

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Telekomunikazio-sare eta -zerbitzuak: Ariketa ebatziak

Maidier Huarte Arrayago
Purificación Sáiz Agustín
Iñaki Goirizelaia Ordorika

**EUSKARA ETA ELEANIZTASUNeko
ERREKTOREORDETZAREN SARE ARGITALPENA**

Liburu honek UPV/EHUko Euskara eta Eleaniztasuneko Errektoreordetzaren
dirulaguntza jaso du

Telekomunikazio-sare eta -zerbitzuak: Ariketa ebatziak

© 2011

Maidar Huarte Arrayago, Purificación Sáiz Agustín eta Iñaki
Goirizelaia Ordorika

UPV/EHUko Euskara eta Eleaniztasuneko Errektoreordetzaren
sare-argitalpena

ISBN: 978-84-694-6326-0

HITZAURREA

Liburu honetan, telekomunikazio-sareetan sare-mailekin eta azpikoekin zerikusia duten hainbat ariketa bildu dira, bakoitzaren ebazpenarekin batera. Material hau Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHUko) irakasgai hauetan oinarrituta sortu da:

- “Telekomunikazio-sare eta -zerbitzuak”, 2001eko ikasketa-planetako Telekomunikazio Ingeniaritza Teknikoetako 2. mailan irakasten zena.
- “Telekomunikazio-sare eta -zerbitzuak I”, 1995eko ikasketa-planetako Telekomunikazio Ingeniaritzako 2. mailan irakasten zena.

Horrela izanik ere, antzeko materia lantzen duten beste unibertsitate-ikasketa edo ikasketa-plan berrietarako lagungarri izan daiteke.

Ariketa-bilduma honen helburua bikoitza da: aipatutako irakasgai horietako ikasleentzat (hortaz, ikasketarako) zein irakasleentzat (hots, irakaskuntzarako) lagungarri izatea. Horregatik, teorian ikasitako kontzeptuen aplikazio praktikoa islatzen duten ariketak dira bilduma honetakoak.

Liburuak 12 ariketaren enuntziatuak zein ebazpenak biltzen ditu, gehienak lehen adierazitako irakasgaien azterketetan agertutakoak. Liburuaren helburu didaktikoa dela eta, ebazpenak azterketetan erantzun behar litzatekeen baino harago doaz, azalpen landuekin; gainera, telekomunikazio-sare errealetan geratzen den bezala, askotan ez dira planteatutako arazoaren konponbide bakarra.

Ariketak konplexutasunaren arabera sailkatuak daude, irakasgaietan teoria azaltzeko erabilitako ordenari jarraituz, zerrenda honetan erakusten den moduan:

- **1. eta 2. ariketak:** konexioa darabilten eta ez darabilten telekomunikazio-sareen oinarriak lantzen dituzte, hurrenez hurren.
- **3. eta 4. ariketak:** konexioa darabilten telekomunikazio-sareen funtzionamendua, X.25 protokoloaren zatikatzea, sare-akatsekiko portaera, bideratze-taula hobetuetarako aukerak eta abar lantzen dituzte.
- **5. ariketa:** LAN sareen helbideratzea eta TCP zein IP zatikatzeak aurkezten ditu.
- **6. ariketak:** LAN eta WAN sareak konbinatzen dituen lehen ariketa da, konexioa darabilten eta ez darabilten telekomunikazio-sareen interkonexioaren paradigma modura. Hor, zehazki IP eta X.25 protokoloetako zatikatzeak gertatzen dira.
- **7. eta 8. ariketak:** horietan ere, LAN eta WAN sareen elkarlana azaltzen da, TCP eta X.25 zatikatzeetan sakonduz. Kontuan izan behar da ariketa hauek, TCP zatikatzeekin egin beharrean, IP zatikatzeekin ere egin daitezkeela.

- **9. ariketa:** zatikatzeak alde batera utzi, eta mailen arteko komunikazioaren deskribapenean murgiltzen da, IP, ARP, 802.2, 802.3 eta PPP protokoloak landuz.
- **10. ariketa:** 7. eta 8. ariketen antzekoa da, baina interkonexiorako gailuen funtzionamenduari buruzko galdera bat ere badu.
- **11. ariketa:** IP eta X.25 zatikatzeekin jarraituz, UDP eta PPP protokoloen funtzionamendua aztertzen du.
- **12. ariketa:** azken ariketa honetan, zenbait interkonexio-arazo konpontzeko behar diren gailuei ematen zaie garrantzia, ikasleari horiek hautatzeko eskatuz. Ariketaren atal garrantzitsuak dira sare-eskemak eta makinen protokolo-pilak marraztea, eta protokoloen funtzionamenduaren deskribapena egitea.

AURKIBIDEA

1. ariketa: ENUNTZIATUA.....	1
1. ariketa: EBAZPENA.....	3
2. ariketa: ENUNTZIATUA.....	5
2. ariketa: EBAZPENA.....	7
3. ariketa: ENUNTZIATUA.....	9
3. ariketa: EBAZPENA.....	11
4. ariketa: ENUNTZIATUA.....	15
4. ariketa: EBAZPENA.....	17
5. ariketa: ENUNTZIATUA.....	21
5. ariketa: EBAZPENA.....	23
6. ariketa: ENUNTZIATUA.....	27
6. ariketa: EBAZPENA.....	29
7. ariketa: ENUNTZIATUA.....	33
7. ariketa: EBAZPENA.....	35
8. ariketa: ENUNTZIATUA.....	41
8. ariketa: EBAZPENA.....	43
9. ariketa: ENUNTZIATUA.....	49
9. ariketa: EBAZPENA.....	53
10. ariketa: ENUNTZIATUA.....	57
10 ariketa: EBAZPENA.....	59
11. ariketa: ENUNTZIATUA.....	65
11. ariketa: EBAZPENA.....	67
12. ariketa: ENUNTZIATUA.....	71
12. ariketa: EBAZPENA.....	73

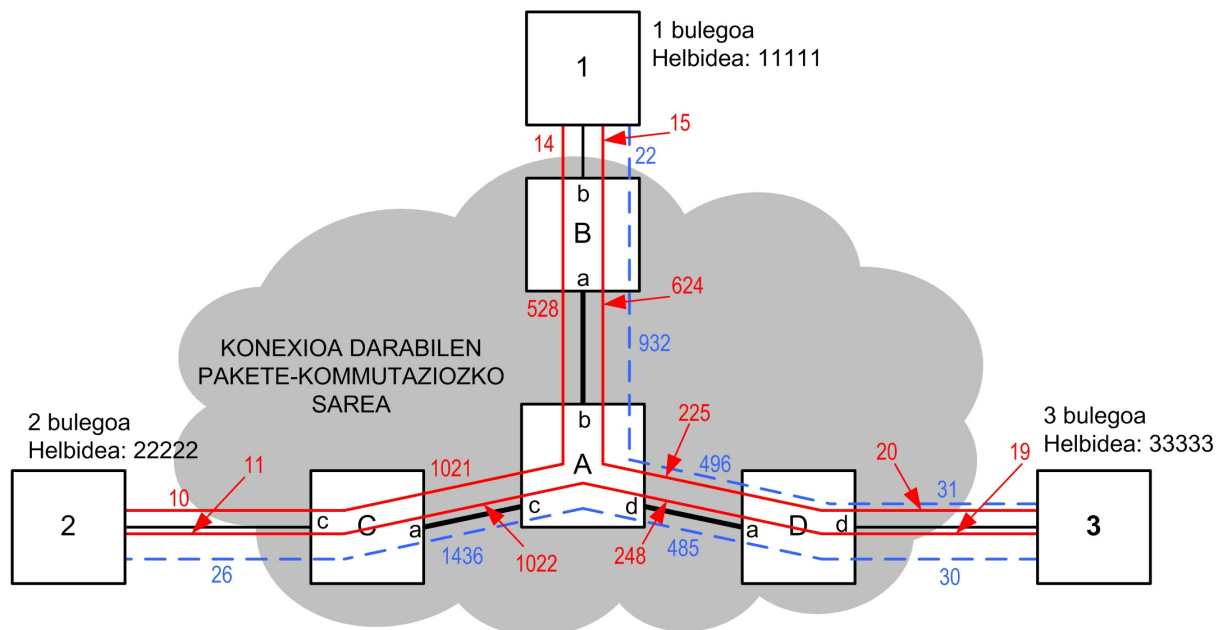
1. ariketa: ENUNTZIATUA

1.- Telekomunikazio-operadore batek, konexioa darabilen pakete-kommutaziozko sare bat du, 4 kommutagailuz osatua. Topologia fisikoa izar moduko bat da, A kommutagailua erdiko elementua da eta beste guztiak (B, C eta D) berarekin bakarrik lotuta daude.

Zenbait hiritan bulegoak dituen enpresa batek, bulego arteko komunikaziorako zerbitzu bat erosten dio operadoreari, ZBI eta ZBKak kontratatuz. Zehazki, bulego bikote bakoitzaren artean ZBI bat kontratatzen du, 3 ZBKerako gaitasuna 1 eta 3 bulegoetan, eta 2 ZBKerako 2 bulegoan. Operadoreak zerbitzua eskaintzeko 1, 2 eta 3 bulegoak B, C eta D kommutagailuetara lotzen ditu.

Irudian **une jakin bateko** zirkuitu birtualak adierazten dira, lotura bakoitzeko LCI balioekin batera:

- Marra jarraitu gorriz, 3 ZBlak
- Marra eten urdinez, une horretan ezarritako 2 ZBKak:
- Bata, 1 eta 3 bulegoen artean
- Bestea, 2 eta 3 bulegoen artean



Erantzun galdera hauei:

- a) Adierazi 4 kommutagailuen konexio-taulen edukia, enuntziatuak zehaztutako unean. Eduki horretan, bereizi ZBK eta ZBLei dagozkienak.
- b) Kontuan izanik ZBKak ezartzeko kommutagailuek ezarpen-eskaera paketeak nola bideratu erabaki behar dutela, eta horretarako bideratze-taula bat izan behar dutela, adierazi lau kommutagailuen bideratze-taulen edukia.
- c) Demagun 1 eta 3 bulegoen arteko ZBKaren ezarpen-eskaera 1 bulegotik hasi zela:
 - Adierazi, ZBK hori ezartzeko, kommutagailu bakoitzeko bideratze-taulatik erabilitako lerroa.
 - Adierazi, ZBK hori ezarritakoan, kommutagailu bakoitzeko konexio-taulan sortutako lerroak.

1. ariketa: ENUNTZIATUA

- d) Ondoren, 3 bulegoak 1 bulegoarekin beste ZBK bat ezartzeko eskaera egiten du:
- Adierazi, ZBK hori ezartzeko, kommutagailu bakoitzeko bideratze-taulatik erabilitako lerroa.
 - Marraztu, ZBK berri horretako paketeek jarraituko duten bidea, lotura bakoitzeko LClekin.
 - Adierazi, ZBK hori egokiro ezarritakoan, kommutagailu bakoitzeko konexio-taulan sortutako lerroak.

1. ariketa: EBAZPENA

EBAZPENA

1.a) ZBI: letra lodiz; ZBK: letra arruntez.

A kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
b	528	c	1021
b	624	d	225
b	932	d	496
c	1022	d	248
d	485	c	1436

SIMETRIKOA

B kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
b	14	a	528
b	15	a	624
b	22	a	932

SIMETRIKOA

C kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
c	10	a	1021
c	11	a	1022
c	26	a	1436

SIMETRIKOA

D kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
d	19	a	248
d	20	a	225
d	30	a	485
d	31	a	496

SIMETRIKOA

1.b)

A kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	b
22222	c
33333	d

B kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	b
22222	a
33333	a

C kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	a
22222	c
33333	a

D kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	a
22222	a
33333	d

1.c)

Bideratze-tauletatik erabilitako lerroak

A kommutagailua: (33333, d)

B kommutagailua: (33333, a)

D kommutagailua: (33333, d)

Konexio-tauletan sortutako lerroak

A kommutagailua: (b, 932, d, 496); (d, 496, b, 932)

B kommutagailua: (b, 22, a, 932); (a, 932, b, 22)

D kommutagailua: (d, 31, a, 496); (a, 496, d, 31)

1.d)

Bideratze-tauletatik erabilitako lerroak

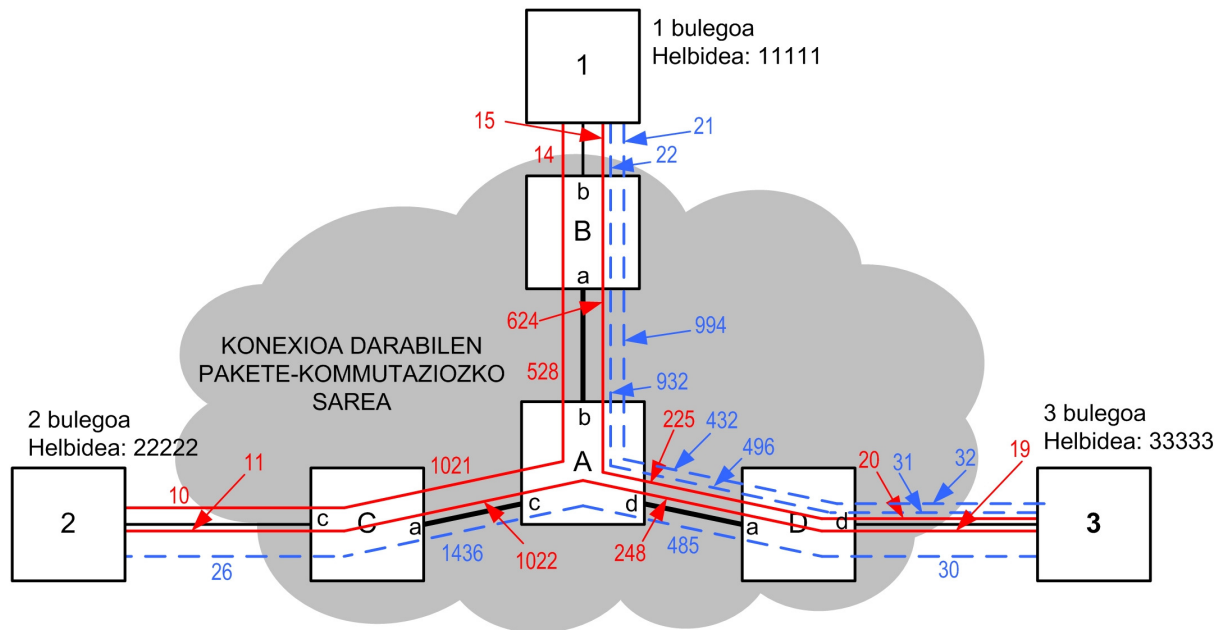
A kommutagailua: (11111, b)

B kommutagailua: (11111, b)

D kommutagailua: (11111, a)

1. ariketa: EBAZPENA

ZBK berria eta LC1ak:



Konexio-tauletan sortutako lerroak

A kommutagailua: (b, 994, d, 432); (d,432, b, 994)

B kommutagailua: (b, 21,a, 994); (a, 994, b, 21)

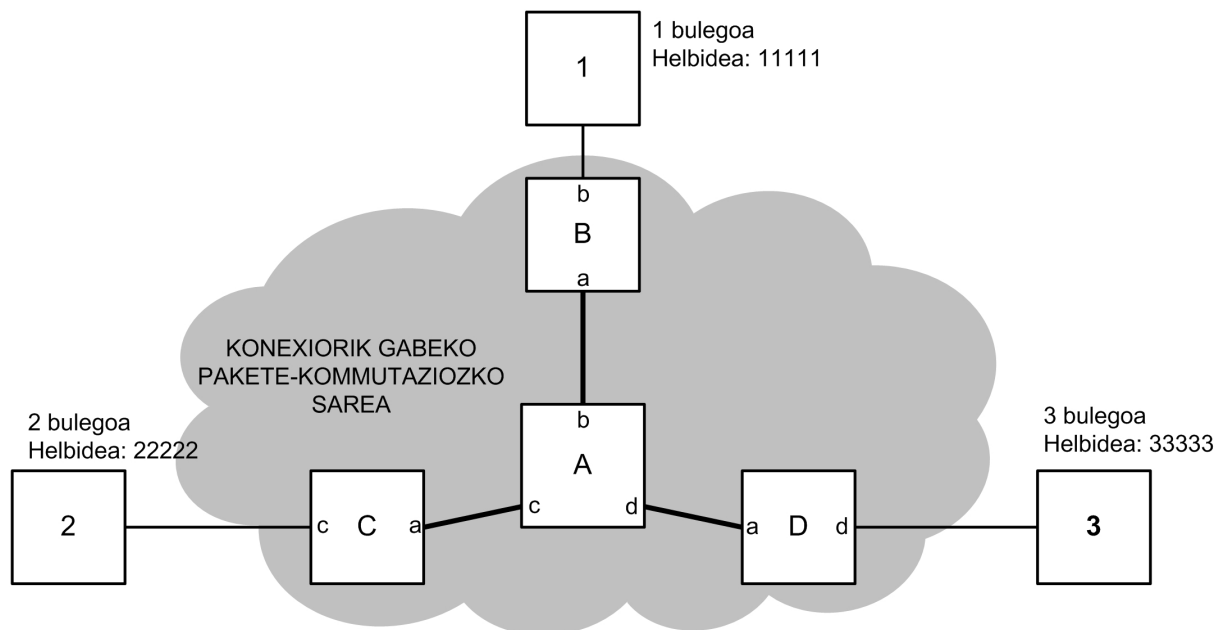
D kommutagailua: (d, 32, a, 432); (a, 432, d, 32)

2. ariketa: ENUNTZIATUA

2.- Telekomunikazio-operadore batek, konexiorik gabeko pakete-kommutaziozko sare bat du, 4 kommutagailuz osatua. Topologia fisikoa izar moduko bat da, A kommutagailua erdiko elementua da eta beste guztiak (B, C eta D) berarekin bakarrik lotuta daude.

Zenbait hiritan bulegoak dituen enpresa batek, bulego arteko komunikazio-zerbitzua erosten dio operadoreari. Operadoreak, zerbitzua eskaintzeko, 1, 2 eta 3 bulegoak B, C eta D kommutagailuetara lotzen ditu.

Irudian, operadorearen sarearen arkitektura adierazten da, bertara lotutako enpresa bezeroaren makinekin batera. Letra lodiz ageri dira operadoreak bezeroaren makina horiei esleitutako helbideak.



Erantzun galdera hauei:

- A, B, C eta D makinaren konexio-taulen edukia.
- A, B, C eta D makinaren bideratze-taulen edukia.
- Demagun 1 eta 3 bulegoen artean komunikazio bat gertatzen dela:
 - Adierazi komunikazio horretarako erabiltzen diren bideratze-taulen lerroak.
 - Adierazi komunikazio horretako paketeak kommutatzeko erabiltzen diren konexio-taulen lerroak.

2. ariketa: EBAZPENA

EBAZPENA

2.a)

Konexiorik gabeko pakete-kommutaziozko sareetan ez dago konexio-taularik. Kommutagailu bateko konexio-taulak adierazten du nola kommutatu behar diren bertatik pasatzen diren zirkuitu birtualetako paketeak. Beraz, zirkuitu birtualak dauden sareetako kommutagailuetan bakarrik daude, hau da, konexioa darabilten sareetan.

2.b)

A kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	b
22222	c
33333	d

B kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	b
22222	a
33333	a

C kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	a
22222	c
33333	a

D kommutagailua

Helmuga	Portua
11111	a
22222	a
33333	d

2.c) Bideratze-tauletatik erabilitako lerroak

1 bulegotik 3 bulegorako noranzkoa

A kommutagailua: (33333, d)

B kommutagailua: (33333, a)

D kommutagailua: (33333, d)

3 bulegotik 1 bulegorako noranzkoa

A kommutagailua: (11111, b)

B kommutagailua: (11111, b)

D kommutagailua: (11111, a)

Lehen esan bezala, ez dago konexio-taularik. Konexiorik gabeko sare batean, pakete guztiek helmugaren helbidea adierazten duen buru bat dute, eta sareko nodo bakoitzak horren arabera hartzen du bideratze-erabakia pakete bakoitzarentzat, bideratze-taula erabillita.

3. ariketa: ENUNTZIATUA

3.- Telekomunikazio-operadore batek, X.25 pakete-kommutaziozko sare baten bidez, konexio-zerbitzuak eskaintzen dizkie enpresei. Sare horrek elkarren artean guztiz lotutako 3 kommutagailu ditu (A, B, C); horrela, operadoreak bide erreduantzia dauka eta sarea sendoagoa da. Erreduantzia hori bideratze-tauletan kommutagailuen artean aukerako 2 bide eskainiaz islatzen da: 1. aukera, bide laburrena da, eta 2. Aukera, berriz, bide laburrak akatsen bat badu erabili beharrekoa.

Enpresa batek 3 makina urrunen artean (1, 2, 3) konexio-zerbitzua behar du, eta operadoreari hauek erosten dizkio: makina bakoitzaren artean ZBI bat, 1 eta 2 makinatarako 3 ZBK ezartzeko gaitasuna, eta 3 makinarako 2 ZBK ezartzekoa.

Operadoreak, eskatutako zerbitzua 1, 2 eta 3 makinak A, B eta C kommutagailuetara konektatuz ematen du.

Operadoreak makina bakoitzari emandako X.121 helbideen azken 9 digituak hauek dira:

- 1 makina: 204334111
- 2 makina: 204334222
- 3 makina: 204334333

Operadoreak esleitutako LCI balioak, berriz, kasuan-kasuan, beste hauek dira:

Sarbide-sareko LCI zenbakiak:

Makina	Helmuga	LCI (ZBI)	LCI (ZBK)
1	2	4	
	3	5	
	-		20-22
2	1	10	
	3	11	
	-		15-17
3	1	1	
	2	2	
	-		3-4

Sare barruko LCI zenbakiak:

Lotura	LCI (ZBI)	LCI (ZBK)
A-B	101-199	1101-1199
A-C	101-199	1101-1199
B-C	101-199	1101-1199

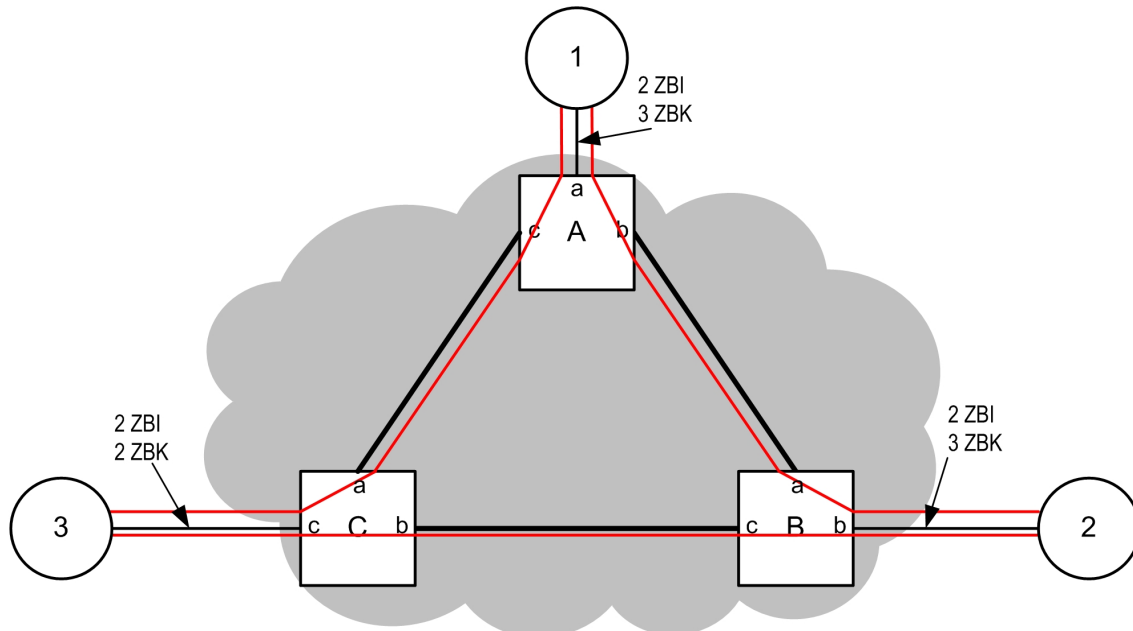
Erantzun galdera hauei:

- a) Marraztu sare-arkitektura eta dimentsionatu lotura fisikoak.
- b) Adierazi kommutagailuetako bideratze-taulak, erreduantzia kontuan izanik.
- c) Une jakin batean, 1 makinak 2 makinarekin zirkuitu birtual bat ezartzen du, gero beste bat 3 makinarekin, eta, azkenik, 2 makinak 3 makinarekin beste bat. Adierazi konexio-taulen edukiak.
- d) Aurreko galderako 2 makinak, egoera berean, beste zirkuitu birtual bat ezarri nahi du 3 makinarekin. Iruzkindu gertatutakoa.
- e) A-B lotura fisikoan akats larri bat gertatzen da. Zer gertatzen da ZBIekin? Eta ezarrita zeuden ZBKekin? Adierazi kommutagailuetako bideratze- eta konexio-tauletako aldaketak.
- f) Ondoren, 1 makinak 2 makinarekin zirkuitu birtual bat ezartzea eskatzen du. Adierazi kommutagailuetako konexio-taulak.
- g) Aurreko c) galderan adierazitako akatsa, erabiltzaileentzat gardena izatea litzateke egokiena. Edozein motako zirkuitu birtualak erabiltzen direla, proposatu irtenbide bat.

EBAZPENA

3.a)

3 DTE, 3 kommutagailu (DCE):



ZBlak bide laburrenetatik marraztu ditugu, gorritz; sarbide-sareko loturak dimentsionatzean ez du eraginik.

3.b)

Enuntziatuan esaten denez, bideratze-tauletan bi bideratze-aukera egongo dira, *bide laburrena*, eta *2. aukera* deitu ditugunak.

A kommutagailua

Helmuga	Portua	Izaera
204334111	a	-
204334222	b	Laburrena
204334222	c	2. aukera
204334333	c	Laburrena
204334333	b	2. aukera

B kommutagailua

Helmuga	Portua	Izaera
204334111	a	Laburrena
204334111	c	2. aukera
204334222	b	-
204334333	c	Laburrena
204334333	a	2. aukera

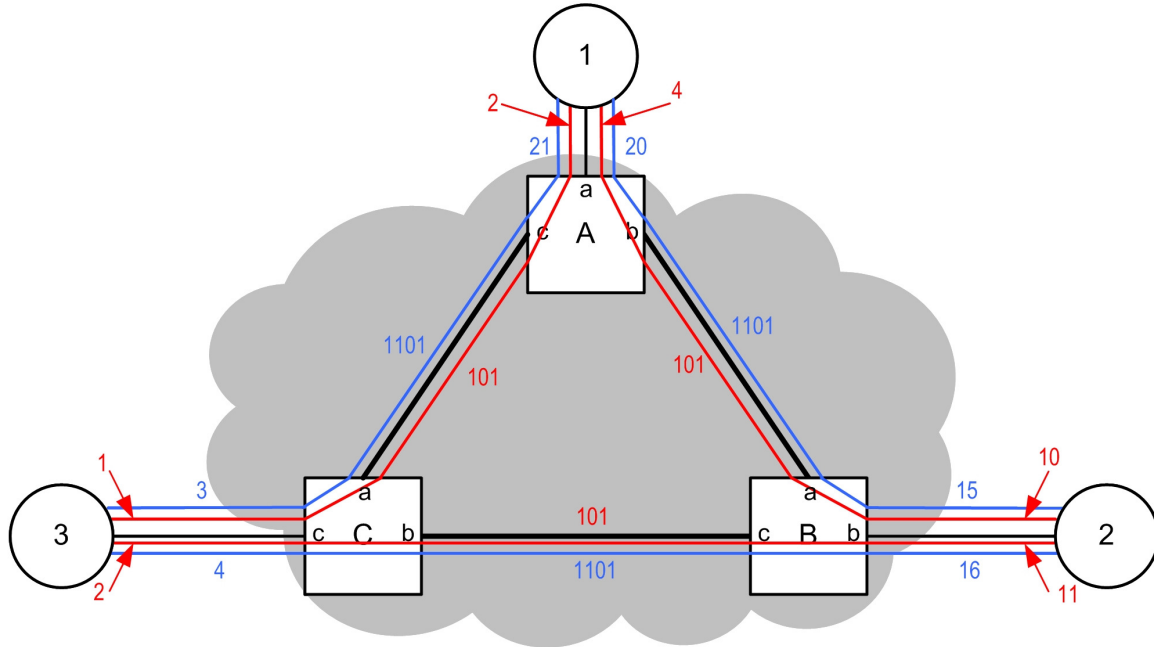
C kommutagailua

Helmuga	Portua	Izaera
204334111	a	Laburrena
204334111	b	2. aukera
204334222	b	Laburrena
204334222	a	2. aukera
204334333	c	-

3. ariketa: EBAZPENA

3.c)

Ezarrita dauden zirkuitu birtualak marraztuko ditugu lehenik. Demagun zirkuitu birtual guztien bideratzean bide laburrena aukeratu dela:



A kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	4	b	101
a	5	c	101
a	20	b	1101
a	21	c	1101

SIMETRIKOA

B kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	101	b	10
b	11	c	101
a	1101	b	15
b	16	c	1101

SIMETRIKOA

C kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	101	c	1
b	101	c	2
a	1101	c	3
b	1101	c	4

SIMETRIKOA

3.d)

Ezin du 3 makinarekin beste komunikaziorik ezarri, enuntziatuan esaten denez, 3 makinak 2 ZBK bakarrik eduki ditzakeelako batera.

3.e)

ZBlak, *errore egoeran* daudela joko da muturretako DTE-etan. ZBKak, berriz, desagertu egingo dira.

Bideratze-tauletan, A-B loturatik bideratu beharreko guztia, 2. aukeraz bideratzeko adieraziko da. Konexio-tauletan, berriz, A-B loturatik zihoazen ZBlak *errore egoeran* daudela adieraziko da, eta ZBKak, berriz, bertatik desagertuko dira.

A kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	4	b	101
a	5	c	101
a	20	b	1101

SIMETRIKOA

ERR

B kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	101	b	10
b	11	c	101
b	16	c	1101

SIMETRIKOA

ERR

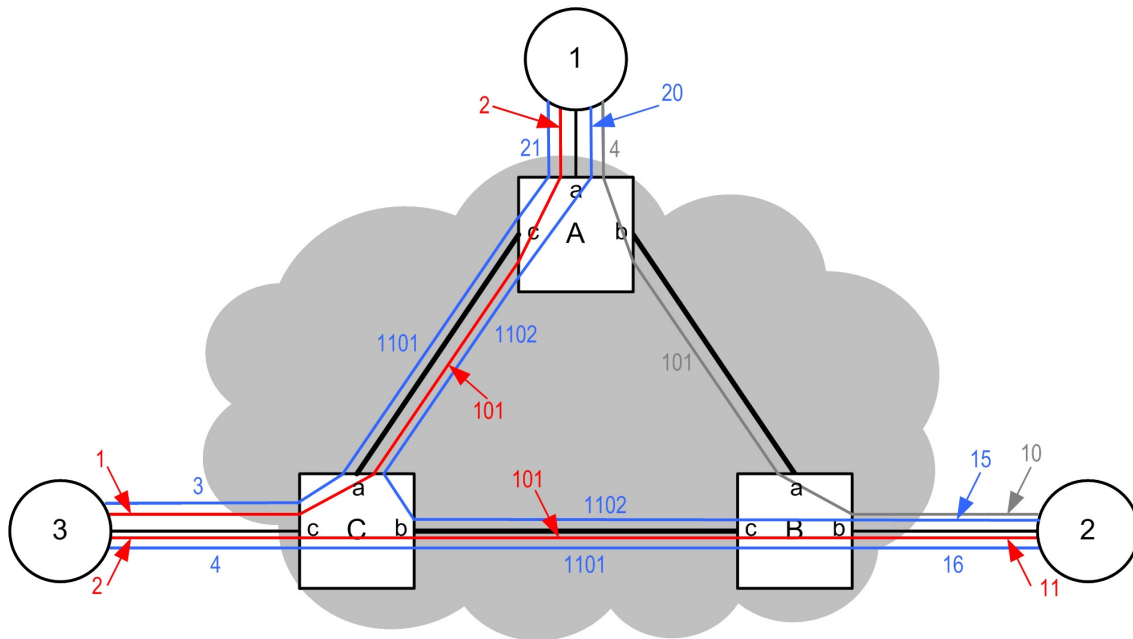
C kommutagailua

Ez dago aldaketarik

3. ariketa: EBAZPENA

3.f)

Ezarrirako zirkuitu birtualak:



A kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	4	b	101
a	5	c	101
a	21	c	1101
a	20	c	1102

ERR

SIMETRIKOA

B kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	101	b	10
b	11	c	101
b	16	c	1101
c	1102	b	15

ERR

SIMETRIKOA

C kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	101	c	1
b	101	c	2
a	1101	c	3
b	1101	c	4
a	1102	b	1102

SIMETRIKOA

3.g)

ZBlen kasuan, haiek kudeatzea operadorearen eginkizuna da; beraz, operadoreak zirkuitu birtual berriak ezarri behar lituzke hondatutakoak ordezkatzeko; eragindako makinetan konexio-taulak aldatzea nahikoa izan daiteke.

ZBKen kasuan, berriz, DTE-etako garraio-mailan ZBK bat modu desegokian askatu dela jakiteko eta, aplikazio-mailari ezer komunikatu gabe, ZBK berriak ezartzeko gai den protokolo bat nahikoa litzateke. Azken batean, askapen-egiaztapeneko paketeen, askapena zergatik gertatzen den esaten duen eremu bat bidaltzen da, eta horren bitartez, X.25 PLPak askapena errore bategatik izan dela jakingo luke, eta garraio-mailari dagokion adierazpena pasatu.

4. ariketa: ENUNTZIATUA

4.- Telekomunikazio-operadore batek konexio-zerbitzua eman behar dio enpresa bati, X.25 pakete-kommutaziozko sare baten bidez. Operadorearen sareak lau X.25 kommutagailu ditu, horietako bat (A) izar-topologia baten Nodo Zentrala izanik eta besteak (B, C eta D), berriz, Nodo Arruntak.

Aipatutako enpresak bere hiru DTE makinaren arteko konexio-zerbitzua eskatzen du, zirkuitu birtualen bidez. DTE bikote bakoitzaren artean, ZBI bat eskatzen du, eta, ZBKei dagokienez, 1 DTEan lau kanal logikoren eta 2 eta 3 bulegoetakoetan hiru kanal logikoren eskaera egiten du. Operadoreak zerbitzua eskaintzeko 1, 2, eta 3 DTE bakoitza B, C, eta D kommutagailuetara lotu ditu.

Erantzun galdera hauei:

- a) Marraztu sare-egitura eta dimentsionatu loturak. Ezarri helbideratze-eskema bat, eta adierazi instalazio bakoitzari dagokion helbidea.
- b) Adierazi kommutagailuetako bideratze-taulak.
- c) Adierazi kommutagailuetako konexio-taulak, 2 bulegoak 3 bulegoarekin ZBK bat eta 3 bulegoak 1 bulegoarekin bi ZBK ezarriak dituztenean.

Egoera aurreko c galderakoa izanda, 1 bulegoak ZBK bat ezartzen du 2 bulegoarekin, 624 byteko mezu bat bidaltzeko. 2 bulegoak 84 byteko mezu batekin erantzuten dio, eta ondoren, ZBK hori askatu egiten du.

- d) Adierazi lotura fisiko bakoitzean gertatzen diren trama eta paketeen sekuentzia, zirkuitua ezartzean, datu-transferentzian eta askapen-fasean. Bakoitzarentzat hauek zehaztu:
 - Tramaren egitura eta lotura-mailako eremuen balioak.
 - Paketeen egitura eta sare-mailako eremuen balioak.

Kontuan izan hauek:

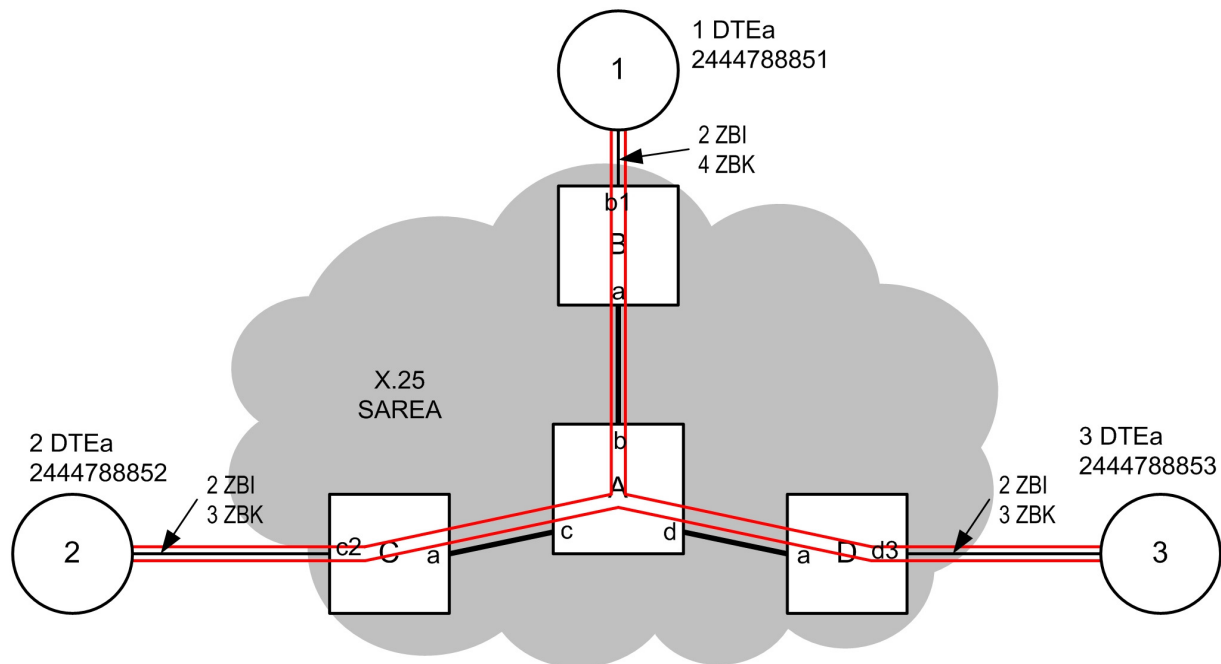
- Mezuen tamainen datuetan, sare-mailatik goragoko maila guztien buruak aintzat hartu dira.
- Komunikazioak dirauen bitartean, loturetatik pasatzen diren trama bakarrak adierazitako zirkuitu birtualari dagozkionak dira.
- Lotura guztietan 8 moduluko ABM modua ezartzen da.
- Zirkuitu birtualaren ezarpen-negoiazioa: leihoaren modulua, 8; leihoaren tamaina, 3; datu-tamaina maximoa (MTU), 128 byte; muturretik muturrerako paketeen egiaztapena.

OHARRA: Egiten diren hipotesi guztiak arrazoitu behar dira.

4. ariketa: EBAZPENA

EBAZPENA

4.a)



4.b)

A kommutagailua

Helmuga	Portua
2444788851	b
2444788852	c
2444788853	d

B kommutagailua

Helmuga	Portua
2444788851	b1
2444788852	a
2444788853	a

C kommutagailua

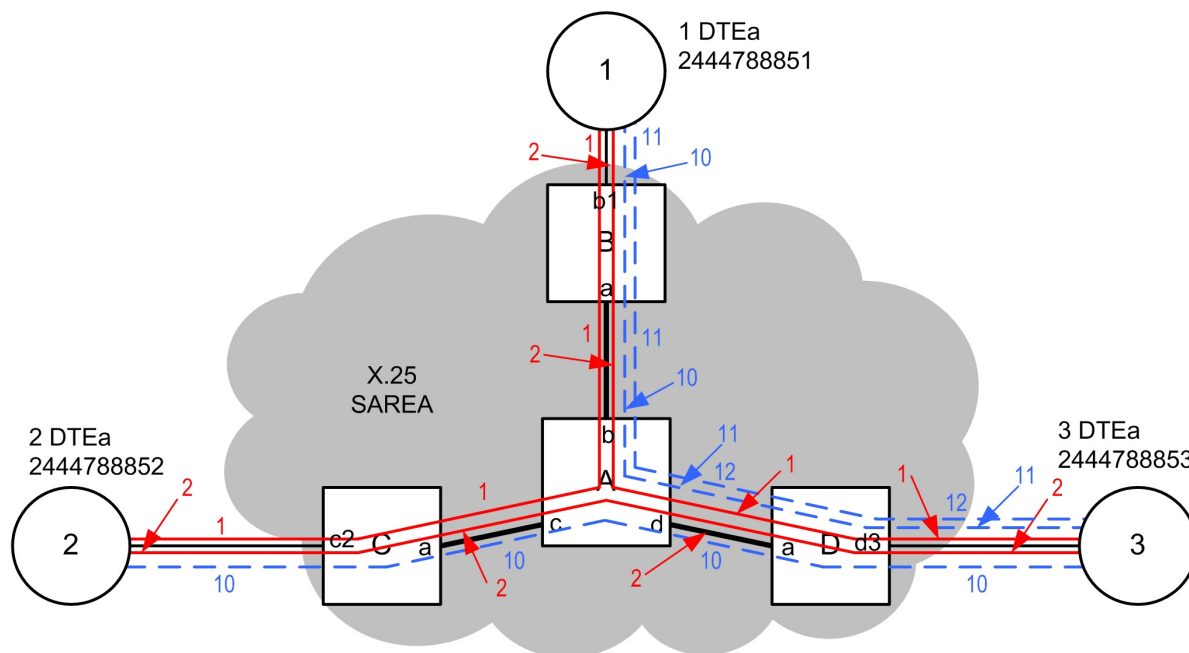
Helmuga	Portua
2444788851	a
2444788852	c1
2444788853	a

D kommutagailua

Helmuga	Portua
2444788851	a
2444788852	a
2444788853	d1

4. ariketa: EBAZPENA

4.c)



A kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
b	1	c	1
b	2	d	1
c	2	d	2
c	10	d	10
d	11	b	10
d	12	b	11

SIMETRIKOA

B kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
b1	1	a	1
b1	2	a	2
a	10	b1	10
a	11	b1	11

SIMETRIKOA

C kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	1	c1	1
c1	2	a	2
c1	10	a	10

SIMETRIKOA

D kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
a	1	d1	1
a	2	d1	2
a	10	d1	10
d1	11	a	11
d1	12	a	12

SIMETRIKOA

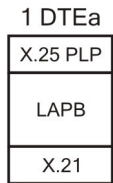
4.d)

ZBKa sortzea posible denez, lehenik zatikatzeak non gertatzen diren kalkulatu dugu.

MEZUA: Zirkuitu birtualaren bidea 1 DTEa – B – A – C – 2 DTEa da.

1 DTEa

Irteera-portua: $SDU_{X.25\ PLP} = 624\ byte > MTU_{X.25\ PLP} = 128\ byte \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.



$$ZTM_{X.25\ PLP} = MTU_{X.25\ PLP}$$

Beharrezko zati kopurua:

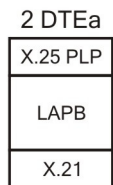
$$SDU_{X.25\ PLP} / ZTM_{X.25\ PLP} = 624 / 128 = 4, \dots \Rightarrow 128\ byteko\ 4\ zati,\ 112\ byteko\ zati\ 1$$

B-A-C kommutagailuak: DTMa zirkuitu birtual osoan berdin mantentzen da.

ERANTZUNA: 2 DTEa – C – A – B – 1 DTEa

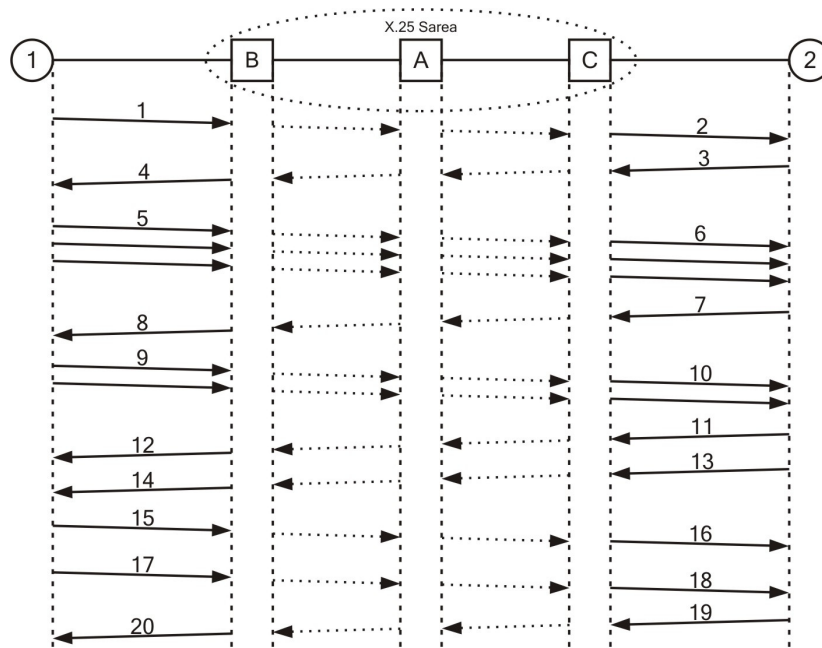
2 DTEa

Irteera-portua: $SDU_{X.25\ PLP} = 84\ byte < MTU_{X.25\ PLP} = 128\ byte \Rightarrow$ Zatikatzea EZ da beharrezkoa.



C-A-B kommutagailuak: DTMa zirkuitu birtual osoan berdin mantentzen da.

LAPB lotura bakoitzean ABM konexioa ezarria dagoela eta $V(S)=0$, $V(R)=0$ direla joz, trukaturako tramak ondoko irudikoak dira:



4. ariketa: EBAZPENA

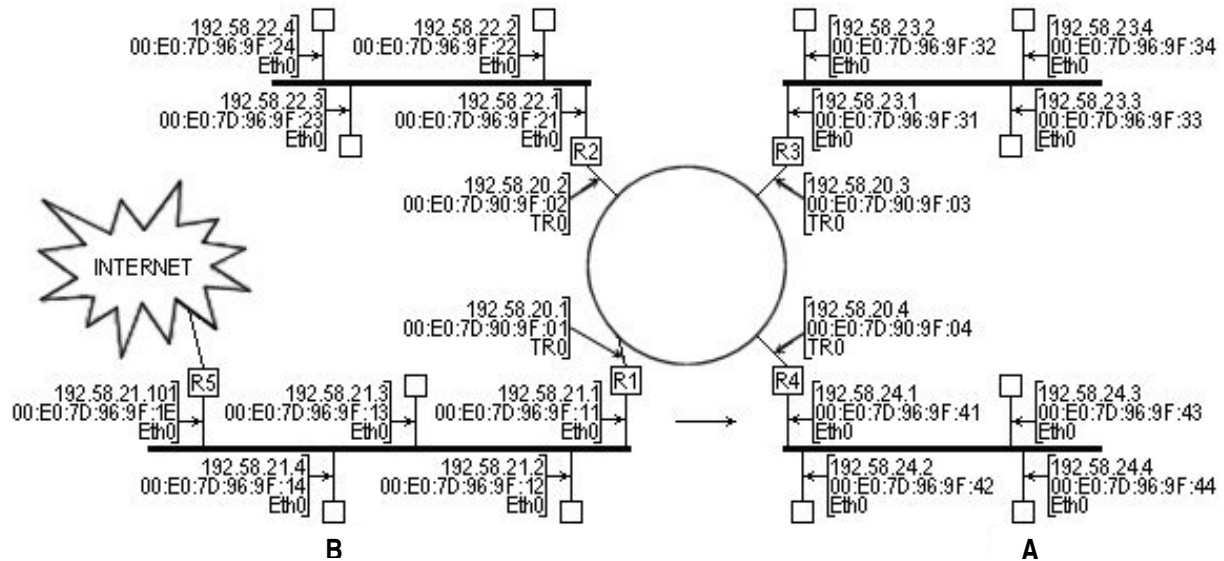
PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO				
				X.25 PLP-PCI				
Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	SA	DA	Ezaugarriak	
1	I	0	0	12	Dei-eskaera	2444788851	2444788852	Modulua: 8, Leihoa: 3
2	=	0	0	11	Sarrerako deia	=	=	=
3	=	0	1	11	Dei-onarpena	=	=	=
4	=	0	1	12	Dei-egiaztapena	=	=	=
17	=	7	4	12	Ezeztapen-eskaera		-	
18		=17		11	Ezeztapen-adierazpena		=17	
19	=	4	8	11	Ezeztapen-onarpena		=17	
20		=19		11	Ezeztapen-egiaztapena		=17	

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI				X.25 PLP-UD	
Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD	
5	I	1	1	12	I	0	0	1	MEZUA ¹ : 128 byte
	I	2	1	=	=	1	0	1	MEZUA ² : 128 byte
	I	3	1	=	=	2	0	1	MEZUA ³ : 128 byte
6		=5		11					=5
		=5		=					=5
		=5		=					=5
7	I	1	4	11	RR	-	3	-	-
8	I	=	=	12	=	=	=	=	=
9	I	4	2	12	I	3	0	1	MEZUA ⁴ : 128 byte
	I	5	2	12	=	4	0	0	MEZUA ⁵ : 112 byte
10		=9		11					=9
		=9		=					=9
11	I	2	6	11	RR	-	5	-	-
12		=11		12					=11
13	I	3	6	11	I	0	5	0	ERANTZUNA: 84 byte
14		=13		12					=13
15	I	6	4	12	RR	-	1	-	-
16		=15		11					

5. ariketa: ENUNTZIATUA

5.- Irudian azaltzen denez, elkarren artean 802.5 sare baten bitartez lotutako lau 802.3 sare ditugu, eta IPn oinarritutako komunikazioa dute:



Interfaze fisiko bakoitzean adierazitako datuak hauek dira:

IP helbidea
Helbide fisikoa
Portu izena

A terminaleko erabiltzaileak mezu bat bidaltzen dio B terminaleko erabiltzaileari.

Galdera hauei erantzun:

- Marraztu deskribatutako komunikazioko datagramak prozesatzen dituzten makinaren protokolo-arkitektura.
- Adierazi aurreko galderako makinaren IP bideratze-taulak.
- 802.5 sarean, irudikatutako 4 routerrez gain, DB datu-base bat dago, 802.3 sareetako edozein erabiltzailek kontsulta dezakeena. Une jakin batean, Ak 120 byteko kontsulta egiten du, eta 10.000 byteko erantzuna jasotzen du datu-basetik.

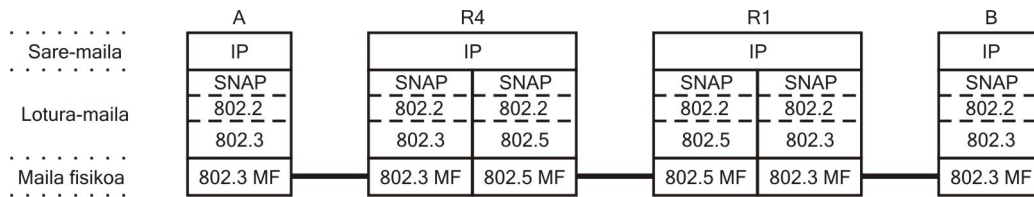
Adierazi trukaturako pakete eta tramak, eta kalkulatu zatikatzeak non eta nola gertatzen diren.

OHARRAK

- $MTU_{802.3}=1500$ byte, $MTU_{802.5}=4464$ byte
- Mezuen byte kopuruetan, aplikazio- eta garraio-mailetako buruak kontuan hartu dira.
- Egiten diren hipotesi guztiak azaldu eta arrazoitu behar dira.

EBAZPENA

5.a)



5.b)

A terminala

Helmuga	HN	Portua
192.58.24.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	192.58.24.1	Eth0

R4 makina

Helmuga	HN	Portua
192.58.20.0	0.0.0.0	TR0
192.58.22.0	192.58.20.2	TR0
192.58.23.0	192.58.20.3	TR0
192.58.24.0	0.0.0.0	Eth0
0.0.0.0	192.58.20.1	Eth0

R1 makina

Helmuga	HN	Portua
192.58.20.0	0.0.0.0	TR0
192.58.21.0	0.0.0.0	Eth0
192.58.22.0	192.58.20.2	Eth0
192.58.23.0	192.58.20.3	Eth0
192.58.24.0	192.58.20.4	Eth0
0.0.0.0	192.58.21.101	Eth0

B terminala

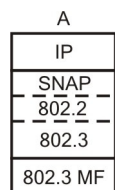
Helmuga	HN	Portua
192.58.20.0	192.58.21.1	Eth0
192.58.21.0	0.0.0.0	Eth0
192.58.22.0	192.58.21.1	Eth0
192.58.23.0	192.58.21.1	Eth0
192.58.24.0	192.58.21.1	Eth0
0.0.0.0	192.58.21.101	Eth0

5.c)

KONTSULTA: ibilbidea UE A-R4-DB da.

UE A makina

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu.

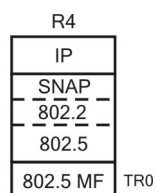


$$MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} = 1500 - 3 - 5 - 20 = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 120 < MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R4 makina

Irteera-portua: $MTU_{IP} = MTU_{802.5} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} = 4464 - 3 - 5 - 20 = 4436 \text{ byte}$



$$SDU_{IP} = 120 < MTU_{IP} = 4436 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

ERANTZUNA: ibilbidea DB-R4-UE A da.

DB makina

Irteera-portua: $MTU_{IP} = 4436$ byte

DB
IP
SNAP
802.2
802.5
802.5 MF

$SDU_{IP} = 10.000 < MTU_{IP} = 4436 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

IP gaineratik TCP protokoloa dagoela joko dugu, eta hura dela zatikatzea egiten duena. IP protokoloari, beraz, hainbat SDU iritsiko zaizkio (10000 byte guztira), TCP protokoloak egindako zatikatzearen ondorioz. MTU_{TCP} , MTU_{IP} kontuan izanda kalkulatu denez:

$10000/MTU_{IP} = 10000/4436 = 2, \dots \Rightarrow$

$SDU_{IP}^1 = 4436$ byte, $SDU_{IP}^2 = 4436$ byte, $SDU_{IP}^3 = 1128$ byte

R4 makina

Irteera-portua: Hiru datagrama iristen dira.

R4
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF Eth0

$MTU_{IP} = 1472$ byte

$SDU_{IP}^{1,2} = 4436 > MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

$SDU_{IP}^3 = 1128 < MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow$ Zatikatzea ez da beharrezkoa.

$1472/8=184 \Rightarrow ZTM_{IP}=1472$

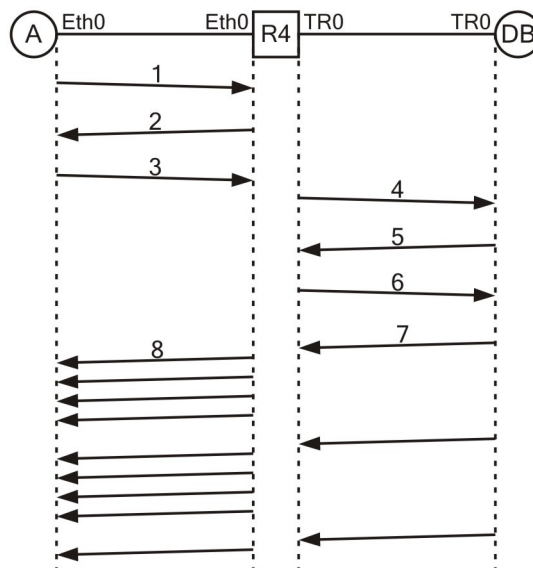
$SDU_{IP}^{1,2} / ZTM_{IP} = 4436/1472 = 3, \dots \Rightarrow$

$SDU_{IP}^{1-1} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{1-2} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{1-3} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{1-4} = 20$ byte

$SDU_{IP}^{2-1} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{2-2} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{2-3} = 1472$ byte, $SDU_{IP}^{2-4} = 20$ byte

Trukatutako pakete eta tramak:

ARP taula guztiak hutsik daudela joko dugu.



PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

802.X-PCI			802.X-UD				
LLC/SNAP-PCI			LLC/SNAP-UD				
			ARP				
SA	DA	TYPE	SA IP	SA MAC	DA IP	DA MAC	
1	MAC-A	Broadcast	ARP	IP-A	MAC-A	R4	?
2	MAC-R4 _{Eth0}	MAC-A	ARP	IP- R4 _{Eth0}	MAC-R4 _{Eth0}	A	MAC-A
4	MAC- R4 _{TR0}	Broadcast	ARP	IP-R4 _{TR0}	MAC- R4 _{TR0}	DB	?
5	MAC-DB	MAC- R4 _{TR0}	ARP	IP-DB	MAC-DB	IP-R4 _{TR0}	MAC- R4 _{TR0}

802.X-PCI			802.X-UD						
LLC/SNAP-PCI			LLC/SNAP-UD						
			IP-PCI				IP-UD		
SA	DA	TYPE	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD	
3	MAC-A	MAC- R4 _{Eth0}	IP	IP-A	IP-DB	30	0	0	KONTSULTA: 120 byte
6	MAC- R4 _{TR0}	MAC-DB	IP			=3			
7	MAC-DB	MAC- R4 _{TR0}	IP	IP-DB	IP-A	55	0	0	ERANTZUNA ¹ : 4436 byte
=	=	=	IP	=	=	56	0	0	ERANTZUNA ² : 4436 byte
=	=	=	IP	=	=	57	0	0	ERANTZUNA ³ : 1128 byte
8	MAC- R4 _{Eth0}	MAC-A	IP	IP-DB	IP-A	55	1	0	ERANTZUNA ¹⁻¹ : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	1	184	ERANTZUNA ¹⁻² : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	1	368	ERANTZUNA ¹⁻³ : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	0	552	ERANTZUNA ¹⁻⁴ : 20 byte
=	=	=	IP	=	=	56	1	0	ERANTZUNA ²⁻¹ : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	1	184	ERANTZUNA ²⁻² : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	1	368	ERANTZUNA ²⁻³ : 1472 byte
=	=	=	IP	=	=	=	0	552	ERANTZUNA ²⁻⁴ : 20 byte
=	=	=	IP	=	=	57	0	0	ERANTZUNA ³ : 1128 byte

Tauletan erabilitako akronimoak:

IP akronimoak	IP helbideak
IP-A	192.58.24.4
IP- R4 _{Eth0}	192.58.24.1
IP-R4 _{TR0}	192.58.20.4
IP-DB	192.58.20.32 (adibidez)

MAC akronimoak	Helbide fisikoak
MAC-A	00:E0:7D:96:9F:44
MAC-R4 _{Eth0}	00:E0:7D:96:9F:41
MAC- R4 _{TR0}	00:E0:7D:90:9F:04
MAC-DB	00:E0:7D:90:9F:32 (adibidez)

6. ariketa: ENUNTZIATUA

6.- Aseguru-etxe bateko komunikazioak IPn oinarritzen dira. Enpresa hori geografikoki 3 ordezkartzatan banatua dago:

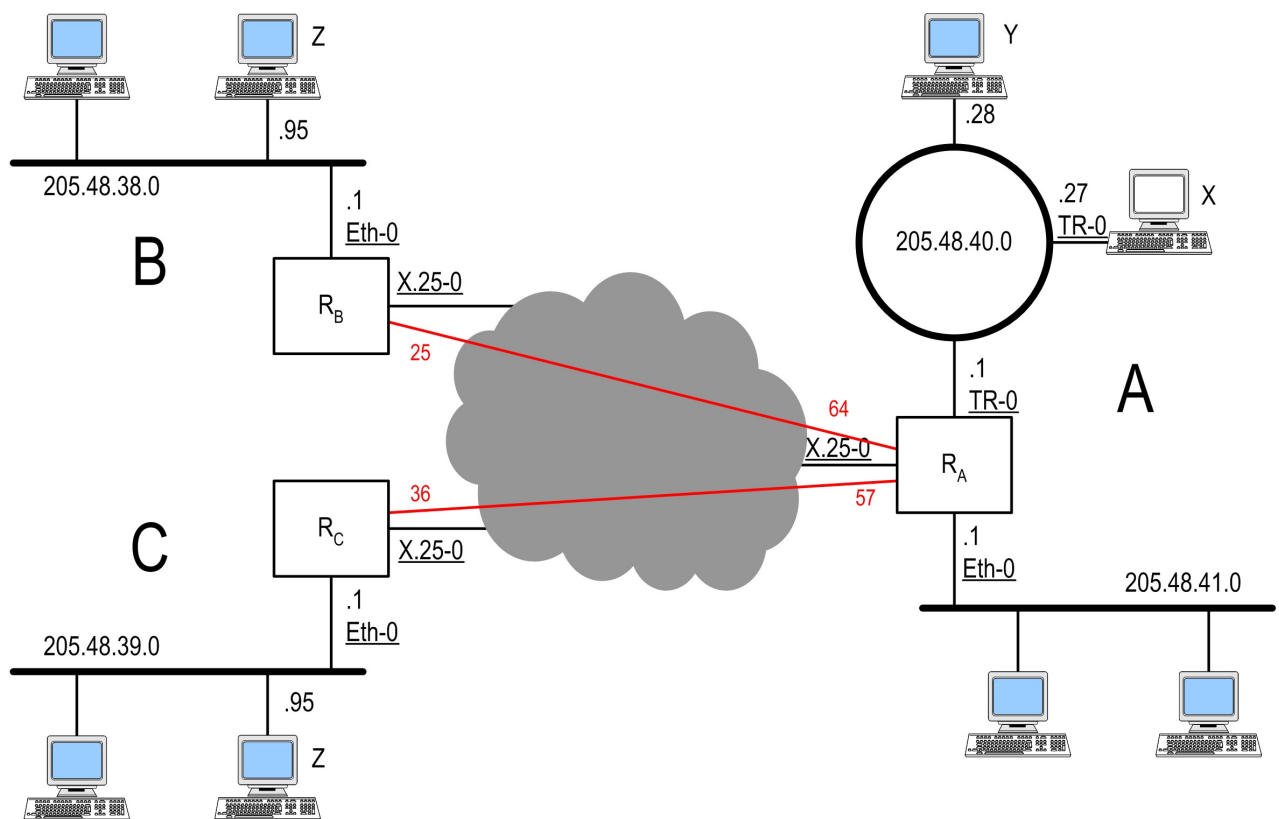
- Horietako batean (An) bi sail daude: bata Ethernet sare batean eta bestea Token Ring sare batean antolatutik.
- Beste bietan (Bn eta Cn) sail bakarrak daude, Ethernet segmentu banatan.

Enpresako ekipoak elkarrekin komunikatu ahal izatea nahi da, kokagune geografikoa dena delakoa izanda ere. Horretarako, aseguru-etxeako komunikazio saileko diseinu ingeniariak erabaki du ordezkartzen arteko komunikazioa X.25 sare publiko baten bitartez egitea, ordezkartza bakoitza router batekin konektatuko dela bertara. X.25 sarerako sarbide gisa, lotura hauek kontratatu ditu:

- A ordezkartzan, 512 Kbps-ko lotura bat.
- B eta C ordezkartza bakoitzean, 256 Kbps-ko lotura bana.

Gainera, A eta B ordezkartzen artean ZBI bat kontratatu du eta A eta C ordezkartzen artean beste ZBI bat.

Diseinatutako sarearen arkitektura irudi honetan adierazten da: helbideratze-eskema, X.25 sarearen operadoreak ezarritako VClak (gorriz) eta interfaze fisikoen izenak (azpimarratuta):



a) Adierazi irudian proposatutakoak planteatutako komunikazio arazoa konpontzen duen ala ez. Arrazoitu erantzuna, hartutako erabaki bakoitza egokia zergatik den ala ez zehaztuz: sarearen arkitektura, erabilitako ekipamendua, X.25 operadoreari kontratatutako zerbitzuak, erabilitako helbideratze-eskema...

Proposatutako diseinuak beharrianak betetzen ez dituela joz gero, proposamen alternatiboa egin, arrazoituz.

6. ariketa: ENUNTZIATUA

b) Adierazi A ordezkartzako Token Ringeko X ekipoaren bideratze-taula hau zuzena den. Erantzuna arrazoitu.

Egokia ez dela joz gero, adierazi eduki egokia zein litzatekeen, aldaketak arrazoituz.

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
205.48.38.0	VCI = 64	X.25-0
205.48.39.0	VCI = 57	X.25-0
205.48.40.0	0.0.0.0	TR-0
205.48.41.0	205.48.41.1	Eth-0

c) Idatzi R_A , R_B eta R_C routerren bideratze-etaulak.

d) Y ekipoak 3200 byteko mezua bidali nahi dio Z ekipoari. Adierazi informazio-transferentzia horretako lotura bakoitzean emandako pakete- eta trama-sekuentziak, sare- eta lotura-mailetako buruen eremu garrantzitsuenen balioekin batera (helbideratzea, zatikatzea...). Zatikatzetik gertatuz gero, adierazi zein ekipok eta zein geruzatan egiten duten, bai zatikatzea baita birmuntatzea ere.

e) Adierazi ea ARP taula hauek X eta R_A ekipoetakoak liriatekeen, azal dutako informazio-transferentziaren ondoren. Arrazoitu erantzuna, azalduz zuzenak jotzen diren ala ez eta zergatik.

Zuzenak ez direla joz gero, adierazi taula zuzenak, aldaketak arrazoituz.

X

IP helbidea	MAC helbidea
205.48.40.28	MAC-Y
205.48.40.1	MAC- R_A

R_A

IP helbidea	MAC helbidea
205.48.40.28	MAC-Y
205.48.38.1	MAC- R_B

OHARRAK:

- Mezuen tamainetan sare-mailaren gaineko maila guztien buruak sartu dira.
- Ekipo guztien ARP taulak hutsik daude, d) ataleko informazio-trukaketa gertatu baino lehen.
- Sare bakoitzeko datu-garraiorako mugak hauek dira:
 - $MTU_{ETH} = 1500$ byte
 - $MTU_{TR} = 4464$ byte
 - $DTM_{X.25\ PLP} = 512$ byte
- Argi adierazi eta arrazoitu behar dira egiten diren hipotesi guztiak.

EBAZPENA

6.a)

Proposatutako soluzioak planteaturiko komunikazio-arazoa ongi konpontzen du:

- Datu-sare publiko bat erabiltzea egokia da:
 - Ordezkaritzen arteko urruntasunagatik, elkarrekin konektatzeko WAN sare bat behar bada, gaur egun merkeagoa da publikoa izatea, WAN sare pribatu bat sortzea baino.
 - Etorkizuneko hedapenari dagokionez ere, egokiagoa da WAN publikoa erabiltzea. Ordezkaritza berriak, ZB berrien beharra eta abar sortzen badira, errazagoa da WAN publiko batekin konpontzea.
- Bulegoetako Ethernet eta Token Ring LAN sareak mantentzea egokia da.
- LAN sareak WAN sarera konektatzeko routerrak erabiltzea komeni da, sare-mailako interkonezioa baita (IP-X.25). A ordezkaritzako Token Ring eta Ethernet sareak elkarrekin konektatzeko switch edo zubi batekin nahikoa bada ere, bi sareak X.25 sarera ere konektatu behar direnez, routerra erabiltzea arrazoizkoa da, beste ekipamendu bat erosi behar ez izateko.
- 2 ZBI (A-B eta A-C): konektibitate osoa ematen dute sare guztien artean. 2 ZBIen aukera egokia izango da, betiere B-C komunikazioak ZBIak eta R_A saturatzeko adinakoak ez badira. Bestela, zirkuitu birtualak kontratatu behar lirateke ordezkaritza horien artean ere (iraunkorrak edo konmutatuak, trafikoaren bolumen eta izaeraren arabera).
- X.25 loturetarako hautatutako abiadura gaitasunak, komunikazio beharrizanerako nahikoak direla joko dugu. A ordezkaritzako lotura besteenaren bikoitza izateak zentzua du, ordezkaritza horretan 2 LAN sare daudelako (LAN sareak erabiltzen dituzten makinaren kopurua antzekoa dela jota) eta lotura horretan 2 ZBI daudelako.
- Helbideratzeak:
 - IP: egokia, aukeratutako helbide-klaseek sare bakoitzeko makina kopurua helbideratzea ahalbidetzen duten bitartean.
 - X.25: VCIak X.25 sareko operadoreak emandakoak izango dira, eta, beraz, egokiak. Ez da beharrezkoa routerrei X.25 helbiderik ezartzea, kontratatutako ZB guztiak iraunkorrak baitira.

6.b)

Taula egokia:

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
205.48.38.0	205.48.40.1	TR-0
205.48.39.0	205.48.40.1	TR-0
205.48.40.0	0.0.0.0	TR-0
205.48.41.0	205.48.40.1	TR-0

X ekipoak bere sarekoa ez den beste edozein ekipo bati IP datagramak bidaltzeko, datagrama daraman trama bere sareko irteera den R_A makinari bidali behar dio. R_A makinaren helbidea X makinaren sare berean 205.48.40.1 da, eta hori da, beraz, taulan agertu beharrekoa.

Bestalde, R_A makinara tramak bidaltzeko portu egokia, TR-0 portua da (Xren portu bakarra, bestalde).

6.c)

R_A makina

Helmuga	HN	Portua
205.48.38.0	VCI=64	X.25-0
205.48.39.0	VCI=57	X.25-0
205.48.40.0	0.0.0.0	TR-0
205.48.41.0	0.0.0.0	Eth-0

R₄ makina

Helmuga	HN	Portua
205.48.38.0	0.0.0.0	Eth-0
205.48.39.0	VCI=25	X.25-0
205.48.40.0	VCI=25	X.25-0
205.48.41.0	VCI=25	X.25-0

R₁ makina

Helmuga	HN	Portua
205.48.38.0	VCI=36	X.25-0
205.48.39.0	0.0.0.0	Eth-0
205.48.40.0	VCI=36	X.25-0
205.48.41.0	VCI=36	X.25-0

6.d)

MEZUA: ibilbidea Y-R_A-R_B-Z da.

Y

Irteera-portua: $MTU_{IP} = MTU_{802.5} - PCI_{802.2} - PCI_{LLC/SNAP} - PCI_{IP} = 4464 - 3 - 5 - 20 = 4436$ byte

$SDU_{IP} = 3200$ byte < $MTU_{IP} = 4436 \Rightarrow$ Zatikatzea EZ da beharrezkoa.

Y
IP
SNAP
802.2
802.5
802.5 MF

R_A

Irteera-portua: Zatikatzea IP eta X.25 PLP protokolo biek egin dezakete. X.25 PLParena errazagoa denez, hura gertatzen dela joko dugu.

R _A
IP
X.25 PLP
LAPB
X.21

x.25-0

$SDU_{X.25PLP} = PDU_{IP} = SDU_{IP} - PCI_{IP} = 3200 + 20 = 3220$ byte

$SDU_{X.25PLP} = 3220 > DTM_{X.25PLP} = 512 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

$ZTM_{X.25PLP} = DTM_{X.25PLP} = 512$

Beharrezko zati kopurua:

$SDU_{X.25PLP} / ZTM_{X.25PLP} = 3220 / 512 = 6, \dots \Rightarrow$ 512 byteko 6 zati, 148 byteko 1 zati

R_B

Sarreran, X.25 PLPak 7 paketeak birmuntatu eta datagrama bakarra pasatuko dio gaineko IP protokoloari.

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu.

R _B
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF

Eth-0

$MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{802.2} - PCI_{LLC/SNAP} - PCI_{IP} = 1500 - 3 - 5 - 20 = 1472$ byte

$SDU_{IP} = 3200$ byte > $MTU_{IP} \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

$MTU_{IP} / 8 = 184 \Rightarrow ZTM_{IP} = MTU_{IP} = 1472$

Beharrezko zati kopurua:

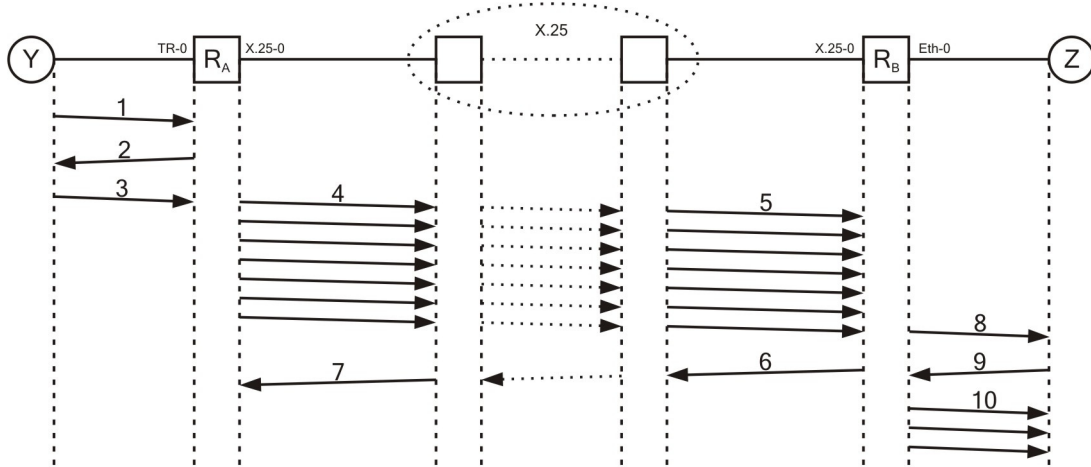
$SDU_{IP} / ZTM_{IP} = 3200 / 1472 = 2, \dots \Rightarrow$ 1472 byteko 2 zati, 256 byteko 1 zati

Z

3 datagrama iristen da, DA eremuan Z makinaren helbidea dutenak. IP protokoloak birmuntatu eta SDU bakarra pasatzen dio gaineko garraio-mailari.

6. ariketa: EBAZPENA

Komunikazioko tramen eta paketeen sekuentzia hau da, ARP taulak hutsik daudela jakinik eta LAPB lotura guztietan ABM konexioa ezarrita dagoela joz ($V(S)=0$, $V(R)=0$ balioekin):



PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

802.X-PCI		802.X-UD					
		LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD			
		ARP					
	SA	DA	TYPE	SA IP	SA MAC	DA IP	DA MAC
1	MAC-Y	Broadcast	ARP	205.48.40.28	MAC-Y	205.48.40.1	?
2	MAC-RA	MAC-Y	ARP	205.48.40.1	MAC-RA	205.48.40.28	MAC-Y
8	MAC-RB	Broadcast	ARP	205.48.38.1	MAC-RB	205.48.38.95	?
9	MAC-Z	MAC-RB	ARP	205.48.38.95	MAC-Z	205.48.38.1	MAC-RB

802.X-PCI		802.X-UD							
		LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD					
		IP-PCI			IP-UD				
	SA	DA	TYPE	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
3	MAC-Y	MAC-RA	IP	205.48.40.28	205.48.38.95	80	0	0	MEZUA: 3200 byte
10	MAC-RB	MAC-Z	=	=	=	=	1	0	MEZUA ¹ : 1472 byte
	=	=	=	=	=	=	1	184	MEZUA ² : 1472 byte
	=	=	=	=	=	=	0	368	MEZUA ³ : 256 byte

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI			X.25 PLP-UD		
	Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD
4	I	0	0	64	I	0	0	1	SDU ¹ : 512 byte
	=	1	=	=	=	1	=	1	SDU ² : 512 byte
	=	2	=	=	=	2	=	1	SDU ³ : 512 byte
	=	3	=	=	=	3	=	1	SDU ⁴ : 512 byte
	=	4	=	=	=	4	=	1	SDU ⁵ : 512 byte
	=	5	=	=	=	5	=	1	SDU ⁶ : 512 byte
	=	6	=	=	=	6	=	0	SDU ⁷ : 148 byte
5		=4		25				=4	
6	=	0	7	=	RR	-	7	-	-
7	=	=	=	64	=	-	=	=	=

6.e)

HF taulak ARP protokoloaz eginiko eskaera eta erantzunekin betetzen dira:

ARP eskaerak egiten dituzten makinak:

- Y \Rightarrow 205.48.40.0 sareko makina guztiek dute beren HFaren berri.
- R_B \Rightarrow 205.48.38.0 sareko makina guztiek dute beren HFaren berri.

ARP erantzunak:

- Y makinak R_A makinaren HFa lortu du.
- R_B makinak Z makinaren HFa lortu du.

Taula egokiak beraz, hauek dira:

X

IP helbidea	MAC helbidea
205.48.40.28	MAC-Y

R_A

IP helbidea	MAC helbidea
205.48.40.28	MAC-Y

7. ariketa: ENUNTZIATUA

7.- Banku batek IP teknologian oinarritutako komunikazio-sare bat ezarri nahi du, bere sukurtsalak eta egoitza zentrala elkarrekin komunikatzeko.

Sukurtsal bakoitzak Ethernet (IEEE 802.3) segmentu bat dauka, eta bertara aplikazio-zerbitzari bat (AZ), erabiltzaile-ekipoak eta bi router konektaturik daude. Router batek, Frame Relay sare baten bidez, Ethernet segmentua egoitza zentraleko sarearekin konektatzen du; besteak, berriz, Iberpac-en X.25 sarearen bitartez, sukurtsaleko kutxazainetara konektatzen du Ethernet segmentua.

Egoitza zentralak sukurtsalen egituraketa berdina du, baina ez du kutxazainik, eta, aplikazio-zerbitzariaren ordean, zerbitzari zentrala du (ZZ), eta bertara sukurtsaletako aplikazio-zerbitzariak konektatzen dira, banku-eragiketarako egiteko.

Egoera deskribatutakoa izanik, galdera hauei erantzun:

- a) Marraztu proposatutako sare-egitura eta ekipo hauen protokolo-arkitektura (sare-maila arte):
 - Kutxazain bat (K).
 - Sukurtsal batean Iberpacera konektaturiko routerra (R1).
 - Sukurtsal batean egoitza zentralerako routerra (R2).
 - Egoitza zentraleko routerra (R3).
- b) Kutxazain batetik kontsulta bat egiten da (A mezua) sukurtsaleko AZra. AZk, erantzun baino lehen, kontsulta egiten dio (B mezua) egoitza zentraleko ZZri, eta horrek erantzuna bidaltzen dio (C mezua), eragiketa baimentzeko. Azkenik, AZk erantzuna bidaltzen dio Kri (D mezua). Kalkulatu prozesu horretan izandako zatikatzeak, mezuen luzerak hauek izanik:
 - A mezua: 600 byte
 - B mezua: 780 byte
 - C mezua: 2500 byte
 - D mezua: 800 byte
- c) Deskribatu aurreko b) atalean deskribatutako prozesuan trukaturako pakete eta tramak, eremurik garrantzitsuenen balioak adieraziz.

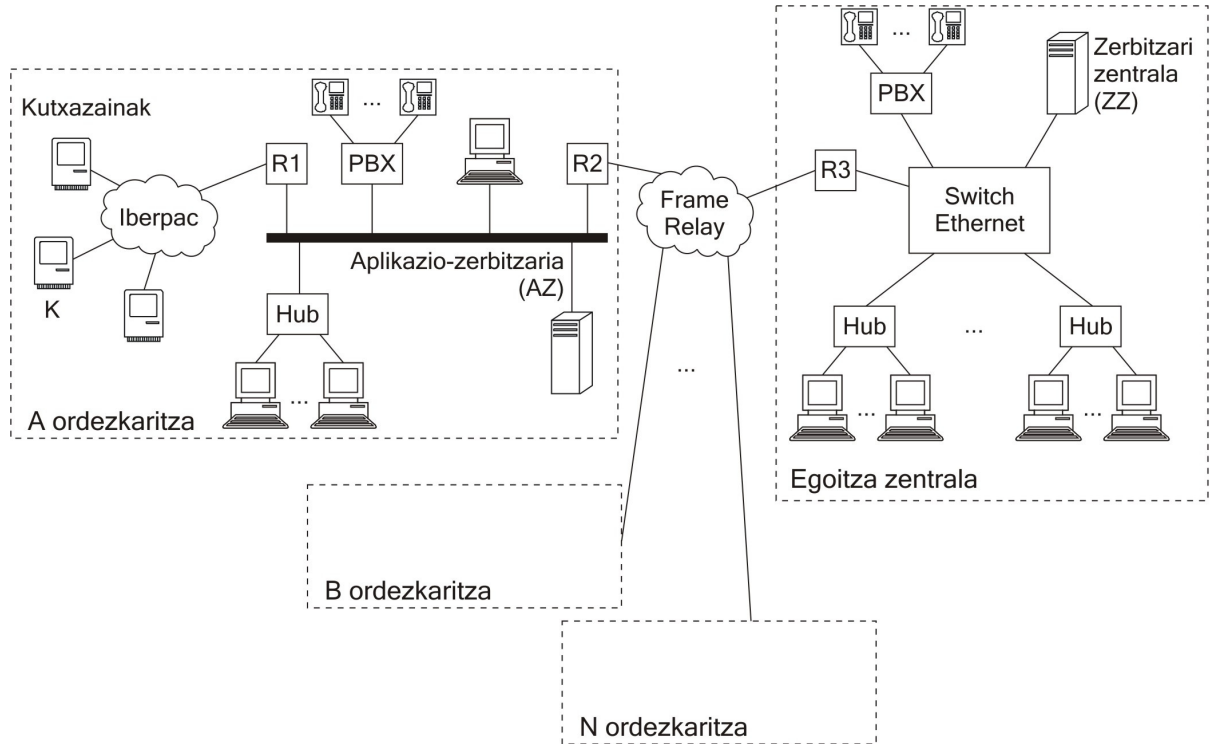
OHARRAK

- Emandako mezuen luzeretan, aplikazio-maila eta garraio-mailetako buruak kontuan izan dira.
- Sare bakoitzeko MTU balioak hauek dira: $MTU_{802.3}=1500$ byte, $DTM_{FR}=8000$ byte, $DTM_{X.25PLP}=256$ byte.
- Egiten diren hipotesi guztiak azaldu eta arrazoitu behar dira.

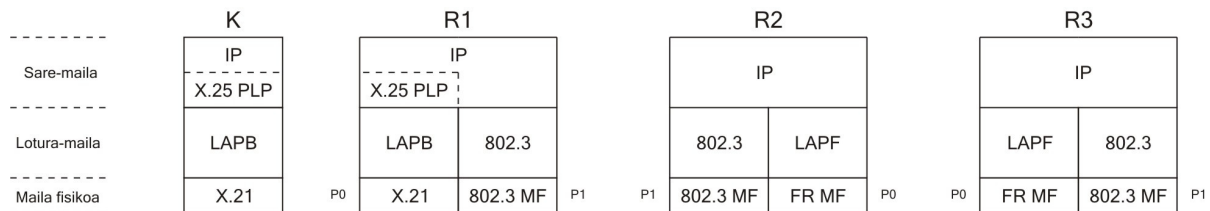
EBAZPENA

7.a)

Sare-egitura:



Ekipoen arkitektura:



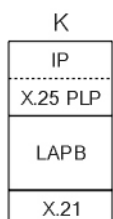
Ethernet originala erabiltzen dela jo dugu (LLC eta SNAP gabe).

7.b)

A MEZUA: ibilbidea K-R1-AZ da.

K

Irteera-portua: Zatikatzea IP eta X.25 PLP protokolo biek egin dezakete. X.25 PLParena errazagoa denez, hura gertatzen dela jotzen dugu.



$$DTM_{X.25PLP} = 256 \text{ byte}$$

$$SDU_{X.25PLP} = PDU_{IP} = PCI_{IP} + SDU_{IP} = 20 + 600 = 620 > DTM_{X.25PLP} \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

$$ZTM_{X.25PLP} = DTM_{X.25PLP}$$

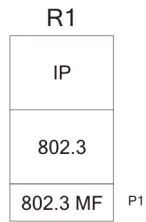
Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{X.25PLP} / ZTM_{X.25PLP} = 620 / 256 = 2, \dots \Rightarrow 256 \text{ byteko } 2 \text{ zati, } 108 \text{ byteko } 1 \text{ zati}$$

7. ariketa: EBAZPENA

R1

Irteera-portua: P0 portutik 3 pakete iristen dira makina honetara. X.25 PLP protokoloak paketeak birmuntatu eta datagrama osoa pasatzen dio gainera IP mailari. Ethernet originala joko dugu.



$$MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{IP} = 1500 - 20 = 1480 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 600 < MTU_{IP} \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

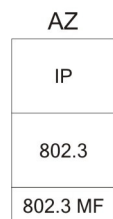
AZ

Datagrama bat iristen da, DA eremuan AZ makinaren helbidea duena.

B MEZUA: ibilbidea AZ-R2-R3-ZZ da.

AZ

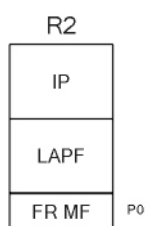
Irteera-portua: $MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{IP} = 1500 - 20 = 1480 \text{ byte}$



$$SDU_{IP} = 780 < MTU_{IP} = 1480 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R2

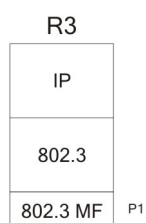
Irteera-portua: $MTU_{IP} = MTU_{LAPF} - PCI_{IP} = 8000 - 20 = 7980$



$$SDU_{IP} = 780 < MTU_{IP} = 7980 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R3

Irteera-portua: $MTU_{IP} = 1480 \text{ byte}$



$$SDU_{IP} = 780 < MTU_{IP} = 1480 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

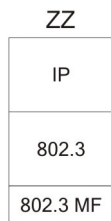
ZZ

Datagrama bat iristen da, DA eremuan ZZ makinaren helbidea duena.

C MEZUA: ibilbidea ZZ-R3-R2-AZ da.

ZZ

Irteera-portua: $MTU_{IP} = 1480$ byte



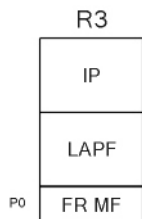
$SDU_{IP} = 2500 > MTU_{IP} = 1480 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

IP gaineratik TCP protokoloa dagoela joko dugu, eta hura dela zatikatzea egiten duena. IP protokoloari, beraz, hainbat SDU iritsiko zaizkio, TCP protokoloak egindako zatikatzearen ondorioz (2500 byte guztira). $MTU_{TCP} = MTU_{IP}$ kontuan izanda kalkulatu denez,

$2500 / MTU_{IP} = 2500/1480 = 1, \dots \Rightarrow SDU_{IP}^1 = 1480$ byte, $SDU_{IP}^2 = 1020$ byte

R3

Irteera-portua: Bi datagrama iristen dira R3 makinaren IP mailara. Irteeran, datagrama handiena zatikatu behar ez bada, txikiena ere ez.

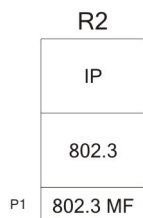


$MTU_{IP} = 7980$

$SDU_{IP}^1 = 1480$ byte $< MTU_{IP} = 7980 \Rightarrow$ Zatikatzea EZ da beharrezkoa.

R2

Irteera-portua: Bi datagrama iristen dira R2 makinaren IP mailara. MTU_{IP} berdineko lotura baterako prestatuak izan zirenez, zatikatzea EZ da beharrezkoa izango.



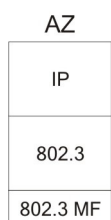
AZ

Bi datagrama iristen dira, DA eremuan AZ makinaren helbidea dutenak. IPk datagrama bakoitzetik edukia atera eta gainerako TCP protokoloari pasatuko dizkio. Azken horrek, jasotako bi elementuok mezu berdinen zatiak direla egiaztatu, eta jatorrizko C mezua birmuntatuko du.

E MEZUA: ibilbidea AZ-R1-K da.

AZ

Irteera-portua: $MTU_{IP} = 1480$ byte

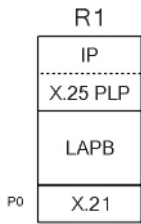


$SDU_{IP} = 800 < MTU_{IP} \Rightarrow$ Zatikatzea EZ da beharrezkoa.

7. ariketa: EBAZPENA

R1

Irteera-portua: IP eta X.25 PLP protokolo biek egin dezakete zatikatzea. X.25 PLPrena errazagoa denez, hura gertatzen dela joko dugu.



$$DTM_{X.25PLP} = 256 \text{ byte}$$

$$SDU_{X.25PLP} = PDU_{IP} = PCI_{IP} + SDU_{IP} = 20 + 800 = 820 > DTM_{X.25PLP} \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

Beharrezko zati kopurua:

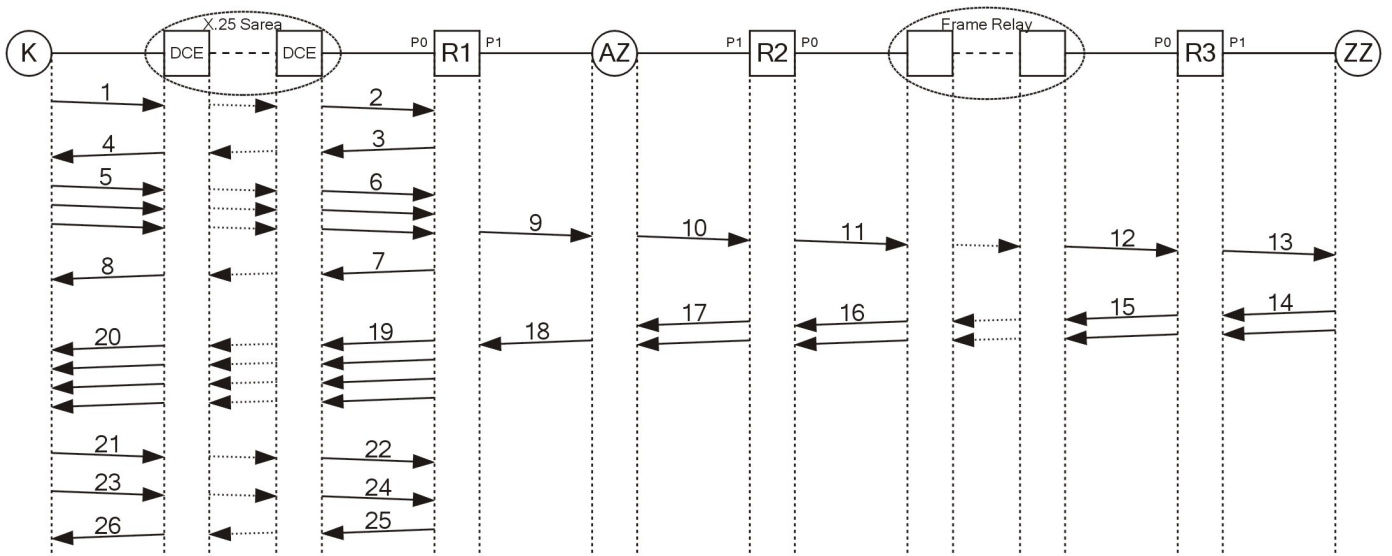
$$SDU_{X.25PLP} / DTM_{X.25PLP} = 820 / 256 = 3, \dots \Rightarrow 256 \text{ byteko } 3 \text{ zati, } 52 \text{ byteko zati } 1$$

K

Makina honetara, lau pakete iristen dira. X.25 PLP protokoloak paketeak birmuntatu eta datagrama osoa pasatzen dio gaineko IP mailari.

7.c)

Sare lokaletako ARP taulei buruz ezer esaten ez dugutenez, makina guztiek besteen helbide fisikoak berri dutela joko dugu.



PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO				
				X.25 PLP-PCI				
Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	SA	DA	Ezaugarriak	
1	I	0	0	10	Dei-eskaera	X.121-K	X.121-R1	Leihoa: 7, DTM: 256
2	=	=	=	15	Sarrerako deia	=	=	=
3	=	0	1	15	Dei-onarpena	=	=	=
4	=	=	=	10	Dei-egiaztapena	=	=	=
23	=	5	6	10	Ezeztapen-eskaera		-	
24	=	=	=	15	Ezeztapen-adierazpena		-	
25	=	6	6	15	Ezeztapen-onarpena		-	
26	=	=	=	10	Ezeztapen-egiaztapena		-	

7. ariketa: EBAZPENA

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI			X.25 PLP-UD		
Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD	
5	I	1	1	10	I	0	0	1	SDU ¹ : 256 byte
	=	2	=	=	=	1	=	1	SDU ² : 256 byte
	=	3	=	=	=	2	=	0	SDU ³ : 108 byte
6		=5		15		=5			
7	=	1	4	=	RR	-	3	-	-
8		=7		15		=7			
19	=	2	4	15	I	0	3	1	SDU ¹ : 256 byte
	=	3	=	=	=	1	=	1	SDU ² : 256 byte
	=	4	=	=	=	2	=	1	SDU ³ : 256 byte
	=	5	=	=	=	3	=	0	SDU ⁴ : 52 byte
20		=19		10		=19			
21	=	4	6	10	RR	-	4	-	-
22		=21		15		=21			

802.3-PCI				802.3-UD					
				IP-PCI			IP-UD		
	SA	DA		SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
9	MAC-R1 _{Eth}	MAC-AZ	IP-K	IP-AZ	IP-AZ	30	0	0	A MEZUA: 600 byte
10	MAC-AZ	MAC-R2 _{Eth}	IP-AZ	IP-AZ	IP-ZZ	40	=	=	B MEZUA: 780 byte
13	MAC-R3 _{Eth}	MAC-ZZ					=10		
14	MAC-ZZ	MAC-R3 _{Eth}	IP-ZZ	IP-AZ	IP-AZ	50	0	0	C MEZUA ¹ : 1480 byte
	=	=	=	=	=	51	0	0	C MEZUA ² : 1020 byte
17	MAC-R2 _{Eth}	MAC-AZ					=14		
18	MAC-AZ	MAC-R1 _{Eth}	IP-AZ	IP-K	IP-K	60	0	0	E MEZUA: 800 byte

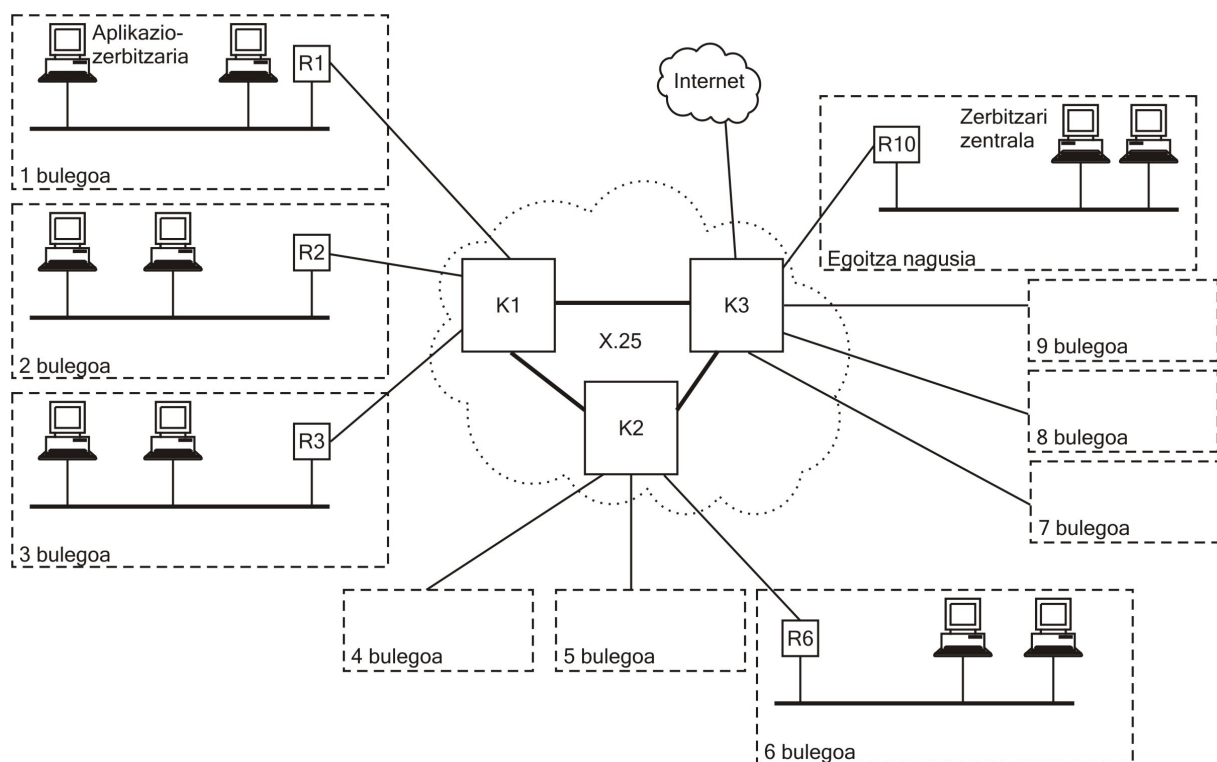
LAPF-PCI		LAPF-UD: INFO					
		IP-PCI			IP-UD		
	DLCI	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
11	20			=10			
12	32			=10			
15	32			=14			
16	20			=14			

8. ariketa: ENUNTZIATUA

8.- Udaletxeetan zerbitzuak eskaintzen dituen enpresa batek IP teknologian oinarritutako sare bat ezarri nahi du, bere 9 bulegoak eta egoitza zentrala elkarrekin komunikatzeko. Bulego bakoitza herri batean dago, eta LAN sare batean antolatua dago (IEEE 802.3). LAN horietako bakoitzean, aplikazio-zerbitzari bat, erabiltzaile-ekipoak eta konexiorako router bat daude.

Egoitza zentralak beste bulegoetako antolamendu berdina dauka, baina zerbitzari zentral makina bat ere badauka, bulegoetako aplikazio-zerbitzariak datu-base moduko eragiketak egiteko erabiltzen dutena.

Bulegoen eta egoitza zentralaren arteko konexio-zerbitzua ematen duen operadoreak elkarren artean konektaturiko hiru konmutagailuko arkitektura proposatzen du. Irudian azaltzen den modura, bulego bakoitzeko routerra herririk gertueneko konmutagailura konektatuko da.



Operadorearen konmutagailuen kokapena:

- K1: 1. herrian
- K2: 2. herrian
- K3: 3. herrian

Operadorearen bidez, enpresak Interneterako konexioa kontratatzen du, K3 konmutagailutik. Operadoreak bulego bakoitzari ezarritako helbideak 194.210.X.Y modukoak dira, non

- X byteak bulegoa identifikatzen baitu (1 bulegoa: 1, ... 10 bulegoa: 10).
- Y bytea bulego bakoitzaren barruko ekipoak identifikatzeko erabiltzen baita.

10 routerren helbideak, operadorearen sarean, 2044467761ZZ modukoak dira. Horretan, ZZ zenbakiak 60-62 tartekoak dira 1. herrian, 50-52 tartekoak 2. herrian eta azkenik 40-43 tartekoak 3. herrian.

Egoera deskribatutakoa izanik, galdera hauei erantzun:

8. ariketa: ENUNTZIATUA

- a) Adierazi sare osorako helbideratze-plana. Kalkulatu kontratatu beharreko kanal logiko kopurua, bulego guztien artean eta egoitza zentralarekin ere, ZBI bat eta ZBK bat ezarri ahal izateko.
- b) Une jakin batean, enpresa 2 ZBK erabiltzen ari da, bata 1 bulegoa eta egoitza zentralaren artean eta bestea, berriz, 1 bulegoa eta 3 bulegoaren artean.
Marraztu 1 bulegoaren ZB guztiak, VCI balioak adieraziz. Gainera, adierazi K1 kommutagailuaren konexio-taulan 1 bulego horri dagozkion lerroak.
- c) Idatzi enpresako R1, R6 eta R10 routerretako eta operadorearen kommutagailuetako bideratze-taulak.
- d) EE1 erabiltzaile-ekipo batetik, bulegoko aplikazio-zerbitzariari eskaera bat egiten zaio (*A mezua*, 600 byte). Aplikazio-zerbitzariak zerbitzari zentralari kontsulta egiten dio orduan (*kontsulta*, 800 byte), eta handik erantzuna jasotzen du, erabiltzaile-ekipoaren eragiketa baimenduz (*erantzuna*, 2700 byte). Azkenik, aplikazio-zerbitzariak eragiketa egin eta erantzuna bidaltzen dio EE1 makinari (*B mezua*, 4000 byte).
- Adierazi trukaturako pakete eta tramak, eta kalkulatu zatikatzeak non eta nola egiten diren.

OHARRAK

- $MTU_{802.3}=1500$ byte, $DTM_{X.25PLP}=1024$ byte
- Mezuen byte kopuruetan, aplikazio- eta garraio-mailetako buruak kontuan izan dira.
- Egiten diren hipotesi guztiak azaldu eta arrazoitu behar dira.

8. ariketa: EBAZPENA

Beste router guztietan bideratze-taulak berak izango dira. Kasu bakoitzean, helmuga routerraren sarean dagoenean Eth portutik bideratuko da, eta bestela, X.25 portutik dagokion X.25 DTEra edo ZBlA erabiliaz.

K1 kommutagailua

Helmuga	Portua
204446776160	1
204446776161	2
204446776162	3
204446776150	K2
204446776151	K2
204446776152	K2
204446776140	K3
204446776141	K3
204446776142	K3
204446776143	K3
204446777000	K3

K2 kommutagailua

Helmuga	Portua
204446776160	K1
204446776161	K1
204446776162	K1
204446776150	4
204446776151	5
204446776152	6
204446776140	K3
204446776141	K3
204446776142	K3
204446776143	K3
204446777000	K3

K3 kommutagailua

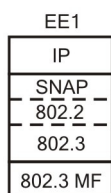
Helmuga	Portua
204446776160	K1
204446776161	K1
204446776162	K1
204446776150	K2
204446776151	K2
204446776152	K2
204446776140	7
204446776141	8
204446776142	9
204446776143	10
204446777000	Inet

8.d)

A MEZUA: ibilbidea EE1-AZ da.

EE1 makina

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa gertatzen dela joko dugu.



$$MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} = 1500 - 3 - 5 - 20 = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 600 < MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

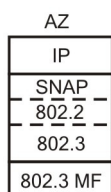
AZ makina

Datagrama bat iristen da, DA eremuan ZL makinaren helbidea duena.

KONTSULTA: ibilbide laburrena AZ-R1-R10-ZZ da.

AZ makina

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa gertatzen dela joko dugu.

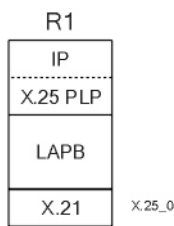


$$MTU_{IP} = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 800 < MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R1 makina

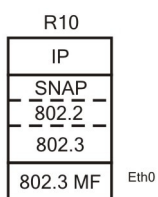
Irteera-portua: X.25 PLP zatikatzea gertatzen dela joko dugu.



$SDU_{X.25PLP} = 820 < DTM_{X.25PLP} = 1024 \text{ byte} \Rightarrow$ Zatikatzea EZ da beharrezkoa.

R10 makina

Irteera-portua: Iritsitako datagrama MTU_{IP} bererako segmentu baterako prestatu zenez, EZ da zatikatzerik beharko.



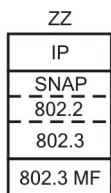
ZZ makina

Datagrama bat iristen da, DA eremuan ZL makinaren helbidea duena. Goiko mailetara pasatu eta adierazten den kontsulta-eragiketa egingo da. Kontsultaren ondorio gisa, aplikazio-mailan erantzun mezu bat sortzen da.

ERANTZUNA: ibilbidea ZZ-R10-R1-AZ da.

ZZ makina

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa gertatzen dela joko dugu.



$MTU_{IP} = 1472 \text{ byte}$

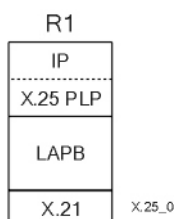
$SDU_{IP} = 2700 > MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

IP gaitetik TCP protokoloa dagoela joko dugu eta hura dela zatikatzea egiten duena. IP protokoloari, beraz, hainbat SDU iritsiko zaizkio, TCP protokoloak egindako zatikatzearen ondorioz (2700 byte guztira). $MTU_{TCP} = MTU_{IP}$ kontuan izanda kalkulatu denez,

$$2700 / MTU_{IP} = 2700/1472 = 1, \dots \Rightarrow SDU_{IP}^1 = 1472 \text{ byte}, SDU_{IP}^2 = 1228 \text{ byte}$$

R10 makina

Irteera-portua: 2 datagrama iritsiko dira, X.25_0 portutik bideratu behar direnak. X.25 PLP zatikatzea joko dugu. Handiena zatikatu behar ez bada, txikiena ere ez.



$$SDU_{X.25PLP}^1 = PDU_{IP}^1 = PCI_{IP} + SDU_{IP}^1 = 20 + 1472 = 1492$$

$SDU_{X.25PLP}^1 = 1492 \text{ byte} > DTM_{X.25PLP} = 1024 \text{ byte} \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.

$$ZTM_{X.25PLP} = DTM_{X.25PLP}$$

8. ariketa: EBAZPENEA

Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{X.25PLP}^1 / ZTM_{X.25PLP} = 1492/1024 = 1, \dots \Rightarrow 1024 \text{ byteko } 1 \text{ zati, } 468 \text{ byteko } 1 \text{ zati}$$

$$SDU_{X.25PLP}^2 / ZTM_{X.25PLP} = (PCI_{IP} + SDU_{IP}^2) / ZTM_{X.25PLP} = 1248 / 1024 = 1, \dots \Rightarrow 1024 \text{ byteko zati } 1, 224 \text{ byteko } 1 \text{ zati}$$

R1 makina

Irteera-portua: Makina honetara, X.25_0 portutik 4 pakete iristen dira. IP mailari pasatu baino lehen, X.25 PLP protokoloak paketeak birmuntatu eta 2 datagrama oso pasatzen dizkio gainera IP mailari. MTU_{IP} bereko lotura baterako sortu zirenez, zatikatzea EZ da beharrezkoa.

R1
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF

AZ makina

2 datagrama iristen dira, DA eremuan ZL makinaren helbidea dutenak. IP mailak bi datagrametako erabiltzaile-datuak atera eta TCP protokoloari pasatuko dizkio. TCPk bi PDU jasoko ditu beraz, zeinetako zatikatze-informazioetan erabiltzaile-datuak mezu bera osatzen dutela adierazten baita. Horrela, aplikazio-mailari pasatu baino lehen, PDU bakoitzean garraiatuko zatiak birmuntatuko ditu.

Aplikazio-mailan, erantzunaren ondorioz, B mezua sortuko da, EE1 makinari bidaltzeko.

B MEZUA: ibilbide laburrena AZ-EE1 da.

AZ makina

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu.

AZ
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF

$$MTU_{IP} = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 4000 > MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

IP gainetik TCP protokoloa dagoela joko dugu eta hura dela zatikatzea egiten duena. IP protokoloari, beraz, hainbat SDU iritsiko zaizkio, TCP protokoloak egindako zatikatzearen ondorioz (4000 byte guztira). MTU_{TCP} MTU_{IP} kontuan izanda kalkulatu denez,

$$4000 / MTU_{IP} = 4000/1472 = 2, \dots \Rightarrow$$

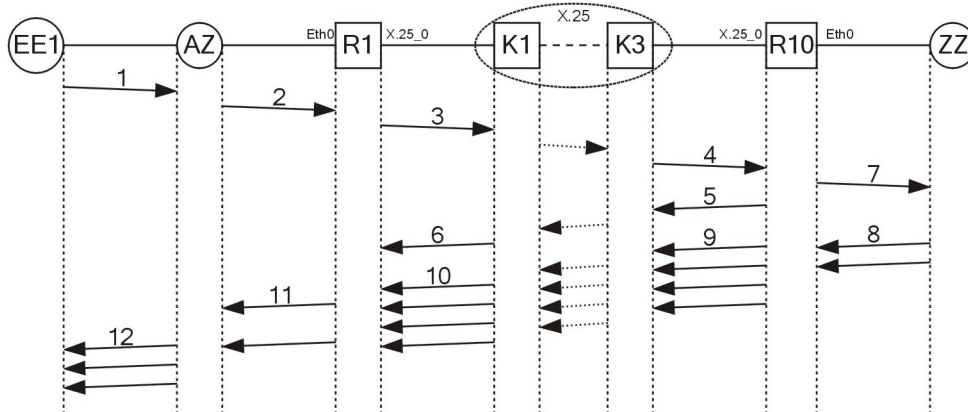
$$SDU_{IP}^1 = 1472 \text{ byte, } SDU_{IP}^2 = 1472 \text{ byte, } SDU_{IP}^3 = 1056 \text{ byte}$$

EE1 makina

2 datagrama iristen dira, DA eremuan ZL makinaren helbidea dutenak. IP mailak bi datagrametako erabiltzaile-datuak atera eta TCP protokoloari pasatuko dizkio. TCPk bi PDU jasoko ditu beraz, zeinetako zatikatze-informazioetan erabiltzaile-datuak mezu bera osatzen dutela adierazten baita. Horrela, aplikazio-mailari pasatu baino lehen, PDU bakoitzean garraiatuko zatiak birmuntatuko ditu.

8. ariketa: EBAZPENA

Hona hemen trukaturako trama eta paketeak, kontuan izanik ARP tauletan beharrezko informazio guztia dagoela eta X.25 sarean ZBI bat erabiltzen dela:



PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

802.3-PCI			802.3-UD						
			LLC/SNAP-PCI			LLC/SNAP-UD			
			IP-PCI				IP-UD		
	SA	DA	TYPE	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
1	MAC-EE1	MAC-AZ	IP	194.210.1.8	194.210.1.150	45	0	0	A MEZUA: 600 byte
2	MAC-AZ	MAC-R1 _{Eth}	IP	194.210.1.150	194.210.10.100	127	0	0	KONTSULTA: 800 byte
7	MAC-R10 _{Eth}	MAC-ZZ	IP				=2		
8	MAC-ZZ	MAC-R10 _{Eth}	IP	194.210.10.100	194.210.1.150	50	0	0	ERANTZUNA ¹ : 1472 byte
	MAC-ZZ	MAC-R10 _{Eth}	IP	194.210.10.100	194.210.1.150	51	0	0	ERANTZUNA ² : 1228 byte
11	MAC-R1 _{Eth}	MAC-AZ	IP				=8		
12	MAC-AZ	MAC-EE1	IP	194.210.1.150	194.210.1.8	60	0	0	B MEZUA ¹ : 1472 byte
	MAC-AZ	MAC-EE1	IP	194.210.1.150	194.210.1.8	61	0	0	B MEZUA ² : 1472 byte
	MAC-AZ	MAC-EE1	IP	194.210.1.150	194.210.1.8	62	0	0	B MEZUA ³ : 1056 byte

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI			X.25 PLP-UD		
	Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD
3	I	0	0	20	I	0	0	0	820 byte
4	I	=	=	21				=3	
5	I	=	1	21	RR	-	1	-	-
6	I	=	1	20				=5	
9	I	1	1	21	I	0	1	1	SDU ¹⁻¹ : 1024 byte
	I	2	1	21	I	1	1	0	SDU ¹⁻² : 468 byte
	I	3	1	21	I	2	1	1	SDU ²⁻¹ : 1024 byte
	I	4	1	21	I	3	1	0	SDU ²⁻² : 224 byte
10		=9		20				=9	

9. ariketa: ENUNTZIATUA

9.- Enpresa bateko komunikazioak IP teknologian oinarritzen dira. Enpresa hori, geografikoki 3 ordezkartzatan banatua dago:

- Horietako batean (An) bi sail daude, bakoitzean Ethernet segmentu bat dagoela. Ethernet segmentuak switch (S) baten bitartez daude konektaturik.
- Beste bi ordezkartzatan (Bn eta Cn) sail bakarra dago, Ethernet segmentu bakarrarekin.

Asmoa da enpresako edozein ekipo beste edozeinekin komunikatzea, nonahi daudela ere. Enpresako ekipoak Internetera sarbidea izatea ere nahi da. Horretarako, enpresako diseinu-saileko ingeniariak erabakitzen du telekomunikazio-operadore baten konexio-zerbitzua kontratatzea.

Enpresaren ordezkartzatan diseinatutako sare-arkitektura nahiz operadorearen instalazioetakoa azken orrialdeko irudian islatzen dira.

Operadoreak ordezkartzen 3 hirietan instalazioak ditu. Instalazio bakoitzean, ekipamendua Ethernet segmentu batean antolatzen da. Instalazio (hiri) guztien arteko komunikazioa router bikoteen arteko puntu-puntu loturekin egiten da. Operadorearen sarea eta Internet arteko konexioa ere hala egiten da, alegia, operadorearen router eta Interneteko routerren arteko puntu-puntu loturekin.

Planteatutakoaren inguruan, erantzun galdera hauei:

a) Adierazi irudian proposatutako soluzioak planteatutako komunikazio-arazoa konpontzen duen ala ez (BAI/EZ).

Erantzuna arrazoitu, enpresako ingeniariak hartutako erabaki bakoitza zergatik den egokia, ala ez, azalduz (sare-arkitektura, erabilitako ekipamendua, zerbitzua erabiltzeko kontratatzen den sare mota, erabilitako helbideratze-plana).

Proposatutako soluzioak planteatutako beharrianak betetzen ez dituela joz gero, egin proposamen alternatibo bat, arrazoituz.

b) Adierazi operadorearen R₁₁ makinaren beheko bideratze-taula hau zuzena den ala ez (BAI/EZ). Erantzuna arrazoitu, zuzena ala okerra zergatik den azalduz.

Okerra dela joz gero, adierazi zein litzatekeen eduki zuzena, aldaketak arrazoituaz.

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
192.172.101.0	205.48.31.2	Serial-0
192.172.102.0	192.168.31.3	Eth-0
192.172.103.0	192.168.31.3	Eth-0
0.0.0.0	192.168.31.4	Eth-0

c) Adierazi operadorearen R₁₁ makinaren beste bideratze-taula hau (hurrengo orrialdean) zuzena izan daitekeen ala ez (BAI/EZ). Erantzuna arrazoitu, zuzena ala okerra zergatik den azalduz.

Okerra dela joz gero, adierazi zein litzatekeen eduki zuzena, aldaketak arrazoituaz.

OHARRA: aurreko b) galderako bideratze-taulatik aldatutako edukiak letra lodiz adierazi dira.

9. ariketa: ENUNTZIATUA

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
192.172.101.0	205.48.31.2	Serial-0
192.172.102.0	192.168.31.2	Eth-0
192.172.103.0	192.168.31.4	Eth-0
0.0.0.0	192.168.31.4	Eth-0

d) Posible al da operadorearen R_{11} makinaren bideratze-taula denboran zehar aldatzea? (BAI/EZ). Erantzuna arrazoitu.

Gainera...

...zure erantzuna baiezkoa bada, galdera hauei ere erantzun:

- Zer arrazoi egon daitezke bideratze-taulak aldatu behar izateko?
- Zer mekanismo erabiltzen dira aldaketa horiek egiteko?
- Zer ezaugarri nagusi beharko da sare-topologiaren ikuspuntutik, mekanismo horiek aplikatuta aldaketak egin ahal izateko?

...zure erantzuna, berriz, ezezkoa bada, galdera hauei ere erantzun:

- Topologian, helmuga batera iristeko, bide erredundanteak badaude, zer irizpide erabiltzen da taulan jarri beharreko bidea erabakitzeko?
- Zer gertatzen da, bideratze-taulan adierazitako bidea zerbaitengatik erabili ezin bada (eta bide alternatibo bat libre badago)?
- Zer abantaila ematen ditu bideen erredundantzia edukitzeak ez edukitzearen aldean?

OHARRA: Atal honetako galderen erantzuna bi modutara egin:

- Lehenik, modu generikoan (hau da, *teorikoan*)
- Ondoren, modu praktikoan, proposatutako sare-eskema erabiliaz emandako erantzun teorikoaren adibide gisa.

e) Adierazi A erabiltzaile-ekipoaren (A EE) beheko bideratze-taula hau zuzena den ala ez (BAI/EZ). Erantzuna arrazoitu, zuzena ala okerra zergatik den azalduz.

Okerra dela joz gero, eduki zuzena zein litzatekeen adierazi aldaketak arrazoituaz.

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
192.172.101.0	0.0.0.0	Eth-0
0.0.0.0	192.172.101.1	Eth-0

f) A EEko erabiltzaileak B EEko erabiltzaileari mezu bat bidaltzen dio.

Adierazi A EEko IP mailatik R_{11} -ren IP mailara arte izaten diren gertaeren sekuentzia (ez da beharrezkoa komunikazioaren azken zatian, R_{11} -tik B EEra, gertatzen direnak adieraztea). Horretarako, azaldu mezuak igarotzen duen nodo bakoitzean hartutako erabakiak, erabaki horiek hartzeko erabilitako taulen edukiak adieraziaz.

Adierazi trametako eta paketeetako helbideratze-eremuen balioak ere.

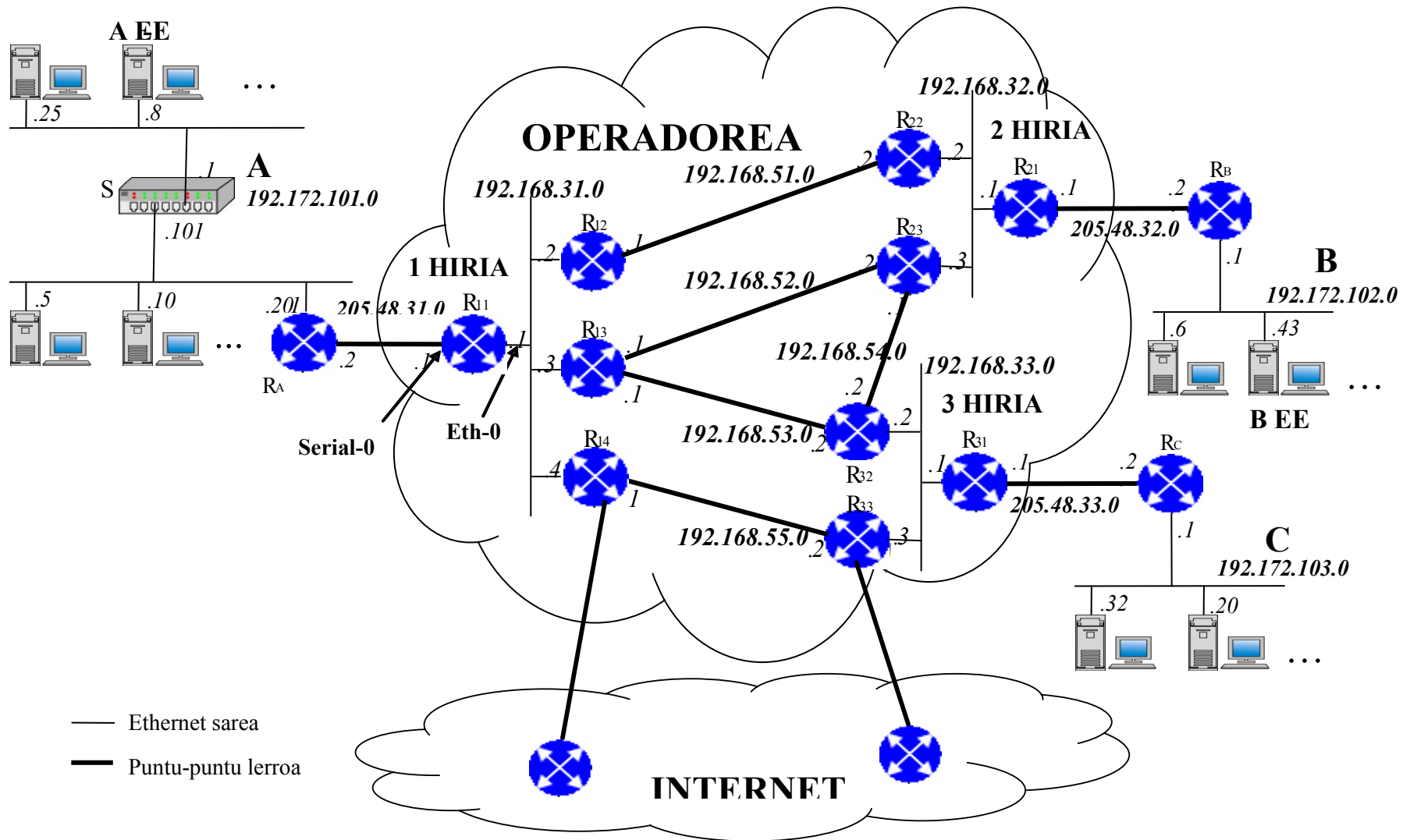
9. ariketa: ENUNTZIATUA

g) Esan ea ARP taula hau izan ote daitekeen lehen deskribatutako informazio-transferentziaren ondoren A EEk lukeena. Erantzuna arrazoitu, zuzena ala okerra zergatik den azalduz.

Okerra dela joz gero, adierazi eduki zuzena zein litzatekeen, aldaketak arrazoituaz.

IP helbidea	Helbide fisikoa
192.172.101.1	MAC - Switch
192.172.101.201	MAC-RA
192.172.102.43	MAC - B EE

OHARRA: Egindako hipotesi guztiak adierazi eta arrazoitu.



EBAZPENA

9.a)

Bai, planteatutako komunikazio-arazoa konpontzen da.

Sare-arkitektura:

- Ongi dagoela jotzen dugu, aurretik zeuden egiturak (ordezkarizetako LAN sareak) mantentzen direlako.

Ekipamendua:

- Switcha:
 - 2 LANen arteko interkonexioa egiteko egokia da, 2. mailako interkonexioa delako.
 - 2 LANak, gainera, Internetera konektatu behar direnean, balio gabe geratzen da: router batekin ordezkari daiteke LAN-LAN eta LAN-WAN interkonexioak ekipo berarekin eginaz. Aukera hau garestiagoa da switcha baino...
- Routerrak:
 - Egokiak eta beharrezkoak dira LAN-WAN interkonexioak egiteko.
 - R_A segmentu horretan jartzearen arrazoia zera izan daiteke: bertako Interneterako trafikoa beste segmentuan baino handiagoa dela.

Zerbitzua emateko kontratatu den sarea, Internet, egokia da:

- Enpresako komunikazioak IPn oinarritzen dira, Internet bezala.
- WAN motako sare publikoa da:
 - Enpresaren etorkizuneko hedapenerako egokia.
 - Mantenuko kosturik ez dago.
- Behar den gaitasunerako kalitate nahikoa prezio egokian ematen duela jotzen dugu.

Helbideratzea:

- LAN sareetarako C klaseak aukeratzea ondo egongo da, sare bakoitzean 254 ekipo baino gehiago ez badaude.
- Switchak ez du 3. mailarik; beraz, ezin du IP helbiderik eduki. TXARTO.

9.b)

Bai, taula zuzena da.

192.172.101.0 sarera joateko Serial-0 portua erabili behar da, eta bertan hurrengo nodo bakarra dago, R_A. Haren helbidea, R₁₁ren portu horretako sare berean, 205.48.31.2 da.

192.172.102.0 eta 192.172.103.0 sareetara joateko, Eth-0 portua erabili behar da, eta hurrengo nodo posible bat R₁₃ da. Haren helbidea, R₁₁ren portu horretako sare berean, 192.168.31.3 da.

Beste edozein kasutan, Internetera atera behar da Eth-0 portutik. Hurrengo nodo posible bat R₁₄ da, eta haren helbidea, R₁₁ren portu horretako sare berean, 192.168.31.4.

9.c)

Bai, taula zuzena da, aurreko atalekoan egindako zuzenketak ondo daudelako.

9. ariketa: EBAZPENEA

192.172.102.0 sarera joateko, Eth-0 portutik beste hurrengo nodo posible bat da R₁₂. Haren helbidea, R₁₁-ren portu horretako sare berean, 192.168.31.2 da.

192.172.103.0 sarera joateko, Eth-0 portutik beste hurrengo nodo posible bat da R₁₄. Haren helbidea, R₁₁-ren portu horretako sare berean, 192.168.31.4 da.

9.d)

Bai, gerta daiteke.

Topologian helmuga zehatz baterako informazioari dagozkion aldaketak gertatzen direnean (nodo berriren bat sartu edo hondatu), aldaketa horiek IP bideratze-tauletan islatu behar dira. Taula batzuetan bide alternatiboen erabilera ere gomenda daiteke, trafikoa banatzeko.

Ariketan, R₁₃ honda edo satura daiteke.

Bideratze-tauletako aldaketak bideratze-taulen mantentzerako protokoloekin egiten dira: RIP, OSPF,...

Tauletan aldaketak egin eta komunikazioak arazorik gabe gertatzen jarraitzeko, beharrezkoa da topologian bide alternatiboak eta/edo erredundanteak ematea.

Ariketako operadoreak bide alternatiboak eta erredundanteak ditu:

- Alternatiboak: instalazio bakoitza beste guztiekin konektatua dago (R₁₃, R₂₃, R₃₂).
- Erredundanteak: 192.168.31.0 sareak, beste biek bide erredundantea du (R₁₂, R₂₂, R₃₄, R₃₃).

9.e)

Taula EZ da zuzena.

Bere sarekoa (192.172.101.0) ez den edozein helmugatar joateko bidean (0.0.0.0) hurrengo nodoa ez da switcha, R_A baizik (192.172.101.201). Switchek ez dute 3. mailarik; beraz, ezin dira IP bideratze-tauletan agertu (ez dute IP helbiderik, ezta 3. mailako beste entitate-ezaugarriarik).

9.f)

A EE makina: ibilbidearen hasierako zatia A EE – S – R_A – R₁₁ - ... da.

Mezua A EE makinan sortzen denez, datagramak irteera bakarrik izango du.

– Irteera:

- IP:

IP protokoloak, garraio-mailatik informazio hau jasotzen du:

- SDU: MEZUA
- Helmuga: 192.172.102.43

Helmuga-datuarekin, bideratzea egiten du:

- Hurrengo nodoa: 192.172.101.201
- Portua: Eth0

Helbide fisikoa: ARP taula hutsik dago hasieran \Rightarrow ARP mezu bat sortzen da, Eth0 portuko difusiozko sarean 192.172.101.201 IP helbideari zein HF dagokion galdetuaz. IP helbide hori duen makinak ARP mezuari erantzunaz bere HF (MAC-R_A) emango dio A EEri.

Zatikatzeko-kalkuluak egingo dira ondoren, Eth-0 portuko MTUarekin.

Datagrama datu hauekin eratzen da:

- SA: 192.172.101.8

9. ariketa: EBAZPENA

- DA: 192.172.102.43
- Erabiltzailearen datuak: SDU
- 802.2:
IP mailatik jasotakoa:
 - SDU: Datagrama
 - Helmuga: MAC-R_A
 - Portua: Eth-0802.2 PDUa datu hauekin eratzen da:
 - Erabiltzailearen datuak: SDU
- 802.3
802.3-tik jasotzen dena:
 - SDU: 802.2 PDU
 - Helmuga: MAC-R_A
 - Portua: Eth-0Trama, datu hauekin eratzen da:
 - Jatorriaren helbide fisikoa: MAC-A EE
 - Helmugaren helbide fisikoa: MAC-R_A
 - Erabiltzailearen datuak: SDUTrama, Eth0 portutik bidaltzen da.

S makina

- Sarrera:
 - 802.3: taulan MAC-R_A makina zein portutan dagoen begiratuko du.
S switcharen birtransmitze-taulan MAC-R_A helmugara iristeko informazioa dago, A EEk egindako ARP eskaeraren ondorioz R_A-k bidalitako erantzunari esker.
- Irteera:
 - 802.3: trama dagokion portutik aterako du, helmuga ez baitago trama iritsi den portu bereko segmentuan.

R_A

- Sarrera:
 - 802.3: traman helmuga bera dela ikusirik, erabiltzailearen datuak atera eta 802. protokoloari pasatuko dizkio (802.2 PDUa).
 - 802.2: 802.2 PDUtik erabiltzailearen datuak atera eta IP protokoloari pasatzen dizkio (datagrama).
 - IP: datagraman DA=192.172.102.43 agertzen da. Helbide hori R_A-rena ez denez (R_A: 192.172.101.201), datagramak bideratzea jasan beharko du.

9. ariketa: EBAZPENEA

– Irteera:

- IP:

Helmugaren datuarekin, bideratzea egiten da:

- Hurrengo nodoa: 205.48.31.1
- Portua: Serial-0 ⇒ Portu horretan puntu-puntu lotura bat dagoenez, bertan serie-kableetarako onenetakoa den PPP protokoloa erabiltzen dela joko dugu.

Zatikitze-kalkuluak egingo dira ondoren, Serial-0 portuko MTUarekin.

Datagraman, TTL eta Checksum eremuak aldatzen dira.

- PPP

IP mailatik jasotakoa:

- SDU: datagrama
- Protokolo mota: IP
- Portua: Serial-0

Trama, datu hauekin eratzen da:

- Protocol: IP (0x0021)
- Erabiltzailearen datuak: SDU

Trama, Serial-0 portutik bidaltzen da.

R₁₁

– Sarrera: prozesua RA makinaren sarreran izandako bera da.

9.g)

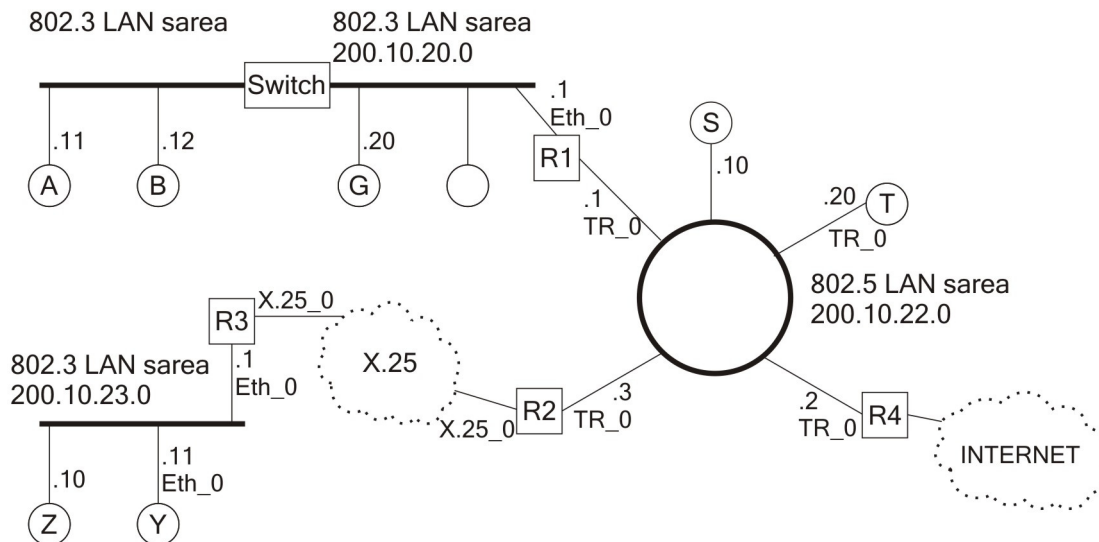
Taula EZ da zuzena.

Switchek ez dute 3. mailarik, ez dute 3. mailako entitaterik, beraz, ez dute IP helbiderik. Horregatik, ezin dira ARP tauletan agertu, ezin direlako ezeren hurrengo nodo izan.

B EE makina ezin da A EEren hurrengo nodo izan, ez daudelako zuzenean lotuta, ezta difusiozko sare berean ere; beraz, ezin da A EEren ARP taulan agertu.

10. ariketa: ENUNTZIATUA

10.- Komunikazioetarako TCP/IP protokolo-pila erabiltzen duen enpresa batean, sare-eskema hau daukate: Ethernet eta Token Ring moduko sare lokal ugari, eta horien artean (distantzia handiak direla eta) X.25 moduko WAN sare bat interkonektatuta.



Eskema horren inguruan, galdera hauei erantzun:

- Eman switcharen ezkerrean kokaturiko 802.3 sareari dagokion IP helbidea. Erantzuna arrazoituz.
- R2 makinarentzat, bideratze-taula hau proposatzen da. Esan zuzena den ala ez, erantzuna arrazoituz. Erantzuna ezezkoa balitz, proposatu taula egoki bat.

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
200.10.22.0	0.0.0.0	TR_0
200.10.20.0	200.10.22.1	TR_0
200.10.21.0	200.10.22.1	TR_0
200.10.23.0	200.10.23.1	X25_0

- Idatzi R1, T eta Z makinaren IP bideratze-etaulak.

Makina guztietako ARP taulak hutsik egonik, A makinatik aplikazio bat exekutatzeko hasten da, *login* izeneko **200 byte**ko mezua bidaltzen duena B zerbitzari lokalera.

- G makinaren azpisaretetik, A eta B arteko *login*-mezua lortzea posible litzatekeela uste duzu? Deskribatutako A eta B arteko komunikazio horretako beste mezurik lor al daiteke? Zein?

Aipatutako komunikazioaren ondorioz, B makinak urruneko 802.3 sarean dagoen Z zerbitzariari **4000 byte**ko mezua bidaltzen dio.

- Kalkulatu $A \rightarrow B$ eta $B \rightarrow Z$ komunikazioetan gertatzen diren zatikatzeak eta birmuntatzeak.
- Adierazi lotura bakoitzean gertatzen diren trama- eta pakete-trukeak irudi eskematiko baten bitartez, hasieran ARP taula guztiak hutsik daudela kontuan izanik. Sare- eta lotura-mailetako PDUen eremu garrantzitsuenen (zatikatzeari, helbideratzeare...) balioak ere idatzi behar dituzu.
- Adierazi A, B, G eta R1 makinaren ARP taulen edukiak, komunikazioen ondoren.

10. ariketa: ENUNTZIATUA

Kontuan izan hauek:

- Mezuen tamainen datuetan, aplikazio-mailako burua bakarrik izan da kontuan.
TCP burua (PCI_{TCP})=20 byte.
- $MTU_{802.3}=1500$, $DTM_{X.25 PLP}=512$, $MTU_{802.5}=8000$.

OHARRA: Egiten diren hipotesi guztiak adierazi eta arrazoitu behar dira.

EBAZPENA

10.a)

Helbide egokia 200.10.20.0 litzateke. LAN sare hori, switch batez 200.10.20.0 IP helbidea duen sarearekin lotzen da, zeina lotura-mailako interkonexio ekipo bat baita. Horregatik, IP mailarentzat interkonexio gardena denez, bi LAN sareak berez sare beraren 2 segmentu dira.

IP helbide ezberdina izateko, interkonexiorako ekipoak 3. mailakoa edo goragokoa beharko luke.

10.b)

Taula oker dago:

- 200.10.21.0 sarerik ez dago. Lerro hori ongi egoteko, R1 makinari konektatua egon behar luke.
- 200.10.23.0 sarera iristeko, R2 makina X.25 sarearen bitartez R3 makinari konektatu behar da ZBI batez (VClak agertu behar luke taulan) edo ZBK batez (R3ren X.121 helbidea agertu behar luke taulan).
- Default lerroa falta da.

Taula zuzena:

Helmuga	Hurrengo nodoa	Portua
200.10.22.0	0.0.0.0	TR_0
200.10.20.0	200.10.22.1	TR_0
200.10.23.0	VCI (ZBI) edo R3ren X.121 Helbidea (ZBK)	X25_0
0.0.0.0	200.10.22.2	TR_0

10.c)

R1

Helmuga	HN	Portua
200.10.20.0	0.0.0.0	Eth_0
200.10.22.0	0.0.0.0	TR_0
200.10.23.0	200.10.22.3	TR_0
0.0.0.0	200.10.22.2	TR_0

I

Helmuga	HN	Portua
200.10.22.0	0.0.0.0	TR_0
200.10.20.0	200.10.22.1	TR_0
200.10.23.0	200.10.22.3	TR_0
0.0.0.0	200.10.22.2	TR_0

Z

Helmuga	HN	Portua
200.10.23.0	0.0.0.0	Eth_0
0.0.0.0	200.10.23.1	Eth_0

10.d)

Ez, ezingo litzateke, switchak ez lukeelako mezu hori bere segmentutik aterako. ARP taulak hutsik daudenez, Ak Bren helbide fisikoa galdetzeko ARP mezu bat bidaliko luke, 802.3 broadcast-trama batean. Switchak, trama broadcast motakoa dela ikusita, beste segmentu guztietan errepikatuko luke, eta, beraz, baita G makinaren segmentuan ere. ARP erantzuna, zuzenean Ara doanez, ez litzateke bere segmentutik aterako.

10.e)

LOGIN MEZUA: ibilbidea A-B da.

A

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu; baita zatikatzea TCPk egingo duela ere.

A
Apl.-prot.
TCP
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF

$$MTU_{TCP} = MTU_{802.3} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} - PCI_{TCP} = 1500 - 3 - 5 - 20 - 20 = 1452 \text{ byte}$$

$$SDU_{TCP} = PDU_{Ap} = 200 \text{ byte}$$

$$SDU_{TCP} = 200 < MTU_{TCP} = 1452 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

B

Datagrama bakarra iristen da, DA eremuan B makinaren helbidea duena. Bertako IP protokoloak gaineko garraio-mailari, datagramaren "user data" eremuko byteak pasatzen dizkio SDU modura.

2. MEZUA: ibilbidea B-Switch-R1-R2-R3-Z da.

B

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu; baita zatikatzea TCPk egingo duela ere.

B
Apl.-prot.
TCP
IP
SNAP
802.2
802.3
802.3 MF

$$MTU_{TCP} = 1452 \text{ byte}$$

$$SDU_{TCP} = 4000$$

$$SDU_{TCP} = 4000 > MTU_{TCP} = 1452 \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{TCP} / MTU_{TCP} = 4000 / 1452 = 2, \dots \Rightarrow 1452 \text{ byteko } 2 \text{ zati eta } 1096 \text{ byteko bat}$$

$$SDU_{IP}^{1,2} = PDU_{TCP}^{1,2} = 1452 + 20 = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP}^3 = PDU_{TCP}^3 = 1096 + 20 = 1116 \text{ byte}$$

Switch

Soilik lotura-mailara arteko makina denez, ezingo du zatikatze edo birmuntatzerik egin .

R1

Irteera-portua: 3 datagrama iristen dira R1 makinara. Handienak zatikatu behar ez badira, txikiena ere ez.

R1	
IP	
SNAP	
802.2	
802.5	
802.5 MF	TR_0

$$MTU_{IP} = MTU_{802.5} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} = 8000 - 3 - 5 - 20 = 7972$$

$$SDU_{IP}^{1,2} = 1472 < MTU_{IP} = 7972 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R2

Irteera-portua: Iritsitako 3 datagramen helmuga ez denez, birmuntatu gabe bideratzen ditu. IP eta X.25 PLP protokolo biek egin dezakete zatikatzea. X.25 PLPrena errazagoa denez, hura gertatzen dela joko dugu. Berriz ere, handienak zatikatu behar ez badira, txikiena ere ez.

R2	
IP	
X.25 PLP	
LAPB	
X.21	X.25_0

$$SDU_{X.25PLP}^{1,2} = 1472 + 20 = 1492 > DTM_{X.25PLP} = 512 \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

$$SDU_{X.25PLP}^3 = 1116 + 20 = 1136 > DTM_{X.25PLP} = 512 \Rightarrow \text{Zatikatzea beharrezkoa da.}$$

$$ZTM_{X.25 PLP} = DTM_{X.25PLP} = 512$$

Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{X.25PLP}^{1,2} / ZTM_{X.25 PLP} = 1492 / 512 = 2, \dots \Rightarrow 512 \text{ byteko } 2 \text{ zati eta } 468 \text{ byteko bat}$$

$$SDU_{X.25PLP}^3 / ZTM_{X.25 PLP} = 1136 / 512 = 2, \dots \Rightarrow 512 \text{ byteko } 2 \text{ zati eta } 112 \text{ byteko bat}$$

R3

Irteera-portua: R3 iritsitako 9 X.25 PLP paketeen helmuga denez, birmuntatu egiten ditu, eta 3 datagrama lortzen dira. Datagramen helmuga ez denez, aztertu gabe bideratu egiten ditu.

R3	
IP	
SNAP	
802.2	
802.3	
802.3 MF	Eth_0

Irteera-portuko 802.3 sareko $MTU_{802.3}$, 200.10.20.0 sarekoaren bera denez, zatikatze gehiagorik ez da behar.

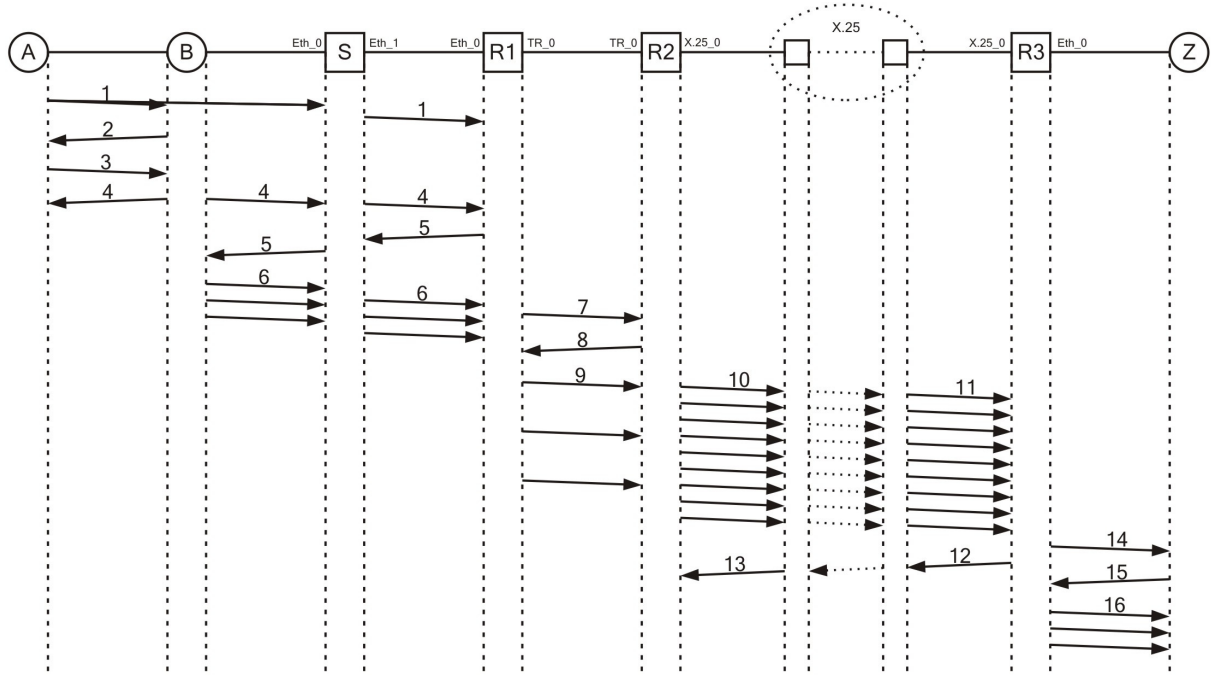
Z

3 datagrama iristen dira, DA eremuan Z makinaren helbidea dutenak. Helmuga denez, birmuntatu eta goiko mailari TCP segmentu bakarria pasatzen dio.

10.f)

X.25 sarean ZBI bat erabiltzen dela joko dugu, leiho-tamaina 9 edo handiagoa duena; haren loturetan ere horrela dela joko dugu.

10. ariketa: EBAZPENA



PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

802.X-PCI		802.X-UD					
		LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD			
		ARP					
	SA	DA	TYPE	SA IP	SA MAC	DA IP	DA MAC
1	MAC-A	Broadcast	ARP	200.10.20.11	MAC-A	200.10.20.12	?
2	MAC-B	MAC-A	ARP	200.10.20.12	MAC-B	200.10.20.11	MAC-A
4	MAC-B	Broadcast	ARP	200.10.20.12	MAC-B	200.10.20.1	?
5	MAC-R1 _{Eth_0}	MAC-B	ARP	200.10.20.1	MAC-R1 _{Eth_0}	200.10.20.12	MAC-B
7	MAC-R1 _{TR_0}	Broadcast	ARP	200.10.22.1	MAC-R1 _{TR_0}	200.10.22.3	?
8	MAC-R2 _{TR_0}	MAC-R1 _{TR_0}	ARP	200.10.22.3	MAC-R2 _{TR_0}	200.10.22.1	MAC-R1 _{TR_0}
14	MAC-R3 _{Eth_0}	Broadcast	ARP	200.10.23.1	MAC-R3 _{Eth_0}	200.10.23.10	?
15	MAC-Z	MAC-R3 _{Eth_0}	ARP	200.10.23.10	MAC-Z	200.10.23.1	MAC-R3 _{Eth_0}

802.X-PCI			802.X-UD						
			LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD				
			IP-PCI			IP-UD			
	SA	DA	TYPE	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
3	MAC-A	MAC-B	IP	200.10.20.11	200.10.20.12	15	0	0	LOGIN: 200+20=220 byte
6	MAC-B	MAC-R1 _{Eth_0}	IP	200.10.20.12	200.10.23.10	22	0	0	MEZUA ¹ : 1472 byte
	=	=	=	=	=	23	0	0	MEZUA ² : 1472 byte
	=	=	=	=	=	24	0	0	MEZUA ³ : 1116 byte
9	MAC-R1 _{TR_0}	MAC-R2 _{TR_0}				=6			
16	MAC-R3 _{Eth_0}	MAC-Z				=6			

10. ariketa: EBAZPENEA

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI			X.25 PLP-UD		
Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD	
10	I	0	0	265	I	0	0	1	SDU ¹⁻¹ : 512 byte
	I	1	=	=	=	1	=	1	SDU ¹⁻² : 512 byte
	I	2	=	=	=	2	=	0	SDU ¹⁻³ : 468 byte
	I	3	=	=	=	3	=	1	SDU ²⁻¹ : 512 byte
	I	4	=	=	=	4	=	1	SDU ²⁻² : 512 byte
	I	5	=	=	=	5	=	0	SDU ²⁻³ : 468 byte
	I	6	=	=	=	6	=	1	SDU ³⁻¹ : 512 byte
	I	7	=	=	=	7	=	1	SDU ³⁻² : 512 byte
	I	8	=	=	=	8	=	0	SDU ³⁻³ : 112 byte
11	=10		458				=10		
12	I	0	9	458	RR	-	9	-	
13		=12		265				=12	

10.g)

A

IP helbidea	Helbide fisikoa
200.10.20.12	B

B

IP helbidea	Helbide fisikoa
200.10.20.11	A
200.10.20.1	R1

G

IP helbidea	Helbide fisikoa
200.10.20.11	A
200.10.20.12	B

R1

IP helbidea	Helbide fisikoa
200.10.20.11	A
200.10.20.12	B
200.10.22.3	R2

11. ariketa: ENUNTZIATUA

11.- X.25 konexio-zerbitzua eskaintzen duen enpresa batek, 2 egoitza ditu: bata, *Ipar* egoitza (I), iparraldeko bezeroez arduratzen da, eta bestea, berriz, *Hego* egoitza (H) hegoaldeko bezeroez.

Enpresaren X.25 sarea elkarrekin konektaturik dauden 2 kommutagailuz osaturik dago, bakoitza egoitza batean dagoela. Gainera, egoitzetako bakoitzean, enpresak bere bulegoak ere baditu, 802.3 moduko LAN sareetan konektaturik. Bi egoitzetako LAN sareetako ekipoen arteko komunikazioa X.25 sarearen bidez egiten da, horretarako jarritako makina berezien bitartez.

Enpresaren hastapenetan, egoitza bakoitzeko bezeroen informazioa egoitzan bertan kudeatzen zen soilik, bakoitzean horretarako zerbitzari-makina bat zegoela. Lan-estazioek bezeroen baten inguruko informazioa behar zutenean, zegokion zerbitzariari kontsulta egiten zioten.

Negozioak aurrera egin ahala, kanpoko segurtasun-kopia moduko sistema bat ezartzea beharrezkoa zela ikusi zen, bezeroen bolumen handiagoak kudeatzeko. Horretarako, kanpoko datu-baseko zerbitzu bat kontratatzea erabaki zen, gordetze-makina sendo batek osatua; egoitza biak bertara Internet bidez konektatuko ziren. Horrela, enpresako zerbitzariaren batean aldaketak gertatzen diren bakoitzean, zerbitzaria bera aldaketa hori kanpoko datu-basean egiteaz arduratzen da. Egoitza biak Internetera konektatzeko, X.25 sarera konektatzeko erabiltzen ziren makina berak erabiltzea erabaki zen, PPP loturen bidez.

Horrela, gaur egungo egoeran egoitza biak elkarren artean X.25 sarearen bitartez komunikatzen dira, eta kanpoko datu-basean aldaketaren bat egin behar denean, Internet bidez egiten da.

Galdera hauei erantzun:

a) Marraztu gaur egungo sare-eskema. Planteatu helbideratze-eskema bat.

b) Idatzi zerrenda honetako makinaren bideratze-etaulak:

- Ipar egoitzako lan-estazio bat.
- Ipar egoitzaren eta X.25 sarearen arteko interkonexiorako makina. Zer makina mota da?
- Hego egoitzaren DCE modura lan egiten duen X.25 kommutagailua.

Hego egoitzako A lan-estazio batetik, Ipar egoitzako bezero baten datuak aldatu nahi dira. Horretarako, Ipar egoitzako zerbitzariari (Z) aldaketa-eskaera bat bidaltzen zaio, aplikazio-mailako protokolo bat erabiliaz (enpresaren protokolo bat dena). Mezu horrek 2048 byteko luzera du. Eskaera hori jasotzean, Zk kanpoko datu-baseari bezeroaren datuen segurtasun-kopia aldatzea eskatu behar dio, horretarako datu-baseen kontsultarako aplikazio-protokolo estandar bat erabiliaz (SQL). SQL mezu horrek 516 byteko luzera du. Datu-baseak, aldaketa modu egokian egin dela adierazteko, SQL mezu baten bidez erantzungo dio Zri, eta azken horrek, lehenko aplikazio-protokolo berezi berdinarekin, Ari guztia ondo egin dela jakinaraziko dio.

c) Adierazi lotura bakoitzean trukaturako pakete eta tramen sekuentzia, kanpoko datu-basera egin beharreko aldaketaren informazioa iritsi arteko transferentzian, sare- eta lotura-mailetakotako protokoloen eremu garrantzitsuenen balioekin batera (helbideratzea, zatikatzea). Zatikatzerik gertatzen bada, adierazi zatikatzea bera eta birmuntatzea ere zer ekipok eta zer mailatan egiten dituzten.

11. ariketa: ENUNTZIATUA

Baldintza hauek kontuan izan:

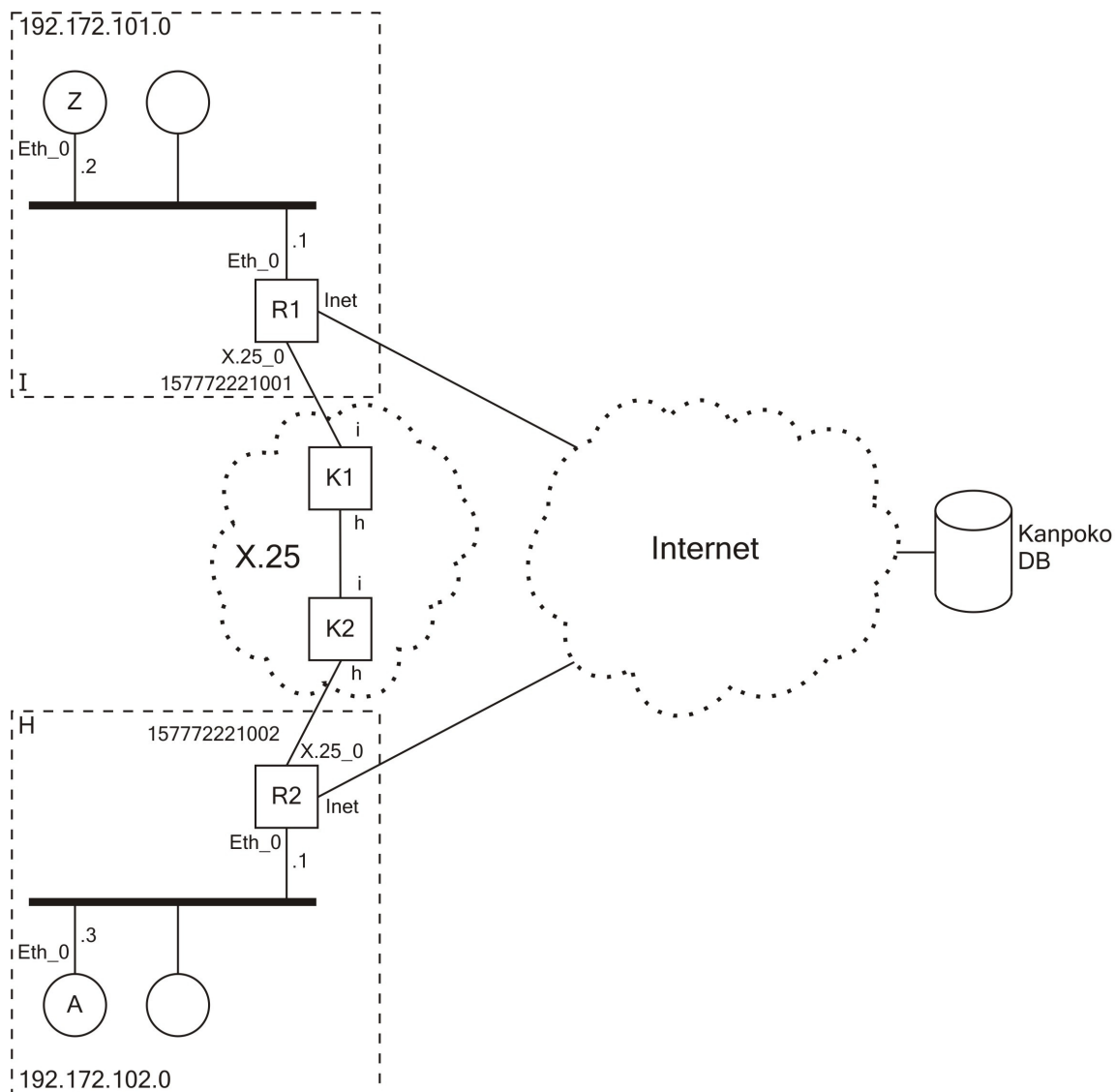
- Aplikazio-mailako mezuen tamainetan, erabilitako aplikazio-protokoloen buruak (PCI) kontuan izan dira.
- Adierazitako aplikazio-protokoloek garraio-protokolo moduan UDP erabiltzen dute. UDP buruaren tamaina (PCI_{UDP}) 20 byte da. UDP protokoloak ez du zatikatzerik egiten.
- X.25 loturetan izaten diren trama guztiak, komunikazio honetakoan dira soilik.
- $MTU_{802.3} = 1500$ byte; $DTM_{X.25PLP} = 512$ byte; $MTU_{PPP} = 6500$ byte.

OHARRA: Egiten diren hipotesi guztiak adierazi eta arrazoitu behar dira.

11. ariketa: EBAZPENA

EBAZPENA

11.a)



11.b)

Ipar egoitzako lan-estazio bat

Helmuga	HN	Portua
192.172.101.0	0.0.0.0	Eth_0
0.0.0.0	192.172.101.1	Eth_0

R1: router protokoloanitza

Helmuga	HN	Portua
192.172.101.0	0.0.0.0	Eth_0
192.172.102.0	157772221002	X.25_0
0.0.0.0	Internet	Inet

K2

Helmuga	Portua
157772221001	i
157772221002	h

11.c)

ESKAERA

A

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu. UDPk zatikatzerik egiten ez duenez, IPk egin beharko du.

A	
Apl.-prot.	$MTU_{IP} = MTU_{802.3} - PCI_{802.2} - PCI_{SNAP} - PCI_{IP} = 1500 - 3 - 5 - 20 = 1472$ byte
UDP	
IP	$SDU_{IP} = PDU_{UDP} = PCI_{UDP} + SDU_{UDP} = PCI_{UDP} + PDU_{Ap} = 20 + 2048 = 2068$
SNAP	
802.2	$SDU_{IP} = 2068 > MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.
802.3	
802.3 MF	$MTU_{IP} / 8 = 184 \Rightarrow ZTM_{IP} = 1472$ byte

Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{IP} / ZTM_{IP} = 2068 / 1472 = 1, \dots \Rightarrow 1472 \text{ byteko zati bat eta } 596 \text{ byteko beste bat}$$

R2

Irteera-portua: Iritsitako 2 datagramen helmuga ez denez, birmuntatu gabe bideratzen ditu. IP eta X.25 PLP protokolo biek egin dezakete zatikatzea. X.25 PLPrena errazagoa denez, hura gertatzen dela joko dugu. Handiena zatikatu behar ez bada, txikiena ere ez

R2	
IP	
X.25 PLP	$SDU_{X.25PLP}^1 = 1472 + 20 = 1492 > DTM_{X.25PLP} = 512 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.
LAPB	$SDU_{X.25PLP}^2 = 596 + 20 = 616 > DTM_{X.25PLP} = 512 \Rightarrow$ Zatikatzea beharrezkoa da.
X.21	$DTM_{X.25PLP} = ZTM_{X.25PLP} = 512$ byte

Beharrezko zati kopurua:

$$SDU_{X.25PLP}^1 / ZTM_{X.25PLP} = 1492 / 512 = 2, \dots \Rightarrow 512 \text{ byteko } 2 \text{ zati eta } 468 \text{ byteko beste bat}$$

$$SDU_{X.25PLP}^2 / ZTM_{X.25PLP} = 616 / 512 = 1, \dots \Rightarrow 512 \text{ byteko zati bat eta } 104 \text{ byteko beste bat}$$

R1

Irteera-portua: Iritsitako 5 X.25 PLP paketeen helmuga denez, birmuntatu egiten ditu, eta, hala, 2 datagrama lortzen dira. Datagramen helmuga ez denez, ez ditu birmuntatzen eta bideratu egiten ditu.

R1	
IP	
SNAP	
802.2	
802.3	
802.3 MF	$Ipar$ egoitzako Ethernet sarearen $MTU_{802.3}$ Hegokoaren bera denez, ez da zatikatzerik beharko.

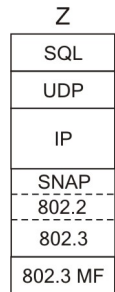
Z

2 datagrama iristen dira, DA eremuan Z makinaren helbidea dutenak. Z horien helmuga denez, birmuntatu eta goiko mailari UDP segmentu bakarra pasatzen dio. UDPk segmentu barruko "erabiltzaile-datuak" eremua aplikazio-mailari pasatzen dio. Aplikazio-mailan, SQL mezu bat sortzen da kanpoko datu-baseari bezeroaren datuen segurtasun-kopia aldatzeko eskatuaz.

SQL MEZUA

Z

Irteera-portua: Ethernet-SNAP kapsulazioa joko dugu.



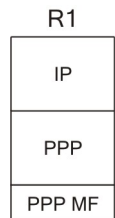
$$MTU_{IP} = 1472 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = PDU_{UDP} = PCI_{UDP} + SDU_{UDP} = PCI_{UDP} + PDU_{SQL} = 20 + 516 = 536$$

$$SDU_{IP} = 536 < MTU_{IP} = 1472 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

R1

Irteera-portua: Inet portuan PPP protokoloa erabiltzen dela joko dugu:



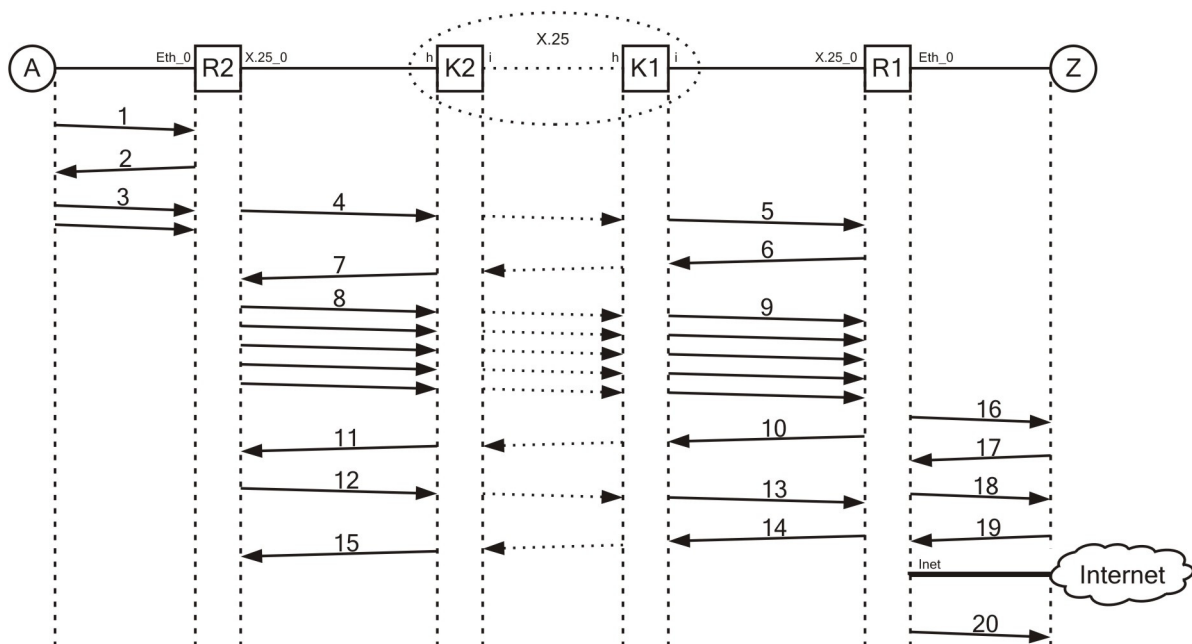
$$MTU_{IP} = MTU_{PPP} - PCI_{IP} = 6500 - 20 = 6480 \text{ byte}$$

$$SDU_{IP} = 536 < MTU_{IP} = 6480 \Rightarrow \text{Zatikatzea EZ da beharrezkoa.}$$

Kanpoko DB

Internet igaro ondoren, Zk bidalitako datagrama iritsiko da, beharbada zatikatuta. Horrela balitz, DB helmuga denez, guztiak birmuntatu eta Zk eraturako jatorrizko datagrama lortuko luke. Datagrama horretatik UDP segmentua atera eta UDP protokoloaren entitateari pasatuko lioke. Azken horrek segmentutik SQL mezua lortu eta SQL protokoloari pasatuko lioke. SQL entitateak, mezuak eskatutako aldaketa egingo luke eta erantzuna prestatu, Zri bidaltzeko.

Trukatutako tramak:



11. ariketa: EBAZPENA

PDU bakoitzaren eremu/informazio garrantzitsuenak:

802.3-PCI			802.3-UD				
			LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD		
			ARP				
	SA	DA	TYPE	SA IP	SA MAC	DA IP	DA MAC
1	MAC-A	Broadcast	ARP	192.172.102.3	MAC-A	192.172.102.1	?
2	MAC-R2 _{Eth_0}	MAC-A	ARP	192.172.102.1	MAC-R2 _{Eth_0}	192.172.102.3	MAC-A
16	MAC-R1 _{Eth_0}	Broadcast	ARP	192.172.101.1	MAC-R1 _{Eth_0}	192.172.101.2	?
17	MAC-Z	MAC-R1 _{Eth_0}	ARP	192.172.101.2	MAC-Z	192.172.101.1	MAC-R1 _{Eth_0}

802.3-PCI			802.3-UD						
			LLC/SNAP-PCI		LLC/SNAP-UD				
			IP-PCI				IP-UD		
	SA	DA	TYPE	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
3	MAC-A	MAC-R2 _{Eth_0}	IP	192.172.102.3	192.172.101.2	45	1	0	ESKAERA ¹ : 1472 byte
	=	=	=	=	=	45	0	0	ESKAERA ² : 596 byte
18	MAC-R1 _{Eth_0}	MAC-Z	IP				=3		
19	MAC-Z	MAC-R1 _{Eth_0}	IP	192.172.101.2	IP-DB	46	0	0	SQL MEZUA

PPP-PCI		PPP-UD					
		IP-PCI				IP-UD	
	Protocol	SA	DA	Ident	MF	Offset	UD
20	IP					=19	

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO				
				X.25 PLP-PCI				
	Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	SA	DA	Ezaugarriak
4	I	0	0	21	Dei-eskaera	157772221002	157772221001	Leihoa: 8
5	=	=	=	59	Sarrerako deia	=	=	=
6	=	0	1	59	Dei onartua	=	=	=
7	=	=	=	21	Dei-egiaztapena	=	=	=
12	I			21	Ezeztapen-eskaera		-	
13	=	=	=	59	Ezeztapen-adierazpena		-	
14	=	=	=	59	Ezeztapen onartua		-	
15	=	0	1	21	Ezeztapen-egiaztapena		-	

LAPB-PCI				LAPB-UD: INFO					
				X.25 PLP-PCI			X.25 PLP-UD		
	Mota	N(S)	N(R)	LGN-LCN	Mota	P(S)	P(R)	M	UD
8	I	1	1	21	I	0	0	1	SDU ¹⁻¹
	=	2	=	=	=	1	=	1	SDU ¹⁻²
	=	3	=	=	=	2	=	0	SDU ¹⁻³
	=	4	=	=	=	3	=	1	SDU ²⁻¹
	=	5	=	=	=	4	=	0	SDU ²⁻²
9					=8				

12. ariketa: ENUNTZIATUA

12.- Multinazional batek elkarren ondoan dauden hiru herrialdetan egoitza bat du. A herrialdeko egoitza egoitza zentrala da, eta bi 802.3 segmentuz eta 802.5 segmentu batez osatuta dago, elkarren artean interkonexio-sistema batekin lotuta daudenak (IS1); gainera, 802.5 segmentuan egoitza zentrala bi X.25 sareekin (X eta Y sareak) konektatzen duen makina bat dago (IS2).

X sareak egoitza zentrala B herrialdeko egoitzarekin konektatzen du. Egoitza hori bi 802.3 segmentuz osatuta dago, elkarren artean IS3 makinarekin konektatuak daudenak. Horietako segmentu batean IS4 makina dago, B herrialdeko egoitza hori X sarearekin konektatzen duena.

Y sareak egoitza zentrala C herrialdeko egoitzarekin konektatzen du. Egoitza horrek, 802.3 segmentu bakarra dauka, 10BASE-T araua betetzen duena. Haren topologiaren erdiko makina IS5 da, eta C egoitza hori Y sarearekin konektatzen duena IS6 makina.

X.25 sareetako operadorearekin kontratatutako zerbitzuak 3 ZBI dira X sarean, eta 5 ZBK ezartzeko gaitasuna Y sarean.

Kontuan izanik multinazionalaren sare guztietan TCP/IP arkitekturari jarraitzen zaiola eta **IS makina bakoitzak konpontzen duen interkonexio-arazorako beharrezko gaitasun minimoa duela**, erantzun galdera hauei:

- a) Marraztu deskribatutako eskema. Adierazi IS makina bakoitza zein motatakoa den. Proposatu helbideratze-plan bat, eta ezarri makinei helbideak, portu bakoitza ere izendatuaz.
- b) Marraztu IS makina bakoitzak portu bakoitzean duen protokolo multzoa.
- c) Adierazi makina hauen IP bideratze-taulak:
 - Egoitza zentralako 802.5 segmentuko terminal bat
 - IS2
 - IS3
 - IS4

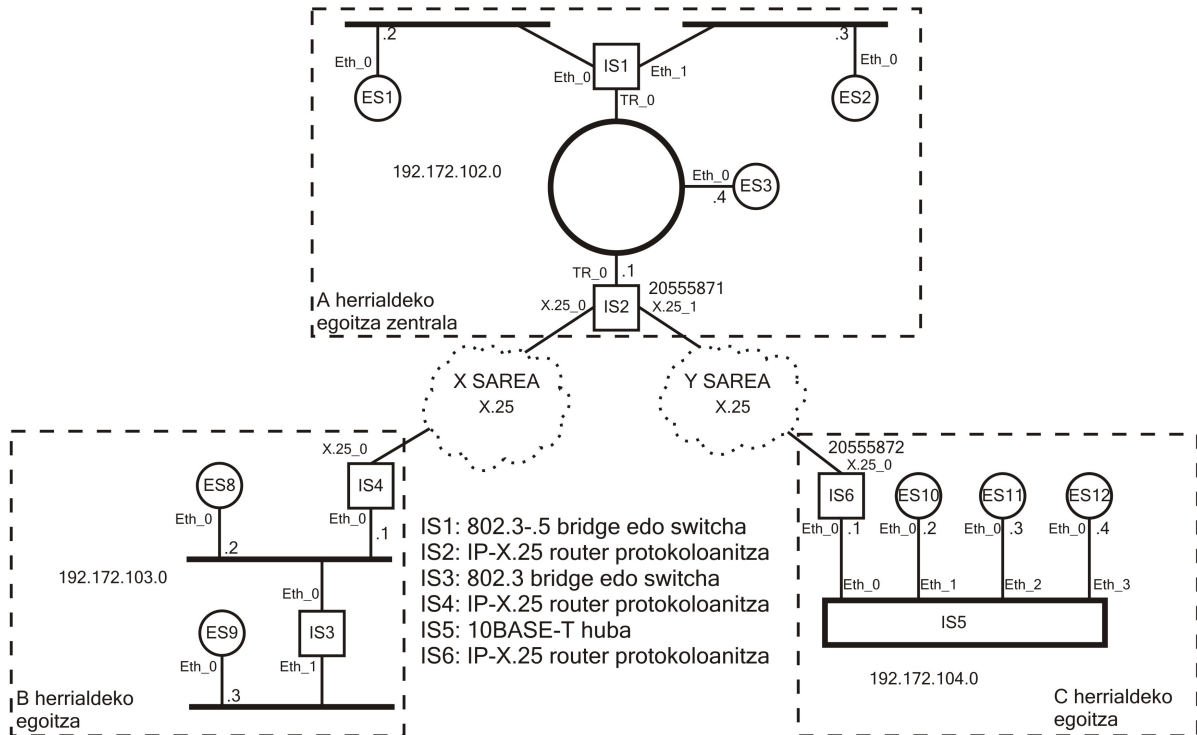
X sarea 3 kommutagailuz osatua dago (K1, K2 y K3), **guztiak guztiekin puntutik punturako loturez** konektatuta daudenak. Horrela, K1 B herrialdeko egoitzaren DCEa da, eta K2, berriz, A herrialdekoa. Multinazionalak X sarean zehar kontratatutako ZBI guztien artean, bakarra pasatzen da K3tik, eta besteak zuzenean K1 eta K2 artean bakarrik ezarri dira.

- d) Marraztu X sarearen eskema.
- e) Idatzi K1en konexio-taula.
- f) B herrialdeko terminal batek mezu bat bidaltzen dio C herrialdeko beste bati. Adierazi gertakizunen sekuentzia mezua IS4 makinan sartu eta, azkenik, IS2 makinatik ateratzen den arte.

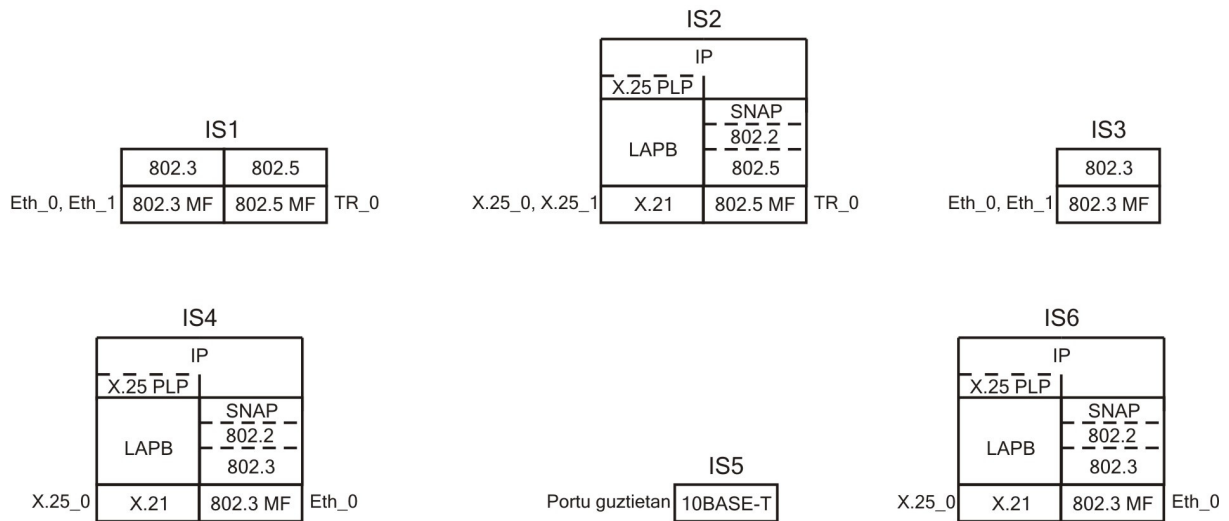
12. ariketa: EBAZPENA

EBAZPENA

12.a)



12.b)



12.c)

Egoitza zentralerako 802.5 terminala

Helmuga	HN	Portua
192.172.102.0	0.0.0.0	TR_0
0.0.0.0	192.172.102.1	TR_0

IS2

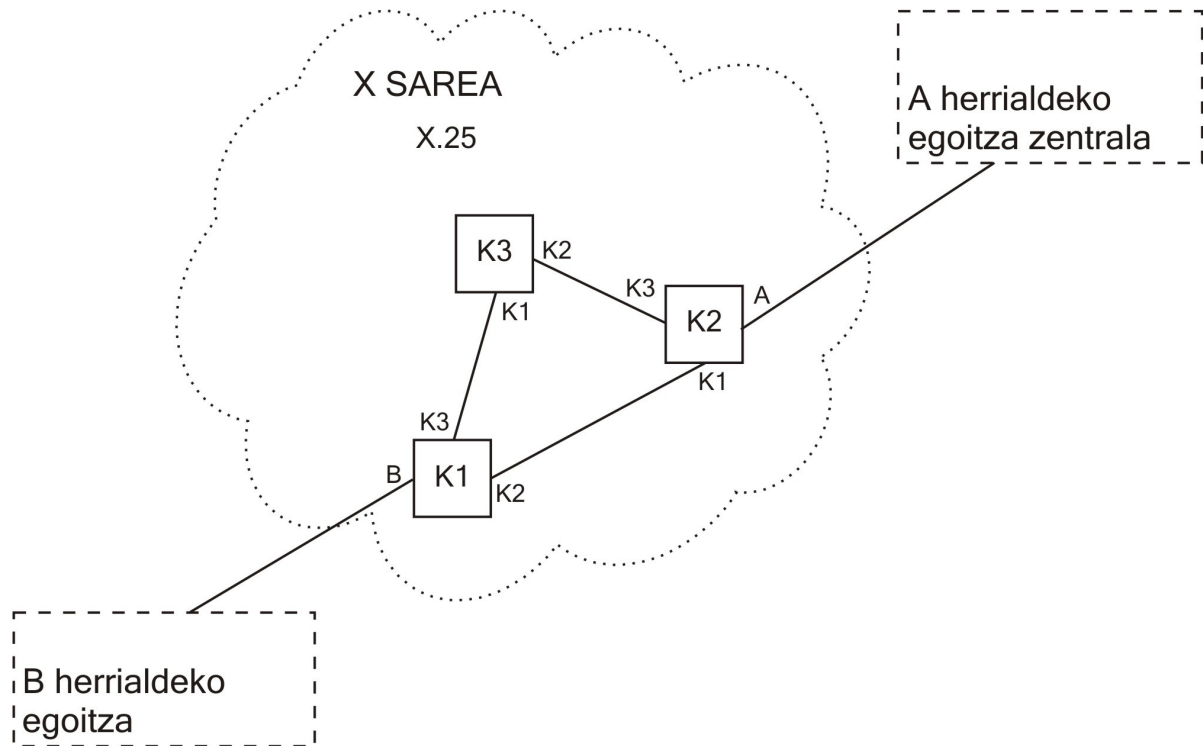
Helmuga	HN	Portua
192.172.102.0	0.0.0.0	TR_0
192.172.103.0	ZBI: IS4rako VCI	X.25_0
192.172.104.0	ZBK: 20555872	X.25_0

IS3: bridge edo switcha denez, ez du IP bideratze-taularik.

IS4

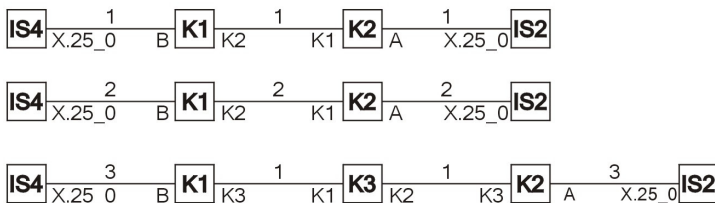
Helmuga	HN	Portua
192.172.102.0	ZBI: IS2rako VCI	X.25_0
192.172.103.0	0.0.0.0	Eth_0
192.172.104.0	ZBI IS2rako VCI	X.25_0

12.d)



12.e)

ZBI



K1 kommutagailua

Sarrera		Irteera	
Portua	Kanala	Portua	Kanala
B	1	K2	1
B	2	K2	2
B	3	K3	1

SIMETRIKOA

12.f)

Mezuaren ibilbidea: IS4 – K1 – K2 – IS2 – ...

IS4

- Sarrera:
 - 802.3 entitateak tramaren helmuga bera dela ikusirik, INFO eremua atera eta gaineko 802.2 entitateari pasatzen dio.
 - 802.2 entitateak ere, jasotakoan, INFO eremua atera eta gaineko IP entitateari pasatzen dio.
 - IP entitateak jasotako datagramaren DA bera ez dela ikusita, bideratzea egiten du.
- Irteera:
 - IP entitateak bideratzearekin hurrengo nodoa (VCI: 1) eta portua (X.25_0) lortzen ditu. Portu hori X.25 sare baterako sarbidea denez, TTL eta checksum birkalkulatu eta kanala (VCI) eta datagrama X.25 PLP entitateari pasatzen dizkio.
 - X.25 PLP entitateak zatikatze-kalkuluak egingo ditu. Zatitu behar ez dela jota, pakete bakarra sortuko du (LGN-LCN: 1, P(S): 0, P(R): 0, UD: Datagrama). Paketea zirkuitutik bidaltzen den lehena dela joko dugu. Paketea azpiko LAPB entitateari pasatuko dio.
 - LAPB entitateak trama sortu (C: I, INFO: Paketea) eta maila fisikotik aterako du.

K1

- Sarrera:
 - LAPB entitateak trama bat jaso eta CRCrekin ongi dagoela egiaztatzen badu, gaineko X.25 PLPri pasatuko dio.
 - X.25 PLP entitateak, DCE bat denez, konmutazioa egiteko konexio-taula begiratuko du, irteera-portua (K2) eta irteera-kanala (1) lortuta.
- Irteera:
 - X.25 PLP: zatikatze-kalkuluak eginda zatitu behar ez dela jota, paketea b portuko LM entitateari (LAPB, joko dugu) pasatuko dio, LGN-LCN eremuan 1 balioa jarrita.
 - LAPB entitateak trama sortu (C: I, INFO: Paketea) eta maila fisikotik aterako du.

K2: K1 konmutagailuko prozesamendu bera, portu-izen eta kanal-zenbaki lokalekin.

S2

- Sarrera:
 - X.25 PLP entitateraino, K1en bezala. X.25 PLP entitatea DTE denez, paketetik UD eremua (datagrama) atera eta gaineko mailari pasatuko dio.
 - IP entitateak datagramaren DA bera ez dela ikusita, bideratzea egiten du.
- Irteera:
 - IP entitateak bideratzearekin hurrengo nodoa (20555872) eta portua (X.25_1) lortzen ditu. Portua X.25 sare baterako sarbidea denez, X.25_1 portu horretako X.25 PLP entitateari 20555872 helmugarekin konexioa ezartzeko eskatzen dio.
 - X.25 PLP entitateak 20555782 DTEarekin ZBK bat ezartzeko dei-eskaera pakete bat (LGN-LCN: 1, adibidez) sortzen du. Paketea azpiko LAPB entitateari pasatuko dio; hemen, LAPB entitateak jada DCEko bikotearekin konexioa ezarrita duela jo dugu.

12. ariketa: EBAZPENA

- LAPB entitateak trama sortu (C: I, INFO: Paketea) eta maila fisikotik aterako du.
- Sarrera: X.25 PLP entitate arte, K1en bezala. 20555872k ZBKa onartu badu, jasotako paketea dei-egiaztapena izango da, eta ezarrita geratuko da. X.25 PLP entitateak gaineko IP entitateari ezarpen horren berri ematen dio.
- Irteera:
 - IPk datagraman TTL eta checksum birkalkulatu eta X.25 PLP entitateari pasatuko dio (SDU), kanalarekin (1) batera. X.25 PLP jasotako SDUarekin zatikatze-kalkuluak egingo ditu. Zatitu behar ez dela jota, pakete bakarra sortuko du (LGN-LCN: 1, P(S): 0, P(R): 0, UD: Datagrama). Paketea zirkuitutik bidaltzen den lehena dela jo dugu. Paketea azpiko LAPB entitateari pasatuko dio.
 - LAPB entitateak trama sortu (C: I, INFO: Paketea) eta maila fisikotik aterako du.