**Cap. 3. Adrese IP**

3.1. Despre adresele IP

Adresa „IP” reprezintă adresa din standardul „Protocol Internet” (Protocolul Internet). Această adresă se referă la un număr unic alocat de distribuitorul dumneavoastră de Internet pentru a putea să va conectați la Internet să vă puteți desfășura activitatea. Adresa IP este atribuită fiecărui dispozitiv conectat la o rețea de calculatoare care utilizează protocolul Internet pentru comunicare și îndeplinește două funcții principale:

- identificarea interfeței de gazdă sau a interfeței de rețea

- adresarea locației.

La ora actuală sunt două versiuni ale protocolului Internet

* Protocolul Internet versiunea 4 (IPv4) care definește o adresă IP ca un număr de 32 biți. Cu toate acestea, din cauza creșterii Internetului și a epuizării adreselor IPv4 disponibile.
* Protocolul Internet (IPv6), folosind 128 biți pentru adresa IP, a fost standardizată în 1998. [3] [4] [5] Dezvoltarea versiunii IPv6 este continuă de la mijlocul anilor 2000.

Adresele IP sunt gestionate la nivel global de către Autoritatea Numerelor Asignate de Internet (IANA) și de cinci registre regionale de internet (RIR) responsabile în teritoriile lor desemnate pentru atribuirea în registrele locale de internet, cum ar fi furnizorii de servicii Internet și alți utilizatori finali. Adresele IPv4 au fost distribuite de către IANA către RIR-uri în blocuri de aproximativ 16,8 milioane de adrese fiecare, dar au fost epuizate la nivelul IANA din 2011. Unele adrese IPv4 sunt rezervate rețelelor private și nu sunt unice la nivel global.

Administratorii rețelei alocă o adresă IP fiecărui dispozitiv conectat la o rețea. Astfel de sarcini pot fi statice (fixe sau permanente) sau dinamice, în funcție de practicile de rețea și de caracteristicile software.

**Motivație**

Protocolul IP este destinat folosirii în sisteme interconectate de rețele de calculatoare ce comunică prin schimburi de pachete de biți (o datagramă internet). Un astfel de sistem este numit "catenet“

**Scop**

Protocolul IP se limitează la a oferi funcțiile necesare transmiterii unui pachet de biți (o datagramă internet) de la o sursă la o destinație printr-un sistem de rețele interconectate.

Acest lucru se realizează “pasând” datagramele de la un modul internet la altul până ajung la destinație.

**Operare**

Protocolul IP implementează două functii de bază:

* *adresarea*
* *fragmentarea.*

Modulele internet folosesc adresa IP din antetul internet al pachetului de date transmis pentru a transmite datagramele către destinație. Selectarea unei căi pentru transmitere se numește *rutare*.

Modulele internet folosesc câmpuri din antetul internet pentru a fragmenta și reasambla datagramele când acest lucru este necesar, la transmiterea prin rețele "small packet".

Modelul de operare: există un modul internet implementat de fiecare gazdă ce participă la comunicare și de fiecare poartă ce interconectează rețele.

Aceste module au reguli comune pentru interpretarea câmpurilor de adrese și pentru fragmentarea și asamblarea datagramelor. În plus, aceste module (mai ales în cazul porților „gataway”), conțin proceduri ce permit luarea unor decizii de rutare și alte facilități.

Protocolul IP tratează fiecare datagramă ca o entitate independentă, fără legături cu alte datagrame. Nu există legături sau circuite logice (virtuale sau de altă natură).

Protocolul IP folosește patru mecanisme cheie: *Type of Service* (tipul serviciului), *Time to Live* (timpul de viață), *Options* (opțiuni) și *Header Checksum* (verificarea antetului).

1. *Type of Service* este folosit pentru a indica ce calitate are serviciul dorit și reprezintă de fapt o mulțime generalizată de parametri ce caracterizează opțiunile oferite de rețelele care formează internetul. Acest mod de a indica tipul serviciului trebuie folosit de porți pentru a selecta parametrii actuali ai transmisiei pentru o rețea anume, rețeaua folosită pentru următorul hop sau următoarea gateway, atunci când are loc rutarea unei datagrame.
2. *Time to Live* reprezintă o limită superioară pentru timpul de viață al unei datagrame. Este setat de gazda care trimite datagrama și decrementat în fiecare punct al rutei. Dacă ajunge la valoarea zero înainte ca datagrama să ajungă la destinație, datagrama este distrusă. Timpul de viață poate fi considerat un timp limită de autodistrugere.
3. *Options* oferă funcții de control necesare sau folositoare în unele situații, dar care nu sunt folosite la comunicațiile uzuale. Aceste opțiuni includ informații despre timp, securitate și rutare specială.
4. *Header Checksum* oferă facilitatea de a verifica dacă informațiile folosite la procesarea unei datagrame au fost transmise corect. Datele pot conține erori. Dacă verificarea eșuează, datagrama este ignorată de entitatea care detectează eroarea.

Protocolul IP nu oferă o facilitate de comunicare sigură. Nu există confirmare end-to-end sau hop-by-hop. Nu se face controlul erorilor pentru date, ci doar pentru antet. Nu există retransmiteri. Nu se face controlul fluxului. Erorile detectate pot fi anunțate prin protocolul ICMP (Internet Control Message Protocols) care este implementat în modulul IP.

**Descrierea funcționalității**

Gazdele şi porțile (gateways) din sistemul internet dețin module internet. Datagramele sunt rutate de la un modul internet la altul prin rețele individuale pe baza interpretării unei adrese internet. Deci, un mecanism important al protocolului IP este adresa internet. La rutarea mesajelor de la un modul internet la altul, datagramele pot traversa o rețea în care dimensiunea maximă a unui pachet este mai mică decât dimensiunea datagramei. Pentru a rezolva această problemă, protocolul IP pune la dispoziție un mecanism de fragmentare.

**Adresarea**

Se face distincție între **nume, adrese şi rute**.

Un *nume arată ce căutăm*.

O *adresă ne spune unde se găsește*.

O *rută ne arată cum putem ajunge acolo*.

Protocolul IP se ocupă în primul rând de adrese.

Protocoalele de nivel mai înalt (host-to-host sau aplicații) trebuie să facă maparea de la nume la adrese. Modulul internet mapează adrese internet la adrese de rețea locale. Procedurile de nivel scăzut (rețea locală sau gateway) realizează maparea de la adrese de rețea la rute.

Toate dresele IP au o lungime de 32 de biți și sunt împărțite în 4 părți de câte 8 biți. Aceasta modalitate de împărțire permite ca fiecare parte să aibă numere asociate de la 0 la 255. Cele patru părți sunt combinate într-o notație numită “cuadrantul punctat” (“dotted quad”), ceea ce înseamnă că fiecare valoare pe 8 biți este separată de un punct.

De exemplu, “255.255.255.255” și “147.120.3.28” sunt adrese IP și cuadrante punctuate.

Adresele IP sunt constituite din două părți: numărul de rețea si numărul mașinii gazdă din acea rețea. Folosind două părți la adresa IP, mașinile din rețele diferite pot avea același număr gazdă, dar deoarece numărul de rețea este diferit, mașinile sunt identificate în mod unic. Fără acest tip de schemă, numărul de adrese IP s-ar termina foarte repede.

Pentru o flexibilitate maximă, adresele IP sunt atribuite după mărimea utilizatorului, numite: “Clasa A”, ”Clasa B”, sau “Clasa C”. “Clasa D” şi “Clasa E” au scopuri speciale.

Există trei clase de adrese internet utilizate:

* clasa A, bitul cel mai semnificativ este 0, următorii 7 biți identifică rețeaua, iar ultimii 24 de biți reprezintă adresa locală;
* clasa B, cei mai semnificativi 2 biți sunt 1, respectiv 0, următorii 14 biți identifică rețeaua, iar ultimii 16 biți reprezintă adresa locală;
* clasa C, cei mai semnificativi 3 biți sunt 1, 1 și 0, următorii 21 de biți identifică rețeaua, iar ultimii 8 biți reprezintă adresa locală.

În tabelul următor se prezintă o sinteză a celor 5 clase cu numărul de biți care identifică rețeua, adresa locală, numărul de rețele și hosturi din fiecare clasă.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Clasa** | **Prefix** | **Primii biți** | **Interval adrese** | **Rețele/Clasa** | **Hosturi/Clasa** |
| A | /8 | 0xxx | 0.0.0.0-127.255.255.255 | 128 | 16.777.214 |
| B | /16 | 10xx | 128.0.0.0-191.255.255.255 | 16.384 | 65.534 |
| C | /24 | 110x | 192.0.0.0-223.255.255.255 | 2.097.152 | 254 |
| D | /32 | 1110 | 224.0.0.0-239.255.255.255 | 268.435.456 | 0 |
| E | nedefinit | 1111 | 240.0.0.0-255.255.255.255 | nedefinit | nedefinit |

Primul Host number conține numai caracterul 0 și împreună cu network prefix compune **adresa de baza (base network)**, iar ultimul conține numai caracterul 1 și compune **adresa broadcast (broadcast address)**, ca în exemplul următor:

* network prefix|000...000| adresa de baza a retelei
* network prefix|111...111| adresa broadcast a retelei

**Număr hosturi (computere) per rețea este 2n-2, unde n este numărul de biți pentru numărul de computere (host number).**

**Numărul de rețele per clasa este 2m, unde m = (prefix - (numărul primilor biți)).**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clasa** | **Rețele/Clasa** | **Hosturi/Clasa** |
| A | 28-1 = 128 | 224-2 = 16.777.214 |
| B | 216-2 = 16.384 | 216-2 = 65.534 |
| C | 224-3 = 2.097.152 | 28-2 = 254 |
| D | 232-4 = 268.435.456 | 0 |

Este posibil să spunem tipul clasei din care face parte o companie uitându-ne la primul număr al adresei IP.

 Datorită unui alt serviciu TCP/IP, numit Nume de Domeniu (Domain Name), nu trebuie să țineți minte toate adresele IP.

În continuare se va detalia modul în care se va identifica partea de rețea, partea de host în funcție de biții din adresa IP alocata calculatorului.

**Clasele de adrese:**

1. Clasa A:

0NNN NNNN.HHHH HHHH.HHHH HHHH.HHHH HHHH

Sunt adresele IP care au primul octet cuprins între 1 și 126. Acesată clasă de adrese IP are 128 rețele și 16.777.214 calculatoare (hosturi). Cuprinde adresele IP de la 0.0.0.0 până la 127.255.255.255.

|  |  |
| --- | --- |
| Network | Calculator (Host) |
| Octetul 1 | Octetul 2 | Octetul 3 | Octetul 4 |

1. Clasa B:

10NN NNNN.NNNN NNNN.HHHH HHHH.HHHH HHHH

Sunt adresele IP care au primul octet cuprins între 128 și 191. Are 16.324 rețele și 65.534 hosturi. Cuprinde adresele IP de la 128.0.0.0 până la 191.255.255.255.

|  |  |
| --- | --- |
| Network | Calculator (Host) |
| Octetul 1 | Octetul 2 | Octetul 3 | Octetul 4 |

1. Clasa C:

110N NNN.NNNN NNNN.NNNN NNNN.HHHH HHHH

Sunt adresele IP care au primul octet cuprins între 192 și 223. Are 2.097.152 rețele și 254 hosturi. Cuprinde adrese IP de la 192.0.0.0 până la 223.255.255.255.

|  |  |
| --- | --- |
| Network | Calculator (Host) |
| Octetul 1 | Octetul 2 | Octetul 3 | Octetul 4 |

1. Clasa D:

1110H HHHH.HHHH HHHH.HHHH HHHH.HHHH HHHH

Sunt adresele IP care au primul octet cuprins între 224 și 239. Cuprinde adresele IP de la 224.0.0.0 până la 239.255.255.255.

***Observație!*** Toate calculatoarele dintr-o rețea LAN au aceeași adresă IP pentru partea de rețea (network). Ele se diferențiază prin faptul că au altă adresă pentru partea de host.

 În figura 3.1. sunt prezentate 2 reţele locale LAN, de tip stea care sunt interconectate între ele prin router. Se observă că toate calculatoarele care aparțin unui LAN au aceeași adresă pentru partea de network: 192.158.18 pentru o rețea LAN și respectiv 192.168.5 pentru cealaltă rețea LAN. Adresele pentru host sunt diferite. Fiecare calculator conectat în rețeaua locală, are altă adresă IP.

**LAN 1**

**LAN 2**

**192.168.9.1**

**192.168.10.1**

**192.168.9.10**

**192.168.9.80**

**192.168.9.136**

**192.168.10.10**

**192.168.10.80**

**192.168.10.136**

**Network Host**

**Network Host**

**Network Host**

**Network Host**

*Fig. 3.1. Identificarea rețelei și a hostului pe baza adresei IP.*

**Masca de reţea**

Masca de reţea, permite să cunoaştem care parte din adresa IP este network şi care este partea de host. Masca de reţea se obţine făcând toţi biţii *“1”pentru partea de network* şi *toţi biţii “0” pentru partea de host*.

Masca de reţea, pentru cele 4 clase de adrese IP este:

* adrese de clasă A: 255.0.0.0
* adrese de clasă B: 255.255.0.0
* adrese de clasă C: 255.255.255.0

De exemplu, dacă avem adresa IP 192.110.15.7 și masca 255.255.255.0, înseamnă că toate calculatoarele din rețea au aceeași adresă 192.110.15.0, iar unul dintre calculatoare va avea adresa IP 192.110.15.7. Pentru fiecare calculator conectat în rețea se alocă o adresă diferită pentru partea de host.

În cazul rețelelor de tip TCP/IP de arie largă router-ele transmit pachetele de date către rețea, nu se trimite către gazda finală. După ce pachetul este distribuit rețelei destinație, rețeaua respectivă va redirecționa pachetul de date către hostul final. După cum aminteam anterior adresa IP este formată din două părți: prima parte din adresă alocată pentru rețea, iar ultima parte din adresă pentru gazdă (host).

Al doilea element configurat în cadrul acestor rețele este masca de subrețea. Masca de subrețea este utilizată de protocolul TCP/IP pentru a stabili dacă o gazdă se află pe subrețeaua locală sau într-o rețea la distanță. În rețelele de tip TCP/IP, părțile din adresa IP care sunt utilizate ca adrese de rețea și părțile din adresa IP gazdă nu sunt fixe, astfel încât adresele de rețea și gazdă de mai sus nu pot fi stabilite decât dacă aveți mai multe informații. Aceste informații sunt furnizate într-un alt număr pe 32 de biți numit “**mască de subrețea**”.

Considerăm adresa IP **192.168.123.8**, scrisă în binar de forma:

**11000000.10101000.01111011.00000100**

De exemplu, o mască de subrețea este de forma:

**255.255.255.0**

În binar masca de subrețea este:

**11111111.11111111.11111111.0000000**

Aliniind adresa IP și masca de subrețea, porțiunile de rețea și gazdă ale adresei pot fi separate:

11000000.10101000.01111011.00000100 -- IP address (192.168.123.8)

11111111.11111111.11111111.00000000 -- Subnet mask (255.255.255.0)

Rezultă:

Primii 24 de biți (numărul de cifre 1 din masca de subrețea) sunt identificați ca adresă de rețea, iar ultimii 8 biți (numărul de zerouri rămase în masca de subrețea) sunt identificați ca adresă gazdă. Acest lucru vă oferă următoarele:

11000000.10101000.01111011.00000000 -Network address(192.168.123.0)

00000000.00000000.00000000.00000100 -Host address (000.000.000.8)

Aproape toate măștile de subrețea zecimale se convertesc la numere binare care sunt formate din cifre de 1 în stânga și din zerouri în dreapta. Alte măști comune de subrețea sunt [*Internet RFC 1878 (disponibil de la InterNIC - Informații publice privind serviciile de înregistrare a numelor de domenii internet) descrie subrețelele și măștile de subrețea valabile care pot fi utilizate în rețelele TCP/IP.*]:

 Decimal Binary

 255.255.255.192 1111111.11111111.1111111.11000000

 255.255.255.224 1111111.11111111.1111111.11100000

1. Exemplu de adresă IP de clasă A

Adresă: *57.106.15.7*

Masca de reţea: **255.0.0.0**

în binar

Adresa de reţea: *0011 1001.0110 1010.0000 1111.0000 0111*

Masca de reţea: **1111 1111.0000 0000.0000 0000.0000 0000**

Adresa: 0011 1001, adică 57 este acceaşi pentru toate calculatoarele din reţeaua locală, şi se deosebesc prin faptul că au adresă diferită pentru host. Acest calculator are adresa de host 106.15.7, iar fiecare dintre calculatoarele din acea reţea locală, va avea o adresă diferită pentru host.

1. Exemplu de adresă IP de clasă B

Adresă: *57.106.15.7*

Masca de reţea: **255.255.0.0**

în binar

Adresa de reţea: *0011 1001.0110 1010.0000 1111.0000 0111*

Masca de reţea: **1111 1111.0000 1111.0000 0000.0000 0000**

1. Exemplu de adresă IP de clasă C

Adresă: *57.106.15.7*

Masca de reţea: **255.255.255.0**

 în binar

Adresa de reţea: *0011 1001.0110 1010.0000 1111.0000 0111*

Masca de reţea: **1111 1111.1111 1111.1111 1111.0000 0000**

Adresa: 57.106.15 este acceaşi pentru toate calculatoarele din reţeaua locală. În cadrul reţelei locale calculatoarele se deosebesc prin faptul că au adresă diferită pentru host. Acest calculator are adresa de host 7.

**Realizarea subreţelelor.**

Reţelele locale sunt formate dintr-un număr diferit de calculatoare, decât numărul de adrese IP a unei clase. Pentru a utiliza toate adresele IP, clasele de adrese se împart în subreţele.

**Subreţelele se realizează prin împrumutarea de biţi din câmpul host al adresei IP pentru partea de reţea.**

Exemplu

O subreţea de clasă C se poate realiza, luând un număr corespunzător de biţi din câmpul de adresă ai hostului.

De exemplu se iau 3 biţi din câmpul de adresă al hostului unei adrese de clasă C: *192.154.27*.**0**

NNNN NNNN.NNNN NNNN.NNNN NNNN.SSSH HHHH

1111 1111.1111 1111.1111 1111.1110 0000

255. 255. 255. 224

 Astfel primii 3 biţi din adresa de host sunt alocaţi părţii de reţea, iar ceilalţi sunt utilizaţi pentru hosturi. Masca de reţea devine: **255.255.255.224**

 Cu cei 3 biţi împrumutaţi de la partea de host (000) se pot realiza un număr de 6 subreţele 23 – 2 = 6 subreţele, iar din cei 5 biţi (0 000) rămaşi pentru host, se pot realiza reţele locale de 25 – 2 = 30 calculatoare.

Pentru adresa IP de clasă C: **192.154.27.0** prin împrumutarea a 3 biţi din câmpul adresei de host, s-au obţinut 6 subreţele, fiecare subreţea locală poate avea 30 de calculatoare. Adresele IP pentru aceste subreţele sunt:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S1 | 0010 0000 | 192.154.27.0 – 192.154.27.32 |
| S2  | 0100 0000 | 192.154.27.33 – 192.154.27.64 |
| S3  | 0110 0000 | 192.154.27.65 – 192.154.27.96 |
| S4  | 1000 0000 | 192.154.27.97 – 192.154.27.128 |
| S5 | 1010 0000 | 192.154.27.129 – 192.154.27.160 |
| S6  | 1100 0000 | 192.154.27.161 – 192.154.27.192 |

**Conversia din binar în zecimal**

**Sistem binar**

Sistemul de numere binare folosește numărul 2 ca bază. Ca sistem de numere de bază 2, este format doar din două numere: **0** și **1**.

Acest sistem a fost utilizat inițial în Egiprul antic, India, China în diverse scopuri. Acest sistem odată cu apariția tehnologiei digitale devenit “limba” utilizată în electronica digitală și in domeniul computerelor. Citirea unui număr binar este mai ușoară decât ne-am putea imagina. Acesta este un sistem pozițional; prin urmare, fiecare cifră dintr-un număr binar este ridicată la puterile de 2, începând de la dreapta cu 20 . În sistemul binar, fiecare cifră binară se referă la 1 biț.

**Sistemul zecimal**

Sistemul numeric zecimal este cel mai frecvent utilizat și sistemul standard în viața de zi cu zi. Utilizează numărul 10 ca bază. Prin urmare, are 10 simboluri: Numerele de la 0 la 9; și anume 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 9. Ca unul dintre cele mai vechi sisteme numerice cunoscute, sistemul numeral zecimal a fost folosit de multe civilizații antice. Dificultatea de a reprezenta un număr foarte mare în sistemul zecimal a fost depășită de sistemul numeral hindus-arab. Sistemul numeral hindus-arab oferă poziții cifrelor dintr-un număr și această metodă funcționează utilizând puteri ale bazei 10; cifrele sunt ridicate la a noua putere, în conformitate cu poziția lor.

**Cum să convertiți binarul în zecimale**

***Exemplu pentru numărul binar*** (1110)2

*Metoda: Utilizarea pozițiilor*

**Pasul 1:** Notează numărul binar.

*Rezolvare pas 1.* Notează-ți (1110)2 și determină pozițiile, anume puterile 2 din care face parte cifra.

**Pasul 2:** Începând cu cifra cea mai puțin semnificativă cifră (LSB - cea din dreapta), înmulțiți cifra cu valoarea poziției. Continuați să faceți acest lucru până când atingeți cea mai semnificativă cifră (MSB - cea din stânga).

*Rezolvare pas 2.* Reprezentați numărul în funcție de pozițiile sale. (1 \* 2 3 ) + (1 \* 2 2 ) + (1 \* 2 1 ) + (0 \* 2 0 )

**Pasul 3:** Adăugați rezultatele și veți obține echivalentul zecimal al numărului binar dat.

*Rezolvare pas 3.* (1 \* 8) + (1 \* 4) + (1 \* 2) + (0 \* 1) = 8 + 4 + 2 + 0 = 14

Prin urmare: (1110)2 = (14)10

Pentru o adresa IP utilizată în rețele de calculatoare avem următorul exemplu:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0\*27 | 1\*26 | 0\*25 | 1\*24 | 0\*23 | 1\*23 | 1\*21 | 1\*20 |
| 0+64+0+16+0+4+2+1 = 87 |

**Versiunea IP 4 (IP Version 4):** In prezent este utilizata de catre majoritatea echipamentelor legate in retele. Oricum, pe masura ce numarul calculatoarelor ce acceseaza Internetul creste, adresele IPv4 disponibile se imputineaza. IPv4 este limitat la 4.294.967.296 adrese.

**Versiunea IP 5 (IP version 5):** Acesta este un protocol experimental bazat pe sisteme UNIX. Pentru a respecta conventiile UNIX (UNIX este un sistem de operare a calculatoarelor) toate versiunile numerotate diferit sunt considerate experimentale. IPv5 nu a fost niciodata destinat publicului larg.

**Versiunea IP 6 (IP version 6):** Reprezinta inlocuirea batranului IPv4.

Numarul estimat de adrese IP unice este: ***40.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456.***