

## Lab 2. Routers CISCO: IOS

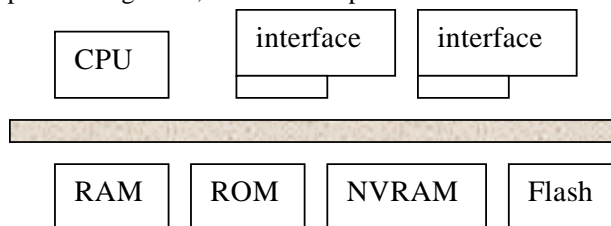
### 1. Objectiu de la pràctica

L'objectiu de la pràctica és conèixer els conceptes bàsics de la configuració de routers amb sistema operatiu IOS ("Internetworking Operating System") del fabricant de routers Cisco Systems.

### 2. Estructura d'un router

Un router IP és un ordinador especialitzat a commutar datagrames IP. Depenent de les prestacions que hagi d'oferir, la seva estructura interna és més o menys complexa i especialitzada. Però, per als models de gamma baixa podem pensar en una estructura similar a la d'un PC: CPU, memòria, busos i interfícies de xarxa. Per a l'emmagatzematge de dades és habitual utilitzar memòria ROM, memòria flaix, memòria RAM i RAM no volàtil (NVRAM):

- RAM: codi, taules d'encaminament, buffers, memòria cau ARP, etc.
- NVRAM (no volàtil): fitxer de configuració "startup-config".
- Flash (no volàtil): Imatge de l'IOS
- ROM (no volàtil): part d'imatge IOS, codi bootstrap.



Els sistemes operatius dels routers comercials estan especialment dissenyats per facilitar les tasques de commutació de paquets, l'execució d'algorismes d'encaminament, configuració d'interfícies, etc. Un exemple d'aquest tipus de sistemes operatius és el IOS. L'IOS té una arquitectura senzilla i normalment ocupa un espai de memòria reduït. Quan encenem un router, s'executa un programa de bootstrap carregat a la ROM que testeja el sistema i carrega a la RAM una imatge de l'IOS, normalment des de la memòria flaix.

Configurarem el router utilitzant una interfície de línia d'ordres (CLI). Normalment es fa a través d'una connexió per la línia sèrie connectada al port CONSOLE del router, usant per exemple l'aplicació Hyperterminal a Windows, MiniCOM a Linux, etc. Els paràmetres necessaris per connectar-se són els següents: Baud Rate 9600 bps, 8 bits/caràcter, 1 bits de Stop, no paritat i no control de flux hardware.

La configuració activa del router es troba en un fitxer anomenat `running-config`. Si apaguem el router, aquesta configuració es perdria i no estaria present en tornar a activar el router. Podem desar aquesta configuració en un fitxer de configuració (`startup-config`) que normalment s'enregistra en una memòria NVRAM. En arrencar el router, la configuració que s'activa és la desada al fitxer `startup-config`.

També podem configurar el router accedint per telnet o utilitzar una interfície web per configurar el router. Així mateix, tant la imatge de l'IOS com el fitxer de configuració es poden obtenir d'un servidor de tftp.

### 3. Modes de configuració

Els router amb IOS disposen d'un conjunt de modes anomenats de configuració que permeten la visualització i configuració del router. Els modes de configuració són els següents:

- **Mode BOOT o ROM monitor:** s'usa en casos d'emergències (prompt típicament `rmon`) com pot ser la recuperació d'un password, d'un registre de configuració, etc
- **Mode de SETUP:** permet una configuració per menú senzilla i bàsica del router
- **Mode USER EXEC:** és el mode de visualització sense privilegis (prompt `R>`)
- **Mode PRIVILEGED EXEC:** mode de visualització amb privilegis (prompt `R#`)
- **Mode de Configuració Global o CONFIGURE:** permet configurar aspectes senzills del router com poden ser la configuració del nom del router, passwords, etc (prompt `R(config)#`)
- **Mode de configuració específics:** permeten configurar protocols, interfícies o en general aspectes més complexos del router (prompt `R(config-if)#`, `R(config-route)#`, `R(config-line)#`, etc.)

En arrencar el router podem passar al mode SETUP, que permet donar una primera configuració al router quan aquest no té una configuració preestablerta, o bé passar al mode USER EXEC, quan el router sí que disposa d'una configuració preestablerta.

El primer missatge que emetrà el router quan connectem amb ell serà:

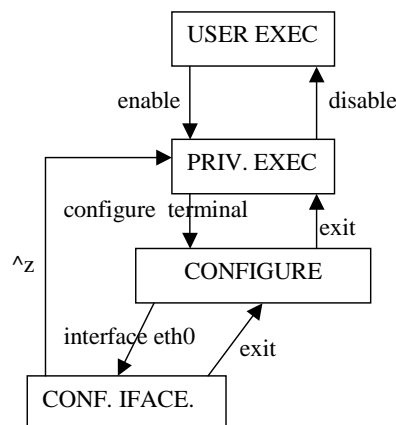
*Continue with the configuration dialog [yes/no]: no*

Al que caldrà contestar **NO**.

En mode USER EXEC podem consultar aspectes bàsics de la configuració del router<sup>2</sup>. Per consultar aspectes més crítics de la configuració del router hem de passar a mode PRIVILEGED EXEC. Per passar del mode USER EXEC al mode PRIVILEGED EXEC és necessari utilitzar un password (que es coneix com “*enable secret password*” que es pot establir des del mode CONFIGURE executant `enable secret <passwd>`)

Des de les maneres USER EXEC i PRIVILEGED EXEC no podem modificar la configuració del router. Per fer-ho hem de passar del mode PRIVILEGED EXEC al mode de configuració general (CONFIGURE). Des d'allà podem configurar aspectes generals del funcionament del router o passar a modes de configuració específics de cada interfície, algoritme d'encaminament, etc.

A la figura següent es mostren els diferents modes de configuració juntament amb les principals ordres necessàries per canviar d'un mode a l'altre.



Quan estem en mode USER EXEC el prompt que ens mostra el router és “>”. Quan estem a PRIVILEGED EXEC el prompt és “#” i en el mode de configuració global el prompt és (config)#.

Per exemple:

```

Router> <ordres en mode USER EXEC>
Router> enable
Router# <ordres en mode PRIV. EXEC>
Router# config terminal
Router(config)# <ordres en mode CONFIGURE>
Router(config)# exit
Router# disable
Router>
  
```

Com ja hem esmentat, els canvis de configuració que es realitzin en el mode de configuració global o específic es guarden sobre un fitxer de configuració resident a la RAM del router anomenat “*running-config*”. Aquest fitxer es pot visualitzar des del mode de configuració privilegiat amb l'ordre “`show running-config`”. Si el router s'apagués, aquests canvis es perdrien en estar emmagatzemats a RAM. Perquè no es perdin i passin a estar permanentment guardats en una memòria NVRAM cal copiar el fitxer “*running-config*” (RAM) a l'arxiu “*startup-config*” (NVRAM). Això es pot fer des del mode PRIVILEGED EXEC amb l'ordre “`copy running-config startup-config`”.

**EN AQUEST CURS NO GUARDAREM LA CONFIGURACIÓ DEL ROUTER ENTRE SESSIONS, DE MANERA QUE NO S'HA DE REALITZAR LA CÒPIA DE CONFIGURACIÓ ESMENTADA**

## 4. Consulta de l'estat (ordres show)

Podem consultar l'estat d'un router mitjançant les ordres `show`. Depenent del tipus d'informació que volem consultar, l'ordre és executable des de mode USER EXEC o bé necessitem els privilegis del mode PRIVILEGED EXEC. Per exemple:

**show ip interface brief** mostra l'estat de les interfícies, els noms i la configuració.

<sup>2</sup>Amb l'ordre `?`  podem obtenir un llistat de les ordres que es poden executar en cada mode.

**show running-config** mostra el fitxer de configuració que està actiu al router

**show startup-config** mostra el fitxer de configuració que està gravat a la NVRAM

**show ip <parameter>** mostra els paràmetres associats a la configuració del protocol IP. Per exemple, la taula d'encaminament IP es consulta amb `show ip route`

**show interfaces <nom\_interface>** mostra els paràmetres associats a la interfície

La taula d'encaminament és una informació que no es considera privilegiada i que es pot consultar des del mode usuari USER EXEC. No obstant això, el contingut dels fitxers de configuració sí que es consideren privilegiats i només poden ser visualitzats des del mode PRIVILEGED EXEC.

## 5. Configuració bàsica del Router

Configurar el nom i els missatges d'entrada (es mostra en connectar-se al router)

```
R(config)# hostname WORD
```

La comanda telnet permet accedir al router remotament per a la seva administració un cop està configurat. Per accedir al router amb telnet basta executar des d'un terminal:

➤ `telnet ip_router`

Per poder accedir al router amb telnet cal assignar un password a enable i als terminals vty:

```
R(config)# enable password cisco →per fer telnet cal configurar password
R(config)# line vty 0 4 →configuració de 5 terminals actius per a telnet
R(config-line)# password cisco
R(config-line)# exit
```

## 6. Configuració de les interfícies

Des del mode de configuració podem passar a configurar les interfícies. Per exemple, per configurar una interfície ethernet podem fer:

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface e0
Router(config-if)# ip address @IP MASK
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```

Recordeu, que amb l'ordre `show ip interface brief` podreu consultar els noms dels interfaces.

L'ordre "no shutdown" és necessària per activar la interfície. Per defecte, en arrencar el router tots els interfícies estan desactivats. L'ordre "shutdown" per defecte desactivaria administrativament una interfície.

## 7. Interfícies sèrie

Els nodes d'una xarxa es poden classificar en dos grans grups: equip terminal de dades (DTE) i equip de comunicació de dades (DCE). Els DTE són dispositius de xarxa que generen i són la destinació de les dades: els PC, els routers, les estacions de treball, els servidors de fitxers, els servidors d'impressió; tots són part del grup de les estacions finals. Els DCE són els dispositius de xarxa intermediaris que reben i retransmeten les trames dins de la xarxa; poden ser: commutadors (switch), concentradors (hub), repetidors o interfícies de comunicació.

Les interfícies sèrie estan dissenyades perquè en la situació més normal es connectin a una operadora de telecomunicacions mitjançant un DCE (ex.: un MODEM o una Terminació de Xarxa, TR). El DCE és el que normalment dona relloctge i per tant fixa la velocitat de modulació i per tant de transmissió.

Tots els cables usats per crear un enllaç DTE-DCE són directes, els cables usats per a DTE-DTE i DCE-DCE són creuats.

Si es connecten dos ports sèrie de router (DTE-DTE) cal fer servir un cable creuat. A més **un dels dos ports ha d'actuar com a DCE donant relloctge**. En principi des del punt de vista de router qualsevol dels dos pot actuar de DCE, així que **l'important és que connector del cable és el que marca quin port és DCE**.

Al laboratori, els cables de tipus **RJ-45** directes seran blancs o grisos, mentre que els cables creuats seran de color vermell.

Les comandes de sota configuren la interfície sèrie. Però en els routers que tenim al laboratori no cal executar-les perquè ja ho fan automàticament.

```

Router-DCE# configure terminal
Router-DCE(config)# interface <nom interface serie>
Router-DCE(config-if)# ip address <@IP> <MASK>
Router-DCE(config-if)# clockrate 56000
Router-DCE(config-if)# no shutdown
Router-DCE(config-if)# exit
Router-DCE(config)# exit

Router-DTE# configure terminal
Router-DTE(config)# interface <nom interface serie>
Router-DTE(config-if)# ip address @IP MASK
Router-DTE(config-if)# no shutdown
Router-DTE(config-if)# exit
Router-DTE(config)# exit

```

## 8. Resolució de noms

Al router es poden assignar adreces IP a noms (igual que amb el fitxer /etc/hosts en una màquina UNIX), Figura 7, i també perquè consulte a un servidor DNS un nom desconegut (igual que amb el fitxer /etc/resolv.conf en una màquina UNIX), Figura 8.

```

R(config)# no ip domain-lookup    →desactiva el que es busqui servidor de DNS
R(config)# ip host NAME @IP1 @IP2 →assigna noms a adreces IP
R(config)# show hosts              →llista una memòria cau de noms i @IP
                                   (configurar una interfície amb ip host name @IP)

```

Figura 7: DNS estàtic.

```

R(config)# ip domain-lookup
R(config)# ip name-server @IP server1 .... @IP server6 →màxim 6 servidors DNS

```

Figura 8: DNS dinàmic.

Observació: Per defecte, el router té activat la resolució DNS. Si a la línia d'ordres es tecleja un nom que no es reconeix com una ordre, el router intenta contactar amb el servidor DNS per resoldre el nom, i la consola es queda congelada diversos segons. Si no hi ha servidor de noms configurat i es vol eliminar aquesta espera, es pot desactivar el DNS dinàmic executant "no ip domain-lookup".

## 9. Encaminament estàtic

A continuació veiem un exemple de configuració de l'encaminament estàtic usant l'ordre "ip route".

```
Router(config)# ip route @IPnet MASK @IPgw
```

La primera adreça és l'adreça de xarxa destinació. A continuació escrivim la màscara associada a aquesta xarxa. La tercera adreça correspon a la de la interfície del router per on s'estableix la ruta (gateway per defecte).

## 10. Realització de la pràctica

Per realitzar la pràctica cada grup ha d'agafar una parella de routers connectats pel port sèrie.

### 10.1. Primera part

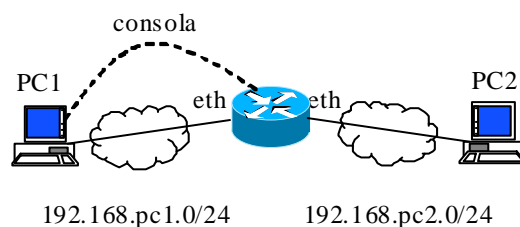


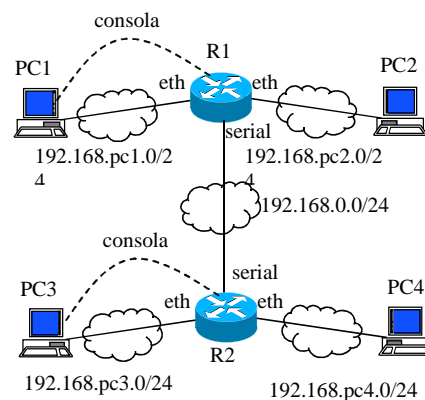
Figura 9: Primera part.

1. Configurar les interfícies dels routers de la xarxa de la Figura 9. NOTA: Les adreces IP més baixes de la subxarxa solen utilitzar-se per a les interfícies dels routers (perquè són més fàcils de recordar), i les més altes per a interfícies dels hosts. Apuntar les adreces IP configurades a la taula següent:

<b>PC1/e1</b>	
<b>R1/e1</b>	
<b>R1/e2</b>	
<b>PC2/e1</b>	

2. Configurar les interfícies dels hosts connectats amb Ethernet i configurar com a router per defecte la interfície del router corresponent. Comprovar que el host té connectivitat amb el router mitjançant l'ordre ping i veure el format de la taula d'encaminament del host. Comprovar que és possible connectar-vos al router amb telnet.
3. Comprovar que els hosts tenen connectivitat entre ells.
4. Veure i interpretar el format de la taula d'encaminament dels hosts (ordre `''route -n''`) i del router (ordre `''show ip route''`).
5. Configurar telnet assignant el password `cisco`. Comprovar que és possible connectar-se al router usant telnet des dels dos PC.

## 10.2. Segona part



**Figura 10: Segona part.**

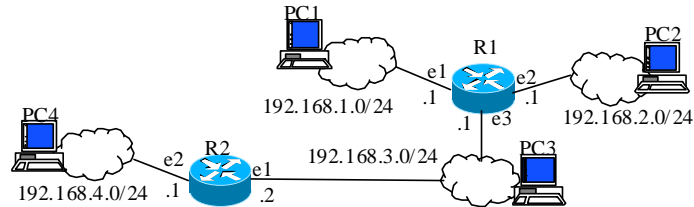
1. Configura la xarxa de la Figura 10 usant encaminament estàtic als routers (ordre `''ip route''`). Apuntar les adreces IP configurades a la taula següent:

<b>PC1/e1</b>	
<b>PC2/e1</b>	
<b>R1/e1</b>	
<b>R1/e2</b>	
<b>R1/s1</b>	
<b>PC3/e1</b>	
<b>PC4/e1</b>	
<b>R2/e1</b>	
<b>R2/e2</b>	
<b>R2/s1</b>	

2. Comprovar amb l'ordre `''show interfaces''` el tipus d'encapsulament de les interfícies sèrie. Assigna adreces IP als extrems de l'enllaç sèrie i comprova que hi ha connectivitat entre els dos routers.
3. Observar que des d'un host només es té connectivitat amb qualsevol interfície del router a la qual està directament connectat, i amb altres hosts situats en xarxes directament connectades al mateix router. Explicar per què.
4. Usar l'ordre `''ip route''` per afegir entrades estàtiques a cada router per tenir connectivitat amb qualsevol subxarxa de la xarxa establerta.
5. Veure el format de la taula d'encaminament del router amb l'ordre `''show ip route''` i comprovar que es té connectivitat amb totes les subxarxes de la xarxa.

6. Usa la ordre `traceroute` per comprovar que el PC1 es comunica amb PC4 a través dels routers.
7. Elimina les entrades no directament connectades de la taula d'encaminament de R1 (ordre “no ip route”) i afegeix una ruta per defecte cap a R2. Comprova que continua havent-hi connectivitat entre tots els PCs.
8. Desconnecta el cable Ethernet entre R1 i PC1 i observa com canvien les taules d'encaminament en R1 i R2. Estima quan temps tarden en convergir. Torna a connectar el cable i observa de note les taules d'encaminament.

## 11. Informe previ



Respon les següents preguntes per a la xarxa de la figura:

1. Quines ordres s'haurien d'executar a R2 per assignar l'adreça IP les interfícies de xarxa?
2. Quines ordres s'haurien d'executar a R1 i R2 perquè totes les xarxes siguin accessibles per tots els PCs?
3. Suposa que hi ha algun error a la configuració. Auina ordre del router et permet veure la configuració actual?