

Lucrarea de laborator №4

IP-adresarea și divizarea rețelelor în subrețele

Scopul lucrării constă în formarea abilităților practice de planificare și utilizare a IP-adreselor și a măștilor de rețea, de divizare în subrețele (subnetare) și implementare a schemei de adresare VLSM

Obiective:

- Analiza conceptelor de adresă IPv4, mască de rețea implicită, mască de rețea extinsă (cu prefix extins), identificador de rețea, identificador de host în rețea, adresă de broadcast
- Elaborarea unei scheme de adrese IPv4 pentru subrețelele rețelei, folosind aceeași mască extinsă pentru fiecare subrețea sau măști extinse posibil diferite pentru subrețele (procedeul VLSM - Variable Length Subnet Mask)
- Configurarea adreselor IP pe dispozitivele de rețea (routere și host-uri)

Repere teoretice și exemple de soluționare a sarcinilor

În cazul unei adrese IPv4 precizăm următoarele:

- **adresa IPv4** - 4 grupuri a câte 8 biți. Exemplu: 192.168.100.200
- **masca de rețea** (subnet mask) - 4 grupuri a câte 8 biți, cu proprietatea că se începe cu bitul 1, iar toți biții de 1 sunt consecutivi, alternanța repetată de biți 0 și 1 fiind interzisă. De exemplu 11111111.00000000.00000000.00000000 este o mască de rețea validă, iar 11000001.00000000.00000000.00000000 este o mască nevalidă. Pentru a ușura citirea măștii aceasta se scrie în zecimal, similar IP adresei: 11111111.00000000.00000000.00000000 = 255.0.0.0. Datorită proprietății speciale în care biții de 1 sunt consecutivi, o altă formă în care poate fi specificată masca de rețea este forma cu prefix (numită și notație CIDR): /X, unde X reprezintă numărul de biți de 1: 11111111.00000000.00000000.00000000 = 255.0.0.0 = /8.

Inițial, pentru a putea adresa rețele de diferite dimensiuni, adresele IPv4 au fost împărțite în 5 clase: A, B, C, D și E. Clasele D și E au o utilizare specială.

Clasa A are primul bit '0' și adresa de rețea din 8 biți. Masca de subrețea este 255.0.0.0. Sunt $128=2^7$ de astfel de rețele. Utilizare: rețele foarte mari.

Clasa B are primii biți '10' și adresa de rețea de 16 biți. Masca de subrețea este 255.255.0.0. Sunt maximum 16384 de astfel de rețele. Utilizare: rețele mari.

Clasa C are primii biți '110' și adresa de rețea de 24 biți. Masca de subrețea este 255.255.255.0. Sunt maximum 2097152 de astfel de rețele. Utilizare: rețele mici.

Clasa D are primii biți '1110' și adresa de rețea de 32 biți. Masca de subrețea este 255.255.255.255. Sunt maximum 268435456 de astfel de rețele. Utilizare: adresa de grup multicasting, nu are host-uri.

Clasa E rezervată pentru scopuri experimentale.

Clasa adresei IP	Prefixul	Primii biți ai adresei IP	Intervalul de adrese	Numărul de subrețele definite de adresa de clasa dată	Numărul de host-uri definite de adresa de clasa dată
A	/8	0xxx	0.0.0.0 - 127.255.255.255	128	16777214
B	/16	10xx	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16384	65534
C	/24	110x	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2097152	254
D	/32	1110	224.0.0.0 - 239.255.255.255	268435456	0
E	nedefinit	1111	240.0.0.0 - 255.255.255.255	nedefinit	nedefinit

Prin intermediul măștii de rețea se face divizarea între partea de rețea și partea de host. Numărul de biți pentru partea de host indică numărul maximal de IP adrese care pot fi atribuite host-urilor. Două dintre aceste adrese, însă, nu sunt atribuite host-urilor. Este vorba de prima adresă IP și ultima adresă IP.

Prima adresă IP a intervalului de adrese conține doar biți de 0 pentru partea de host și coincide cu **adresa de rețea**. Ultima adresă IP a spațiului de adrese conține doar biți de 1 pentru partea de host

și coincide cu **adresa de broadcast**.

Dacă avem masca de rețea /24, adică 8 biți (32-24) pentru partea de host, vom avea un spațiu posibil de $2^8 = 256$ adrese. Din aceste adrese 2 nu sunt utilizate (adresa de rețea și adresa de broadcast) și vom avea, așadar 254 de adrese ce pot fi atribuite host-urilor.

În general, dacă avem N biți alocați pentru partea de host, vom avea $2^N - 2$ adrese ce pot fi utilizate.

Clasa	Rețele/Clasa	Hosturi/Clasa
A	$2^{8-1} = 128$	$2^{24-2} = 16.777.214$
B	$2^{16-2} = 16.384$	$2^{16-2} = 65.534$
C	$2^{24-3} = 2.097.152$	$2^8 - 2 = 254$
D	$2^{32-4} = 268.435.456$	0

Pornind de la adresa IP și masca de rețea, putem identifica adresa de rețea și adresa de broadcast (pentru exemplificare vom folosi adresa IP 192.168.100.200 cu masca 255.255.255.0):

- **adresa de rețea** - se obține, calculând AND-ul logic între biții adresei IP și biții măștii de rețea
 $192.168.100.200 \text{ \& } 255.255.255.0 = \mathbf{192.168.100.0}$
- **adresa de broadcast** - se obține calculând OR-ul logic între biții adresei IP și biții complementului măștii de rețea (complementul se obține, inversând valoarea biților de pe fiecare poziție)
 $192.168.100.200 \text{ | } 0.0.0.255 = \mathbf{192.168.100.255}$

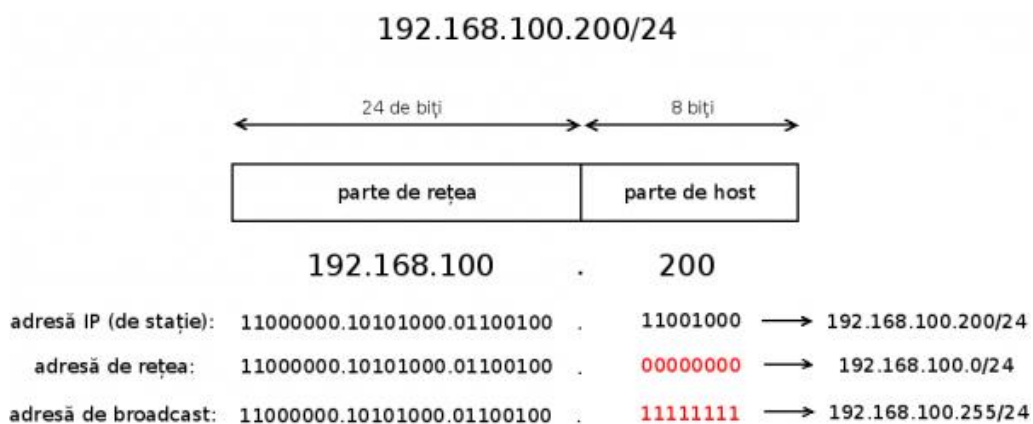
AND	1	0
1	1	0
0	0	0

OR	1	0
1	1	1
0	1	0

Atunci când cunoaștem adresa IP și masca de rețea și vrem să obținem adresa de rețea și adresa de broadcast, este util să folosim masca de rețea pentru a diviza adresa IP în două:

- O **parte de subrețea**, care se întinde pe câți biți de 1 are masca de rețea. E vorba de 24 de biți, pentru o mască /24 (sau 255.255.255.0) sau 16 biți pentru o mască /16 (sau 255.255.0.0) sau 20 de biți pentru o mască /20 (sau 255.255.240.0).
- O **parte de host**, care se întinde pe restul spațiului (32 - numărul de biți de 1 ai măștii de rețea). E vorba de 8 biți pentru o mască /24 ($32 - 24 = 8$) sau de 16 biți pentru o mască /16 ($32 - 16 = 16$) sau de 12 biți pentru o mască /20 ($32 - 20 = 12$).

De exemplu, dacă vom diviza aceeași adresă IP 192.168.100.200/24, vom obține aceleași valori precum cele calculate mai sus, lucru reflectat și în figura de mai jos.



Să determinăm adresa de rețea și adresa de broadcast corespunzătoare adresei 172.16.200.100/20. Scriem în formă hibridă adresa: 172.16.1100|1000.xxxxxxxx. Am folosit operatorul | (pipe) pentru a separa **partea de rețea** (primii 20 de biți conform măștii de rețea) de **partea de host** (ceilalți 32-20 = 12 biți). Deoarece pentru stabilirea obiectivului propus nu sunt relevanți biții ultimului octet, am folosit simbolul xxxxxxxx în locul acestuia.

Adresa de rețea are **toți biții părții de host egali cu 0**, adică avem 172.16.1100|0000.00000000. Rezultă adresa de rețea 172.16.192.0/20.

Adresa de broadcast are **toți biții părții de host egali cu 1**, adică avem

172.16.1100|1111.11111111. Rezultă adresa de broadcast 172.16.207.255/20.

Subnetarea

Pentru a putea considera subintervale de adrese din clasa A, B sau C, a fost propusă procedura de **subnetare**. În acest mod, există posibilitatea să se atribuiască câte un *identificator de subrețea* pentru fiecare subrețea internă, fără a mai solicita noi adrese.

```
+-----adresa IP-----+
|Identificator de rețea|-----Identificator de host-----|
|Identificator de rețea|Identificator de subrețea|Identificator de host|
+-----Identificatorul de rețea extins-----+
```

Lungimea *Identificatorului de rețea extins* este egală cu numărul de biți consecutivi egali cu 1 în masca de subrețea.

Exemplu

192.129.213.54	11000000.10000001.11010101.00110110
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Identificatorul de rețea extins	+-----24 biți-----+

Un alt mod de a exprima această adresă IP și masca de subrețea corespunzătoare este 192.129.213.54/24

Exemplu

adresa IP	89.102.131.21
masca de subrețea	255.255.248.0

89.102.131.21	89.102.10000011.00010101
255.255.248.0	255.255.11111000.00000000
	+--21 de biți-- +

adresa de rețea: 89.102.10000000.00000000 (89.102.128.0)

prima adresă ce poate fi atribuită host-urilor: 89.102.10000000.00000001 (89.102.128.1)

ultima adresă ce poate fi atribuită host-urilor: 89.102.10000111.11111110 (89.102.135.254)

adresa de broadcast în rețea: 89.102.10000111.11111111 (89.102.135.255)

Adresa de rețea poate fi obținută, aplicând operația and logic pe biți, între adresa IP și masca de subrețea, exprimate în binar.

Adrese private sunt:

10.0.0.0 - 10.255.255.255 (Adrese private de clasa A)

172.16.0.0 - 172.31.255.255 (Adrese private de clasa B)

192.168.0.0 - 192.168.255.255 (Adrese private de clasa C)

Definirea subrețelelor

Pentru a defini în mod eficient un plan de adresare IP într-o rețea, trebuie să știm numărul de subrețele necesar și numărul maxim de host-uri din fiecare subrețea. Pe lângă aceste date, trebuie să ținem cont și de evoluțiile ulterioare ale organizației. Vom prezenta un exemplu în care se definește o schemă de adresare IP.

Exemplul 1. O companie are adresa de rețea 192.129.213.0/24 și intenționează să creeze 5 subrețele a câte 20 de host-uri fiecare.

Pentru a elabora o schemă de adrese IP pentru fiecare din cele 5 subrețele, vom împrumuta 3 biți ($2^3=8$ variante de subrețele) de la identificatorul de host, adică definim masca extinsă /27. Nu putem împrumuta doar doi biți, deoarece atunci vom avea adrese pentru $2^2=4$ subrețele. Din cele 8 subrețele, 3 subrețele ($8-5=3$) sunt rezervate pentru dezvoltări ulterioare.

Vom utiliza reprezentările binare pentru IP adresă și masca de rețea:

	Reprezentare în zecimal cu punct	Reprezentare în binar
IP adresa	192.129.213.0	11000000.10000001.11010101.00000000
Masca de rețea inițială	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
Masca de subrețea extinsă	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000

Cele 8 subrețele menționate sunt descrise prin următoarele blocuri de adrese IP:

```
11000000.10000001.11010101.00000000=192.129.213.0/27
11000000.10000001.11010101.00100000=192.129.213.32/27
11000000.10000001.11010101.01000000=192.129.213.64/27
11000000.10000001.11010101.01100000=192.129.213.96/27
11000000.10000001.11010101.10000000=192.129.213.128/27
11000000.10000001.11010101.10100000=192.129.213.160/27
11000000.10000001.11010101.11000000=192.129.213.192/27
11000000.10000001.11010101.11100000=192.129.213.224/27
```

Cei 3 biți împrumutați pentru definirea a 8 subrețele constituie următoarele combinații: $(000)_2$, $(001)_2$, $(010)_2$, $(011)_2$, $(100)_2$, $(101)_2$, $(110)_2$, $(111)_2$.

Din ultimul octet al adresei IP am folosit 3 biți pentru formarea subrețelelor, deci mai rămân disponibili 5 biți pentru atribuirea de adrese host-urilor în subrețea. În baza celor 5 biți se pot atribui adrese la $30 (=2^5-2)$ de host-uri (ceea ce constituie un număr mai mare ca cele 20 cerute inițial!).

Din cele 30 de adrese IP de host, două au fost eliminate, deoarece varianta cu $(00000)_2$ pe partea de host coincide cu adresa subrețelei, iar varianta cu $(11111)_2$ pe partea de host – cu adresa de broadcast a subrețelei.

Astfel am obținut:

Masca de subrețea: 255.255.255.224 (aceeași pentru fiecare subrețea)

Număr de subrețele: 8 (inițial solicitate 5)

Număr de host-uri în fiecare subrețea: 30 (inițial solicitate 20).

Pentru exemplificare, vom arăta cum se obțin adresele host-urilor din subrețeaua 6 $(101)_2$ sunt:

adresa subrețelei 6 – 11000000.10000001.11010101.10100000=192.129.213.160/27

adresa host 1 - 11000000.10000001.11010101.10100001=192.129.213.161/27

adresa host 2 - 11000000.10000001.11010101.10100010=192.129.213.162/27

adresa host 3 - 11000000.10000001.11010101.10100011=192.129.213.163/27

.....

adresa host 28 - 11000000.10000001.11010101.10111100=192.129.213.188/27

adresa host 29 - 11000000.10000001.11010101.10111101=192.129.213.189/27

adresa host 30 - 11000000.10000001.11010101.10111110=192.129.213.190/27

adresa de broadcast în subrețea - 11000000.10000001.11010101.10111111=192.129.213.191/27

În rețelele mari, se pornește de la un spațiu de adrese (bloc de adrese IP) oferit de o autoritate, din care se separă blocuri de adrese pentru subrețelele rețelei. Subrețelele vor acoperi zone/departamente diferite. Procesul de divizare în subrețele și atribuire de adrese IP în acestea este numit *subnetare*. În varianta simplă se face divizarea în subrețele cu același număr de adrese de host-uri (deoarece la baza fiecărei subrețele stă aceeași mască de subrețea).

Utilizarea notației CIDR, adică a măștii extinse, elimină ideea de clase de IP adrese (clasa A, B și C pentru dispozitivele de rețea) și conduce la alocarea mai eficientă a spațiului de IP adrese. Procedura VLSM, care admite utilizarea măștilor distincte în procesul de subnetare, divizează mai econom în blocuri spațiul de IP adrese alocate rețelei.

Subnetarea VLSM (Variable Length Subnet Mask)

Procedura de subnetare examinată mai sus, diviza rețeaua inițială într-un careva număr de subrețele astfel încât la elaborarea unui interval de adrese IP pentru fiecare subrețea să folosim aceeași mască. Acest fapt conduce la același număr de adrese IP în fiecare subrețea.

Conceptul de VLSM permite o utilizare mai eficientă a spațiului de adrese IP, datorită faptului că pentru divizarea în subrețele de dimensiuni diferite pot fi aplicate diferite măști de rețea. Măștile distincte permit divizarea chiar a unei subrețele în mai multe sub-subrețele. În acest mod, dacă este necesar spațiul de adrese IP disponibil (de exemplu, al unei companii) poate fi divizat succesiv în subintervale.

Exemplul 2. Vom realiza procedura de subnetare VLSM în rețeaua unei companii mari cu următoarea structură (a se vedea Figura 1).

Pentru implementarea a 14 subrețele, pornind de la blocul de adrese IP 183.103.0.0/16 de clasă B, vom împrumuta 4 biți ($2^4=16$ subrețele) de la identificatorul de host.

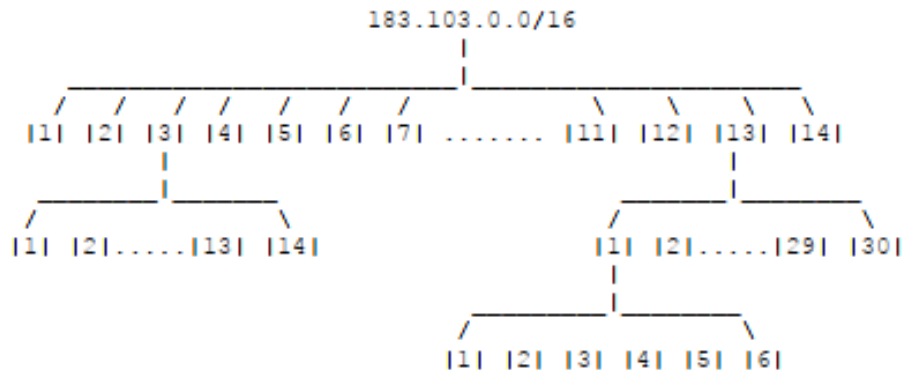


Figura 1

	Reprezentare în zecimal cu punct	Reprezentare în binar
IP adresa	183.103.0.0	10110111.01100111.00000000.00000000
Masca de rețea inițială	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
Masca de subrețea (extinsă)	255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000

În rezultat, obținem următoarele 16 adrese de subrețea:

subrețea 0 - 10110111.01100111.00000000.00000000=183.103.0.0/20
 subrețea 1 - 10110111.01100111.00010000.00000000=183.103.16.0/20
 subrețea 2 - 10110111.01100111.00100000.00000000=183.103.32.0/20
 subrețea 3 - 10110111.01100111.00110000.00000000=183.103.48.0/20
 subrețea 4 - 10110111.01100111.01000000.00000000=183.103.64.0/20
 subrețea 5 - 10110111.01100111.01010000.00000000=183.103.80.0/20

.....
 subrețea 12 - 10110111.01100111.11000000.00000000=183.103.192.0/20
 subrețea 13 - 10110111.01100111.11010000.00000000=183.103.208.0/20
 subrețea 14 - 10110111.01100111.11100000.00000000=183.103.224.0/20
 subrețea 15 - 10110111.01100111.11110000.00000000=183.103.240.0/20

Putem folosi oricare 14 subrețele din cele 16. Pentru exemplificare, vom folosi în continuare, subrețelele 1-14. Adresa fiecărei din cele 16 subrețele stabilite are 12 biți disponibili pentru atribuirea de adrese IP host-urilor. Astfel pot fi atribuite adrese IP la 4094 de host-uri ($2^{12}-2=4096-2=4094$) în fiecare subrețea.

Conform cerințelor, subrețeaua 3 o divizăm la rândul ei în 16 subrețele (conform cerințelor – 14 subrețele dintre acestea), împrumutând 4 biți ($2^4=16$ subrețele) de la identificatorul de host a adresei 183.103.48.0/20 = 10110111.01100111.00110000.00000000, adică extinzând masca de subrețea până la 24 de biți – prefixul /24.

În rezultat, obținem următoarele adrese de subrețea:

subrețea 0 - 10110111.01100111.00110000.00000000=183.103.48.0/24
 subrețea 1 - 10110111.01100111.00110001.00000000=183.103.49.0/24
 subrețea 2 - 10110111.01100111.00110010.00000000=183.103.50.0/24
 subrețea 3 - 10110111.01100111.00110011.00000000=183.103.51.0/24
 subrețea 4 - 10110111.01100111.00110100.00000000=183.103.52.0/24

 subrețea 12 - 10110111.01100111.00111100.00000000=183.103.60.0/24
 subrețea 13 - 10110111.01100111.00111101.00000000=183.103.61.0/24
 subrețea 14 - 10110111.01100111.00111110.00000000=183.103.62.0/24
 subrețea 15 - 10110111.01100111.00111111.00000000=183.103.63.0/24

Pot fi utilizate oricare 14 din cele 16 subrețele stabilite. Fiecare subrețea are 8 biți pentru adresarea host-urilor. Astfel pot fi adresate 254 de host-uri ($2^8-2=256-2=254$) în fiecare subrețea a subrețelei 3 inițiale.

Subrețeaua 13 inițială, adică $183.103.208.0/20=10110111.01100111.11010000.00000000$, o divizăm la rândul ei în 32 de subrețele (în realitate, sunt necesare 30!), împrumutând 5 biți ($2^5=32>30$) ai identificatorului de host corespunzător:

subrețea 0 - $10110111.01100111.11010000.00000000=183.103.208.0/25$
 subrețea 1 - $10110111.01100111.11010000.10000000=183.103.208.128/25$
 subrețea 2 - $10110111.01100111.11010001.00000000=183.103.209.0/25$
 subrețea 3 - $10110111.01100111.11010001.10000000=183.103.209.128/25$
 subrețea 4 - $10110111.01100111.11010010.00000000=183.103.210.0/25$

.....
 subrețea 28 - $10110111.01100111.11011110.00000000=183.103.222.0/25$
 subrețea 29 - $10110111.01100111.11011110.10000000=183.103.222.128/25$
 subrețea 30 - $10110111.01100111.11011111.00000000=183.103.223.0/25$
 subrețea 31 - $10110111.01100111.11011111.10000000=183.103.223.128/25$

Fiecare din cele 32 de adrese de subrețele au disponibili 7 biți pentru adresarea host-urilor. Astfel pot fi atribuite 126 ($2^7-2=128-2=126$) de adrese de host-uri în fiecare din aceste subrețele. Vom folosi subrețelele notate cu 1, 2, ..., 30.

Subrețeaua 1 ($183.103.208.128/25=10110111.01100111.11010000.10000000$) a rețelei $183.103.208.0/20$ o divizăm la rândul ei în 8 subrețele (în realitate avem nevoie doar de 6 la moment), împrumutând 3 biți ($2^3=8>6$).

subrețea 0 - $10110111.01100111.11010000.10000000=183.103.208.128/28$
 subrețea 1 - $10110111.01100111.11010000.10010000=183.103.208.144/28$
 subrețea 2 - $10110111.01100111.11010000.10100000=183.103.208.160/28$
 subrețea 3 - $10110111.01100111.11010000.10110000=183.103.208.176/28$
 subrețea 4 - $10110111.01100111.11010000.11000000=183.103.208.192/28$
 subrețea 5 - $10110111.01100111.11010000.11010000=183.103.208.208/28$
 subrețea 6 - $10110111.01100111.11010000.11100000=183.103.208.224/28$
 subrețea 7 - $10110111.01100111.11010000.11110000=183.103.208.240/28$

Cele 8 subrețele au 4 biți pentru adresarea host-urilor. Astfel pot fi atribuite adrese IP la 14 host-uri ($2^4-2=16-2=14$) în fiecare din aceste subrețele.

În continuare, vom expune procedura de soluționare a două probleme de subnetare a rețelei, care va servi ca model pentru studenți la îndeplinirea lucrării de laborator.

Exemplul 3. Subnetarea IPv4 cu aceeași mască de rețea pentru toate subrețelele create
 Este dată topologia logică de rețea din Figura 2.

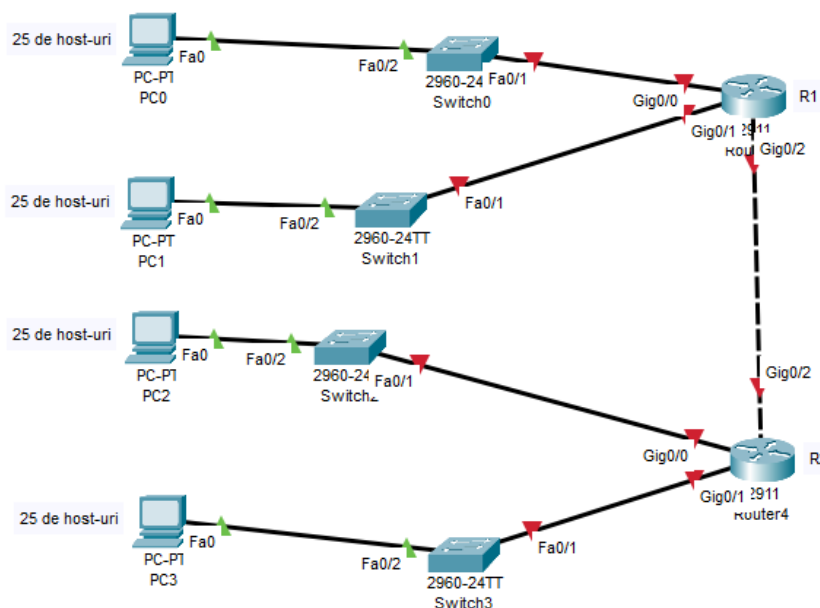


Figura 2

Dispozitivele utilizate:

Două routere Cisco 2911, 4 switch-uri Cisco 2960, un număr de PC-uri precizat în varianta de laborator corespunzătoare, cabluri Ethernet.

Dispozitiv	Interfață	IP adresă	Mască de subrețea	Adresa implicită a routerului
R1	G0/0			
	G0/1			
	G0/2			
R2	G0/0			
	G0/1			
	G0/2			
PC0	NIC			
PC1	NIC			
PC2	NIC			
PC3	NIC			

Tabelul 3

Obiective

Partea 1: Elaborarea unei scheme de subnetare IPv4 astfel încât subrețelele să aibă aceeași mască de subrețea

Partea 2: Atribuirea IP adreselor stabilite dispozitivelor din rețea și verificarea conexiunii dintre acestea

Scenariul conform căruia este soluționată problema

Ținând cont de configurația de rețea prezentată în Figura 2, vom elabora o schemă de subnetare, pornind de la adresa de rețea 192.168.100.0/24, astfel încât să fie asigurate cu numărul necesar de adrese host-urile din cele patru subrețele, dar și interfețele corespunzătoare ale celor două routere. Fiecare subrețea necesită cel puțin 25 de adrese pentru host-uri. Conexiunea dintre routerele R1 și R2 va necesita o IP adresă pentru fiecare capăt al link-ului dintre acestea. De fapt, pe link-ul ce le conectează routerele R1 și R2 la fel formează o subrețea – a cincea subrețea în configurația examinată.

Instrucțiuni

Partea 1: Elaborarea unei scheme de IP adrese pentru subnetare

Pasul 1: Se subnotează rețeaua 192.168.100.0/24 în numărul corespunzător de subrețele

- Reieșind din configurația prezentată în Figura 2, câte subrețele sunt necesare de realizat?
5 – patru pentru LAN-uri și una pentru link-ul dintre routere
- Câți biți urmează a fi împrumutați pentru a suporta numărul de subrețele preconizat?
3
- În acest caz, câte subrețele se vor crea?
 $2^3=8$
- Câte adrese IP pot fi atribuite host-urilor în fiecare subrețea?
30 ($2^5-2=32-2$)
- Determinați reprezentările binare pentru primele cinci subrețele:

Subrețea	Adresa de rețea	Biții ultimului octet							
0	192.168.100.0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	192.168.100.32	0	0	1	0	0	0	0	0
2	192.168.100.64	0	1	0	0	0	0	0	0
3	192.168.100.96	0	1	1	0	0	0	0	0
4	192.168.100.128	1	0	0	0	0	0	0	0

- Se determină reprezentarea binară și zecimală cu punct pentru masca de subrețea extinsă:

Primul octet	Octetul doi	Octetul trei	Octetul patru al măștii extinse							
11111111	11111111	11111111	1	1	1	0	0	0	0	0
Primul octet în zecimal	Octetul doi în zecimal	Octetul trei în zecimal	Octetul patru în zecimal							
255	255	255	224							

- Completați tabelul de subrețea (a se vedea Tabelul 4) cu valorile zecimale cu punct ale

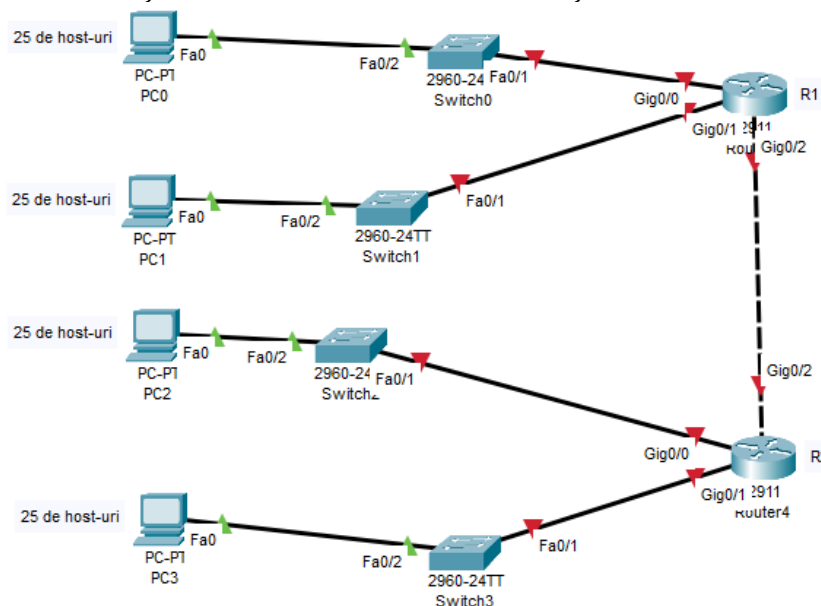
subrețelelor disponibile, prima și ultima adresă IP ce poate fi atribuită host-urilor și adresa de broadcast în subrețea.

Numărul subrețelei	Adresa subrețelei	Prima adresă de host utilizabilă	Ultima adresă de host utilizabilă	Adresa de broadcast în subrețea
0	192.168.100.0/27	192.168.100.1	192.168.100.30	192.168.100.31
1	192.168.100.32/27	192.168.100.33	192.168.100.62	192.168.100.63
2	192.168.100.64/27	192.168.100.65	192.168.100.94	192.168.100.95
3	192.168.100.96/27	192.168.100.97	192.168.100.126	192.168.100.127
4	192.168.100.128/27	192.168.100.129	192.168.100.158	192.168.100.159
5	192.168.100.160/27	192.168.100.161	192.168.100.190	192.168.100.191
6	192.168.100.192/27	192.168.100.193	192.168.100.222	192.168.100.223
7	192.168.100.224/27	192.168.100.225	192.168.100.254	192.168.100.255

Tabelul 4

Pasul 2. În configurația de rețea prezentată în Figura 2 se atribuie corespunzător adresele de subrețele determinate

- Atribuim adresa subrețelei 0 rețelei LAN conectate la interfața GigabitEthernet 0/0 a routerului R1: 192.168.100.0 /27
- Atribuim adresa subrețelei 1 rețelei LAN conectate la interfața GigabitEthernet 0/1 a routerului R1: 192.168.100.32 /27
- Atribuim adresa subrețelei 2 rețelei LAN conectate la interfața GigabitEthernet 0/0 a routerului R2: 192.168.100.64 /27
- Atribuim adresa subrețelei 3 rețelei LAN conectate la interfața GigabitEthernet 0/1 a routerului R2: 192.168.100.96 /27
- Atribuim adresa subrețelei 4 link-ului WAN dintre R1 și R2: 192.168.100.128 /27



Pasul 3: Documentăm schema de adresare

Un exemplu de completare a datelor din tabelul de adresare (a se vedea Tabelul 3) este dat în continuare:

- Atribuim prima IP adresă utilizabilă din subrețelele 0 și 1, corespunzătoare celor două interfețe G0/0 și G0/1 ale routerului R1, iar interfeței lui R1 din partea link-ului WAN (G0/2) îi atribuim prima adresă utilizabilă a subrețelei 4 (de exemplu!).
- Atribuim prima IP adresă utilizabilă din subrețelele 2 și 3 celor două interfețe G0/0 și G0/1 (pentru link-urile LAN) ale routerului R2, iar ultima IP adresă utilizabilă din subrețeaua 4 se va atribui interfeței lui R2 din partea link-ului WAN (G0/2).
- Ultimele IP adrese utilizabile din subrețelele 0,1,2 și 3 sunt atribuite host-urilor din fiecare subrețea.

Dispozitiv	Interfață	IP adresă	Mască de subrețea	Adresa implicită a routerului
R1	G0/0	192.168.100.1	255.255.255.224	N/A
	G0/1	192.168.100.33	255.255.255.224	N/A
	G0/2	192.168.100.129	255.255.255.224	N/A
R2	G0/0	192.168.100.65	255.255.255.224	N/A
	G0/1	192.168.100.97	255.255.255.224	N/A
	G0/2	192.168.100.158	255.255.255.224	N/A
PC0	NIC	192.168.100.30	255.255.255.224	192.168.100.1
PC1	NIC	192.168.100.62	255.255.255.224	192.168.100.33
PC2	NIC	192.168.100.94	255.255.255.224	192.168.100.65
PC3	NIC	192.168.100.126	255.255.255.224	192.168.100.97

Partea 2: Atribuim adrese IP dispozitivelor din rețea și verificăm conexiunea între ele

Pentru a completa configurarea rețelei, pe fiecare din routerele R1 și R2 este configurată o rută statică implicită.

Un router folosește un tabel de rutare pentru a determina unde să trimită pachetele. Tabelul de rutare conține informație ce precizează interfața routerului prin care se va transmite pachetul de date cu o adresă IP de destinație specificată.

Inițial, tabelul de rutare conține doar informația despre rețelele conectate direct la interfețele routerului. Pentru a comunica cu rețele aflate la distanță, routerele schimbă între ele informația pe care o dețin în tabelele lor de rutare.

Pentru a configura (manual) în tabelul de rutare al routerului o rută la o anumită rețea aflată la distanță, știind interfața de ieșire a routerului sau adresa IP a următorului hop (router sau host), putem defini pe acesta o rută statică implicită. O rută implicită este un tip de rută statică care specifică ce gateway (interfața routerului implicit) să se utilizeze atunci când tabelul de rutare nu conține o cale pentru rețeaua de destinație. O rută statică implicită este o rută statică cu 0.0.0.0 ca adresă IP de destinație și mască de subrețea. Acest tip de rută mai este numită rută “quad zero”.

Într-o rută implicită, poate fi specificată fie adresa IP a următorului hop, fie interfața de ieșire. Pentru a configura o rută statică implicită, folosiți următoarea comandă:

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {ip-address or exit-intf}
```

Pasul 1: Configurăm interfețele LAN ale routerelor R1 și R2

- Se configurează ambele interfețe LAN cu adresele indicate în tabelul de adresare (192.168.100.1/27 și 192.168.100.33/27 pentru R1 și 192.168.100.65/27 și 192.168.100.97/27 pentru R2)
- Se configurează interfețele astfel încât host-urile din cadrul LAN-urilor să aibă conexiune la routerul implicit

Pasul 2: Configurăm host-urile PC0-PC3

Setăm pe fiecare host adresa IP corespunzătoare din tabel și adresa routerului implicit

Pasul 3: Verificăm conexiunea

Se va testa prin comanda *ping* dacă este conexiune între oricare două componente ale rețelei create

Exemplu de configurări ale dispozitivelor

R1:

```
enable
configure terminal
interface GigabitEthernet0/0
ip address 192.168.100.1 255.255.255.224
no shutdown
interface GigabitEthernet0/1
ip address 192.168.100.33 255.255.255.224
no shutdown
end
```

PC3:

```
IP address: 192.168.100.126
Subnet Mask: 255.255.255.224
Default gateway: 192.168.100.97
```

Exemplul 4. Subnetarea IPv4 folosind VLSM

Fiind date o adresă de rețea și numărul de host-uri din fiecare subrețea, vom elabora o schemă VLSM de adresare IPv4, după care, în baza tabelului de adresare vom atribui adrese și vom configura routerele și host-urile din cadrul configurațiilor de rețea examinate.

Dispozitivele utilizate:

Două routere Cisco 2911, 4 switch-uri Cisco 2960, un număr de PC-uri precizat în varianta de laborator corespunzătoare, cabluri Ethernet.

Urmăriți exemplele rezolvate în continuare, apoi analizați în mod analog problema ce v-a fost repartizată.

Se vor examina trei topologii:

Necesitățile de adrese de host-uri pot fi descrise prin intermediul tabelului următor:

LAN	Numărul de adrese necesare
S1Name	NumHostS1
S2Name	NumHostS2
S3Name	NumHostS3
S4Name	NumHostS4

Topologia 1

Este examinat blocul de adrese $\text{Net}_1=192.168.72.0/24$, iar topologia logică de rețea este dată în Figura 3.

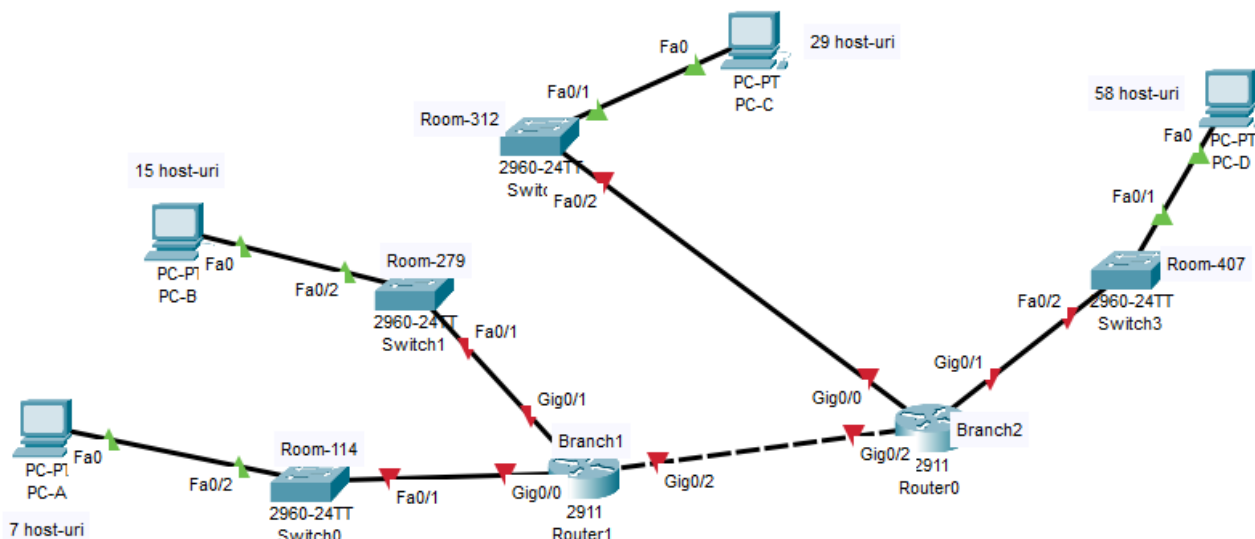


Figura 3

Nume subrețea definită de switch:

S1Name₁= **Room-114**, S2Name₁= **Room-279**, S3Name₁= **Room-312**, S4Name₁= **Room-407**,

Nume router din cadrul topologiei:

R1Name₁=**Branch1**, R2Name₂=**Branch2**

Topologia 2

Este examinat blocul de adrese $\text{Net}_2=10.11.48.0/24$, iar topologia logică de rețea este dată în Figura 4.

Nume rețea definită de switch:

S1Name₁= **ASW-1**, S2Name₁= **ASW-2**, S3Name₁= **ASW-3**, S4Name₁= **ASW-4**,

Nume router din cadrul topologiei:

R1Name₁=**Building1**, R2Name₂=**Building2**

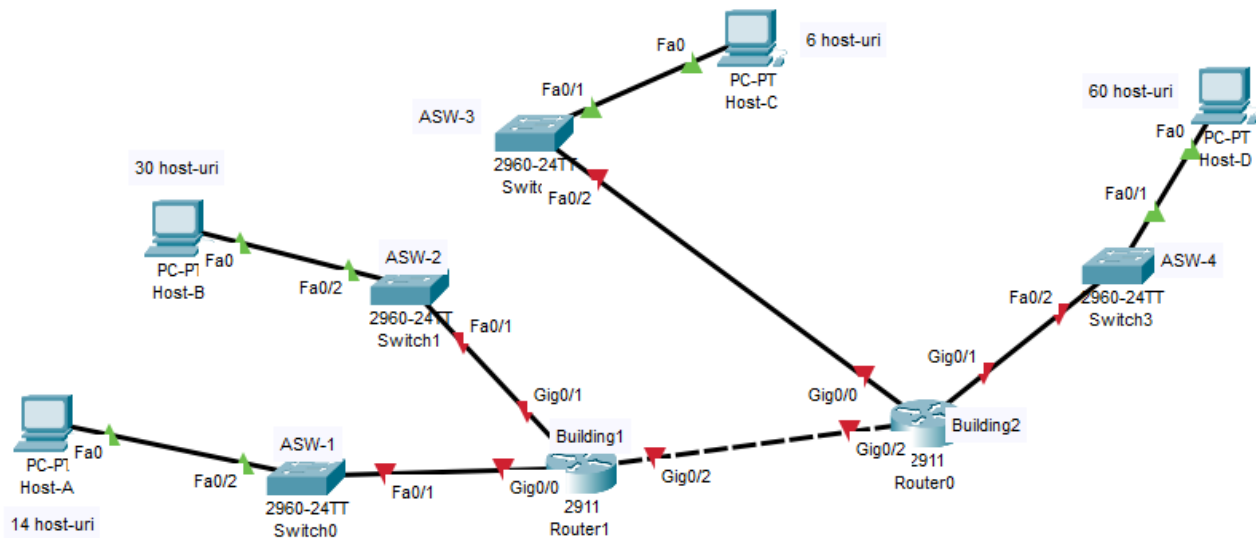


Figura 4

Topologia 3

Este examinat blocul de adrese Net3=172.31.103.0/24, iar topologia logică de rețea este dată în Figura 5.

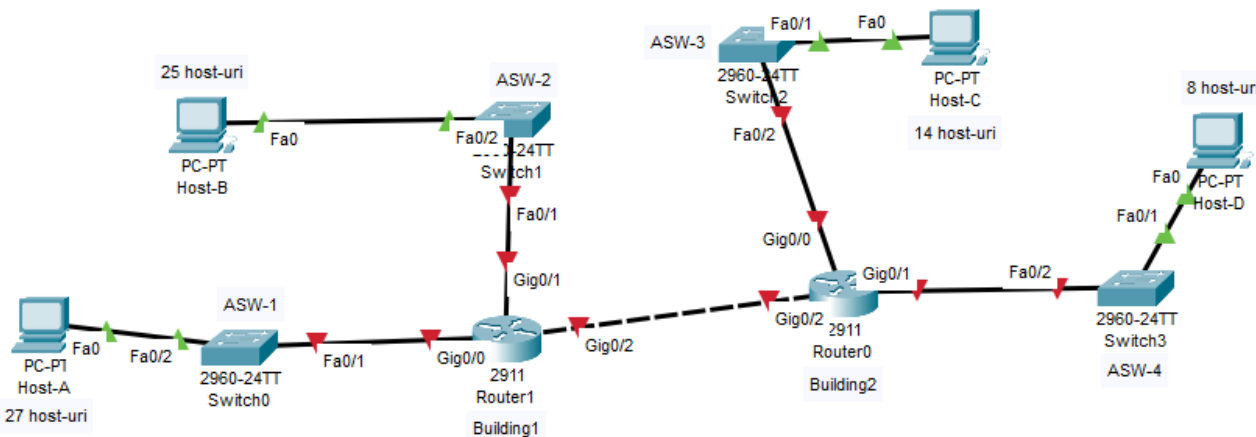


Figura 5

Nume rețea definită de switch:

S1Name₁= **ASW-1**, S2Name₁= **ASW-2**, S3Name₁= **ASW-3**, S4Name₁= **ASW-4**,

Nume router din cadrul topologiei:

R1Name₁=**Building1**, R2Name₂=**Building2**

La fel, avem:

Numărul de adrese IP pentru host-urile din subrețeaua S1Name_i a topologiei $i \in \{1,2,3\}$:

NumHostS1₁=7, NumHostS1₂=14, NumHostS1₃=27

Numărul de adrese IP pentru host-urile din subrețeaua S2Name_i a topologiei $i \in \{1,2,3\}$:

NumHostS2₁=15, NumHostS2₂=30, NumHostS2₃=25

Numărul de adrese IP pentru host-urile din subrețeaua S3Name_i a topologiei $i \in \{1,2,3\}$:

NumHostS3₁=29, NumHostS3₂=6, NumHostS3₃=14

Numărul de adrese IP pentru host-urile din subrețeaua S4Name_i a topologiei $i \in \{1,2,3\}$:

NumHostS4₁=58, NumHostS4₂=60, NumHostS4₃=8

Obiective

Partea 1: Examinarea condițiilor impuse asupra rețelei

Partea 2: Elaborarea schemei de subnetare (adresare) VLSM

Partea 3: Atribuirea de adrese IP dispozitivelor și verificarea conexiunii

Scenariu

În această activitate, vi se oferă o adresă de rețea cu prefixul /24, pe care să o utilizați pentru a proiecta o schemă de adresare IPv4, folosind procedeul VLSM. În baza unui set de cerințe, veți atribui adrese IPv4 subrețelelor și veți configura dispozitivele rețelei, verificând conexiunea dintre acestea.

Instrucțiuni

Partea 1: Examinarea condițiilor impuse asupra rețelei

Pasul 1: Se determină numărul necesar de subrețele

Se va subneta adresa de rețea Net_i , $i \in \{1, 2, 3\}$. Rețeaua impune următoarele condiții:

Subrețeaua $S1Name_i$ necesită $NumHostS1_i$ IP adrese pentru host-uri

Subrețeaua $S2Name_i$ necesită $NumHostS2_i$ IP adrese pentru host-uri

Subrețeaua $S3Name_i$ necesită $NumHostS3_i$ IP adrese pentru host-uri

Subrețeaua $S4Name_i$ necesită $NumHostS4_i$ IP adrese pentru host-uri

Câte subrețele sunt necesare în topologia de rețea? 5 (4+1 subrețea pe link-ul dintre routere)

Pasul 2: Pentru fiecare subrețea se determină masca de subrețea

a. Ce mască de subrețea va asigura numărul de IP adrese necesare pentru $S1Name_i$, $i \in \{1, 2, 3\}$? Câte adrese utilizabile de host-uri va suporta această subrețea?

b. Ce mască de subrețea va asigura numărul de IP adrese necesare pentru $S2Name_i$, $i \in \{1, 2, 3\}$? Câte adrese utilizabile de host-uri va suporta această subrețea?

c. Ce mască de subrețea va asigura numărul de IP adrese necesare pentru $S3Name_i$, $i \in \{1, 2, 3\}$? Câte adrese utilizabile de host-uri va suporta această subrețea?

d. Ce mască de subrețea va asigura numărul de IP adrese necesare pentru $S4Name_i$, $i \in \{1, 2, 3\}$? Câte adrese utilizabile de host-uri va suporta această subrețea?

e. Ce mască de subrețea va asigura numărul de IP adrese necesare pentru conexiunea dintre routerele $R1Name_i$ și $R2Name_i$, $i \in \{1, 2, 3\}$?

Partea 2: Elaborarea schemei de subnetare (adresare) VLSM

Pasul 1: Se divide rețeaua Net_i , $i \in \{1, 2, 3\}$ în baza numărului de host-uri per subrețea

a) Folosiți prima subrețea pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul cu cele mai multe host-uri

I. Pentru adresa de rețea 10.11.48.0/24 (00001010.00001011.00110000.00000000 în binar) avem:

Subrețeaua cu cele mai multe host-uri necesită 60 de host-uri. Pentru a asigura atâtea adrese de host-uri este necesar ca identificadorul de host-uri al IP adresei să fie pe 6 biți ($2^6 - 2 = 62$), iar atunci masca de rețea extinsă va fi pe 26 de biți – 255.255.255.192. Avem posibilitate de a genera 4 subrețele, variind cu biții 25 și 26 ai IP adresei de rețea (masca a fost extinsă de la 24 la 26):

Subrețeaua 1: 00001010.00001011.00110000.00000000=10.11.48.0/26

Subrețeaua 2: 00001010.00001011.00110000.01000000=10.11.48.64/26

Subrețeaua 3: 00001010.00001011.00110000.10000000=10.11.48.128/26

Subrețeaua 4: 00001010.00001011.00110000.11000000=10.11.48.192/26

Astfel, putem atribui primei subrețele din 60 de host-uri adresa de subrețea 10.11.48.0/26.

II. Pentru adresa de rețea 172.31.103.0/24 (10101100.00011111.01100111.00000000 în binar) avem:

Subrețeaua cu cele mai multe host-uri necesită 27 de host-uri. Pentru a asigura atâtea adrese de host este necesar ca identificadorul de host al IP adresei să fie pe 5 biți ($2^5 - 2 = 30$), iar atunci masca de rețea extinsă va fi pe 32-5=27 de biți – 255.255.255.224. Avem posibilitate de a genera $2^3 = 8$ subrețele, variind cu biții 25, 26 și 27 ai IP adresei de rețea (masca a fost extinsă de la 24 la 27):

Subrețeaua 1: 10101100.00011111.01100111.00000000 =172.31.103.0/27

Subrețeaua 2: 10101100.00011111.01100111.00100000 =172.31.103.32/27

Subrețeaua 3: 10101100.00011111.01100111.01000000 =172.31.103.64/27

Subrețeaua 4: 10101100.00011111.01100111.01100000 =172.31.103.96/27

Subrețeaua 5: 10101100.00011111.01100111.10000000 =172.31.103.128/27

Subrețeaua 6: 10101100.00011111.01100111.10100000 =172.31.103.160/27

Subrețeaua 7: 10101100.00011111.01100111.11000000 =172.31.103.192/27

Subrețeaua 8: 10101100.00011111.01100111.11100000 =172.31.103.224/27

Astfel, putem atribui primei subrețele din 27 de host-uri adresa de subrețea 172.31.103.0/27. De menționat că fiecareia din cele 8 subrețele formate mai sus îi corespunde aceeași mască de subrețea - 255.255.255.224 (/27)

III. Pentru adresa de rețea 192.168.72.0/24 (11000000.10101000.01001000.00000000 în binar) avem:

Subrețeaua cu cele mai multe host-uri, PC-D LAN, necesită 58 de host-uri. Pentru a asigura atâtea adrese de host este necesar ca identificatorul de host al IP adresei să fie pe 6 biți ($2^6-2=62$), iar atunci masca de rețea extinsă va fi pe $32-6=26$ de biți – 255.255.255.192. Avem posibilitate de a genera $2^2=4$ subrețele, variind cu biții 25 și 26 ai IP adresei de rețea (masca a fost extinsă de la 24 la 26):

Subrețeaua 1: 11000000.10101000.01001000.00000000 = 192.168.72.0/26

Subrețeaua 2: 11000000.10101000.01001000.01000000 = 192.168.72.64/26

Subrețeaua 3: 11000000.10101000.01001000.10000000 = 192.168.72.128/26

Subrețeaua 4: 11000000.10101000.01001000.11000000 = 192.168.72.192/26

Astfel, putem atribui primei subrețele din 58 de host-uri adresa de subrețea 192.168.72.0/26. De menționat că fiecareia din cele 4 subrețele formate mai sus îi corespunde aceeași mască de subrețea - 255.255.255.192 (/26)

b) Folosiți a doua subrețea pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care se află pe locul doi după numărul de host-uri

I. Pentru adresa de rețea 10.11.48.0/24 (00001010.00001011.00110000.00000000 în binar) avem:

Folosim a doua subrețea 10.11.48.64/26 de la punctul a). Deoarece în subrețeaua cu 30 de host-uri sunt necesari 5 biți ($2^5-2=30$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri, vom aplica masca extinsă /27. Deci vom avea două subrețele

00001010.00001011.00110000.01000000 = 10.11.48.64/27

00001010.00001011.00110000.01100000 = 10.11.48.96/27

dintre care prima 10.11.48.64/27 o asociem cu Host-B LAN, iar a doua 10.11.48.96/27 o vom utiliza în continuare.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care se află pe locul trei după numărul de host-uri (14 host-uri în Host-C LAN) avem nevoie de 4 biți ($2^4-2=14$) ai identificatorului de rețea din adresa 10.11.48.96/27. Astfel, vom avea masca extinsă pe 28 de biți, adică în baza bitului 28 putem genera IP adrese pentru încă două subrețele:

00001010.00001011.00110000.01100000 = 10.11.48.96/28

00001010.00001011.00110000.01110000 = 10.11.48.112/28

Prima IP adresă de subrețea o atribuim lui Host-C LAN, iar a doua 10.11.48.112/28 o vom utiliza în continuare.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care se află pe locul patru după numărul de host-uri (6 host-uri în Host-D LAN) avem nevoie de 3 biți ($2^3-2=6$) ai identificatorului de rețea din adresa 10.11.48.112/28. Astfel, vom avea masca extinsă pe 29 de biți, adică în baza bitului 29 putem genera IP adrese pentru încă două subrețele:

00001010.00001011.00110000.01100000 = 10.11.48.112/29

00001010.00001011.00110000.01110000 = 10.11.48.120/29

Prima IP adresă de subrețea o atribuim lui Host-D LAN, iar a doua 10.11.48.120/29 o vom utiliza în continuare.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care asigură conexiunea dintre routerele R1Name_i și R2Name_i (2 IP adrese la interfețele corespunzătoare ale routerelor) sunt necesari 2 biți ($2^2-2=2$) ai identificatorului de rețea din adresa 10.11.48.120/29. Astfel, vom avea masca extinsă pe 30 de biți, adică în baza bitului 30 putem genera IP adrese pentru încă două subrețele:

00001010.00001011.00110000.01100000 = 10.11.48.112/30

00001010.00001011.00110000.01111000 = 10.11.48.124/30

Prima IP adresă de subrețea 10.11.48.112/30 o atribuim LAN-ului dintre routere.

II. Pentru adresa de rețea 172.31.103.0/24 (10101100.00011111.01100111.00000000 în binar) avem:

Folosim a doua subrețea 172.31.103.32/27 de la punctul a). Deoarece în subrețeaua cu 25 de host-uri sunt necesari 5 biți ($2^5-2=30$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri, vom aplica masca extinsă /27. Astfel pentru Host-B LAN putem folosi în calitate de adresă de subrețea a doua adresă de la punctul a) – 172.31.103.32/27.

Deoarece a treia după numărul de host-uri rețea include 14 host-uri, sunt necesari 4 biți ($2^4-2=14$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri. Astfel, vom aplica masca extinsă /28 la a treia subrețea de la punctul a) - 172.31.103.64/27. Vom obține două subrețele:

10101100.00011111.01100111.01000000=172.31.103.64/28

10101100.00011111.01100111.01010000=172.31.103.80/28

dintre care prima 172.31.103.64/28 o asociem cu Host-C LAN, iar a doua 172.31.103.80/28 o vom utiliza în continuare.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul Host-D cu 8 host-uri avem nevoie de 4 biți ($2^4-2=14$) pentru identificatorul de host, adică o mască extinsă pe $32-4=28$ de biți. De aceea, putem utiliza IP adresa 172.31.103.80/28 a celei de-a doua subrețele de la cazul anterior.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care asigură conexiunea dintre routerele R1Name_i și R2Name_i (2 IP adrese la interfețele corespunzătoare ale routerelor) sunt necesari 2 biți ($2^2-2=2$) pentru identificatorul de host. Astfel, vom avea masca extinsă pe 30 de biți. Implicăm IP adresa subrețelei a patra de la punctul a) 172.31.103.96/27:

10101100.00011111.01100111.01100000/30=172.31.103.96/30

10101100.00011111.01100111.01100100/30=172.31.103.100/30

.....

Prima IP adresă de subrețea 172.31.103.96/30 o atribuim LAN-ului dintre routere.

III. Pentru adresa de rețea 192.168.72.0/24 avem:

Folosim a doua subrețea 192.168.72.64/26 de la punctul a). Deoarece în subrețeaua cu 29 de host-uri sunt necesari 5 biți ($2^5-2=30$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri, vom aplica masca extinsă /27 ($32-5=27$). Folosind a doua adresă de subrețea de la punctul a) – 192.168.72.64/26 și masca extinsă /27, putem forma două subrețele:

11000000.10101000.01001000.01000000=192.168.72.64/27

11000000.10101000.01001000.01100000=192.168.72.96/27

Astfel pentru PC-C LAN putem folosi în calitate de adresă de subrețea, de exemplu, adresa 192.168.72.64/27

Deoarece a treia după numărul de host-uri subrețea, PC-B LAN include 15 host-uri, sunt necesari 5 biți ($2^5-2=30$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri. Astfel, vom aplica o mască extinsă /27. Deoarece avem deja stabilită o adresă de subrețea /27 - 192.168.72.96/27 - o vom atribui subrețelei PC-B LAN.

Deoarece a patra după numărul de host-uri subrețea, PC-A LAN include 7 host-uri, sunt necesari 4 biți ($2^4-2=14$) pentru a asigura cu IP adrese aceste host-uri. Astfel, vom aplica o mască extinsă /28. Vom implica a treia subrețea de la punctul a) – 192.168.72.128/26. Vom obține 4 subrețele (se variază cu biții 27 și 28):

11000000.10101000.01001000.10000000=192.168.72.128/28

11000000.10101000.01001000.10010000=192.168.72.144/28

11000000.10101000.01001000.10100000=192.168.72.160/28

11000000.10101000.01001000.10110000=192.168.72.176/28

dintre care prima 192.168.72.128/28 o asociem cu PC-A LAN, iar a doua 192.168.72.144/28 o vom utiliza în continuare.

Pentru a asigura numărul necesar de adrese în LAN-ul care asigură conexiunea dintre routerele R1Name_i și R2Name_i (2 IP adrese la interfețele corespunzătoare ale routerelor) sunt necesari 2 biți ($2^2-2=2$) pentru identificatorul de host. Astfel, vom avea masca extinsă /30. În baza IP adresei 192.168.72.144/28 obținem:

11000000.10101000.01001000.10010000/30=192.168.72.144/30

11000000.10101000.01001000.10010100/30=192.168.72.148/30

.....

Prima IP adresă de subrețea 192.168.72.144/30 o atribuim LAN-ului dintre routere.

Pasul 2: Documentați subrețelele VLSM

Completați tabelul pentru subrețele (a se vedea Tabelul 5), care conține descrierea fiecărei subrețele (de exemplu, S1Name; LAN), numărul necesar de host-uri, adresa subrețelei, prima și ultima adresă de host utilizabilă și adresa de broadcast.

Descrierea subrețelei	Numărul necesar de host-uri	Adresa rețelei/CIDR	Prima adresă de host utilizabilă	Ultima adresă de host utilizabilă	Adresa de broadcast

Tabelul 5

De exemplu, pentru rețeaua **10.11.48.0/24** avem următorul tabel pentru subrețele:

Descrierea subrețelei	Numărul necesar de host-uri	Adresa rețelei/CIDR	Prima adresă de host utilizabilă	Ultima adresă de host utilizabilă	Adresa de broadcast
Host-D LAN	60	10.11.48.0/26	10.11.48.1	10.11.48.62	10.11.48.63
Host-B LAN	30	10.11.48.64/27	10.11.48.65	10.11.48.94	10.11.48.95
Host-A LAN	14	10.11.48.96/28	10.11.48.97	10.11.48.110	10.11.48.111
Host-C LAN	6	10.11.48.112/29	10.11.48.113	10.11.48.118	10.11.48.119
Link-ul WAN	2	10.11.48.120/30	10.11.48.121	10.11.48.122	10.11.48.123

Pentru rețeaua **172.31.103.0/24** avem următorul tabel pentru subrețele:

Descrierea subrețelei	Numărul necesar de host-uri	Adresa rețelei/CIDR	Prima adresă de host utilizabilă	Ultima adresă de host utilizabilă	Adresa de broadcast
Host-A LAN	27	172.31.103.0/27	172.31.103.1	172.31.103.30	172.31.103.31
Host-B LAN	25	172.31.103.32/27	172.31.103.33	172.31.103.62	172.31.103.63
Host-C LAN	14	172.31.103.64/28	172.31.103.65	172.31.103.78	172.31.103.79
Host-D LAN	8	172.31.103.80/28	172.31.103.81	172.31.103.94	172.31.103.95
Link-ul WAN	2	172.31.103.96/30	172.31.103.97	172.31.103.98	172.31.103.99

Pentru rețeaua **192.168.72.0/24** avem următorul tabel pentru subrețele:

Descrierea subrețelei	Numărul necesar de host-uri	Adresa rețelei/CIDR	Prima adresă de host utilizabilă	Ultima adresă de host utilizabilă	Adresa de broadcast
PC-A LAN	7	192.168.72.128/28	192.168.72.129	192.168.72.142	192.168.72.143
PC-B LAN	15	192.168.72.96/27	192.168.72.97	192.168.72.126	192.168.72.127
PC-C LAN	29	192.168.72.64/27	192.168.72.65	192.168.72.94	192.168.72.95
PC-D LAN	58	192.168.72.0/26	192.168.72.1	192.168.72.62	192.168.72.63
Link-ul WAN	2	192.168.72.144/30	192.168.72.145	192.168.72.146	192.168.72.147

Pasul 3: Documentați schema de adresare

- Atribuiți primele IP adrese utilizabile din subrețelele corespunzătoare interfețelor G0/1 și G0/2 ale routerului **R1Namei**. Atribuiți interfeței G0/2 a routerului **R1Namei** prima IP adresă utilizabilă stabilită pe link-ul WAN
- Atribuiți primele IP adrese utilizabile din subrețelele corespunzătoare interfețelor G0/1 și G0/2 ale routerului **R2Namei** ce conectează cele două link-uri LAN. Atribuiți interfeței G0/2 a routerului **R2Namei** ultima IP adresă utilizabilă stabilită pe link-ul WAN
- Atribuiți host-urilor ultimele IP adrese utilizabile

Dacă schema de adrese și implementarea acesteia sunt corecte, atunci trebuie să existe conexiune între toate host-urile și dispozitivele din rețea

Partea 3: Atribuiți dispozitivelor IP adrese și verificați conexiunea dintre dispozitive

Efectuați următorii pași pentru a completa configurarea de adrese:

Pasul 1: Folosind tabelul cu adrese elaborat, atribuiți câte o IP adresă și o mască de subrețea fiecărei interfețe a routerelor R1Namei și R2Namei . Activați interfețele. Pe fiecare router trebuie să existe un protocol de rutare pentru ca alte dispozitive să fie „conștiente” de subrețele celui alt router.

Pasul 2: Configurați IP adrese pe toate host-urile, inclusiv adresa routerului implicit

Pasul 3: Verificați conexiunea

Pentru topologia 10.11.48.0/24:

Building 1

```
en
conf ter
int g0/0
ip add 10.11.48.97 255.255.255.240
no shut
int g0/1
ip add 10.11.48.65 255.255.255.224
no shut
int g0/2
ip add 10.11.48.121 255.255.255.252
no shut
```

Pentru topologia 192.168.72.0/24:

Branch1

```
en
conf ter
int g0/0
ip add 192.168.72.129 255.255.255.240
no shut
int g0/1
ip add 192.168.72.97 255.255.255.224
no shut
int g0/2
ip add 192.168.72.145 255.255.255.252
no shut
```

Pentru topologia 172.31.103.0/24:

Building 1

```
en
conf ter
int g0/0
ip add 172.31.103.1 255.255.255.224
no shut
int g0/1
ip add 172.31.103.33 255.255.255.224
no shut
int g0/2
ip add 172.31.103.97 255.255.255.252
no shut
```

Folosind comanda *ping* se va testa conexiunea dintre dispozitive.

Tabelul de adrese pentru topologia 1 - Net₁=192.168.72.0/24:

<i>Dispozitiv</i>	<i>Interfața</i>	<i>IP adresa</i>	<i>Masca de subrețea</i>	<i>Adresa routerului implicit</i>
Branch1	G0/0	192.168.72.129	255.255.255.240	N/A
	G0/1	192.168.72.97	255.255.255.224	N/A
	G0/2	192.168.72.145	255.255.255.252	N/A
Branch2	G0/0	192.168.72.65	255.255.255.224	N/A
	G0/1	192.168.72.1	255.255.255.192	N/A
	G0/2	192.168.72.146	255.255.255.252	N/A
PC-A	NIC	192.168.72.142	255.255.255.240	192.168.72.129
PC-B	NIC	192.168.72.126	255.255.255.224	192.168.72.97
PC-C	NIC	192.168.72.94	255.255.255.224	192.168.72.65
PC-D	NIC	192.168.72.62	255.255.255.192	192.168.72.1

Tabelul de adrese pentru topologia 2 - Net₂=10.11.48.0/24:

<i>Dispozitiv</i>	<i>Interfața</i>	<i>IP adresa</i>	<i>Masca de subrețea</i>	<i>Adresa routerului implicit</i>
Building1	G0/0	10.11.48.97	255.255.255.240	N/A
	G0/1	10.11.48.65	255.255.255.224	N/A
	G0/2	10.11.48.121	255.255.255.252	N/A
Building2	G0/0	10.11.48.113	255.255.255.248	N/A
	G0/1	10.11.48.1	255.255.255.192	N/A
	G0/2	10.11.48.122	255.255.255.252	N/A
Host-A	NIC	10.11.48.110	255.255.255.240	10.11.48.97
Host-B	NIC	10.11.48.94	255.255.255.224	10.11.48.65
Host-C	NIC	10.11.48.118	255.255.255.248	10.11.48.113
Host-D	NIC	10.11.48.62	255.255.255.192	10.11.48.1

Tabelul de adrese pentru topologia 3 - Net₃=172.31.103.0/24:

<i>Dispozitiv</i>	<i>Interfața</i>	<i>IP adresa</i>	<i>Masca de subrețea</i>	<i>Adresa routerului implicit</i>
Building1	G0/0	172.31.103.1	255.255.255.224	N/A
	G0/1	172.31.103.33	255.255.255.224	N/A
	G0/2	172.31.103.97	255.255.255.252	N/A
Building2	G0/0	172.31.103.65	255.255.255.240	N/A
	G0/1	172.31.103.81	255.255.255.240	N/A
	G0/2	172.31.103.98	255.255.255.252	N/A
Host-A	NIC	172.31.103.30	255.255.255.224	172.31.103.1
Host-B	NIC	172.31.103.62	255.255.255.224	172.31.103.33
Host-C	NIC	172.31.103.78	255.255.255.240	172.31.103.65
Host-D	NIC	172.31.103.94	255.255.255.240	172.31.103.81

Cerințe pentru realizarea lucrării de laborator №4

Rețeaua unei companii poate fi descrisă prin topologia din Figura 6, care include două routere Cisco 2911, 4 switch-uri Cisco 2960, un anumit număr de PC-uri (precizat în varianta studentului) și cabluri Ethernet. Compania are la dispoziție adresa de rețea *Net* (definită în varianta studentului) și intenționează să creeze subrețele cu un anumit număr de host-uri în fiecare subrețea (acestea sunt indicate în varianta studentului).

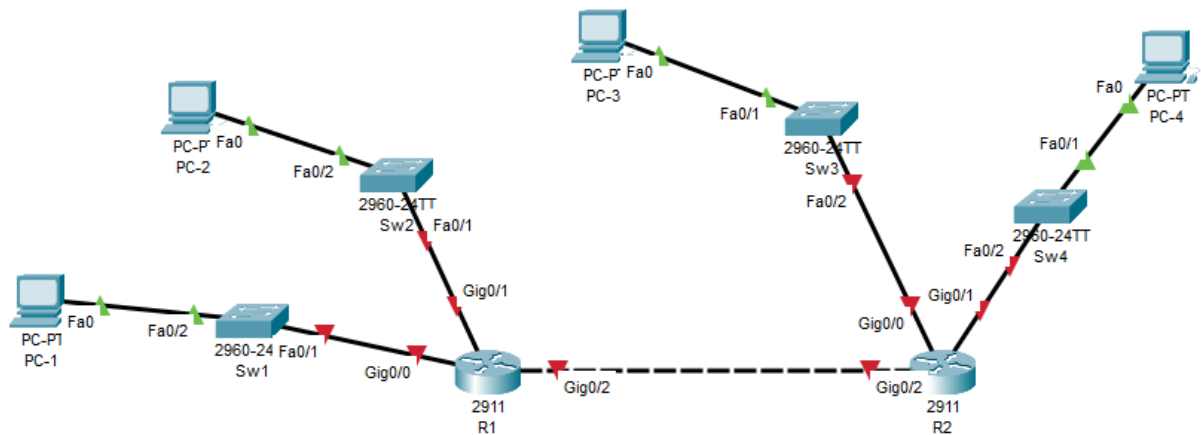


Figura 6

- Folosind modelul propus în Exemplul 3, elaborați o schemă de subnetare IPv4 astfel încât subrețele să aibă aceeași mască de subrețea.
- Atribuiți dispozitivelor de rețea IP adresele stabilite la punctul a) și verificați conexiunea dintre dispozitive. Salvați configurația realizată în fișierul **Nume_Prenume_Grupa_Retea3a.pkt**
- Folosind modelul propus în Exemplul 4, elaborați o schemă VLSM de subnetare IPv4.
- Atribuiți dispozitivelor de rețea IP adresele stabilite la punctul c) și verificați conexiunea dintre dispozitive. Salvați configurația realizată în fișierul **Nume_Prenume_Grupa_Retea3b.pkt**

Fiecare student va realiza cerințele de la punctele a), b), c), d) pentru trei adrese de rețea diferite:

- $192.168.5+k.14+k/24$
- $172.16.4+k.254-k/20$
- $10.10.16+k.0/18$

k - numărul de ordine al studentului în registrul grupei

Numărul de host-uri conectate la switch-urile Sw1, Sw2, Sw3 și Sw4 sunt date în Tabelul 6 pentru punctele a) și b) și, respectiv, în Tabelul 7 – pentru punctele c) și d):

Numărul de host-uri conectate la switch-ul	Numărul de host-uri	
	Varianta $k \in \{1, \dots, 10\}$	Varianta $k \in \{11, \dots, 20\}$
Sw1	$10+k$	$26-k$
Sw2	$13+k$	$32-k$
Sw3	$16+k$	$36-k$
Sw4	$20+k$	$41-k$

Tabelul 6

Numărul de host-uri conectate la switch-ul	Numărul de host-uri	
	Varianta $k \in \{1, \dots, 10\}$	Varianta $k \in \{11, \dots, 20\}$
Sw1	$5+k$	$24-k$
Sw2	$13+k$	$33-k$
Sw3	$25+k$	$48-k$
Sw4	$57+k$	$78-k$

Tabelul 7

- Atât pentru schema de subnetare de la punctul a), cât și în cea de la punctul c) precizați valorile ce caracterizează spațiul de adrese nealocat (rezervă):
 - ✓ IP adresele care nu au fost atribuite.

- ✓ raportul (în procente) dintre numărul de IP adrese care nu au fost atribuite dispozitivelor din rețea la numărul total de adrese disponibile inițial.

Realizați o dare de seamă asupra lucrului efectuat, care să conțină răspunsuri explicite la fiecare punct formulat în cerințe.

Încărcați fișierul cu darea de seamă și fișierele .pkt în mapa *Lucrarea de laborator N4* din pagina dedicată cursului de Rețele de Calculatoare a platformei educaționale moodle.usm.md.