

## Introducere în configurarea ruterele Cisco

### Partea 1: Introducere

În cele ce urmează vom studia configurarea ruterele produse de Cisco Systems. Sistemul de operare al acestora se numește IOS (*Internetwork Operating System*).

Ruterul este în esență un sistem de calcul. O diferență importantă față de PC (cel puțin, din punct de vedere al configurării) este că ruterul are doar un port de “consolă” în loc de tastatură și ecran. Acesta este un port serial RS232 care se conectează la un PC pe care rulează o aplicație de “terminal” – de exemplu, HyperTerminal sau *putty* din Windows. O astfel de aplicație permite folosirea “consolei” PC-ului, adică tastatura și ecranul acestuia, pentru accesul pe ruter. În acest mod, PC-ul este folosit doar pentru a tastea comenzi și a vizualiza rezultatele, trimise înapoi de ruter, pe ecranul său. Puterea de calcul a PC-ului este nerelevantă.

### 1.1 Moduri de operare

Ruterul are mai multe moduri implicite, în fiecare putând primi alte comenzi. Vom folosi în cele ce urmează 4 moduri uzuale. Utilizatorul determină ușor modul curent pe baza promptului.

(1) **modul “exec”** este modul implicit, cu acces limitat, în care ruterul intră după încărcarea sistemului de operare. În acest mod nu se pot da decât un număr redus de comenzi.

(2) **modul “privileged exec”**: acesta este modul de acces complet; în acest mod se pot de obicei vizualiza diverse informații, copia fișiere și seta opțiuni. Accesul la acest mod este de obicei limitat cu parola. Pe ruterele din laborator folosiți NUMAI parolele *cisco* sau *class* și numai dacă vi se cere de către instructor. În acest mod în general nu se pot face configurări.

(3) **modul de configurare (global)** este în general necesar pentru configurarea oricăror parametri care afectează întreg ruterul, a protocoalelor de rutare, etc. În acest mod în general nu se pot da comenzi de vizualizare.

(4) **modul de configurare a interfețelor**: pentru configurarea fiecărei interfețe în parte (configurare *locală*) se intră în acest mod. Comanda de intrare este pur și simplu numele interfeței care se dorește. În continuare, se dau comenzi care vor afecta doar acea interfață (de exemplu, adresa IP, care diferă de la o interfață la alta).

Promptul și schimbarea dintr-un mod în altul sînt sintetizate mai jos:

<i>modul:</i>	<i>prompt:</i>	<i>se intră cu comanda:</i>	<i>se iese cu comanda:</i>
(1) exec	Router\$		
(2) privileged exec	Router#	enable	exit
(3) configurare	Router(config)#	configure terminal	exit
(4) configurare interfață	Router(config-if)#	interface <i>nume-</i> <i>interfață</i>	exit

*Observație 1:* Promptul “Router” e înlocuit cu numele ruterului, dacă acesta e setat.

*Observație 2:* Secvența CTRL-Z iese din (3) și (4) direct în modul (2).

*Observație 3:* Un “dezavantaj” al liniei de comandă Cisco față de Linux este că trebuie schimbat manual între modurile (2)-(3)-(4) în funcție de ce comandă se dorește a se da, căci fiecare comandă

merge doar în modul său dedicat, nu în orice mod. De exemplu, când se dau comenzi de configurare în (3) sau (4) nu se pot da comenzi `show` pentru a examina configurația existentă sau alți parametri, și nici comenzi `copy` pentru a salva configurația – acestea merg doar în (2).

*Observație 4:* despre fișierele de configurare: toate comenzile de configurare date din momentul pornirii ruterului se memorează automat într-un fișier de configurare din RAM, numit *running-config*. Există și o memorie nevolatilă (NVRAM) în care se poate salva o copie a fișierului de configurare, pentru a nu se pierde la oprirea ruterului. Fișierul din NVRAM se numește *startup-config*, întrucât este încărcat automat la pornirea ruterului (dacă există). Folosind comanda `copy` se poate copia unul în celălalt (în funcție de ordinea parametrilor). De remarcat că fișierul *running-config* nu se poate șterge (se pot șterge configurările linie cu linie; pentru a șterge tot ruterul, trebuie resetat).

## 1.2 Comenzi generale

Cîteva comenzi uzuale în modul `privileged exec` (2) sînt date în tabelul de mai jos. Toate comenzile pot fi prescurtate la numărul minim de litere care nu produc ambiguitate. De exemplu prima comandă din tabel se poate prescurta `sh run`.

<i>comanda</i>	<i>Descriere</i>
?	listează comenzile disponibile
<code>show running-config</code>	listează toate comenzile date pînă acum, care formează fișierul de configurare curent
<code>show version</code> <code>show flash</code>	afișează versiunea sistemului de operare IOS și alte detalii despre memorie
<code>copy running-config startup-config</code>	copiază fișierul de configurare curent (RAM) în memoria nevolatilă (NVRAM). Are efectiv rolul de a salva configurația
<code>copy startup-config running-config</code>	copiază fișierul de configurare din NVRAM în RAM; această operațiune are loc automat la pornire
<code>erase startup-config</code> urmat de <code>reload</code>	Șterge fișierul de configurare din NVRAM astfel ca, la următoarea repornire, ruterul să fie complet neconfigurat (gol), apoi resetează ruterul.
<code>show interface XXX</code>	Afișează parametrii unei interfețe
<code>show ip interface brief</code>	Listează interfețele prezente pe acel model particular de ruter

Cîteva comenzi pentru modul de configurare (3):

<i>comanda</i>	<i>Descriere</i>
?	listează comenzile disponibile
<code>hostname XXX</code>	Setează numele ruterului ca fiind XXX
<code>ip classless</code>	permite folosirea adresării classless (implicit la variantele recente de IOS)
<code>ip subnet-zero</code>	permite folosirea primului subnet dintr-un net
<code>line vty 0 N</code>	configurarea accesului telnet (N+1 sesiuni simultane); promptul devine <i>config-line#</i>
<code>interface Serial0/0</code>	Intră în modul de configurare al interfeței respective (pt. a seta de ex. IP-ul și altele)

Toate comenzile care setează ceva pot fi “șterse” prefixând comanda cu “no”, de exemplu `no ip classless` sau `no ip address`

### 1.3 Comenzi pentru configurarea adreselor pe interfețe

Se intră în modul (2) și apoi (3) astfel:

```
enable
configure terminal

interface modul/port
ip address adresa masca
no shutdown
```

**Atenție!** masca trebuie specificată în forma A.B.C.D, nu în forma prescurtată /N

Exemplu cu prescurtări:

```
ena
conf t

int f0/0
ip addr 192.168.1.1 255.255.255.0
no shut
exit
```

Interfețele folosite pot fi FastEthernet, Ethernet, Serial și Loopback. Implicit, la pornirea ruterului, interfețele neconfigurate sînt dezactivate, de aceea trebuie activate cu comanda `no shutdown`.

**Interfețele Ethernet/Fast Ethernet** sînt similare cu cele de la PC. Interfața serială însă este diferită – este o interfața serială sincronă, de viteză mai mare decît interfața serială asincronă de la PC, și cu alt tip de conector (60 sau 26 pini). **Interfețele seriale** sînt punct-la-punct, adică au numai 2 capete. Particularitatea interfețelor sincrone față de cele asincrone este ca trebuie generat un semnal de ceas (*clock*) la unul din capete. Capătul respectiv se numește DCE (*Data Communications Equipment*), în timp ce capătul opus se numește DTE (*Data Terminal Equipment*). Identificarea fizică a capătului se face după inscripția de pe cablu, prin urmare cablul este cel care determina tipul capătului (interfața propriu-zisă suportă ambele tipuri). La capătul DCE trebuie dată în modul (4) comanda adițională:

```
clock rate NNNN
```

Pentru NNNN folosiți 64000. Pentru a afla ce capăt al cablului este conectat la interfața SerialN (N=0,1,... sau 0/0, 0/1 etc), fără a examina inscripția de pe cablu, se folosește comanda:

```
show controllers Serial N
```

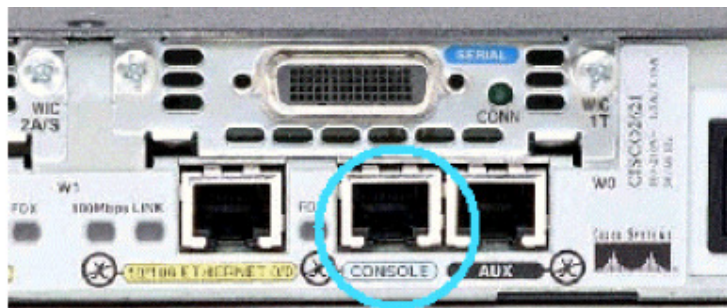
Se afișează o multitudine de informații, printre care “DCE” dacă este capătul DCE.

În funcție de starea interfețelor, ruterul poate da unul din următoarele mesaje de informare:

Mesaj	Semnificație
<i>Interface X is administratively down, line protocol is down</i>	nu s-a dat comanda no shutdown sau s-a detectat o adresa IP duplicată
<i>Interface X is down, line protocol is down</i>	Exista o problemă hardware (tipic cablul este deconectat sau defect)
<i>Interface X is up, line protocol is down</i>	Exista o problemă hardware sau mai uzual software (tipic ruterul de la celalalt capăt este deconectat, nu a fost configurat corect, nu este setat clockul corect la capătul DCE, etc)
<i>Interface X is up, line protocol is up</i>	Interfața funcționează corect

*Atenție:* nu trebuie confundate *interfețele seriale sincrone*, care sînt interfețe de “lucru” similare cu cele Ethernet și servesc la conectarea ruterului la alte rutere sau PC-uri în vederea transferului de date, cu *porturile seriale asincrone* notate *console* și *AUX*. Acestea nu sînt interfețe de lucru în sensul ca nu sînt accesibile printr-o comandă de tipul `int XXX`, nu au adrese IP și nu participă la rutarea pachetelor de date. Ele nu servesc decît la conectarea la portul serial al PC-ului în scopul configurării ruterului, folosind un cablu serial special. Portul *AUX* este similar cu portul *console* dar permite conectarea unui modem pentru configurarea la distanță a ruterului.

*Atentie:* ruterele Cisco folosesc *acelasi tip de mufa (RJ45) pentru consola cît și pentru Ethernet. Aveți grijă sa nu conectați un cablu de consolă la un port Ethernet sau invers!*



Jos, în ordine de la stînga la dreapta: conectoarele RJ45 pentru Ethernet, consolă și auxiliar (modem). Sus este o interfață serială sincronă V.35 cu 60 de pini.

Cablul de consolă are uzual o formă specială (plată) cu mufe RJ45. În cablu, firele sînt inversate între cele 2 capete (1 la 8, 2 la 7 etc) pentru ca semnalul Tx de la un capăt să se lege la Rx de la celalalt, și la fel pentru alte semnale de control. De aceea, uneori cablul se numeste *rollover* (a nu se confunda cu *crossover* care este un cablu de ethernet, nu de consolă). În capătul dinspre PC se folosește un adaptor de la RJ45 la port serial DB9, sau este montată direct o mufă DB9.



Cablul de consolă și adaptor RJ45-DB9

După ce se alocă o adresă IP pe cel puțin o interfață, consola poate să nu mai fie folosită, accesul pe ruter făcându-se prin *telnet* pe această interfață.

**Interfețele de tip Loopback** sînt asemănătoare cu interfața loopback 127.0.0.1 de pe PC dar sînt mai generale, în sensul că se pot configura cu orice adresă, orice netmask și pot fi în orice număr. Utilitatea unei interfețe Loopback este că, odată configurată, o astfel de interfață va fi tot timpul “up”, așadar indiferent de starea cablului și a ruterelor vecine, ruterul poate avea interfețe functionale pentru diverse teste, pentru ținerea în funcțiune a unui protocol de rutare, etc.

Exemplu:

```
int loopback1
ip addr 192.168.10.1 255.255.255.255
no shut
```

#### 1.4 Accesul prin *telnet*

După setarea adreselor IP, un ruter poate fi accesat și fără consolă, folosind clientul de *telnet* de pe PC sau de pe alt ruter. Cisco impune ca o parolă să fie setată pe interfață, pentru a “securiza” accesul, altfel veți primi un mesaj de eroare. Secvența de comenzi, care se dă în modul de configurare (3), este următoarea:

```
conf t
line vty 0 5
login
password class
exit
```

În acest fel sînt suportate 6 conexiuni telnet simultane (*virtual terminals* numerotate de la 0 la 5), este permisă conectarea (opusul ar fi `no login`) și se asignează parola `class`. 6 este numărul minim, ruterele mai noi suportînd mai multe (tipic 15).

De pe un ruter sau de pe PC conectarea pe alt ruter se face cu comanda

```
telnet adresa-ip
```

### **Partea 2. Desfășurare; exerciții**

1) Fie rețeaua de clasă C 192.168.50.0/24. Prin subnetting, obțineți 3 rețele de câte 64 adrese (62 utilizabile), care vor fi folosite pe cele 3 legături între ruterele din fig. 1.

**Q1. Scrieți netmaskul corespunzător subneturilor rezultate, sub forma /N și sub forma A.B.C.D.**

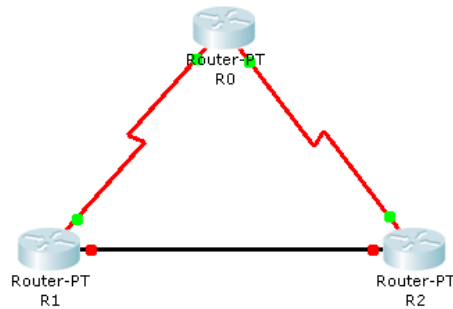


Fig.1

2) Fiecare echipă dispune de 2 routere de tip 2500 și de un router de generație mai nouă (1800, 2600, 2800). Se va realiza o topologie similară cu cea din fig. 1 (în care nu sînt figurate conexiunile de consolă, întrucît ele nu fac parte din topologia propriu-zisă).

Se vor da diverse comenzi `show` pentru a vizualiza configurația și alți parametri. Se pot afla parametrii suportați de comanda `show` folosind `show ?`

#### Q2. Ce versiune de IOS rulează pe fiecare router? cîtă memorie Flash este instalată?

Se verifică dacă routerul are configurație inițială folosind comanda `sh running-config`. Dacă apare măcar o adresă IP pe vreo interfață, înseamnă că routerul a rămas configurat de la o ședință anterioară și trebuie șters. Ștergerea și repornirea se fac cu comenzile:

```
erase startup-config  
reload
```

(după reload vom fi întrebați “Save configuration?”. Răspunsul este “No” căci dorim să ștergem configurația, nu să o salvăm).

După repornire, se va vizualiza configurația salvată în NVRAM folosind `show startup-config` și se va verifica că este ștersă.

De asemenea, putem ști că un router are configurația ștersă dacă la pornire ne întreabă “Do you want to enter the initial configuration dialog ? [y/n]”. La această întrebare se va răspunde *No*. Dacă din greșeală s-a răspuns *Yes*, se poate ieși din dialog folosind CTRL-C.

În funcție de tipul de router, interfețele disponibile se numesc:

- seriale S0, S1 și Ethernet E0, E1 pe 2500
- seriale S0/0, S0/1 și Ethernet E0, E1 pe 2600
- seriale S0/0/0, S0/0/1 și Fast Ethernet F0/0, F0/1 pe 1800, 2800

(cînd se folosesc mai multe cifre, înseamnă că sînt mai multe module de interfață, și eventual mai multe porturi pe modul).

Pentru a vedea exact ce interfețe sînt instalate pe un router anume se dă comanda:

```
sh ip interface brief
```

Pentru a identifica capetele DTE/DCE ale cablurilor seriale, fie se vor consulta etichetele, fie se va da comanda `show controllers serial NNN`

Q3. Desenați topologia corespunzătoare echipei, notând la fiecare ruter numele de pe eticheta, numele interfețelor folosite, precum și capătul DCE la seriale.

3) Pe fiecare ruter se va configura hostname-ul acestuia, conform etichetei:

```
enable
conf t
hostname cutare
exit
```

4) Se vor configura pe interfețele ruterelor adrese din 3 dintre rețelele obținute anterior, fără a folosi subnetul 0 al rețelei inițiale. Pentru fiecare ruter este nevoie de 2 interfețe (două seriale sau o serială și un ethernet); se vor folosi comenzile de configurare de la punctul 1.3. Interfețele nefolosite nu se vor configura și astfel vor rămâne în starea *administratively down*.

După configurarea interfețelor seriale se verifică configurația folosind `sh int cutare`. Cu `sh int` se afișează toate interfețele.

Q4. Cum apare starea interfețelor care nu au fost configurate de loc?

Q5. Verificați, la sfârșitul informațiilor despre fiecare interfață serială, existența unei linii de genul `DCD= DSR= DTR= RTS= CTS=`. Ce reprezintă aceste prescurtări? Cum sînt stările acestora pentru o conexiune care funcționează?

Q6. De ce linia `DCD= DSR= DTR= etc.` nu apare la interfețele Ethernet?

5) se testează configurația folosind `ping`. De pe fiecare ruter, trebuie să funcționeze `ping` către IP-urile propriilor interfețe, și către *celălalt capăt* al rețelelor direct conectate.

*Observație:* pentru a întrerupe un `ping` care nu funcționează se folosește secvența **CTRL-SHIFT-6**.

Q7. Verificați dacă funcționează `ping` către o adresă IP din topologie care aparține unei rețele care nu este conectată în nici un fel la ruterul curent (de exemplu, pe fig. 1, `ping` de pe R0 către cele 2 capete ale rețelei orizontale dintre R1 și R2). Explicați rezultatul.

6) Se va vizualiza configurația de pînă acum folosind `show running-config` (sau pe scurt `sh run`). Se va salva configurația în NVRAM folosind `copy run start`. După aceea se va verifica din nou configurația din NVRAM pentru a vedea că s-a salvat corect.

7) Pe fiecare ruter se configurează o interfață de tip *loopback* cu o adresă la alegere din rețeaua 10.x.x.0/24.

Exemplu:

```
int loop1
ip addr 10.2.1.1 255.255.255.0
no shut
```

Q8. Completați pe topologia desenată interfețele *loopback* adăugate.

Se verifică folosind *ping* funcționarea interfeței *loopback*.

8) Se vor lega la topologie 2 PC-uri conform figurii 2. Se va folosi placa de rețea Ethernet disponibilă, fără a perturba legătura la internet a fiecărui PC (care folosește o placă de rețea cu adrese din rețeaua Politehniciei 141.85.0.0).

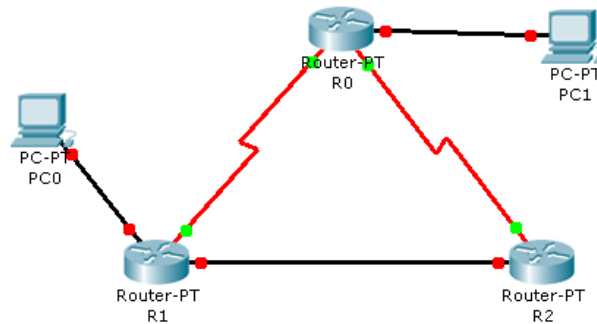


Fig. 2

Adresa IP a interfeței PC-ului este deja setată și este scrisă pe eticheta de pe monitor. Adresa interfeței ruterului (care corespunde cu “default gateway” în configurația PC-ului) este același net, cu “1” pe poziția de host. De exemplu, PC-ul 192.168.3.3 se va conecta la ruter la interfața Ethernet 192.168.3.1 a acestuia.

**Atenție:** se va deschide linia de comandă a PC-ului folosind *Start -> Accessories -> Run -> cmd*. Nu confundați comenzile date în linia de comandă, care sînt comenzi date pe PC, cu comenzile date în Hyper Terminal, care sînt comenzi date pe ruter!

Se va folosi comanda *ping* pe rutere și pe PC-uri pentru testarea conectivității.

Q9. Verificați de pe PC cu *ping* conectivitatea cu interfața direct conectată a ruterului. Merge sau nu?

Q10. Verificați de pe PC cu *ping* conectivitatea cu celelate 2 interfețe ale ruterului; de exemplu pe figura 2, de pe PC0 pe interfața serială a lui R1. Merge sau nu? Explicați.

**Observație:** de pe PC, se poate detalia cu *tracert* (comanda este *tracert*) calea urmată de un pachet, pentru a “depana” un *ping* care nu merge.

Q11. Dați *tracert* de pe PC către interfața serială (nu Ethernet) a ruterului direct conectat. Către ce destinație se duc pachetele ? Explicați ce se întîmplă.

**Indicație:**

- afișați tabela de rutare de pe PC folosind comanda *route print* (Windows)
- verificați cine este *default gateway*. În Windows există cîte un *default gateway* pentru fiecare interfață Ethernet.

Q12. Scrieți cele 2 *default gateway* de pe PC.

c) observați că *default-gateway*-ul folosit este pentru rețeaua Politehniciei, și are drept scop ieșirea în Internet a PC-ului. *Default gateway*-ul plăcii de test nu este folosit.

d) scoateți mufa de internet din placa Ethernet pentru Internet a PC-ului (atenție, nu din placa de test).

Q13. Repetați *ping* de pe PC pe interfața serială a ruterului direct conectat. Funcționează? Explicați.



*Atenție! înainte de a trece mai departe, cuplați din nou cablul de internet la PC.*

9) După verificarea conectivității se va încerca conectarea de pe un ruter pe altul (numai dintre cele direct conectate!) folosind *telnet*. Este esențial aici să fie setate *hostname*-urile corespunzătoare, pentru ca promptul să indice numele ruterului. Astfel, știm pe ce ruter lucrăm – local sau prin *telnet*.

```
telnet 192.168... ..
```

#### Q14. Ce mesaj de eroare primiți?

Pentru a permite *telnet* pe un ruter trebuie configurată o parolă de acces prin *telnet*, ca în paragraful 1.4 din introducere. Setati parola *class* pentru conexiunea *telnet* pe fiecare ruter.

Din *telnet* se iese cu comanda *exit*.

10) Se poate face *telnet* și de pe PC-urile care sînt conectate folosind plăci Ethernet la rutere. Se dă comanda *telnet* din linia de comandă a PC-ului.

Faceți *telnet* de pe PC pe ruterul direct conectat. Observați că promptul este cel așteptat (ați ajuns pe ruterul dorit).

Se folosește comanda *show users* pe un ruter, pentru a vedea conexiunile *telnet* de pe alte rutere.

11) Folosind *erase startup-config* și apoi *reload* se va șterge configurația salvată, pentru a lăsa ruterele în aceeași stare în care au fost găsite.