

8. 1 Rutarea în rețele IP

Rutarea este procesul de determinare, comparare și selectare a căilor prin rețea către orice adresa IP destinație. De obicei funcția de rutare este încorporată în dispozitive special construite pentru acest lucru, denumite *router*. Dar poate fi suportată și de alte dispozitive sau chiar de servere cu soft de rutare corespunzător. Astfel rutarea este o funcție a unei rețele.

Rutarea se bazează pe protocoale definite astfel încât să îndeplinească funcțiile esențiale ale rutării:

- schimbul de informații despre calculatoarele gazdă și rețelele conectate local
- compararea căilor potențial redundante
- convergența către un acord asupra topologiei unei rețele

Principiile fundamentale ale rutării

Routerele pot ruta (dirija) pachete în două moduri:

1. utilizând rute statice programate în prealabil
2. calculând dinamic rutele folosind unul din protocoalele de rutare dinamică.

8. 2. Rutarea statică

Rutele statice sunt cele mai simple forme de rutare. Un router programat static redirecționează pachete spre exterior folosind porturi predefinite. Sarcina administrării rutelor rămâne în grija administratorului care va trebui să cunoască perfect topologia rețelelor pentru a programa rutele statice corect. La orice modificare a rețelei, există riscul ca unele rute programate să nu mai funcționeze, iar administratorul trebuie să intervină să reprogrameze rutele. Rutarea statică prezintă însă avantajul ca:

- drumul spre o rețea este întotdeauna același ceea ce duce la creșterea siguranței comunicației;
- resursele consumate sunt mai mici, nefiind nevoie de calcularea rutei și nici de comunicații suplimentare între routere.

Dezavantajele rutării statice:

- la orice avarie pot apărea rute nefuncționale ceea ce implică un efort continuu de programare a rutelor din partea administratorului
- la schimbarea topologiei rețelei trebuie reprogramate rutele pe toate routerele implicate în topologie

8.3. Rutarea dinamică

Există două categorii de principale de rutare dinamică:

- protocoale bazate pe vectori de distanțe (distance-vector)
- bazate pe starea legăturii (link-state)

Principala diferență între aceste categorii este modul în care ele descoperă și calculează noi rute către destinație.

8.4. Rutarea bazată pe vectori de distanțe

Acest tip de rutare se bazează pe algoritmi care lucrează cu vectori de distanțe, numiți și algoritmi Bellman-Ford. Acești algoritmi se bazează pe trimiterea periodică a propriei tabelă de rutare către vecinii din imediata apropiere. Fiecare destinatar adaugă în tabelă un vector de distanță, sau propria valoare pentru distanță și retrimite tabela în imediata vecinătate. Acest proces are loc în toate direcțiile, între toate routerele care se învecinează direct. Astfel fiecare router află informații despre celelalte routere și își formează o perspectivă cumulativă asupra distanțelor din rețea. Tabela cumulativă este folosită apoi pentru a-și actualiza propria tabelă de rutare.

Inconveniente ale rutării bazate pe vectori de distanțe:

- O defecțiune în rețea sau o altă schimbare necesită din partea routerelor un anumit timp pentru a converge către o nouă reprezentare a topologiei rețelei. În timpul procesului de convergență, rețeaua este vulnerabilă la rutări inconsistente sau chiar la rutări în buclă. Din acest motiv aceste protocoale nu sunt recomandate în rețele WAN mari și complexe.

- acești algoritmi nu țin cont de distanța fizică între noduri și nici de lățimea de bandă pentru o anumită rută. Singurul criteriu de apreciere a distanței este numărul de hopuri până la destinație

Avantaje ale protocoalelor bazate pe distanțe:

- sunt protocoale simple, ușor de configurat și de utilizat. Din acest motiv sunt utilizate în rețele mici cu puține rute redundante și prezintă cerințe stringente de performanță.

Reprezentativ pentru acest tip de protocoale este RIP (Routing Information Protocol). RIP folosește o singură funcție de distanță pentru a determina cea mai bună cale de urmat: costul.

Actualizarea rutelor

RIP trimite mesaje cu actualizarea rutelor la intervale stabilite sau când topologia de rețea se schimbă. Când un router primește o actualizare a rutelor care conține schimbări actualizează tabelele cu rute, adăugând noua schimbare. Valoarea metrică pentru calea respectivă crește cu 1. Rutele RIP mențin doar rutele cele mai bune (rutele cu cele mai mici valori metrice). După ce își actualizează propriile tabele cu rute, routerul începe imediat să transmită actualizări de rute pentru a informa celelalte routere de schimbare.

Funcție de distanță pentru RIP

RIP folosește funcție de distanță pentru a determina cea mai bună cale de urmat. Fiecarui hop într-o cale de la sursă la destinație îi este atribuit o valoare care este 1. Când un router primește o actualizare a rutelor care conține destinații noi sau schimbate routerul adaugă valoarea 1 la valorile metrice din actualizare și apoi introduce actualizarea în tabelele de rutare. Adresa IP a celui care transmite această actualizare este folosită ca următorul hop.

Formatul pachetelor RIP v1

1-octet command field	1-octet version number field	2-octet zero field	2-octet AFI field	2-octet zero field	4-octet IP address field	4-octet zero field	4-octet zero field	4-octet metric field
-----------------------------	---------------------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

Campuri: **Command** – indică dacă pachetul este o cerere sau un răspuns. Când este cerere, el cere ca un router să transmită tabelele de rutare parțial sau total.

Version number – specifică versiunea RIP folosită. Se pot evita versiuni incompatibile.

Zero – Acest câmp nu este folosit de RFC 1058 RIP.

Address Family Identifier (AFI) – Specifică adresa familiei folosite. RIP este proiectat să transporte informații de rutare pentru mai multe protocoale diferite.

Address – Specifică adresa IP.

Metric – Indică câte hopuri (routere) a traversat pachetul de la sursă la destinație. Această valoare este între 1 și 15 pentru o rută validă, sau 16 pentru o rută de negație.

Formatul pachetelor RIP v2

1-octet command field	1-octet version number field	2-octet unused field	2-octet AFI field	2-octet route tag field	4-octet network address field	4-octet subnet mask field	4-octet next hop field	4-octet metric field
-----------------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------------	--	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Specificatiile RIP 2 permit mai multă informație să fie inclusă în pachete și aduce un mecanism de identificare a partilor subrețelor de calculatoare dacă acestea sunt conectate la routere diferite.

Campuri suplimentare față de versiunea RIP v1:

Unused – Are valoarea 0.

Route tag – Include o metodă pentru a face diferență între rutele interne (învățate de RIP) și rutele externe (învățate de la alte protocoale).

IP Address – Specifică adresa IP.

Subnet mask – Conține masca de rețea. Dacă câmpul este egal cu 0 nu a fost specificată nici o masă.

Next hop – Indică adresa IP a hopului următor.

8.5. Rutarea bazată pe starea legăturilor

Acest tip de rutare se bazează pe algoritmi SPF (Shortest Path First). Acesta menține o bază de date complexă a topologiei rețelei. Acest protocol bazat pe starea legăturilor construiește și actualizează un set complet de cunoștințe despre routerele rețelei și despre modul lor de interconectare. Acest lucru se realizează prin schimburi de anunțuri de stare a legăturilor (Link-State Advertisements LSA) cu alte routere din rețea. Pentru calcularea apoi a accesibilităților destinațiilor în rețea, va fi folosit un algoritm SPF.

Inconveniente ale rutării bazate pe starea legăturilor:

- În timpul procesului de descoperire, protocoalele bazate pe starea legăturilor pot inunda mediile de transmitere ale rețelei scăzând prin aceasta semnificativ performanțele rețelei. Deteriorarea performanțelor este doar temporară dar notabilă.
- Rutarea bazată pe starea legăturilor este consumatoare de memorie și de timp procesor, ca atare este nevoie de routere bine echipate pentru a suporta acest tip de rutare.

Avantaje ale rutării bazate pe starea legăturilor:

- Se adaptează ușor la orice tip și dimensiune de rețea
- Într-o rețea bine proiectată, un astfel de protocol va trece cu bine peste orice schimbare neașteptată de topologie
- Aceste protocoale permit o mai bună scalabilitate a rețelei

Cel mai utilizat protocol bazat pe starea legăturilor este OSPF (Open Shortest Path First). OSPF a fost proiectat pentru a fi utilizat exclusiv pentru rutarea datagramelor IP. Nu este indicat în cazul în care rețeaua trebuie să suporte și alte protocoale rutabile (ex: IPX sau AppleTalk). Fiecare router OSPF menține o bază de date identică ce urmărește stările legăturilor din rețea. Pe baza acestor date sunt „calculate” deciziile de rutare. Actualizările tabelor de rutare se fac prin LSA (Link-State Advertisement) iar procesul se numește inundare (flood), dar protocolul converge foarte rapid a.î. inundarea nu duce la scăderea drastică a performanțelor rețelei.

Toate pachetele OSPF conțin un header de 24 de biți (grupate în 9 câmpuri), ca în cele ce urmează:

1	1	2	4	4	2	2	8	Data
Version number	Type	Packet length	Router ID	Area ID	Checksum	Authentication type	Authorization	Variable

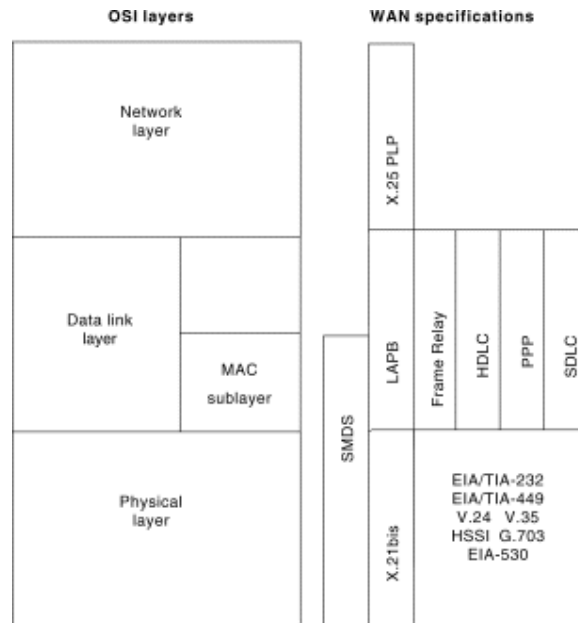
- **Version number**—Identifica versiunea de OSPF folosită
- **Type**—Identifica tipul OSPF al pachetului, după cum urmează
- **Hello**—Realizează și menține relațiile dintre vecini.
- **Database description**—Descrie conținutul bazei de date topologice. Aceste mesaje se schimbă când este inițializată adiacenta
- **Link-state request**—Cerere de părți a bazei topologice de date, de la routerele învecinate. Aceste mesaje sunt schimbate după ce un router descoperă (prin examinarea bazei de date descriptive a pachetelor) că părți ale bazei de date topologice proprii este învechită.
- **Link-state update**—Răspunde la un pachet cu stările legăturilor. Aceste mesaje sunt de asemenea folosite pentru dispersarea regulată a avertismentelor. Mai multe avertismente pot fi incluse într-un singur pachet.
- **Link-state acknowledgment**—Autorizează pachetele de update link - state.
- **Packet length**—Specifică lungimea în biți a pachetului, incluzând și header-ul OSPF.
- **Router ID**—Identifica sursa pachetului.
- **Area ID**—Identifica zona din care provine pachetul. Toate pachetele OSPF aparțin unei singure zone.
- **Checksum**—Verifică conținutul pachetului pentru detectarea eventualelor erori.
- **Authentication type**—Conține tipul de autentificare. Toate schimbările în protocolul OSPF sunt autentificate.
- **Authentication**—Conține informațiile de autentificare.
- **Data**—Conține pachetul de date care trebuie transmis.

8.6. Convergența într-o rețea IP

Ori de câte ori se produce o schimbare în topologia rețelei, toate routerele din rețea trebuie să-și formeze o nouă reprezentare a topologiei rețelei. Acest proces are loc și în colaborare și independent, routerele trebuie să calculeze independent efectele schimbărilor de topologie asupra propriilor rute. Routerele trebuie să cadă de acord în mod comun asupra noii topologii, independent și din perspective diferite, se spune că ele *converge* spre acest consens.

9.1 Retele WAN

Un WAN este o retea de comunicatii ce acopera o arie geografica relativ extinsa si care foloseste des facilitate oferite de distribuitorii de servicii de interconectare comuni, cum ar fi companii de telefoane. Tehnologiile WAN in general functioneaza pe cele 3 nivele inferioare ale modelului OSI: nivelul fizic, nivelul legaturii de date si nivelul de retea. Figura urmatoare ilustreaza relatiile dintre tehnologiile WAN comune si modelul OSI.

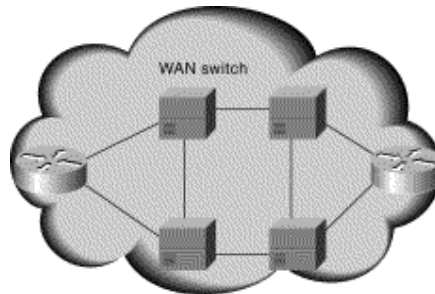


9.2 Dispozitive WAN

WAN-urile folosesc numeroase tipuri de dispozitive care sunt specifice mediilor WAN, switchuri WAN, servere de acces, modemuri CSU/DSU si terminale ISDN sunt amintite in urmatoarele sectiuni. Alte dispozitive gasite in mediile WAN si care sunt folosite in implementarile WAN includ routere, switchuri ATM si multiplexoare.

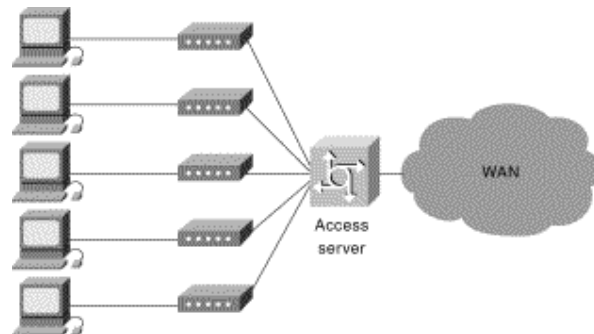
Switch-uri WAN

Un switch WAN este un dispozitiv multiport intre retele folosit in retelele purtatoare de semnal. Aceste dispozitive lucreaza asupra Frame Relay X.25 si SMDS si opereaza asupra nivelului legaturii de date din modelul de referinta OSI. Figura urmatoare ilustreaza 2 routere la terminalele unui WAN care sunt conectate prin switchuri WAN.



Servere de acces

Un server de acces este un punct de concentrare pentru conexiuni dial-in si dial-up. Figura urmatoare ilustreaza un server de acces care concentreaza dial-out intr-un WAN.



Modem

Este un dispozitiv care interpreteaza semnale digitale si analogice, care permit datelor sa fie transmise prin liniile telefonice. La sursa, aceste semnale analogice sunt returnate la forma lor digitala. Figura urmatoare ilustreaza o conexiune modem-la-modem printr-un WAN.

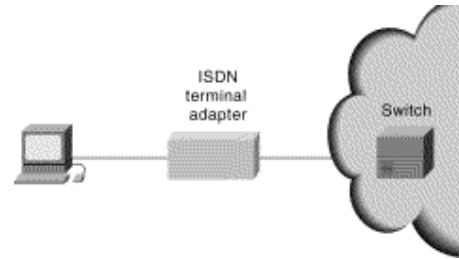


CSU/DSU

Adaptorul terminal ISDN

Un adaptor terminal ISDN este un dispozitiv care este folosit pentru a conecta interfata unui

BRI (Basic Rate Interface) altor interfețe, cum ar fi EIA/TIA de pe un router. Un adaptor terminal este esențial un modem ISDN, deși este numit adaptor terminal deoarece nu convertește semnale analogice în semnale digitale. Figura următoare ilustrează plasarea unui adaptor terminal într-un mediu ISDN.



9.3 Tehnologii folosite în rețele WAN

Există mai multe tehnologii folosite în rețele WAN, care vor fi prezentate în continuare:

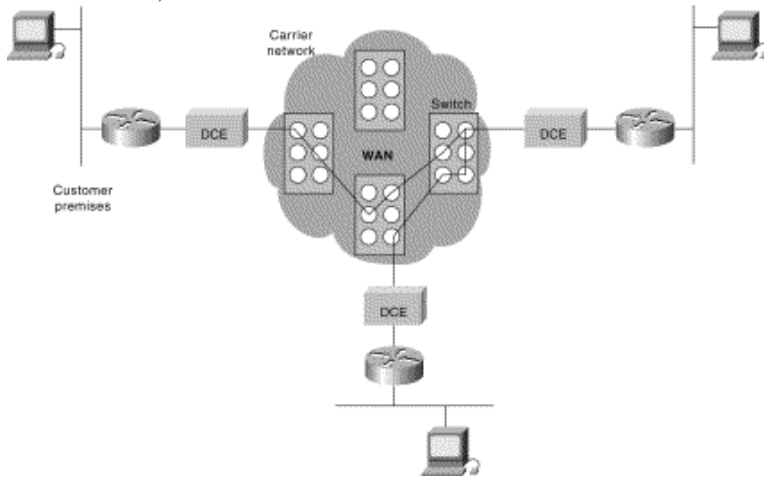
Legături point-to-point

O legătură point-to-point asigură o singură legătură WAN prestabilită de la client printr-o rețea purtătoare, cum ar fi o companie telefonică, către o rețea. Liniile point-to-point sunt de obicei luate de la un purtător de semnal și în general se numesc linii închiriate. Aceste circuite sunt evaluate pe baza lățimii de bandă cerute și pe baza distanței dintre cele 2 puncte conectate. Legăturile point-to-point sunt în general mai scumpe decât serviciile sharuite de tip Frame Relay. Figura următoare ilustrează o legătură tipică point-to-point într-un WAN.



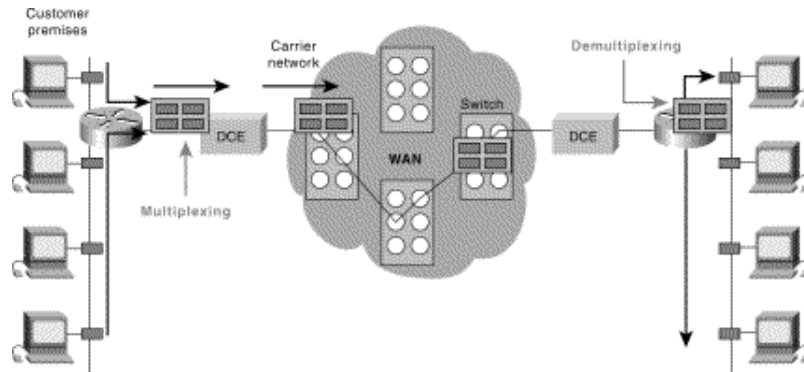
Circuit switching (Comutarea de circuite)

Comutarea de circuite permite conexiuni de date care pot fi inițiate când este nevoie și terminate când comunicarea a luat sfârșit. Aceasta funcționează mai mult ca o linie telefonică normală pentru comunicații prin voce. Integrated Services Digital Network (ISDN) este un bun exemplu pentru circuit switching. Când un router are date pentru un site remote, circuitul switch este inițiat cu numărul circuitului din rețeaua remote. În cazul circuitelor ISDN, dispozitivul de fapt plasează un apel către un număr de telefon din circuitul ISDN remote. Când cele 2 rețele sunt conectate și autentificate, apelul poate fi terminat. Figura următoare ilustrează un exemplu al acestui tip de circuit.



Comutarea de pachete (Packet switching)

Packet switching este o tehnologie WAN în care utilizatorii își împart resurse comune de semnal purtător. Deoarece asta permite semnalului purtător să aibă utilizare mai eficientă a propriei infrastructuri, costul pe client este în general mult mai bun decât la liniile point-to-point. Într-o setare de packet switching,



reseaua are conexiuni in reseaua purtatoare de semnal si multi clienti impart reseaua purtatoare de semnal.

Frame relay este un exemplu de tehnologie comutare de pachete. Retelele care folosesc comutarea de pachete permit statiilor de sfarsit(end station) sa imparta in mod dinamic reseaua si latimea de banda disponibila. In cadru tehnologiei comutare de pachete sunt folosite doua metode: pachete de lungime variabila si multiplexarea statistica

Pachetele de lungime variabila sunt folosite pentru un transfer de data efficient si adaptabil. Aceste pachete sunt comutate intre diferite segmente ale retelei pana cand ajunge la destinatie.

Tehnicile de multiplexare statistica controleaza accesul la retea, in retelele comutare de pachete. Avantajul acestei tehnici este o folosire de banda mai eficienta si mai flexibila a latimii de banda.

Circuite Virtuale

Transmisia pe cadre asigura o comunicare orientata a datelor la nivel de legatura. Aceasta inseamna ca exista o comunicare definita intre fiecare pereche de dispozitive si aceste conexiuni sunt asociate cu un identificator de conexiune. Acest serviciu este implementat folosind circuite virtuale Frame Relay. Un circuit virtual este o conexiune logica creata intre doua DTE-uri dintr-o retea cu transmisie pe cadre si comutare de pachete (PSN-pachet-switched network).

Circuitele Virtuale asigura o cale de comunicare bidirectionala de la un dispozitiv DTE la altul si sunt identificate in mod unic de un identificator de conexiune, DLCI- data-link connection identifier. Un numar de astfel de circuite poate fi multiplexat intr-un singur circuit fizic pentru transmisia de-a lungul retelei. Aceasta proprietate reduce echipamentul necesar conectarii mai multor dispozitive DTE si implicit complexitatea retelei.

Un circuit virtual(conexiune logica) poate trece prin orice numar de dispozitive intermediare DCE(switch-uri) dintr-o retea PSN cu transmisie pe cadre.

Aceste dispozitive se impart in doua categorii: SVC – circuite virtuale comutate si PVC – circuite virtuale permanente

SVC (Circuite Virtuale Comutate)

SVC(switched virtual circuits) sunt conexiuni temporare folosite in situatii care necesita transfer sporadic de date intre dispozitive DTE in retele cu F.R. O sesiune de comunicare de-a lungul unui SVC consta in patru operatii:

- Call setup(setarea apelului) – conexiunea logica(circuit virtual) dintre dispozitivele DTE este stabilita
- Data transfer – data este transmisa intre dispozitivele DTE cu ajutorul circuitului virtual
- Idle(asteptare) – conexiunea dintre dispozitivele DTE este activa, dar nu se transmit date. Daca un SVC ramane in starea idle o perioada determinata de timp, transferul poate fi terminat.
- Call termination(terminarea apelului) – circuitul virtual dintre dispozitivele DTE este terminat.

Dupa ce conexiunea logica este terminata, dispozitivele DTE trebuie sa stabileasca un nou SVC daca exista un transfer additional de date. SVC-urile vor fi stabilite, mentinute si terminate folosind aceleasi protocoale de semnalizare ca in ISDN. Putini fabricanti de dispozitive DCE suporta conexiuni cu circuite virtuale comutabile. Deci, folosirea lor este minimala in retelele cu trasmitie pe cadre actuale. SVC-urile incep sa fie folosite din ce in ce mai des deoarece companiile si-au dat seama ca acestea aduc bani deoarece circuitul nu este deschis tot timpul.

Circuite virtuale permanente(PVC)

PVC-urile sunt conexiuni permanente folosite pentru transferuri de date frecvente si consistente intre dispozitive DTE de-a lungul unei retele Frame Relay. PVC-ul foloseste intotdeauna urmatoarele doua stari operationale:

- Data transfer – data este transmisa intre dispozitivele DTE de-a lungul unui circuit virtual
- Idle- conexiunea dintre dispozitivele DTE este activa, dar nu se transmite nimic. Spre deosebire de SVC, PVC-ul nu se termina niciodata in starea idle.

Dispozitivele DTE pot incepe transferul oricand deoarece circuitul rste stabilit.