

Protocolul IPv4

Principalul protocol al nivelului rețea este protocolul IP (în prezentarea de față se va face referire doar la caracteristicile protocolului IPv4). Acesta este un protocol fără conexiune, care asigură o transmisie neafiabilă a pachetelor de date. Un astfel de protocol este caracterizat prin faptul că fiecare pachet este considerat o entitate independentă, care nu are legătură cu celelalte pachete transmise.

Adresa unică, atribuită fiecărui echipament de comunicație dintr-o rețea, se numește adresă IP având o lungime de 4 bytes sau 32 de biți. Procesul prin care se face alocarea adresei IP unui echipament din rețea se numește adresare. Fiecare pachet de date, , conține atât adresa IP a calculatorului sursă, cât și adresa IP a calculatorului destinație, astfel încât poate fi transmisă și rutată independent de celelalte pachete.

Protocolul IP este neafiabil, pentru că nu garantează că pachetele vor ajunge la destinație și nici că transmisia lor pe canalul de comunicație va fi fără erori. Totuși, pachetul IP conține o sumă de control a antetului.

Dacă antetul unui pachet IP nu este corespunzător, întreg pachetul este anulat și nu mai este transmis nivelului superior, nivel care verifică toate datele conținute de pachet. Protocolul IP este responsabil cu rutarea pachetelor în Internet și cu o posibilă fragmentare a datelor.

Fragmentarea unui pachet este făcută de un gateway atunci când pachetul este prea mare pentru a parcurge rețeaua prin care se va transmite, aceasta fiind o rețea de alt tip (Ethernet, Token Ring, FDDI, etc.). În acest caz, fragmentele rezultate sunt transmise în continuare ca pachete IP independente și sunt reasamblate la destinație, reconstituind astfel pachetul inițial. Dacă unul dintre fragmente este eronat sau pierdut, se anulează întregul pachet.

În cadrul nivelului Rețea are loc o nouă împachetare a datelor. Această împachetare constă în lipirea unui antet, noile entități de transmisie și de recepție purtând numele de pachete.

Un pachet constă dintr-un antet de 20 de octeți (plus o parte opțională cu lungime variabilă) urmat de zero sau mai mulți octeți de date - vezi figura 1.

Bit 0		Bit 15		Bit 16		Bit 31	
Versiune	Lungime antet	Tip serviciu		Lungime totală			
Identificare				Semnalizări		Deplasarea fragmentului	
Timp de viață		Protocol		Sumă de control a antetului			
Adresa IP a sursei							
Adresa IP a destinației							
Opțiuni							
DATA (de aplicații)							

Fig.1. Antetul IPv4 (primele 5 rânduri ale pachetului)

Semnificația informațiilor introduse în antet este următoarea:

- **Versiune** - 4 biți - versiunea protocolului IP utilizat. Versiunea actuală este versiunea 4, notată cu IPv4;
- **Lungime antet** - 4 biți - Lungimea antetului atașat segmentului (sau datagramei). Când a fost concepută structura unei pachet, s-a stabilit ca antetul să fie multiplu de 32 biți. Un antet are în mod normal 20 de octeți, adică 5 blocuri de câte 4 octeți. Ca urmare, acest câmp va conține, de cele mai multe ori, valoarea 5. Mai exact, valoarea acestui câmp este numărul binar 0101. Datele încapsulate în pachet urmează imediat după antet. Examinând câmpul Lungime antet se poate determina poziția la care încep datele;
- **Tip serviciu** – 8 biți (1 octet) – precizează informații referitoare la prioritatea pachetului de date. Acest câmp este împărțit la rândul său în 6 subcâmpuri care permit stabilirea priorităților pentru pachetul IP. Echipamentul de rețea, citește valorile din acest câmp, poartând lua decizii corecte pentru gestiunea datelor. Într-o rețea, sau în internet, circulă nu numai pachete de date, ci și pachete de control (informații de rutare, etc). Utilizând acest câmp se pot acorda priorități diferite pachetelor de control față de cele de date;

- **Lungime totală** – 16 biți (2 octeți) – este o valoare care specifică lungimea totală a pachetului (în octeți), incluzând și antetul. Având 16 biți, rezultă că dimensiunea teoretică maximă este de 65.535 octeți. La stabilirea acestei valori s-a ținut cont de nivelul Legăturii de Date al rețelei, nivel care încapsulează diferite pachete pentru tipuri diferite de rețele.

Fiecare tip de rețea definește o valoare pentru dimensiunea maximă a unui pachet. Aceasta valoare se numește unitate maximă de transfer a rețelei (MTU – Maximum Transfer Unit). Astfel, rețelele Ethernet au un MTU de 1500 octeți, Token Ring au unitatea maximă de transfer a rețelei de 4464 octeți.

Alte tipuri de rețea pot avea valori mult mai mici ale unității maxime de transfer a rețelei, chiar până la 128 octeți. Dacă o aplicație încearcă să transporte un pachet IP mai mare decât MTU, se produce fragmentarea datelor, la destinație urmând să se producă reasamblarea acestora;

- **Identificare** – 16 biți (2 octeți) – permite (împreună cu câmpurile de adrese și protocol), identificarea, pe parcursul reasamblării, a diferitelor fragmente ale pachetelor de către;
- **Semnalizări** – 3 biți - este un câmp de informație de control format din 3 biți (un bit nefolosit), care conține 2 indicatori:
 - o DF setat pe 1 interzice fragmentarea; DF setat pe 0 precizează că pachetul a fost fragmentat;
 - o MF setat 1 precizează că mai urmează fragmente; MF poziționat pe 0 indică ultimul fragment al pachetului;
- **Deplasarea fragmentului** – 13 biți – precizează poziția fragmentului curent în cadrul pachetului. Toate fragmentele dintr-un pachet, cu excepția ultimului, trebuie să fie un multiplu de 8 octeți - unitatea de fragmentare elementară.
 - o Din moment ce sunt prevăzuți 13 biți, există un maxim de 8192 de fragmente pe pachet, obținându-se o lungime maximă de 65536 octeți, cu unul mai mult decât câmpul lungime totală;
- **Timp de viață** – 8 biți (1 octet) - este un contor folosit pentru a limita durata de viață a pachetelor. A fost introdus pentru a împiedica pachetele să rătăcească prin Internet. La primirea pachetului, fiecare router dintre calculatorul sursă și calculatorul destinație decrementează acest câmp cu o unitate. Atunci când un pachet atinge valoarea TTL = 0 este distrus. În acest caz sursa este anunțată printr-un mesaj generat de protocolul ICMP (Internet Control Message Protocol). În concluzie este imposibil ca un pachet să circule la infinit, deoarece

după ce trece prin maximum 255 de device-uri (de exemplu routere) este distrus;

- **Protocol** – 8 biți (1 octet) - permite specificarea tipului de protocol de nivel superior (nivelul Transport) utilizat (TCP, UDP, etc);
- **Suma de control a antetului** – 16 biți (2 octeți) - verifică numai antetul. O astfel de sumă de control este utilă pentru detectarea erorilor generate de locații de memorie proaste din interiorul unui router. Suma de control pentru toate datele încapsulate este calculată de protocoalele de nivel superior care au creat datele respective. În cazul unui segment eronat, protocolul IP nu obligă calculatorul destinație să trimită calculatorului emițător (sursă) un mesaj de eroare;
- **Adresa IP a sursei** - 32 biți (4 octeți) – indică adresa logică a sursei;
- **Adresa IP a destinației** - 32 biți (4 octeți) – indică adresa logică a destinației;