

NETLINK S.a.s.

# Progettazione di un Rete

Dott. Paolo PAVAN

Anno 2002

## Storia delle reti

- Telefono
- Radio e TV
- I computer
- I Satelliti



## Evoluzione delle reti

- Da mainframe con connessioni seriali (RS 242) a terminali stupidi a computer interconnessi attraverso cavi o linee telefoniche o satellitari.
- I computer interconnessi dialogano e condividono le risorse

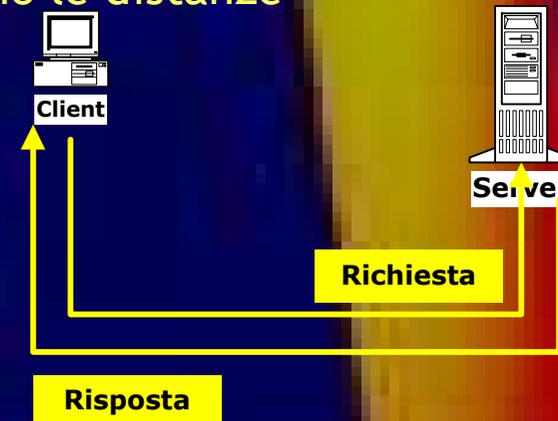
## Utilità di una rete

**Condivisione risorse:** si possono rendere disponibili a chiunque programmi, informazioni ed anche periferiche (ad es. stampanti) indipendentemente dalla distanza;

**Affidabilità:** si ottiene mettendo in rete sorgenti alternative delle risorse (ad es. duplicando le applicazioni e i dati su più computer). E' importante in sistemi che devono funzionare a tutti i costi (traffico aereo, centrali nucleari, sistemi militari, ecc.);

**Diminuzione dei costi:** una rete di personal computer costa molto meno di un mainframe. I computer in rete annullano le distanze

--> comunicazione a livello globale



## Aspetti Hardware delle Reti

- La tecnologia trasmissiva

- **Reti broadcast:** è condiviso da tutti gli elaboratori. I messaggi (spesso chiamati pacchetti) inviati da un elaboratore sono ricevuti da tutti gli altri elaboratori. Un indirizzo all'interno del pacchetto specifica il vero destinatario.

- I mezzi trasmissivi oggi usati:

- cavi in rame (cavi coassiali e multicoppia o “doppini”) - segnali elettrici
- cavi in fibra ottica (fibra di vetro monomodale o multimodale) - segnali ottici
- l'etere - segnali infrarossi, onde radio ecc.

- Topologia fisica e/o logica

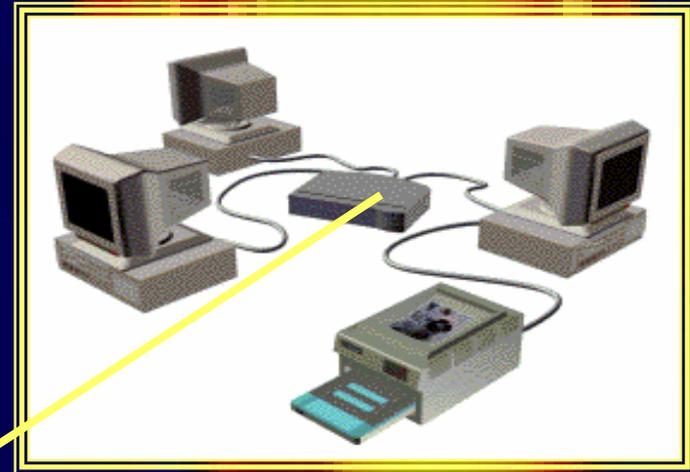
- bus, stella, anello
- Ethernet (802.3 CSMA/CD)

## Apparati Hardware delle Reti

- NIC: network Interface Controller
- HUB
- Switch
- Router
- Nodi e Dorsali
- Cavi (doppini)
  - Concetti:
    - porta delle switch
    - MAC Address

# Esempi di apparati di Rete

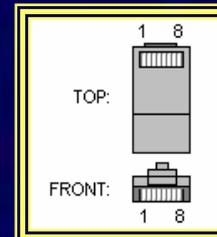
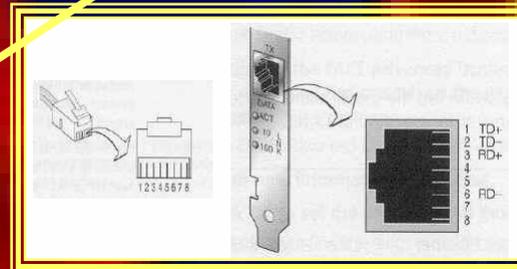
## Rete con connettori RJ45



## Rete con connettori BNC



HUB/SWITCH

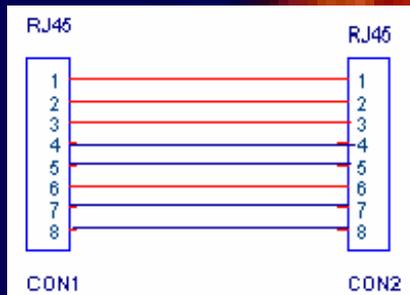


# Connessione Diretta e Inversa (cross cable)

## Diretta

Ogni polo deve corrispondere a quello dell'altro connettore  
Richiede la presenza di un HUB

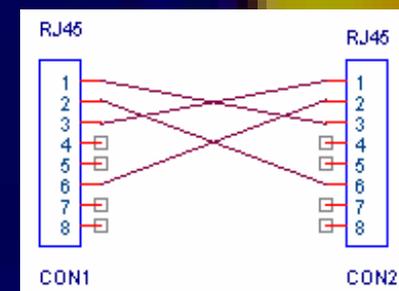
Numero del contatto sulla presa RJ45 e colore	Funzione (10BaseT e 100BaseTX)
1 arancio/bianco	TX+
2 arancio	TX-
3 verde/bianco	RX+
4 blu	Non usato
5 blu/bianco	Non usato
6 verde	RX-
7 marrone/bianco	Non usato
8 marrone	Non usato



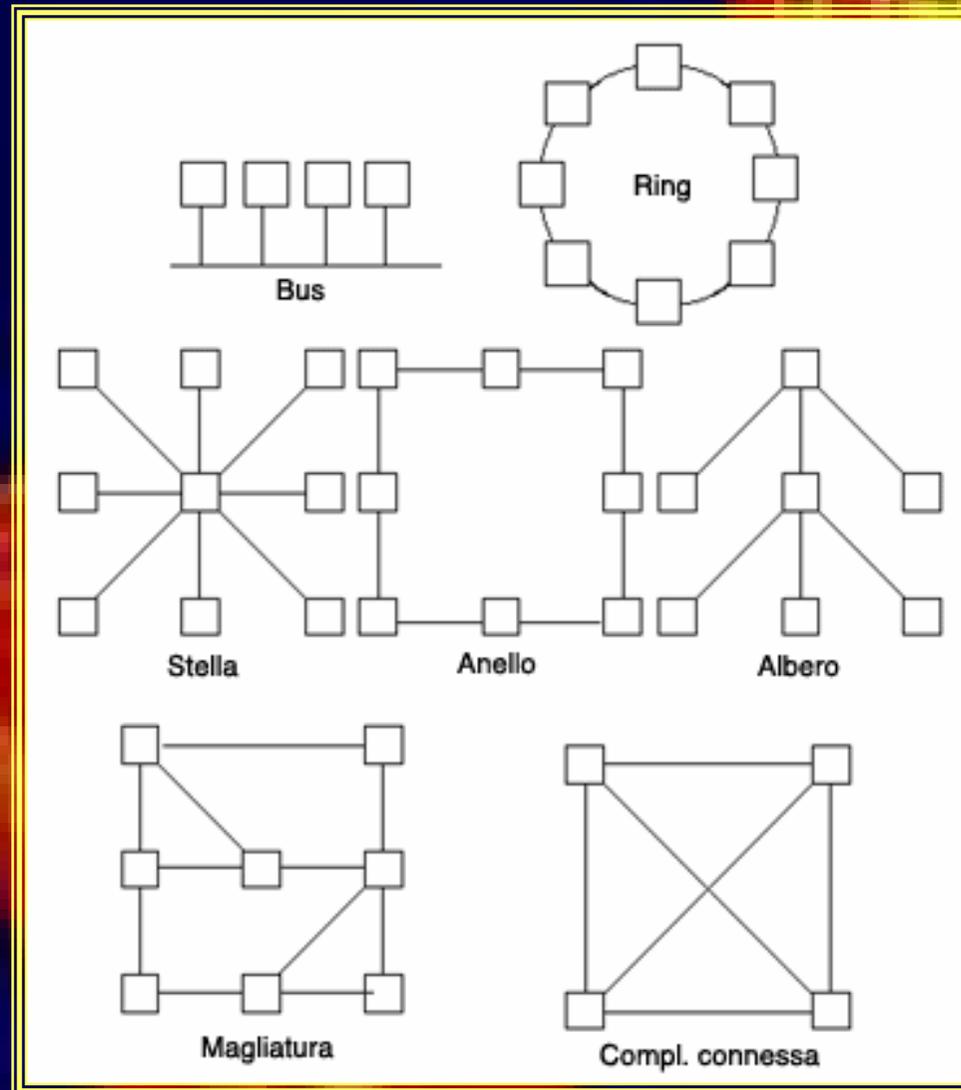
## Inversa

Si inverte il polo 1 con 3  
e il polo 2 con 6  
Non richiede la presenza di un HUB

Colore	Connettore 1	Colore	Connettore 2
arancio/bianco	1 (TX+)	verde/bianco	1 (RX+)
arancio	2 (TX-)	Verde	2 (RX-)
verde/bianco	3 (RX+)	arancio/bianco	3 (TX+)
blu	4 Non usato	Blu	4 Non usato
blu/bianco	5 Non usato	blu/bianco	5 Non usato
verde	6 (RX-)	Arancio	6 (TX-)
marrone/bianco	7 Non usato	marrone/bianco	7 Non usato
marrone	8 Non usato	Marrone	8 Non usato



# Schemi Vari di rete (Topologie)



## Scala Dimensionale delle Reti

- **LAN: Local Area Network**
  - Rete locale in cui i computer sono fisicamente collegati all'interno dello stesso edificio.
- **WAN: Wide Area Network**
  - Rete Geografica i cui computer sono collegati alla rete Inetrnet per mezzo dei router.
- **MAN: Metropolitan Area Network**
  - Area di rete Metropolitana (VPN - Virtual Private Network)

Distanza (m)	Ambito	Tipo di rete
10 m	Ufficio	LAN (Rete Locale)
100 m	Edificio	LAN (Rete Locale)
1 km	Campus	LAN (Rete Locale)
10 km	Città	MAN (Rete Metropolitana)
100 km	Regione	WAN (Rete Geografica)
1000 km	Nazione	WAN (Rete Geografica)
10000 km	Globo	Internet

## LAN: Reti Locali

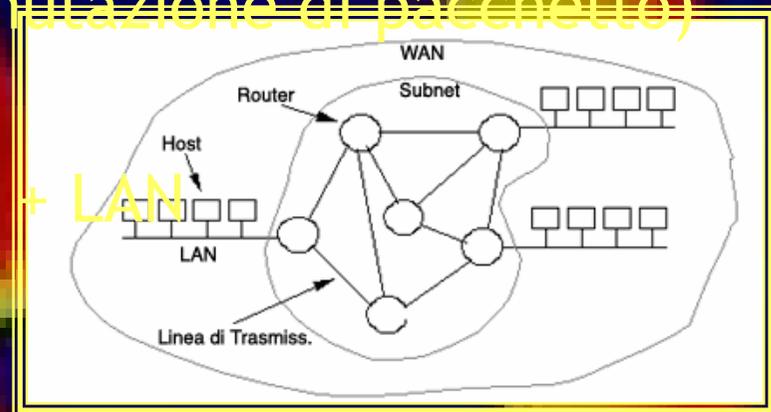
- sono possedute da un'organizzazione (reti private);
- hanno un'estensione che arriva fino a qualche km;
- si distendono nell'ambito di un singolo edificio o campus (non si possono, di norma, posare cavi sul suolo pubblico);
- sono usatissime per connettere PC o workstation.

Esse si distinguono dagli altri tipi di rete soprattutto per tre caratteristiche:

- velocità di trasmissione elevate (da 10 a 1.000 Mbit/sec.)
- alta affidabilità: se la rete è ben implementata la buona riuscita delle comunicazioni è garantita e il tasso di errore molto basso.
- dimensioni limitate: per ragioni fisiche le lan non possono estendersi oltre una certa dimensione (qualche km appunto).
- Il limite dell'Ethernet è di circa 100 M per cui è necessario usare Reapeter di segnale (ripetitori)

## WAN: Reti Geografiche

- Sistemi o insiemi di sistemi che dialogano tra loro attraverso internet:
  - instradamento
  - router
  - linee Dedicate: xDSL, CDA, CDN
  - Packet Switching (commutazione di pacchetto)
  - TCP/IP
  - Una WAN interconnette + LAN
  - VPN



# Modello OSI

## • Suddivisione della Rete in 7 livelli

Questo modello, non definisce uno standard assoluto ma un riferimento comune ai concetti che riguardano le reti. Prevede una struttura a livello (ALTO - BASSO)

- **Livello 7: Applicazione**
  - livello che funge da interfaccia di comunicazione con i programmi (API - Application Program Interface)
- **Livello 6: Presentazione**
  - Formattazione e trasformazione (presentazione) dei dati provenienti dal livello inferiore, compresa la cifratura-decifratura
- **Livello 5: Sessione**
  - Instaurazione, mantenimento e conclusione delle sessioni di comunicazione (concetto di socket - porte)
- **Livello 4: Trasporto**
  - Invio e ricezione dei dati in modo da poter controllare gli errori (TCP)
- **Livello 3: Rete**
  - Definizione dei pacchetti, dell'indirizzamento e dell'instradamento indipendentemente dal tipo fisico di comunicazione (IP)
- **Livello 2: Collegamento dati**
  - Definizione dei pacchetti e dell'indirizzamento in funzione del tipo fisico di comunicazione
- **Livello 1: Fisico**
  - trasmissione dei dati lungo il supporto fisico di comunicazione (linee dati, cavi...)

## Architettura di rete

- L'insieme dei livelli e dei relativi protocolli è detto architettura di rete.
- Un'architettura di rete può essere:
  - proprietaria;
  - standard de facto;
  - standard de iure.

## Architettura Proprietaria

E' basata su scelte indipendenti ed arbitrarie del costruttore, ed è generalmente incompatibile con architetture diverse. Nel senso più stretto del termine è un'architettura per la quale il costruttore non rende pubbliche le specifiche, per cui nessun altro può produrre apparati compatibili.

Esempi:

- IBM SNA (System Network Architecture)
- Digital Decnet Phase IV;
- Novell IPX;
- Appletalk.

## Architettura Standard

- Un'architettura standard de facto è un'architettura basata su specifiche di pubblico dominio (per cui diversi costruttori possono proporre la propria implementazione) che ha conosciuto una larghissima diffusione.

Esempi:

- Internet Protocol Suite (detta anche architettura TCP/IP).

## Architettura Standard de Jure

- è un'architettura basata su specifiche (ovviamente di pubblico dominio) approvate da enti internazionali che si occupano di standardizzazione. Anche in questo caso ogni costruttore può proporre una propria implementazione.

Esempi:

- standard IEEE 802.X per le reti locali;
- architettura OSI (Open Systems Interconnection);
- Decnet Phase V (conforme allo standard OSI).

L'insieme dei protocolli utilizzati su un host e relativi ad una specifica architettura di rete va sotto il nome di pila di protocolli (protocol stack). Si noti che un host può avere contemporaneamente attive più pile di protocolli.

## Situazione Attuale delle Reti

Le tre delle più importanti realtà nel mondo delle reti oggi sono:

- L'OSI Reference Model;
- L'Internet Protocol Suite (detta anche architettura TCP/IP o, piuttosto impropriamente, TCP/IP reference model).
- IEEE 802.2 e 802.3 (ormai identificati con le reti "Ethernet")

## Lo Standard IEEE 802

- IEEE ha prodotto diversi standard per le LAN, **collettivamente noti come IEEE 802**. Essi includono gli standard per:
  - Specifiche generali del progetto (802.1)
  - Logical link control, LLC (802.2)
  - CSMA/CD (802.3) - Ethernet
  - token bus (802.4, destinato a LAN per automazione industriale)
  - token ring (802.5)
  - DQDB (802.6, destinato alle MAN).

## Protocolli CSMA/CD

- CSMA/CD è l'acronimo di “Carrier Sense, Multiple Access / Collision Detection”, ovvero “accesso multiplo con ascolto della portante e rilevamento delle collisioni”.
- CSMA/CD segue questo principio di funzionamento: le stazioni possono ascoltare il canale sul quale devono trasmettere (carrier sense) e regolarsi di conseguenza, ovvero parlando solo quando il canale risulta libero da altre trasmissioni (poiché, lo ricordiamo, il mezzo trasmissivo è condiviso o multiple access).

## Mezzi Trasmissivi

- Prenderemo ora in considerazione quali sono i mezzi trasmissivi previsti dallo standard che trovano ancora applicazione nella realtà.
- Doppino Intrecciato (twisted pair)
  - UTP: Categoria 5 con 4 coppie di fili
  - STP : schermato per le interferenze
  - BNC: Cavo coassiale

## Switch contro HUB

- Significa letteralmente "Interruttore", lavora come un hub , ma lo fa in modo intelligente . Si crea una tabella degli indirizzi abbinati alla porta , in modo che i pacchetti destinati ad un certo indirizzo finiscano solo nella porta abbinata a tale indirizzo , senza andare a "disturbare" le altre tratte. Il risultato è una maggiore banda.
- Ogni ramo è un dominio di collisione separato, e quindi (poiché su esso vi è una sola stazione) non esiste più il problema delle collisioni
- Costruzione di una Tabella HOST-Mac Address:  
Modalità Autolearning

## Scelta degli OS in rete

- Scelta dell'OS in base ai servizi offerti.

Es:

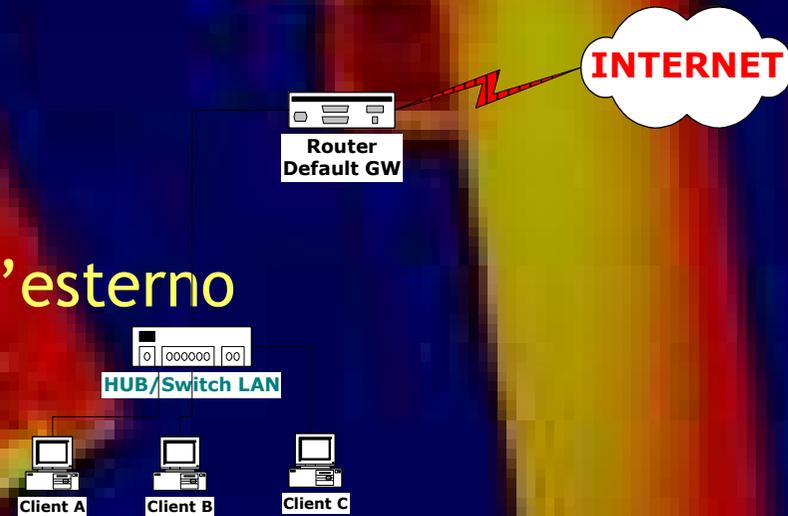
- Linux: web, posta, DNS, Firewall, file server
- Windows NT/2000: file e print server
- Novell: file e print server
- Solaris: Web, Firewall
- Unix/SCO UNIX: Web, Firewall
- \*BSD: Web, Firewall
- DIGITAL, AS/400: storage server, web, calcolo parallelo

## Disposizione di Servizi in rete

- Condivisione Risorse
  - files
  - stampanti
- Gestione Domini
- Gestione (Autenticazione) Utenti e Gruppi
- Servizio WINS e DNS
- Servizi Web e posta elettronica
- Servizi di sicurezza

## Collegarsi ad Internet

- Via Modem (connessioni a Traffico)
  - analogico linee PSTN
  - digitale linee ISDN
- Attraverso connessioni dedicate (Router e Modem CDN/xDSL)
  - xDSL
  - CDA/CDN
- Inoltro dei pacchetti verso l'esterno
  - Firewall
  - Proxy
  - Masquerading/NAT



## Pesi dei Bit

- Un indirizzo IP è fatto da 4 byte (4 otetti di bit)
- Ogni bit a un peso espresso dalle potenze in base 2
- il primo a dx 20 ( $2^0$ ) il secondo 21 ( $2^1$ ) il terzo 22( $2^2$ ).....
- Il che si traduce in pesi decimali
  - $1+2+4+8+16+32+64+128=255$ --> valore massimo decimale per un byte (11111111)
- Numero binario: conversione in decimale a partire da dx
  - 10101001
  - $1 \times 1 + 1 \times 8 + 1 \times 32 + 1 \times 128 = 169$

## Indirizzo IP e Netmask

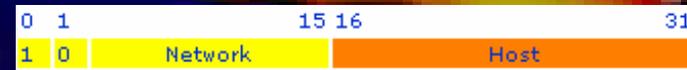
- Un **indirizzo IP**, 32 bit, viene indicato come 4 numeri decimali, ognuno esprime 8 bit ( $8\text{bit} \times 4n=32\text{bit}$ ), es. 192.168.17.10. Essendo solo 8 i bit per ogni numero, i valori andranno da 0 a 255.
- Un indirizzo IP a 32 bit può essere visto come una coppia di due numeri: il **numero di rete (prefisso)** e il **numero di host (telefono)** o nodo. Il numero di bit usato per il numero di rete dipende dalla classe di indirizzo.
- La **maschera di Rete (Netmask o SubnNetmask)** serve ad individuare la parte del numero di IP che deve essere considerata come numero di rete e la parte che rappresenta il numero di host.
- Consente la suddivisione di reti in sottoreti e consente di identificare la rete di destinazione di un pacchetto.
- RFC 917 Internet Subnet
- RFC 950 Internet Standard Subnetting Procedure

# Classi di Indirizzi

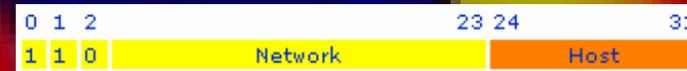
- **Classe A:** inizia con un bit a 0 (primo ottetto da **1** a **126** in decimale), 7 bit per la rete , 24 per l'host. Permette di avere 126 reti con 16.777.213 host ciascuno.



- **Classe B:** inizia con due bit a 10 (primo ottetto da **128** a **191** in decimale), 14 bit per la rete , 16 per l'host. 16.382 reti, di 65.534 host ciascuno.



- **Classe C:** inizia con tre bit a 110 (primo ottetto da **192** a **223** in decimale), 21 bit per la rete , 8 per l'host. 2.097.150 reti, di 254 host ciascuno.



- **Classe D:** inizia con quattro bit a 1110 (primo ottetto da 224 a 239 in decimale), riservato per il multicasting
- **Classe E:** inizia con quattro bit a 1111 (primo ottetto da 240 a 254 in decimale), riservato per usi futuri.

# Classi indirizzi Formato Decimale

## Classe A

Intervallo numerico 1-126  
Massimo numero di reti 126  
Massimo numero di nodi 16.387.064  
Sono usati dalle grandi aziende o grandi enti statali

## Classe B

Intervallo numerico 128.1.xxx.xxx-191.54.xxx.xxx  
Massimo numero di reti 16.256  
Massimo numero di nodi 64.516  
Sono usati da aziende di medie dimensioni o dalle università

## Classe C

Intervallo numerico 192.1.1.xxx -223.254.254.xxx  
Massimo numero di reti 2.064.512  
Massimo numero di nodi 254  
Usati dalle reti di piccole dimensioni

## Classe D

Intervallo numerico 224. xxx. xxx. xxx -239. 7xxx.  
xxx. xxx  
Indirizzi detti di "multicasting" per la trasmissione contemporanea a più computer

## Classe E

Intervallo numerico 240. xxx. xxx. xxx 254. xxx.  
xxx.xxx  
Indirizzi indefiniti per uso particolare

## Classe chiusa

Per configurare una rete senza collegarla realmente ad internet, ma dovendo assegnare ad ogni terminale un indirizzo IP è possibile utilizzare gli indirizzi di *classe chiusa* sanciti dall'RFC 1597 ("Address Allocation for Private Network"). A questa classe sono assegnati i seguenti blocchi d'indirizzi:

da 10.0.0.0 a 10.255.255.255  
da 172.16.0.0 a 172.16.255.255  
da 192.168.0.0 a 192.168.255.25

## Pacchetti destinati verso Internet

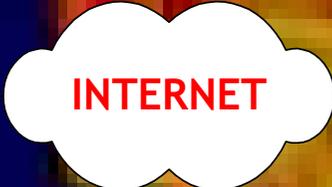
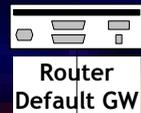
- Comparando la netmask all'indirizzo IP si può identificare la rete di appartenenza a cui destinare il pacchetto.
- Lo stack TCP/IP di un host esegue un processo di AND fra il numero di IP e la sua netmask:
  - In questo modo quando un pacchetto viene inviato in rete, il suo destinatario IP viene sottoposto, anch'esso, ad un AND logico con la subnetmask. **Se le risultanti dei due processi sono uguali** significa che il destinatario appartiene alla rete locale. Diversamente verrà inviato ad un router (gateway) che provvederà a smistarlo in una rete remota.

# IP AND Netmask: Schema

Classe A 10.10.100.1  
 Classe B 159.28.10.100  
**Classe C 192.168.17.100**  
 Rosso = parte di network dell'indirizzo  
 Blu = parte Host dell'indirizzo

192	168	20	10
11000000	10101000	00010100	00001010
11111111	11111111	11111111	00000000
11000000	10101000	00010100	00000000
192.168.20.0			

192	168	17	10
11000000	10101000	00010001	00001010
11111111	11111111	11111111	00000000
11000000	10101000	00010001	00000000
192.168.17.0			



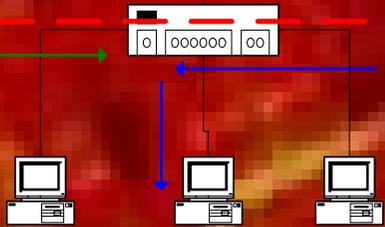
IP Sorgente 192.168.17.10  
IP Destinazione 192.168.20.10  
 Netmask 255.255.255.0

IP Sorgente 192.168.17.10  
IP Destinazione 192.168.17.100  
 Netmask 255.255.255.0

192	168	17	100
11000000	10101000	00010001	01100100
11111111	11111111	11111111	00000000
11000000	10101000	00010001	00000000
192.168.17.0			

- IP Dest AND Subnet locale = Indirizzo di Rete destinazione**
- Se Indirizzo di rete risultante ha la parte di rete uguale alla parte di rete dell' IP Sorgente il pacchetto resta nella rete locale
  - Se Indirizzo di rete risultante ha la parte di rete diversa dalla parte di rete dall'indirizzo sorgente il pacchetto verrà spedito verso il default gateway

In pratica se l'indirizzo di rete dell'IP destinazione è diverso dall'indirizzo di rete dell'IP sorgente vuol dire che sono su due reti differenti ed il pacchetto sarà instradato oltre il router.

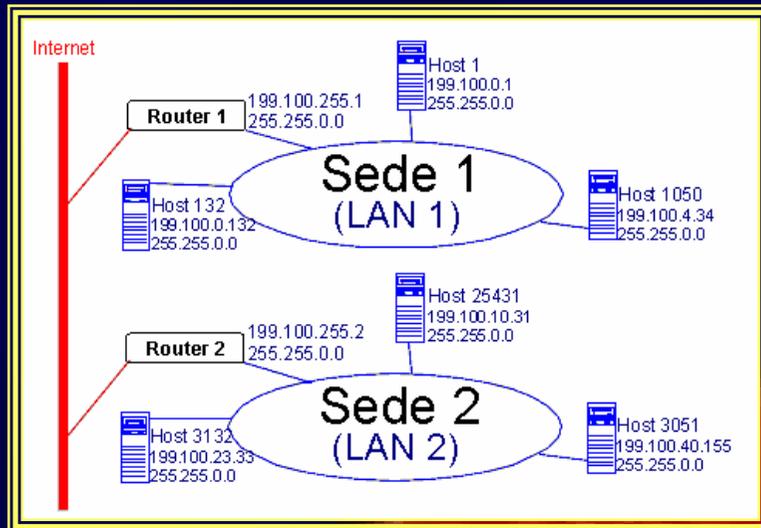


## IP and Netmask Configurare il sistema

Configurazione di una interfaccia di rete in ambiente Linux:

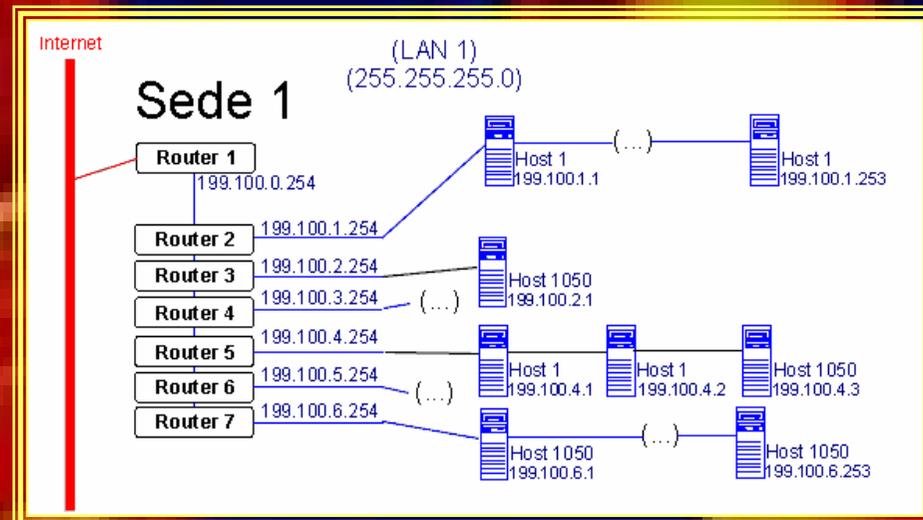
- Assegno l'IP al sistema (attivazione interfaccia di rete)  
*ifconfig eth0 192.168.17.100 netmaks 255.255.255.0*
- Imposto la destinazione per i pacchetti destinati alla rete locale  
*route add -net 192.168.17.0 eth0*
- Imposto la destinazione verso il gw per i pacchetti destinati verso reti diverse da quella locale (interna)  
*route add default gw 192.168.17.155*

# Subnetting



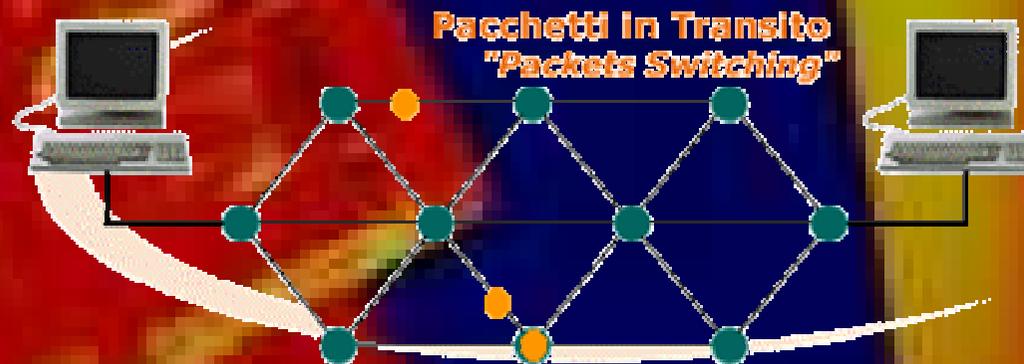
Classe B: Più reti sotto  
199-100.x.x

Classe B subnettata: Più  
reti sotto 199-100.x.x  
suddivise in più sottoclassi



# Pacchetti su Internet

- **Commutazione di Pacchetto**  
Ogni dato viene suddiviso in pacchetti di dimensioni fisse, con tanto di identificativo, indirizzo del mittente e del destinatario.
- I pacchetti possono seguire strade diverse, quelle più veloci e meno congestionate.
- Vengono “instradati” dai Router
- Esempio animato di packet switching
  - [http://www.pbs.org/opb/nerds2.0.1/geek\\_glossary/packet\\_switching\\_flash.html](http://www.pbs.org/opb/nerds2.0.1/geek_glossary/packet_switching_flash.html)



## Struttura di un Pacchetto

- Intestazione IP: include indirizzo sorgente e destinazione
- Intestazione TCP: porta sorgente e di destinazione e numero di sequenza
- Dati (Corpo del Pacchetto)

```
+-----+-----+----- - -  
|intestazione|intestazione|   DATI  
|   IP       |   TCP       |   ....  
+-----+-----+----- - -  
      20 bytes   20 bytes
```

# Autorità mondiali nel Campo delle Reti

**PTT** (Post, Telephone and Telegraph): l'amministrazione statale, che gestisce i servizi trasmissivi (in Italia è il Ministero delle Poste);

**CCITT** (Comité Consultatif International de Telegraphie et Telephonie): organismo internazionale che emette le specifiche tecniche che devono essere adottate dalle PTT. E' entrato da poco a far parte dell'ITU (International Telecommunication Union);

**ISO** (International Standard Organization): il principale ente di standardizzazione internazionale, che si occupa fra l'altro anche di reti;

**ANSI** (American National Standards Institution): rappresentante USA nell' ISO;

**UNINFO**: rappresentante italiano, per le reti, nell'ISO;

**IEEE** (Institute of Electrical and Electronic Engineers): organizzazione professionale mondiale degli ingegneri elettrici ed elettronici; ha gruppi di standardizzazione sulle reti;

**IRTF** (Internet Research Task Force): comitato rivolto agli aspetti di ricerca a lungo termine in merito alla rete Internet;

**IETF** (Internet Engineering Task Force): comitato rivolto agli aspetti di ingegnerizzazione a breve termine della rete Internet;

**IAF** (Internet Architecture Board): comitato che prende le decisioni finali su nuovi standard da adottare per Internet, di solito proposti da IETF IRTF.

## Risorse su Internet

- <http://www.networkingitalia.it/elementi/index.asp>
- <http://www.blueocarina.com/Ita/corso/>
- <http://www.fisica.unige.it/~servreti/ReteDoc/netinst.html>
- <http://www.rfc-editor.org/>