Networking

Guida introduttiva alla configurazione di rete in ambiente GNU/Linux

Valeria Mazzola

mazzolavale1@gmail.com

27 Marzo 2018

POLITECNICO OPEN
unix LABS
Come hack with us.

Networking

Introduzione

Stack di rete

Configurazione di rete

Debugging

Strumenti vari di uso quotidiano

Di cosa parliamo oggi

- Come funziona l'internet[1]
- Come configurare un computer GNU/Linux in rete
- Alcuni strumenti di debugging

[1] o almeno una parte dei concetti fondamentali :)

Networking

Introduzione

Stack di rete

Configurazione di rete

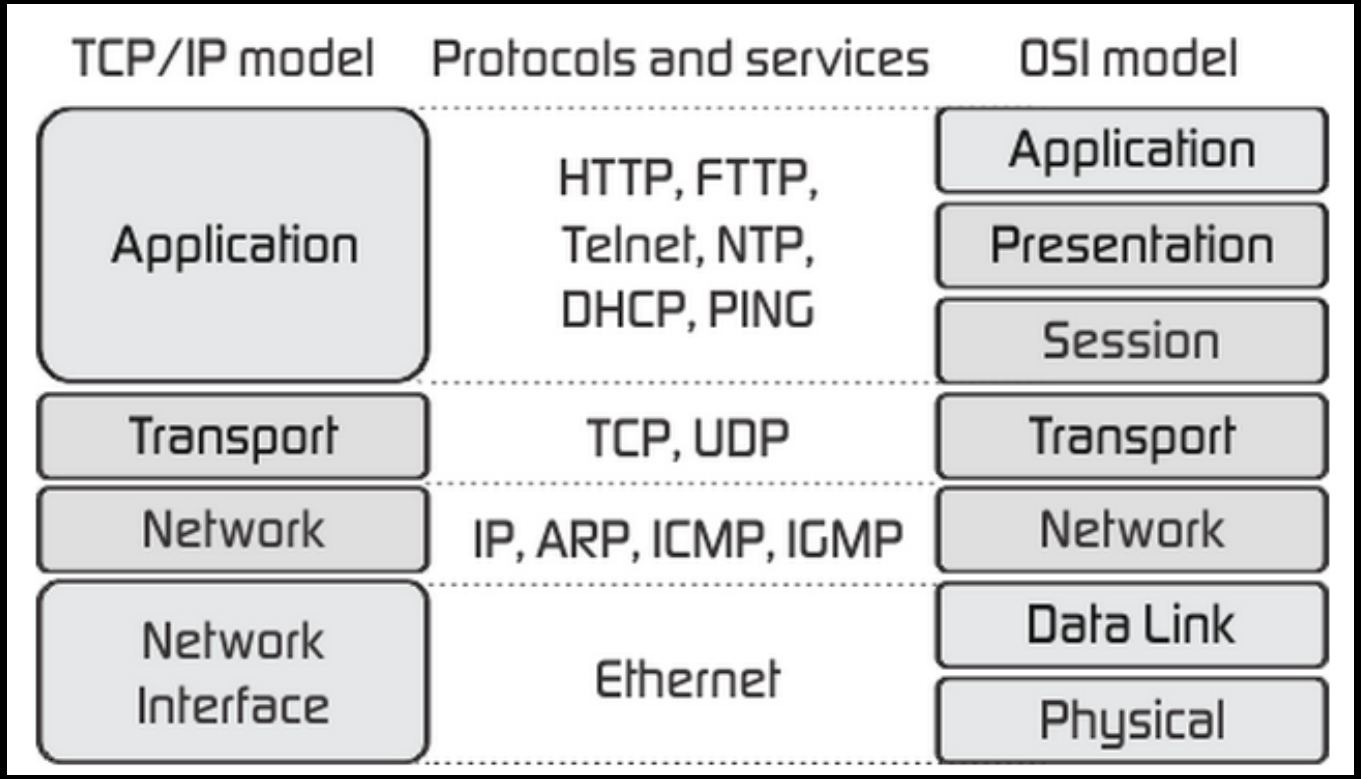
Debugging

Strumenti vari di uso quotidiano

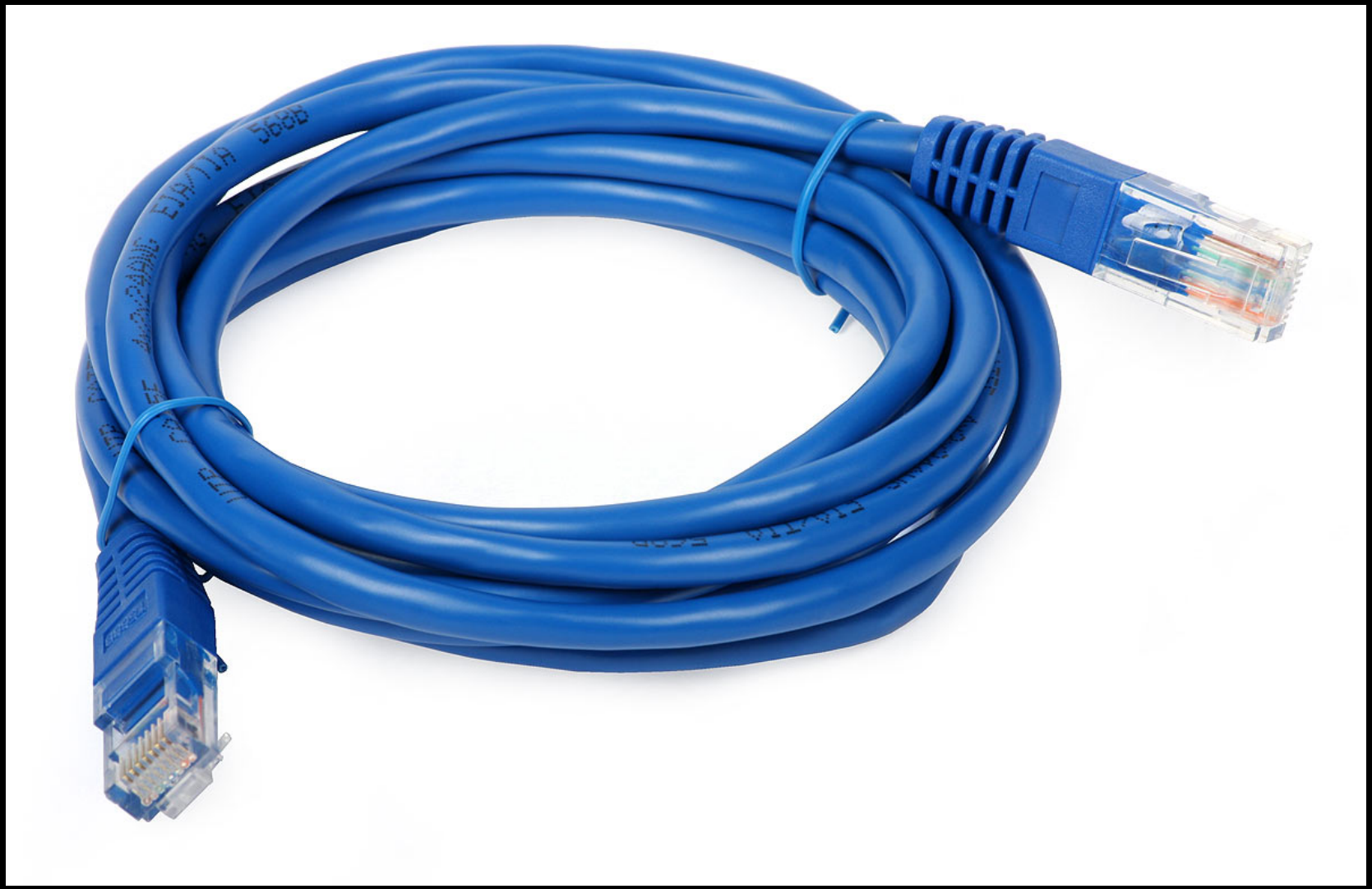
I modelli ISO/OSI e TCP/IP

- Le comunicazioni di rete sono gestite da molteplici protocolli, che operano a diversi livelli
- Ogni livello ha degli specifici obiettivi
- I protocolli di rete sono “impilati” logicamente uno sopra l’altro, quelli superiori fanno affidamento su quelli inferiori
- Insieme formano il cosiddetto **stack di rete**

I modelli ISO/OSI e TCP/IP

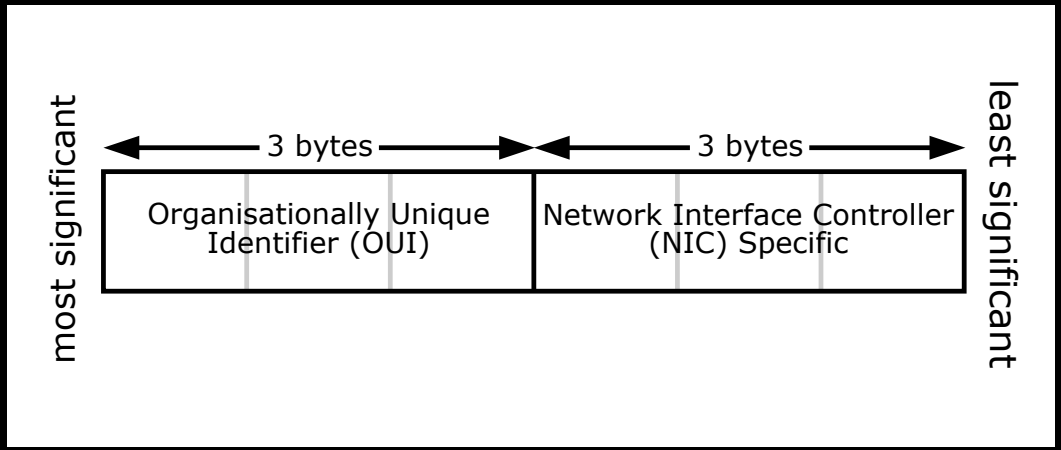


Layer 1: Physical



Layer 2: Data Link - MAC

- Il livello 2 è il livello di collegamento dati
- Al livello 2 vive il protocollo **Ethernet**:
  - Permette alle schede di rete di comunicare dei dati *in modo affidabile*
  - Gestisce eventuali errori e collisioni dei dati sul mezzo fisico (cavi, onde elettromagnetiche, piccioni[2]...)
- Una scheda di rete è identificata da un indirizzo *univoco* Ethernet (**MAC[3] Address**) formato da 6 byte



[2] https://it.wikipedia.org/wiki/IP_over_Avian_Carriers
[3] Medium Access Control

Layer 3: Network - IP

- Il livello 3 è il livello di rete
- Il layer di IP permette ai nostri pacchetti di essere spediti correttamente verso la destinazione (purtroppo senza *sani e salvi*)
- I pacchetti IP sono instradati lungo la rete e arrivano all'host...
- ...oppure muoiono provandoci

Layer 3: Network - IP

- Ogni macchina sulla rete può avere uno o più indirizzi IP
- Un indirizzo IPv4 ha l'aspetto di quattro numeri decimali separati da punti: 94.142.241.111
- Un indirizzo IP è composto da due pezzi: il primo pezzo indica la rete, il secondo pezzo indica l'host all'interno della rete
- I due pezzi sono separati da una subnet mask di lunghezza variabile (**VLSM: Variable Length Subnet Mask**)

```
IP address:    192      168      0        2
              11000000 10101000 00000000 00000010
Netmask:      11111111 11111111 11111111 00000000
                 255      255      255        0
              +--------------------------+--------+
                        Network             Host
```

Layer 3: Routing

- Host sulla nostra stessa sottorete sono immediatamente raggiungibili
- Per raggiungere gli host esterni dobbiamo mandare i pacchetti al **gateway** che provvederà ad instradarli al di fuori della rete per conto nostro[4]
- Il gateway si occupa di instradare i pacchetti sulla base della propria **routing table**
- Vedremo come configurare le rotte, con particolare attenzione al **default gateway**

[4] il gateway deve risiedere nella nostra rete locale, altrimenti ci è impossibile contattare la rete esterna

Layer 4: Trasporto

- Il livello 4 è il livello di trasporto
- Il livello 4 permette connessioni multiple tra due stessi host per mezzo di **porte** (0-65535)
- Un'applicazione si connette ad un host remoto utilizzando *indirizzo IP dell'host remoto e la porta sulla quale connettersi*
- Molte applicazioni a lato server utilizzano una porta standard (esempio ssh 22, infatti non c'è bisogno di specificarla)
- I principali protocolli di trasporto sono TCP e UDP

Layer 4: Trasporto - TCP e UDP

- TCP consente di rendere la comunicazione **affidabile**, ovvero garantisce che i dati che inviamo arrivino sani e salvi dall'altra parte
  - Per farlo utilizza messaggi conferma (ack) della ricezione dei pacchetti e in caso di perdita si occupa del reinvio

Layer 4: Trasporto - TCP e UDP

- TCP consente di rendere la comunicazione **affidabile**, ovvero garantisce che i dati che inviamo arrivino sani e salvi dall'altra parte
  - Per farlo utilizza messaggi conferma (ack) della ricezione dei pacchetti e in caso di perdita si occupa del reinvio
- UDP è un protocollo di trasporto più semplice, che cerca di portare i dati dall'altra parte il più velocemente possibile, anche a costo di perderli
  - Per esempio il DNS utilizza UDP

Networking

Introduzione

Stack di rete

Configurazione di rete

Debugging

Strumenti vari di uso quotidiano

Le interfacce di rete

- Tutto lo stack di rete su Linux è basato sulle **interfacce**
  - *Reali*, cioè quelle realmente esistenti nella nostra macchina (*eth0*, *wlan0, enp..., wlp...*)
  - *Virtuali*, generate via software per emulare quelle vere (*tun*, *tap*, virtual devices)
  - *Bridge*, unione (virtuale) di più interfacce

Le interfacce di rete

- Tutto lo stack di rete su Linux è basato sulle **interfacce**
  - *Reali*, cioè quelle realmente esistenti nella nostra macchina (*eth0*, *wlan0, enp..., wlp...*)
  - *Virtuali*, generate via software per emulare quelle vere (*tun*, *tap*, virtual devices)
  - *Bridge*, unione (virtuale) di più interfacce
- I tools che vedremo ora utilizzano le interfacce allo stesso modo, indipendentemente dal tipo
- Lo stesso vale per il firewalling (prossima lezione)

iproute2

- Per il debugging/configurazione delle interfacce ai livelli 2 e 3 si usa la suite **iproute2**

[5] ifconfig, route, netstat, e i tool presenti nel pacchetto *net-tools* sono a tutti gli effetti deprecati

iproute2

- Per il debugging/configurazione delle interfacce ai livelli 2 e 3 si usa la suite **iproute2**
- Il nuovo tool **ip** sostituisce i vecchi net-tools[5] per operare sulle schede di rete
  - Performance migliori per l'utilizzo di **netlink**
  - Comandi più semplici

```
$ ip [options] object command
```

  - Feature di rete più recenti meglio implementate in un nuovo e unico tool

[5] ifconfig, route, netstat, e i tool presenti nel pacchetto *net-tools* sono a tutti gli effetti deprecati

iproute2: link layer

- Mostra le interfacce con i loro MAC address e lo stato UP/DOWN

```
$ ip link show
```

- Permette di accendere o spegnere un'interfaccia

```
$ ip link set dev <interface> <up|down>
```

- Consente di cambiare il MAC address dell'interfaccia con uno che preferiamo...

```
$ ip link set dev <interface> address
  <MAC address>
```

iproute2: link layer

- È possibile anche modificare manualmente il contenuto della tabella **ARP**[6], che associa i MAC address agli indizzi IP dei corrispondenti host
- Per visualizzare la tabella

```
$ ip neigh show
```

- Aggiunge una riga alla tabella

```
$ ip neigh add <IP address> lladdr
  <MAC address> dev <interface>
```

- Modifica una riga della tabella

```
$ ip neigh change <IP address> lladdr
  <MAC address> dev <interface>
```

[6] Address Resolution Protocol

iproute2: network layer

- Per mostrare le interfacce di rete con i loro indirizzi IP, se li hanno

```
$ ip address show
```

- Per aggiungere un indirizzo ad un'interfaccia

```
$ ip addr add <address>/<netmask length>
  dev <interface>
```

  - La netmask length è il numero di bit dedicati alla sottorete, ad esempio:

```
$ ip addr add 192.168.1.42/24 dev eth0
```

- Per rimuovere un indirizzo associato a un'interfaccia

```
$ ip addr del <address>/<netmask length>
  dev <interface>
```

iproute2: routing

- Come detto prima, per raggiungere host esterni alla nostra sottorete dobbiamo passare per il **gateway**
- Per mostrare le rotte attualmente impostate

```
$ ip route show
```

- Per aggiungere una rotta per un insieme di indirizzi (e volendo anche specificare l'interfaccia d'uscita)

```
$ ip route add <address>/<netmask length>
  via <gateway address> [dev <interface>]
```

iproute2: routing

- Si può specificare esplicitamente il default gateway

```
$ ip route add default via
  <gateway address> [dev <interface>]
```

```
$ ip route add 0.0.0.0/0.0.0.0 via
  <gateway address> [dev <interface>]
```

- Per rimuovere una rotta

```
$ ip route del <address>/<netmask length>
  via <gateway address>
```

moar on routing

- Volendo, ogni macchina GNU/Linux può essere configurata per comportarsi da router
- È sufficiente abilitare l'**ip forwarding**

```
$ sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
$ echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

- Così facendo il pc, oltre che inviare i propri pacchetti al gateway, cercherà di occuparsi di instradare i pacchetti altrui
- Per rendere permanente la configurazione dopo il reboot, bisogna aggiungere in /etc/sysctl.conf:

```
net.ipv4.ip_forward=1
```

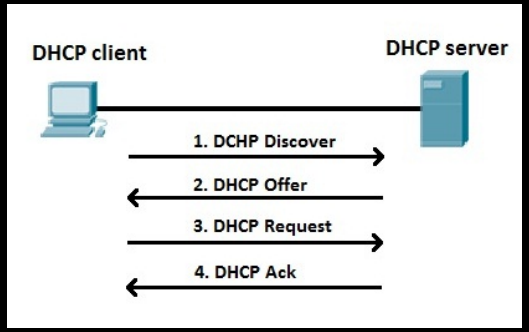
DHCP

- What if it just worked?

DHCP

- What if it just worked?
- Il DHCP è un protocollo che consente di assegnare indirizzi IP alle interfacce in modo automatico
  - utile se ci sono tanti host che si collegano e discollegano di continuo
  - permette di gestire facilmente gli IP della rete

DHCP



- Per utilizzare il DHCP è necessario che sulla rete ci sia un *DHCP server*
- Il server, su richiesta, rilascia un indirizzo IP per un certo lasso di tempo (**lease**)
- I client dhcp si trovano solitamente preinstallati (dhclient, dhcpcd)
  - per utilizzare dhcp su di un'interfaccia si usa <dhcp_client> <nome_interfaccia>
- Se correttamente configurato il dhcp provvederà a fornire tutte le informazioni necessarie per il corretto funzionamento della rete (IP address, default gateway, netmask, broadcast, DNS servers)

Networking

Introduzione

Stack di rete

Configurazione di rete

Debugging

Strumenti vari di uso quotidiano

Ping

- Il comando **ping** serve per sapere se due host riescono a parlarsi a vicenda
- Di fatto utilizza il protocollo ICMP[7]

```
root@Hello:~# ping -c3 poul.org
PING poul.org (91.121.220.9) 56(84) bytes of data.
64 bytes from poul.org (91.121.220.9): icmp_seq=1 ttl=59 time=6.83 ms
64 bytes from poul.org (91.121.220.9): icmp_seq=2 ttl=59 time=6.72 ms
64 bytes from poul.org (91.121.220.9): icmp_seq=3 ttl=59 time=6.68 ms
--- poul.org ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 6.685/6.748/6.839/0.093 ms
```

[7] https://tools.ietf.org/html/rfc792

Ping

- ICMP prevede l'invio di una **echo request** seguita da una **echo reply**, oppure da un codice di errore
- Se i due host non comunicano, ping ci dà degli indizi su dove può essere il problema
  - Network unreachable: il pacchetto non viene instradato correttamente verso la subnet di destinazione
  - Host unreachable: il pacchetto arriva nella subnet di destinazione, ma non trova l'host giusto

Traceroute

- Usa il campo TTL (Time To Live) dei pacchetti IP per farsi mandare una sere di messaggi ICMP **time exceeded**
- Si usa per tracciare il percorso di un pacchetto nella rete, un hop alla volta
- Se avete problemi di connettività, traceroute può aiutarvi a capire a chi dovete dare la colpa

Netcat

- **Netcat** è un client/server TCP da linea di comando

```
$ nc <hostname> <port>
$ nc -l -p <port>
```

- *-l -p <porta>* per restare in ascolto per connessioni sulla porta data
- È possibile anche usare netcat su UDP con l'opzione *-u*

Tcpdump

- Quando qualcosa non funziona e non sappiamo perché, è utile dare un'occhiata a "cosa passa davvero sul cavo"

```
# tcpdump -i <interface>
```

- È possibile specificare dei filtri (più o meno complessi) per visualizzare solo i pacchetti che ci interessano

```
# tcpdump host snowball
# tcpdump 'tcp port 80 and (((ip[2:2] -
((ip[0]&0xf)<<2)) - ((tcp[12]&0xf0)>>2)) != 0)'[8][9]
```

[8] Esempio copiato direttamente dal manuale di tcpdump.

[9] To print all IPv4 HTTP packets to and from port 80, i.e. print only packets that contain data, not, for example, SYN and FIN packets and ACK-only packets.

ss

- L'utility **ss** (socket statistics) serve a visualizzare informazioni sui socket presenti nel sistema[10]
- Visualizza tutti i socket TCP in ascolto, e le applicazioni corrispondenti

```
$ ss -ltp
```

- Visualizza tutti i socket TCP **non** in ascolto, e le applicazioni corrispondenti

```
$ ss -tp
```

[10] ss sostituisce netstat, parte dei vecchi net-tools

ss

- Visualizza tutti i socket TCP, sia quelli in ascolto che quelli non in ascolto

```
$ ss -atp
```

- Visualizza tutti i socket UDP, sia quelli in ascolto che quelli non in ascolto

```
$ ss -aup
```

- È possibile anche specificare filtri sullo stato delle connessioni TCP, e richiedere informazioni aggiuntive

Networking

Introduzione

Stack di rete

Configurazione di rete

Debugging

Strumenti vari di uso quotidiano

...e il WiFi?

- Nelle reti wireless, il livello di data link svolge anche la funzione di garantire la sicurezza della rete
- Il protocollo maggiormente usato oggi è WPA2[11] (l'unico che si possa dire sicuro)

[11] https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11i-2004

wpa_supplicant

- Il tool wpa_supplicant consente di collegarsi a una rete wireless sull'interfaccia specificata:

```
$ wpa_supplicant -B -i wlan0
```

  - *-i* specifica l'interfaccia
  - *-B* fa sì che wpa_supplicant sia eseguito come demone in background
- Le informazioni sulle reti vanno specificate nel file di configurazione, normalmente /etc/wpa_supplicant.conf
  - è possibile specificare un diverso file di configurazione con l'opzione *-c*

wpa_supplicant.conf

```
network={
    ssid="una-rete-aperta"
    key_mgmt=NONE
}
network={
    priority=100
    ssid="la-mia-rete-di-casa"
    psk="Sup3r_S3cur3_P4ssw0rd"
}
```

wpa_supplicant.conf

- Possiamo forzare l'uso di parametri sicuri per protocollo, key management, cifrario e mode of operation

```
network={
    ssid="la-mia-rete-di-casa"
    psk="Sup3r_S3cur3_P4ssw0rd"
    key_mgmt=WPA2-PSK
    group=CCMP
    pairwise=AES
    proto=WPA2
}
```

- Configurazioni più complesse sono possibili, spesso chi offre la rete fornisce anche la configurazione corretta di wpa_supplicant (per esempio polimi-protected ed eduroam)

wpa_cli e wpa_gui

- Esistono frontend interattivi per wpa_supplicant: wpa_cli e wpa_gui
- Per utilizzarli è necessario configurare una “control interface”
- Essi consentono l’utilizzo di wpa_supplicant anche ad un gruppo di utenti senza permessi di root

```
ctrl_interface=/run/wpa_supplicant
ctrl_interface_group=mygroup
update_config=1
```

NetworkManager e Wicd

- What if it just worked?

NetworkManager e Wicd

- What if it just worked?
- NetworkManager e Wicd sono tool molto usati che svolgono funzioni di autenticazione alle reti wireless e utilizzano il dhcp client in modo trasparente all'utente
- Entrambi hanno il vantaggio di funzionare™ nella maggior parte delle situazioni e richiedono configurazione minimale o nulla
- Entrambi sono demoni ed hanno frontend sia grafici che testuali

DNS

- Il DNS (**Domain Name System**) è il sistema di "database distribuito" che consente di associare gli indirizzi IP ai nomi (domini)
- Quando ci colleghiamo a Internet tramite DHCP, il server DHCP ci fornisce anche l'indirizzo del server DNS da interrogare per risolvere i nomi

resolv.conf

- Il file di configurazione /etc/resolv.conf contiene gli indirizzi dei nameserver da interrogare, in ordine di priorità

```
nameserver 192.168.0.1
nameserver x.x.x.x
```

- Esso viene sovrascritto automaticamente dal client DHCP, per usare i server DNS forniti dal server DHCP

resolv.conf

- Il file di configurazione /etc/resolv.conf contiene gli indirizzi dei nameserver da interrogare, in ordine di priorità

```
nameserver 192.168.0.1
nameserver x.x.x.x
```

- Esso viene sovrascritto automaticamente dal client DHCP, per usare i server DNS forniti dal server DHCP

- È possibile specificare dei server DNS da usare che non vengano rimossi quando il file viene sovrascritto

```
$ cat /etc/resolv.conf.head
nameserver 8.8.8.8
```

  - In questo modo possiamo assicurarci di usare dei name server affidabili, quando quelli forniti dall'ISP non fanno bene il loro lavoro...

Per esercitarsi: netkit

- Per esercitarsi a effettuare configurazioni di rete con Linux si può usare **netkit**[12]
- Utilizza macchine virtuali basate su *User Mode Linux*
- Ogni macchina virtuale può essere configurata proprio come una macchina reale per ottenere setup di rete anche piuttosto complessi

[12] http://wiki.netkit.org
[13] https://netkit-ng.github.io/

Per esercitarsi: netkit

- Per esercitarsi a effettuare configurazioni di rete con Linux si può usare **netkit**[12]
- Utilizza macchine virtuali basate su *User Mode Linux*
- Ogni macchina virtuale può essere configurata proprio come una macchina reale per ottenere setup di rete anche piuttosto complessi

- Una versione più aggiornata di netkit è **netkit-ng**
- Utilizza macchine virtuali con una versione di Debian più recente
- Differisce da netkit per alcune features[13]

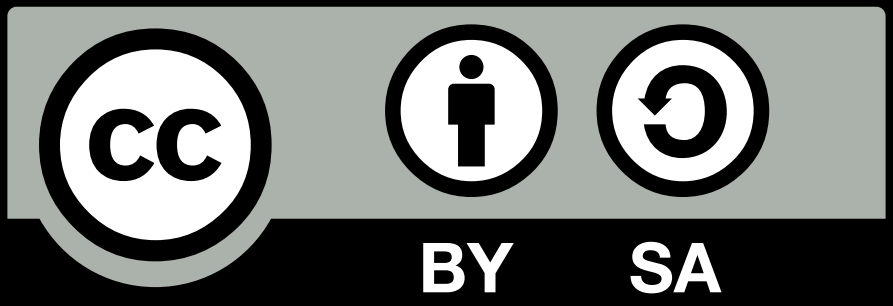
[12] http://wiki.netkit.org
[13] https://netkit-ng.github.io/

Fonti e approfondimenti

- Tutte le slide sul networking degli anni passati, sparse su poul.org
- Unix and Linux System Administration Handbook, Fourth Edition - by Ben Whaley, Trent R. Hein, Garth Snyder, Evi Nemeth
- Manpages
- https://wiki.gentoo.org/wiki/.../Networking
- http://www.penguintutor.com/linux/basic-network-reference

Fine

Grazie per l'attenzione!



`http://www.poul.org`