DISPOSITIVI DI RETE

Il livello fisico e di collegamento

- Scheda di rete (NIC Network Interface Card):
- È la realizzazione fisica di un'interfaccia di rete
- Contiene la circuiteria necessaria per l'implementazione:
  - Del livello fisico (il transceiver dati paralleli => dati seriali)
  - Del livello di collegamento (livelli 1 e 2 dello stack OSI)

Scheda di rete

- Tipo di rete (es. Ethernet, WI-FI, Bluetooth)
- Tipo di mezzo fisico e connettore (es. RJ45, wireless)
- Velocità

Indirizzo fisico

- Ogni scheda di rete è identificata da un indirizzo fisico (indirizzo MAC) di 48 bit , memorizzato all'interno del firmware della scheda, es. 00-50-FC-A0-67-2C.
- Viene assegnato in modo univoco dal produttore alla scheda (è modificabile a livello software).

Ethernet

- Ad oggi è la tecnologia più diffusa per il collegamento delle reti locali.
- È caratterizzato da una modalità di accesso al canale condiviso a contesa nota come CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection):
- Tutti i nodi che hanno un messaggio da mandare ascoltano il canale prima di trasmettere
- Se il nodo rileva un segnale aspetta prima di tentare la trasmissione
- Mentre la trasmissione è in corso il nodo continua ad ascoltare il canale per rilevare eventuali collisioni
- Se avviene una collisione viene rilevata (incremento dell'ampiezza del segnale) i dispositivi in stato di trasmissione continuano a trasmettere in modo che tutti i dispositivi sulla rete rilevino la collisione
- I dispositivi smetteranno di trasmettere per un intervallo di tempo random dopodiché ritorna nello stato di ascolto in cui un nodo prima di trasmettere ascolta il canale per verificare se è libero, in tal caso trasmette un frame, altrimenti attende fin quando il canale non sarà più occupato. Se due stazioni sentendo il canale libero trasmettono contemporaneamente rilevano quasi immediatamente la collisione e interrompono la trasmissione, ogni stazione ritenterà l'accesso al canale dopo un periodo di tempo casuale.

Ethernet

- La connessione ha una denominazione diversa in base al cavo utilizzato

Nome	Cavo	Lunghezza max del segmento	Nodi/Segmento
10Base5 (oggi obsoleto)	Coassiale spesso (Thick Ethernet)	500 m	100
10Base2	Coassiale sottile (Thin Ethernet)	185 m	30
10Base-T	Doppino intrecciato	100 m	1024
10Base-F	Fibra Ottica	2000 m	1024

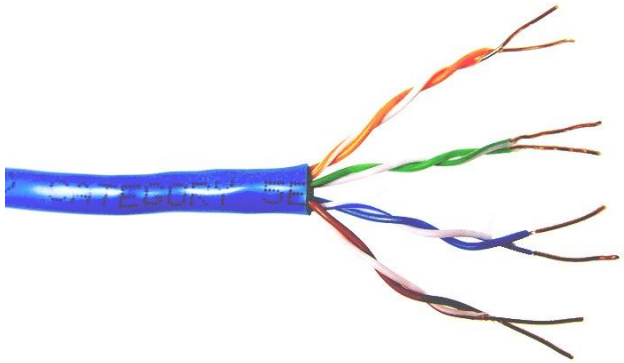
Categoria

Categoria	Data Rate	Protocollo	Standard
Cat5	100 Mbps	Fast Ethernet	TIA/EIA
Cat5e	100 Mbps / 1 Gbps	Gigabit Ethernet	TIA/EIA-568-B
Cat6	1Gbps / 10 Gbps	Gigabit Ethernet	TIA/EIA-568-B
Cat6a	1Gbps / 10 Gbps	Gigabit Ethernet	ANSI/TIA/ EIA-568-B.2-10

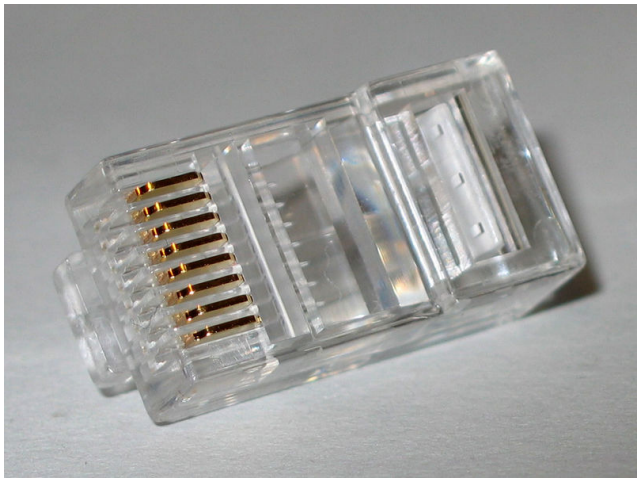
- **TIA/EIA** è un insieme di tre standard proposti dalla Telecommunications Industry Association.

Cavi di rete

- Permettono di collegare fisicamente due computer o un computer a un dispositivo di rete, comunemente si utilizzano i cavi UTP (Unshielded Twisted Pair)



- Terminano in un connettore RJ-45

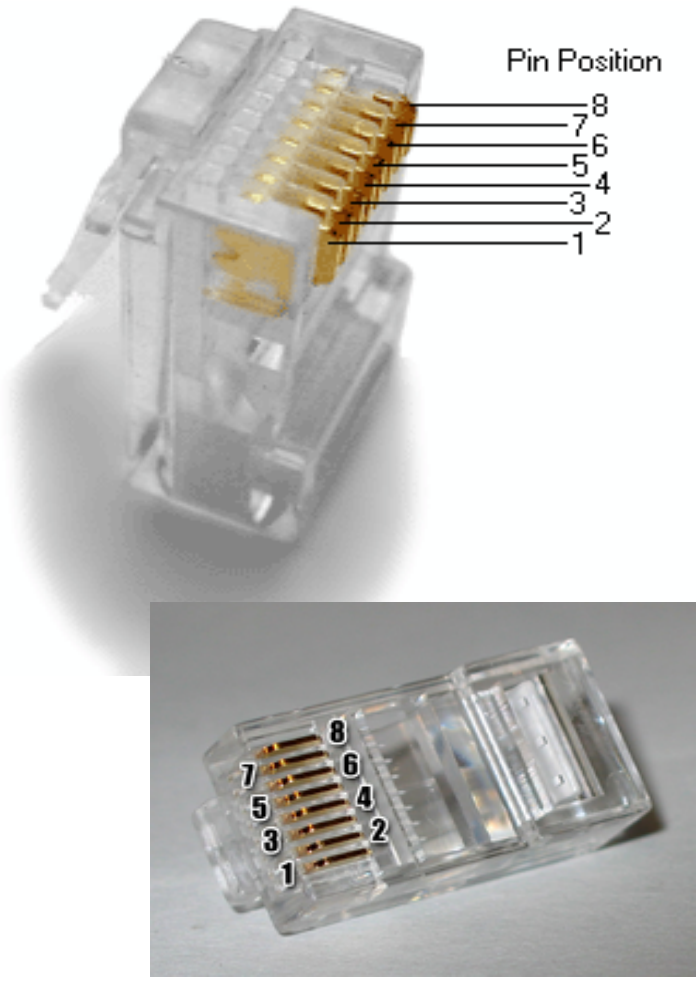


UTP categories

Category 1	Voice only (Telephone)
Category 2	Data to 4 Mbps (Localtalk)
Category 3	Data to 10Mbps (Ethernet)
Category 4	Data to 20Mbps (Token ring)
Category 5 Category 5e	Data to 100Mbps (Fast Ethernet) Data to 1000Mbps (Gigabit Ethernet)
Category 6	Data to 2500Mbps (Gigabit Ethernet)

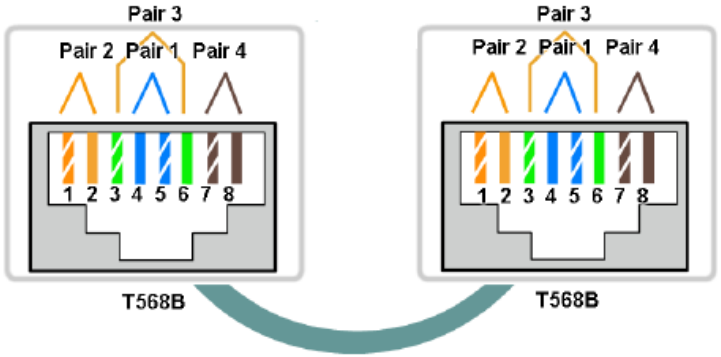
Ethernet Cable

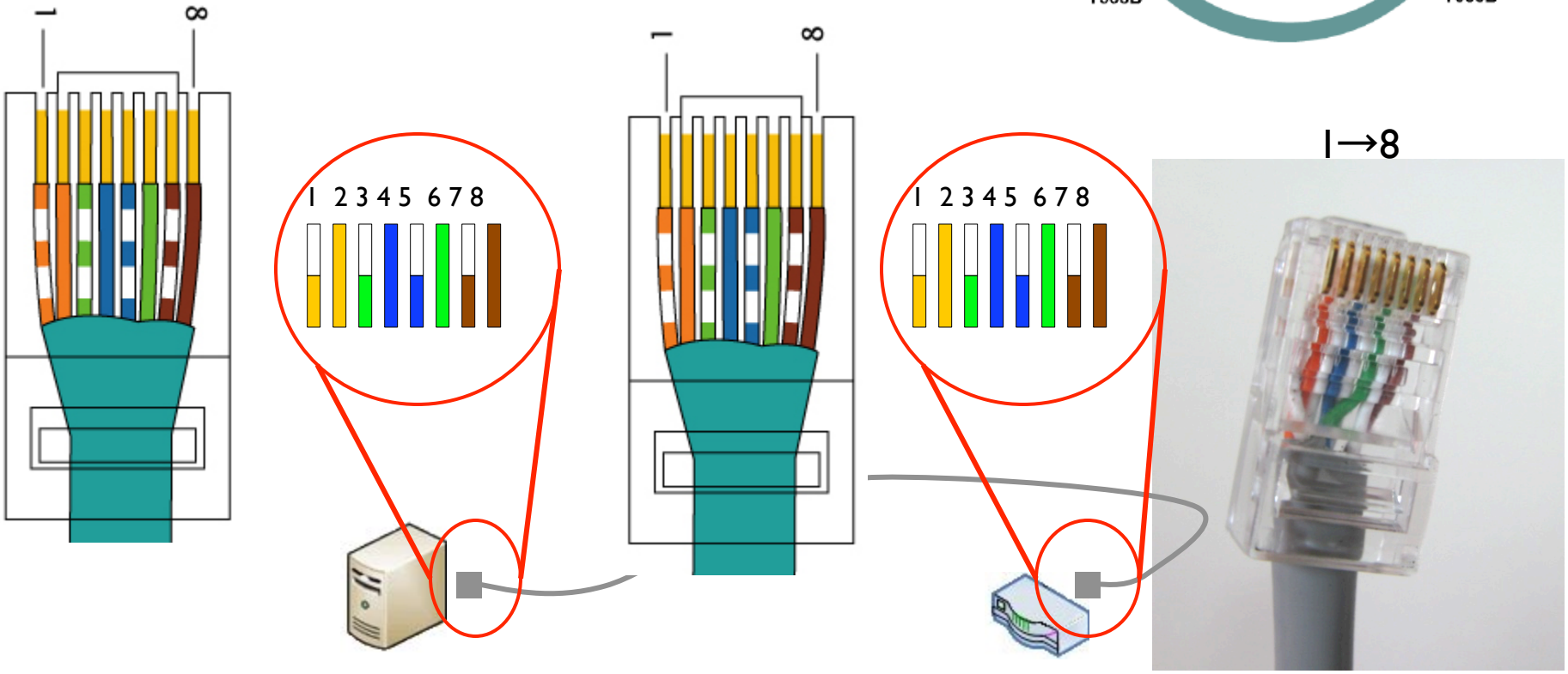
Pin	Usage
1	Transmission (Tx+)
2	Transmission (Tx-)
3	Receive (Rx+)
4	--
5	--
6	Receive (Rx-)
7	--
8	--



How to wire

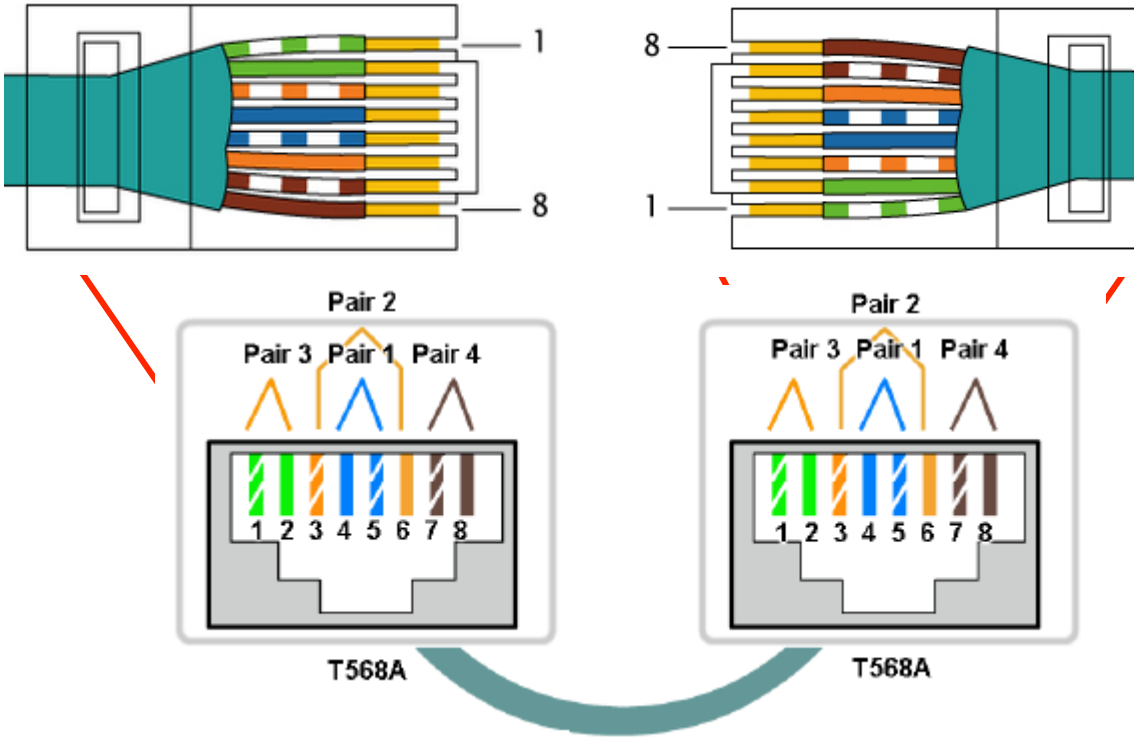
- Straight Through **EIA/TIA-568B**

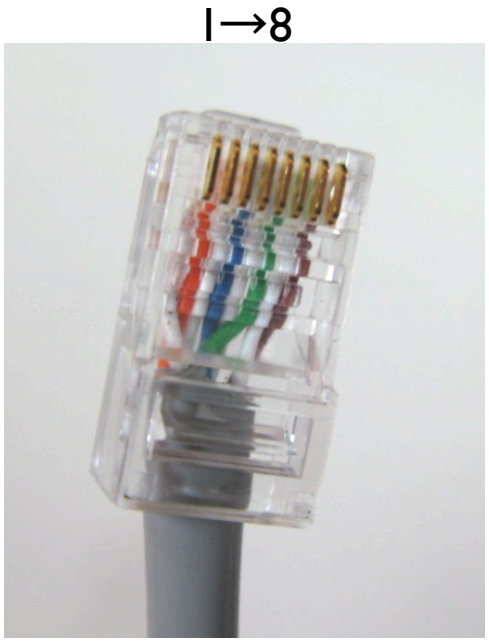




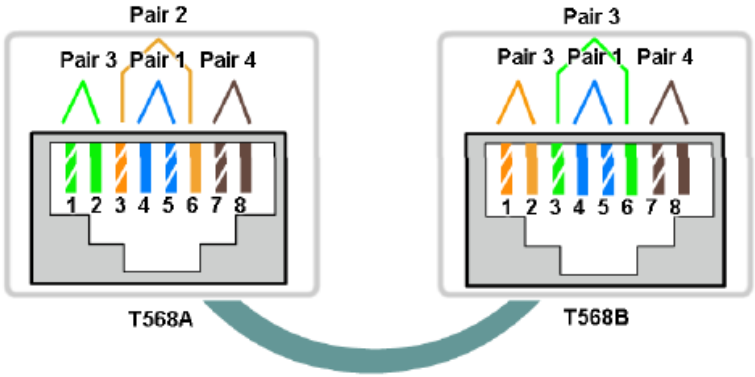
How to wire

- Straight Through **EIA/TIA-568A**
- Servono per collegare il PC al router, hub o switch
  - L'ordine dei fili è uguale dall'altro lato.

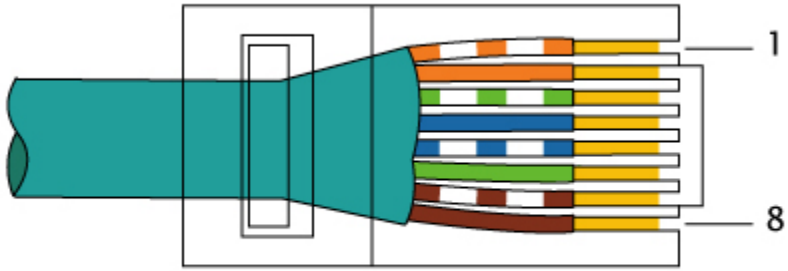




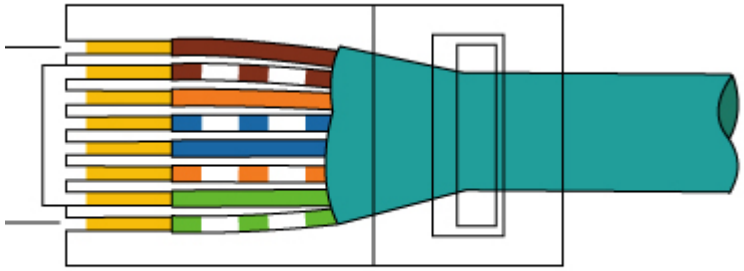
How to wire



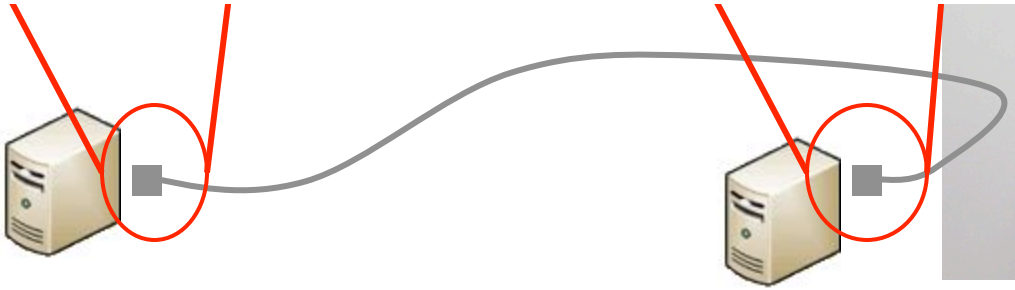
- Crossover
- Per collegare due PC, switch, hub
  - Occorre cambiare l'ordine dei fili di trasmissione e ricezione

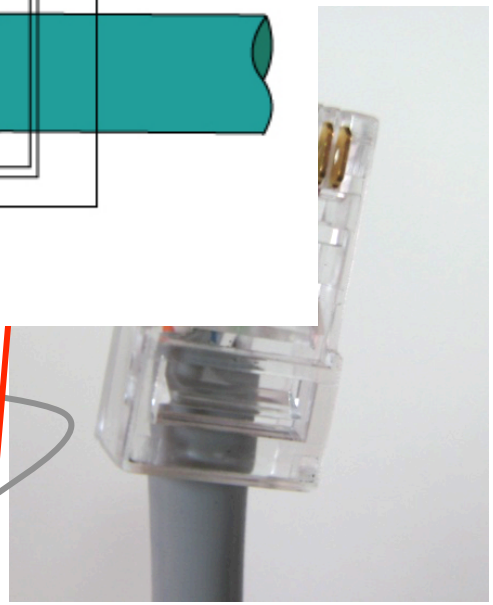


EIA/TIA-568B



EIA/TIA-568A





Dispositivi di rete

- In base al tipo di collegamento da effettuare si definiscono i seguenti dispositivi:
  - Repeater
  - Hub
  - Bridge
  - Switch
  - Router
  - Gateway

Repeater

- Lavora a livello 1 (fisico)
- Serve ad estendere la lunghezza del canale trasmissivo
- Rigenera stringhe di bit ricevute su un canale e le ritrasmette sugli altri canali

Hub

- È un concentratore di cablaggio (opera al livello 1)
- Serve a collassare una topologia a bus o ad anello in un topologia a stella, semplificando le operazioni di cablaggio
- Non aumenta la capacità trasmissiva (l'hub si comporta come un ripetitore)

Bridge

- Lavora a livello 2
- Serve a connettere due segmenti di rete
- Riceve i messaggi dalla rete A, legge l'indirizzo di destinazione di livello 2 e li inoltra solo se sono diretti alla rete B e viceversa, in questo modo il traffico nelle due reti rimane separato. Nel caso di Ethernet si dice che si hanno due domini di collisione separati.
- Può anche connettere due reti con tecnologie diverse (translational bridge)
- Serve ad estendere una LAN tenendo separati i domini trasmissivi
- Se i protocolli sono diversi, il Bridge traduce l'intestazione (la "busta") di un protocollo in quella dell'altro prima di inoltrare la trama (frame).
- Le prestazioni di una LAN tendono a peggiorare al crescere del numero degli utenti. Una soluzione consiste nell'interconnettere diverse LAN attraverso dei bridge: si parla in questo caso di LAN estesa. Il bridge 'sente' tutte le trame trasmesse sulle LAN a cui è connesso, e inoltra selettivamente alcune trame da una LAN all'altra attraverso delle porte.

Switch

- Lavora a livello 2
- È simile a un hub ma ha l'intelligenza per ottimizzare la comunicazione sulla rete
- Memorizza in una cache i MAC address delle interfacce connesse in modo da far diminuire le collisioni poiché un frame inviato da un'interfaccia a un'altra interessa soltanto il connettore del destinatario
- Lo switch aumenta la capacità della rete perché permette di trasmettere più pacchetti contemporaneamente se sorgente e destinazione sono diversi
- Dispositivo di rete che indirizza il traffico in entrata unicamente alla porta sulla quale è presente il destinatario del traffico, senza coinvolgere le altre porte (come invece farebbe un hub) e dunque riducendo il numero di collisioni e aumentando le prestazioni globali della rete.

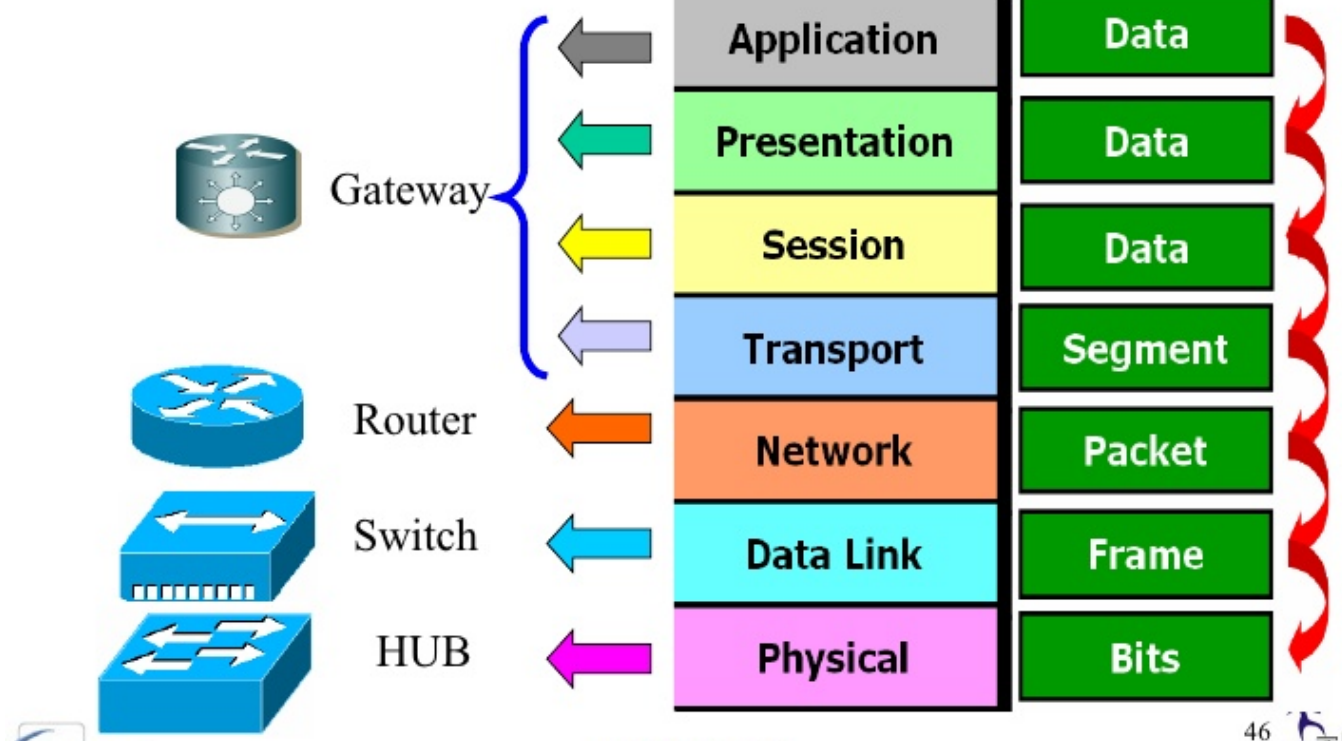
Router

- Instrada i messaggi ricevuti verso un'altra rete per farli arrivare a destinazione
- Lavora a livello 3 tra due o più reti diverse
- Riconosce il destinatario del pacchetto e può quindi instradarlo verso la rete opportuna
- Il path è determinato in base a una logica descritta da una tabella chiamata routing table

Gateway

- Lavora a livello 7
- Effettua operazioni più complesse rispetto a un router perché è in grado di convertire il protocollo di sessione/trasporto
- Serve per connettere due reti che utilizzano protocolli differenti.
- Permette l'interconnessione tra due reti proprietarie differenti
- Può fungere da mappatura tra un'architettura di rete e un'altra al limite fino al livello 7.
- Ricompongono e convertono i dati che vengono trasferiti tra ambienti e architetture diverse. Possono mettere in comunicazione reti di tipo diverso con differenti protocolli, strutture di formattazione dei dati, linguaggi e architetture

OSI


Data Flow in OSI
Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical
Data
Data
Data
Segment
Packet
Frame
Bits
Gateway
Router
Switch
HUB

CISCO 1841
Catalyst 2950 SERIES
Catalyst 2950 SERIES
JHY0719K3D6
JHY0738K35U

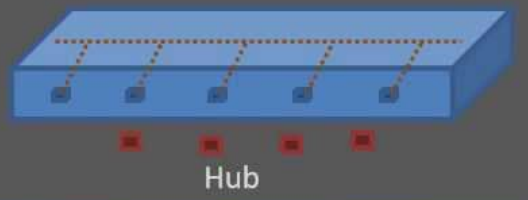
Router

Switch/Hub

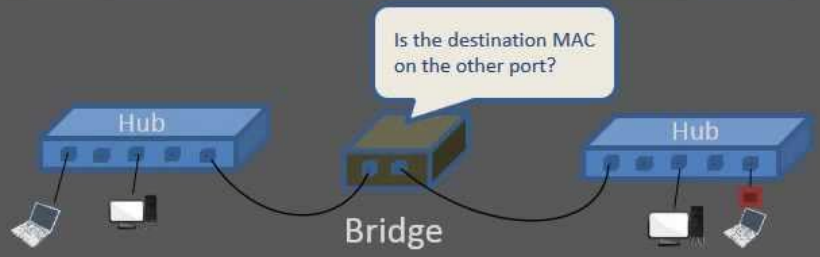
Industrial Router/Switch

Hub vs. Bridge vs. Switch

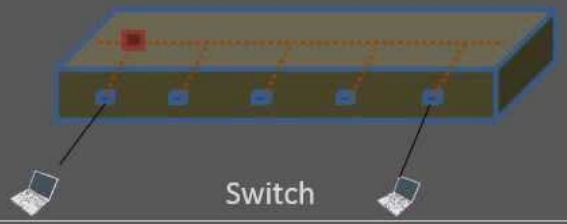
- Hub is really a *repeater*
- A message sent by one host is sent to all other hosts.
- One of the simplest ways to create a network.



- Bridge is a more intelligent form of Hub
- Packets are processed based on MAC address (Hardware Address) inside the incoming packet.



- Switch = Bridge with more than 2 Ports
- More scalable and practical
  - Bridge is not very useful for end-computing devices
  - Hubs cannot handle large data traffic



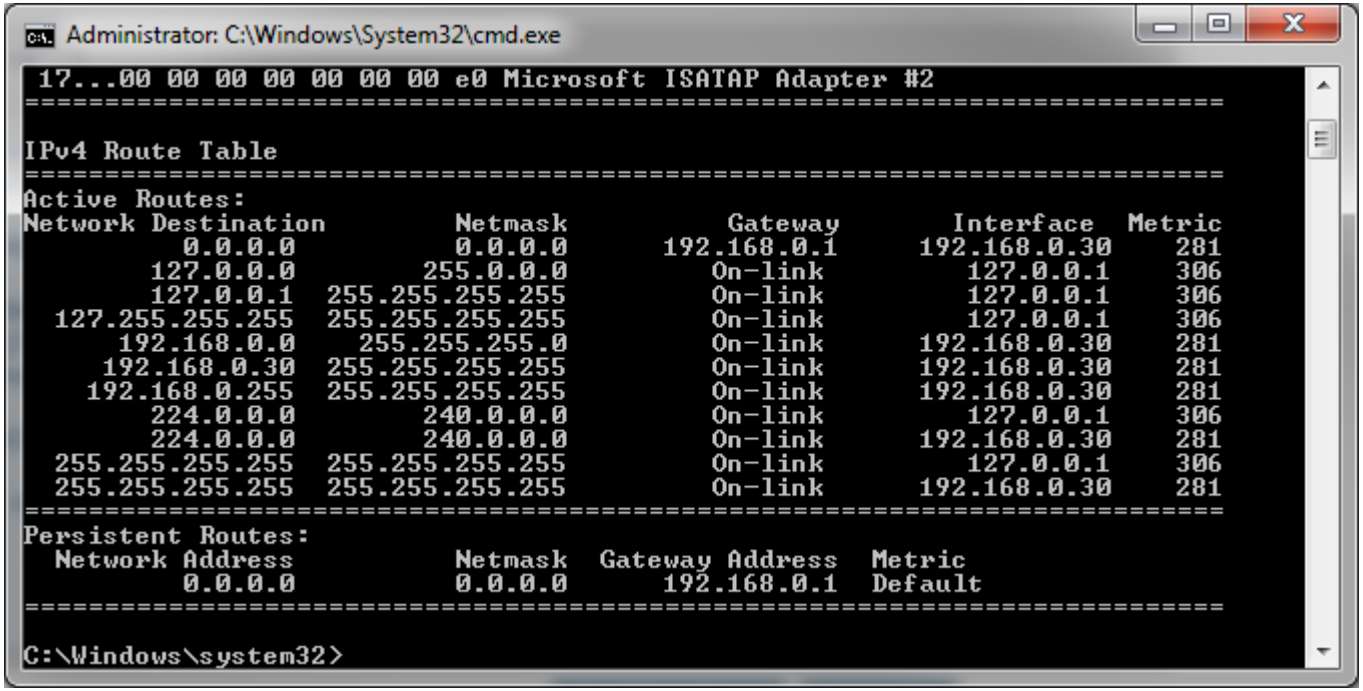
Routing

- È il meccanismo che decide il tragitto dei pacchetti dall'interfaccia mittente a quella di destinazione
- L'IP utilizza un meccanismo di routing che trasferisce i pacchetti IP da un'interfaccia a un'altra per passi successivi detti hop
- In particolare se il destinatario si trova sulla stessa rete (subnet) del mittente, il pacchetto IP viene passato al livello sottostante (data link) che si occuperà dell'inoltro sulla rete e del suo recapito
- Altrimenti il pacchetto IP viene inviato al router che si occuperà di inoltrarlo a un'altra interfaccia che può essere la destinazione o un altro router

Routing table

- È definita per ogni router
- È la tabella di instradamento che contiene gli indirizzi IP delle macchine a cui inviare i pacchetti la cui interfaccia di destinazione appartiene a una subnet diversa da quella del mittente.
- Ogni sua riga si chiama route e esprime regole del tipo: se l'indirizzo IP di destinazione è xxx.xxx.xxx.xxx. Invia il pacchetto all'indirizzo yyy.yyy.yyy.yyy
- Per visualizzarla si usa in comando `route` (GNU/Linux) o `route print` (win)

Routing table: esempio (route print)



La colonna Destination contiene l'indirizzo IP di destinazione del pacchetto, la colonna Gateway contiene l'indirizzo IP del router o gateway), la colonna Genmask (Netmask) contiene la subnet mask relativa all'indirizzo di destinazione e la colonna Interface (o Iface) indica l'interfaccia interessata dalla route.

- Route command
  - Add, delete, modify routes
- Route command help
  - UNIX or Linux system
    - Type `man route`
  - Windows system
    - Type `route ?`

Routing Tables (8:07)

```
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
223.37.128.0    0.0.0.0         255.255.255.0   U     0      0        0 eth0
127.0.0.1       0.0.0.0         255.0.0.0       U     0      0        0 lo
0.0.0.0         223.37.128.1    0.0.0.0         UG    0      0        0 eth0
```

Sample routing table

Destination	The destination host's identity
Gateway	The destination host's gateway
Genmask	The destination host's netmask number
Flags	Additional information about the route, including whether it's usable (U), whether it's a gateway (G), and whether, as is the case with the loopback entry, only a single host can be reached via that route (H)
Metric	The cost of the route—that is, how efficiently it carries traffic
Ref	The number of references to the route that exist—that is, the number of routes that rely on this route
Use	The number of packets that have traversed the route
Iface	The type of interface the route uses

The Route Command Demo

Comandi di gestione

- `arp`
- `ifconfig`
- `netstat`
- `route`
- `ping`

ARP

- Address Resolution Protocol
- È utilizzato da un nodo per trovare l'indirizzo di livello 3 di un altro nodo in una LAN, conoscendo il suo indirizzo di livello 3.
- `arp -a`: visualizza la cache arp
- Mostra le entry più recenti utilizzate dall'interfaccia di rete, l'indirizzo IP (nome DNS) e l'indirizzo MAC.
- `arp -d nomeHost`
- Elimina l'host specificato in `nomeHost`

ifconfig/ipconfig

- Permette di assegnare un indirizzo di rete a un'interfaccia e/o configurarne i parametri. Serve per:
  - Determinare se un'interfaccia è stata riconosciuta dal sistema e configurata correttamente
  - Assegnare un indirizzo IP a un'interfaccia
  - Abilitare/disabilitare un'interfaccia

View All Network Setting

- Il comando `ifconfig` senza argomenti visualizzerà i dettagli di tutte le interfacce attive.

```
[root@tecmint ~]# ifconfig

eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0B:CD:1C:18:5A
          inet addr:172.16.25.126  Bcast:172.16.25.63  Mask:255.255.255.224
          inet6 addr: fe80::20b:cdff:fe1c:185a/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:2341604 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2217673 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:293460932 (279.8 MiB)  TX bytes:1042006549 (993.7 MiB)
          Interrupt:185 Memory:f7fe0000-f7ff0000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:5019066 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:5019066 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:2174522634 (2.0 GiB)  TX bytes:2174522634 (2.0 GiB)

tun0      Link encap:UNSPEC  HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-
          inet addr:10.1.1.1  P-t-P:10.1.1.2  Mask:255.255.255.255
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
```

Display Information of All Network Interfaces

- `ifconfig -a` mostrerà le informazioni di tutte le interfacce di rete attive e inattive.

```
[root@tecmint ~]# ifconfig -a

eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0B:CD:1C:18:5A
          inet addr:172.16.25.126  Bcast:172.16.25.63  Mask:255.255.255.224
          inet6 addr: fe80::20b:cdff:fe1c:185a/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:2344927 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2220777 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:293839516 (280.2 MiB)  TX bytes:1043722206 (995.3 MiB)
          Interrupt:185 Memory:f7fe0000-f7ff0000

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:5022927 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:5022927 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:2175739488 (2.0 GiB)  TX bytes:2175739488 (2.0 GiB)

sit0      Link encap:IPv6-in-IPv4
          NOARP  MTU:1480  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)

tun0      Link encap:UNSPEC  HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
          inet addr:10.1.1.1  P-t-P:10.1.1.2  Mask:255.255.255.255
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:0 (0.0 b)  TX bytes:0 (0.0 b)
```

ifconfig

- Visualizzare le informazioni di una specifica interfaccia di rete

```
[root@tecmint ~]# ifconfig eth0

eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0B:CD:1C:18:5A
          inet addr:172.16.25.126  Bcast:172.16.25.63  Mask:255.255.255.224
          inet6 addr: fe80::20b:cdff:fe1c:185a/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:2345583 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:2221421 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:293912265 (280.2 MiB)  TX bytes:1044100408 (995.7 MiB)
          Interrupt:185 Memory:f7fe0000-f7ff0000
```

- Abilita un'interfaccia di rete

```
[root@tecmint ~]# ifconfig eth0 up
OR
[root@tecmint ~]# ifup eth0
```

```
[root@tecmint ~]# ifconfig eth0 down
OR
[root@tecmint ~]# ifdown eth0
```

ifconfig

- Assegna un IP Address alla Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 172.16.25.125
- Assegna una netmask alla Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 netmask 255.255.255.224
- Assegna un indirizzo Broadcast alla Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 broadcast 172.16.25.63
- Assegna tutte le impostazioni precedenti in un solo comando
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 172.16.25.125 netmask 255.255.255.224 broadcast 172.16.25.63
- Cambia il MAC address alla Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 hw ether AA:BB:CC:DD:EE:FF

ifconfig

- Change MTU for an Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 mtu 1000
- Enable and disablePromiscuous Mode
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 promisc
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0 –promisc
- Add or remove New Alias to Network Interface
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0:0 172.16.25.127
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0:0 down
- Verify the newly created alias network interface address
  - [root@tecmint ~]# ifconfig eth0:0

eth0:0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:01:6C:99:14:68 inet addr: 172.16.25.123 Bcast:172.16.25.63 Mask:255.255.255.240 UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1 Interrupt: 17

Ping

- Serve per controllare se un host è online e risponde.
- `ping` si utilizza per testare la rete, effettuare misure (es.ritardo), gestirla.
- Es. Ping 127.0.0.1 ci dice se l'IP sul nostro PC funziona correttamente

Route command

- Per mostrare le route

```
$ route
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.1.0     *               255.255.255.0   U     0      0        0 eth0
```

- Se la destinazione è nel network range 192.168.1.0 – 192.168.1.255, allora il gateway è *, che è 0.0.0.0.
- Per default il comando mostra il nome dell'host come output. Possiamo richedergli di mostrare l'indirizzo IP utilizzando l'opzione –n.

```
$ route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.1.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U     0      0        0 eth0
0.0.0.0         192.168.1.10    0.0.0.0         UG    0      0        0 eth0
```

Route command

- Per aggiungere il gateway di default
  - $ route add default gw 192.168.1.10

netstat

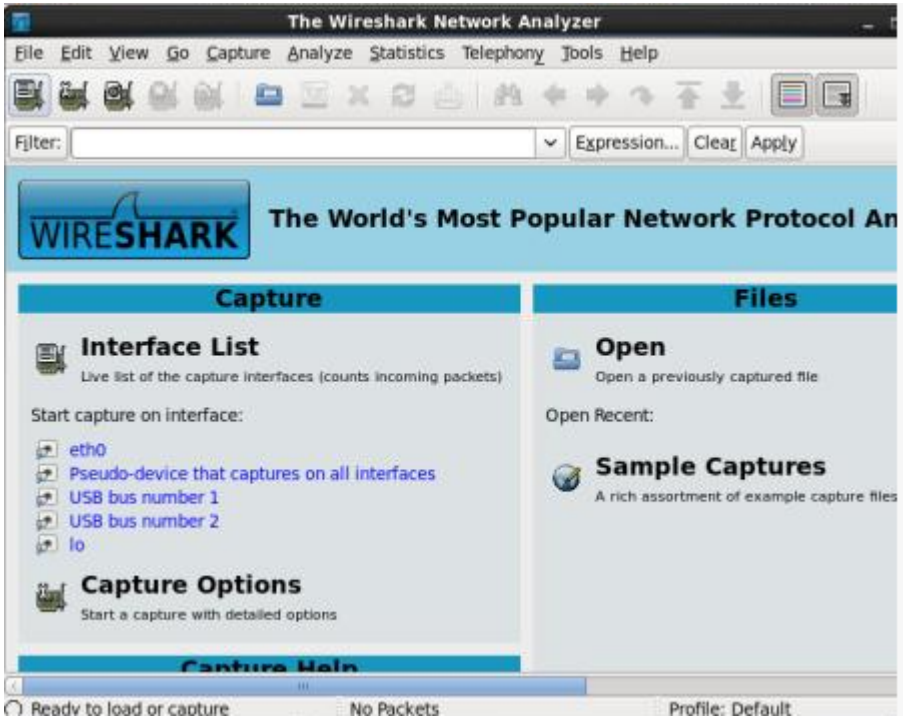
- Serve per effettuare test sul funzionamento della comunicazione mostrando le connessioni di rete attive, le routing table, le statistiche sui pacchetti inviati/ricevuti dalle interfacce di rete, etc.
- **Mostra tutte le connessioni**
  - $ netstat –a
- **Mostra soltanto le connessioni TCP o UDP**
  - $ netstat –at
  - $ netstat –au

nslookup

- Interroga il DNS
  - $ nslookup redhat.com
  - $ nslookup -query=mx redhat.com
  - nslookup -type=ns redhat.com
- Reverse DNS lookup
  - $ nslookup redhat.com ns1.redhat.com

tcpdump

- Cattura i pacchetti che transitano sulle interfacce di rete per potere poi effettuare un'analisi successiva delle informazioni in essi contenuti.
- **tcpdump** packets sniffer o package analyzer tool
  - **# yum install tcpdump**
  - $ apt-get install tcpdump
- Cattura i pacchetti su una interfaccia specifica
  - **# tcpdump -i eth0**
- **Cattura soltanto I pacchetti TCP**
  - **# tcpdump -i eth0 tcp**
- Cattura soltanto I pacchetti su una porta specifica
  - **# tcpdump -i eth0 port 22**

Wireshark

- **Wireshark** è un network analyzer tool open-source…
- Da utilizzare per scopi leciti