

Dizajniranje računalne mreže edukacijskih institucija

Biškup, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:603577>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported](#) / [Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Nikola Biškup

**DIZAJNIRANJE RAČUNALNE MREŽE
EDUKACIJSKIH INSTITUCIJA
ZAVRŠNI RAD**

Varaždin, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Nikola Biškup

Matični broj: Z-46074

Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju

DIZAJNIRANJE RAČUNALNE MREŽE EDUKACIJSKIH
INSTITUCIJA
ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Magdalenić Ivan

Varaždin, rujan 2021.

Nikola Biškup

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Tema završnog rada je dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije, koje će biti prikazano na laboratorijskom primjeru. Ujedno će biti opisane računalne mreže, te njihova svrha i upotreba. Rad je podijeljen na pet poglavlja Uvod, Računalne mreže, Mrežni uređaji, Dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije. Kroz rad opisana je važnost računalne mreže, te razlog dizajniranja, odnosno kreiranja virtualne računalne mreže, kao što su i opisani mrežni uređaji koji su korišteni. Računalne mreže se koriste svugdje gdje imamo veći broj računala koje bi htjeli povezati, stoga svaka edukacijska institucija koristi računalne mreže. Tako je u ovome radu napravljena simulacija manje edukacijske institucije, koristeći se simulatorom Cisco Packet Tracer. On je napredni simulacijski alat za eksperimentiranje sa računalnim mrežama, te je odličan alat za modeliranje i vizualizaciju mreže, koristan i za obuku učenika. Kroz simulaciju je prikazano postavljanje i povezivanje mrežne opreme, te konfiguracija svih uređaja u mreži.

Ključne riječi: Računalne mreže, lokalna mreža, mrežni uređaji, Cisco Packet Tracer, edukacijske institucije.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Računalne mreže.....	2
2.1. Lokalna mreža	3
3. Mrežni uređaji.....	4
3.1. Mrežna kartica	4
3.2. Preklopnik.....	5
3.3. Usmjerivač.....	5
3.4. Kablovi	6
4. Dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije	8
4.1. Cisco Packet Tracer	8
4.1.1. Grafičko sučelje.....	9
4.2. Postavljanje mrežne opreme.....	10
4.3. Povezivanje lokalne mreže sučelja	11
4.4. Konfiguracija uređaja	12
4.4.1. Konfiguracija preklopnika.....	13
4.4.2. Konfiguracija usmjerivača.....	18
4.4.3. Konfiguracija računala	21
4.4.4. Konfiguracija servera	23
4.4.4.1. DHCP server	24
4.4.4.2. DNS server	25
4.4.4.3. WEB server	26
4.4.4.4. EMAIL server	27
4.5. Testiranje rada mreže	29
5. Zaključak	33
Popis literature.....	34
Popis slika	36
Popis tablica	37
Prilozi (1, 2, ...).....	38

1. Uvod

Tema mog završnog rada je Dizajniranje računalne mreže edukacijskih institucija na primjeru računalne virtualizacije u izučavanju računalnih mreža i mrežnih tehnologija. U obrazovanju i ICT sektoru virtualizacija se uspješno koristi za izučavanje računalnih mreža i mrežnih tehnologija, čime se omogućava brzo i jednostavno usvajanje znanja uz znatno smanjivanje materijalnih troškova.

Postoje različite tehnologije i programski alati za tu svrhu, a kroz moj završni rad detaljnije ću obraditi često korišteni program Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer je alat za vizualnu simulaciju na više platformi koji je dizajnirao Cisco Systems i omogućuje korisnicima stvaranje mrežnih topologija i oponašanje modernih računalnih mreža. Softver korisnicima omogućuje simulaciju konfiguracije Cisco usmjerivača i sklopki pomoću simuliranog sučelja naredbenog retka. Cisco Packet Tracer koristi korisničko sučelje povuci i ispusti, dopuštajući korisnicima da dodaju i uklanjaju simulirane mrežne uređaje po svom nahođenju.

Da bi se postavila i koristila računalna mreža potrebno ju je dobro kreirati i testirati njezinu funkcionalnost iz tog razloga uvijek se kreće od virtualne simulacije rada same mreže. A kako bi smo znali kako pravilo napraviti mrežu potrebno je shvaćati značenje računalne mreže i njezinih mogućnosti. Postoji više tipova mreže, a edukacijske institucije koriste lokalnu mrežu koja pripada u komunikacijske mreže koje omogućavaju razmjenu podataka na manjim udaljenostima. U nastavku rada biti će detaljnije opisana lokalna mreža.

U radu sa mrežom postoji veliki broj mrežnih uređaja koje je moguće koristiti. Naravno kako bi mreža funkcionirala nije potrebno koristiti sve uređaje, zbog toga u radu će biti opisani uređaji za potrebe edukacijske institucije.

2. Računalne mreže

Računalne mreže jedan su od temelja komunikacije u IT-u (engl. *Information Technology*). Računalna mreža je skup dva ili više računala koja su povezana zajedno u svrhu razmjenjivanja informacija, koriste se na različite načine i mogu uključivati više različitih vrsta mreža. Najraniji primjeri računalnih mreža sežu još iz 1960-ih, ali su od tada prošli dug put u samo pola stoljeća[1] .

Računalne mreže pronašle su svoju široku primjenu u izvršavanju velikog broja zadataka putem razmjene informacija. Neke od glavnih stvari za koje se računalne mreže koriste danas uključuju: dijeljenje datoteka, dijeljenje softvera i operativnih programa na udaljenim sustavima, komunikaciju (e-pošte, tekstualnih poruka, videa, itd.), dijeljenje različitih uređaja (pisača, fotokopirnih strojeva, skenera, itd.) [2].

Ovisno o određenim potrebama računalne mreže možemo podijeliti u nekoliko kategorija:

- a) Podjela računalnih mreža temeljem na veličini: PAN (engl. *Personal Area Network*), LAN (engl. *Local Area Network*), MAN (engl. *Metropolitan Area Network*), WAN (engl. *Wide Area Network*)
- b) Podjela računalnih mreža s obzirom na tehnologiju prijenosa: difuzijske mreže (engl. *Broadcast Network*) i mreže od točke do točke (engl. *Point-to-point Network*)
- c) Podjela računalnih mreža prema načinu prospajanja prometa: prospajanjem linija i prospajanjem poruka/paketa
- d) Podjela računalnih mreža s obzirom na topologiju: zvjezdasta topologija, sabirnička topologija, stablasta topologija, prstenasta topologija, isprepletana topologija
- e) Podjela računalnih mreža na temelju sklopovske tehnologije: optičke mreže, Ethernet mreže, bežične mreže (engl. *Wireless*), PCL (engl. *Power Line Communication*) [3] .

2.1. Lokalna mreža

Lokalna mreža (engl. *Local Area Network* - LAN) pripada u komunikacijske mreže koje omogućavaju razmjenu podataka na manjim udaljenostima (unutar kuće, ureda, tvornica, itd.). Lokalna mreža međusobno povezuje osobna računala i krajnje uređaje (engl. *Data Terminal Equipment* - DTE) kao što su pisači, skeneri, itd. koji su u većini slučajeva pod vlasništvom iste organizacije. Uz veliku prijenosnu brzinu (od 1 Mbit/s do 1 Gbit/s) lokalna mreža omogućava pristup podacima sa udaljenih računala jednakom brzinom kao i sa diska vlastitog računala. Kako bi lokalne mreže ispunio svoju svrhu mora biti projektirana da ispunjava zahtjeve radne okoline [1].

Ključni točke prilikom projektiranje lokalne mreže su:

- a) velika brzina prijenosa
- b) fleksibilnost i proširivost
- c) kompatibilnost
- d) jednostavno održavanje i pouzdanost
- e) niska cijena
- f) standardi [4].

Mrežna oprema se kod lokalne mreže najčešće konfigurirati kao sabirnica (engl. *Bus*), prsten (engl. *Ring*) ili zvijezda (engl. *Star*). Kod sabirnice su na glavni kanal povezani čvorovi ili sekundarni kanali tvoreći tako razgranatu strukturu. Prstenasta konfiguracija formira zatvoreni krug u kojem je svako računalo spojeno na dva susjedna računala dok je u zvjezdastoj konfiguraciji svako računalo izravno povezano sa središnjim računalom, a neizravno jedno s drugim. Svaki od navedenih konfiguracija ima prednosti i mane, iako je zvjezdasta konfiguracija najčešća [5].

3. Mrežni uređaji

Mrežni uređaji elektronički su uređaji koji su potrebni za komunikaciju i interakciju između uređaja na računalnoj mreži. Oni posreduju u prijenosu podataka u računalnoj mreži te pomažu u uspostavljanje veze između uređaja, računala, pisača i druge elektroničke opreme s mrežom. Uz pomoć mrežnih uređaja informacije se mogu prenijeti bržim i točnijim pristupom kroz slične ili različite vrste mreža. Mrežni uređaji mogu biti unutar samog uređaja (mrežna kartica) ili međusobno povezani (preklopnik, usmjerivač, itd.) [6].

3.1. Mrežna kartica

Mrežna kartica (engl. *Network Interface Card* - NIC) (slika 1) koristi se za umrežavanje računala sa lokalnom mrežom i za pretvaranje podataka u računalu u svjetlosni, elektronički ili radio signal ovisno o zadatku zbog prijenosa podataka. Svaka mrežne kartica ima jedinstvenu fizičku adresu računala, odnosno MAC (engl. *Media Access Control*). Kako bi se izbjegli problemi između kartica u mrežnom prometu svaka mrežna kartica ima jedinstveni sklopovski broj [7].



Slika 1: Mrežna kartica [8]

3.2. Preklopnik

Preklopnik (engl. *Switch*)(slika 2) je uređaj s više utora (engl. *Port*) uz pomoć kojih se poboljšava učinkovitost mreže. Koristi se za povezivanje računala unutar iste mreže ili za povezivanje računala i usmjerivača koji je namijenjen drugim mrežama. Omogućuje istovremenu komunikaciju s više korisnika bez da pri tom gubi na brzini. Uz pomoć ugrađenog mikroprocesora analizira podatke te pamti MAC adresu i broj korištenih utora čime se omogućava prijenos podataka samo na ona računala za koja su podaci namijenjeni dok pri odvijanju međusobne komunikacije ne ometaju druge radnje na taj način je izbjegnuta kolizija [9].



Slika 2: Preklopnik [10]

3.3. Usmjerivač

Usmjerivač (slika 3) osigurava pravilan prijenos između mreža dva ili više različitih računala. Oni čine prvu liniju obrane i moraju biti konfigurirani da propuštaju samo promet koji su odobrili mrežni administratori. Budući da su usmjerivači i poveznik (engl. *Gateway*) okosnica velikih računalnih mreža poput interneta, imaju posebne značajke koje im daju sposobnost i fleksibilnost da se nose s različitim shemama adresiranja mreže i veličinom okvira uz pomoć segmentiranja velikih paketa u manje veličine koje odgovaraju novoj mreži. Sučelje usmjerivača ima svoj vlastiti modul protokola za rješavanje adresa (ARP), vlastitu adresu internetskog protokola (IP) i vlastitu LAN adresu (adresa mrežne kartice). Usmjerivač uz pomoć tablice usmjeravanja poznaje rute kojima bi paket mogao krenuti od izvora do odredišta. Lokalne mreže povezuju se na Internet putem usmjerivača[11] .



Slika 3: Usmjerivač [12]

3.4. Kablovi

Kablovi su dio mrežne opreme te se sa njima spajaju uređaji lokalne mreže (slika 4). To su mediji koji služe za prijenos signala između računala i komunikacijske opreme. Najčešći kablovi su koaksijalni i optički kablovi te kablovi s uvrnutom paricom.

Koaksijalni kabel se sastoji od dva bakrena vodiča koncentrično smještena unutar kabla, izolacije, sloja upletenog metala (najčešće aluminijski ili bakreni) i zaštitnog omotača te zbog toga omogućuje dobivanje većih brzina prijenosa. S ovakvim oklopom apsorbira šum ili elektromagnetske smetnje i sprječava miješanje s podacima koji se prenose. Postoje dvije vrste koaksijalnog kabla: kabel osnovnog pojasa i širokopojasni kabel [13].

Optički kabel se sastoji od tanke staklene ili plastične niti sa svojstvom vođenja svjetla. Naziva se još optičko vlakno (engl. *optical fiber*) ili svjetlovod. Ima vrlo malu mogućnost pogreške, prilikom prijenosa ne djeluju smetnje električnih uređaja i ne emitira smetnje u okolinu [13].

Za korištenje optičkog vlakna potrebno je električni signal pretvoriti u svjetlosni, pustiti signal u vlakno paralelno s uzdužnom osi ili na „cik-cak“ način te na suprotnoj strani svjetlosni signal pretvoriti u električni. Širina pojasa je u rasponu od 180 THz do 330 THz. Jedan optički kabel sadržava između 2 do 48 vlakana. Postoje dvije vrste optičkih vlakana: jednodomno i više modno optičko vlakno.

Kabel sa neoklopljenom upletenom paricom (engl. *Unshielded Twisted Pair* -UTP) i kabel sa oklopljenom upletenom paricom (engl. *Shielded Twisted Pair* -STP) sastoji se od ukupno 4 odvojene parice (8 bakrenih žica) izoliranih plastičnom masom s ili bez dodatka teflona. UTP kabel, za razliku od STP kabla, ne posjeduje dodatnu ovojnicu koja ga štiti od raznih vanjskih utjecaja (npr. elektromagnetske smetnje, otpornost na šum). Kabel s uvrnutom paricom prvobitno je bio namijenjen prijenosu govora, a počeo se koristiti i za prijenos podataka zbog fleksibilnosti, niske cijene i malog volumena. Preplitanjem vodiča povećana je otpornost na smetnja. U današnjim mrežama koriste se UTP kablovi kategorije 5 (ISO Class D), upotrebljavani za prijenos podataka do 100 MB/s i UTP kablovi kategorije 6 (ISO Class E) kojima je minimalna širina pojasa 250 MHz, a maksimalna duljina segmenta kabliranja 100m.

8-kontaktni modularni RJ-45 konektor služi za povezivanje UTP kabla s utičnicom i aktivnom mrežnom opremom. Postoje dvije varijante RJ-45 konektora: T568A i T568B, čija je razlika u zamjeni parice 2 sa paricom 3. Varijanta T568A kompatibilna je s ISDN standardom, a T568B sa Ethernet 10Base-T standardom.

Postoje dva tipa kablova s uvrnutom paricom:

a. *Straight-Throught* kabel – ravni ili „jedan-na-jedan“ način kabliranja koji s obje strane završava s istim standardom, koristi se obično za spojeve od računala do zidne utičnice.

b. *Crossover* kabel – ukršteni način kabliranja koji s jedne i s druge strane završava s različitim standardima, koristi se za spajanje računalo na računalo, preklopnik na preklopnik, i sl. [13].

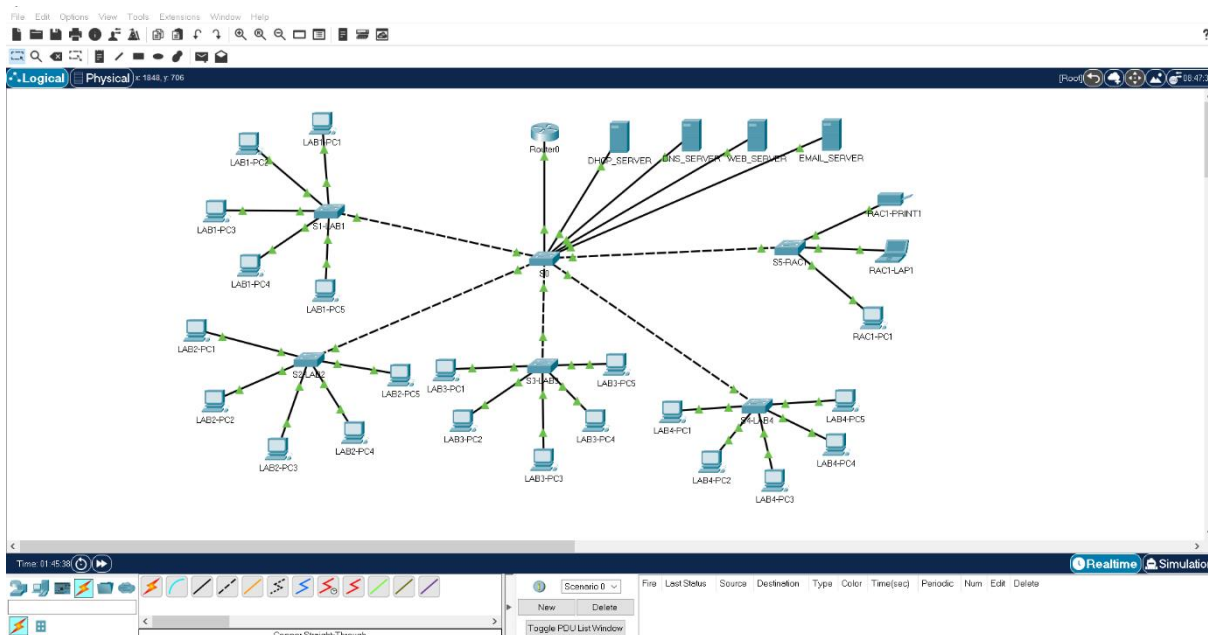


Slika 4: UTP kabel [14]

4. Dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije

Za potrebe ovog završnog rada dizajnirao sam lokalnu računalnu mrežu manje edukacijske institucije (slika 5), ali sa mogućnosti jednostavnog proširenja za veće institucije. Razlog korištenja manje institucije je to što je pregledniji prikaz rada same računalne mreže.

U dizajniranju je korištena zvjezdasta topologija lokalne mreže, te je mreža podijeljena na četiri laboratorija i jedno računovodstvo. Za svaku prostoriju korišten je po jedan preklopnik na koji su povezani svi uređaji u prostoriji. Tako je u svakom laboratoriju povezano po pet računala, dok je u računovodstvu korišteno po jedno računalo, laptop i printer. Ti preklopnici od prostorija su svi povezani na središnji odnosno Core preklopnik, na koji je također povezan usmjerivač, te serveri (DHCP, DNS, WEB, EMAIL).



Slika 5: Računalna mreža edukacijske institucije [Autorski rad]

4.1. Cisco Packet Tracer

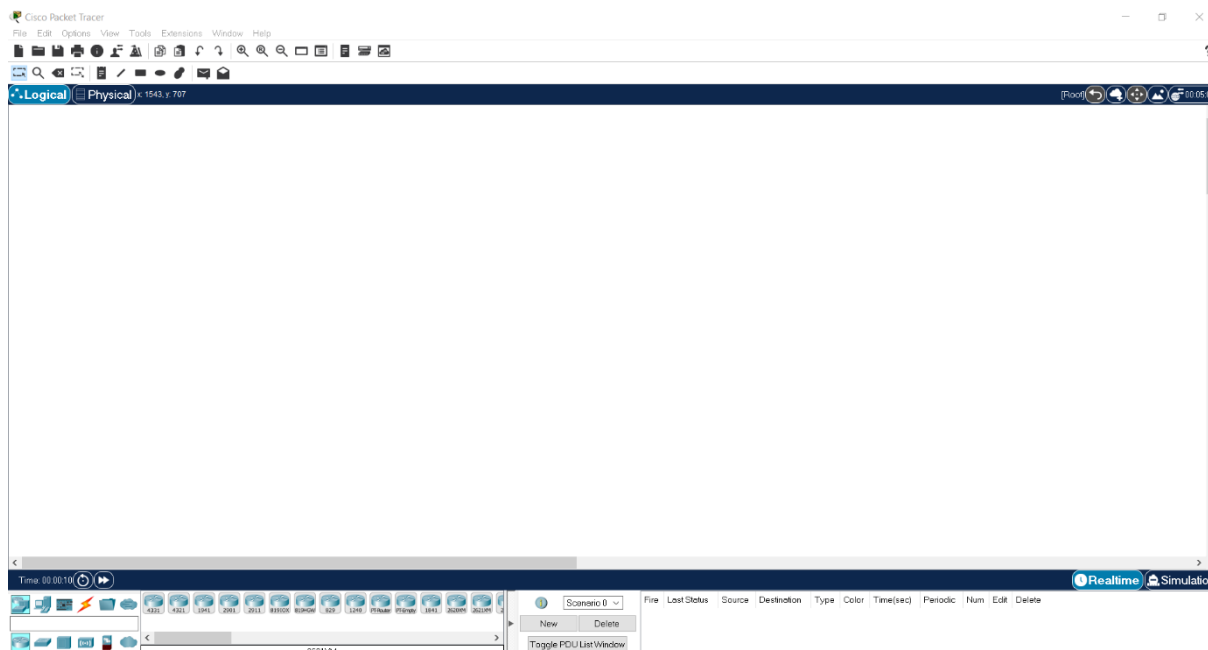
Cisco Packet Tracer Odličan je alat za modeliranje i vizualizaciju mreže, koristan i za obuku učenika i naprednih korisnika koji nemaju Cisco-vu fizičku opremu pri ruci. Simulator vam omogućuje konfiguriranje (virtualno) razne Cisco telekomunikacijske opreme (preklopnici, usmjerivači, IP-telefoni, serveri, Cisco ASA *firewall* i još mnogo toga). Sučelje je jednostavno i lako, a možete stvoriti i konfigurirati jednostavne mreže.

4.1.1.Grafičko sučelje

Grafičko sučelje Cisco Packet Tracer-a jako je jednostavno (slika 6). U programskom sučelju nema složenih postavki, kontrola ili grananja.

Sučelje se sastoji od:

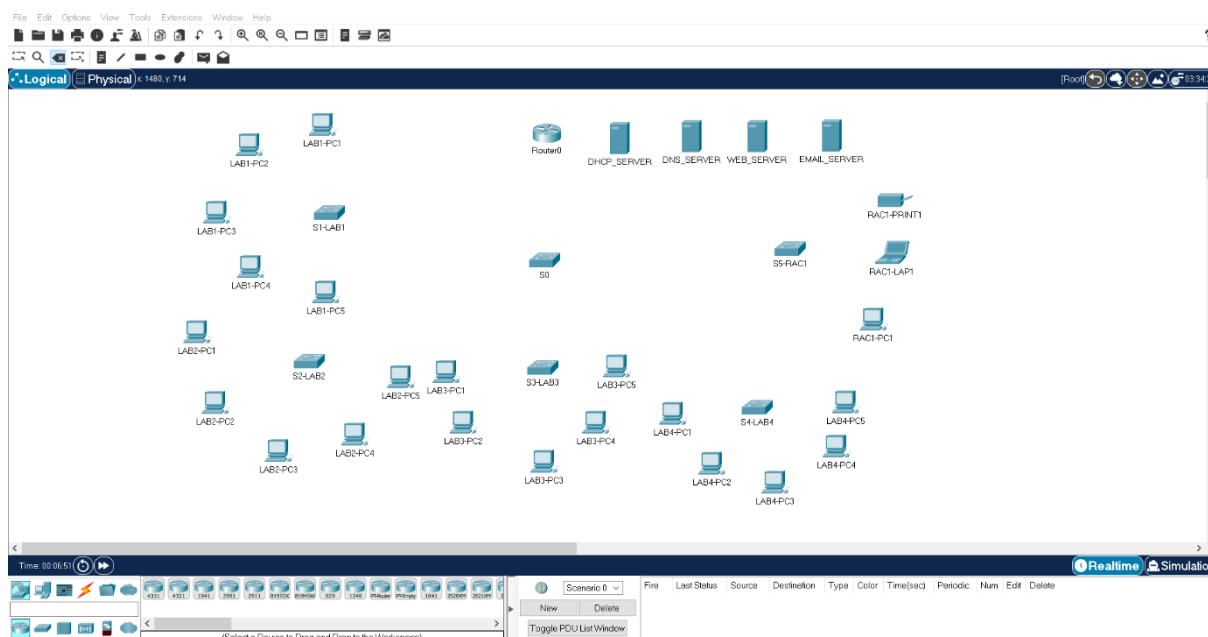
- Klasične alatne trake (u gornjem lijevom kutu) koja sadrži padajuće izbornike (File, Edit, Option, View, Extensions, Window, Help).
- Ispod alatne trake nalazi se traka koja sadrži najbitnije dijelove alatne trake (New, Open, Save, Print, Copy, Past, Undo, Redo, Zoom In, Zoom Out, itd.)
- U gornjem dijelu ekrana još se nalazi sadržaj sa funkcijama za označavanje, odabir područja, brisanje, pomicanje objekata i slanja poruke.
- Moguć je prikaz logičke (*Logical*) i fizičke (*Physical*) radne površine. Logička radna površina nam omogućuje povezivanje i kreiranje mreže, a fizički omogućava grafički prikaz kako bi mreža izgledala u stvarnom okruženju.
- Donji dio sučelja sastoji se od dva dijela od kojeg lijevi služi za odabir mrežnih komponenti (usmjerivači, preklopnici, stolna računala, laptopi , IP-telefoni, printeri, kabeli, itd.)
- Dok nam desni dio prikazuje zapis radnji i mogućnost odabira kako želimo da nam se prikazuje način rada u stvarnom vremenu (*Realtime*) ili simulacijskom (*Simulation*). Prednosti prikaza načina rada u (*Realtime*) je što se uređaji ponašaju kao pravi uređaji i omogućavaju nam da osjetimo kakav bi bio rad sa pravom opremom, a prednosti simulacijskog načina rada je mogućnost pregleda putovanja podataka , te otkrivanje i otklanjanje pogrešaka.



Slika 6: Grafičko sučelje Cisco Packet Tracer-a [Autorski rad]

4.2. Postavljanje mrežne opreme

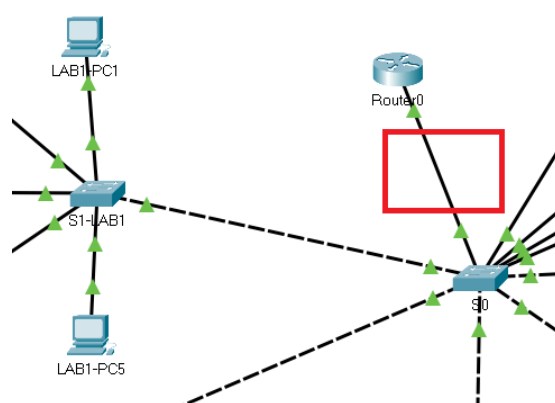
Za početak potrebno je postaviti opremu koja nam je potrebna za mrežu, te zbog lakšeg snalaženja bilo bi dobro svakom uređaju promijeniti naziv. Za ovu lokalnu mrežu koristio sam dvadeset jedno stolno računalo, laptop, printer, četiri preklopnika, jedan glavni preklopnik, usmjerivač, te četiri servera (slika 7).



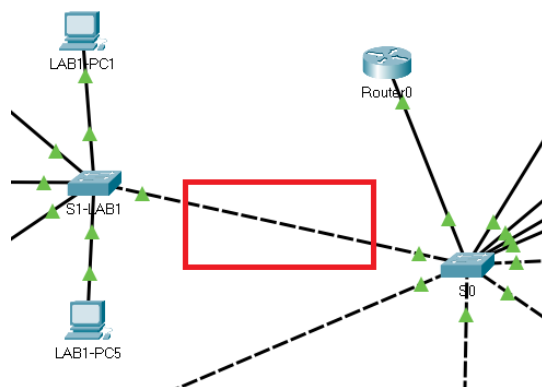
Slika 7: Postavljanje mrežne opreme na radnu površinu [Autorski rad]

4.3. Povezivanje lokalne mreže sučelja

Nakon postavljanja opreme na radnu površinu potrebno je pravilno povezati svu opremu u jednu mrežu. Postoji više načina za povezivanje uređaja (automatsko, Straight-Through, Cross-Over, Coaxial, Phone, itd.) .Najbrže i najjednostavnije je korištenje automatskog povezivanja koje samo određuje koji kabel će koristiti, te na koje sučelje(port) će postaviti. Ja sam samostalno odradio povezivanje tako što sam koristio kabele *Straight-Through* (slika 8) i *Cross-Over* (slika 9).



Slika 8: Povezivanje sa Copper-Straight kabelom [Autorski rad]



Slika 9: Povezivanje sa Copper-Cross Over kabelom [Autorski rad]

Kako bi mreža bila funkcionalna potrebno je da na krajevima kablova budu prikazane zelene strelice. Ukoliko je drugačije odnosno da je na kraju kabla crvena strelica to je znak da sučelje na uređaju nije uključeno. Prilikom spajanja preklopnika prvo će se pojaviti narančasta strelica, a to se događa zbog toga što preklopnik koristi „*spanning tree*“ protokol i potrebno mu je određeno vrijeme da se uključi zelena strelica (to otprilike traje jednu minutu).

4.4. Konfiguracija uređaja

Napravljena je konfiguracija svih uređaja u mreži. Svaki uređaj sadrži svoj izbornik koji nudi različite mogućnosti (fizički izgled, konfiguracijski izbornik, tekstualno sučelje (CLI), radnu površinu, itd.). Isto tako imaju svoju IP adresu, *gateway*, te su dodani u VLAN (Prikaz svih uređaja i njihovih postavki (tablici 1)). Korištenje VLAN-a (virtualni LAN) je za razdvajanje korisnika u radne grupe zbog lakšeg upravljanja prometom u mreži. Svim uređajima je postavljena vrsta veze preko preklopnika kako bi mogli funkcionirati.

Tablica 1: Prikaz uređaja, IP adresa, sučelja, gateway-a

Uređaj	Adresa mreže(VLAN)	IP adresa	Konekcija	Gateway
DHCP_SERVER	192.168.100.0 (100)	192.168.100.2	S0 fast0/2	192.168.100.1
DNS_SERVER		192.168.100.3	S0 fast0/3	
WEB_SERVER		192.168.100.4	S0 fast0/4	
EMAIL_SERVER		192.168.100.5	S0 fast0/5	
LAB1_PC1	192.168.1.0 (10)	192.168.1.2 – 192.168.1.22	S1 fast0/2	192.168.1.1
LAB1_PC2			S1 fast0/3	
LAB1_PC3			S1 fast0/4	
LAB1_PC4			S1 fast0/5	
LAB1_PC5			S1 fast0/6	
LAB2_PC1	192.168.2.0 (20)	192.168.2.2 – 192.168.2.22	S2 fast0/2	192.168.2.1
LAB2_PC2			S2 fast0/3	
LAB2_PC3			S2 fast0/4	
LAB2_PC4			S2 fast0/5	
LAB2_PC5			S2 fast0/6	
LAB3_PC1	192.168.3.0 (30)	192.168.3.2 - 192.168.3.22	S3 fast0/2	192.168.3.1
LAB3_PC2			S3 fast0/3	
LAB3_PC3			S3 fast0/4	
LAB3_PC4			S3 fast0/5	
LAB3_PC5			S3 fast0/6	
LAB4_PC1	192.168.4.0 (40)	192.168.4.2 - 192.168.4.22	S4 fast0/2	192.168.4.1
LAB4_PC2			S4 fast0/3	
LAB4_PC3			S4 fast0/4	
LAB4_PC4			S4 fast0/5	
LAB4_PC5			S4 fast0/6	

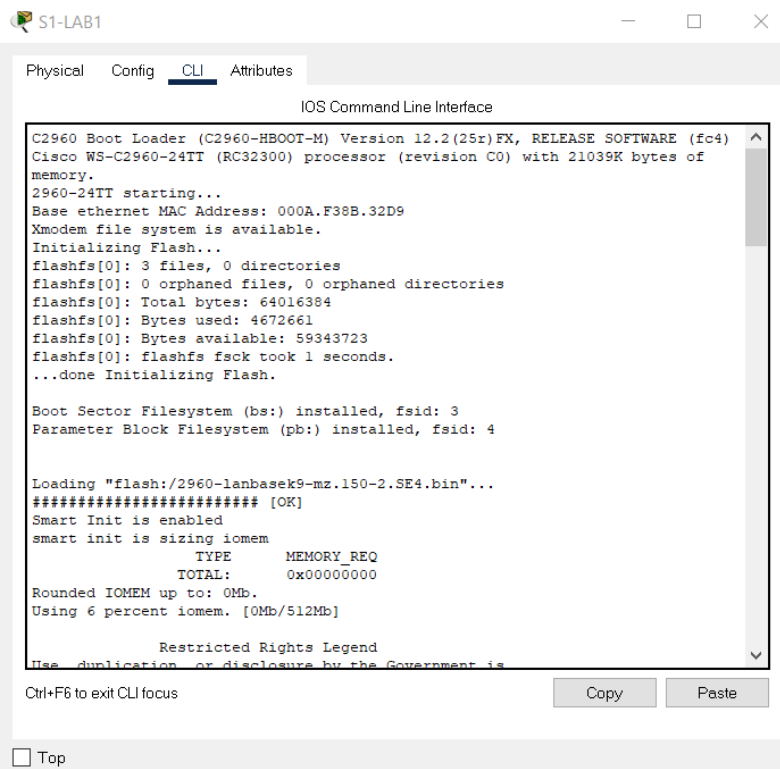
RAC1_PRINT1	192.168.5.0 (50)	192.168.4.2 - 192.168.4.22	S5 fast0/2	192.168.4.1
RAC1_LAP1			S5 fast0/3	
RAC1_RAC1			S4 fast0/4	

[Autorski rad]

4.4.1. Konfiguracija preklopника

U mreži su postavljena pet preklopника na koje su povezana računala, printeri i laptopi, dok su svih pet preklopника povezana na jedan glavni preklopnik. Kako bi mreža funkcionirala potrebno je postaviti sva sučelja na pravu vrstu porta i postaviti ih u odgovarajući VLAN.

Konfiguracija preklopника se vrši u tekstualnom sučelju (CLI)(slika 10) ,a naredbe za konfiguraciju se unose ručno, te se temelje na Cisco IOS mrežnom softveru.



Slika 10: Tekstualno sučelje preklopника (CLI) [Autorski rad]

U nastavku je prikazana konfiguracija preklopnika kojima je postavljena na portovima vrsta veze, te postavljen VLAN.

Dok je preklopnik u *User* načinu rada nije moguće programirati, a kako bi se moglo programirati potrebno je ući u privilegirani način rada, to se radi pomoću naredbe „enable“ . Nakon ulaska u privilegirani način rada potrebno je ući u konfiguracijski način rada koristeći naredbu „configure terminal“, tek tada se može vršiti konfiguraciju preklopnika.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
```

Stvaranje VLAN 10 i ulaz u njega, dodjeljivanje imena LAB1, te izlaz iz VLAN-a.

```
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name LAB1
Switch(config-vlan)#exit
```

Dodjeljivanje sučelja preklopnika u određeni VLAN. Ulaz u programiranje sučelja FastEthernet 0/1, postavljane kao sučelje za vezu između preklopnika S0 i preklopnika S1, te dodjeljivanje VLAN-u 10.

```
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
```

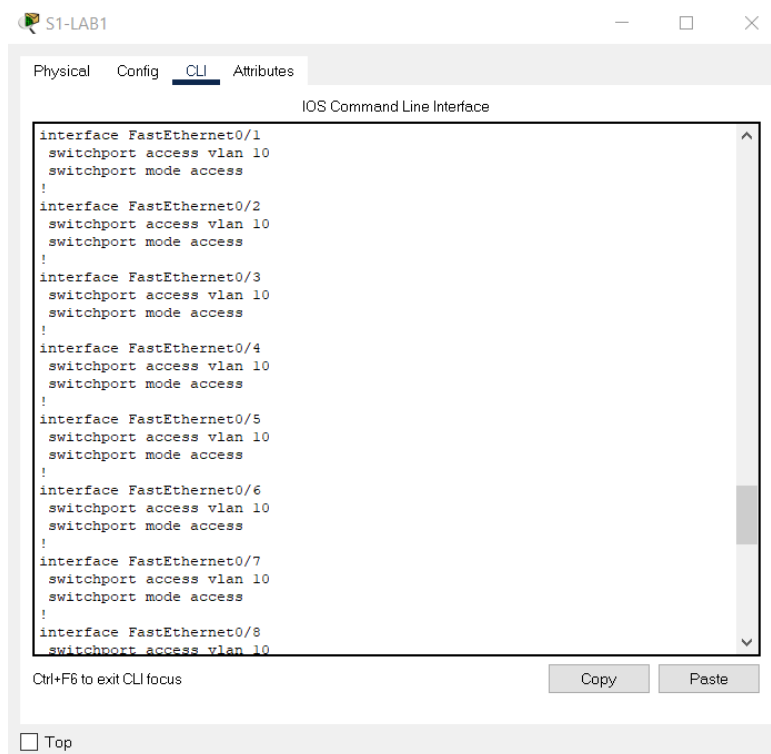
Postavljanje sučelja FastEthernet 0/2 do 0/10 zajedno pomoću naredbe „interface range FastEthernet 0/2-10“. Sva sučelja su postavljena za pristup korisnika i dodijeljena VLAN-u 10.

```
Switch(config)#interface range fastEthernet 0/2-10
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)#exit
```

Spremanje konfiguracije pomoću naredbe „do write“.

```
Switch(config)#do write
```

Naredbe koje su izvršene na sučeljima moguće je vidjeti koristeći naredbu „show running“, te je sve prikazano (slika 11).



Slika 11: Pregled konfiguracije sučelja preklopnika S1 [Autorski rad]

Tako je potrebno napraviti i za preklopnike S2, S3, S4 i S5.

Na glavni preklopnik S0 spojeni su preklopnici S1, S2, S3, S4, S5, DHCP_SERVER, DNS_SERVER, WEB_SERVER, EMAIL_SERVER, te Router0. U **tablici 2** je zapisana vrsta veze, konekcija, te VLAN.

Tablica 2: Uređaji povezani na preklopnik S0

Uređaj	Veza	VLAN	Sučelje
ROUTER0	Trunk		Fa 0/1
DHCP_SERVER	Access	100	Fa 0/2
DNS_SERVER	Access	100	Fa 0/3
WEB_SERVER	Access	100	Fa 0/4
EMAIL_SERVER	Access	100	Fa 0/5
S1	Access	10	Fa 0/6
S2	Access	20	Fa 0/7
S3	Access	30	Fa 0/8
S4	Access	40	Fa 0/9
S5	Access	50	Fa 0/10

[Autorski rad]

Konfiguraciju S0 preklopnika se vrši u tekstualnom sučelju (CLI) .

Naredbom „enable“ ulaz u privilegirani način rada , te naredbom „configure terminal“ ulaz u konfiguracijski način rada.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
```

Potrebno je napraviti sve VLAN-ove koji se koriste u mreži i dodijeliti nazive svakom VLAN-u zbog bolje preglednosti.

```
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name LAB1
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name LAB2
Switch(config-vlan)#exit
```

Veza između Router0 i preklopnika S0 je *Trunk* veza , te se ona nalazi na sučelju FastEthernet 0/1.

```
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#exit
```

Sva ostala sučelja koriste „access“ vezu , ali svaki su postavljeni na različite VLAN-ove.

Svi serveri su povezani direktno na preklopnik S0, te su raspoređeni na sučeljima od FastEthernet 0/2 do FastEthernet 0/5 i koriste isti VLAN 100.

```
Switch(config)#interface range fastEthernet 0/2-5
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 100
Switch(config-if-range)#exit
```

Ostala sučelja imaju različite VLAN-ove, te moraju biti na istom VLAN-u kao što je i preklopnik koji je spojen na to sučelje. Tako je na sučelje FastEthernet 0/6 spojen preklopnik S1 na kojem je korišten VLAN 10 i veza „access“, stoga na sučelju mora biti postavljen VLAN 10 i veza „access“ .

```
Switch(config-if)#interface fastEthernet0/6
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
```

Na sljedećem sučelju FastEthernet 0/7 je postavljen VLAN 20 .

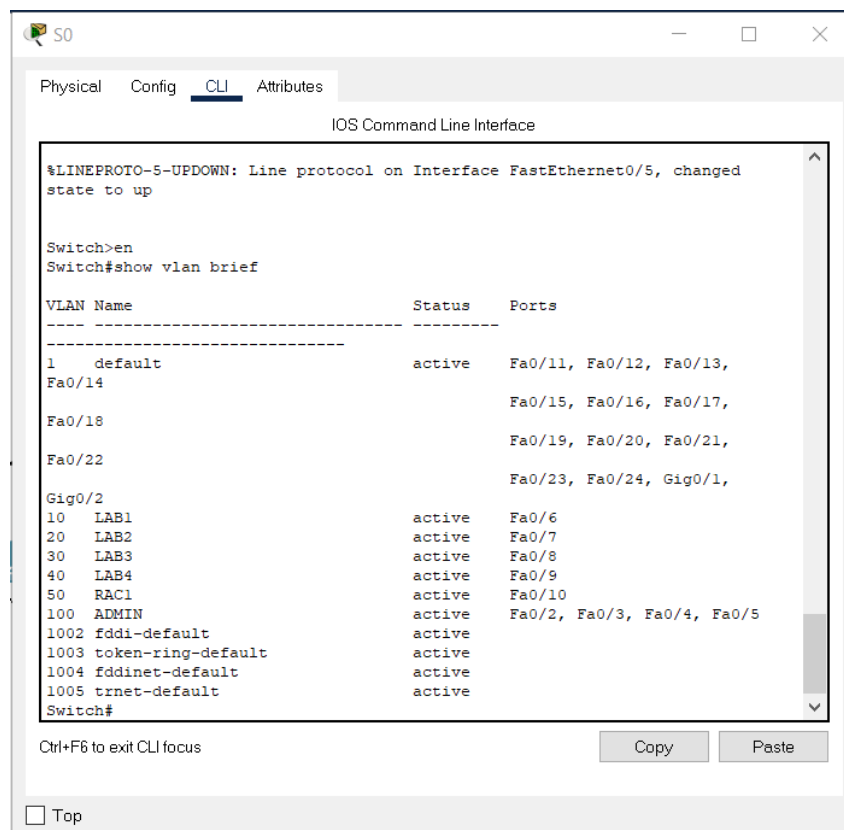
```
Switch(config)#interface fastEthernet0/7
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
```

Na sučelja korištene su iste naredbe samo drugi odgovarajući VLAN-ovi.

Spremanje konfiguracije pomoću naredbe „do write“.

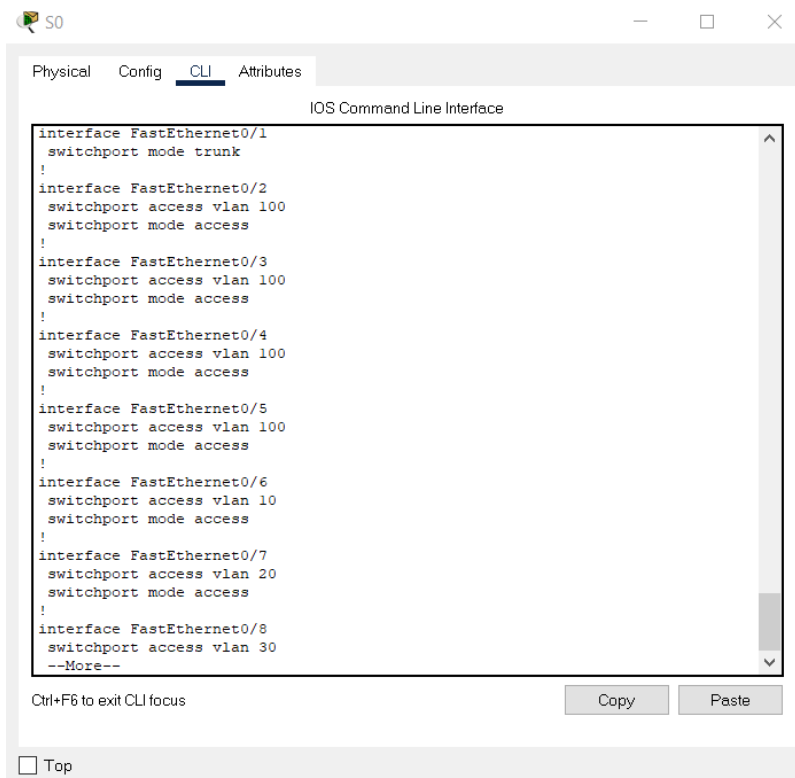
```
Switch(config)#do write
```

Pregled postojećih VLAN-ova i pripadajućih sučelja vrši se naredbom „show vlan brief“, prikaz svih VLAN-ova i pripadajućih sučelja (slika 12).



Slika 12 : Prikaz svih VLAN-ova i pripadajućih sučelja [Autorski rad]

Naredbe koje su izvršene na sučeljima moguće je vidjeti koristeći naredbu „show running“, te je sve prikazano (slika 13).



Slika 13: Pregled konfiguracije sučelja preklopnika S0 [Autorski rad]

4.4.2. Konfiguracija usmjerivača

U mreži je postavljen jedan usmjerivač koji je povezan pomoću „Trunk“ veze na preklopnik S0. Konfiguracija usmjerivača vrši se u tekstualnom sučelju (CLI).

Naredbom „enable“ ulaz u privilegirani način rada , te naredbom „configure terminal“ ulaz u konfiguracijski način rada.

```
Router>enable
Router#configure terminal
```

Uključivanje sučelja FastEthernet 0/0 pomoću naredbe „no shutdown“ je obavezno inače neće biti veze na tom sučelju. Sučelje FastEthernet 0/0 povezano je na preklopnik S0.

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#no shutdown
```



```
Router(config-if)#exit
```

Usmjerivanje preko usmjerivača vezanog za preklopnik preko „Trunk“ veze. Na usmjerivaču treba dignuti pod sučelje za svaki VLAN. Pod sučelje se postavlja naredbom „interface fastEthernet _/_._“.

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.1
```

Naredba enkapsulacije „encapsulation“ koristi se kad su u mrežu uključeni VLAN-ovi. Te određuje način pakiranja „frame-a“ za VLAN 10.

```
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
```

Nakon određivanja VLAN-a naredbom „ip address“ dodaje se IP adresa koja je prva iskoristiva u adresi mreže i koja je na uređaju dodana kao „gateway“, te maska pod mreže.

```
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

Za kraj obavezno uključimo pod sučelja naredbom „no shutdown“.

```
Router(config-subif)#no shutdown
```

Dodjeljivanje IP adrese moguće je postaviti pomoću DHCP servera. Na sučelje koje prima DHCP zahtjev – postavlja se IP helper adresa na kojoj se nalazi server kojem se prenosi DHCP zahtjev.

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.1
```

```
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
```

```
Router(config-subif)#exit
```

Sva konfiguracija koja je odrađena na pod sučelju FastEthernet 0/0.1, odrađena je isto i na ostalima pod sučeljima, samo uz promijenjen broj pod sučelja, VLAN-a i „gateway-a“.

Za spremanje konfiguracije potrebno je upisati naredbu „copy run start“.

```
Router#copy run start
```

Prikaz stanja svih sučelja (slika 14) vrši se pomoću naredbe „show ip interface brief“.

```
Router#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status
Protocol
FastEthernet0/0          unassigned      YES unset   up
FastEthernet0/0.1        192.168.1.1     YES manual   up
FastEthernet0/0.2        192.168.2.1     YES manual   up
FastEthernet0/0.3        192.168.3.1     YES manual   up
FastEthernet0/0.4        192.168.4.1     YES manual   up
FastEthernet0/0.5        192.168.5.1     YES manual   up
FastEthernet0/0.11       192.168.100.1   YES manual   up
FastEthernet0/1          unassigned      YES unset   administratively down down
Vlan1                    unassigned      YES unset   administratively down down
Router#
```

Slika 14: Prikaz stanja svih sučelja [Autorski rad]

Prikaz „routing“ tabele (slika 15) pomoću naredbe „show ip route“.

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

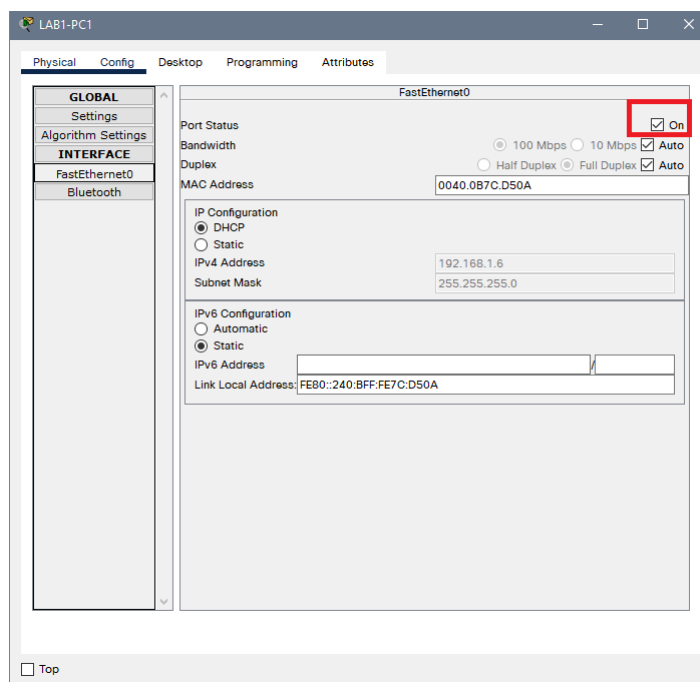
Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.3
C    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.4
C    192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.5
C    192.168.100.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0.11
Router#
```

Slika 15: Prikaz „routing“ tabele [Autorski rad]

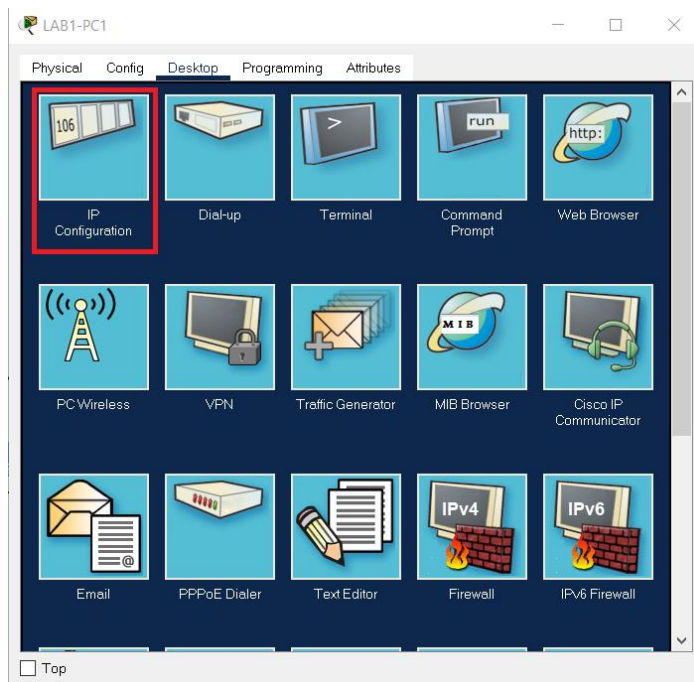
4.4.3. Konfiguracija računala

Za konfiguraciju računala prvo je potrebno uključiti sučelje na koje je računalo spojeno u mrežu. Uključivanje sučelja se nalazi na u postavkama sučelja (Interface - FastEthernet0) pod „Port Status“ se uključuje ili isključuje port na računalu (Slika 16).



Slika 16: Uključivanje sučelja računala [Autorski rad]

Mjesto za konfiguriranje IP adrese nalazi se na radnoj površini (Desktop) u prozoru „IP configuration“ (slika 17).

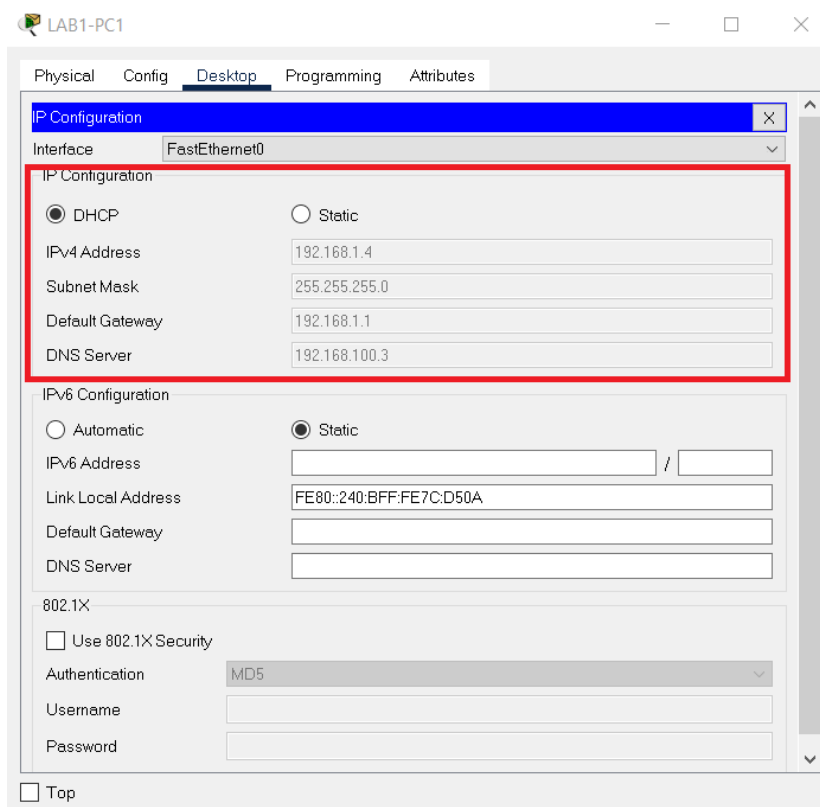


Slika 17: Radna površina računala [Autorski rad]

Postoje tri načina na koje klijent može dobiti IP adresu:

- Ručno dodjeljivanje IP adrese – IP adresu klijentu dodjeljuje administrator.
- Automatsko dodjeljivanje IP adrese –server DHCP klijentu dodjeljuje stalnu IP adresu.
- Dinamičko dodjeljivanje IP adrese – DHCP dodjeljuje IP adresu (i još neke parametre) klijentu na određeno vrijeme.

U ovom slučaju korišteno je automatsko dodjeljivanje IP adrese pomoću DHCP servera. Postupak konfiguracije DHCP servera je prikazan u sljedećoj cjelini. Dok je na računalu potrebno odrediti način dodjeljivanja IP adrese, mrežne maske, gateway-a, te DNS servera (slika 18). Kao mogućnost odabira postoji „Static“ u kojem administrator ručno dodjeljuje IP adresu klijentu. Te mogućnost da DHCP server automatski dodjeli IP adresu.



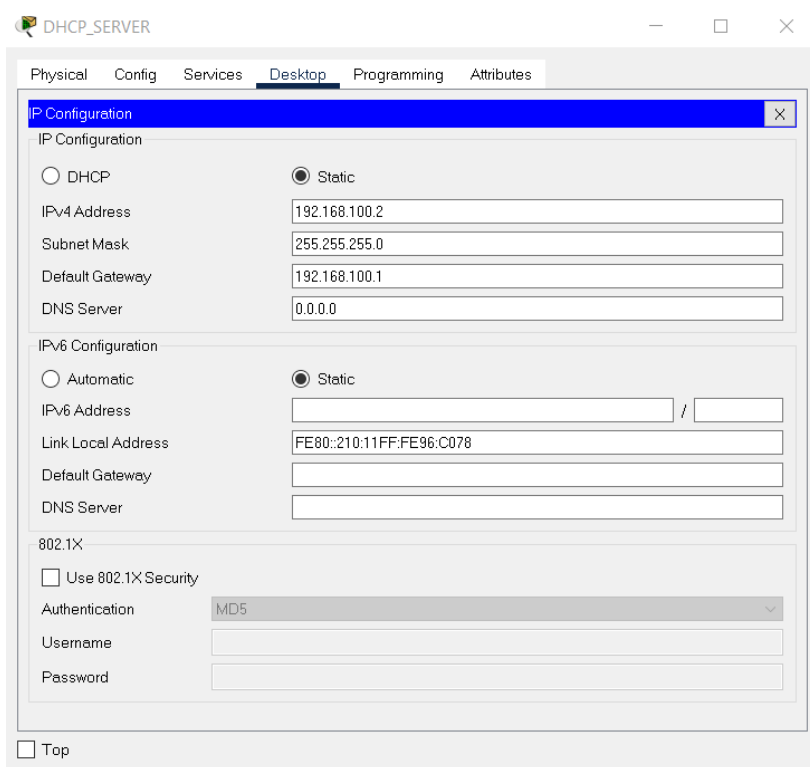
Slika 18: IP konfiguracija računala [Autorski rad]

Svakom računalu u mreži je dodijeljena različita IP adresa ,dok računalima u istim prostorijama imaju postavljen isti Gateway. Mrežna maska i DNS Server su za sva računala postavljena isto.

4.4.4. Konfiguracija servera

Lokalnu mrežu korištena su četiri servera na kojima je postavljen po jedan servis. Korišteni su: DHCP server, DNS server, WEB server, te EMAIL server.

Za svaki od servera napravio smo osnovnu konfiguraciju, te dodao servis koji je namijenjen za određeni server. Osnovna konfiguracija kao što je postavljanje IP adrese, gateway-a, mrežne maske i DNS servera, radi se isto kao i na običnom računalu. Samo što je korišten način postavljanja „Static“, pa je sve uneseno ručno. Potrebno je otići u prozor „Desktop“ i u njemu otvoriti „IP Configuration“ i zatim upisati podatke (slika 19).



Slika 19: IP konfiguracija servera [Autorski rad]

U prozoru „Services“ korisnik može instalirati različite servise, kao što su: HTTP, DHCP, DNS, EMAIL, itd. U nastavku je opisana konfiguracija svakog od korištenih servisa na pojedinim serverima.

4.4.4.1. DHCP server

DHCP – (Dynamic Host Configuration Protocol) – protokol za dinamičko dodjeljivanje IP adresa, gateway-a, pod mrežnih maski i IP adresa DNS servera sa DNS servera.

DHCP dodjeljuje slijedeće IP adrese:

- korisnika + subnet masku
- default gateway-a
- DHCP servera
- DNS servera

DHCP se uglavnom koristi za “obične” korisnike, prijenosna računala, VoIP telefone itd.

DHCP se ne koristi za adresiranje mrežnih uređaja (usmjerivača, printera, servera, itd.) ili iz razloga povećane sigurnosti i smanjivanja prometa kroz mrežu[15].

Postavljanje servisa moguće je u prozoru „Services“ . Odabire se servis DHCP i u njemu stvaramo nove „bazene“ koji su podijeljeni prema prostorijama koje su na mreži. Prikaz (slika 20.) konfiguracije „bazena“ „LAB1“ . Potrebno je upisati naziv „bazena“ , postaviti gateway svih računala u prostoriji, ukoliko postoji DNS server upisati adresu DNS servera, početnu IP adresu od koje će server dodjeljivati IP adrese računalima , postaviti mrežnu masku, te odrediti maksimalni broj korisnika tog „bazena“ . Kada je sve upisano pritiskom na gumb „Add“ dodajemo „bazen“ na server. Prema tablici 1 treba postaviti sve ostale „bazene“.

The screenshot shows the DHCP_SERVER configuration window. On the left, a sidebar lists various services: HTTP, DHCP (selected), DHCPv6, TFTP, DNS, SYSLOG, AAA, NTP, EMAIL, FTP, IoT, VM Management, and Radius EAP. The main area is titled 'DHCP' and shows the configuration for the 'FastEthernet0' interface. The 'Service' is set to 'On'. The configuration fields are as follows:

- Interface: FastEthernet0
- Service: On
- Pool Name: LAB1
- Default Gateway: 192.168.1.1
- DNS Server: 192.168.100.3
- Start IP Address: 192.168.1.2
- Subnet Mask: 255.255.255.0
- Maximum Number of Users: 20
- TFTP Server: 0.0.0.0
- WLC Address: 0.0.0.0

Below the configuration fields are three buttons: 'Add', 'Save', and 'Remove'. At the bottom, there is a table showing the configuration for several pools:

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
LAB4	192.168.4.1	192.168.100.1	192.168.4.2	255.255.255.1	20	0.0.0.0	0.0.0.0
LAB3	192.168.3.1	192.168.100.1	192.168.3.2	255.255.255.1	20	0.0.0.0	0.0.0.0
LAB2	192.168.2.1	192.168.100.1	192.168.2.2	255.255.255.1	20	0.0.0.0	0.0.0.0
LAB1	192.168.1.1	192.168.100.1	192.168.1.2	255.255.255.1	20	0.0.0.0	0.0.0.0
RAC1	192.168.5.1	192.168.100.1	192.168.5.2	255.255.255.1	20	0.0.0.0	0.0.0.0
serverPool	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.100.1	255.255.255.1	255	0.0.0.0	0.0.0.0

Slika 20: Postavljanje DHCP servisa [Autorski rad]

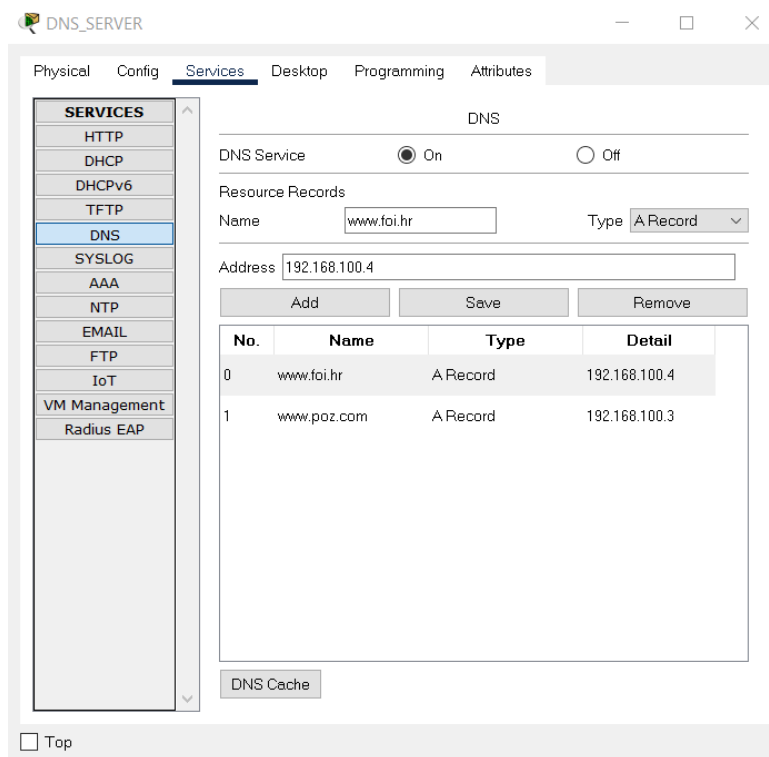
Na sučelje koje prima DHCP zahtjev – postavlja se IP helper adresa na kojoj se nalazi server kojem se prenosi DHCP zahtjev (prikazano u konfiguraciji usmjerivača), te je potrebno na sva računala odrediti DHCP za dodjelu IP adrese(prikazano u konfiguraciji računala).

4.4.4.2. DNS server

DNS je servis koji služi prevođenju odnosno mapiranju alfa-numeričkih naziva u IP adresu računala (engl. *Forward Lookup*), ali često i obratno (engl. *Reverse Lookup*). Taj proces nazivamo procesom rezolucije. Svako računalo na mreži ima IP adresu. Mi koristimo IP adresu od 4 byte-a (32-bit) – IPv4 . Računalni algoritmi bazirani su na binarnom sustavu brojeva i sve se na svodi na pretvorbu u „jedinice” i „nule” (engl. bit) tako da se ime računala pomoću DNS-a usmjerava na IP adresu računala. Tako je u ovom slučaju napravljena domena www.foi.hr mapirana na IP adresu poslužitelja 192.168.100.4 (WEB_SERVER) a na kraju to bude zapis od 32 jedinice i nule. DNS omogućava da skup brojeva zamijenimo lakše pamtljivim nazivima[16].

Mogućnost postavljanja DNS servisa nalazi se u prozoru „Services“. Za postavljanje DNS potrebno je uključiti DNS servis , zatim unijeti ime koje će zamijeniti IP adresu, te unijeti IP adresu na kojoj se nalazi sadržaj. Prikaz postavljanja DNS servisa (slika 21).

Kako bi se DNS server mogao služiti na računalu potrebno je na računalu postaviti IP adresu DNS servera.

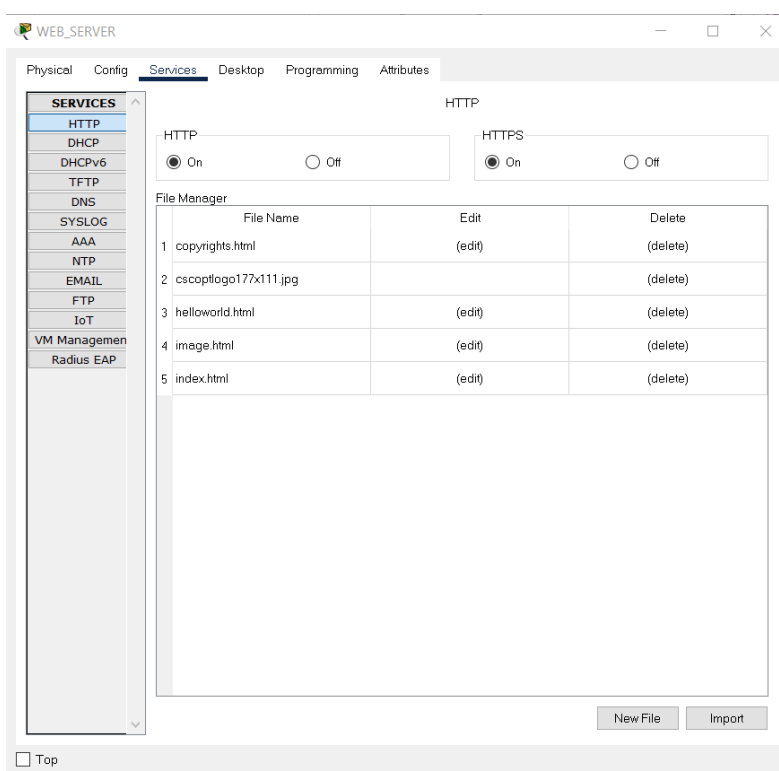


Slika 21: Postavljanje DNS servisa [Autorski rad]

4.4.4.3. WEB server

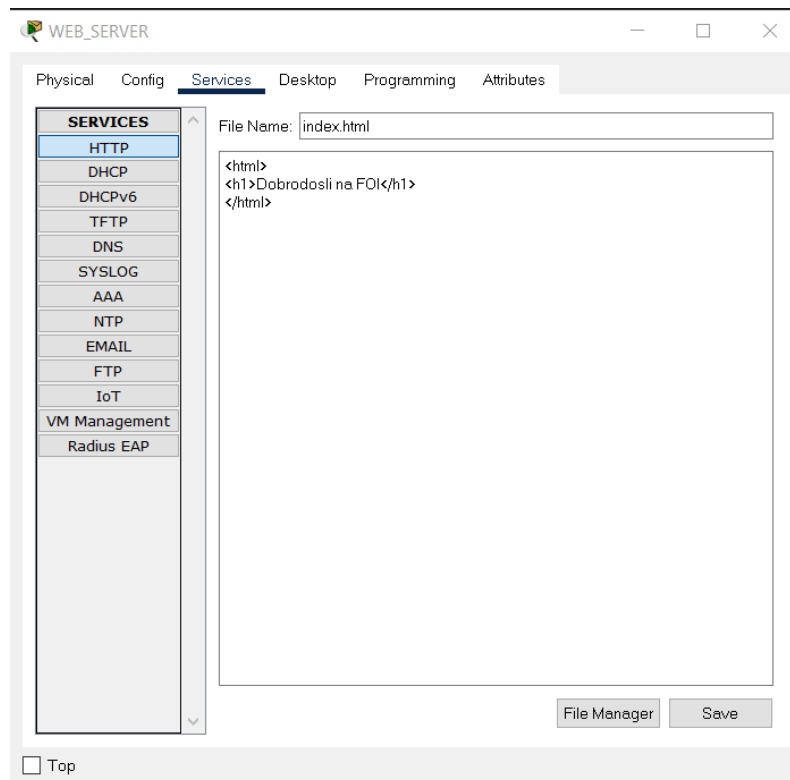
Naziv WEB server je postavljen zbog njegovog korištenja, korisnik na svom osobnom računala koristi se WEB serverom preko Web preglednika koji se nalazi na „Desktop-u“. WEB server se koristi HTTP servisom. HTTP poslužitelj omogućuje pokretanje značajki i aplikacija, poput korisničkog sučelja web preglednika Cisco, na vašem uređaju za usmjeravanje.

Za postavljanje HTTP servisa potrebno ga je uključiti i zatim u datoteci(eng. File) index.html promijeniti strukturu izgleda stranice, ulazak u stranicu pritiskom na „Edit“ (slika 22) .



Slika 22: Postavljanje HTTP servisa [Autorski rad]

Uređivanje stranice radi se pomoću html jeziku (slika 23). HTML jezik je jezik oznaka (predstavljaju strukturne, prezentacijske i semantičke informacije) sastoji se od hipertekst-hipermedija osobina (tekst, slika, zvuk, video i dr. koji se mogu međusobno povezati ime se dobije mreža informacija)



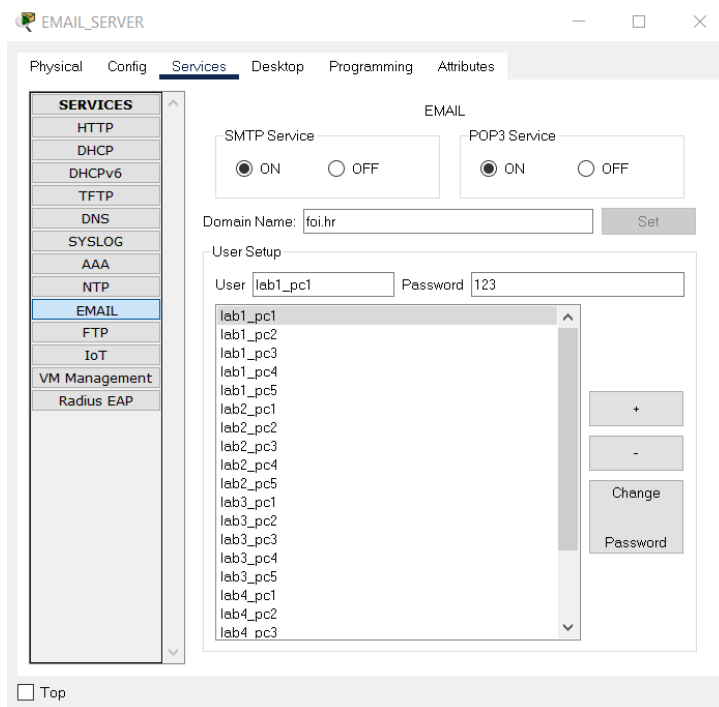
Slika 23: Uređivanje stranice na WEB serveru [Autorski rad]

Korisnik na svom osobnom računala koristi se WEB serverom preko Web preglednika koji se nalazi na „Desktop“ , te unosom IP adrese WEB poslužitelja u URL . Pošto u mreži postoji i DNS server moguće je pozvati stranicu WEB poslužitelja pomoću nazivam koji je postavljen na DNS serveru (slika 29).

4.4.4.4. EMAIL server

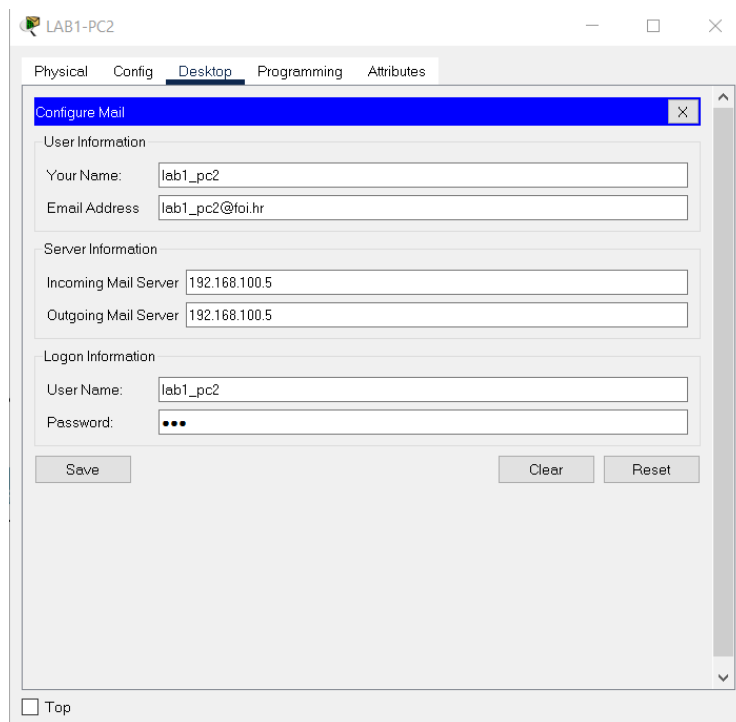
EMAIL server je poslužitelj elektroničke pošte koji omogućuje korisnicima razgovaranje pomoću elektroničke pošte . Postoji mogućnost korištenja (engl. *Simple Mail Transfer Protocol-SMTP*) standardnog protokol za slanje e-mail poruka putem interneta i Post Office (engl. *Protocol version 3-POP3*) standardnog mail protokol koji se koristi za primanje e-mail poruka sa udaljenog servera na e-mail klijent na računalo. POP3 omogućava da kompletno preuzmete e-mail poruke na Vaše računalo i čitate ih i kada ste offline. Kada koristite POP3, vi zapravo preuzimate mailove sa servera (gdje su oni pohranjeni prije vašeg preuzimanja) i pohranjujete ih na disk vašeg računala, uz pomoć nekog e-mail klijenta[17].

Za konfiguracija EMAIL servisa potrebno je uključiti oba servisa. Potrebno je postaviti naziv domene kojom će se služiti server, te unijeti nazive korisnika i njihove lozinke (slika 24).



Slika 24: Postavljanje EMAIL servisa [Autorski rad]

Da bi računala mogla komunicirati putem email-a potrebno je na svakom računalu napraviti konfiguraciju za email, koja se nalazi na „Desktop“ u prozoru email (slika 25). Za konfiguraciju email-a na računalu potrebno je unijeti ime korisnika, željenu email adresu koja koristi postavljenu domenu (npr. lab1_pc2@foi.hr), informacije o email serveru (IP adresu dolaznog i odlaznog mail servera), registracijske informacije naziv korisnika i lozinku.



Slika 25: Konfiguracija email-a na računalu [Autorski rad]

Nakon konfiguracije email-a na svima računalima moguće je ostvariti komunikaciju između računala.

4.5. Testiranje rada mreže

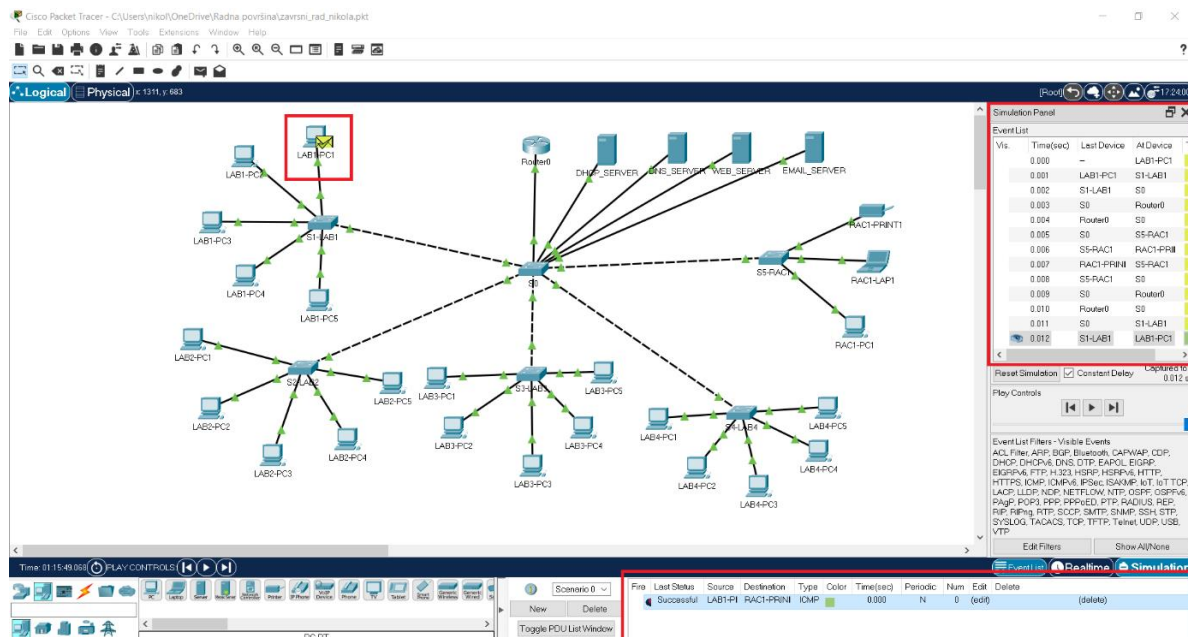
Nakon postavljanja i konfiguracije kompletne mreže potrebno ju je i testirati. Kroz testiranje je potrebno vidjeti funkcionalnost mreže, te vidjeti kako sve funkcionira. Za početak je potrebno odrediti sve što smo postavili i što želimo testirati.

Redoslijed testiranja:

- Povezanost uređaju
- Korištenje WEB servera
- Korištenje EMAIL servera

Povezanost uređaja moguće je testirati na više načina . Prvi način u simulacijskom načinu rada (Simulation mode) poslati UDP paket sa jednog uređaja na drugi , korištenjem naredbenog redak (eng. Command Prompt) i naredbe „ping“ (tzv. Pinganje) , te pinganjem sa usmjerivača na neki od računala.

Uspješno je odrađeno testiranje u simulacijskom načinu (slika 26) . Paket je uspješno poslan sa računala LAB1_PC1 koje se nalazi u laboratoriju LAB1 do printera RAC1_PRINT1 koji se nalazi u računovodstvu RAC1. Na svakom čvorištu, paket šalje ICMP poruke koje se prate u simulacijskom panelu (engl. *Simulation panel*). Kad paket stigne na željenu lokaciju, vraća se nazad na početnu lokaciju sa koje je poslan. Ako paket uspješno dođe do odredišta, na ishodištu se pojavljuje zelena kvačica. Ispod simulacijskog panela nalazi se prozor u kojem se prikazuje status paketa. Ukoliko je paket uspješno poslan, status sučelja biti će „*successful*“. A ako bude neuspješan status sučelja biti će „*failed*“.



Slika 26: Testiranje u simulacijskom načinu rada [Autorski rad]

Drugi način testiranja koji je korišten je takozvano „pinganje“. Potrebno je u „*Command Prompt*“ računalu poslati naredbu „ping“ na drugo računalo. Prilikom prvog slanja paket će biti izgubljen, ali svakim sljedećim slanjem svi paketi stignu na odredište (slika 27).

The screenshot shows the 'Command Prompt' window for LAB1-PC1. The window has tabs for 'Physical', 'Config', 'Desktop', 'Programming', and 'Attributes'. The 'Desktop' tab is active, showing the 'Command Prompt' application. The text in the window shows the execution of the 'ping 192.168.4.2' command twice. The first attempt results in a 'Request timed out' and a 25% loss. The second attempt results in successful replies and 0% loss.

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.4.2

Pinging 192.168.4.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.4.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.4.2

Pinging 192.168.4.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=39ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=10ms TTL=127

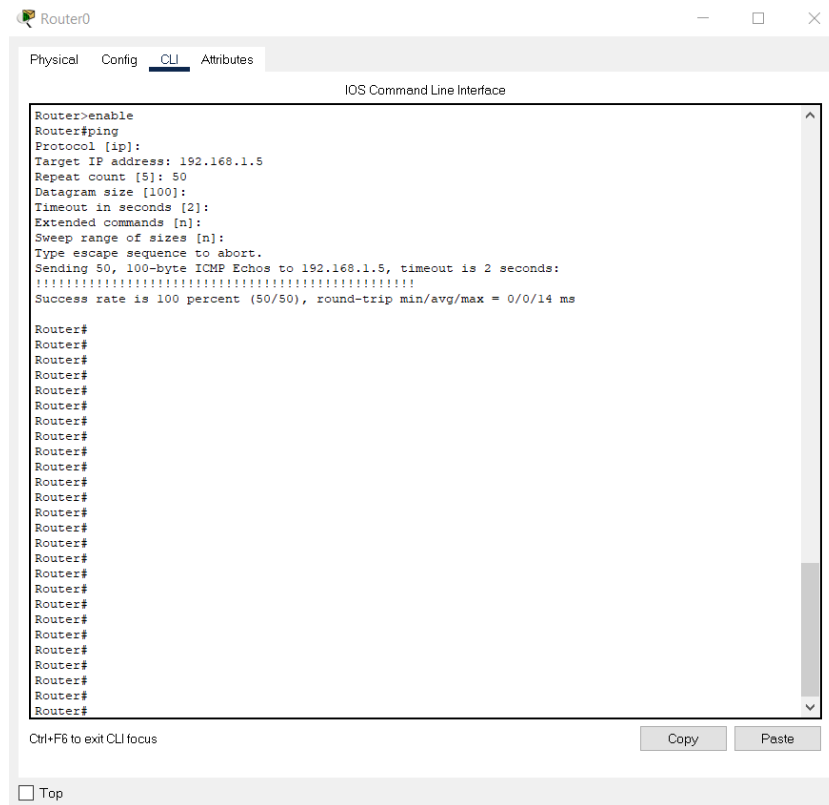
Ping statistics for 192.168.4.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 39ms, Average = 12ms

C:\>

```

Slika 27: Testiranje pomoću „pinganja“ [Autorski rad]

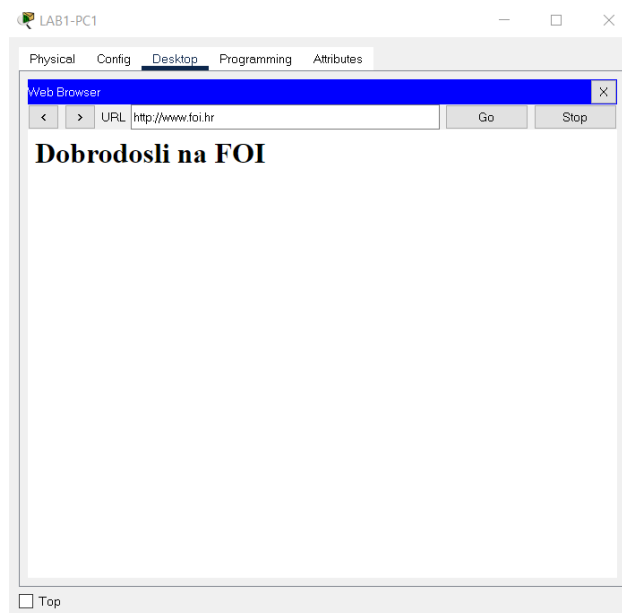
I posljednje testiranje računala koje je napravljeno je ono sa usmjerivača na računalo. Upisivanjem naredbe `ping` u tekstualno sučelje (CLI) usmjerivača, te unošenje IP adrese računala i koliko poruka želimo poslati (u ovom slučaju pedeset). Prikazano (slika 28) je 100% uspješnost slanja paketa uz maksimalno kašnjenje od četrnaest milisekundi.



Slika 28: Testiranje pomoću „pinganja“ preko usmjerivača [Autorski rad]

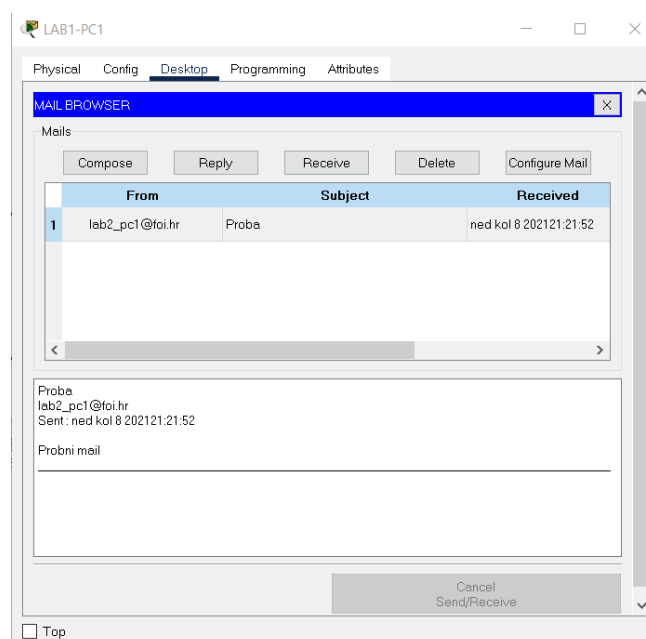
Sva testiranja za računala prošla su pozitivno stoga možemo reći kako mreža funkcionira i da su sva računala umrežena.

Završeno je testiranje računala i sada treba testirati rad WEB servera. Rad WEB servera provjerava se u web pregledniku (Web Browser) koje se nalazi na „Desktop-u“ računala. U URL web preglednika potrebno je upisati IP adresu WEB servera ili naziv poveznice koja zamjenjuje IP adresu koja je postavljena na DNS serveru. Tako da ustvari u isto vrijeme se testira i WEB server i DNS server. Upisom poveznice www.foi.hr u URL prikazala se željena stranica (slika 29), što znači da je testiranje uspješno provedeno.



Slika 29: Testiranje WEB servera [Autorski rad]

Za kraj je još preostalo testirati rad EMAIL servera. Ponovno je potrebno koristiti jedno od računala i na radnoj površini otvoriti prozor Email. Upišemo kome želimo poslati email, te tekst i naslov poruke. Kada je poruka poslana trebala bi biti u pretincu primljenih poruka (engl. *Receive*) računala na koje je poslano. Poruka je uspješno stigla (slika 30) , tako da je i posljednje testiranje uspješno odrađeno.



Slika 30: Testiranje EMAIL servera [Autorski rad]

Mreža savršeno funkcionira sva računala u svim prostorijama su umrežena u lokalnu mrežu, Svaki server odrađuje svoj dio za koji je namijenjen.

5. Zaključak

Kroz rad smo prošli najvažnije o računalnim mrežama, prema čemu se mogu dijeliti i kakve vrste postoje. Detaljnije je opisana lokalna mreža koja je korištena za dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije, te mrežni uređaji koji su potrebni za funkcionalnost mreže.

Tema završnog rada je dizajniranje računalne mreže edukacijske institucije tako da je najveći dio rada posvećen samoj izvedbi.

Za potrebe rada korišten je program Cisco Packet Tracer u kojem je napravljena simulacija edukacijske institucije. Zbog preglednosti korištena je manja edukacijska institucija. Tako da je korišteno pet preklopnika, jedan glavni odnosno središnji preklopnik, jedan usmjerivač i dvadeset i tri različita uređaja krajnjih korisnika, te čak četiri različita servera koji sadrže po jedan servis.

Kako bi mreža funkcionirala potrebno je bilo postaviti odgovarajuće mrežne uređaje i uređaje krajnjih korisnika tako da budu raspoređeni prema potrebama i prostorijama u kojima će se koristiti. Nakon postavljanja i povezivanja svih uređaja u mreži došli smo do najbitnijeg dijela rada, a to je konfigurirati sve uređaje kako bi oni bili međusobno kompatibilni i kako bi mreža mogla funkcionirati.

Na kraju su izvršena različita testiranja rada mreže. Napravljena su testiranja povezanosti uređaja, te funkcionalnog rada svih servera. Testiranja su prošla u najboljem redu što znači da je uspješno odrađena tema završnog rada.

Popis literature

- [1] Computer Networks, fifth edition – Andrw S. Tanenbaum, David J. Wetherall, Pearson Education .Inc, 2011 (22.08.2021.)
- [2] CarNET, Toni Pralas, <https://sysportal.carnet.hr/node/342> (22.08.2021.)
- [3] Krešimir Jurić, diplomski rad,) (22.08.2021.)
- [4] Microsoft Word - skripta-2006-2007-dodatak.doc (unist.hr) (23.08.2021)
- [5]David Hemmenidinger ,<https://www.britannica.com/technology/local-area-network> (23.08.2021)
- [6]http://www.efos.unios.hr/informatika/wp-content/uploads/sites/202/2013/04/Komunikacije_i_mreze-nova.pdf (23.08.2021)
- [7]<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/network-interface-card> (23.08.2021)
- [8]<https://www.links.hr/hr/mreza-kartica-pci-e-tp-link-tg-3468-10-100-1000mbps-za-zicnu-mrezu-053503066> (20.08.2021)
- [9]<https://informatika.buzdo.com/s846-internet-mrezni-uredjaji.htm> (23.08.2021)
- [10]<https://www.nabava.net/switchevi/d-link-dgs-1024d-switch-cijena-24x-rack-mountable-534591> (20.08.2021)
- [11]<https://www.watelectronics.com/network-devices-types-working/> (23.08.2021)
- [12]<https://www.instar-informatika.hr/tp-link-tl-wr940n-bezicni-usmjerivac-router-300mbps-24ghz-80211ngb-1xwan-4xlan-3x-fiksne-antene/TL-WR940N-Lost/product/> (20.08.2021)
- [13]Mujarić, E., Prijenosni mediji, <https://sysportal.carnet.hr/node/674> (27.08.2021)
- [14]<https://www.hgshop.hr/mrezni-kabel-sbox-utp-cat5e-30m-sivi/proizvod/261756> (20.08.2021)
- [15]<http://mreze.layer-x.com/s030400-0.html> (27.08.2021)

[16]<https://www.avalon.hr/blog/2011/12/20/kako-radi-dns-i-zasto-je-toliko-vazan> (18.08.2021)

[17]<https://wmd.hosting/upute/%C5%A1to-je-pop3-imap-i-smtp> (18.08.2021)

Popis slika

Slika 1: Mrežna kartica	4
Slika 2: Preklopnik	5
Slika 3: Usmjerivač	6
Slika 4: UTP kabel	7
Slika 5: Računalna mreža edukacijske institucije	8
Slika 6: Grafičko sučelje Cisco Packet Tracer-.....	10
Slika 7: Postavljanje mrežne opreme na radnu površinu	10
Slika 8: Povezivanje sa Copper-Straight kabelom	11
Slika 9: Povezivanje sa Copper-Cross Over kabelom.....	11
Slika 10: Tekstualno sučelje preklopnika (CLI)	13
Slika 11: Pregled konfiguracije sučelja preklopnika S1	15
Slika 12 : Prikaz svih VLAN-ova i pripadajućih sučelja	17
Slika 13: Pregled konfiguracije sučelja preklopnika S0.....	18
Slika 14: Prikaz stanja svih sučelja	20
Slika 15: Prikaz „routing“ tabele.....	20
Slika 16: Uključivanje sučelja računala	21
Slika 17: Radna površina računala	21
Slika 18: IP konfiguracija računala	22
Slika 19: IP konfiguracija servera	23
Slika 20: Postavljanje DHCP servisa	24
Slika 21: Postavljanje DNS servisa	25
Slika 22: Postavljanje HTTP servisa	26
Slika 23: Uređivanje stranice na WEB serveru	27
Slika 24: Postavljanje EMAIL servisa	28
Slika 25: Konfiguracija email-a na računalu	28
Slika 26: Testiranje u simulacijskom načinu rada.....	30
Slika 27: Testiranje pomoću „pinganja“	30
Slika 28: Testiranje pomoću „pinganja“ preko usmjerivača	31
Slika 29: Testiranje WEB servera	32
Slika 30: Testiranje EMAIL servera	32

Popis tablica

Tablica 1: Prikaz uređaja, IP adresa, sučelja, gateway-a.....	12
Tablica 2: Uređaji povezani na preklopnik S0	15

Prilozi (1, 2, ...)

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name LAB1
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#interface range fastEthernet 0/1-10
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#do write
```

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name LAB1
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name LAB2
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 30
Switch(config-vlan)#name LAB3
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 40
Switch(config-vlan)#name LAB4
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 50
Switch(config-vlan)#name RAC1
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 100
Switch(config-vlan)#name ADMIN
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface range fastEthernet 0/2-5
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 100
Switch(config-if-range)#exit
```

```

Switch(config-if)#interface fastEthernet0/6
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet0/7
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet0/8
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 30
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet0/9
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 40
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet0/10
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 50
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#do write

Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.1
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.2
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 20
Router(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config-subif)#interface fastEthernet 0/0.3
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 30
Router(config-subif)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown

```

```

Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.4
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 40
Router(config-subif)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.5
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 50
Router(config-subif)#ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.11
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 100
Router(config-subif)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#exit
Router(config)#exit
Router#copy run start

```

```

Router#configure terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.1
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.2
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.3
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.4
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.5
Router(config-subif)#ip helper-address 192.168.100.2
Router(config-subif)#exit

```