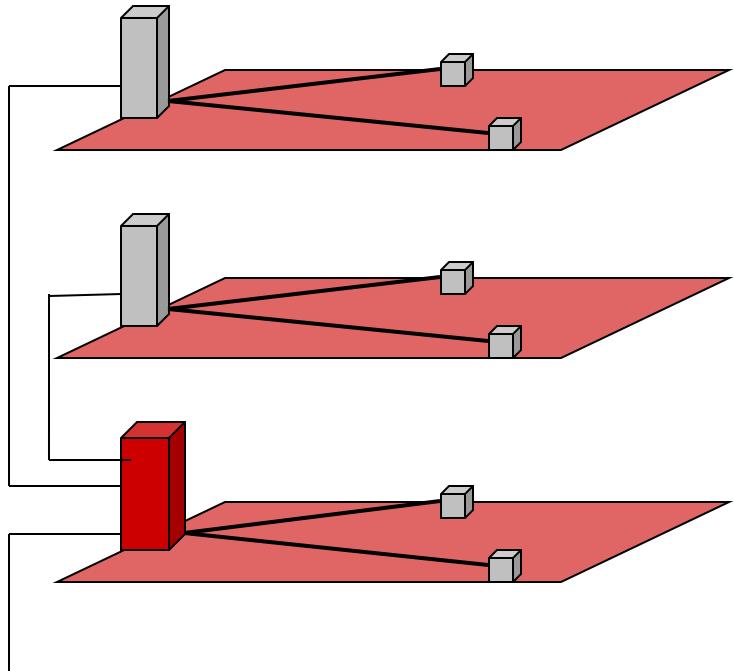
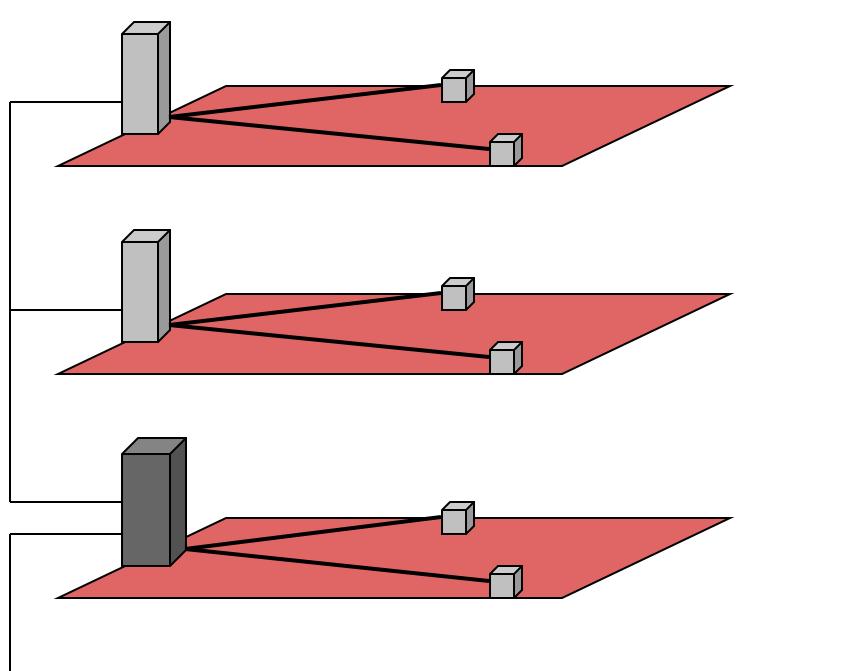


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

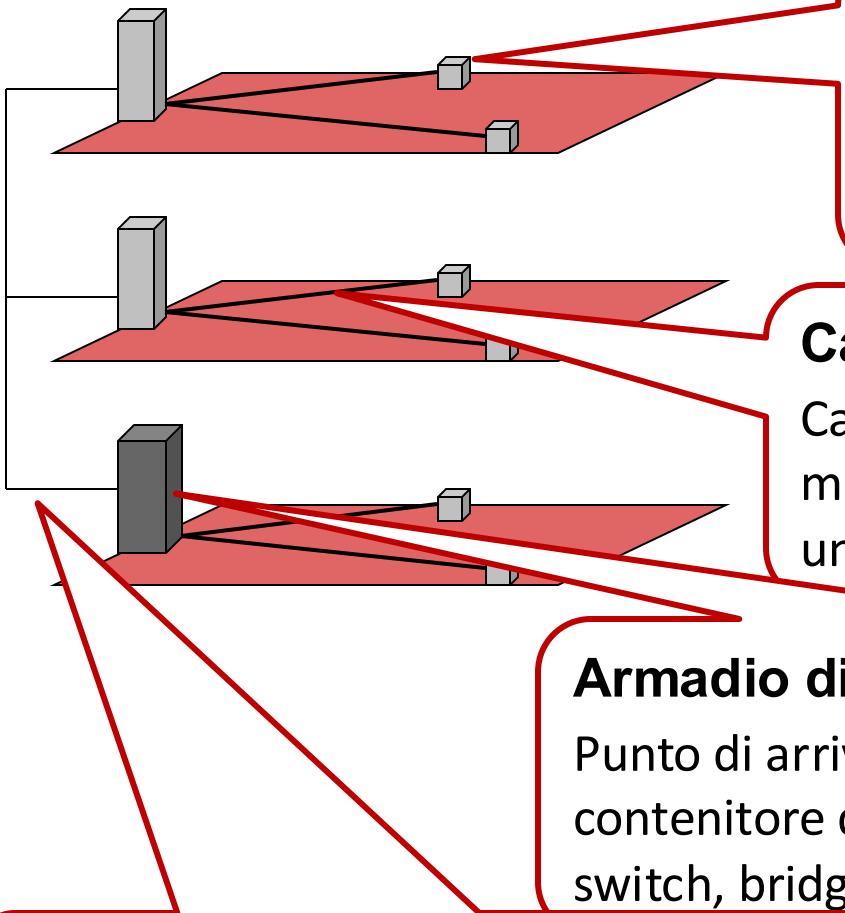
Il cablaggio delle LAN moderne

Cablaggio strutturato

- Un unico cablaggio per tutti i servizi di telecomunicazioni degli edifici
 - EIA/TIA 568 (standard di mercato)
 - ISO 11801
 - La soluzione più utilizzata è basata su UTP
 - In un nuovo edificio vengono posati cavetti con diverse coppie (tipicamente 4) che poi finiscono in prese a muro RJ11 o RJ45 per tutti i servizi di telecom.
- Il cablaggio è organizzato in modo gerarchico



Componenti del cablaggio strutturato



Prese a muro

Punti di accesso alla LAN per l'utente finale. Localizzate in prossimità delle postazioni di lavoro

Cablaggio orizzontale o di piano

Cavidotti e cavi che collegano le prese a muro con l'armadio di rete realizzando una topologia a stella

Armadio di rete

Punto di arrivo del cablaggio orizzontale e contenitore degli apparati attivi della LAN (hub, switch, bridge, router)

Cablaggio verticale

Interconnette più armadi di rete per realizzare una LAN estesa

Armadio di rete



Il cablaggio orizzontale entra nell'armadio di rete e i vari cavi sono collegati al retro dei **patch panel**

Patch panel

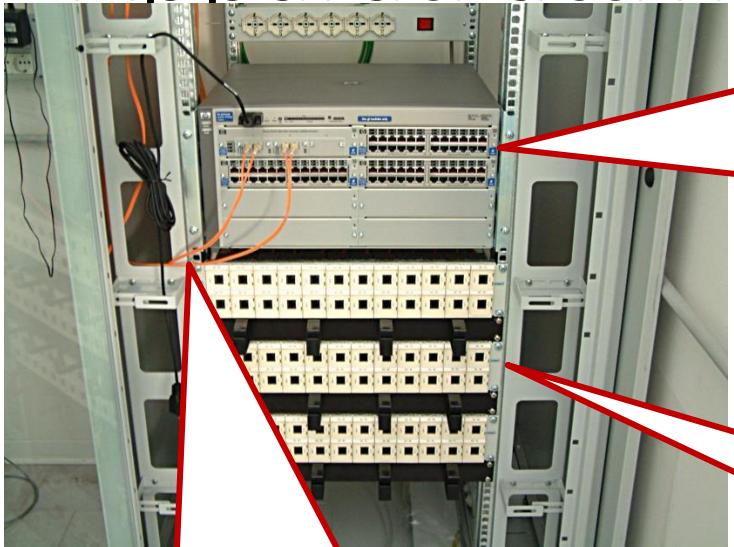
Pannello che presenta

- Sul retro un insieme di connettori per cavi UTP
- sul fronte un insieme di prese standard (in questo caso RJ45 per cavi UTP)



Riporta all'interno dell'armadio di rete i punti di connessione al cablaggio rappresentati dalle prese a muro

Apparati attivi nell'armadio



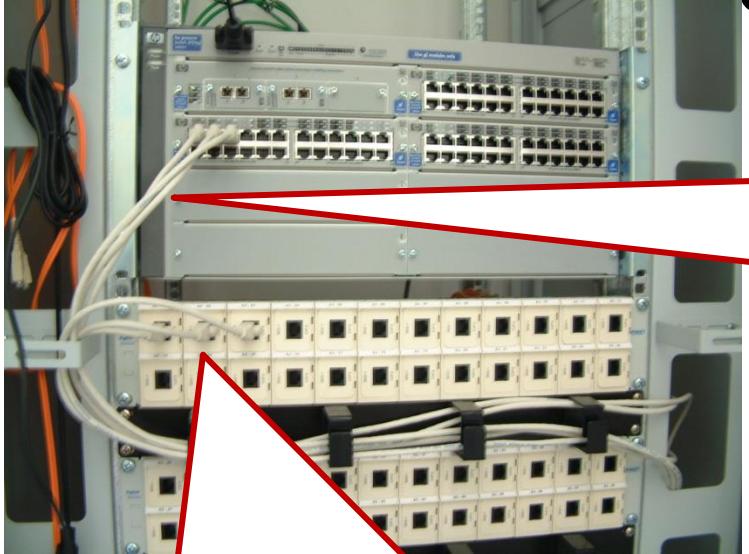
L'armadio di rete ospita gli apparati attivi, in questo caso uno switch equipaggiato con:

- Tre moduli da 24 porte fast Ethernet UTP
- Un modulo con 2 porte Ethernet in fibra

Switch e path panel sono affiancati ma in queste condizioni non esiste alcuna connettività di LAN

Le porte in fibra qui già connesse tipicamente servono per realizzare il cablaggio verticale

Patch cord e connettività

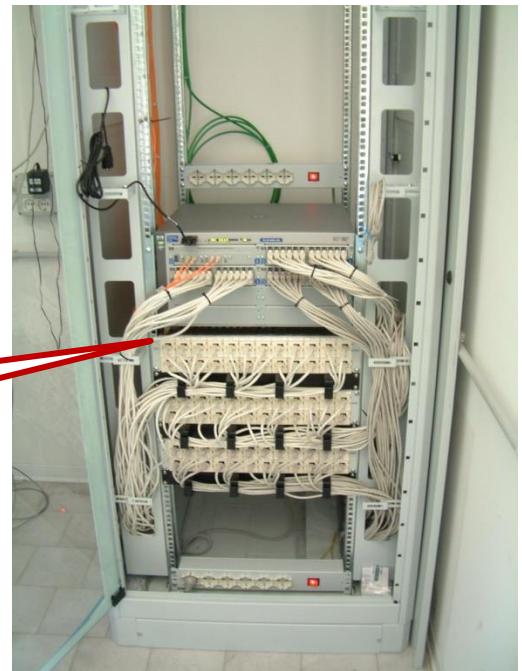


La connettività della LAN viene realizzata collegando le porte dei patch panel con le porte dello switch tramite spezzoni di cavo detti **patch cord**.

Patch cord

Determina se e a quale porta della switch sia connessa una presa a muro

Per garantire connettività a tutte le prese a muro il numero di porte dei patch panel deve essere equivalente al numero di porte dello switch



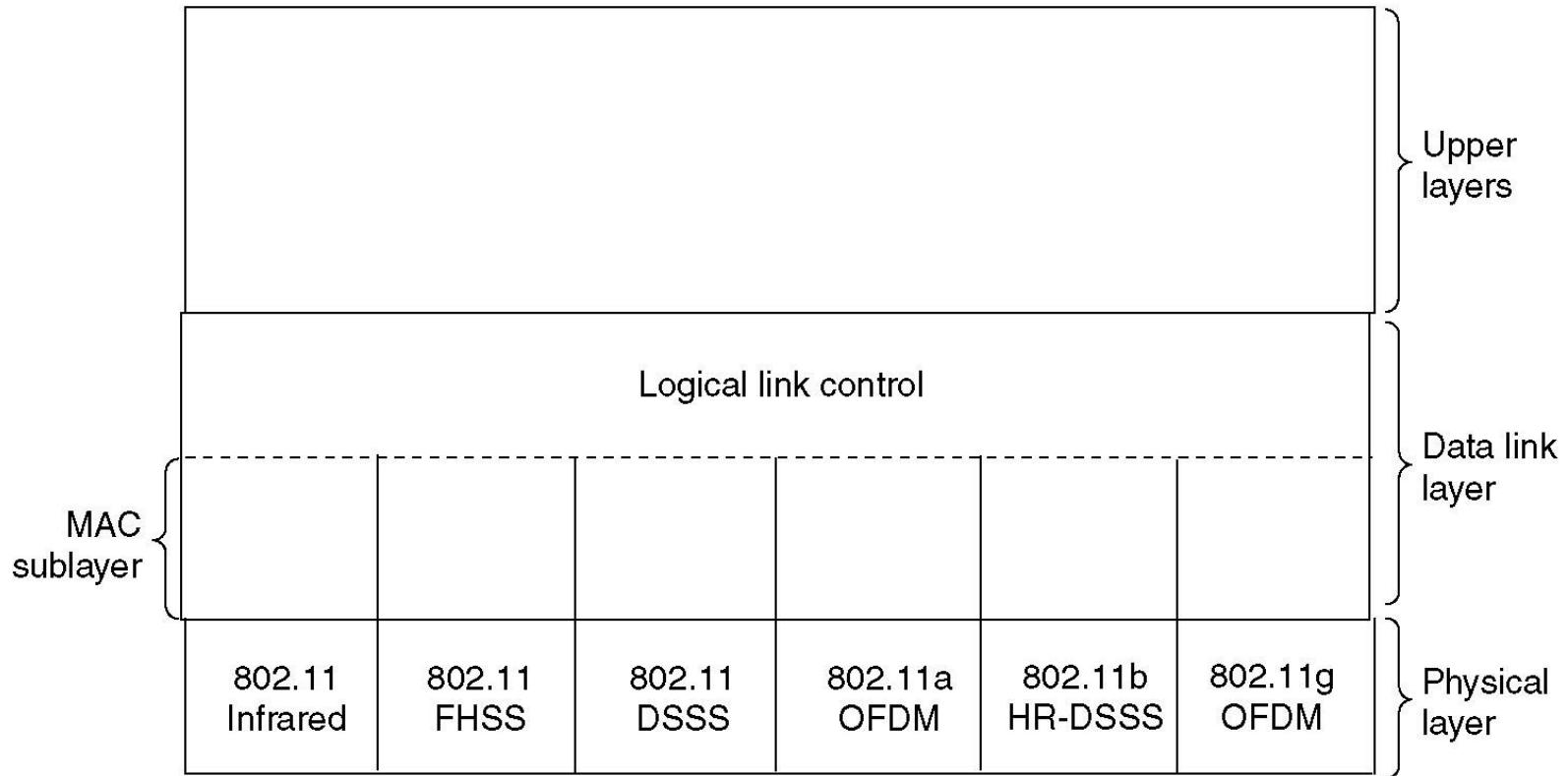


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

WIRELESS LAN (Wi-Fi)

Lo standard IEEE 802.11

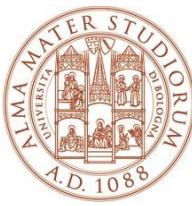
- Il mezzo radio è stato ignorato nei primi standard 802
- A partire dal 1997 compare un nuovo standard per fornire l'accesso a reti locali via radio





Lo strato fisico 802.11

- Si occupa della trasmissione fisica delle trame secondo le specifiche stabilite
- Interagisce con lo strato MAC per segnalare l' attività del canale (necessario per il protocollo di accesso)
- La prima versione (1997) prevedeva tre tecniche di trasmissione a **1Mb/s e 2Mb/s**
 - infrarossi (scarsamente usata)
 - FHSS
 - DSSS
- Utilizza la banda **ISM** (Industrial, Scientific, Medical) a **2.4 GHz** (83.5 Mhz da 2.40 a 2.4835 Ghz)
 - disponibile per applicazioni industriali, scientifiche e mediche senza necessità di chiedere licenze



Uso della banda ISM

- Proprio perché l' utilizzo è libero, occorre una regolamentazione per evitare abusi e per ridurre le interferenze
 - limitazioni sulla potenza massima trasmessa
 - utilizzo di tecniche Spread Spectrum
 - specifiche di utilizzo
 - FHSS: 79 canali da 1 Mhz ciascuno
tempo di permanenza su un canale \leq 400 ms (dwell time)
su 30 secondi occorre utilizzare almeno 75 canali diversi
 - DSSS: processing gain \geq 10 dB
- In Italia, il D.M. 28 Maggio 2003 stabilisce
 - obbligo di richiesta di autorizzazione al Ministero per offrire servizi Wi-Fi nella banda ISM su suolo pubblico
 - obbligo di identificazione degli utenti di tali servizi
 - nessun obbligo su suolo privato



Lo strato fisico 802.11a

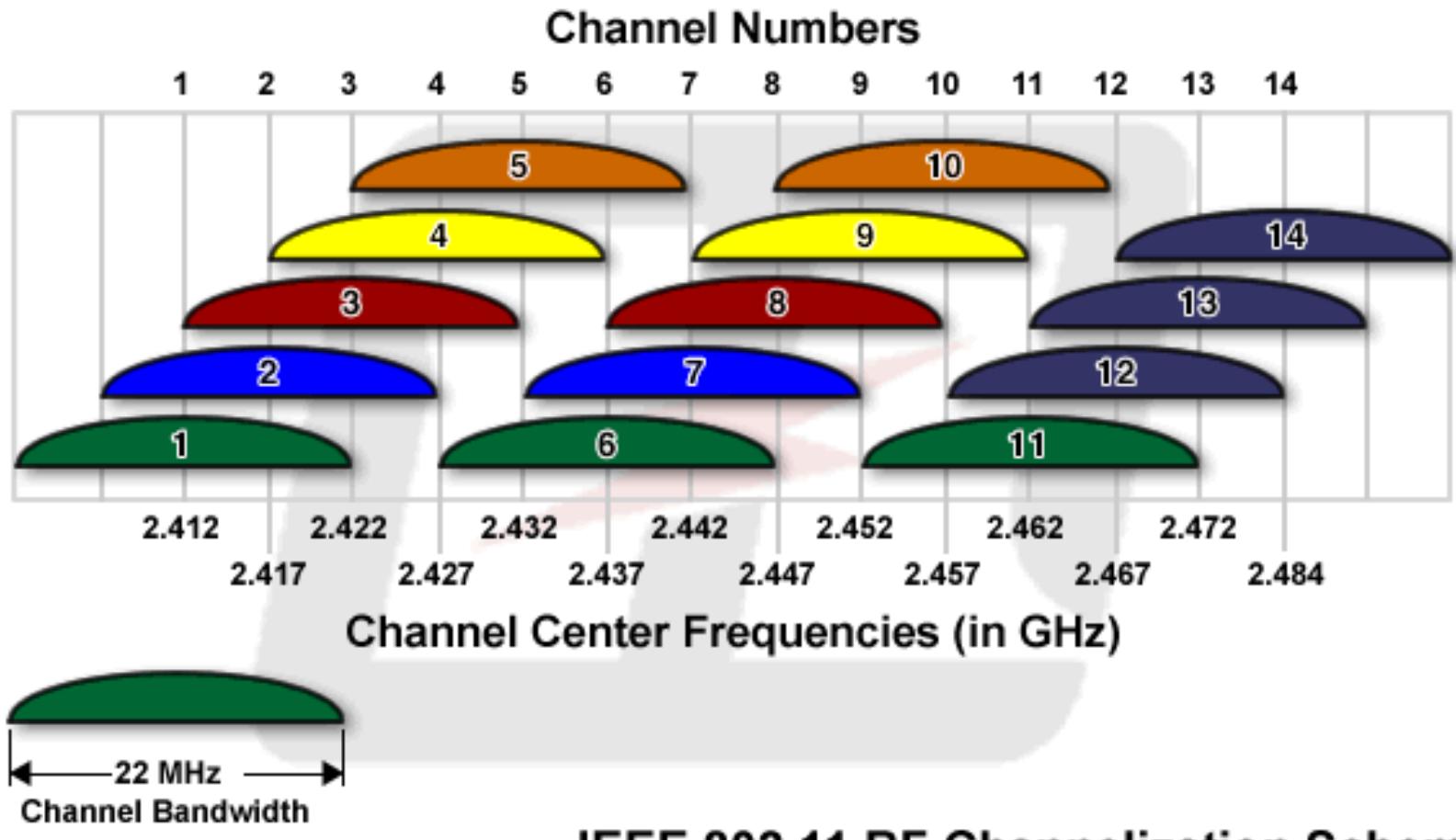
- Emesso nel 1999, implementa il Wi-Fi a banda larga
- Utilizza la banda **ISM** a **5 GHz**
 - $5.15 \div 5.25 + 5.25 \div 5.35 + 5.725 \div 5.825$
 - meno utilizzata di quella a 2.4 GHz
 - maggiore larghezza di banda disponibile (300 MHz)
 - solo limiti sulla potenza massima trasmessa
- Fa uso di OFDM
 - 52 sottoportanti (48 per i dati, 4 per la sincronizzazione)
 - 312.5 kHz di banda per sottoportante
- 12 canali da 20 MHz ciascuno
- Bit rate: **6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mb/s**
 - ottenute con codifiche diverse e modulazioni BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
 - scelte in base alla distanza da coprire



Lo strato fisico 802.11b

- Emesso nel 1999, implementa il Wi-Fi a banda larga
- Utilizza la banda **ISM a 2.4 GHz**
- Fa uso di **High-Rate DSSS (HR-DSSS)**
- 14 canali (13 in Europa) da 5 MHz ciascuno
 - il segnale spread spectrum occupa 22 MHz
- Bit rate: **1, 2, 5.5, 11 Mb/s**
 - 1 e 2 Mb/s ottenuti con sequenza PN di Barker a 11 chip e modulazioni DBPSK e DQPSK (compatibile con 802.11)
 - 5.5 e 11 Mb/s ottenuti con una complessa codifica spread spectrum a 11 Mchip/s (Complementary Code Keying – CCK) e modulazione DQPSK
- Riesce ad adattare la bit rate alle condizioni del canale
 - **Dynamic Rate Shifting**

Canalizzazione 802.11b





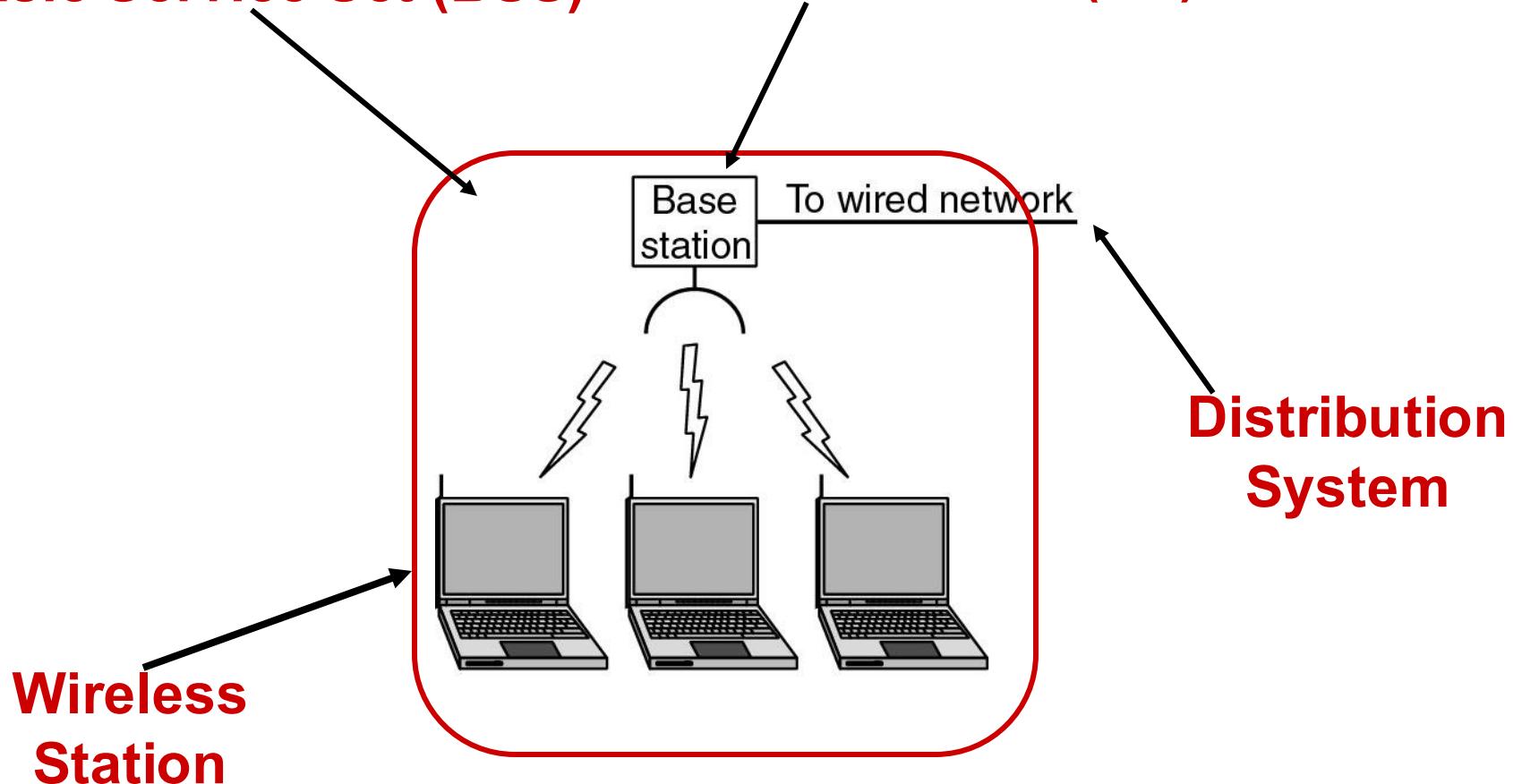
Lo strato fisico 802.11g

- Emesso nel 2003
- Come 802.11b, utilizza la banda **ISM** a **2.4 GHz**
- Come 802.11a, fa uso di OFDM, ma può usare anche HR-DSSS
- Bit rate
 - HR-DSSS: **1, 2, 5.5, 11 Mb/s**
 - OFDM: **6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mb/s**

Architettura di rete 802.11

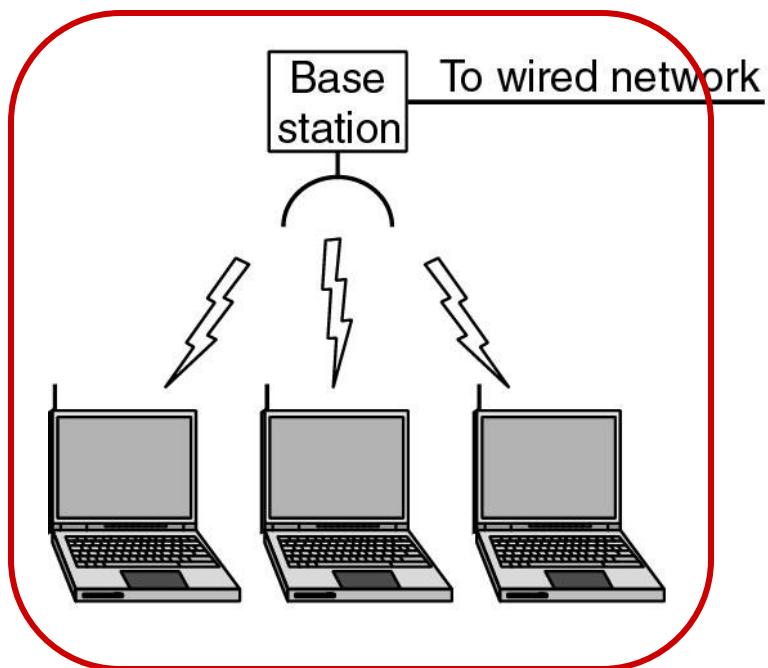
Basic Service Set (BSS)

Access Point (AP)



Architettura di rete 802.11

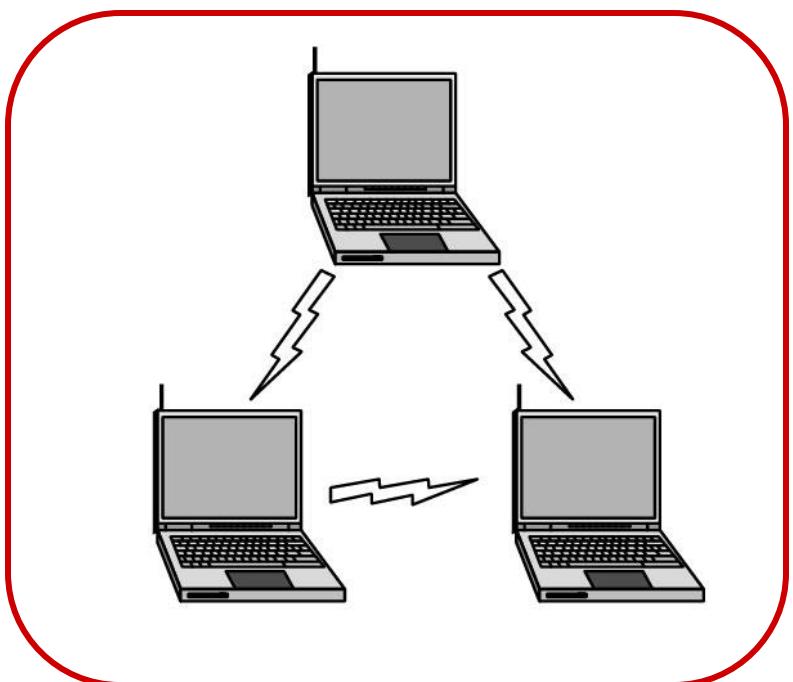
Modalità Infrastrutturata (Infrastructure BSS)



Le stazioni comunicano attraverso l' AP (anche se non si vedono direttamente)

Da A.S. Tanenbaum, "Reti di Calcolatori"

Modalità Ad-Hoc (Independent BSS)

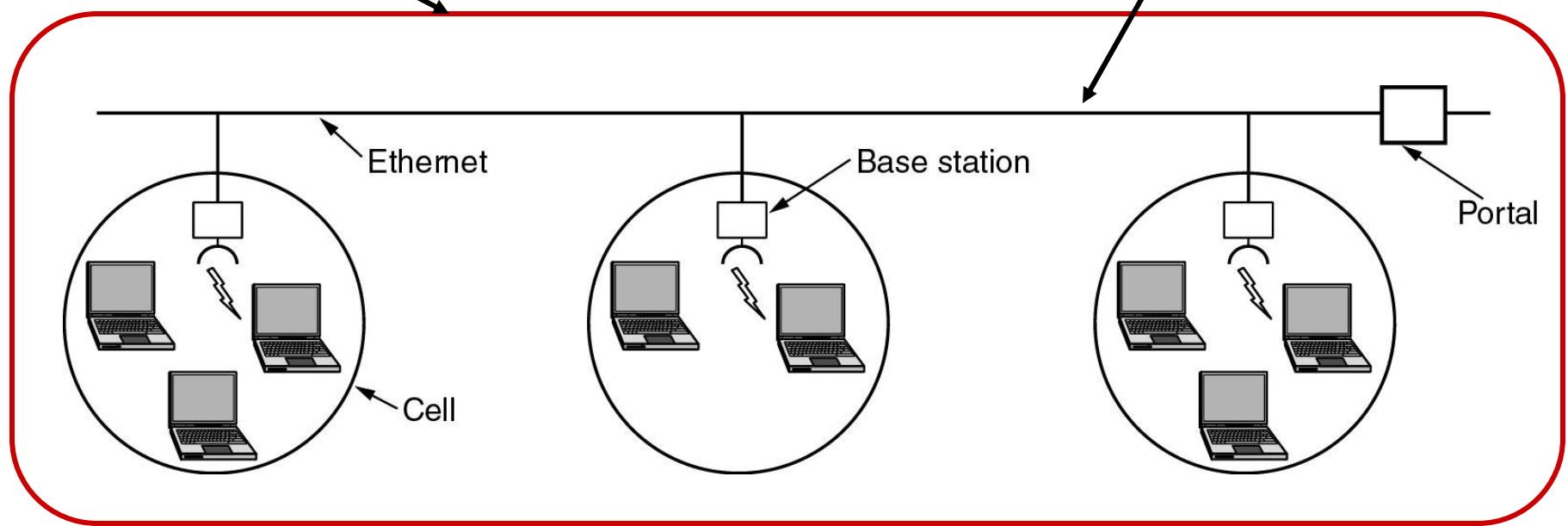


Le stazioni comunicano in modalità peer-to-peer e solo se si vedono direttamente

Architettura di rete 802.11

Extended Service Set (ESS)

Distribution System



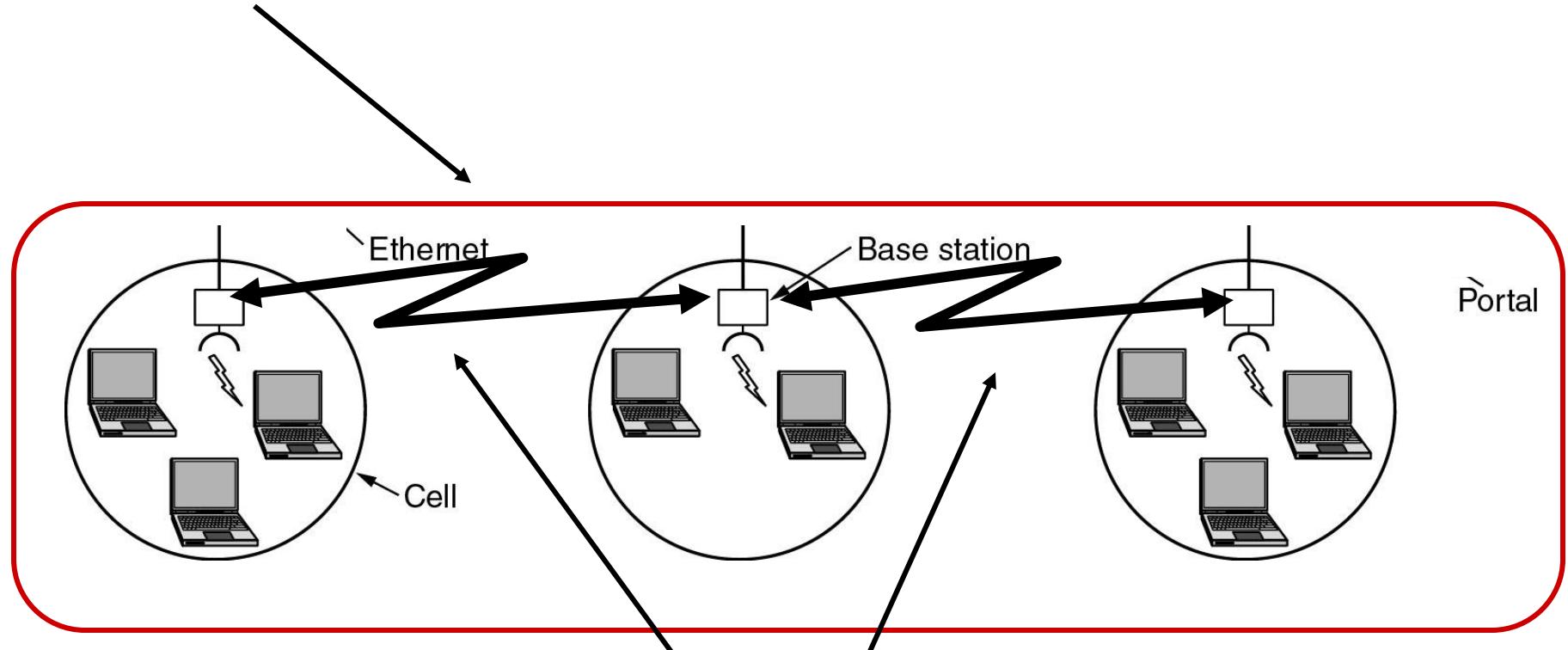
Occorre gestire l' associazione delle stazioni agli AP

Permette la mobilità delle stazioni trasparente agli strati superiori

Gli AP sono configurati come bridge tra WLAN e LAN, così l' intero ESS è visto come un' unica LAN (unico dominio di broadcast)

Architettura di rete 802.11

Extended Service Set (ESS)



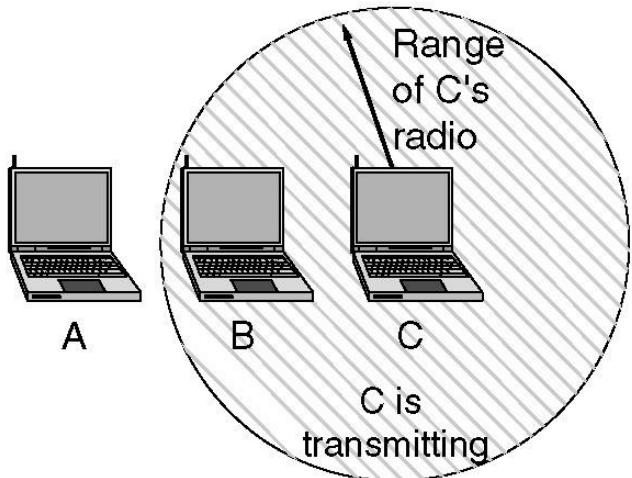
**Wireless
Distribution
System**

Problemi di accesso multiplo al canale

- A differenza delle LAN cablate, in cui tutti ricevono quello che viene trasmesso sul mezzo condiviso, nelle WLAN ci sono problemi specifici

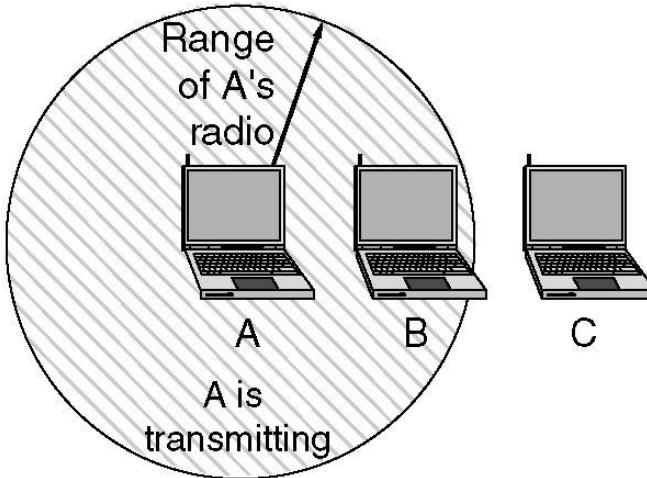
stazione nascosta

A wants to send to B
but cannot hear that
B is busy



stazione esposta

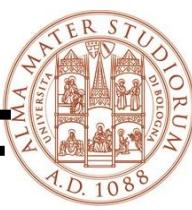
B wants to send to C
but mistakenly thinks
the transmission will fail





Problemi di accesso multiplo al canale

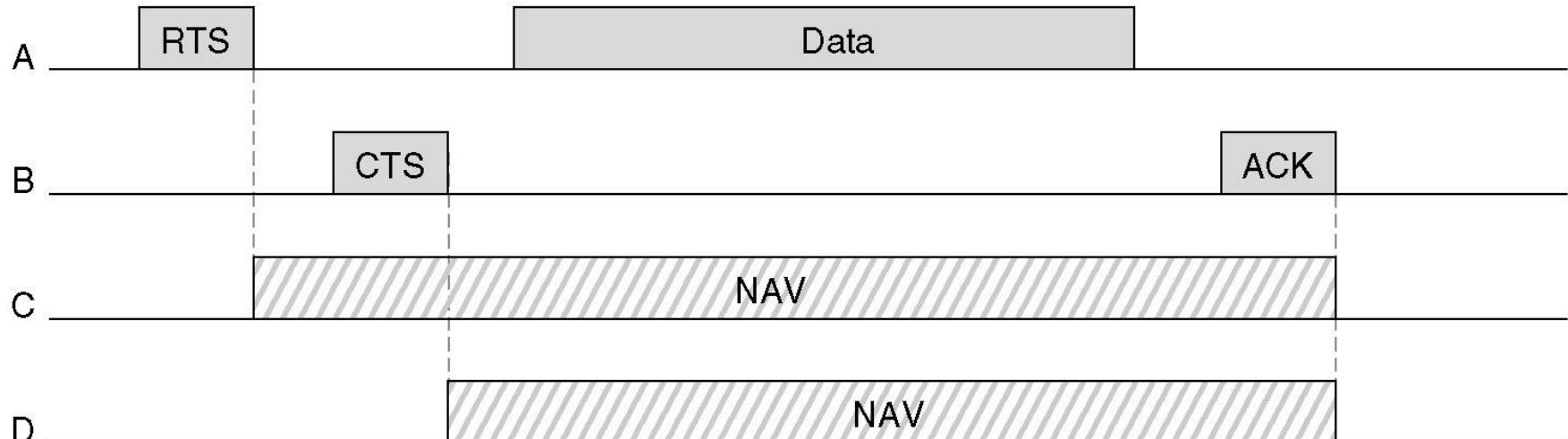
- Il problema della stazione nascosta rende maggiormente problematico l' uso del **carrier sensing**, rispetto alle reti cablate
- La natura half-duplex delle interfacce WLAN impedisce l' uso di **collision detect**
- Il protocollo di accesso multiplo CSMA/CD usato da 802.3 non è utilizzabile nelle WLAN
- Si usa il **Carrier Sensing Multiple Access con Collision Avoidance (CSMA/CA)** in due modalità
 - **Distributed Coordination Function (DCF)**
 - l' accesso al canale è gestito in modo distribuito
 - **Point Coordination Function (PCF)**
 - l' accesso al canale è gestito dall' AP



Protocollo MAC 802.11 – DCF

- Prima di inviare una trama, il mittente invia al destinatario un **Request To Send (RTS)**
 - le altre stazioni che lo ricevono sanno che il canale sta per essere occupato e quanto a lungo lo sarà (la durata del frame è contenuta nel RTS)
- Se il destinatario è in grado di ricevere, risponde con un **Clear To Send (CTS)**
 - a questo punto anche le stazioni che vedono il destinatario ma non il mittente sanno che il canale sarà occupato e conoscono la durata del frame
- L'unico ad accorgersi se una trama è errata è il ricevitore
 - invia un **ACK** al mittente per ogni trama ricevuta correttamente
 - se scade un time-out prima della ricezione dell' ACK, il mittente ritrasmette il frame (preceduto da un nuovo RTS)

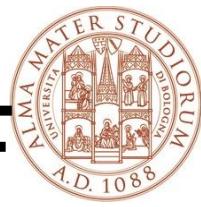
Protocollo MAC 802.11 – DCF



Da A.S. Tanenbaum, "Reti di Calcolatori"

Time →

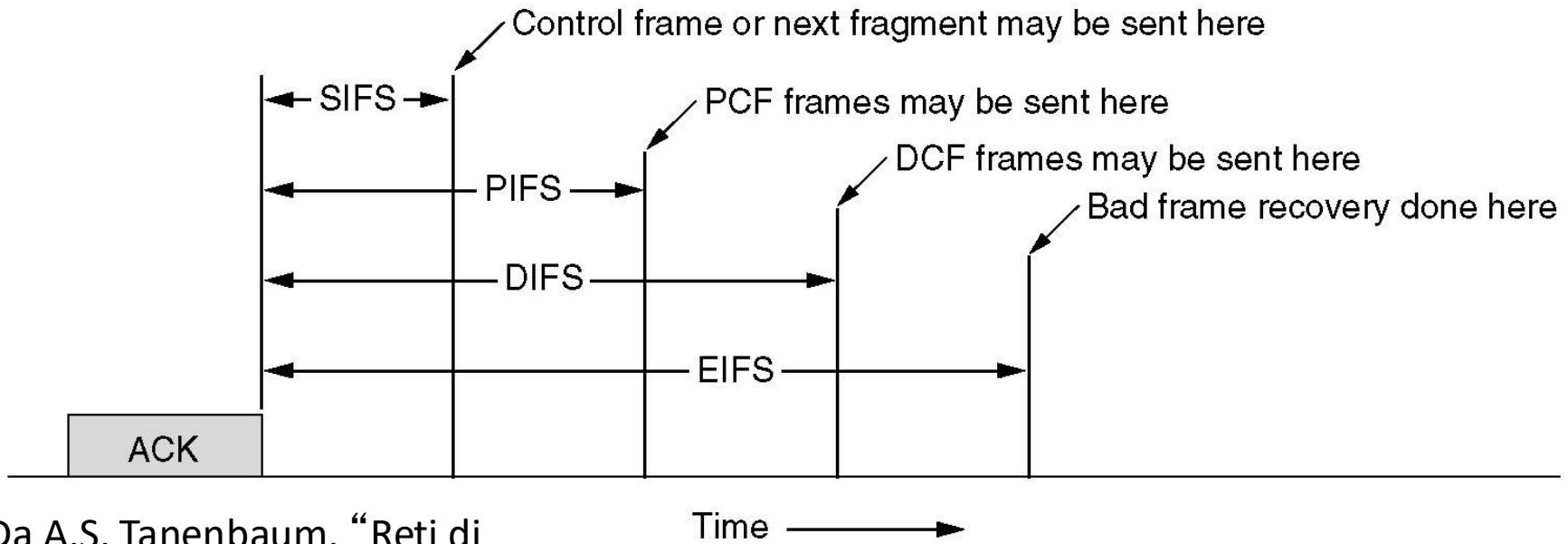
- Le stazioni C e D si accorgono (in tempi diversi) che il canale non è disponibile ed effettuano un carrier sensing virtuale
 - il Network Allocation Vector (NAV) mantiene il canale virtuale occupato
- In caso di collisione tra due RTS, si applica un meccanismo di backoff esponenziale binario
 - si aspetta un tempo casuale entro un intervallo crescente come 2^n



Protocollo MAC 802.11 – PCF

- Nel caso di rete infrastrutturata, l' AP gestisce l' utilizzo del canale a polling, attribuendolo a turno alle stazioni che hanno bisogno di trasmettere
- L' AP trasmette periodicamente un segnale di **beacon** che permette
 - la sincronizzazione delle stazioni
 - la rilevazione della presenza dell' AP
 - la possibilità di entrare nel processo di polling
- Quando una stazione viene attivata, essa scandisce i canali disponibili e cerca i beacon di eventuali AP con cui associarsi
 - tra le altre cose, il beacon mostra il **SSID** (se impostato) che identifica l' AP

Protocollo MAC 802.11 – PCF



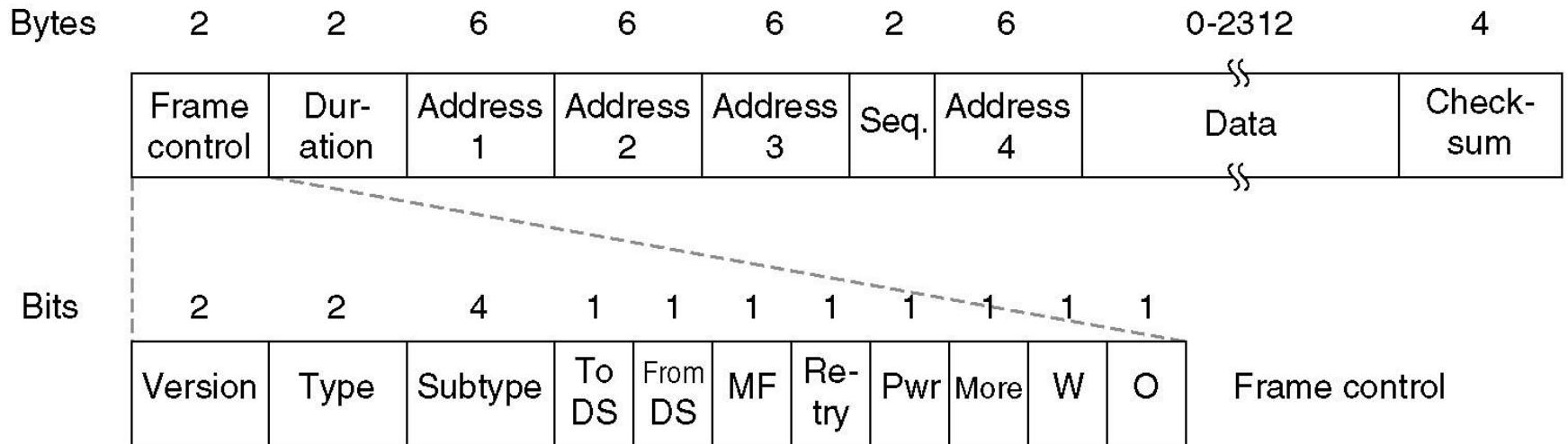
Da A.S. Tanenbaum, “Reti di Calcolatori”

Time →

- dopo SIFS (Short InterFrame Spacing) ci si aspetta che qualcuno trasmetta un ACK, un CTS o un frammento di trama successivo
- altrimenti, dopo PIFS (PCF InterFrame Spacing) ci si aspetta che intervenga l'AP (beacon, polling, ...)
- altrimenti, dopo DIFC (DCF InterFrame Spacing) le altre stazioni possono provare ad accedere (con un RTS)
- altrimenti, dopo EIFS (Extended InterFrame Spacing) chi ha ricevuto un frame inatteso può segnalarlo



Trama MAC 802.11

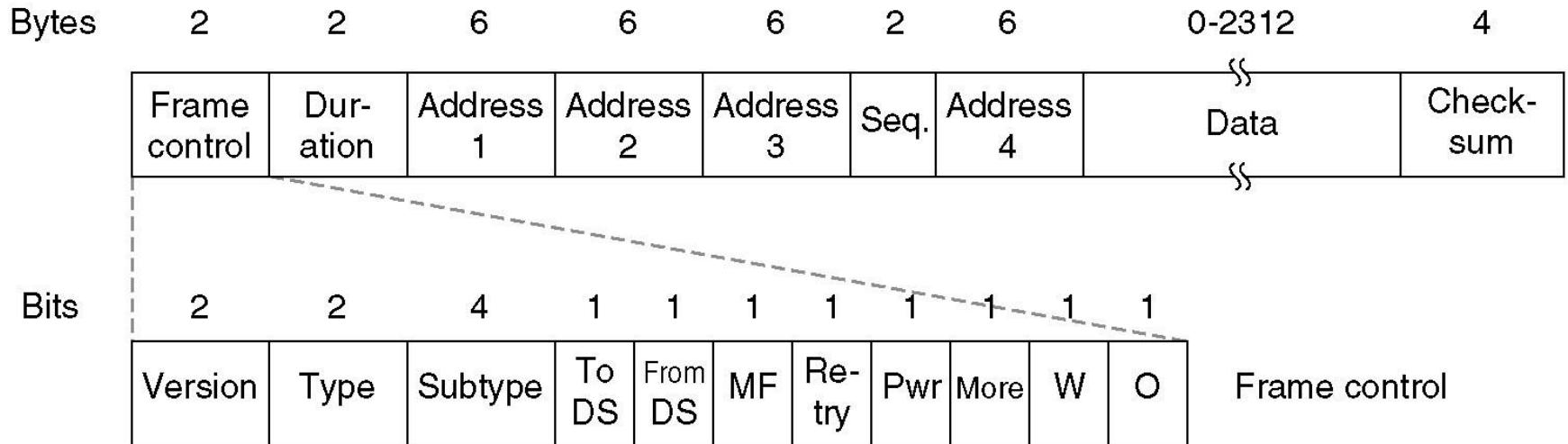


- Type = data, control, management
- Subtype = RTS, CTS, ACK, ...
- To DS, From DS = diretto a o proveniente dal sistema di distribuzione
- MF = More Fragments
- Retry = è una ritrasmissione
- Pwr = gestione dell' alimentazione delle stazioni (sleep, wake-up)
- More = altri frame a seguire
- W = dati cifrati con WEP
- Q = mantenere l' ordine di sequenza dei frame

Da A.S. Tanenbaum, “Reti di Calcolatori”



Trama MAC 802.11



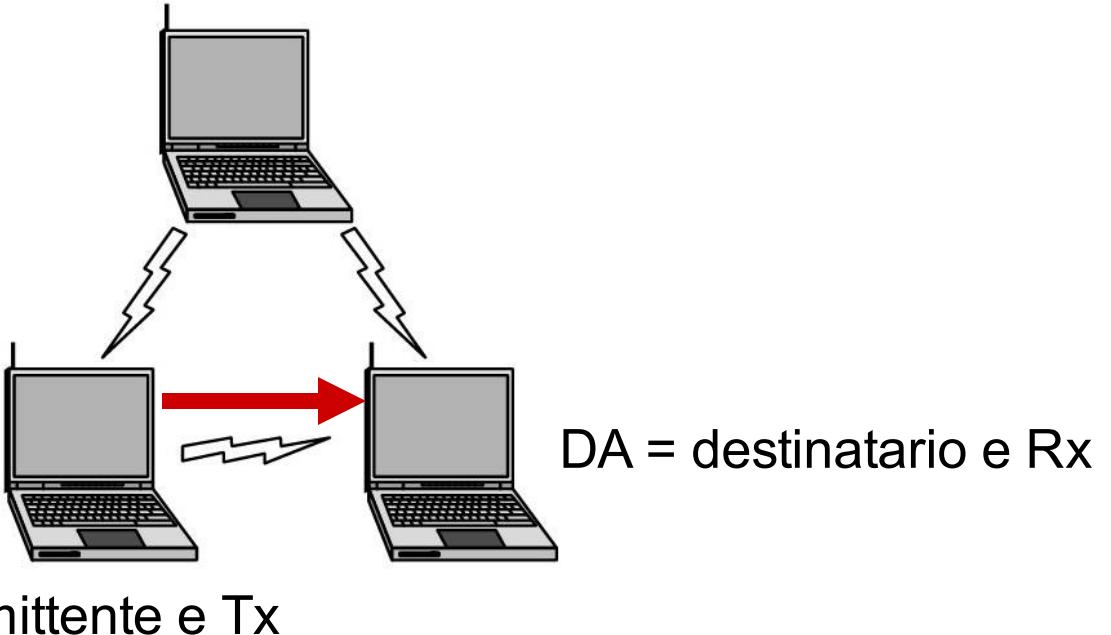
Da A.S. Tanenbaum, “Reti di Calcolatori”

- Duration = durata del frame e del relativo ACK
- Address 1...4 = indirizzi MAC (48 bit) di mittente, destinatario, Tx e RX radio (usati secondo le situazioni specifiche)
- Sequence = numerazione delle trame in sequenza
- Checksum = codice di controllo d' errore



Indirizzamento 802.11

IBSS (Ad-Hoc)



Address 1 = DA

Address 2 = SA

Address 3 = BSSID (casuale generato da una delle stazioni nell' IBSS)

Address 4 = N/A

To DS = 0

From DS = 0

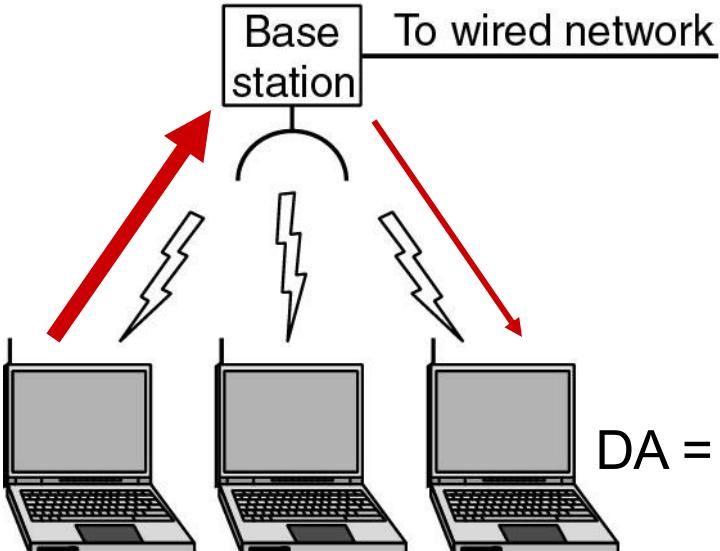
Indirizzamento 802.11

BSS/ESS Uplink
(anche verso LAN)

BSSID = Rx

SA = mittente e Tx

DA = destinatario



Address 1 = BSSID (MAC address dell' AP)

Address 2 = SA

Address 3 = DA

Address 4 = N/A

To DS = 1

From DS = 0

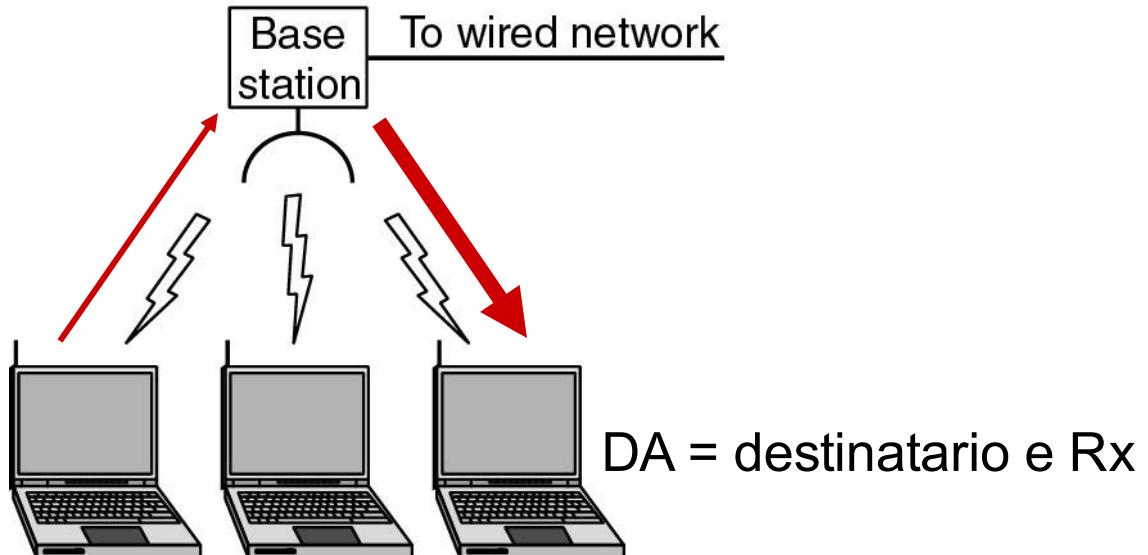


Indirizzamento 802.11

BSS/ESS Downlink
(anche da LAN)

BSSID = Tx

SA = mittente



DA = destinatario e Rx

Address 1 = DA

Address 2 = BSSID (MAC address dell' AP)

Address 3 = SA

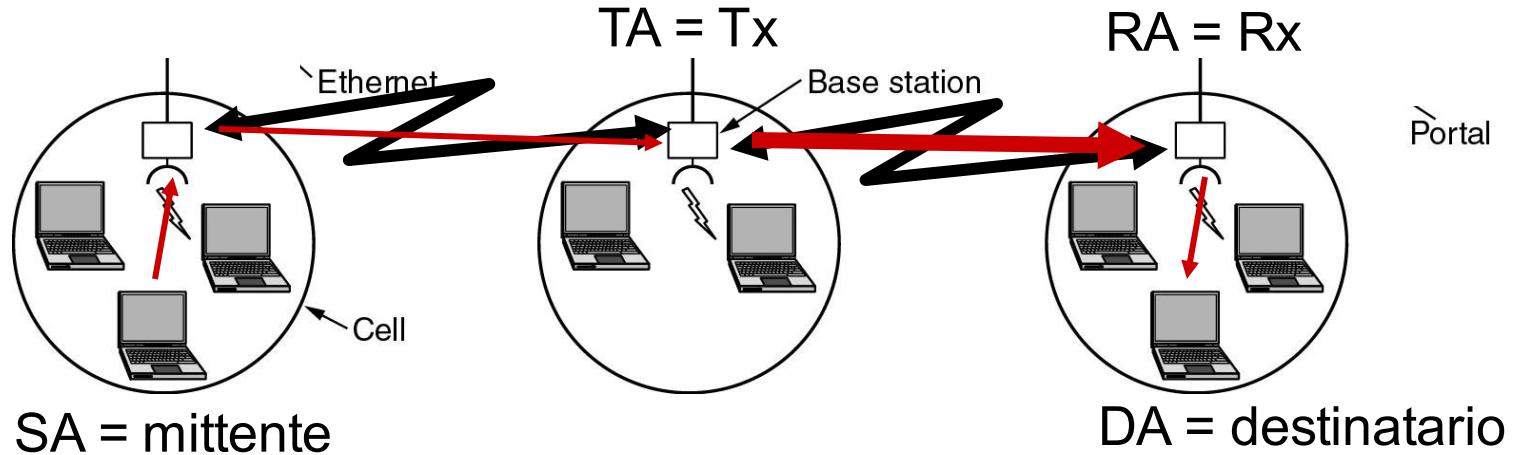
Address 4 = N/A

To DS = 0

From DS = 1

Indirizzamento 802.11

ESS con Wireless Distribution System



Address 1 = RA

Address 2 = TA

Address 3 = DA

Address 4 = SA

To DS = 1

From DS = 1



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Interconnessione di LAN



Alternative di interconnessione di LAN

- A volte può essere conveniente suddividere una LAN in più spezzoni o interconnettere LAN o reti di tipo diverso
- Servono apparati di interconnessione che a seconda della funzionalità prendono il nome di
 - Repeaters
 - Bridge
 - Routers
 - Gateways



REPEATER

- Apparato attivo che collega 2 o più mezzi di trasmissione
- Opera a livello dello **strato 1** OSI
- Permette l'estensione del mezzo di trasmissione
 - Amplifica il segnale
 - Rigenera i bit entranti e li sincronizza
- Permette di estendere una topologia LAN
 - Utilizza più “spezzoni” di mezzo trasmissivo, ciascuno dei quali deve sottostare alle norme di standard
 - Le “parti” della LAN devono essere equivalenti per quanto riguarda il livello 2 (MAC)
- Nella rete Ethernet il diametro complessivo non deve superare i 2500 metri

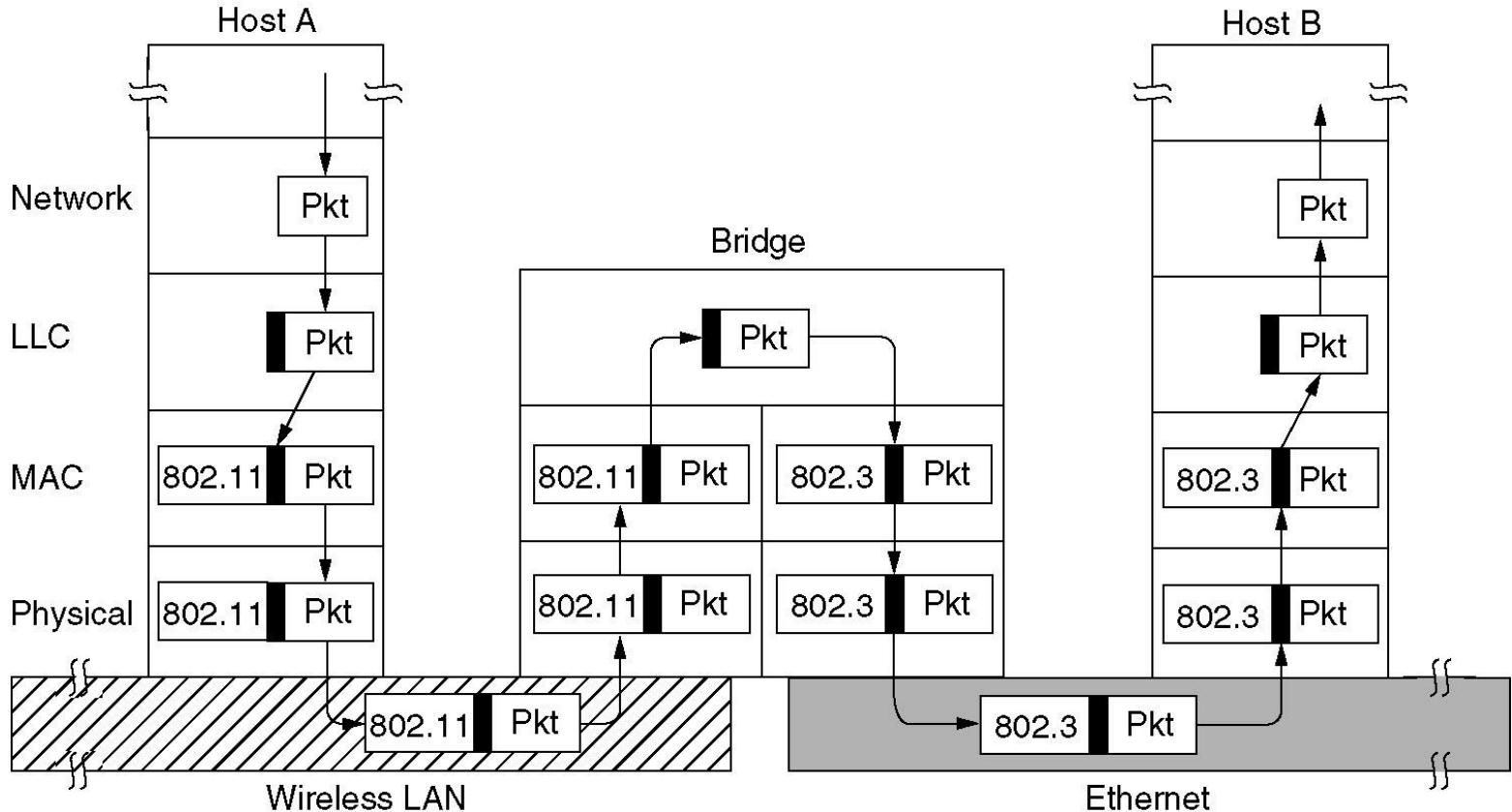


Bridge

- Opera a livello dello strato 2 OSI
- Può interconnettere LAN di tipo diverso (Ethernet con Token ring, ...)
 - Esegue più protocolli MAC
 - Effettua conversioni del formato di trama
- Nel caso di reti Ethernet separa i domini di collisione
 - Il vincolo dei m. 2500 si applica al collision domain
 - Tramite bridge si possono realizzare LAN di dimensione superiore
- Learning bridge e Filtering bridge
 - Impara quali stazioni sono connesse ad una porta analizzando il "source address" delle trame MAC
 - Invia la trama solo sulla porta di uscita dove si trova il destinatario analizzando il destination address della trama MAC
 - Esegue una funzione di instradamento a livello di trama
 - Separa il traffico dei diversi domini di collisione

Bridge da 802.x a 802.y

Operation of a LAN bridge from 802.11 to 802.3.



da Tanenbaum

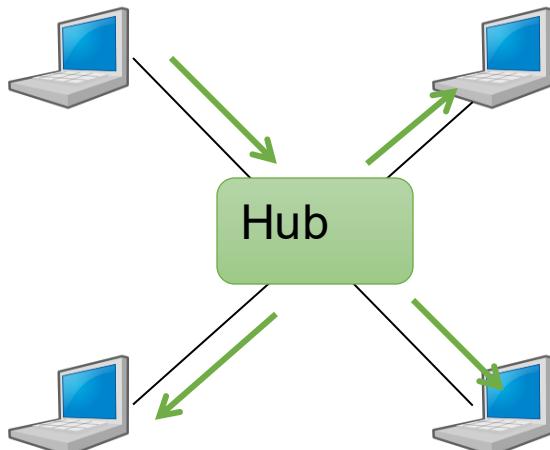


SWITCH

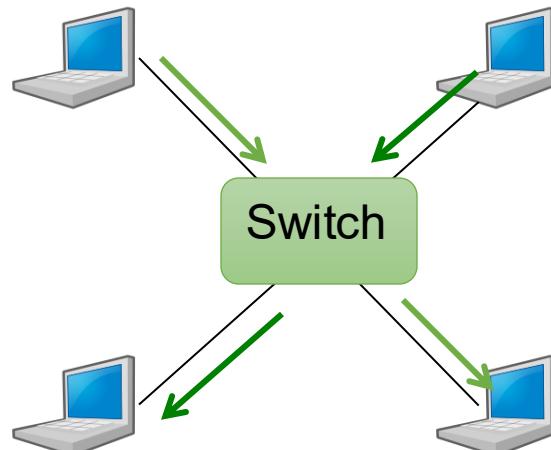
- È un bridge ad alta densità di porte
- Tipicamente ad ogni porta è connessa una sola stazione
- È in grado di trasferire contemporaneamente trame da più porte di ingresso a più porte di uscita
 - Opera una funzione di commutazione a livello 2 basata sull'indirizzo MAC
- Uno switch Ethernet svolge una funzione simile all'hub ma garantendo maggiori prestazioni

Differenza fra hub e switch

- Hub
 - bus collassato = mezzo condiviso, trasmissione broadcast delle trame
 - Capacità aggregata = capacità della singola porta
- Switch
 - Sistema di commutazione = ri-trasmissione selettiva delle trame
 - Capacità aggregata superiore a quella della singola porta



Esempio: hub fast ethernet
Si trasferiscono 100 Mbit/s



Esempio: switch fast ethernet
Si trasferiscono 200 Mbit/s



Learning Switch

