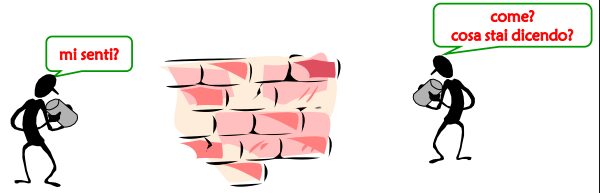


Architettura di un sistema di comunicazione

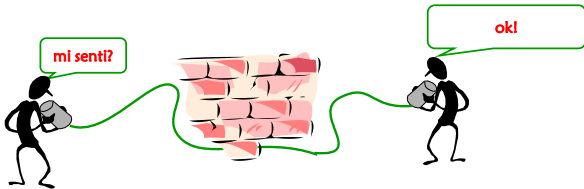
I requisiti per la comunicazione /1

E' necessario che esista un **canale fisico di comunicazione** adatto (requisito per la **connessione**)



I requisiti per la comunicazione /1

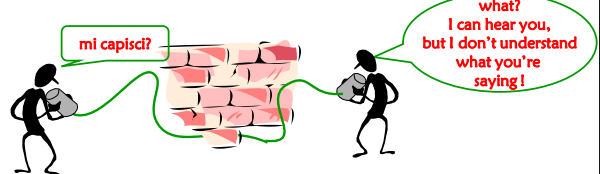
E' necessario che esista un **canale fisico di comunicazione** adatto (requisito per la **connessione**)



☒ occorre predisporre una **infrastruttura telematica**:
cavi, antenne, centrali, satelliti, calcolatori, ...

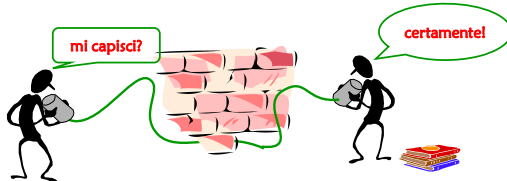
I requisiti per la comunicazione /2

E' necessario che si **parli la stessa lingua** (requisito per **trasmettere** l'informazione)



I requisiti per la comunicazione /2

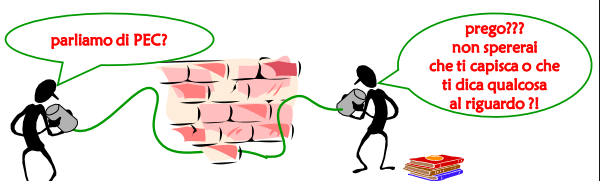
E' necessario che si **parli la stessa lingua** (requisito per **trasmettere** l'informazione)



☒ occorre stabilire un **protocollo di base comune**:
delle regole per interpretare i segnali "a basso livello"

I requisiti per la comunicazione /3

E' necessario che si **abbiano competenze comuni** (requisito per **applicare** l'informazione)



I requisiti per la comunicazione /3

E' necessario che si **abbiano competenze comuni** (requisito per **"applicare"** l'informazione)

☒ occorre stabilire un **protocollo applicativo comune**: delle regole per interpretare i segnali "ad alto livello"

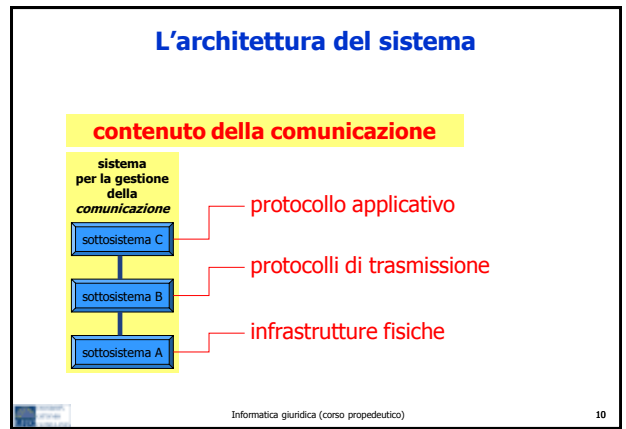
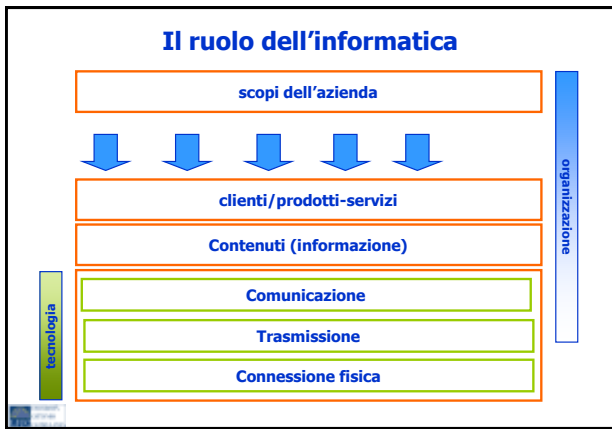
Informatica giuridica (corso propedeutico) 7

La comunicazione, finalmente!

Se le precedenti condizioni (di **connessione**, **trasmissione** e **"applicazione"**) sono soddisfatte, si può dialogare ...

☒ la comunicazione si realizza **come se** esse non fossero più necessarie ("trasparenza" dei protocolli e dell'infrastruttura)

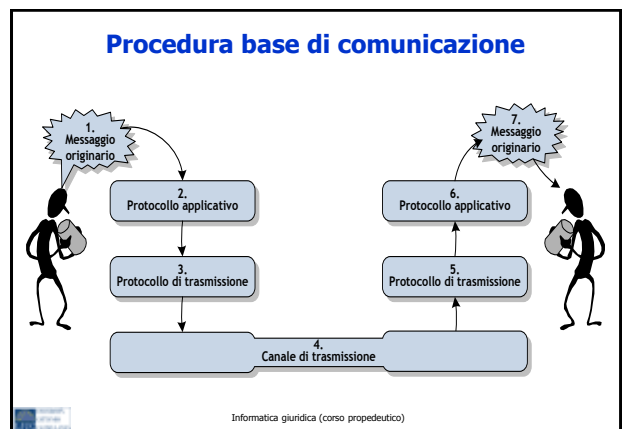
Informatica giuridica (corso propedeutico) 8



Procedura base di comunicazione

- il mittente stabilisce il contenuto del messaggio che intende comunicare al destinatario;
- eventualmente con il supporto di un traduttore, il mittente formula questo contenuto in accordo al protocollo applicativo;
- eventualmente con il supporto di un traduttore, il mittente riformula questo messaggio in accordo al protocollo di trasmissione e lo invia sul canale di trasmissione nella forma di un segnale;
- il canale di trasmissione trasferisce questo segnale al destinatario;
- il destinatario riceve questo segnale e, eventualmente con il supporto di un traduttore, lo interpreta come un messaggio in accordo al protocollo di trasmissione;
- eventualmente con il supporto di un traduttore, il destinatario interpreta questo messaggio in accordo al protocollo applicativo;
- il destinatario acquisisce il contenuto del messaggio.

Informatica giuridica (corso propedeutico)



I protocolli di comunicazione

- Per comunicare i calcolatori debbono seguire delle regole: i **protocolli di comunicazione**.
- I protocolli di comunicazione specificano:
 - i formati dei dati,
 - la struttura dei pacchetti (includendo la definizione delle informazioni di controllo)
 - la velocità di trasmissione
 - ...
- Definire tutte queste proprietà tramite un unico protocollo è praticamente impossibile, per questo si definisce un **insieme di protocolli**:
 - ogni protocollo gestisce univocamente una componente ben definita della comunicazione
 - ogni protocollo condivide con gli altri protocolli i dati di cui essi necessitano.

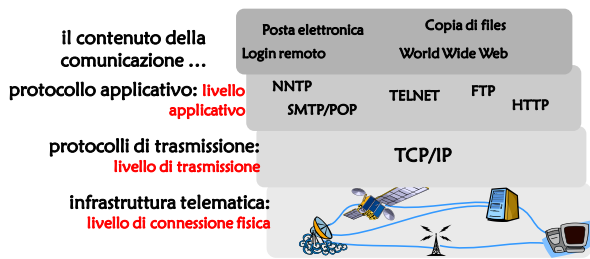
Informatica giuridica (corso propedeutico)

Architettura di protocolli a livelli

- Ogni protocollo formalizza un diverso livello di astrazione della comunicazione tra calcolatori.
- Le funzioni associate a ogni livello sono ben definite e omogenee tra loro.
- Un cambiamento nel protocollo di un livello non influenza i protocolli definiti per gli altri livelli.
- Scopo di ogni livello è di fornire servizi alle entità del livello immediatamente superiore, mascherando il modo in cui questi sono implementati e sfruttando opportunamente i servizi che gli vengono a sua volta forniti dal livello immediatamente inferiore.
- Le interfacce tra i diversi livelli sono strutturate in modo da ridurre il più possibile la necessità di scambi di informazione da un livello all'altro.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

La struttura di Internet

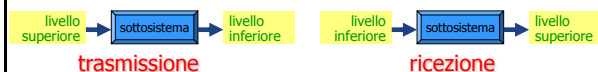


Informatica giuridica (corso propedeutico)

16

La logica dell'architettura

- Il *problema della comunicazione* viene scomposto in sottoproblemi, organizzati "per livelli"
- Per ogni sottoproblema viene identificato un sottosistema dotato delle competenze necessarie alla soluzione di quel sottoproblema
- Ogni sottosistema opera trasformando input in output:



- Ogni sottosistema opera senza disporre di una visione complessiva dell'intero problema

Informatica giuridica (corso propedeutico)

17

Le ragioni dell'architettura

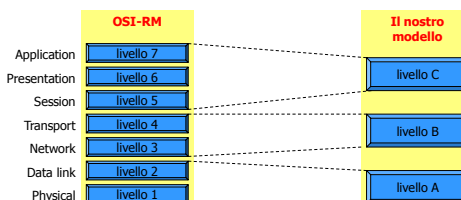
- I protocolli di comunicazione specificano:
 - i formati dei dati,
 - la struttura dei pacchetti (includendo la definizione delle informazioni di controllo)
 - la velocità di trasmissione
 - ...
- Definire tutte queste proprietà tramite un unico protocollo è praticamente impossibile, per questo si definisce un **insieme di protocolli**, dove ogni protocollo:
 - gestisce univocamente una componente ben definita della comunicazione
 - condivide con gli altri protocolli i dati di cui essi necessitano
- Vantaggi dell'architettura di protocolli organizzata a **livelli**:
 - **Specializzazione**: ogni protocollo formalizza un diverso livello di astrazione della comunicazione tra calcolatori; le funzioni associate a ogni livello sono ben definite e omogenee tra loro;
 - **Flessibilità**: un cambiamento nel protocollo di un livello non influenza i protocolli definiti per gli altri livelli;
 - **Semplicità**:
 - ogni livello fornisce servizi alle entità del livello immediatamente superiore, mascherando il modo in cui questi sono implementati e sfruttando opportunamente i servizi che gli vengono a sua volta forniti dal livello immediatamente inferiore;
 - le interfacce tra i diversi livelli sono strutturate in modo da ridurre il più possibile la necessità di scambi di informazione da un livello all'altro.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

18

Verso le questioni tecnologiche ...

La struttura per livelli A, B e C è una versione concettuale e astratta dello schema adottato da ISO, *International Organization for Standardization*, per modellizzare i sistemi di (inter)networking, chiamato OSI-RM, *Open Systems Interconnection Reference Model*, organizzato in 7 livelli:

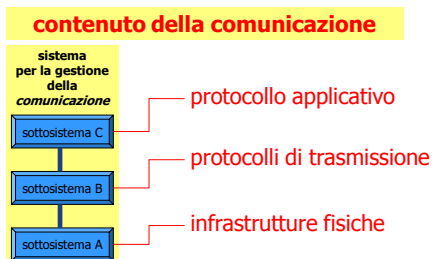


Informatica giuridica (corso propedeutico)

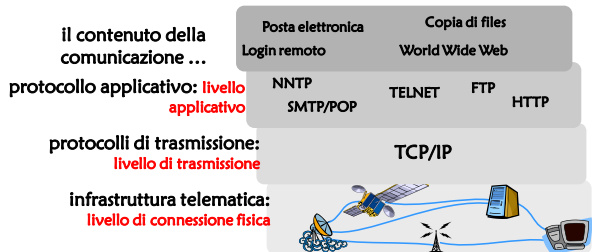
19

Aspetti SW delle reti di calcolatori

L'architettura del sistema



La struttura di Internet



Sistemi di comunicazione: livello C Protocolli applicativi

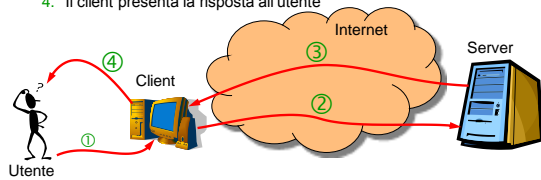
Protocolli applicativi, servizi di Internet e applicazioni

Servizio Internet	Tipologia di SW applicativo	Esempio	Protocollo
posta elettronica	email client	Eudora, MS Outlook	SMTP, POP3
navigazione nel web	browser (web client)	Firefox, MS Internet Explorer, Opera	HTTP
trasferimento file	ftp client	Ws FTP, Ftp Voyager	FTP
			...
			...

L'architettura Client/Server

L'architettura client-server

1. L'utente usa il client per esprimere le sue richieste
2. Il client si collega al server e trasmette la richiesta
3. Il server risponde al client
4. Il client presenta la risposta all'utente



Il client



- Si preoccupa di dialogare con l'utente
- Sfrutta tutte le possibilità fornite dal calcolatore su cui viene eseguito (audio, video, ...)
- Fornisce all'utente un'interfaccia intuitiva
- Elabora le richieste dell'utente e le risposte dei server
 - la comunicazione avviene secondo un formato standard (protocollo)

Il server



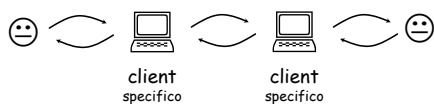
- Rende disponibili delle risorse
- Accetta richieste e risponde automaticamente
 - non bada alla provenienza della richiesta
 - il processo client può trovarsi in qualsiasi punto della rete
- Si può organizzare un insieme di server in modo che siano collegati tra loro

Client e Server: classificazione del SW

- Client e server sono (innanzitutto) **software**, non (solo) hardware
 - i requisiti del **SW server** fanno sì che sia conveniente avere applicazioni server su macchine con determinate caratteristiche → "i server"
 - i requisiti del **SW client** fanno sì che sia conveniente avere applicazioni server su macchine con determinate caratteristiche → "i client"

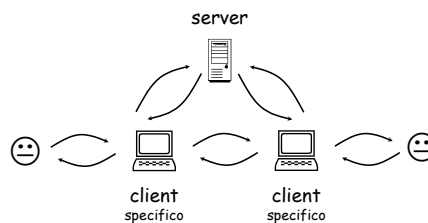
L'alternativa "peer to peer" (P2P)

- Ogni calcolatore è in grado sia di **effettuare** sia di **esaudire** richieste di servizio



- Un esempio di impiego:
 - File Sharing (emule, bit torrent, ...)

Tipica architettura dei sistemi ibridi P2P - C/S



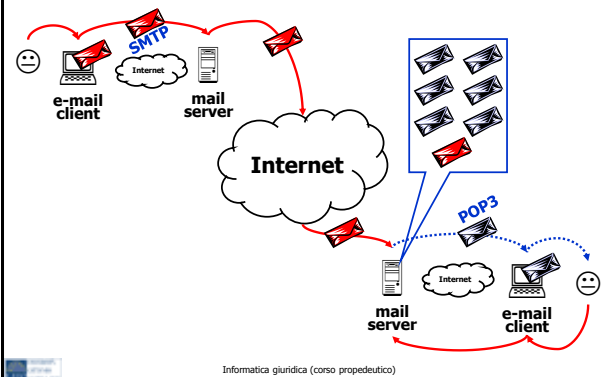
- Un esempio di impiego:
 - File Sharing (emule, bit torrent, ...)

Servizi Internet e Architetture: e-mail e navigazione nel www

Informatica giuridica (corso propedeutico)

33

Architettura del servizio e-mail



Informatica giuridica (corso propedeutico)

Come uso la posta?

- Protocollo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), usato per l'invio di posta.
- Protocollo POP (Post Office Protocol), usato per l'accesso alla macchina su cui sono conservati i messaggi
- Mi identifico (login e password) come possessore della casella postale: il messaggio viene a quel punto trasferito sulla mia macchina

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Vantaggi/Svantaggi dell'e-mail

- Vantaggi
 - Messaggi 'asincroni': il destinatario non deve essere collegato al momento della ricezione
 - Velocità: in qualche minuto arriva ovunque
 - Qualità: non viene perso o degradato
 - Costi !
- Svantaggi
 - Manca la garanzia dell'identità del mittente
 - In assenza di soluzioni di sicurezza, il messaggio può essere intercettato e letto da chiunque su Internet
 - Possibile veicolo di virus!

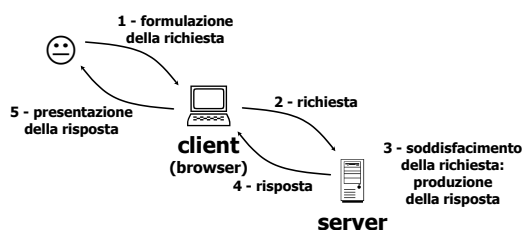
Informatica giuridica (corso propedeutico)

La Netiquette

- Il corretto utilizzo della posta elettronica:
 - non dare mai per scontata l'identità del mittente
 - minimizzare le dimensioni dei messaggi
 - spedire un messaggio quando si è certi del contenuto (non si torna indietro!)
 - compilare sempre il "subject" del messaggio
 - attenzione all'uso delle maiuscole (non URLARE!)
 - attenzione al sarcasmo e all'umorismo: non si trasmettono espressioni facciali e intonazioni
 - nel caso, utilizzare le emoticons :-) ;-) :-(
 - utilizzare una firma (signature) per identificarsi

Informatica giuridica (corso propedeutico)

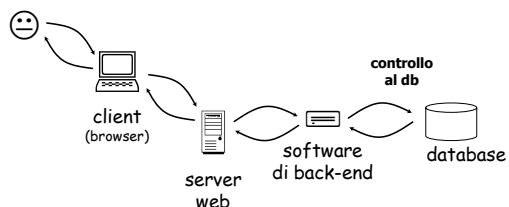
Architettura C/S base: web server



... un sistema globale di consultazione universale

Informatica giuridica (corso propedeutico)

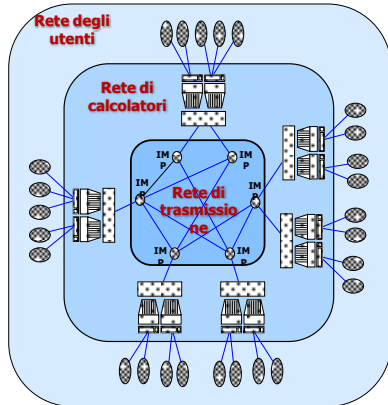
Architettura C/S multi-strati: db apps server



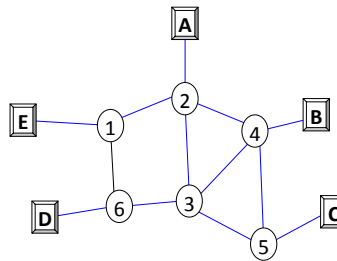
... un sistema globale di consultazione universale,
di elaborazione distribuita e di accesso a dati

Sistemi di comunicazione: livello B La trasmissione nelle reti geografiche

Reti Geografiche (WAN)



Reti commutate e instradamento



La commutazione di circuito

- > Tra sorgente e destinatario viene creato un canale temporaneo dedicato
 - Il canale è costituito da una successione di connessioni tra nodi della rete
 - ogni nodo della rete instrada i dati lungo il canale predisposto in uscita, senza alcun ritardo.
- > La comunicazione si realizza con
 - fase iniziale di attivazione per stabilire il cammino tra sorgente e destinatario
 - il trasmettitore invia una richiesta di collegamento al nodo cui è direttamente connesso, il nodo successivo crea un collegamento a un nodo a lui direttamente connesso e che sia su un percorso che porti al destinatario, ...
 - se è stato identificato un cammino libero e se il destinatario è disponibile a ricevere la comunicazione, viene inviato un segnale alla sorgente;
 - fase di trasferimento dei dati
 - effettivo trasferimento dei dati, che possono essere in formato digitale o analogico;
 - i dati seguono il cammino prestabilito a loro riservato;
 - fase conclusiva di chiusura della comunicazione
 - vengono rilasciate le risorse dedicate alla trasmissione.

La commutazione di pacchetto

- > Si basa sull'invio di **pacchetti di dati** di dimensioni ridotte che contengono
 - i dati da trasmettere
 - informazioni di controllo (l'indirizzo del destinatario, il numero progressivo, ...).
- > I pacchetti vengono spediti uno per volta attraverso la rete.
- > Ogni nodo che riceve un pacchetto:
 - lo memorizza (*store*),
 - lo esamina per capire chi è il destinatario
 - lo invia a un nodo successivo (*forward*).
- > Vantaggi:
 - le linee risultano utilizzate in modo più efficiente
 - i pacchetti che arrivano a un nodo vengono memorizzati e accodati per essere trasmessi al più presto sulla linea di uscita prescelta
 - consente un collegamento efficiente anche tra calcolatori con diverse velocità di trasmissione;
 - in caso di traffico elevato, il trasmettitore può comunque inviare i pacchetti al nodo direttamente connesso, benché naturalmente il tempo di consegna aumenti;
 - è possibile gestire comunicazioni a priorità diverse.

Sistemi di comunicazione: livello B La trasmissione nelle reti locali

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Reti locali

- Obiettivo: interconnettere dispositivi che si trovano a distanza limitata.
- Caratteristiche rilevanti
 - elevata velocità di trasmissione dei dati
 - mezzi di collegamento economici (doppino)
 - flessibilità della struttura della rete
 - ottimi livelli di modularità (possibilità di modificare, sostituire o anche eliminare alcune parti della rete) e di scalabilità (cioè della possibilità di cambiare di "scala dimensionale" a fronte della crescita degli utenti o dei dispositivi collegati alla rete senza alcun sensibile degrado delle prestazioni del sistema complessivo).
- La rete appartiene alla stessa organizzazione che possiede anche i calcolatori e le periferiche collegate alla rete
 - attenzione al TCO (*Total Cost of Ownership*)
- Trasmissione dei dati di tipo broadcast
 - quando una stazione invia un pacchetto di dati, tutte le stazioni collegate alla rete "sentono" il pacchetto, ma solo quella destinataria del messaggio lo "ascolta"
 - in ogni istante può "parlare" una sola stazione.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Le reti locali

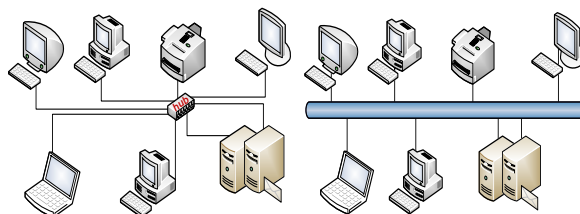
- Caratteristiche generali:
 - ampia larghezza di banda (prestazioni elevate);
 - modularità e facilità di connessione;
 - notevole affidabilità dell'intero sistema;
 - espandibilità e flessibilità nella modifica delle dimensioni della rete;
 - economicità;
 - ogni stazione è collegata alla rete mediante un connettore (tap) agganciato alla scheda di interfaccia di rete (Network Interface Card, NIC)
 - esegue le operazioni di conversione dei segnali e implementa il metodo di accesso alla rete
 - a ogni scheda di rete è associato un indirizzo fisico univoco.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Topologie di LAN

STRUTTURA FISICA

STRUTTURA LOGICA



Informatica giuridica (corso propedeutico)

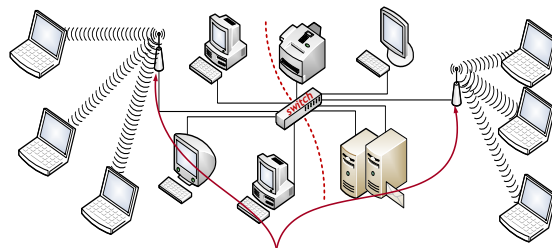
49

Reti wireless (Wi-Fi)

- Operano in bande di frequenza che non necessitano di licenza (come invece avviene per la telefonia mobile e in particolare per le licenze UMTS), quindi senza costi di licenza per i fornitori di accesso
- sono basate sulla classe di protocolli standard IEEE 802.11 (a/b/g/...)
- Le reti Wi-Fi possono operare secondo due procedure base:
 - rete ad hoc,
 - i dispositivi che costantemente rilevano altri dispositivi che comunicano sullo stesso canale radio
 - se due o più dispositivi si riconoscono, automaticamente stabiliscono una comunicazione mediante un canale wireless, con pochissime necessità di gestione
 - centralizzata
 - basata su un access point, un piccolo apparato
 - l'access point gestisce le comunicazioni tra tutti i dispositivi nella sua area di copertura
 - utile per collegare la rete wireless a una rete esterna, per esempio a Internet.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Rete LAN mista (cablata/wireless)



access point
piccolo apparato, abbastanza economico, che gestisce le comunicazioni tra tutti i dispositivi nella sua area di copertura.

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Sistemi di comunicazione: livello B i protocolli TCP-IP

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Commutazione di pacchetto e TCP/IP

I calcolatori comunicano tipicamente su reti a commutazione di pacchetto
 → I nodi destinatari risultano sempre disponibili a rispondere positivamente a richieste di attivazione di comunicazione

TCP/IP è un insieme di protocolli per la comunicazione basata sulla commutazione di pacchetto

I protocolli TCP/IP sono largamente indipendenti dalle specifiche infrastrutture "di livello A", tanto da essere ugualmente adottabili, e adottati, sia per LAN (Local Area Network) che per WAN (Wide Area Network)

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Uno sguardo a TCP/IP

La struttura (semplificata) di riferimento per il livello B:

gestione della trasmissione e della ricezione dei pacchetti

Transmission Control Protocol (TCP)

Internet Protocol (IP)

strutturazione del messaggio in pacchetti e indirizzamento

Informatica giuridica (corso propedeutico)

La struttura di Internet

il contenuto della comunicazione ...

Posta elettronica, Login remoto, Copia di files, World Wide Web

protocollo applicativo: **livello applicativo**

NNTP, SMTP/POP, TELNET, FTP, HTTP

protocolli di trasmissione: **livello di trasmissione**

TCP/IP

infrastruttura telematica: **livello di connessione fisica**

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Modello OSI e protocolli in Internet

OSI MODEL	TCP/IP
7 Application Layer User processes, applications, protocols, file transfers, etc.	FTP, SMTP, IRC, Telnet
6 Presentation Layer Data representation, conversion, encryption, etc.	
5 Session Layer Starts, stops, manages sessions between users.	
4 Transport Layer Transfer of data between end systems.	TCP, UDP
3 Network Layer Routing data to different hosts and networks.	IP (IPv4, IPv6)
2 Data Link (MAC) Layer Transfer of data between adjacent nodes.	
1 Physical Layer Physical signals and coding.	

Informatica giuridica (corso propedeutico)

IP: gestione dei pacchetti

IP gestisce ogni messaggio da trasmettere in forma frammentata, come un *insieme di pacchetti*

La struttura (semplificata) di un pacchetto:

intestazione (fornita dai protocolli di livello superiore (ULP))

contenuto (fornito dai protocolli di livello superiore (ULP))

Informatica giuridica (corso propedeutico)

IP: indirizzamento

Ogni nodo di una rete IP è identificato da un indirizzo univoco di 32 bit, usualmente scritto nella forma di 4 byte in notazione decimale

Una "maschera di bit" distingue nell'indirizzo IP un indirizzo di sottorete e un indirizzo di nodo all'interno della sottorete



In questo caso 212.239.33 è l'indirizzo della sottorete (che dunque può contenere fino a 255 nodi) e 115 è l'indirizzo del nodo

IP: la struttura (1)

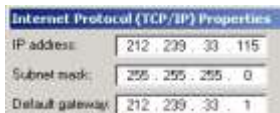
> Gli indirizzi IP sono strutturati in due parti:

- **N BIT** per identificare **la rete fisica** a cui la stazione è collegata
- **N BIT** per identificare **la singola stazione** all'interno della rete fisica

Il numero di bit associato alle due parti dipende dalle dimensioni della rete

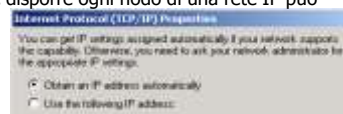
IP: gestione dell'indirizzamento

- > Se il nodo destinatario appartiene alla stessa sottorete del nodo mittente (p.es. se il suo indirizzo IP è 212.239.33.10), si attiva l'Address Resolution Protocol (ARP), che converte l'indirizzo IP del destinatario nel suo indirizzo MAC, e quindi si inviano i pacchetti al nodo così identificato
- In caso contrario, si inviano i pacchetti a un nodo pre-identificato (detto "default gateway") dotato della capacità di *routing*, cioè di instradare correttamente i pacchetti verso il nodo destinatario



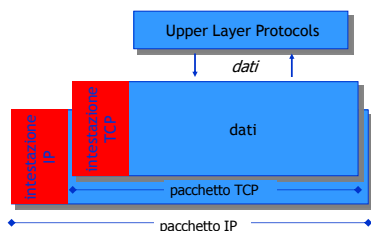
Ancora su IP

- L'indirizzo IP di cui deve disporre ogni nodo di una rete IP può essere assegnato a priori in modo statico, oppure dinamicamente mediante un nodo abilitato al Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
- Sono complessivamente disponibili 2^{32} indirizzi IP diversi: non pochi, ma in prospettiva ... (verso IPv6)
- IP è un protocollo assai efficiente, ma non offre garanzie sulla consegna dei pacchetti: un problema per molti tipi di applicazioni ... da risolvere con protocolli di livello 4



Da IP a TCP (dal livello 3 al livello 4 del modello ISO OSI)

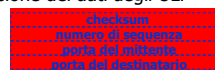
> Da IP a TCP, mediante incapsulamento dei dati



La logica di TCP

> TCP fornisce, "sopra a IP", il controllo degli errori e la sequenzializzazione nella trasmissione dei dati degli ULP

La struttura (semplificata) dell'intestazione TCP:



Due nodi comunicano al livello TCP mediante "porte", ognuna identificata da un numero a 16 bit, generalmente scritto in notazione decimale (p.es. 212.239.33.115:80 è la porta 80 del nodo con indirizzo IP 212.239.33.115)

Uno stesso nodo può mantenere comunicazioni diverse attive contemporaneamente, ognuna su una diversa porta

I livelli di indirizzamento

livello TCP	porta TCP	80
livello IP	indirizzo IP	212.239.33.111
livello Ethernet	indirizzo MAC	00:10:A4:0C:6E:2A

In trasmissione:

nel pacchetto TCP:
porta TCP del destinatario

incapsulato nel:

nel pacchetto IP:
indirizzo IP del destinatario

risolto mediante ARP nel:

indirizzo MAC del destinatario

In ricezione:

de-incapsulamenti successivi, per
ottenere l'indirizzo IP
e quindi la porta TCP
a cui la trasmissione è rivolta

Il riconoscimento delle risorse in Internet

> A livello di macchina:

- IP address: es. 212.239.33.111
- DNS: es. **www . liuc . it**

> A livello di file:

- URL: es. http:\\www.liuc.it\\didattica\\gia\\program.htm

> Email: A livello di utente

- 1234@stud.liuc.it

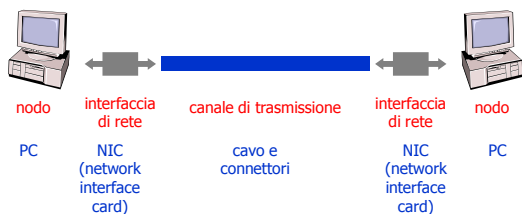
Indirizzi numerici e indirizzi simbolici

1. **cetic.liuc.it**
 - Dominio di 1^o livello
 - Dominio di 2^o livello
 - Dominio di 3^o livello
2. **www.liuc.it/ig/04-05/default.htm**
 - cartelle
 - file

Sistemi di comunicazione: livello A il collegamento fra reti

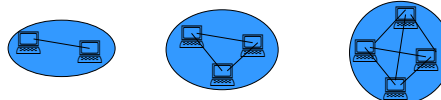
Gli ingredienti di base

La più semplice rete di calcolatori:



Il problema dell'accesso

> In una rete si suppone che ogni nodo possa comunicare con ogni altro nodo ...



• ... e se i nodi diventano 100, 1000, 10000, ... ???
I canali dedicati diventano davvero troppi!

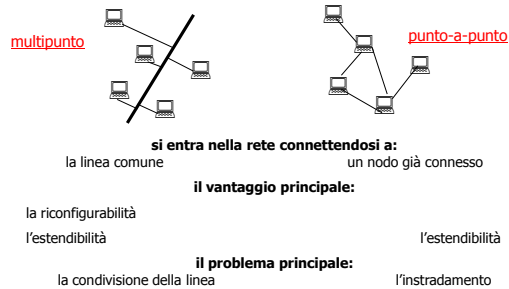
• La soluzione: introdurre un sistema di commutazione (*switching*), cioè di **condivisione dei canali**

Tassonomia delle reti: 1. la tecnologia di comunicazione

- **Reti broadcast** (multipunto)
 - canali di trasmissione condivisi da tutti i calcolatori della rete
 - ogni calcolatore deve essere associato un identificatore univoco (**indirizzo di rete**), associato al dispositivo fisico utilizzato per connettersi alla rete,
 - un messaggio inviato "sulla rete" raggiunge tutti i calcolatori della rete, ma solo il calcolatore il cui indirizzo corrisponde a quello presente nel messaggio lo tratterrà per elaborarlo.
- **Reti punto a punto**
 - più connessioni individuali tra coppie di calcolatori;
 - comunicazione tra due calcolatori
 - esiste un canale di trasmissione diretto
→ lo si usa per la comunicazione
 - non esiste un canale di trasmissione diretto (calcolatori troppo distanti oppure numero elevato di nodi)
→ la comunicazione avviene passando attraverso calcolatori intermedi

75

Tecnologia di comunicazione



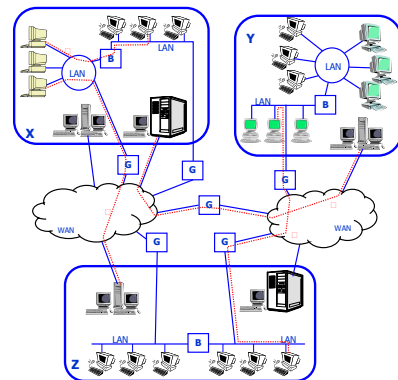
76

Tassonomia delle reti: 2. l'estensione delle reti

- **Reti locali (Local Area Network, LAN)**
 - di limitata estensione
 - collegano dispositivi collocati nello stesso edificio o in edifici adiacenti.
- **Reti metropolitane (Metropolitan Area Network, MAN)**
 - collegano di dispositivi collocati nella stessa area urbana.
- **Reti geografiche (Wide Area Network, WAN)**
 - collegano di dispositivi diffusi in un'ampia area geografica (nazione, continente, ...);
- **"Reti di reti" (Internetwork),**
 - collegamento più reti differenti (in termini sia hardware che software) mediante opportuni elementi di interfaccia, che si possono estendere su tutto il pianeta (e.g. Internet).

77

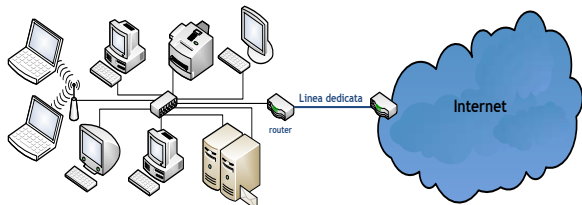
Interconnessione di reti



78

Leased line

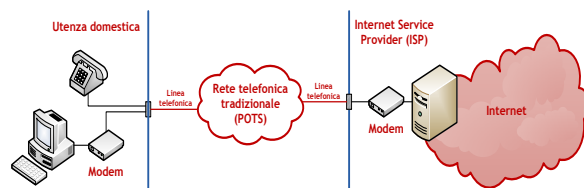
Quando un'organizzazione di dimensioni medio-grandi decide di collegare la sua rete interna a Internet, la soluzione più conveniente è quella di predisporre una linea dedicata (*leased line*) fino a un nodo già collegato alla rete.



Informatica giuridica (corso propedeutico)

Collegamento dial-up

- Usa il sistema telefonico tradizionale
- Converte in forma analogica i segnali digitali generati dai calcolatori
- Il termine *dial-up* sottolinea il fatto che la rete telefonica viene utilizzata componendo il numero del destinatario della chiamata e gestendo la comunicazione come se fosse una normale telefonata.



Informatica giuridica (corso propedeutico)

Modem

- Connessione di calcolatori attraverso la rete telefonica (**analogica**).
- Velocità crescenti dal 1980 in poi
 - V.22bis, V.32 & V.32bis furono i primi standard per velocità di 2.4, 9.6 e 14.4Kbit/s.
 - V.34 (1994) supporta 28.8Kbit/s e corrisponde al minimo livello attualmente accettato
 - V.34+ (1996) arriva a 33.6Kbit/s
 - V.90 arriva a 56Kbit/s downstream e a 33.6Kbit/s upstream.
 - downstream indica dal digitale all'analogico
 - upstream indica dall'analogico al digitale

Informatica giuridica (corso propedeutico)

DSL (Digital Subscriber Line)

- Obiettivo:
 - raggiungere un'elevata velocità di trasmissione dei dati senza richiedere la sostituzione delle linee già posate (mantenendo quindi i costi a livello relativamente basso).
 - fornire un servizio di accesso a banda larga a un utente privato (*subscriber*)
- La tecnologia DSL sfrutta le frequenze superiori ai 25 kHz per trasmettere i dati digitali senza interferire con la normale operatività telefonica della linea
 - è possibile essere collegati a Internet senza "occupare" la linea telefonica.
 - frazionamento di ogni singola linea di trasmissione in canali distinti, a ciascuno dei quali è assegnato un insieme di frequenze: i dati, suddivisi in pacchetti, possono viaggiare parallelamente su vari canali

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Famiglia DSL

- ADSL, *Asymmetric Digital Subscriber Line*
 - velocità di trasferimento dei dati è asimmetrica (maggiore in *download*, minore in *upload*);
- HDSL, *High Data Rate Digital Subscriber Line*
 - sviluppata per prima
 - standardizzata sotto il nome di SDSL, *Symmetric Digital Subscriber Line*;
- RADSL, *Rate-Adaptive Digital Subscriber Line*
 - evoluzione dell'ADSL
 - prevede la possibilità di modificare la velocità di trasferimento dei dati in modo da massimizzare l'efficienza del trasferimento;
- VDSL, *Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line*,
 - ottiene prestazioni superiori alle altre
 - richiede di mantenere entro certi limiti la lunghezza del collegamento.

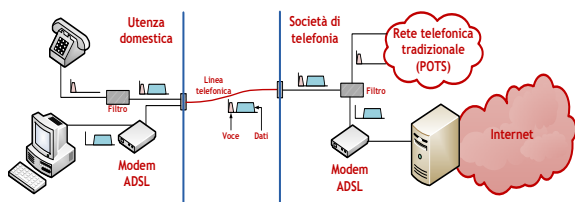
Informatica giuridica (corso propedeutico)

Velocità di trasferimento dei dati [Mbps]

Protocollo	Download	Upload
ADSL	8	1
ADSL2	12	1
ADSL2+	24	1
VDSL (simmetrico)	26	26
VDSL (asimmetrico)	52	12
VDSL2	200 (aggregato)	

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Collegamento ADSL di un utente domestico



La linea telefonica porta contemporaneamente i segnali voce e i segnali dati, che vengono separati tramite appositi filtri disposti a entrambi i lati della connessione

Informatica giuridica (corso propedeutico)

**Sistemi di comunicazione:
livello A**
l'infrastruttura fisica delle reti

Informatica giuridica (corso propedeutico)

Ingredienti di base: il canale di trasmissione

La più semplice rete di calcolatori:



I mezzi di trasmissione

Qual è il mezzo fisico utilizzato per realizzare il canale di trasmissione?

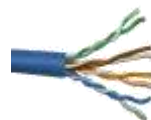
- mezzi guidati
 - linee fisiche che portano il segnale fino al ricevitore, supportano la trasmissione di segnali elettrici oppure ottici,
 - segnali elettrici: doppino telefonico o cavo coassiale;
 - segnali ottici: fibre ottiche.
- mezzi non guidati
 - irradiazione di segnali elettromagnetici nello spazio, in modo più o meno diretto;
 - antenne, satelliti, infrarossi, ...

Cosa influenza la trasmissione?

- La capacità del canale (chiamata anche larghezza di banda)
 - quanti bit il canale trasmette nell'unità di tempo;
 - maggiore è la larghezza di banda del canale, maggiore è la velocità di trasmissione.
- Il grado di attenuazione del segnale
 - limita la distanza percorribile da un segnale,
 - diversi supporti fisici hanno diverse caratteristiche di attenuazione,
 - i ripetitori hanno il compito di amplificare e ritrasmettere il segnale per eliminare l'attenuazione;
- Le interferenze tra segnali
 - nei mezzi guidati si può adottare una schermatura del cavo;
 - nei mezzi non guidati il problema è più critico;
- Il numero di ricevitori:
 - punto-a-punto: pochi disturbi
 - multipunto: ogni connessione introduce fenomeni di attenuazione e distorsione della linea, riducendo la velocità di trasmissione e le distanze coperte.

Mezzi guidati

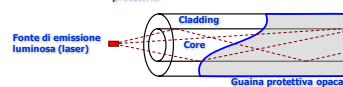
Doppino telefonico



Cavo coassiale



Fibra ottica



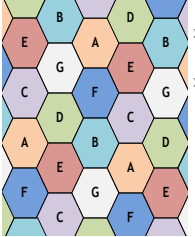
Mezzi guidati

Mezzo di trasmissione	Velocità di trasmissione	Larghezza di banda	Distanza tra ripetitori
Doppino telefonico	1-200 Mbps	3 MHz	100 m (200 Mbps) < 5 km (1 Mbps)
Cavo coassiale	500 Mbps	350 MHz	1-5 km
Fibra ottica	10 Gbit/s	2 GHz	10-1000 km

Mezzi non guidati

- I segnali vengono trasmessi e ricevuti mediante antenne
 - l'antenna del trasmettitore irradia nello spazio onde elettromagnetiche, che l'antenna ricevente capta
 - può essere direzionale (punto-a-punto) o non direzionale (multipunto).
- Lo spettro di frequenze utilizzato nelle trasmissioni non guidate può essere suddiviso in tre intervalli:
 - [30 MHz, 1 GHz]
 - adatto alle trasmissioni non direzionali
 - le trasmissioni cellulari utilizzano 900 Mhz e 1800 Mhz;
 - [2 GHz, 40 GHz] (microonde)
 - trasmissioni direzionali, punto-a-punto,
 - utilizzato anche per le comunicazioni via satellite (multipunto);
 - [300 GHz, 200 THz] (infrarossi)
 - trasmettitore e ricevitore devono essere visibili l'uno all'altro;
 - molto importante in applicazioni locali punto-a-punto e multipunto in aree limitate.

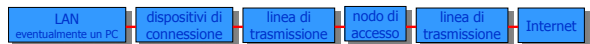
Rete di telefonia mobile



- > GSM (Global System for Mobile communications)
 - area di copertura suddivisa in "cellule" le cui dimensioni variano da poco meno di 1 km fino a 80 km
 - velocità di trasmissione massima teorica di circa 10 Kbit/s
- > GPRS (General Packet Radio Service)
 - velocità media dell'ordine dei 50 Kbit/s
 - trasmissione basata sulla commutazione di pacchetto.
- > UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).
 - rappresenta la terza generazione di tecnologie mobili (3G)
 - combina due tecnologie trasmissive: FDD (Frequency Duplex Division) e TDD (Time Duplex Division);
 - ha una copertura a due livelli: una macrocella FDD con una velocità di trasmissione pari a 384 Kbit/s e una microcella TDD con connettività pari a 2 Mbit/s;
 - la rete di accesso di UMTS si chiama UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) e utilizza la tecnica trasmissiva chiamata CDMA (Code Division Multiple Access).

Informatica giuridica (corso propedeutico) 96


Struttura del sistema di accesso a Internet



- E' il cosiddetto "ultimo miglio", o "local loop": una linea commutata o dedicata, con capacità dell'ordine da 10 kbps a 1 Mbps e oltre
 - E' il servizio offerto dai cosiddetti Internet Service Provider (ISP)
- E' la linea (generalmente ad alta capacità: il cosiddetto "backbone") con cui l'ISP è connesso a Internet e quindi attraverso cui anche la LAN viene connessa

Informatica giuridica (corso propedeutico) 97

Wired, Wireless e Mobile



Informatica giuridica (corso propedeutico) 98

Attenzione alle definizioni... ... possono trarre in inganno

- > **Wired** → cavo
- > **Wireless** → dati via RF (radio frequenza)
- > **Mobile** → aspetto applicativo: sull'utente

Informatica giuridica (corso propedeutico) 99