

5 LE RETI ETHERNET E LO STRATO DI MODULO COLLEGAMENTO

UD 1 La tecnologia Ethernet

UD 2 Le collisioni in Ethernet

UD 3 Tipologie di rete Ethernet

UD 4 Dispositivi di rete
a livello 2

OBIETTIVI

- Conoscere l'evoluzione di Ethernet
- Conoscere il formato dell'indirizzo MAC
- Conoscere il formato di una trama Ethernet
- Comparare il modello OSI ed Ethernet
- Apprendere la nomenclatura e la struttura del frame
- Conoscere le caratteristiche del CSMA/CD
- Apprendere il concetto di timing, interframe spacing e tempo di backoff
- Conoscere Ethernet ad alta velocità: Fast e Giga Ethernet
- Spiegare il livello MAC e il formato del frame Ethernet
- Conoscere la differenza tra repeater, bridge, hub, switch
- Apprendere il concetto di dominio di collisione

ATTIVITÀ

- Classificare le tipologie di Ethernet
- Saper decodificare un indirizzo MAC
- Saper individuare i campi del frame Ethernet
- Calcolare lo slot time alle diverse velocità di funzionamento
- Calcolare il Round Trip Delay alle diverse velocità di funzionamento
- Individuare le collisioni
- Saper distinguere i diversi errori in Ethernet
- Saper individuare i campi di un frame in formato esadecimale
- Saper realizzare una tabella di filtering
- Saper segmentare una rete

UNITÀ DIDATTICA 1

LA TECNOLOGIA ETHERNET

IN QUESTA UNITÀ IMPAREREMO...

- a conoscere l'evoluzione di Ethernet
- a interpretare l'indirizzo MAC
- a individuare il formato del frame

■ Generalità



◀ LAN Si tratta di un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra loro entro un'area delimitata, utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso d'errore. ▶



◀ L'acronimo IEEE identifica l'associazione internazionale di scienziati professionisti con l'obiettivo di cercare nuove applicazioni e teorie in varie discipline scientifiche (informatica, telecomunicazioni, biomedica ecc.). È l'acronimo di Institute of Electrical and Electronic Engineers (Istituto degli ingegneri elettrici ed elettronici). Si occupa di definire e pubblicare gli standard delle discipline indicate per migliorare la qualità della vita dell'uomo favorendo la conoscenza e l'applicazione delle nuove tecnologie. Le pubblicazioni dello IEEE rappresentano una buona parte della documentazione ingegneristica mondiale, coprendo quasi tutti gli aspetti dell'informatica e delle telecomunicazioni moderne, avendo definito oltre 1000 standard industriali. ▶

Negli anni '60 l'elaborazione dei dati in azienda era delegata ai mainframe, con l'elaborazione centralizzata in un'unica unità di elaborazione e un insieme di terminali "stupidi" collegato a essa. Con l'avvento dei PC a partire dagli anni '70 iniziarono a presentarsi sul mercato americano le prime ◀ LAN ▶, cioè le prime reti realizzate per connettere più calcolatori.

A quel punto, iniziarono a diffondersi diverse tipologie di LAN, differenti per architetture, topologie e strumenti trasmissivi utilizzati. L'organismo mondiale ◀ IEEE ▶ avviò un progetto iden-

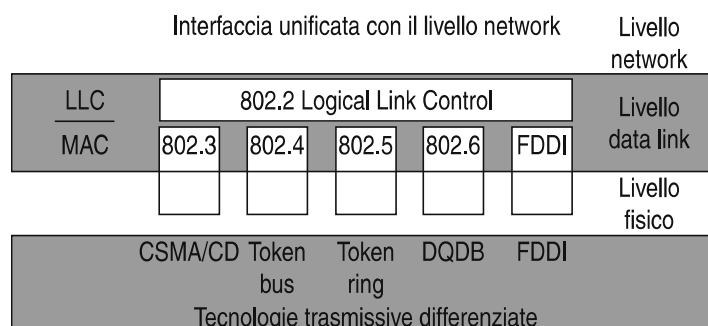
tificato con la sigla 802 per cercare di studiare, classificare e standardizzare le LAN, partendo dall'idea che tutte le reti dovessero avere una comune interfaccia verso il terzo livello di organizzazione ISO/OSI, cioè verso il livello network.



Il progetto IEEE 802 si colloca al livello 2 della pila ISO/OSI chiamato data link (collegamento). Il livello data link è suddiviso in due sottolivelli:

- l'LLC, o Logical Link Control, che costituisce la parte superiore del livello di collegamento dati verso il livello network, mascherando la peculiarità della rete utilizzata;
- il MAC, o Media Access Control, che costituisce la parte inferiore del livello di collegamento dati verso il livello fisico, per risolvere il problema dell'accesso a un unico mezzo trasmissivo.

Dato che al livello fisico della pila ISO/OSI è necessario gestire tecnologie trasmissive di tipo diverso, a ciascuna LAN viene associato un MAC specifico. In tal modo avremo un LLC comune a tutte le LAN e un MAC specifico per ogni LAN, come indicato nello standard IEEE, il cui schema logico è riportato nella figura a lato: ►



Il progetto 802 prevede 6 sezioni, indicate come segue:

- 802.2 Logical Link Control
- 802.3 CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detection)
- 802.4 Token Bus
- 802.5 Token Ring
- 802.6 Metropolitan Area Networks - DQDB (Distributed Queue, Dual Bus)

Successivamente sono state aggiunte altre sezioni del progetto OSI, per seguire l'evoluzione tecnologica dei mezzi trasmissivi. Ricordiamo per esempio:

- 802.8 Fiber-optic technical advisory group;
- 802.11 Wireless network.

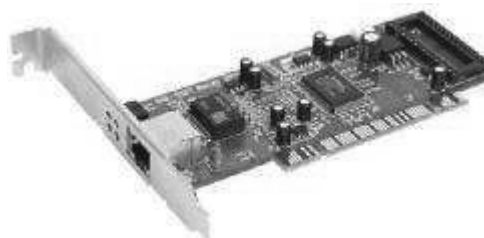
■ Ethernet

Nei primi anni '70 alcuni produttori mondiali, tra i quali Digital, Intel e Xerox, formarono un consorzio (DIX) per lo sviluppo di una rete locale lavorando sulle prime due versioni di Ethernet: la 1.0, operante a 10 Mb/s, e successivamente la 2.0. Contemporaneamente l'IEEE, basandosi proprio su Ethernet, iniziò lo sviluppo dello standard 802.3, che venne pubblicato nel 1985, fu approvato dall'ISO come DIS (*Draft International Standard*) ISO/DIS 8802.3 e nel 1989 divenne lo standard ISO 8802.3.

Oggi si identificano con Ethernet tutti i dispositivi conformi alle specifiche 802.3.

La grande diffusione di Ethernet è stata facilitata dai costi ridotti degli apparati e dalla grande facilità di progettare e realizzare reti di piccole dimensioni; queste caratteristiche l'hanno resa, in pochi anni, la tecnologia di rete più diffusa per le reti locali. Possiamo affermare, in estrema sintesi, che per utilizzare la tecnologia Ethernet per la connessione alla rete è necessario avere collocato nel computer o nel dispositivo una scheda di comunicazione che da essa prende il nome: la scheda Ethernet.

La scheda di rete spesso viene indicata con l'acronimo NIC (*Network Interface Card*), che genericamente contrassegna i dispositivi che forniscono l'interfaccia hardware tra un computer e una



rete. Tutte le schede prodotte attualmente supportano la Plug and Play (PnP), non necessitano cioè di installazione specifica, ma vengono riconosciute come periferiche standard e quindi configurate e installate automaticamente.



IL MODELLO TOKEN RING

Il modello Token Ring fu un competitor agguerrito rispetto al modello Ethernet. Le reti di tipo Token Ring vennero progettate nei laboratori IBM nel 1976, utilizzando una topografia ad anello, contrapposta a quella a stella di Ethernet. Negli anni successivi Ethernet diventò assai più diffusa grazie a caratteristiche trasmissive di qualità superiore in termini di velocità e grazie all'introduzione degli switch.

La larghezza di banda (broadband) o la capacità di trasmissione dei dati (throughput) di Ethernet era inizialmente di 10 Mbps. Nel 1995 venne introdotto un nuovo standard, la Fast Ethernet, che operava a una velocità di 100 Mbps. Attualmente esiste la tecnologia Gigabit Ethernet, in grado di operare alla velocità di 1000 Mbps (1 Gbps).

I diversi standard Ethernet sono individuati da una sigla composta da tre elementi, come quelli elencati di seguito:

- ▶ 10 base-2,
- ▶ 10 base-5,
- ▶ 10 base-T,
- ▶ 100 base-T

dove

- ▶ 10\100: indica la velocità massima di trasferimento dati espressa in Mbps;
- ▶ base: si riferisce al modo dell'onda portante del segnale;
- ▶ 2\TX\UTX,T2,...: indica la massima distanza raggiungibile da un segmento, o il tipo di conduttore
F = fibra, T = cavo UTP, TX = cavo UTP intrecciato, T2 cavo UTD a 2 coppie ecc.



◀ Il termine broadcast indica una modalità di instradamento per la quale un pacchetto viene consegnato a tutti gli host collegati alla rete, a differenza di unicast che indica l'invio a un solo host e multicast che indica l'invio solo a un gruppo di host. ▶

L'accesso alla rete avviene in modo non deterministico, seguendo il modulo CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*), il quale ha come struttura fisica quella a bus o a stella, e come struttura logica quella a ◀ broadcast ▶ (cioè con spedizione simultanea dello stesso messaggio a molteplici destinatari).

La comunicazione tra due PC avviene mediante uno scambio di dati suddivisi in pacchetti e per inviarne uno è necessario che nessun altro pacchetto stia viaggiando sulla rete: se due o più stazioni iniziano a trasmettere i dati contemporaneamente si possono verificare delle collisioni e una stazione deve riprovare a trasmettere il pacchetto dopo una periodo di attesa.

La modalità di comunicazione è simile a quella che intercorre tra due interlocutori al telefono quando, durante una conversazione, una persona deve attendere che l'altra taccia prima di poter parlare.

Naturalmente all'aumentare del numero di PC che cercano di utilizzare la rete aumenta contestualmente anche il numero di collisioni, errori e ritrasmissioni, pregiudicando le prestazioni della rete: se si supera il 50% della larghezza di banda si ha un drastico calo delle prestazioni, dovuto alle collisioni, che può portare a un rallentamento estremo della rete se non al blocco totale.

■ Indirizzo MAC



◀ Indirizzo IP È un numero composto da 4 byte (indirizzo logico) univoco, assegnato a ogni host presente nella rete dal livello di rete (livello 3). ▶

Ogni dispositivo che si connette a una rete Ethernet può essere individuato univocamente grazie all'indirizzo MAC. Mentre l'◀ indirizzo IP ▶ può essere ripetuto all'interno di reti LAN o sottoreti diverse, l'indirizzo MAC è unico al mondo perché assegnato dal produttore a ogni scheda di rete esistente.

Ogni scheda NIC possiede un indirizzo MAC (MAC address) composto da un insieme di 6 byte (48 bit) separati da due punti:

- ▶ i primi 3 byte (24 bit) si chiamano OUI (Organizational Unique Identifier) e sono il codice identificativo dell'azienda produttrice;
 - ▶ i secondi 3 byte sono il numero seriale progressivo che identifica il prodotto di quell'azienda.
- Un esempio di codice MAC è il seguente:

02-60-8C:E9:8B:01

dove

- ▶ 02-60-8C: sta a indicare il produttore, in questo caso la 3Com;
- ▶ E9:8B:01: è il numero di matricola che la 3Com ha assegnato a questo prodotto.

L'indirizzo MAC, anche detto indirizzo fisico (physical address o hardware address) o BIA (Burn In Address), risiede nella ROM della NIC e viene copiato in RAM quando la scheda NIC viene inizializzata.



Zoom su...

INDIRIZZO MAC

Per individuare l'indirizzo MAC di una scheda presente in un qualsiasi personal computer possiamo procedere nel modo seguente.

- ▶ Per l'ambiente Windows: al prompt dei comandi digitando `ipconfig/all` viene visualizzato un insieme di dati, tra cui l'indirizzo fisico, come illustrato dalla figura seguente:

```
Scheda Ethernet Connessione alla rete locale (LAN):
Suffisso DNS specifico per connessione:
Descrizione . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Indirizzo fisico. . . . . : 98 FD A6 ED F0 DA
DHCP abilitato . . . . . : No
```

- ▶ Per l'ambiente Linux: avviare una shell e digitare il comando `ifconfig -a`. La prima riga riporta il MAC address relativo alla scheda di rete (generalmente identificata con `eth0`) nella voce `HWaddr`:

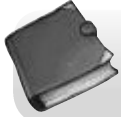
```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 58:00:C0:E9:0B:01
          inet addr:192.167.96.14  Bcast:192.167.96.255  Mask:255.255.255.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
```

- ▶ Per l'ambiente Macintosh: nel menu Mela individuare l'elemento Preferenze di sistema e fare clic nella finestra sull'icona relativa a Network. Nel successivo pannello bisogna selezionare l'opzione Ethernet Integrata (oppure Airport se si deve individuare il MAC address della connessione wireless) e fare clic sulla voce Ethernet, che riporterà il MAC address in questione:

TCP/IP DNS WINS 802.1X Proxy Hardware

Indirizzo MAC: 58-b0:35:ef:02:fe

■ Protocol Data Unit (PDU)



PDU

Con l'acronimo PDU (*Protocol Data Unit*) si intende l'unità di informazione che viene scambiata tra due host nel ◀ protocollo ▶ di comunicazione di un'architettura di rete a strati.



◀ Il protocollo è l'insieme delle regole sul formato dei messaggi, delle informazioni di servizio, degli algoritmi di trasferimento che guidano il colloquio tra entità dello stesso livello per trasmettere unità di trasferimento. ▶

Riprendiamo la struttura della pila ISO/OSI e analizziamo l'organizzazione dei dati partendo dal livello fisico. Il livello 1 si occupa della trasmissione dei dati trasformandoli in segnali fisici (elettrici, ottici, elettromagnetici): a questo livello l'unità elementare di informazione è di tipo binario e il messaggio che viene trasferito si limita a una sequenza di bit codificata in modo Manchester.

La sequenza di bit è il risultato finale delle trasformazioni che "subisce" il messaggio destinato alla trasmissione, a partire dal livello più alto della pila fino ad arrivare a quello più basso: ogni

livello deve aggiungere informazioni di controllo relative al protocollo utilizzato dal livello stesso, sia per poter effettuare gli specifici compiti a lui assegnati sia per trasferire i dati al livello inferiore. Si dice che il messaggio viene imbustato, cioè con "busta di livello N" si indica il dato modificato al livello N della pila ISO/OSI: quest'operazione è chiamata *framing*.



Zoom su...

CODIFICA MANCHESTER

Nella codifica Manchester i bit vengono codificati attraverso la variazione del segnale che può assumere valori compresi tra $-0,85V$ (Basso) e $+0,85V$ (Alto). La codifica avviene alla commutazione tra i due valori: il valore logico 0 viene codificato attraverso il passaggio del segnale da Basso a Alto, il valore logico 1 viene invece codificato con il passaggio da Alto a Basso.



FRAMING

Il termine framing fa riferimento alla seguenti operazioni:

- ▶ incapsulamento dei dati con un'intestazione (header) e una eventuale coda (trailer);
- ▶ interpretazione dei bit presenti nelle intestazioni (ed eventualmente nelle code).

Seguiamo i passaggi fondamentali che avvengono sul messaggio iniziale a partire dai dati del mittente al livello più alto fino alla formazione della "sequenza binaria" trasmessa al livello fisico.

- 1** Ai dati dell'utente viene preposta un'intestazione (header app) dallo strato di applicazione e, strato dopo strato, vengono eseguite alcune operazioni e/o aggiunte altre intestazioni fino a raggiungere lo strato di trasporto.

L'unità di dati a livello di trasporto prende il nome di *segmento*.

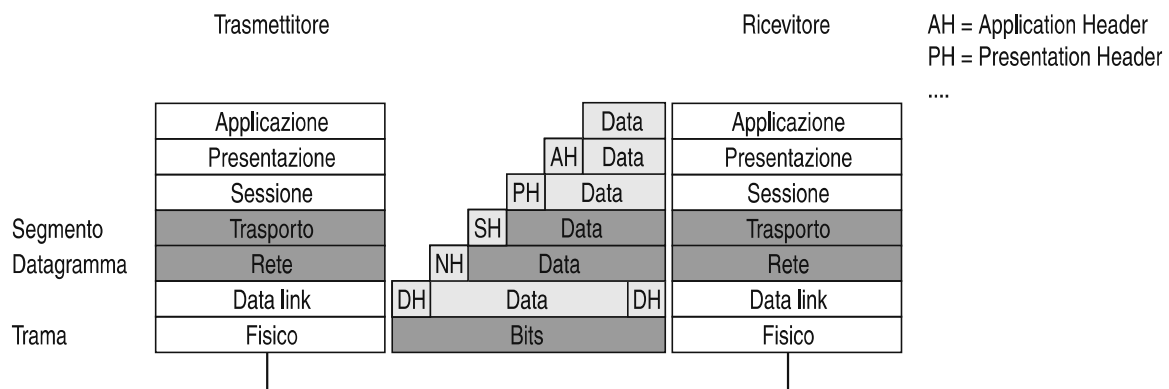
- 2** Lo strato di trasporto fornisce quindi il segmento allo strato di rete, che presta anch'esso servizi specifici e aggiunge un'intestazione che vedremo nelle prossime unità didattiche.

L'unità di dati allo strato di rete prende il nome di *pacchetto* (o *datagramma IP*).

- 3 Il pacchetto giunge quindi ai livelli inferiori, dove lo strato di collegamento del livello 2 aggiunge la propria intestazione e la propria coda: in Ethernet è la scheda NIC che compie questa operazione per incapsulare i dati da trasmettere.

L'unità di dati allo strato di collegamento prende il nome di frame (o trama).

La trama viene poi trasmessa in rete dallo strato fisico.



Nella figura in alto è mostrato un esempio di “imbustamento” dei dati, nell’ipotesi che la sottorete sia una LAN di tipo Ethernet.

■ Trama o frame

A livello fisico i dati vengono trasmessi sotto forma di **frame** (in italiano **trama**), piccoli contenitori (o pacchetti) che permettono di separare il flusso di dati in unità facilmente controllabili. Il **frame** nello standard originario 802.3 è lungo almeno 64 byte e non oltre 1518 byte: alcuni standard successivi ne hanno modificato le lunghezze, come per esempio lo standard Gigabit Ethernet 802.3z che ha portato la lunghezza minima del frame a 512 byte.

Nello standard originario 802.3 il frame è composto da:

- ▶ **preambolo**: sequenza di 7 byte, dove ciascun byte è impostato a 10101010 ed è usato per sincronizzare il ricevente prima che i dati effettivi vengano inviati;
- ▶ **Start Frame Field (SFD)**: delimitatore di inizio frame (8 bit: 10101011) usato per ottenere l’allineamento al byte;
- ▶ **indirizzo MAC di destinazione** (48 bit), che può essere:
 - **unicast**: indirizzo MAC univoco dell’adattatore NIC del destinatario;
 - **broadcast**: tutti i bit a 1;
 - **multicast**: il primo bit è 1;
- ▶ **indirizzo MAC di origine**: l’indirizzo univoco della stazione mittente (48 bit);
- ▶ **lunghezza/tipo**: due byte che
 - in origine erano 0x05DC (1500₁₀) e indicavano la lunghezza del campo dati;
 - oggi spesso contengono 0x0800 (2048₁₀) per indicare il tipo di pacchetto (protocollo IP);
- ▶ **corpo del messaggio**: da 46 a 1500 byte di dati;
- ▶ **pad** (riempitivo) di zeri, qualora i dati siano meno di 46 byte (così da arrivare a 46 byte tra dati e pad);
- ▶ **Frame Check Sequence (FCS)**: sequenza di controllo del frame, ovvero 4 byte per controllare l’integrità del frame tramite CRC-32 calcolato usando il polinomio AUTODIN II (controllo di ridondanza ciclica a 32 bit).

Uno schema del frame IEEE 802.3 è riportato nella seguente figura:

IEEE 802.3						
Preambolo	SFD	Destinatario	Mittente	Lunghezza/tipo	Dati/Pad	FCS
7	1	6	6	2	46-1500	4

Nel frame Ethernet v2, anche chiamato DIX Ethernet (DEC, Intel, Xerox):

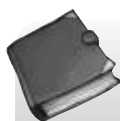
- ▀ preambolo e SFD sono assieme e formano un preambolo di 8 bytes;
- ▀ lunghezza/tipo è un solo tipo.

Ethernet					
Preambolo	Destinatario	Mittente	Tipo	Dati/Pad	FCS
8	6	6	2	46-1500	4

Il calcolo del FCS viene effettuato senza tener conto dei primi 8 byte di preambolo:

<----- calcolo del FCS ----->						
Preambolo	SFD	Destinatario	Mittente	Lunghezza/tipo	Dati/Pad	FCS
7	1	6	6	2	46-1500	4

Nel corso degli anni, a più riprese, sono stati aggiunti nuovi campi, resi necessari da parte dei protocolli di strato superiore per l'utilizzo di Ethernet.



INTERFRAME SPACING

Si definisce *interframe spacing* il minimo spazio tra due frame che deve essere di almeno 96 bit: sotto questo valore un dispositivo continuerebbe a trasmettere sulla linea, monopolizzandola e impedendo agli altri dispositivi di trasmettere.

Nella trasmissione tra un frame e l'altro è quindi obbligatorio lasciare dello spazio, che viene tradotto in un tempo di pausa tra le due trasmissioni e che prende il nome di IFG (*Inter Frame Gap*).



Zoom su...

INTER FRAME GAP

Viene definito IFG l'intervallo di tempo che deve trascorrere tra due pacchetti trasmessi in Ethernet: poiché nell'intervallo devono essere trasmessi 96 bit (12 byte) è immediato calcolare per ogni frequenza di trasmissione il valore IFG (a 10 Mbps deve essere almeno di 9,6 μ s). Calcoliamo per le diverse frequenze il tempo di Inter Frame Gap:

Velocità	Interframe spacing	Inter Frame Gap
10 Mbps	96 bit	9,6 μ s
100 Mbps	96 bit	0,96 μ s
1 Gbps	96 bit	0,096 μ s
10 Gbps	96 bit	0,0096 μ s

I dispositivi Ethernet accettano solo frame distanziati da un intervallo di tempo maggiore o uguale all'IFG.

ESEMPIO 1 *Calcolo del massimo numero di frame che possono essere trasmessi in un secondo in una rete Ethernet a 10 Mbps*

Il massimo numero di frame al secondo viene calcolato ipotizzando un messaggio con lunghezza minima, cioè un frame di 84 byte così ottenuto: ►

Componenti del frame	Dimensione minima
Inter Frame Gap	12 Byte
Preambolo + SFD	8 Bytes
Address destinatario	6 Byte
Address mittente	6 Byte
Tipo (o lunghezza)	2 Byte
Payload (Network PDU)	46 Byte
Check Sequence (CRC)	4 Byte
Dimensione fisica del frame	84 Byte

Il numero di frame al secondo si ottiene dal rapporto tra la velocità di trasmissione e la lunghezza del messaggio trasmesso, cioè

$$\frac{\text{Ethernet Data Rate (bit / s)}}{\text{Dimensione del frame (bit)}} = \frac{10.000.000}{84 \cdot 8} = 14.880, \text{frame / s}$$

Questo valore supera di molto la capacità massima dei dispositivi di rete oggi in commercio (switch e router possono elaborare circa 1000 frame al secondo). Se invece calcoliamo il numero di frame con il messaggio lungo di 1500 byte, la frequenza massima è di circa 812 ed è al di sotto dei valori operativi.

Se in un determinato istante fosse comunque superata, questo non rappresenterebbe un problema, in quanto i dispositivi semplicemente “scarterebbero” i frame in eccedenza demandando il problema a un altro livello di servizio, come vedremo in seguito.

ESEMPIO 2 *Calcolo del massimo throughput dei servizi al secondo livello di Ethernet*

Consideriamo la situazione ideale, con dimensione massima del messaggio utile Ethernet di 1500 byte ed efficienza massima, cioè assenza di collisioni sul cavo. Per prima cosa calcoliamo la lunghezza massima del frame in questa situazione, che è 1538 byte:

La frame rate massima è:

$$\frac{\text{Ethernet Data Rate (bit / s)}}{\text{Dimensione del frame (bit)}} = \frac{10.000.000}{1538 \cdot 8} = 812,74, \text{frame / s}$$

Il ◀ throughput ► massimo del livello si ottiene con la formula seguente:

$$\text{Frame rate} \cdot \text{Payload} = 812,74 \cdot (1500 \cdot 8) = 9.752.880 \text{ bps}$$

Abbiamo un valore di throughput con efficienza al 97,5% della capacità del link.



◀ Throughput è un indice che identifica la quantità effettiva di dati trasmessi in un'unità di tempo; si esprime in bit/s e tiene conto delle pause del canale. La traduzione in italiano potrebbe essere *efficienza trasmissiva* e, a differenza della capacità del link che indica esclusivamente la frequenza trasmissiva massima alla quale i dati possono viaggiare, il throughput la calcola al netto delle pause di attesa per il riscontro della corretta ricezione dei pacchetti. ►

Verifichiamo le conoscenze

1 L'acronimo NIC deriva da:

- ☐ Network Interface Cable
- ☐ Network Interface Card
- ☐ Network Internet Card
- ☐ Network Internet Cable

2 La sigla MAC deriva da:

- ☐ indirizzo macchina
- ☐ macchina virtuale
- ☐ media access control
- ☐ media access card

3 L'indirizzo 01:08:AA:3D:4E:23 è di tipo:

- ☐ multicast
- ☐ singlecast
- ☐ broadcast
- ☐ non è un indirizzo valido

4 Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- ☐ Il protocollo CSMA/CD è utilizzato dalla rete Internet
- ☐ Il protocollo CSMA/CD è utilizzato dalla rete Token Ring
- ☐ Il protocollo CSMA/CD è utilizzato dalla rete Ethernet
- ☐ Il protocollo CSMA/CD è utilizzato dalla rete FDDI

5 Il data link è diviso in due livelli: (due risposte)

- ☐ il LLC
- ☐ il LIC
- ☐ il MAC
- ☐ il TCP
- ☐ l'IP

6 Nel broadcast un pacchetto viene consegnato:

- ☐ a tutti gli host collegati alla rete
- ☐ a un solo host
- ☐ a un gruppo di host
- ☐ al ripetitore

7 Quale tra i seguenti campi non è previsto dal frame definito dalla 802.3?

- ☐ preambolo
- ☐ SFD
- ☐ PDU
- ☐ indirizzo MAC di destinazione
- ☐ indirizzo MAC di origine
- ☐ lunghezza/tipo
- ☐ PAD
- ☐ FCS

8 L'interframe spacing deve essere lungo almeno:

- ☐ 9 bit
- ☐ 96 bit
- ☐ 4 byte
- ☐ 96 byte

>> Test vero/falso

- 1 La parte superiore del livello data link è il Logical Link Control.
- 2 La parte inferiore del livello data link è il Media Access Control.
- 3 La scheda di rete spesso viene indicata con l'acronimo NIC.
- 4 Ethernet effettua l'accesso alla rete in modo non deterministico.
- 5 L'unità di dati al livello di trasporto prende il nome di segmento.
- 6 L'unità di dati allo strato di rete prende il nome di pacchetto (o datagramma IP).
- 7 A livello di rete "pacchetto" è sinonimo di datagramma.
- 8 L'unità di dati allo strato di collegamento prende il nome di frame (o trama).
- 9 Gli indirizzi MAC di una rete Ethernet sono diversi dagli indirizzi di una rete Token Ring.
- 10 Ethernet è un protocollo di livello MAC che prevede una topologia ad anello.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |
| <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F |

>> Esercizi di completamento

1 Assegna il corrispondente codice IEEE 802 alle seguenti tipologie di connessione fisica:

Codice	Tecnologia trasmissiva
	Fiber-optic technical advisory group
	Token Bus
	Logical Link Control
	Metropolitan Area Networks - DQDB (Distributed Queue, Dual Bus)
	Wireless network.
	CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detection)
	Token Ring

2 L'unità di dati:

- ▶ a livello di trasporto prende il nome di
- ▶ allo strato di rete prende il nome di (o
- ▶ allo strato di collegamento prende il nome di (o).

3 Scrivi un indirizzo MAC:

- a) Singlecast
- b) Broadcast

4 Indica la lunghezza di ciascun campo per un frame IEEE 802.3:

IEEE 802.3						
Preambolo	SFD	Destinatario	Mittente	Lunghezza/tipo	Dati/Pad	FCS

5 Indica la lunghezza di ciascun campo per un frame Ethernet:

Ethernet					
Preambolo	Destinatario	Mittente	Tipo	Dati/Pad	FCS

6 Calcola il Maximum Frame Rate (Minimum Frame Size) e il Maximum Throughput (Maximum Frame Size) per una rete Ethernet a 1 Gb/s:

maximum rate $\frac{1.000.000.000 \text{ (bits / sec)}}{\dots} = \dots = \dots$

minimum rate $\frac{1.000.000.000 \text{ (bits / sec)}}{\dots} = \dots = \dots$

UNITÀ DIDATTICA 2

LE COLLISIONI IN ETHERNET

IN QUESTA UNITÀ IMPAREREMO...

- a conoscere i compiti del sottolivello MAC
- a individuare il meccanismo delle collisioni
- a conoscere i compiti del sottolivello LLC

■ Introduzione

Abbiamo detto che il progetto IEEE 802 si colloca al livello 2 della pila ISO/OSI chiamato livello data link, o collegamento.

Il livello data link è suddiviso in due sottolivelli:

- ▶ il MAC, o *Media Access Control*, che costituisce la parte inferiore del livello collegamento dati verso il livello fisico, per risolvere il problema dell'accesso a un unico mezzo trasmissivo;
- ▶ l'LLC, o *Logical Link Control*, che costituisce la parte superiore del livello collegamento dati verso il livello network, mascherando la peculiarità della rete utilizzata.

In questa unità li descriveremo dettagliatamente.

■ Il sottolivello MAC

Il sottolivello MAC si trova direttamente a contatto con il livello fisico (livello 1, cablaggio) e indipendentemente dalla topologia di rete si occupa delle seguenti problematiche:

- ▶ regolamentazione dell'accesso al mezzo trasmissivo;
- ▶ verifica della lunghezza minima del pacchetto, scartando i pacchetti ricevuti che hanno una lunghezza inferiore al valore minimo ammesso (64 byte);
- ▶ riconoscimento dell'indirizzo di destinazione del pacchetto (frame);
- ▶ generazione del preambolo: in trasmissione il MAC prepone un preambolo al pacchetto che deve essere trasmesso;
- ▶ assemblaggio dei dati provenienti dal sottolivello superiore LLC in trame con l'indirizzo sorgente, di destinazione e il campo per il controllo degli errori;
- ▶ rimozione del preambolo: in ricezione il MAC rimuove il preambolo;
- ▶ disassemblaggio delle trame ricevute e consegna dei dati al sottolivello LLC;