

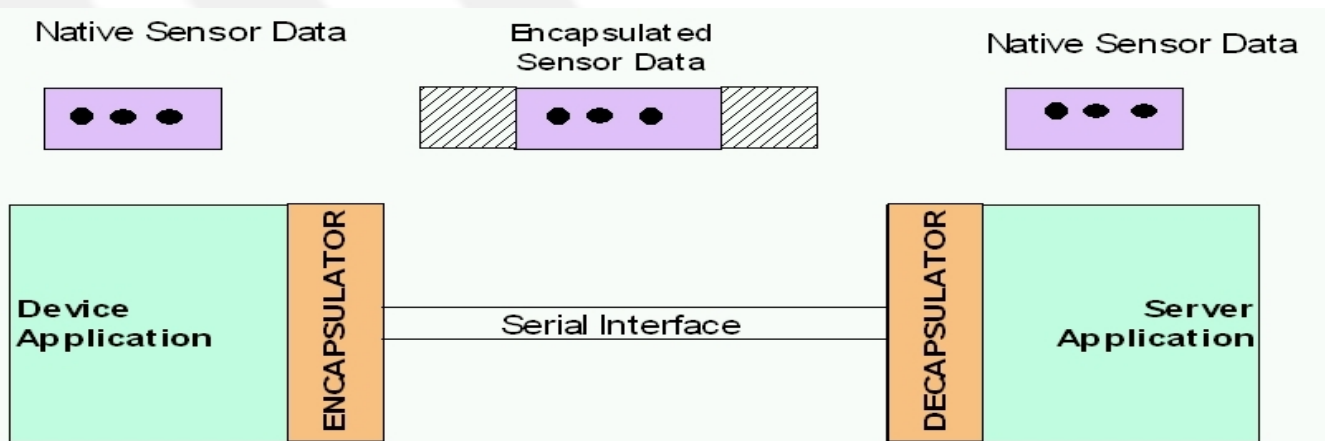
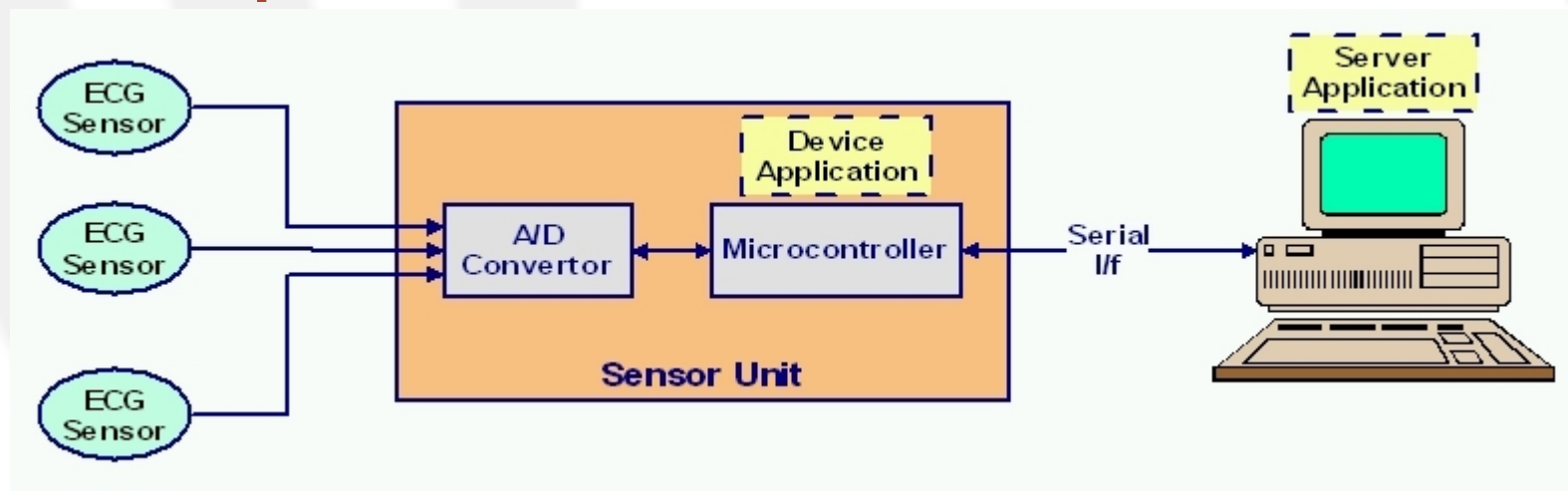
Comunicazione tra sistemi automatici

Davide Quaglia

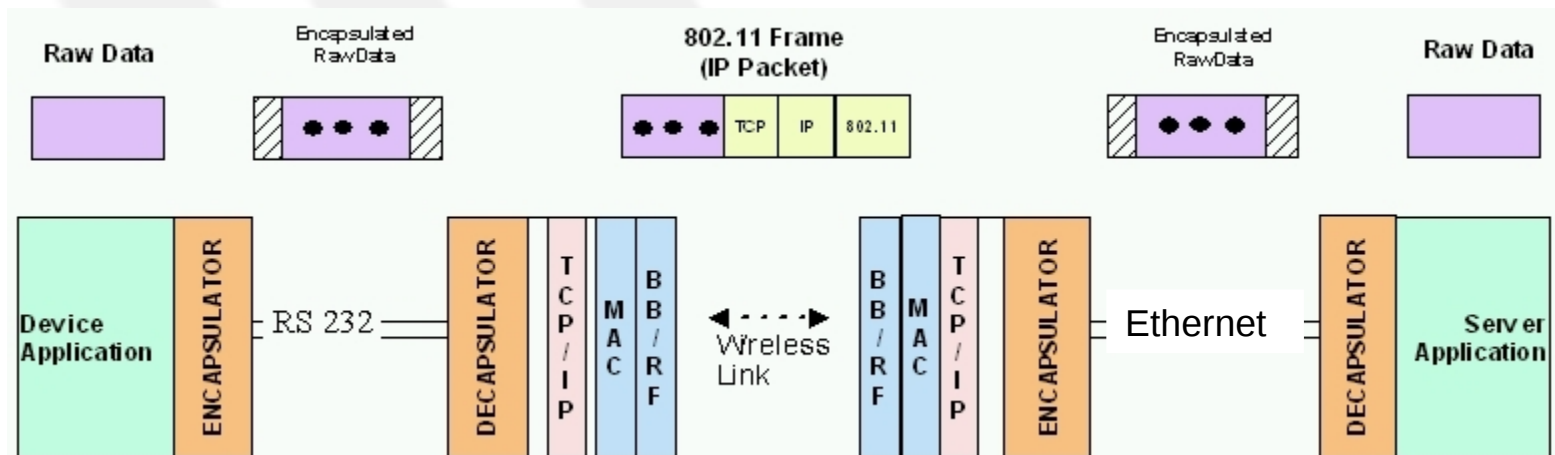
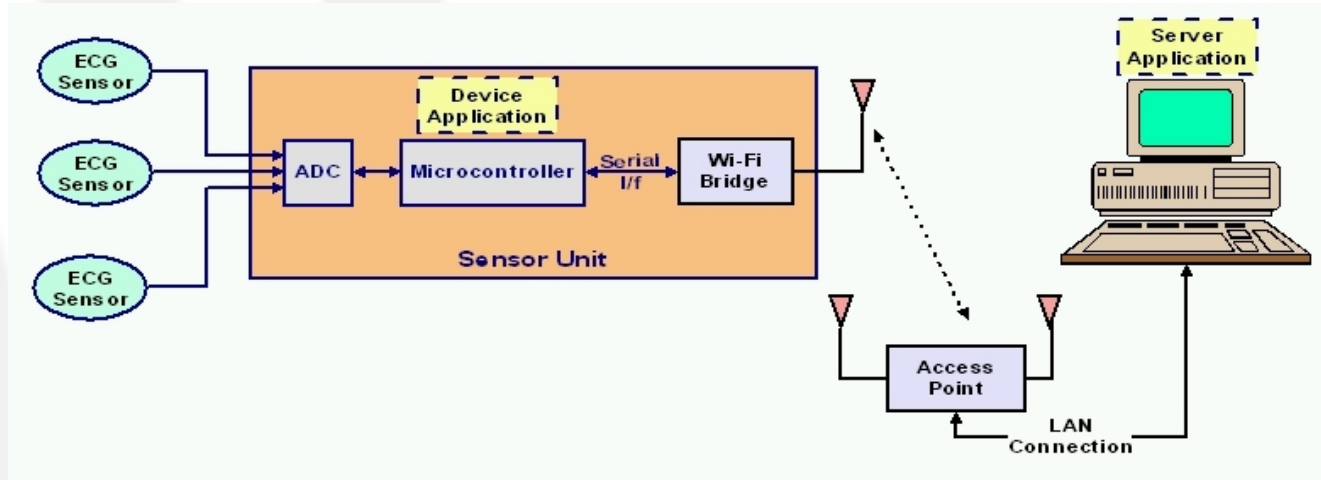
Reti di Calcolatori e loro importanza

- Definizione
 - Interconnessione di unità autonome di elaborazione dati
 - Supercomputer
 - Personal computer
 - Sistemi embedded
- Importanza:
 - Raccolta, elaborazione e distribuzione dell'informazione

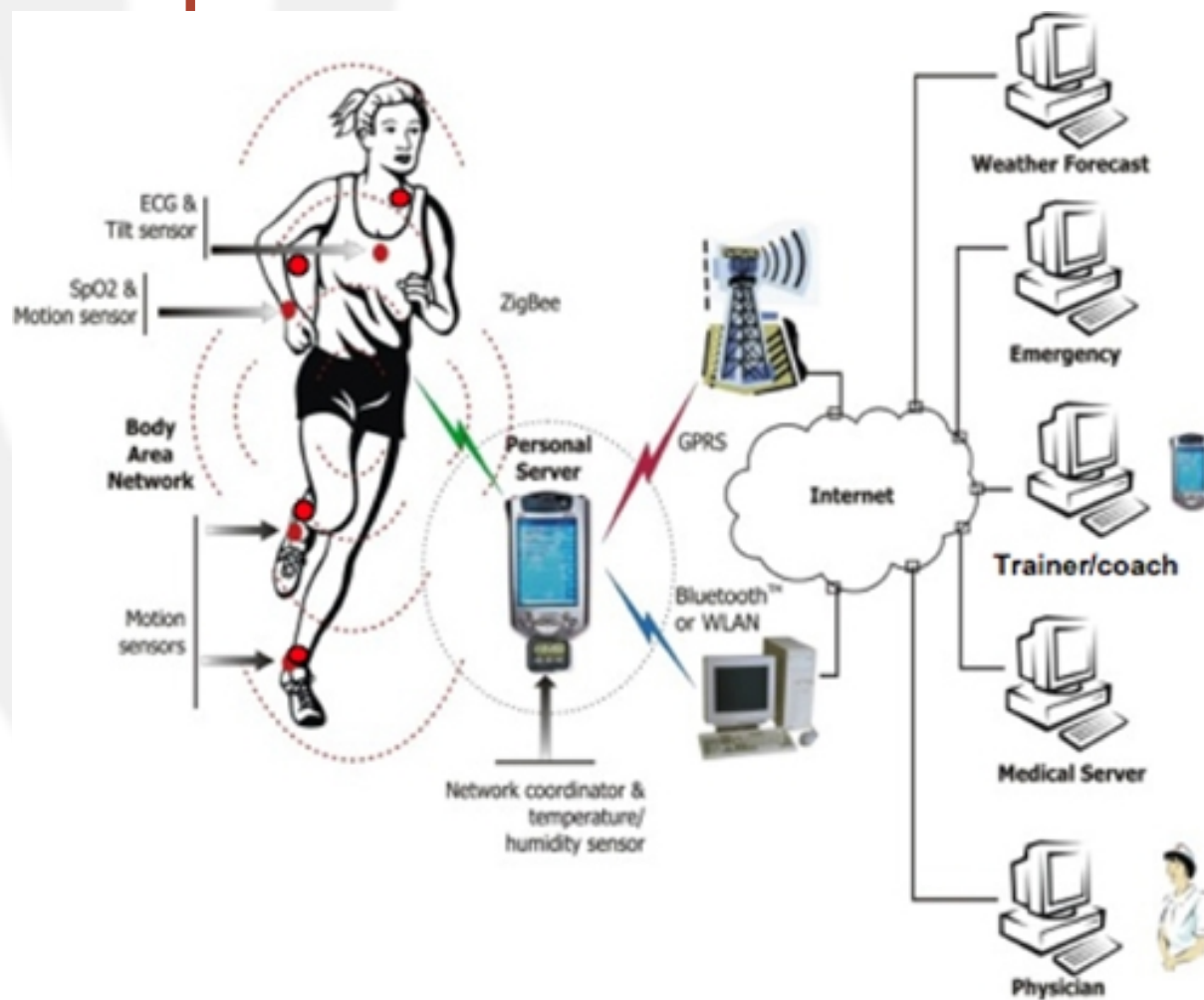
Importanza in un laboratorio



Importanza in un laboratorio (2)



Importanza in medicina



Classificazione delle reti

- Per tipo di trasmissione
 - Broadcast
 - Punto-punto
- Per dimensioni

Classificazione per dimensioni

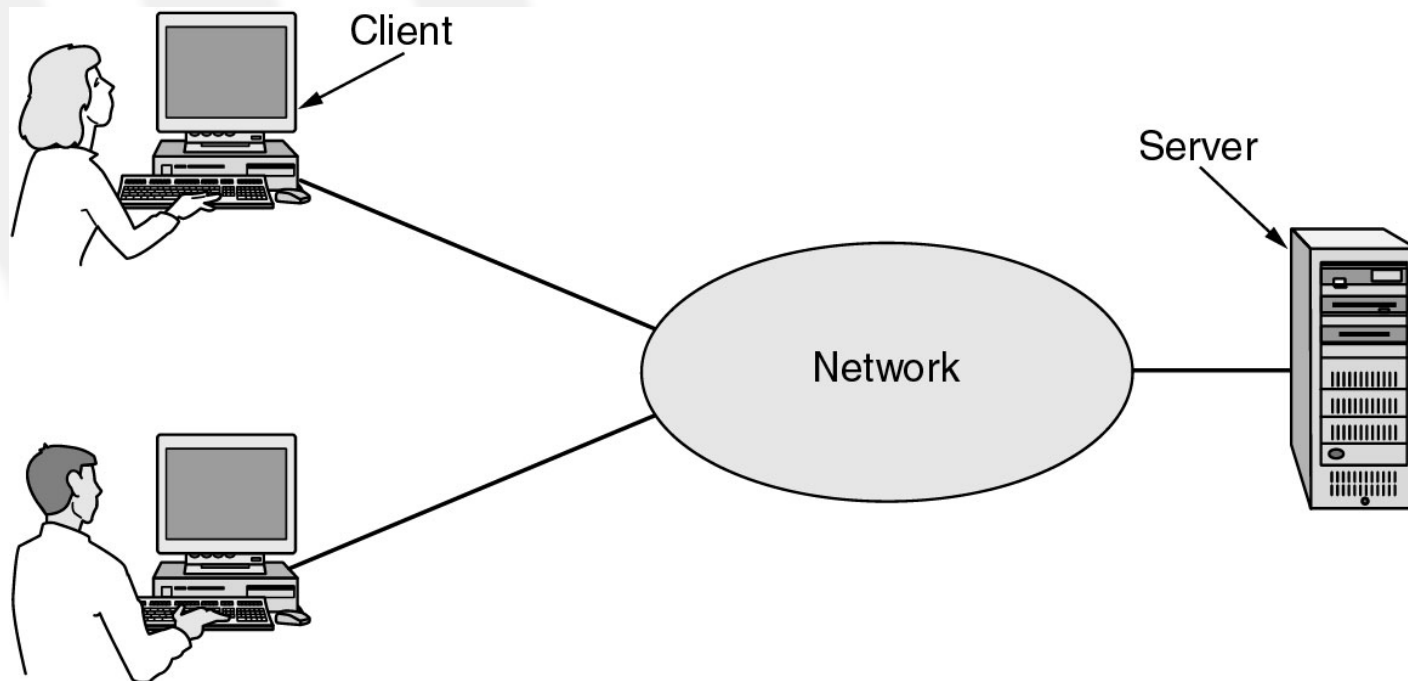
- Personal Area Network (PAN)
 - Local Area Network (LAN)
 - Aziendali
 - Domestiche
 - Wide Area Network (WAN)
- } Utilizzo di frequenze libere o suolo privato
- } Utilizzo di frequenze o suolo pubblici in concessione

Classificazione per dimensioni (2)

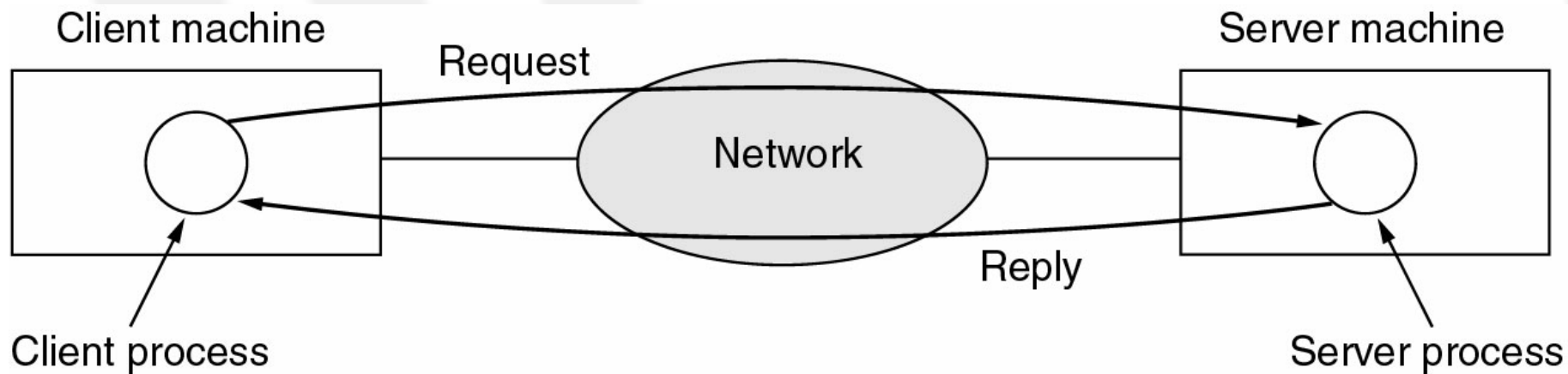
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
3 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

Modello client-server

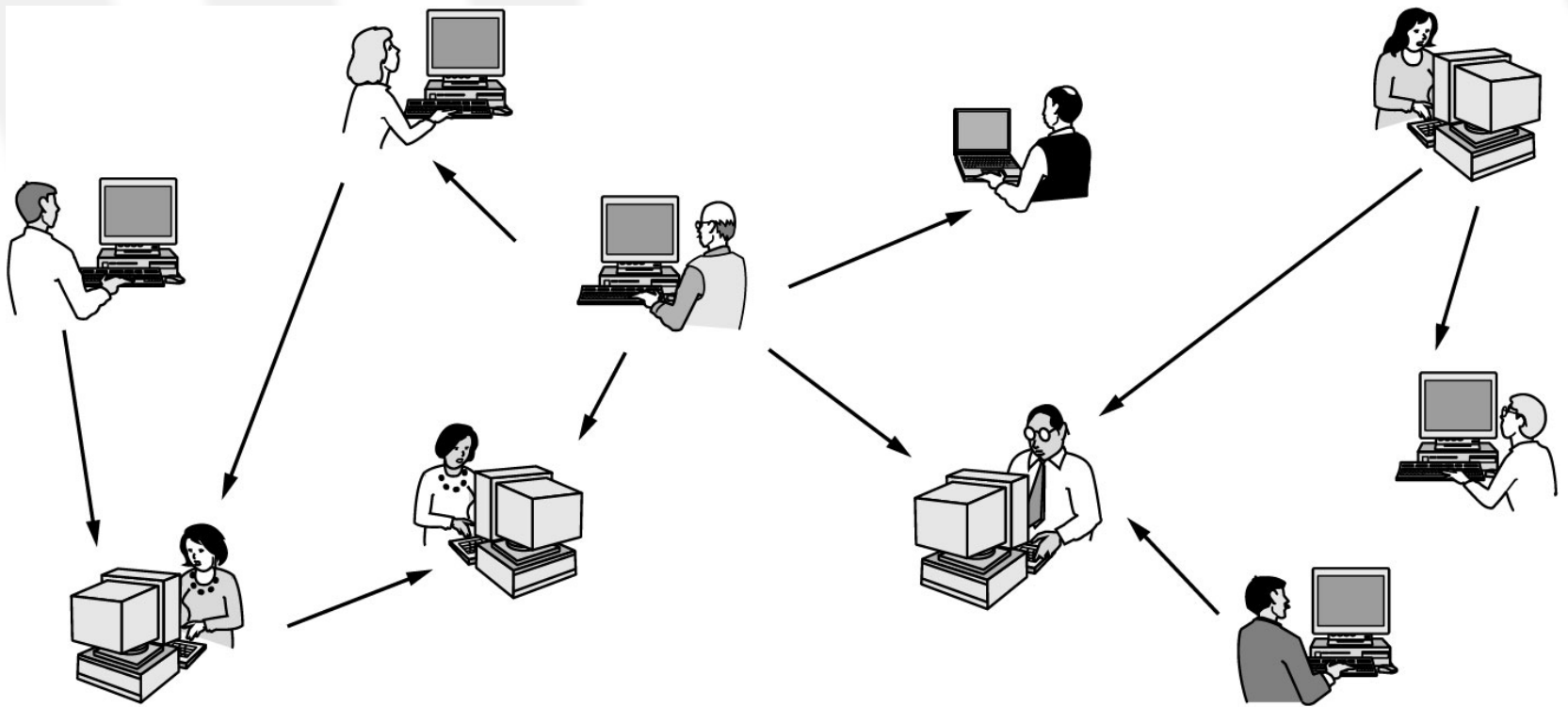
- Rete con 2 client e 1 server.



Modello client-server (2)



Modello peer-to-peer



Definizioni

- Tempo di propagazione
 - Tempo tra l'entrata di un bit nel canale e il suo arrivo nel sistema di destinazione
- Capacità del canale
 - Numero max di bit che possono essere trasmessi nell'unità di tempo
- Bitrate
 - Numero di bit trasmessi da un nodo nell'unità di tempo
- Capacità e bitrate possono cambiare nel tempo
- ATTENZIONE: uso di kb,Mb,Gb e di KB,MB,GB

Relazioni tra capacità e bitrate

- La capacità totale di un percorso in rete tra 2 end-system è condizionata dalla minima tra le capacità dei link che lo formano e la capacità di accettazione del ricevitore (dipende dalla sua potenza di calcolo).
- Se il bitrate emesso da un end-system è maggiore della capacità totale del percorso si perde informazione.

Topologie di rete

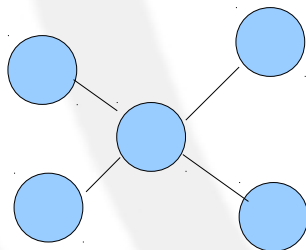
- Rete = Nodi + Canali di trasmissione

- Link semplice

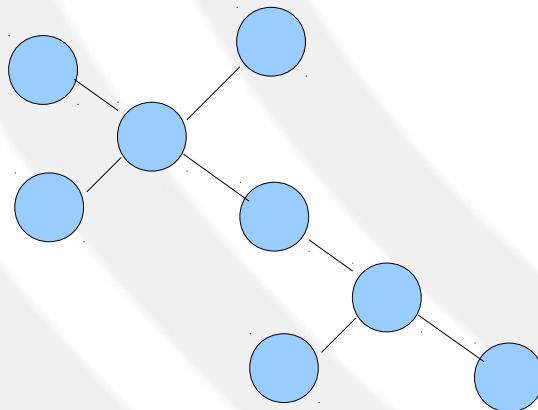


- Stella

– Semplice



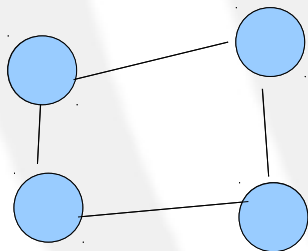
– Albero



Topologie di rete (2)

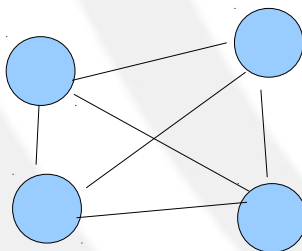
- Rete = Nodi + Canali di trasmissione

- Anello

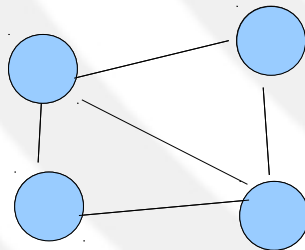


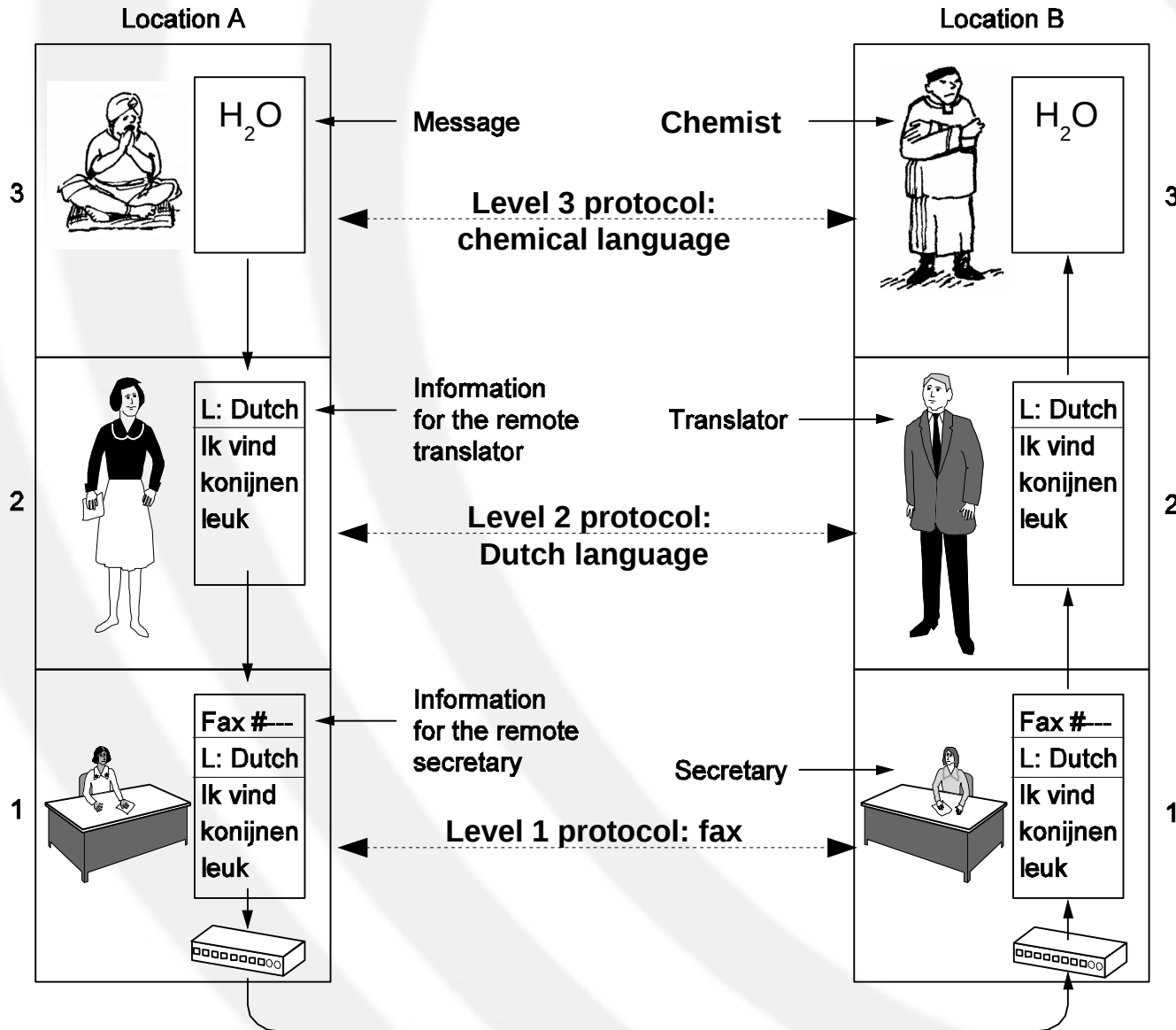
- Maglia

– Completa

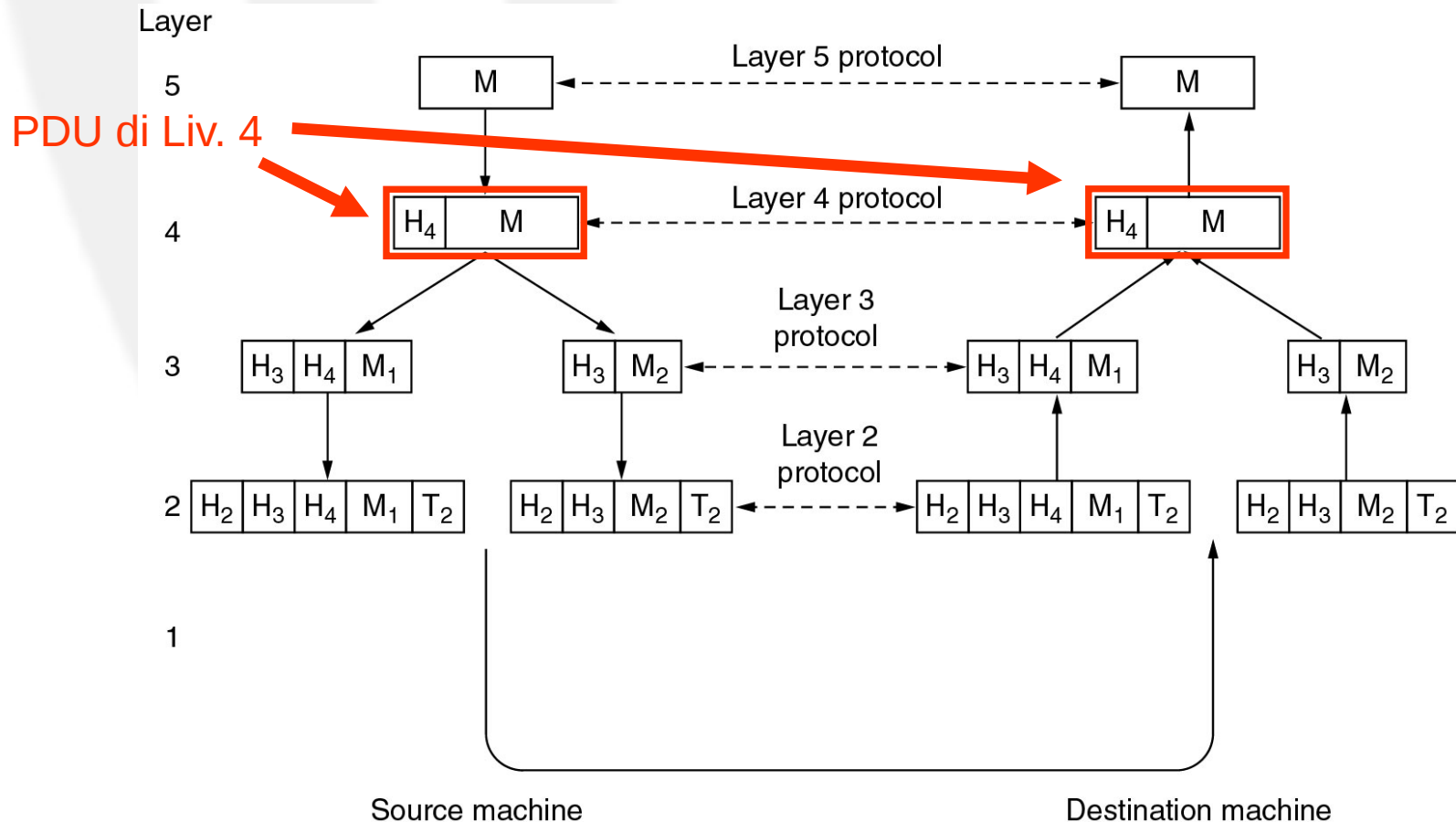


– Incompleta

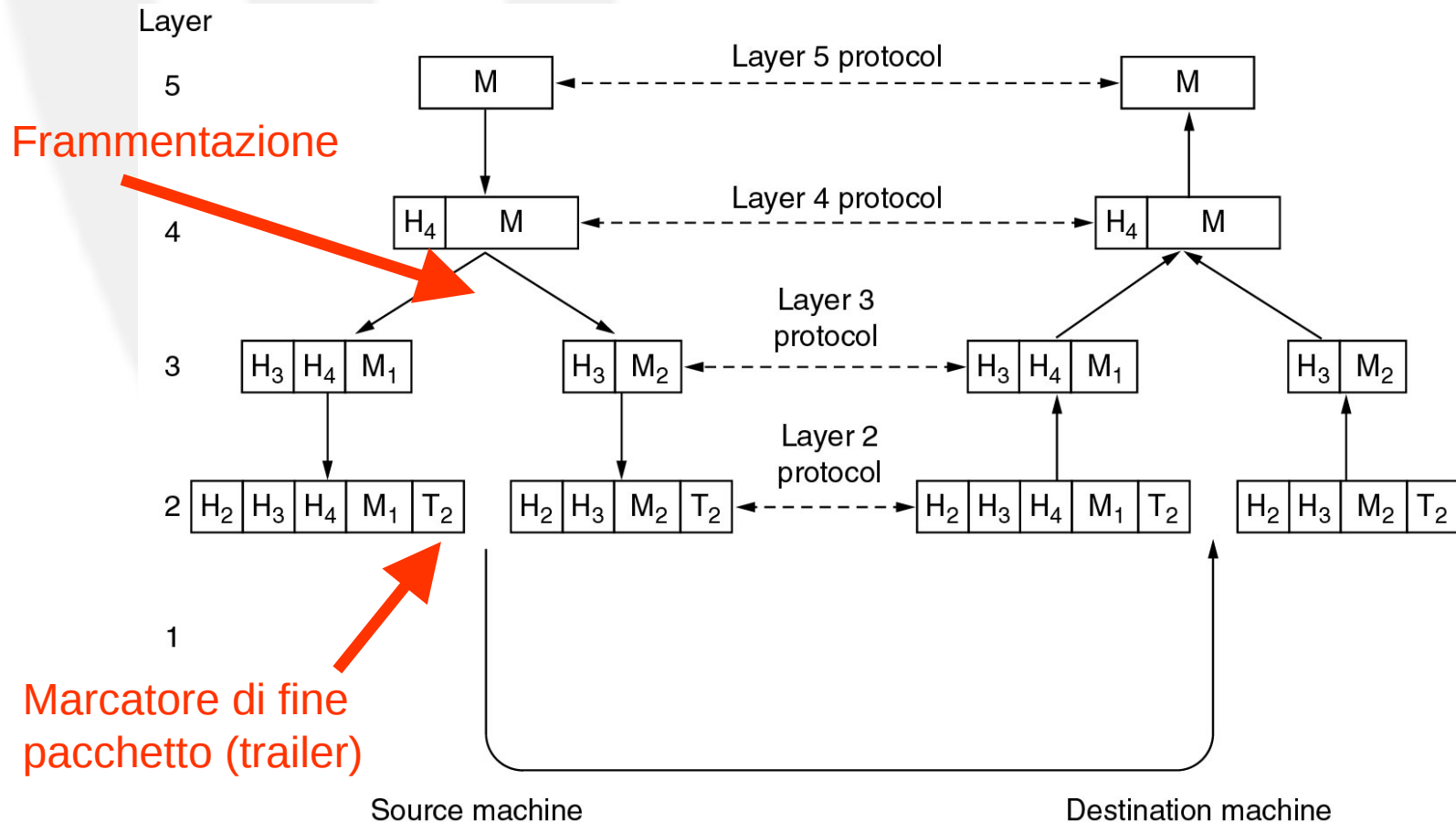




Protocol data unit (PDU)



Imbustamento multiplo

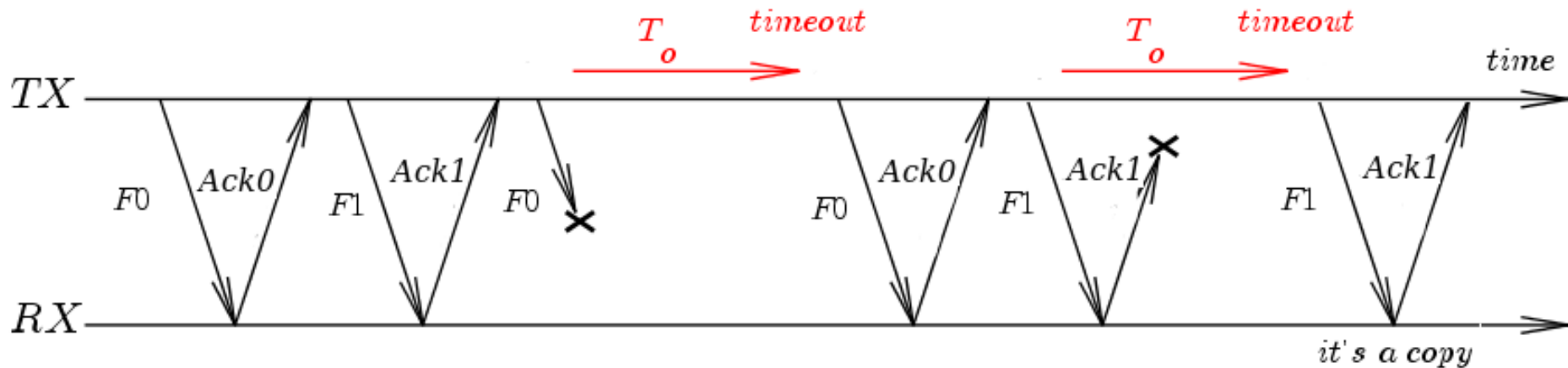


Perdita di pacchetti e acknowledge

- Un pacchetto trasmesso può non arrivare mai a destinazione oppure arrivare con errori che ne compromettono l'accettazione
- **Acknowledge** (ack): è un pacchetto “di ricevuta” che il ricevitore trasmette indietro al mittente.
 - Il mittente può sapere se il suo messaggio è stato ricevuto e in caso negativo lo ritrasmette
- Potrebbe succedere che il pacchetto dei dati arrivi a destinazione ma venga perso il suo ack
 - Il mittente rispedisce e il destinatario si trova a ricevere più volte gli stessi dati e deve accorgersene
 - I pacchetti devono avere un **numero di sequenza** come identificatore univoco

Schema di conferma Stop&Wait

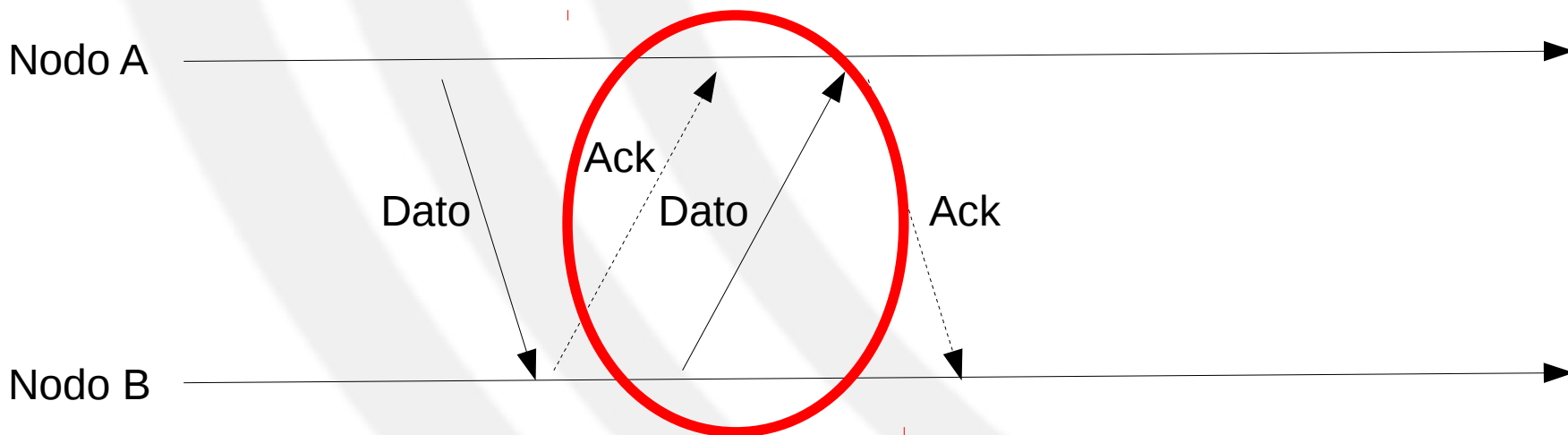
- Il più semplice schema di conferma



- Basta 1 bit come identificatore univoco
- Se il prodotto capacità_canale*ritardo_canale è grande la soluzione Stop&Wait porta ad uno scarso utilizzo del canale perché durante l'attesa dell'ack si potrebbero inviare altri pacchetti
 - Evoluzione → Protocolli sliding window

Piggyback acknowledge

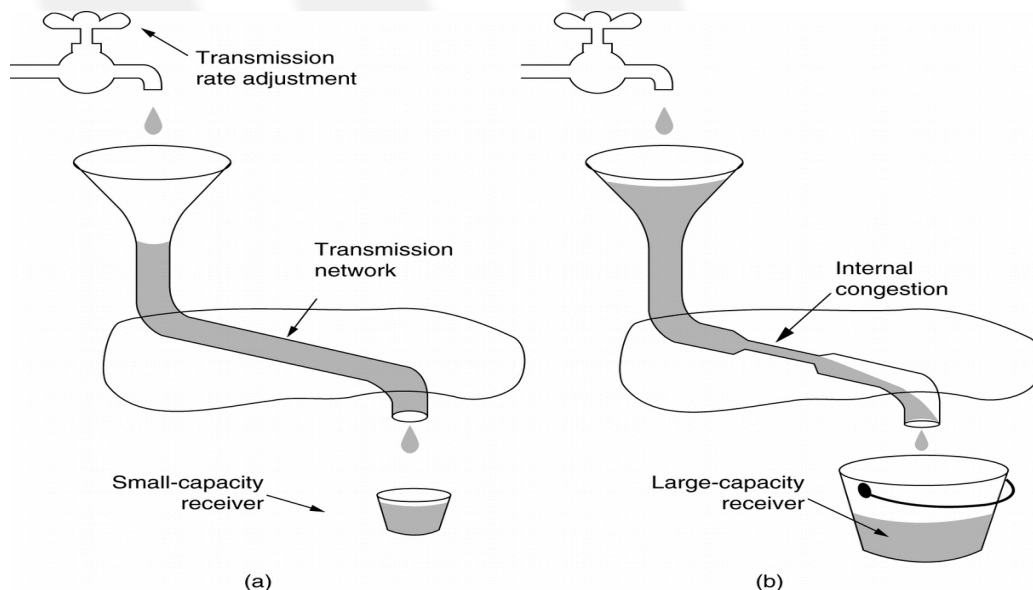
- In caso di trasmissione di dati nella direzione opposta è possibile evitare la trasmissione di messaggi solo per funzione di ack ma si può aggiungere un campo nell'intestazione dei messaggi dati



Si possono accorpare in un unico pacchetto!

Acknowledge e controllo di flusso

- La perdita di un pacchetto è sintomo che sto inviando i dati con un bitrate non sostenibile dalla rete o dal ricevitore

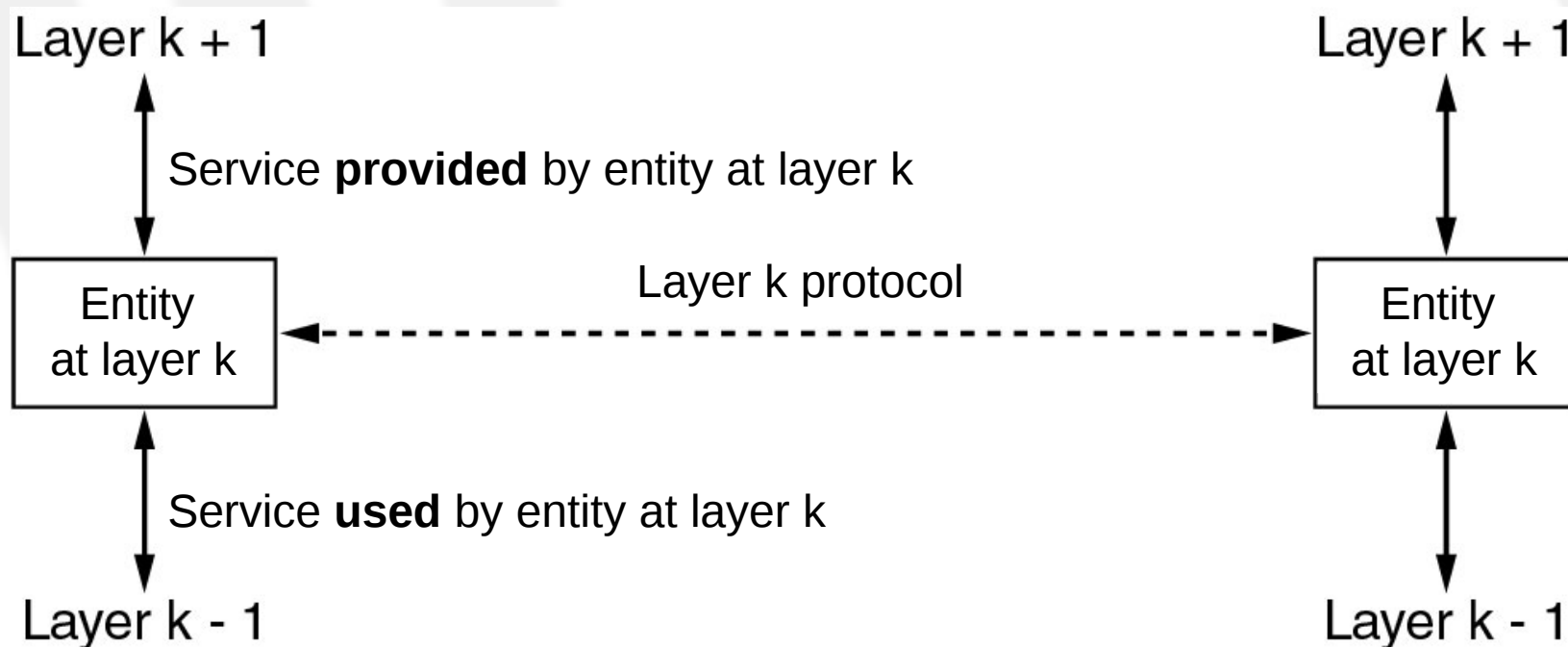


a) un trasmettitore veloce che sovraccarica il ricevitore

b) un trasmettitore veloce che sovraccarica la rete

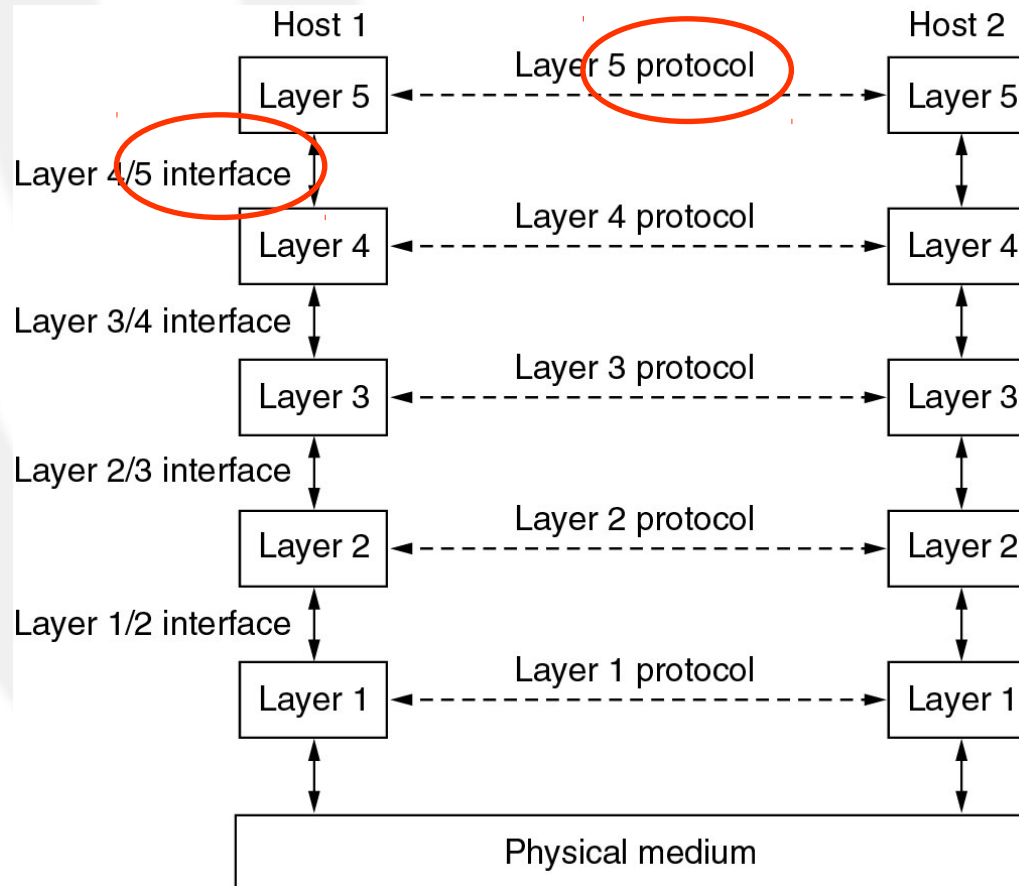
- Il trasmettitore, alla mancata ricezione dell'ack, può decidere di rallentare la trasmissione oltre a ritrasmettere il pacchetto perso (controllo di flusso)

Entita', Servizi e Protocolli

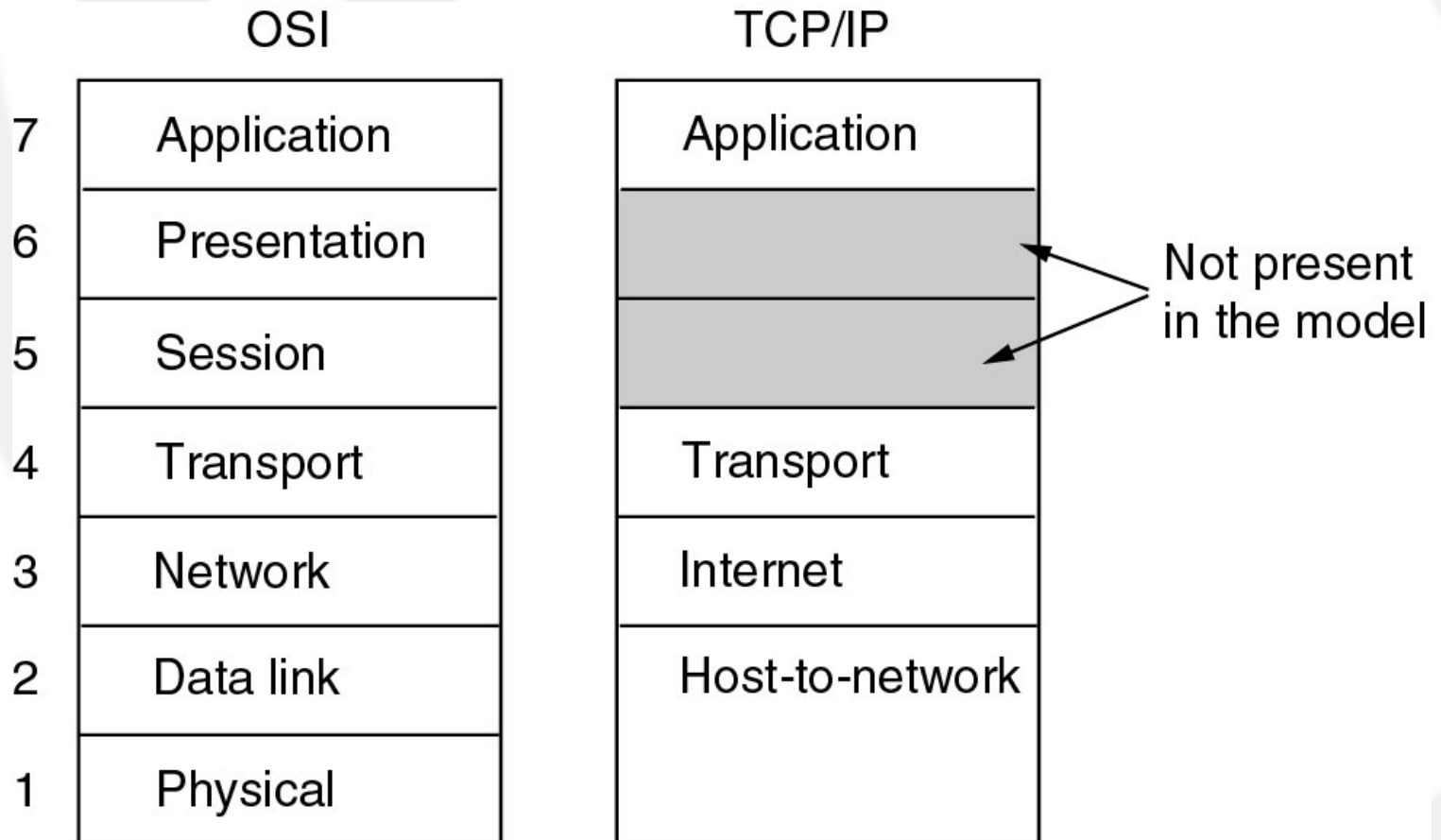


Le entità possono essere in HW o SW (driver, S.O., applicazioni).

Pila di protocolli (protocol stack)



Modello TCP/IP e confronto



Tipi di servizi

- Connection-oriented
 - Prima di inviare dati c'è una fase di creazione della connessione logica
 - Alla fine c'è distruzione della connessione logica
 - ID di connessione
 - Consegna affidabile (con ack) e ordinata dei pacchetti
 - (opzionale) controllo di flusso
- Connection-less
 - Datagram
 - Può essere
 - Confermato (con ack)
 - Non confermato (senza ack)

Livello fisico

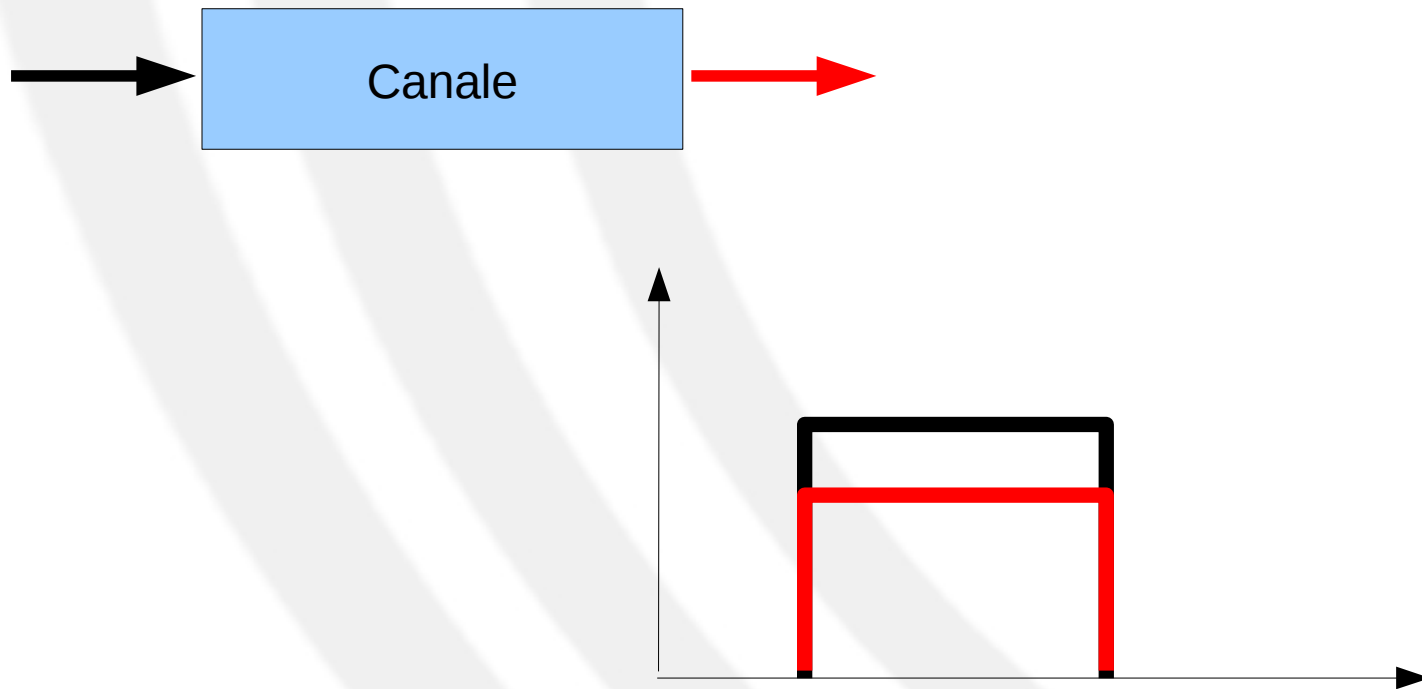
Obiettivi del livello fisico

- Definire il concetto di bit a partire da variazioni di grandezze fisiche
 - Tensione, corrente elettrica
 - Luce
 - Onde radio
- Definire mezzi trasmissivi (es. cavi, frequenze radio, modulazioni radio) e modalità di cablaggio (=collegamento)
- Combattere i “nemici” della trasmissione

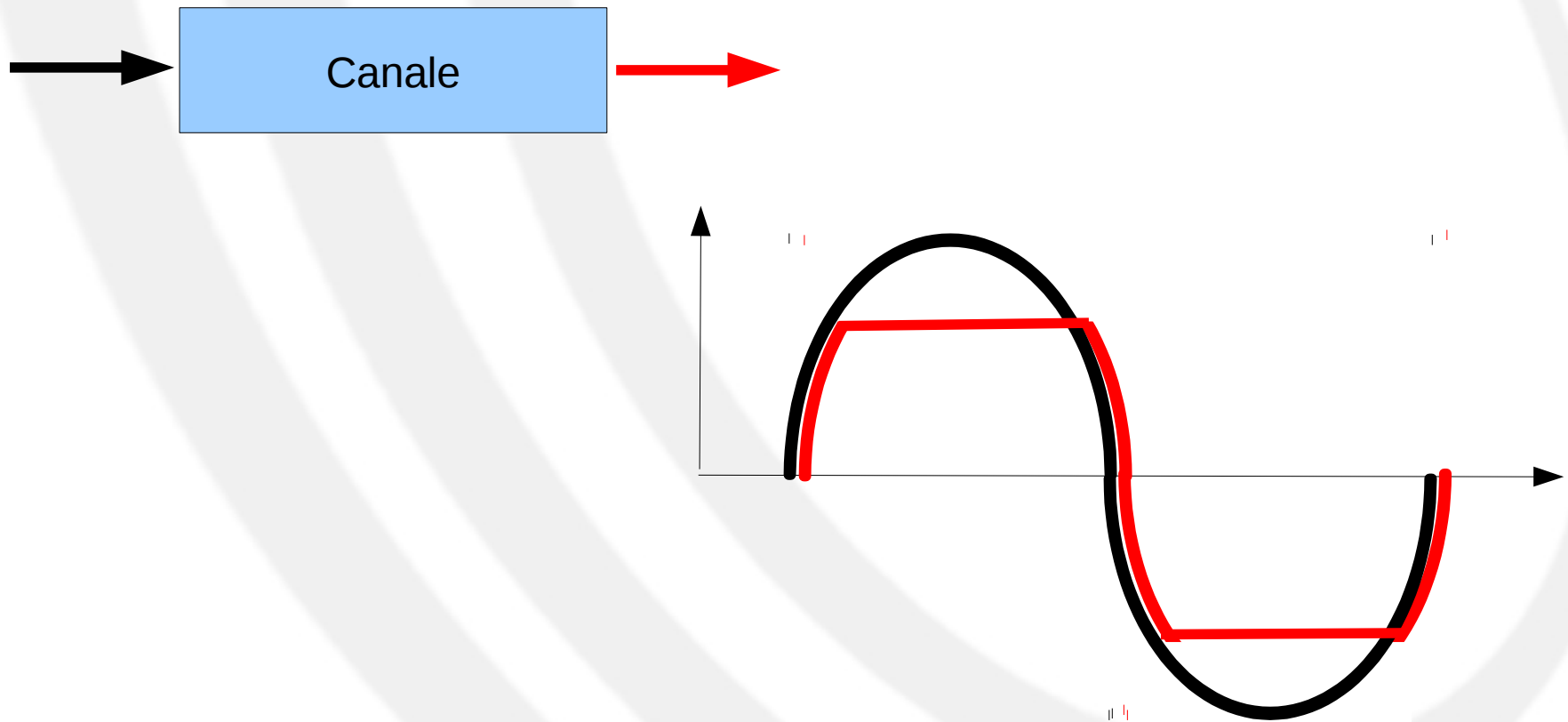
Nemici della trasmissione

- Attenuazione
 - Il segnale perde forza lungo il cammino o in presenza di ostacoli (solo per il wireless)
- Distorsione
 - Il segnale perde la forma originale
- Interferenza
 - Esterna
 - Interna: diafonia o cross-talk

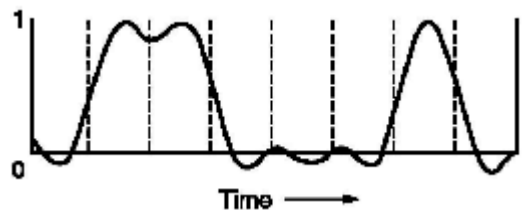
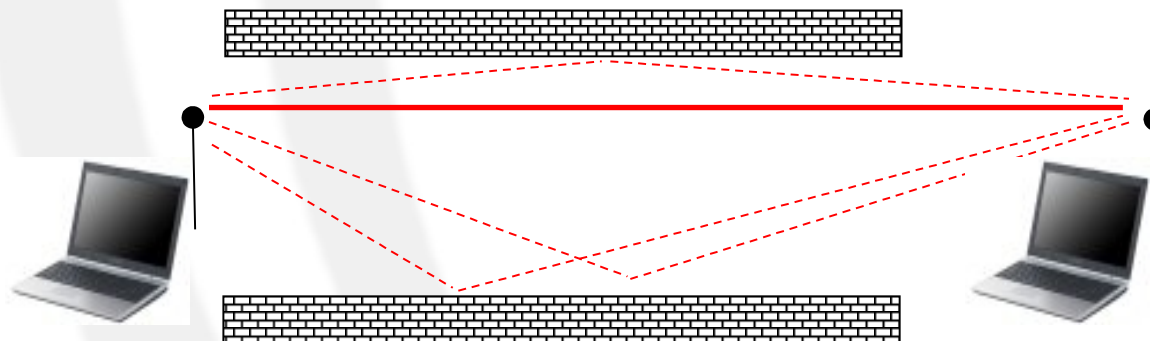
Esempio di attenuazione



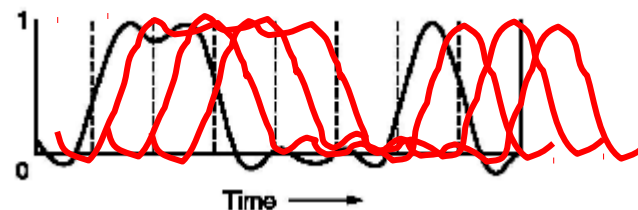
Esempio di distorsione



Esempio di distorsione: cammini multipli



Segnale originale



Segnale ricevuto

Esempio di interferenza

Segnale originale



Onda 1



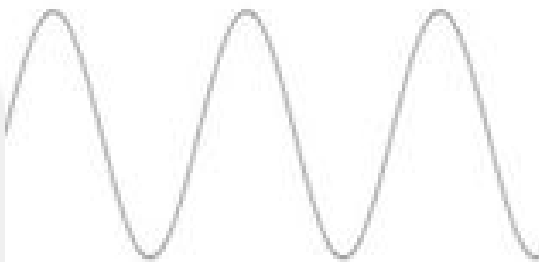
Rumore



Onda 2



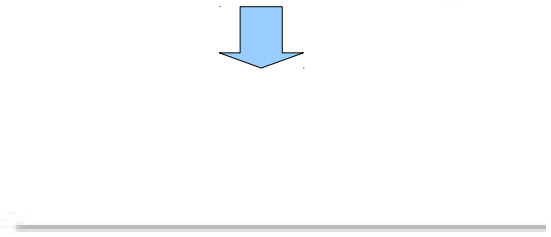
Segnale risultante



Onda 1

+

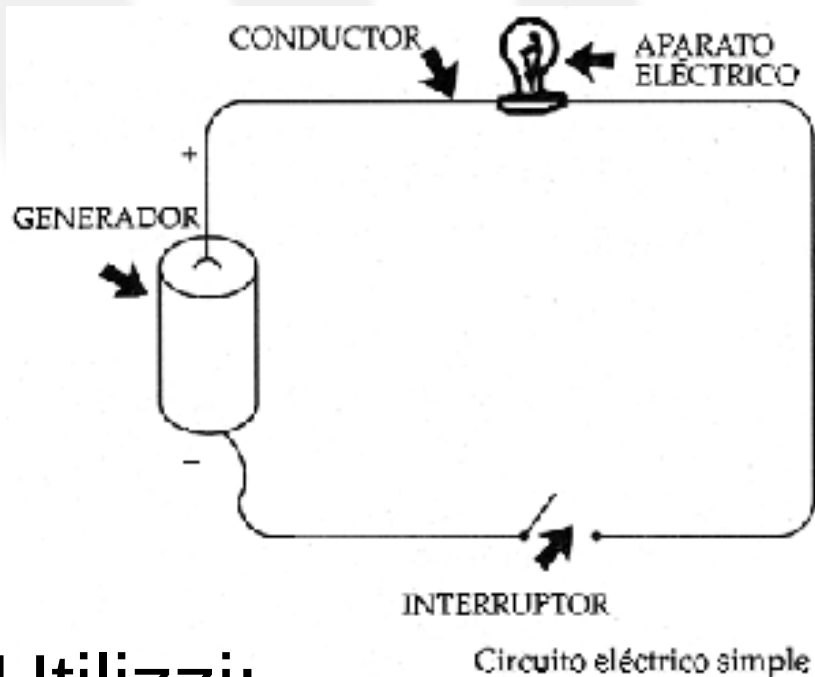
Onda 2



Trasmissione su cavo

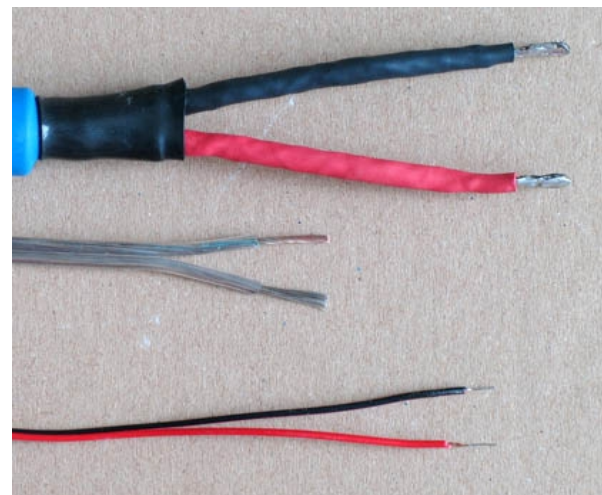
- Cavo di rame
 - Trasmissione sbilanciata
 - Coppia parallela
 - Coppia coassiale
 - Trasmissione bilanciata o differenziale
 - Doppino ritorto (copper twisted pair cable)
- Fibra ottica

Trasmissione sbilanciata

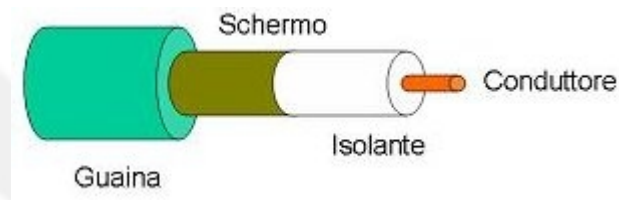


Utilizzi:

- Seriale RS-232



Coppia parallela

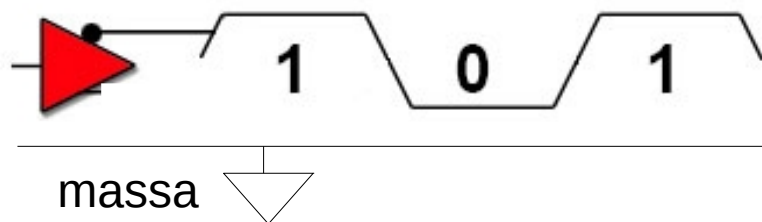


Cavo coassiale

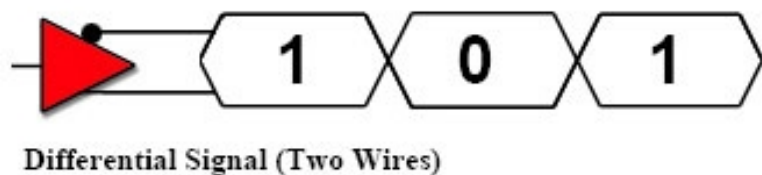
Trasmissione bilanciata o differenziale

- L'informazione viene letta come differenza di due segnali
- Non serve un riferimento di massa comune tra trasmettitore e ricevitore
- Due fili per portare l'informazione → la coppia di fili è chiamata **doppino**
- Una interferenza esterna si manifesta uguale sui due fili e l'effetto viene annullato nella differenza → elevata immunità al rumore
- L'immunità si accentua se i due fili (isolati) si attorcigliano → **doppino ritorto**

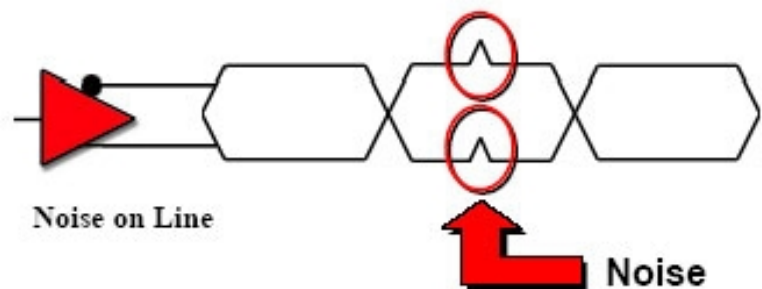
Trasmissione sbilanciata vs. bilanciata o differenziale



Trasmissione
sbilanciata



Trasmissione
differenziale



Trasmissione differenziale
con annullamento dell'
effetto dell'interferenza

Trasmissione sbilanciata vs. bilanciata

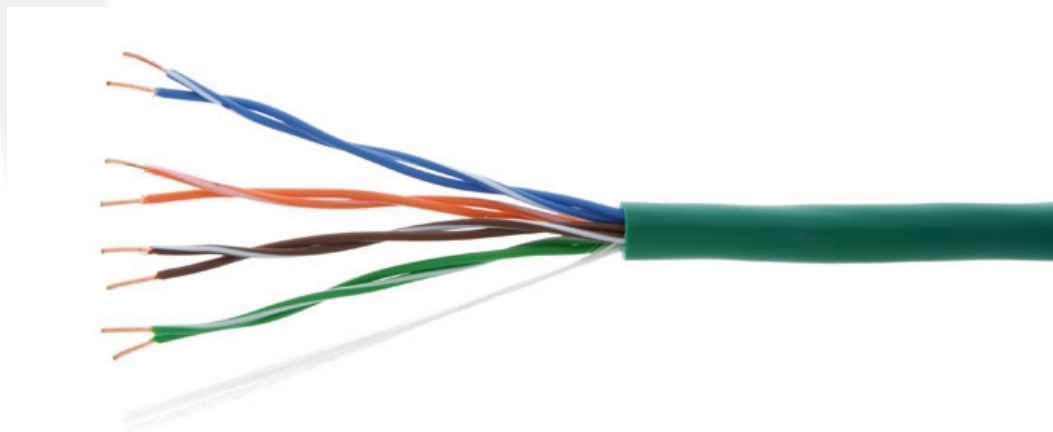
- Si assuma di volere trasmettere su N canali indipendenti in parallelo, ad es.
 - N canali nella stessa direzione per trasmissione parallela
 - $N/2$ canali per TX e $N/2$ per RX
- Allora
 - Approccio sbilanciato: $N+1$ fili
 - Approccio bilanciato: $2N$ fili
- L'approccio bilanciato è più oneroso a fronte di una maggiore immunità al rumore

Trasmissione bilanciata o differenziale

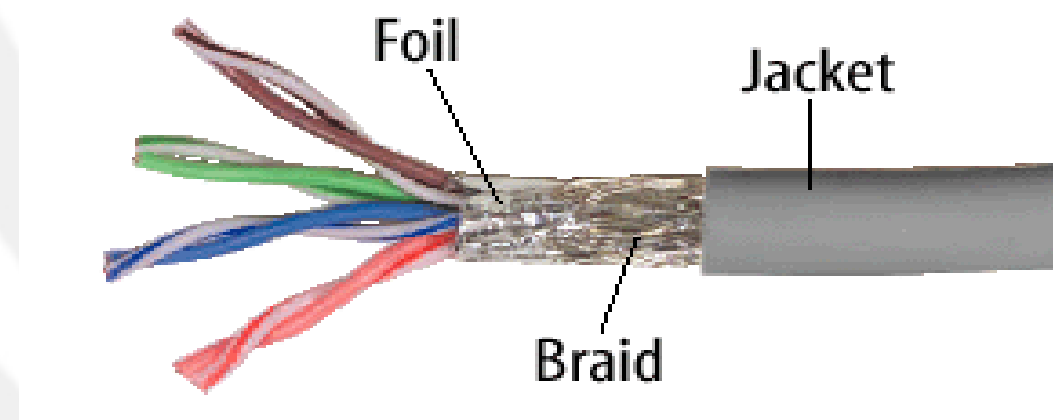
- Utilizzi:
 - USB, Firewire
 - Telefonia, ADSL
 - LAN su rame (Ethernet)
 - Bus di campo (CAN, Fieldbus)

Tipologie di doppino

Doppino non schermato:
un-shielded twisted pair
(UTP)



Doppino schermato:
shielded twisted pair
(STP)



Doppino in rame non schermato



(a)



(b)

(a) UTP di categoria 3

(b) UTP di categoria 6

Connettori per doppino

RJ 11 Connector (phone)

2 coppie

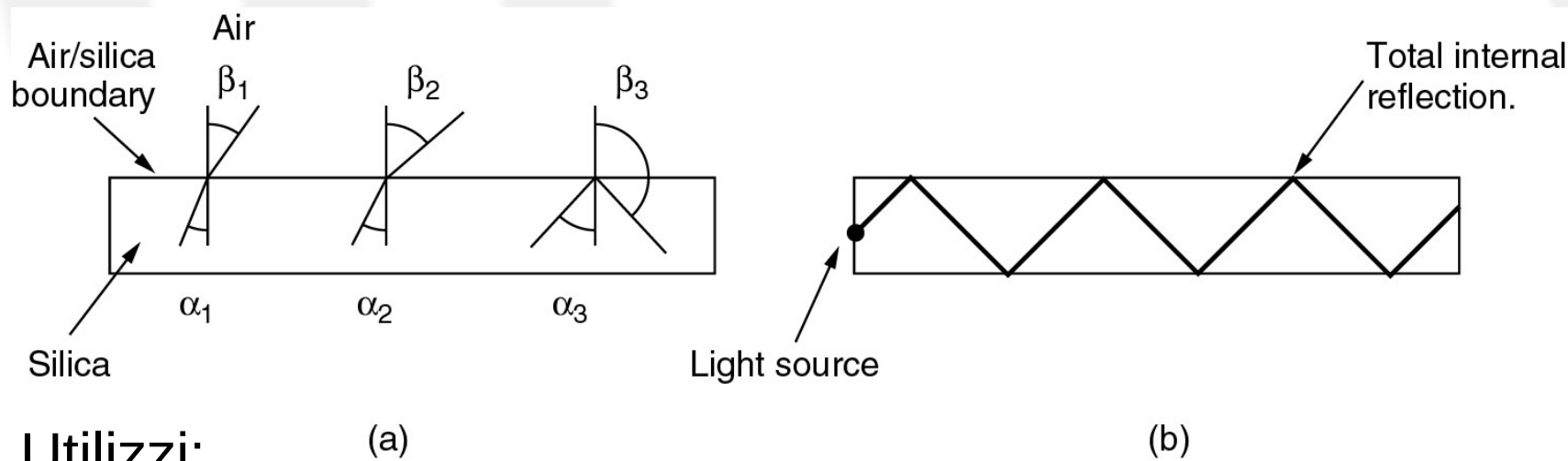
4 coppie

RJ 45 Connector (ethernet)

RJ45



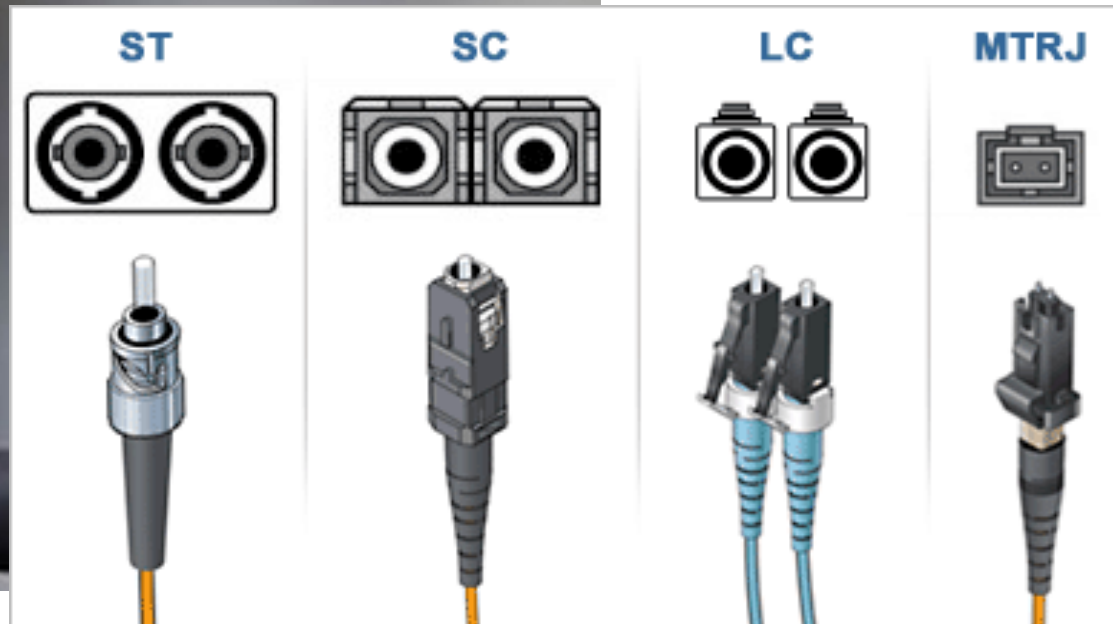
Fibra ottica



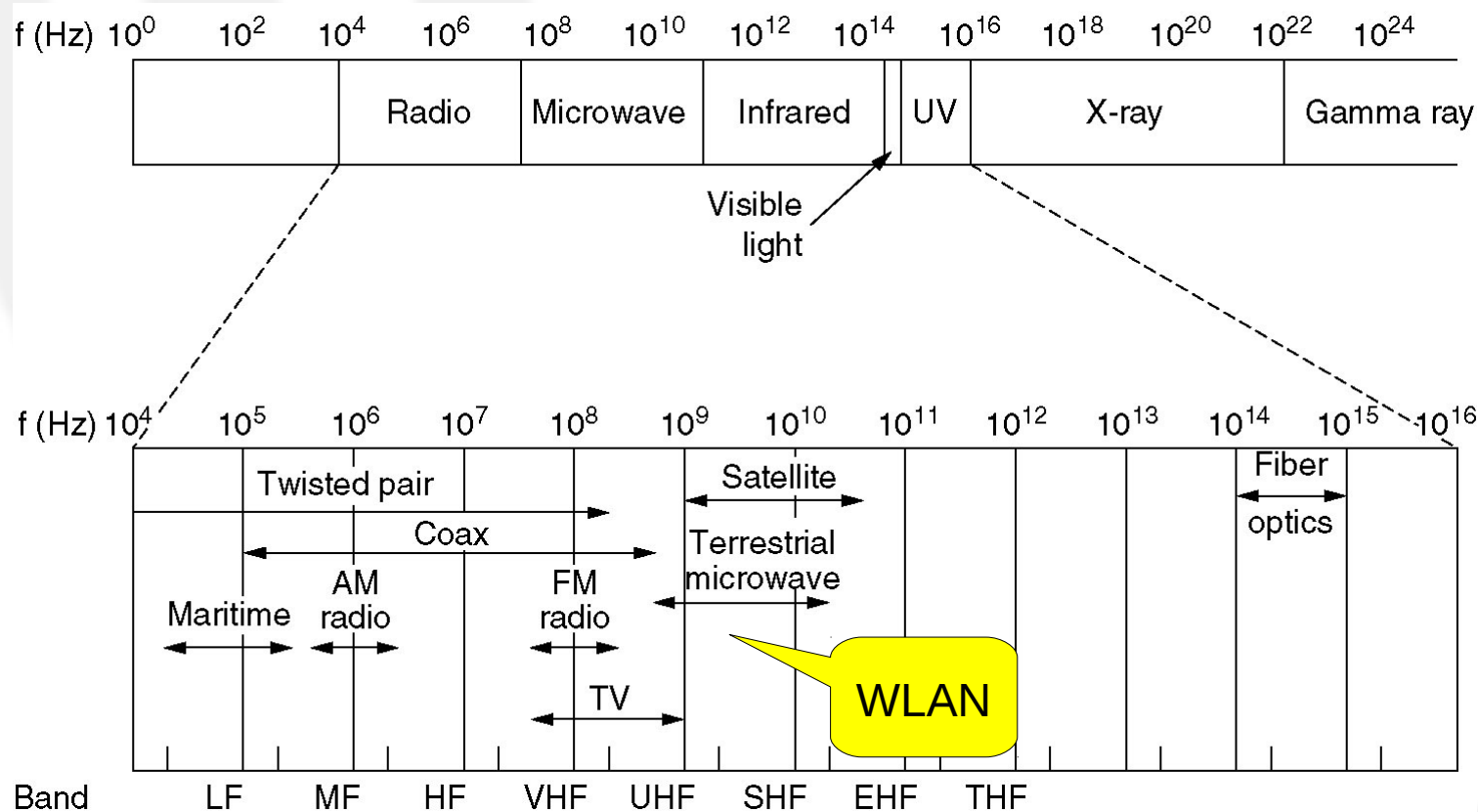
- Utilizzi:

- Trasmissioni in ambienti con elevato rumore elettromagnetico (es. presse, saldatori, motori elettrici)
- Necessità di disaccoppiamento elettrico per evitare rischi di folgorazione (es. applicazioni mediche)
- Altissima capacità di trasmissione

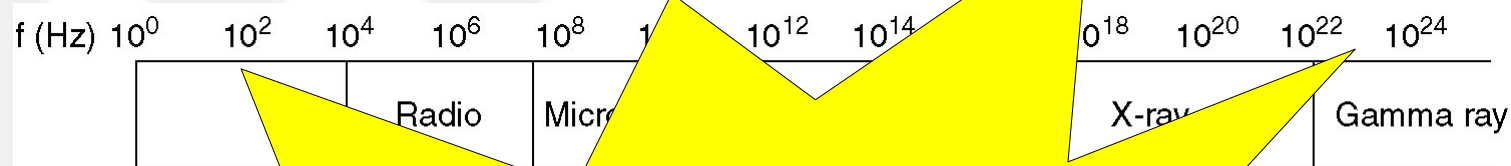
Fibra ottica



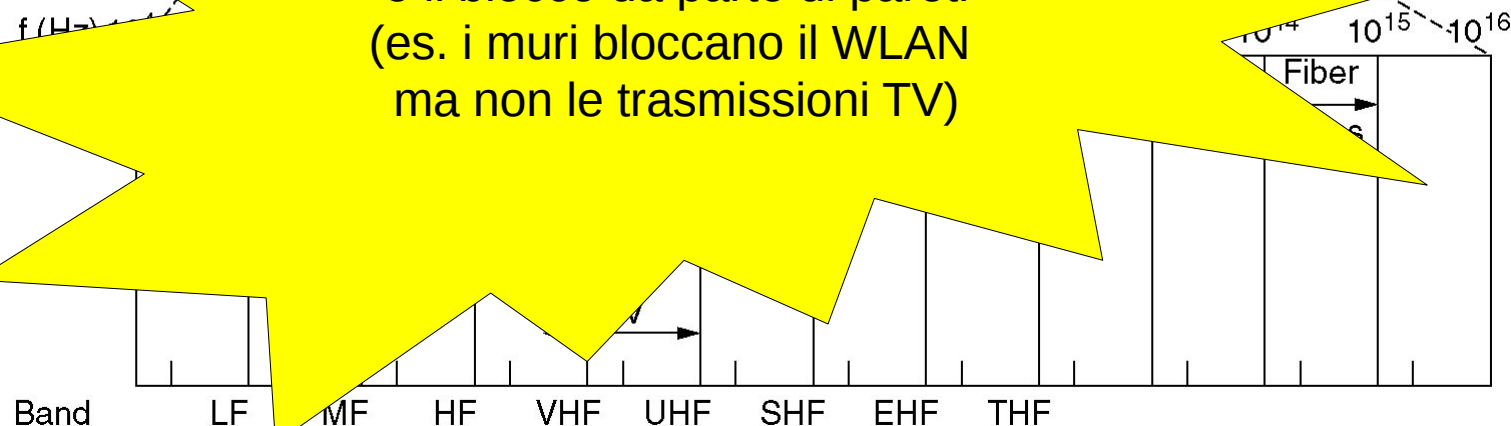
La trasmissione radio



La trasmissione radio

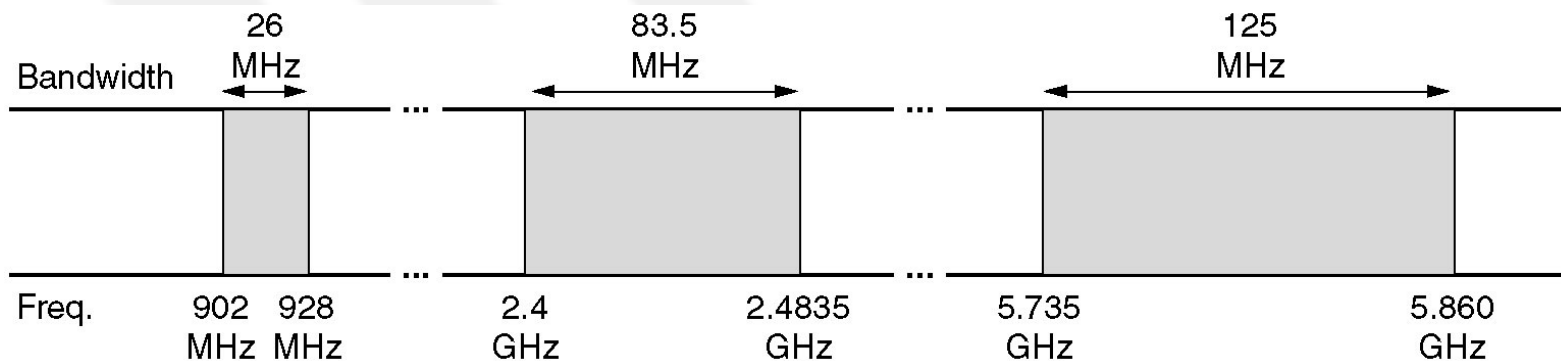


A parità di potenza, maggiore è la frequenza
e maggiore è la trasmissione in linea retta
e il blocco da parte di pareti
(es. i muri bloccano il WLAN
ma non le trasmissioni TV)

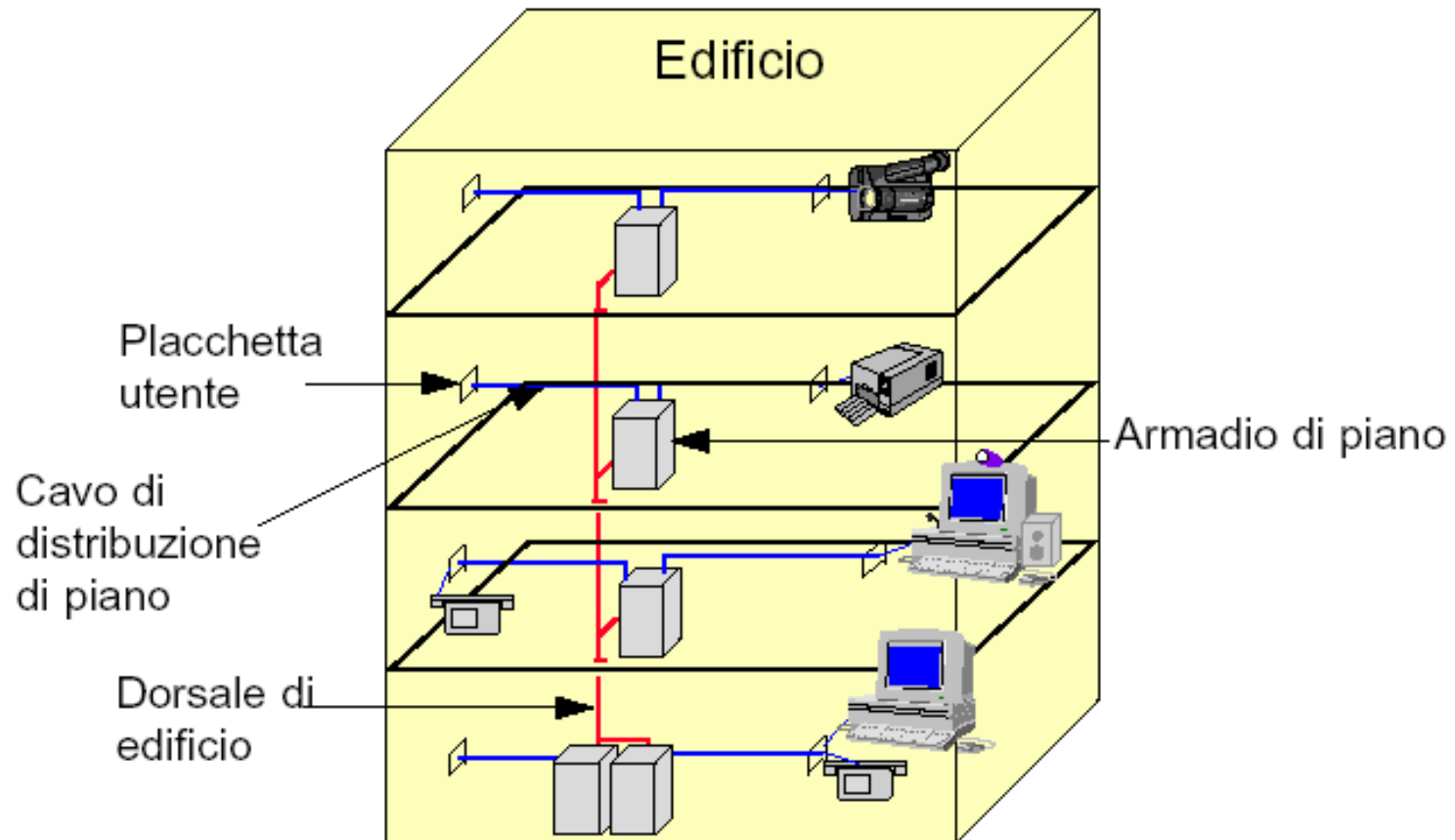


Assegnazione delle frequenze radio

- Lo spettro EM è una risorsa controllata a livello nazionale
 - Concessioni governative: TV, radio, telefonia mobile
- Le bande libere Industria-Scienza-Medicina (ISM)
 - Sono usate da Bluetooth, Wireless LAN, ZigBee



Esempio di cablaggio strutturato



Cosa integrare in un cablaggio strutturato ?

- Reti locali
- Telefonia
- Controllo accessi
- Video-sorveglianza
- Antifurto
- Allarmi (incendio, furto)

Componenti del cablaggio strutturato

- Mezzi trasmissivi:
 - cavi in rame e fibre ottiche
- Strutture di permutazione
- Connettori, spine e prese
- Adattatori
- Apparati di protezione elettrica
- Materiali di supporto:
 - cassette, supporti, canaline, armadi, ecc.

Perchè il cablaggio strutturato ?

- Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali è avvertita da associazioni di telecomunicazioni (TIA) e di calcolatori (EIA) nel 1985
 - nel 1991 approvano lo standard per cablaggio strutturato EIA/TIA 568
- Il sistema di cablaggio deve essere:
 - adatto ad un ambiente multiproduct/multivendor
 - indipendente dai prodotti di telecomunicazione che verranno installati
 - pensato per essere realizzato contestualmente alla costruzione o ristrutturazione organica di un edificio

Tecnologie di trasmissione

- **Seriale**

- viene trasmesso un bit alla volta
- minor utilizzo di cavi o canali radio
- trasmissione più lenta rispetto a quella parallela
- Es. RS-232, USB, Firewire, Ethernet

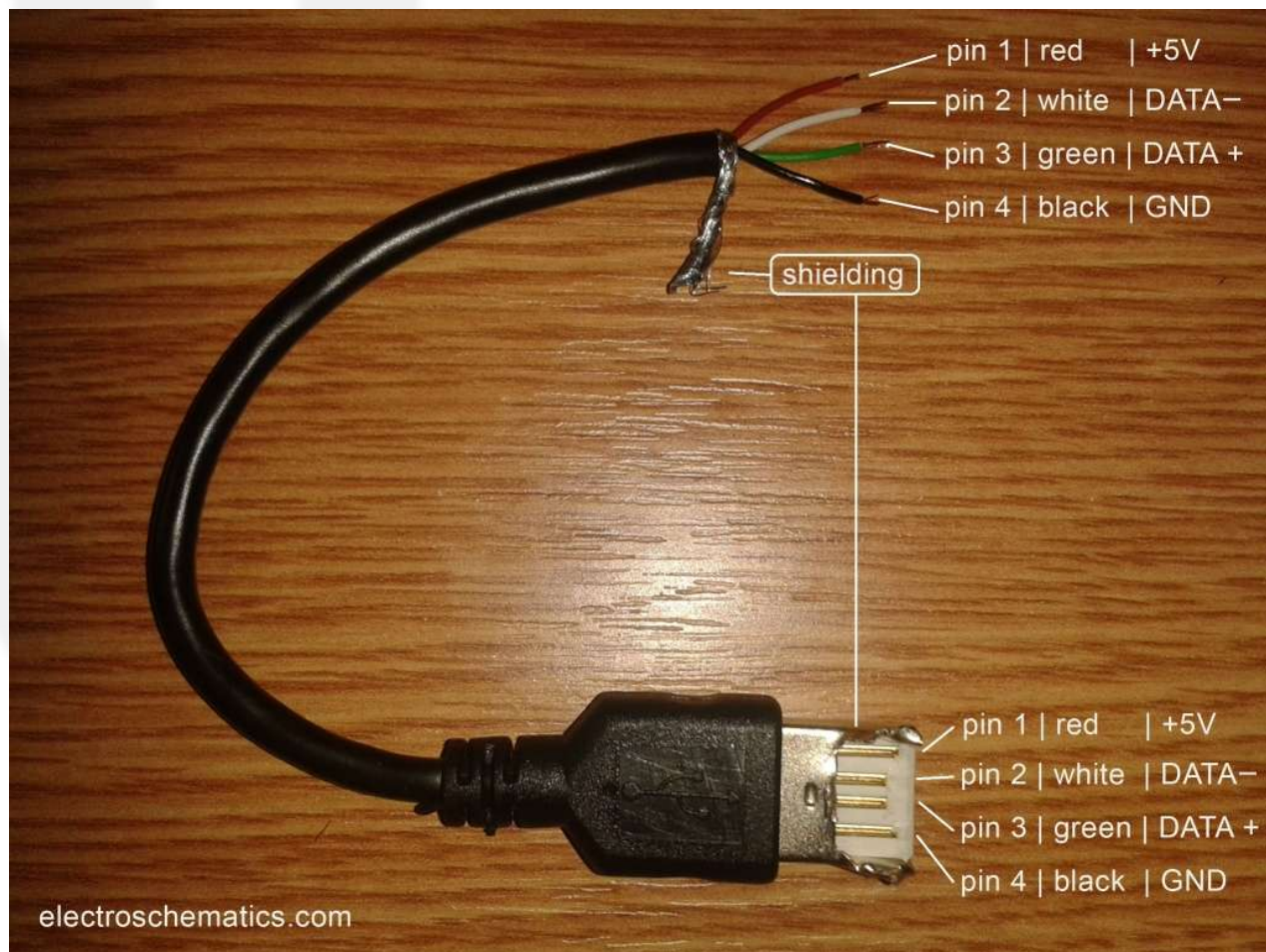
- **Parallela**

- vengono trasmessi più bit contemporaneamente su più cavi o canali radio
- Es. cavo parallelo per stampante, collegamento tra hard disk e CPU nel PC

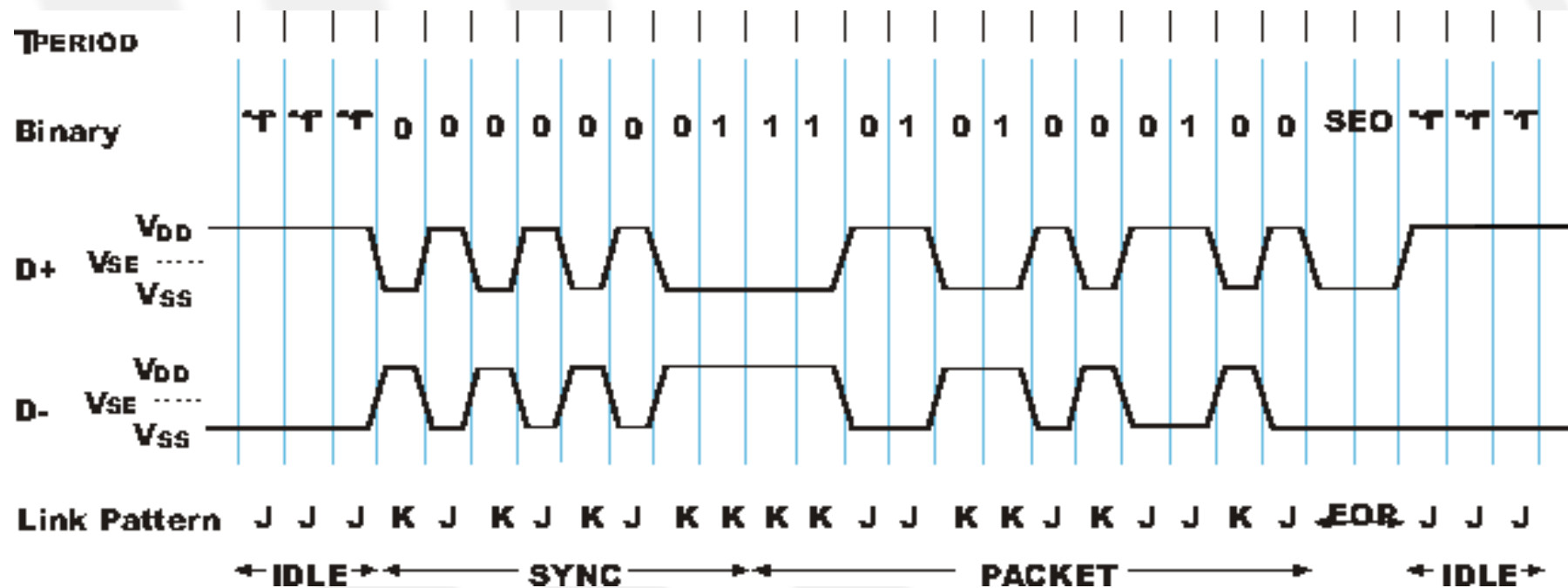
Trasmissione sincrona e asincrona

- Nella trasmissione sincrona, trasmettitore e ricevitore hanno una base tempi comune che scandisce l'invio dei bit
- Nella trasmissione asincrona non c'è una base tempi comune e ciascuna trasmissione deve essere identificata da un bit di Start e da un bit di Stop.
 - Il bit di start indica che il "dato" sta per iniziare e il bit di stop indica quando che il dato è terminato.

Universal Serial bus (USB)



Protocollo USB



Tipi di collegamenti seriali

- Universal Serial Bus (USB)
 - Lunghezza max di un cavo: 5 metri
 - 480 Mb/s (versione 2) - 4.8 Gb/s (versione 3)
 - Trasmissione bilanciata: 1 coppia per TX/RX (half-duplex)
 - Ulteriore coppia di fili per portare l'alimentazione
 - Possibilità di inserire hub per moltiplicare porte e amplificare il segnale
- Firewire (o IEEE1394 o I-Link)
 - 800 Mb/s a 4.5 metri max
- Serial ATA
 - 1.26 Gb/s
 - Usato per collegare i dischi fissi con la CPU

Limiti dei collegamenti punto-punto

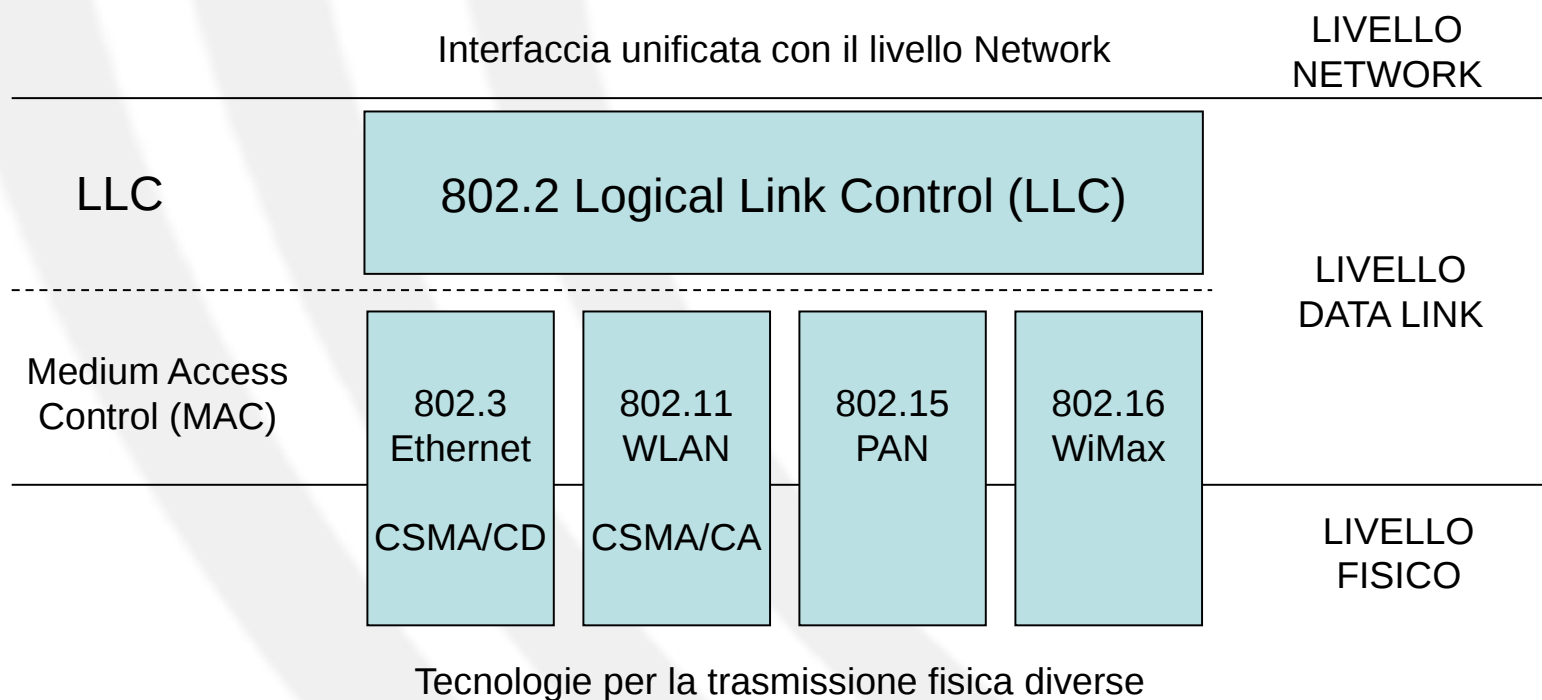
- RS-232, USB, Firewire sono protocolli punto-punto, cioè collegano coppie di macchine
- Per collegare tra loro N macchine occorrerebbero $N(N-1)$ cavi e connettori !
- Occorre introdurre un canale condiviso e delle regole per
 - identificare univocamente le macchine
 - decidere il turno di utilizzo
- Nasce il concetto di Local Area Network e il livello Datalink

Livello Datalink

Problematiche affrontate dal livello Datalink

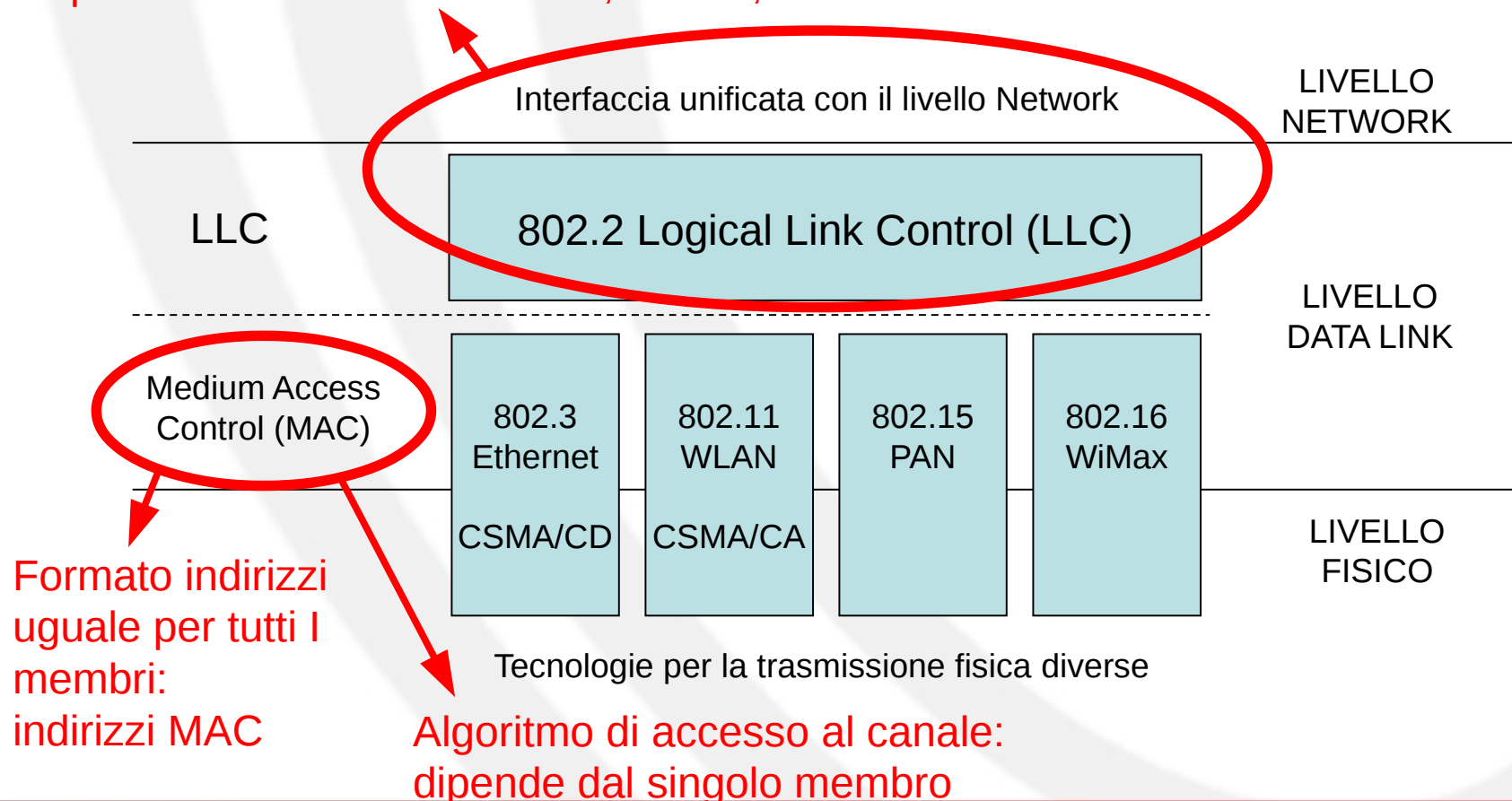
- Situazione
 - Apparecchiature indipendenti
 - Canale ad alta capacita' ma condiviso da piu' stazioni
- Problemi
 - Individuare univocamente le macchine
 - Stabilire chi in ogni istante utilizza il canale
 - Definire il concetto di pacchetto
- Soluzione: famiglia di standard IEEE 802.X

Famiglia IEEE 802.X



Famiglia IEEE 802.X

Protocollo Internet e applicazioni (web, email, ecc) funzionano indipendentemente da Ethernet, WLAN, ecc...



Indirizzi MAC

- 6 byte univoci per ogni scheda conforme allo standard 802 (Ethernet, WLAN, ecc...)
- Esempio:
 - Il mio PC ha
 - 00:11:43:3E:98:DB per Ethernet
 - 20:22:41:3F:A0:AA per WLAN
 - Per mandare un pacchetto a tutte le macchine della rete si usa un indirizzo broadcast
 - FF:FF:FF:FF:FF:FF

Formato del pacchetto MAC (detto volgarmente frame)

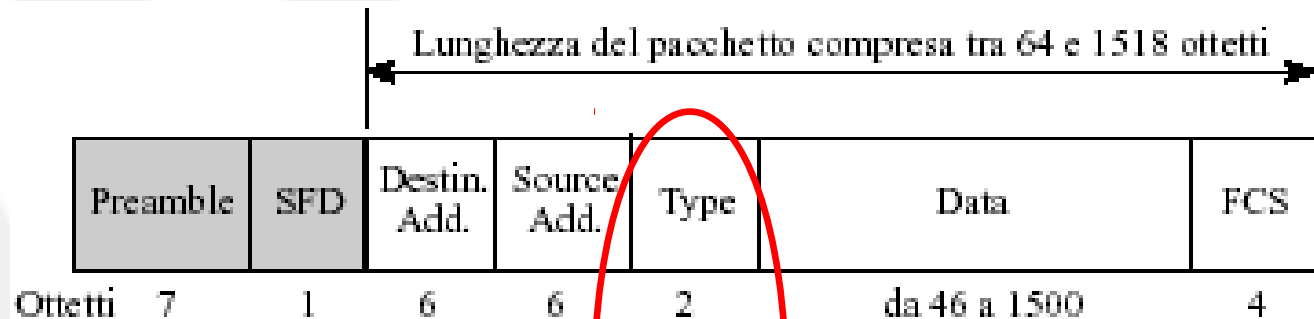
	6 byte	6 byte		4 byte	
Start Frame Delimiter	Destination MAC (DMAC)	Source MAC (SMAC)	Header info	SDU (Payload)	Frame Check Sequence (FCS)

- I campi gialli dipendono dallo specifico protocollo
- La lunghezza max e min di un frame dipendono dallo specifico protocollo
- FCS è un codice per la rilevazione di errore (CRC)
- I frame sono delimitati da
 - Start Frame Delimiter (SFD)
 - Spazio minimo tra frame (Inter Frame Gap)

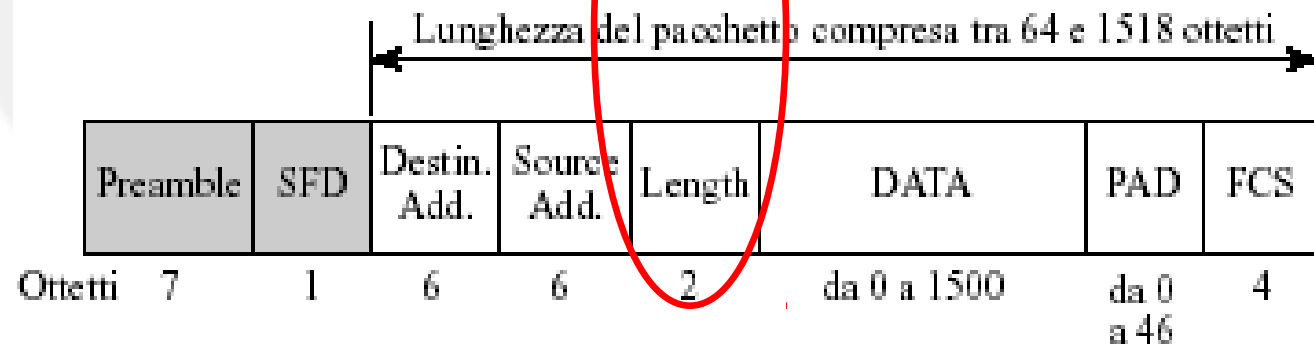
Frame Ethernet/IEEE 802.3

- Ethernet v.2 → IEEE 802.3
 - differiscono per un campo del frame

Ethernet v.2



IEEE 802.3



Frame Ethernet/IEEE 802.3

- Preambolo: seq. di 7 byte per sincronizzare il clock dei ricevitori
- Start Frame Delimiter (SFD): indica l'inizio del frame
- Type: codice del protocollo contenuto nel payload
- Length: lunghezza in byte della parte utile del payload
- PAD: byte di padding nel caso che con i soli dati non si riesca a raggiungere la dim min di 64 byte

CSMA/CD

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
- Carrier Sense = prima di trasmettere ascolto se il canale e' libero
- Multiple Access = piu' stazioni, credendo libero il canale, possono iniziare la trasmissione
- Collision Detection = durante la trasmissione verifico se quanto passa sul canale e' dovuto solo alla mia trasmissione
 - Se i bit ricevuti sono diversi da quelli trasmessi allora c'è stata COLLISIONE

Collisione

- Le staz. trasmittenti sospendono l'invio del frame e trasmettono una *sequenza di jamming* (32-48 bit)
 - Si genera un *frammento di collisione*
- Le stazioni riceventi scartano il frame ricevuto perché minore della lungh. minima oppure perché fallisce il controllo del CRC
- Le stazioni che hanno interrotto la trasmissione ritentano dopo un tempo casuale (alg. di backoff)

Evoluzione Ethernet/802.3

- 802.3 Ethernet (10 Mb/s)
- 802.3u Fast Ethernet (100 Mb/s)
- 802.3z Gigabit Ethernet (1 Gb/s)
- 802.3ae 10 Gigabit Ethernet (10 Gb/s)
 - Usato sulle reti geografiche e nei data center come collegamento veloce tra server e con hard disk condivisi (= Storage Area Network)

WLAN 802.11: caratteristiche fisiche

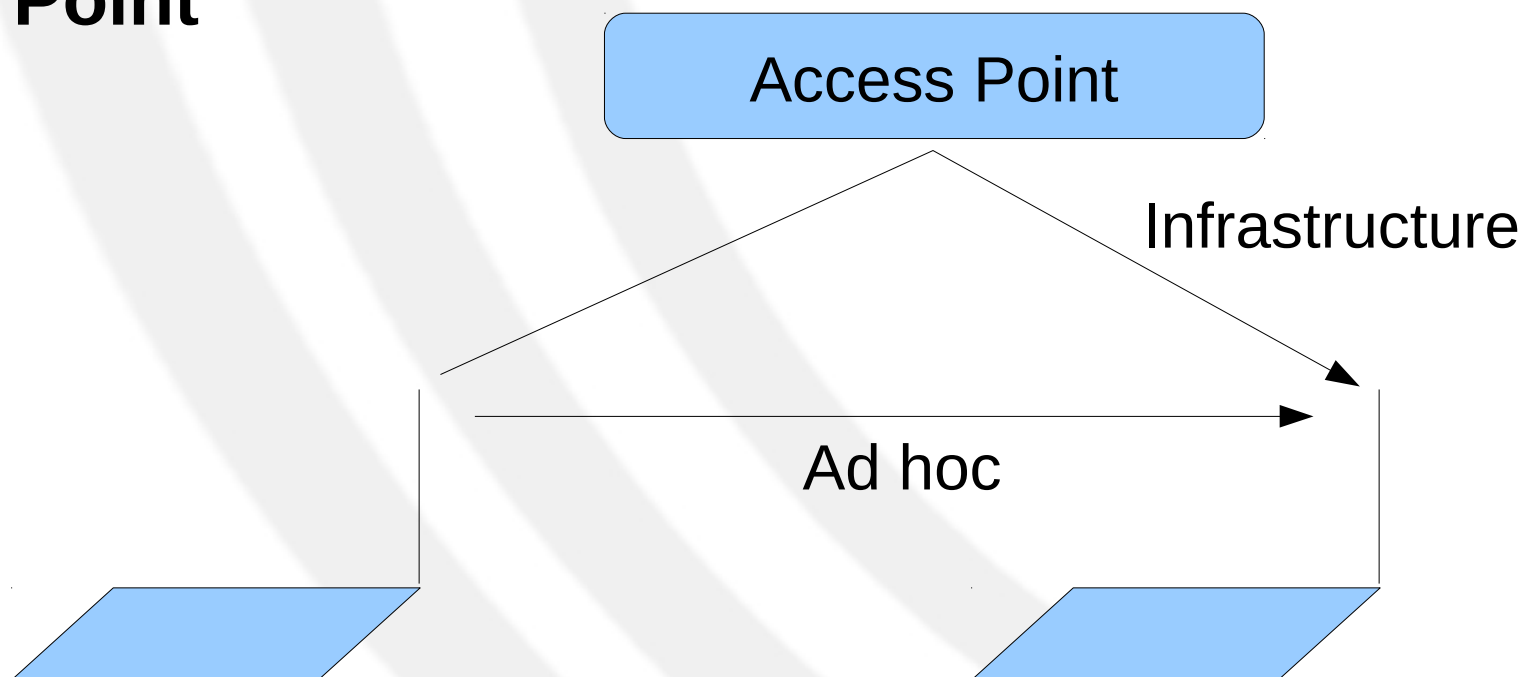
- Staz. fisse e mobili in ambito locale
 - Bassa velocità di spostamento (<20 km/h)
 - Max 1 km di raggio
- Bande ISM centrate su 2.4 GHz e 5 GHz
- Potenza tra 10mW a 100mW
 - Riduzione interferenze
 - Aumento della durata batterie
 - Minore inquinamento elettromagnetico

Sotto-livello fisico di 802.11

- 802.11: 1-2 Mb/s
 - Infrarosso (in disuso)
 - Radio 2.4 GHz
- 802.11b: 1-2-5.5-11 Mb/s
 - Radio 2.4 GHz
- 802.11a: radio a 5 GHz, 54 Mb/s
- 802.11g: radio a 2.4 GHz, 54 Mb/s
- 802.11n: radio a 2.4/5 GHz, 100 Mb/s
 - Trasmissione su più canali in parallelo

MAC di 802.11

- **ad hoc**: trasmissione diretta tra stazioni
- **infrastructure**: trasmissione attraverso **Access Point**



Livello Network

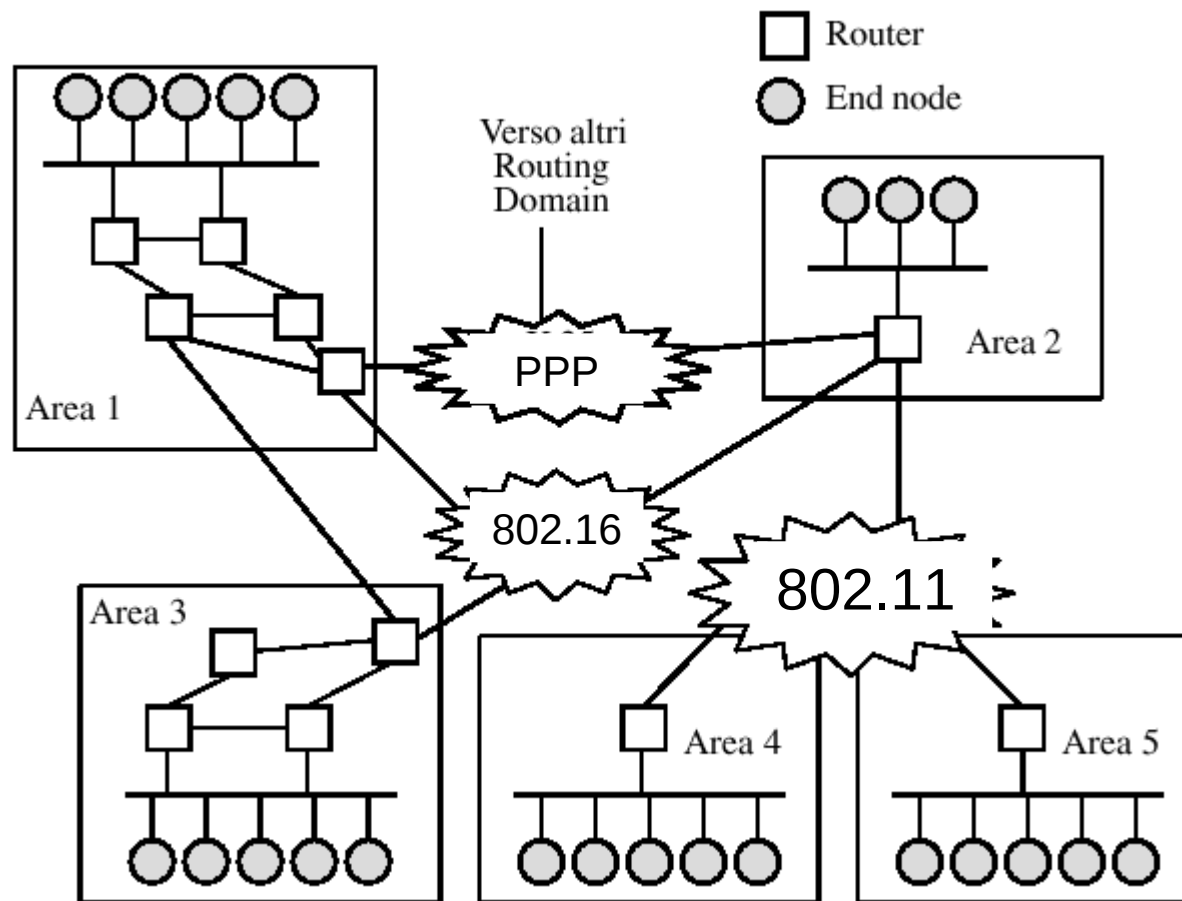
Problematiche affrontate dal livello Network

- Necessità di far comunicare diversi tipi di reti di livello 2
 - Diversi mezzi trasmissivi
 - Diversi formati di Datalink PDU
 - Diverse dimensioni max di frame (Max Transfer Unit – MTU)
 - Diversi formati di indirizzi (o assenti)
 - Presenza di percorsi multipli per aumentare l'affidabilità

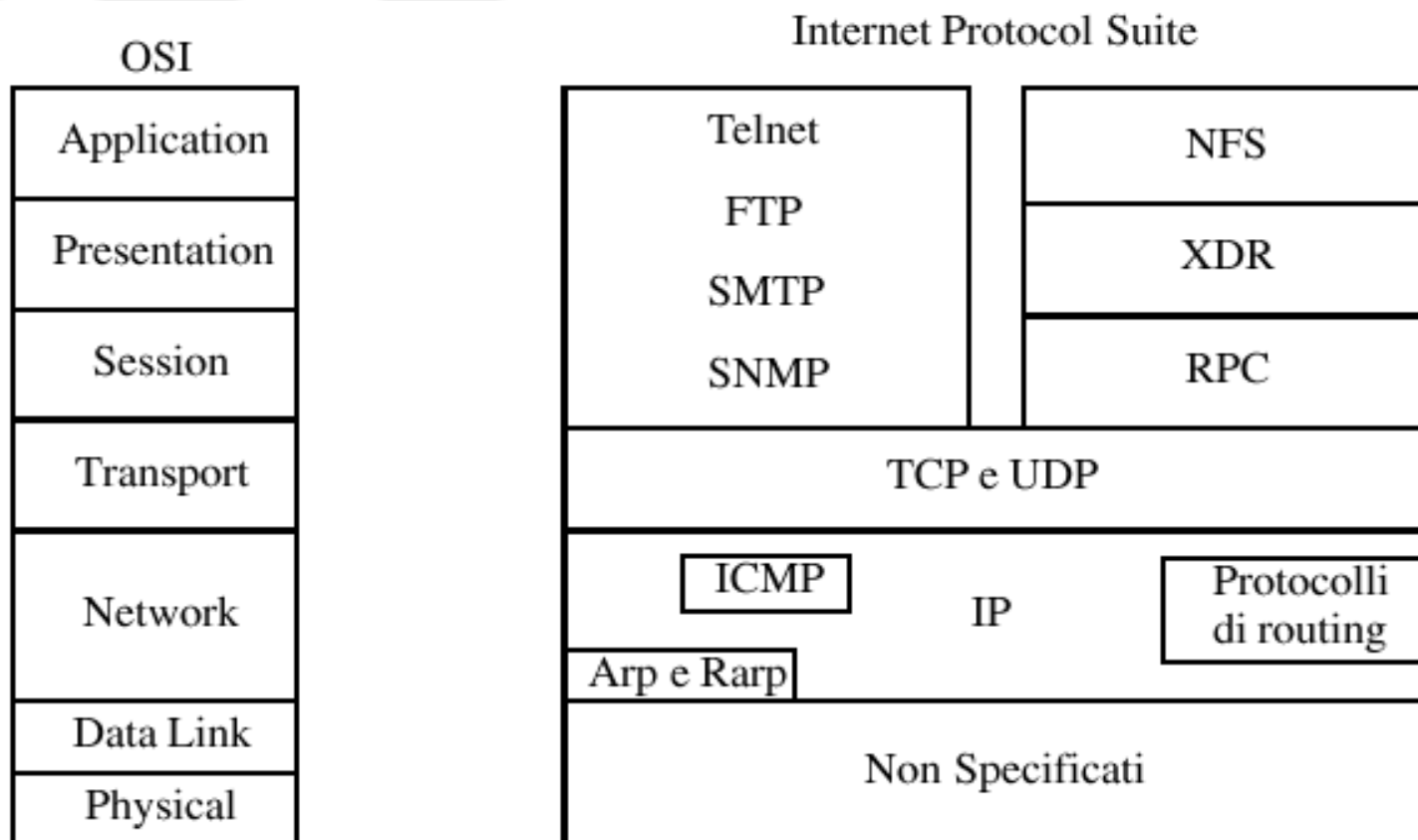
Funzionalità del livello network

- Aggregazione di reti di livello 2 per creare reti molto grosse (fino a Internet mondiale)
- Indirizzamento delle stazioni indipendente dallo standard di livello 2
- Routing: trovare la strada (migliore) tra due nodi qualsiasi della rete globale
- Gestione delle diverse MTU mediante frammentazione e riassetablaggio

Aggregazione di reti di liv. 2



Architettura TCP/IP

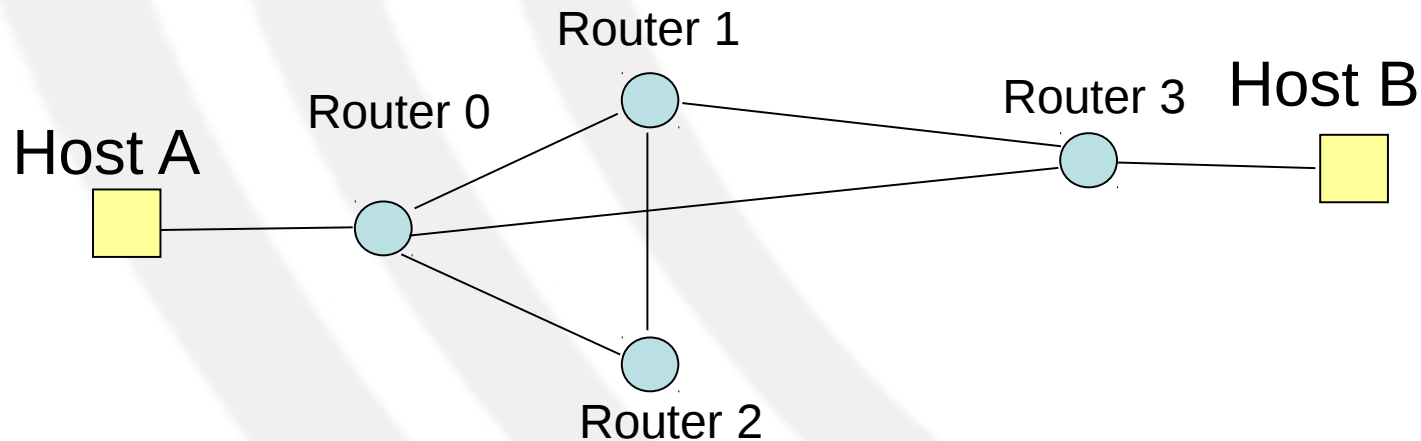


Internet Protocol (IP)

- Negli anni 70' DARPA progetta ARPANET
- Internet Engineering Task Force (IETF)
- Request for Comment (RFC)
 - RFC 791 describe IP
- Internet = Inter Networking = come far parlare due nodi che non si vedono a livello 2

Rete IP

- Rete IP = host + router



Internet Protocol (2)

- Indirizzamento dei nodi
- Servizio non connesso e non confermato: ogni pacchetto è indipendente dagli altri e deve contenere l'indirizzo di destinazione
- Routing
- Altre funzionalità:
 - Frammentazione
 - Rilevazione debole degli errori (solo checksum dell'header della Network PDU)
 - Forwarding (host+router+reti di livello 2)

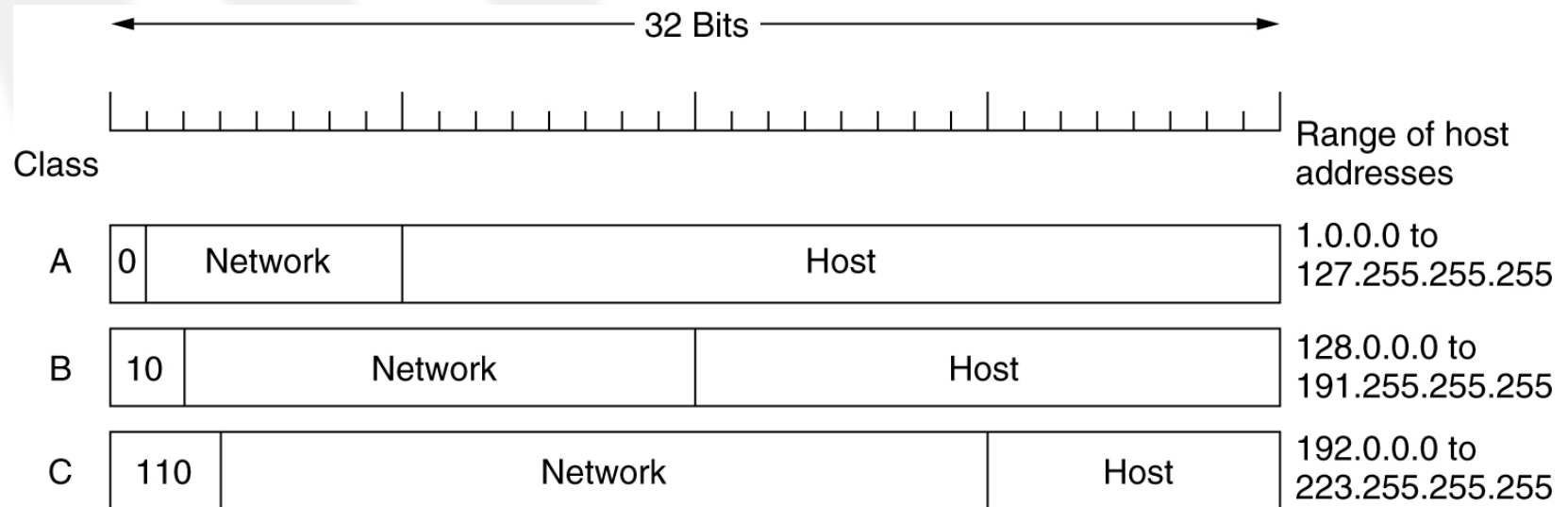
Indirizzi IP

- Assegnati alle interfacce (e non alle macchine !)
- 32 bit
- I 32 bit vengono raggruppati in 4 numeri da 8 bit (intervallo 0-255) che vengono scritti
 - In base 10
 - Separati da punti
- Esempio:
01111111 00000000 00000000 00000001 -->
127.0.0.1 (interfaccia di loopback = l'interfaccia di default della propria macchina)

Struttura degli indirizzi

- Meccanismo simile al prefisso nei telefoni
- 32 bit divisi tra Network e Interface
- Determinazione della parte Network
 - Automatica mediante suddivisione in 5 classi di indirizzi
 - Manuale mediante AND bit-a-bit con la **network bitmask (netmask)**

Classi degli indirizzi IP



Netmask

130.192.16.15 --> indirizzo di classe B
Net: 130.192.0.0 Host: 0.0.16.15

130.192.16.15 + "**11111111 11111111 11110000 00000000**"
--> Net: 130.192.16.0 Host: 0.0.0.15

Si può anche scrivere 130.192.16.15/20

- Se non si specifica la netmask vale la lunghezza del prefisso determinata dalla classe dell'indirizzo
- La netmask viene usata per suddividere grossi lotti di indirizzi in lotti più piccoli (subnetting)

Primo livello di routing

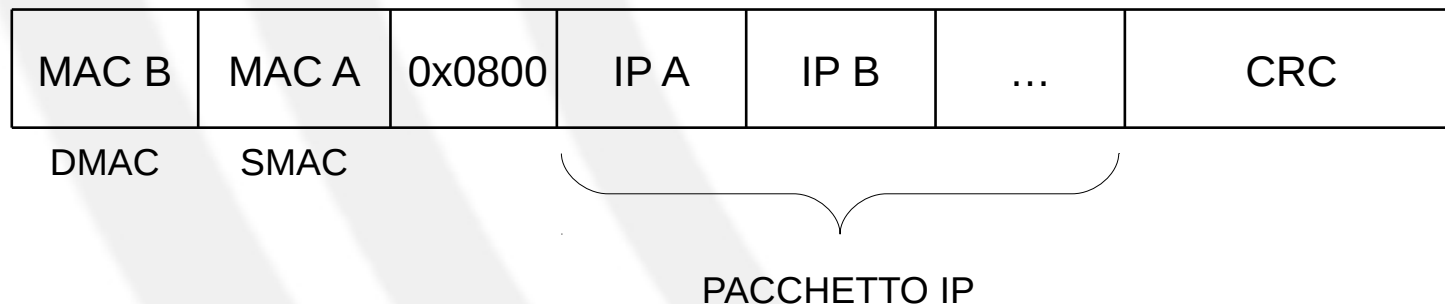
- Ogni interfaccia conosce:
 - Il proprio IP
 - La lunghezza della parte network (ufficiale o netmask)
 - IP di un router (default GW)
- Si confronta la parte dell'IP destinatario corrispondente alla parte network del proprio IP. Si verificano due casi:
 - Uguali: raggiungibilità diretta sulla rete di livello 2
 - Diversi: occorre spedire il pacchetto al default gateway
- Conseguenza: mittente e default gateway hanno lo stesso prefisso

Primo livello di routing (2)

- Subnet IP = insieme di tutte le interfacce con lo stesso prefisso IP (per lunghezza e per valore)
- Subnet IP \subseteq rete di livello 2
- L'indirizzo del default GW impostato sul mio host deve essere nella stessa subnet e quindi avere lo stesso prefisso del mio IP
 - `/sbin/ifconfig -a` ---> IP e eventuale netmask
 - `/sbin/route` ---> IP del default GW

Invio di un pacchetto IP su rete Ethernet

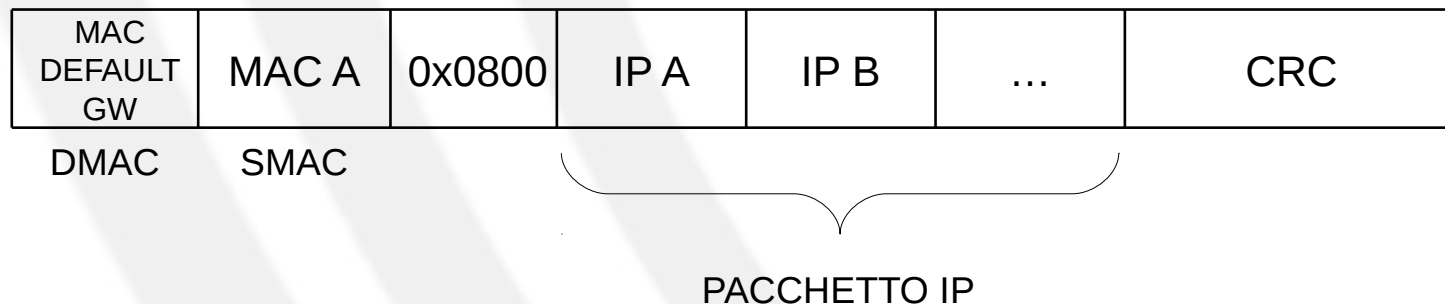
Formato di un frame MAC per l'invio di un pacchetto IP tra 2 host (da A a B) della stessa sottorete IP:



Per conoscere l'indirizzo MAC di B la stazione A usa l'Address Resolution Protocol (ARP)

Invio di un pacchetto IP su rete Ethernet (2)

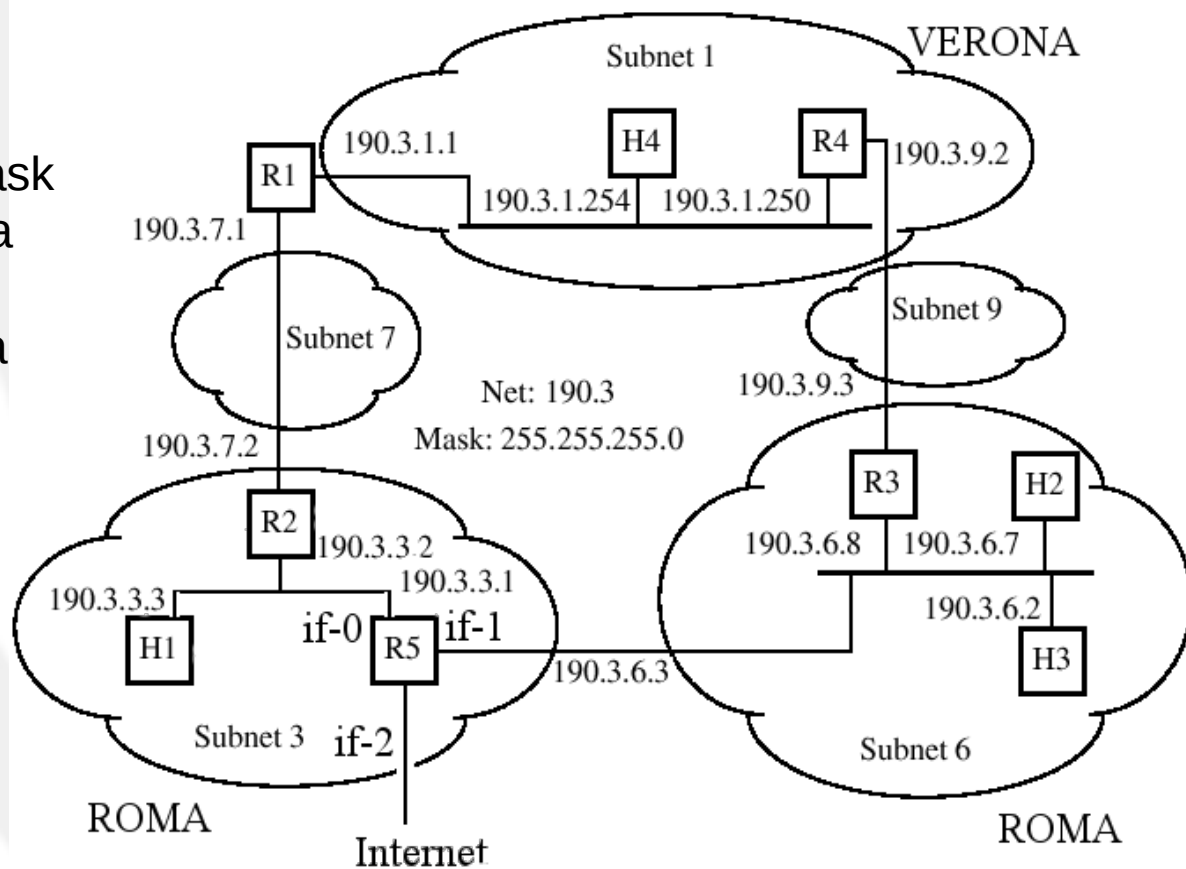
Formato di un frame MAC per l'invio di un pacchetto IP tra 2 host (da A a B) appartenenti a sottoreti IP **diverse**:



Per conoscere l'indirizzo MAC del default GW la stazione A usa l'Address Resolution Protocol (ARP)

Routing tra subnet diverse

- Tutte le interfacce devono avere IP con la stessa netmask
- I router non appartengono a nessuna sotto-rete
- Tra 2 router c'è sempre una sotto-rete con almeno due indirizzi
- Ogni interfaccia di ciascun router ha associato
 - Un IP
 - Una netmask
 - Un default GW

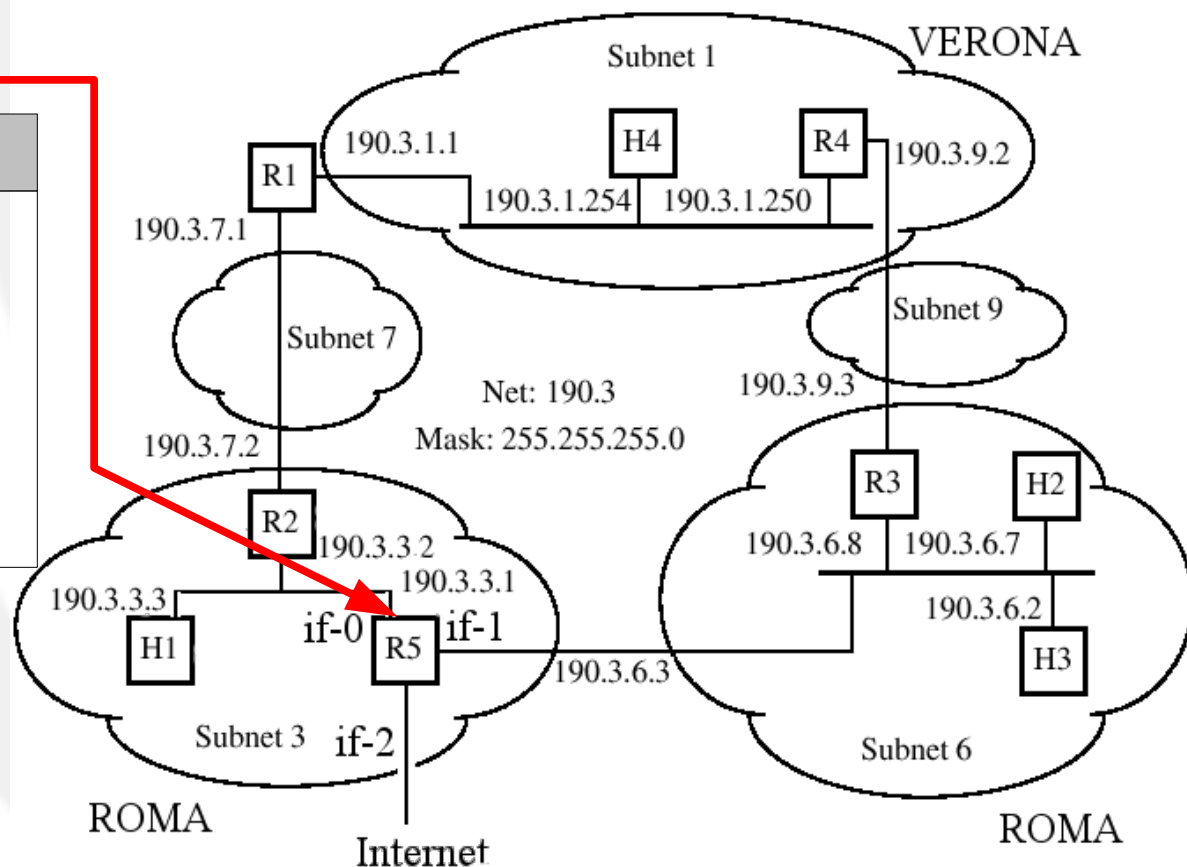


Routing tra subnet diverse

Tabella di instradamento

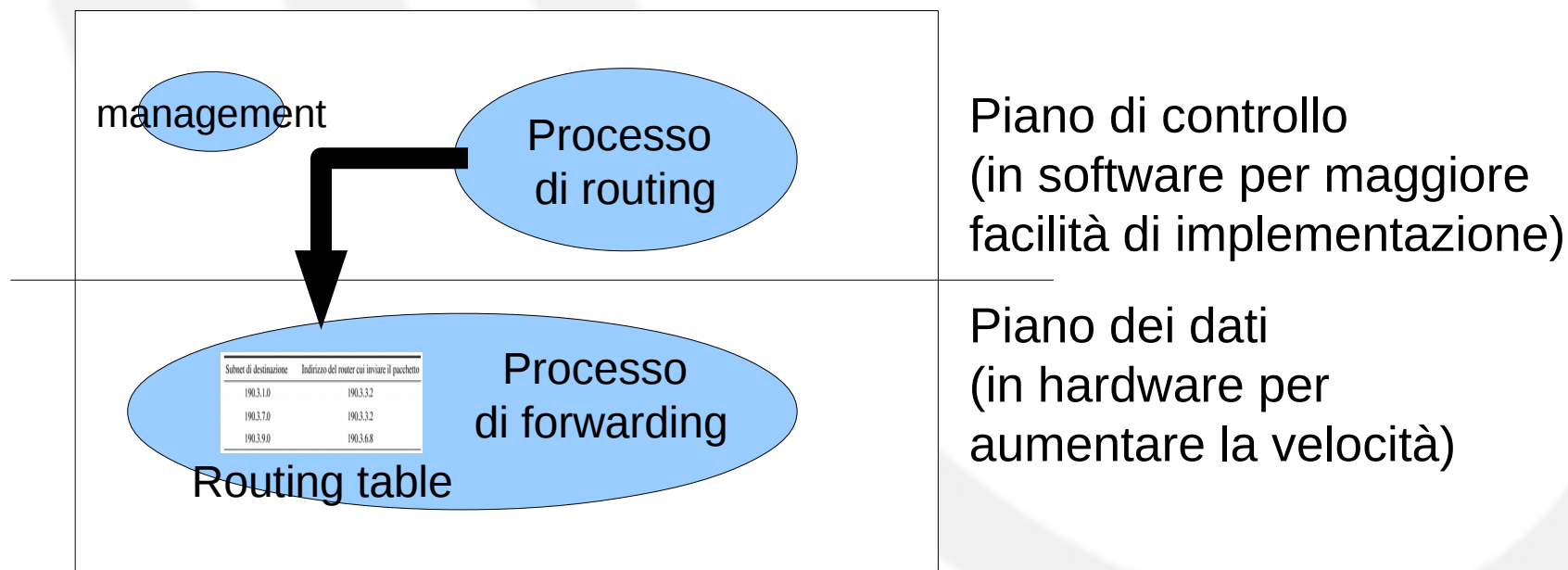
Destinazione	IFacc
190.3.6.0/24	if-1
190.3.3.0/24	if-0
190.3.1.0/24	if-0
190.3.7.0/24	if-0
190.3.9.0/24	if-1
default	if-2

Inserite automaticamente dal router per conoscenza diretta



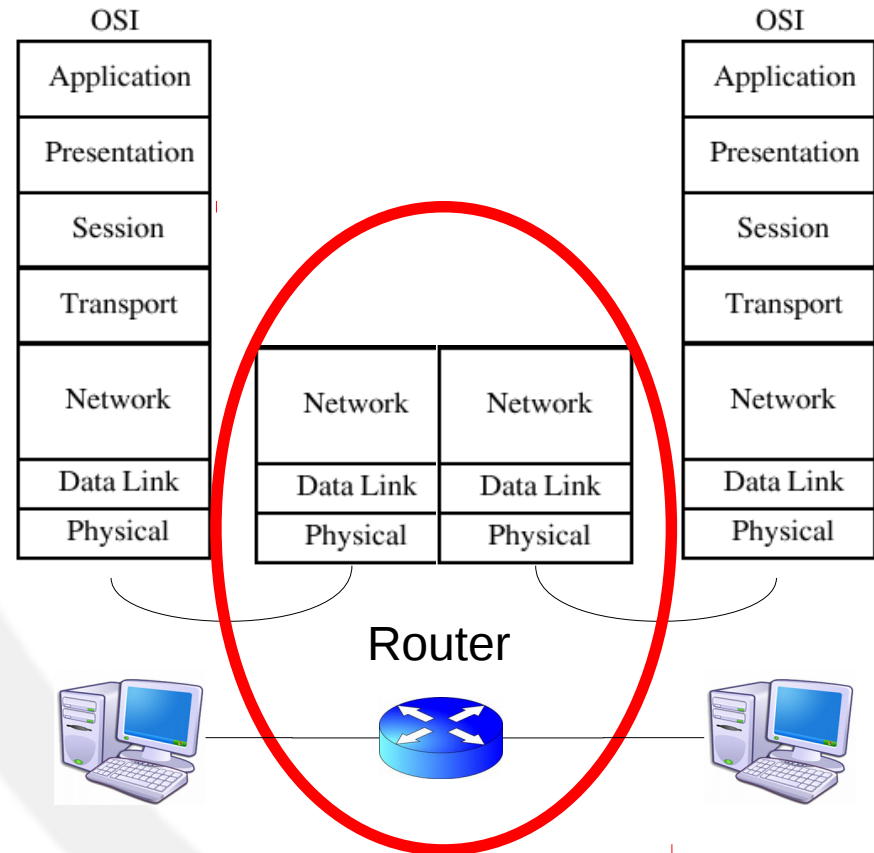
Architettura di un router

- Il **routing** è diverso dal **forwarding**
- Marche: Cisco, Juniper, HP, ...



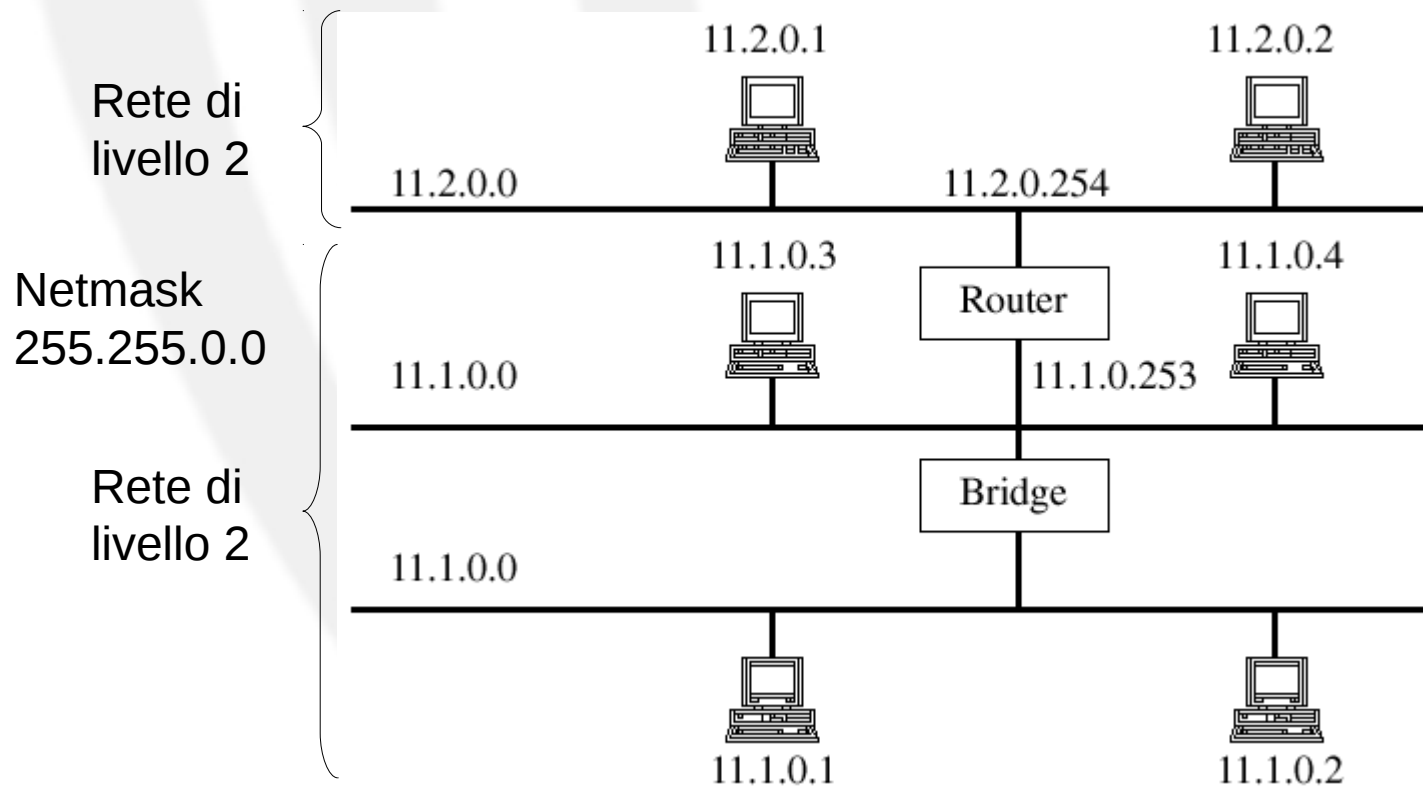
Router vs. switch/bridge/access-point e repeater/hub

Application layer	Application gateway
Transport layer	Transport gateway
Network layer	Router
Data link layer	Bridge, switch, access point
Physical layer	Repeater, hub



Un router lavora a livello Network

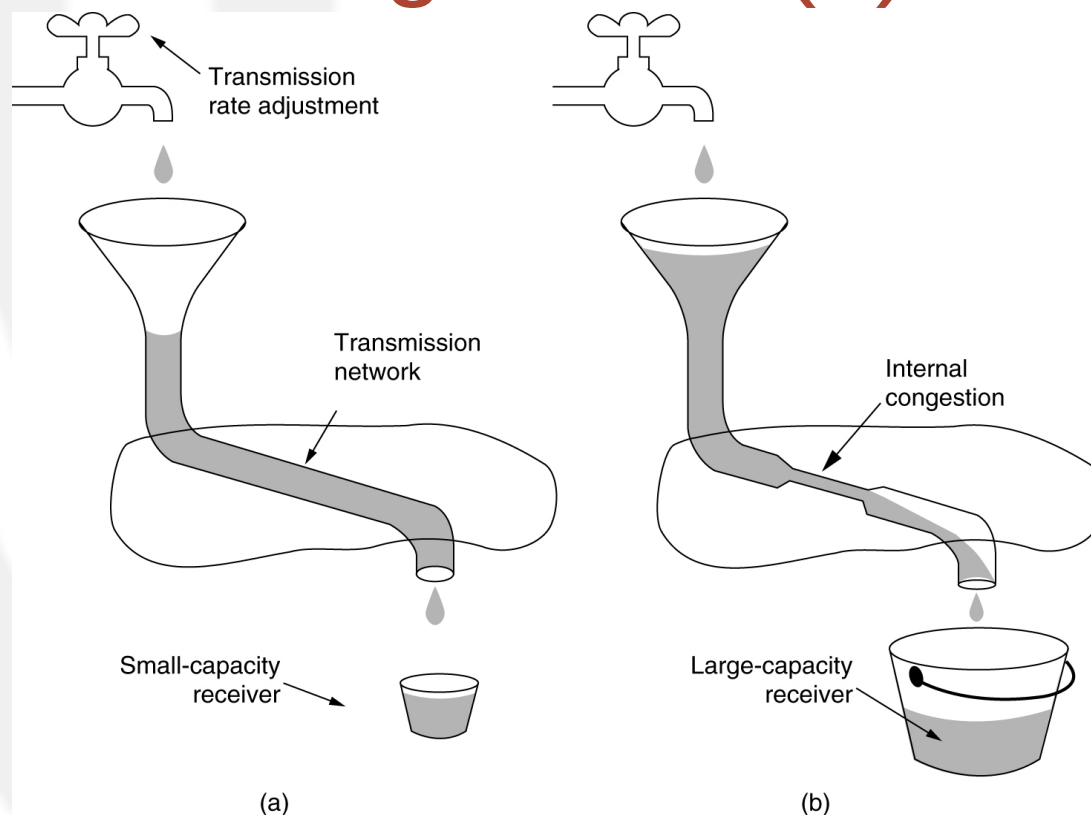
Router vs. switch/bridge



Congestioni

- L'architettura di rete IP adotta un modello di comportamento chiamato **Best Effort**
 - La rete fa il suo meglio per recapitare pacchetti
 - Non rifiuta mai nuovi utenti (a differenza della rete telefonica)
- Possono verificarsi **congestioni** nelle code dei router
 - Un pacchetto IP che arriva ad una coda piena viene scartato

Congestioni (2)



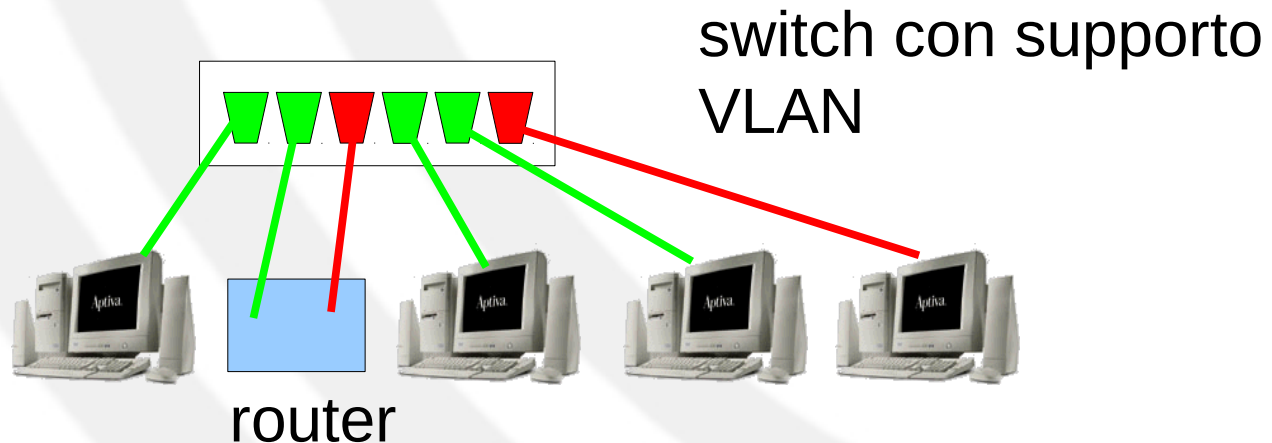
- a) un trasmettitore veloce che sovraccarica il ricevitore
- b) un trasmettitore veloce che sovraccarica la rete

Virtual LAN

- Gli switch separano domini di collisione ma non di multicast/broadcast:
 - Protocollo ARP e malfunzionamenti generano traffico broadcast che occupa inutilmente banda
- Problemi di sicurezza:
 - Selective flooding nel transitorio
 - Possibilità di poisoning
- Soluzione: partizionamento di una LAN in tante LAN da collegare tramite router IP (creando corrispondenti sottoreti IP)

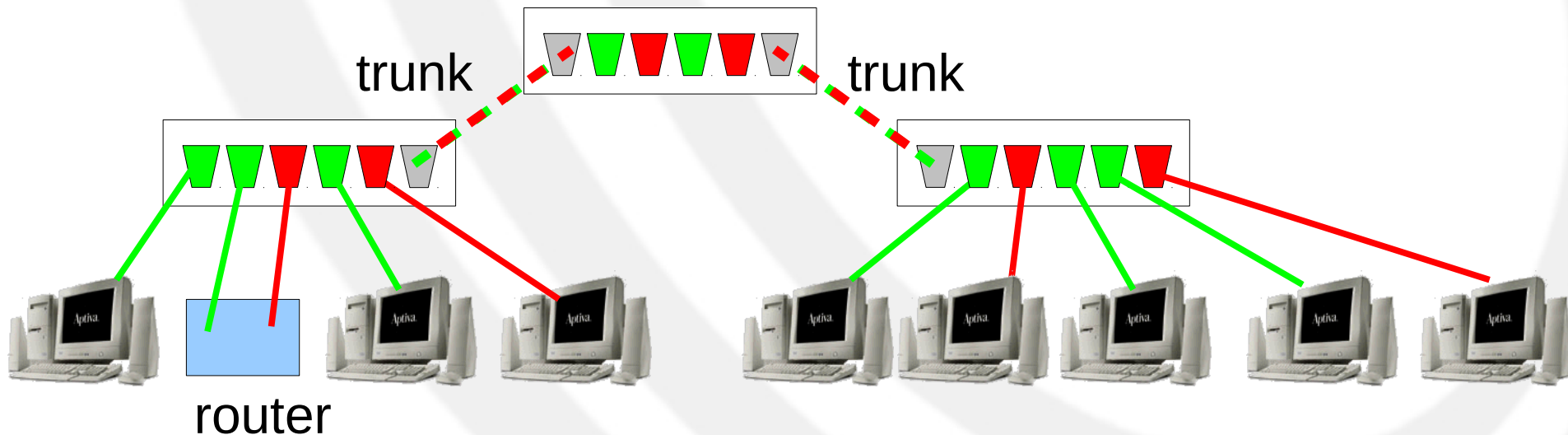
Virtual LAN (2)

- Separazione di stazioni tra LAN diverse anche se collegati allo stesso switch
 - L'amministratore decide l'assegnazione delle porte tramite SW di net-management
 - Assegnazione facile da cambiare senza spostare cavi



Come distribuire VLAN su più switch?

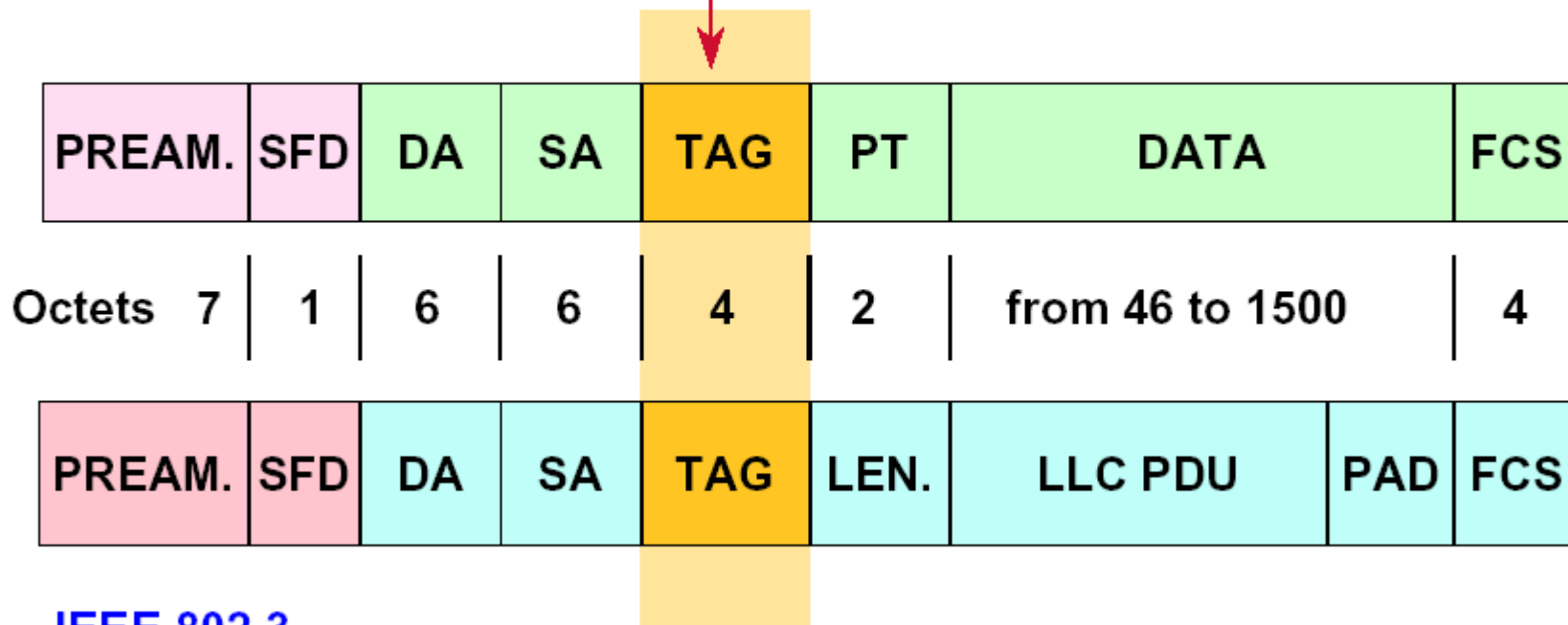
- Occorre scrivere un ID della VLAN nella trama ethernet (standard VLAN 802.1Q)
 - Le porte “colorate” degli switch VLAN lo aggiungono sulle PDU entranti e lo rimuovono da quelle uscenti
 - Non crea problemi di compatibilità con le stazioni
 - Utile per dare priorità



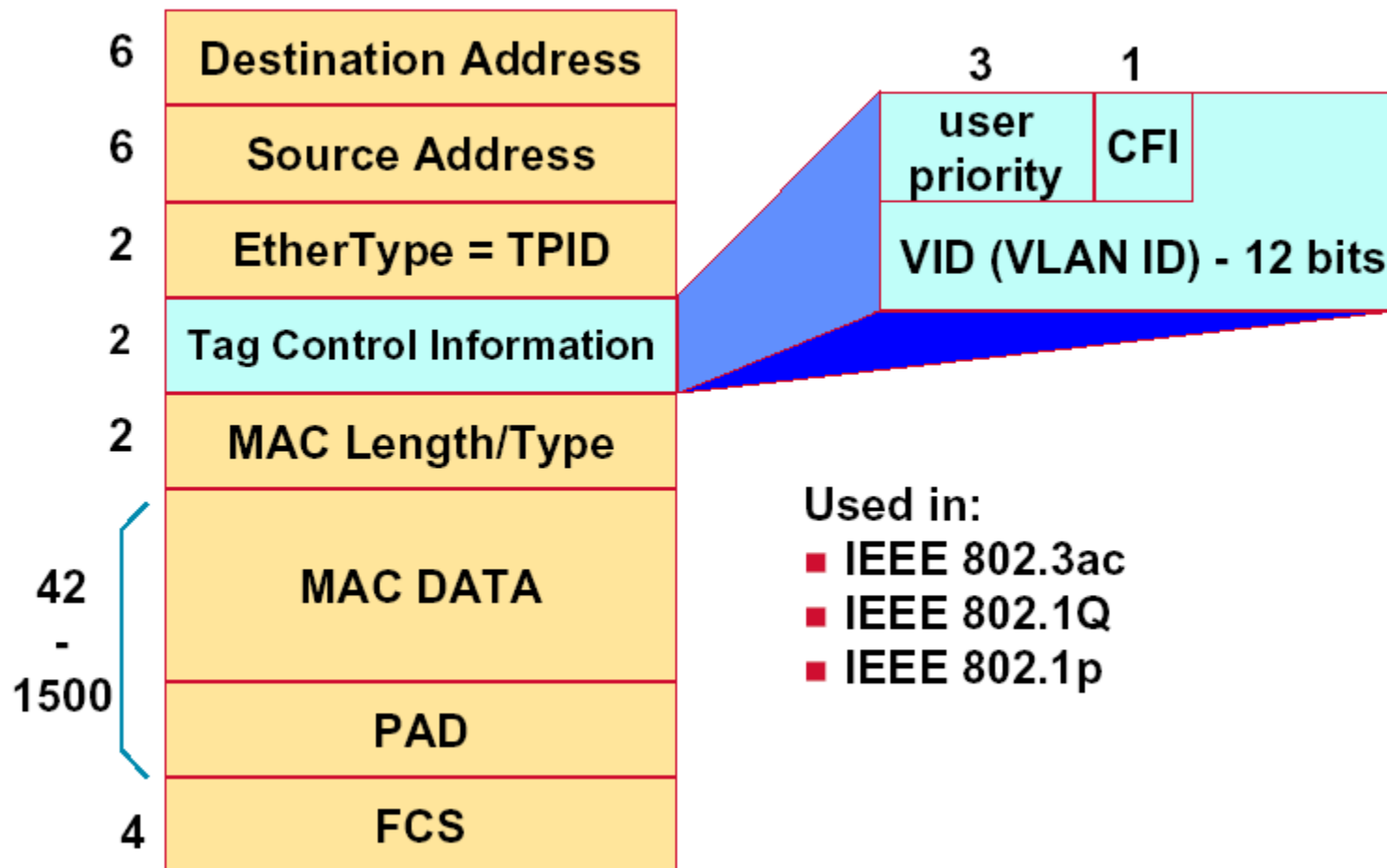
VLAN 802.1Q

Ethernet v2.0

New Field



VLAN 802.1Q

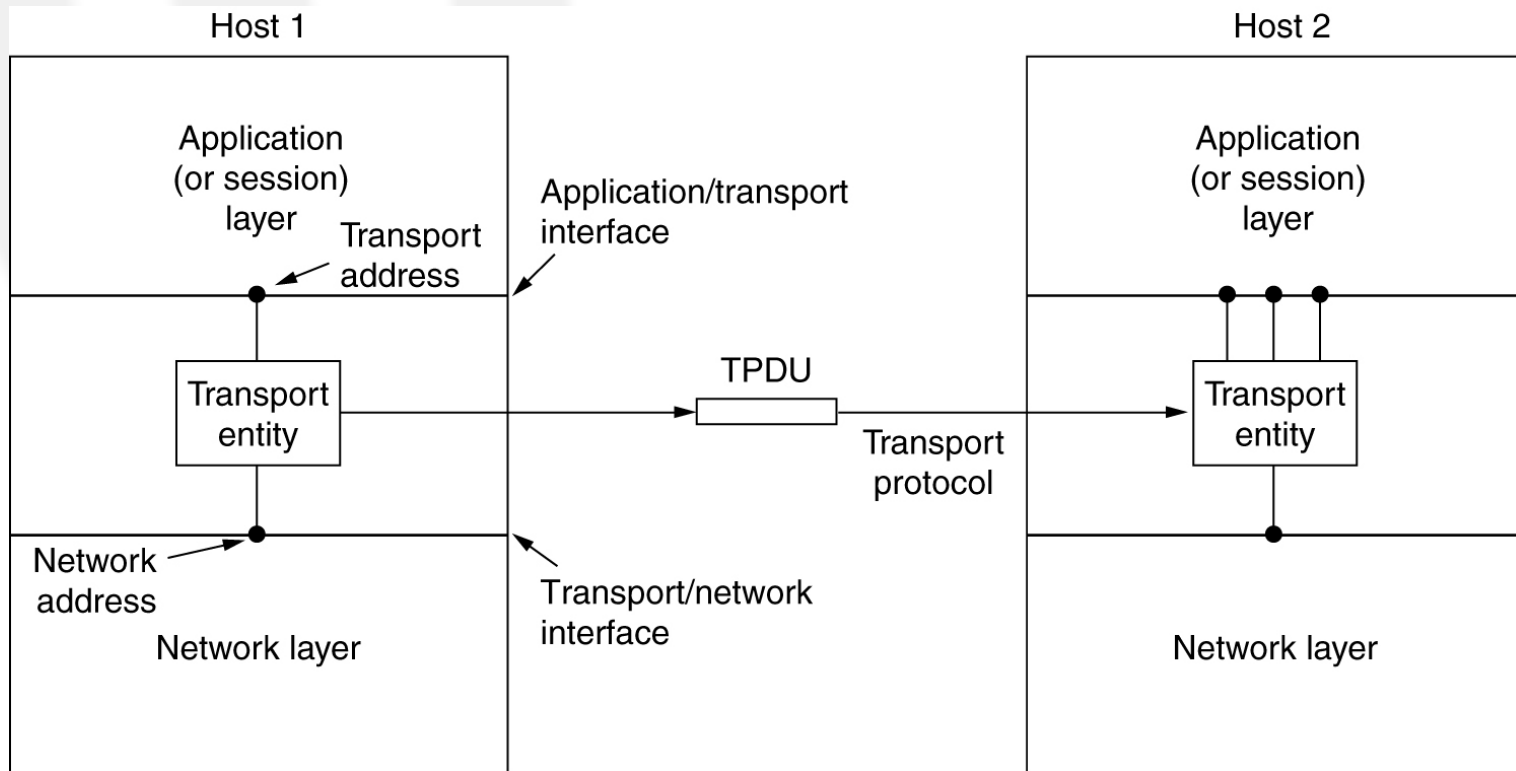


Livello Trasporto

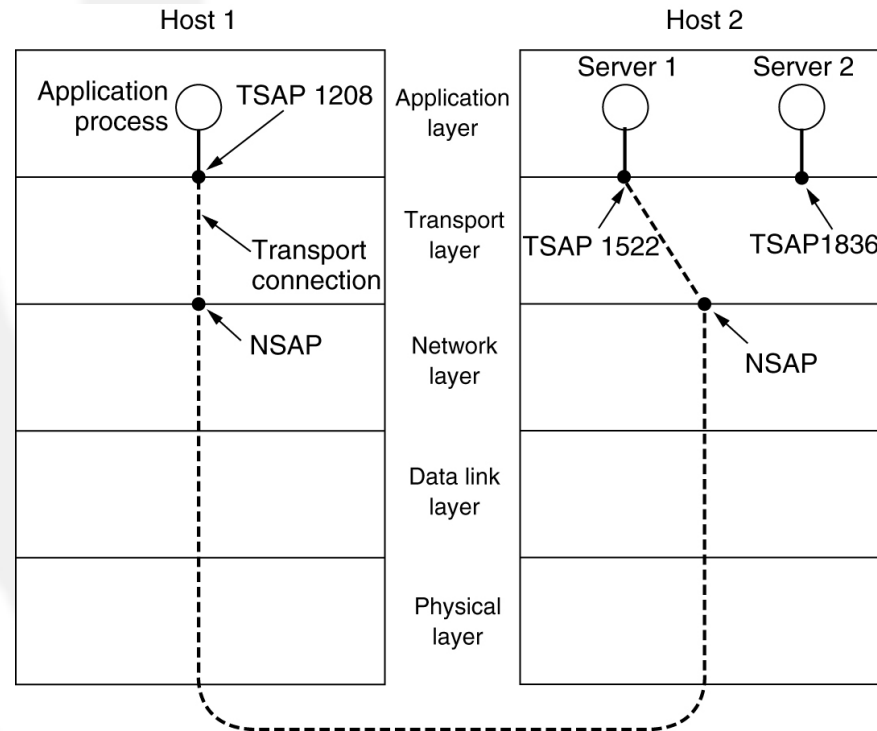
Motivazioni

- Su un host vengono eseguiti diversi processi che usano la rete
- Problemi
 - Distinguere le coppie di processi che si stanno scambiando i dati
 - Fornire meccanismi adatti al tipo di applicazione coinvolta
 - Affidabilità
 - ecc...

Servizi forniti ai livelli soprastanti

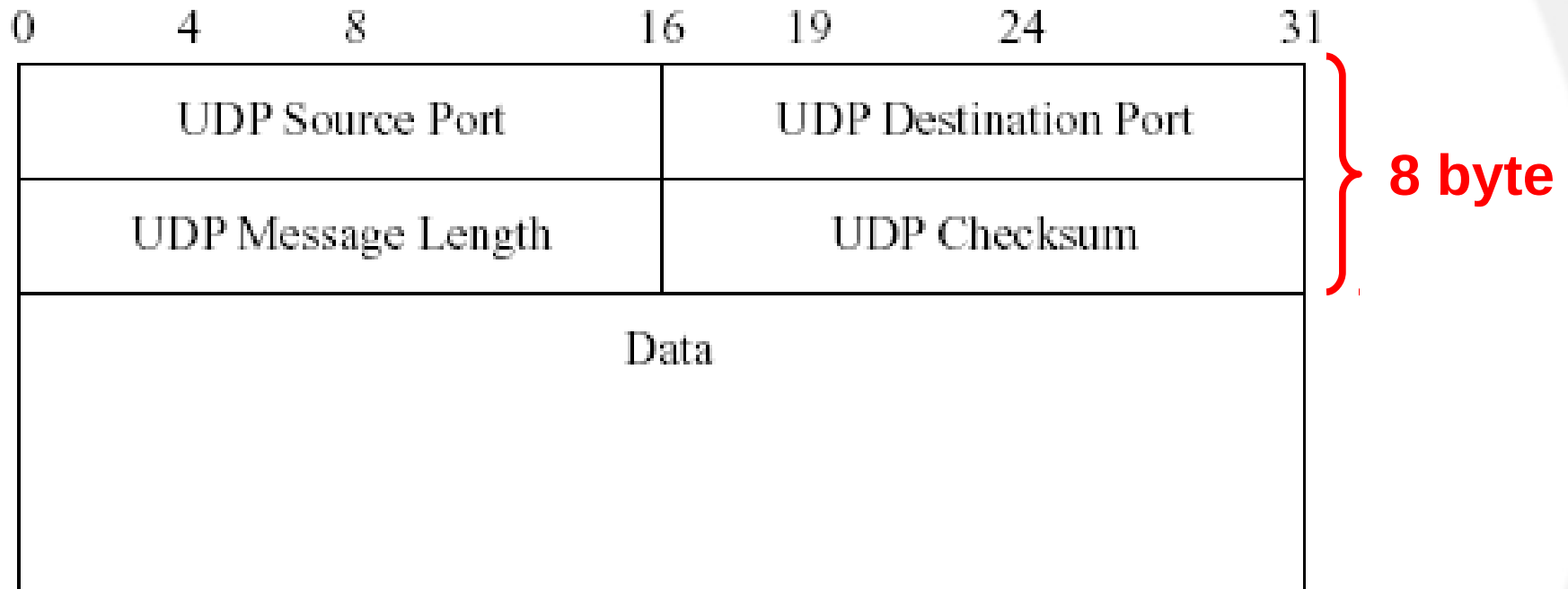


Indirizzamento e multiplexing



Indirizzo visto dall'applicazione --> NSAP:TSAP
 es: 157.27.242.32:3450

User Datagram Protocol (UDP)



UDP (2)

- Servizio non orientato alla connessione e non confermato
 - Solo multiplex delle applicazioni
 - La checksum copre la PDU UDP e parte del header IP
- Utilizzato per applicazioni in cui:
 - l'affidabilità non è richiesta (multimedia)
 - i dati scambiati stanno tutti in un pacchetto (es. Network Time Protocol)

Transmission Control Protocol (TCP)

- Multiplex delle applicazioni
- Servizio orientato alla connessione
- Trasmissione
 - affidabile (con acknowledge)
 - ordinata
 - byte-oriented
 - full duplex
- Controllo di flusso
- Controllo di congestione

Osservazione

- Il servizio TCP “fa vedere” alle applicazioni un “tubo” simile ad un file o ad una pipe in cui leggere e scrivere gruppi di byte di dimensione arbitraria (anche 1 solo)
- Attenzione che questo servizio “virtuale” è implementato sopra un livello network (IP) che non prevede connessioni
 - Tra due host di una connessione TCP i pacchetti IP possono fare strade differenti nelle due direzioni

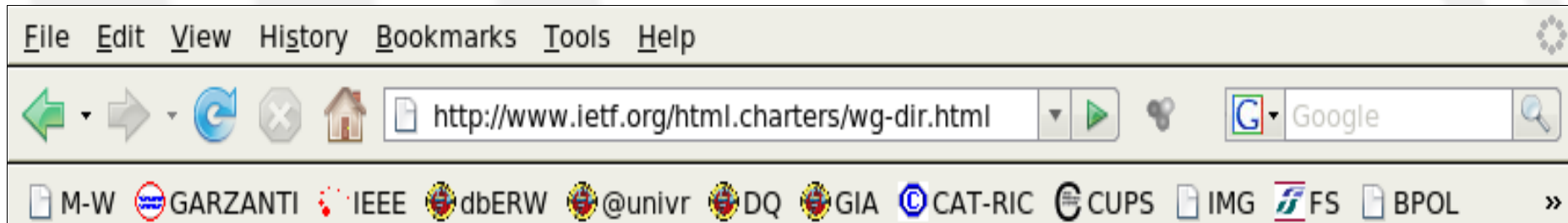
Livello applicazione

World Wide Web

World Wide Web

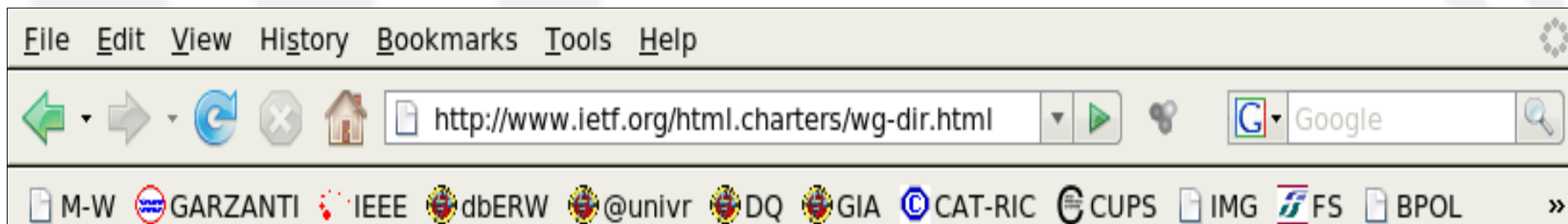
- Inventato da Tim Berners-Lee al CERN di Ginevra nel 1989
- Client (web browser) accedono a documenti HTML, immagini, ecc. contenuti su vari server

Il funzionamento del WWW



1. Il browser determina l'URL (o digitata o cliccata)
2. Il browser chiede al Domain Name Server (DNS) locale l'IP di www.ietf.org
3. Il DNS risponde con 64.170.98.32
4. Il browser apre una conn TCP verso la porta 80 di 64.170.98.32
5. Il browser **richiede** la pagina /html.charters/wg.dir.html
6. Il server **invia** la pagina HTML e chiude la conn TCP
7. Il browser chiude la conn TCP e visualizza la pagina HTML
8. Il browser **richiede** al server **riceve** e visualizza le immagini contenute nella pagina

Il funzionamento del WWW



1. Il browser determina l'URL (o digitata o cliccata)
2. Il browser chiede al DNS locale l'IP di www.ietf.org
3. Il DNS risponde con 64.170.98.32
4. Il browser apre una conn TCP
5. Il browser **richiede** la pagina
6. Il server **invia** la pagina HTML e
7. Il browser chiude la conn TCP e visualizza la pagina HTML
8. Il browser **richiede** al server **riceve** e visualizza le immagini contenute nella pagina

Le richieste e le risposte sono regolate dal protocollo di livello applicazione chiamato Hyper Text Transfer Protocol

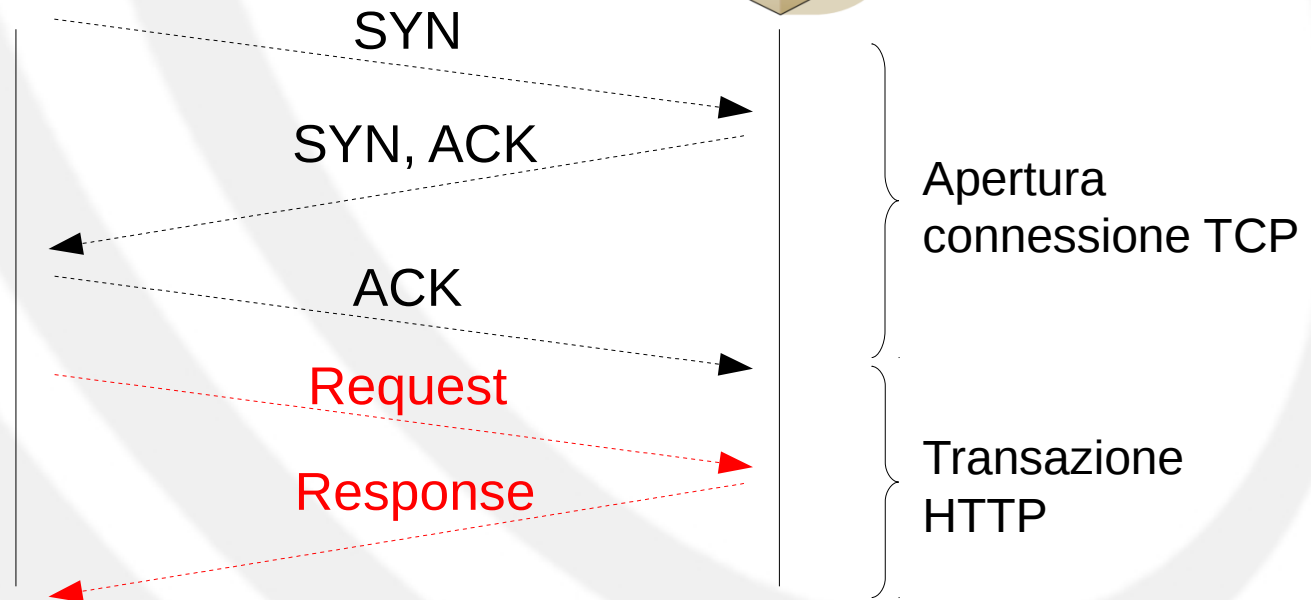
Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

Browser Web (client)

IP: 157.27.12.5 Porta TCP: 3500

Server Web (server)

IP: 130.192.16.20 Porta TCP: 80



Esempio di dialogo: client request

GET / HTTP/1.1

Host: www.polito.it

User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; U; Linux i686; en-US; rv:1.8.1.11) Gecko/20071127 Firefox/2.0.0.11

Accept: text/xml,application/xml,text/html

Accept-Language: en-us,en;q=0.5

Accept-Encoding: gzip,deflate

Accept-Charset: ISO-8859-1,utf-8;q=0.7,*;q=0.7

Esempio di dialogo: server response

HTTP/1.1 200 OK

Date: Wed, 04 Feb 2009 11:17:10 GMT

Server: Apache/2.0.52 (Debian GNU/Linux)

Last-Modified: Wed, 10 Nov 2004 11:40:38 GMT

Content-Length: 1457

Content-Type: text/html

Content-Language: en

Header

<html>

...

</html>

Payload

Esempio: server response: payload (1)

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<title>Test Page for Apache Installation</title>
</head>
<!-- Background white, links blue (unvisited), navy (visited), red
(active) -->
<body bgcolor="#FFFFFF" text="#000000" link="#0000FF" vlink="#000080" alink="#FF0000">
<p>If you can see this, it means that the installation of the
<a href="http://www.apache.org/foundation/preFAQ.html">Apache web server</a>
software on this system was successful. You may now add content to this directory
and replace this page.</p>

<hr width="50%" size="8" />
<h2 align="center">Seeing this instead of the website you expected?</h2>
```

...

Esempio: server response: payload (2)

...

<p>This page is here because the site administrator has changed the configuration of this web server. Please contact the person responsible for maintaining this server with questions. The Apache Software Foundation, which wrote the web server software this site administrator is using, has nothing to do with maintaining this site and cannot help resolve configuration issues.</p>

<hr width="50%" size="8" />

<p>The Apache documentation has been included with this distribution.</p>

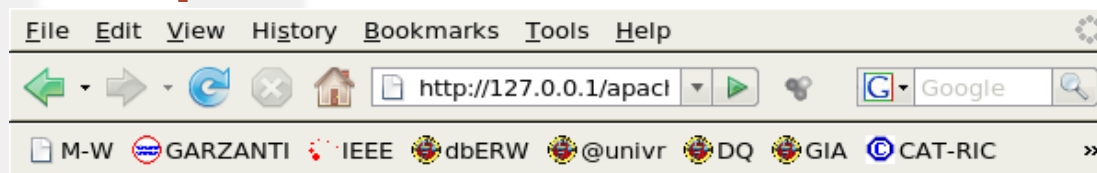
<p>You are free to use the image below on an Apache-powered web server. Thanks for using Apache!</p>

<div align="center"></div>

</body>

</html>

Esempio: risultato sul client



If you can see this, it means that the installation of the [Apache web server](#) software on this system was successful. You may now add content to this directory and replace this page.

Seeing this instead of the website you expected?

This page is here because the site administrator has changed the configuration of this web server. Please **contact the person responsible for maintaining this server with questions**. The Apache Software Foundation, which wrote the web server software this site administrator is using, has nothing to do with maintaining this site and cannot help resolve configuration issues.

The Apache [documentation](#) has been included with this distribution.

You are free to use the image below on an Apache-powered web server. Thanks for using Apache!

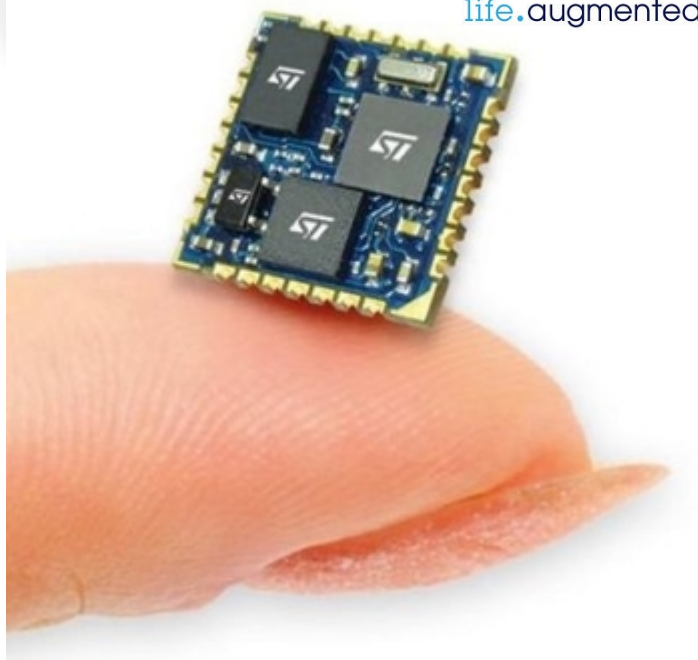


Contenuti restituiti dal server web

- I contenuti restituiti possono essere
 - Statici: pagine, immagini, video, archivi biotech
 - Dinamici: risultati di calcoli, query a database
- Molti tipi di applicazioni possibili
 - Banche dati (ad es. Kegg, NCBI)
 - Commercio elettronico
 - Lettura di posta elettronica
 - Elaborazione distribuita con chiamata remota di metodi (SOAP)
 - Applicazioni collaborative
 - Forum
 - Content/Document Management System (CMS/DMS)
 - Wiki

Wireless Sensor Network

iNEMO



- Nodi di ridotte dimensioni e consumo
- Sensori di parametri biologici e ambientali
- Alimentazione a batteria o “energy harvesting”
- Comunicazioni multi-hop a corto raggio

Tipi di sensori

- Temperatura, umidità, CO, CO₂
 - Vibrazioni, accelerazione, rotazione, bussola
 - Battito cardiaco
 - Livello di ossigeno nel sangue, glicemia
 - Ecc...
-
- Possono essere posizionati nell'ambiente, su macchinari, sul corpo umano o nel corpo umano

Alimentazione

- Batteria ricaricabile o “usa e getta”
- Trasformazione dell'energia presente nell'ambiente in energia elettrica
 - Energia meccanica (effetto piezoelettrico)
 - Energia termica
 - Energia solare
 - Energia elettromagnetica (tramite induzione)

Comunicazioni

- Trasmissione wireless a corto raggio per risparmiare energia
- Comunicazione multi-hop (multi-salto): i nodi sensore fungono anche da router per i vicini

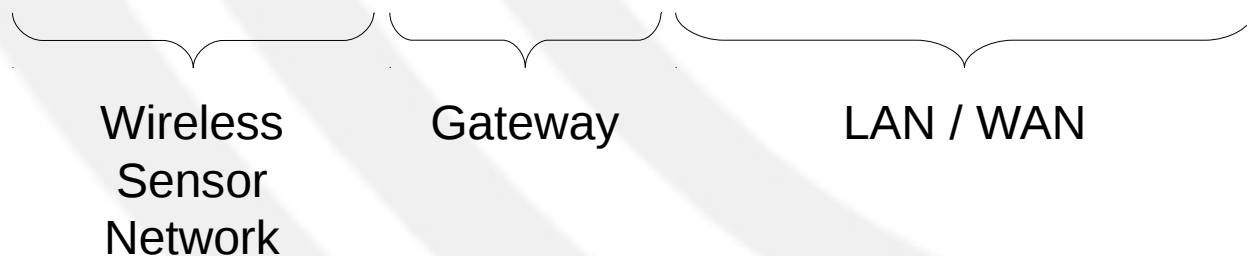


Machine to machine
(M2M)
communications

- Protocolli standard:

- Bluetooth Low-Energy (BTLE)
- ZigBee
- IEEE 802.15.4 e IEEE 802.15.6
- 6LoWPAN
- ANT
- Z-Wave
- Wireless HART
- Wireless M-Bus
- ISA100
- DASH7

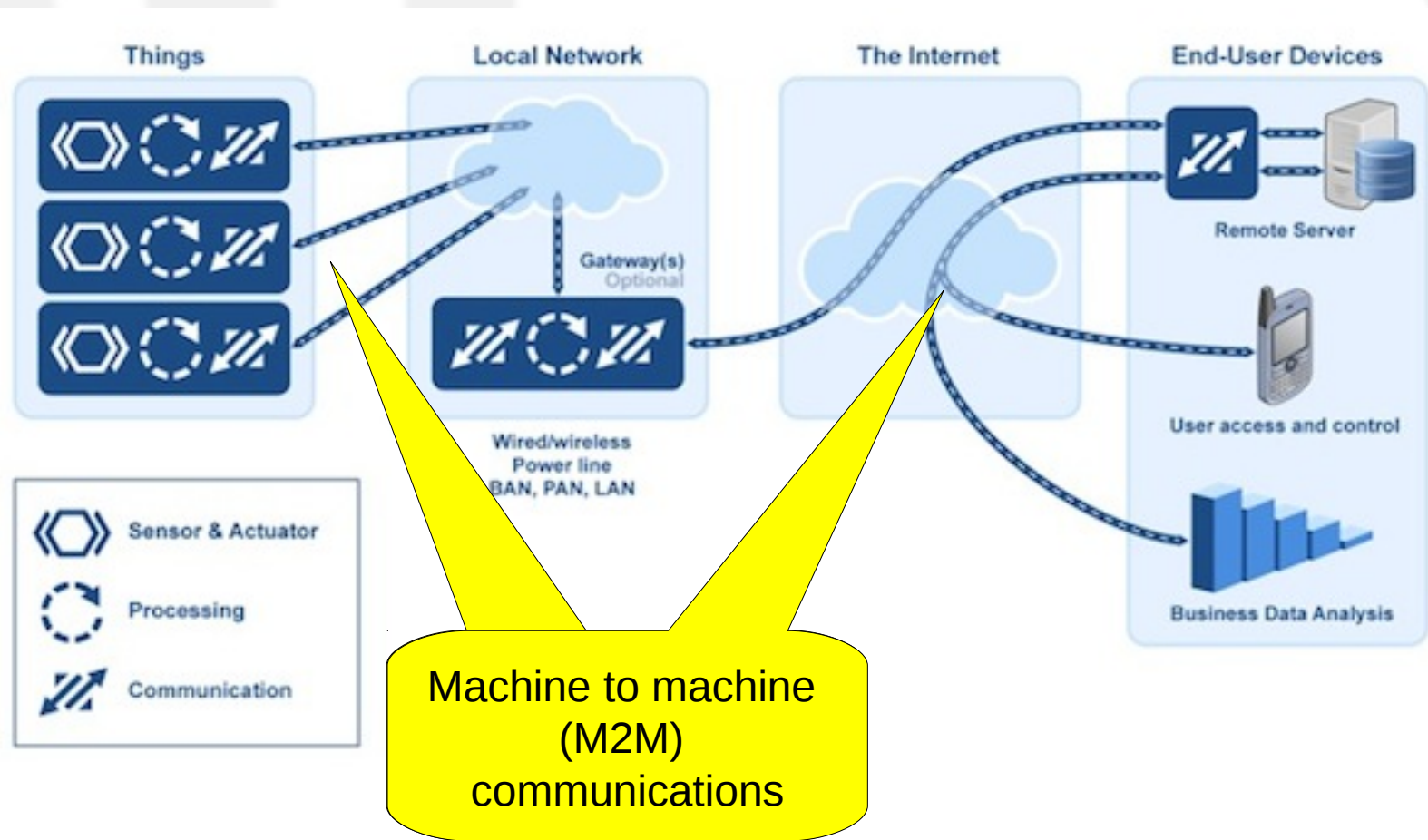
Architettura complessiva



Gateway

- Due interfacce di rete
 - Rete wireless della Wireless Sensor Network (es. Bluetooth)
 - Rete TCP/IP per collegamento con computer tradizionali
- Configurazione e supervisione della Wireless Sensor Network
- Immagazzinamento temporaneo dei dati raccolti

Internet of Things



Machine-to-machine communications

- Collegamento tra sistemi automatici senza l'uomo nel mezzo; ad esempio:
 - sensori e gateway
 - gateway e server in Internet
 - macchina per le analisi di laboratorio e database server
- Nell'interfaccia uomo-macchina l'ergonomia è la regola di progetto
- Nell'interfaccia macchina-macchina le linee guida sono:
 - protocolli standard
 - rappresentazione dei dati indipendente dalla macchina
 - rappresentazione standard dell'interazione tra dati

Machine-to-machine communications (2)

- **Protocolli di comunicazione standard** in modo che siano indipendenti dal tipo di rete e macchina
 - IEEE 802.15.4 (sensori wireless)
 - TCP/IP
 - HTTP
- **Rappresentazione dei dati** indipendente dalla macchina (es. la codifica dei numeri e delle stringhe deve essere la stessa su tutte le macchine che interagiscono)
 - Abstract Syntax Notation (ASN.1)
 - XML
 - Serializzazione Java

Machine-to-machine communications (3)

- Rappresentazione standard e astratta dei dati da leggere e scrivere
 - Chiamata a funzioni remote
 - Remote Procedure Call (RPC)
 - Oggetti
 - Java Remote Method Invocation (RMI)
 - CORBA
 - SOAP
 - Attributi da leggere e scrivere
 - Profili ZigBee
 - Risorse web
 - REST