

# Lezione 6: Dynamic Host Configuration Protocol

Claudio Ardagna, Patrizio Tufarolo – Università degli Studi di Milano

Insegnamento di Laboratorio di Reti di Calcolatori



# Terminologia - 1

- ▶ ISO/OSI (Open System Interconnection)

- ▶ IP

- ▶ ARP

# 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)
- ▶ IP
  - ▶ Protocollo di interconnessione di reti utilizzato a **livello 3** dello stack ISO/OSI, nato per connettere reti eterogenee
  - ▶ L'indirizzo IP è un identificatore numerico a 32-bit, univoco sulla rete, diviso in **net-id** e **host-id**
- ▶ ARP
  - ▶ Address Resolution Protocol, protocollo di risoluzione degli indirizzi, associa l'**indirizzo IP** (Livello 3) al corrispondente **MAC address** (Livello 2)

# Terminologia - 2

- ▶ Subnet
- ▶ Subnet Mask
- ▶ Indirizzo di Broadcast
- ▶ DHCP

# Terminologia - 2

- ▶ Subnet
  - ▶ **Partizionamento** dello spazio di indirizzamento che consente definire varie **sottoreti** a livello 3
- ▶ Subnet Mask
  - ▶ Metodo per ripartire i bit di un indirizzo IP dividendo il **net id** (contrassegnato dagli 1) dall'**host id** (contrassegnato dagli 0)
  - ▶ La notazione **CIDR** è quella notazione espressa nel formato: <ip address>/<prefix length>
- ▶ 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
- ▶ DHCP
  - ▶ Protocollo progettato dalla IETF per la **configurazione automatica** degli host su una rete

# Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- ▶ Protocollo progettato dalla IETF
  - ▶ Obiettivo: assegnazione **dinamica** dell'indirizzo IP
  - ▶ Permette ad un client che si connette ad una rete di **ottenere un indirizzo IP** in modo veloce e dinamico
  - ▶ Consente inoltre di inviare ai client delle informazioni di **configurazione avanzate**, tramite *dhcp option*
- ▶ Benefici
  - ▶ Prevenzione dei **conflitti** di indirizzi IP
  - ▶ Configurazione **dinamica** e **automatica** degli indirizzi su una rete IP
  - ▶ Deploy automatico di configurazioni avanzate
  - ▶ Gestione facilitata dei client **non sempre connessi** alla rete: l'indirizzo IP allocato a un client è **temporaneo**

# Funzionamento del protocollo

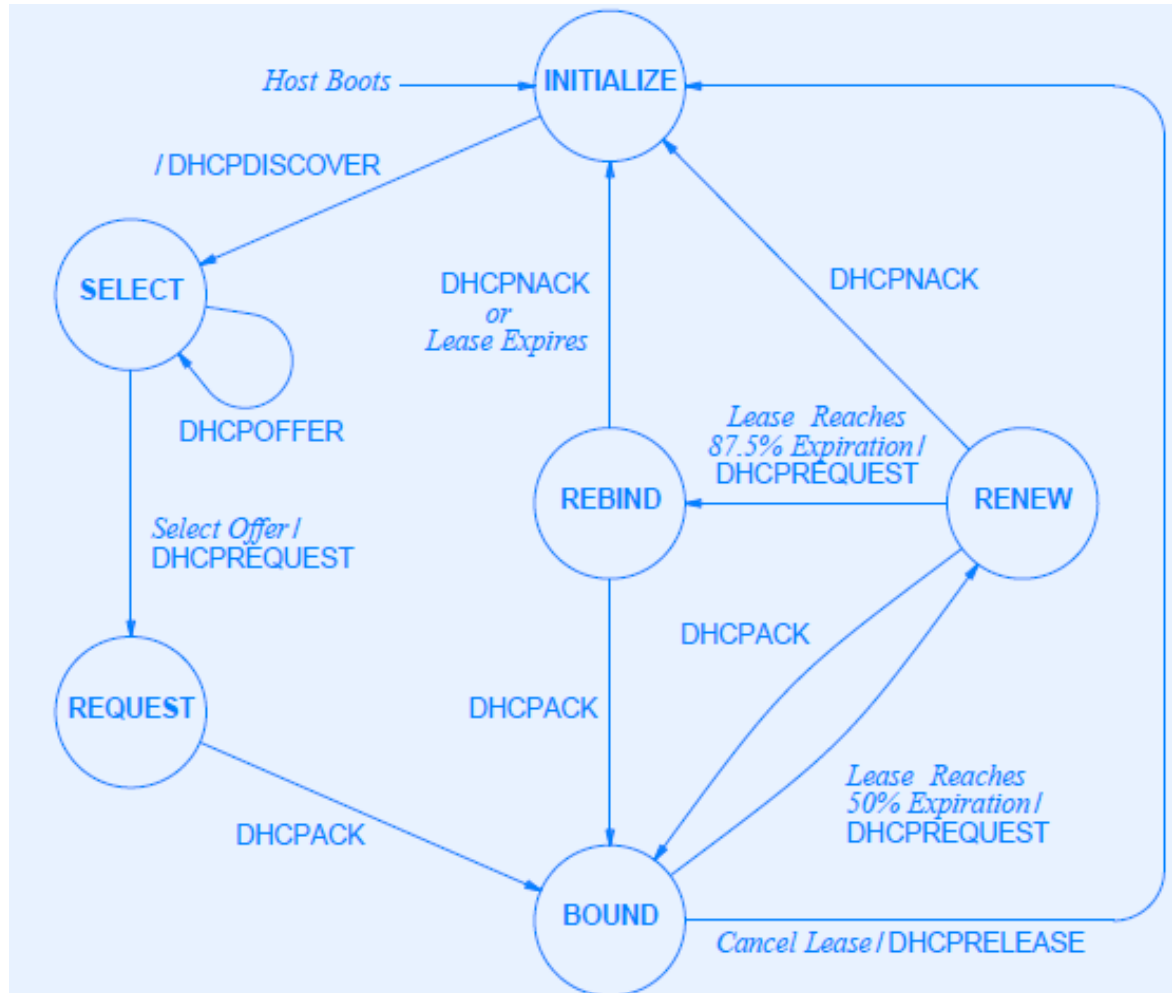
- ▶ Un host diventa un client DHCP inviando un messaggio in **broadcast** a tutti i server DHCP sulla rete (**DHCP DISCOVER**)
- ▶ L'host colleziona le **DHCP OFFER** dal server, ne sceglie una, e ne verifica la disponibilità con il server
- ▶ Successivamente un host potrà anche esigere un **rinnovo** della OFFER
- ▶ L'host può inoltre **rilasciare** l'indirizzo IP precedentemente acquisito
- ▶ Abbiamo quindi tre possibili flussi
  - ▶ Acquisizione di un indirizzo
  - ▶ Rinnovo di un lease
  - ▶ Rilascio anticipato dell'indirizzo

# Assegnamento dinamico degli indirizzi

- ▶ L'assegnamento dell'indirizzo è **temporaneo**
  - ▶ Il Client ottiene un **lease** sull'indirizzo
  - ▶ Il Server specifica la **durata** (in termini temporali) del lease
  - ▶ Alla scadenza del lease il client deve scegliere se continuare ad utilizzare quell'indirizzo (ottenendo un nuovo lease, con una nuova scadenza) o ottenere un nuovo indirizzo
- ▶ La durata del lease dipende dal contesto applicativo specifico, e può essere **negoziata** tra client e server
- ▶ Tutti questi processi sono gestiti tramite una **macchina a stati finiti**



# DHCP – Macchina a stati finiti



# Il server DHCP su Linux: DHCPD

- ▶ DHCPD (abbreviazione di DHCP daemon) è il **demone** DHCP dei sistemi Unix
- ▶ Anche noto come ISC DHCP, è l'implementazione di DHCP dell'**Internet Systems Consortium**
- ▶ È **opensource**, scritto nel linguaggio di programmazione **C**, e compatibile con Linux, Mac OS X, FreeBSD, Solaris, AIX e HP-UX
- ▶ Implementa i protocolli **BOOTP**, **DHCP**, e **DHCPv6** (supporto agli indirizzi IPv6)
- ▶ È installato di default sugli host e i router IMUNES

# Configurazione di un server DHCP

- ▶ Server DHCP deve avere un **indirizzo IP assegnato**
  - ▶ Server DHCP lavora a livello applicativo, agendo sul livello IP
  - ▶ Il messaggio di **DHCP DISCOVER** del client viene inviato in **broadcast** su tutto lo spazio di indirizzamento di IP (0.0.0.0/0)
- ▶ La configurazione del server DHCP può essere fatta tramite il file `/etc/dhcp/dhcpd.conf`
- ▶ I parametri di configurazione e la grammatica di questo file sono consultabili tramite manuale
  - ▶ `man dhcpd.conf`

# Il client DHCP su Unix: dhclient

- ▶ Dhclient è il **client** DHCP dell'Internet Systems Consortium
  - ▶ Fornisce la possibilità di configurare le interfacce **automaticamente** utilizzando il protocollo DHCP, BOOTP
  - ▶ Come **fallback**, permette di assegnare un indirizzo IP in modo statico (in base alla configurazione)
- ▶ Un altro demone molto importante per la configurazione di un DHCP Client è il **demone AVAHI** che implementa lo **stack Zeroconf**
  - ▶ Questo demone, in mancanza di un server DHCP, si occupa di assegnare un IP automaticamente, prendendolo dalla sottorete riservata 169.254.0.0/16 (RFC3927)
  - ▶ Nota: questo è anche il comportamento tipico che si osserva collegando due PC Windows tra loro, con assegnamento automatico degli indirizzi IP

# Struttura del file dhcpd.conf - 1

- ▶ Il file dhcpd.conf è un **file di testo**, gestito in modo ricorsivo
- ▶ Non è case-sensitive
- ▶ Può essere commentato – ogni commento è preceduto da un #
- ▶ Consiste di una lista di **statement**, seguiti da un ; (semicolon) che si dividono in **parameters** e **declarations**
  - ▶ I parametri sono delle vere e proprie **variabili**, a cui viene attribuito un valore
  - ▶ Le dichiarazioni invece sono delle **asserzioni** sulla topologia della rete

# Struttura del file dhcpd.conf - 2

- ▶ Essendo ricorsivo, i parametri dichiarati fuori da ogni dichiarazione, sono da intendersi come «globali», e possono essere eventualmente **sovrascritti**
- ▶ Alcuni parametri
  - ▶ Lunghezza predefinita del lease (default-lease-time)
  - ▶ Lunghezza massima di un lease (max-lease-time)
  - ▶ File dove memorizzare i lease (lease-file-name)
    - ▶ ... e così via (maggiori dettagli nella manpage)
  - ▶ DHCP Option per distribuire informazioni in modo automatico ai client, come ad esempio i server DNS, l'indirizzo dei gateway e altre informazioni sulla topologia implementata da un'organizzazione

# Struttura del file dhcpd.conf - 3

- ▶ Le dichiarazioni sono principalmente
  - ▶ Le definizioni delle sottoreti dell'azienda
    - ▶ Caratterizzate da un **blocco subnet**
    - ▶ Ogni blocco subnet deve avere un parametro «range» che indica l'**intervallo** di indirizzi IP da assegnare
  - ▶ Definizioni di configurazione di host specifici (riconosciuti tramite indirizzo hardware)
    - ▶ Ogni host deve avere un parametro «hardware address» che specifica il MAC address specifico a cui riferirsi
    - ▶ Tramite questa funzionalità è possibile, ad esempio, realizzare un assegnamento semi-statico dell'indirizzo IP a un host
- ▶ Le dichiarazioni possono inoltre essere organizzate in gruppi, per definire dei parametri o delle ulteriori dichiarazioni su di essi

# /etc/dhcp/dhcpd.conf - esempio

- ▶ Una configurazione minimale per questo file potrebbe essere:

```
option domain-name-servers 8.8.8.8, 8.8.4.4;  
option subnet-mask 255.255.255.0;  
option routers 192.168.0.1;  
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {  
    range 192.168.0.2 192.168.0.254;  
}
```



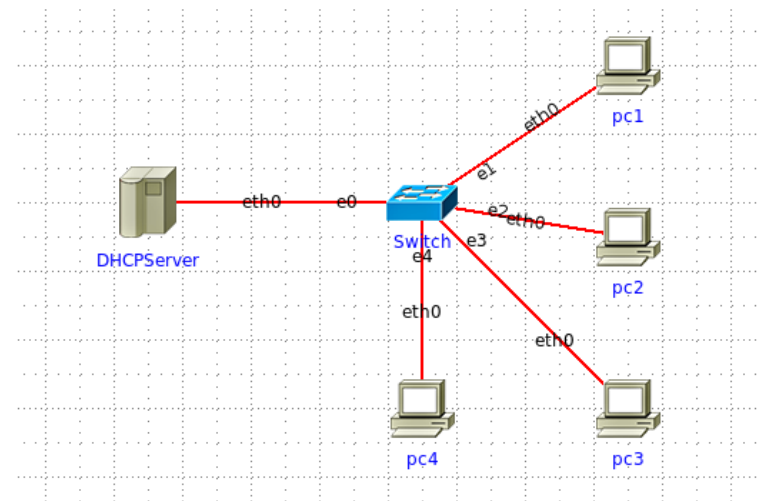
# DHCP su IMUNES – Esercizio 1

- ▶ Disabilitare l'autoassegnamento degli indirizzi IPv4 e IPv6 su IMUNES
- ▶ Creare una topologia composta da
  - ▶ 1 Switch
  - ▶ 1 Host (server DHCP) e 4 PC, collegati allo switch
- ▶ Avviare l'esperimento
- ▶ Assegnare l'indirizzo IP 172.16.0.1/16 all'host
- ▶ Partire da un file `/etc/dhcp/dhcpd.conf` vuoto con il comando
  - ▶ `echo > /etc/dhcp/dhcpd.conf`
- ▶ Popolare il file `dhcpd.conf` imitando la slide precedente
  - ▶ Distribuendo l'IP dell'host come DNS e default gateway
  - ▶ Allocando gli IP da 172.16.1.1 a 172.16.1.254 ai PC
- ▶ Avviare il demone `dhcpd` ( `dhcpd -d` )
- ▶ Avviare `tcpdump` su uno dei PC per osservare il traffico in tempo reale
- ▶ Lanciare su tutti i PC il comando `dhc1ient eth0` e osservare `tcpdump`

# DHCP su IMUNES – Esercizio 1 - Soluzione

## Contenuto del file dhcpd.conf

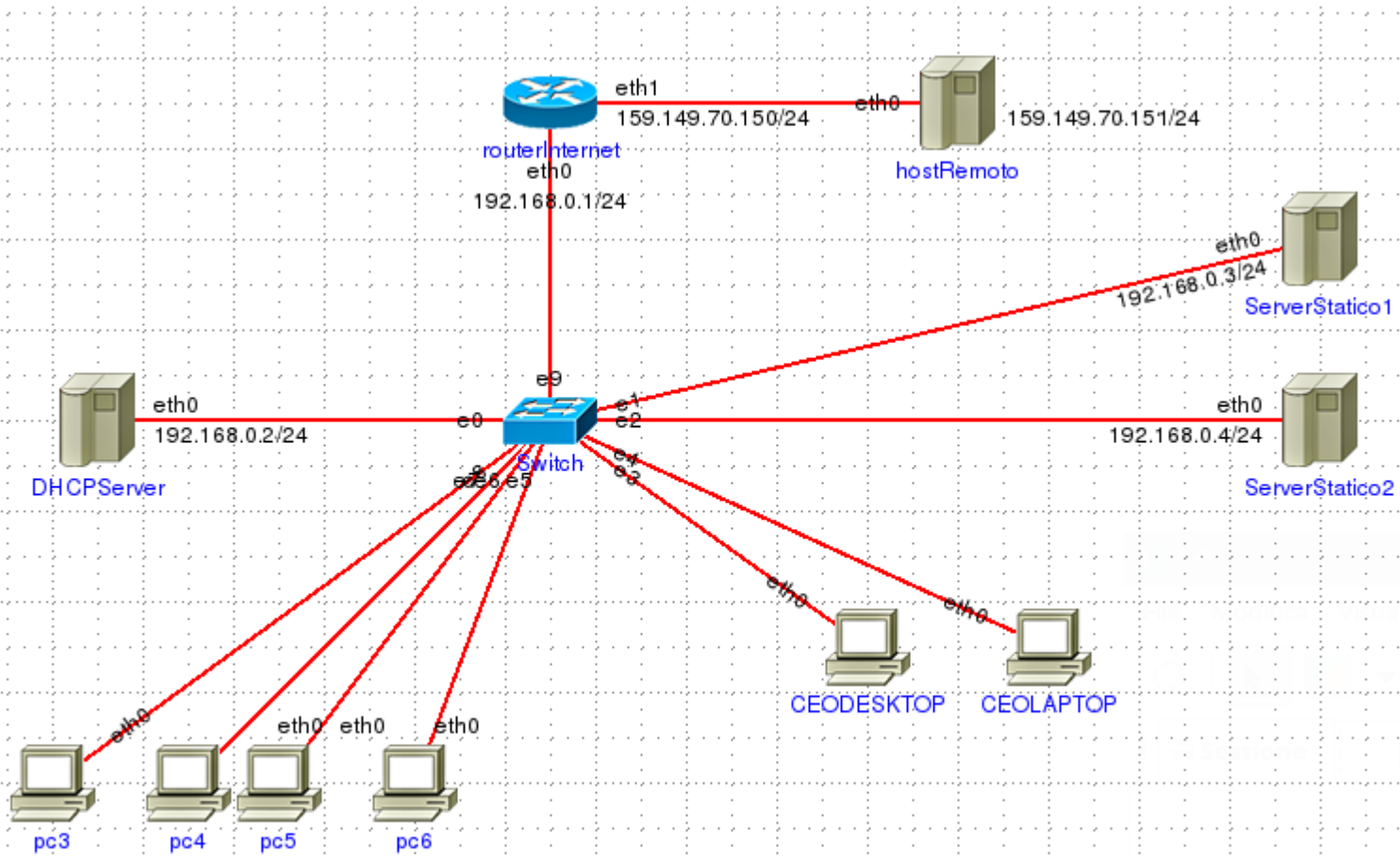
```
option domain-name-servers 172.16.0.1;  
option subnet-mask 255.255.0.0;  
option routers 172.16.0.1;  
subnet 172.16.0.0 netmask 255.255.0.0 {  
    range 172.16.1.1 172.16.1.254;  
}
```



# DHCP su IMUNES – Esercizio 2

- ▶ Realizzare in IMUNES la topologia di rete di un'azienda che dispone di una rete di classe C (192.168.0.0/24) formata da:
  - ▶ Uno switch collegato a un router per la connettività a Internet
  - ▶ Un host che fa da DHCP server
  - ▶ 2 server a cui viene assegnato un IP statico
  - ▶ 260 pc portatili, non contemporaneamente connessi (provare con 4 pc in IMUNES – possono essere connessi contemporaneamente al massimo 200 pc), nella stessa sottorete dei server
    - ▶ Assegnare l'indirizzo IP in modo dinamico tramite DHCP
    - ▶ Impostare la durata del lease DHCP in modo intelligente, così da poter prevedere la gestione di 260 diversi client
  - ▶ 2 pc fissi, assegnati al CEO dell'azienda, che si è riservato di utilizzare gli ultimi due indirizzi della sottorete effettuando una configurazione semi-statica (DHCP reservation) sul DHCP server
- ▶ Si consiglia di fare riferimento alla manpage, agli appunti su DHCP, ed eventualmente anche a Google

# DHCP su IMUNES – Esercizio 2 – Soluzione - 1



# DHCP su IMUNES – Esercizio 2 – Soluzione - 2

## ► Contenuto del file dhcpd.conf:

```
option domain-name-servers 192.168.0.1;
option subnet-mask 255.255.255.0;
option routers 192.168.0.1;
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.0.5 192.168.0.252;
    default-lease-time 3600;
    host CEO1 {
        hardware ethernet 00:00:00:00:00:00; #mac address
        fixed-address 192.168.0.253
    }
    host CEO2 {
        hardware ethernet 00:00:00:00:00:01; #mac address
        fixed-address 192.168.0.254
    }
}
```



## DHCP su IMUNES – Esercizio 2 – Soluzione - 2

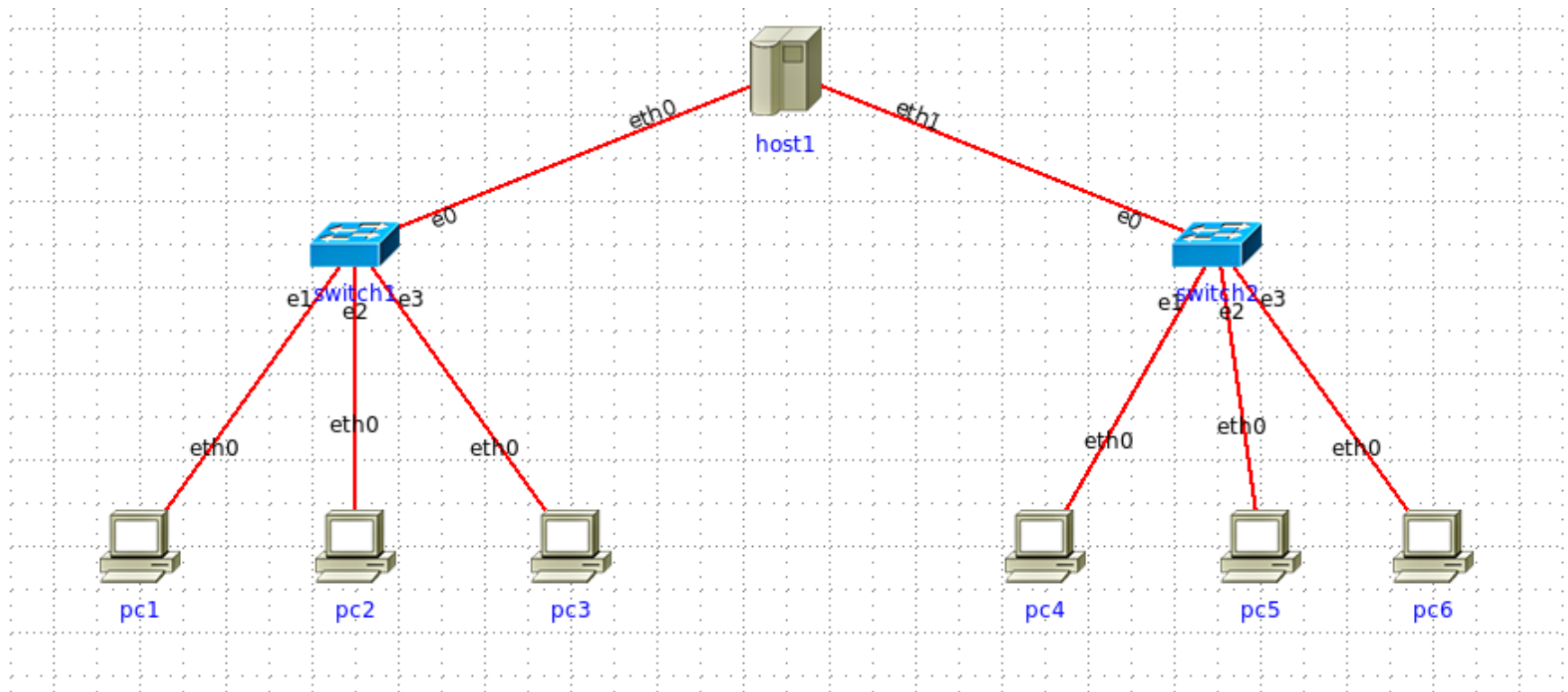
- ▶ Abbiamo aggiunto il default router della rete interna
- ▶ Adesso comunichiamo con l'esterno? NO, il PC esterno non è stato configurato con la default route (comando ip route)
- ▶ Aggiungi la rotta ip route add 192.168.0.0/24 via 159.149.80.10
  - ▶ Tutto comunica e funziona
  - ▶ Vedremo tutto in dettaglio nelle prossime lezioni

# DHCP su IMUNES – Esercizio 3

- ▶ Realizzare in IMUNES, dopo aver disabilitato l'autoassegnamento degli indirizzi IP, una topologia di rete così composta:
  - ▶ 1 Host che fa da DHCP server
  - ▶ 2 switch, entrambi connessi all'host
  - ▶ 4 pc connessi a ciascuno switch
- ▶ Avviare l'esperimento
- ▶ Assegnare a ciascuna interfaccia del server DHCP un indirizzo IP
  - ▶ Sulla interfaccia eth0 assegnare il primo indirizzo ip della rete 172.16.0.64/28
  - ▶ Sulla interfaccia eth1 assegnare il primo indirizzo ip della rete 192.168.0.48/29
- ▶ Configurare sul server DHCP le due subnet assegnando indirizzi presi da un pool di dimensione 4



# DHCP su IMUNES – Esercizio 3 – Soluzione -1





# DHCP su IMUNES – Esercizio 3 – Soluzione - 2

## ► Contenuto del file dhcpd.conf:

```
default-lease-time 7200;  
subnet 172.16.0.64 netmask 255.255.255.240 {  
    range 172.16.0.66 172.16.0.69;  
    default-lease-time 3600;  
}  
  
subnet 192.168.0.48 netmask 255.255.255.248 {  
    range 192.168.0.50 192.168.0.53;  
}
```



# DHCPD e DHCLIENT – File utili

- ▶ I file utili per la gestione di DHCPD sono:
  - ▶ `/etc/dhcp/dhcpd.conf` – file di configurazione
  - ▶ `/var/lib/dhcpd/dhcpd.leases` – contiene il database dei lease (path personalizzabile)
- ▶ I file utili per la gestione di DHCLIENT sono:
  - ▶ `/etc/dhcp/dhclient.conf` – file di configurazione
  - ▶ `/var/lib/dhcpd/dhclient.leases` – contiene il database dei lease (path personalizzabile)
- ▶ Si rammenta che la posizione dei file può variare di distribuzione in distribuzione. I path riportati si riferiscono alla distribuzione Debian Linux.

# Conclusioni

- ▶ Abbiamo ripassato il protocollo DHCP
- ▶ Abbiamo configurato un server DHCP in vari scenari

