

# KomSys Repetition

Emma Fitzgerald



# Tenta måndag 28/10

- Tid 14-19
- Plats: MA10 B-C
- Tillåtna hjälpmedel
  - ◆ Skrivdon
  - ◆ Räknare (tag med!)
  - ◆ Matsäck

## Regler

- ◆ Tentor börjar **prick!**
- ◆ Kom senast inom första timmen
- ◆ Man får inte gå förrän det gått en timme
- ◆ Tag med **fotoleg**

Omtenta först påsken 2020

# Frågetimme/Open Office

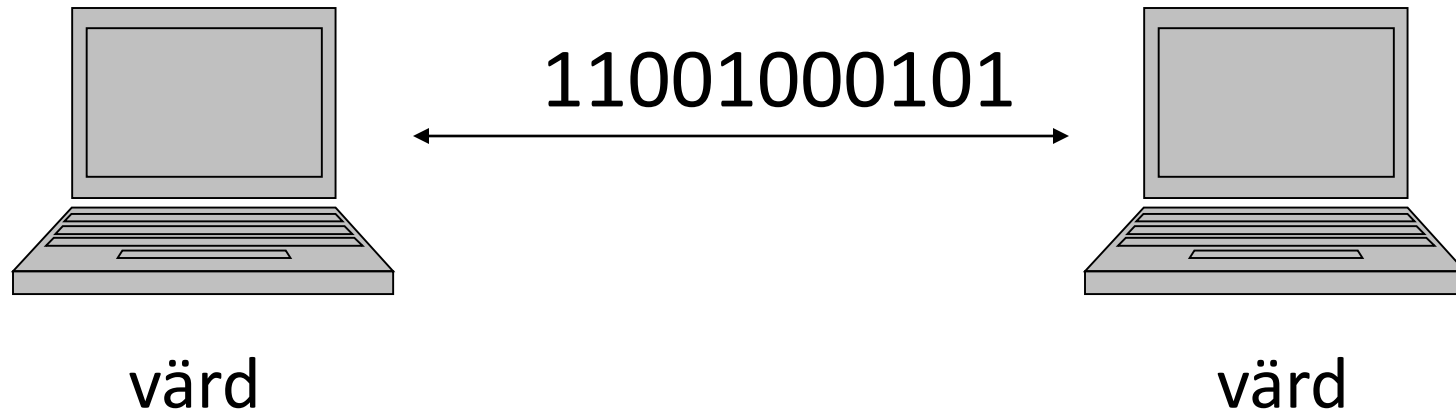
- Frågor på övningarna
- Torsdag 24/10 14-16 Farnaz rum

# CEQ

Enkät per web

- Används för
  - att utveckla kurser
  - se trender
- **Viktigt att få många svar!**
- Utvärderas av
  - Programledning
  - Kursansvarig
  - Kursombuden

# Detta är vårt huvudproblem!

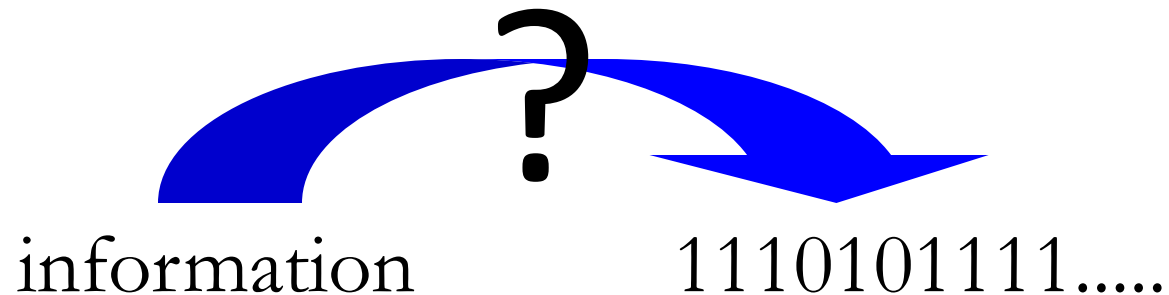


- ◆ Två datorer som skall kommunicera.
- ◆ Datorer förstår endast digital information, dvs ettor och nollor

# 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.



# Från information till binärdata

- ◆ Text, ljud och bilder måste omvandlas till binärdata.
- ◆ Detta kallas för *digitalisering*.
- ◆ Idé: Omvandla informationen till ett begränsat antal värden, dvs gör informationen *diskret*.
- ◆ Varje värde kan nu representeras av ett binärt tal.

# 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).



# Sampling

- ◆ Att *sampla* en signal innebär att man mäter på den vid vissa tidpunkter.
- ◆ En signal består av en kombination av frekvenser.
- ◆ Om högsta frekvensen är  $N$  Hz, måste man sampla med frekvensen  $2N$  Hz [Nyquist].

# Kvantisering

- ◆ *Kvantisering* innebär att man avrundar de samplade mätvärdena till ett begränsat antal amplitudnivåer.
- ◆ Antalet amplitudnivåer bestämmer hur många bitar som behövs för att representera signalen.
- ◆ Exempel: 256 nivåer kräver 8 bitar ( $2^8=256$ ).

# 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

# Kodning

- ◆ Alla avrundade mätvärden kodas till binära tal.
- ◆ Resultatet blir en följd av binära tal som kan lagras i datorn!

# 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



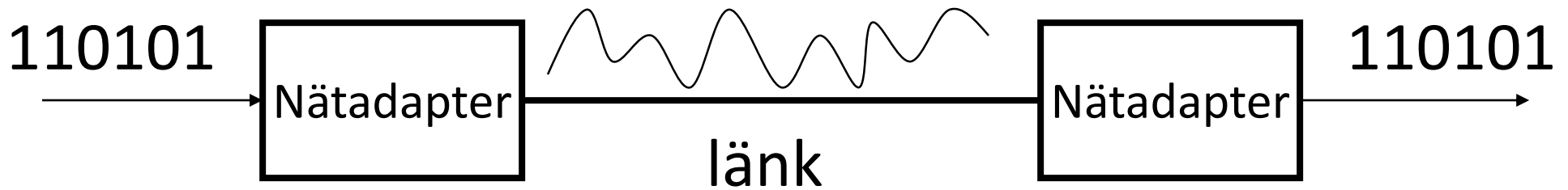
Två datorer kommunicerar över en *länk*.

Länken består av ett *utbredningsmedium*.

# Länkens kapacitet

- En länk kan överföra data med en viss hastighet, som anges i *bitar per sekund*.
- Ett annat mått på länkens kapacitet är *bandbredd*.
- En definition på bandbredd är den högsta och lägsta frekvens som får finnas i en signal som skickas på länken.
- Hög bandbredd medför hög överföringshastighet. Listig kodning innebär ännu högre överföringskapacitet

# Digital kommunikation

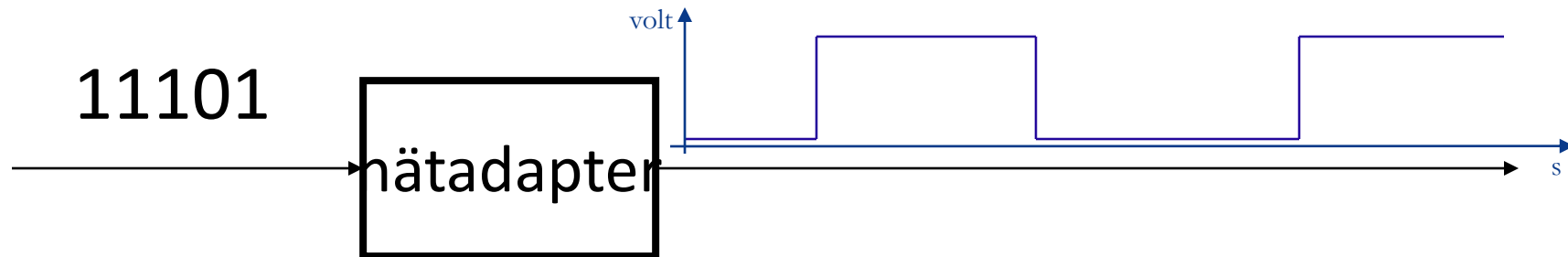


- I sändaren finns det en nätadapter som omvandlar bitarna till signaler som sedan skickas på länken.
- Nätadaptern i mottagaren översätter signalerna till bitar igen.



# Översättning från bitar till signaler

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

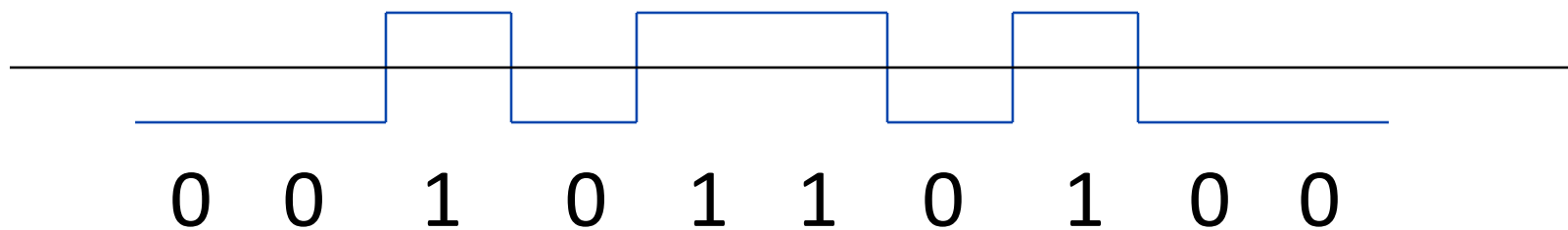


Mottagaren läser av amplitudnivån och tolkar signalen.

# Non-return to zero (NRZ)

Nolla = låg spänningsnivå

Etta = hög spänningsnivå



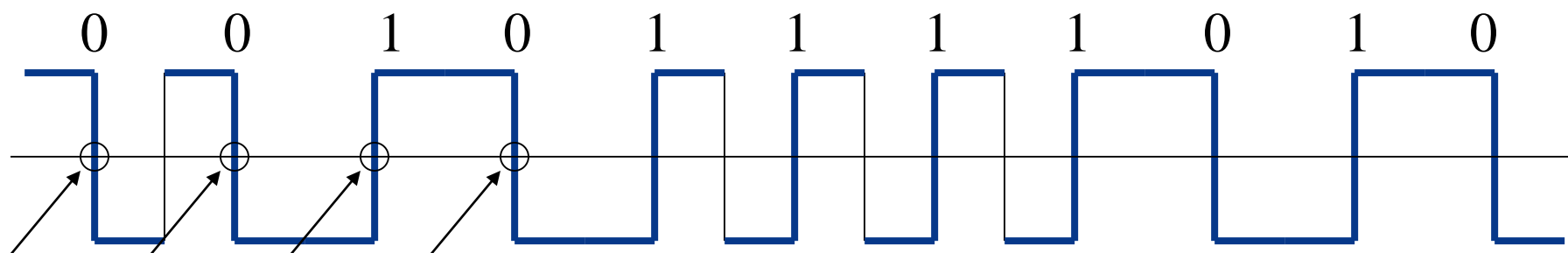
Problem?

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)

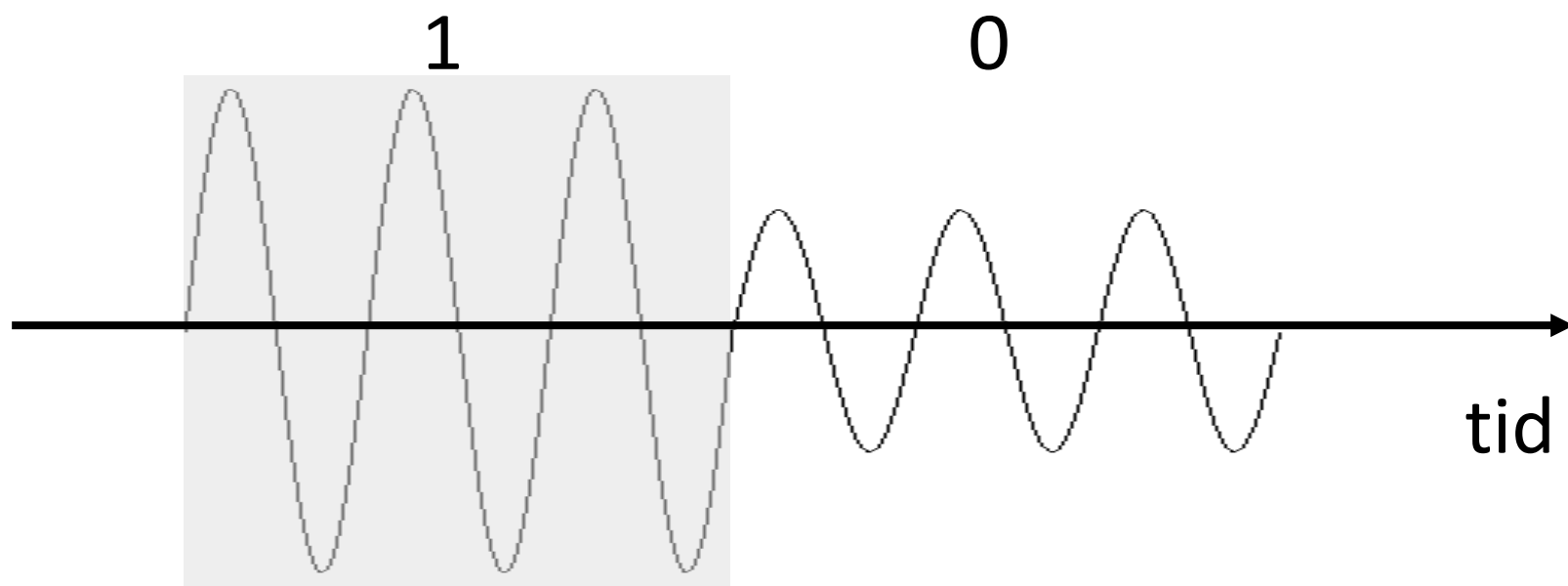
Ett annat sätt att skicka bitar över en länk är genom att använda så kallad *modulering*.

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

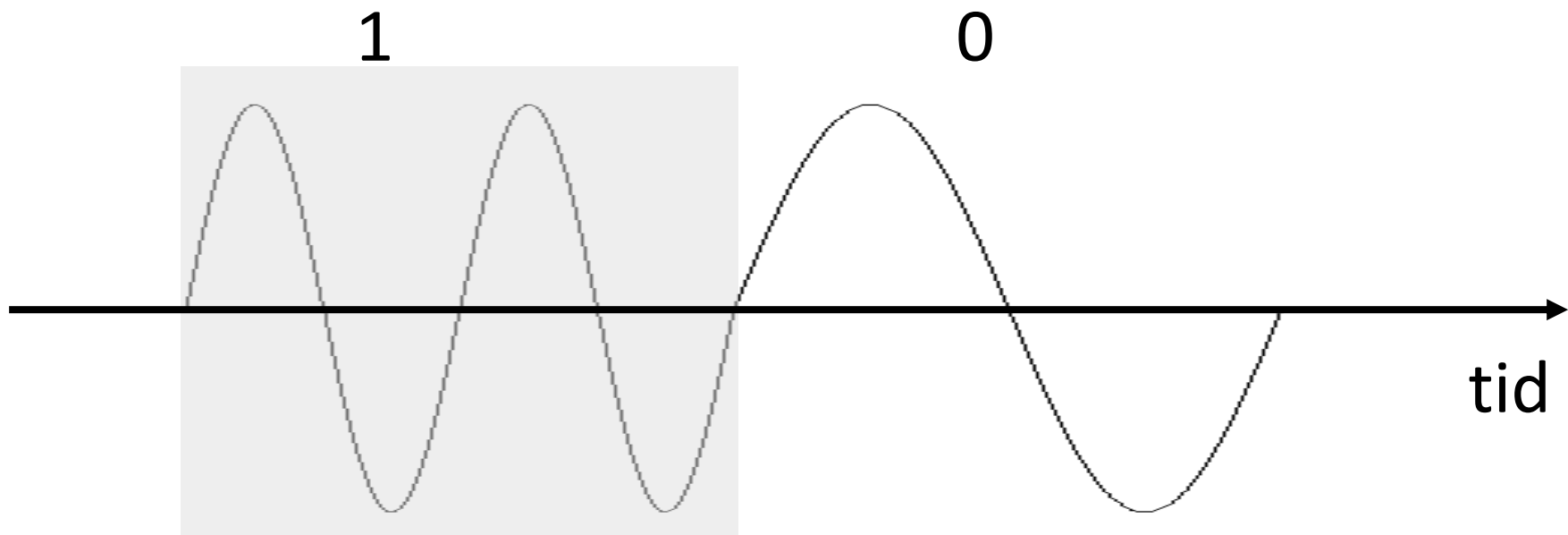
Sinusvåg:  $g(x) = A \cdot \sin(Fx + P) \quad x = 0..2\pi$

Grundfrekvensen i sinusvågen utgör den så kallade *bärfrekvensen*.

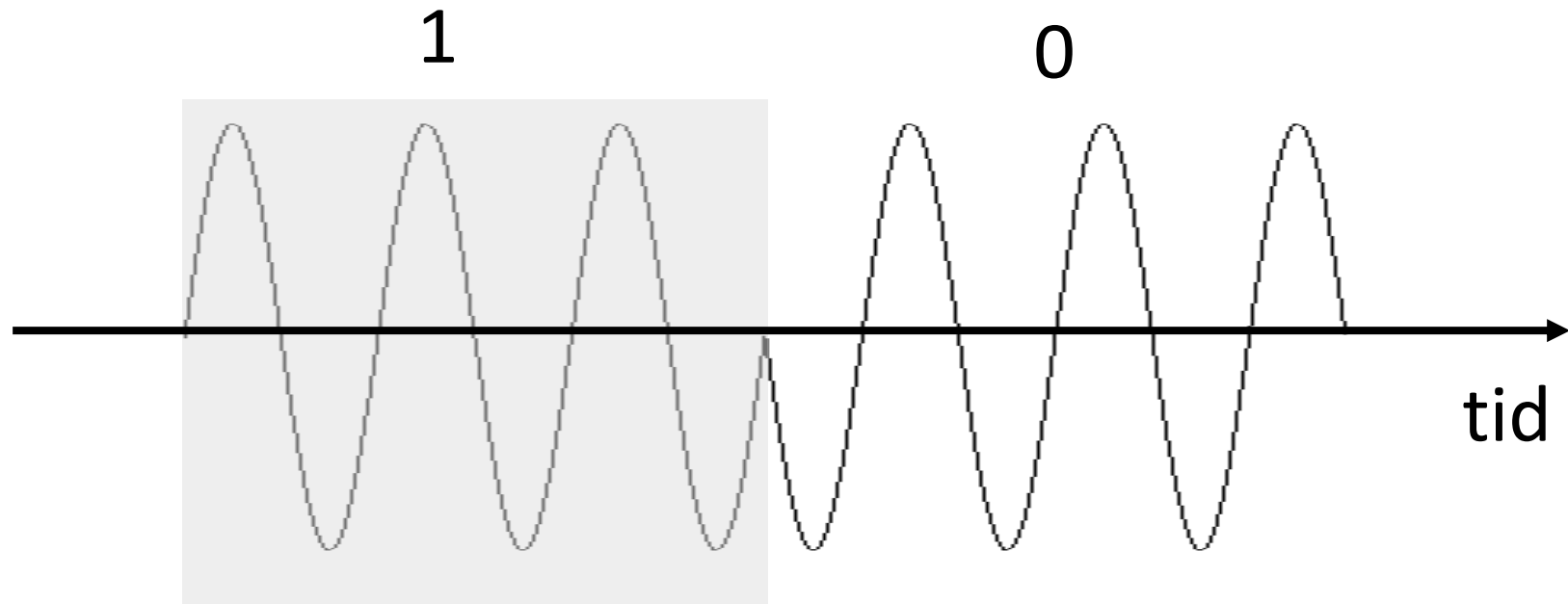
# Amplitudmodulering



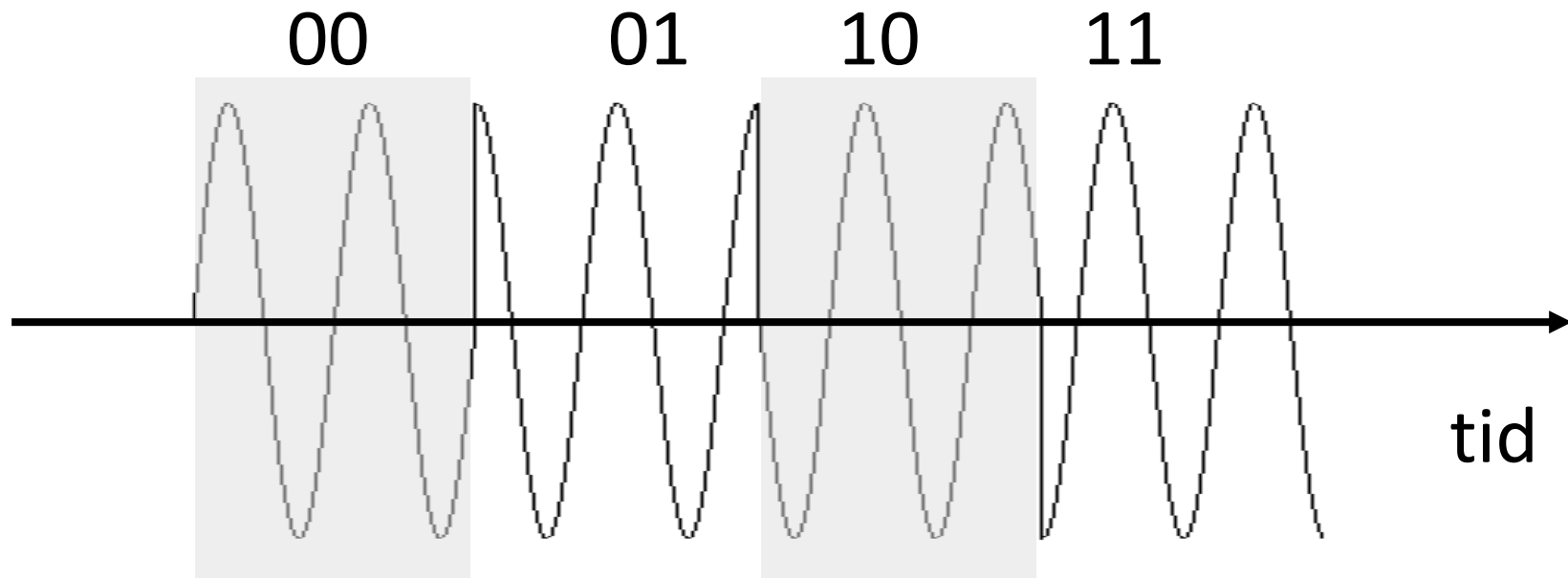
# Frekvensmodulering



# Fasmodulering (1)

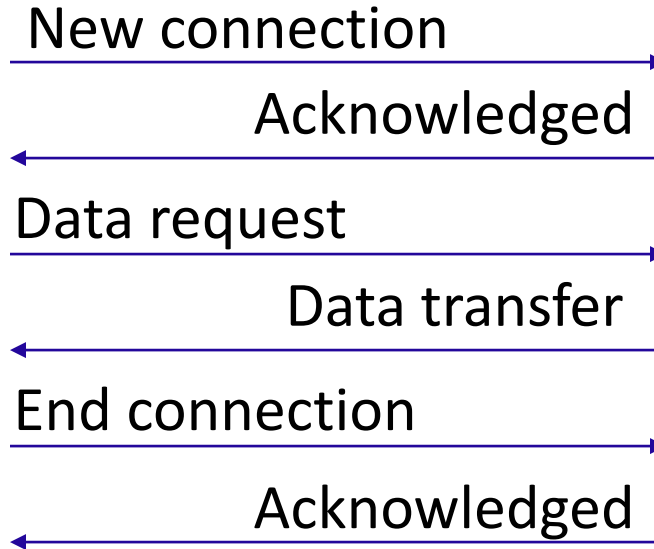


# Fasmodulering (2)





# Datordialog

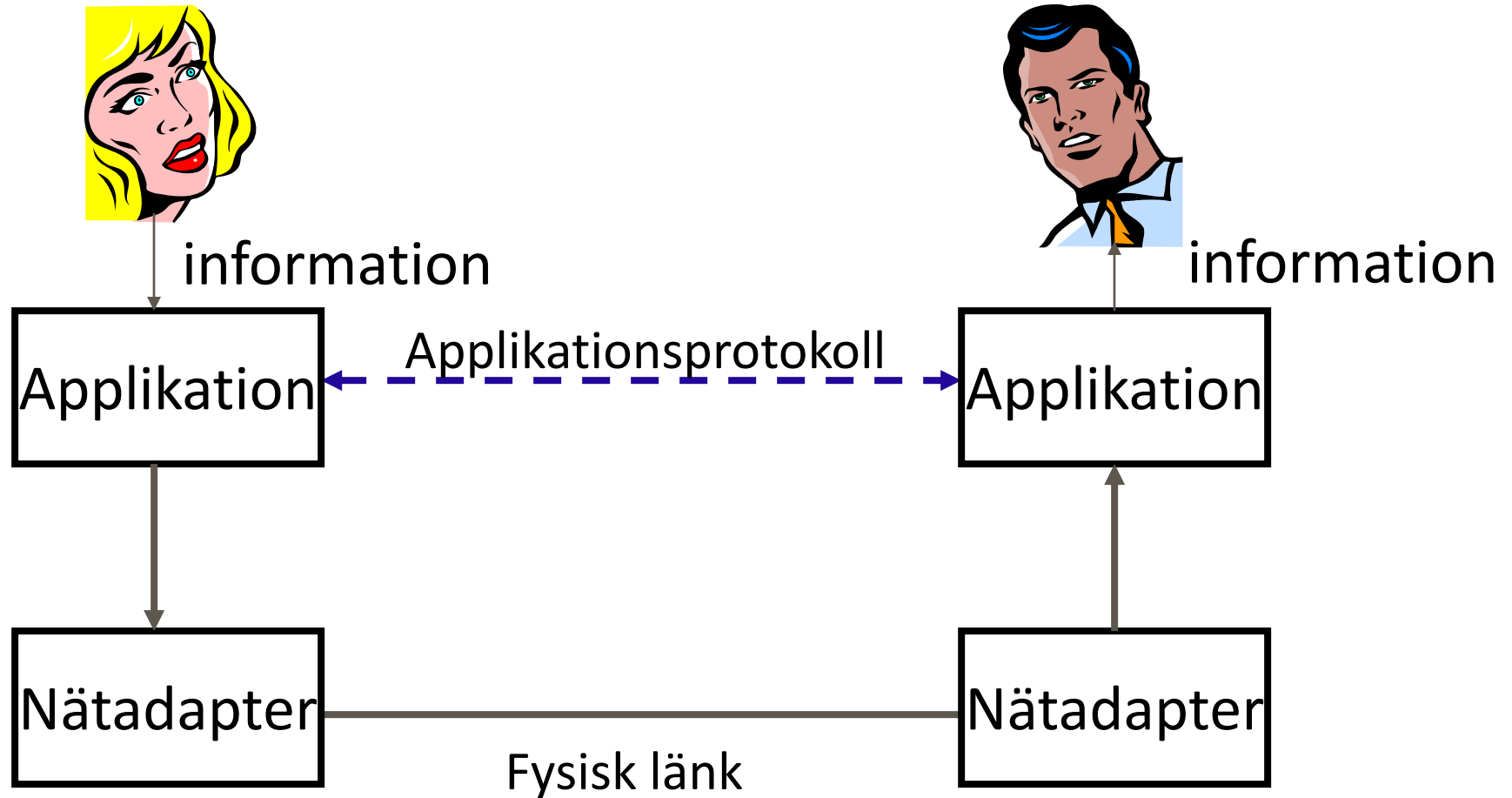


*Dialogstart*

*Informationsutbyte*

*Dialogavslutning*

# Protokoll



# 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



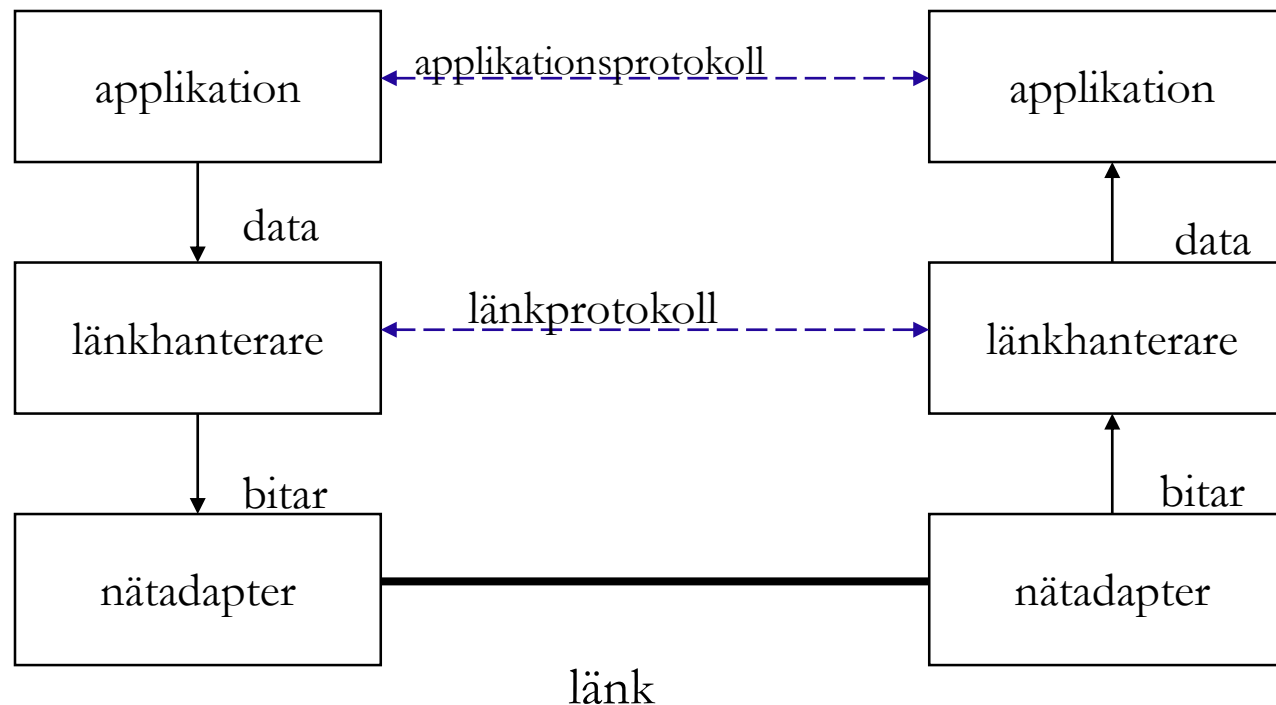
Huvud och svans innehåller kontrollinformation.

# 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.



# 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.

# Paritetsbit

Sändaren lägger till en bit i slutet av paketet.

Jämn paritet = jämnt antal ettor i hela paketet.

Ojämn paritet = ojämnt antal ettor i hela paketet.

Exempel på jämn paritet:

$$\boxed{10011100} + \boxed{0} = \boxed{100111000}$$

# Kontrollsumma (checksum)

- ◆ Upptäcker fler fel än paritetsbit
- ◆ Princip, sändning:
  - Dela upp bitströmmen i flera lika stora segment
  - Summera segmenten
  - Överskjutande ettor adderas till
  - Gör ett-komplement på den nya summan
  - Skicka segmenten + komplementet av summan
- ◆ Princip, mottagning
  - Gör samma sak på meddelande+extrabitarna
  - Om summan=0 så gick det bra



# Cyklisk Redundanscheck (CRC)

Låt bitarna i paketet representeras av ett polynom.

Exempel:

$$\boxed{10011010} = x^7 + x^4 + x^3 + x = M(x)$$

Använd ett generatorpolynom av grad  $k$ .

$$\text{Exempel: } C(x) = x^3 + x^2 + 1 \quad (k=3)$$

Dividera meddelandet med generatorpolynomet. Skicka meddelandet + resten vid divisionen

# Felkorrigering

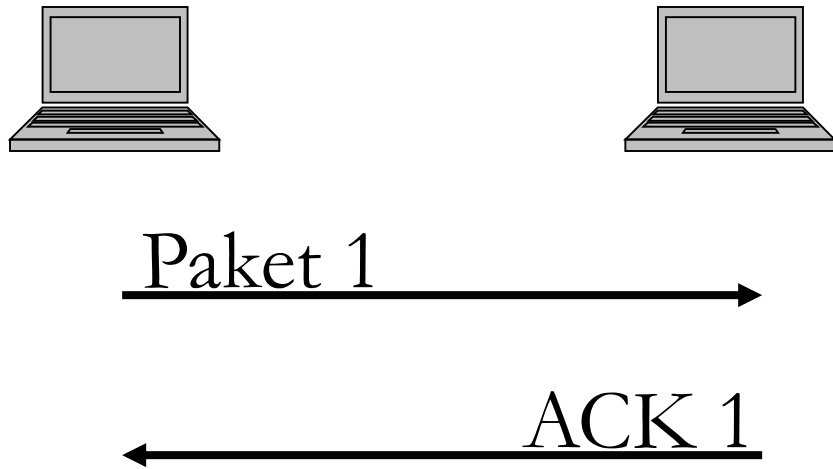
När ett felaktigt paket har detekterats måste felet korrigeras.

Two 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
- Selective-repeat

# Ett länkprotokoll: HDLC

HDLC = High-level Data Link Control



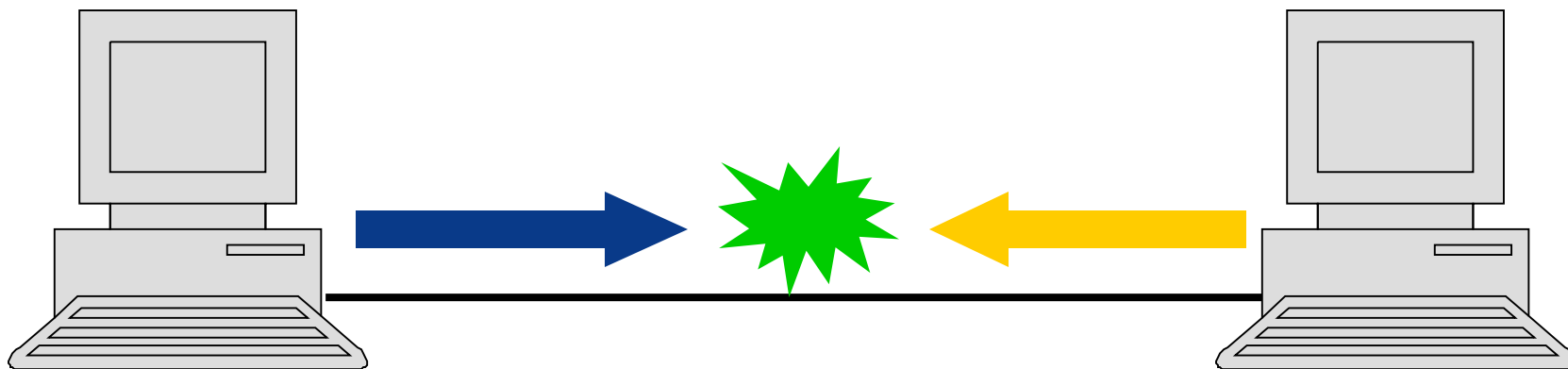
Flagga = 01111110

16- eller 32-bitars CRC

Go-back-N eller Selective-repeat ARQ

Bitstuffing

# Multiplexering



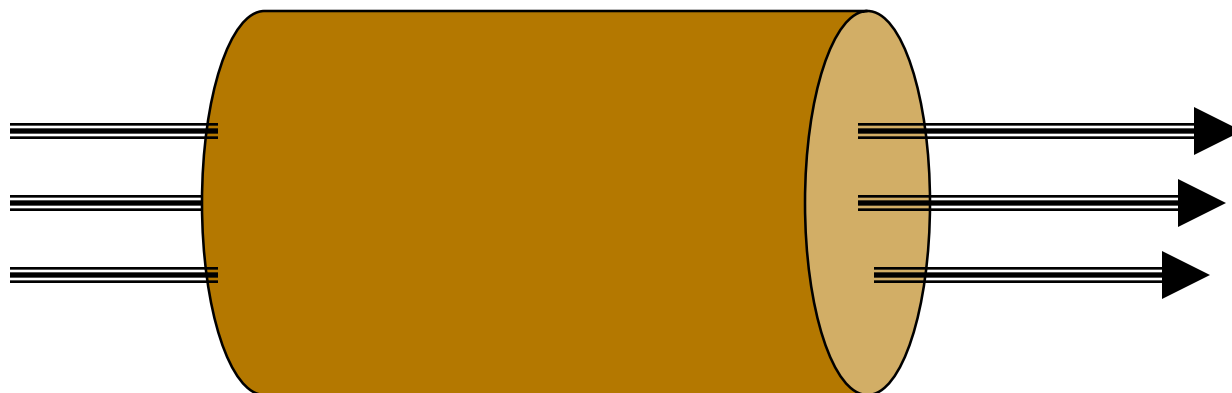
Två datorer som skall skicka data över en länk får ej skicka samtidigt på samma frekvensband eftersom signalerna då överlagras och förstörs.

# 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.

# Generell multiplexering

Man delar in länken i **kanaler** och låter en förbindelse kommunicera över en av dessa kanaler.



# Kapacitetuppdelning

Länkens kapacitet kan delas upp på tre sätt:

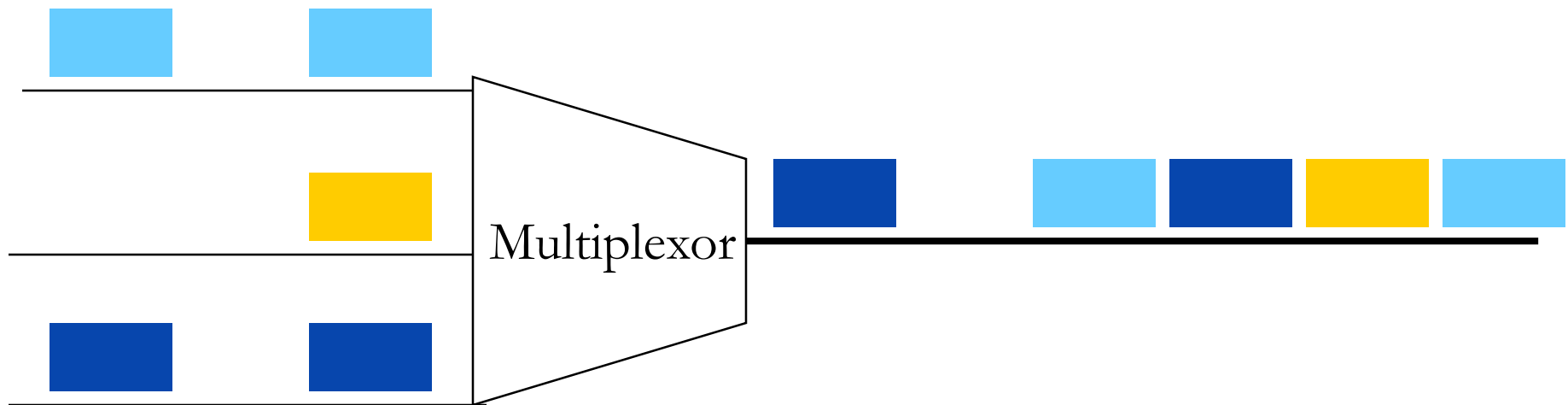
1. Rumsmultiplex
2. Frekvensmultiplex
3. Tidsmultiplex
4. Koduppdelad multiplexering



# Synkron tidsmultiplex

Multiplexorn skickar ut paketen i tur och ordning.

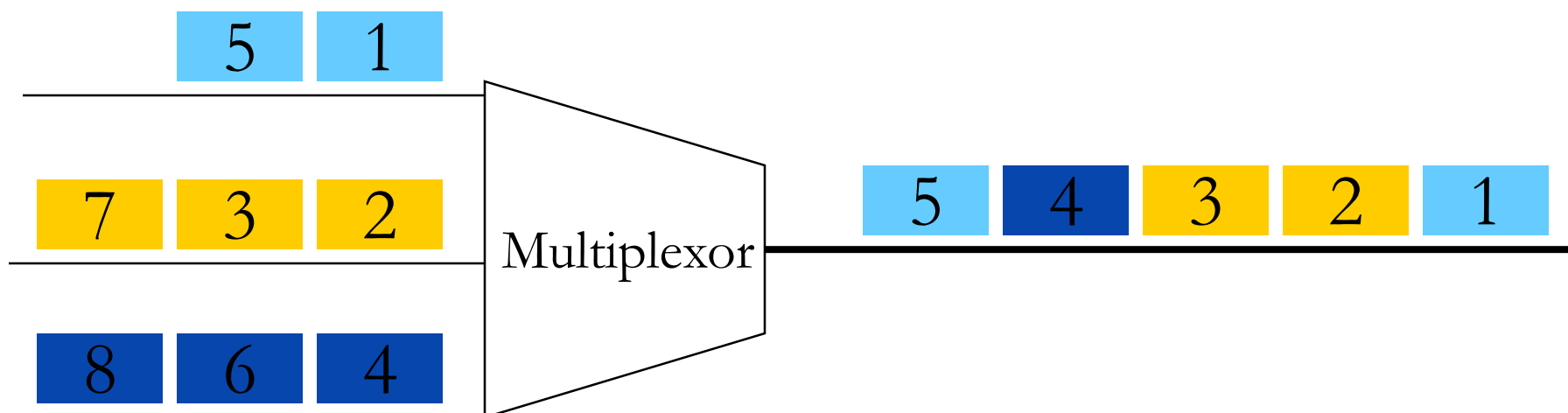
Om en kanal inte har något att sända kommer länken att vara tom.



# Statistisk multiplexering

Paketerna skickas ut på länken efterhand som de kommer till multiplexorn.

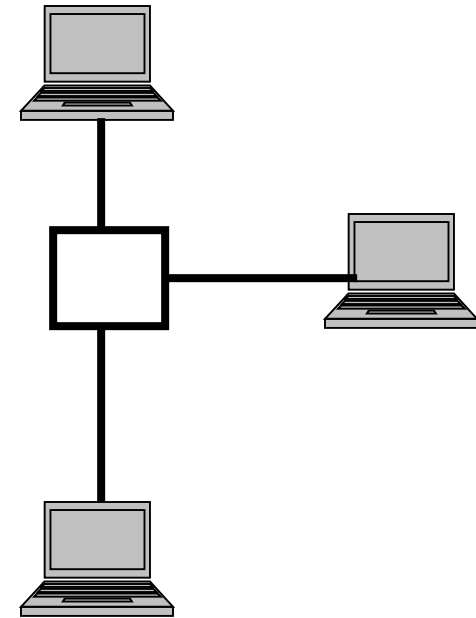
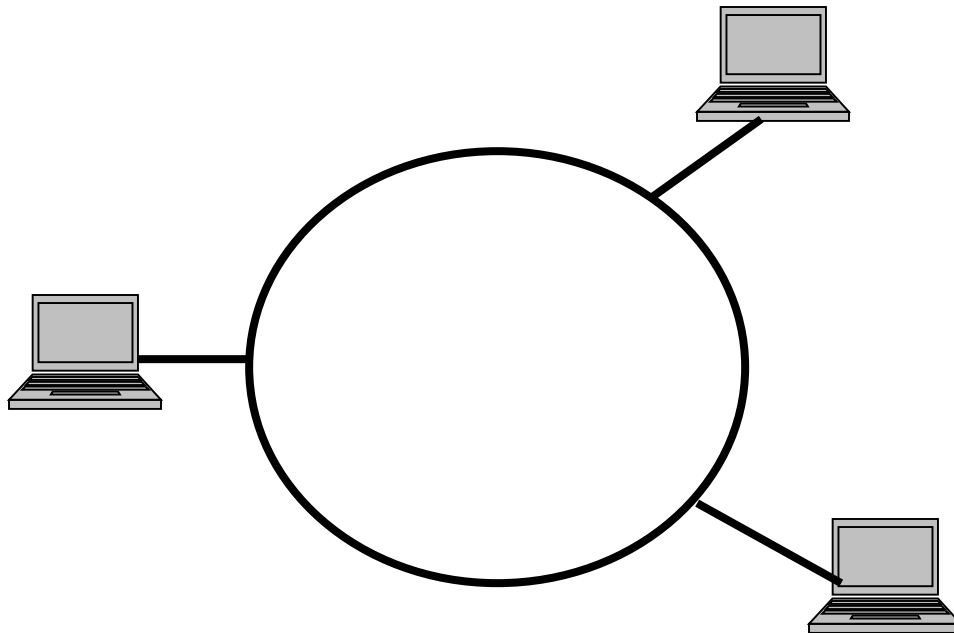
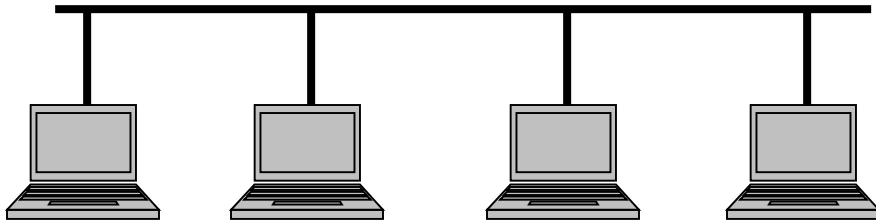
De kan behöva vänta ett tag innan de kan skickas vidare.



# 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**.

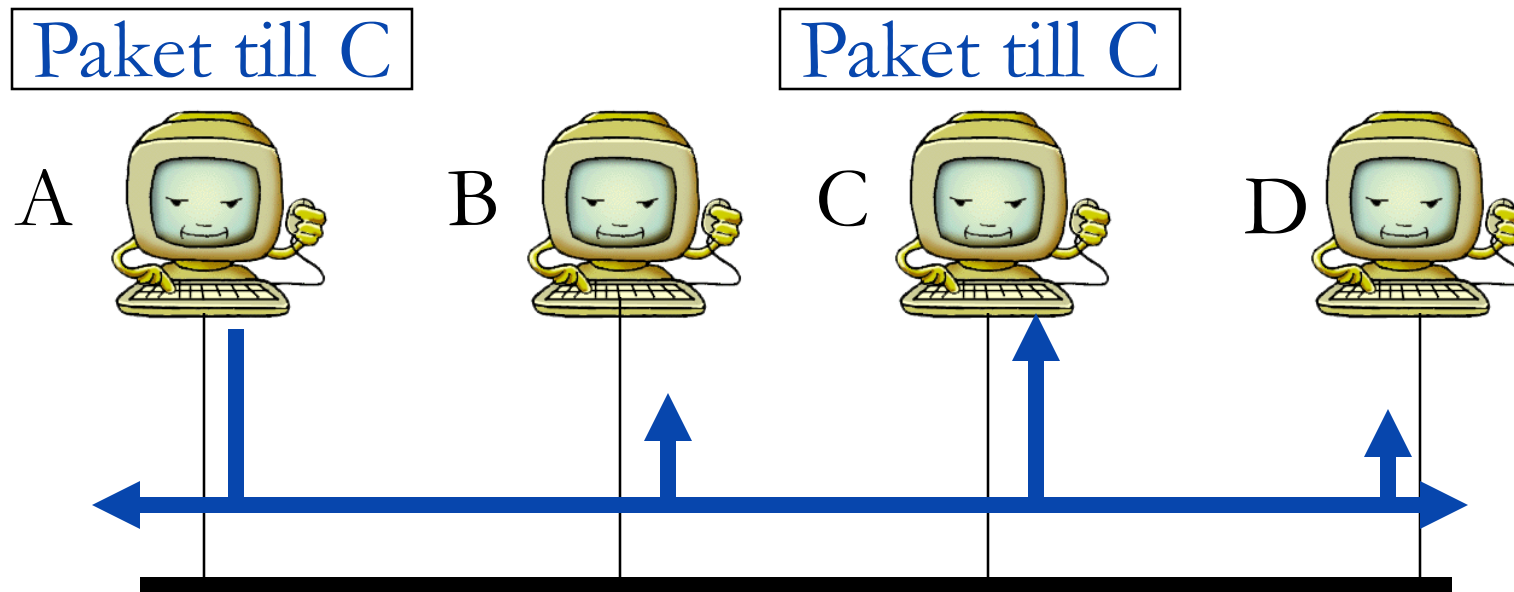
# Olika länktopologier



# 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 **repeaterare**, som ”förstärker” signalen på länken.  
(återskapar signalen, regenerering)

# Att sända data på ett enlänks-LAN



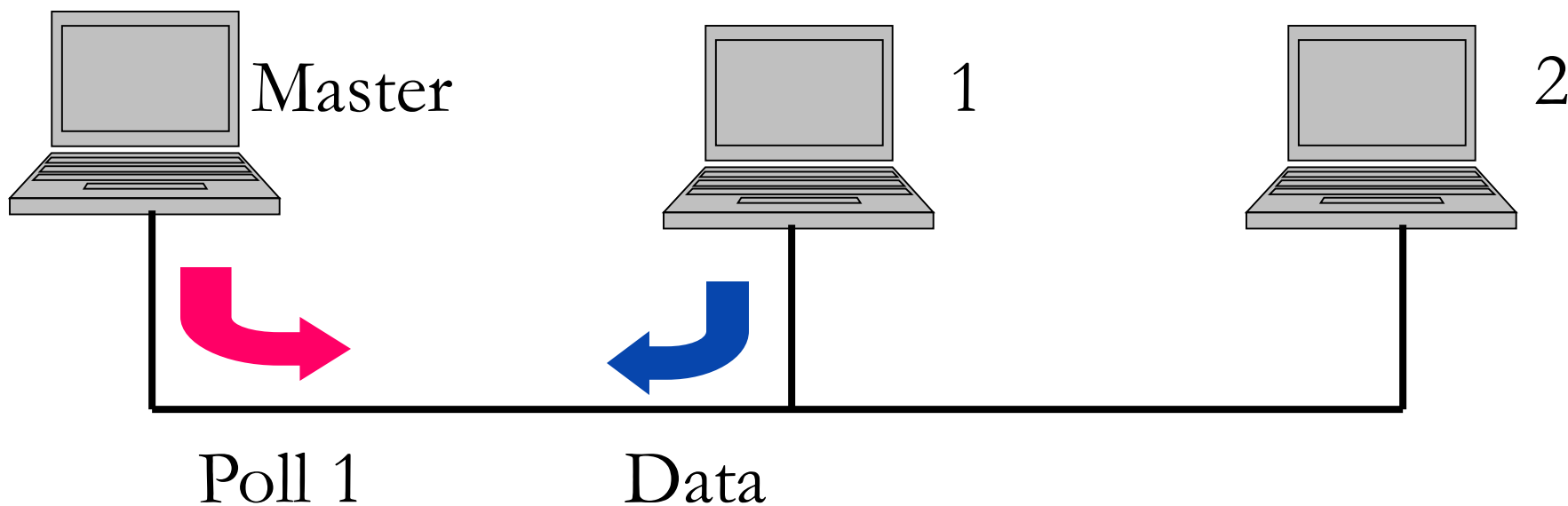
Den dator som har rätt mottagaradress läser in paketet.

# 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

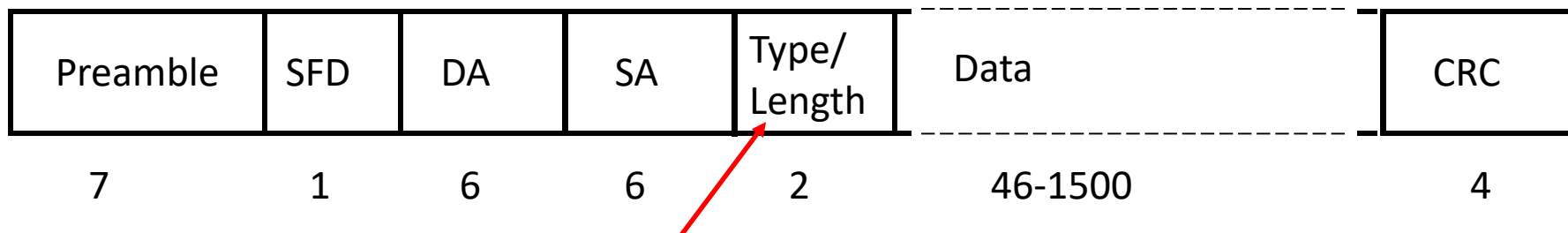
- Länkhanteraren delas in i två skikt:
  - Logical Link Control (LLC)
  - Medium Access Control (MAC)
- Alla 802.x-nät använder samma LLC-protokoll (802.2).
- MAC-protokollet beror på det fysiska nätet.
- En MAC-adress består av 48 bitar.

# 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).

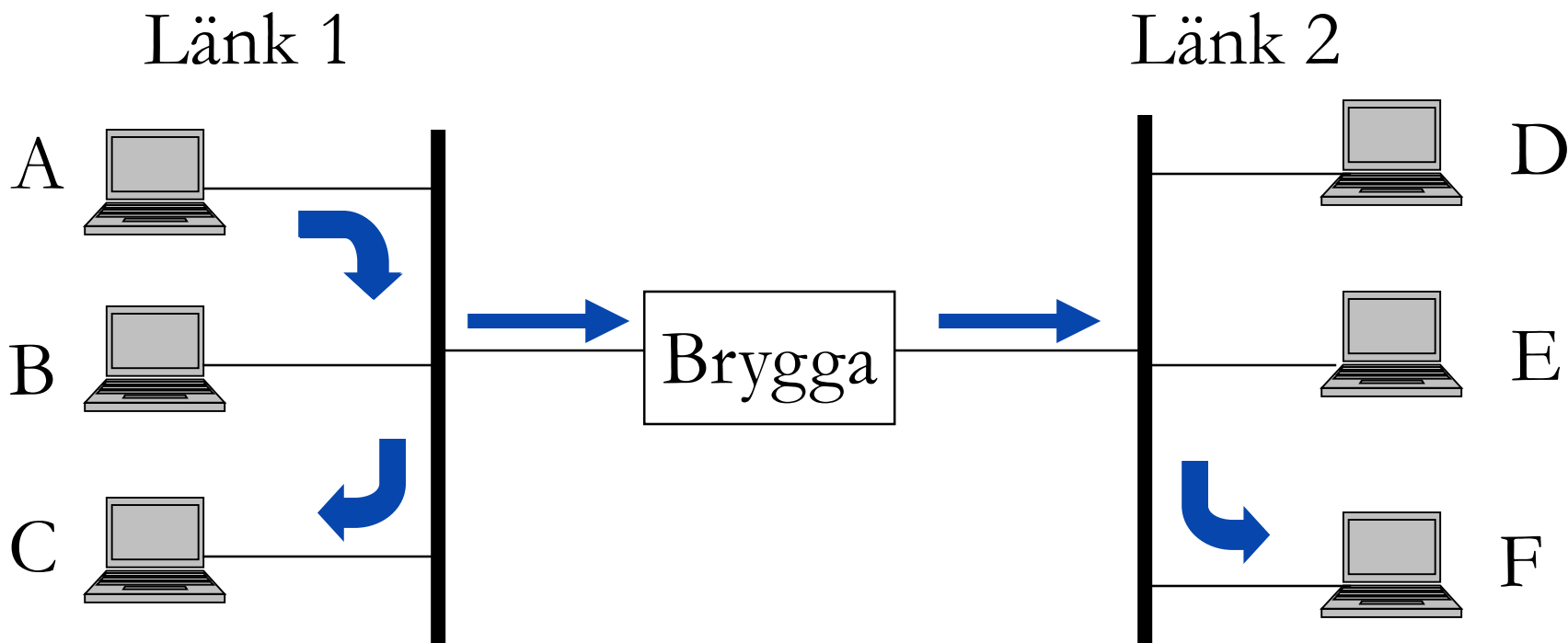


SFD=Start frame delimiter    DA=Destination address    SA=Source address

# 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.

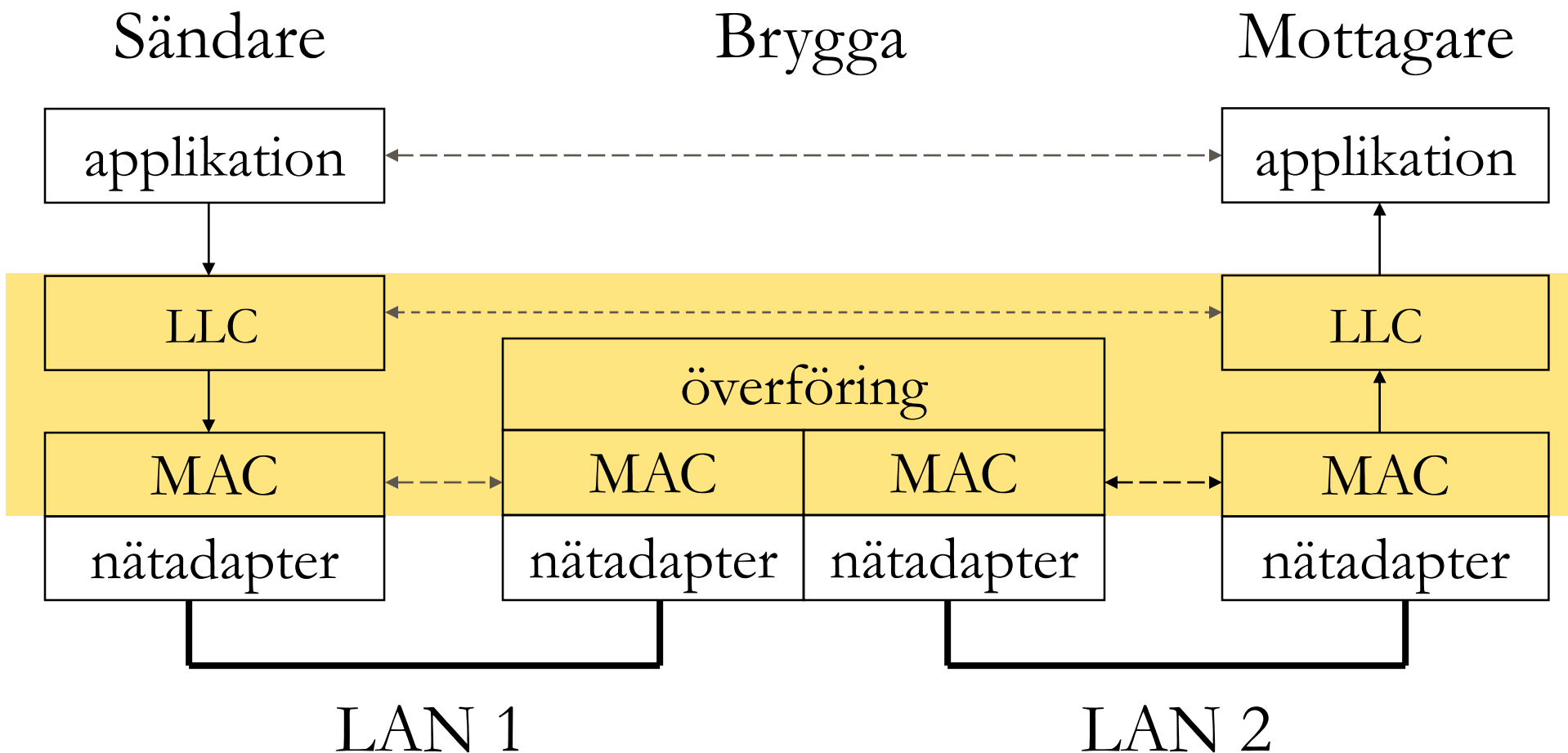
# Bryggans funktion



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

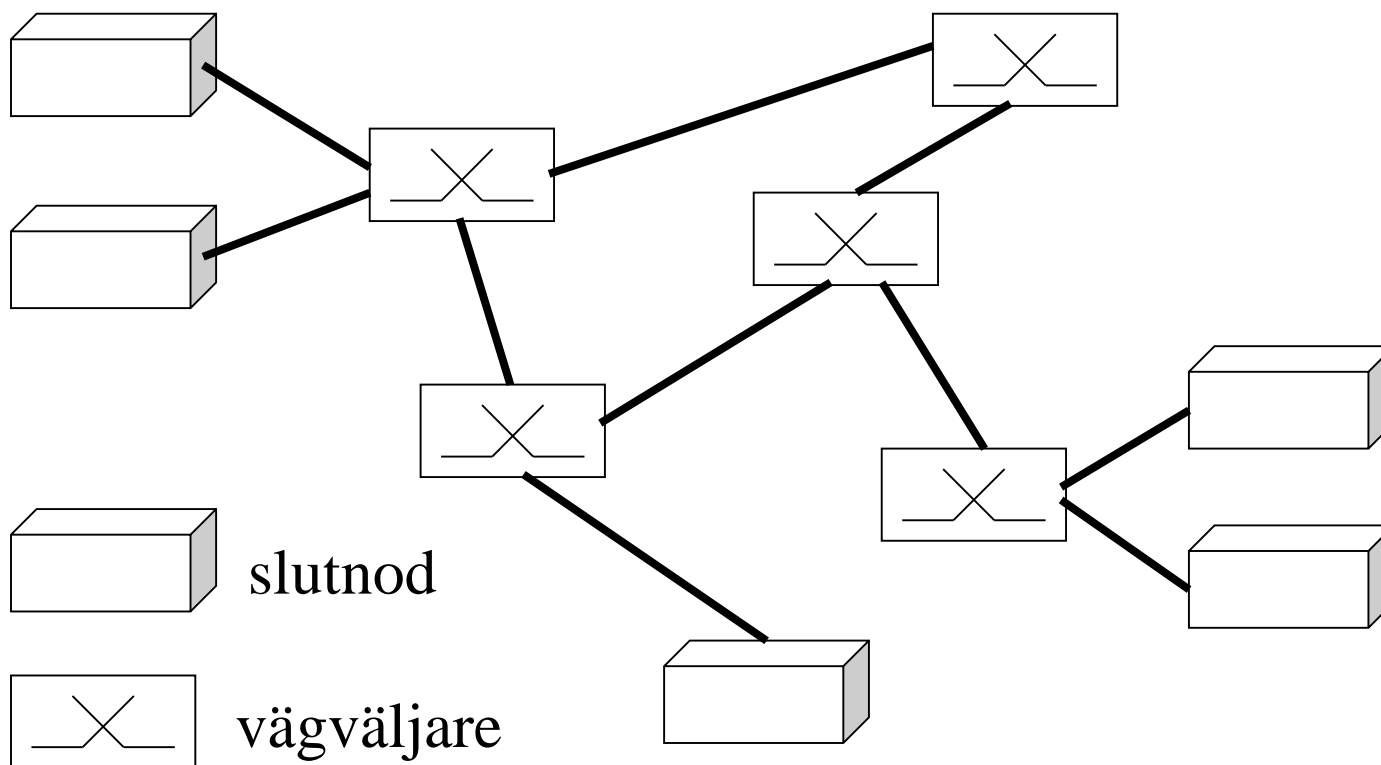


# Protokollstruktur i en brygga



# Nätarkitektur

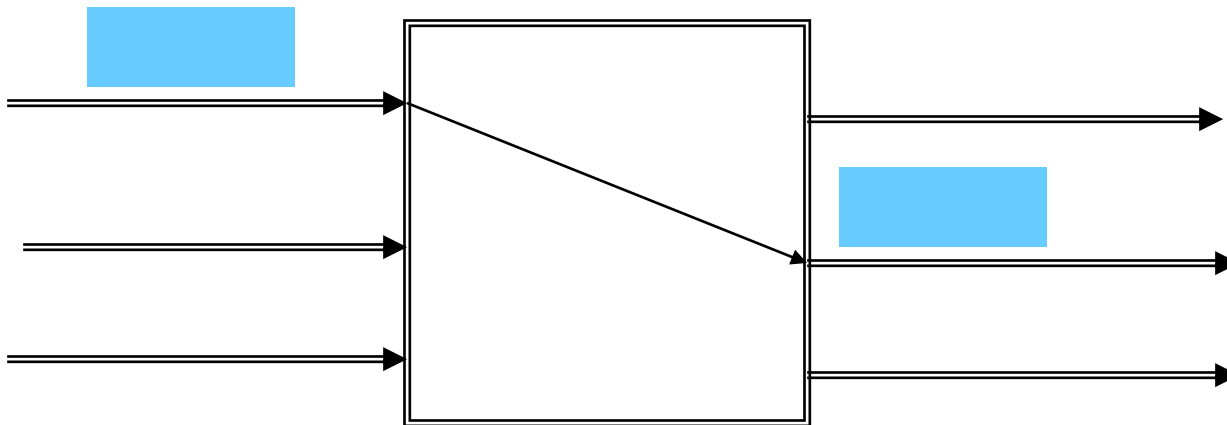
- Vi måste koppla ihop LAN
- Alla stora datanät består av noder och länkar.



# Vad är en vägväljare?

Till vägväljaren kommer det paket, som skall vidare till nästa länk.

Vägväljaren ”kopplar ihop” en inkommande länk med en utgående länk.



# Dataöverföring i stora datanät

Det finns två typer av datanät:

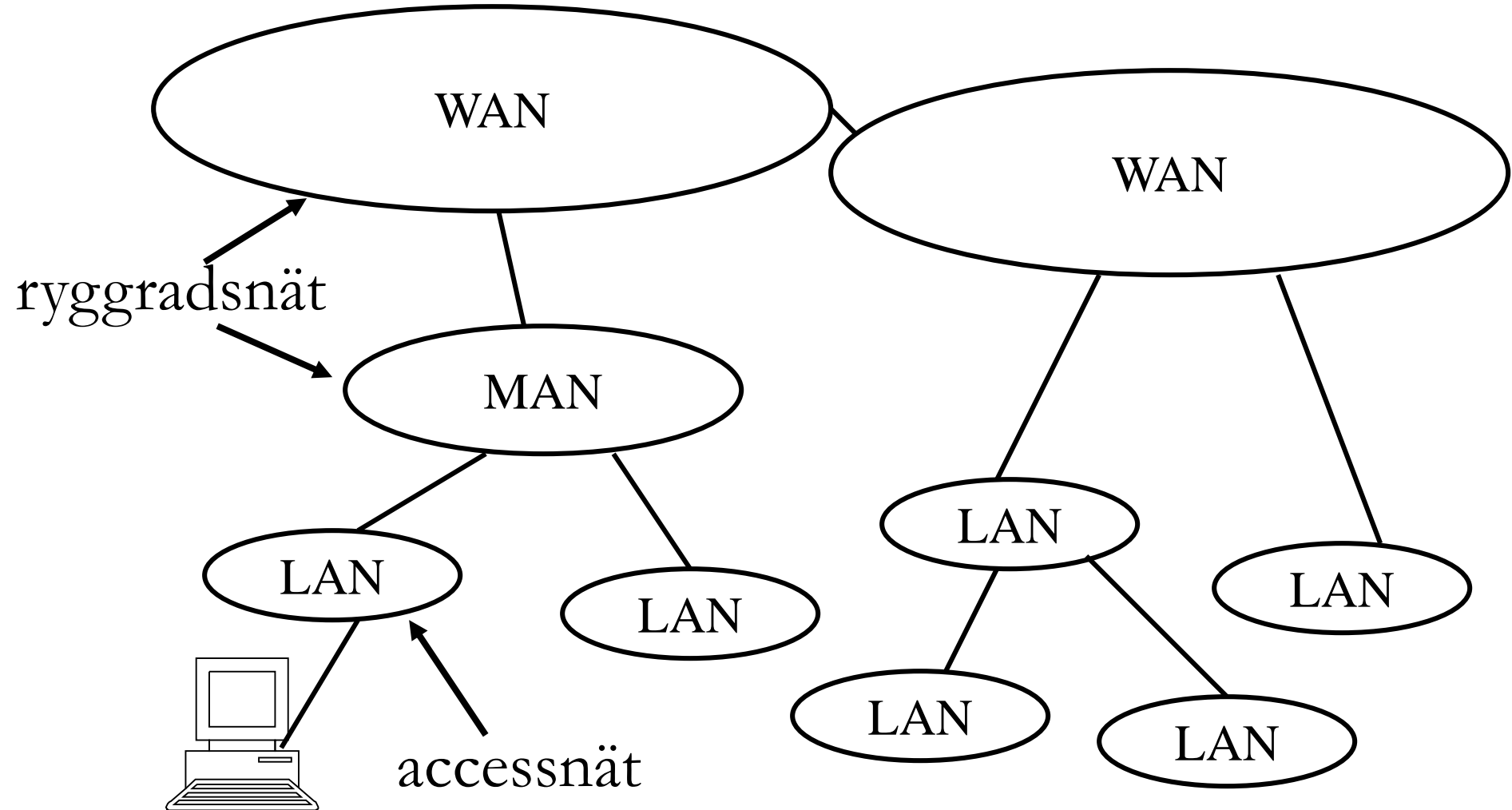
- Kretskopplade nät
  - En direkt fysisk väg kopplas upp mellan sändare och mottagare
- Paketförmedlande nät
  - Data skickas i form av paket, ingen egen fysisk väg
  - Kan använda logiska vägar, så att alla paket går samma väg.

# Paketförmiddlad dataöverföring

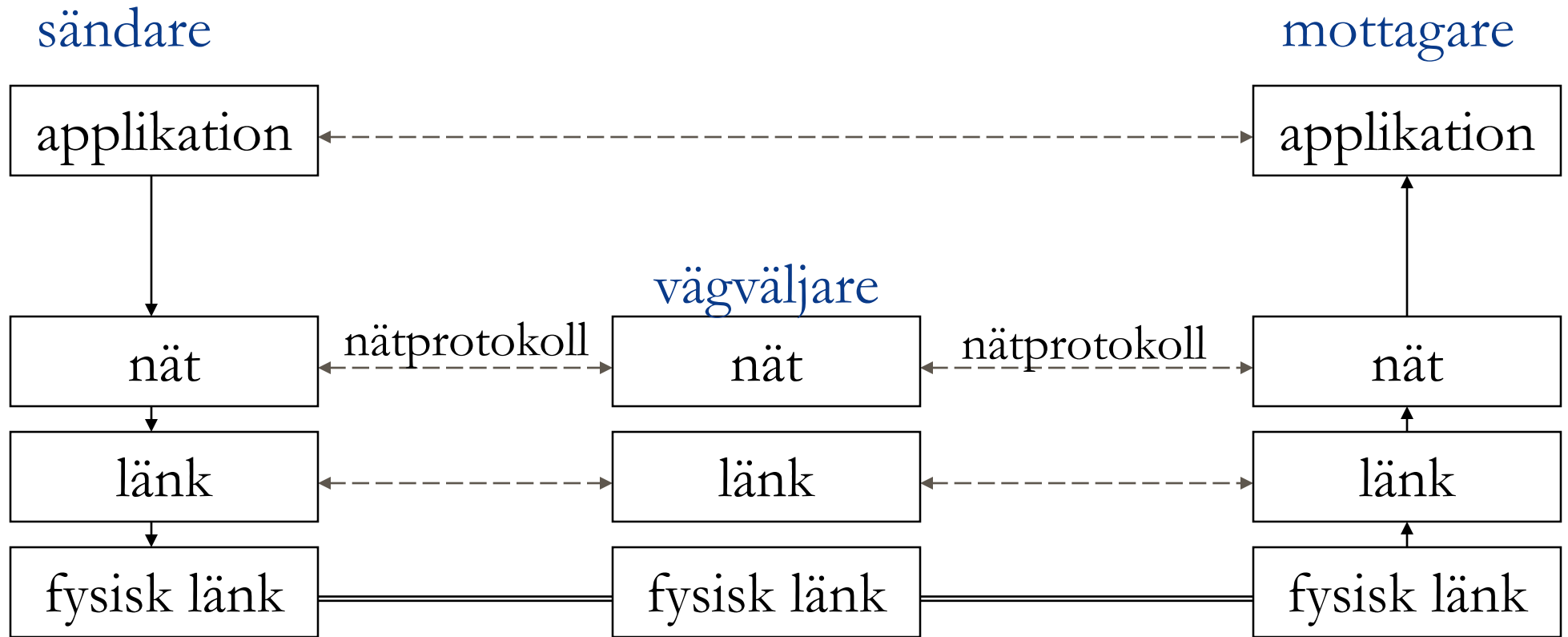
Två typer av dataöverföring:

- Förbindelseorienterad
- Förbindelsefri

# Sammankoppling av nät



# 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**”.



# Internet Protocol

Det finns idag två versioner av IP: version 4 (IPv4) och version 6 (IPv6). Alla datorer och vägväljare mellan sändare och mottagare måste använda samma version.

IPv4 är den ”gamla” versionen utvecklad på 70-talet.

IPv6 innehåller fler adresser, stöd för nya tillämpningar tex realtidsapplikationer samt funktioner för kryptering och autentisering.

# IPv6-adresser

Varje värddator 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 : 2341<sub>16</sub>

# 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

# Klasslös adressering

Man använder en så kallad **mask** för att ange vilka bitar som hör till nät-id respektive värd-id.

En etta i masken indikerar att adressbiten på motsvarande plats ingår i nät-id.

# Adressexempel

Adress: 11011110 00010111 01000011 01000100

Mask: 11111111 11111111 11000000 00000000

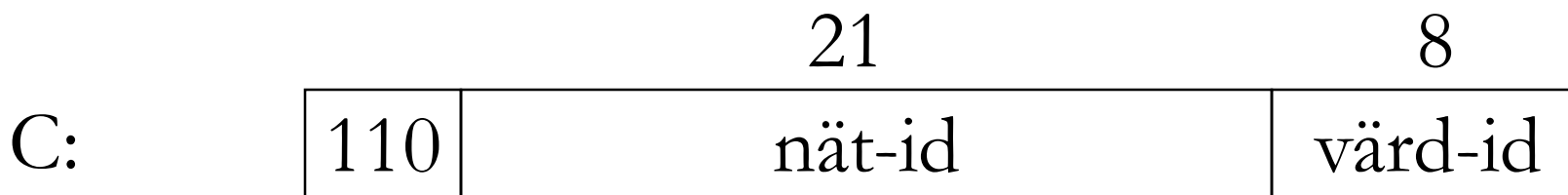
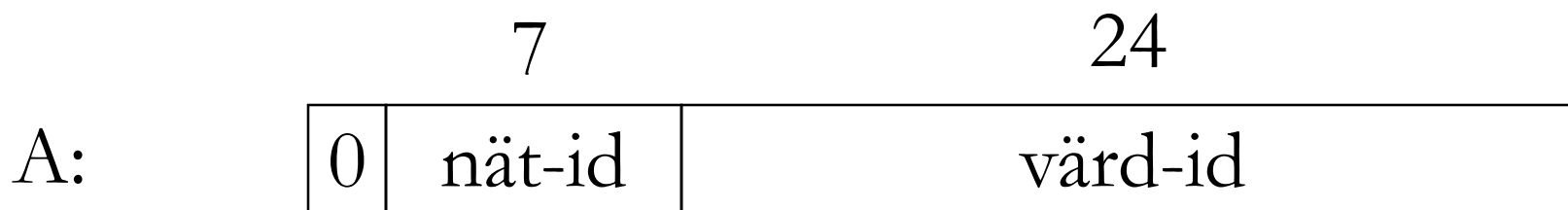
---

Nät-id: 11011110 00010111 01000000 00000000

Värd-id: 00000000 00000000 00000011 01000100

# IP-adresser forts.

Det finns tre olika **adressklasser**: klass A, B och C.



# Innehållet i IPv6 pakethuvudet

0            4            12            16            24            31

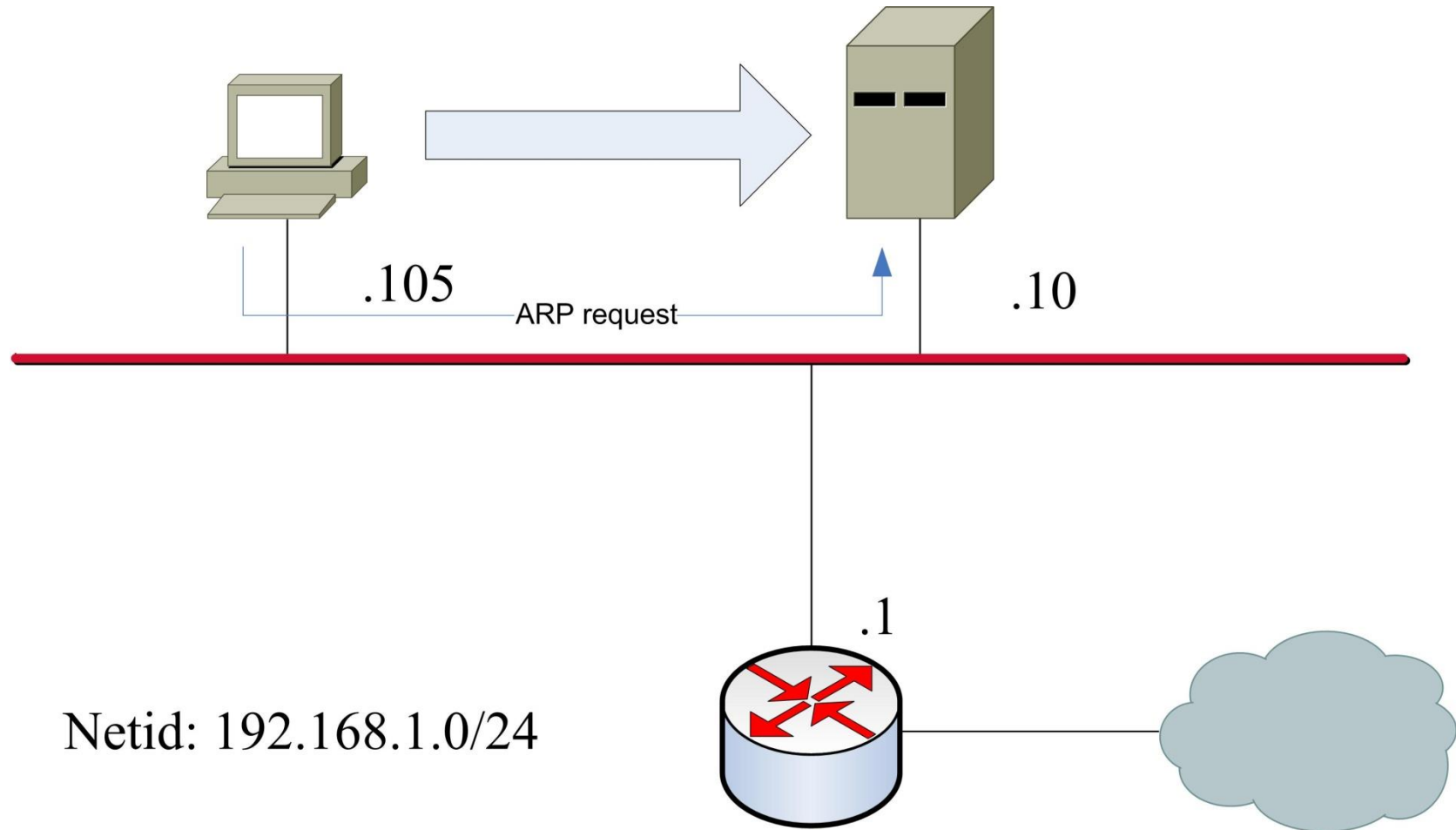
Vers.	Traffic class	Flow label		
Payload length		Next header	Hop limit	
Sändaradress (16 bytes)				
Mottagaradress (16 bytes)				

# Innehållet i IPv4 pakethuvudet

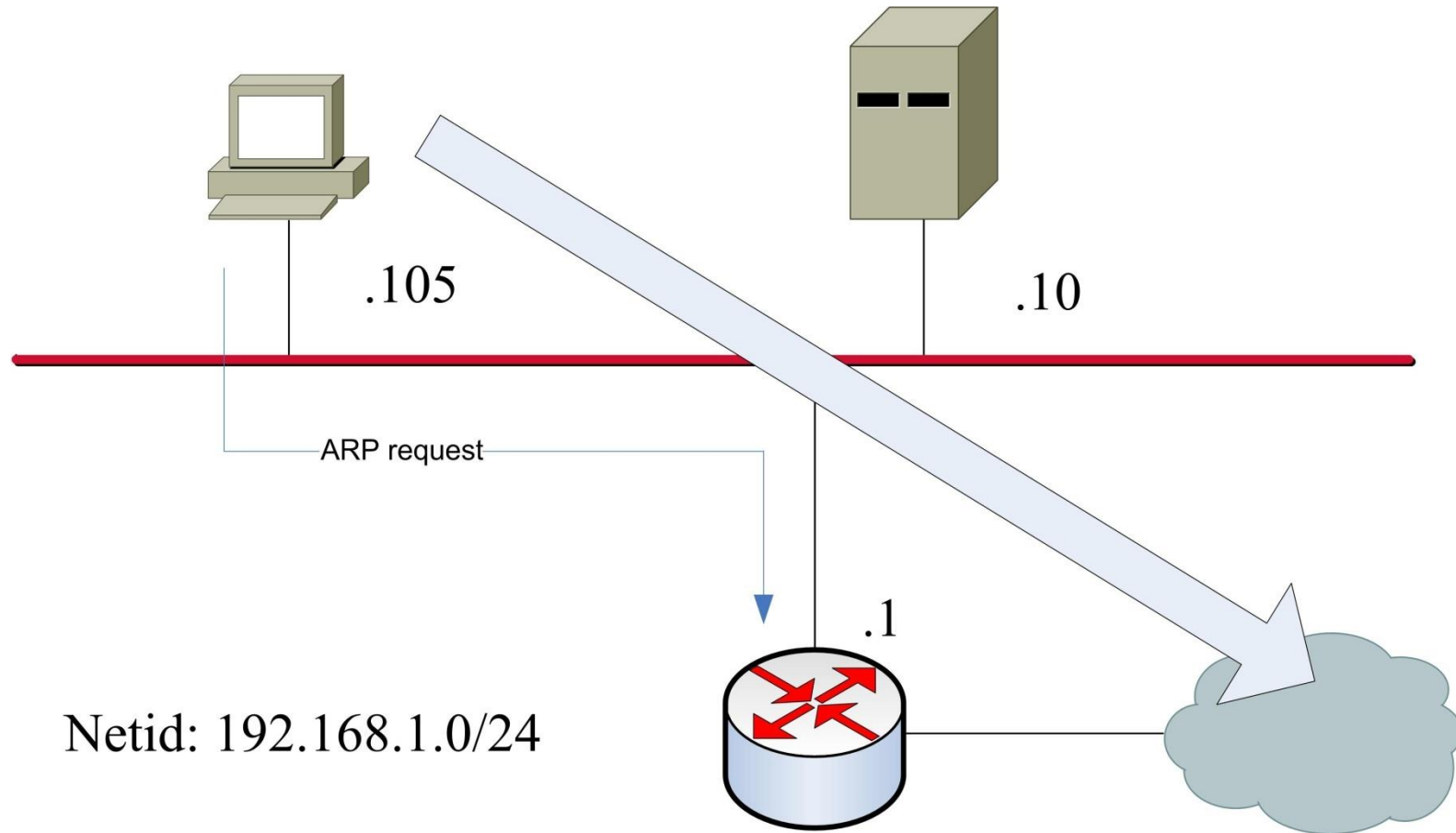
0	4	8	16	31
vers.	hl.	typ	paketlängd	
sekvensnummer			frg.	fragmentposition
livstid		protokoll	kontrollsumma	
sändaradress				
mottagaradress				
ev. tillval			utfyllnad	



# 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.

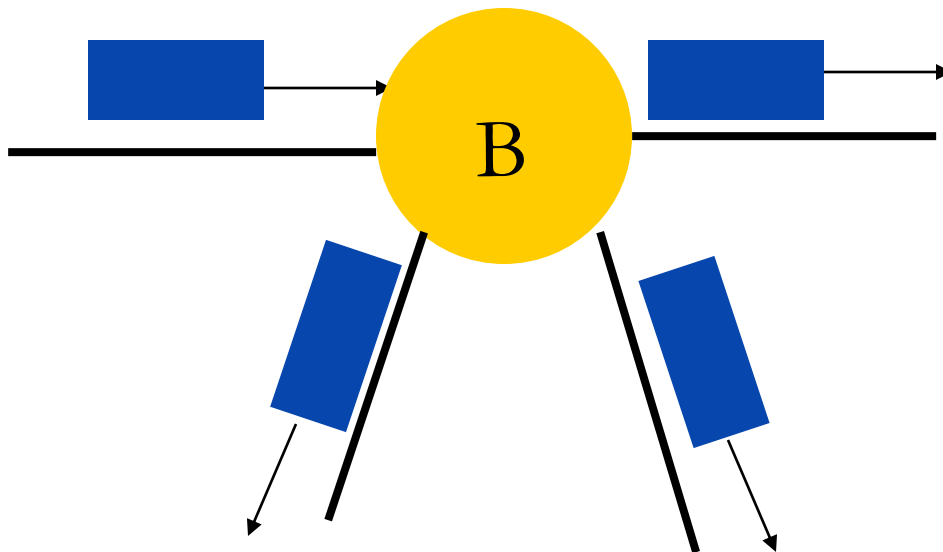
Vägvalsalgoritmen måste också klara av förändringar i nätet.

Vägvalsalgoritmer kräver **länkkostnader**

# Flooding

I Flooding skickas ett inkommande paket ut på samtliga länkar.

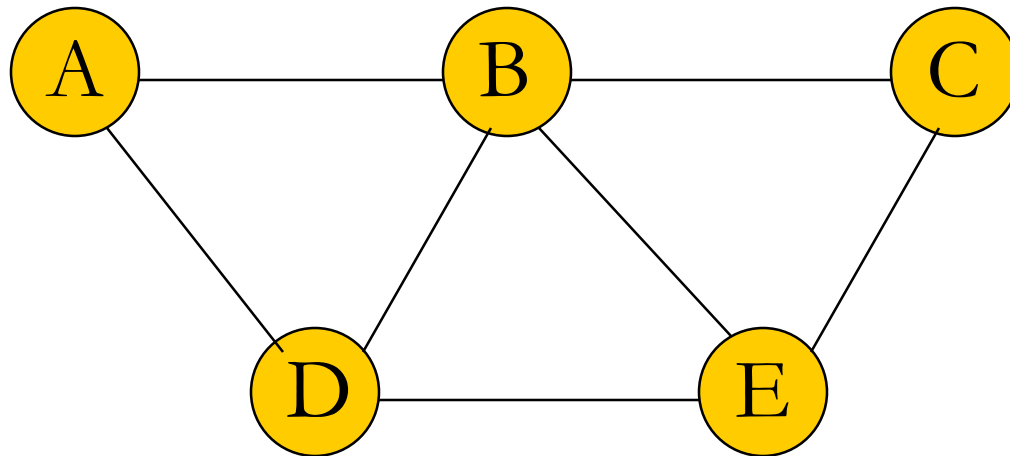
En hop-count används för att inte skapa loopar.



# Least-hop path

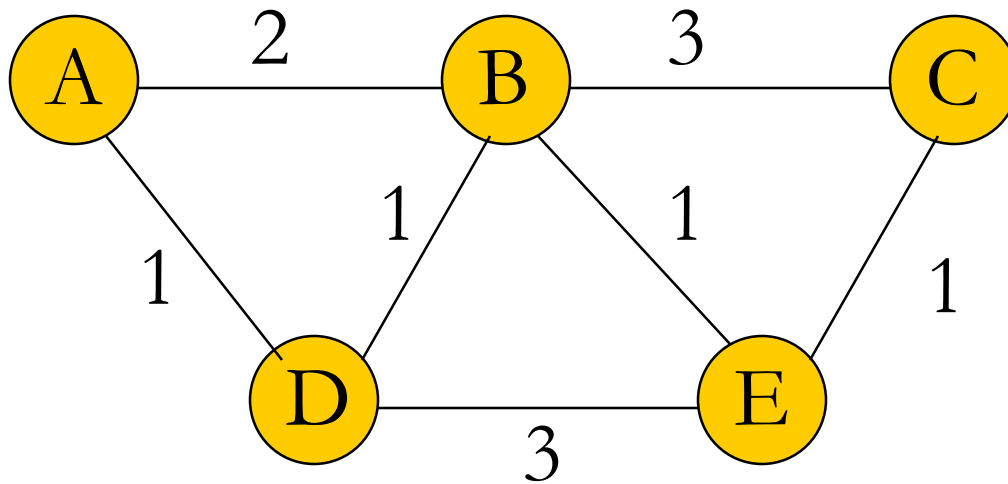
Least-hop path fungerar bäst om alla länkar har samma kostnad.

Den väg som innehåller minst antal steg är bäst.



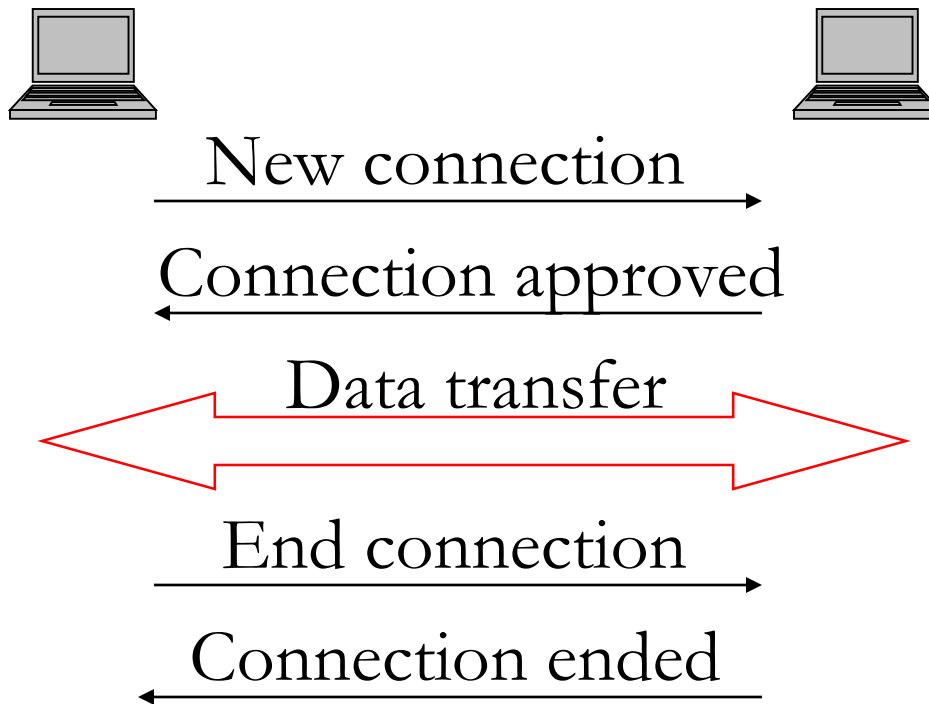
# Least-cost path

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



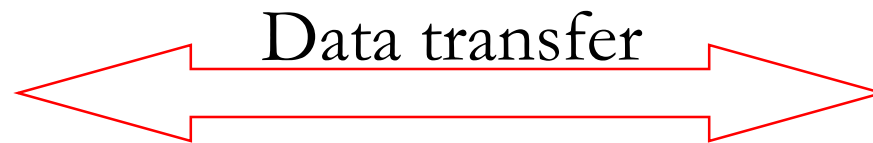
# Förbindelseorienterad dataöverföring

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



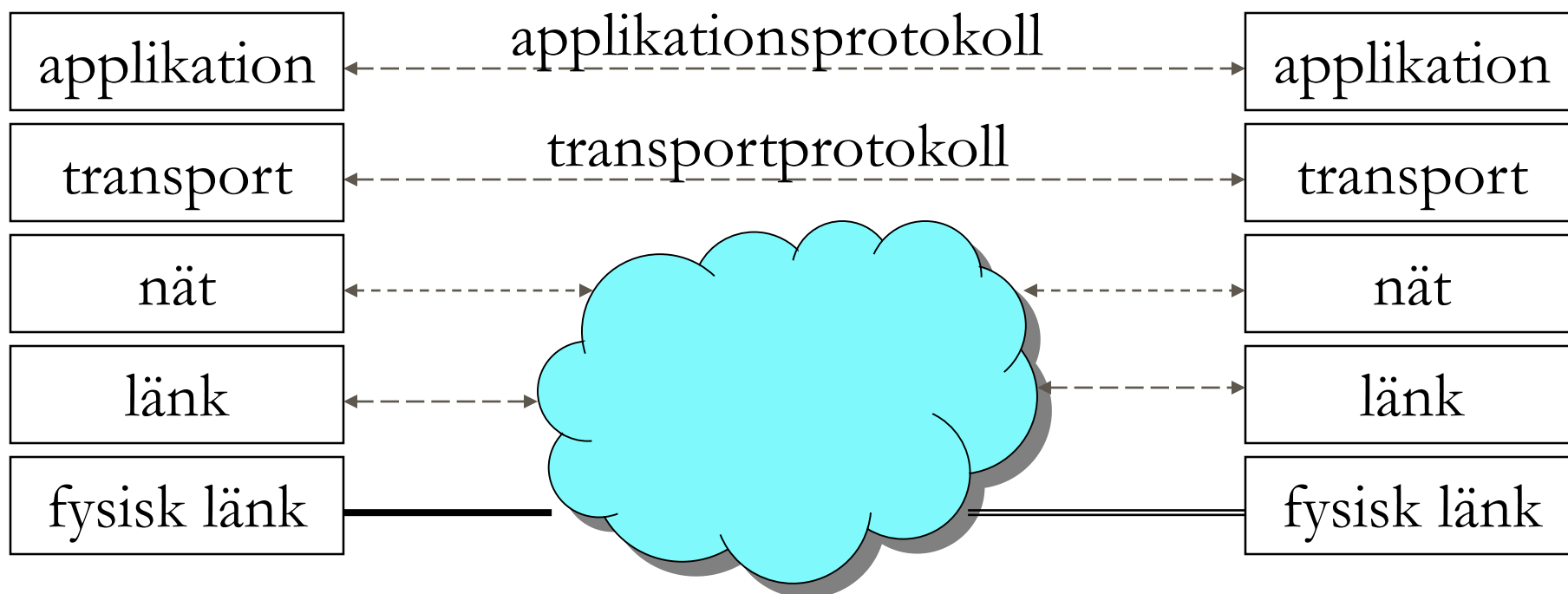
# Förbindelsefri dataöverföring

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

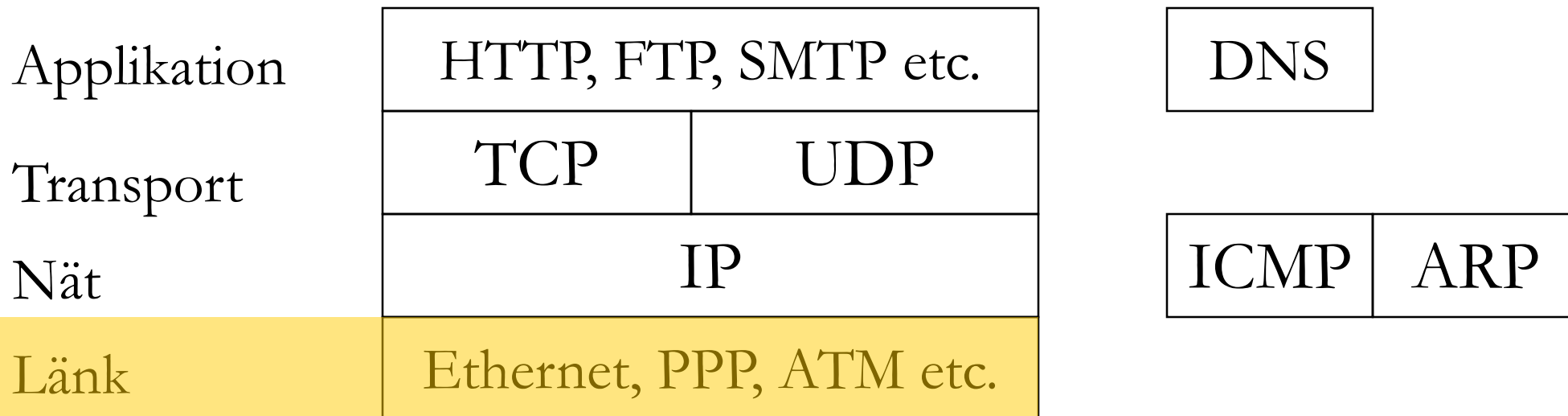
# OSI-modellen

OSI-modellen innehåller 7 skikt el. nivåer (layers).

Applikation	7
Presentation	6
Session	5
Transport	4
Nät	3
Länk	2
Fysisk	1

# Internets protokollstack

Internet har endast 3 skikt i sin protokollstack.



# Jämförelse med OSI-modellen

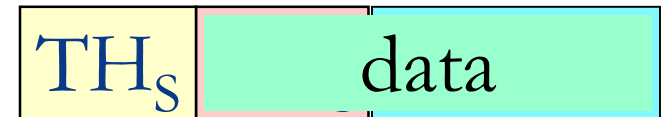
OSI-modellen	TCP/IP-modellen
Applikation	Applikation
Presentation	
Session	
Transport	Transport
Nät	Nät
Länk	IP-bärande nät
Fysisk	

# Sändarsidan

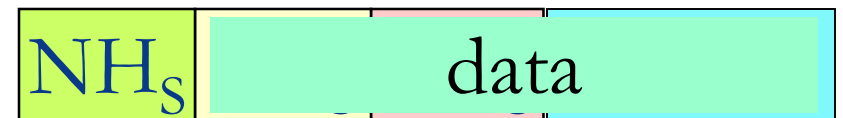
applikation



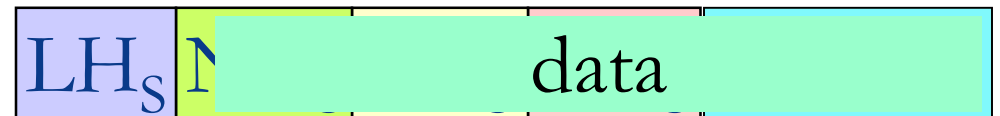
transport



nät



länk



fysisk länk

11010101100011100011....



# Mottagarsidan

applikation



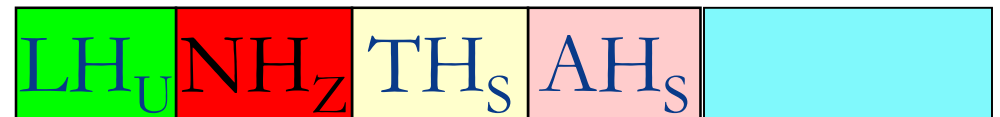
transport



nät



länk



fysisk länk

110100111011000011....





# 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

# Felsökning

”Att mäta är att veta”

ping

- ◆ icmp echo

tracert

avlyssning (sniffning)

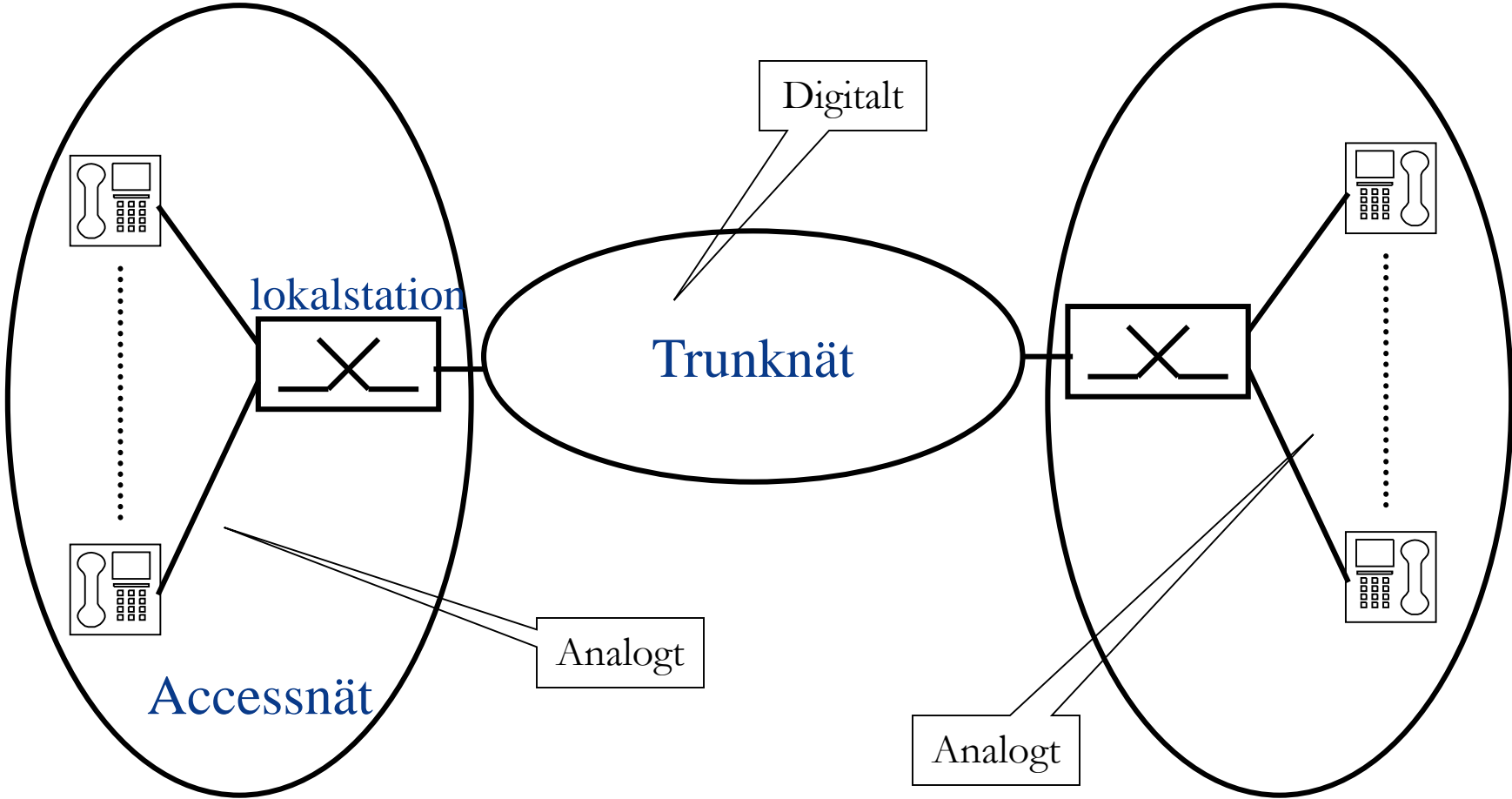
loggar

# ICMP

## Hjälpprotokoll till IP Meddelanden

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

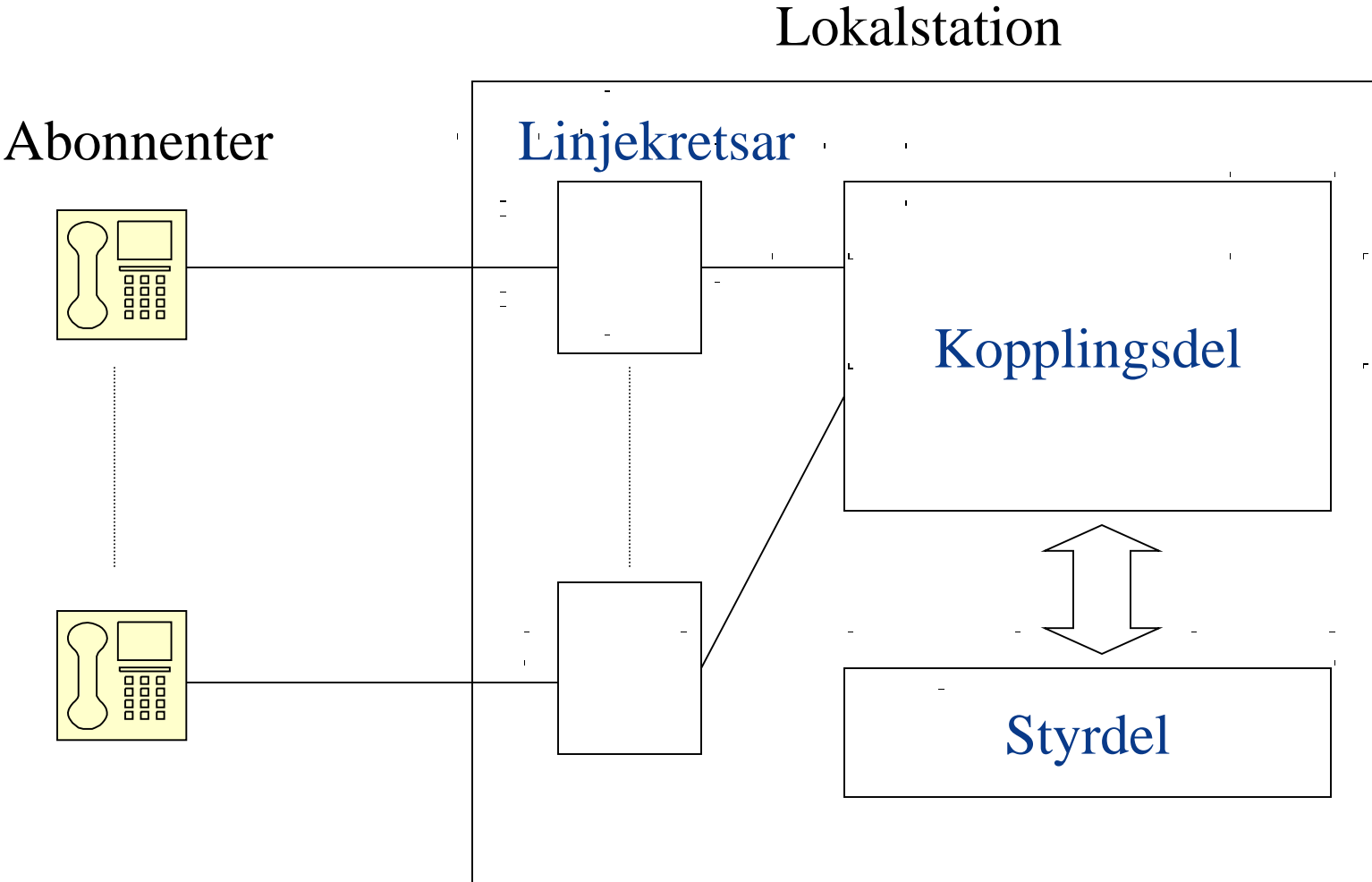
# Publika telenätet



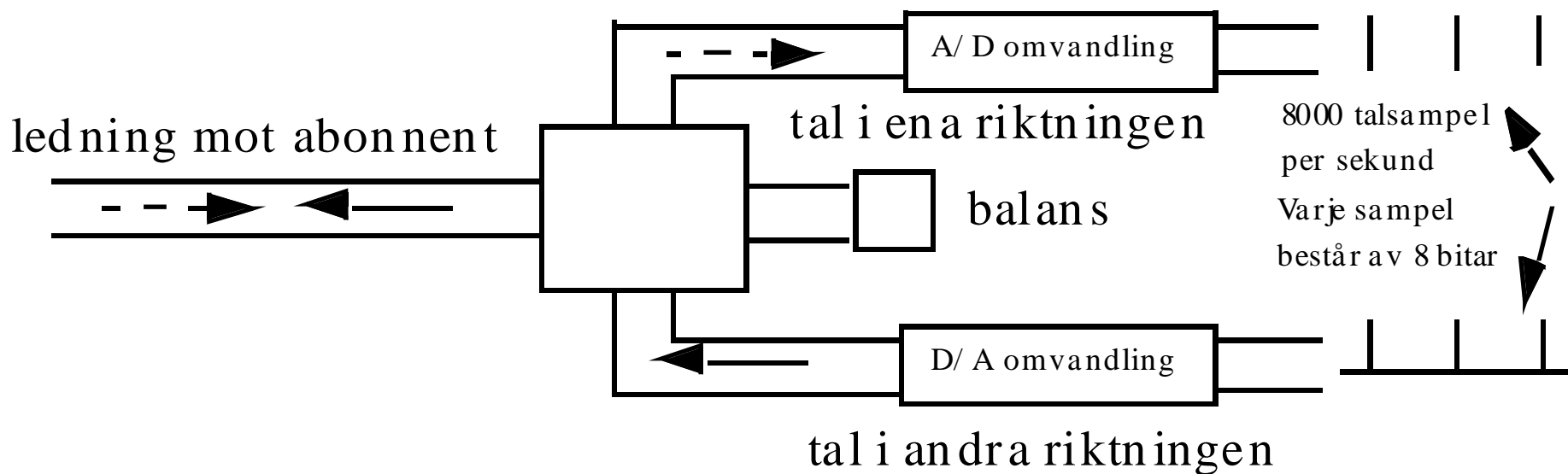
# Dataöverföring

- 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



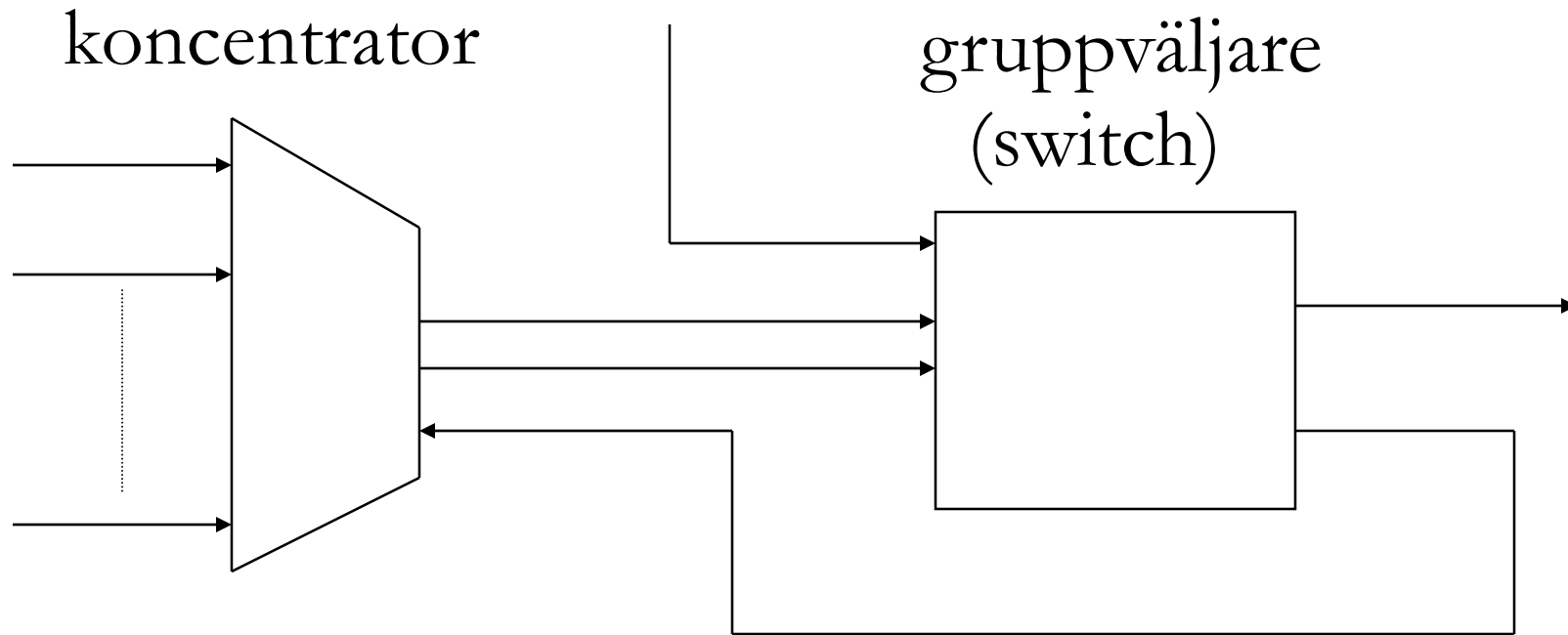
# Linjekretsen



Enligt Nyquist-teoremet får man vid samplingen med alla frekvenser under 4000 Hz.



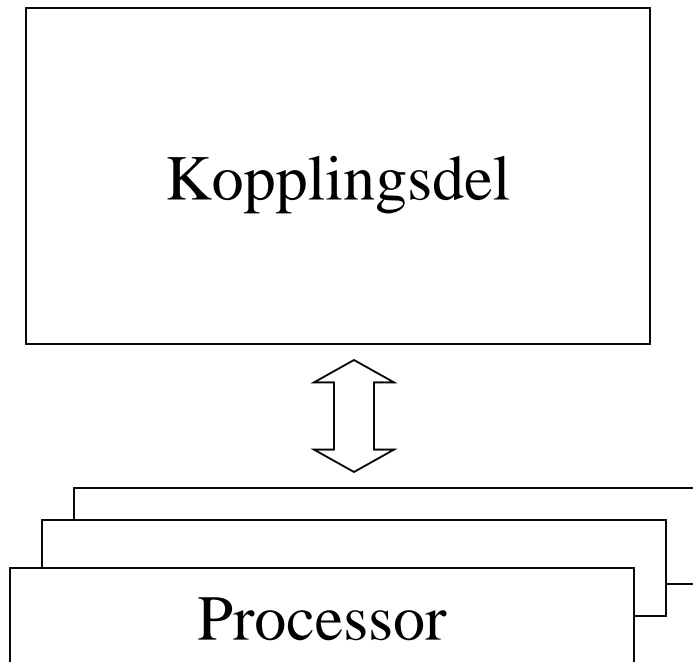
# Kopplingsdelen



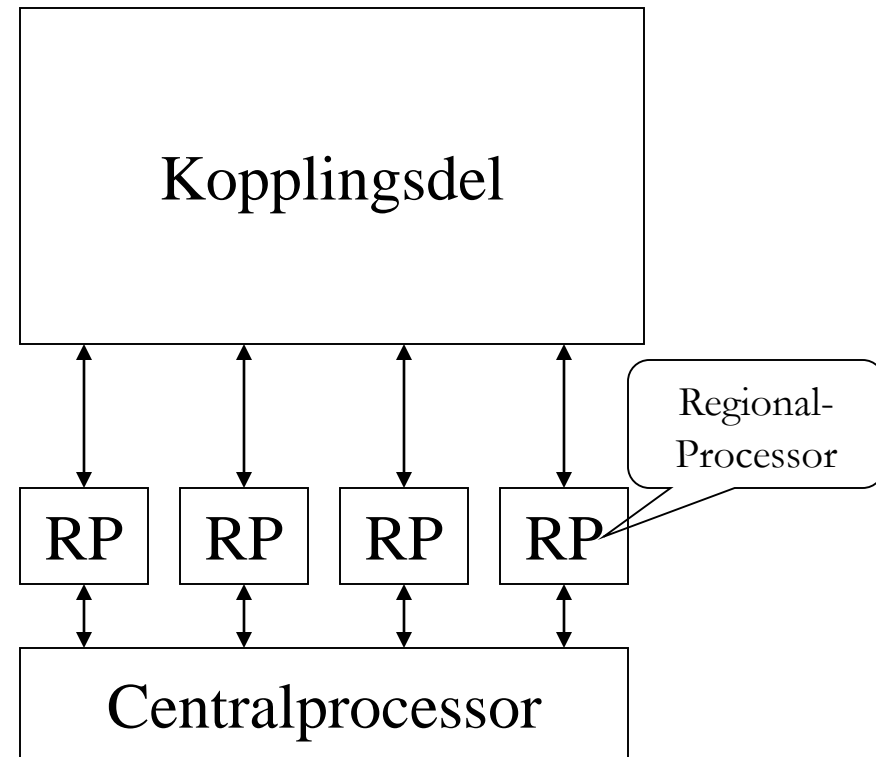
# Styrdelen

- Dator med en eller flera processorer som innehåller ”intelligensen”.
- Ser till att kopplingsdelen utför rätt arbete.
- Stora krav på tillförlitlighet och hög processorkraft.

# Systemarkitektur



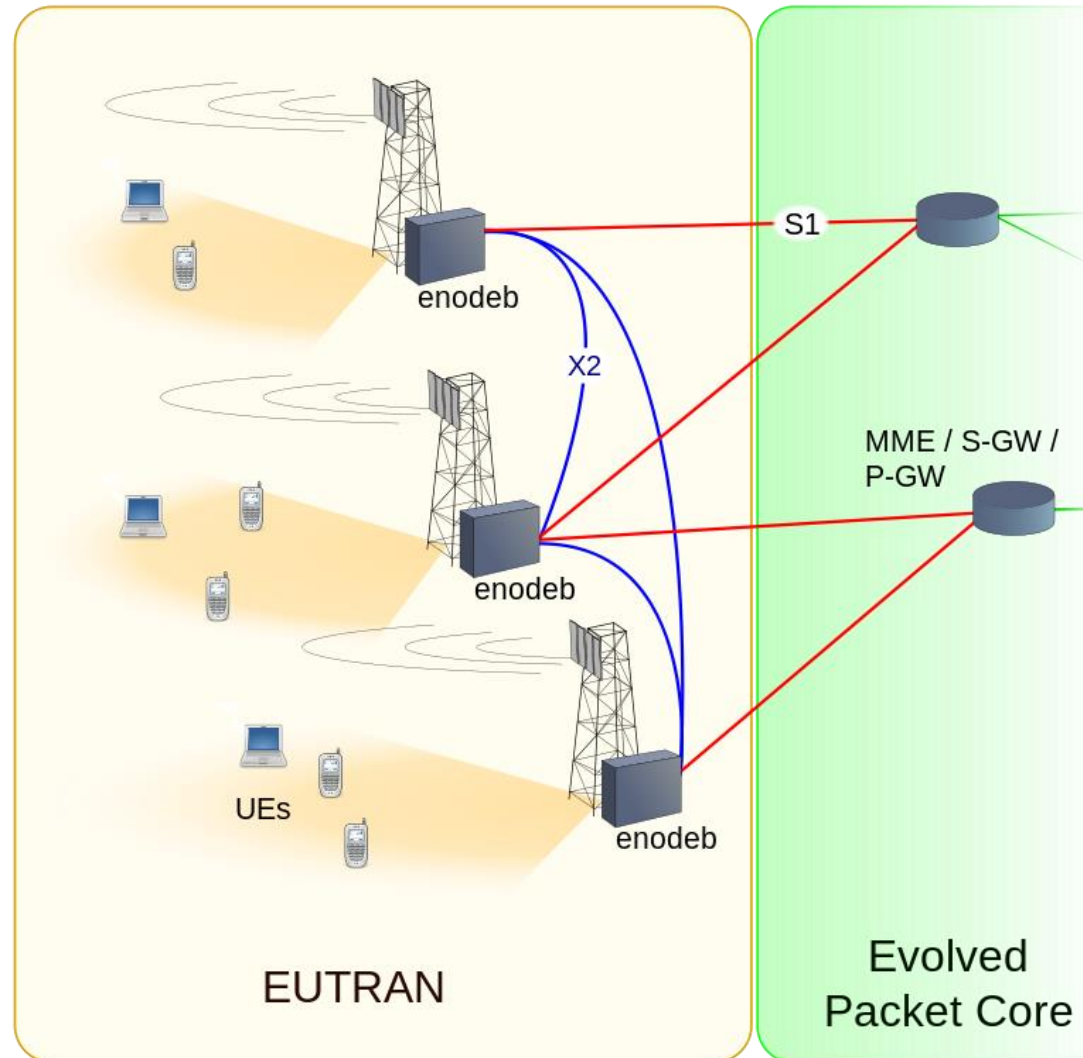
Multiprocessorsystem



Hierarkiskt system

# □ Mobila telenät, generell uppbyggnad

□ Accessnät  
t



□ Kärnnät  
□ (IP-  
baserat)

# □ Frekvenser och kanaler

- Frekvenser fördelas på cellerna
  - ◆ Operatörer tilldelas frekvenser av PTS
- Frekvensområdet delas upp
  - ◆ (O)FDMA
  - ◆ TDMA
  - ◆ CDMA
  - ◆ SDMA
- Broadcast-kanal (för info från nätet till alla UE)

# □ Vad händer när UE rör sig?

## ■ Handover

- ◆ Förflyttning mellan celler
- ◆ Byte av basstation

## ■ Roaming

- ◆ Förflyttning mellan operatörer/länder
- ◆ Byte av hela “strukturen”