

CCNA_1 (Versione 3.1) Networking basics

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

ithum

Marco Ciampi
m.ciampi@ithum.it



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Ithum Learning License

Licenza d'uso del materiale didattico

Questo documento e tutto il materiale prodotto da Ithum S.r.l. e dai suoi collaboratori in qualità di autori originari costituisce una "opera" intellettuale protetta dal diritto d'autore e/o dalle altre leggi applicabili.

Tale opera (si veda anche l'appendice *Materiale allegato*) è messa a disposizione sulla base dei termini della presente *Ithum Learning License* ovvero della *Licenza concessa da Ithum Srl per l'utilizzo del materiale prodotto*.

È proibita ogni utilizzazione dell'opera che non sia autorizzata ai sensi della presente licenza o del diritto d'autore.

Ithum Srl e gli autori originari, in qualità di licenzianti, concedono l'utilizzo dell'opera con i diritti ed i doveri di seguito elencati.

Con il semplice esercizio sull'opera di uno qualunque dei diritti di seguito elencati, si accetta e ci si impegna a rispettare integralmente ed a far rispettare a terzi i termini e le condizioni della presente licenza.

L'opera può essere riutilizzata così come è oppure riadattata alle proprie esigenze come specificato da quanto segue.

Ithum S.r.l. e gli autori originari concedono:

- L'utilizzo dell'opera per fini educativi ed informativi personali;
- La riproduzione, distribuzione, comunicazione e/o esposizione in pubblico, rappresentazione, esecuzione o recitazione dell'opera;
- La creazione di opere derivate;

Alle seguenti imprescindibili condizioni:

1. riconoscere sempre e comunque il contributo di Ithum S.r.l. e dell'autore originario, dandone sempre evidenza scritta o comunque documentabile;
2. tener traccia sempre e comunque dei soggetti cui l'opera viene distribuita e comunicarla tempestivamente ad Ithum ed all'autore originario;
3. chiarire e far sottoscrivere agli altri sempre e comunque, in occasione di ogni atto di utilizzo o distribuzione, i termini della presente licenza;
4. contattare preventivamente sempre Ithum S.r.l. e l'autore originario per negoziarne coinvolgimento e compensi in caso di utilizzo ai fini commerciali;
5. Se si ottiene il permesso documentato dal titolare del diritto d'autore (Ithum S.r.l. e l'autore originario) è possibile rinunciare ad alcune o tutte le precedenti condizioni.

Le utilizzazioni libere e gli altri diritti non sono in nessun modo limitate da quanto sopra.

Per qualsiasi informazione è possibile scrivere a formazione@ithum.it.



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Contenuti

- **Protocolli 'Routed'**
 1. Protocolli 'Routed' e 'Routable'
 2. IP: un protocollo 'routed'
 3. Instradamento e switching di pacchetti
 4. Protocollo IP
 5. Anatomia del pacchetto IP
- **Protocolli di 'Routing'**
 1. Introduzione al Routing
 2. 'Routing' vs. 'Switching'
 3. 'Routed' vs. 'Routing'
 4. Determinazione dei percorsi
 5. Tabelle di Routing
 6. Metriche ed algoritmi di Routing
 7. IGP ed EGP
- **Il meccanismo del Subnetting**
 1. Classi di indirizzi IP
 2. Introduzione al Subnetting
 3. Individuare la maschera di sottorete
 4. Applicare la maschera di sottorete
 5. Subnetting su reti di classe A e B
 6. Individuare le sottoreti locali attraverso l'operazione di AND logico
- 8. Algoritmi basati sui vettori distanza e algoritmi basati sullo stato dei collegamenti
- 9. Protocolli di Routing



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Obiettivi

- **Descrivere i protocolli 'routed'**
- **Illustrare i passi del processo di incapsulamento dei dati**
- **Saper distinguere tra servizi privi di connessione e servizi orientati alla connessione**
- **Identificare i campi del pacchetto IP**
- **Descrivere il processo di routing**
- **Confrontare le diverse tipologie di protocolli di routing**
- **Descrivere le principali metriche utilizzate dai protocolli di routing**
- **Capire l'importanza del subnetting e saper determinare maschera e ID di sottorete**



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Sommario

10.1 – Protocolli ‘Routed’

- [10.1.1 Protocolli ‘Routed’ e ‘Routable’](#)
- [10.1.2 IP: un protocollo ‘Routed’](#)
- [10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti](#)
- [10.1.4 Protocollo IP](#)
- [10.1.5 Anatomia del pacchetto IP](#)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.1 Protocolli ‘Routed’ e ‘Routable’

10.1 – Protocolli ‘Routed’

Protocollo:

- Insieme di regole che permettono la comunicazione tra computer
- Definisce:
 - modalità con cui i computer devono scambiarsi messaggi
 - formato che i messaggi devono avere
- Protocolli [Routed](#) (o [Routable](#)):
protocolli che permettono al router l’inoltro dei pacchetti (*forward*) in base alle informazioni contenute nelle tabelle di routing:
 - Indirizzi host
 - Indirizzi di rete
 - Maschere di rete (permettono al router di considerare un gruppo di indirizzi adiacenti come un’unica unità)

Esempi:

- IP (Internet Protocol)
- IPX (Internetwork Packet Exchange)
- Apple Talk

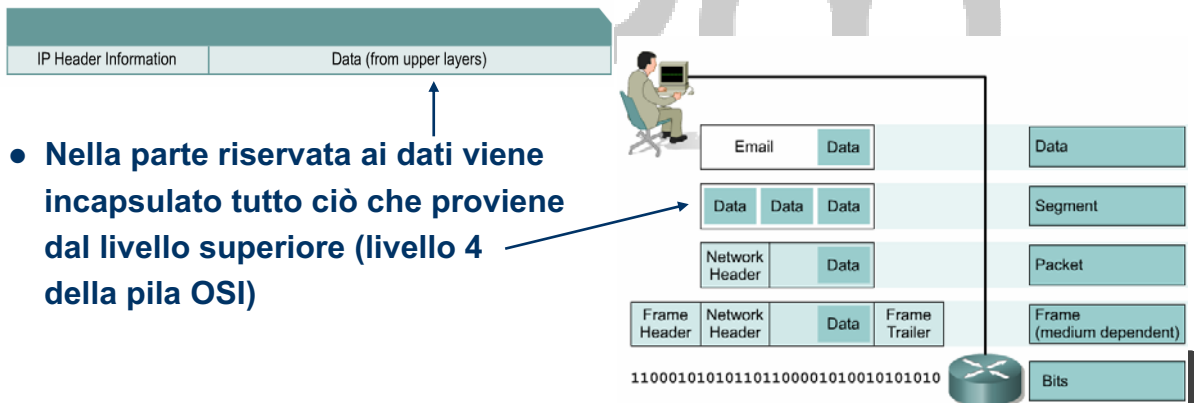


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.2 Protocolli Routed: IP

10.1 – Protocolli ‘Routed’

- **Caratteristiche del protocollo IP**
 - **privo di connessione:** cioè non si stabilisce un percorso dedicato per trasmettere
 - **best – effort:** cioè non viene verificato se la trasmissione è andata a buon fine, si trasmette e basta!
- Il protocollo IP definisce il formato del pacchetto ed in particolare, quali informazioni debbano essere presenti nell’intestazione del pacchetto.



- Nella parte riservata ai dati viene incapsulato tutto ciò che proviene dal livello superiore (livello 4 della pila OSI)

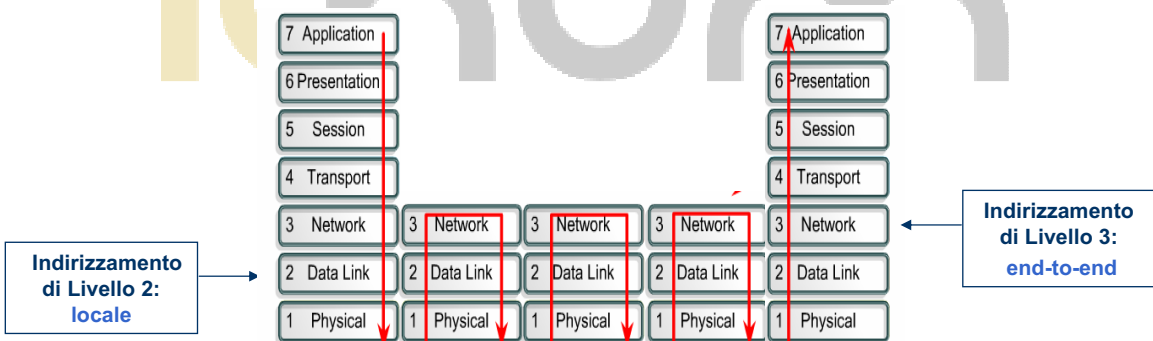
Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (1/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

Livello 2 vs. livello 3:

- i **frame Ethernet** utilizzano uno schema di indirizzamento basato sull’indirizzo **MAC** (esempi di altri tipi di frame basati su schemi di indirizzamento diversi sono **PPP** o **Frame Relay**).
- i **pacchetti IP** utilizzano uno schema di indirizzamento basato sull’indirizzo **IP**



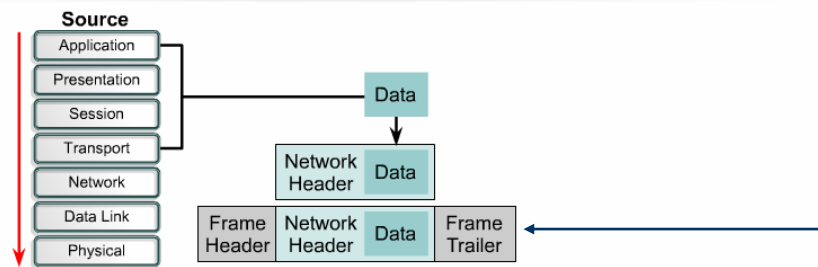
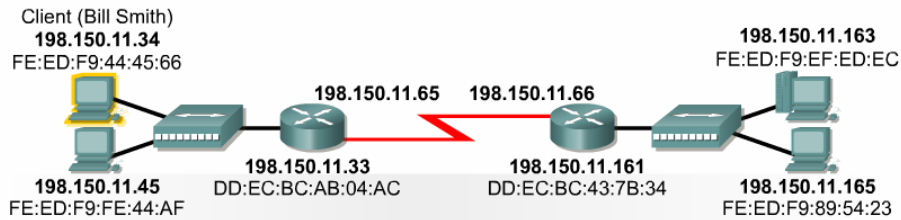
Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (2/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

Seguiamo passo passo il Processo di Trasmissione di una email:

1) Costruzione del pacchetto e incapsulamento di questo nel frame



The transport layer again segments, sequences and adds error checking to the email message. The network layer source and destination addresses are added to the datagram. The ARP cache provides the MAC address for the destination IP address, so the Ethernet frame is added with the source and destination addresses.

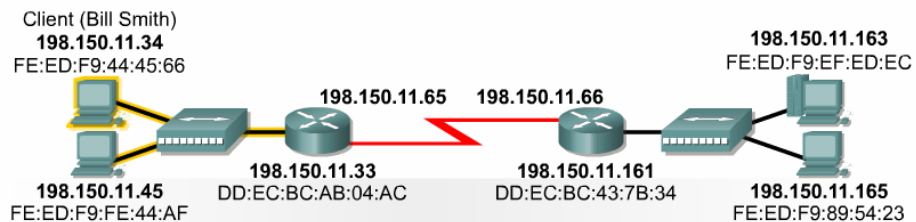


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (3/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

2) Trasmissione del frame sul segmento



Frame Header		Network Header		Data	Frame Trailer
Destination	Source	Source	Destination		
DD:EC:BC:AB:04:AC	FE:ED:F9:44:45:66	198.150.11.34	198.150.11.163	Email Data	CRC-32

The data frames are then transmitted on the Ethernet segment. All stations pick up the packet and check to see if the packet is for them. All devices except for the Router discard the packet.

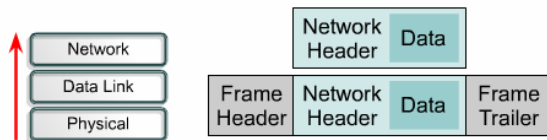
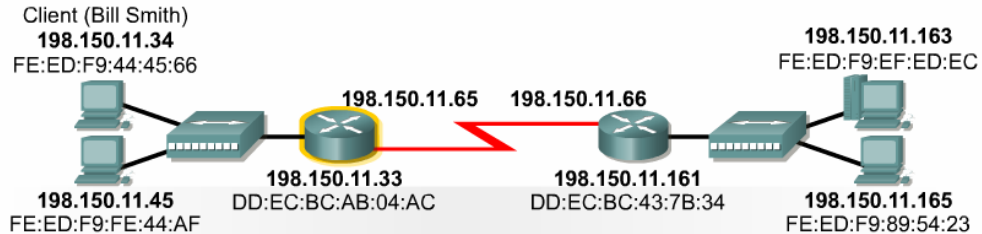


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (4/11)

10.1 – Protocolli 'Routed'

3) Il router estrae il pacchetto IP dal frame



The router picks up the frame which was addressed to its MAC address and strips off the Ethernet frame.

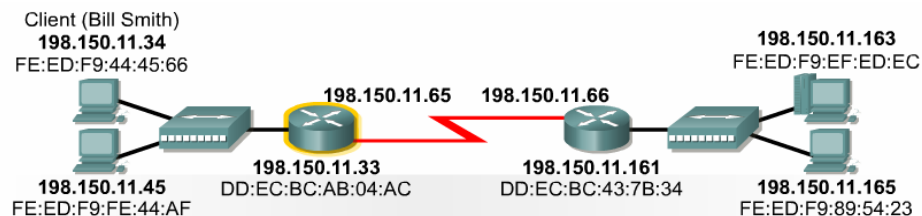


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (5/11)

10.1 – Protocolli 'Routed'

4) Il router effettua l'and tra IP di destinazione e maschera ed individua l'interfaccia su cui instradare il pacchetto



198.150. 11.163	IP Address
255.255.255.224	Subnet mask
198.150. 11.160	Result

The router applies the subnet mask to the destination address. The router then compares the result to its router table. The table shows that to get to network 198.150.11.160 the packet must be forwarded out the serial (198.150.11.65) port on the router.

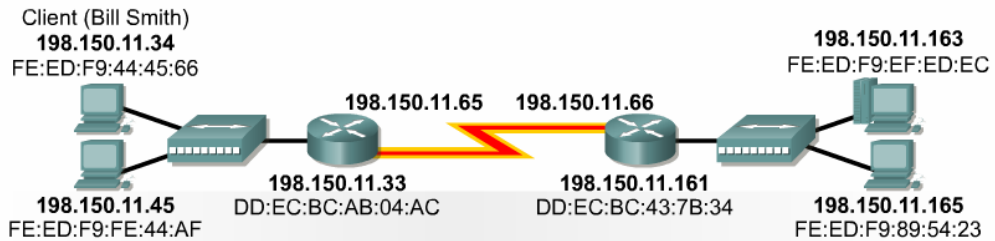


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

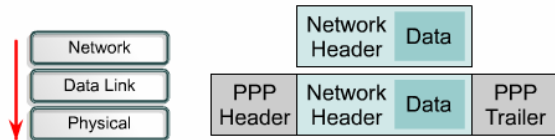
10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (6/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

5) Il router incapsula il pacchetto in un nuovo frame che invia al router adiacente



Frame Header		Network Header		Data	Frame Trailer
Destination	Source	Source	Destination		
PPP	PPP	198.150.11.34	198.150.11.163	Email	CRC-32

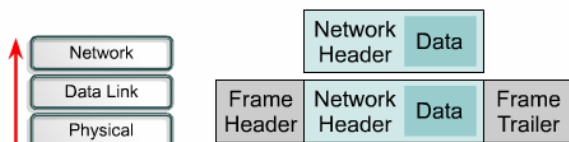
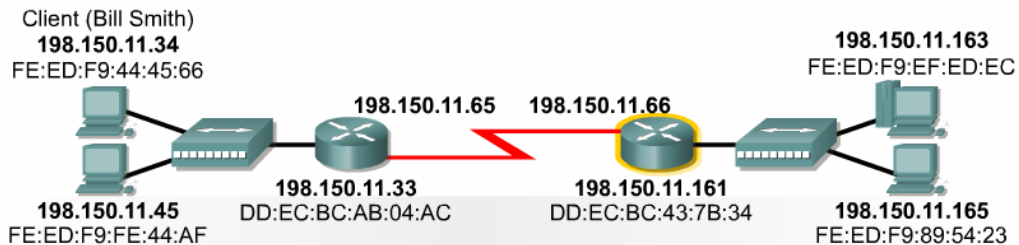


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (7/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

6) Il secondo router estrae il pacchetto ricevuto eliminando l'intestazione del frame

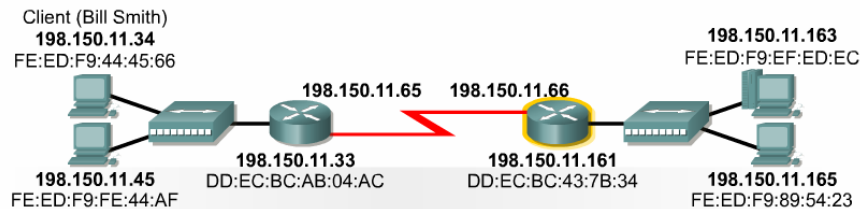


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (8/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

7) Il secondo router individua l'interfaccia su cui inoltrare il pacchetto attraverso l'operazione di AND logico tra IP di destinazione e maschera



198.150. 11.163	IP Address
255.255.255.224	Subnet mask
198.150. 11.160	Result

The router applies the subnet mask to the destination address. The router then compares the result to its router table. The table shows that to get to network 198.150.11.160 the packet must be forwarded out the Ethernet (198.150.11.161) port on the router.

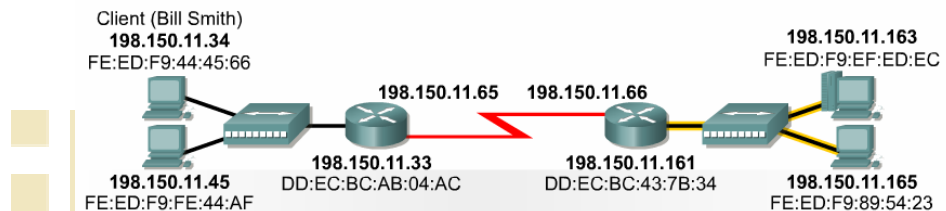


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

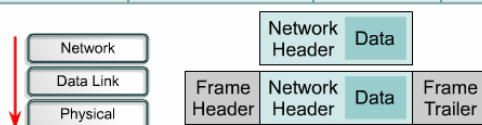
10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (9/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

8) Il secondo router costruisce il frame incapsulando il pacchetto ricevuto e lo invia attraverso l'interfaccia individuata al passo precedente



Frame Header		Network Header		Data	Frame Trailer
Destination	Source	Source	Destination		
FE:ED:F9:EF:ED:EC	DD:EC:BC:43:7B:34	198.150.11.34	198.150.11.163	Email	CRC-32



The request is encapsulated for Ethernet transmission and then transmitted on the Ethernet segment. All stations pick up the packet check to see if packet is for them. All devices except for the computer with the IP address 198.150.11.163 discard the packet.

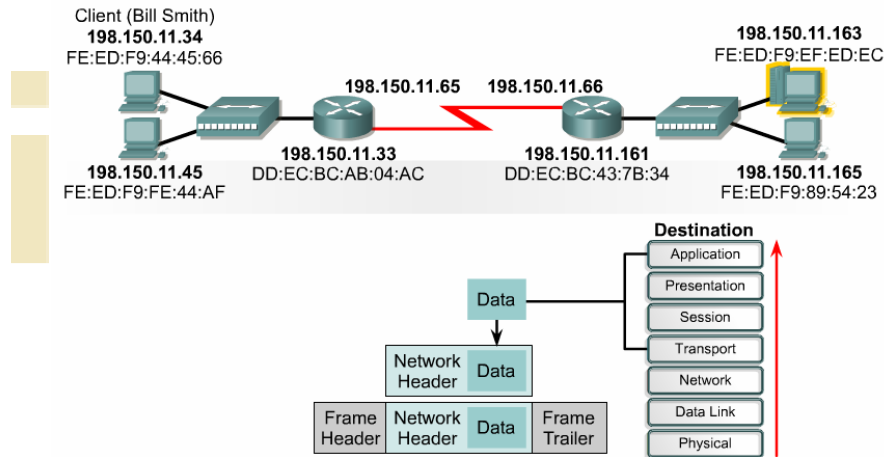


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (10/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

9) Il pc di destinazione estrae l’email eliminando per ogni livello, l’intestazione e, ove presente, il trailer



The receiving computer de-encapsulates the data packet and processes the data. This involves the transport layer reassembling the data packets in the proper order and checking for errors.

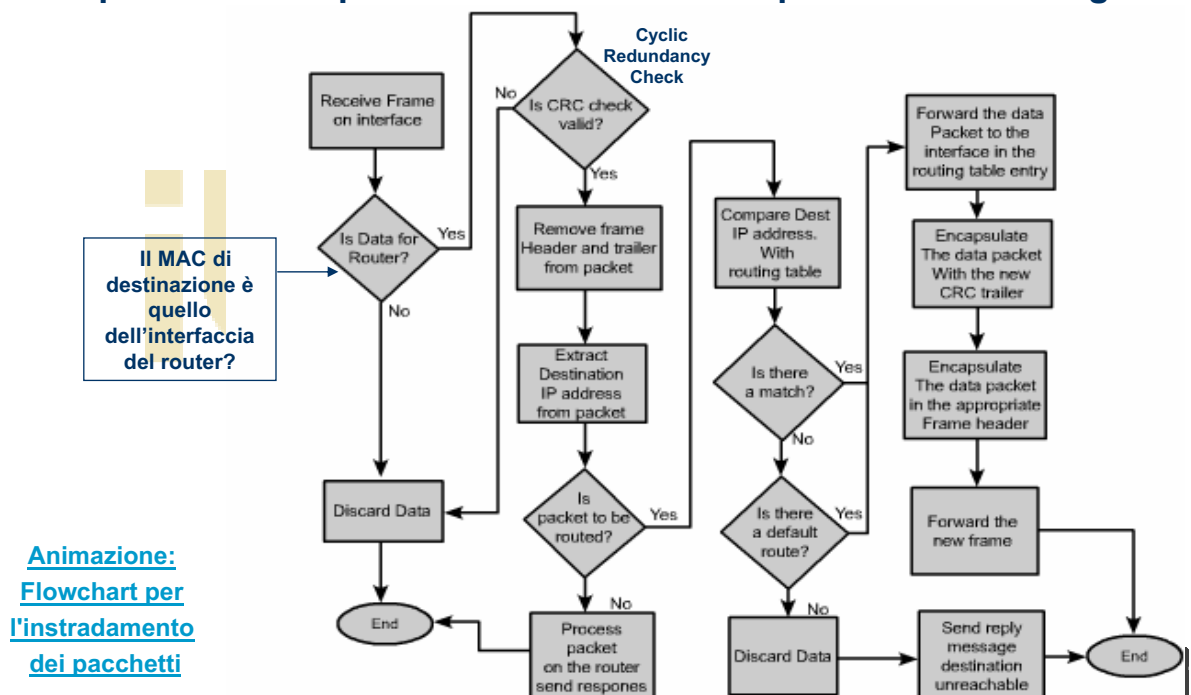


Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.3 Instradamento e switching di pacchetti (11/11)

10.1 – Protocolli ‘Routed’

Operazioni compiute dal router durante il processo di routing:



Animazione:
Flowchart per
l'instradamento
dei pacchetti

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.4 Protocollo IP

10.1 – Protocolli ‘Routed’

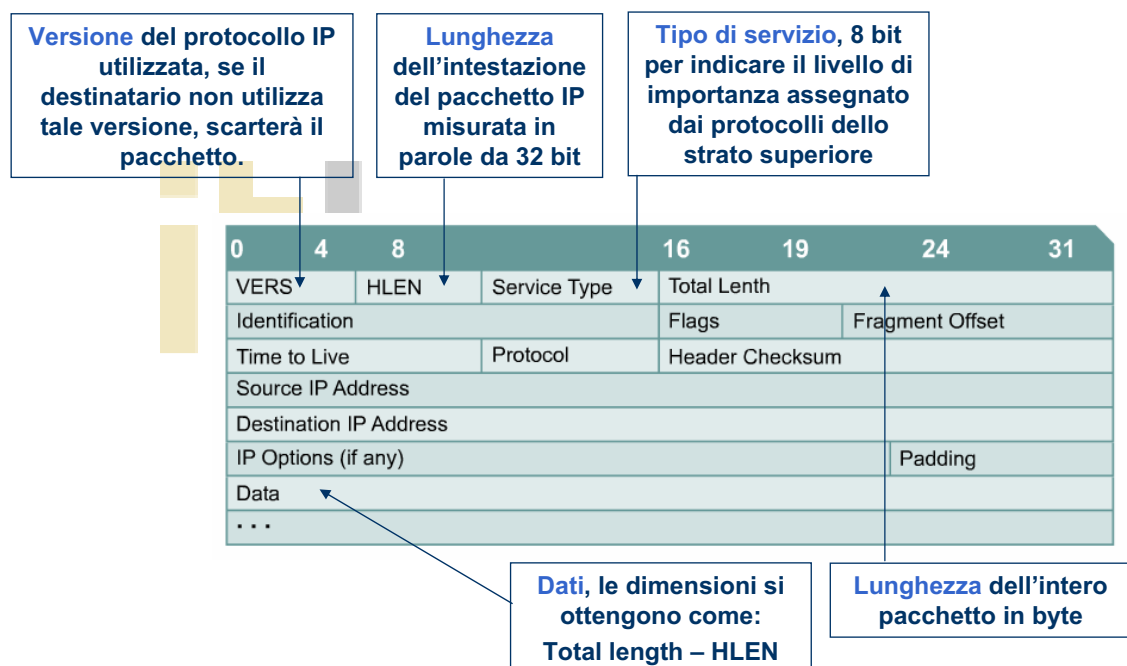
- **Tipologie di servizio:**
 - **privo di connessione** o **packet switched**: non si stabilisce un percorso dedicato per trasmettere quindi pacchetti diversi possono attraversare percorsi distinti per poi ricongiungersi a destinazione
 - **orientato alla connessione** o **circuit switched**: prima di trasmettere viene stabilita una connessione tra sorgente e destinazione quindi tutti i pacchetti viaggeranno in maniera sequenziale attraversando lo stesso circuito, sia esso fisico (es. linea telefonica) o virtuale
- Il protocollo IP è privo di connessioni
- Servizi orientati alla connessione vengono offerti dal livello trasporto grazie al protocollo TCP



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.5 Anatomia del pacchetto IP (1/2)

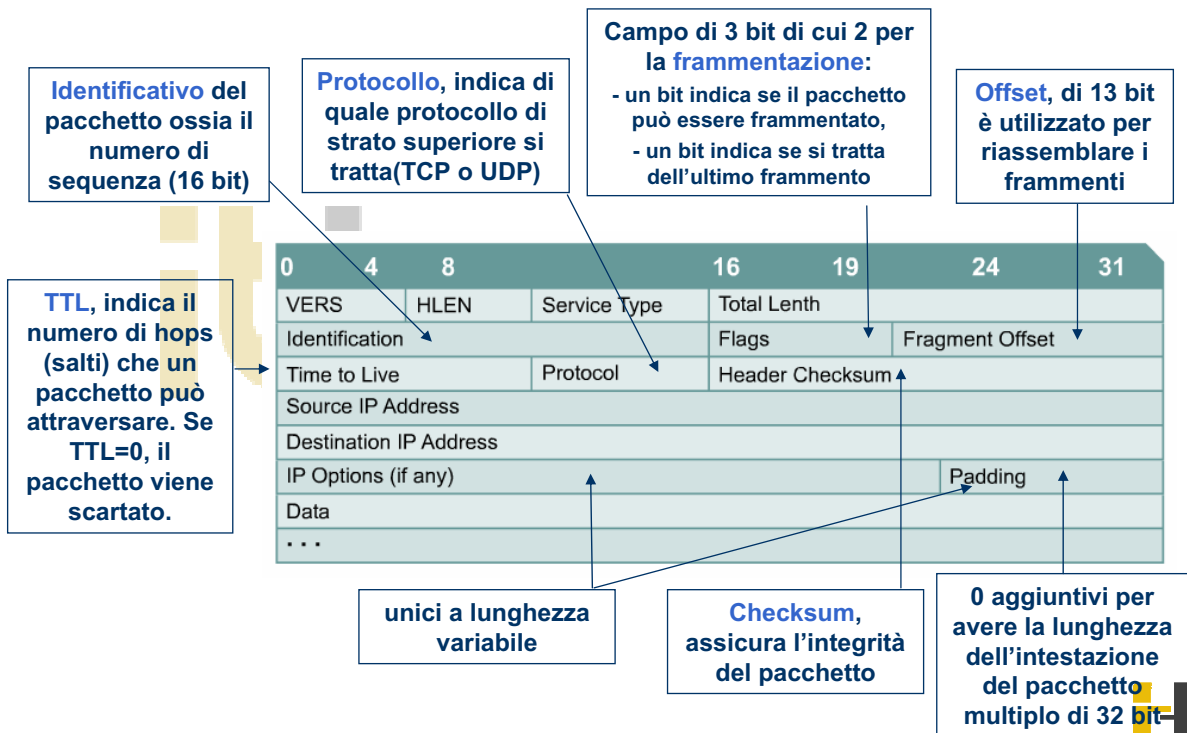
10.1 – Protocolli ‘Routed’



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.1.5 Anatomia del pacchetto IP (2/2)

10.1 – Protocolli ‘Routed’



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Sommario

10.2 – Protocolli di ‘Routing’

- [10.2.1 Introduzione al Routing](#)
- [10.2.2 ‘Routing’ vs. ‘Switching’](#)
- [10.2.3 ‘Routed’ vs. ‘Routing’](#)
- [10.2.4 Determinazione dei percorsi](#)
- [10.2.5 Tabelle di Routing](#)
- [10.2.6 Metriche ed algoritmi di Routing](#)
- [10.2.7 IGP ed EGP](#)
- [10.2.8 Algoritmi basati sui vettori distanza e algoritmi basati sullo stato dei collegamenti](#)
- [10.2.9 Protocolli di Routing](#)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.1 Introduzione al Routing

10.2 – Protocolli di ‘Routing’

- **Routing:**
 - è una funzionalità del Livello 3 della pila OSI che consiste nell'individuazione del percorso più efficiente da far intraprendere al pacchetto e nell'operazione di instradamento del pacchetto
- **Router:**
 - dispositivo di **livello rete** che interconnette segmenti o reti diverse
 - ogni volta che un pacchetto attraversa il router, avvengono sia il processo di incapsulamento sia quello di decapsulamento
 - utilizza i protocolli di routing per scambiare informazioni con gli altri router ed accorgersi così di cambiamenti nella topologia della rete
 - costruisce e mantiene delle tabelle di routing che utilizza per decidere su quale interfaccia inoltrare il pacchetto (dopo averlo incapsulato in un frame)
 - valuta il percorso migliore che il pacchetto dovrà seguire e per farlo, si basa su diverse metriche
 - per consegnare il pacchetto a destinazione, utilizza le informazioni fornite dal protocollo di livello 3 che, in questo caso, è un protocollo routable (es. IP, IPX/SPX, AppleTalk). Protocolli non routable non fornisce tali indicazioni e non può essere consegnato al di fuori del segmento di rete (es. NetBEUI)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

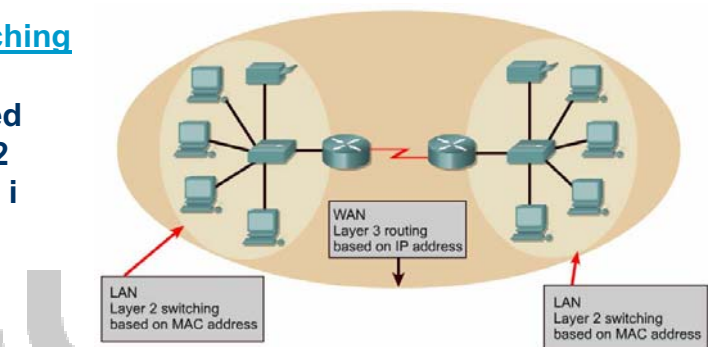
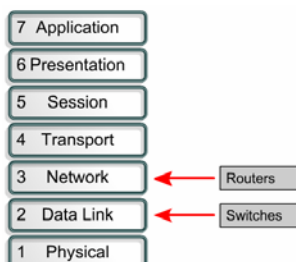
10.2.2 ‘Routing’ vs. ‘Switching’ (1/2)

10.2 – Protocolli di ‘Routing’

Animazione: Routing vs. Switching

- Lo **Switch** opera a livello 2 ed utilizza informazioni di livello 2 (indirizzi MAC) per individuare i dispositivi;

MAC: indirizzo locale che permette di individuare i dispositivi all'interno di uno stesso dominio di broadcast



- Il **Router** opera a livello 3 ed utilizza informazioni di livello 3 (indirizzi IP) per individuare i dispositivi cui è destinato un pacchetto.

IP: indirizzo che permette di individuare qualsiasi dispositivo di rete anche al di fuori dei domini di broadcast



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.2 'Routing' vs. 'Switching' (2/2)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

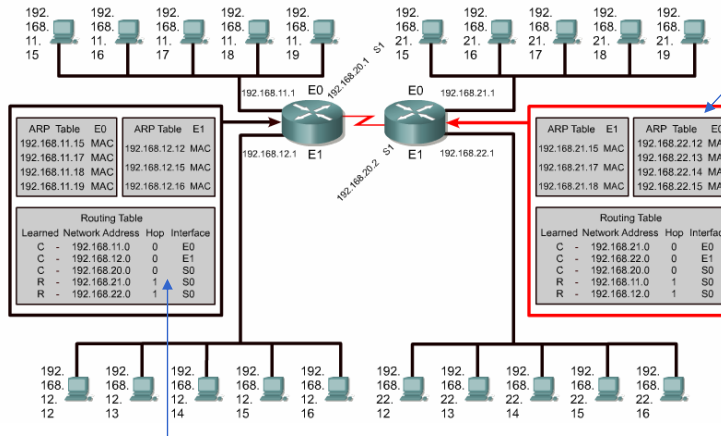


tabelle ARP: contengono le coppie <IP host – MAC> e sono presenti sia negli switch sia nei router poiché queste informazioni sono valide all'interno di un dominio di broadcast e sono utilizzate per la comunicazione a livello 2

tabelle di routing: contengono le seguenti informazioni

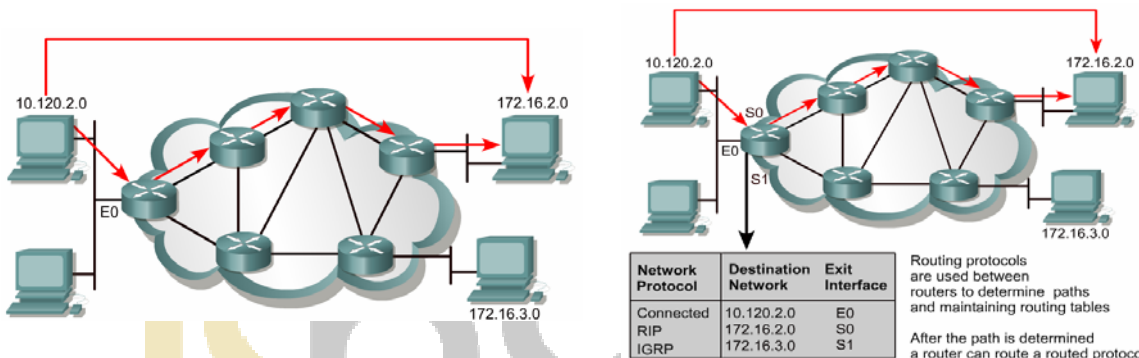
- IP di rete, per instradare un pacchetto verso una destinazione, i router decidono in base all'IP di rete cioè un gruppo di indirizzi IP trattati come una cosa sola. Questo schema di indirizzamento organizzato permette ai router di gestire un elevato numero di indirizzi

- distanza in hop dalla rete corrispondente all'IP di rete
- interfaccia attraverso cui la rete è raggiungibile
- indicazione su come il router è venuto a conoscenza dell'esistenza della rete (C se è connessa direttamente all'interfaccia del router stesso, R se è stata scoperta utilizzando il protocollo RIP)

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.3 'Routed' vs. 'Routing'

10.2 – Protocolli di 'Routing'



ROUTED: protocolli che definiscono le informazioni necessarie a far viaggiare i dati attraverso la rete e cioè

- formato del pacchetto
- indirizzamento, indispensabile al router per instradare il pacchetto

Ad es. IP, XNS (Xerox Network System)

ROUTING: protocolli che definiscono le regole con cui i router:

- si scambiano informazioni
- aggiornano le tabelle di routing
- calcolano il percorso migliore verso una destinazione

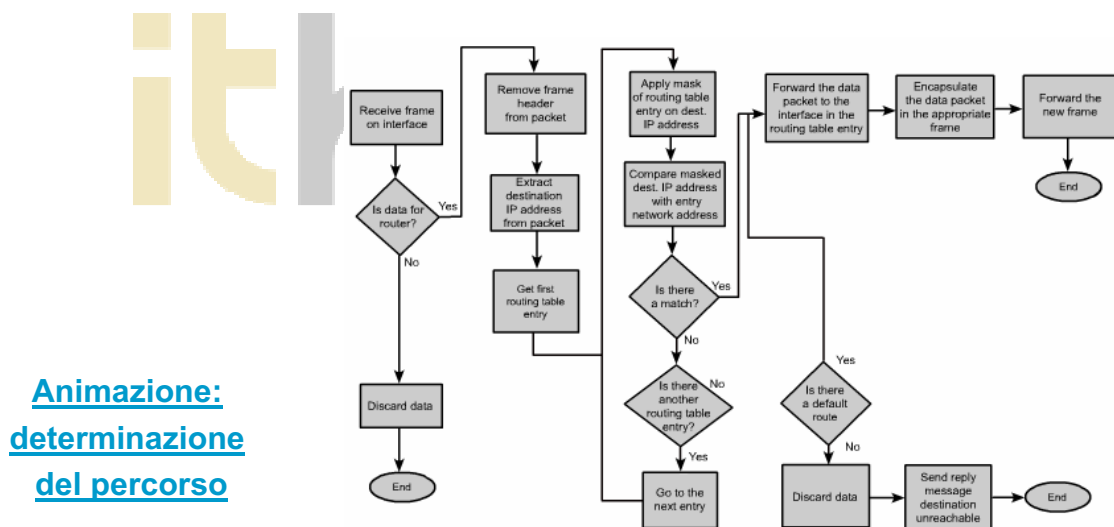
Ad es. RIP, OSPF

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.4 Determinazione dei percorsi

10.2 – Protocolli di 'Routing'

La determinazione del percorso che dovrà seguire il pacchetto viene compiuta dal router in base alle informazioni contenute nella tabella di routing. Il processo di routing consiste nel decidere su quale porta inviare il pacchetto appena arrivato. Ecco come si svolge:



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.5 Tabelle di Routing

10.2 – Protocolli di 'Routing'

Il router si basa sul protocollo di routing per gestire la tabella di routing (vengono scambiati messaggi di aggiornamento periodicamente o quando si verifica un cambio di topologia ed ogni router, analizzando gli aggiornamenti provenienti dagli altri, modifica la propria tabella di routing). Essendo il router un dispositivo di livello 3, esso interconnette LAN cioè domini di broadcast. Nella tabella di routing sono contenute tutte le informazioni necessarie per instradare i pacchetti attraverso le reti interconnesse:

- tipo di **protocollo di routing** che ha aggiunto l'IP di rete nella tabella,
- <rete di destinazione – hop>, serve al router per capire se l'IP destinazione contenuto nel pacchetto da instradare appartiene alla rete presente nella tabella e se tale rete è direttamente connessa oppure quanto è distante,
- la **metrica** utilizzata per determinare il percorso migliore,
- l'**interfaccia** su cui inviare il pacchetto per raggiungere la rete di destinazione

Routing Table				
Learned	Network Address	Hop	Interface	
C	- 192.168.11.0	0	E0	
C	- 192.168.12.0	0	E1	
C	- 192.168.20.0	0	S0	
R	- 192.168.21.0	1	S0	
R	- 192.168.22.0	1	S0	

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.6 Metriche ed algoritmi di Routing (1/3)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

Gli algoritmi di routing sono una sequenza di passi durante i quali viene generato un valore (la **metrica**) per ogni percorso possibile attraverso la rete. Il passo finale dell'algoritmo è quello di decidere su quale porta instradare il pacchetto, basandosi sulla metrica calcolata nei passi precedenti.

Al termine dell'algoritmo si ottiene quindi una soluzione che è la migliore rispetto alle metriche utilizzate ed è proprio il percorso che il pacchetto dovrà seguire per raggiungere la destinazione.

Gli obiettivi di cui i protocolli di routing tengono conto influenzano la scelta degli algoritmi e delle metriche su cui basare le decisioni.



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.6 Metriche ed algoritmi di Routing (2/3)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

Tali obiettivi possono essere uno o più tra i seguenti:

- **ottimizzazione**, è la capacità di un algoritmo di trovare la soluzione migliore
- **semplicità**, più l'algoritmo è semplice meno vengono sovraccaricate la CPU e la memoria del router. Questo rende l'algoritmo scalabile
- **robustezza e stabilità**, cioè la capacità di un algoritmo di routing di continuare a fornire soluzioni corrette in circostanze estreme (carico elevato, errori di implementazione)
- **flessibilità**, intesa come capacità dell'algoritmo di routing di adattarsi ai cambiamenti della rete (disponibilità dei collegamenti, variazioni di banda, traffico)
- **convergenza rapida**, è il tempo impiegato dai router per raggiungere tutti la visione esatta e consistente dell'attuale topologia di rete, dopo che è avvenuto un cambiamento (ad es. un collegamento non è più disponibile)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.6 Metriche ed algoritmi di Routing (3/3)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

Le metriche più comunemente utilizzate dai protocolli di routing sono:

- **banda**, capacità del collegamento
- **ritardo**, il tempo che intercorre da quando un pacchetto lascia la sorgente fino a quando raggiunge la destinazione. Questo valore dipende dalla banda, dal traffico di rete, dalla distanza fisica tra sorgente e destinazione e dalla capacità di memorizzazione dei router intermedi
- **carico**, l'attività cui sono sottoposti i dispositivi di rete (router) ed i collegamenti
- **raggiungibilità**, di solito viene indicata come tasso di errore sui collegamenti
- **numero di hop**, numero di router che il pacchetto attraversa
- **ticks**, è il ritardo misurato in ticks (unità di misura pari al clock dei PC IBM cioè 1/18 di secondo)
- **costo**, termine generico che indica il valore assegnato dall'amministratore di rete, in base a calcoli che possono comprendere parametri arbitrari (banda, costo economico etc.)

Protocol	Metric	Maximum number of routers	Origins
RIP	Hop count	15	Xerox
IGRP	• Bandwidth • Load • Delay • Reliability	255	Cisco



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

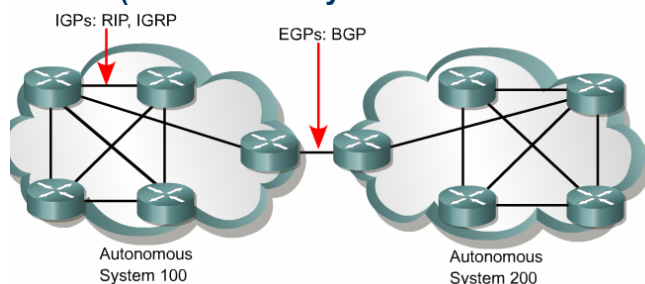
10.2.7 IGP ed EGP

10.2 – Protocolli di 'Routing'

Un Sistema Autonomo è costituito da un insieme di reti sotto lo stesso controllo amministrativo (es. cisco.com). Esistono due famiglie di protocolli di routing:

IGP (Interior Gateway Protocols) utilizzati per effettuare il routing all'interno del Sistema Autonomo:

- RIP (Routing Information Protocol)
- IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)
- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- OSPF (Open Shortest Path First)
- IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System)



EGP (Exterior Gateway Protocols) utilizzati per il routing tra Sistemi Autonomi:

- BGP (Border Gateway Protocol)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.8 Algoritmi basati sui vettori distanza e algoritmi basati sullo stato dei collegamenti

10.2 – Protocolli di 'Routing'

I protocolli di routing IGP possono essere suddivisi in:

- **Protocolli basati sui vettori distanza**, i router mantengono le informazioni <distanza – direzione> verso ogni collegamento, scambiano le proprie tabelle di routing con i vicini ad intervalli regolari e conoscono la rete solo attraverso i vicini:
 - **RIP** Routing Information Protocol, la metrica usata è la distanza misurata in hop
 - **IGRP** Interior Gateway Routing Protocol, sviluppato da Cisco
 - **EIGRP** Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, sviluppato da Cisco è un'estensione di IGRP che contiene alcune caratteristiche dei protocolli basati sullo stato dei collegamenti (ibrido)
- **Protocolli basati sullo stato dei collegamenti**, superano le limitazioni dei protocolli basati sui vettori distanza grazie al fatto che lo scambio di messaggi tra router avviene sia ad intervalli regolari (molto più ampi di quelli usati dai protocolli precedenti) sia ad ogni cambiamento della topologia (chi si accorge per primo del cambiamento invia un LSA link-state advertisement a tutti i router che conosce i quali fanno altrettanto inondando la rete fino a che tutti non sono stati messi al corrente del cambiamento ed hanno aggiornato le loro tabelle di routing):
 - **OSPF** Open Shortest Path First
 - **IS-IS** Intermediate System to Intermediate System

[Animazione:
Protocolli Link-State
e Distance Vector](#)

Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.9 Protocolli di Routing (1/2)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

- **RIP: Routing Internet Protocol**
 - protocollo basato su vettori distanza
 - usa come metrica il numero di hop
 - un pacchetto può attraversare max 15 hop
 - effettua **routing classful** cioè tutti i dispositivi devono avere la stessa maschera di sottorete perché il routing possa avvenire correttamente
- **RIPv2**
 - estensione del precedente che include nelle tabelle di routing l'indicazione della maschera di sottorete e permette un routing corretto tra sottoreti diverse con maschere diverse a lunghezza variabile (VLSM) cioè supporta il **routing classless**
- **IGRP: Interior Gateway Routing Protocol**
 - protocollo basato su vettori distanza
 - creato per gestire reti di grandi dimensioni per le quali RIP è troppo limitato
 - utilizza metriche avanzate basate su ritardo, banda, carico e raggiungibilità
 - effettua un **routing classful**
- **EIGRP**
 - protocollo basato su vettori distanza
 - estensione del precedente che permette maggior efficienza (ad es. convergenza rapida e basso overhead)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.2.9 Protocolli di Routing (2/2)

10.2 – Protocolli di 'Routing'

- **OSPF: Open Short Path First**
 - protocollo basato sullo stato dei collegamenti
 - sviluppato dall'IETF (Internet Engineering Task Force) nel 1998
- **IS-IS: Intermediate Systems to Intermediate Systems**
 - protocollo basato sullo stato dei collegamenti
 - utilizzato originariamente solo per protocolli routed diversi da IP, è stato poi esteso per supportare anche IP
- **BGP: Border Gateway Protocol**
 - è un protocollo EGP (External Gateway Protocol) quindi permette scambi di informazioni tra sistemi autonomi diversi
 - la versione BGP4 supporta il routing interdominio senza classi (CIDR)
 - utilizza metriche complesse che tengono conto di fattori politici ed economici



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

Sommario

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

- [10.3.1 Classi di indirizzi IP](#)
- [10.3.2 Introduzione al Subnetting](#)
- [10.3.3 Calcolare la maschera di sottorete](#)
- [10.3.4 Applicare la maschera di sottorete](#)
- [10.3.5 Subnetting su reti di classe A e B](#)
- [10.3.6 Individuare le sottoreti di appartenenza attraverso l'operazione di AND logico](#)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.1 Classi di indirizzi IP

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Gli indirizzi IP sono suddivisi in classi:

Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E
0...127	128...191	192...223	224...239	240...255

Classe A:
0xxxxxxx . x . x . x

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Maschera di rete: 8 bit

Classe B:
10xxxxxx . x . x . x

Class B	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Maschera di rete: 16 bit

Classe C:
110xxxx . x . x . x

Class C	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Maschera di rete: 24 bit

Classe D:
1110xxxx . x . x . x
indirizzi multicast

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

Classe E:
1111xxx . x . x . x indirizzi
riservati a scopo di ricerca



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.2 Introduzione al Subnetting (1/2)

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Effettuare il subnetting significa suddividere una rete appartenente alle classi A, B o C in sottoreti.

Questo permette:

- **maggior flessibilità nell'utilizzo degli indirizzi IP:**

Con il subnetting applicato a reti di classe A o B è possibile recuperare indirizzi inutilizzati

- **di avere maggior sicurezza a basso livello:**

Un maggior livello di sicurezza sta nel fatto che per raggiungere una sottorete diversa dalla propria, è necessario che ci sia un router che instradi il traffico opportunamente. E' possibile quindi implementare sul router delle ACL (Access Control List) per limitare l'accesso alla sottorete.

- **di ridurre le dimensioni dei domini di broadcast:**

Essendo presente un router tra sottoreti diverse, il dominio di broadcast non è quello dell'intera rete ma comprende la sola sottorete. Usando solo switch questo non sarebbe possibile.



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.2 Introduzione al Subnetting (2/2)

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Come si effettua il subnetting? rubando dei bit appartenenti alla parte dell'indirizzo IP relativa agli host, ed assegnandoli alla sottorete:

ESEMPI

Class A network address 28.0.0.0

```
00011100.00000000.00000000.00000000
N . H . H . H
00011100.00000000.00000000.00000000
N . sN . sN H . H
```

In this example twelve bits have been assigned to designate the subnet.

Classe A: subnetting realizzato rubando 12 bit agli host

Class B network address 147.10.0.0

```
10010011.00001010.00000000.00000000
N . N . H . H
10010011.00001010.00000000.00000000
N . N . sN H . H
```

In this example five bits have been assigned to designate the subnet.

Classe B: subnetting realizzato rubando 5 bit agli host

Class C network address 192.168.10.0

```
11000000.10101000.00001010.00000000
N . N . N . H
11000000.10101000.00001010.00000000
N . N . N . sN H
```

In this example three bits have been assigned to designate the subnet.

Classe C: subnetting realizzato rubando 3 bit agli host



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.3 Calcolare la maschera di sottorete (1/2)

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Il numero di bit da rubare alla parte di indirizzo riservata agli host dipende dal numero di host per sottorete richiesti (questo numero fissa il numero minimo di bit da mantenere per gli host quindi, il numero max di bit che possono essere rubati).

Per operazioni di subnetting su indirizzi di qualunque classe, almeno due bit devono rimanere nella parte riservata agli host.

Esempio:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	0	0	0	0	0

3 bits borrowed
 $128 + 64 + 32 = 224$

rubando 3 bit in un indirizzo di classe C la maschera di sottorete diventa **255.255.255.224**

Tabella riassuntiva delle maschere di sottorete possibili per indirizzi di classe C:

Slash format	/25	/26	/27	/28	/29	/30	N/A	N/A
Mask	128	192	224	240	248	252	254	255
Bits borrowed	1	2	3	4	5	6	7	8
Value	128	64	32	16	8	4	2	1



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.3 Calcolare la maschera di sottorete (2/2)

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Quando si calcola il numero di bit da rubare in funzione del max numero di host presenti per sottorete, bisogna ricordare non tutti gli indirizzi sono utilizzabili:

Slash format	/25	/26	/27	/28	/29	/30	N/A	N/A
Mask	128	192	224	240	248	252	254	255
Bits borrowed	1	2	3	4	5	6	7	8
Value	128	64	32	16	8	4	2	1
Total Subnets		4	8	16	32	64		
Usable Subnets		2	6	14	30	62		
Total Hosts		64	32	16	8	4		
Usable Hosts		62	30	14	6	2		

Numero di sottoreti:

$2^{\text{\# bit rubati}}$

Numero di sottoreti utilizzabili:

$2^{\text{\# bit rubati}} - 2$

I due indirizzi sprecati sono il primo e l'ultimo disponibili che coincidono rispettivamente, con l'indirizzo della rete e l'indirizzo costituito da tutti 1 nella parte di sottorete

Numero di host:

$2^{\text{\# bit rimasti}}$

Numero di host utilizzabili:

$2^{\text{\# bit rimasti}} - 2$

I due indirizzi sprecati sono il primo e l'ultimo disponibili che coincidono rispettivamente, con l'indirizzo della sottorete di appartenenza e l'indirizzo di broadcast



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.4 Applicare la maschera di sottorete

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Calcolata la maschera di sottorete è possibile calcolare:

- il numero di sottoreti,
- gli indirizzi di ciascuna sottorete,
- il range di indirizzi IP utilizzabili per gli host in ogni sottorete
- l'indirizzo di broadcast per ogni sottorete

Subnetwork #	Subnetwork ID	Host Range	Broadcast ID
0	192.168.10.0	.1--.30	192.168.10.31
1	192.168.10.32	.33--.62	192.168.10.63
2	192.168.10.64	.65--.94	192.168.10.95
3	192.168.10.96	.97--.126	192.168.10.127
4	192.168.10.128	.129--.158	192.168.10.159
5	192.168.10.160	.161--.190	192.168.10.191
6	192.168.10.192	.193--.222	192.168.10.223
7	192.168.10.224	.225--.254	192.168.10.255



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.5 Subnetting su reti di classe A e B

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

Esempio:

Class B network address 147.10.0.0 (14 bits available)	
11001011.00001010.00000000.00000000	
N . N . H . H	
10010011.00001010.00000000.00000000	
N . N . sN . sN H	
In this example 12 bits have been assigned to designate the subnet.	

rubando 12 bit in un indirizzo di classe B la maschera di sottorete diventa 255.255.255.240 opp. /28

Esempio:

Class A network address 28.0.0.0 (22 bits available)	
00011100.00000000.00000000.00000000	
N . H . H . H	
00011100.00000000.00000000.00000000	
N . sN . sN . sN H	
In this example 20 bits have been assigned to designate the subnet.	

rubando 20 bit in un indirizzo di classe A la maschera di sottorete è sempre 255.255.255.240 opp. /28

In entrambi gli esempi si ottiene la stessa maschera di sottorete!

Questo evidenzia come, per capire il numero di bit rubati non basta conoscere la maschera ma deve essere nota anche la classe di appartenenza, cioè l'indirizzo della rete (major network)

[calcolo interattivo della maschera di sottorete](#)



Cap. 10 Sottoreti e Fondamenti di Routing

10.3.6 Individuare le sottoreti di appartenenza attraverso l'operazione di AND logico

10.3 – Il meccanismo del Subnetting

I router utilizzano la maschera di sottorete per determinare la sottorete di appartenenza di un host. L'operazione che compiono è l'AND logico tra IP dell'host e maschera di sottorete.

0	AND	0	=	0
0	AND	1	=	0
1	AND	0	=	0
1	AND	1	=	1

Packet address	201.10.11.65	11001001.00001010.00001011.01000001
AND		
Mask	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000
Subnetwork ID	201.10.11.64	11001001.00001010.00001011.01000000

Il risultato è l'indirizzo della sottorete (informazione che permette al router di scegliere l'interfaccia appropriata su cui inviare il pacchetto).

Labs

- [Subnetting di base](#)
- [Subnetting su reti di Classe A](#)
- [Subnetting su reti di Classe B](#)
- [Subnetting su reti di Classe C](#)