



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
Fakultet  
elektrotehnike i  
računarstva

Preddiplomski studij  
Računarstvo

Ime i prezime: \_\_\_\_\_

Matični broj: \_\_\_\_\_

# Komunikacijske mreže

Ogledni primjer međuispita

Zadatak	Rješavala/o - DA/NE	Bodovi
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
Ukupno		

Izjavljujem da tijekom izrade ovog međuispita neću od drugoga primiti niti drugome pružiti pomoć te da se neću koristiti nedopuštenim sredstvima. Ove su radnje teška povreda Kodeksa ponašanja te mogu uzrokovati i trajno isključenje s Fakulteta.

Također izjavljujem da mi zdravstveno stanje dozvoljava pisanje ovog međuispita.

Vlastoručni potpis: \_\_\_\_\_

### Zadaci s ponuđenim odgovorima

**Zadatak 1**  
**1 bod**

Koja se fizička mrežna topologija najčešće koristi kod izvedbe lokalnih mreža tehnologijom *Gigabitnog Ethernet*?

- (a) Sabirnica.
- ☒ (b) Zvijezda.
- (c) Prsten.
- (d) Potpuna povezanost.

**Zadatak 2**  
**1 bod**

Kada ethernetski komutator primi okvir za čiju odredišnu MAC-adresu nema zapis u tablici komutiranja, tada komutator:

- ☒ (a) stvara i razašilje ARP-upit kako bi saznao na kojem se priključku nalazi odredišna stanica.
- (b) mijenja odredišnu MAC-adresu okvira u „ff:ff:ff:ff:ff:ff“, kako bi okvir bio isporučen svim stanicama koje su priključene na komutator.
- ☒ (c) proslijeđuje okvir po svim priključcima, osim po priključku po kojem je primio okvir.
- (d) odbacuje okvir.

**Zadatak 3**  
**1 bod**

Preplavlivanje kao statički algoritam usmjeravanja određuje proslijeđivanje svih dolaznih paketa u komutacijskom čvoru:

- ☒ (a) Na sva sučelja, osim onog po kojem je primio paket, ako se radi o paketu koji taj čvor nije već ranije primio.
- (b) Samo na sučelje s najkraćom udaljenosti do idućeg čvora (dobiven Dijkstrinim algoritmom).
- (c) Samo na sučelje s najkraćom udaljenosti do idućeg čvora (dobiven usmjeravanjem pomoću vektora udaljenosti).
- ☒ (d) Na sva sučelja tog čvora.

**Zadatak 4**  
**1 bod**

Što predstavlja tzv. rani sudar u mreži Ethernet?

- ☒ (a) Situaciju kad stanica otkrije sudar na poveznici za vrijeme slanja svog okvira.
- (b) Situaciju kad stanica otkrije sudar na poveznici prije početka slanja svog okvira.
- (c) Situaciju kad stanica otkrije sudar na poveznici neposredno nakon završetka slanja svog okvira.
- (d) Situaciju kad stanica otkrije sudar na poveznici neposredno nakon slanja signala zagušenja.

**Zadatak 5**  
**1 bod**

Ako je duljina ICMP-poruke ovijene u IP-datagram jednaka 1100 okteta, a duljina zaglavlja pripadajućeg IP-datagrama jednaka 20 okteta, tada će u polju *Total Length* IP-zaglavlja biti zapisana vrijednost

- ☒ (a) 1080 okteta.
- (b) 1100 okteta.
- ☒ (c) 1120 okteta.
- (d) 1500 okteta.

$$1100/8 - 20/8 = \text{ans} * 8 = 1080?$$

**Zadatak 6**  
1 bod

Raspon IP adresa pod mreže zadan je sa 192.168.10.128/28. Koliko ukupno IP adresa postoji u tom rasponu?

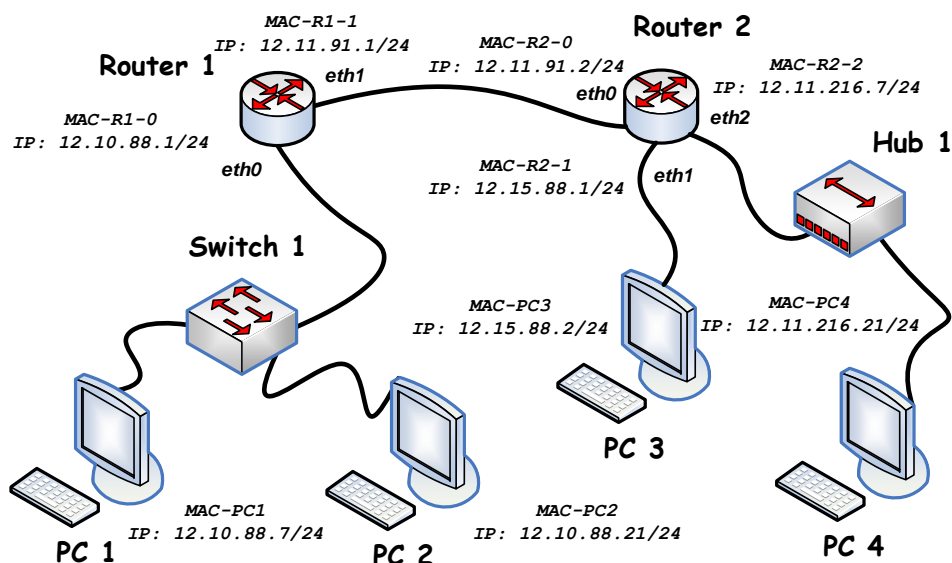
- (a) 15  
(b) 16  
(c) 31  
(d) 32

broj hostova + network + broadcast

Simbolički su zadane MAC-adrese mrežnih sučelja (MAC-PC1, MAC-PC2, itd.). Mrežni uređaji spojeni su u lokalnu mrežu Ethernet izvedbe 100BASE-T. Tablice usmjeravanja na svim računalima su statičke (tj. **nema prethodne komunikacije između usmjeritelja**) te su ispravno podešene. Podrazumijevani iznos parametra TTL za sva računala jednak je 64. **Sva priručna spremišta (engl. cache) su prazna.**

Slika 1.

Zadaci 7-8 se odnose na mrežu sa Slike 1.

**Zadatak 7**  
1 bod

U mreži prikazanoj na Slici 1, računalo PC 1 provjerava dostupnost računala PC 3 korištenjem naredbe *ping*. Pomoću alata Wireshark pokrenuto je snimanje prometa na sučelju *eth0* usmjeritelja Router 2. Koja će biti izvorišna i odredišna MAC adresa snimljenog okvira kojim se prenosi poruka **Echo Reply**?

- (a) Izvorišna MAC-R1-1, odredišna MAC-R2-0  
(b) Izvorišna MAC-PC-3, odredišna MAC-PC-1  
(c) Izvorišna MAC-R2-0, odredišna MAC-R1-1  
(d) Izvorišna MAC-PC-3, odredišna MAC-R1-1

**Zadatak 8**  
1 bod

U mreži prikazanoj na Slici 1, računalo PC 1 šalje poruku računalo PC 2. Hoće li u nekom trenutku komunikacija između ta dva računala ići preko usmjeritelja?

- (a) Da.  
(b) Da, ali samo prilikom ARP-zahtjeva.  
(c) Da, ali samo ako izvorištu nije poznata MAC adresa odredišta.  
(d) Ne.

**Opisni zadaci****Zadatak 9**  
**2 boda**

500 GB podataka prenosi se između računalnih centara u Zagreba i Beču. Komunikacijska infrastruktura preko koje se odvija komunikacija uključuje bakrene veze između Zagreba i Ljubljane duljine 115 km s propusnosti od 1 Gbit/s i brzinom propagacije signala  $2,3 \cdot 10^8$  m/s, te optička vlakna između Ljubljane i Beča duljine 280 km s propusnosti od 10 Gbit/s i brzinom propagacije svjetlosti od  $2 \cdot 10^8$  m/s. Zanimare li se vremena obrade na putu, koliko ukupno traje prijenos podataka između računalnih centara?

zg

bec

115km

ne uzimamo 10 Gbit/s kada je to optika  
a prijenos je bakrom

g.

$$t_{P1} = \frac{115 \text{ km} \cdot 10^3}{2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 0,5 \text{ ms}$$

$$t_{P2} = \frac{280 \text{ km} \cdot 10^3}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 1,4 \text{ ms}$$

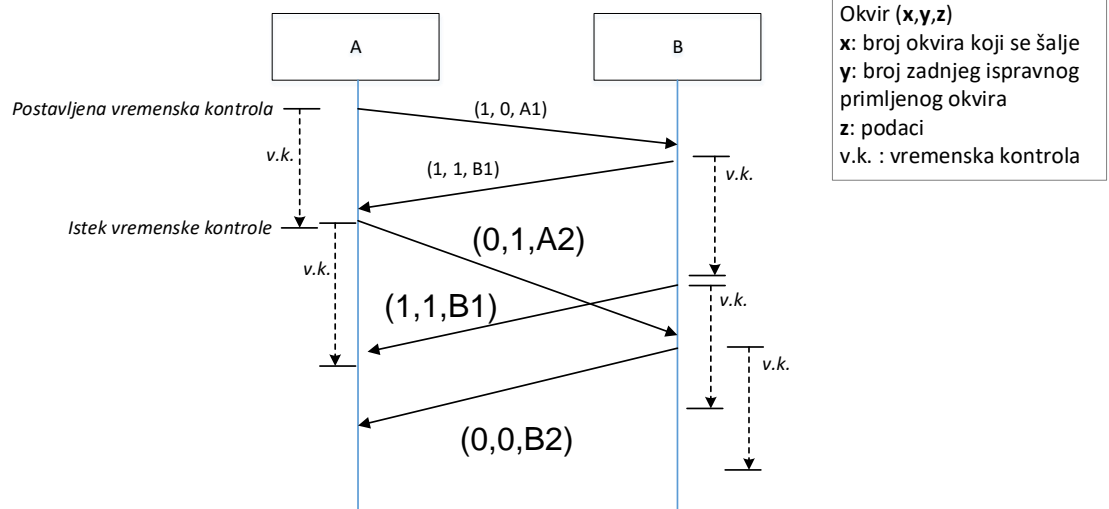
$$t_T = \frac{500 \text{ GB} \cdot 8}{1 \text{ Gbit/s}} = 4000 \text{ s}$$

$$t_{\text{TOTAL}} = t_{P1} + t_{P2} + t_T = 4000,0019 \text{ s}$$

**Zadatak 10**  
**4 boda**

Na slici je prikazan dvosmjerni protokol za kanal sa smetnjama. Prikazana su prva dva okvira u komunikaciji između sustava A i sustava B.

(a) (3 boda) Označite sadržaj **sljedeća tri prikazana okvira**.



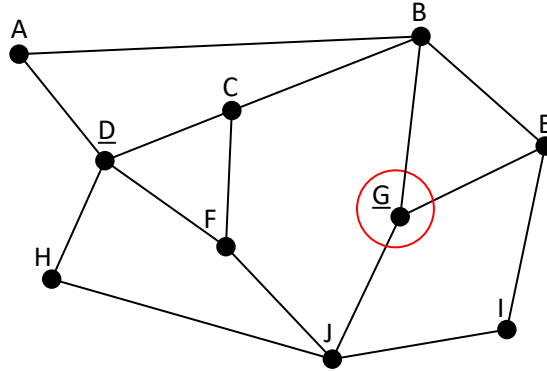
(b) (1 bod) Koja je veličina kliznog prozora u prethodnom primjeru? Kako bi se mogla poboljšati efikasnost danog protokola?

1 je velicina jer se alternira između 0 i 1

efikasnost se može povećati povećanjem kliznog prozora

**Zadatak 11**  
**2 boda**

U mreži na slici koristi se usmjeravanje prema vektoru udaljenosti, gdje je cilj stvoriti tablicu usmjeravanja čvora G na temelju poznatih kašnjenja. Vektori udaljenosti (kašnjenja) koje je čvor G primio od svojih susjeda dani su tablicom. Također je navedeno kašnjenje koje je izmjereno od čvora G do njegovih susjeda. Dovršite tablicu usmjeravanja čvora G uzevši u obzir poznate vrijednosti.



graf mreže

Vektori kašnjenja primljeni od  
susjednih čvorova

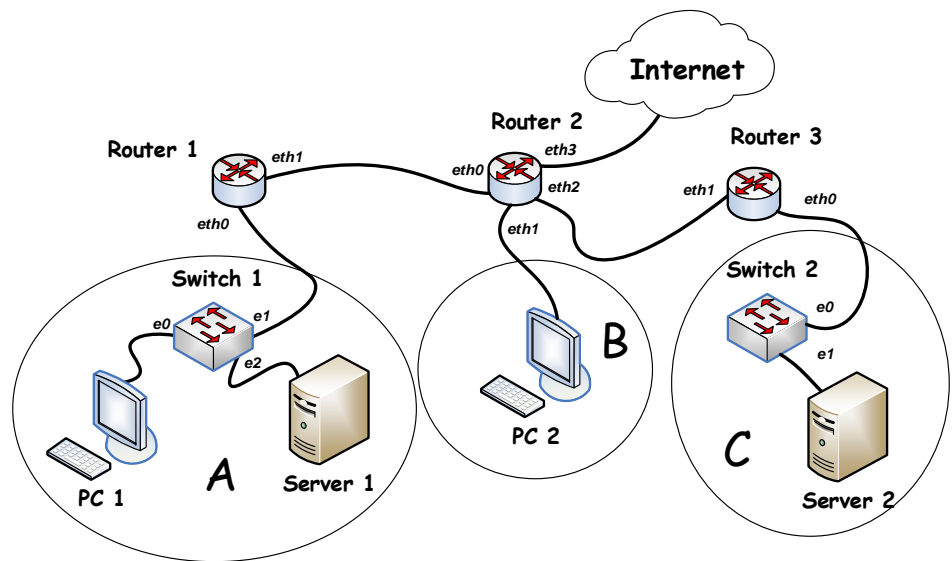
Od: Prema:	B	E	J
A	17	18	32
B	0	6	18
C	8	11	23
D	13	16	28
E	10	0	25
F	19	22	11
G	11	14	10
H	20	23	10
I	26	6	4
J	21	20	0

Tablica usmjeravanja čvora  
G

Prema:	udaljenost	sučelje
A	23	B
B	6	B
C	14	B
D	19	B
E	7	E
F	19	J
G	0	—
H	18	J
I	12	J
J	8	J

izmjereno kašnjenje:	G do B	G do E	G do J
	6	7	8

Slika 2.


**Zadatak 12**  
**3 boda**

Radite u poduzeću Mreže d.o.o. i zadatak Vam je dizajnirati mrežu za cijelo poduzeće. Topologija mreže zadana je slikom *Slika 2*, a Vaš je zadatak jasno popuniti tablicu uređaja i njihovih sučelja s pripadajućim vrijednostima. IP adrese podmreža A, B i C zadane su, dok su sve ostale podmreže proizvoljne:

podmreža A: 10.0.0.128/28, podmreža B: 10.0.0.160/28, podmreža C: 10.0.0.224/28

NAPOMENA: Za polja koja nisu primjenjiva upišite crticu (-).

Subnet A: 10.0.0.128/28, subnet B: 10.0.0.160/28, subnet C: 10.0.0.224/28

NOTE: For inapplicable fields, write a dash (-).

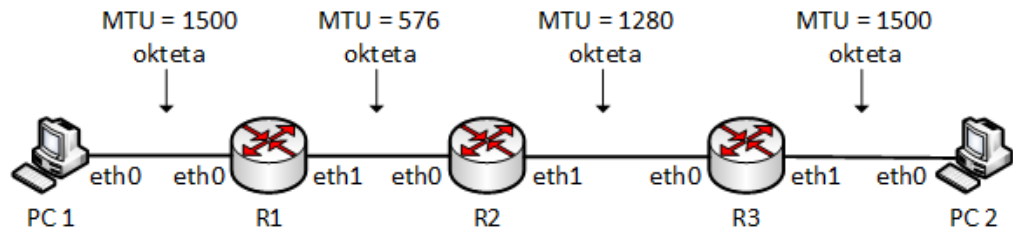
Device (interface)	IP address	Default router IP address
Router 2 (eth3)	161.53.19.72	161.53.19.1
Router 1 (eth0)	10.0.0.129	10.0.0.262
Switch 1 (e0)	-	-
Switch 1 (e1)	-	-
Switch 1 (e2)	-	-
PC 1	10.0.0.130	10.0.0.129
Server 1	10.0.0.131	10.0.0.129
Router 1 (eth1)	10.0.0.261	10.0.0.262
Router 2 (eth0)	10.0.0.262	161.53.19.1
Router 2 (eth1)	10.0.0.161	161.53.19.1
PC 2	10.0.0.162	10.0.0.161
Router 2 (eth2)	10.0.0.271	161.53.19.1
Router 3 (eth1)	10.0.0.272	10.0.0.271
Router 3 (eth0)	10.0.0.225	10.0.0.271
Switch 2 (e0)	-	-
Switch 2 (e1)	-	-
Server 2	10.0.0.226	10.0.0.225

između rutera ne smije biti u rasponu ostalih mreža



**Zadatak 13**  
**3 boda**

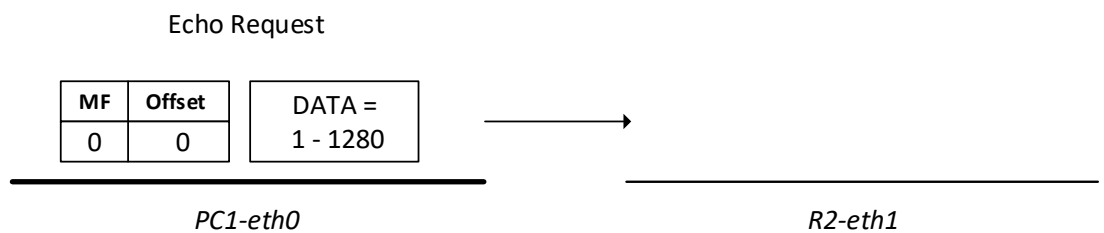
Zadana je mreža na slici.



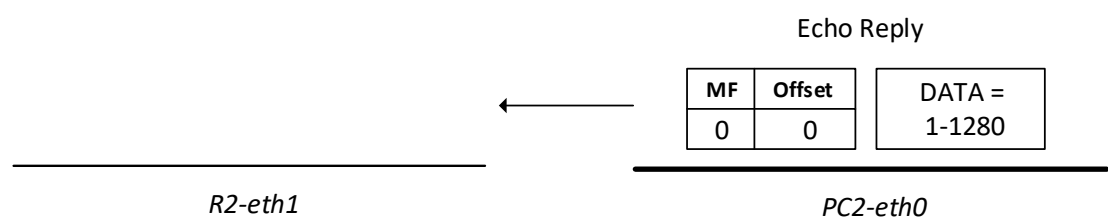
Računalo *PC 1* provjerava dostupnost računala *PC 2* putem naredbe *ping*. Pri tome, IP-datagram koji prenosi ICMP-poruku *Echo Request* od *PC 1* do *PC 2* ima zadanu veličinu od 1300 okteta, a jednaku veličinu ima i pripadajući IP-datagram koji prenosi ICMP-poruku *Echo Reply* od *PC 2* do *PC 1*. Na slici su navedeni iznosi MTU-a (engl. *Maximum Transmission Unit*) na svakom segmentu puta od *PC 1* do *PC 2*. Pokrenuto je snimanje prometa pomoću alata Wireshark na sljedećim mrežnim sučeljima: na sučelju *eth0* računala *PC 1*, na sučelju *eth1* usmjeritelja *R2* i na sučelju *eth0* računala *PC 2*.

U prikazu datagrama (ispod) simbolički su prikazani dijelovi datagrama relevantni za zadatak: zastavica *MF* – *More Fragments*, polje *Offset* – mjesto fragmenta, te podatkovno polje IP-datagrama.

a) IP-datagram koji u sebi nosi ICMP-poruku *Echo Request* poslanu s *PC 1* na *PC 2* snimljen je na mrežnom sučelju *eth0* računala *PC 1*. Na jednak način prikažite sve IP-datagrame snimljene na mrežnom sučelju *eth1* usmjeritelja *R2* tijekom prolaska ICMP-poruke *Echo Request* na putu prema *PC 2*.



b) IP-datagram koji u sebi nosi ICMP-poruku *Echo Reply* (odgovor) snimljen je na mrežnom sučelju *eth0* računala *PC 2*. Na jednak način prikažite sve IP-datagrame snimljene na mrežnom sučelju *eth1* usmjeritelja *R2* tijekom prolaska ICMP-poruke *Echo Reply* na putu prema *PC 1*.



Was already fragmented by earlier router

MTU = 576, data needs to have  $\%8 = 0$  true, header is 20 bytes

---> datagram = 552(data) + 20(header) = 572 bytes total

Echo Request

MF	Offset	DATA =
0	0	1 - 1280



1	0	1-552
1	69	553-1104
0	138	1105-1280

PC1-eth0

R2-eth1

b) The IP datagram containing the ICMP message *Echo Reply* (response to *Echo Request*) is captured on the *eth0* network interface of computer PC 2. In the same way, sketch all IP datagrams captured on the *eth1* network interface of router R2 that were part of the previously sent ICMP message *Echo Reply*.

1	0	1-1256
---	---	--------

0	157	1257-1280
---	-----	-----------

MTU = 1280,

---> datagram = 1256(data) + 20(header) = 1276 bytes total

Echo Reply

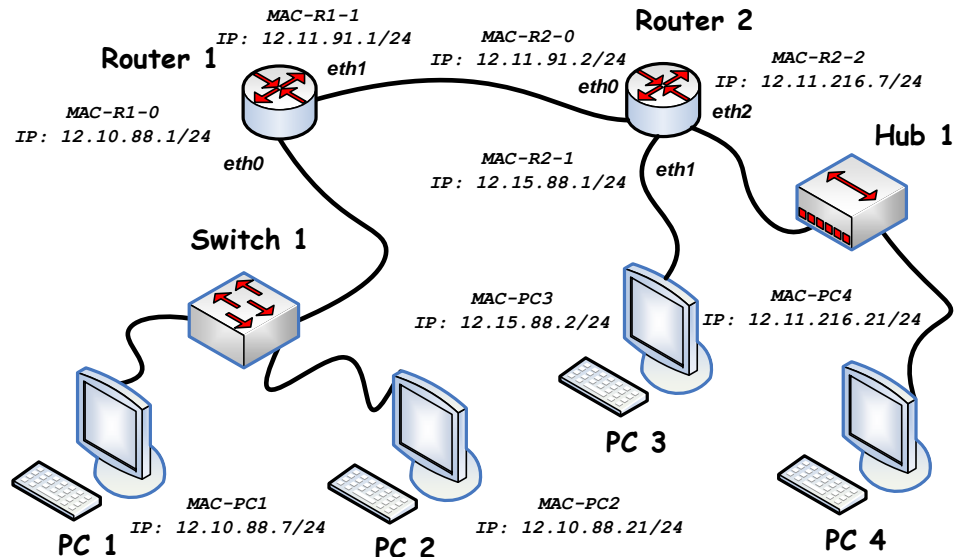
MF	Offset	DATA =
0	0	1-1280





Simbolički su zadane MAC-adrese mrežnih sučelja (MAC-PC1, MAC-PC2, itd.). Mrežni uređaji spojeni su u lokalnu mrežu Ethernet izvedbe 100BASE-T. Tablice usmjeravanja na svim računalima su ispravno podešene. Podrazumijevani iznos parametra TTL za sva računala jednak je 64. Sva priručna spremišta (engl. cache) su prazna.

Slika 3.



Zadaci 14-16 se odnose  
na mrežu sa Slike 3.

**Zadatak 14**  
**2 boda**

U mreži na Slici 3, korisnik računala **PC 1** želi saznati kojim čvorovima će paketi upućeni prema računalu **PC 4** najvjerojatnije proći. Međutim, na računalu **PC 1** nije dostupan alat *traceroute*, koji služi u ovu svrhu. Napišite **niz ping naredbi** kojima bi se moglo doći do željene informacije o ostvarenom putu, **te IP adrese** čvorova na putu, dobivene kao rezultat izvođenja tih *ping* naredbi.

**Podsjetnik:** Osnovne opcije naredbe *ping*.

Opcija	Značenje opcije
-c	broj <i>ping</i> paketa koji se šalje
-i	interval između slanja <i>ping</i> paketa, u sekundama
-n	prikaz svih adresa računala u broječanom, a ne simboličkom obliku
-s	veličina paketa koji se šalju izvršavanjem naredbe <i>ping</i>
-m	eksplicitno postavljanje TTL-vrijednosti poslanih paketa na navedeni iznos

ping -c 1 -i 1 ipAdresaPC4

ping -c 1 -i 2 ipAdresaPC4

ping -c 1 -i 3 ipAdresaPC4

echo Done

ping -m 1 12.11.216.21 → 12.10.88.1 (ROUTER 1)  
 ping -m 2 12.11.216.21 → 12.11.91.2 (ROUTER 2)  
 ping -m 3 12.11.216.21 → 12.11.216.21 (PC 4) ← REPLY

**Zadatak 15**  
**3 boda**

Pomoću alata Wireshark pokrenuto je snimanje prometa na sučelju **eth1** usmjeritelja **Router 1**. Računalo **PC 2** šalje IP-datagram računalu **PC 4**. Koja je izvorišna MAC adresa, a koja je odredišna MAC adresa snimljenog okvira koji u sebi prenosi taj IP-datagram? Koja je izvorišna IP adresa, a koja odredišna IP adresa u zaglavlju IP-datagrama koji se nalazi unutar snimljenog okvira?

Izvorišna MAC adresa	
Odredišna MAC adresa	
Izvorišna IP adresa	
Odredišna IP adresa	

Koja je vrijednost polja TTL (engl. time to live) u zaglavlju snimljenog IP-datagrama? Na kojem mrežnom čvoru se prvi puta smanjila vrijednost TTL-a?

---



---

**Zadatak 16**  
**3 boda**

Pomoću alata Wireshark pokrenuto je snimanje prometa na sučelju **eth0** usmjeritelja **Router 1**. Računalo **PC 1** provjerava dostupnost (*ping*) računala **PC 2**, tako što šalje pripadajuću ICMP-poruku *Echo Request* prema računalu **PC 2**. Nakon što je računalo **PC 1** uspješno primilo ICMP-poruku *Echo Reply*, računalo **PC 4** provjerava dostupnost računala **PC 2** na isti način, slanjem ICMP-poruke *Echo Request*, na koju uspješno primi pripadajući odgovor.

a) (2 boda) Navedite vrstu ICMP-poruke, izvorišne i odredišne IP-adrese i TTL IP-datagrama koji prenose ICMP poruke snimljene alatom *Wireshark*, kronološkim redoslijedom.

ICMP-poruka	Izvorišna IP-adresa	Odredišna IP-adresa	TTL

b) (1 bod) Navedite zapise u ARP priručnom spremištu računala **PC 4** nakon završetka scenarija opisanog u a) dijelu zadatka.

ARP priručno spremište (PC 4)	

Zadatak 15  
3 boda

Pomoću alata Wireshark pokrenuto je snimanje prometa na sučelju **eth1** usmjeritelja **Router 1**. Računalo **PC 2** šalje IP-datagram računalu **PC 4**. Koja je izvorišna MAC adresa, a koja je odredišna MAC adresa snimljenog okvira koji u sebi prenosi taj IP-datagram? Koja je izvorišna IP adresa, a koja odredišna IP adresa u zaglavlju IP-datagrama koji se nalazi unutar snimljenog okvira?

Izvorišna MAC adresa	MAC-01-7
Odredišna MAC adresa	MAC-02-0
Izvorišna IP adresa	12.16.28.21/24
Odredišna IP adresa	12.11.216.21/24

Koja je vrijednost polja TTL (engl. time to live) u zaglavlju snimljenog IP-datagrama? Na kojem mrežnom čvoru se prvi puta smanjila vrijednost TTL-a?

63

Router 1

ICMP-message	Source IP-address	Destination IP-address	TTL
ECHO-REQUEST	12.11.216.21	12.10.88.21	62
ECHO-REPLY	12.10.88.21	12.11.216.21	64

b) (1 point) Specify entries in the ARP cache on computer PC4 after the scenario described in part (a) of the question has been completed.

ARP cache (PC 4)	
12.11.216.7	MAC-B2-2