

## 5. Ikasgaia: Hedapen zabaleko sareak (WAN)

1. WAN sareen ezaugarriak
2. Frame Relay (Trama birtransmisioa)
3. ATM (Asynchronous Transfer Mode)

**Oinarrizko bibliografia:**

[Sta-97] 9., 10., 11. eta 12. at.

[Hal-98] 8. at.

[Tan-97] 2., 5. eta 6. at.

# 1. WAN sareen ezaugarriak

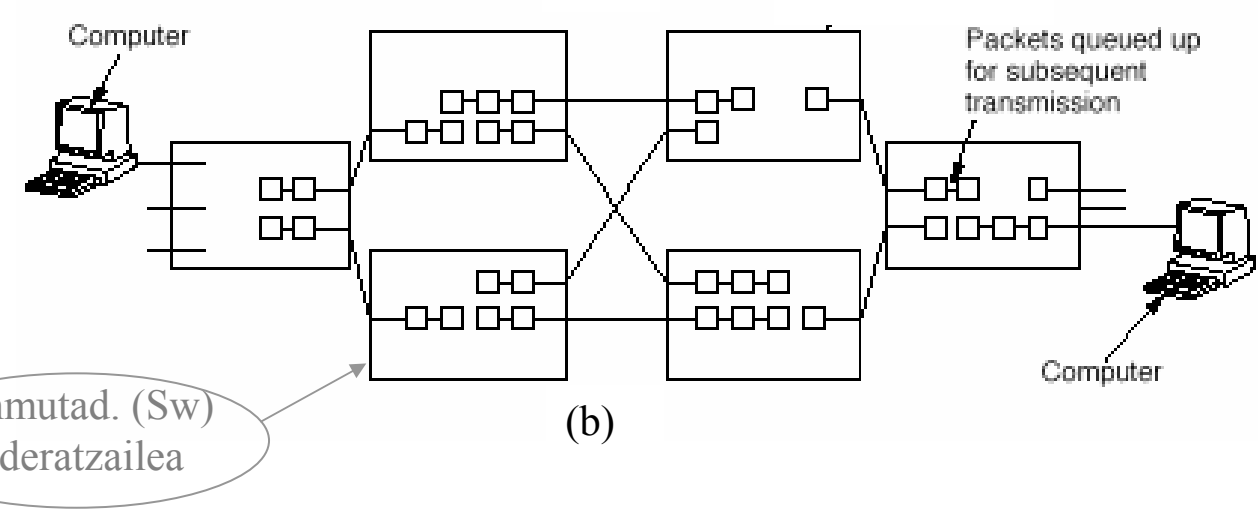
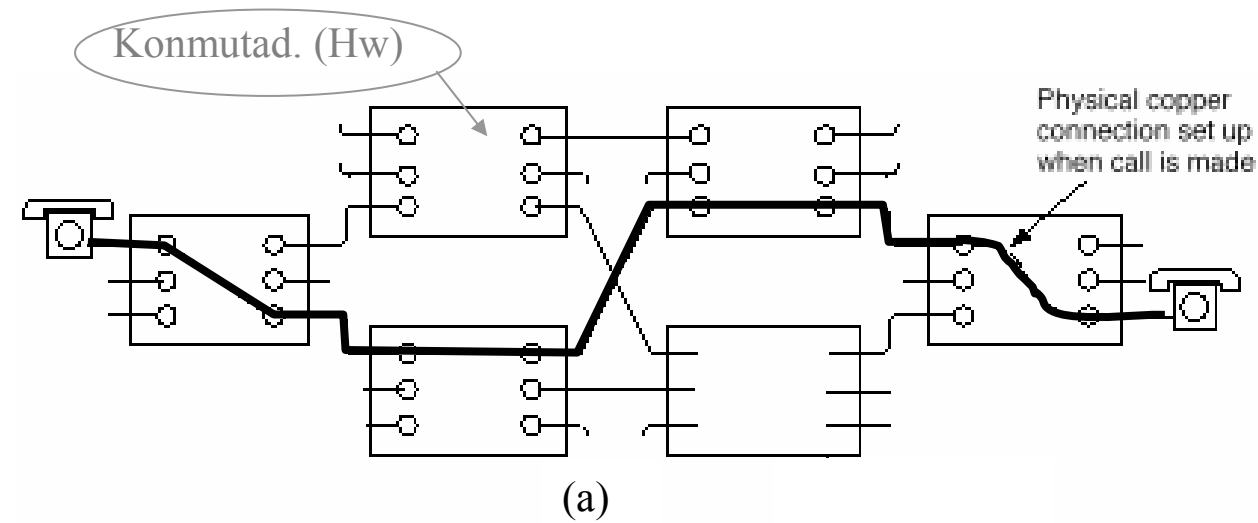
## 1.1 Konmutazioa

Sarearen barneko nodoetan, konmutadoreetan alegia, sarrerak eta irteerak erlazionatzen duen prozesua.

### a) Zirkuitu-konmutazioa

- Konexio fisikoa => denbora gehiegi konexioa ezartzen datu-komunikazioetan
  - Konmutadoreak konexioa ezartzerakoan besterik ez du lan egiten
  - Lineen erabilpen eksklusiboa => datu-komunikazioetan, eraginkortasun txikia
  - Igorleak eta jasotzaileak abiadura berdinean lan egin behar dute (modemaren arabera)
  - Erabilpenaren denboraren araberako ordainketa
- Ahots-sare telefonikoetan (OST) erabiltzen den teknika da

5. Ikasgaia: Hedapen zabaleko sareak



## **b) Pakete-konmutazioa**

- **Konexio logikoa, ez fisikoa**
- **Bidaltzen den informazio-unitatearen tamaina mugatua: paketeak**
- **Konexio ezberdinen artean multiplexatu daiteke sareko atzipena**
- **Datu-transmisioak irauten duen bitartean konmutadoreak lan egiten du**

**Honen eraginez:**

**(+) Konexio ezberdinen artean lineak konpartitzeko aukera (blokeoak desagertarazten dira)**

**(+) Igorlea eta hartzailea abiadura desberdinak izan ditzakete**

**(+) Sarearen barnean errore-kontrola egon daiteke**

**(+) Bide alternatiboak hartzeko aukera ustekabeko kasuetan**

**(-) Kongestioa gerta daiteke**

**(-) Atzerapenak aldakorrak, bidea eta trafiko-zamaren arabera**

**Datu-sareetan erabiltzen da**

**c) Pakete-konmutazio azkarra**

**Ahotsa** ---> **Zirkuitu-konmutazioa (OST-STK)**

**Datuak** ---> **Pakete-konmutazioa (X25, Internet)**

**Telebista** ---> **Hedapena (EITB, Retevisión)**

**Multimedia (integrazioa): Pakete-konmutazio azkarra**

- 1) Sarean ez dago fluxu-kontrolik, ezta errore-kontrolik**
- 2) Oso pakete txikiak dira**
- 3) Konexiora zuzenduta: “alegiazko” zirkuituak**

**Erlazionatutako arauak (estandarrek):**

- Pakete-tamaina aldakorra: Frame Relay**
- Pakete-tamaina finkoa: Cell Relay (Gelaxka-konmutazioa)**  
**ATM (ZISD-BZ)**

## **1.2 Zerbitzu motak pakete-konmutazioko sareetan**

**Bi zerbitzu mota dugu:**

- **Konexiora ez zuzendutako zerbitzuak**

- **Kasu honetan paketeak 'datagrama' izendatzen dira. Datagrama bakoitza entitate independentea da sarean**
- **Komunikazioa arinagoa da, konexio eta deskonexioko faseak ez baitaude**
- **Bideratzea paketeka egiten da**
- **Datagrama bakoitzak helbide osoa eraman behar du**
- **Sarearen bidez datagramak iristen dira ordena eta bikoizketa-eza bermatu gabe**
- **Zaila da kongestioak kontrolatzea**
- **Malgutasuna tarteko bideratzaileek huts egiten badute**

- **Konexiora zuzendutako zerbitzua**

**Normalean alegiazko zirkuituen bidez burutzen dira**

- **Hiru fasetan egiten da komunikazioa: konexioa ezartzea, transmisioa, eta konexioa ixtea**
- **Konmutadoreetan bideratzea behin bakarrik egiten da konexio bakoitzeko**
- **Helbidearen lekuan, konexioaren identifikazioa daramate paketeek**
- **Ordenatua eta bikoizketarik gabe**
- **Kongestio-kontrola errazagoa**
- **Tarteko batek huts egiten duenean, konexioa berriro abiatu behar da hasieratik**

**Sare publikoek konexiora zuzendutako sareen alde egon dira; Internet, aldiz, datagramen alde**

### 1.3 Bideratzea (*routing*)

**Bideratzea = Sarearen barruko nodo batera heldu den pakete baten bideko hurrengo urratsa zein den erabakitzea.**

**Bideratzea = Konmutazioa? Bideratzaile = konmutadore?**

**Historikoki:**

- **Konmutadorea: zirkuitu-sareak (bai fisikoak, bai alegiazkoak). Konexiora zuzenduta**
- **Bideratzailea: datagrama-sareak. Konexiora ez zuzenduta**

**Gaur egun, konmutazioa hardwarez egindako prozesuari deitzen zaio, eta bideratzea softwarez egindakoari**

**Bideratze-taulatan oinarritzen da:**

helmuga	Irteerako linea
...	

**Bideratzea nola egiten den sareko beste arazo batzuekin zerikusirik handia du: helbideratze-sistema, kongestioak**

- **Bideratze-algoritmo motak:**

**Estatikoak / dinamikoak**

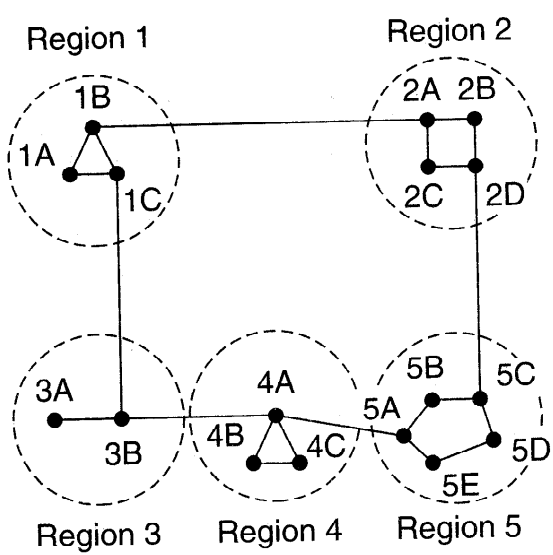
**Zentralizatuak / banatuak**

- **Guztiak saiatzen dira "biderik onena" lortzen: laburrena, azkarrena, seguruena, merkeena ...**
- **Taularen sarrera bakoitzean aukera desberdinak egon daitezke, irizpide berdina ala ezberdinarekin**
- **Taulen tamaina =  $f$  (sarearen tamaina, bideratze-algoritmoa)**
- **Oso sare handietan, edo sareartetan (*internet*), ezinbestekoa da bideratze hierarkikoa erabiltzea**

**Bideratzearen hierarkizazioa oso lotuta egoten da helbideratzearen antolakuntzarekin**

**Adib: Helbidea = Barrutiaren identifikazioa + makinaren identifikazioa**

5. Ikasgaia: Hedapen zabaleko sareak



(a)

Full table for 1A

Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

(b)

Hierarchical table for 1A

Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

(c)

[Tan-97] 366. orr.

## 1.4 Helbideratzea

**Arazoa: Sare baten makina guztiak era bakar batean identifikatzea**

- Sare isolatua --> erlatiboki erraza
- Sarearteetan --> konplexua. Konektatuak dauden sare guztiek erabili behar dute sare-protokolo bera (adib.: IP Interneten)

## 1.5 Kongestioak edo mezu-pilaketak

**Trafiko gehiegiaengatik konmutadoreetan sortzen diren butxadurak**

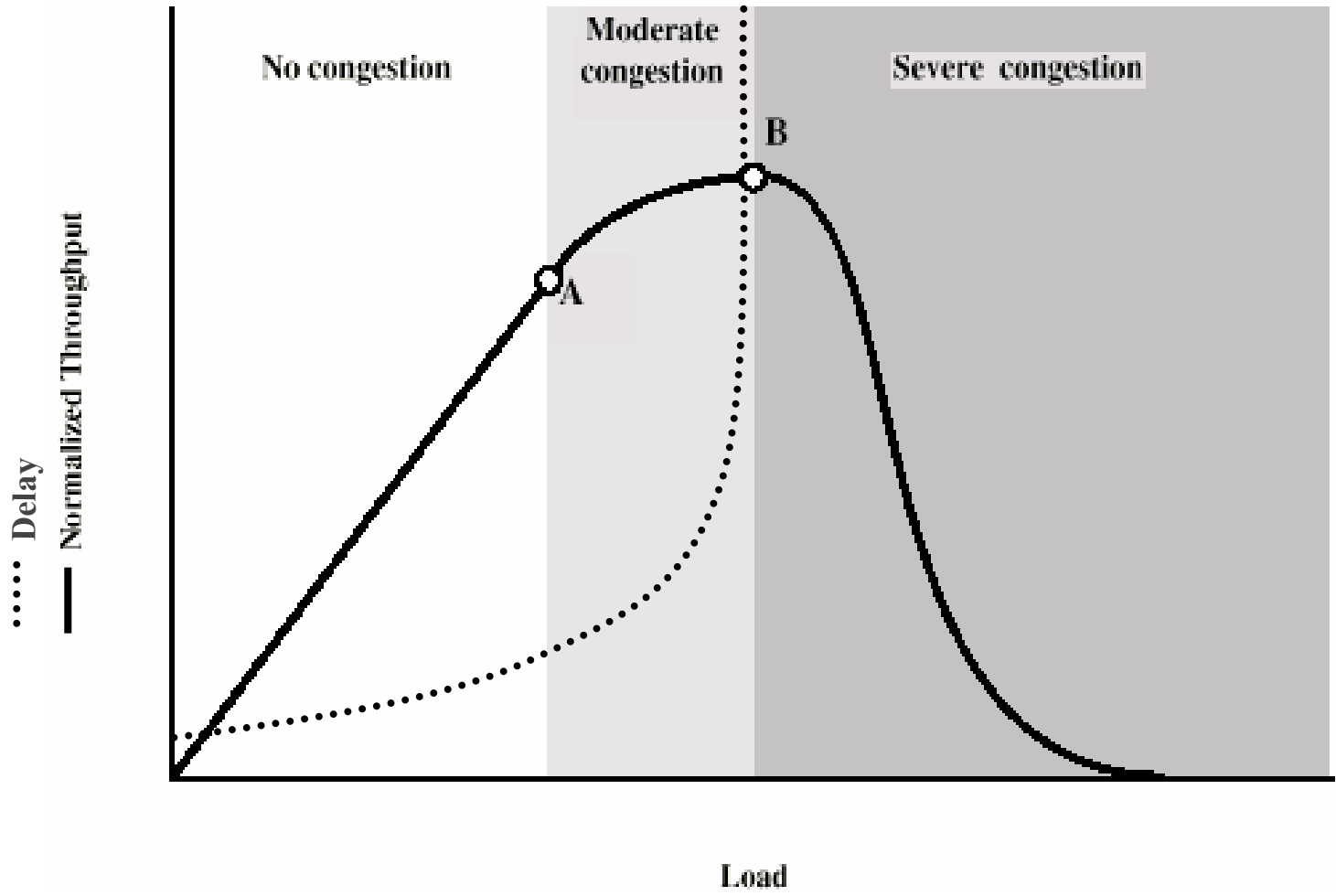
**Ondorioak:**

- Atzerapenak handitzen dira
- Informazio-galerak, baztertutako paketeak daudela eta
- Sarearen kolapsoa atzeraelikaduragatik (*feedback*): elkar-blokeaketak

**Kongestioen prebentzioa:**

- Sarearen egoera kontuan hartzen duten bideratze-algoritmoen erabilpena (dinamikoak)
- Baliabideen aurrelespena: zirkuitu birtualeko sareetan bakarrik da egingarria. Zarrastelkeria ekar dezake

### Kongestioaren eragina:



# 2. Frame Relay (Trama birtransmisioa)

## 2.1 Kontzeptua

	60/70 hamarkadak	70/80 hamarkadak
<b>Linea telefonikoak</b>	<b>Analogikoak</b> <b>Abiadura motela</b> <b>Errore-tasa handia</b>	<b>Digitalak</b> <b>Abiadura azkarra</b> <b>Errore-tasa txikia</b>
<b>Konputag.</b>	<b>Abiadura motela</b> <b>Garestiak</b>	<b>Ahaltsuak</b> <b>Merkeak</b>
<b>Protokoloak</b>	<b>Konplexuak</b> <b>Errore-kontrola</b> <b>Fluxu-kontrola</b>	<b>Sinpleak</b> <b>Errore-kontrola</b> <b>Fluxu-kontrola</b>
	<b>+ sarea, - erabiltzailea</b>	<b>- sarea, + erabiltzailea</b>
	<b>X. 25</b>	<b>Frame Relay</b>

## 2.2. Ezaugarri orokorrak

OSI ereduan 2. mailan kokatzen da: Linea-kontrola

Flag	Burua	TCP/IP, OSI, IPX ...	CRC	Flag
<i>1B</i>	<i>2 edo 4B</i>	<i>aldakorra</i>	<i>2B</i>	<i>1B</i>

- Tramen tamaina aldakorra (8.250 byte arte)
- 2.048 kb/s arteko atzipen-abiadura (ZISDen kutsua)
- FR estandarrak zirkuitu birtualak konmutatuak (SVC-Switched Virtual Circuits) eta iraunkorrak (PVC-Permanent Virtual Circuit) onartzen ditu, baina konpainiek PVC bakarrik eskaintzen dituzte normalean, lanak azkartzeko.
- Sareak erroreak atzematen ditu, baina ez ditu konpontzen
- Sareak kongestioak atzematen ditu eta horien berri ematen du
- Tramak atera diren ordenan jasotzen dira
- Tramak ez dira bikoizten bidean
- Tramak galtzeko probabilitatea oso txikia da

## **2.3 Sarbide-kontrola**

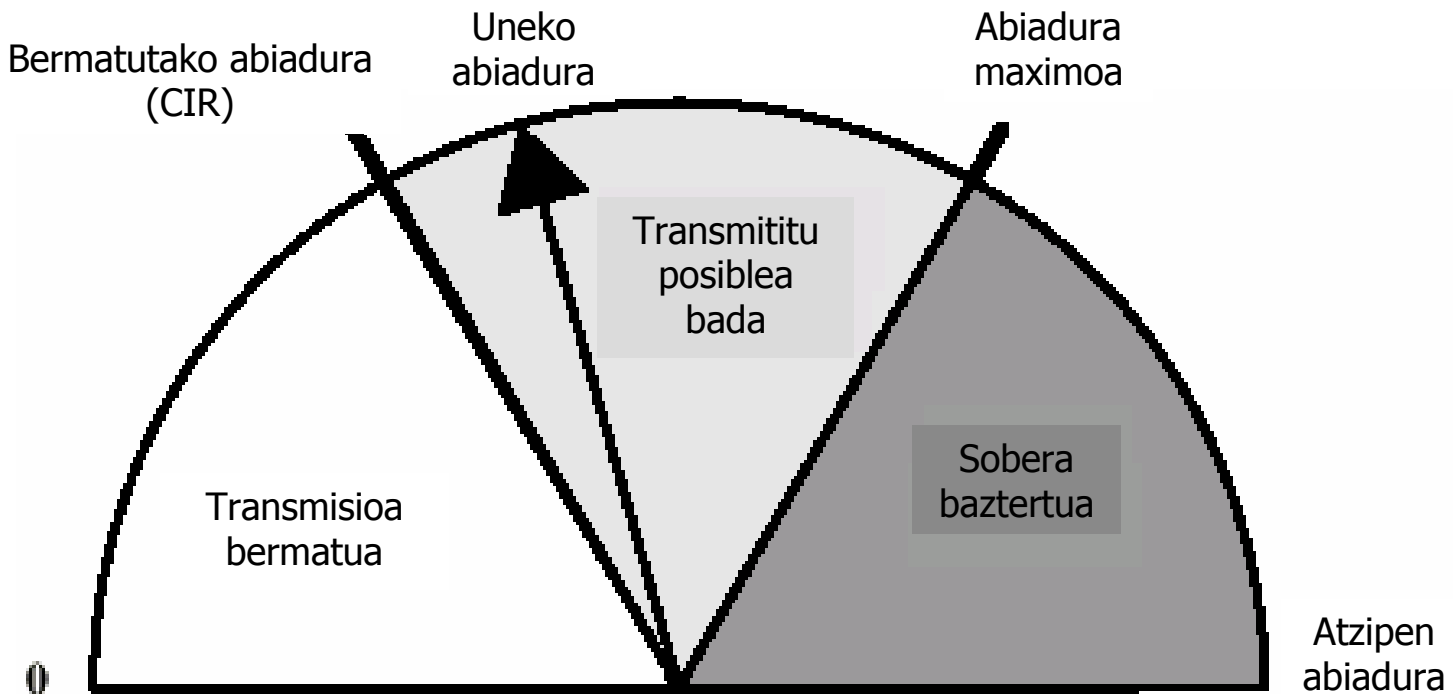
- **Transmisio Abiadura: linearen menpe dago. 2.048 Kb/s arte, hornitzailearen arabera.**
- **Bermatutako Abiadura (Committed Information Rate, CIR): Sarekudeatzaileak bermatzen duen batezbesteko abiadura.**
- **Itomen-kontrolerako "zulatutako ontzia" (leaky bucket) izeneko algoritmoa egikaritzen da:**
  - **Periodikoki (T segundoro) neurtzen da bidalitako informazio-kopurua. Horrekin lotuta beste bi kontzeptu daude:**
    - **Bermatutako segida (Committed Burst Size, Bc): T denboran eta CIR abiaduran transmiti daitezkeen bit kopurua.**
    - **Soberango segida (Excess Burst Size, Be): Bc-ren gainera T segundoro onartzen diren bitak. Bazter daitezkeen tramak.**

- Zulatutako ontzia:**

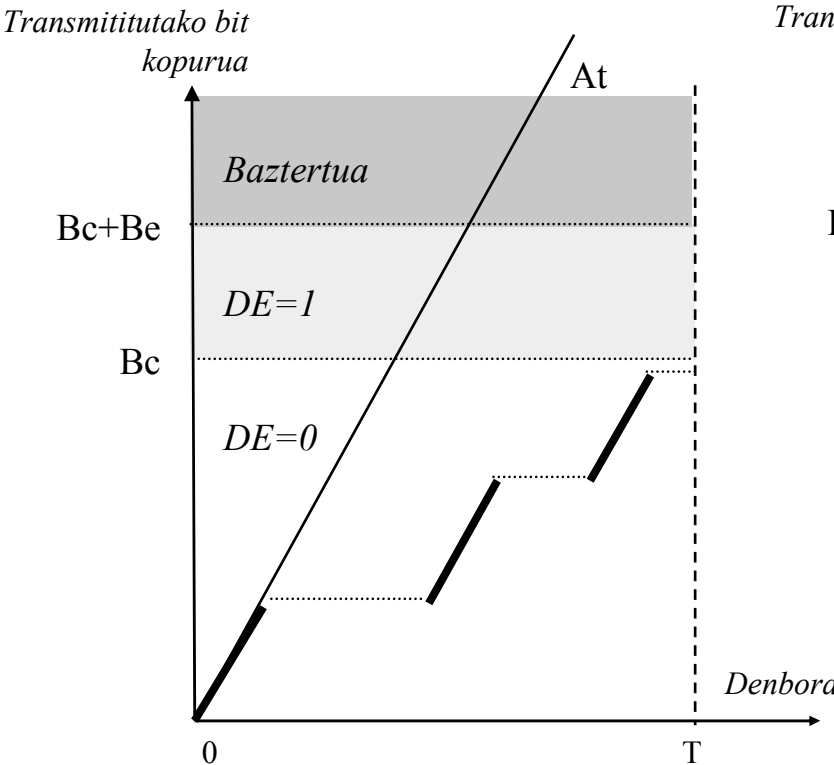
**Bidalitakoa < Bc** —→ Trama onartuak

**Bc < Bidalitakoa < Bc+Be** —→ Trama baztergarriak

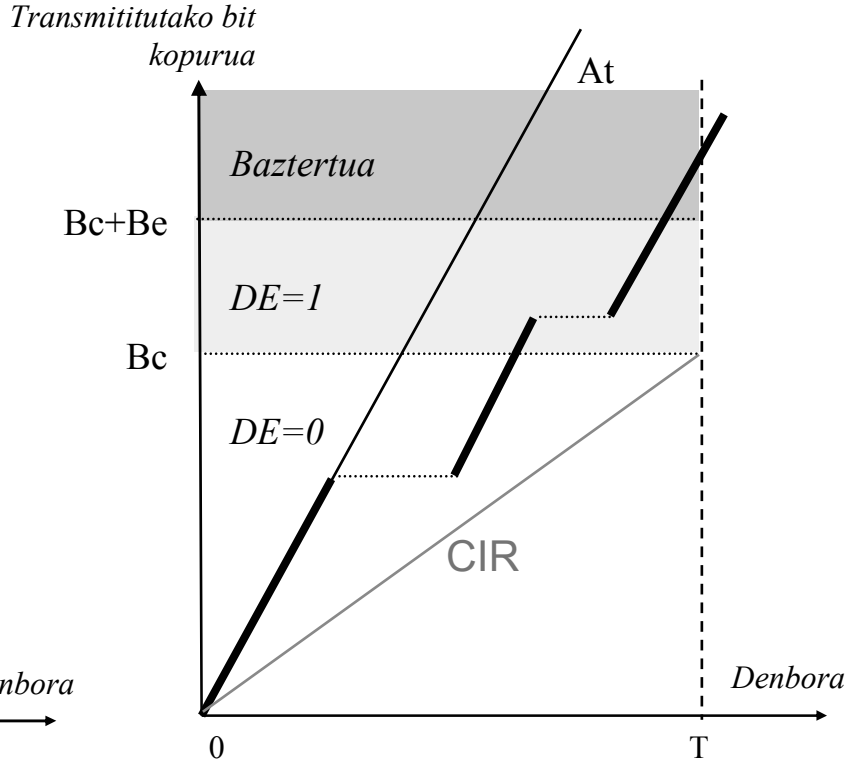
**Bidalitakoa > Be+Bc** —→ Trama baztertuak



5. Ikasgaia: Hedapen zabaleko sareak



Trama guztiak CIR-a errespetatzen dute



Lehen trama zuzena, bigarrena DE=1 markaturik, eta hirugarrena baztertua

## **2.4 Metaketa-kontrola**

**Sarbide-kontrola metaketa-kontrola inplizitua da**

**Sareak beste kontrol esplizitua egiten du: informazio-tramek bi bit daramate horretarako. Konmutadore batek metaketa atzematen duenean, bit horiek pizten ditu bera zeharkatzen duten trametan, trama horien helburuei metaketaren berri helarazteko. Bit horiek ondokoak dira:**

- Atzerako oharra (BECN): metaketaren kontrako norabidean doazen trametan pizten da. Neurriak Frame Relay mailan har daitezke**
- Aurrerako oharra (FECN): metaketaren norabidean doazen trametan pizten da. Neurriak garraio-mailan bakarrik har daitezke**

## **2.5 Frame Relay sareen egoera eta erabilpenak**

**Hasiera batean X25 eta ATM-ren bitarteko irtenbide iragankor bezala ikusten zen; orain, argi dago ez dela horrela izango:**

- Oso erraza delako barneko protokolo bezala erabiltzea eta X25etik FRra pasatzea. Zerbitzuak askoz hobekak dira (transmisioaren kalitatea ona baldin bada): 10 aldiz gutxitzen da sarea zeharkatzeko denbora**
- Sarbide-abiadura nahikoa da aplikazio gehientzat**
- Trafiko jarraikiari ondo egokitzen zaio. Sarearen ahalmena baino gehiago saldu daiteke (eta saltzen da), Bc eta Be parametroekin kontrolatuta**
- ATM-rekin bateragarritasuna estandarizatua dago. Beraz inbertsioak ez dira galduko ATM heltzean**
- Aplikazio isokronoetarako ere erabiltzen ari da: tramaren tamaina eta sarearen kongestio arriskua kontrolatuz gero, oso emaitza onak ematen ditu**

**Atzipenerako protokolo bezala gero eta gehiago erabiltzen da, nahiz eta barrukoa FR ez izan**

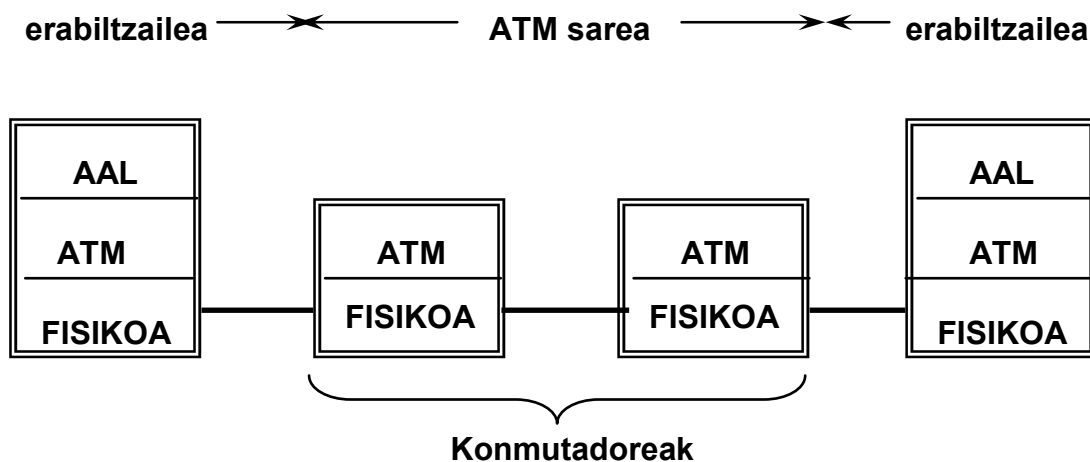
## 3. Asynchronous Transfer Mode (ATM)

### 3.1 Kontzeptua

- 1988tik Banda zabaleko ZISD-en pakete-konmutazio azkarrerako estandarra
- Konexiora zuzendutako zerbitzua eskaintzen du
- Paketeak oso txikiak dira = gelaxkak deitzen zaie (cell relay)  
latentzia txikiak -> zerbitzu isokronoak  
konmutazioa hardwarez egiten da -> tamaina finkoa  
 $= 53 \text{ byte} = 48+5$     non     $48 = (64+32)/2$      $5 = (6+4)/2$   
Ahotsa ala datuak == atzerapenak ala overhead (h.41')
- Sarearen nodoek ez dute egiten errore-kontrolik ezta fluxuarena ere: gelaxken buruak zeregin gutxi du
- Telekomunikazio-sareak hankaz gora jartzea da: akabo zirkuitu-konmutazioaren filosofiaren menpeko 100 urteak. Baina hori egiteko oso azpiegitura garestia aldatzea behar da  
=> denbora luzea = porrota egiteko aukera asko

## 3.2 Arkitektura

- **ATMk oso eredu konplexua (eta OSIrena ez dena) definitzen du. Oinarrizkoa ondoko hauxe da:**



**Hasiera batean, ITUren ardura zen ATM estandarizazioa. Geroago, (1991ko urrian) telekomunikazio eta informatikako eremuetako enpresa talde batek ATM Forum sortu zuen, gaur egungo estandarizazio aurrera eramaten duena.**

- **ATM-egokitze maila (AAL)**

**Goiko mailatik (sarea) heltzen den informazioa ATM formatura egokitzen du**

**Eginkizunak:**

- **Erabiltzailearen datuen zatiketa/batuketak, 48 byteko multzotan**
- **Gelaxka-sorrera eta gelaxka-jasotzeko abiadura erabiltzailearenarekin bat egin (buffering)**
- **Muturretik muturrerako kontrola: erroredun edo galdutako informazioa antzematea eta konpontzea**

**Estandarrak aukera ezberdinak definitzen ditu maila honen zerbitzurako. Aplikazioaren arabera bata edo bestea aukeratu beharko litzateke**

- **ATM maila**

**Maila honek bi gauza bermatzen ditu: Gelaxkak bere helburura heltzen direla, eta jatorrizko ordena galdu gabe heltzen direla.**

**Eginkizuna:**

- **Gelaxken buruak ezarpena eta erauzketa (muturretan)**
- **Gelaxken Bideratze/konmutazioa (konmutadoreetan)**

**Bideratze arintzearen, ondokoa erabiltzen du:**

- **Alegiazko kanalak (VC): bi erabiltzaileen arteko bidea. Sinkrono edo asinkronoak izan daitezke, abiadura finkoa edo aldakorraren arabera**
- **Alegiazko bideak (VP): sarearen urrats batean egiten den VCen taldekatzea. Bideratzea errazten du**

- **Maila fisikoa**

**OSIren maila fisikoak eta loturakoak egiten dutena hemen bi azpimailatan burutzen da:**

- **Bide fisikoaren menpe dagoen azpimaila (PMD). Bitak kablean jartzea eta kabletik jasotzea da bere betebeharra. Beraz hardwarea kablearen menpe dago (txartelak, konektoreak ...)**

- **Transmisioa bateratzeko azpimaila (TC). PMDk ematen dituen bitetan aurkitu behar ditu gelaxken arteko mugak. Oso konplexua da, fisikoki sarea T1, T3, SDH, SONET, DQDB etab. izan daiteke eta. Multiplexore bereziak behar dira.**

**Lehenengo estandarraren transmisio-abiadura 155'52 edo 622'08 Mbs-koa zen, Hierarkia Digitala Sinkronoari (SDH) eta SONETi dagokiena, une hartan hauek baitziren zuntz optikarako estandarrik zabalena. Geroago T3ri dagokion 44'736 Mb/s eta FDDIri dagokion 100 Mb/s ere onartu dira.**

## **Kableak:**

- **Muturretik muturrerako lotura simplex izan behar dira. Linea duplex izateko bi kable jarri behar dira**
- **Erabiltzailearen sarbidea: zuntz optikoa, edo laburra baldin bada, plastikozko zuntza (FOP), 5. kategoriako pare kordatua. edo kable ardazkidea**
- **Lotura nagusiak (konmutadoretik konmutadorera): zuntz optikoa**

## **3.3 ATM eta LAN**

**Hasiera batean ATM ez zegoen pentsatuta sare lokaletarako, baina bere gaur egungo erabilpenik zabalena horixe da.**

**Arrazoi batzuk daude horretarako:**

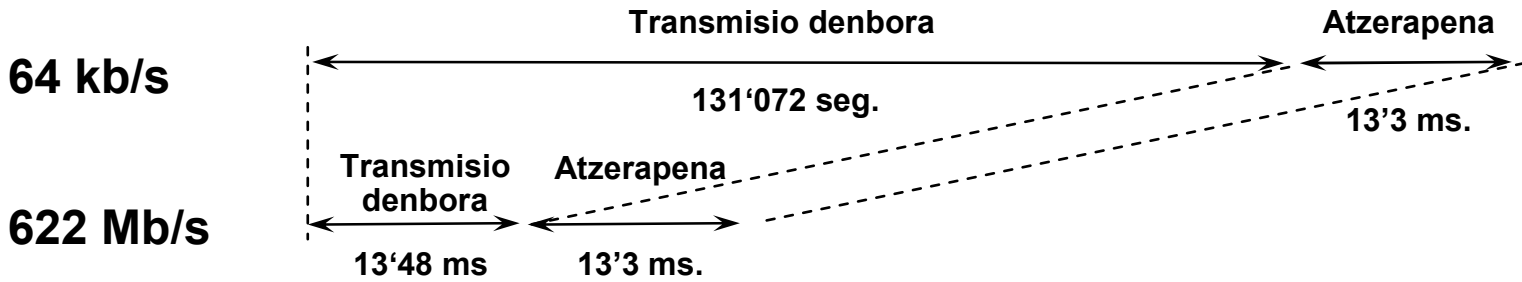
- **Sare lokal konmutatuetarako teknologia aproposa delako**
- **Sare lokalak frogak egiteko oso egokiak direlako**
- **Sare-teknologia bat zabaltzeko bide naturala horixe delako: lehen sare lokaletan zabaldu, banda zabaleko uharteak eginez; gero uharte horiek elkar konektatzeko**

### 3.4 Banda-zabaleraren eragina aplikazioetan

**Banda zabaleraren izugarrizko hazkundeak arazo berriak sortzen ditu**

- **Seinale-atzerapenaren denborak garrantzi handia hartzen du transmisio-denborarekin alderatuta**

**Ad: MB bat 4000 km-tara bidaltzean**



- **Fluxu-kontrola:**

