

Lezione 5: Livello 3: Il protocollo IP

Claudio Ardagna, Patrizio Tufarolo – Università degli Studi di Milano

Insegnamento di Laboratorio di Reti di Calcolatori



Introduzione

- ▶ Il protocollo L3 che andremo a studiare è il protocollo IP (Inter-networking Protocol)
- ▶ IP è nato per **inter-connettere reti eterogenee**, garantendo **interlavoro** e **interoperabilità**
- ▶ Ne esistono due versioni
 - ▶ IPv4: Consente di assegnare a ogni dispositivo di rete un indirizzo univoco a 32 bit, composto da 4 ottetti; prevede l'esistenza di 2^{32} host
 - ▶ IPv6: Nuova versione del protocollo, adottata ancora da pochi, con indirizzamento a 128 bit (2^{128} host)

Terminologia - 1

- ▶ ISO/OSI (Open System Interconnection)
- ▶ IPv4
- ▶ Indirizzo IP

Terminologia - 1

- ▶ ISO/OSI (Open System Interconnection)
 - ▶ Standard de iure che organizza l'architettura di una rete di calcolatori in una struttura composta da 7 livelli (stack di rete)
- ▶ IPv4
 - ▶ Internetworking protocol, protocollo per interconnettere reti di tipologie eterogenee, versione 4
- ▶ Indirizzo IP
 - ▶ Identificatore numerico univoco a 4 byte (32 bit)
 - ▶ Gli indirizzi IP sono organizzati in cinque **classi** (A, B, C, D, E)
 - ▶ Un indirizzo IP è suddiviso in **net id** o **prefisso** (che indica la rete di appartenenza dell'indirizzo) e un *host id* che identifica univocamente l'host

Terminologia - 2

- ▶ Subnet (Sottorete)
- ▶ Subnet mask (Maschera di sottorete)
- ▶ Notazione CIDR
- ▶ Indirizzo di Broadcast

Terminologia - 2

- ▶ Subnet (Sottorete)
 - ▶ **Partizionamento** dello spazio di indirizzamento, che consente definire varie sottoreti a livello 3
 - ▶ Ogni sottorete è rappresentata da un net id
- ▶ Subnet mask (Maschera di sottorete)
 - ▶ Metodo per ripartire i bit di un indirizzo IP dividendo il net id (contrassegnato dagli 1) dall'host id (contrassegnato dagli 0)
- ▶ Notazione CIDR
 - ▶ Il **CIDR** indica la **lunghezza** (in termini di numero di bit) del prefisso
 - ▶ Un indirizzo in notazione CIDR è rappresentato nel seguente formato:
 - ▶ 192.168.0.1/24
- ▶ Indirizzo di Broadcast
 - ▶ L'ultimo indirizzo di una sottorete IP è detto **indirizzo di broadcast**, e viene utilizzato per inviare pacchetti a tutti gli host della rete

Cosa serve per comunicare?

- ▶ Indirizzo IP
- ▶ Maschera di sottorete (in notazione CIDR)
- ▶ Indirizzo di broadcast

Indirizzo IP e Subnet Mask

- ▶ Indirizzo a 4 byte (32 bit) diviso quindi in 4 sezioni, dette **ottetti**, separate graficamente da un **punto**.
Essendo formati da 8 bit, gli ottetti vanno da 0 a $2^8-1 = 255$.
 - ▶ **435.875.987.432 NON E' UN INDIRIZZO IP**
- ▶ L'indirizzo IP è diviso in **NET ID** e **HOST ID**. Questa divisione è effettuata tramite la Subnet Mask (maschera di sottorete)
 - ▶ **192.168.0.1**
 - ▶ In binario diventa **11000000.10101000.00000000.00000001**
 - ▶ Se inteso come un indirizzo di classe C, la Subnet Mask è 255.255.255.0 che in binario è: **11111111.11111111.11111111.00000000**
 - ▶ L'identificatore di rete (net id) è quindi **11000000.10101000.00000000**, ovvero quelli che iniziano con 192.168.0
 - ▶ L'identificatore dell'host (host id) è invece **00000001**
 - ▶ Volendo rappresentare questo indirizzo in notazione CIDR otteniamo un **192.168.0.1/24**
 - ▶ L'indirizzo è nella stessa rete **e può comunicare a livello IP con tutti gli indirizzi che hanno lo stesso net id**

Indirizzo di broadcast

- ▶ L'indirizzo di broadcast consente **l'invio di pacchetti a tutti gli host sulla stessa sottorete**
- ▶ **L'indirizzo di broadcast** si ricava come OR logico tra la subnet mask invertita e un indirizzo IP.
 - ▶ Esempio
 - ▶ Indirizzo IP: 192.168.0.1
(11000000 10101000 00000000 00000001)
 - ▶ Subnet mask: 255.255.255.0
 - ▶ Subnet mask invertita: 0.0.0.255
(00000000 00000000 00000000 11111111)
 - ▶ Indirizzo di broadcast
(11000000 10101000 00000000 11111111)
ovvero
=> 192.168.0.255
- ▶ Conclusione
 - ▶ Il primo indirizzo IP di una sottorete è il NET ID,
 - ▶ L'ultimo indirizzo IP di una sottorete è l'indirizzo di BroadcastDisponiamo dunque di uno spazio di indirizzamento utile ridotto per identificare gli host

Subnetting

- ▶ Poiché gli indirizzi IP sono pochi, è molto utile poter suddividerne lo spazio di indirizzamento calcolando le subnet mask in modo opportuno
- ▶ Ci sono due tecniche
 - ▶ FLSM
 - ▶ **Fixed Length Subnet Mask** – per tutte le sottoreti si utilizza lo stesso prefisso, **di lunghezza fissa**
 - ▶ VLSM
 - ▶ **Variable Length Subnet Mask** – si **utilizzano prefissi a lunghezza variabile**, in funzione del numero di host destinati a ciascuna sottorete

Domande sul subnetting – da tema di esame

- ▶ Quale è il Network ID della rete a cui appartiene l'host 10.20.78.145 con maschera 255.255.255.240?
- ▶ Quale è l'indirizzo di broadcast?
- ▶ Come scrivereste questo indirizzo IP in notazione CIDR?
- ▶ Quale comando usereste per assegnare un indirizzo ip ad un'interfaccia di rete?

Domande sul subnetting – da tema di esame

- ▶ Quale è il Network ID della rete a cui appartiene l'host 10.20.78.145 con maschera 255.255.255.240?
 - ▶ 10.20.78.144
- ▶ Quale è l'indirizzo di broadcast?
 - ▶ 10.20.78.159
- ▶ Come scrivereste questo indirizzo IP in notazione CIDR?
 - ▶ 10.20.78.144/28
- ▶ Quale comando usereste per assegnare un indirizzo ip ad un'interfaccia di rete?
 - ▶ `Ip addr add <indirizzo_ip>/<cidr> dev <eth>`

Esercizio sul subnetting su IMUNES - FLSM

- ▶ Disabilitare l'autoassegnamento degli indirizzi IPv4 e IPv6 su IMUNES
- ▶ Creare uno switch
- ▶ Collegare 64 pc allo switch
- ▶ Organizzare i 64 pc su quattro subnet FLSM, partizionando la rete 192.168.0.0/24
 - ▶ Per semplicità si aggiungano solo 4 pc per ogni subnet in IMUNES
- ▶ Testare le sottoreti ottenute con il comando ping



Esercizio sul subnetting su IMUNES - FLSM

- ▶ Risoluzione: quattro subnet da 16 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 192.168.0.0/24 (classe C)
 - ▶ Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.255.0
 - ▶ Quattro subnet da 16 host
 - ▶ Prima subnet
 - Spazio di indirizzamento 192.168.0.0/27
 - Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00000000/27
 - Network id 192.168.0.0
 - Indirizzi disponibili 192.168.0.1 - 192.168.0.30
 - Broadcast address 192.168.0.31
 - Subnet mask 255.255.255.224



Esercizio sul subnetting su IMUNES - FLSM

- ▶ Risoluzione: quattro subnet da 16 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 192.168.0.0/24 (classe C)
 - ▶ Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.255.0
 - ▶ Quattro subnet da 16 host
 - ▶ Seconda subnet
 - Spazio di indirizzamento 192.168.0.32/27
 - Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00100000/27
 - Network id 192.168.0.32
 - Indirizzi disponibili 192.168.0.33 - 192.168.0.62
 - Broadcast address 192.168.0.63
 - Subnet mask 255.255.255.224



Esercizio sul subnetting su IMUNES - FLSM

- ▶ Risoluzione: quattro subnet da 16 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 192.168.0.0/24 (classe C)
 - ▶ Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.255.0
 - ▶ Quattro subnet da 16 host
 - ▶ Terza subnet
 - Spazio di indirizzamento 192.168.0.64/27
 - Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.01000000/27
 - Network id 192.168.0.64
 - Indirizzi disponibili 192.168.0.65 - 192.168.0.94
 - Broadcast address 192.168.0.95
 - Subnet mask 255.255.255.224



Esercizio sul subnetting su IMUNES - FLSM

- ▶ Risoluzione: quattro subnet da 16 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 192.168.0.0/24 (classe C)
 - ▶ Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.255.0
 - ▶ Quattro subnet da 16 host
 - ▶ Quarta subnet
 - Spazio di indirizzamento 192.168.0.96/27
 - Traduzione binaria 11000000.10101000.00000000.01100000/24
 - Network id 192.168.0.96
 - Indirizzi disponibili 192.168.0.97 - 192.168.0.126
 - Broadcast address 192.168.0.127
 - Subnet mask 255.255.255.224



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Disabilitare l'autoassegnamento degli indirizzi IPv4 e IPv6 su IMUNES
- ▶ Creare uno switch
- ▶ Partizionare lo spazio di indirizzamento della sottorete: 172.25.0.0/16 in sottoreti:
 - ▶ 1 sottorete da 254 host
 - ▶ 1 sottorete da 14 host
 - ▶ 1 sottorete da 126 host
 - ▶ 1 sottorete da 128 host
- ▶ Collegare allo switch due PC per ciascuna sottorete ed effettuare i test con il comando ping



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione: sottorete da 254 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 254 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/24
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000/24
 - Network id 172.25.0.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.0.1 - 172.25.0.254
 - Broadcast address 172.25.0.255
 - Subnet mask 255.255.255.0



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione: sottorete da 14 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 14 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.1.0/28
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000001.00000000/28
 - Network id 172.25.1.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.1.1 - 172.25.1.14
 - Broadcast address 172.25.1.15
 - Subnet mask 255.255.255.240



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione: sottorete da 126 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 126 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.2.0/25
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000010.00000000/25
 - Network id 172.25.2.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.2.1 - 172.25.2.126
 - Broadcast address 172.25.2.127
 - Subnet mask 255.255.255.128



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione: sottorete da 128 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 128 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.3.0/24
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000011.00000000/24
 - Network id 172.25.3.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.3.1 - 172.25.3.254
 - Broadcast address 172.25.3.255
 - Subnet mask 255.255.255.0



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione alternativa

Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione alternativa: sottorete da 254 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 254 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/24
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000/24
 - Network id 172.25.0.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.0.1 - 172.25.0.254
 - Broadcast address 172.25.0.255
 - Subnet mask 255.255.255.0



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione alternativa: sottorete da 126 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 126 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.1.0/25
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000001.00000000/25
 - Network id 172.25.1.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.1.1 - 172.25.1.126
 - Broadcast address 172.25.1.127
 - Subnet mask 255.255.255.128



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione alternativa: sottorete da 14 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 14 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.1.128/28
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000001.10000000/28
 - Network id 172.25.1.128
 - Indirizzi disponibili 172.25.1.129 - 172.25.1.142
 - Broadcast address 172.25.1.143
 - Subnet mask 255.255.255.240



Esercizio sul subnetting su IMUNES - VLSM

- ▶ Risoluzione alternativa: sottorete da 128 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.0.0/16 (classe B)
 - ▶ Traduzione binaria 10101100.00011001.00000000.00000000
 - ▶ Subnet mask 255.255.0.0
 - ▶ Sottorete da 128 host
 - ▶ Spazio di indirizzamento 172.25.2.0/24
 - Traduzione binaria 10101100.00011001.00000010.00000000/24
 - Network id 172.25.2.0
 - Indirizzi disponibili 172.25.2.1 - 172.25.2.254
 - Broadcast address 172.25.2.255
 - Subnet mask 255.255.255.0



Conclusioni

- ▶ Abbiamo ripassato le caratteristiche principali del protocollo IP
- ▶ Abbiamo ripassato il subnetting
- ▶ Abbiamo effettuato esercizi su subnetting FLSM e VLSM



