

Comunicazione tra sistemi automatici

Davide Quaglia

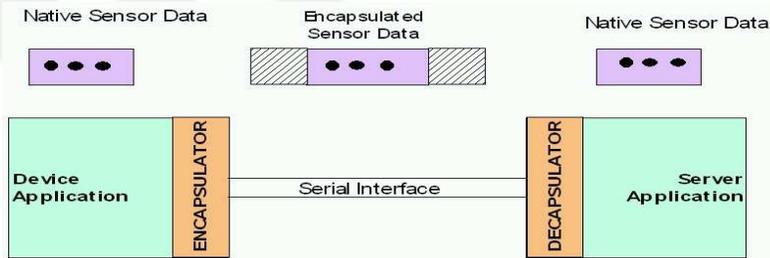
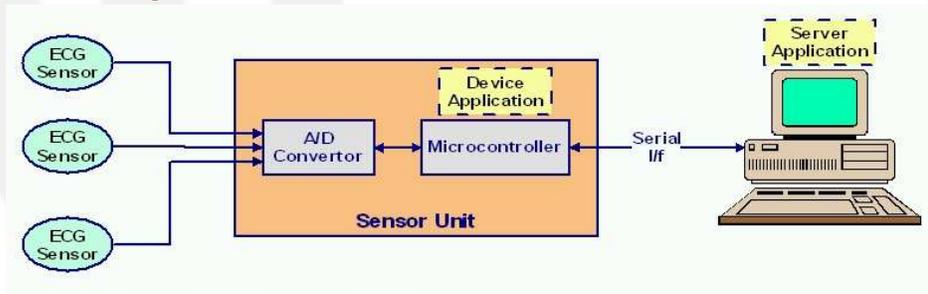
1

Reti di Calcolatori e loro importanza

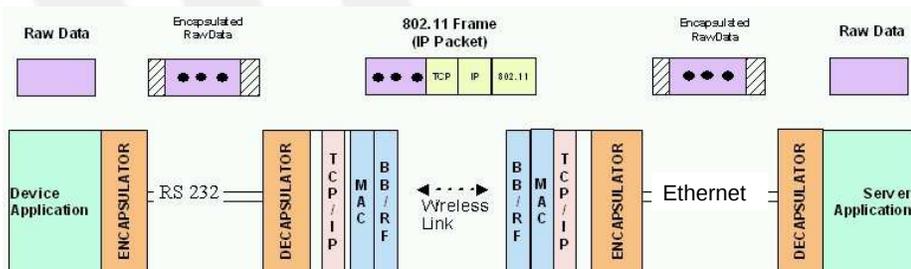
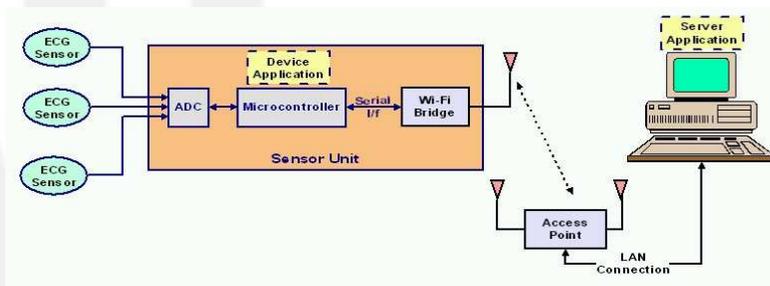
- **Definizione**
 - Interconnessione di unità autonome di elaborazione dati
 - Supercomputer
 - Personal computer
 - Sistemi embedded
- **Importanza:**
 - Raccolta, elaborazione e distribuzione dell'informazione

2

Importanza in un laboratorio



Importanza in un laboratorio (2)



Classificazione delle reti

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

Classificazione per dimensioni

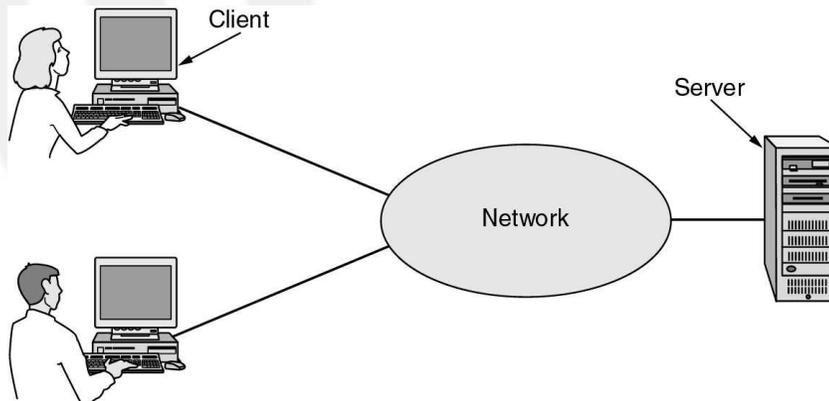
- Personal Area Network (PAN)
 - Local Area Network (LAN)
 - Aziendali
 - Domestiche
 - Metropolitan Area Network (MAN)
 - Wide Area Network (WAN)
- } Stessi protocolli
- } Utilizzo di risorse pubbliche
- NOTA: oggi la differenza tra LAN e MAN è di tipo legale più e riguarda l'utilizzo o meno di risorse pubbliche (sottosuolo, frequenze radio)

Classificazione per dimensioni (2)

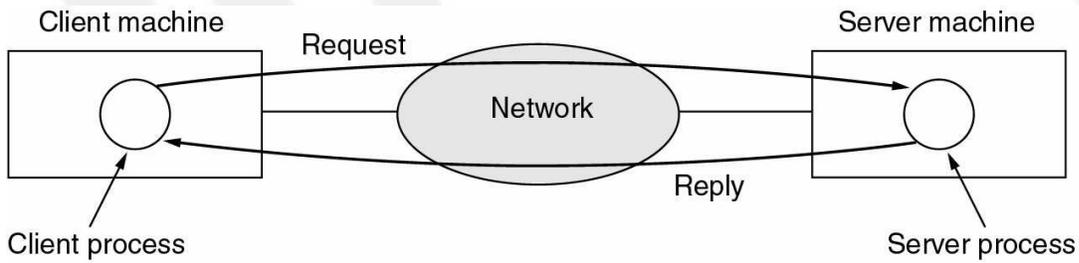
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	Local area network
3 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

Modello client-server

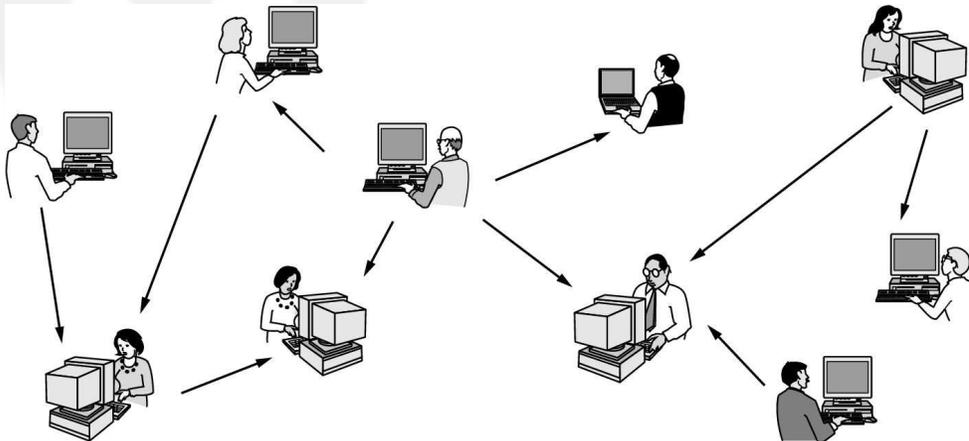
- Rete con 2 client e 1 server.



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
- ATT: 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).
- Se il bitrate emesso da un end-system è maggiore della capacità totale del percorso si perde informazione.

Topologie di rete

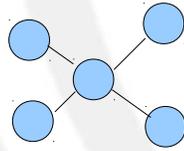
- Rete = Nodi + Canali di trasmissione

- Link semplice

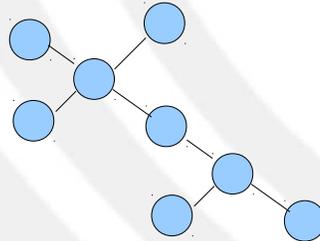


- Stella

– Semplice



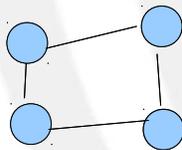
– Albero



Topologie di rete (2)

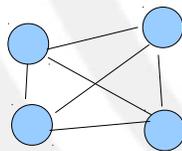
- Rete = Nodi + Canali di trasmissione

- Anello

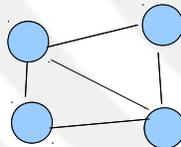


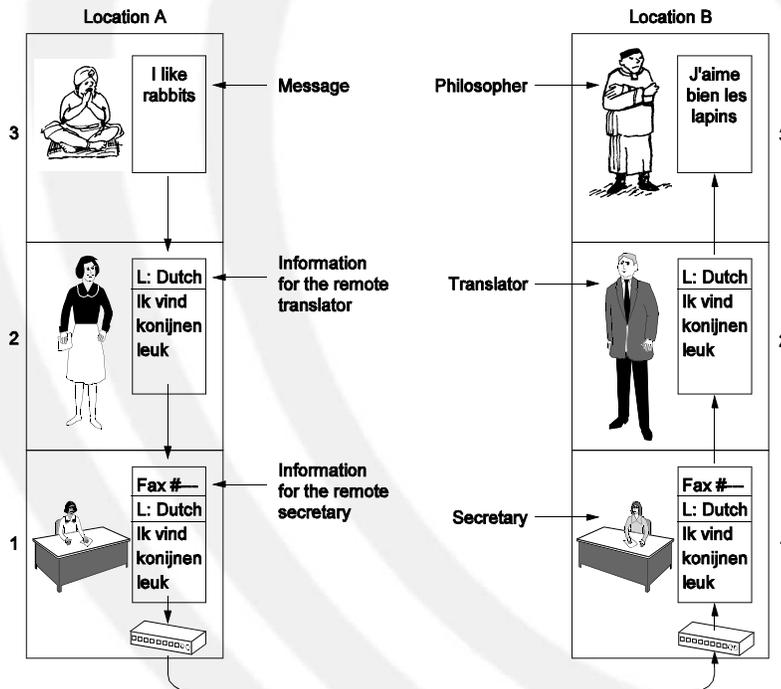
- Maglia

– Completa

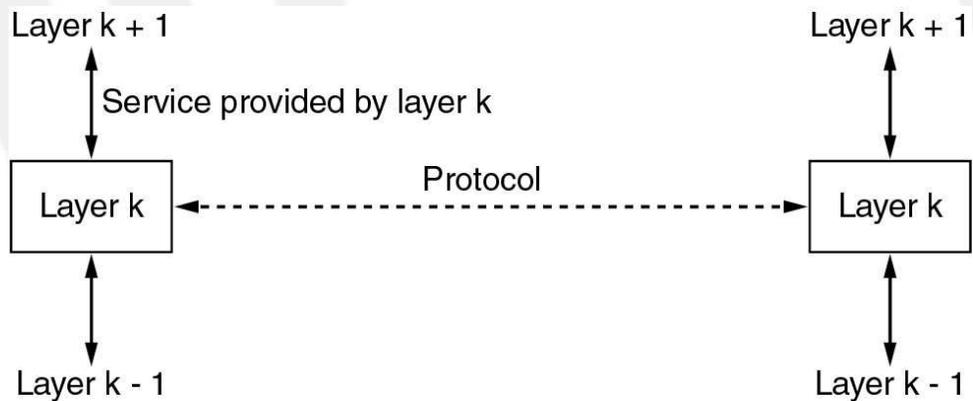


– Incompleta



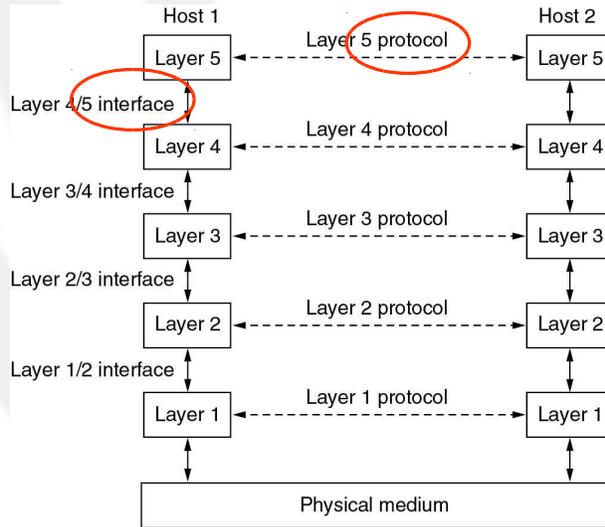


Entita', Servizi e Protocolli



Le entita' di livello possono essere HW o SW (driver, S.O., applicazioni).

Pila di protocolli (protocol stack)



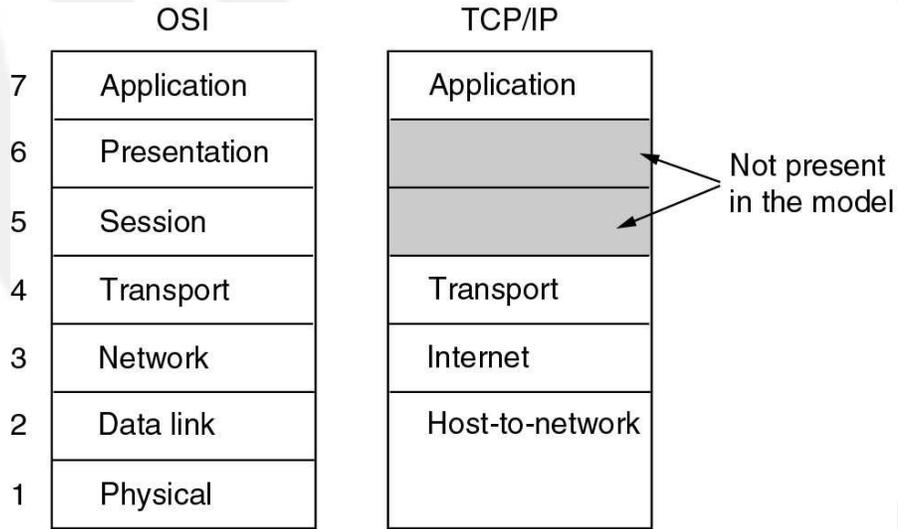
17

Problematiche di un protocollo

- Indirizzamento
- Rilevazione e recupero pacchetti mancanti, errati o fuori sequenza
- Controllo di flusso
- Frammentazione e ri-assemblaggio
- Instradamento (routing)
- Questi problemi sono affrontati a livelli della pila dei protocolli

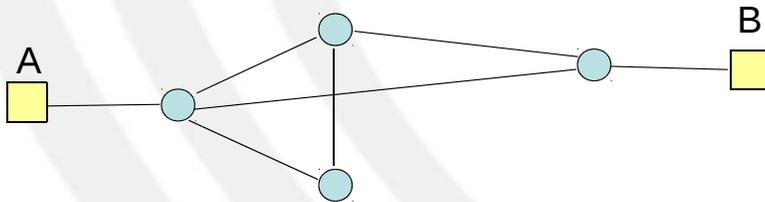
18

Modello TCP/IP e confronto



Commutazione

- Come instradare i dati trasmessi tra A e B attraverso la rete ?



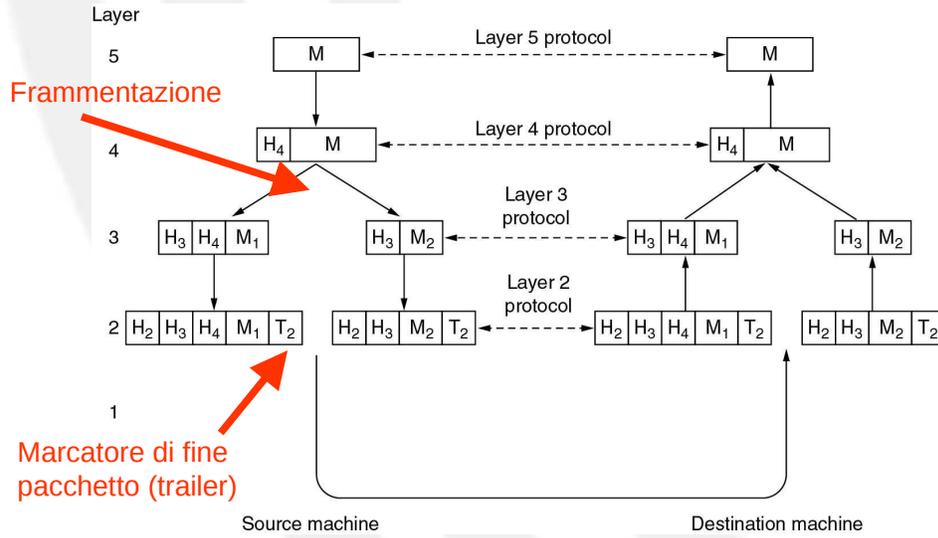
Commutazione di circuito

- Viene stabilito un percorso fisso tra A e B **per tutto il tempo** della trasmissione
- **Tutti i dati** seguono tale percorso come se fosse un “filo” continuo in cui far scorrere i bit uno ad uno.
- Basso ritardo e capacità totale costante
- Possibile spreco di risorse
- Nato per le telefonate analogiche e poi applicato anche a quelle digitali (sia fisse che cellulari)
 - ISDN
 - GSM

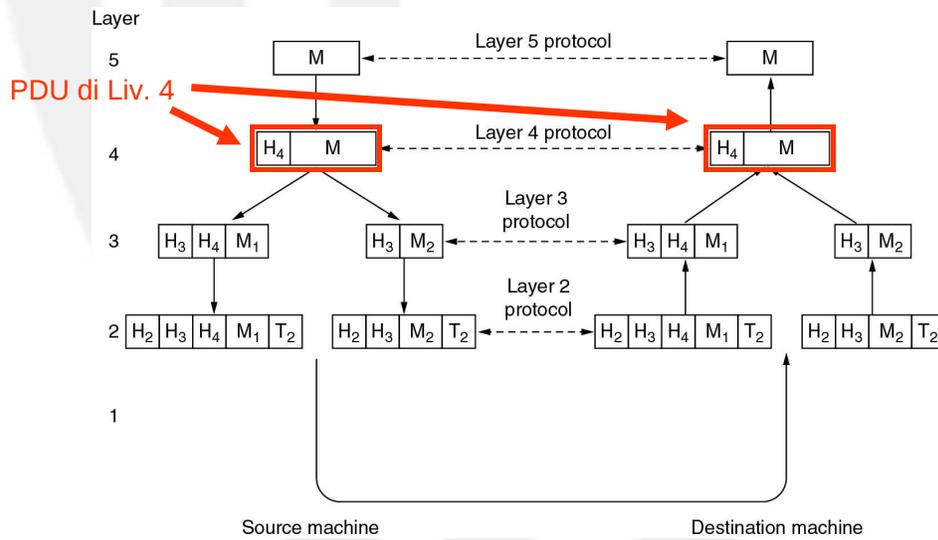
Commutazione di pacchetto

- I bit vengono raggruppati in “pacchetti”.
- I pacchetti contengono informazioni che consentono l'instradamento attraverso i nodi.
- In una trasmissione tra A e B i pacchetti possono fare tutti lo stesso percorso oppure no.
- Migliore utilizzo delle risorse in presenza di traffico “a raffica” (tipico dei dati).
- Da questo momento, quando non specificato, parliamo di reti a commutazione di pacchetto.

Imbustamento multiplo



Protocol data unit (PDU)



Ack, controllo di flusso e ritrasmissione

- Il più semplice schema di conferma è Stop & wait
 - controllo di flusso e acknowledge
 - Perdita di pacchetti: serve un numero di sequenza da 1 bit
- Piggy-back acknowledge in caso di trasmissione di dati nella direzione opposta
- Se il prodotto capacità_canale*ritardo_canale è grande la soluzione Stop&wait porta ad uno scarso utilizzo del canale perché c'è troppa attesa
 - Protocolli sliding window

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 (ack) e ordinata dei pacchetti
 - (opzionale) controllo di flusso
- Connection-less
 - Datagram
 - Può essere
 - Confermato (*acknowledged*)
 - Non confermato (*unacknowledged*)

Livello fisico

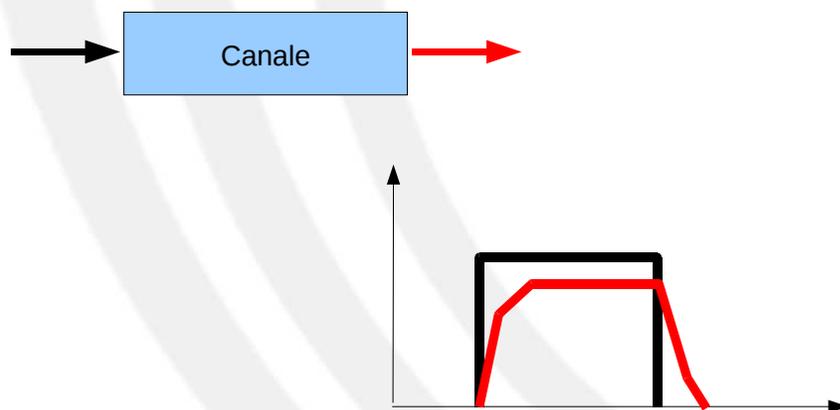
Obiettivi del livello fisico

- 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
- Combattere i “nemici” della trasmissione

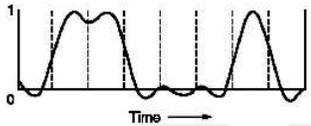
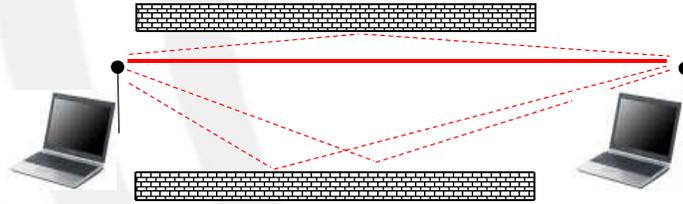
Nemici della trasmissione

- **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

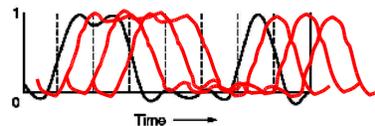
Esempio di attenuazione



Esempio di distorsione: cammini multipli



Segnale originale



Segnale ricevuto

Esempio di interferenza

Segnale originale



Onda 1



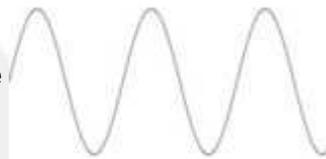
Rumore



Onda 2



Segnale risultante



Onda 1

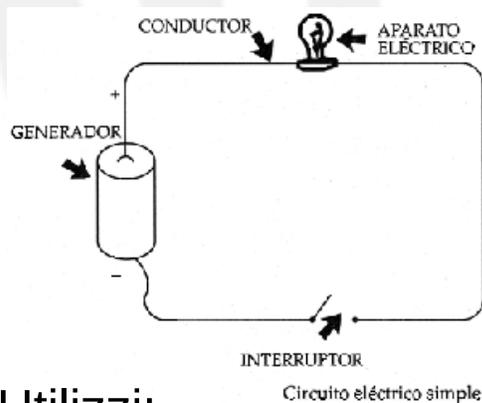
+ Onda 2



Trasmissione su cavo

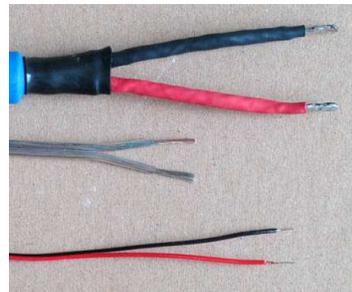
- Cavo di rame
 - Trasmissione sbilanciata
 - Coppia parallela
 - Coppia coassiale
 - Trasmissione bilanciata o differenziale
 - Doppino ritorto (copper twisted pair cable)
- Fibra ottica

Trasmissione sbilanciata

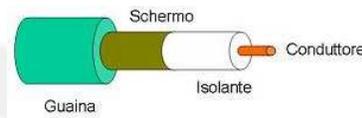


Utilizzi:

- Seriale RS-232



Coppia parallela



Cavo coassiale

Trasmissione bilanciata o differenziale

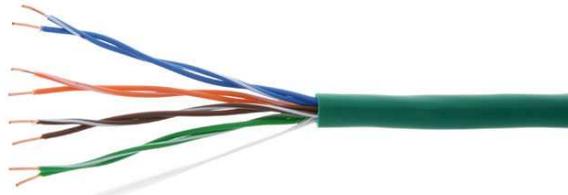
- L'informazione viene letta come differenza di due segnali
- Non serve un riferimento di massa comune tra trasmettitore e ricevitore
- Due fili per portare l'informazione → la coppia di fili è chiamata **doppino**
- Una interferenza esterna si manifesta uguale sui due fili e l'effetto viene annullato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

Trasmissione bilanciata o differenziale

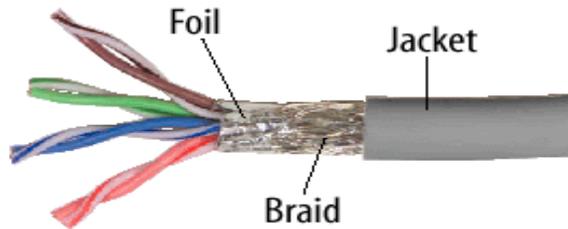
- Utilizzi:
 - USB, Firewire
 - Telefonia, ADSL
 - LAN su rame (Ethernet)
 - Bus di campo (CAN, Fieldbus)

Tipologie di doppino

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



Doppino schermato:
shielded twisted pair
(STP)



37

Doppino in rame non schermato



(a)



(b)

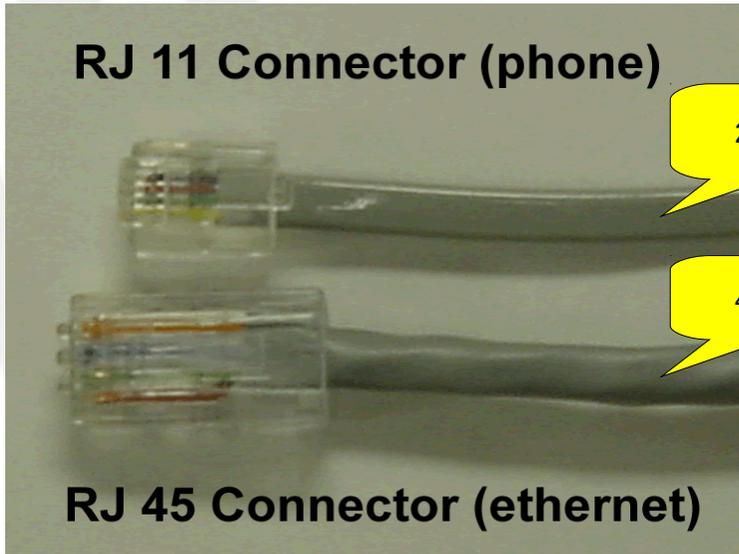
(a) UTP di categoria 3

(b) UTP di categoria 5

38

Connettori per doppino

RJ 11 Connector (phone)



2 coppie

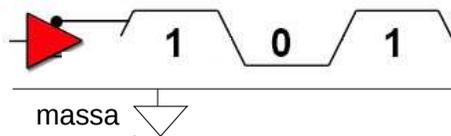
4 coppie

RJ 45 Connector (ethernet)

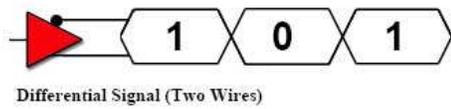
RJ45



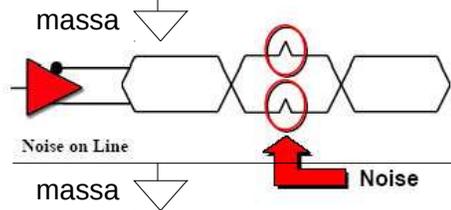
Trasmissione sbilanciata vs. bilanciata o differenziale



Trasmissione sbilanciata



Trasmissione differenziale



Trasmissione differenziale con annullamento dell'effetto dell'interferenza

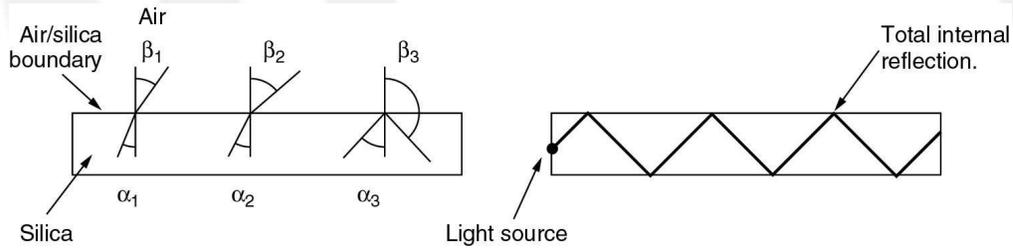
41

Trasmissione sbilanciata vs. bilanciata

- Si assuma di avere N canali indipendenti in parallelo, ad es.
 - un canale TX e uno RX
 - 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

42

Fibra ottica

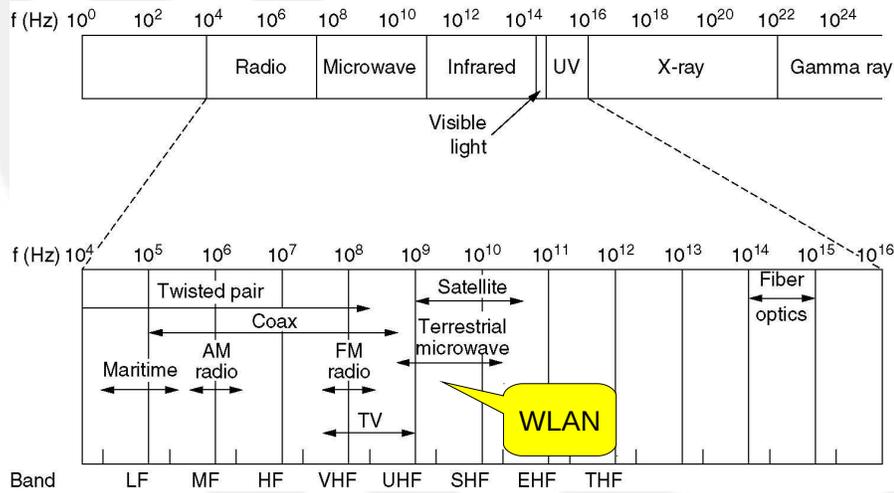


- **Utilizzi:**
 - Trasmissioni in ambienti con elevato rumore elettromagnetico (es. fabbriche)
 - Necessità di disaccoppiamento elettrico (es. appl. mediche)
 - Altissima capacità

Fibra ottica



La trasmissione radio

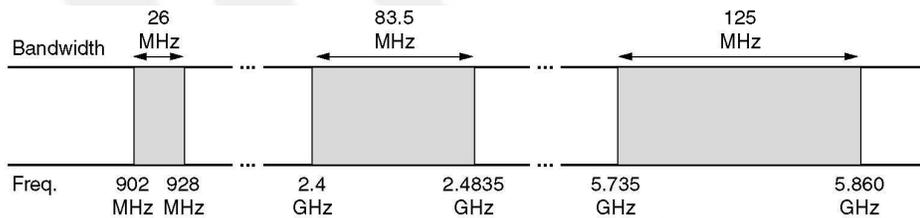


La trasmissione radio

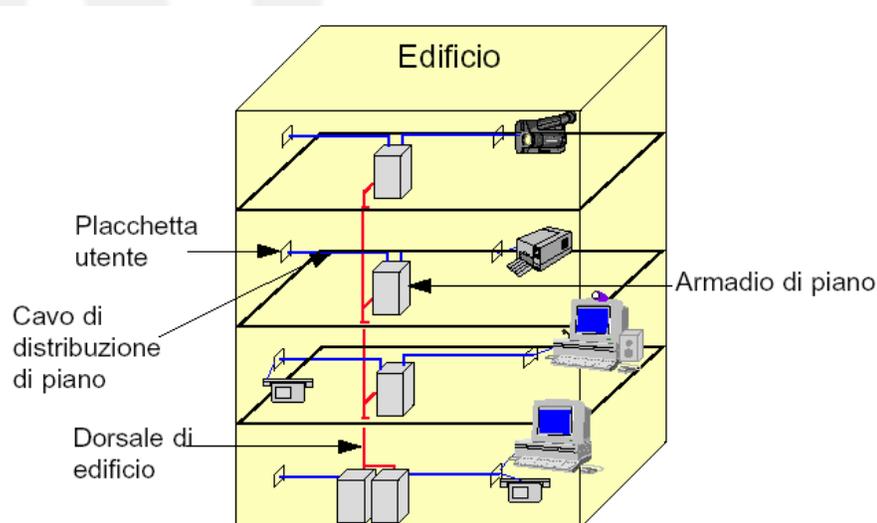


Assegnazione delle frequenze radio

- 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

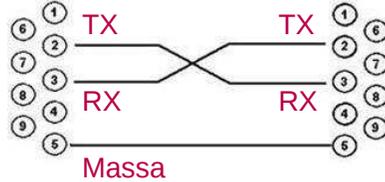
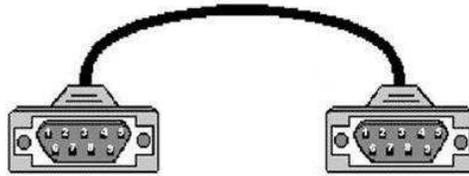
Trasmissione sincrona e asincrona

- 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.

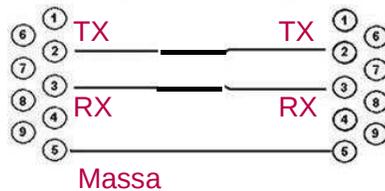
RS-232

- Standard per la trasmissione seriale asincrona nato per collegare PC al modem
- Trasmissione elettrica sbilanciata
 - Un filo per trasmettere
 - Un filo per ricevere
 - Filo di massa
- Capacità
 - fino a 1 Mb/s con cavo di 1-2 m
 - fino a 19200 b/s con cavo di 15 m

Collegamenti RS-232

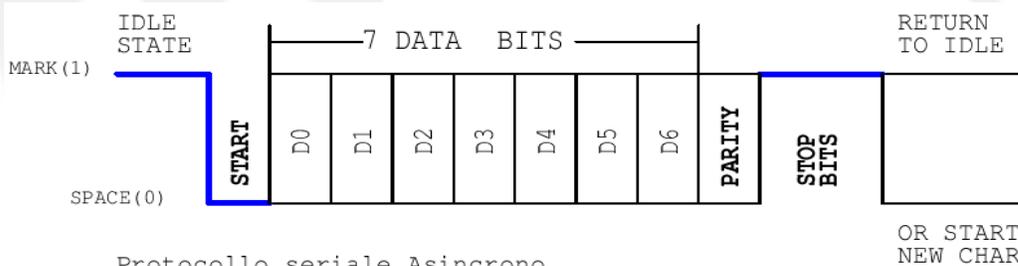


Cavo incrociato
o Null Modem



Cavo dritto

Protocollo RS-232



- Il livello di Idle è alto per rilevare la rottura della linea
- Il bit di start è sempre 0
- Il numero di bit di dato può essere 5, 6, 7, 8
- Il reciproco del tempo di trasmissione di un bit è detto baud rate
- La parità può essere pari, dispari oppure non esserci
- I bit di stop sono sempre a livello 1 e possono essere 1, 1.5, 2

Protocollo RS-232

- Sia il ricevitore che il trasmettitore devono essere predisposti con gli stessi valori di
 - baud rate (es. 9600, 19200, ecc...)
 - numero di bit di dato
 - presenza della parità e tipo
 - numero di bit di stop

Successori di RS-232

- 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 + 1 coppia per RX
 - 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

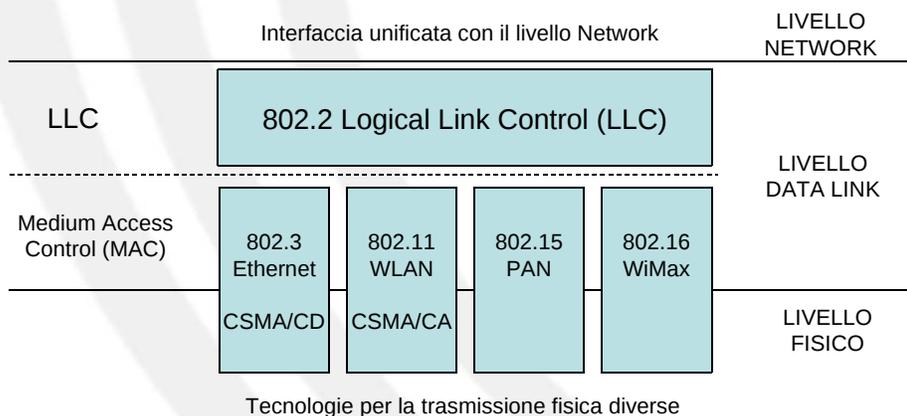
- RS-232, USB, Firewire sono protocolli punto-punto, cioè collegano coppie di macchine
- Per collegare tra loro N macchine occorrerebbero $N(N-1)$ cavi e connettori !
- Occorre introdurre un canale condiviso e delle regole per
 - identificare univocamente le macchine
 - decidere il turno di utilizzo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

Livello Datalink

Problematiche del livello Datalink

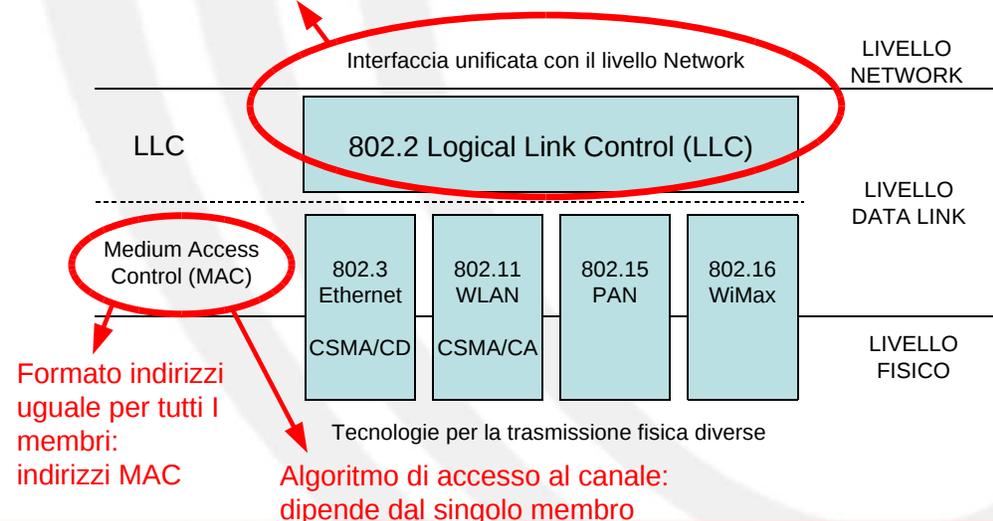
- Situazione
 - Apparecchiature indipendenti
 - Canale ad alta capacita' ma condiviso da piu' stazioni
- Problemi
 - Individuare univocamente le macchine
 - Stabilire chi in ogni istante utilizza il canale
 - Definire il concetto di pacchetto
- Soluzione: famiglia di standard IEEE 802.qualcosa

Famiglia IEEE 802.X



Famiglia IEEE 802.X

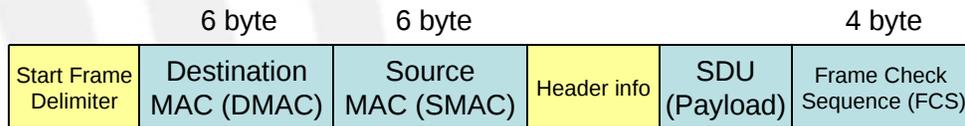
Protocollo Internet e applicazioni (web, email, ecc) funzionano indipendentemente da Ethernet, WLAN, ecc...



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

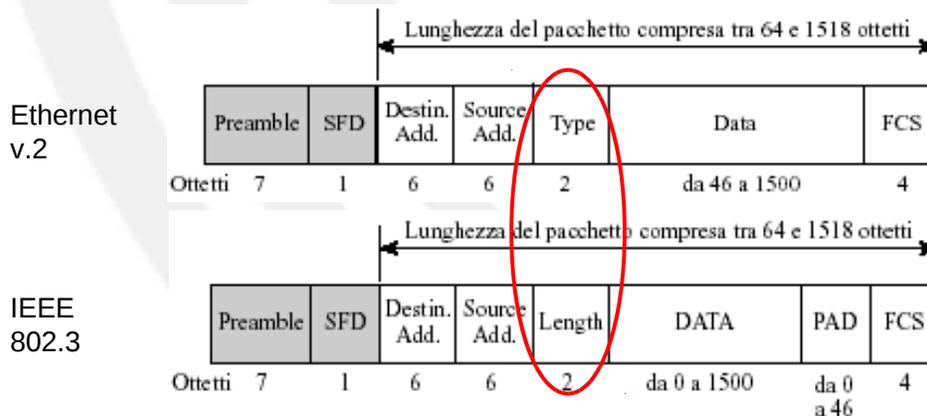
Formato del pacchetto MAC (detto volgarmente frame)



- 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



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. trasmettenti 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

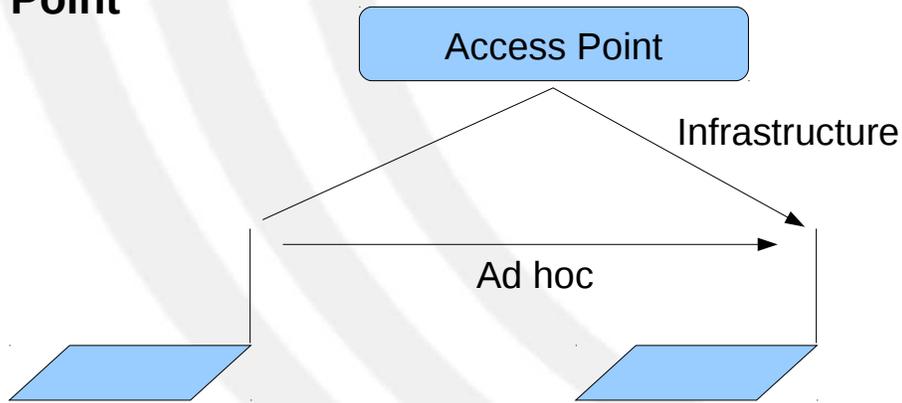
- Staz. fisse e mobili in ambito locale
 - Bassa velocità di spostamento (<20 km/h)
 - Max 1 km di raggio
- Bande ISM centrate su 2.4 GHz e 5 GHz
- Potenza tra 10mW a 100mW
 - Riduzione interferenze
 - Aumento della durata batterie
 - Minore inquinamento elettromagnetico

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

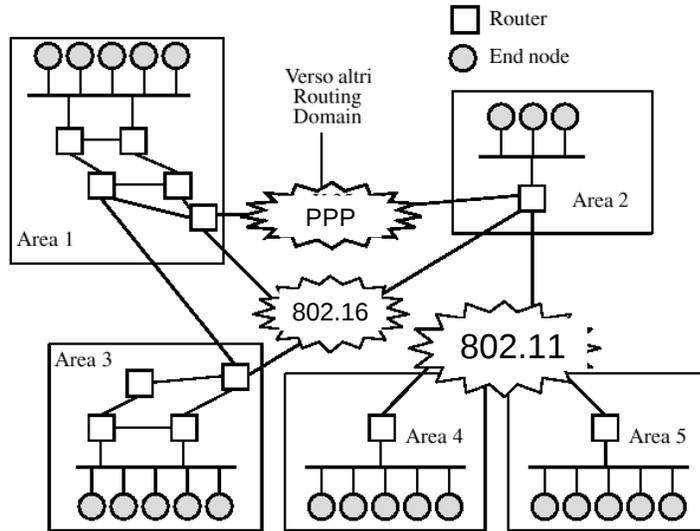
Motivazioni

- 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

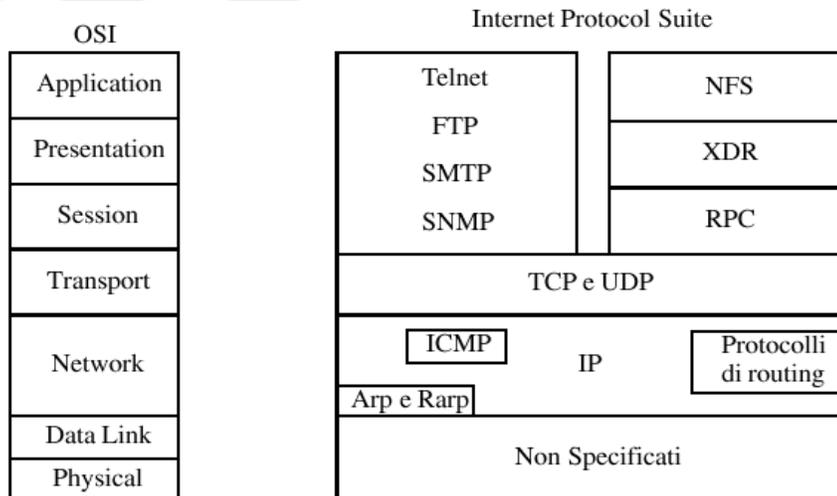
- Aggregazione di reti di livello 2 per creare reti molto grosse (fino a Internet mondiale)
- Indirizzamento delle stazioni indipendente dallo standard di livello 2
- Routing: trovare la strada (migliore) tra due nodi qualsiasi della rete globale
- Gestione delle diverse MTU mediante frammentazione e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

Aggregazione di reti di liv. 2



77

Architettura TCP/IP



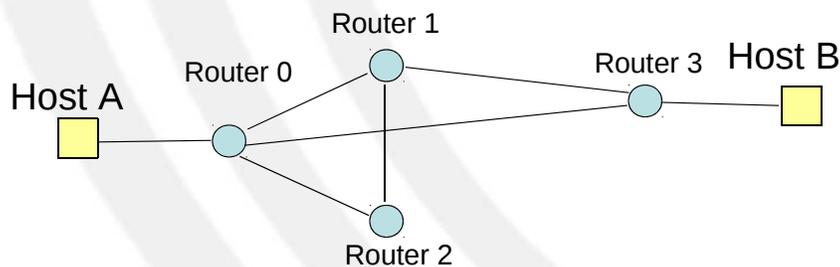
78

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)

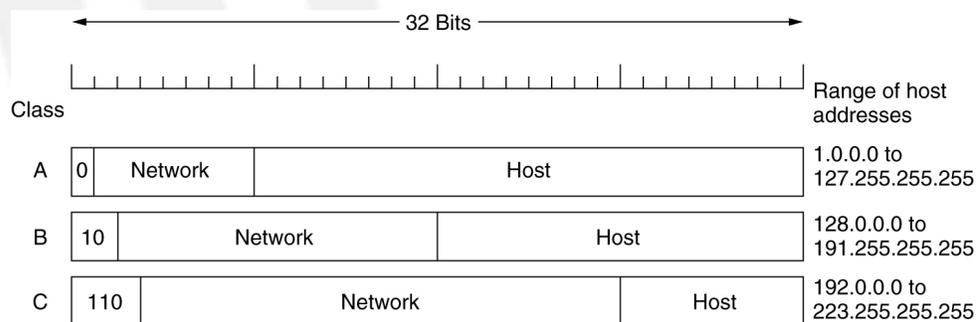
Indirizzi IP

- 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

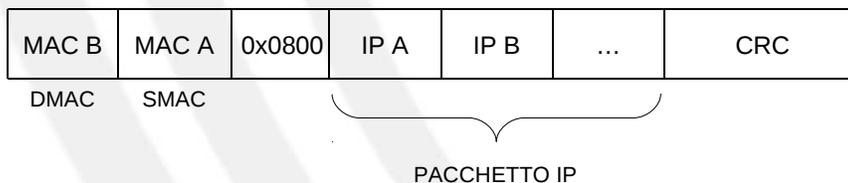
- Ogni interfaccia conosce:
 - Il proprio IP
 - La lunghezza della parte network (ufficiale o netmask)
 - IP di un router (default GW)
- Si confronta la parte dell'IP destinatario corrispondente alla parte network del proprio IP. Si verificano due casi:
 - Uguali: raggiungibilità diretta sulla rete di 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

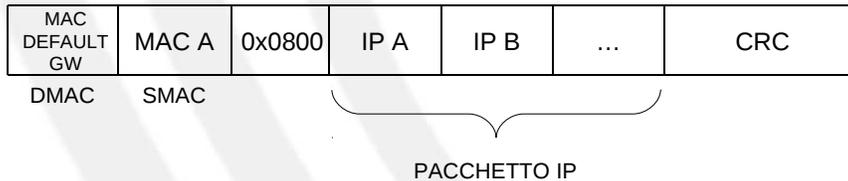
Formato di un frame MAC per l'invio di un pacchetto IP tra 2 host (da A a B) della stessa sottorete IP:



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)

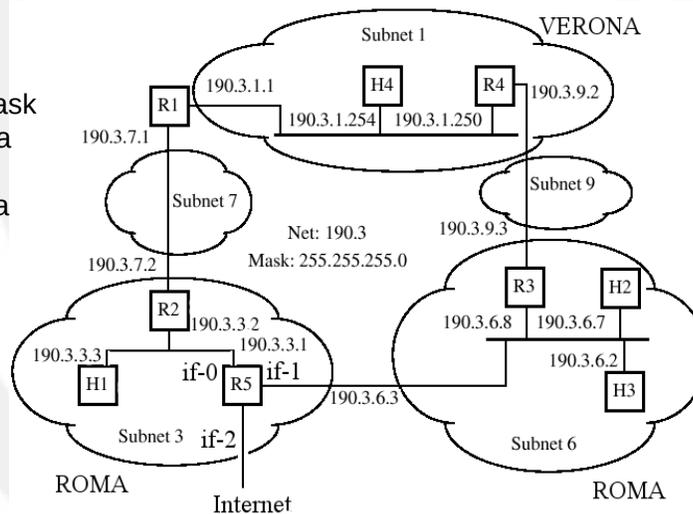
Formato di un frame MAC per l'invio di un pacchetto IP tra 2 host (da A a B) appartenenti a sottoreti IP **diverse**:



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

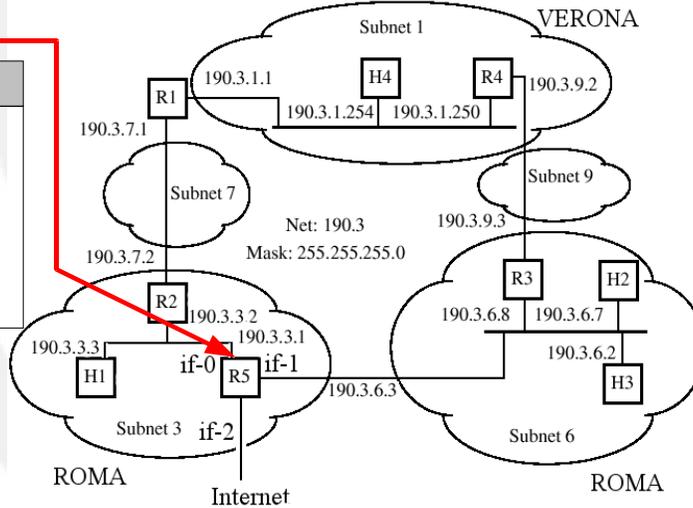


Routing tra subnet diverse

Tabella di instradamento

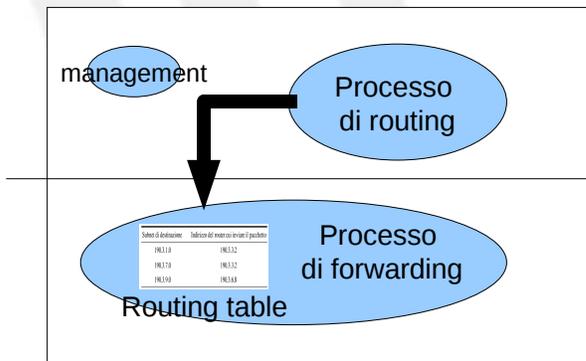
Destinazione	IFacc
190.3.6.0/24	if-1
190.3.3.0/24	if-0
190.3.1.0/24	if-0
190.3.7.0/24	if-0
190.3.9.0/24	if-1
default	if-2

Inserite automaticamente dal router per conoscenza diretta



Architettura di un router

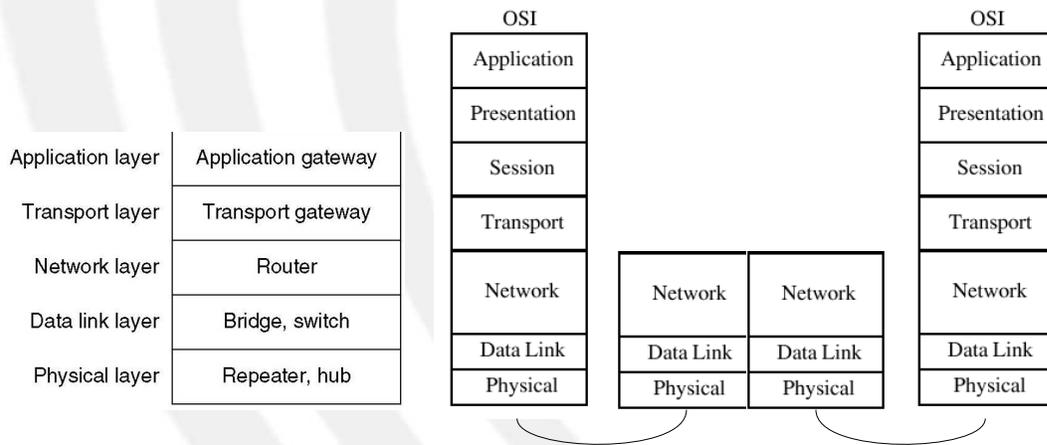
- Il **routing** è diverso dal **forwarding**
- Marche: Cisco, Juniper, HP, ...



Piano di controllo
(in software per maggiore facilità di implementazione)

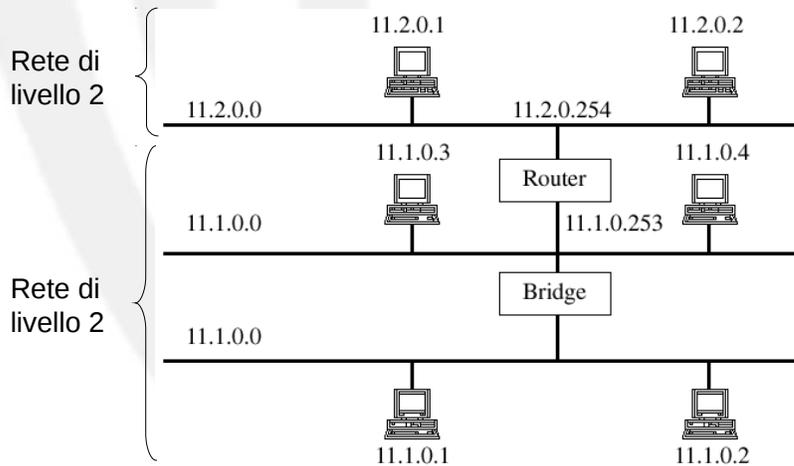
Piano dei dati
(in hardware per aumentare la velocità)

Router vs. switch/bridge



Un router lavora a livello Network

Router vs. switch/bridge

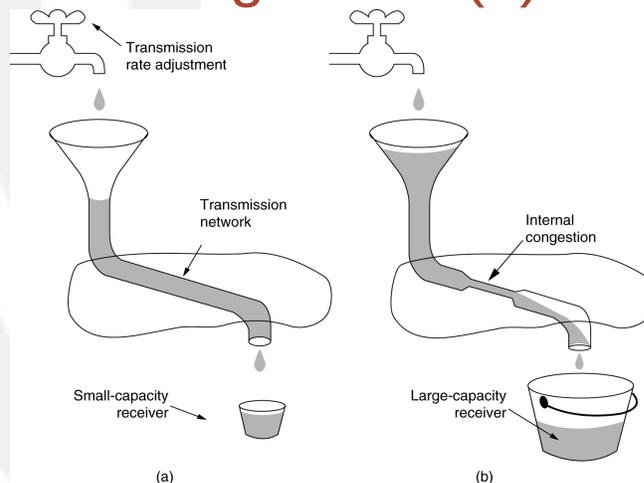


Congestioni

- 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

95

Congestioni (2)



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

96

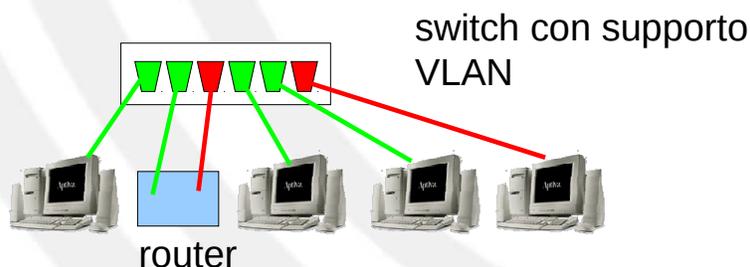
Virtual LAN

- 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)

97

Virtual LAN (2)

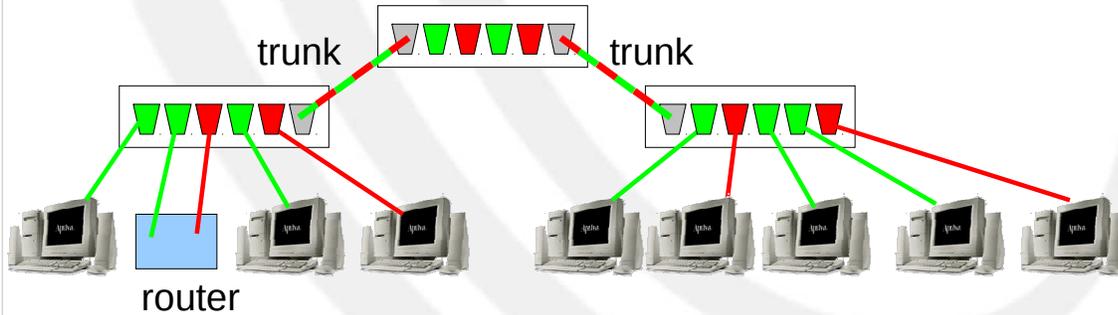
- Separazione di stazioni tra LAN diverse anche se collegati allo stesso switch
 - L'amministratore decide l'assegnazione delle porte tramite SW di net-management
 - Assegnazione facile da cambiare senza spostare cavi



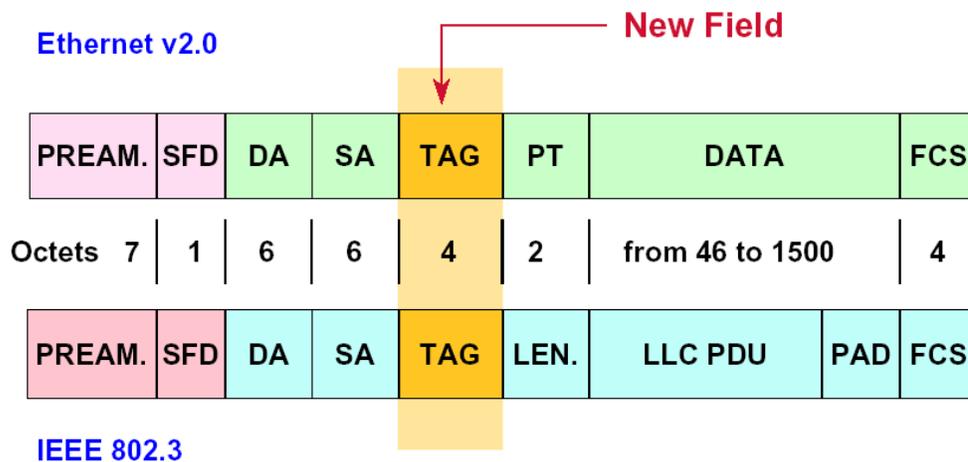
98

Virtual LAN (3)

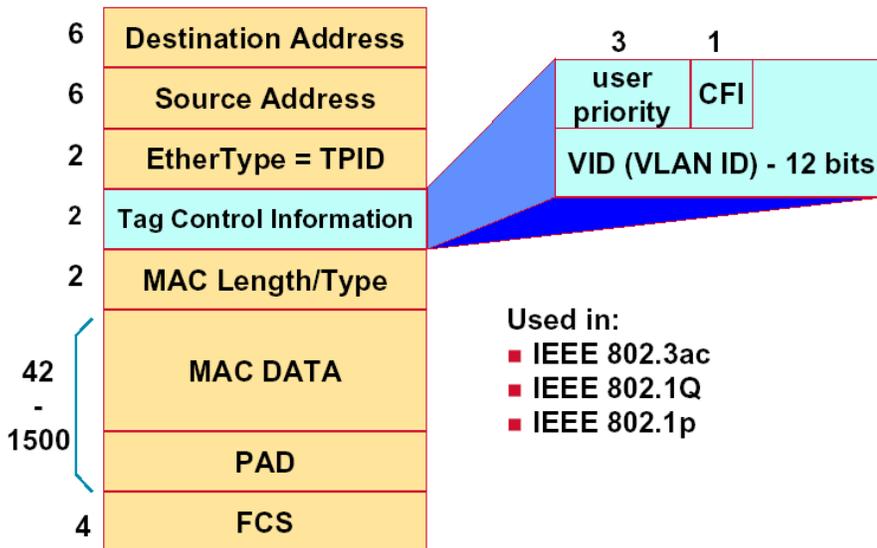
- Come distribuire VLAN su più switch?
 - Occorre scrivere un ID della VLAN nella trama ethernet (standard VLAN 802.1Q)
 - Può essere aggiunto o rimosso dagli switch LAN
 - Non crea problemi di compatibilità con le stazioni
 - Utile per dare priorità



VLAN 802.1Q



VLAN 802.1Q

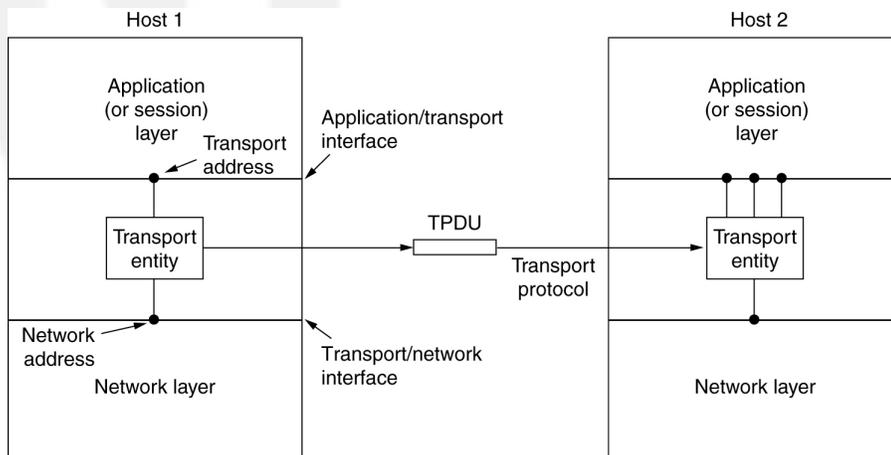


Livello Trasporto

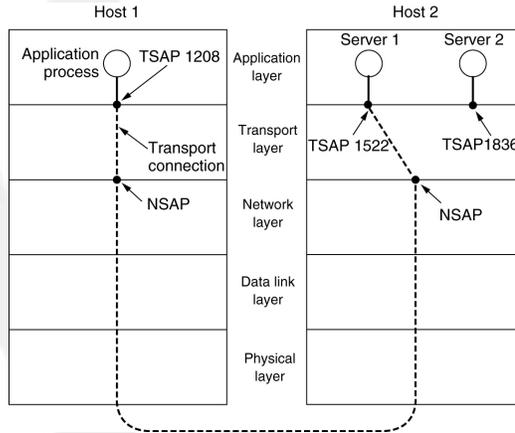
Motivazioni

- 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

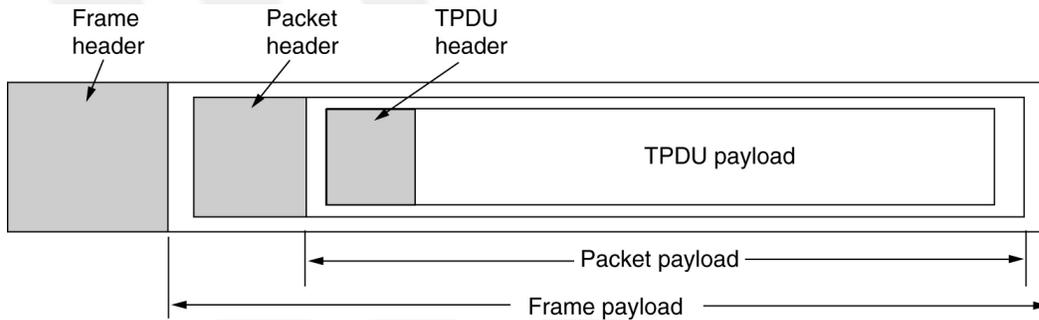


Indirizzamento e multiplexing

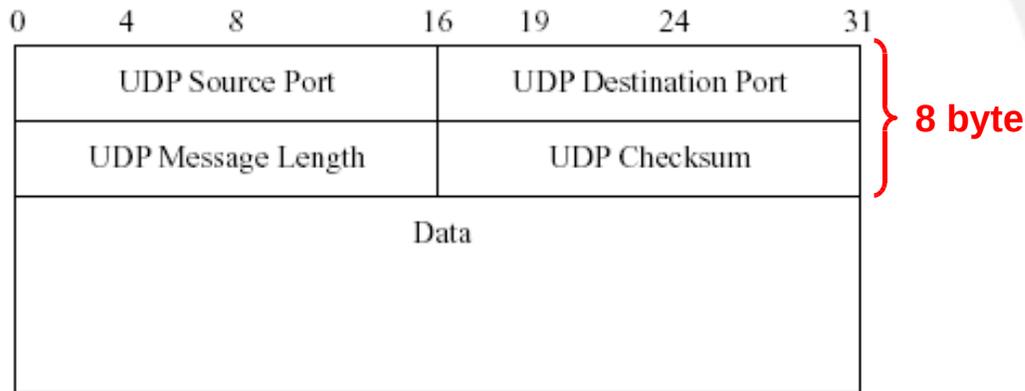


Indirizzo visto dall'applicazione --> NSAP:TSAP
 es: 157.27.242.32:3450

Imbustamento



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

111

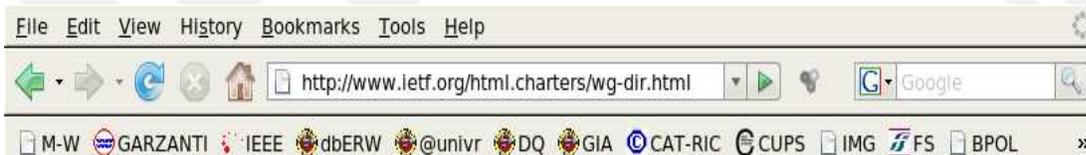
World Wide Web

112

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 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

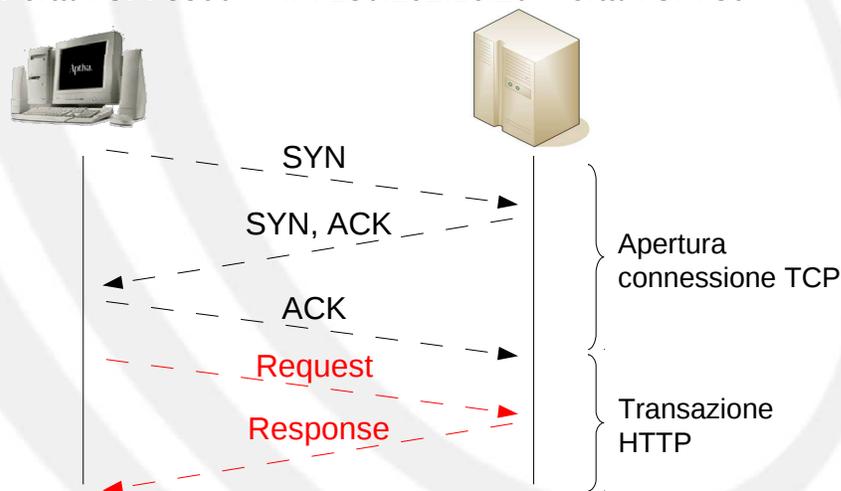


1. Il browser determina l'URL (o digitata o cliccata)
2. Il browser chiede al DNS locale l'IP di www.ietf.org
3. Il DNS risponde con 64.170.98.32
4. Il browser apre una conn TCP
5. Il browser **richiede** la pagina
6. Il server **invia** la pagina HTML
7. Il browser chiude la conn TCP e visualizza la pagina HTML
8. Il browser **richiede** 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: 130.192.16.20

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

117

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

118

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)

```
...

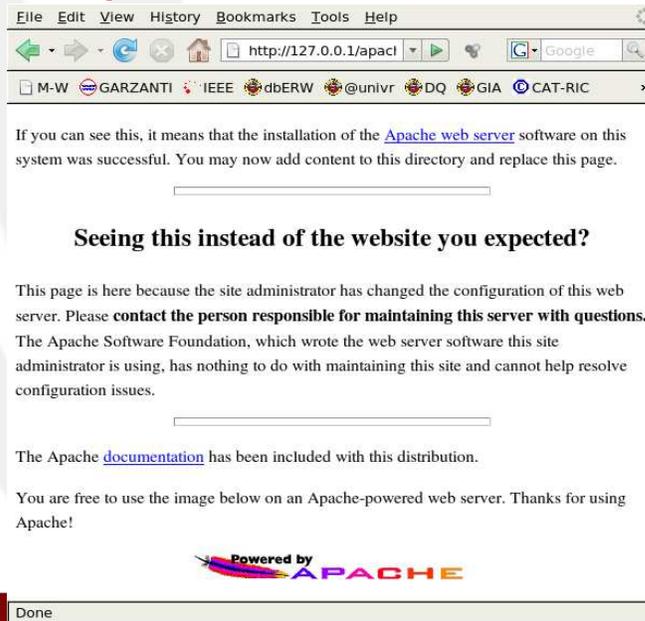
<p>This page is here because the site administrator has changed the
configuration of this web server. Please <strong>contact the person
responsible for maintaining this server with questions.</strong>
The Apache Software Foundation, which wrote the web server software
this site administrator is using,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

<hr width="50%" size="8" />
<p>The Apache <a href="/manual/">documentation</a> 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



121

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

122