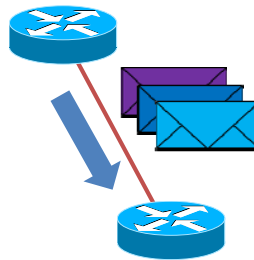


Capitolul 2: Rutare statică

Ce este un ruter și pentru ce îl folosim?

- Ruter
 - Este un sistem hardware care conectează două sau mai multe rețele
- Utilizare
 - Determinarea unei căi optime pe care un pachet poate ajunge la destinație
 - Trimiterea pachetelor către destinație
 - Interconectarea rețelelor



În viața de zi cu zi trimiterea unui pachet către un destinatar se bazează pe anumite servicii, fie ele poștale sau de curierat. De cele mai multe ori se cunoaște doar unde este localizat pachetul și unde trebuie să ajungă. De optimizarea timpului de trimitere și de găsirea drumului optim se ocupă serviciul de curierat. În cazul rețelelor, de aceste optimizări se ocupă ruterele. Acestea iau decizia bazată pe informațiile adunate în tabela de rutare.

Destinația pachetelor de date este reprezentată de informațiile de la nivelul 3 și anume de adresa IP a destinatarului. Ruterul caută în tabela de rutare și după ce a identificat ruta optimă pe care va fi trimis pachetul îl transmite pe interfața asociată acesteia. În drumul său spre destinație pachetul poate să parcurgă mai multe rețele conectate între ele prin echipamente de nivel 3, fiecare având rolul să decapsuleze pachetul pentru a afla adresa IP destinație și de a-l trimite mai departe.

Conectori

▪ WAN

- port DB 60 suportă 5 standarde de cablare:
 - EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, V.35, X.21 și EIA/TIA-530



▪ LAN

- conector RJ-45 pentru UTP
- pinii 1, 2, 3 și 6 se folosesc pentru transmitere/recepție la unele tehnologii FastEthernet
- tipuri de cabluri: straight-through și crossover



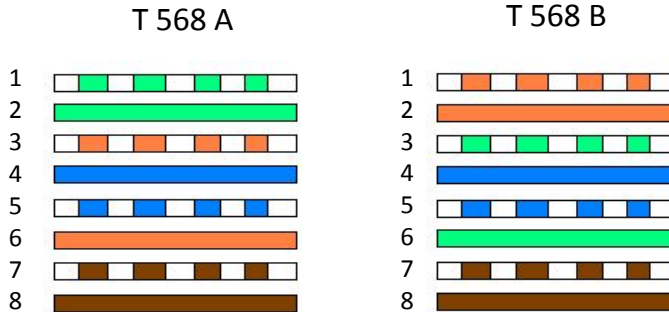
Ruterele Cisco suportă standardele EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, V.35, X.21, EIA/TIA-530 pentru conectarea porturilor seriale. Acestea sunt comune atât pentru porturile DB-60 cât și pentru implementările mai moderne și mai rapide ale porturilor seriale. Pentru că suportă 5 tipuri de cabluri, DB-60 mai este numit și port 5-în-1.

Cablurile UTP cu conector RJ-45 sunt de două tipuri: straight-through și crossover. Pentru o cât mai ușoară înțelegere a modului în care conectăm echipamentele se pot împărți în două categorii:

- Rutere, PC-uri, server, laptop
- Switch-uri și hub-uri

Cablurile crossover sunt folosite pentru a conecta echipamente din aceeași categorie. Echipamentele din categorii diferite sunt interconectate cu cabluri straight-through.

Coduri de culori la UTP



Standardele T568A și T568B reprezintă două moduri în care pot fi ordonate firele la o terminație a cablului. În SUA se folosește mai mult standardul T568A, iar în Europa, T568B.

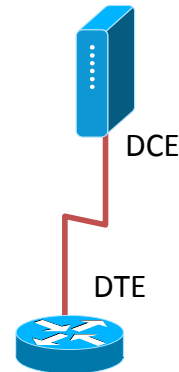
Cablul straight-through are ambele capete sertizate conform aceluiași standard (T568A – T568A sau T568B – T568B), fiecare pin de la un capăt comunicând direct cu pinul corespunzător de la celălalt capăt.

Cablul crossover poate fi privit ca având un capăt sertizat după standardul T568A și celălalt după standardul T568B. Pinul 1 de la un capăt va corespunde pinului 3 de la celălalt capăt iar pinul 2 pinului 6. Datele transmise pe perechea TX (transmisie) de la un capăt vor ajunge pe pinii RX (recepție) la conectorul opus. Acest lucru oferă posibilitatea conectării directe a două calculatoare (rutere, servere etc.).

Un alt tip de cablu este cel rollover, care folosește un standard proprietar Cisco fiind utilizat pentru a conecta portul Ethernet al unui PC la portul de consolă a unui echipament de rețea compatibil.

Conectarea interfeței seriale

- Ruterul este DTE
- Modemul sau CSU/DSU este DCE
- DCE asigură semnalul de ceas



Capetele unei legături seriale sunt diferite în funcție de tipul de echipament la care este conectat (DTE sau DCE). În practică tipul legăturii seriale este impus de echipamentele WAN ale ISP-ului. În general ruterul este DTE și echipamentul de la furnizorul de servicii (modemul) este DCE. Pentru lucrările de laborator se pot folosi două rutere, unul dintre acesta furnizând semnalul de ceas.

DTE este abrevierea de la Data Terminal Equipment și este dispozitivul care primește semnalul de ceas și ajustează modul de transmisie în funcție de acesta.

DCE este prescurtarea de la Data Communications Equipment și este echipamentul care oferă semnalul de ceas celui cu care este conectat.

Sincronizarea vitezelor de transmisie dintre capetele circuitului se realizează prin definirea unei valori „clock rate”, ce reprezintă numărul de cicluri pe secundă într-un circuit sincron.

CDP



- Cisco Discovery Protocol
 - proprietar Cisco
 - trimite CDP advertisements echipamentelor direct conectate
 - operează la Nivelul 2
- Cu ajutorul său, un ruter află informații despre vecini:
 - tipul de echipament (Ruter, Switch)
 - interfețele ruterelor cu care este conectat
 - interfețele sale folosite pentru conexiunile cu vecinii
 - modelul echipamentelor vecine

CDP este una dintre cele mai puternice unelte puse la dispoziția unui administrator de rețea de către Cisco. Acesta este folosit pentru monitorizarea și depanarea rețelelor.

Periodic, dispozitivele din rețea trimit vecinilor lor mesaje care conțin informații proprii, cum ar fi: tipul de dispozitiv (router, switch etc.), modelul dispozitivului sau interfața prin care se conectează cu vecinul. În funcție de sistemul de operare de pe un echipament și de tipul acestuia, CDP mai poate trimite informații despre hostname, versiunea de IOS, IP etc. Aceste mesaje se numesc CDP advertisements.

Este important de reținut faptul că CDP lucrează numai la Nivelul 2. În funcție de nivelul la care ne raportăm, conceptul de vecin diferă. Astfel:

- La Nivelul 3, două dispozitive sunt vecine dacă au aceeași adresă de rețea
- La Nivelul 2, două dispozitive sunt vecine dacă sunt direct conectate

Cum operează CDP

- Pornește automat după ce ruterul bootează
- Furnizează o serie de informații (hardware și software) despre vecinii echipamentului care folosește CDP:
 - identificatorii echipamentelor (numele)
 - identificatorii porturilor (locale și remote)
 - lista capabilităților (tipul de echipament)
 - platforma hardware

Comezile **show cdp neighbors** și **show cdp neighbors detail** oferă informații detaliate despre dispozitivele direct conectate. Acestea includ: hostname-ul, numele interfeței conectate, numele interfeței la care se conectează, modelul dispozitivului și altele. CDP arată, de asemenea, adresa IP a dispozitivului vecin, chiar dacă un **ping** către dispozitivul respectiv nu are succes. Având în vedere faptul că, în multe situații, IP-ul unui dispozitiv este un lucru necesar pentru a începe o sesiune de telnet, CDP poate fi folosit cu succes pentru desenarea topologiei logice a unei rețele.

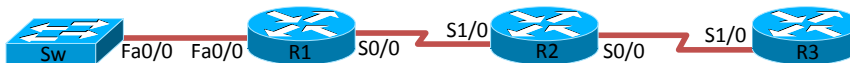
Pe de altă parte, informațiile oferite de CDP pot reprezenta o vulnerabilitate pentru o rețea. De aceea, este indicat, în unele situații, să se oprească protocolul CDP. Acest lucru se face cu ajutorul comenzii **no cdp run**, în modul global pentru întregul dispozitiv, sau pe o singură interfață prin comanda **no cdp enable**.

Exemplu CDP

```
R1#show cdp neighbors
```

```
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge  
S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater
```

Device ID	Local Intrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID
R2	Ser 0/0	129	R S I	3640	Ser 1/0
Sw	Fas 0/0	133	S I	WS-2950	Fas 0/0



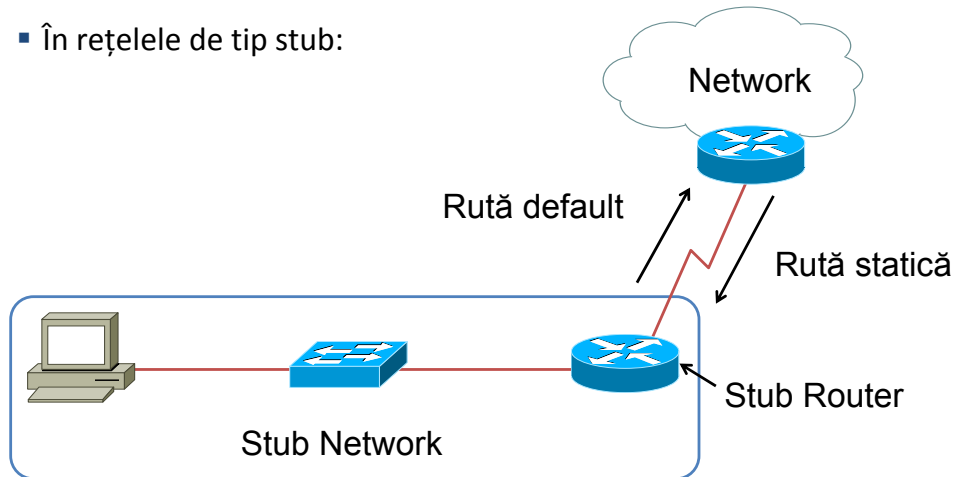
Output-ul comenzii **show cdp neighbors** oferă informații despre:

- Device ID: hostname-ul device-ului vecin
- Local interface: interfața locală la care este conectat dispozitivul vecin
- Holdtime: intervalul de timp în care ruterul va ignora update-urile primite despre o rețea care a devenit inaccesibilă
- Capability: tipul dispozitivului
- Platform: modelul dispozitivului
- Port ID: interfața vecinului la care este conectat echipamentul

Dacă între R1 și R2 ar exista un hub, acesta nu ar fi detectat de protocolul CDP.

Rol rute statice

- În rețelele de tip stub:



O rețea stub este o rețea care poate fi accesată doar printr-o singură rută. Astfel, în exemplu, dacă host-ul vrea să acceseze o destinație din afara rețelei sale, singurul mod de a face acest lucru este prin ruta R1-R2. De asemenea, dacă un host din afara rețelei stub vrea să acceseze un dispozitiv din interiorul rețelei, va putea face acest lucru numai prin intermediul rutei R2-R1.

În astfel de situații, folosirea unui protocol de rutare între cele două rutere ar fi redundant, deoarece există un singur mod prin care R1 poate trimite pachete în afara rețelei stub. Așadar, se va configura câte o rută statică pe fiecare ruter: o rută statică implicită din rețeaua stub spre ruterul vecin, iar apoi o rută statică de pe ruterul vecin spre rețeaua stub.

Principii de rutare



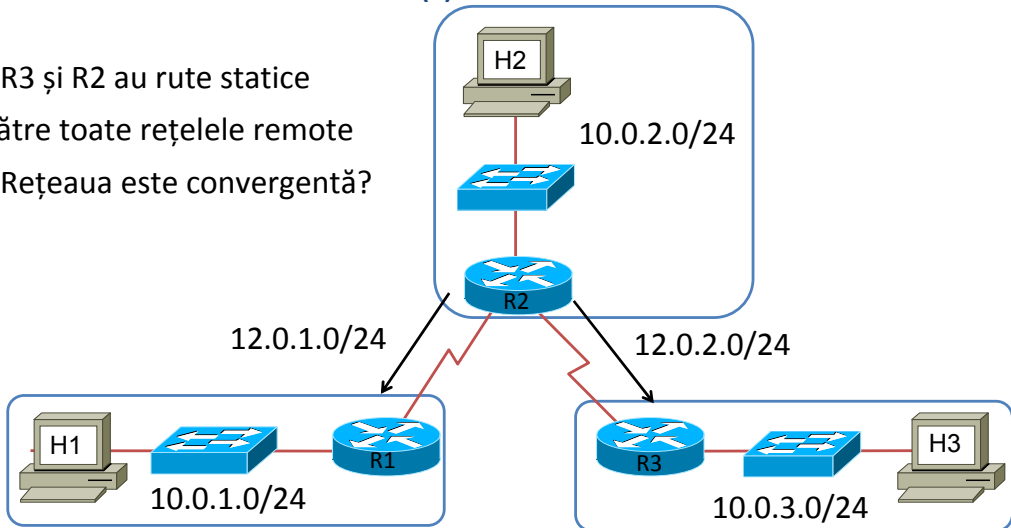
- Fiecare ruter ia deciziile de rutare independent, bazându-se pe informațiile aflate în tabela sa de rutare
- Dacă un ruter are anumite informații în tabela de rutare nu înseamnă că alte rutere au aceeași informație
- Informațiile de rutare despre o cale nu trebuie să fie aceleași pentru calea de întoarcere

Presupunând că un ruter R1 conține în tabela sa de rutare o serie de rute spre diverse destinații, orice decizie de transmitere a pachetelor va fi luată pe baza informațiilor deținute. R1 nu consultă tabelele de rutare ale vecinilor și nici nu cunoaște dacă ruterul la care va trimite pachetul are configurată o rută către destinație. În caz că adresa IP destinație a unui pachet face parte dintr-o rețea existentă în tabela de rutare, R1 va cunoaște doar către ce echipament vecin să trimită mai departe pachetul și eventual distanța până la destinație.

Dacă pachetul trimis trece printr-un ruter intermediar R2 pentru a ajunge la destinație, nu se garantează faptul că R2 va folosi aceeași cale de întoarcere prin R1. Există și posibilitatea ca R2 să nu cunoască nici o rută de întoarcere către expeditor. De aceea, este rolul administratorului de rețea să se asigure că toate destinațiile sunt accesibile.

Aplicarea principiilor (1)

- R3 și R2 au rute statice către toate rețelele remote
- Rețeaua este convergentă?



Dacă H2 trimite un pachet către H1, acesta va ajunge la destinație deoarece R2 are configurate rute statice către toate rețelele remote.

Pachetul va ajunge la R1 care, fiind direct conectat cu H1, va ști să îl transmită. Totuși, dacă H1 vrea să îi răspundă lui H2, pachetul va fi aruncat fiindcă R1 nu are o rută configurată către rețeaua lui H2.

Se respectă așadar principiile de rutare: dacă R2 și R3 au rute configurate către toate rețelele remote, nu înseamnă că R1 știe despre acestea. Astfel, dacă R2 are o rută către rețeaua lui R1 nu înseamnă că R1 va ști să transmită un răspuns către R2. Aceeași problemă este valabilă și în cazul comunicației între dispozitivele H2 și H3.

În concluzie, nu există conectivitate între oricare două puncte ale rețelei, rețeaua nefiind convergentă. Soluția optimă pentru rezolvarea problemei de conectivitate este configurarea unei rute statice pe ruterele R1 și R3 cu destinația 10.0.2.0/24 sau a unei rute implicite spre ruterul R2.

Aplicarea principiilor (2)

- Tabelele de rutare corespunzătoare topologiei

```
R1#show ip route
***output omitted***
10.0.1.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      10.0.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      12.0.1.0 is directly connected, Serial1/0
```

```
R2#show ip route
***output omitted***
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S      10.0.1.0 is directly connected, Serial1/0
C      10.0.2.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S      10.0.3.0 is directly connected, Serial1/1
12.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      12.0.1.0 is directly connected, Serial1/0
C      12.0.2.0 is directly connected, Serial1/0
```

Vizualizarea rutelor configurate se face prin afișarea conținutului tabelii de rutare. Astfel, comanda **show ip route** oferă multiple informații despre rutele existente:

- tipul rutei, identificat printr-un caracter, de exemplu caracterul S înseamnă rută statică, iar caracterul C înseamnă rețea direct conectată; orice alt caracter alfabetic diferit de S sau C semnifică protocolul de rutare dinamic prin care ruta a fost introdusă în tabela de rutare
- adresele rețelelor din tabela de rutare împreună cu masca de rețea folosită; masca de rețea va fi afișată în dreptul rețelei classul părinte sau în dreptul fiecărei rute
- tipul interfeței de ieșire sau adresa IP a următorului hop; în unele cazuri, vor fi afișate ambele elemente (atât interfața de ieșire cât și adresa IP a următorului hop)

Aplicarea principiilor (3)



```
R3#show ip route
***output omitted***
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    10.0.1.0 is directly connected, Serial1/0
S    10.0.2.0 is directly connected, Serial1/0
C    10.0.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
12.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    12.0.1.0 is directly connected, Serial1/0
C    12.0.2.0 is directly connected, Serial1/0
```

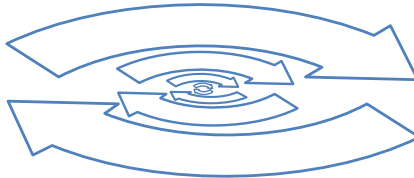
Din output-ul comenzii **show ip route**, introdusă pe ruterele R2 și R3, se observă faptul că acestea au configurate rute către toate rețelele din topologie, spre deosebire de R1 care cunoaște numai rețelele direct conectate cu acesta.

În momentul în care R1 trebuie să trimită un pachet drept răspuns la conexiunea inițializată cu ruterul R2, adresa IP destinație va face parte din rețeaua 10.0.2.0/24. Analizând tabela de rutare a ruterului R1, se observă că nu există nici o rută definită către această rețea. În absența configurării unei rute implicite, pachetul va fi ignorat, deci nu există conectivitate între rețeaua 10.0.1.0/24 și alte rețele remote.

Căutare recursivă în tabela de rutare

- Procesul are loc doar la instalarea rutei în tabela de rutare

Ruta statică este specificată prin următorul hop



Se caută următorul hop în tabela de rutare

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    10.0.1.0 [1/0] via 10.0.0.2
```

Pentru ca un pachet să fie trimis mai departe de către un ruter, acesta trebuie, mai întâi, să găsească o cale a cărei adresă de rețea să corespundă adresei IP destinație a pachetului. Dacă un ruter primește un pachet destinat unei rețele care nu este direct conectată, acesta va căuta în tabela de rutare rețeaua destinație, iar apoi interfața pe care trebuie să trimită pachetul. Când ruterul trebuie să desfășoare mai multe căutări în tabela de rutare înainte să trimită un pachet, efectuează un proces cunoscut sub numele de căutare recursivă.

Eliminarea procesului de căutare recursivă se poate face prin definirea unei rute statice prin interfața de ieșire către destinație. Astfel, pentru descoperirea căii pe care un ruter trebuie să trimită un anumit pachet se va realiza doar o singură căutare în tabelă. În cazul definirii unei rute cu adresa IP a următorului hop, ruterul va mai realiza o căutare în tabelă pentru a descoperi interfața de ieșire atașată acestuia.

Interfață de ieșire căzută

- Ruta statică este ștersă din tabela de rutare dacă interfața de ieșire pentru aceasta nu funcționează

```
RT: interface FastEthernet0/0 removed from routing table
RT: del 10.0.0.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: delete subnet route to 10.0.0.0/24
RT: del 10.0.1.0/24 via 10.0.0.2, static metric [1/0]
RT: delete subnet route to 10.0.1.0/24
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to administratively down
```

Se poate întâmpla, din diverse motive, ca o interfață să devină inutilizabilă. În acest caz, rutele statice care aveau ca interfață de ieșire pe cea căzută vor fi șterse din tabela de rutare. Pentru instalarea și menținerea unei rute în tabela de rutare trebuie să existe în prealabil o configurație IP pentru cel puțin o interfață activă.

Procesul de ștergere a unei rute statice se poate urmări cu ajutorul comenzii **debug ip routing**. Se observă faptul că toate rutele care aveau ca interfață de ieșire pe cea căzută sunt șterse din tabela de rutare. Aceste rute vor fi reinsertate în tabela de rutare doar dacă interfața va redeveni funcționabilă.

O rută poate fi configurată în așa fel încât să aibă asociată o interfață de ieșire, indiferent dacă rețeaua este direct conectată sau nu. Acest lucru micșorează timpul de căutare a căii destinație în tabela de rutare.

Rute statice

- Un router care decide să trimită pachete la următorul hop precizat într-o rută statică trebuie să seteze adresa MAC destinație a pachetului



În situația în care între două rutere există o conexiune de tip Ethernet, cadrul unui pachet va include câmpuri pentru adresarea MAC.

Când un router trebuie să trimită un pachet pe o interfață Ethernet, el va căuta adresa MAC corespunzătoare IP-ului destinație sau a ruterului „next-hop” în tabela sa ARP. Dacă nu este găsită nici o corespondență, routerul va trimite un ARP request pe interfața Ethernet. Acest request este, de fapt, un broadcast care cere adresa MAC a dispozitivului destinație sau a „next-hop”-ului. Răspunsul va fi un pachet de tip ARP reply ce conține adresa MAC căutată, informație ce va fi introdusă în tabela ARP a dispozitivului care a solicitat request-ul. Pachetul este apoi încapsulat, folosind adresa MAC obținută, și trimis mai departe.

Rețelele seriale (point-to-point) conțin numai două dispozitive legate între ele, deci nu vor avea nevoie de o adresă de nivel 2 în momentul în care se trimite un pachet pe o interfață serială.

Ruta default



- Adăugând o rută default pachetele nu vor mai fi aruncate
 - orice pachet face match pe ruta default

- Când se folosește?
 - când nici o altă rută nu decide rutarea unui pachet
 - când un ruter are un singur punct de ieșire spre restul rețelei (stub router)

La primirea unui pachet, un ruter va compara adresa destinație cu adresele pe care le conține în tabela de rutare, verificând astfel dacă aceasta face parte din cadrul unei rețele cunoscute. Pachetul va fi trimis pe ruta cea mai specifică. De exemplu, dacă un pachet are destinația 192.168.0.3 și ajunge la un ruter care are în tabela sa de rutare rețelele: 192.168.0.0/24 și 192.168.0.0/16, pachetul va fi trimis spre prima rețea, deoarece 24 de biți se potrivesc cu adresa destinație, în comparație cu 16 biți în cazul celei de-a doua rețele.

O rută default este o rută care se potrivește oricărei destinații. Astfel, în momentul în care nici o rută din tabela de rutare nu se potrivește cu adresa destinație, pachetul va fi trimis pe ruta default în loc să fie aruncat. De asemenea, ruta default poate fi folosită și în cazul unei rețele de tip „stub”, deoarece orice pachet va fi trimis pe o singură cale de ieșire.

Comanda show interfaces

- Verificarea configurării interfețelor
 - **#show interfaces [tip_interfață număr_interfață]**

```
R1#show interfaces fastEthernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is AmdFE, address is cc00.140c.0000 (bia cc00.140c.0000)
  Internet address is 10.0.0.1/24

R1#show interface serial 1/0
Serial1/0 is administratively down, line protocol is down
```

Comanda **show interfaces** oferă informații detaliate despre starea interfețelor existente pe un ruter. Comanda poate fi introdusă fără parametri suplimentari, caz în care va afișa, sub forma unei liste, detalii despre toate interfețele instalate pe echipament, sau se poate specifica denumirea unei interfețe ca argument pentru un output mai specific. În primul rând, comanda va verifica dacă interfața este activă și dacă protocolul de nivel 2 funcționează. În output se mai afișează și adresa IP asociată interfeței, adresa MAC și modelul fizic al acesteia.

Pentru un output mai succint și mai bine organizat se poate folosi comanda **show ip interface brief**. Informațiile afișate astfel reprezintă o modalitate utilă pentru verificarea funcționalității interfețelor și corectitudinii configurării adreselor IP.

Comanda show interfaces (2)

- Probleme Layer1

- cablu deconectat

```
R1#show interface serial 1/0  
Serial1/0 is down, line protocol is down
```

- Probleme Layer2

- interfața serială nu primește semnal de ceas

```
R1#show interface serial 1/0  
Serial1/0 is up, line protocol is down
```

Comanda **show interfaces** poate fi folosită cu succes pentru depanarea problemelor de conectivitate dintr-o rețea, datorate unei interfețe inactive sau unor inconsistențe în configurarea IP-urilor.

Dacă în output este specificat că interfața este „down” atât la nivel de linie, cât și la nivel de protocol, înseamnă fie că un cablu este deconectat sau defect, fie că interfața dispozitivului de la celălalt capăt al legăturii este în modul „shutdown”.

În cazul în care output-ul indică doar protocolul de linie ca fiind „down”, acest lucru reprezintă o problema la nivelul 2, de exemplu faptul că nu a fost setată valoarea clock-rate-ul pentru sincronizarea interfețelor seriale HDLC.

Examinarea interfețelor seriale

- Verificarea DCE/DTE
 - **#show controllers [tip_interfață număr_interfață]**

```
R1#show controllers serial 1/0
M4T: show controller:
PAS unit 0, subunit 0, f/w version 1-45, rev ID 0x2800001, version 1
idb = 0x64090F0C, ds = 0x64091FD4, ssb=0x64092390
Clock mux=0x0, ucmd_ctrl=0x0, port_status=0x7B
Serial config=0x8, line config=0x200
maxdgram=1608, bufpool=78Kb, 120 particles
  DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
line state: down
cable type : V.11 (X.21) DCE cable, received clockrate 2015232
```

Conexiunile seriale sunt realizate considerând un capăt al legăturii de tip DCE (Data Communications Equipment) și celălalt capăt de tip DTE (Data Terminal Equipment). Interfețele seriale Cisco sunt, în mod normal, DTE, dar pot fi configurate pentru a se comporta ca DCE.

Pentru a configura interfața unui ruter ca DCE se conectează capătul DCE al cablului la interfață, pe care apoi se va stabili o valoare numerică pentru clockrate.

În general, conectorii cablurilor seriale sunt marcați vizual ca fiind de tip DCE sau DTE. Un alt mod de a deosebi cele două modele este faptul că DTE are conector de tip „male”, iar cel DCE, de tip „female”.

Comanda folosită pentru a vizualiza dacă un capăt al unei conexiunii seriale este de tip DTE sau DCE este **show controllers** menționând ca parametru identificatorul interfeței respective.

Configurarea interfețelor seriale



- Configurarea parametrului `clock-rate` pe interfețele seriale
 - interfețele seriale necesită configurarea vitezei de comunicație (clockrate), pentru a putea funcționa
 - echipamentul care dă tactul de ceas trebuie să fie DCE
 - `(config-if)#clock rate <valoare>`

Configurarea parametrului `clock-rate`, adică a vitezei de transmisie a datelor pentru sincronizarea echipamentelor de la cele două capete ale legăturii seriale va avea efect numai în cazul interfețelor de tip DCE. Dacă se setează o valoare pentru `clock-rate` pe interfața DTE, sistemul de operare va ignora comanda introdusă.

Valorile numerice care pot fi atribuite `clock-rate`-ului (în biți pe secundă) sunt: 1.200, 2.400, 9.600, 19.200, 38.400, 56.000, 64.000, 72.000, 125.000, 148.000, 500.000, 800.000, 1.000.000, 1.300.000, 2.000.000, 4.000.000 sau 8.000.000. Nu este necesară reținerea valorilor exacte a ceasului, deoarece în cadrul configurării acesteia, poate fi introdusă orice valoare non standard între 300 și 8.000.000, iar sistemul de operare va ajusta numărul introdus la cea mai apropiată valoare suportată de către echipamentul hardware. În mod implicit, o interfață DCE nu are configurat semnalul de ceas, acest lucru fiind semnalat prin starea „down” a protocolului de linie.

Troubleshooting



- Verificarea introducerii rutelor în tabela de rutare
 - **#debug ip routing**

```
R1#debug ip routing
IP routing debugging is on
R1#configure terminal
R1(config)#interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)#shutdown
RT: interface FastEthernet0/0 removed from routing table
RT: delete subnet route to 10.0.0.0/24
RT: NET-RED 10.0.0.0/24
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to
administratively down
R1(config-if)#no shutdown
RT: interface FastEthernet0/0 added to routing table
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state
to up
```

Spre deosebire de comanda **show**, comanda **debug** este folosită pentru monitorizarea operațiilor efectuate de ruter în timp real. Comanda **debug ip routing** urmărește fiecare schimbare făcută de ruter, în procesul de rutare.

Astfel, dacă o interfață din rețea devine inactivă, **debug ip routing** va arăta faptul că orice rută care folosea interfața de ieșire respectivă a fost ștersă. De asemenea, comanda va afișa și fiecare interfață/rută nou adăugată în tabela de rutare.

Procesele **debug** consumă o mare parte din procesor atunci când sunt activate. De aceea este recomandat să fie folosite numai la depanarea rețelelor și să se păstreze un număr cât mai mic de procese **debug** pornite, dezactivându-se cele care nu sunt necesare.

Pentru a închide toate procesele **debug** activate se folosește comanda **no debug all**, sau comanda cu același efect, **undebug all**.

Comenzi CDP

▪ Afișarea vecinilor

```
R1#show cdp neighbors
```

```
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge  
                  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater
```

Device ID	Local Infrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID
R2	Ser 1/0	129	R S I	3640	Ser 1/0
R2	Fas 0/0	178	R S I	3640	Eth 0/0

▪ Afișarea informațiilor de Layer3 și a capabilităților vecinilor

```
R1#show cdp neighbors detail
```

```
-----  
Device ID: R2  
Entry address(es):  
  IP address: 10.0.0.2  
Platform: Cisco 3640, Capabilities: Router Switch IGMP  
Interface: Serial1/0, Port ID (outgoing port): Serial1/0  
Holdtime : 160 sec  
  
Version :  
Cisco IOS Software, 3600 Software (C3640-JS-M), Version 12.4(12)
```

CDP reprezintă o unealtă puternică pentru monitorizare și depanare care lucrează la nivelul 2 al stivei OSI (nivelul legătură de date). Cu ajutorul CDP se pot descoperi și monitoriza vecinii de nivel 2 ai unui dispozitiv de rețea. Așadar, nu este necesară configurarea unei adrese IP pe interfețe, protocolul CDP funcționând atâta timp cât interfețele nu se află în modul „administratively down”.

Comanda **show cdp neighbors** va afișa informații despre vecinii de nivel 2 ai echipamentului în formatul: numele dispozitivului vecin, interfața conectată către vecin, timpul, în secunde, până la expirarea informației învățate prin mesaje de tip cdp advertisements, tipul dispozitivului, modelul și interfața vecinului la care se conectează echipamentul.

Comanda **show cdp neighbors detail** va returna și informații de nivel mai înalt, de exemplu adresa IP sau versiunea sistemului de operare existent.

Comenzi CDP (2)

- Pornirea protocolului pe interfață
 - `(config-if)#cdp enable`
- Pornirea protocolului din modul global
 - `(config)#cdp run`
- Oprirea protocolului pe interfață
 - `(config-if)#no cdp enable`
- Oprirea protocolului din modul global
 - `(config)#no cdp run`

Protocolul CDP poate fi pornit atât pentru o singură interfață cât și pentru întregul echipament. Pentru pornirea sa numai pe o interfață, din modul **configure interface** se va folosi comanda **cdp enable**. Pentru a porni CDP pe tot dispozitivul, în modul global de configurare se tastează comanda **cdp run**.

Având în vedere faptul că informațiile furnizate de CDP se pot dovedi o vulnerabilitate față de siguranța rețelei, protocolul poate fi oprit, pe o interfață sau la nivel global, pe întregul dispozitiv. Pentru a opri CDP pe o interfață se va folosi **no cdp enable** în modul de configurare al interfeței dorite iar pentru a opri CDP în totalitate, se utilizează comanda **no cdp run** din modul global de configurare.

CDP trimite implicit informații despre dispozitivul local pe toate interfețele și poate fi folosit la explorarea unei rețele nedocumentate, permițând detectarea echipamentelor și conexiunilor dintre acestea.

Configurarea rutelor statice

- Sintaxa comenzii **ip route**
 - (config)#**ip route adresă-rețea subnet-mask {adresă-ip | interfață-de-ieșire}**
- Configurarea rutei statice default
 - (config)#**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {adresă-ip | interfață-de-ieșire}**
- Nu se pune doar interfața de ieșire în cazul rețelelor multi-acces, trebuie obligatoriu next-hop

Pentru a adăuga o rețea remote în tabela de rutare a unui ruter în mod static, se va folosi comanda **ip route**. Aceasta va primi ca parametri adresa rețelei remote, masca ei de rețea, și adresa ip a ruter-ului „next-hop” sau interfața de ieșire.

Se poate verifica adăugarea noii rute prin activarea procesului **debug** sau prin folosirea comenzii **show ip route** după adăugarea rutei.

În cazul unei rețele „stub” este recomandată configurarea unei rute default deoarece pachetele pot ieși din rețea doar pe o singură cale. Ruta default va avea adresa de rețea 0.0.0.0 și masca /0.

În cazul rețelelor multi-access se va configura adresa IP a următorului hop deoarece doar prin configurarea interfeței de ieșire ruterul nu va avea suficiente informații pentru a determina dispozitivul „next-hop”. Așadar, fără a cunoaște ip-ul „next-hop-ului”, ruterul nu va ști ce adresă MAC destinație să încapsuleze în cadrul Ethernet de nivel 2.

Rute statice cu interfețe Ethernet

- Rețeaua Ethernet este multi-acces
 - nu se poate specifica doar interfața de ieșire pentru că pot exista mai multe destinații pe aceeași interfață
 - trebuie să se specifice next-hop
- Configurarea rutei

```
R1(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 fastEthernet 0/0 10.0.0.2
```

- Afișarea rutei

```
S      10.0.1.0 [1/0] via 10.0.0.2, FastEthernet0/0
```

Spre deosebire de o rețea point-to-point, cu interfețe seriale, care include doar două device-uri (cele două rutere conectate între ele), o rețea Ethernet poate conține, pe lângă rutere, și alte dispozitive (switch-uri, host-uri), ceea ce înseamnă că rețeaua Ethernet este o rețea multi-acces. În aceste condiții, trebuie ca rutele statice către rețelele remote să fie făcute prin adresa IP „next-hop”. Pentru o bună funcționare a rutelor statice configurate, se recomandă specificarea ambelor căi de ieșire pentru o anumită rută (interfață de ieșire și adresă IP „next-hop”).

Comanda **ip route** va include la parametri adresa rețelei remote, masca acesteia, interfața pe care se trimite pachetul către rețea și IP-ul interfeței. Specificarea interfeței este opțională. În cazul în care nu este specificată interfața, ruterul va căuta rețeaua următorului hop în tabela de rutare și va folosi interfața direct conectată la acesta.

Rutele statice în tabela de rutare

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 is directly connected, Serial1/0
S    172.16.1.0 is directly connected, Serial1/0
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    10.0.1.0 [1/0] via 10.0.0.2
12.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    12.0.0.0 is directly connected, Serial1/0
S*  0.0.0.0/0 is directly connected, Serial1/0
```

Tabela de rutare se vizualizează cu ajutorul comenzii **show ip route**, care produce afișarea tuturor rutelor existente, fie ele direct conectate, învățate în mod static sau prin protocoale de rutare.

Output-ul generat include tipul rutei, adresa rețelei accesibile prin ruta menționată, tipul conexiunii, interfața pe care se realizează conexiunea și, dacă este cazul, metrica. Tipul unei rute existente în tabelă este specificat prin prezența unui caracter alfabetic în dreptul fiecărei rute. Astfel, o rută statică este indicată de caracterul „S” a cărui semnificație este prezentată în legenda afișată în prima parte a output-ului comenzii introduse.

În cazul configurării unei rute statice default, aceasta va fi indicată de caracterul „S” urmat de caracterul „*” la începutul liniei pe care este afișată, dar și de prezența mesajului **Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0**.

Modificarea unei rute statice

- Nu se poate modifica o rută statică deja creată
 - se va șterge și se va crea o alta

```
R1(config)#no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 1/0  
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.0.1
```

Odată creată o rută statică, singurul mod în care i se pot aduce modificări este ștergerea și recrearea acesteia. Pentru a șterge o rută statică se folosește aceeași comandă prin care a fost adăugată, precedată de negația **no**. Se va crea, apoi, o nouă rută statică specificând modificările dorite.

Verificarea configurării corecte a rutelor se poate face prin două metode: afișarea fișierului de configurare „running-config” sau vizualizarea tabelii de rutare. Comanda introdusă pentru setarea unei rute statice va fi prezentă în running-config chiar dacă ea nu apare în tabela de rutare (posibil din cauză că interfața atașată ruterului nu este activă, sau nu are configurată în prealabil o adresă IP).

Rute statice sumarizate

- Se sumarizează, acolo unde este posibil, pentru a avea tabele de rutare cu mai puține intrări
 - rutele nesumarizate trebuie șterse

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 Serial0/0/1
```



```
ip route 172.16.0.0 255.255.252.0 Serial0/0/1
```

Conceptul de sumarizare a fost introdus pentru a ajuta la micșorarea tabelelor de rutare, eficientizând astfel procesul de dirijare a pachetelor. Acest concept constă în reducerea mai multor rețele mici la o rețea mai mare, păstrând astfel o singură rețea echivalentă în tabela de rutare. Este important de reținut faptul că sumarizarea se face doar pentru acele rute care au asociată aceeași interfață de ieșire sau aceeași adresă IP „next-hop”.

Procesul de sumarizare se face conform următoarelor reguli:

- Se scriu adresele de rețea în binar
- Se numără biții comuni de la stânga la dreapta
- Masca noii rețele va reprezenta numărul de biți comunii între rețelele inițiale
- Rețeaua rezultată reprezintă rețeaua sumarizată a rutelor inițiale

Troubleshooting pentru rute statice

- Afișarea tabelii de rutare
 - **show ip route**
- Afișarea statusului interfețelor de pe router
 - **show ip interface brief**
- Verificarea conectivității Layer2 cu vecinii
 - **show cdp neighbors detail**
- Testarea accesului între sursă și destinație
 - **ping**
- Testarea traseului de la sursă la destinație
 - **tracert**

Există multe probleme care pot apărea într-o rețea, de la căderea unei interfețe până la o comandă greșit introdusă de administrator. În aceste cazuri conectivitatea rețelei poate fi ușor compromisă. Rolul administratorului de rețea este să rezolve astfel de potențiale situații apărute. În acest scop există mai multe unelte care pot ajuta la depanarea rețelei:

- **show ip route** – oferă informații detaliate despre starea interfețelor și a rutelor active din tabela de rutare
- **show ip interface brief** – afișează sumar starea interfețelor
- **show cdp neighbours detail** – oferă informații detaliate despre toate dispozitivele direct conectate cu echipamentul local
- **ping** - testează conectivitatea dintre două dispozitive
- **tracert** – identifică locația unde se poate bloca un pachet între sursă și destinație, afișând adresele parcurse de pachet

Mesaje de logging

- Mesaje privind schimbări în configurație, erori, alerte, etc.
- Sincronizarea afișării logurilor cu promptul
 - `(config-line)#logging synchronous`

```
R1(config)#interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)#shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to
                    administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0,
                    changed state to down
R1(config-if)#
```

De multe ori, sistemul de operare afișează diverse mesaje informative fără a fi solicitate de administrator (schimbarea descrierii unei interfețe generează un mesaj). Aceste mesaje pot crea unui administrator de rețea posibile dificultăți de vizualizare în momentul introducerii diferitelor comenzi de configurare. Deși aceste mesaje nu afectează comenzile utilizatorului în nici un fel, ele pot fi derutante, lucru pentru care se obișnuiește să se separe mesajele sistemului de operare de comanda care este scrisă. Acest lucru se realizează automat după introducerea comenzii **logging synchronous** în modul **config-line** accesat prin comanda **line console 0**.

Rezumat

- Conectori
- DTE/DCE
- CDP
- Rute statice
- Principii de rutare
- Ruta default
- Căutare recursivă în tabela de rutare
- Sumarizare de rute

1. Care sunt pinii folosiți pentru transmisia/recepția datelor în cazul unui cablu UTP FastEthernet?
2. Ce tip de cablu este folosit pentru conectarea la portul de consolă al unui ruter?
3. Cum se numește echipamentul care setează semnalul de ceas într-o comunicație serială?
4. Care este comanda folosită pentru a vizualiza adresa IP a unui dispozitiv direct conectat?
5. Care este soluția optimă de a asigura conectivitate între echipamentele dintr-o rețea stub și alte rețele remote?
6. Prin ce metode se poate elimina procesul de căutare recursivă ?