

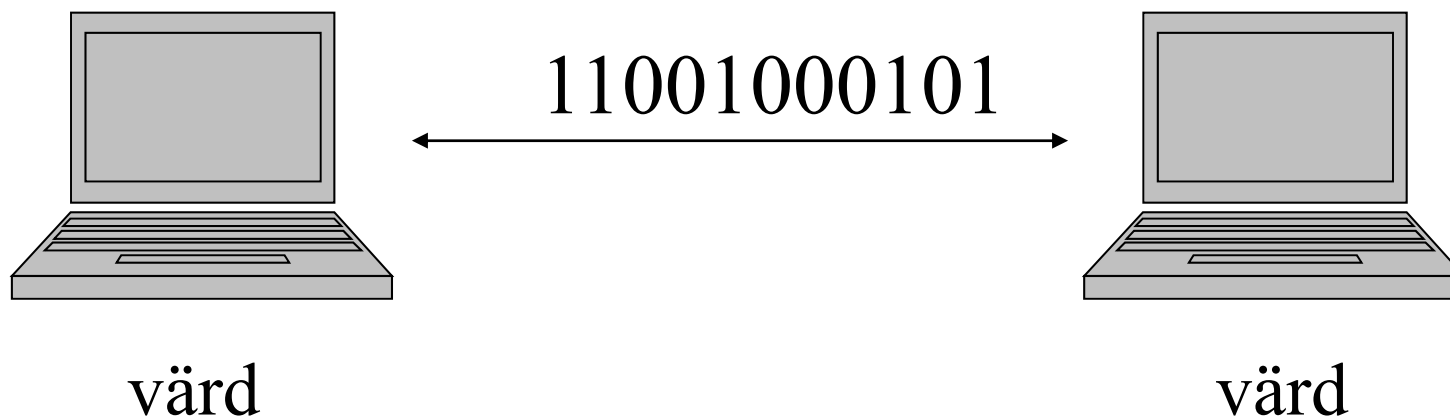
ETSF05

Repetition av KomSys

Jens A Andersson



Detta är vårt huvudproblem!

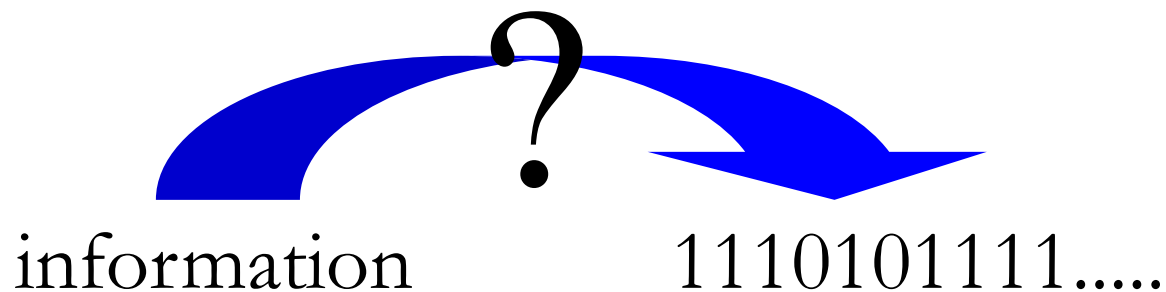


- ◆ Två datorer som skall kommunicera.
- ◆ Datorer förstår endast digital information, dvs ettor och nollor

Information och binärdata

Information = text, ljud, bilder och video i en form som vi människor kan förstå.

Binärdata = text, ljud, bilder och video i en form som datorer kan förstå.



Digitalisering av ljud

Omvandling av ljud till binär data sker i tre steg:

- 1) *Sampling*
- 2) *Kvantisering*
- 3) *Kodning*

Detta kallas för *Pulse Code Modulation* (PCM).

Exempel: Bithastighet för telefoni

- Analog signal i frekvensbandet 0 - 4kHz.
- Nyquist-teoremet medför att samplingsfrekvensen blir 8 kHz = 8000 sampel per sekund.
- 8-bitars kodning av varje sampel.



Bithastigheten blir 64 kbit per sekund

Från bilder till binärdata

- Dela in bilden i bildelement (*pixels*).
- Varje bildelement ges ett bildvärde.
- Bildvärdena kvantiseras och kodas.
- Färgbilder har tre bildvärden för varje pixel.



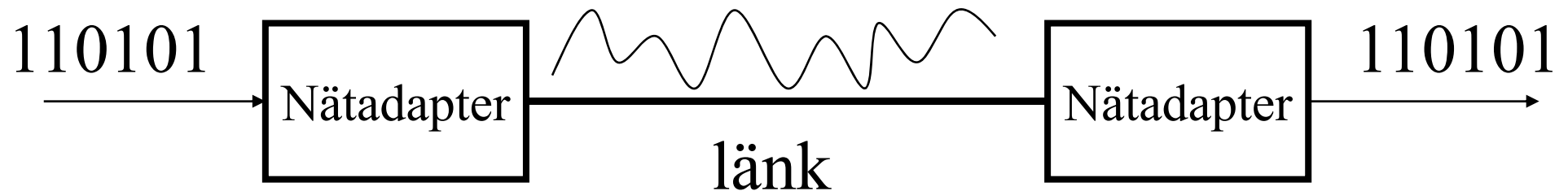
Dataöverföring på en länk



Två datorer kommunicerar över en *länk*.

Länken består av ett *utbredningsmedium*.

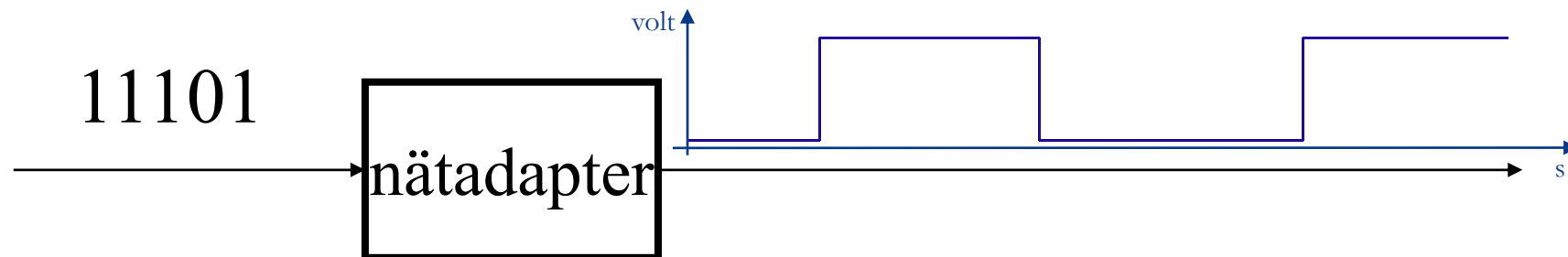
Digital kommunikation



- I sändaren finns det en nätadapter som omvandlar bitarna till signaler som sedan skickas på länken.
- Nätadaptern i mottagaren översätter signalerna till bitar igen.

Översättning från bitar till signaler

Det enklaste sättet att skicka bitar på en länk är genom att använda olika spänningsnivåer, så kallad *linjekodning*.

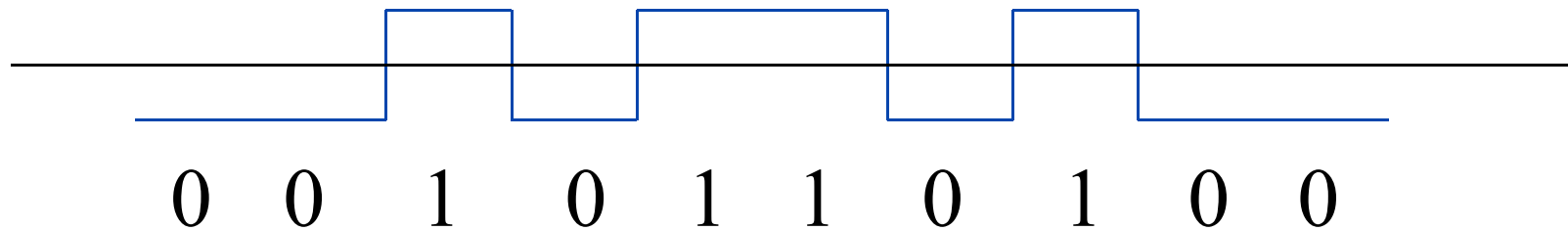


Mottagaren läser av amplitudnivån och tolkar signalen.

Non-return to zero (NRZ)

Nolla = låg spänningsnivå

Etta = hög spänningsnivå



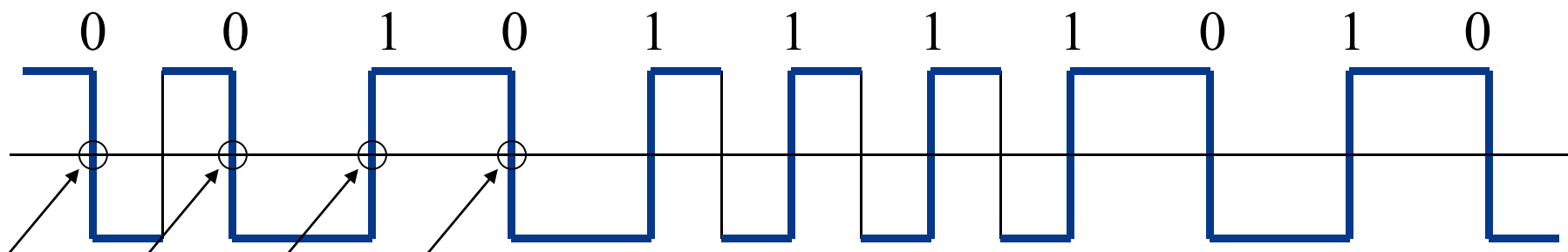
Problem?

Synkronisering!

Manchester

Kombinerar NRZ och en klockpuls.

Inga problem med synkronisering.



Signalfrekvensen är dubbelt så hög jämfört med NRZ.

Översättning från bitar till signaler (2)

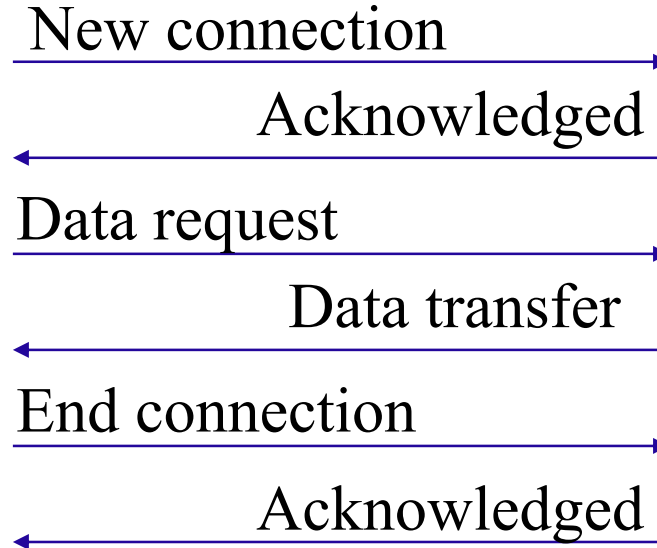
Ett annat sätt att skicka bitar över en länk är genom att använda så kallad *modulering*.

Bitarna representeras av en sinusvåg som är olika beroende på om det är en etta eller nolla som skickas.

Sinusvåg: $g(x) = A * \sin(Fx + P) \quad x = 0..2\pi$

Grundfrekvensen i sinusvågen utgör den så kallade *bärfrekvensen*.

Datordialog



Dialogstart

Informationsutbyte

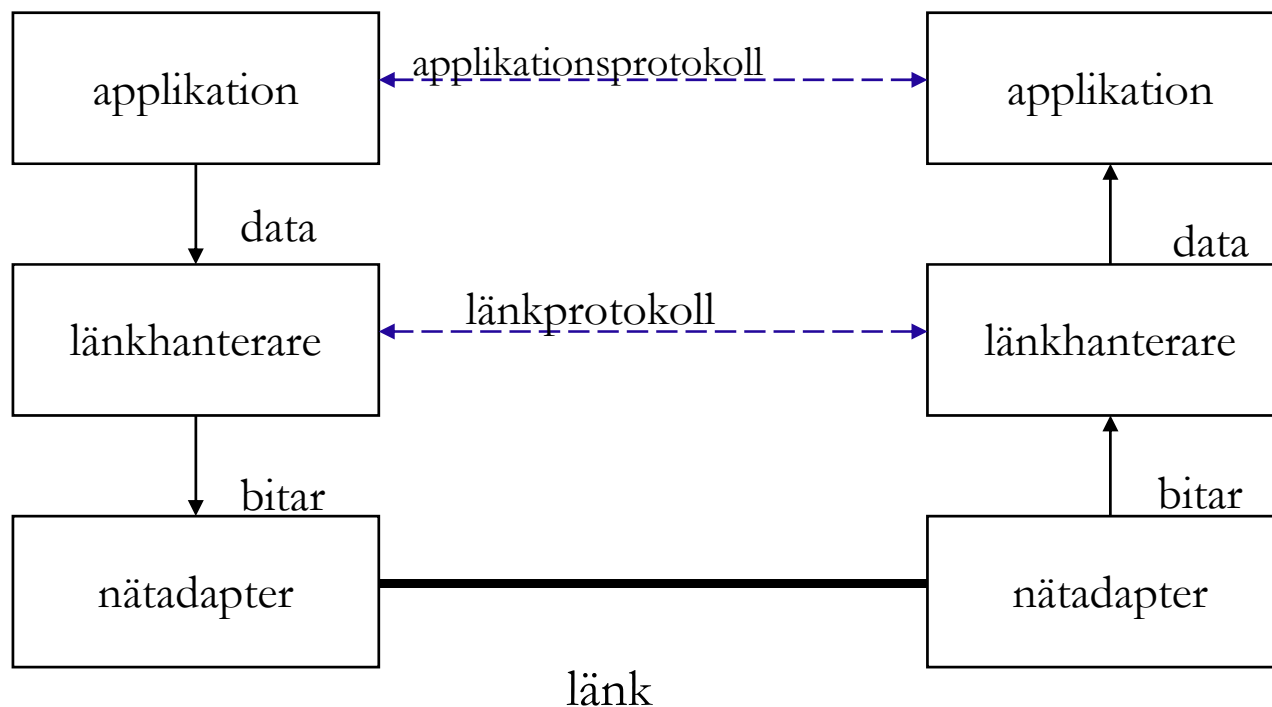
Dialogavslutning

Länkprotokoll

Om en etta kommer fram som en nolla har det inträffat ett **bitfel**.

I varje dator finns det en **länkhanterare** som ser till att data skickas på ett tillförlitligt sätt över en länk.

Länkhanteraren i sändaren och mottagaren använder ett **länkprotokoll** för att kunna förstå varandra.



Datapaket

När data skall skickas mellan två datorer delas den (oftast) först upp i mindre delar, så kallade paket.

Ett paket består av upp till tre delar:

huvud, data och svans

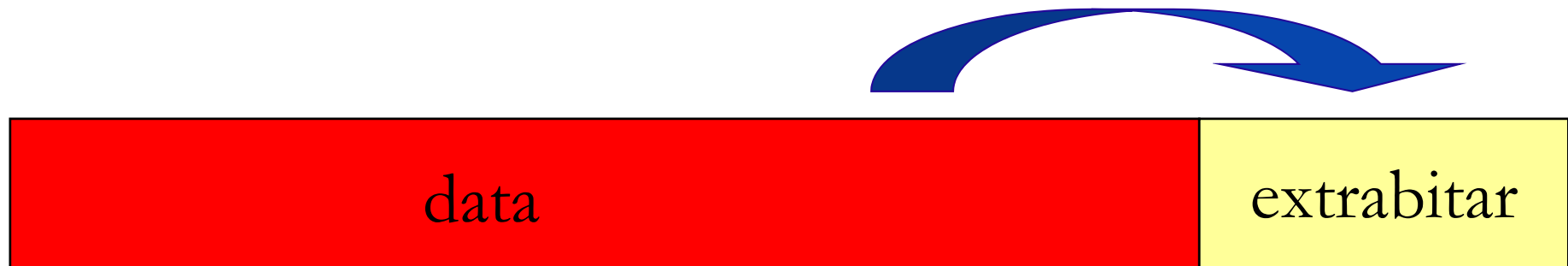
huvud (header)	data (payload)	svans (tail)
----------------	----------------	--------------

Huvud och svans innehåller kontrollinformation.

Att hitta bitfel

Det är viktigt att mottagaren kan hitta de bitfel som uppstår.

Sändaren lägger till en eller flera bitar vars värde beror på innehållet i paketet.



Att hitta bitfel (2)

Mottagaren kontrollerar att data och extrabitlar stämmer överens.

Om de gör det, har paketet kommit fram korrekt. Annars är paketet felaktigt och måste kastas.

OBS Man hittar fel bara med en viss sannolikhet. Säkert är att om man hittar fel så är det fel.

Två metoder

- Paritetsbitar
 - CRC ett sätt räkna fram paritetsbitarna
- Checksumma
 - Räkneschema

Felkorrigering

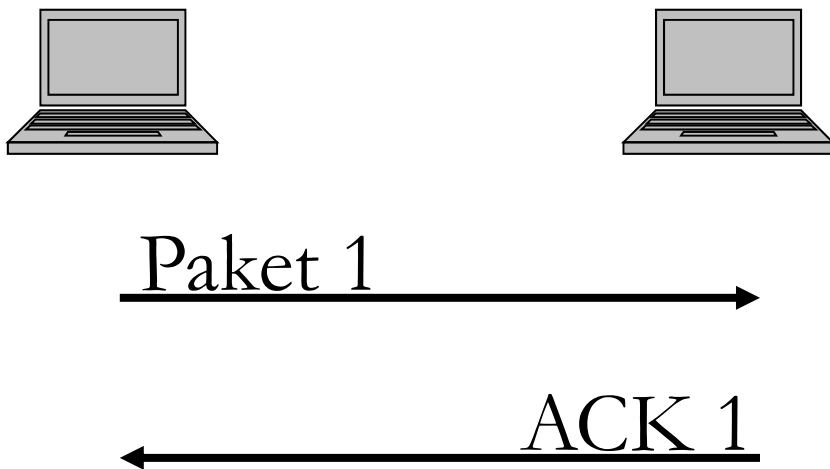
När ett felaktigt paket har detekterats måste felet korrigeras.

Två sätt:

- Felkorrigering koder, så kallad **Forward Error Correction (FEC)**
- Felkorrigering via **omsändningar**.
 - ◆ Paketet numreras - sekvensnummer

Att bekräfta paket

Grundprincipen i omsändningsproceduren är att mottagaren **bekräftar** alla paket som kommer fram korrekt.



Metoder för felkorrigering

- Stop-and-wait
- Go-back-n
- Selctive-repeate

Stop-and-wait ARQ

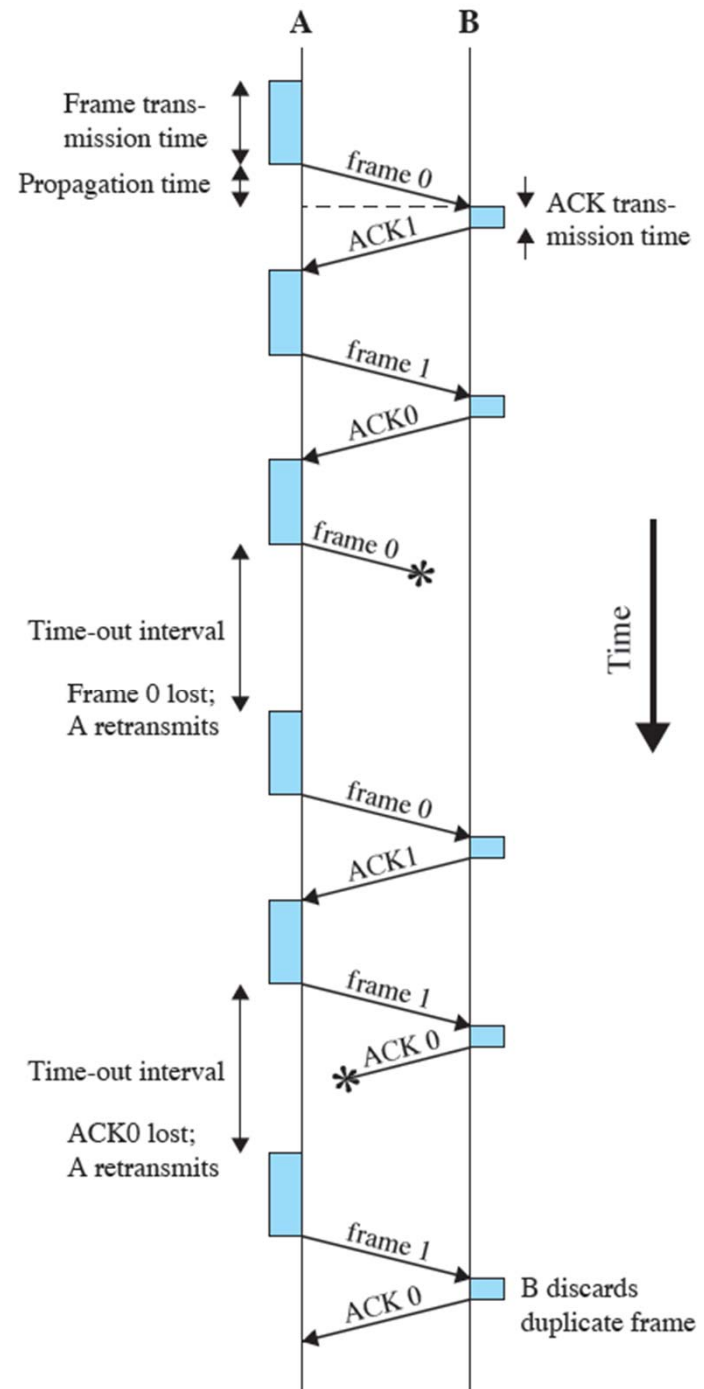
Send and wait

- ◆ Keep time
- ◆ Wait for ACK
- ◆ Retransmit

Automatic repeat request

- ◆ Frames (SEQ++)
- ◆ Acknowledgements (SEQ+1)
- ◆ Make sure SEQ is long enough so no mismatch occur!

Stop-and-wait ARQ flow diagram



Stop-and-wait ARQ inefficiency

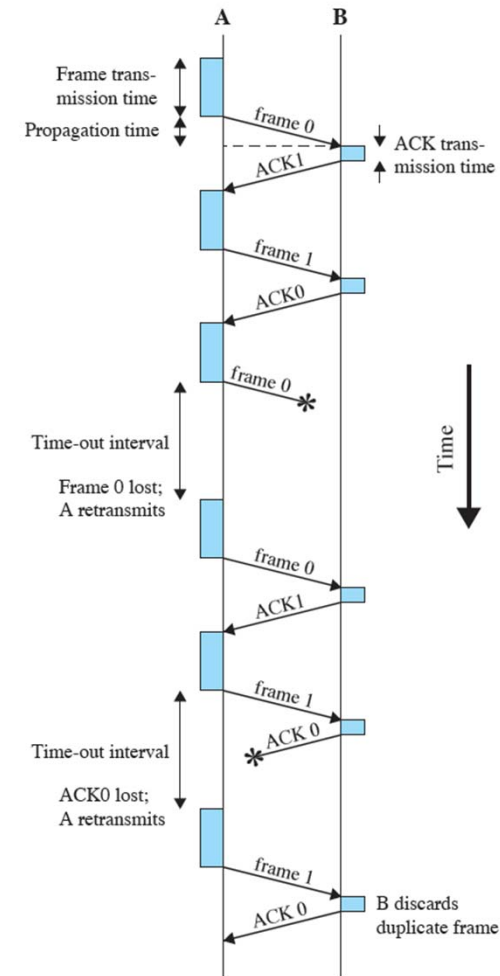
Too much waiting

Solution

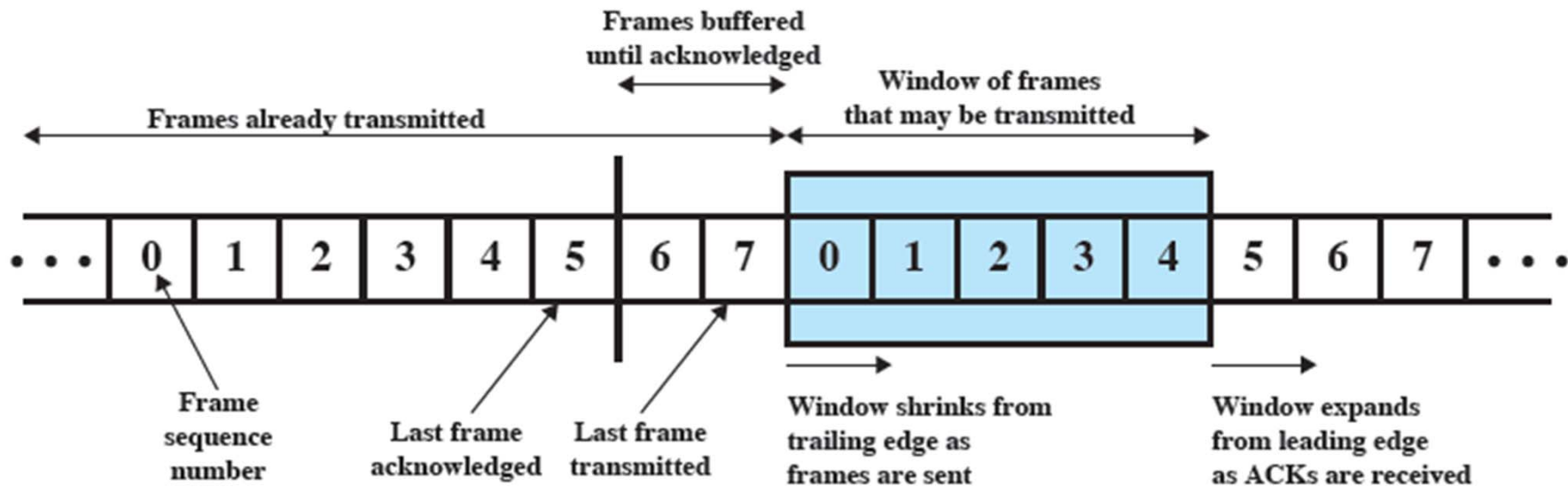
- ◆ Keep the pipe full
- ◆ But not too full

Sliding window

- ◆ Size matters
- ◆ Window size $< 2^m$

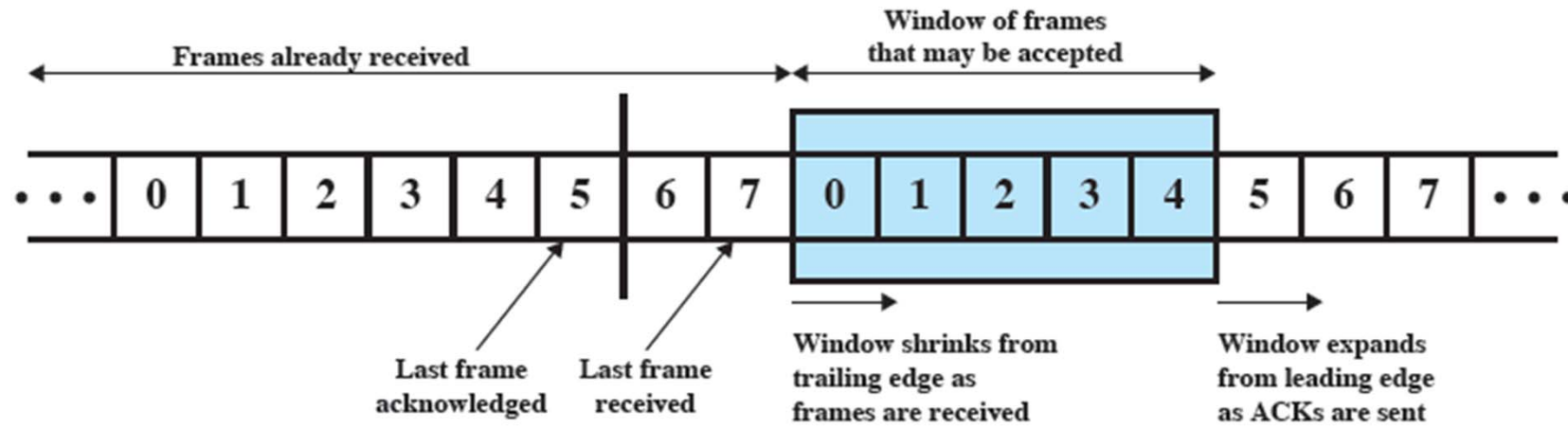


Sliding window (sender)



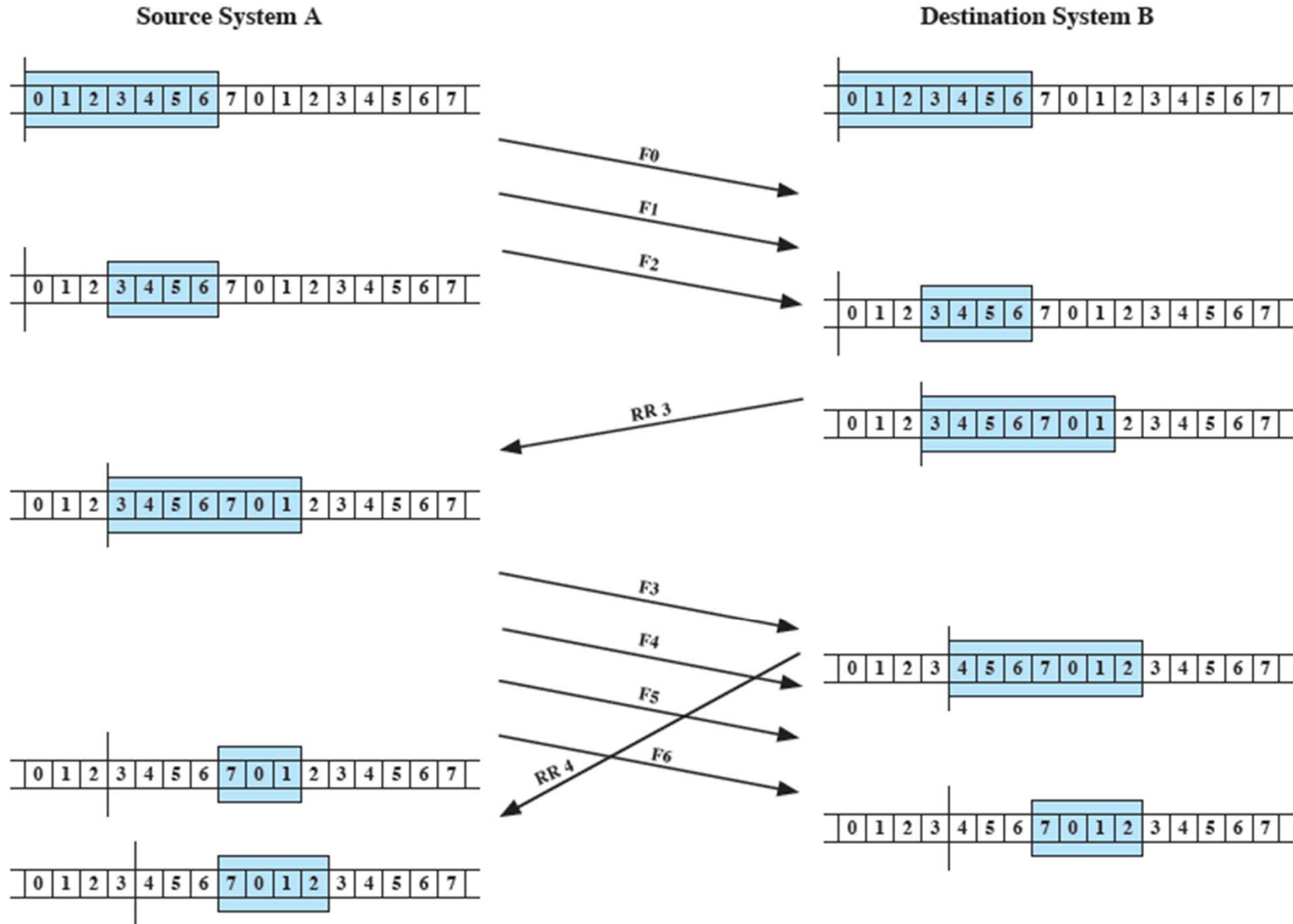
(a) Sender's perspective

Sliding window (receiver)



(b) Receiver's perspective

Sliding window (example)



Go-Back-N ARQ (the Stalling Way)

Most commonly used error control

Based on sliding-window

Use window size to control number of outstanding frames

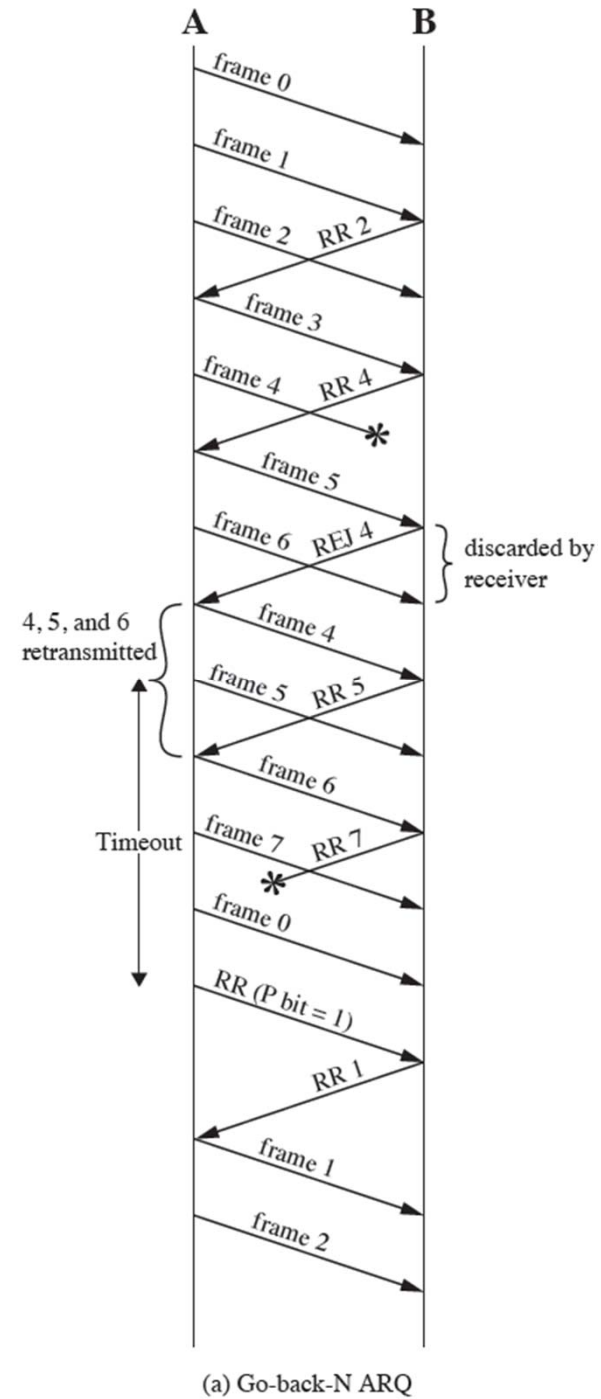
While no errors occur, the destination will acknowledge incoming frames as usual

- ◆ RR=receive ready, or piggybacked acknowledgment

If the destination station detects an error in a frame, it may send a negative acknowledgment

- ◆ REJ=reject
- ◆ Destination will discard that frame and all future frames until the frame in error is received correctly
- ◆ Transmitter must go back and retransmit that frame and all subsequent frames

Go-Back-N



Selective-Reject (ARQ) (Stalling)

Also called selective retransmission

Only rejected frames are retransmitted

Subsequent frames are accepted by the receiver and buffered

Minimizes retransmission

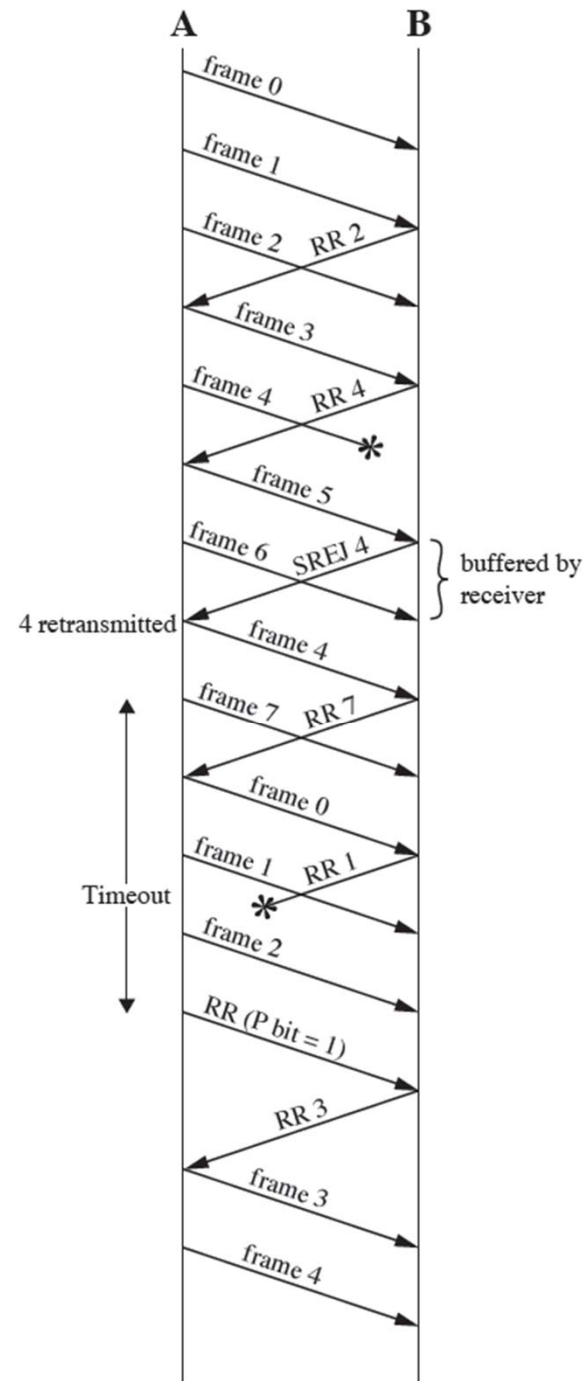
Receiver must maintain large enough buffer

More complex logic in transmitter

- ◆ Less widely used

Useful for satellite links with long propagation delays

Selective Repeate



(b) Selective-reject ARQ

Selective repeat ARQ

Why?

- ◆ Too many retransmissions

What if?

- ◆ Just send lost frames

Higher efficiency

- ◆ Higher receiver complexity

Ett länkprotokoll: HDLC

HDLC = High-level Data Link Control



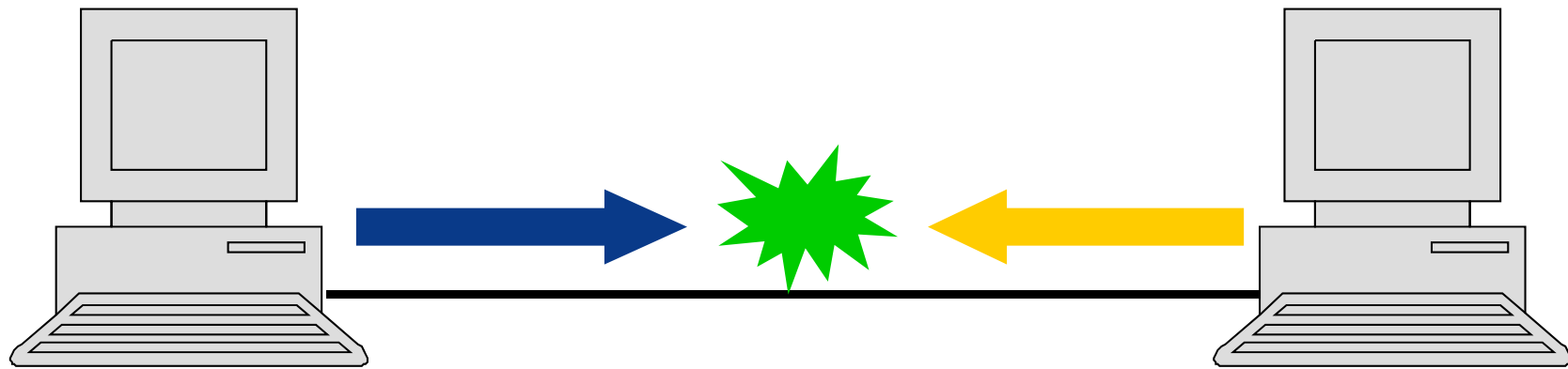
Flagga = 01111110

16- eller 32-bitars CRC

Go-back-N eller Selective-repeat ARQ

Bitstuffing

Multiplexering



TVå datorer som skall skicka data över en länk får ej skicka samtidigt på samma frekvensband eftersom signalerna då överlagras och förstörs.

Kontroll av dataöverföring

- Simplex:
 - ◆ Endast en sändningsriktning är möjlig.
- Halv duplex:
 - ◆ Överföring i båda riktningarna, men inte samtidigt.
- Full duplex:
 - ◆ Båda sändningsriktningarna samtidigt.
 - ◆ Kräver uppdelning i två kanaler, där varje dator har en kanal.

Kapacitetuppdelning

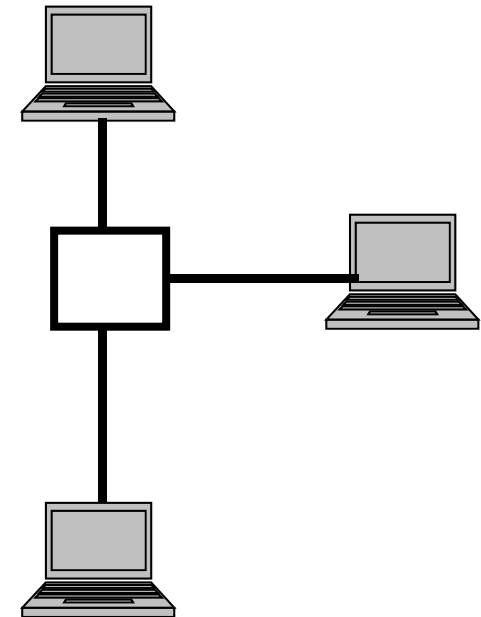
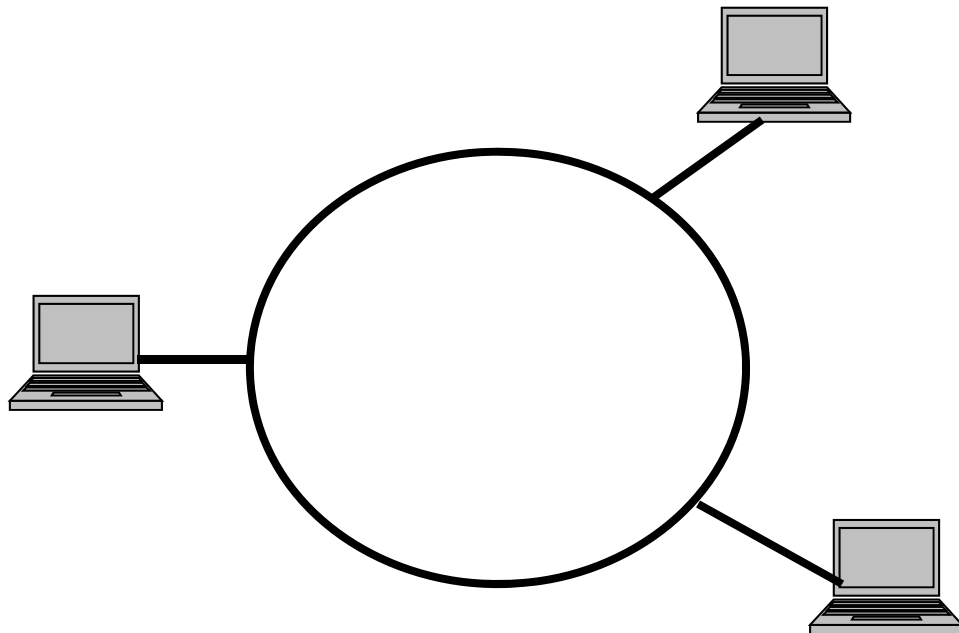
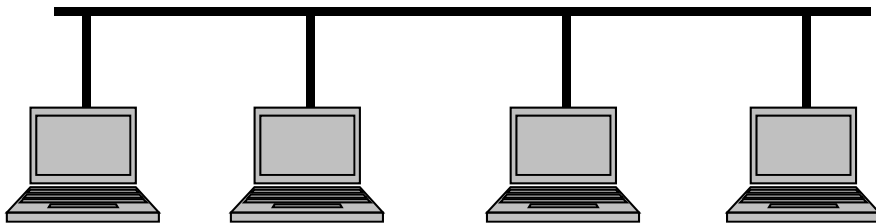
Länkens kapacitet kan delas upp på tre sätt:

1. Rumsmultiplex
2. Frekvensmultiplex
3. Tidsmultiplex
4. Koduppdelad multiplexering

Lokala nät

- Ett lokalt nät (Local Area Network, **LAN**) är ett datanät med en begränsad storlek.
- Ett LAN kan i sin enklaste form bestå av endast *en* fysisk länk som flera datorer är kopplade till.
- Ett LAN kan också bestå av flera fysiska länkar som är sammankopplade med så kallade **bryggor**.

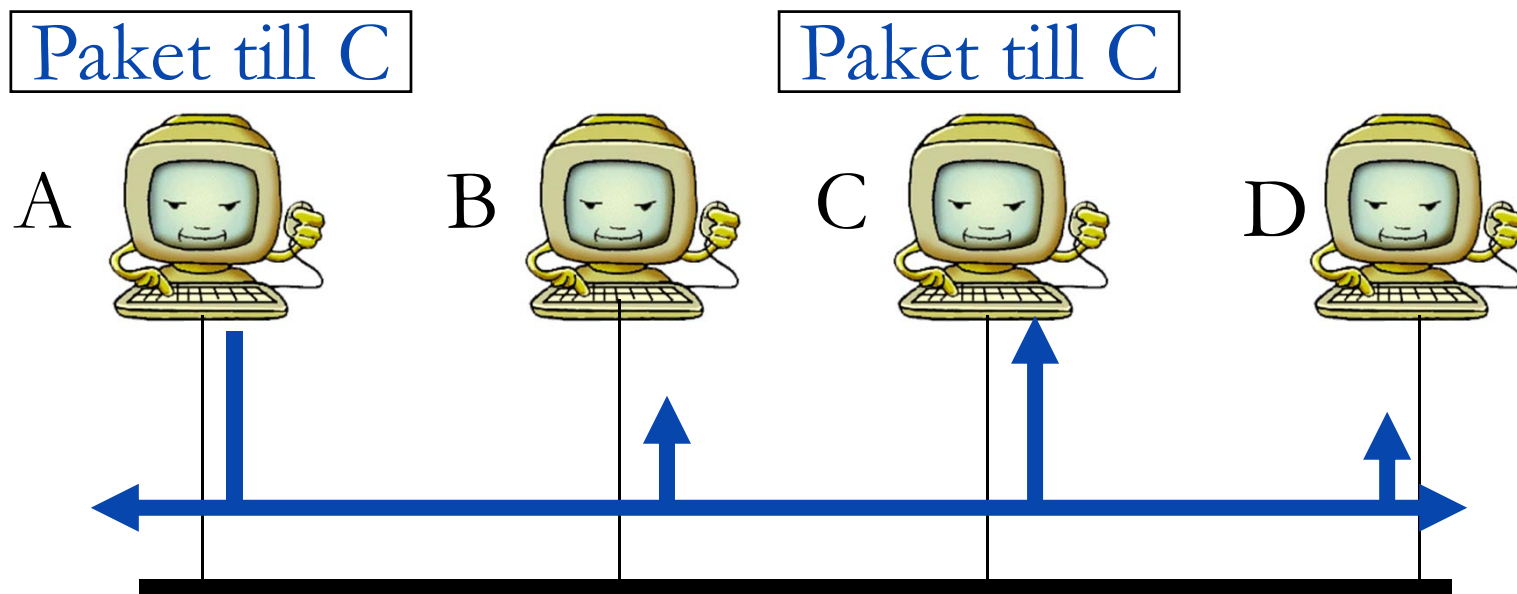
Olika länktopologier



Egenskaper hos ett enlänks-LAN

- All information som skickas på länken når samtliga datorer (broadcast).
- Ett enlänks-LAN har en begränsad storlek eftersom en signal som skickas på länken
 - dämpas efter hand.
 - tar tid på sig att nå från ena änden till den andra.
- Länken kan förlängas med en **repeterare**, som ”förstärker” signalen på länken.
(återskapar signalen, regenerering)

Att sända data på ett enlänks-LAN



Den dator som har rätt mottagaradress läser in paketet.

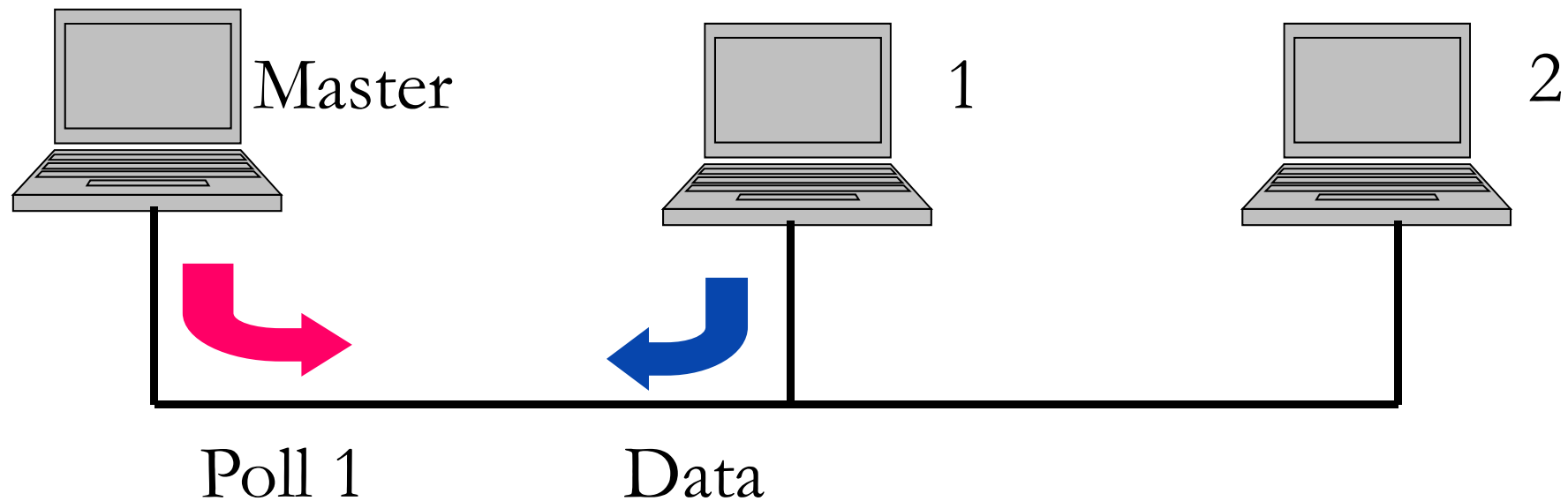
Att få tillgång till länken

- För att få ett enlänks-LAN att fungera måste samtliga datorer vara överens om hur de skall få tillgång till länken.
- Detta kallas för en [accessmetod](#).

- överens = protokoll

Polling

Om ett lokalt nät använder polling, finns det en så kallad **master** som ser till att de andra datorerna (som kallas **slavar**) får skicka i turordning.



ALOHA

En dator skickar iväg alla datapaketer direkt.

Sedan lyssnar datorn en viss tid på broadcastkanalen.

Om datorn får en bekräftelse (ACK) från centraldatorn har sändningen blivit lyckad.

Om inte, skickas paketet igen.

Vidareutveckling: Slotted ALOHA

CSMA/CD

- CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.
- När en dator har ett paket att skicka, ”lyssnar” den först på länken.
- Är länken ledig, skickar datorn sitt paket.
- Är länken upptagen, väntar datorn med att skicka paketet.

Token Ring

- Turordningsprincip.
- Den som har ”token” får skicka ett paket.
- När en dator har skickat ett paket lämnar den över token till nästa i ringen.

IEEE 802.x standarder

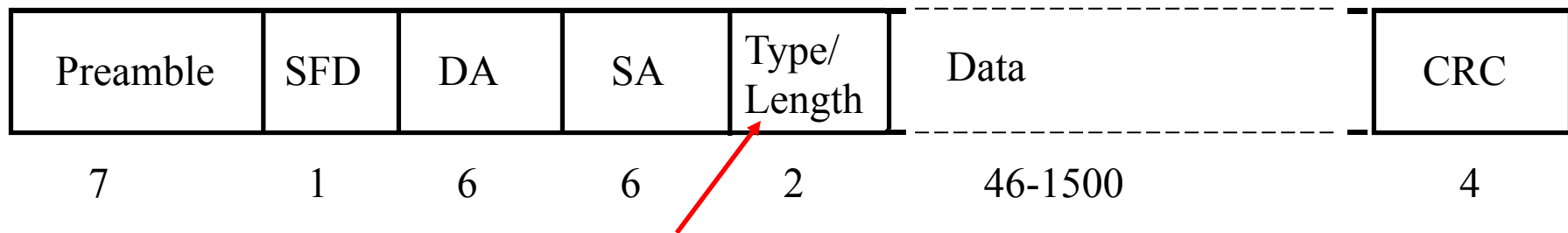
- Länkhanteraren delas in i två skikt:
 - Logical Link Control (LLC)
 - Medium Access Control (MAC)
- Alla 802.x-nät använder samma LLC-protokoll (802.2).
- MAC-protokollet beror på det fysiska nätet.
- En MAC-adress består av 48 bitar.

IEEE 802.3

- Länken har kapaciteten 10 Mbit/s per sekund
 - Koaxialkabel
 - Tvinnad partråd
 - Fiberkabel
- Bitarna omvandlas till signaler med hjälp av Manchesterkodning.
- MAC-protokollet är CSMA/CD.
- Idag: IEEE 802.3 u (100Mbps) och 802.3ab (1Gbps)

Ethernet

- Ethernet är en egen standard som utvecklades av Xerox, Intel och DEC redan 1976.
- IEEE 802.3 bygger på Ethernet.
 - Ethernet II ingår i 802.3
- Olika ramformat (båda kan samexistera på ett LAN).

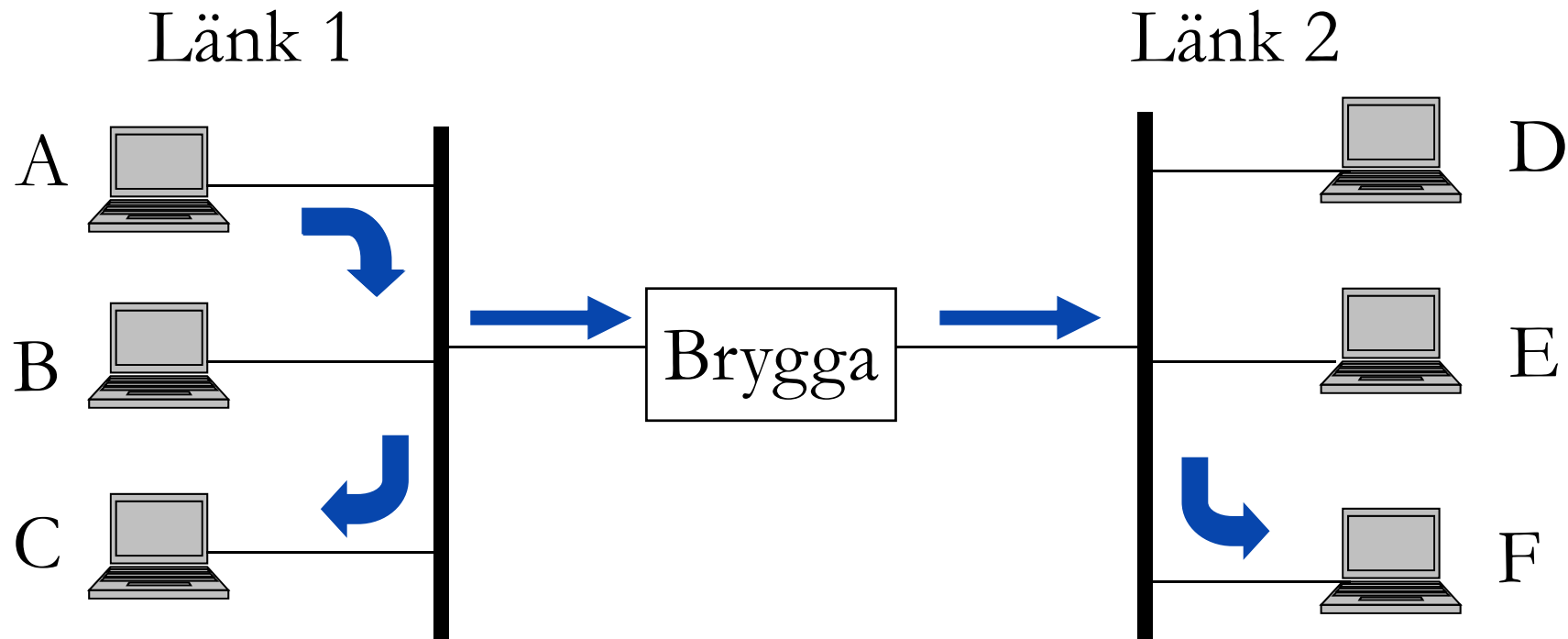


SFD=Start frame delimiter DA=Destination address SA=Source address

IEEE 802.11

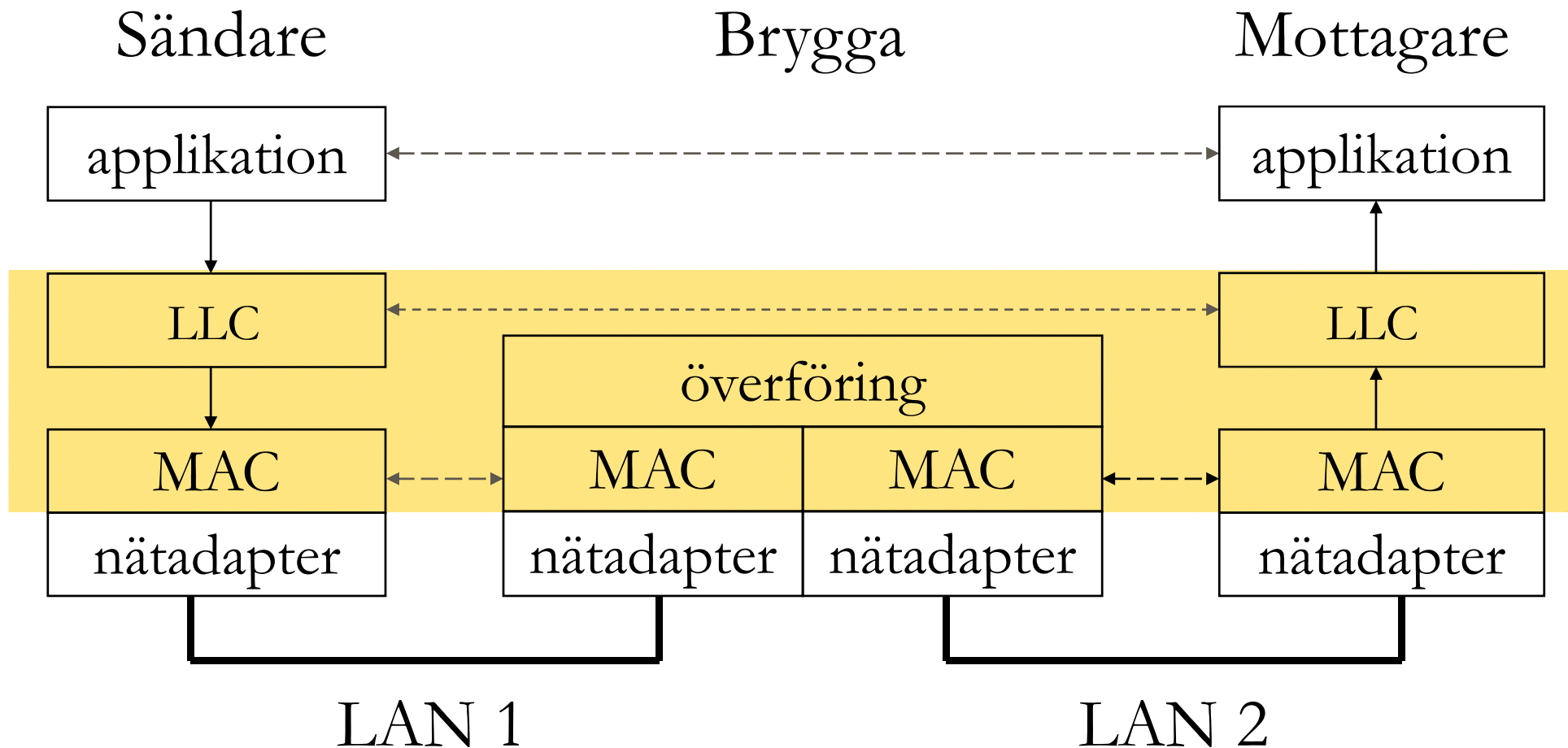
- Kan vara uppbyggt kring en **basstation** eller fungera som ett **ad-hoc nät**.
- Använder MAC-protokollet CSMA/CA som är en ”snällare” version av CSMA/CD.

Bryggans funktion



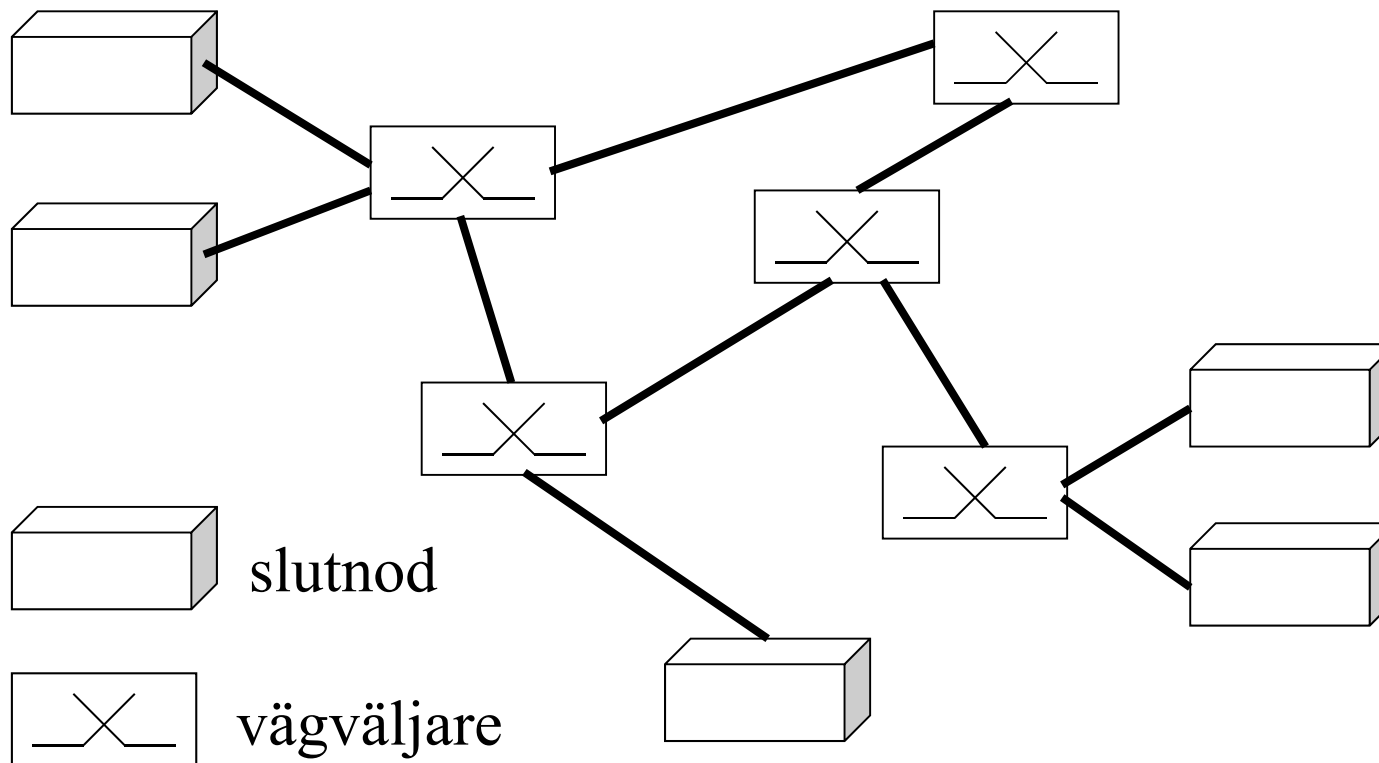
Bryggan har en **adresstabell** så att paket skickas till rätt länk när sändare och mottagare finns på olika länkar.

Protokollstruktur i en brygga



Nätarkitektur

- Vi måste koppla ihop LAN
- Alla stora datanät består av noder och länkar.

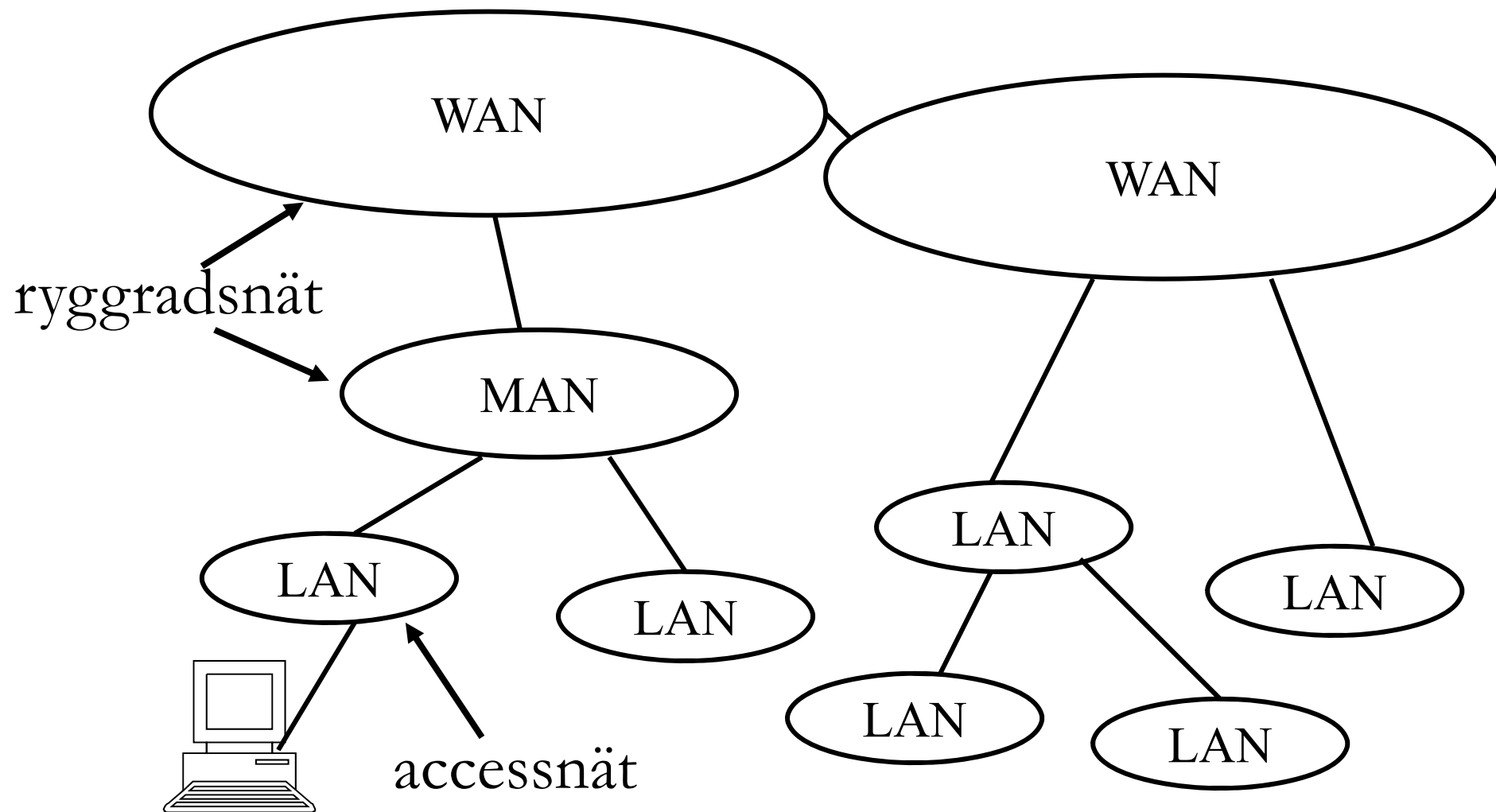


Dataöverföring i stora datanät

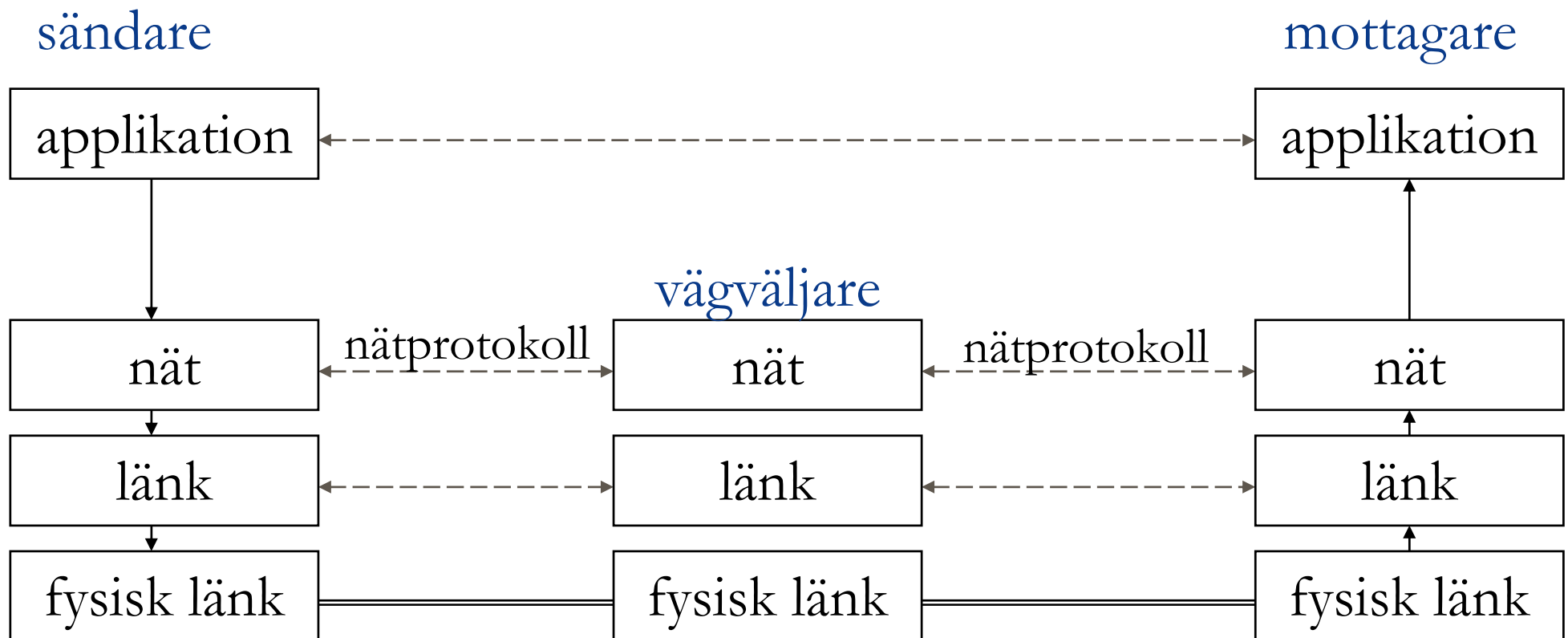
Det finns två typer av datanät:

- Kretskopplade nät
 - En direkt fysisk väg kopplas upp mellan sändare och mottagare
- Paketförmedlande nät
 - Data skickas i form av paket, ingen egen fysisk väg
 - Kan använda logiska vägar, så att alla paket går samma väg.

Sammankoppling av nät med olika länkprotokoll



Nätprotokoll



Ny adress: **Nätadress**

Ett nätprotokoll: IP

- IP = Internet Protocol
- IP är det nätprotokoll som används på Internet.
- Adresseringen sker med hjälp av **IP-adresser**.
- Data överförs i form av **IP-paket**.
- Förbindelsefri dataöverföring.
- Ingen felhantering eller kontroll att mottagaren kan ta emot datan.
- Sådan dataöverföring kallas för ”**best-effort**”.

IPv6-adresser

Varje värd dator och router har en unik IPv6-adress.

Adressen består av **nätidentitet** (nät-id) och **värdidentitet** (värd-id).

Adressen skrivs som åtta hexadecimala tal (= 128 bitar) med : (kolon) emellan.

Exempel:

010A : 1234 : E4F5 : 1003 : 4567 : BC98 : 0000 : 2341₁₆

Exempel: Internetadresser (IPv4)

IPv4 använder en adress som består av 32 bitar.

Adressen är en kombination av nätadress och värdadress.

Adressen skrivs som fyra tal med punkter emellan.

Exempel:

10000010 11101011 00010010 10011110

=

130.235.18.158

Hur hitta nät-id

- ”Class full”
 - Adressrymden indelad i klasser med olika längd på nät-id
- Klasslös
 - man använder nätmask som visar nät-id

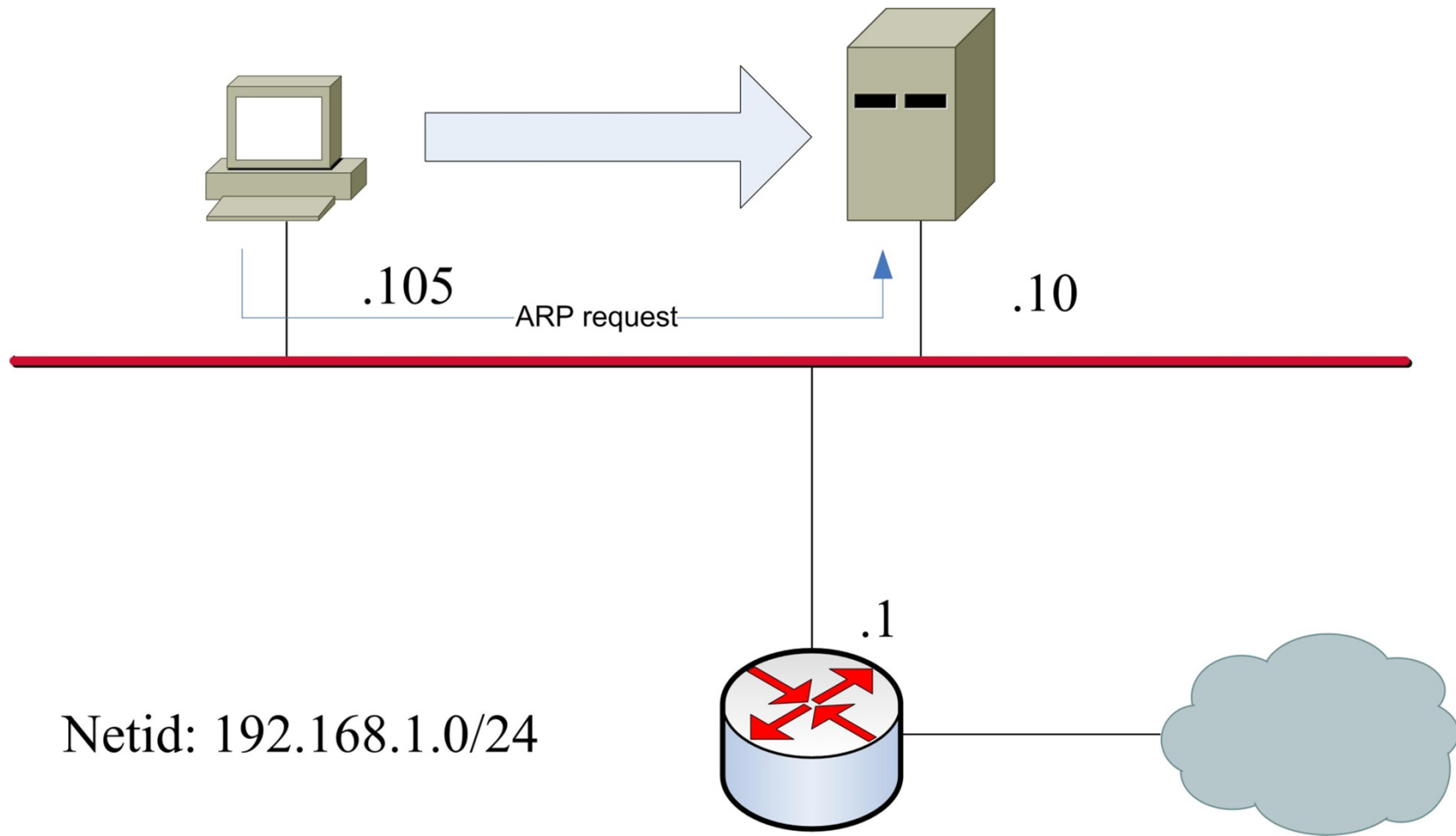
Innehållet i IPv6 pakethuvudet

0	4	12	16	24	31
Vers.	Traffic class	Flow label			
Payload length			Next header	Hop limit	
Sändaradress (16 bytes)					
Mottagaradress (16 bytes)					

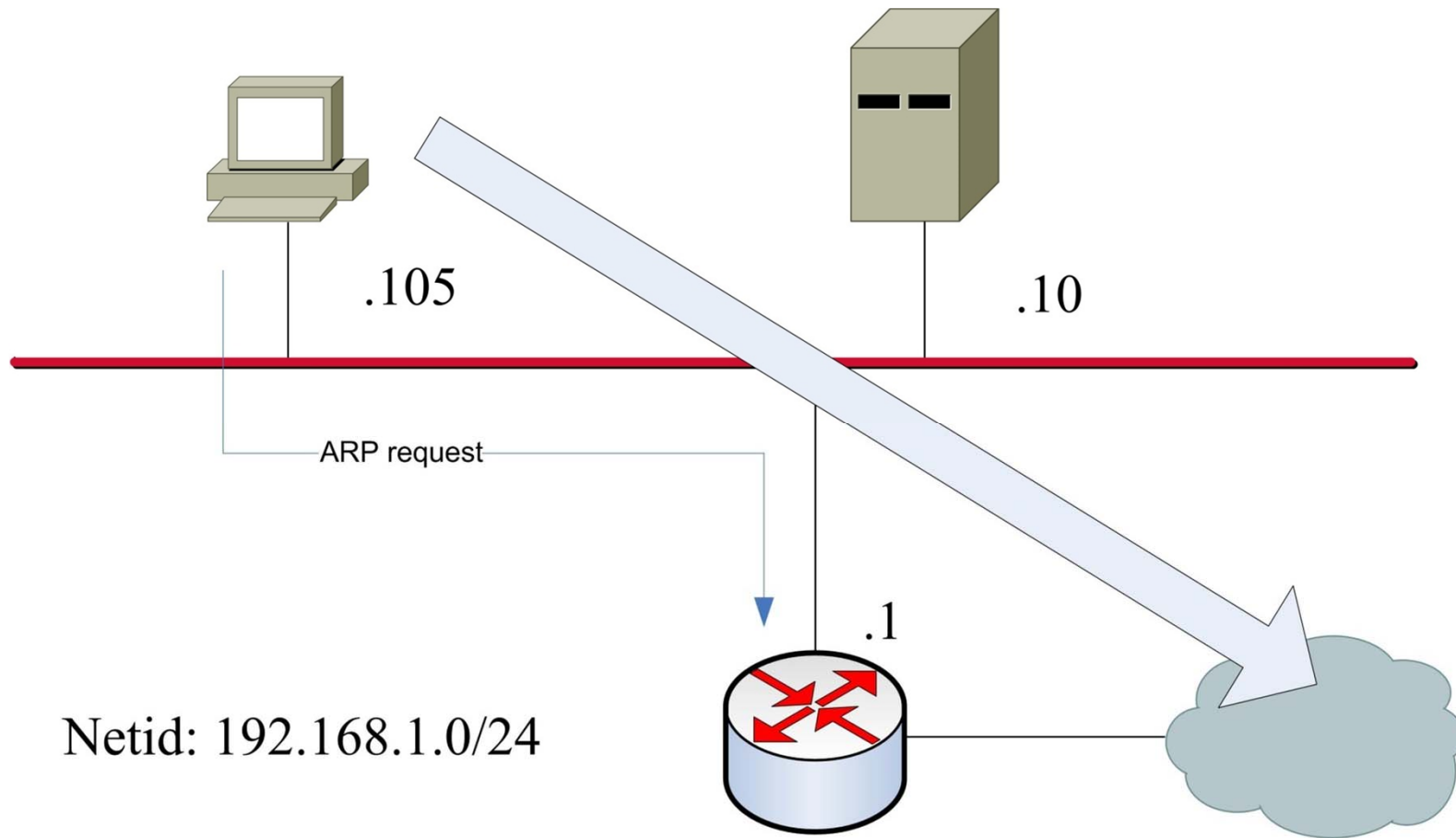
Innehållet i IPv4 pakethuvudet

0	4	8	16	31
vers.	hl.	typ	paketlängd	
sekvensnummer			frg.	fragmentposition
livstid	protokoll		kontrollsumma	
sändaradress				
mottagaradress				
ev. tillval			utfyllnad	

ARP (1)



ARP (2)



Vägvalsalgoritmer

Vägväljarna använder en **vägvalsalgoritm** för att hitta en väg genom nätet.

Syftet med vägvalsalgoritmen är att hitta den bästa möjliga vägen genom nätet för varje sändar-mottagarpar.

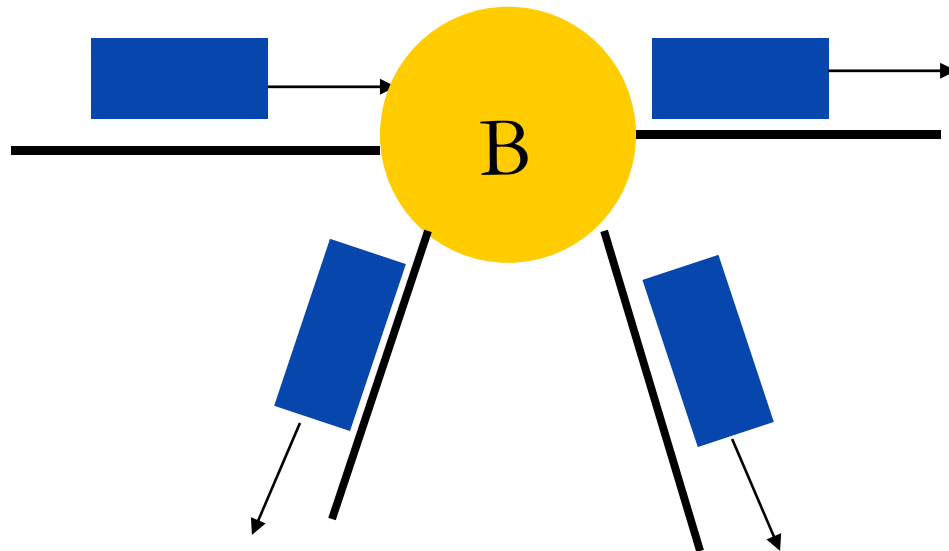
Vägvalsalgoritmen måste också klara av förändringar i nätet.

Vägvalsalgoritmer kräver **länkkostnader**

Flooding

I Flooding skickas ett inkommande paket ut på samtliga länkar.

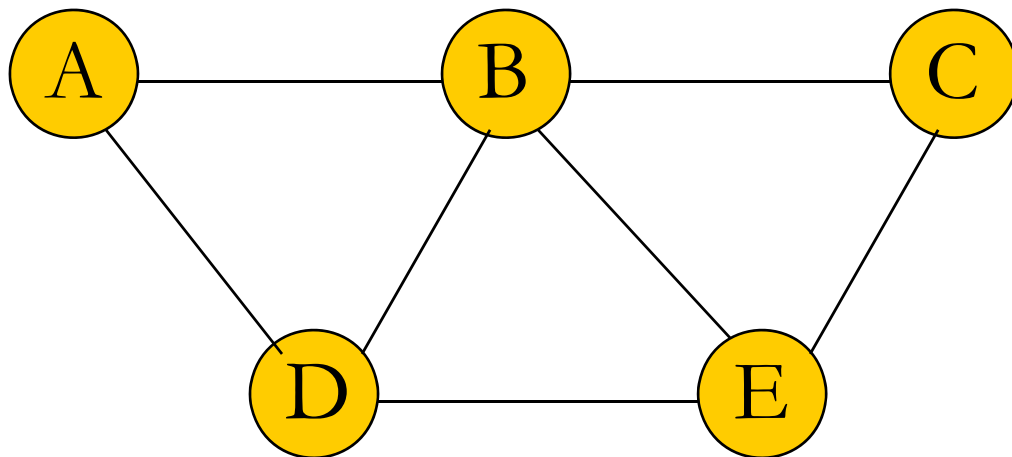
En hop-count används för att inte skapa loopar.



Least-hop path

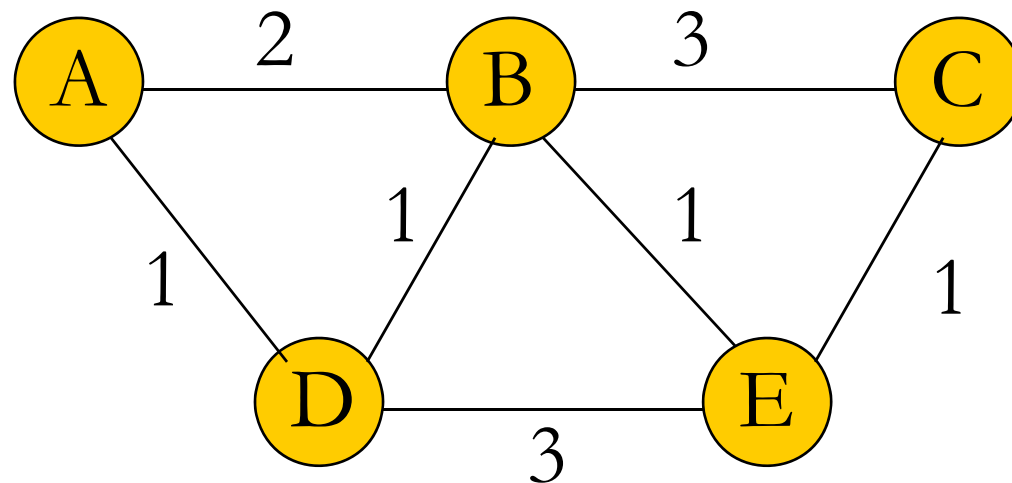
Least-hop path fungerar bäst om alla länkar har samma kostnad.

Den väg som innehåller minst antal steg är bäst.



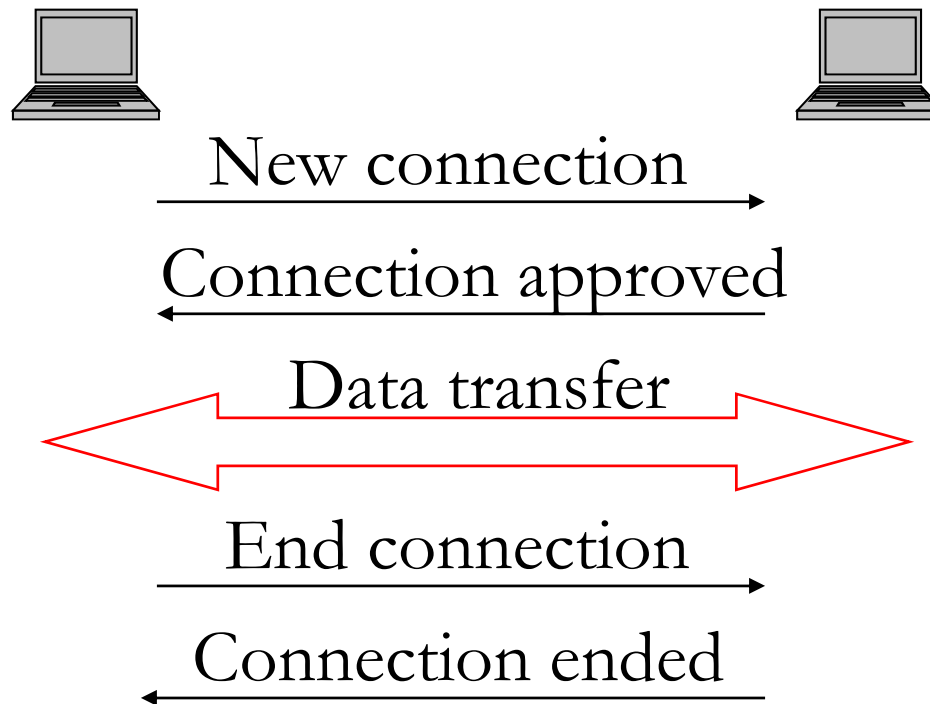
Least-cost path

I Least-cost path väljs de vägar ut som kostar minst.



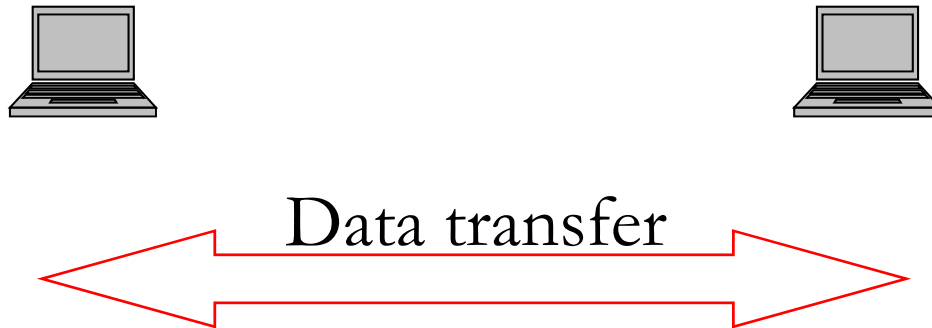
Förbindelseorienterad dataöverföring

I förbindelseorienterad dataöverföring kopplas först en förbindelse upp mellan sändare och mottagare.

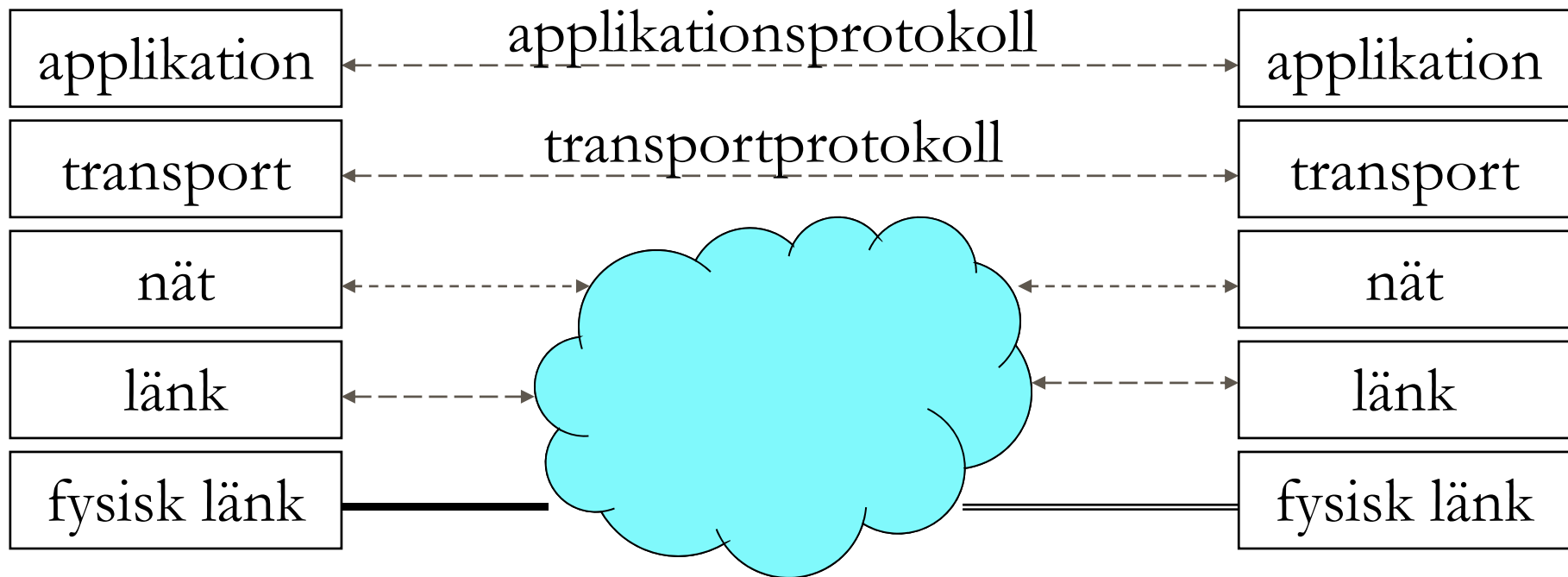


Förbindelsefri dataöverföring

I förbindelsefri dataöverföring sätts ingen förbindelse upp utan all data skickas direkt.



Transportprotokoll



Ett transportprotokoll: TCP

- TCP = Transport Control Protocol.
- TCP är ett av de transportprotokoll som används på Internet.
- Används för **förbindelseorienterad dataöverföring**.
- Tillförlitlig dataöverföring.
- Port-adresser

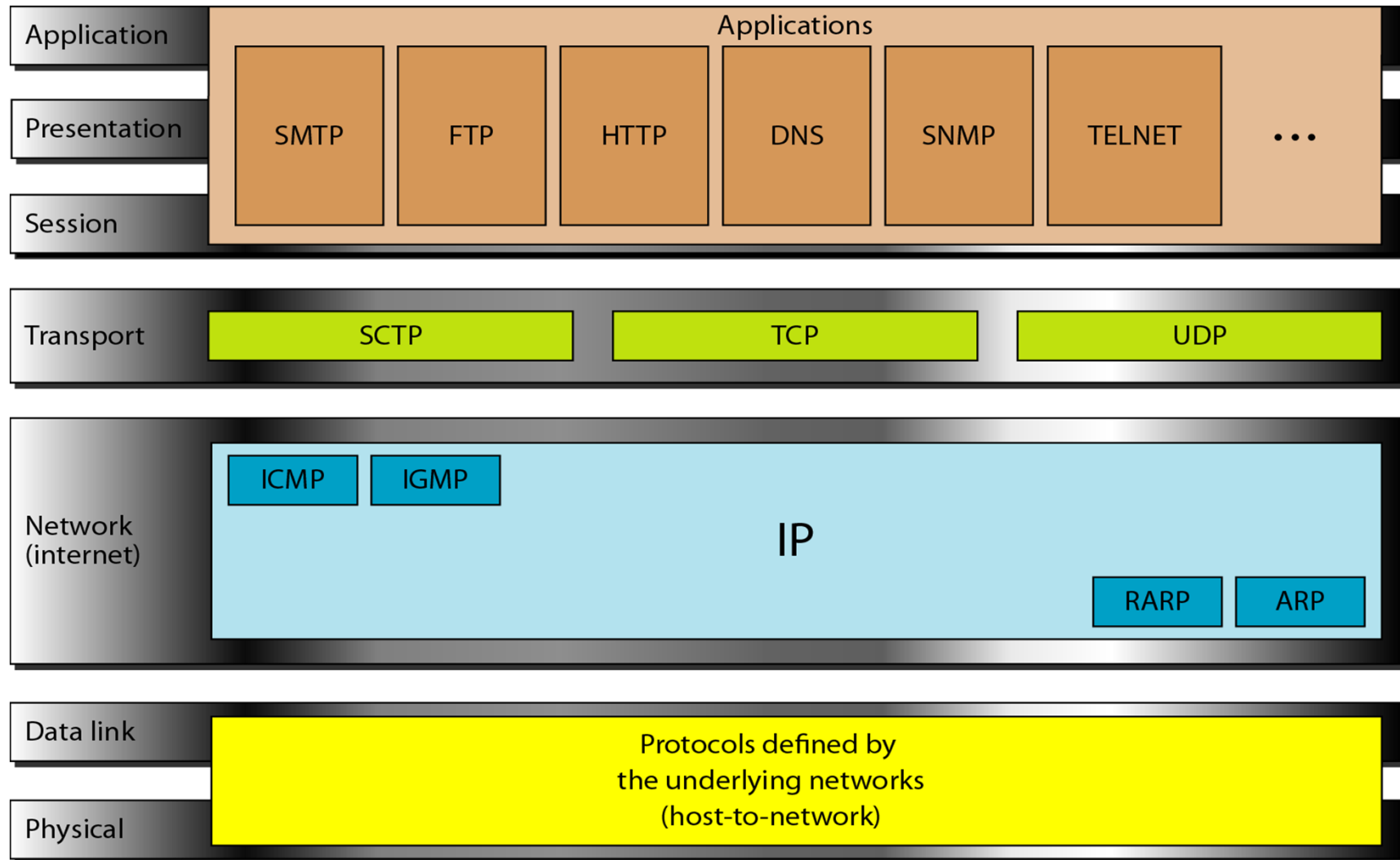
Ett annat transportprotokoll: UDP

- UDP = User Datagram Protocol.
- UDP är det andra transportprotokollet som används på Internet.
- Förbindelsefri dataöverföring.
- Ingen felhantering eller kontroll att mottagaren kan ta emot datan.
- ”best effort”
- Port-adresser

Jämförelse med OSI-modellen

OSI-modellen	TCP/IP-modellen
Applikation	Applikation
Presentation	
Session	
Transport	Transport
Nät	Nät
Länk	IP-bärande nät
Fysisk	

TCP/IP layers



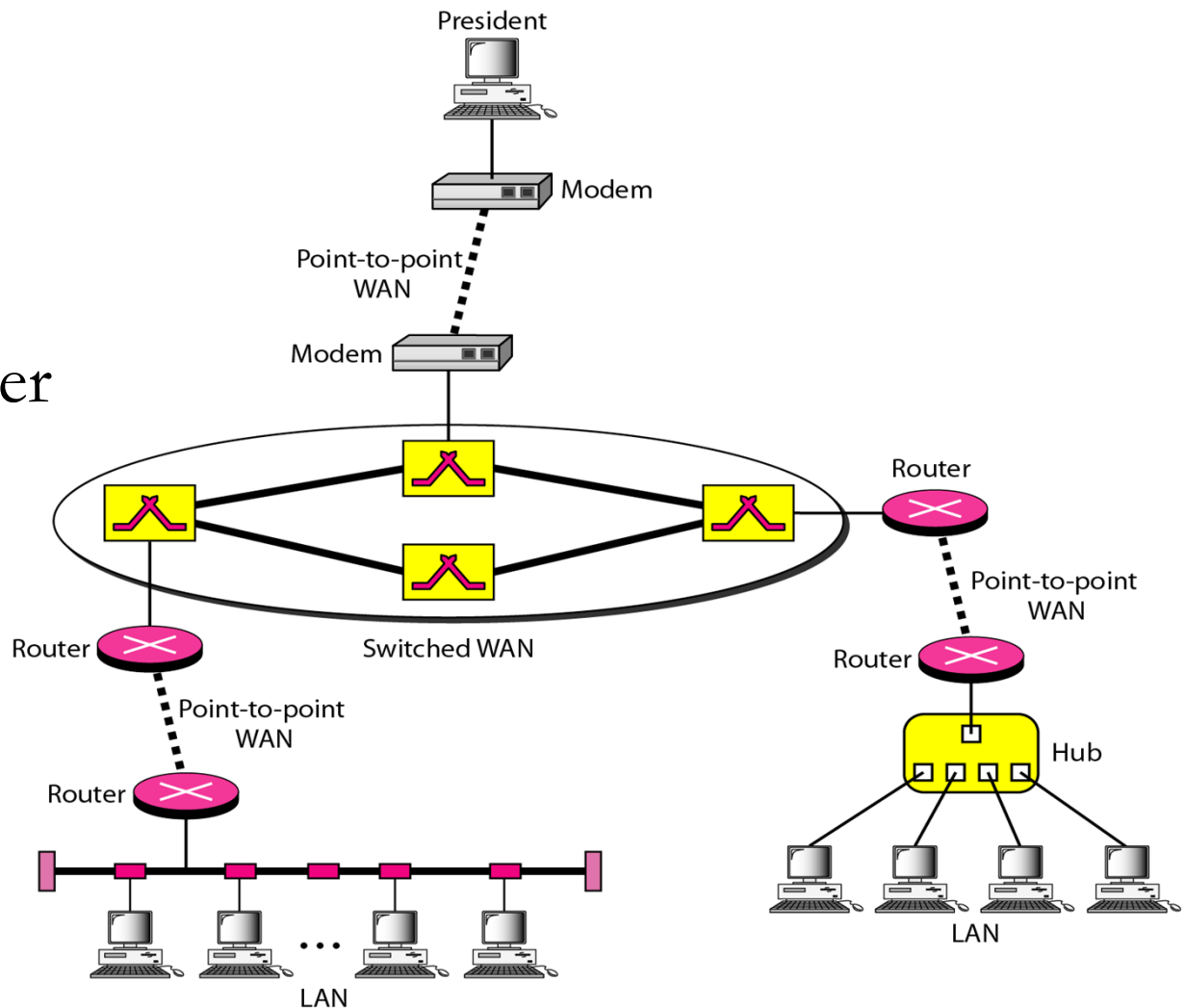
Network models

Why?

- ◆ Too complicated
- ◆ Divide and conquer

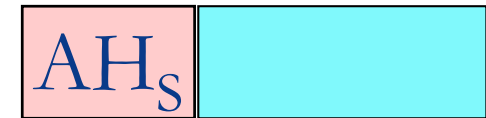
Layers

- ◆ Hierarchy
- ◆ Specialisation
- ◆ Simplification

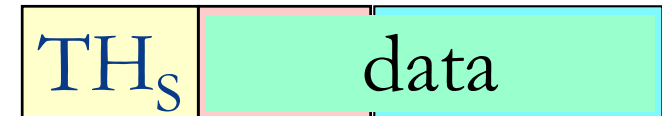


Sändarsidan

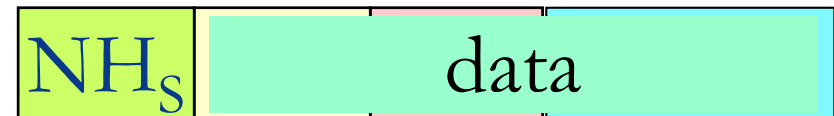
applikation



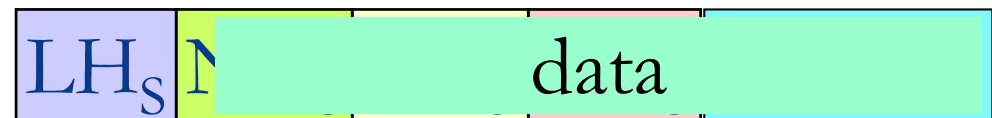
transport



nät

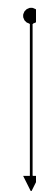


länk

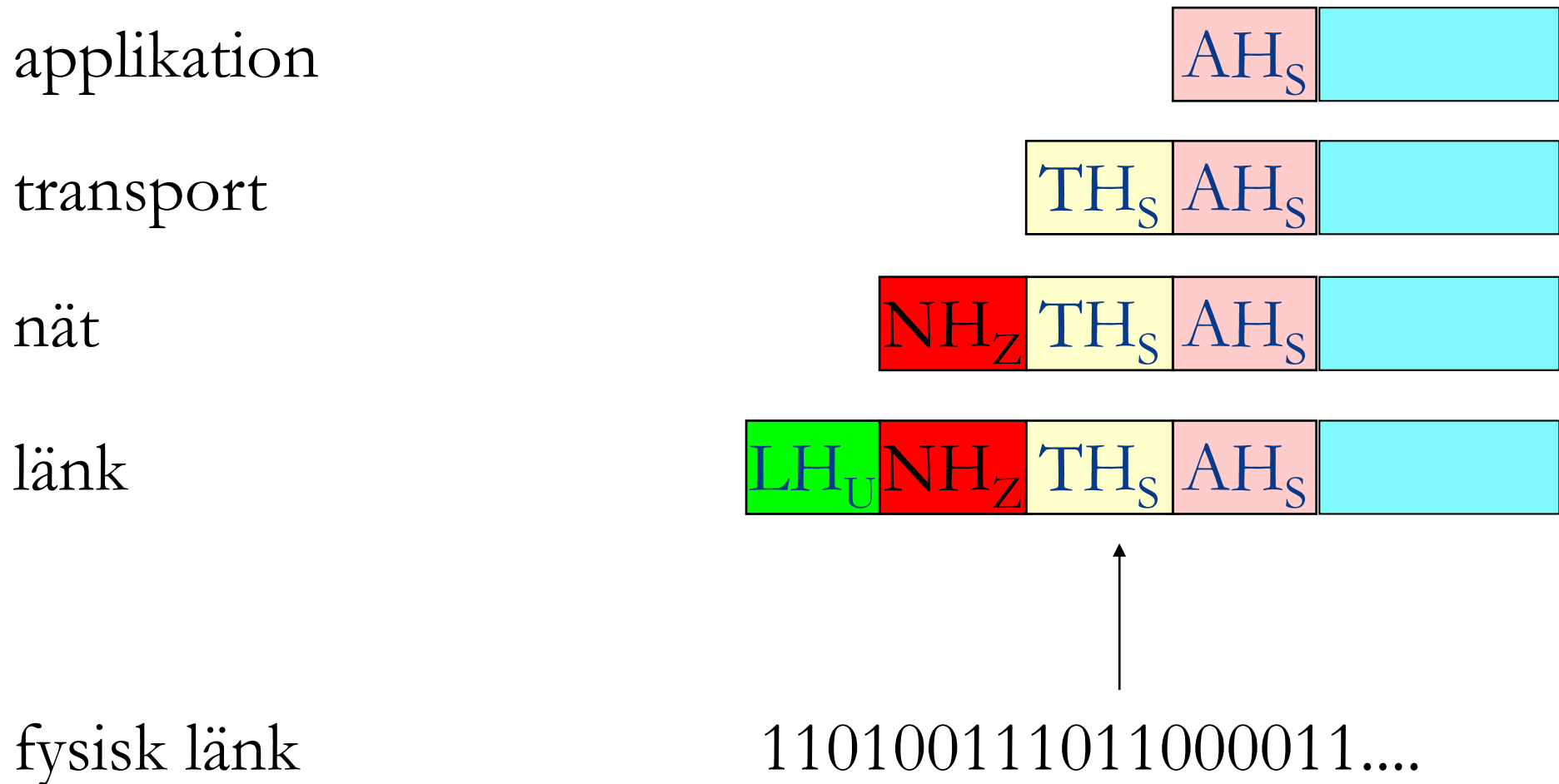


fysisk länk

11010101100011100011....



Mottagarsidan



Domain Name System (DNS)

- Hierarkiskt namnsystem som består av ett antal nivåer.
- Internet delas in i ett antal **domäner** och varje domän får sin egen kod.
- Överst finns geografiska och organisatoriska domäner.
- Varje domän delas sedan in i underdomäner.

SNMP

GET request

GET response

SET request

TRAP

MIB

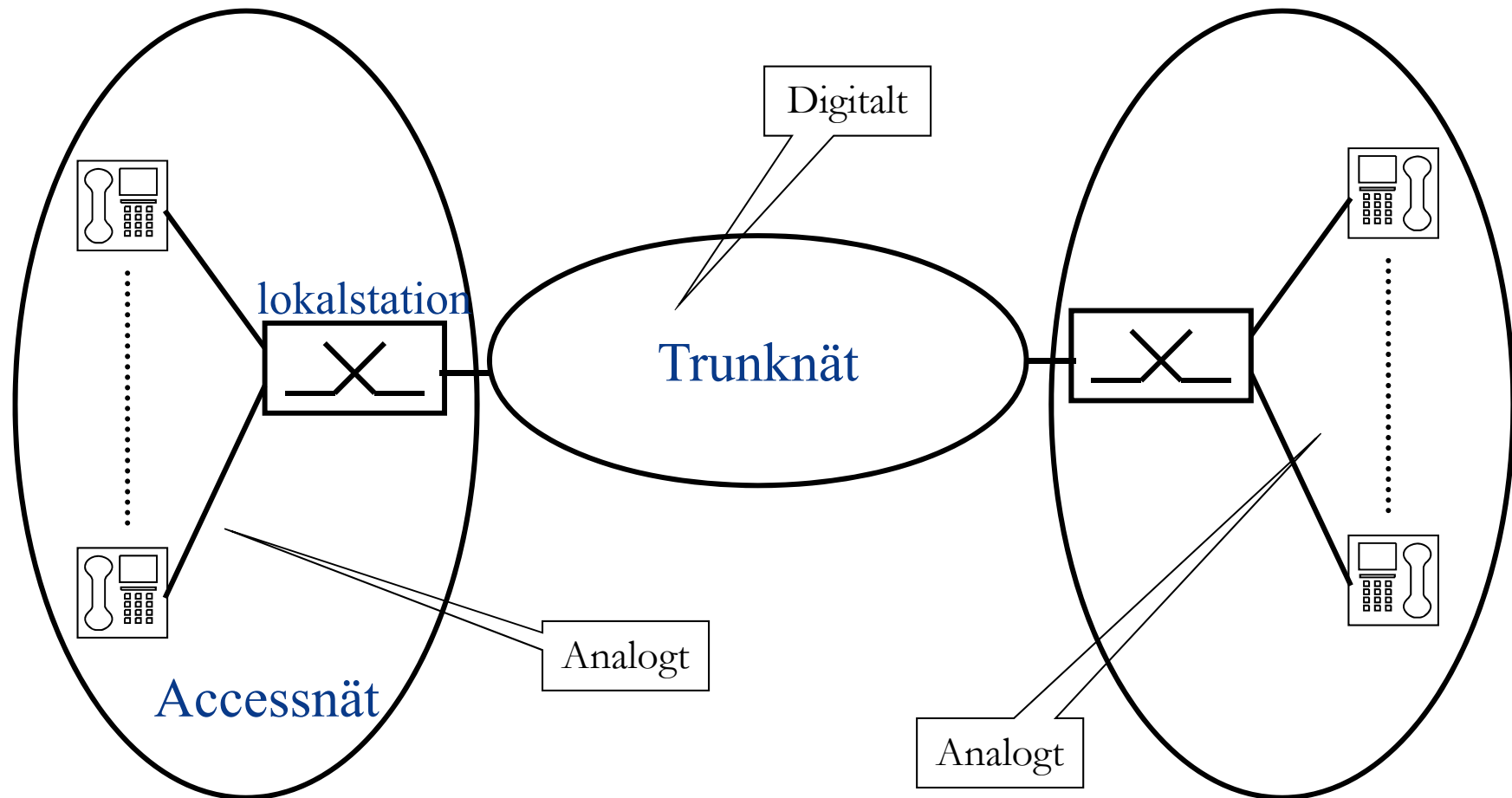
- ◆ Management Information Base

ICMP

Hjälpprotokoll till IP Meddelanden

- ◆ Felmeddelanden
 - Host unreachable
 - Net unreachable
 - TTL expired
- ◆ Förfrågningar
 - Echo request

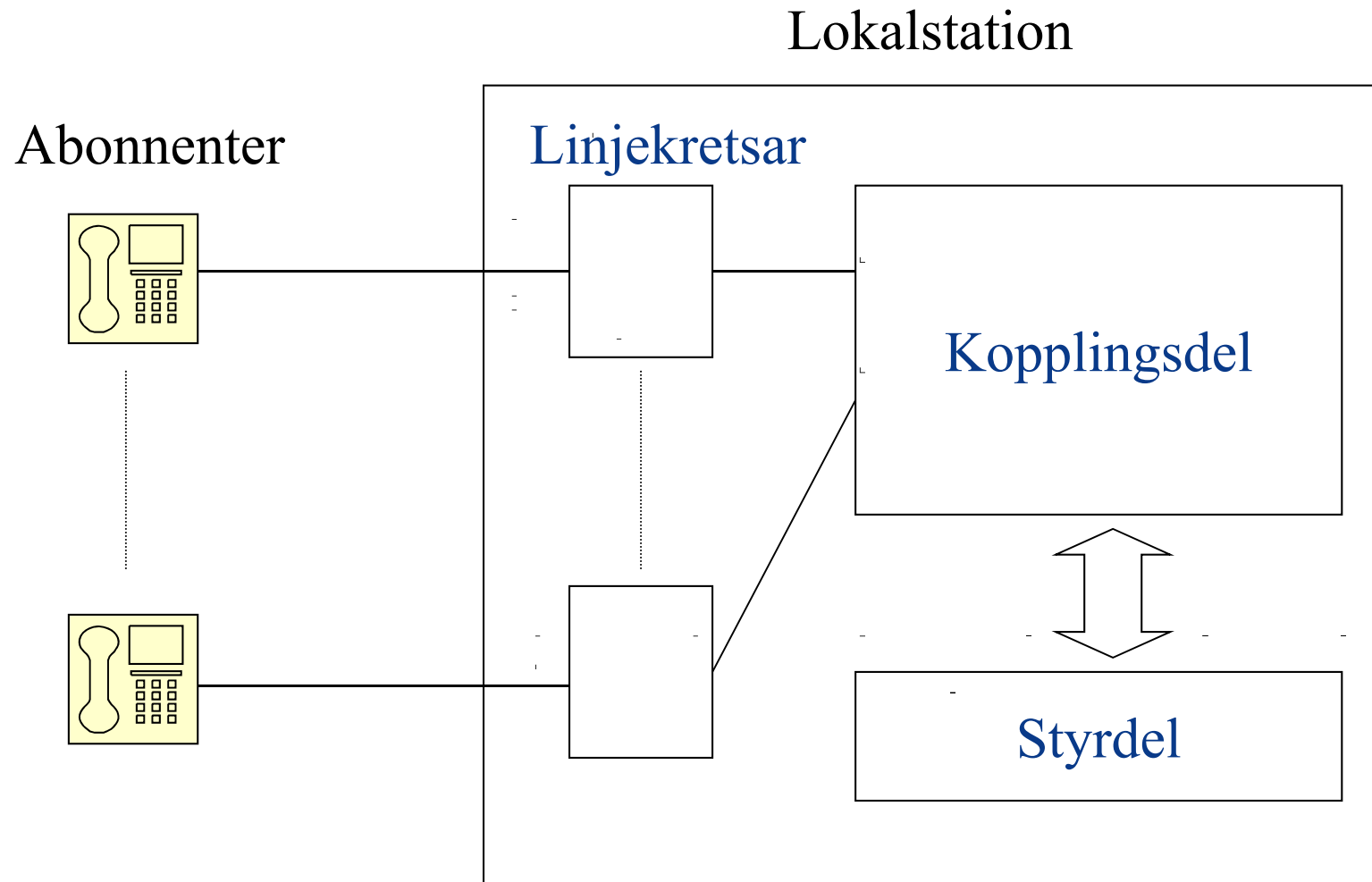
Publika telenätet



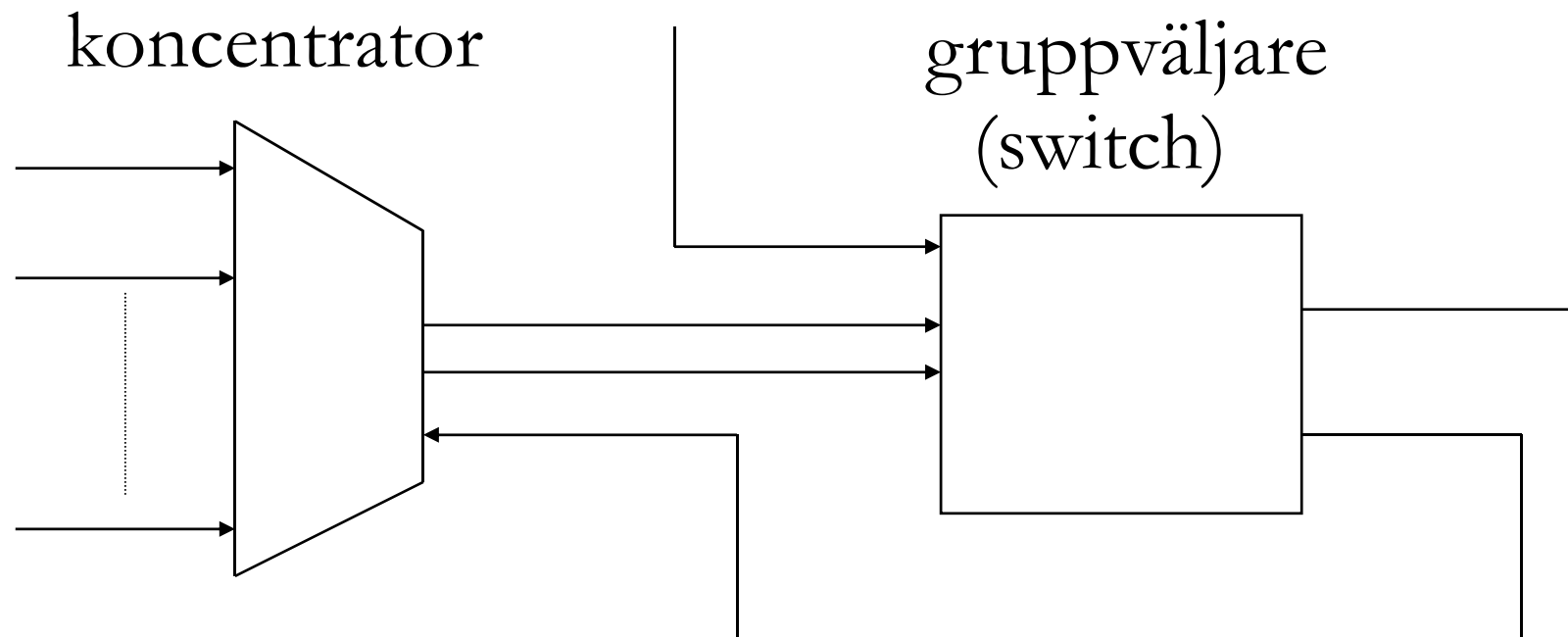
Dataöverföring

- Telenäten är digitala. Vårt tal digitaliseras med PCM i lokalstationerna och överförs sedan som 8-bitars sampel.
- Telenäten använder kretskopplad dataöverföring, dvs en permanent förbindelse sätts upp för varje samtal.
- Trunknätet använder synkron tidsmultiplexering.
 - ◆ SDH

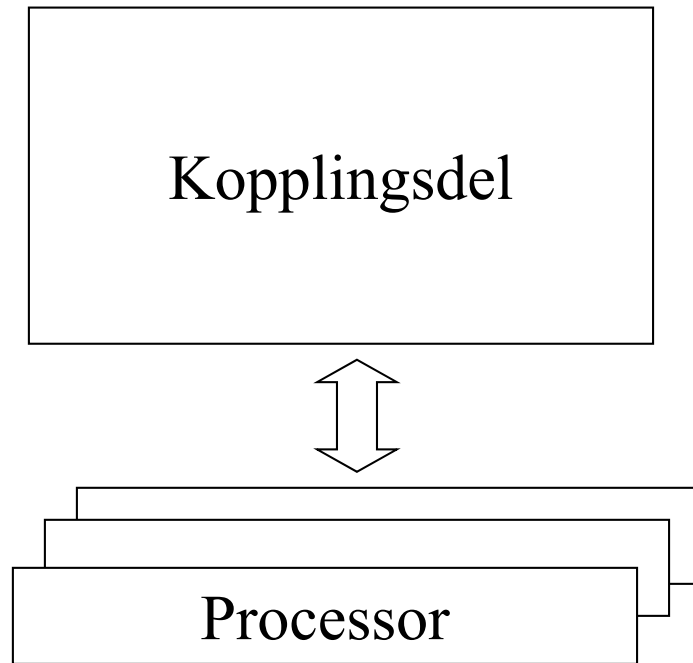
Lokalstationen



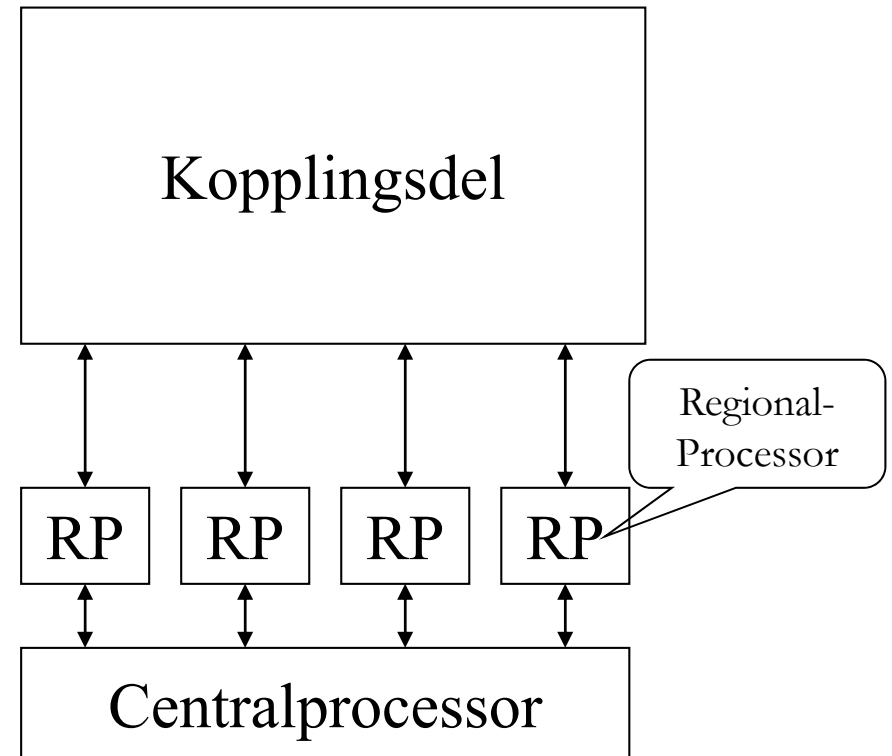
Kopplingsdelen



Systemarkitektur



Multiprocessorsystem



Hierarkiskt system

xDSL

- Digital Subscriber Line
- Utnyttja frekvensområdet 20kHz-1,1MHz
- ADSL
 - ◆ Discrete Multitone Technique
 - ◆ 256 kanaler 0-1,1MHz
 - ◆ Varje kanal:
 - ca 4kHz bandbredd med QAM (16-QAM, 64-QAM, 128-QAM, 256-QAM)
 - => max 1.44Mbps
 - ◆ Kanal 0, omodulerad, för telefoni

Mobila telenät, generell uppbyggnad

