

# Sistemi e Reti

## Moduli 4-6

Istituto Tecnico - Indirizzo Informatica & Telecomunicazioni  
Articolazione Informatica - Classi Terze

## Panoramica

Modulo 4: Dispositivi per la realizzazione di reti locali

Modulo 5: Le reti Ethernet e lo strato di collegamento

Modulo 6: Lo strato di rete e il protocollo TCP/IP

## Modulo 4: Dispositivi per la realizzazione di reti locali

- La connessione con i cavi in rame
- La connessione ottica
- La connessione wireless
- Il cablaggio strutturato degli edifici

## La connessione con i cavi in rame

### Tipologie di cavi

- Coassiale
  - thinnet (per reti 10Base2, fino a 200m)
  - thicknet (per reti 10Base5, fino a 500m)
- Doppino
  - STP 4 coppie schermate + 1 schermo globale
  - FTP 4 coppie + 1 schermo globale
  - UTP 4 coppie senza schermo

# Classificazione dei doppini

## **I doppini sono suddivisi in categorie:**

- Categoria 1 - solo per telefonia analogica
- Categoria 2 - ISDN e dati a bassa velocità
- Categoria 3 - 12.5 MHz - reti locali fino a 10 Mbps
- Categoria 4 - reti locali fino a 16 Mbps (token ring)
- Categoria 5 - reti locali fino a 100 Mbps e distanze fino a 100m
- Categoria 6 - reti locali fino a 1000 Mbps e distanze fino a 100m
- Categoria 7 - reti locali fino a 10 Gbps e distanze fino a 100m

# Collegamento dei pin

## **3 tipi di collegamento**

1. Straight-through (dritto)  
per collegare *dispositivi di tipo diverso* (es: PC e Switch) - i fili collegano ciascun pin al pin identico dell'altro connettore
2. Cross-over (incrociato)  
per collegare *dispositivi dello stesso tipo* (es: PC e PC) - il pin TX[RX] da un lato va sul pin RX[TX] dell'altro lato
3. Rollover  
per collegare l'adattatore RJ-45 sulla seriale del PC alla console di un router o switch

## La connessione ottica

- L'informazione 0/1 nelle fibre ottiche viene codificata attraverso assenza o presenza di luce.
- Le fibre sono composte da un *core* (nucleo) avvolto da un *cladding* (mantello) con indice di rifrazione diverso
- Questo fa sì che la luce si propaghi nel core grazie a *riflessioni totali* successive con attenuazione minima
- Completano il cavo ulteriori rivestimenti protettivi

## La connessione ottica

- **Fibre monomodali:**
  - core di diametro minore ( $\sim 10 \mu\text{m}$ )
  - per collegamenti medio-lunghi (0,5 - 40 km)
  - richiedono elettronica più sofisticata (laser)
  - caratteristiche tecniche superiori
- **Fibre multimodali:**
  - core di diametro maggiore ( $\sim 50\text{-}100 \mu\text{m}$ )
  - per collegamenti brevi (fino a 2 km)
  - elettronica a basso costo (LED)

## Vantaggi delle fibre

- Immunità ai disturbi elettromagnetici
- Alta velocità di trasmissione
- Bassa attenuazione del segnale
- Dimensioni ridotte
- Costi contenuti

## La struttura di una fibra ottica

Le fibre sono sempre accoppiate (una TX ed una RX) in modo da ottenere una modalità di trasmissione full-duplex.

- Le fibre sono aggregate in cavi di tipo
  - *Tight* per installazioni in interni:
    - *multimonofibra*, fino a 8 fibre  
robusti, usati p.es. per terminare connessioni (bifibra)
    - *multifibra*, fino a 32 fibre  
meno robusti, usati per le dorsali
  - *Loose* per installazioni in esterni  
fino a 100 fibre  
resistenza ad umidità ed acqua
  - *Slotted core* per installazioni in esterni  
fino a 400 fibre  
resistenza ad umidità ed acqua

## La connessione wireless

Le reti wireless sono specificate dal protocollo (anzi dalla famiglia di protocolli)

### **IEEE 802.11**

che prevede due tipi di tecnologie:

- infrarossi
- onde radio

Date le limitazioni degli infrarossi, si usano quasi esclusivamente le onde radio.

## Bande di frequenza

Le bande di frequenza utilizzate sono due:

- 2.4 GHz
  - suddivisa in 14 canali parzialmente sovrapposti, con alcune differenze fra Nordamerica, Giappone e resto del mondo
  - Possibili interferenze con forni a microonde, cordless, bluetooth,
- 5.0 GHz
  - suddivisa in 42 canali, con significative differenze da paese a paese

## Protocolli 802.11 a/b/g/n/ac

802.11 protocol	Release <sup>[6]</sup>	Freq. (GHz)	Bandwidth (MHz)	Data rate per stream (Mbit/s) <sup>[7]</sup>
—	Jun 1997	2.4	20	1, 2
a	Sep 1999	5	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
		3.7 <sup>[A]</sup>		
b	Sep 1999	2.4	20	1, 2, 5.5, 11
g	Jun 2003	2.4	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
n	Oct 2009	2.4/5	20	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2 <sup>[B]</sup>
			40	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150 <sup>[B]</sup>
ac	Dec 2013	5	20	up to 87.6 <sup>[9]</sup>
			40	up to 200 <sup>[9]</sup>
			80	up to 433.3 <sup>[9]</sup>
			160	up to 866.7 <sup>[9]</sup>

fonte: wikipedia IEEE\_802.11

## Wireless LAN, WAP, SSID

Per realizzare una rete LAN wireless (WLAN) occorre un *[Wireless] Access Point ([W]AP)*.

Esso agisce da concentratore fra i vari apparecchi sulla rete e fa da ponte fra la rete wireless e la rete cablata.

Ogni WLAN è identificata da un SSID (Service Set Identifier) che di solito viene continuamente trasmesso per permettere agli utenti di rilevare la rete in questione.

## Autenticazione e sicurezza

Nonostante i protocolli prevedano la possibilità di accedere ad una WLAN senza autenticazione, di solito occorre autenticarsi.

I livelli di sicurezza possibili sono:

- crittografia WEP (Wired Equivalent Privacy)  
Chiave a 40 (+24) o 104 (+24) bit di valore costante
- crittografia WPA (WiFi Protected Access) e WPA2  
Chiave a 128 bit modificata dinamicamente. WPA2 implementa un algoritmo migliorato (basato sull'AES) rispetto a WPA, che non è più in uso (dal 2006 circa).

## Elusione delle collisioni

Per evitare collisioni viene usato il protocollo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)

1. Chi vuole trasmettere manda un brevissimo RTS (request To Send)
2. Il destinatario risponde con un CTS (Clear To Send)
3. Gli altri sono in ascolto, capiscono che il canale è occupato ed evitano di trasmettere



## Sicurezza di una WLAN

Mentre per inserirsi su una rete cablata bisogna accedere fisicamente al cavo, in una rete wireless le onde radio non sono confinate fisicamente.

Le minacce alla sicurezza si possono così riassumere:

- ascolto passivo
- uso non autorizzato delle risorse della rete
- interferenza intenzionale
- accesso temporaneo (vampire connection)

## Il cablaggio strutturato degli edifici

Fare riferimento alle pagine 275-285 del libro di testo

## Modulo 5: Le reti Ethernet e lo strato di collegamento

- La tecnologia Ethernet
- Le collisioni in Ethernet
- Tipologie di rete Ethernet
- Dispositivi di rete a livello 2

## La tecnologia Ethernet

IEEE 802 si colloca al livello 2 della pila ISO/OSI; ha due sottolivelli:

- LLC (Logical Link Control) maschera allo strato di rete superiore i dettagli della rete utilizzata
- MAC (Media Access Control) uno per ogni tecnologia trasmissiva utilizzata 802.X, ad es.:
  - 802.3 CSMA/CD (Ethernet)
  - 802.5 Token Ring
  - 802.11 Wireless

## Protocol Data Unit (PDU)

Si dice PDU l'unità di informazione che viene scambiata fra due host ad un dato livello di protocollo.

- Framing ad ogni passaggio di livello (header +trailer)
- PDU a livello di trasporto si chiama *segmento*
- PDU a livello di rete si chiama *pacchetto*
- PDU a livello di collegamento si chiama *frame*

## Struttura di un frame Ethernet

- Un frame Ethernet è lungo da 64 a 1518 byte
- Di questi, il *payload* è lungo da 46 a 1500 byte
- La "busta" a livello 2 è quindi di 18 byte:
  - 6 byte di destination MAC address
  - 6 byte di source MAC address
  - 2 byte di lunghezza e tipo
  - [payload]
  - 4 byte di CRC
- Il livello 1 aggiunge poi un preambolo costante di 7+1 byte (syncword) per permettere la facile individuazione dell'inizio del frame ("**10**" ripetuto 31 volte seguito da "**11**")

## Interframe gap (IFG)

- L'IFG è la pausa minima da rispettare fra la trasmissione di due frame
- Deve essere almeno di 96 bit, la durata dipende dalla velocità della rete (p.es.: a 10 Mbps l'IFG è di 9.6  $\mu$ s)

## Esercizio

Calcolare il throughput dei servizi al secondo livello di rete:

- per payload minimo (46 byte)
  - per payload massimo (1500 byte)
- su una rete da 10 Mbps, in assenza di collisioni.

Esprimere il throughput in percentuale rispetto alla capacità del link

## Le collisioni in Ethernet

Come già detto, il livello Data Link è diviso in 2 sottolivelli:

- MAC (Media Access Control)
- LLC (Logical Link Control)

Il sottolivello MAC è descritto alle pagg 304-312 del libro di testo che sono lasciate alla libera lettura dello studente.

## Il sottolivello LLC

- Offre un'interfaccia unificata ai livelli superiori anche in presenza di LAN fisiche diverse
- Offre servizi più sofisticati sulla gestione della trasmissione rispetto a quanto fornito dal sottolivello MAC

In *trasmissione*, incapsula i dati in una PDU detta LLC-PDU e li passa al sottolivello MAC

In *ricezione*, elabora le PDU provenienti dal sottolivello MAC e le inoltra al livello superiore

## Il sottolivello LLC

Il sottolivello LLC offre tre diversi servizi:

1. servizio *senza connessione*
  - no controllo di flusso né correzione di errore
  - no conferma ricezione pacchetto inviato
  - no controllo sequenza pacchetti
2. servizio *orientato alla connessione*
  - controllo di flusso e correzione di errore
  - controllo sequenza pacchetti
3. servizio *senza connessione con accettazione*
  - garanzia ricezione di ogni PDU inviata
  - no controllo sequenza pacchetti

## LLC Protocol Data Unit

Una LLC-PDU è strutturata come segue:

- 1 byte di Destination Service Access Point (DSAP)
- 1 byte di Source Service Access Point (SSAP)
- 1 o 2 byte di Control (campi di controllo, fra cui il numero d'ordine del pacchetto)
- N Byte di Data (il pacchetto proveniente dal livello superiore)

## Tipologie di Rete Ethernet

- Ethernet a 10 Mbps (Legacy Ethernet)
  - 10Base2 (thinnet) cavo coax RG58, BNC, max 185m/segmento
  - 10Base5 (thicknet) cavo coax RG213, MAU, max 500m/segmento
  - 10BaseT cavo UTP cat3 almeno, hub, max 100m
  - 10BaseFB/L/P fibra, max 2000m

## Tipologie di Rete Ethernet

- Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)
  - 100Base-T4 cavo UTP cat3-4
  - 100Base-TX cavo UTP cat5
  - 100Base-FX fiba mono- o multi-modale

## Tipologie di Rete Ethernet

- Ethernet a 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)
  - 1000Base-CX due coppie di rame max 25m
  - 1000Base-TX UTP cat 5, 5e, 6, 7, max 100m
  - 1000Base-SX fibra multimodale, max 220-500m
  - 1000Base-LX fibre multi- o monomodali con laser, da 550m fino a 5km di distanza max

## Regola del 5-4-3

Ogni apparato introduce dei ritardi sulla propagazione dei segnali.

Per limitare tali ritardi bisogna rispettare la **regola del 5-4-3**:

**5**: numero massimo di segmenti

**4**: numero massimo di ripetitori

**3**: numero massimo di segmenti contenenti host

(quindi due dei segmenti servono solo per collegare fra loro i tre popolati da host)



## Dispositivi di rete a livello 2

### **Repeater**

opera a livello 1; si limita a ricevere e ritrasmettere i pacchetti; estende la lunghezza massima del segmento di rete

### **Hub**

introdotto con 10BaseT, opera a livello 1; centro stella, ripete verso tutti quello che riceve da uno; non isola i domini di collisione

## Dispositivi di rete a livello 2

### **Bridge**

opera a livello 2; simile al repeater, ma interpreta le header di ciascun pacchetto e lo *ritrasmette solo verso il destinatario(\*)*; isola i domini di collisione, generando quindi più *LAN distinte* (tipicamente 2, max 4)

(\*) Tramite un algoritmo di autoapprendimento, individua la posizione di tutte le NIC sui segmenti interessati (*bridge filtering*)

## Dispositivi di rete a livello 2

### Switch

è un *bridge* ad alte prestazioni con numerose interfacce (p.es. 12, 24, 32, 48 o più); opera a livello 2; crea domini di collisione separati massimizzando il throughput su ogni segmento.

Ha tre possibilità di funzionamento:

1. *cut through*: appena ricevuto il MAC address di destinazione inizia la ritrasmissione; non può individuare errori; tx ed rx devono andare alla stessa velocità
2. *store & forward*: riceve l'intero frame prima di ritrasmetterlo; può individuare eventuali errori; tx ed rx possono andare a velocità diverse
3. *fragment free*: una via di mezzo fra i due metodi precedenti; legge solo i primi 64 byte prima di iniziare la trasmissione

## Modulo 6: Lo strato di rete e il protocollo TCP/IP

- Il TCP/IP e gli indirizzi IP
- Introduzione al subnetting
- Subnetting: VLSM e CIDR
- Configurare un PC: IP statico e dinamico
- Inoltro di pacchetti sulla rete: NAT, PAT e ICMP

# Il TCP/IP e gli indirizzi IP

Architettura TCP/IP rispetto ai livelli ISO-OSI

ISO-OSI	TCP/IP
Application	Application
Presentation	N.A.
Session	
Transport	Transport (TCP or UDP)
Network	Internet (IP)
Data link	Host-rete
Physical	

## Il livello *applicazione* del TCP/IP

Comprende i protocolli e le applicazioni di alto livello e di dialogo con l'utente:

- FTP (File Transfer Protocol)
- DNS (Domain Name Server)
- NFS (Network File System)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- Telnet (Terminal emulation)
- HTTP (HyperText Transfer Protocol)

## Il livello di *trasporto* del TCP/IP

Stabilisce una connessione logica fra sorgente e destinazione, indipendentemente dal tipo di rete sottostante.

Fornisce due tipi di servizio:

- **TCP** (Transmission Control Protocol)  
connection-oriented, affidabile, di tipo stream
- **UDP** (User Datagram Protocol)  
connectionless, di tipo datagram

## Il livello *Internet* del TCP/IP

Detto anche livello IP, ha lo scopo di selezionare il miglior percorso nella rete (routing) per recapitare il messaggio al destinatario.

Gli host sono identificati da un *Indirizzo IP*, situato a livello 3 (l'indirizzo MAC è a livello 2).

Il messaggio viene suddiviso in pacchetti, spediti e instradati individualmente attraverso la rete.

L'arrivo dei pacchetti nel giusto ordine non è garantito; si tratta di un compito del livello superiore che riassume il messaggio.

## Router, MAC e IP address

I router lavorano a livello 3 esaminando gli indirizzi IP, ma devono essere in grado di *risolvere* tali indirizzi per individuare il MAC address associato ed inoltrare correttamente i pacchetti.

Per far questo utilizzano due protocolli:

- **ARP** (Address Resolution Protocol) per fornire l'indirizzo MAC a partire dall'indirizzo IP
- **RARP** (Reverse Address Resolution Protocol) per fornire l'indirizzo IP a partire dall'indirizzo MAC

## Il livello *Host-Rete* del TCP/IP

Non fa parte della suite di protocolli del TCP/IP, in quanto varia da host a host e da rete a rete. Include tutte le tecnologie WAN e LAN e tutti i livelli 1 e 2 del modello OSI.

Questa flessibilità permette di integrare in un'unica rete (Internet) qualsiasi tipo di rete.

# Introduzione al subnetting

# Subnetting: VLSM e CIDR

# Configurare un PC: IP statico e dinamico

# Inoltro di pacchetti sulla rete: NAT, PAT e ICMP