

Introducere

1 Recapitulare: Adresare IP și subnetting

Protocolul IP este un protocol rutat, de nivel rețea. Adresarea în cadrul protocolului IP se face folosind adrese pe 32 de biți. Pentru lizibilitate, adresele IP se scriu sub forma a 4 octeți cu valori zecimale.

Adresele IP utilizabile în adresarea unicast și disponibile pentru subnetting se împart în clasele A, B și C. Caracteristicile lor sunt sumarizate în tabelul de mai jos:

	Clasa A	Clasa B	Clasa C
Valoarea primului octet	1 – 127	128 – 191	192 – 223
Masca implicită	255.0.0.0 - /8	255.255.0.0 - /16	255.255.255.0 - /24
Adresele valide de rețea	1.0.0.0 – 127.0.0.0	128.0.0.0 – 191.255.0.0	192.0.0.0 – 223.255.255.0
Nr. de rețele în clasă	2^7	2^{14}	2^{21}
Nr. de adrese de host în fiecare rețea	$2^{24}-2$	$2^{16}-2$	2^8-2
Nr. de octeți pentru partea de rețea	1	2	3
Nr. de octeți pentru partea de host	3	2	1

O mască este reprezentată ca un șir binar de „1” urmat de un șir de „0”, având lungimea totală de 32 de biți, aceeași lungime ca și o adresă IP. Biții de „1” dintr-o mască de rețea selectează partea de rețea a unei adrese, în timp ce biții de „0” selectează partea de host. Dacă două adrese de host au partea de rețea egală, atunci se consideră că cele două adrese fac parte din aceeași rețea. Determinarea rețelei din care face parte o adresă pe baza unei măști de rețea se face prin operația de ȘI (AND) logic.

Spre exemplu:

	Zecimal	Binar
Adresă IP	192.168.15.1	1100 0000.1010 1000.0000 1111.0000 0001
Mască de rețea	255.255.255.0	1111 1111.1111 1111.1111 0000 0000

Adresă de rețea	de	192.168.15.0	1100 0000.1010 1000.0000 1111.0000 0000
-----------------	----	--------------	---

În concluzie, o rețea este unic determinată de adresa sa de rețea și de mască.

Adresa de rețea conține toți biții din partea de host la valoarea „0”, deci este prima adresă a rețelei respective și nu poate fi asignată unei interfețe. De asemenea, ultima adresă a unei rețele, cea în care toți biții de host sunt setați la valoarea „1”, reprezintă adresa de **broadcast** a rețelei respective, o adresă folosită pentru a adresa toate stațiile din rețeaua respectivă și care, de asemenea, nu poate fi asignată unei interfețe.

În concluzie, pentru fiecare adresă de rețea cu n biți în partea de host, avem $2^n - 2$ adrese utilizabile.

În absența posibilității împărțirii în subrețele, toate rețelele ar trebui să posede o adresă de rețea a uneia dintre cele 3 clase majore, ceea ce ar duce rapid la consumarea tuturor adreselor de rețea posibile. Împărțirea în subrețele permite divizarea rețelelor din cele 3 clase în subrețele mai mici, nesuprapuse, cu mai puține adrese de host, putându-se astfel maximiza utilizarea adreselor IP din fiecare clasă.

Împărțirea în subrețele presupune „împrumutarea” unui număr de biți din partea de host a adresei, biți ce vor forma partea de subrețea și a căror valoare va fi diferită pentru fiecare subrețea obținută.

Ca exemplu, vom considera rețeaua 192.168.2.0/24. Mască implicită este 255.255.255.0, deci primii 24 de biți formează partea de rețea și ultimii 8 biți formează partea de host. Binar, adresa se reprezintă astfel:

	Zecimal	Binar (rețea + host)
Adresă IP	192.168.2.0	1100 0000.1010 1000.0000 0010.0000 0000

Împrumutăm 3 biți din partea de host și creăm segmentul de subrețea:

	Zecimal	Binar (rețea + subrețea + host)
Adresă IP	192.168.2.0	1100 0000.1010 1000.0000 0010.0000 0000

Toate adresele de subrețea vor avea mască $/24 + 3 = /27$. Partea originală de rețea va rămâne constantă, iar fiecare subrețea se va distinge printr-o valoare distinctă în partea de subrețea. Prin împrumutarea a 3 biți vom putea genera $2^3 = 8$ subrețele:

	Zecimal	Binar (rețea + subrețea + host)	Mască
Adresă	192.168.2	1100 0000.1010 1000.0000 0010.0000	/24

inițială	.0	0000				
Subnet 1	192.168.2 .0	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.0000	/27
Subnet 2	192.168.2 .32	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.0010	/27
Subnet 3	192.168.2 .64	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.0100	/27
Subnet 4	192.168.2 .96	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.0110	/27
Subnet 5	192.168.2 .128	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.1000	/27
Subnet 6	192.168.2 .160	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.1010	/27
Subnet 7	192.168.2 .192	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.1100	/27
Subnet 8	192.168.2 .224	1100 0000	0000.1010	1000.0000	0010.1110	/27

Procesul poate continua pentru oricare dintre subrețelele obținute.

2 Scurt tutorial pentru Dynamips/Dynagen

Dynamips reprezintă un emulator pentru ruterele Cisco ce emulează platformele din seriile: 1700, 2600, 3600, 3700 și 7200. Dynagen este o interfață pentru Dynamips, comunicând cu acesta printr-un hipervizor. Dynagen oferă o interfață în linie de comandă pentru a administra instanțele emulate de Dynamips și permite crearea de fișiere de configurare cu o sintaxă simplă, ce stochează informațiile necesare pentru a lansa o topologie de rutere în execuție (modele, imagini IOS, moduri de interconectare, etc).

2.1 De ce folosim Dynamips?

În primul rând, folosim Dynamips pentru că este un *emulator* și nu un *simulator*. Avantajul constă în faptul că Dynamips rulează codul IOS real, cel care este executat și de către echipamentele fizice. Un simulator, pe de altă parte, aproximează comportamentul unui echipament real, de cele mai multe ori cu o mulțime de facilități rămase neimplementate sau care nu funcționează conform celor reale.

De asemenea, soluția bazată pe Dynamips oferă o flexibilitate considerabilă în crearea și managementul topologiilor, nefiind restricționat de numărul echipamentelor hardware și beneficiind totodată de toate facilitățile acestora.

Dynamips este soluția ideală din punctul de vedere al costului și facilităților atât pentru laboratoare, testare, cât și pentru învățare.

Pentru a putea lansa în execuție instanțe de rutere, Dynamips necesită o imagine reală de IOS, pentru unul dintre modelele suportate. Fiecare imagine este rulată într-o mașină virtuală ce emulează capacitățile hardware ale platformei respective.

2.2 Sintaxa fișierelor de configurare .net

Fișierele ce stochează topologiile au implicit extensia .net și sunt deschise de către Dynagen. Ele sunt simple fișiere text, editabile cu orice editor de texte.

Liniile ce încep cu # se consideră comentarii și sunt ignorate dar sunt utile pentru configurații temporare sau pentru explicații legate de modul în care a fost realizată topologia.

```
#acesta este un comentariu
```

Prima secțiune specifică adresa stației pe care rulează serverul Dynamips, deci de regulă este localhost. Numele serverului este încadrat între paranteze pătrate, iar toate celelalte linii încadrate cu două perechi de paranteze pătrate se vor considera că aparțin de host-ul specificat anterior.

Secțiunea delimitată de un model de ruter (ex: [[3640]]) indică faptul că următorii parametri se vor aplica implicit tuturor instanțelor de 3640 ce vor fi create, nefiind necesară reluarea lor pentru fiecare instanță:

```
[localhost]  
  [[3640]]
```

Spre exemplu, se pot defini ca parametri implicați adresa de unde va fi încărcată imaginea de IOS, sau cantitatea de memorie RAM:

```
image = /Users/andrei/ISO/IOS/c3640-js-mz.124-12.bin  
ram = 160
```

În continuare, se pot defini instanțele de rutere ce vor apărea în topologie. Cuvântul cheie folosit este „router”, urmat de un șir de caractere ce va reprezenta numele său (dpdv al Dynagen, numele definit aici nu are legătură cu hostname-ul).

```
[[router R1]]
```

Următoarele linii pot conține parametri specifici acestei instanțe, cum ar fi o altă imagine IOS sau o altă valoare pentru memoria RAM alocată instanței respective. Valorile declarate într-o instanță le vor suprascrie pe cele globale. Modelul este necesar dacă se folosesc instanțe diferite de 7200 (pe care Dynagen le consideră implicite). Tot aici se definesc și legăturile dintre rutere, pe baza interfețelor conectate între ele:

```
model = 3640  
S1/0 = R2 S1/0
```

Linia de mai sus „spune” Dynagen-ului să instaleze un modul de interfețe seriale (PA-8T) și să „conecteze” cu un cablu serial interfața Serial 1/0 de pe R1 cu interfața Serial 1/0 de pe R2.

Intuitiv, în acest caz trebuie definită și o instanță numită R2, dar pentru aceasta nu este necesară specificarea legăturii seriale cu R1 deoarece se deduce din prima instanță. Așadar, definirea instanței R2 va cuprinde doar:

```
[[router R2]]
  model = 3640
```

Pentru a adăuga interfețe suplimentare ruterelor este necesară introducerea de module noi. Modulele conțin câte un număr fix de interfețe iar tipul modulelor ce pot fi folosite depinde de modelul ruterului folosit.

Modulele suportate de imaginea IOS folosită în laborator sunt:

- NM-1E: Ethernet, 1 port
- NM-4E: Ethernet, 4 porturi
- NM-1FE-TX: FastEthernet, 1 port
- NM-16ESW: Modul de switching Ethernet, 16 porturi
- NM-4T: Serial, 4 porturi
- Leopard-2FE: FastEthernet în slot 0, introdus automat la definirea unei legături Ethernet în fișierul de configurare Dynagen.

Pentru mai multe detalii cu referire la modulele și interfețele suportate pentru fiecare platformă, puteți consulta secțiunea din tutorialul online Dynagen¹.

Modulele trebuie adăugate în sloturi libere. Definirea unei legături Ethernet între două rutere ocupă automat slotul 0 iar definirea unei legături seriale ocupă automat slotul 1. Modulele dorite se pot adăuga la nivelul fiecărui ruter din configurație. Exemplu:

```
[[router R1]]
  slot2 = NM-4E
```

În acest moment fișierul .net creat este pregătit pentru a fi rulat. Conținutul său ar trebui să arate astfel:

```
[localhost]
  [[3640]]
    image = /Users/andrei/ISO/IOS/c3640-js-mz.124-12.bin
    ram = 160
  [[router R1]]
    S1/0 = R2 S1/0
    model = 3640
  [[router R2]]
    model = 3640
```

¹ http://dynagen.org/tutorial.htm#_Toc193248012

Pentru a putea porni topologia creată trebuie pornit serverul Dynamips. Pe Windows, se poate folosi scurtătura către Dynamips Server, de pe desktop, iar pentru Mac OS/Linux, comanda este de tipul `dynamips -H 7200 &` ceea ce va porni serverul Dynamips pe portul 7200, în background. Încărcarea fișierului de configurare se face prin lansarea acestuia din Windows Explorer, ceea ce va porni automat Dynagen. Pentru Mac/Linux, se poate lansa explicit cu `dynagen tutorial.net`.

La încărcarea fișierului se lansează consola de administrare a Dynagen, ce afișează următoarele:

```
Reading configuration file...

*** Warning: Starting R1 with no idle-pc value
*** Warning: Starting R2 with no idle-pc value
Network successfully loaded

Dynagen management console for Dynamips and Pemuwrapper 0.11.0
Copyright (c) 2005-2007 Greg Anuzelli, contributions Pavel Skovajsa
```

După afișarea prompt-ului Dynagen, se poate folosi comanda `list`:

```
=> list
Name      Type      State      Server      Console
R1        3640     running    localhost:7200 2000
R2        3640     running    localhost:7200 2001
=>
```

Se observă că cele două rutere definite în fișierul `topologie.net` apar ca fiind pornite. Consolele lor sunt disponibile pe porturile 2000, respectiv 2001. Dacă în fișierul `dynagen.ini` a fost definit un client de telnet, se poate folosi comanda `telnet <nume>` pentru conectarea la consola unui ruter. Comanda telnet va deschide câte o fereastră pentru fiecare instanță:

```
telnet R1
```

Pentru simplitate, se poate folosi și comanda `telnet /all` pentru a deschide automat sesiuni de telnet către consolele tuturor echipamentelor din fișierul de configurare:

```
telnet /all
```

Output-ul următor arată conținutul unei console în urma comenzii telnet:

```
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
Connected to Dynamips VM "R1" (ID 0, type c3600) - Console port

This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found
at:
http://www.cisco.com/wwl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
export@cisco.com.

% Error! No serial number found for this platform.
cisco 3640 (R4700) processor (revision 0xFF) with 94208K/4096K bytes of
memory.
Processor board ID 00000000
R4700 CPU at 100MHz, Implementation 33, Rev 1.2
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
SuperLAT software (copyright 1990 by Meridian Technology Corp).
TN3270 Emulation software.
4 Serial network interface(s)
DRAM configuration is 64 bits wide with parity enabled.
125K bytes of non-volatile configuration memory.
8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)

--- System Configuration Dialog ---

ould you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:
```

Pentru pornirea și oprirea ruterele individuale se pot folosi comenzile start și stop cu sintaxa următoare:

```
start {/all | router1 [router2] ...}
stop {/all | router1 [router2] ...}
```

Ieșirea din Dynagen se poate face prin comanda exit.

Din moment ce comanda reload din IOS nu este suportată în Dynamips, repornirea unui ruter poate fi simulată din Dynagen printr-un stop/start sau prin comanda reload cu aceiași parametri ca mai sus.

Cu fișierul de configurare creat anterior, până în acest moment utilizarea procesorului calculatorului ar trebui să fie constantă, la 100%. Acest lucru se datorează faptului că Dynamips interpretează software toate instrucțiunile hardware ale fiecărei mașini virtuale, inclusiv operațiile de „idle”, când ruterul nu execută efectiv instrucțiuni. Warning-ul de la pornirea topologiei avertiza în legătură cu acest lucru:

```
*** Warning: Starting R1 with no idle-pc value
*** Warning: Starting R2 with no idle-pc value
```

Idle-pc-ul este o valoare numerică ce oferă lui Dynamips posibilitatea să identifice acele instrucțiuni din docul IOS care reprezintă instrucțiuni idle. Valoarea idle-pc este dependentă doar de imaginea IOS, nu de mașina sau sistemul de operare pe care rulează Dynamips.

Pentru a putea determina această valoare, este nevoie ca un ruter să se afle în starea idle. Implicit, ruterele pornire fără un fișier de configurare rămân așteptând răspunsul administratorului pentru a intra în modul setup. Se alege un ruter care se scoate din această stare și e lăsat să termine procesul de inițializare, până când afișează promptul Router>.

```
% Please answer 'yes' or 'no'.
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

Press RETURN to get started!

*Mar 1 00:00:01.959: %LINK-4-NOMAC: A random default MAC address of
0000.0c81.f633 has
  been chosen. Ensure that this address is unique, or specify MAC
  addresses for commands (such as 'novell routing') that allow the
  use of this address as a default.
*Mar 1 00:00:03.911: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
VoIP-Null0, changed state to up
*Mar 1 00:00:03.919: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/0, changed state
to up
*Mar 1 00:00:03.971: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/1, changed state
to up
[ ...linii trunchiate ]
*Mar 1 00:29:46.559: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
Serial1/0, changed state to down
Router>
```

În continuare, din consola de administrare Dynagen, se obține o listă de idle-pc-uri posibile pe baza ruterului anterior:


```
=> idlepc get R1
Please wait while gathering statistics...
  1: 0x6039243c [74]
  2: 0x6046b680 [62]
  3: 0x6046c744 [69]
  4: 0x6046d02c [24]
*  5: 0x6046d034 [53]
  6: 0x6038dca4 [78]
  7: 0x6038dd04 [63]
  8: 0x6038dd38 [39]
  9: 0x6038dd48 [41]
* 10: 0x6046e58c [56]
Potentially better idlepc values marked with "*"
Enter the number of the idlepc value to apply [1-10] or ENTER for no
change:
```

Valorile marcate cu asterisc sunt cele care vor fi cel mai probabil corecte. Se alege o valoare și, dacă aceasta e corectă, efectul se va vedea imediat în scăderea dramatică a utilizării procesorului. După ce valoarea a fost determinată, acesta se poate introduce direct în fișierul .net, sub modelul de ruter definit (3640, în exemplul de mai sus):

```
idlepc = 0x6046e5b0
```

Salvarea configurațiilor

Fișierul de configurație al unui ruter poate fi salvat prin comanda export, urmată de numele ruterului și de numele directorului în care aceasta va fi stocată. E recomandabilă salvarea configurațiilor ruterelor la sfârșitul laboratoarelor.

```
=> export Razor myrazor
Exporting Razor to myrazor/Razor.cfg
```

Mai multe despre fișierele de configurare ale ruterelor veți afla în laboratorul următor.

Switch-uri

Dynagen suportă și emularea unui switch simplu, dar care suportă VLAN-uri și încapsulare dot1q.

Un exemplu de definiție a unui switch este următorul:

```
[[ETHSW S1]]
1 = access 1
2 = access 20
3 = dot1q 1
```

Conectarea virtuală a interfețelor ruterelor la porturile unui astfel de switch se face în modul următor:

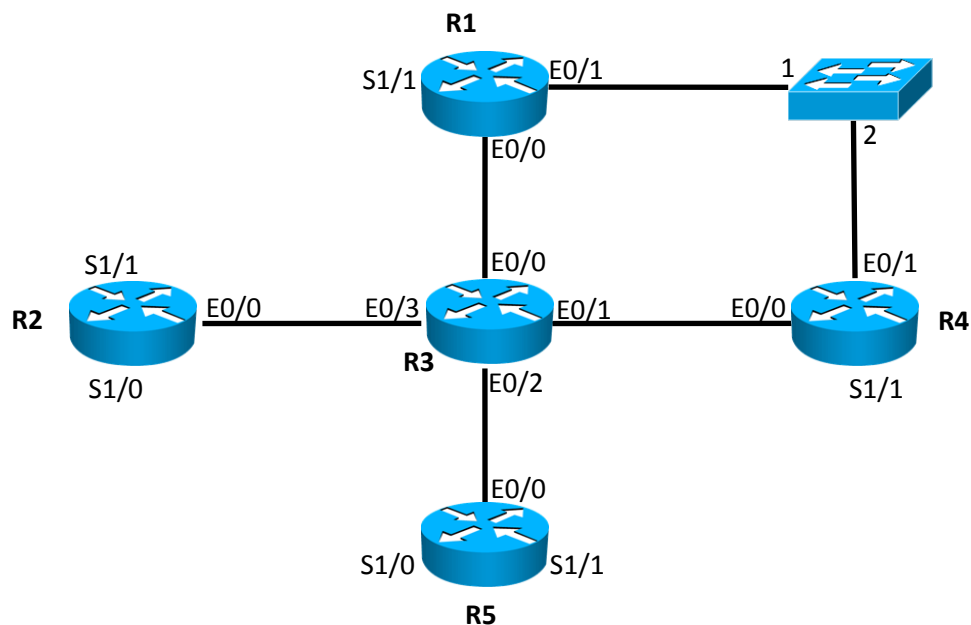
```
[[ROUTER R1]]  
F1/0 = S1 1  
[[ROUTER R2]]  
F1/0 = S1 2  
[[ROUTER R3]]  
F1/0 = S1 3
```

3 Cerințe

- Determinați **adresele de rețea** pentru următoarele adrese IP:
 - 141.66.17.90 cu masca 255.255.255.0
 - 192.190.255.16 cu masca 255.255.255.128
 - 80.0.0.1 cu masca 254.0.0.0
 - 99.88.77.66 cu masca 255.224.0.0
 - 10.2.1.2 cu masca 255.254.0.0
- Determinați **adresele de broadcast** ale rețelelor din care fac parte următoarele adrese IP:
 - 69.45.117.21 cu masca 255.255.255.0
 - 180.17.1.1 cu masca 255.255.0.0
 - 212.16.151.0 cu masca 255.248.0.0
 - 10.0.0.1 cu masca 255.0.0.0
 - 192.168.1.1 cu masca 255.255.192.0
- Împărțiți spațiul de adrese 189.16.200.0/24 în 4 subrețele cu număr egal de stații. Scrieți pentru fiecare rețea adresa sa, masca și adresa de broadcast.
- Pentru următoarele rețele se dau adresa de rețea și masca, precum și masca rețelelor rezultate după operația de subnetting. Determinați pentru fiecare caz numărul de subrețele obținute și numărul maxim de adrese de host din fiecare subrețea:
 - 192.168.0.0/16 -> /24
 - 192.168.0.0/16 -> /20
 - 172.19.224/19 -> /21
 - 10.0.0.0/8 -> /28
- O companie dorește ca rețeaua proprie să fie împărțită în subrețele astfel:
 - o subrețea cu 19 calculatoare din departamentul de marketing;
 - o subrețea pentru cercetare-dezvoltare, având 40 de calculatoare;
 - o subrețea cu 4 calculatoare pentru secretariat;
 - o subrețea de 6 calculatoare pentru contabilitate;
 - o subrețea de 12 calculatoare pentru management.

Împărțiți spațiul de adrese 219.75.160.0/24 folosind astfel încât să respecte cerințele de mai sus.

6. Deschideți topologia de laborator și lansați în execuție doar ruterele Artanis și ChuckLorre.
 - a. Listați echipamentele de rețea ale topologiei din consola Dynagen.
 - b. Deschideți o sesiune de consolă cu ruterul Artanis.
 - c. Reporniți ruterul ChuckLorre.
 - d. Determinați o valoare idlpc validă folosind ruterul Artanis.
 - e. Închideți ambele rutere.
7. Se dă topologia de mai jos:



8. **Creați un fișier nou**, numit lab1_task.net, în care să descrieți topologia de mai sus. Denumiți ruterele ca în topologie și respectați numerele modulelor. Deschideți topologia cu Dynagen pentru a o verifica. Folosiți modelul de ruter și imaginea IOS ale laboratorului. Hint: veți avea nevoie de modulele NM-4E și NM-4T.