# Lucrare de laborator nr. 5

# Tema: Rețele locale virtuale

## Obiectivul lucrării

Să învețe:

- să împartă rețeaua în rețele locale virtuale (**VLAN)**;
- să aloce porturile switch-ului către VLAN-urile dorite;
- să configureze **trunchiuri** între dispozitive;
- să organizeze conexiunea între VLAN-uri prin **router-on-a-stick**;
- verifica funcționarea rețelei cu ajutorul comenzilor de diagnosticare.

## VLAN

Tehnologia VLAN, sau Virtual Local Area Network, reprezintă un mecanism de segmentare logică a rețelei comutate, în care aceeași infrastructură fizică este împărțită în mai multe domenii de difuzare independente. În terminologia Cisco, VLAN este considerată o rețea logică, formată pe criterii funcționale, organizaționale sau de aplicație, și nu pe baza amplasării fizice a nodurilor. O astfel de divizare permite combinarea dispozitivelor într-o singură rețea chiar și atunci când acestea sunt conectate la switch-uri diferite și amplasate în părți diferite ale infrastructurii. IEEE încadrează astfel de mecanisme în domeniul VLAN-aware bridging, adică în transmiterea controlată a cadrelor în rețelele de tip bridge, ținând cont de apartenența la o rețea locală virtuală.

Din punct de vedere ingineresc, VLAN îndeplinește trei funcții cheie. În primul rând, limitează răspândirea traficului de difuzare în limitele unui singur domeniu logic, ceea ce reduce încărcarea inutilă asupra mediului comutat. În al doilea rând, VLAN-ul întărește izolarea rețelei, deoarece stațiile din VLAN-uri diferite nu fac schimb de cadre direct la nivelul al doilea al modelului OSI. În al treilea rând, VLAN-ul simplifică exploatarea rețelei: schimbarea apartenenței logice a unui nod se realizează programatic, prin reasignarea portului, fără comutare fizică. În documentația oficială Cisco se subliniază faptul că fiecare VLAN funcționează ca un domeniu de difuzare separat, iar comunicarea între diferite VLAN-uri necesită participarea unui dispozitiv de nivel trei.

Practic, aceasta înseamnă că portul switch-ului, alocat unei anumite VLAN, transmite traficul utilizatorului doar în cadrul acestei rețele virtuale. În schema clasică, portul de acces este asociat cu o singură VLAN și este utilizat pentru conectarea unui dispozitiv terminal, în timp ce VLAN-ul în sine corespunde de obicei unei subrețele IP separate. Această corespondență nu este obligatorie prin natura tehnologiei, însă în majoritatea scenariilor de instruire și de exploatare, o singură VLAN este proiectată ca un singur segment logic de nivel doi și o singură subrețea de nivel trei.

Principalele motive pentru utilizarea VLAN:

- separarea utilizatorilor pe departamente sau funcții;
- reducerea traficului de difuzare;
- creșterea securității;
- simplificarea administrării rețelei.

De exemplu, se pot crea:

- VLAN 10 — contabilitate;
- VLAN 20 — vânzări;
- VLAN 30 — departamentul IT.

Astfel, dispozitivele din cadrul aceluiași VLAN vor putea schimba cadre direct la nivelul switch-ului, iar dispozitivele din VLAN-uri diferite nu se vor vedea reciproc fără rutare.

# Trunk

Dacă VLAN-ul nu există pe un singur comutator, ci este distribuit între mai multe dispozitive, apare necesitatea de a transmite traficul mai multor rețele virtuale pe o singură conexiune fizică. În acest scop se utilizează conexiunea trunk. În documentația Cisco, trunk este definit ca o legătură punct-la-punct, prin care se transmite traficul mai multor VLAN-uri simultan. Cu alte cuvinte, trunk-ul nu aparține unui singur VLAN de utilizator, ci servește ca canal de transport pentru un set de VLAN-uri între switch-uri sau între un switch și un router.

Tehnologia standard de identificare a VLAN-urilor pe canalul trunk este IEEE 802.1Q. Acest standard prevede inserarea într-un cadru Ethernet a unei etichete suplimentare de patru octeți, care conține informații despre apartenența cadrului la un anumit VLAN; după inserarea etichetei, dispozitivul recalculează secvența de control a cadrului, iar la partea de recepție eticheta este eliminată, după care cadrul este direcționat către VLAN-ul corespunzător. IEEE 802.1Q, conform descrierii standardului IEEE, stabilește principiile generale de funcționare a rețelelor de tip bridge și a VLAN Bridges, iar Cisco detaliază mecanismul aplicativ de etichetare a cadrelor pe porturile trunk.

Conceptul de VLAN nativ merită o atenție specială. În implementarea clasică a standardului 802.1Q, traficul VLAN nativ este transmis pe conexiunea trunk fără etichetă, în timp ce cadrele celorlalte VLAN sunt etichetate. Cisco precizează că un port trunk poate accepta atât trafic marcat, cât și nemarcat, iar cadrele nemarcate sunt interpretate implicit ca aparținând VLAN-ului nativ. Din acest motiv, la ambele capete ale conexiunii trunk, VLAN-ul nativ trebuie să coincidă; neconcordanța acestuia este considerată o eroare tipică de configurare, care poate duce la livrarea incorectă a traficului și la scăderea securității.

## De ce este nevoie de un trunk

Dacă este necesară transmiterea datelor mai multor VLAN-uri între două switch-uri, nu se poate trage un cablu separat pentru fiecare VLAN.
În schimb, se utilizează un singur canal trunk.

De exemplu:

- pe primul comutator există VLAN 10 și VLAN 20;
- pe al doilea există, de asemenea, VLAN 10 și VLAN 20.

Pentru ca traficul acestor VLAN-uri să treacă între switch-uri, portul dintre ele este configurat ca trunk.

## Access și Trunk: diferența

**Portul de acces**:

- aparține unui singur VLAN;
- este utilizat de obicei pentru conectarea dispozitivelor finale: PC-uri, imprimante etc.

**Port trunk**:

- transmite traficul mai multor VLAN-uri;
- este utilizat de obicei între switch-uri sau între un switch și un router.

# Router-on-a-Stick

Deoarece VLAN creează izolare la nivelul al doilea, dispozitivele din diferite VLAN nu pot face schimb de date fără rutare. Una dintre metodele clasice de organizare a conexiunii inter-VLAN este schema numită în practica de învățământ și de exploatare router-on-a-stick. Esența acesteia constă în faptul că între switch și router se utilizează un singur canal fizic în modul trunk, iar routerul efectuează rutarea între mai multe VLAN-uri printr-un set de subinterfețe asociate cu o singură interfață fizică. Cisco descrie în mod explicit această arhitectură în documentația oficială privind rutarea inter-VLAN cu un router extern și rutarea prin IEEE 802.1Q: routerul extern funcționează prin trunchiul 802.1Q și utilizează subinterfețe pentru a deservi diferite VLAN-uri.

La nivelul modelului de configurare, fiecare subinterfață primește propriul identificator VLAN prin comanda encapsulation dot1q vlan-id și propria adresă IP, care devine gateway-ul implicit pentru nodurile din VLAN-ul respectiv. Astfel, un singur port fizic al routerului se transformă logic în mai multe interfețe de nivel trei. Cisco indică faptul că IP routing over IEEE 802.1Q extinde capacitățile de rutare astfel încât routerul să poată procesa cadre din diferite VLAN-uri, reprezentate ca subinterfețe separate pe o singură legătură.

Din punct de vedere funcțional, router-on-a-stick este convenabil în standurile de instruire și în rețelele mici, deoarece permite realizarea rutării inter-VLAN fără un comutator de nivel trei. Cu toate acestea, această schemă are o limitare arhitecturală evidentă: întregul schimb inter-VLAN trece printr-un singur canal fizic și o singură interfață de rutare. Prin urmare, odată cu creșterea intensității traficului, o astfel de abordare devine mai puțin eficientă în comparație cu utilizarea unui switch multilayer, unde rutarea se efectuează direct în interiorul platformei de comutare. Principiul necesității rutării între VLAN și separarea

logică a traficului este consemnat oficial în documentația Cisco privind VLAN și rutarea inter-VLAN

## De ce este nevoie de Router-on-a-Stick

Un comutator de nivel doi poate transmite date în cadrul aceluiași VLAN, dar nu poate rutează traficul între diferite VLAN-uri.
Prin urmare, dacă este necesar ca:

- VLAN 10 să comunice cu VLAN 20,
- VLAN 20 să comunice cu VLAN 30,

este necesar un router sau un comutator de nivel 3.

Dacă se utilizează un router obișnuit cu o singură interfață fizică, se aplică schema **Router-on-a-Stick**.

## Principiul de funcționare

1. Portul switch-ului care duce la router este configurat ca **trunk**.
2. Pe router, o singură interfață fizică este împărțită în mai multe **subinterfețe**.
3. Fiecare subinterfață deservește propria VLAN.
4. Pe fiecare subinterfață se setează o adresă IP, care devine gateway-ul pentru VLAN-ul corespunzător.

Exemplu:

- G0/0.10 → VLAN 10 → 192.168.10.1
- G0/0.20 → VLAN 20 → 192.168.20.1
- G0/0.30 → VLAN 30 → 192.168.30.1

## Cum funcționează acest lucru în practică

Dacă un PC din VLAN 10 dorește să trimită un pachet către VLAN 20:

- pachetul merge la gateway-ul VLAN 10;
- gateway-ul este subinterfața routerului pentru VLAN 10;
- routerul primește pachetul, analizează adresa IP de destinație;
- după care îl retransmite prin subinterfața VLAN 20;
- switch-ul livrează pachetul în VLAN 20 dorit.

Adică routerul efectuează rutarea inter-VLAN printr-o singură legătură fizică.

În sens științific și tehnic, VLAN-ul trebuie considerat ca un mecanism de descompunere logică a rețelei de nivel doi în domenii de difuzare independente. Trunk-ul este o formă de transport a mai multor VLAN-uri printr-o singură conexiune fizică, utilizând etichetarea conform IEEE 802.1Q. Router-on-a-stick, la rândul său, reprezintă o modalitate specifică de

implementare a rutării inter-VLAN, în care o singură interfață fizică a routerului este împărțită în subinterfețe, fiecare dintre acestea deservind o VLAN separată. Împreună, aceste trei concepte formează un lanț arhitectural secvențial: mai întâi rețeaua este segmentată, apoi segmentele sunt transferate între dispozitive, după care, dacă este necesar, se organizează o interacțiune rutabilă între ele.

Materialul se bazează pe documentele oficiale Cisco și IEEE privind VLAN, 802.1Q trunking și inter-VLAN routing

## Sarcina lucrării de laborator

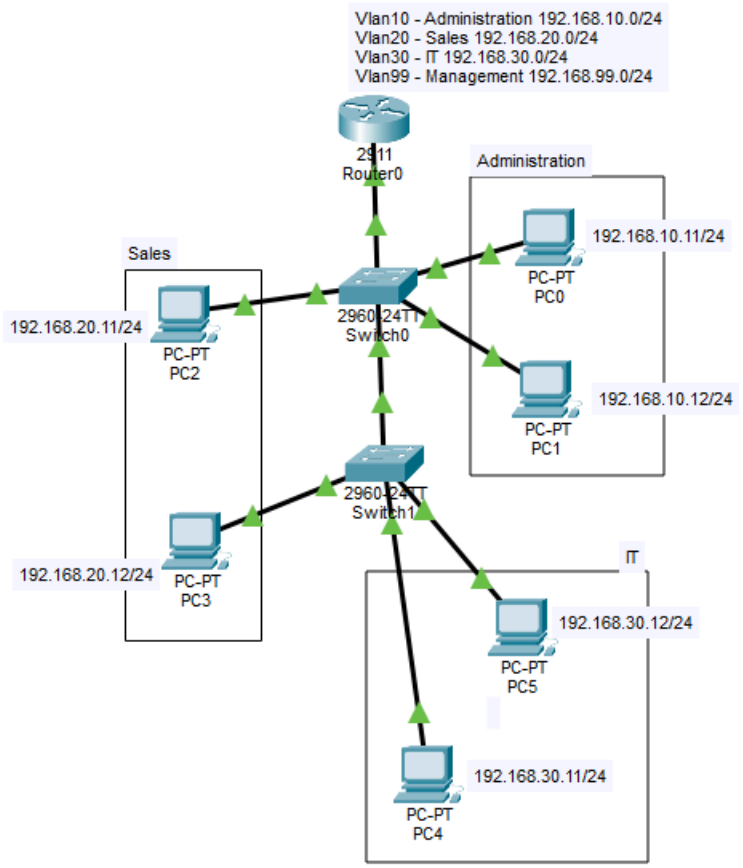
Trebuie să construiți rețeaua unei organizații mici formată din trei departamente:

- **VLAN 10 — Administrație**
- **VLAN 20 — Vânzări**
- **VLAN 30 — IT**
- **VLAN 99 — Management** (VLAN de serviciu)

Pentru realizarea sarcinii date, este necesar să se utilizeze următoarele echipamente în Packet Tracer

- 1 router Cisco 2911
- 2 switch-uri Cisco 2960
- 6 PC-uri

## Topologie




# Planul de adresare

Pentru a-și îndeplini sarcina, fiecare student preia următoarele date pentru realizarea lucrării respective  X - numărul său de ordine pe lista grupului

### VLAN 10 — Administrare

- Rețea: `192.168.X+5.0/24`

### VLAN 20 — Vânzări

- Rețea: `192.168.X+15.0/24`

### VLAN 30 — IT

- Rețea: `192.168.X+25.0/24`

### VLAN 99 — Management

- Rețea: `192.168.X+50.0/24`

`Setăm gateway-ul ca prima adresă IP disponibilă a rețelei`

## Adresele IP ale computerelor

| Nume | IP | Gateway implicit |
|---|---|---|
| PC1 | 192.168.X+5.X+4 | |
| PC2 | 192.168.X+5.X+8 | |
| PC3 | 192.168.X+15.X+4 | |
| PC4 | 192.168.X+15.X+8 | |
| PC5 | 192.168.X+25.X+2 | |
| PC6 | 192.168.X+25.X+4 | |

## Porturi de conectare

| Dispozitiv 1 | port | Dispozitiv 2 | port |
|---|---|---|---|
| R1 | G0/0 | S1 | F0/24 |
| S1 | F0/23 | S2 | F0/23 |
| PC1 | Ethernet | S1 | F0/1 |
| PC2 | Ethernet | S1 | F0/2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PC3 | Ethernet | S1 | F0/3 |
| PC4 | Ethernet | S2 | F0/1 |
| PC5 | Ethernet | S2 | F0/2 |
| PC6 | Ethernet | S2 | F0/3 |

# Obiective

## Pasul 1

Asamblați topologia prezentată conform tabelului de conectare a porturilor

## Pasul 2

Creați VLAN pe ambele switch-uri conform planului de adresare

## Pasul 3

Alocați porturile de acces și trunk pe ambele routere

## Pasul 4

Ridicați trunchiul la router și configurați routerul conform schemei Route-on-a-Stick

## Pasul 5

Configurați adresele IP și Default Gateway pe toate computerele în conformitate cu planul de adresare

## Pasul 6

Verificați disponibilitatea rețelei cu ajutorul comenzilor ping. Verificați rutele pachetelor cu ajutorul comenzii tracert între dispozitivele din același VLAN și din VLAN-uri diferite

# Comenzi necesare

| comandă | acțiune |
|---|---|
| show vlan brief | afișează un rezumat succint privind VLAN-urile de pe switch: numerele VLAN, numele, starea și porturile de acces alocate |
| show interfaces trunk | afișează interfețele trunk și parametrii acestora, inclusiv porturile trunk active și informații despre VLAN-urile transmise |

| | |
|---|---|
| show ip interface brief | afișează un tabel succint al interfețelor cu adresele IP și starea lor curentă |
| encapsulation dot1Q | activează încapsularea 802.1Q pe subinterfață și o asociază cu VLAN-ul specificat pentru rutarea între VLAN-uri |
| switchport mode trunk | trece interfața în modul trunk, astfel încât traficul mai multor VLAN-uri să fie transmis pe un singur canal fizic |
| switchport trunk allowed | stabilește lista de VLAN-uri cărora li se permite să treacă prin portul trunk respectiv |
| switchport mode access | comută interfața în modul permanent de acces, adică în modul de port non-trunk pentru o singură rețea VLAN |
| switchport access | alocă portul de acces unui VLAN specific |
| interface range | permite accesul simultan în modul de configurare a mai multor interfețe și aplicarea unei configurații identice asupra acestora |

## Întrebări de verificare

1. Ce este VLAN și la ce servește?
2. Prin ce se deosebește portul de acces de portul trunk?
3. La ce servește protocolul 802.1Q?
4. De ce dispozitivele din VLAN-uri diferite nu fac schimb de date fără rutare?
5. Ce este Router-on-a-Stick?
6. De ce este necesar VLAN-ul de management?