

### Cenni storici – 1

- Primi anni '70: Norman Abramson progetta un sistema per interconnettere elaboratori remoti con un nodo centrale (Hawaii)
  - Sistema molto semplice, con trasmissione su 2 frequenze radio
    - ALOHANET (*upstream* → verso il nodo centrale; *downstream* → dal nodo centrale)
  - Trasmissione con conferma esplicita (re-invio altrimenti) ma nessuna politica di controllo di accesso
    - Prestazioni scadenti in presenza in traffico *upstream* intenso

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 340

### Cenni storici – 2

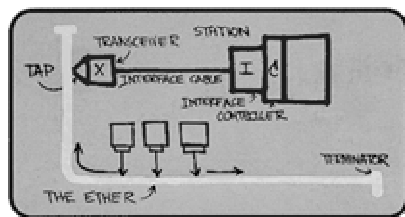
- Bob Metcalfe (PhD di Harvard) lavora con Abramson in uno *stage* estivo e poi esportandone le idee a Xerox PARC dove si stanno realizzando i primi PC
- Nel 1976 insieme a David Boggs progetta e realizza la 1ª LAN per interconnessione di PC
  - *Ethernet*: cavo coassiale lungo ≤ 2.5 km con ripetitori ogni 500 m e ≤ 256 nodi fissati al cavo tramite *transceiver*
  - Protocollo **CSMA/CD**
    - *Carrier Sense* (ogni nodo invia solo dopo aver verificato assenza di trasmissione sul cavo) *Multiple Access* (rete a diffusione) *with Collision Detection* (collisione facilmente rilevabile)
  - Notevole miglioramento rispetto ad ALOHANET

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 341

### Cenni storici – 3



L'architettura fisica di Ethernet secondo Metcalfe

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 342

### Cenni storici – 4

- Una volta rilevata la collisione il nodo emittente notifica con una perturbazione (*jamming*) sul cavo gli altri nodi e attende un tempo variabile prima di riprovare
- *Ethernet* di Xerox ebbe così tanto successo che DEC e Intel le si unirono per fissare lo standard **DIX** (1978)
  - Poi internazionalizzato da **IEEE 802.3** nel 1983
  - L'interesse di Xerox nella commercializzazione di **DIX** fu scarso
  - Metcalfe fondò allora **3Com** che ebbe enorme successo vendendo adattatori di PC ad *Ethernet*

Ethernet

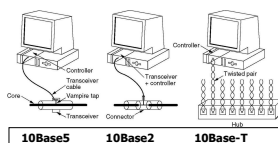
Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 343

### Lo standard DIX – 1

- 4 tipi di cavo di collegamento con diverse caratteristiche fisiche e diversi tipi di connettori
- Il tipo di connessione determina la massima distanza tra nodo e cavo
  - ≤ 100 m per 10Base-T

Name	Cable	Max. seg.	Nodes/seg.	Advantages
10Base5	Thick coax	500 m	100	Original cable; now obsolete
10Base2	Thin coax	185 m	30	No hub needed
10Base-T	Twisted pair	100 m	1024	Cheapest system
10Base-F	Fiber optics	2000 m	1024	Best between buildings



Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 344

### Lo standard DIX – 2

- La codifica binaria (0 v → 0) (5 v → 1) non consente di determinare con certezza l'**inizio** di una trasmissione
  - 0 v può significare anche assenza di trasmissione!
- Più difficile ancora è assicurare che M e D restino sincronizzati rispetto all'inizio dell'invio di ciascuna unità trasmissiva
  - Gli impulsi di *clock* di M e D possono divergere
- 2 tecniche di codifica per risolvere il problema
  - **Manchester encoding** (usato da *Ethernet*)
  - **Differential Manchester encoding**

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 345

### Lo standard DIX – 3

Bit stream: 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1

**BE** Binary encoding

**ME** Manchester encoding

**DME** Differential Manchester encoding

ME usa doppia banda trasmissiva rispetto a BE

Transition here indicates a 0

Lack of transition here indicates a 1

- Con la codifica **ME** ciascun periodo è suddiviso in 2 intervalli di uguale ampiezza a voltaggio alternato (H → L = 1 ; L → H = 0)
- La codifica **DME** dà invece significato alla presenza (1) o all'assenza (0) di una transizione di voltaggio al passaggio da un periodo all'altro

Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 346

### Lo standard DIX – 4

- Lo standard **DIX** definisce la struttura dell'unità informativa (*frame* → trama)
  - Delimitata da un **preambolo** ampio 8 B
    - Ciascun B fissato a 10101010
  - In codifica **ME** a 10 MHz il codice di preambolo un **segnale di sincronizzazione** ampio 6,4 μs
  - Seguono gli indirizzi di D ed M espressi su 6 B
    - msb (bit 47)* di D = 1 → invio *multicast*
    - Bit 46* di D distingue tra indirizzi **locali** e **globali**
      - Indirizzi locali assegnati dall'amministratore di rete locale
      - Indirizzi globali **unic** assegnati da IEEE ( $2^{46} \sim 7 \times 10^{13}$ )

Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 347

### Lo standard DIX – 5

- Trama (continua)
  - Segue il campo **tipo** (T) che informa D su come interpretare l'informazione ricevuta
    - L'indirizzo D indica un nodo su una rete
    - Il campo T indica un processo sul nodo
  - Segue il campo **dati** con ampiezza variabile tra un minimo e un massimo fissati
    - Ampiezza **minima** sufficiente per propagazione *round-trip* di collisione su 1 singola trama
      - 50 μs per *round-trip* di segnale su 2,5 km attraverso 4 ripetitori → 500 bit a 10 Mbps, arrotondati a 512 bit = 64 B
    - Ampiezza **massima** per non sovraccaricare le RAM del 1976

Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 348

### Lo standard DIX – 6

Per garantire ampiezza minima di *frame*

Bytes	8	6	6	2	0-1500	0-46	4
<b>DIX</b>	Preamble	Destination address	Source address	Type	Data	Pad	Check-sum

<b>802.3</b>	Preamble	Start of Frame (1 B)	Destination address	Source address	Length	Data	Pad	Check-sum
						Tipo dei dati		

Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 349

### Architettura di rete – 1

- Ripetitore**: dispositivo **analogico**, posto al fondo della gerarchia di rete, amplifica il segnale in ingresso e lo emette in uscita
  - Ethernet* del 1976 aveva 4 ripetitori
- Hub**: collettore di N>1 linee omogenee entro 1 singolo **dominio di collisione**
  - Ogni trama in ingresso da una linea viene ritrasmessa su **tutte** le altre linee
    - La banda disponibile viene **ripartita** tra tutte le linee
  - Allo stesso livello del ripetitore nella gerarchia di rete

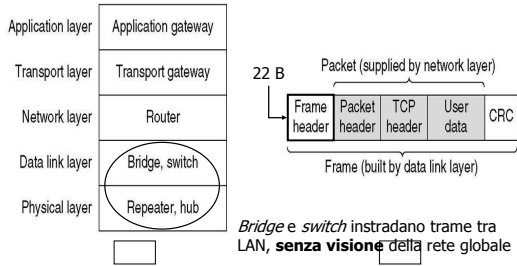
Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 350

### Architettura di rete – 2

- Bridge**: dispositivo di interconnessione tra N ≥ 2 reti locali anche **eterogenee**, che ripartisce trame in base all'indirizzo D
- Switch**: analogo al *bridge*, ma anche per interconnessione tra singoli nodi per reti **omogenee** non completamente connesse
  - Ogni porta di ingresso (da LAN o nodo) forma 1 distinto dominio di collisione
    - La banda disponibile viene **preservata** e resa interamente disponibile ad ogni nodo emittente
  - Modalità base di tipo **store-and-forward**

Ethernet Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 351

### Architettura di rete – 3



Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 352

### Architettura di rete – 4

- Esistono **diversi** standard **IEEE 802.x**, con **diversi** formati di trama, tra i quali
  - 802.3 *Ethernet*
  - 802.4 *token bus*
  - 802.5 *token ring*
  - 802.11 *wireless*
  - 802.15 livelli OSI 1-2 di **Bluetooth**
  - 802.16 *broadband wireless*

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 353

### Architettura di rete – 5

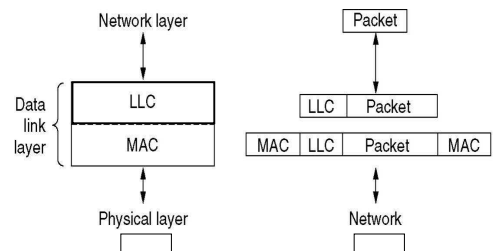
- Il livello 2 OSI normalmente offre solo un servizio di tipo *best-effort*
  - A questo aderiscono gli standard **IEEE 802.x**
- Per consentire l'introduzione di servizi di controllo di errore e di flusso in ambito LAN IEEE ha definito una **estensione** del livello 2 chiamata **LLC (Logical Link Control)**
  - Definito **anche** per facilitare la connessione tra LAN governate da 802.x **diversi**

Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 354

### Architettura di rete – 6



Ethernet

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 355