

Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za elektroniku

Praktikum iz računara – 13E043PIR

Laboratorijska vežba

**Osnovni načini povezivanja dva i više
računara u jedinstveni komunikacioni
sistem**

Autor: Dragomir El Mezeni

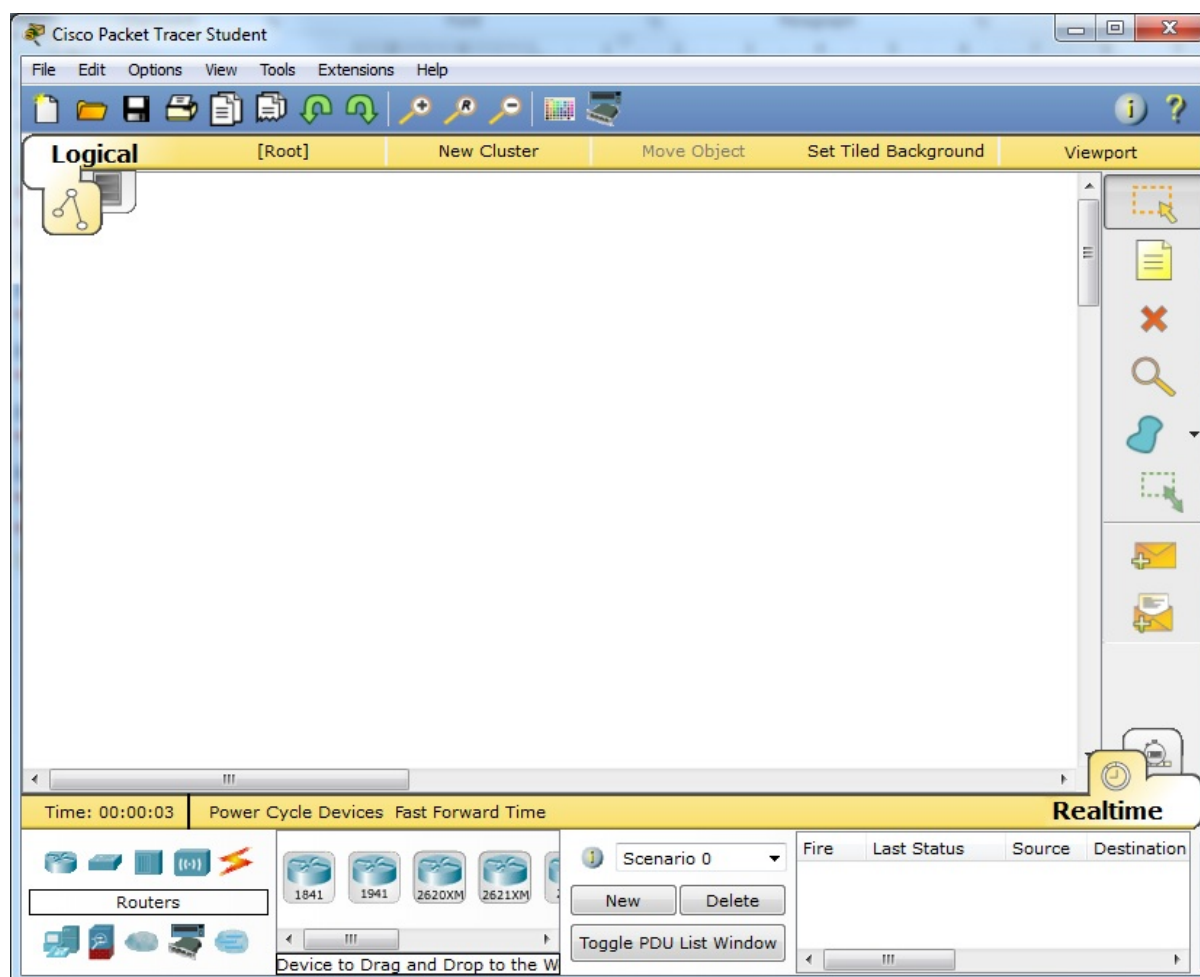
Beograd, 2016.

1. Cilj vežbe

Cilj ove laboratorijske vežbe je da se studenti upoznaju sa osnovnim načinima povezivanja više računara u jedinstveni komunikacioni sistem kojim se omogućava razmena paketa između svaka dva računara u tom sistemu.

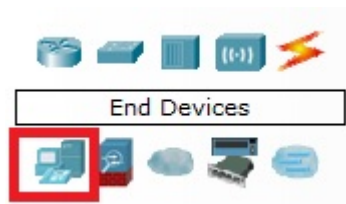
2. Povezivanje dva računara direktnom vezom

Dva računara je najjednostavnije povezati direktnom vezom korišćenjem *ethernet* priključka i odgovarajućeg *cross-over ethernet* kabla. Po pokretanju *Packet Tracer* programa otvara se prozor prikazan na Slici 1. Centralni deo prozora predstavlja radna površina u kojoj se kreira željena mrežna topologija dodavanjem odgovarajućih elemenata koji se nalaze u donjem levom uglu ovog prozora.



Slika 1. Početni prozor *Packet Tracer*-a

Kako bismo testirali direktno povezivanje dva računara potrebno je da dodamo ta dva računara koji se nalaze u okviru grupe *End Devices* kao što je prikazano na Slici 2.



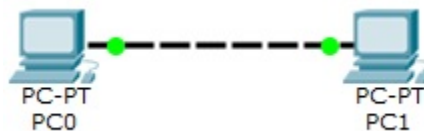
Slika 2. Dodavanje računara

Klikom na ovo polje u prozoru pored se pojavljuju svi uređaji koji se nalaze u okviru ove grupe. Prvi od njih predstavlja generički računar. Potrebno je dodati dva ovakva računara i postaviti ih na radnu površinu kao na Slici 3.



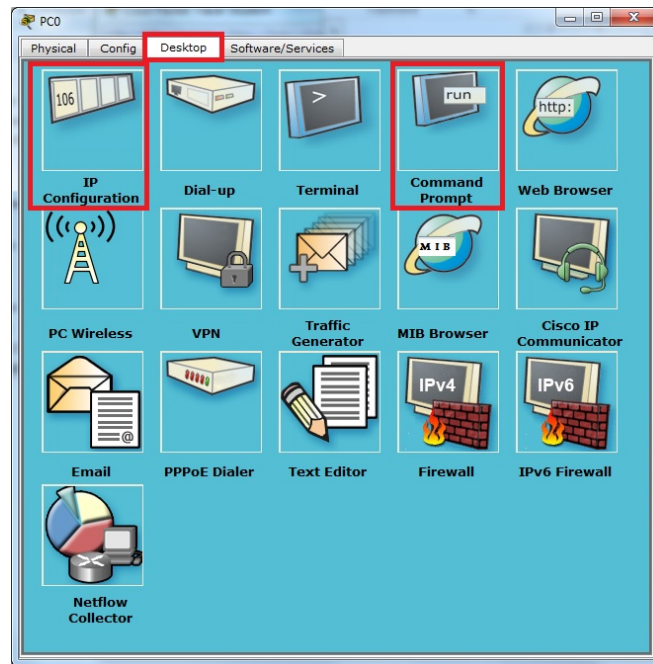
Slika 3. Postavljanje računara na radnu površinu

Prilikom povezivanja računara najpre je potrebno odabrati odgovarajuću liniju veze. Ovo se obavlja odabirom odgovarajuće grupe *Connections* i biranjem odgovarajućeg kabla. Direktna veza između dva računara se ostvaruje korišćenjem ukrštenih (*cross-over*) bakarnih kablova. Veza se ostvaruje tako što se nakon odabira kabla klikne na prvi računar i odabere odgovarajući priključak. U ovom slučaju potrebno je odabrati *FastEthernet* priključak. Klikom na drugi računar i odabirom priključka veza je ostvarena i radna površina ima izgled kao na Slici 4.



Slika 4. Direktna veza dva računara

Svaki mrežni priključak računara koji je povezan na neku mrežu mora imati odgovarajuću adresu (IP adresu). Adresu računara određuje administrator mreže i dodeljuje je ili statički (adresa računara je uvek ista pri svakom pristupu mreži) ili dinamički (adresa računara se određuje pri svakom pristupu mreži i može se razlikovati pri različitim pristupima). U okviru ove laboratorijske vežbe sve IP adrese će biti dodeljivane isključivo statički. Klikom na prvi računar PC0 otvara se prozor sa podešavanjima za ovaj računar. U okviru kartice *Desktop* nalaze se sva bitnija podešavanja prikazana na Slici 5. Na ovoj slici je obeleženo polje za podešavanje mrežne adrese *IP configuration* koje će biti korišćen za konfiguraciju adrese računara kao i *Command prompt* koji će biti korišćen za testiranje veze između dva računara. Klikom na polje *IP configuration* otvara se prozor za konfigurisanje mrežne adrese. Ovde je potrebno odabrati opciju **Static** i upisati adresu **147.91.10.2**. Automatski se prepoznaje da ova adresa pripada klasi B IP adresa i dodeljuje joj se mrežna maska 255.255.0.0. Na isti način je potrebno konfigurisati i drugi računar PC1 dodeljivanjem mrežne adrese **147.91.10.3**.

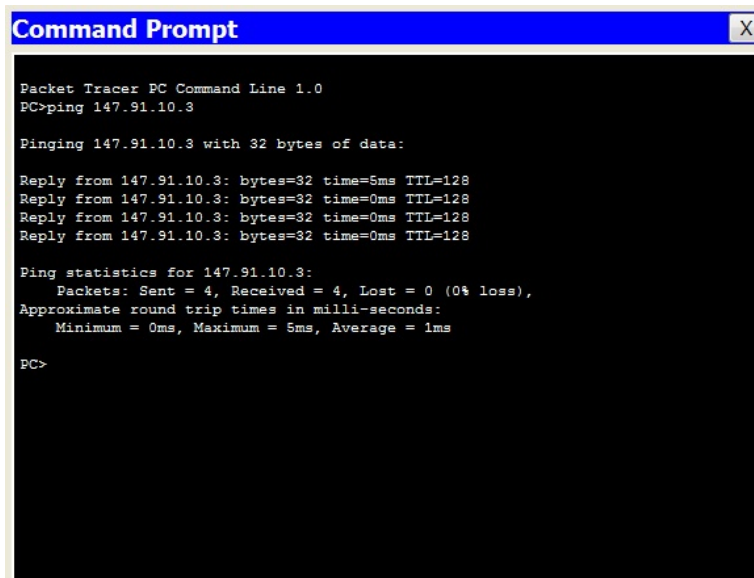


Slika 5. Podešavanja i aplikacije računara

Zgodno je pored svakog računara naznačiti njegovu IP adresu dodavanjem odgovarajuće labela pomoću opcije *Place Note*  koja se nalazi sa leve strane radne površine. Ispravnost ostvarene veze se proverava korišćenjem komande **ping** u okviru *Command Prompt*-a. Potrebno je otvoriti Command Prompt računara PC0 i otkucati sledeću komandu:

ping 147.91.10.3

Ovom komandom se šalje odgovarajuća poruka za proveru ispravnosti veze računaru sa adresom 147.91.10.3. U slučaju da je veza ostvarena adresirani računar će dobiti ovu poruku i poslati nazad odgovor. U slučaju da odgovor ne stigne pre isteka predefinisnog vremenskog intervala smatra se da veza nije ostvarena. Izgled *Command Prompt* prozora u slučaju uspešnog testa ostvarene veze prikazan je na Slici 6.

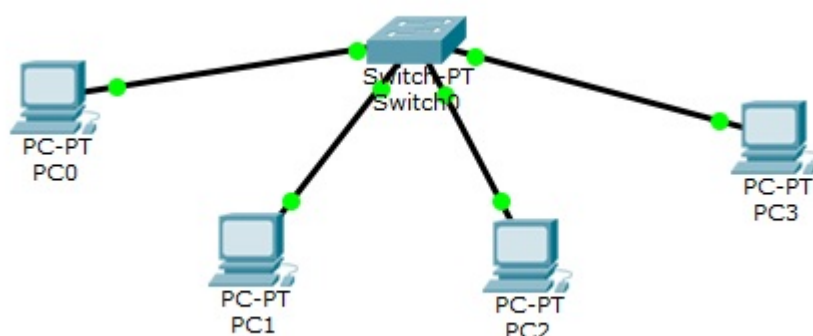


Slika 6. Testiranje ispravnosti povezivanja korišćenjem *ping* komande

2. Povezivanje četiri računara pomoću switch-a

Iako jako korisna pri povezivanju dva računara direktna veza se, zbog lošeg skaliranja, ne koristi ako je potrebno povezati više računara u jedinstven sistem. Naime pri dodavanju novog računara u sistem bilo bi potrebno povezati direktnom vezom ovaj računar sa svim postojećim računarima u sistemu što u praksi često nije izvodljivo. Kako bi se ostvarila veza između više računara koriste se razvodnici **switch**-evi i **hub**-ovi. Ovi uređaji imaju više *ethernet* portova koji su međusobno povezani i sve što je potrebno uraditi pri dodavanju novog računara u sistem je povezati ga na slobodan *ethernet* port **switch**-a ili **hub**-a. Osnovna razlika između ova dva tipa razvodnika je ta što hub svaki paket koji primi na nekom od portova šalje na sve ostale portove bez obzira na sadržaj tog paketa. Hub dakle predstavlja običnu fizičku vezu između priključaka i zbog toga ima veoma jednostavnu konfiguraciju i nisku cenu. Problem kod hub-a je što može izazvati zagušenje mreže prosleđivanjem nepotrebnih poruka. Switch s druge strane analizira odredišnu adresu u okviru paketa koji primi i na osnovu toga šalje paket na odgovarajući port, izbegavajući zagušenje mreže.

U okviru ovog zadatka potrebno je dodati 4 računara i jedan switch. Switch se dodaje biranjem grupe uređaja *Switches*  i uređaja *Switch-PT* . Veza između računara i switch-a se ostvaruje pomoću *straight-through* kabla . Nakon povezivanja radna površina bi trebalo da ima izgled kao na Slici 7.



Slika 7. Povezivanje 4 računara pomoću switch-a

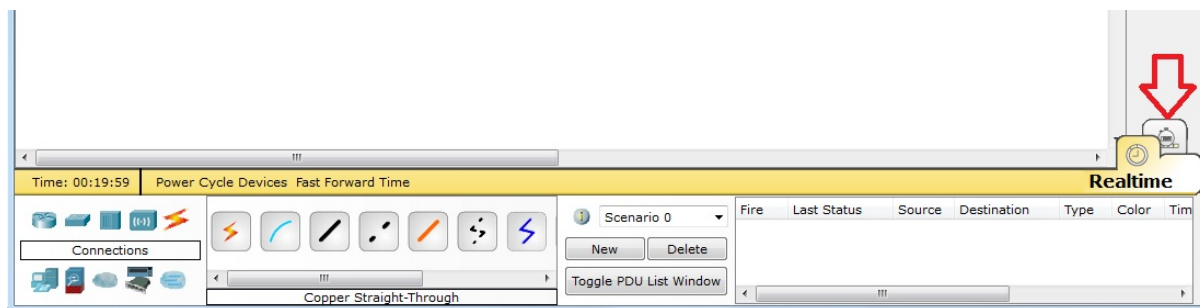
Potrebno je konfigurisati IP adrese prema Tabeli 1. i dodati odgovarajuće labelle pored svakog od računara.

Tabela 1. IP adrese računara u mreži

Računar	IP adresa
PC0	147.91.10.2
PC1	147.91.10.3
PC2	147.91.10.4
PC3	147.91.10.5

Sada je potrebno ponovo testirati vezu između računara korišćenjem **ping** komande. Detaljniji uvid u pakete koji se ovom prilikom razmenjuju između računara može se dobiti

korišćenjem simulacionog moda klikom na odgovarajući odeljak u donjem desnom uglu glavnog prozora kao što je prikazano na Slici 8.

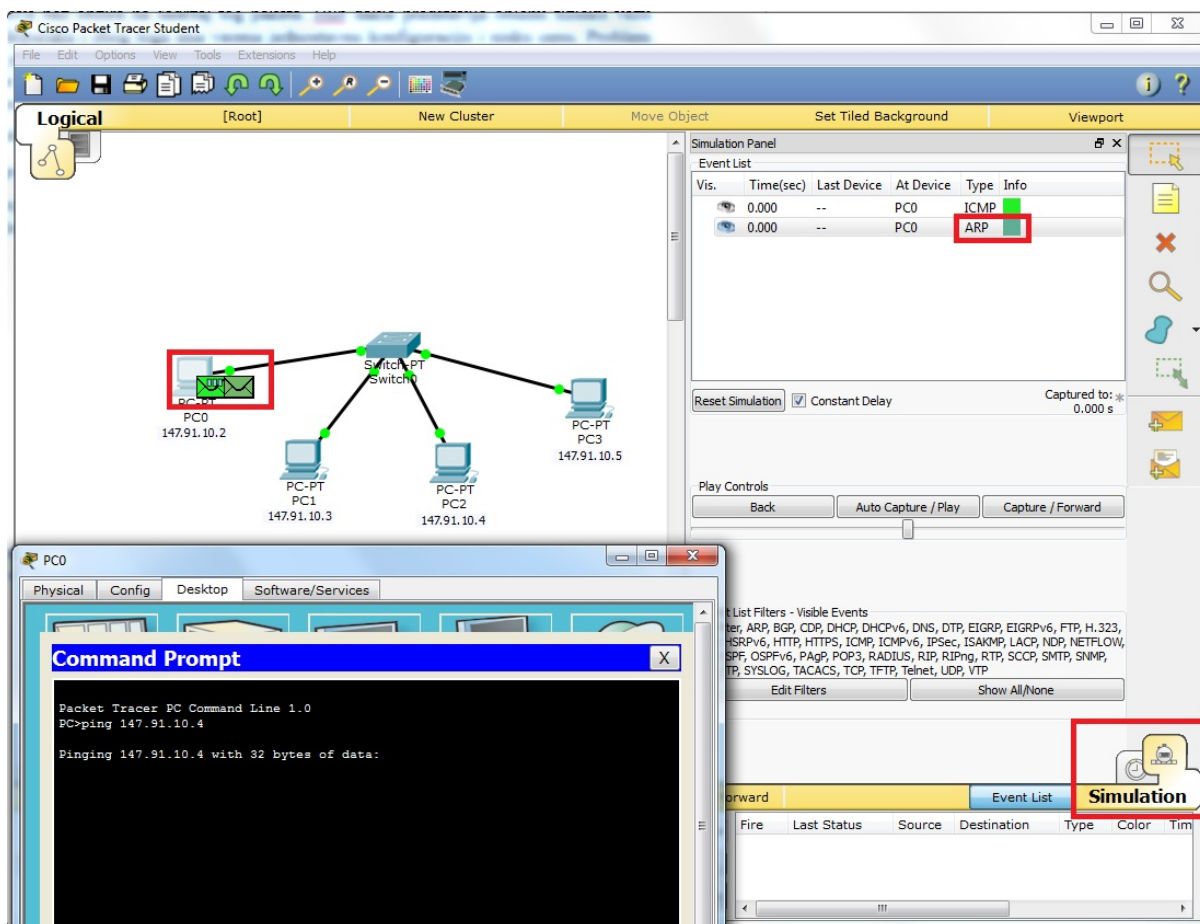


Slika 8. Ulazak u simulacioni mod

U okviru simulacionog moda moguće je pratiti putanju paketa korak po korak i analizirati sadržaj paketa u svakom stadijumu svog puta od izvorista do odredišta. Za testiranje ove opcije potrebno je aktivirati simulacioni mod, zatim otvori *Command Prompt* računara PC0 i uneti komandu:

ping 147.91.10.4

Nakon toga se dobija situacija kao na Slici 9.

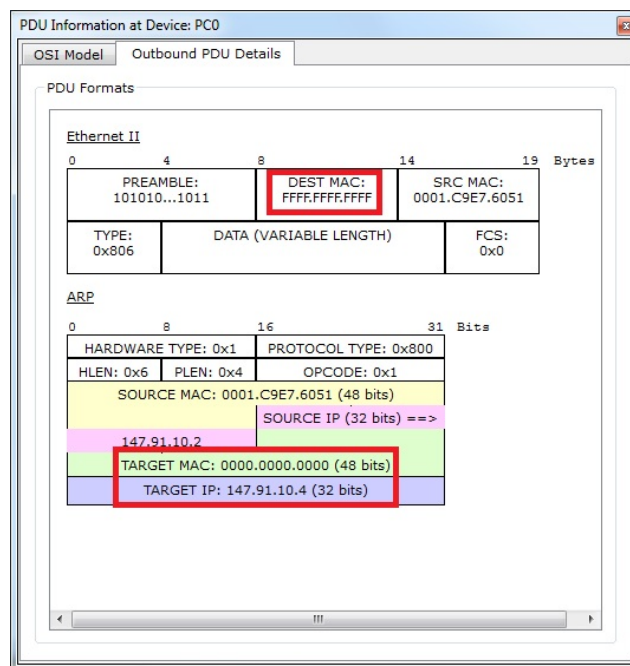


Slika 9. Testiranje veze između računara u simulacionom modu

Na Slici 9. se može uočiti da su po unosu komande ping kod računara PC0 kreirana 2 paketa (svetlo i tamno zeleno pismo). Značenje ovih paketa može se naći u simulacionom prozoru sa desne strane (*Simulation Panel*) u okviru liste događaja. Oдавde se vidi da su ova

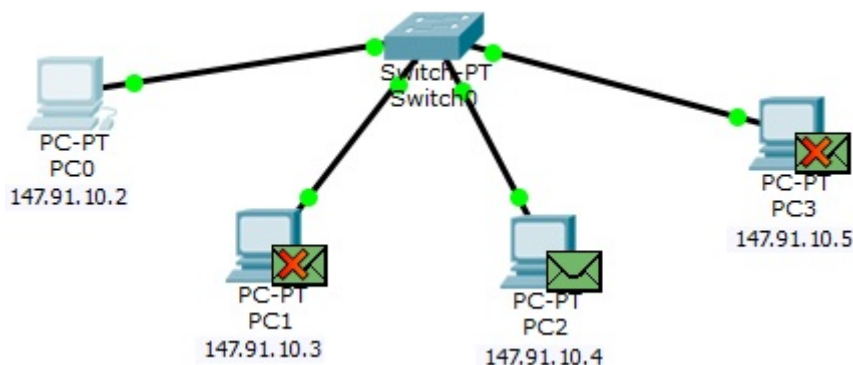
dva paketa tipa ICMP i ARP. ICMP (*Internet Control Message Protocol*) paketi se koriste za testiranje Interneta odnosno ostvarenih veza između računara. ARP (*Address Resolution Protocol*) služi za određivanje fizičke (MAC) adrese računara kome je namenjena poruka. Uspešno slanje poruke zahteva da u okviru polja za odredište zaglavlja ethernet paketa stoji MAC adresa odredišnog računara. Izvorišni računar međutim zna samo IP adresu odredišnog računara i nema nikakvu informaciju o njegovoj MAC adresi. ARP poruka se šalje svim računarima u okviru mreže i svaki računar koji dobije ovu poruku proverava da li odredišna IP adresa odgovara njegovoj sopstvenoj IP adresi. Onaj računar koji prepozna svoju IP adresu šalje nazad paket sa odgovorom u kom se nalazi njegova MAC adresa. Nakon uspešno određene MAC adrese odredišta šalju se ostale poruke u ovom slučaju ICMP.

Sledeći simulacioni korak se izvršava klikom na taster **Capture/Forward**. Cela simulacije se može izvršiti klikom na taster **Auto Capture/Play**. Sadržaj svakog paketa se može videti klikom na obojeni kvadrat pored naziva paketa u okviru liste događaja. Na Slici 10. prikazan je sadržaj odlaznog ARP paketa.



Slika 10. Odlazni ARP paket

Kako nije poznata MAC adresa računara koji ima IP adresu 147.91.10.4 PC0 šalje ARP poruku svima (adresa odredišta FFFF.FFFF.FFFF). U okviru polja za podatke smeštena je IP adresa odredišta i prazno polje u koje odgovarajući računar treba da upiše svoju MAC adresu. Izvršavanjem simulacije dalje vidi se da switch ovu ARP poruku prosleđuje svim računarima u mreži. Računari PC2 i PC4 ne prepoznaju IP adresu i ignorišu ovu poruku (što je signalizirano crvenim krstićem) dok računar PC3 prepoznaje poruku i šalje nazad odgovor.



Slika 11. Računar PC2 prepoznaje traženu adresu i šalje odgovor sa svojom MAC adresom

Nakon uspešno određene MAC adrese odredišnog računara, ova adresa se skladišti u mrežnoj kartici računara PC0 i nastavlja se komunikacija slanjem ICMP poruka.

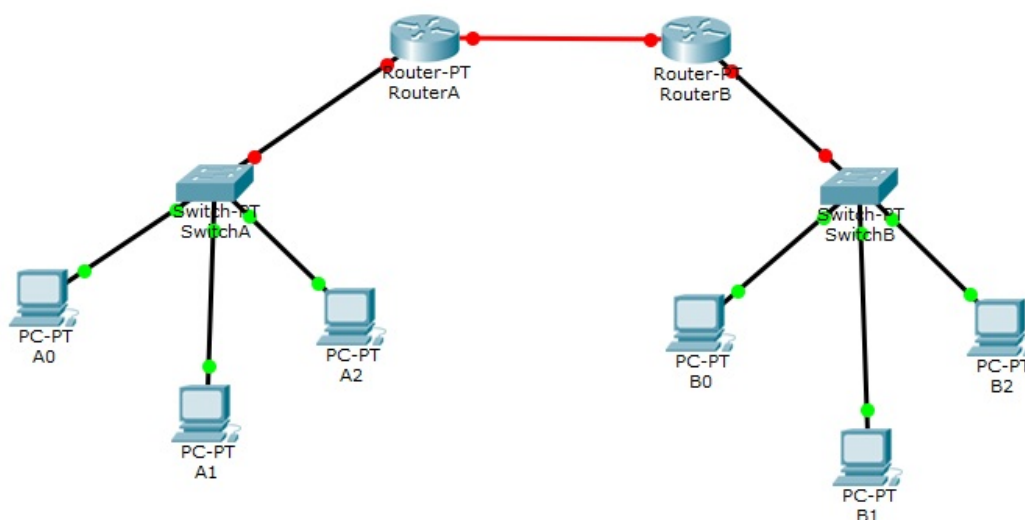
Zadatak:

- Proveriti da li je ostvarena veza između svaka dva računara korišćenjem komande ping. Pri ovom testiranju preći u *Realtime* mod rada.
- Analizirati sadržaj paketa prilikom komunikacije računara PC1 i PC3.

3. Povezivanje dve mreže pomoću *router-a*

Switch tačno zna koja je MAC adresa svakog računara povezanog na njegove portove i na osnovu toga određuje gde dolazna poruka treba da bude prosledjena. Međutim *switch* ima ograničen broj priljučaka (u našem slučaju 4) tako da se postavlja pitanje na koji način je moguće povezati više računara. Uređaj koji omogućava kreiranje većih sistema i usmeravanje paketa kroz mrežu naziva se *router*.

U okviru ove vežbe potrebno je kreirati dve mreže računara A i B sa po 3 računara u svakoj mreži. Računari u okviru svake od mreža su međusobno povezani *switch*-evima. Veza između ove dve mreže se može ostvariti i pomoću samo jednog *router-a*. Međutim u ovom primeru smatraćemo da su ove dve mreže udaljene, tako da svaka ima sopstveni *router* dok su *router-i* međusobno povezani optičkim kablom. Dodavanje *router-a* se obavlja odabirom odgovarajuće grupe uređaja *Routers*  a zatim i samog uređaja *Router-PT* . Veza između *router-a* i *switch-a* se ostvaruje pomoću standardnog bakarnog *straight-through* kabla, dok se veza između dva *router-a* obavlja pomoću optičkog kabla (*Fiber* ). *Switch*-eve povezati na **FastEthernet0/0** priključak *router-a*, a *router-e* međusobno povezati preko **FastEthernet4/0** priključaka. Nakon povezivanja dobija se topologija prikazana na Slici 12.



Slika 12. Dve mreže povezane *router*-ima

Mreže A i B predstavljaju lokalne mreže sa adresama **192.168.10.0/24** i **192.168.20.0/24** (24 bita adrese predstavlja mrežnu adresu dok je 8 bita namenjeno adresi računara). Portovi *FastEthernet* 0/0 *router*-a A i B pripadaju odgovarajućim mrežama A i B i uzimaju adrese iz datog opsega adresa. *Router* predstavlja vezu (*gateway*) sa ostalim mrežama. Obično postoji jedan podrazumevani *router* kojem se šalju sve adrese koje ne pripadaju lokalnoj mreži. Ovaj *router* se naziva *default gateway* i obično ima najnižu adresu iz dostupnog opsega adresa. *Router*-i A i B komuniciraju preko *FastEthernet* 4/0 priključka. Ova dva priključka čine posebnu mrežu koja ne pripada nijednoj od mreža A i B i uzima adrese iz opsega **192.168.1.16/29**. Potrebno je konfigurisati IP adrese svih računara kao i adrese priključaka *router*-a prema Tabeli 2 i Tabeli 3.

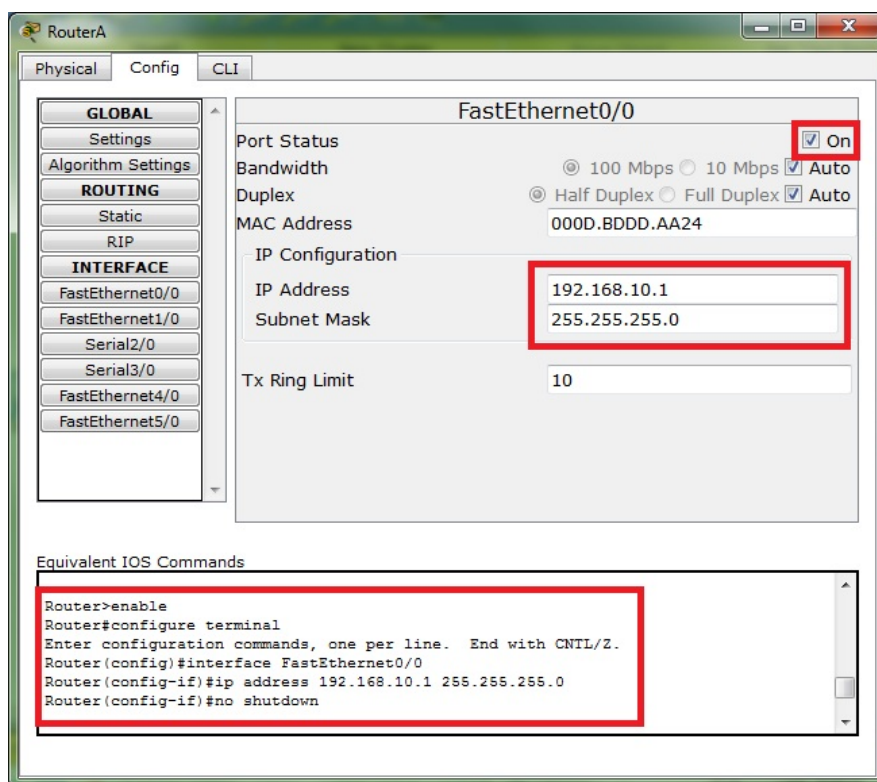
Tabela 2. IP adrese računara

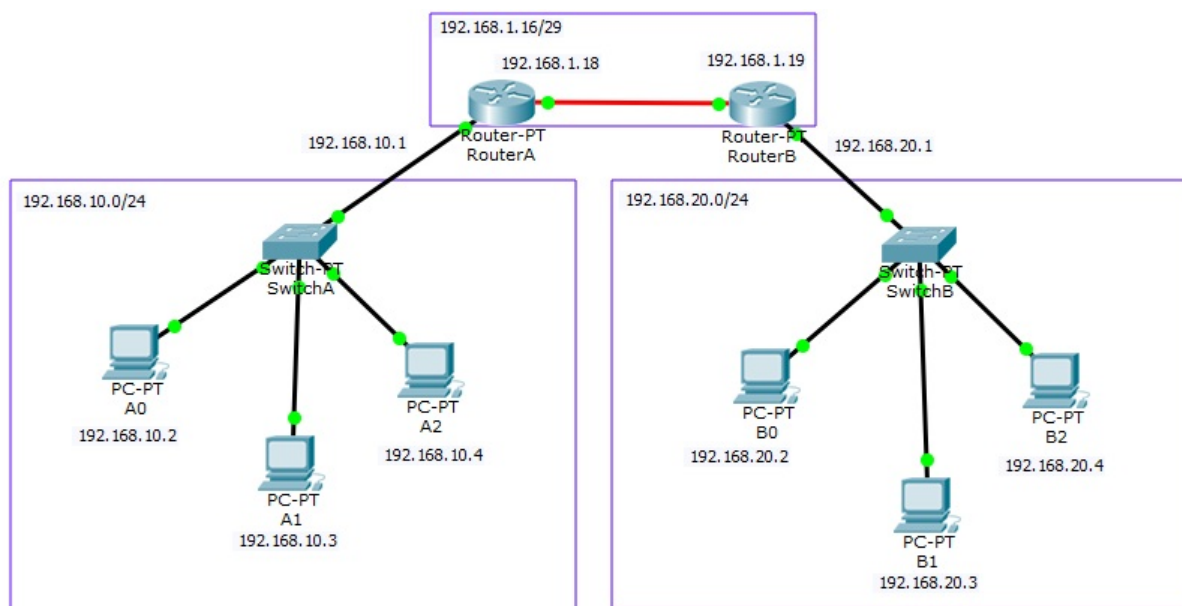
Računar	IP adresa	Default Gateway
A0	192.168.10.2	192.168.10.1
A1	192.168.10.3	192.168.10.1
A2	192.168.10.4	192.168.10.1
B0	192.168.20.2	192.168.20.1
B1	192.168.20.3	192.168.20.1
B2	192.168.20.4	192.168.20.1

Tabela 3. IP adrese priključaka *router-a*

Priključak	IP adresa	Mrežna maska
RouterA – FA 0/0	192.168.10.1	255.255.255.0
RouterB – FA 0/0	192.168.20.1	255.255.255.0
RouterA – FA 4/0	192.168.1.18	255.255.255.248
RouterB – FA 4/0	192.168.1.19	255.255.255.248

Adrese priključaka *router-a* se u praksi podešavaju iz komandne linije međutim mogu se podesiti i pomoću grafičkog okruženja. Klikom na ikonicu *router-a* otvara se prozor za podešavanje. U odeljka *Config* odabirom interfejsa *FastEthernet 0/0* može se podesiti njegova IP adresa kao što je prikazano na Slici 13. Nakon podešavanja IP adrese potrebno je aktivirati odgovarajući priključak *router-a* komandom ***no shutdown*** ili selektovanjem polja ***On*** u okviru grafičkog okruženja kao što je prikazano na Slici 13. Komandne ekvivalente aktivnostima u okviru grafičkog interfejsa su prikazane u donjem delu prozora za podešavanje.

Slika 13. Podešavanje priključaka *router-a*



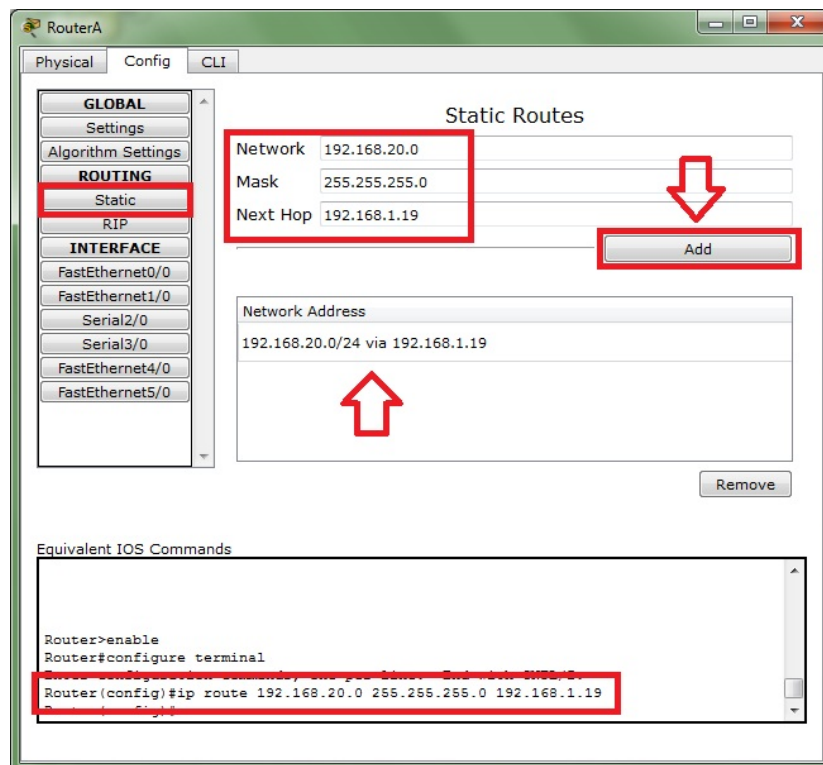
Slika 14. Dve mreže povezane pomoću dva *router*-a

Nakon podešavanja IP adresa i dodavanja odgovarajućih labela mrežna topologija izgleda kao na Slici 14. Na Slici 14. su uokvireni računari koji pripadaju istoj mreži a u gornjem desnom uglu je naznačen opseg adresa koji pripada datoj mreži.

Zadatak:

- Korišćenjem komande **ping** proveriti da li je ostvarena veza između sledećih parova računara A0 - A2, B1 - B2 i A0 - B2.
- Posmatrati putanju paketa u simulacionom modu i uočiti gde nastaje prekid u vezi između mreža A i B.

Paket namenjen nekom računaru mreže B koji polazi iz mreže A dolazi do *RouterA* koji predstavlja podrazumevani izlaz. *RouterA* međutim nema podešenu tabelu rutiranja i ne zna gde treba da prosledi odgovarajući paket. Kako bi se prevazišao ovaj problem potrebno je konfigurisati statičku rutu za sve pakete namenjene mreži B. Dakle svi paketi koji stignu na *RouterA* a imaju za odredište adresu iz opsega 192.168.20.0/24, koje odgovaraju mreži B, treba da budu prosleđeni na priljučak *FastEthernet 4/0* koji je povezan na *RouterB* sa IP adresom 192.168.1.19. Podešavanje statičke rute se obavlja tako što se u okviru prozora za podešavanje *router*-a odabere opcija **Routing**→**Static** kao što je prikazano na Slici 15. Ovde je potrebno navesti adresu mreže kojoj su poruke namenjene sa mrežnom maskom (biti namenjeni adresi računara treba da ostanu 0) kao i adresu sledećeg koraka, odnosno adresu interfejsa kome treba proslediti datu poruku. Podešavanje za *RouterA* je prikazano na Slici 15. Potrebno je obaviti isto ovakvo podešavanje za *RouterB* kojim će se omogućiti da paketi namenjeni mreži A budu prosleđeni na *RouterA*.



Slika 15. Podešavanje statičke rute

Zadatak:

- Proveriti da li je ostvarena veza između svaka dva računara korišćenjem komande ping. Pri ovom testiranju preći u *Realtime* mod rada.
- Analizirati sadržaj paketa prilikom komunikacije računara A1 i B2.