

Xarxes de Comunicació

Pràctica 4 - Configuració de xarxa

Francisco del Àguila López

Juny 2022

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Universitat Politècnica de Catalunya

1 Objectiu

L'objectiu d'aquesta pràctica és configurar la xarxa de cable Ethernet i la xarxa sense fils Wireless. Amb la intenció de permetre aquesta configuració de la manera més genèrica possible es farà per línia de comandes i en l'entorn de Linux.

2 Introducció

La configuració de les comunicacions requereix la introducció dels paràmetres necessaris que determinen el comportament de les comunicacions. Com ja se sap, les comunicacions estan estructurades per capes, per tant, cal introduir aquests paràmetres a cadascuna de les capes que s'estan utilitzant. Pot donar-se el cas que hi ha capes que no requereixen cap tipus de configuració, ja que el mateix protocol és autoconfigurable, com és Ethernet. Altres capes, poden requerir l'actuació de l'administrador per configurar correctament el seu comportament. En aquest cas, cal disposar de les eines adequades per introduir els paràmetres que configuren el comportament d'un protocol. En la majoria de casos aquestes eines són aplicacions que interaccionen amb el sistema operatiu permetent la configuració dels protocols de comunicació.

L'arquitectura de comunicacions d'Internet és la més popular i la que tothom fa servir de manera constant, per tant les eines que es descriuran estan associades a aquesta arquitectura.

3 Interfícies

El S.O. Linux defineix cadascuna de les seves interfícies amb noms com que comencen per `en*` per interfícies de tipus Ethernet, `wl*` per interfícies de tipus Wireless Local Area Network (WLAN) i altres com `ww*` per Wireless Wide Area Network (WWAN) corresponent a interfícies de dades mòbils. Aquesta documentació es troba a [1]. Podem llistar totes les interfícies disponibles amb la comanda `ip link show`, que de forma més compacta es pot escriure com `ip l`.

La interfície `lo` és una interfície fictícia que està definida en totes les màquines per poder realitzar proves quan aquesta màquina no té cap altra o bé no es vol sortir per cap interfície i es volen fer proves de comunicació internes. Per tant les comunicacions a través d'aquesta interfície no surten de la pròpia màquina.

Les interfícies de cable (tipus Ethernet) no necessiten de cap configuració a nivell 2 per funcionar. Les interfícies sense fils tipus Wi-Fi (WLAN) sí que ho necessiten.

4 Eines disponibles

De cadascuna de les eines presentades a continuació hi ha una descripció més detallada en el manual (*man comanda*).

4.1 Gestió de xarxa persistent

Durant molts anys la gestió de xarxa de manera persistent es feia editant el fitxer `/etc/network/interfaces` que forma part del paquet `ifupdown`. Fa també anys que la gestió del sistema ha quedat controlada pel `systemd`, però en particular per a la gestió de la xarxa s'estan fent servir diversos gestors independents. Hi ha un ventall de possibilitats gran:

1. La distribució Debian fa poc ha adoptat la gestió per `systemd`. La documentació de referència es troba al `man` corresponent [2, 3, 4]. Una descripció més compacta la podeu trobar a la documentació de la distribució Archlinux [5] o bé al web de referència de Debian dins el punt 5.3 [6] i a [7].
2. La distribució Ubuntu afegeix una capa per sobre per a la configuració de xarxa. Aquesta capa s'implementa amb l'eina `Netplan` [8] creada per Canonical. `Netplan` actua d'intermediari per sobre dels gestors `Systemd-networkd` o bé `NetworkManager`. Podeu observar alguns exemples d'utilització a la pestanya d'exemples [8]. Degut al caràcter poc generalista de l'eina queda descartada a l'assignatura.
3. El gestor de xarxa `NetworkManager` és transversal a totes les distribucions. Originalment va néixer sent el gestor de xarxa de l'escriptori `Gnome`, però gràcies a la seva arquitectura de disseny es pot fer servir a qualsevol distribució de Linux encara que no tingui entorn gràfic. Per altra banda, és un gestor de xarxa de molt alt nivell amb el que es poden fer configuracions complexes molt fàcilment on pot intervenir

qualsevol tipus d'interfície (cablejada, sense fils, modems de dades mòbils, ...) sense la necessitat de fer servir altres eines complementàries. Per aquestes raons, és un dels gestors més utilitzats en qualsevol sistema Linux. La eina de terminal amb la que s'interactua amb el servei de gestor de xarxa **NetworkManager** és el *nmcli*.

4.2 Gestió de xarxa NO persistent. Eines d'interacció interna.

Actualment el paquet que conté la majoria d'eines de xarxa és *iproute2*. La eina principal és *ip* on cal especificar com a mínim un paràmetre. Aquest paràmetre és l'objecte sobre el que volem actuar. La millor descripció de les eines la trobarem al man. A continuació hi ha una breu descripció:

ip link Configura les interfícies a nivell 2 de manera genèrica. Gestiona els paràmetres comuns que són independents del tipus d'interfície.

ip address Configura les interfícies a nivell 3 d'Internet. Manipula l'adreçament IP.

ip route Manipula les taules d'encaminament del dispositiu.

ip neigh Mostra i gestiona els dispositius propers segons taula ARP (correspondència entre IP i MAC).

iw Gestiona el nivell 2 d'interfícies sense fils de tipus WLAN.

wpa_supplicant Eina per gestionar interfícies sense fils xifrades. Cal fer-la servir en combinació amb altres eines.

ss Informa de les connexions establertes i els serveis actius d'una màquina. Té molta relació amb la capa 4.

dhclient Client de DHCP que permet obtenir la configuració de xarxa.

4.2.1 Gestió de ponts

Les eines que es presenten a continuació serveixen per definir ponts entre diferents interfícies d'àrea local. Per defecte cada interfície és independent i pot definir una subxarxa a nivell 3 (protocol ip) però amb aquestes eines es poden definir ponts entre aquestes interfícies de manera que si el pont està establert es veuen com una única subxarxa.

bridge Aquesta eina és la que permet visualitzar i definir ponts entre les diferents interfícies.

4.3 Eines de control i monitoratge de xarxa. Interacció externa.

Aquestes eines permeten veure quin comportament té la xarxa, per tant cal interactuar amb altres dispositius.

ping Monitoritza el RTT (Round Trip Time) entre la pròpia màquina i qualsevol altra d'Internet. Actua a nivell 3. Fa servir els missatges de control ICMP.

mtr Traça la ruta dels paquets fins a un destí especificat, combinat amb el que fa el ping.

tracert Traça la ruta fins un destí, descobrint la MTU que hi ha pel camí.

arping Molt similar al ping però funciona a nivell 2 gestionant les peticions ARP. Permet descobrir ip duplicades.

whois Informa a qui està assignada una adreça de xarxa o adreça IP.

4.4 Eines de filtrat de missatges

En aquest cas la utilitat més important d'aquestes eines és la de configurar polítiques de seguretat i similars, per tant són tasques associades als Firewalls. També gestiona manipulacions als camps dels paquets que arriben, surten o travessen la màquina. En aquest sentit és la eina responsable de fer NAT.

iptables És la eina per definició de filtrat de paquets en el SO.

4.5 Eines de captura de missatges

La finalitat d'aquestes eines és un anàlisi exhaustiu del comportament de les comunicacions. Per tant, el que fan és capturar tot el transit que arriba a una interfície de la màquina. Aquestes eines descodifiquen tots els protocols coneguts a tots els nivells i presenten la informació ben estructurada.

S'ha de tenir en compte que en una xarxa local amb cable (Ethernet) que faci servir commutadors (switch) a cap estació li arriba tot el trànsit, per tant, "a priori" tots els missatges capturats NO són tots els missatges que circulen en la xarxa local.

En el cas de les xarxes sense fils, on el medi és clarament un medi comú compartit, sí que es poden capturar tots els missatges que hi hagi sota cobertura. Però si la xarxa local té alguna clau de xifrat s'ha de conèixer aquesta clau per poder fer la descodificació correcta dels missatges.

wireshark Eina gràfica de captura de missatges.

tcpdump Eina de consola de captura de missatges.

nmap No és exactament una eina de captura de missatges, però sí una eina que permet l'exploració de les xarxes. També permet explorar els ports oberts (Capa 4) i per tant fer sondejos de seguretat.

5 Gestió de Xarxa d'alt nivell: NetworkManager

La configuració de xarxa via NetworkManager es fa l'eina *nmcli* de tipus CLI (Command Line Interface). La documentació de referència es troba al seu manual `man nmcli`

[9]. Si preferiu disposar del manual en format pdf, podeu generar-lo amb la ordre `man -t nmcli | ps2pdf - nmcli.pdf`. Algunes de les operacions bàsiques serien:

nmcli general status Informa si el NetworkManager està operatiu

nmcli connection show Mostra les connexions (perfils de xarxa) disponibles. Si se li passa el paràmetre extra de l'identificador de la connexió, mostra els detalls d'aquesta connexió.

nmcli device status Mostra l'estat dels dispositius (interfícies de xarxa) i quina connexió tenen associada.

nmcli device show Mostra la configuració que tenen associada els dispositius de xarxa.

nmcli device wifi list Llista els punt d'accés Wi-Fi disponibles.

nmcli device wifi connect Cal el paràmetre extra SSID o BSSID per connectar a una Wi-Fi. Altres paràmetres poden ser necessaris per definir la xarxa Wi-Fi on es connecta. Aquesta comanda és equivalent al guió de 6.1.

nmcli device wifi hotspot Converteix la màquina en un punt d'accés complet. Si no se li passa cap paràmetre genera automàticament tota la configuració necessària com seria: nom del punt d'accés, clau wpa-psk, rang d'adreçament IP, servidor de DHCP, servidor de DNS, etc. Aquesta configuració queda definida en una connexió que es pot editar per variar els seus paràmetres.

5.1 Connexions tipus 'shared'

El NetworkManager permet compartir "Internet" definint connexions tipus *shared*. Cal destacar que quan una connexió és tipus *shared* té les següents implicacions:

- S'habilita el reenviament (forwarding) de paquets pels paquets rebuts per a la interfície on s'ha definit la connexió. Això implica que la màquina es converteix en un encaminador (router).
- S'habiliten les regles de NAT sobre la interfície.
- S'activa un DHCP server i un DNS server a la interfície.

Totes aquestes tasques requereixen de tota una col·lecció de comandes d'eines de baix nivell per activar tot el que cal per compartir una connexió (iptables, ip, dnsmasq, ...). Per contra, amb el gestor de xarxa NetworkManager l'únic que cal és assignar al paràmetre *ipv4.method* o *ipv6.method* el valor *shared* dins del perfil de la connexió.

La comanda **nmcli device wifi hotspot** defineix una connexió *shared* a interfícies tipus Wi-Fi.

5.2 Gestió de ponts

A l'apartat 1.5 de la referència [11] es descriu com definir un bridge amb el NetworkManager.

6 Gestió de xarxes de baix nivell

6.1 Connexió a xarxa Wi-Fi amb WPA

Els passos a seguir serien els següents:

1. Conèixer el nom de la interfície Wi-Fi que es vol fer servir i assegurar-se que està activa (up)
`ip link`
`iw dev`
2. Mirar l'estat de la connexió de la interfície i escanejar les xarxes Wi-Fi disponibles
`iw <if> link`
`iw <if> scan`
3. Establir la clau WPA a l'arxiu de configuració. El format de l'arxiu de configuració el trobareu a `man wpa_supplicant.conf`.
4. Executar `wpa_supplicant` per la interfície adequada, amb el driver adequat i el fitxer de configuració adequat. `man wpa_supplicant`.
5. Comprovar de nou l'estat de la connexió de la interfície per confirmar que s'ha establert l'enllaç
6. Si el vol aconseguir la configuració de xarxa per DHCP, s'ha de cridar el client de DHCP per la interfície desitjada
`dhclient <if>`

6.2 Gestió de la resolucions de noms de domini

La gestió bàsica de la resolució de nom de domini (DNS) es fa editant el fitxer de configuració `/etc/resolv.conf`. D'aquesta manera quedaria una configuració permanent a no ser que altres gestors de configuració de xarxa també el modifiquin. La manera de resoldre aquests possibles conflictes es troba al següent enllaç [10]. Aquí es fa referència a l'aplicació `resolvconf` que fa d'intermediària dels diferents gestors. Cal fer notar que les referències al fitxer `/etc/network/interfaces` estan obsoletes avui dia.

6.3 Gestió de ponts

A l'apartat 1.1 de la referència [11] mostra com definit un bridge a partir de les eines corresponent al paquet `iproute2`. Cal remarcar que el procediment descrit a l'apartat 1.2 (`bridge-utils`) de la mateixa referència està obsolet avui dia.

7 Tasques pràctiques

Per a les següents tasques, es demana el conjunt de comandes utilitzades per respondre.

1. Fent servir les eines de baix nivell, llista les interfícies de xarxa del teu portàtil. Indica la natura d'aquestes interfícies segons el nom. Indica també quines estan actives i quines no.
2. Quan estiguis connectat a Eduroam, indica quina configuració de xarxa a nivell 3 té el teu portàtil (adreça IP, màscara, encaminador de sortida i servidor de noms de domini).
3. Confirma la connexió a Eduroam indicant el nom i l'estat de la interfície que fas servir.
4. Comprova si el gestor de xarxa del teu portàtil és el NetworkManager. En cas que no ho sigui, intenta descobrir quin és amb l'ajuda del professor en cas necessari.
5. Llista els perfils de xarxa del NetworkManager disponibles al teu portàtil. Localitza aquell perfil corresponent a la xarxa WI-FI de Eduroam. Indica el nom que té aquest perfil.
6. Llista els detalls del perfil d'Eduroam i observa els detalls de quin serà l'adreçament IP que tindria el teu portàtil i quin tipus de xifrat de xarxa es fa servir. Respon amb els valors dels paràmetres d'aquest perfil.

Per a les següents tasques es demana que activeu la connexió compartida del vostre mòbil.

7. Definiu per terminal un nou perfil del NetworkManager per a connectar-vos al punt d'accés Wi-Fi del vostre mòbil.
8. Activeu aquest perfil i comproveu el correcte funcionament del perfil que heu definit.
9. Cloneu aquest perfil amb un nou nom i definiu la configuració de xarxa de nivell 3 (adreça IP, màscara, encaminador de sortida i servidor de noms de domini) de manera manual
10. Activeu aquest perfil i comproveu el correcte funcionament
11. Desactiveu el gestor de xarxa NetworkManager i connecteu-vos al punt d'accés del vostre mòbil fent servir les eines de baix nivell. Configureu la xarxa a nivell 3 amb DHCP.
12. Repetiu la tasca anterior fent una configuració manual de la xarxa a nivell 3.

Per a les següents tasques es demana que connecteu el vostre portàtil o qualsevol altre computador per cable Ethernet al vostre encaminador de casa.

13. Amb el NetworManager desactivat configureu la interfície de cable Ethernet per DHCP amb les eines de baix nivell. Anoteu la configuració assignada.

14. Amb el NetworkManager desactivat configureu la interfície Ethernet manualment.
15. Activeu el NetworkManager i definiu un perfil amb configuració manual de xarxa. Comproveu el correcte funcionament.
16. Com s'hauria de fer per a que aquest últim perfil del NetworkManager sigui persistent i s'apliqui la propera vegada que s'engega la màquina?
17. Amb tots els casos provats fins ara, en algun d'ells es fa servir una adreça IP pública?
18. Quines són les adreces MAC de les interfícies del teu portàtil? Hi ha canvi d'aquestes adreces quan tens un tipus de connexió o un altre? Varia el seu valor quan tens accés a Internet?
19. Comprova quin és el RTT que tens a casa i el que tens al campus cap a les màquines `www.epsem.upc.edu`, `www.google.com`, `www.unizar.es`, `www.nasa.gov`.
20. Comprova quina és la ruta que segueixen els paquets des de casa i des del campus a les màquines `www.epsem.upc.edu`, `www.google.com`, `www.unizar.es`, `www.nasa.gov`.
21. Envia un únic paquet "ping" a `www.google.com` amb una mida de 102 Bytes i un TTL de 32.
22. Comprova a partir de quin valor de TTL el paquet "ping" no arriba al destí a `www.google.com`.
23. Troba el valor de MTU (Maximum Transfer Unit) que hi ha fins arribar a `www.nasa.gov`
24. Crideu la comanda `whois` amb alguna IP pública que conegueu i interpreteu el resultat.
25. Crideu la comanda `ss -f inet`. Doneu una interpretació del resultat.
26. Captureu les comunicacions de la vostra màquina amb `tcpdump`. Localitzeu alguns del paquets que pugueu reconèixer indicant què són.
27. Captureu les comunicacions amb `wireshark`. Localitzeu alguns del paquets que pugueu reconèixer indicant què són.
28. Definiu un filtre per a `tcpdump` per capturar les comunicacions ICMP mostrant el contingut del camp de dades dels paquets. Comproveu el correcte funcionament d'aquest filtre.
29. Definiu un filtre per a `wireshark` per capturar les comunicacions WEB mostrant el contingut del camp de dades dels paquets. Comproveu el correcte funcionament d'aquest filtre.

Referències

- [1] <https://www.freedesktop.org/software/systemd/man/systemd.net-naming-scheme.html>

- [2] <https://www.freedesktop.org/software/systemd/man/systemd.network.html>
- [3] <https://www.freedesktop.org/software/systemd/man/systemd-networkd.html#>
- [4] <https://www.freedesktop.org/software/systemd/man/networkctl.html#>
- [5] <https://wiki.archlinux.org/title/Systemd-networkd>
- [6] <https://www.debian.org/doc/manuals/debian-reference/ch05.en.html>
- [7] <https://wiki.debian.org/SystemdNetworkd>
- [8] <https://netplan.io/>
- [9] <https://developer-old.gnome.org/NetworkManager/stable/nmcli.html>
- [10] https://wiki.debian.org/NetworkConfiguration#Defining_the_.28DNS.29_Nameservers
- [11] https://wiki.archlinux.org/title/Network_bridge#With_NetworkManager