5.1. Nivelul retea

Nivelul rețea - determină calea sau ruta pe care o vor urma datele pentru a ajunge la destinație.

Internet-ul poate fi definit ca o rețea de rețele, care utilizează suita de protocoale TCP/IP. Începând cu 1982, cel mai folosit protocol internet a fost IP v4. În momentul de față, doreste extinderea implementarii la noua generație de protocoale IP, numite şi IP v6 (care are caracteristici mai bune de securitate si suporta conectarea si identificarea unui numar mult mai mare de calculatoare).

La nivel abstract, internet-ul este foarte asemănător cu rețeaua telefonică. Dar dacă, în cazul rețelei telefonice, pentru fiecare convorbire se alocă un circuit separat, în căzui internet-ului mai multe procese folosesc în comun aceleaşi legături dintre calculatoare. Datele sunt trimise sub forma unor blocuri de caractere, numite datagrame sau pachete. Fiecare pachet este prefațat de un mic ansamblu de octeți, numit header (”antet”), urmat de datele propriu-zise, ce formează conținutul pachetului. După sosire la destinație, datele transmise sub forma unor pachete distincte sunt reasamblate în unități logice de tip fişier, mesaj etc. internet-ul comută pachetele pe diferite rute de la sursă la destinație, numindu-se, de aceea, rețea cu comutare de pachete.

Există trei căi distincte pentru conectarea a două calculatoare, folosind protocolul IP. Cele două calculatoare pot fi în aceeaşi rețea locală (Ethernet sau Token Ring). În acest caz, pachetele sunt încapsulate în pachetele folosite de protocoalele LAN; Cele două calculatoare sunt direct legate printr-o linie serială. Pachetele IP sunt transmise folosind unul din protocoalele SLIP (Serial Line Internet Protocol). CSLIP (Compressed SLIP) sau PPP (Point-to Point Protocol). Dacă cele două calculatoare sunt conectate fiecare la câte o rețea locală linia telefonică leagă cele două LAN-uri prin intermediul unor bridge-uri; Pachetele IP pot fi încapsulate în interiorul altor pachete folosite de alte protocoale rețea. Astăzi, multe linii închiriate de 56 Kbps folosesc o încapsulare a pachetelor IP în pachete "frame relay"; în viitorul apropiat se va folosi protocolul ATM (Asynchronous Transfer Mode). În general, se poate considera IP ca fiind un protocol scalabil: el lucrează la fel de bine în cadrul unei rețele a unui mic birou, de până la 10 stații, al unei rețele de firmă sau de universitate, având în jur de câteva sute de stații sau al unei rețele naționale sau internaționale, cu mii de calculatoare interconectate. Calculatoarele conectate la o rețea se numesc, în general, host-uri (calculatoare gazdă). Conectarea între rețele se face prin calculatoare numite router-e, care folosesc tabele de rutare pentru a determina pe ce trasee să trimită pachetele.

5.2 Adresarea in internet

Cel mai folosit protocol internet este IPv4. Fiecare interfață pe care o are un calculator către o rețea IP are asignat un număr unic, de 32 de biți, care este "adresa" sa. Adresa este exprimată cel mai adesea sub forma unui set de 4 numere de 8 biți: de exemlu, 15.58.0.221. O adresă IP are o structură de forma a 4 numere zecimale, a.b.c.d, fiecare cuprins între 0 şi 255, pentru a putea fi reprezentat pe 8 biți. Teoretic, adresa IP de 32 de biți poate referi maxim 4.294.967.296 calculatoare legate în internet. Practic însă, numărul total de calculatoare ce pot fi conectate este mult mai mic, datorită modului în care aceste adrese sunt asignate. Organizațiilor li se atribuie blocuri de adrese, aşa cum companiile de telefon asignează câte un cod pentru fiecare localitate sau regiune.

Noul protocol IPv6 furnizează un spațiu de adrese mai mare pentru host-uri şi rețele datorită sistemului de adresare pe 128 de biți.

În schema de adresare clasică există 5 tipuri de adrese IP. Cei mai semnificativi biți ai adresei definesc clasa de rețea la care aparține adresa. Ceilalți biți sunt divizați într-o parte ce desemnează rețeaua şi o alta specifică host-ului.

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class B	Network		Host	
Octet	1	2	3	4

Class C	Network			Host
Octet	1	2	3	4

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

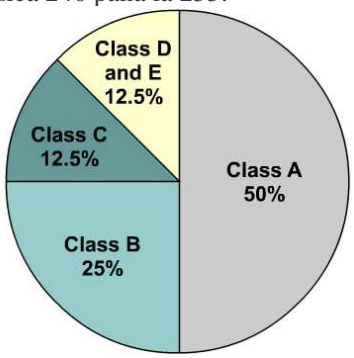
Clasa A: Foloseşte doar primul octet pentru identificare reţelei. Întotdeauna o adresă de clasă A începe cu primul bit 0. Din acest motiv, matematic, se pot aloca maxim 127 de adrese de clasă A, fiecare putând aloca un număr de 16.777.214 adrese gazdă. Intervalul adreselor de calsa A este: 1.0.0.0 – 126.0.0.0 (adresa 127.0.0.0 este rezervată pentru bucla internă – localhost)

Clasa B: Primii doi biţi sunt 10, iar alocarea adreselor gazdă se face numai cu ultimii doi octeţi. Se pot aloca 16.382 de adrese de calsa B, fiecare cu un număr de 65534 adrese gazdă.

Clasa C: Primii trei biti sunt 110, iar alocare adreaselor gazdă se face numai cu ultimul octet. Avem astfel: 2.097.150 de adrese de clasa C care pot aloca cel mult 254 adrese gazdă.

Clasa D: A fost create pentru a face posibilă difuzarea multipunct (multicasting) într-o reţea IP. O adresă multipunct este o adresă unică ce dirijează pachetele spre grupuri predefinite de adrese IP. Astfel o singură staţie poate transmite un singur flux de date care va fi rutat simultan spre mai mulţi destinatari. Primii biţi sunt 1110. Spaţiul adreselor din clasa D variază între 224.0.0.0 la 239.255.255.254

Clasa E: Clasa E a fost definită dar este rezervată de IETF pentru cercetări proprii. Din acest motiv clasa E nu a fost dată în folosinţă pe Internet.Primul octet este intre 11110000 si 11111111, adica 240 pana la 255.



Odată cu explozia numărului de calculatoare conectate la internet, s-a dezvoltat, în ultimii ani, o nouă metodă de asignare a adreselor, numită CIDR (Classes InterDomain Routing). Aici nu există clase, ca în schema clasică. Reţelele sunt definite de cei mai semnificativi k biţi ai adreselor, restul de 32-k biţi desemnând host-ui. Astfel, un furnizor de servicii poate aloca un set de adrese, în care primii 12 biţi reprezintă o valoare fixă (adresa reţelei), iar restul de 20 de biţi reprezintă host-ui. Această soluţie permite furnizorului de servicii să aloce 2^{20} de adrese distincte pentru clienţi.

5.3 Subretele de calculatoare

Organizaţiile mari care au mai multe reţele de calculatoare cu acces la Internet au întâmpinat probleme la atribuirea mai multor adrese dintr-o clasă. Traficul prin router-ul organizaţiei era foarte mare iar comunicaţia avea astfel de suferit în orele de vârf. Pentru a mări viteza de transfer a datelor şi a nu supraîncărca un router, organizaţiile mari şi-au reorganizat reţeaua ierarhic folosind mai multe routere. Astfel reţeaua a fost divizată în subreţele pentru care accesul la Internet şi la celelalte reţele este asigurat de un dispozitiv "gateway" (un router sau un calculator gateway).

Pentru a face posibilă această divizare se utilizează adresarea pe subreţele. Aşa cum se cunoaşte, o adresă IP are o zonă alocată reţelei şi o zonă în care se alocă adresă pentru calculatoarele gazdă. Conform acestei arhitecturi avem clasele A,B,C şi D pentru multicast. Pentru a gestiona mai eficient spaţiul de adresare alocat unei organizaţii mari cu mai multe reţele proprii, s-au creat subreţelele.

Utilizând o mască de reţea (Net-mask) binară, se poate stabili porţiunea alocată reţelei şi porţiunea alocată gazdei. Astfel bitii 1 din net-mask indică zona alocată reţelei iar biţii 0 specifică

zona alocată gazdei. Avem astfel pentru clasele A,B,C cunoscute următoarele măşti de reţea predefinite:

A: 255 . 0 . 0 . 0 -in format zecimal cu punct
11111111.00000000.00000000.00000000 -in binar
B: 255 . 255 . 0 . 0
11111111. 11111111.00000000.00000000
C: 255 . 255 . 255 . 0
11111111. 11111111. 11111111.00000000

Folosind acelaşi mecanism, se pot defini subreţele în cadrul unei clase de adrese alocate, folosind pentru aceasta primii biţi din cadrul spaţiului alocat gazdei.

Putem stabili prin numărul de biţi rezervaţi subreţelei numărul de subreţele disponibile pentru o anumită clasă de adrese şi numărul de gazde alocabile în fiecare subreţea. De exemplu, pentru clasa B avem următoarele configuraţii posibile:

Nr. biti subr	Masca de subreţea (net-mask)	Masca de subreţea (net-mask) (binar)	Nr. de subreţele	Nr. de adrese pe subr.
2	255.255.192.0	11111111.11111111.11000000.00000000	2	16382
3	255.255.224.0	11111111.11111111.11100000.00000000	6	8190
4	255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000	14	4094
5	255.255.248.0	11111111.11111111.11111000.00000000	30	2046
6	255.255.252.0	11111111.11111111.11111100.00000000	62	1022
7	255.255.254.0	11111111.11111111.11111110.00000000	126	510
8	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	254	254
9	255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	510	126
10	255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	1022	62
11	255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	2046	30
12	255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	4094	14
13	255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	8190	6
14	255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	16382	2

OBSERVAŢIE: Utilizarea unui singur bit pentru subreţea nu este permisă deoarece pentru subreţea biţii nu pot fi toţii simultan 1 sau 0. Aceste adrese se utlizează pentru comunicarea între subreţele şi pentru identificarea subreţelei.

5.4 Utilizarea subreţelelor în practică

Alocarea adreselor gazdă într-o reţea în care sunt definite subreţele, trebuie sa ţină cont de următoarele caracteristici:

- Fiecare subreţea are rezervate doua adrese:
  - prima adresă alocabilă ca fiind identificatorul subreţelei (Net Adress)
  - ultima adresă alocabilă utilizată folosita pentru trimiterea de mesaje către toate calculatoarele din subreţea (Broadcast Adress)
- Calculatoarele cu adresa alocată într-o subreţea nu comunică direct decât cu calculatoarele din aceeaşi subreţea sau din reţele subordonate sau cu reţeau superioară. Pentru comunicarea cu alte subreţele se utlizează gateway-ul.

Dacă se cunoaşte adresa IP a unui calculator şi masca subreţelei din care face parte, se poate calcula uşor care este adresa retelei şi adresa de broadcast pentru acea subreţea astfel:

adresa retelei = adresa IP **AND** masca subreţelei
adresa de broadcast = **NOT** (adresa retelei **XOR** masca subreţelei)

Unde calculele se fac în binar cu operatorii obişnuiţi din calculul binar:

AND	1	0
1	*1*	*0*
0	*0*	*0*

XOR	1	0
1	*0*	*1*
0	*1*	*0*

Se observa ca adresa de broadcast se obtine din adresa de retea si masca retelei, in care bitii din adresa de retea corespunzatori bitilor 0 din masca retelei sunt inlocuiti cu valori de 1.

Exemplu pentru clasa A:

Avem adresa IP = **10.34.23.134** si masca subrețelei **255.0.0.0 .** In binar:

```
IP = 00001010.00100010.00010111.10000110
NM = 11111111.00000000.00000000.00000000
-------------------------------------(AND)
NA = 00001010.00000000.00000000.00000000
```

adică **10.0.0.0** este adresa de retea

```
NM = 11111111.00000000.00000000.00000000
-------------------------------------
BA = 00001010.11111111.11111111.11111111
```

adică **10.255.255.255** este adresa de broadcast

Exemplu pentru clasa C:

Avem adresa IP = **192.168.12.72** si masca subrețelei **255.255.255.0 .** In binar:

```
IP = 11000000.10101000.00001100.01001000
NM = 11111111.11111111.11111111.00000000
-------------------------------------(AND)
NA = 11000000.10101000.00001100.00000000
```

adică **192.168.12.0** este adresa de retea

```
NM = 11111111.11111111.11111111.00000000
-------------------------------------
BA = 11000000.10101000.00001100.11111111
```

adică **192.168.12.255** este adresa de broadcast

Se observă că este suficient să calculăm pentru ultimul octet, deoarece adresa face parte din clasa C. (pentru clasa B se calculează pentru ultimii 2 octeți iar pentru clasa A pentru ultimii 3 octeti)

5.5 CIDR – Classless Interdomain Routing

Este o arhitectură de adresare recentă care rezolvă necesitățile de adresare pe termen scurt până la implementarea protocolului IPv6. Facilitățile oferite de această arhitectură sunt:

- Eliminarea organizării pe clase a adreselor
- Reunirea îmbunătățită a rutelor
- Gruparea în suprarețele

CIDR a abandonat complet modelul claselor cu 8 biți pentru reprezentarea rețelei de clasa A, 16 biți pentru clasa B, 24 biți pentru clasa C.

CIDR a înlocuit aceste categorii cu un prefix de rețea generalizat care poate avea orice lungime şi nu e restricționat la 8,16 sau 24 biți. Fiecare mască CIDR este comunicată cu o anumită mască pe biți. Aceasta indică lungimea prefixului de rețea. De exemplu: 192.125.61.8/20 indică o adresa CIDR cu 20 biți alocați pentru adresa de rețea (masca subretelei are primii 20 de biti in 1). Adresa IP poate fi orice adresă validă matematic, indiferent de apartenența originală la clasa A,B sau C.

Exemplu pentru clasa C:

Avem IP = **192.168.12.72** si Net-mask = **255.255.255.240** si notarea alternativa (**192.168.12.72/28**). In binar:

```
IP = 11000000.10101000.00001100.01001000
NM = 11111111.11111111.11111111.11110000
```

```
----------------------------------------(AND)
```
NA = 11000000.10101000.00001100.01000000 adică **192.168.12.64**

```
NM = 11111111.11111111.11111111.11110000
----------------------------------------(NOT)
```
BA = 11000000.10101000.00001100.01001111 adică **192.168.12.79**

Dupa cum reiese din calcule, adresa de broadcast nu mai are forma binecunoscuta din exemplele anterioare (cu „255") deoarece ea trebuie sa functioneze doar in cadrul subretelei din care face parte!

OBSERVAȚII:

1. Au fost definite şi rezervate trei intervale de adrese pentru utilizarea exclusivă în interiorul rețelelor interne (numite adrese private). Fiecare aparține unei clase A,B,C:

A: 10.0.0.0 – 10.255.255.255

B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255

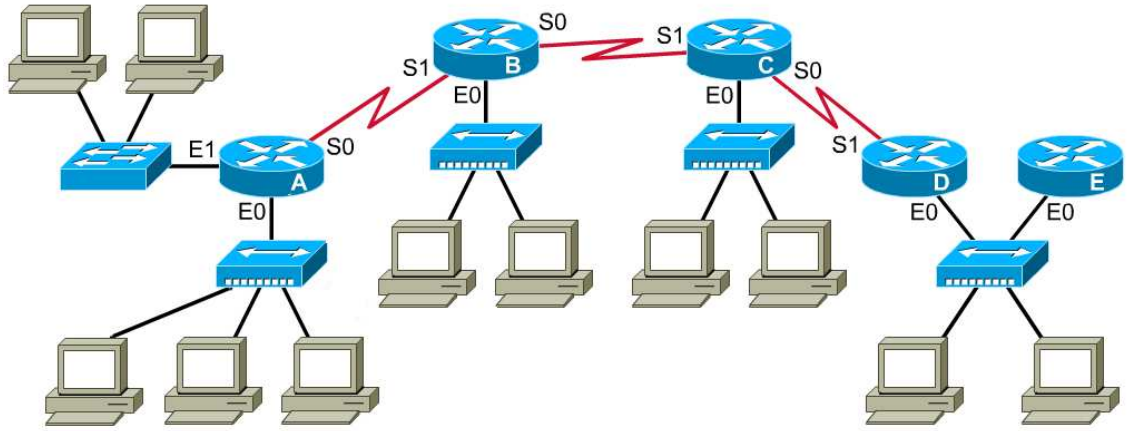
C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Aceste adrese nu pot fi folosite pentru a accesa direct internetul. Ele sunt folosite in special in retelele interne de dimensiuni mari (de exemplu terminalul unui aeroport pentru oferirea serviciilor de informare a calatorilor)

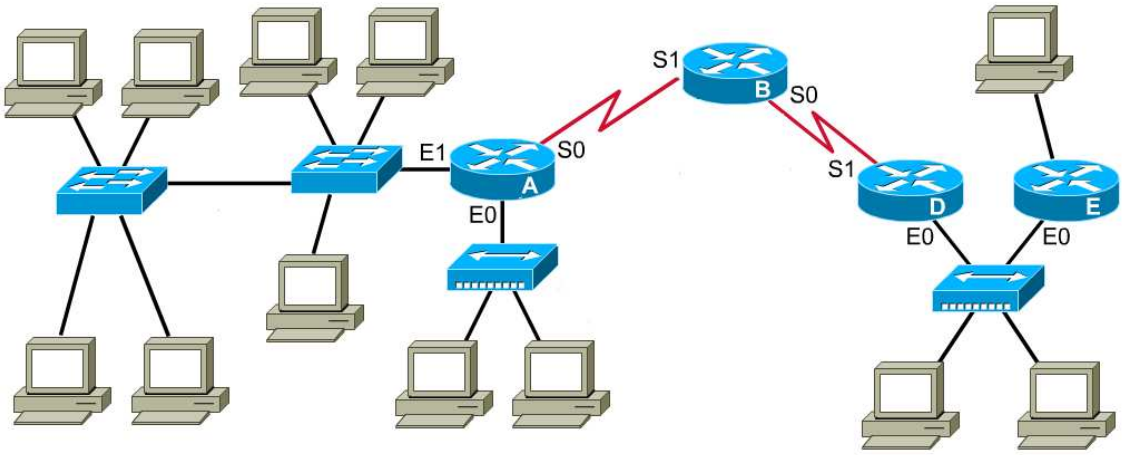
2. Adresele trebuie să fie unice. Unicitatea unei adrese de Internet este garantată de autoritatea de acordare a adreselor IANA. Adresele folosite într-o rețea privată internă trebuie să fie unice pe plan local chiar dacă adresa nu e unică pe plan global.

Exercitiu:

Pentru diagramele de retele propuse mai jos, dezvoltati scheme de adresare pentru clasele A, B si C, apoi folositi pentru retelele locale scheme de adresare din clasele private. Precizati pentru fiecare calculator adresa de retea, masca folosita si adresa de gateway, iar pentru porturile routerelor alegeti adrese corespunzatoare retelelor la care se conecteaza.



Verificati in a doua schema care este numarul minim de biti care trebuie imprumutat pentru realizarea subretelei conectate la portul ethernet E0 al routerului A.


S1
B
S0
S1
D
E
E1
S0
A
E0
E0
E0

5.6 Serviciile de numire – DNS

Pentru a utiliza mai uşor adresele IP, sa încercat atribuirea de mnemonice (nume) unor adrerse IP utlizate frecvent (adrese de server). Administrarea numelor atribuite se realizează greoi fără un sistem centralizat, deoarece calculatorul client trebuie să identifice adresa IP a calculatorului adresat (server) înainte de a iniția comunicarea cu acesta. Astfel trebuie menținută o tabelă în care să se memoreze corespondența între mnemonic (nume) şi adresa IP (în fişierul Hosts).

În Internet funcționează un sistem centralizat care gestionează corespondența între numele unui domeniu şi adresa IP a calculatorului gazdă. Acest sistem se numeşte *Domain Name Service* (sau *System*) –DNS. Acest proces de identificare după nume a unui calculator gazdă necesită o rețea de servere DNS. Toate aceste servere sunt conectate la o companie numită Network Solutions Inc. situată în Virginia – SUA, cunoscută şi sub numele de InterNIC, şi care este însărcinată cu administrarea distribuirii şi proprietății numelor de domeniu.

Sistemul DNS este organizat ierarhic. Rețeaua de servere DNS administrează nume de domenii organizate ierarhic. În vârful ierarhiei domeniilor Internet sunt o serie de domenii numite Top Level Domain (TLD). Cele mai cunoscute sunt .com,.edu,.gov,.net,.org. Fiecare țară are atribuit un TLD format din două litere: .uk, .de, .fr, .ro ş.a. În cadrul unui TLD se pot înregistra la InterNIC alte subdomenii. Fiecare domeniu înregistrat la InterNIC trebuie încadrat într-un TLD. Serverele DNS au capacitatea de a delega autoritatea de rezolvare a numelor de domeniu. Astfel pentru adresa ***www.upit.ro*** serverul DNS va delega autoritatea spre serverul ce administrează TLD-ul ***.ro***; care va delega autoritatea spre serverul DNS administrat local ***upit.ro*** care va rezolva domeniul final ***www.upit.ro***

Observații:

1. Adresa care identifică unica o resursă pe Internet cu ajutorul sistemului DSN se numeşte URL (Unified Resouce Locator)
2. Serverele DSN îşi sincronizează periodic baza de date locală cu diferite alte baze de date de pe alte servere DSN şi verifică dacă au apărut noi intrări pe serverele rădăcină. Acest proces este cunoscut sub numele de propagare.
3. O cerere de interogare a bazei de date DSN este rezolvată de serverul cel mai apropiat, dacă nu se reuşeşte rezolvarea, cererea se trimite serverului superior în ierarhie în mod recursiv. Serverele DSN păstrează cererile într-o zonă de cache de unde se rezolvă cererile ulterioare mult mai rapid.
4. Există şi cereri de rezolvare inversă care constau din aflarea URL pentru un anumit IP. Aceste cereri sunt reolvate cu ajutorul unor programe client speciale. (ex. CyberKit: www.cyberkit.net)