

Access till nätet

Maria Kihl



LUND
UNIVERSITY

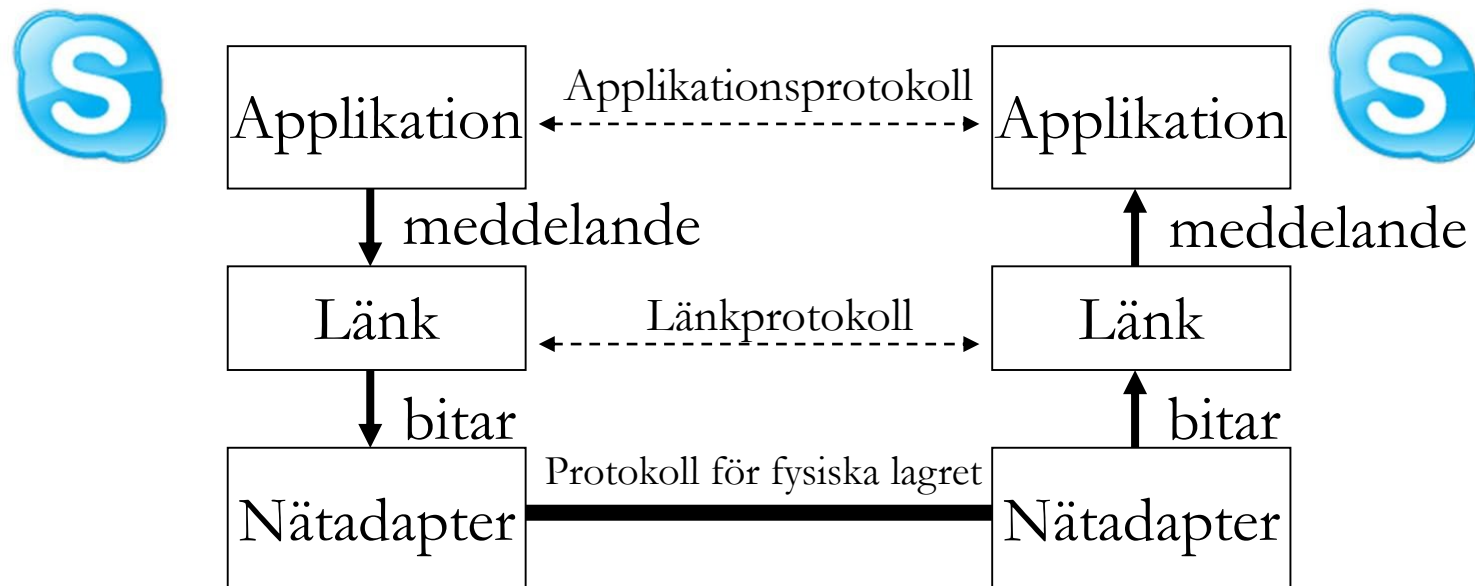
Läsanvisningar

Kihl & Andersson: 5.1-5.6, 3.3

Stallings: 11.1-4, 12.1, 12.2, 13.1, 13.3

Repetition

Länkprotokollet ska se till att mottagaren förstår bitströmmen (**framing**) samt att bitfel kan upptäckas och tas om hand (**feldetektering, felhantering**). Länkprotokollet kan även ta hand om **flödeskontroll**.



Nätaccess

Vi har oftast inte en direktlänk mellan sändare och mottagare. Istället sitter vi på ett lokalt nät och ska ha access till Internet.

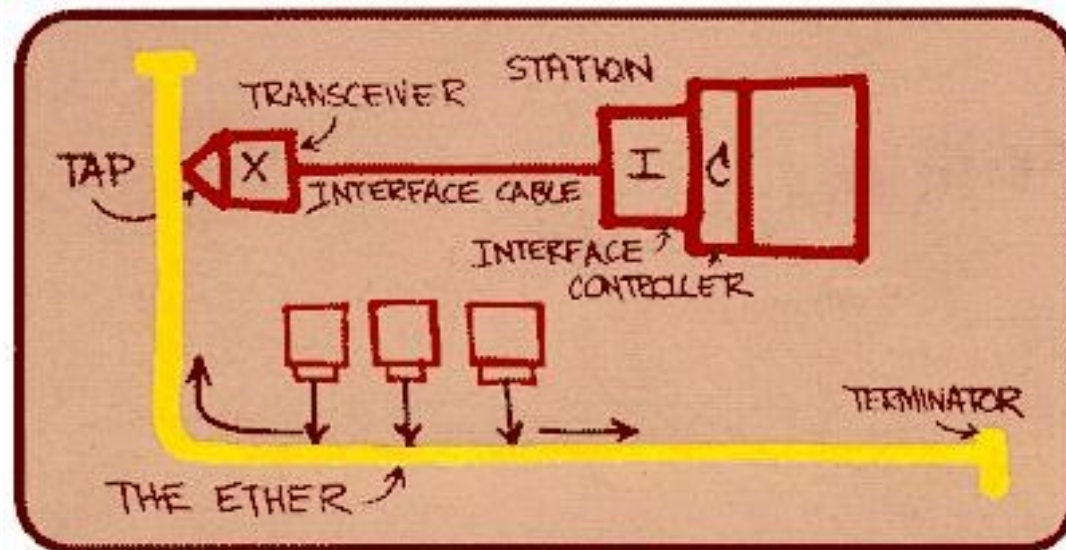


Lokala nät

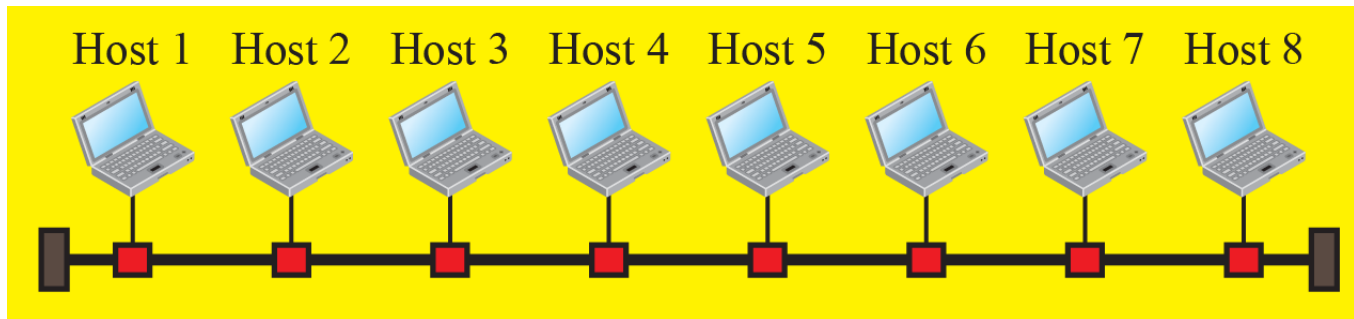
- Ett lokalt nät (Local Area Network, LAN) är ett datanät med en begränsad storlek.
- Kan i sin enklaste form bestå av endast *en* fysisk länk som flera datorer är kopplade till.
- Kan också bestå av flera fysiska länkar som är sammankopplade med så kallade bryggor.

Exempel: Ethernet

- Uppfanns av Bob Metcalfe på Xerox 1973. Blev senare en IEEE standard (802.3).
- Byggde på principen att flera datorer delade på en fysisk kabel.



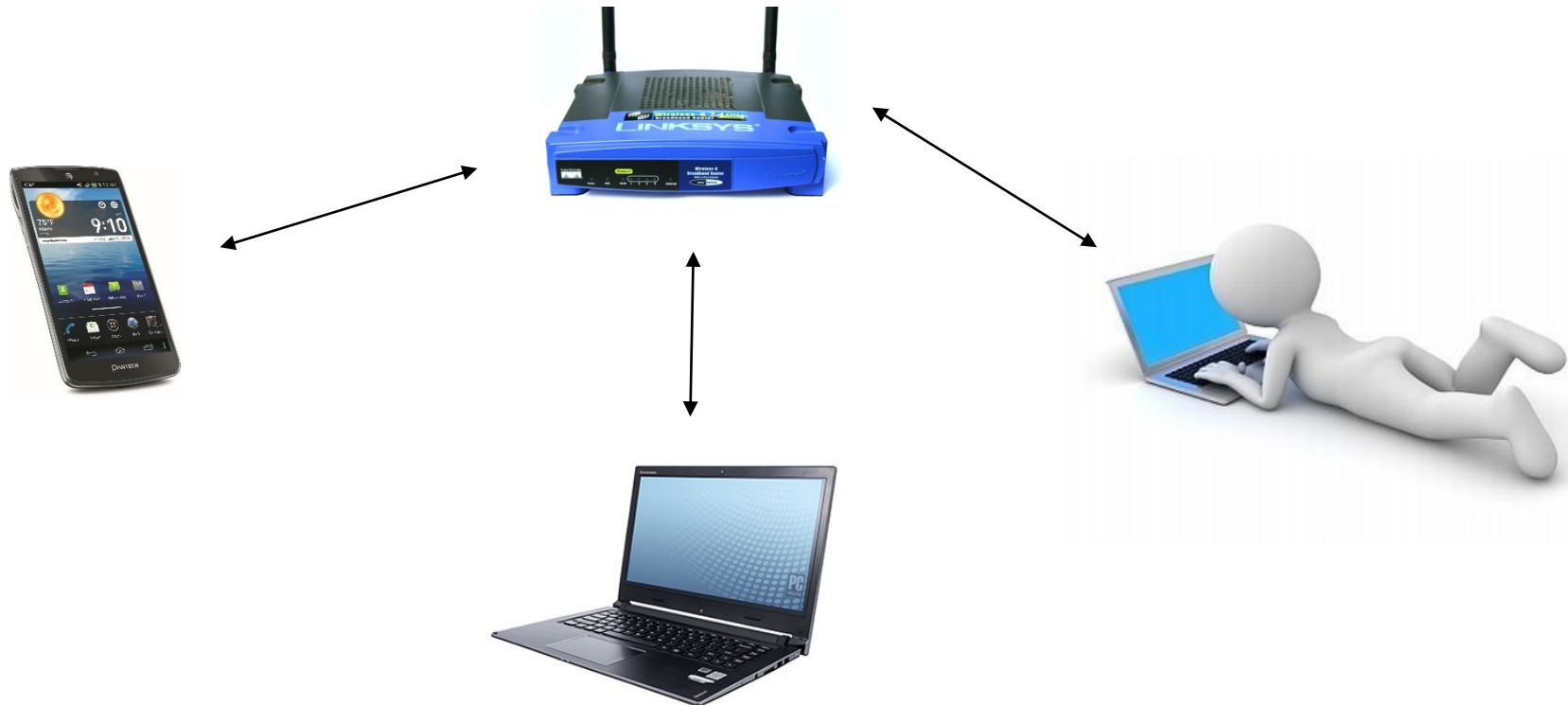
Grundprincip för ett delat utbredningsmedium



a. LAN with a common cable (past)

Grundprincipen är att alla användare delar på länken (kanalen). Om två användare skickar data samtidigt så förstörs signalerna.

Access med delad länk idag



Idag är de flesta accessnät med delad länk trådlösa. Länken består av ett gemensamt frekvensband. Men principerna är de samma.

Kollision

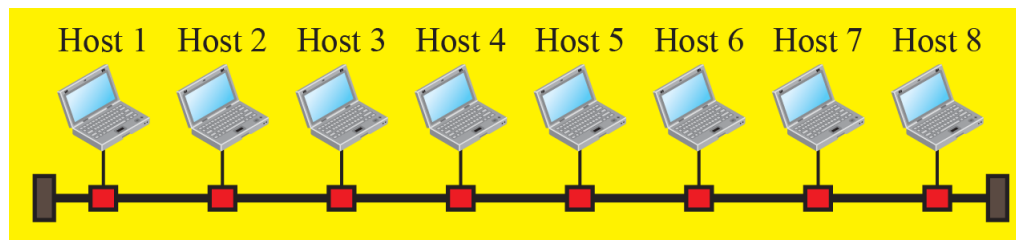
När flera datorer delar på samma länk måste de turas om att skicka data.

Om två datorer skickar data samtidigt, kommer signalerna att överlagras och därigenom förstöras. Detta kallas för **kollision**.



Egenskaper för ett enlänks-LAN

- All data som skickas på länken når alla terminaler (**broadcast**).
- På grund av dämpningen på länken så har nätet en begränsad geografisk storlek.
- Länken kan förlängas med en **repeaterare (repeater)** som förstärker signalen.
- Den del av länken där en kollision kan inträffa kallas för **kollisionsdomän**.



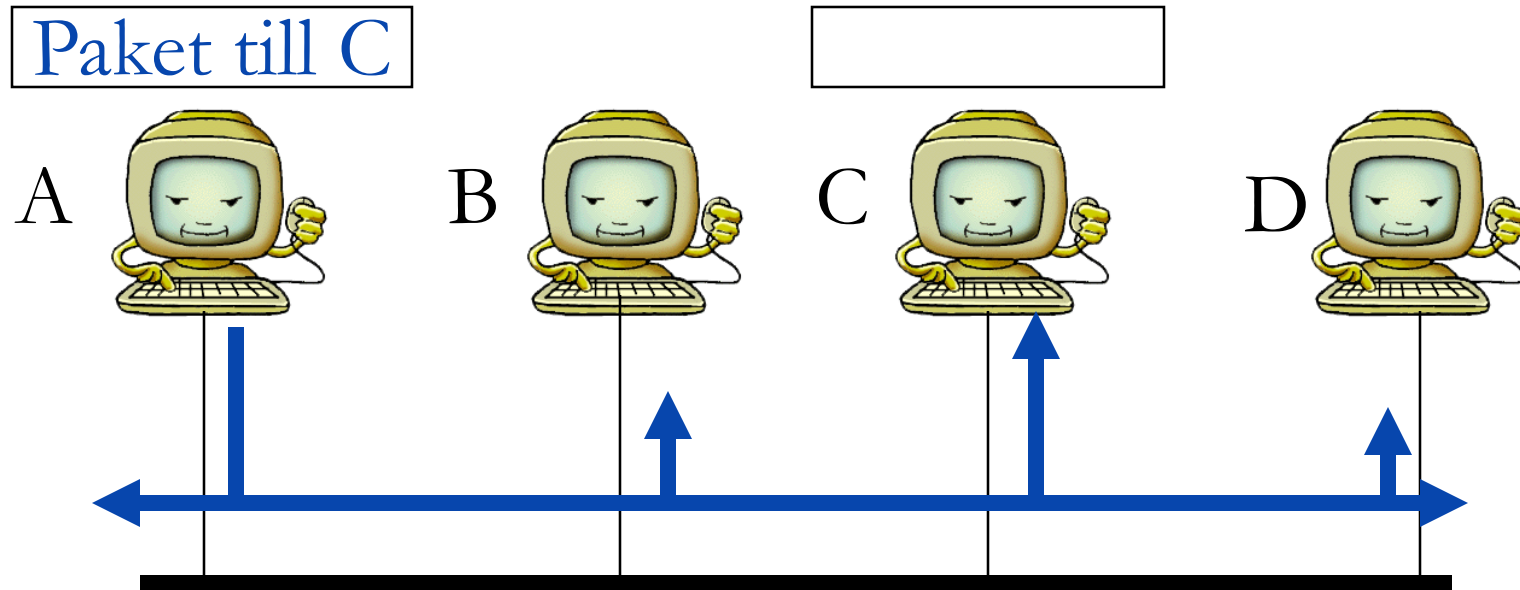
Adressering

För att en sändare skall kunna skicka information till rätt mottagare måste varje dator ha en **adress**.

Alla datorer som kan kopplas till ett standardiserat lokalt nät har en **fysisk adress**.

Den fysiska adressen måste vara unik inom nätet.

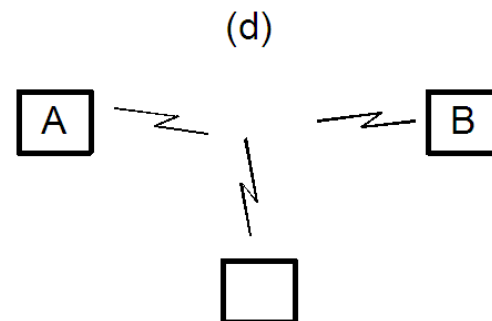
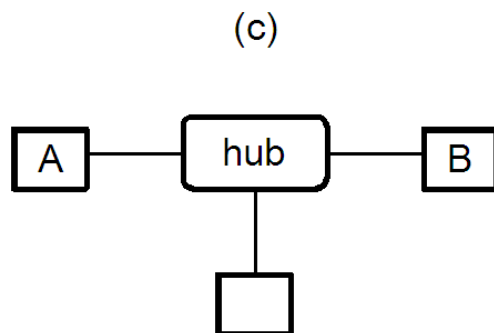
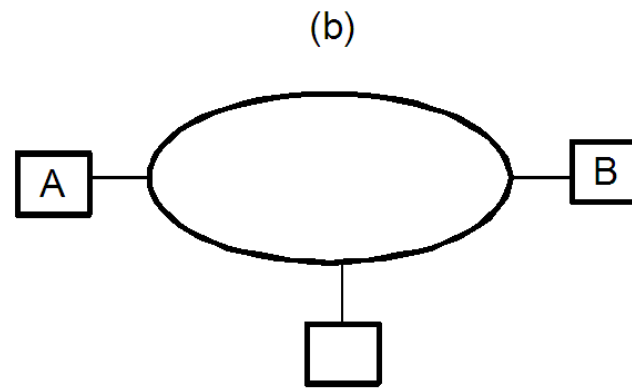
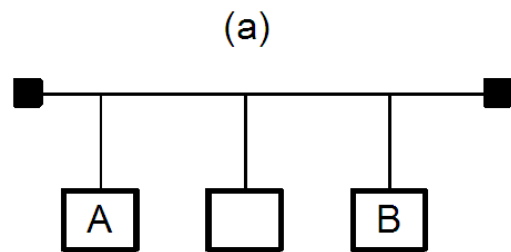
Att sända data på ett enlänks-LAN



Den dator som har rätt mottagaradress kopierar paketet.

Nättopologi

Enlänks-LAN kan ha olika **nättopologi**:



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** (**medium access control (MAC) method**).
- Protokollet som sköter accessen kallas för **MAC-protokoll**.

Accessmetoder

Metoder med ”controlled access”:

- Reservation
- Polling
- Round Robin / Token ring

Metoder med ”random access”:

- ALOHA
- CSMA

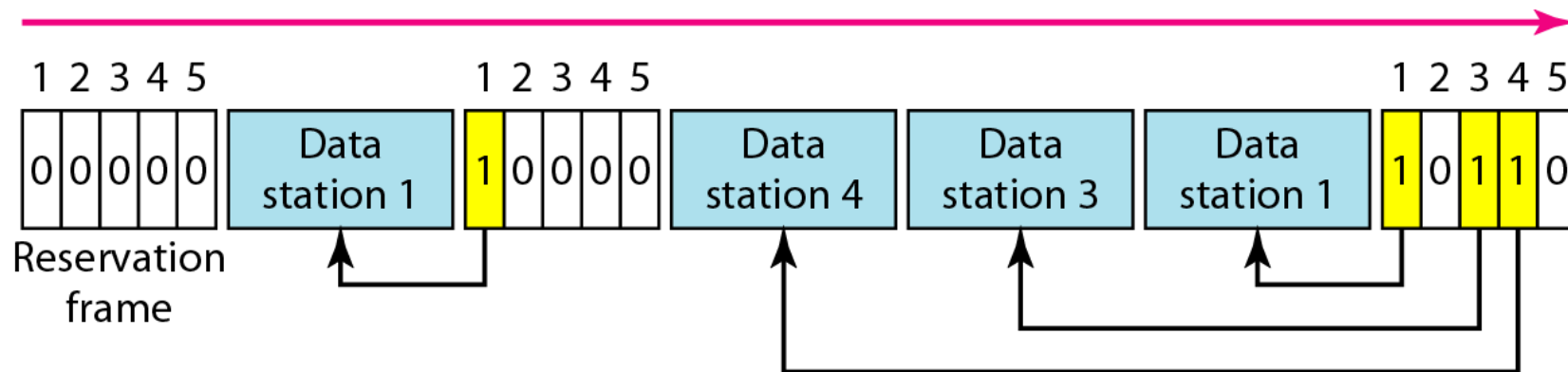
Metoder med “Controlled access”

I metoder med **controlled access**, kommer terminalerna överens om vem som ska skicka när. En terminal får inte skicka data om inte de andra har godkänt det.

Denna typ av accessmetoder används i olika delar av de mobila näten samt i andra typer av nät, tex i fordon och produktionssystem.

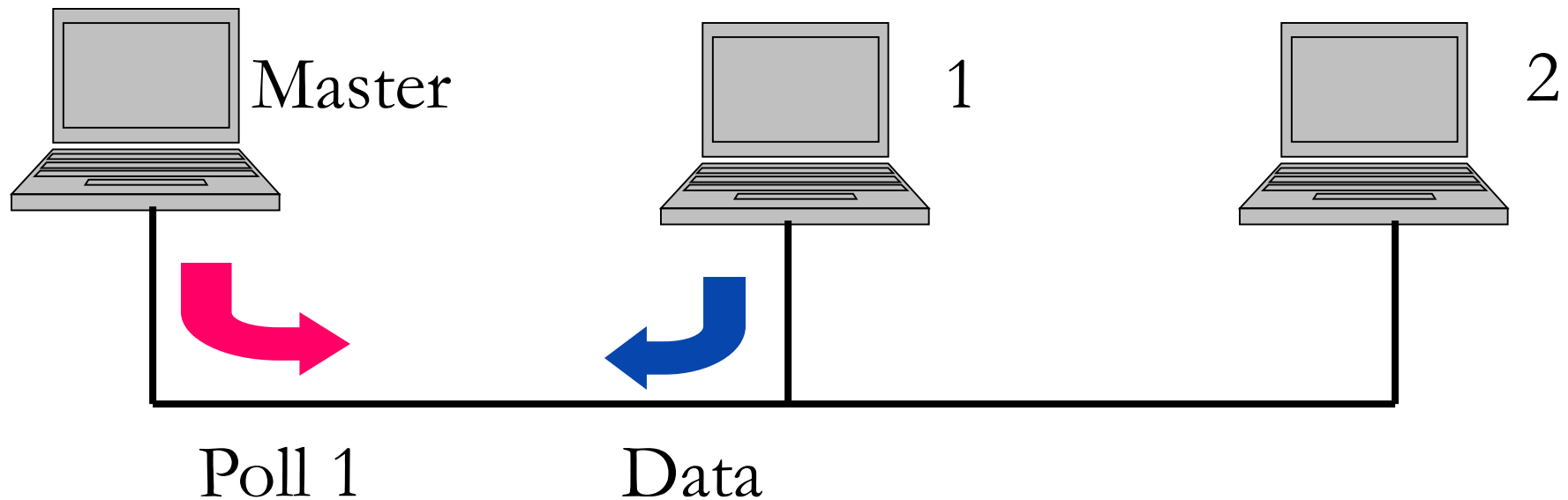
Reservation access method

I **reservation access method**, delas tiden upp i intervall, och varje intervall startar med en reservationsram. En station måste göra en reservation innan den får skicka data.



Polling

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



Round Robin / Token Ring

- Turordningsprincip.
- Terminalerna är organiserade i en logisk ring.
- Den som har ”token” får skicka data.
- När en terminal har skickat färdigt lämnar den över token till nästa terminal i ringen.
- En terminal får bara skicka data under en viss tid så att kapaciteten kan delas rättvist mellan alla terminaler.

Metoder med "Random access"

I metoder med random access eller contention, bestämmer ingen terminal över de andra. Alla terminaler sköter sig själva och tar egna beslut om när de ska skicka.

Varje terminal använder en förutbestämd procedur för att själv ta beslut om huruvida den ska sända data eller ej.

ALOHANET

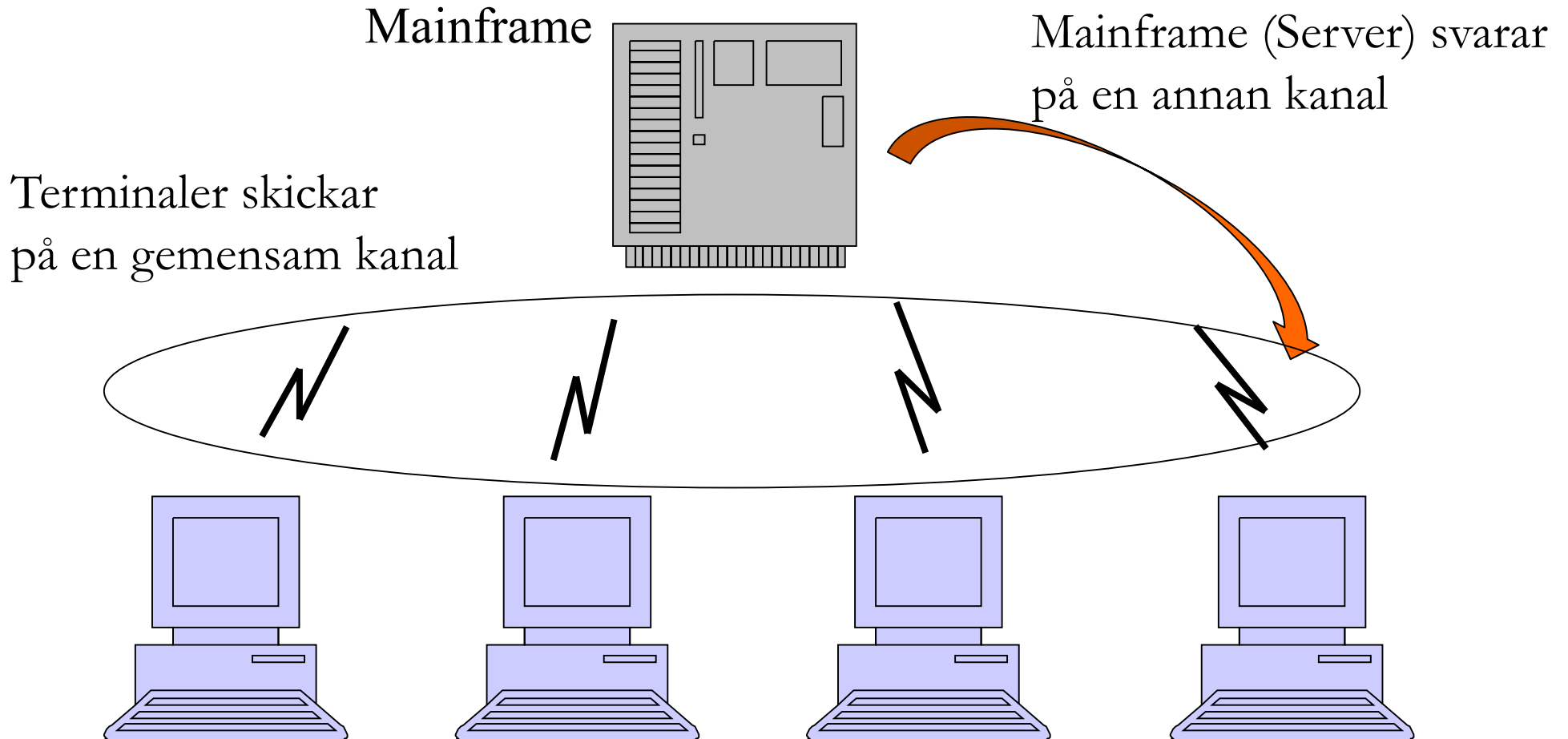
ALOHANET utvecklades av University of Hawaii redan 1970.

Det var det första paketförmedlande trådlösa datanätet.

Kopplade samman universitetsfilialer på olika öar med en gemensam centraldator.

Accessmetoden i ALOHANET hette **ALOHA**.

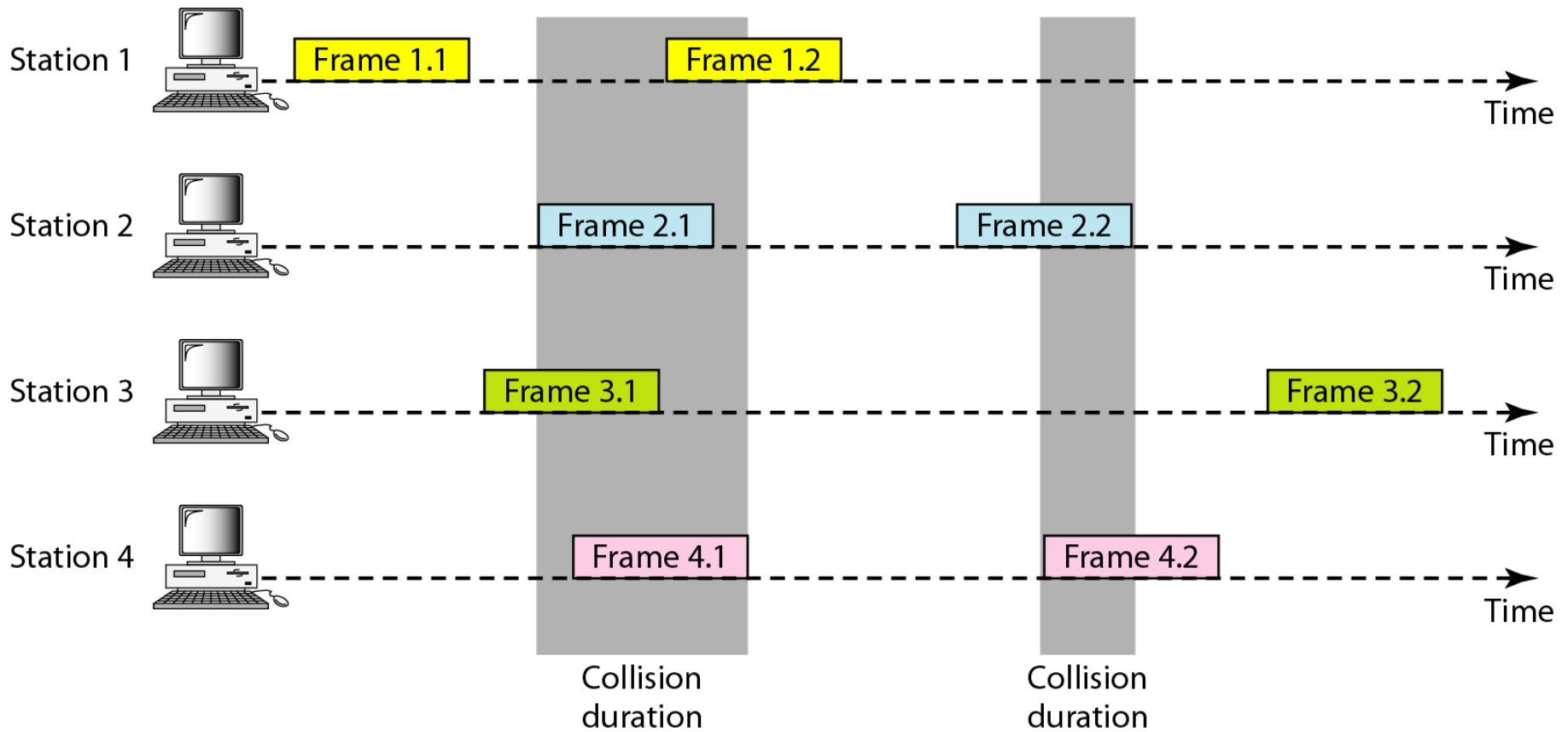
ALOHANET / ALOHA



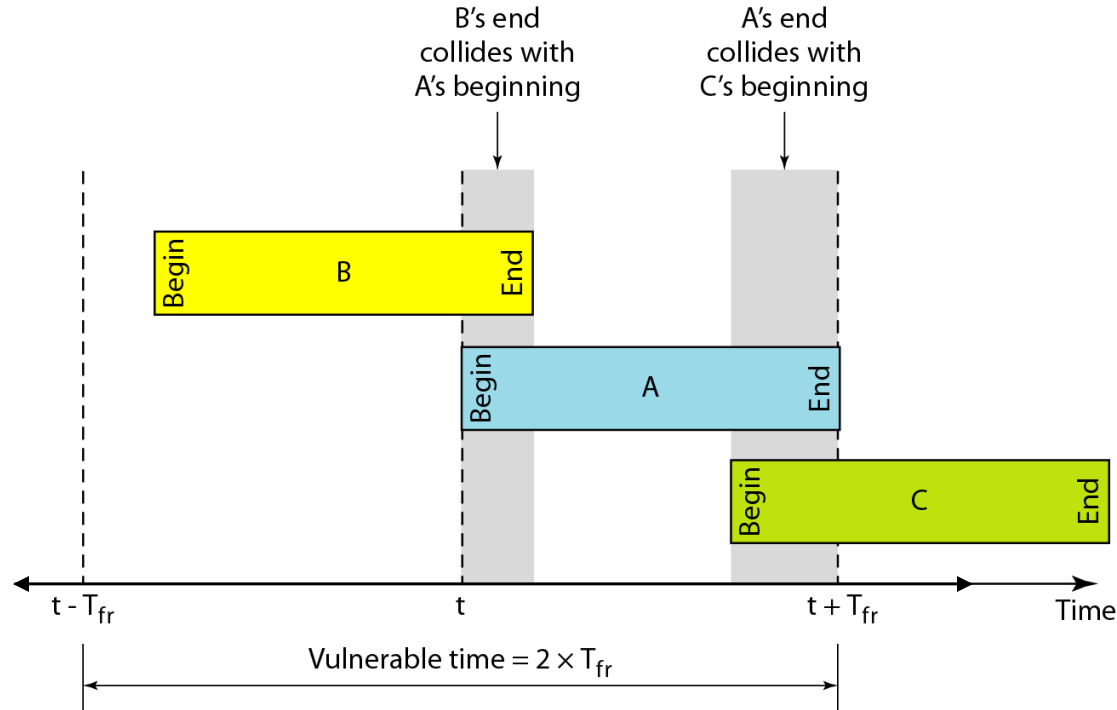
Pure ALOHA

- Stationerna delar ett gemensamt frekvensband. Centraldatorn skickar data på ett annat frekvensband, kallad broadcast-kanal.
- En dator skickar iväg sitt datapaket direkt. Sedan lyssnar datorn en viss tid på broadcast-kanalen.
 - Om datorn får en bekräftelse (ACK) från centraldatorn har sändningen blivit lyckad.
 - Om inte, skickas paketet igen.

Kollisioner i Pure ALOHA



Prestanda för Pure ALOHA



Tiden då ingen annan kan skicka = 2 ggr transmissionstiden

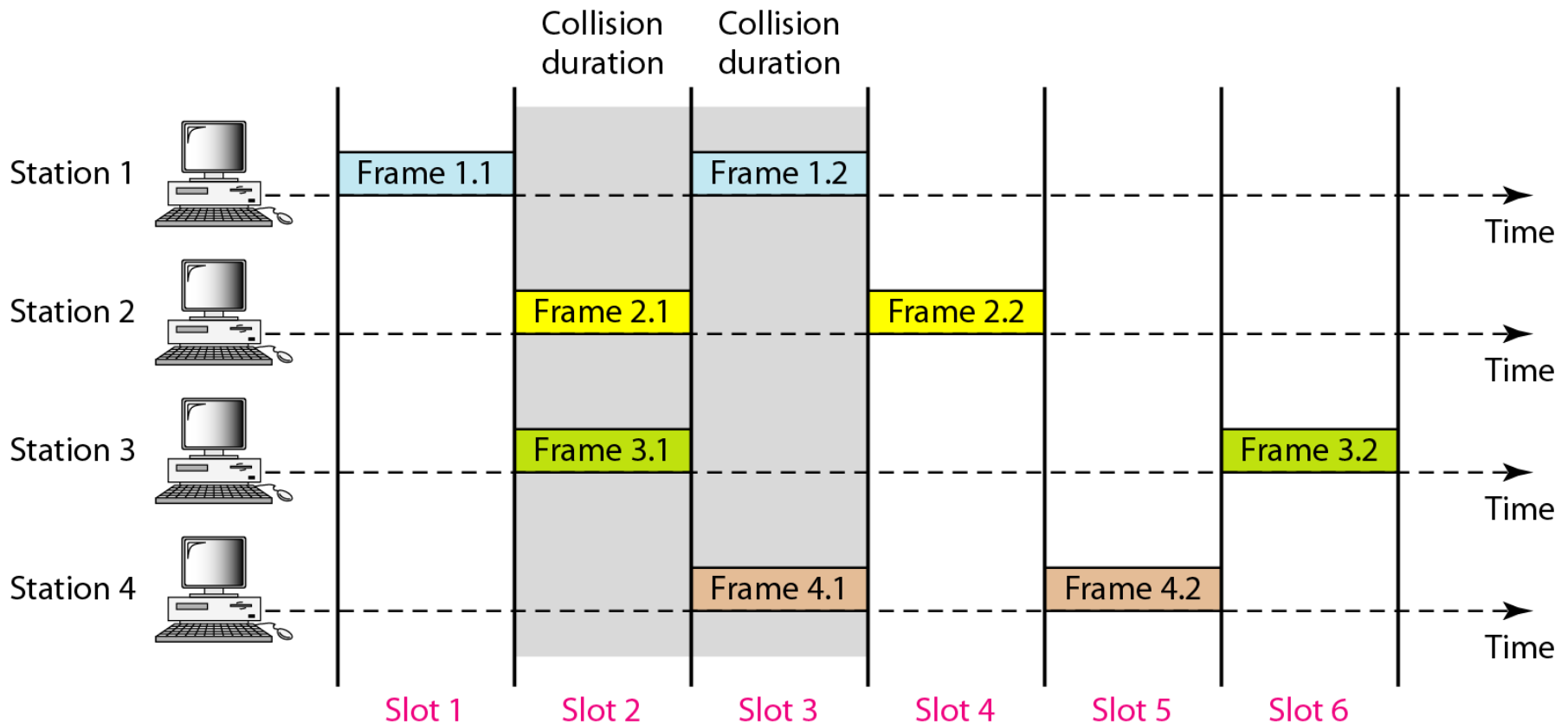


Maximal utnyttjning av länken blir 18%

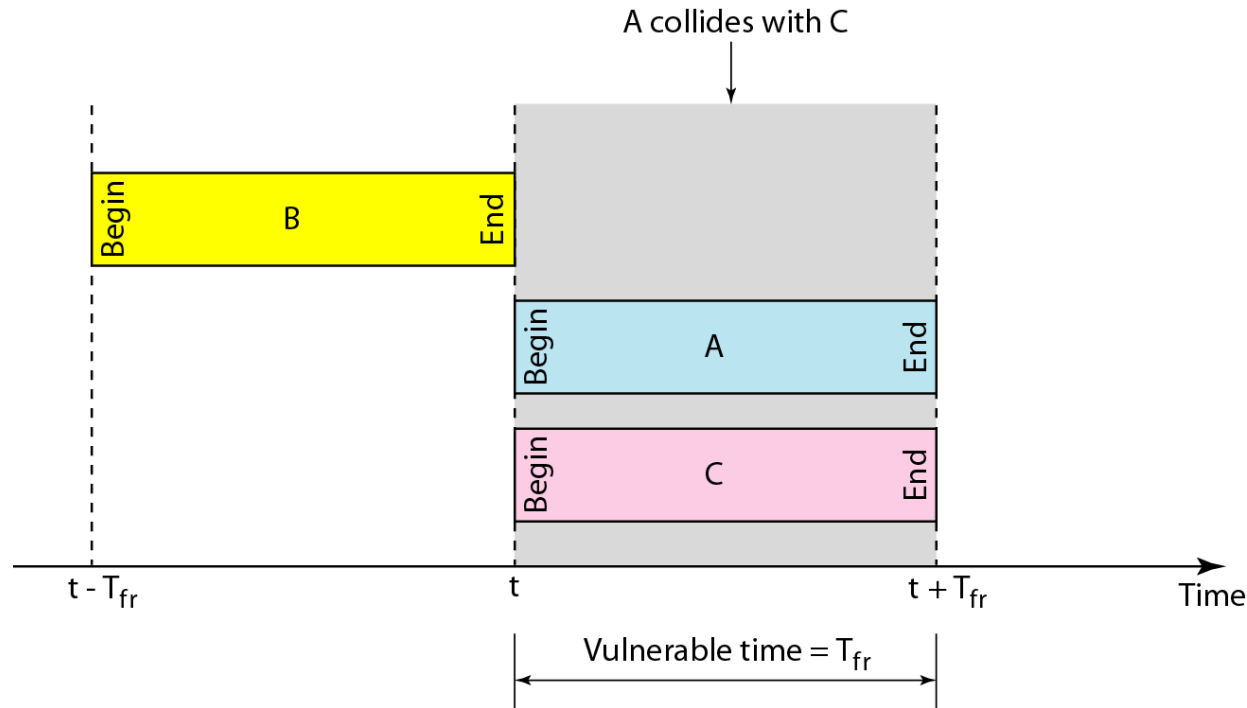
Slotted ALOHA

- Tiden delas in i intervall, så kallade tidsluckor (frames, slots).
- En tidslucka rymmer precis ett datapaket.
- En dator får endast börja sända i början av en tidslucka.

Ramar i Slotted ALOHA



Kollisioner i Slotted ALOHA



Halverar tiden när ingen annan kan skicka, och maximal throughput blir 36% av länkkapaciteten.

Varför lära sig ALOHA?

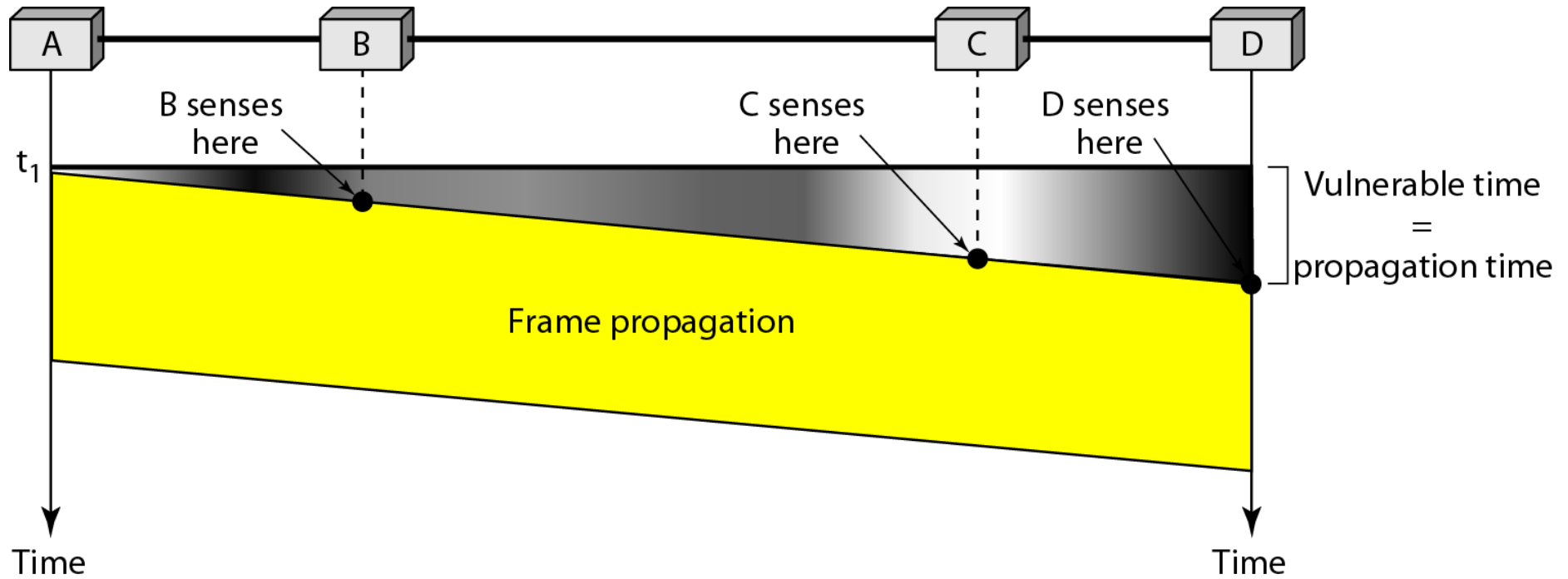
ALOHA var det första "contention" based MAC-protokollet.

Det är väldigt enkelt och används fortfarande, framförallt i olika delar av mobilnäten.

Carrier Sense Multiple Access (CSMA)

- Utvecklades på 70-talet av Xerox för Ethernet. Inspirerades av ALOHANET.
- Innan en terminal skickar data, så ”lyssnar” (sense) den först på länken.
- Om länken är upptagen väntar terminalen med att skicka data.
- Kollisioner kan inträffa under tiden det tar för en signal att utbreda sig till alla terminaler på länken.

Kollisioner i CSMA

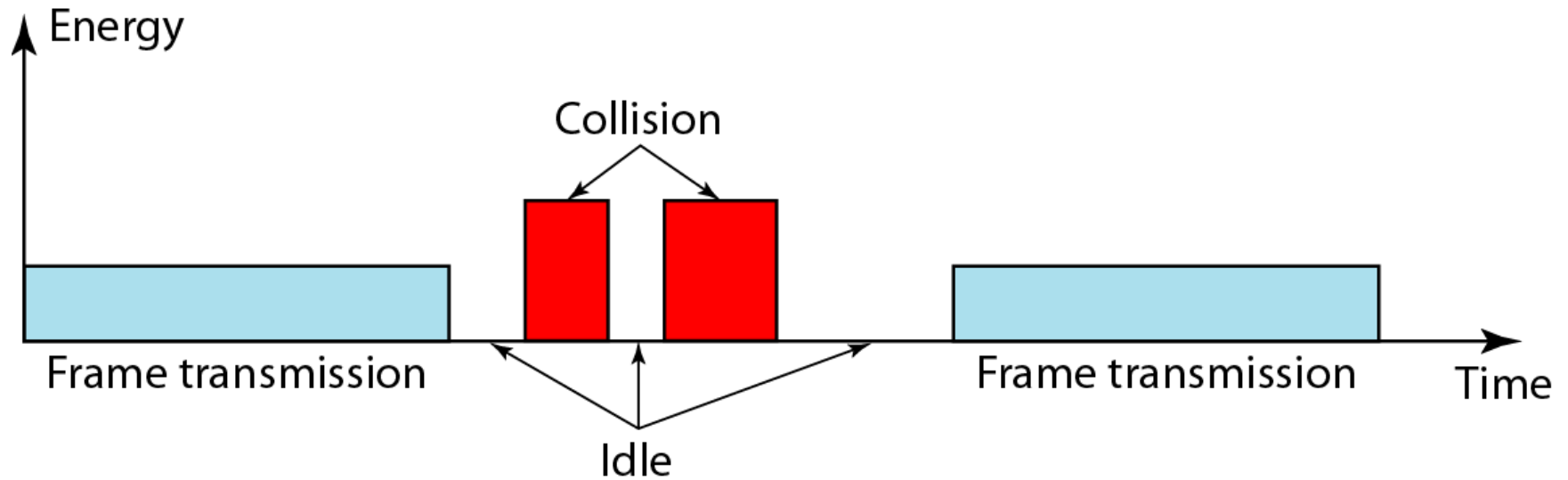


CSMA with Collision Detection (CSMA/CD)

Den ursprungliga CSMA-metoden specificerade inte hur kollisioner ska hanteras. **CSMA/CD** utvecklades för att bättre hantera kollisioner.

- Efter en terminal har skickat en ram, lyssnar den på länken för att kunna upptäcka om sändningen var lyckad. Om terminalen upptäcker en kollision, avbryter den sändningen och skickar en ”jamming signal”.
- Omsändning startas efter en ”**exponential backoff**”

Energivåer på en trådad länk



Minsta ramstorlek

- En sändare måste kunna upptäcka en kollision *innan* den har skickat sista biten i en ram.
 - Transmissionstiden för en ram måste vara minst dubbelt så lång som en maximala utbredningstiden på länken. Detta för att en kolliderande signal ska kunna hinna sprida sig tillbaka till sändaren innan sista biten är skickad.
- ➔ Ramar måste ha en viss storlek.

Tentaexempel:

Medium access control

Antag att vi ska bygga ett lokalt nät med 10 datorer kopplade till samma länk. Vi väljer mellan att använda en Token Ring baserad eller en CSMA/CD baserad accessmetod.

Vilka fördelar och nackdelar har dessa metoder i vårt nät med avseende på hur enkelt det ska vara att konfigurera och driva nätet samt hur mycket data varje dator kommer att skicka?

CSMA with Collision Avoidance (CSMA/CA)

- CSMA/CD utvecklades för trådade länkar som har låg dämpning. Detta medför att energinivån vid kollision enkelt kan upptäckas.
- Trådlösa nätverk har låga energinivåer. En kollision i ett trådlöst nätverk adderar bara ca. 5-10% extra energi vilket gör att CSMA/CD inte fungerar.
- CSMA/CA utvecklades för att *undvika* kollisioner.

Strategier för Collision avoidance

CSMA/CA har tre metoder för att undvika kollisioner:

1. Interframe space (IFS)
2. Contention Window
3. Acknowledgment

Interframe space

En terminal skickar inte direkt efter att den detekterat att länken är ledig.

Istället väntar den en tid, kallad **Interframe space (IFS)**, eftersom en annan terminal kan ha börjat sända.

Om länken fortfarande är ledig efter IFS, kan terminalen börja sända.

Contention window

Efter IFS används ett tidsintervall kallat **Contention window**, som är indelat i tidsluckor.

En terminal som är redo att sända väljer ett slumpmässigt antal tidsluckor som den ska vänta.

Under väntetiden övervakar terminalen länken. Om den hör att någon annan terminal sänder så startar den om sitt contention window när länken är ledig igen.

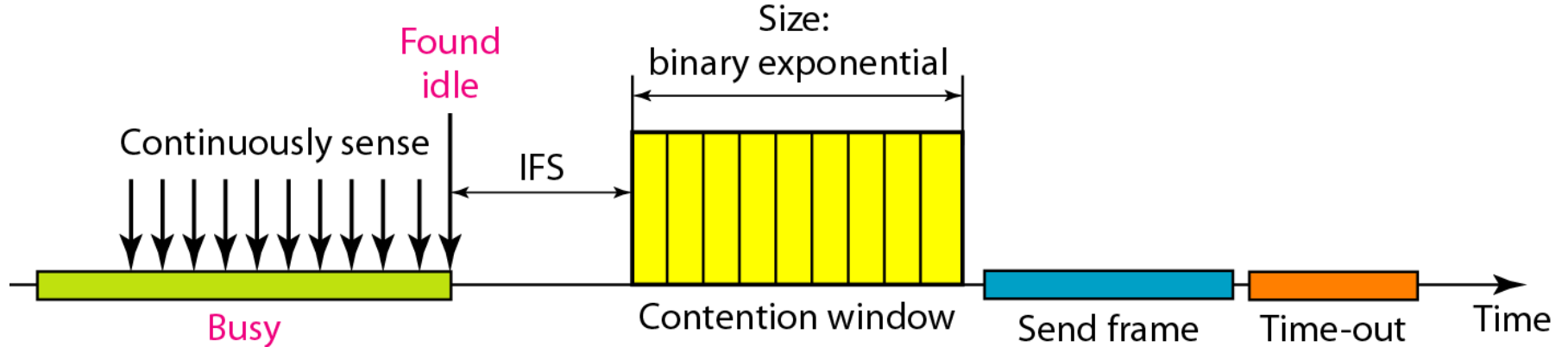
Acknowledgments

När en terminal har skickat en ram, är det en time-out på länken när ingen terminal får skicka data.

Under denna time-out skickar mottagaren ett ACK om data är korrekt mottaget.

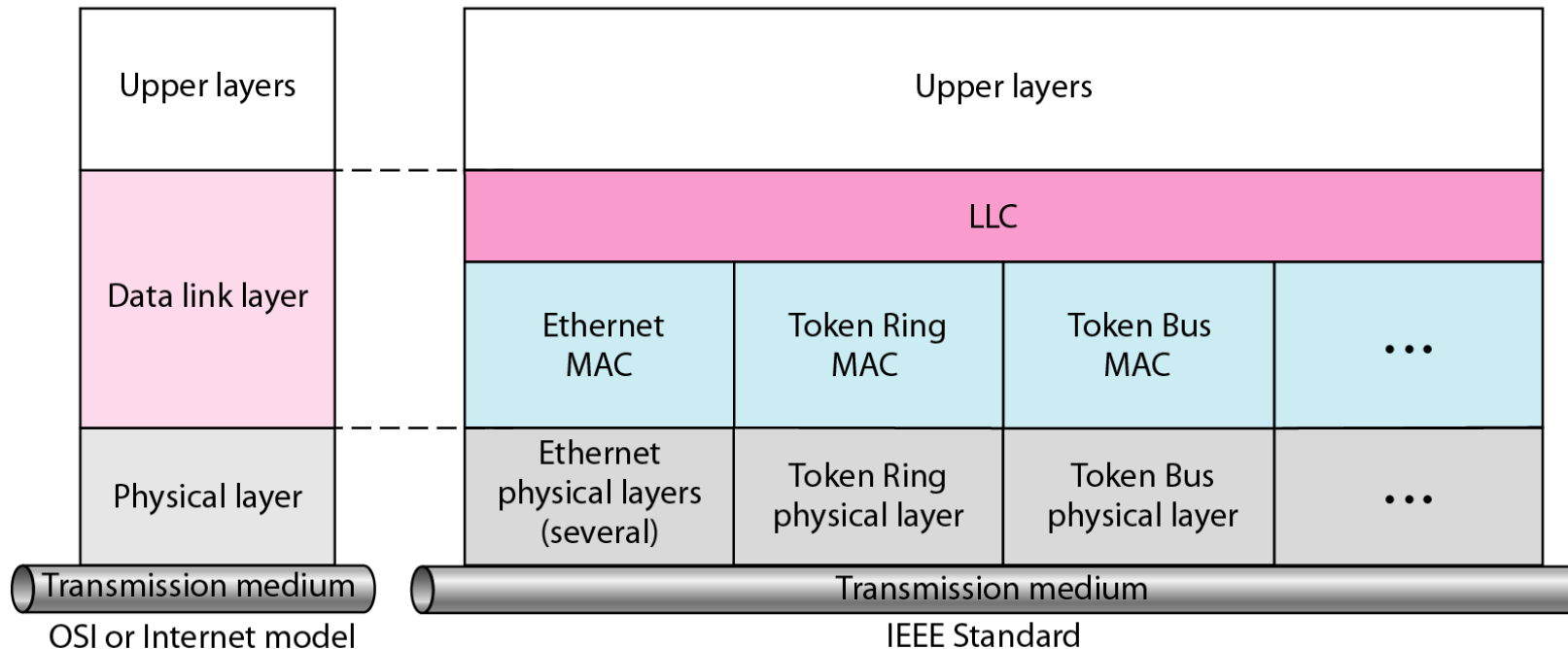
Om sändaren inte har fått ett ACK under denna tidsperiod antar den att data är förlorat (antingen genom kollision eller bitfel).

Collision avoidance i CSMA/CA



IEEE standardiseringsprojekt 802

LLC: Logical link control
MAC: Media access control



IEEEs projekt 802 startade 1985.

Fysisk adress (MAC-adress)

06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B



6 bytes = 12 hex digits = 48 bits

Alla terminaler med ett nätverkskort för IEEE 802.x har en fysisk adress, kallad MAC-adress. Har terminalen flera nätverkskort har den flera MAC-adresser.

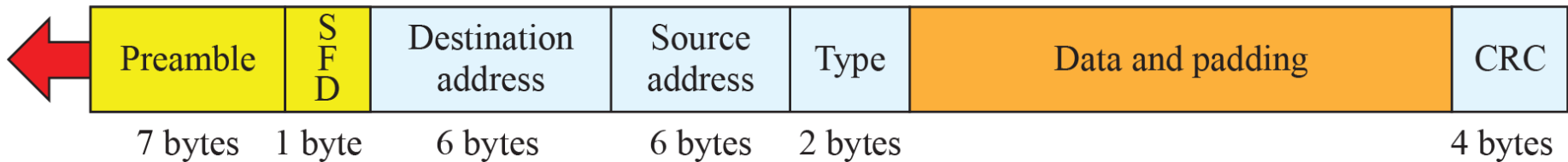
Ethernet ramformat

Preamble: 56 bits of alternating 1s and 0s

SFD: Start frame delimiter, flag (10101011)

Minimum payload length: 46 bytes

Maximum payload length: 1500 bytes



Physical-layer header

Minimum frame length: 512 bits or 64 bytes
Maximum frame length: 12,144 bits or 1518 bytes

Tentaexempel: Ethernet-header

Hitta sändaradress och mottagaradress i följande Ethernet-ram (preamble och SFD är borttagna).

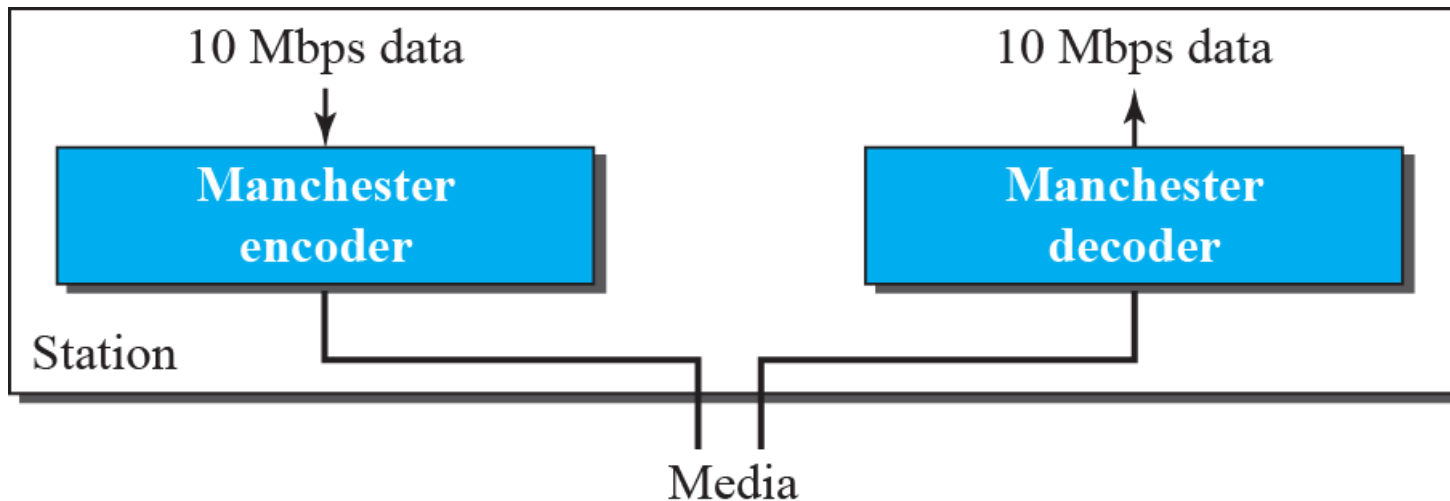
```
00 25 22 81 dd 39 ac 81 12 1b 97 55 86 dd 60 00
00 00 00 28 3a 80 20 01 16 d8 cc 3a 0b f6 d4 91
66 c2 cf c2 02 71 20 01 09 b0 01 00 00 04 00 00
00 00 00 00 00 04 80 00 8d a6 00 01 00 07 61 62
63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72
73 74 75 76 77 61 62 63 64 65 66 67 68 69
```

Unicast och Broadcast-adresser

- Dataöverföringen sker normal i *unicast*, dvs det finns en sändare och en mottagare.
- En del ramar skickas i *broadcast*, vilket innebär att en sändare skickar till alla terminaler inom nätet.
- I 802-nät, är broadcast-adressen satt till bara 1:or (FF:FF:FF:FF:FF:FF).

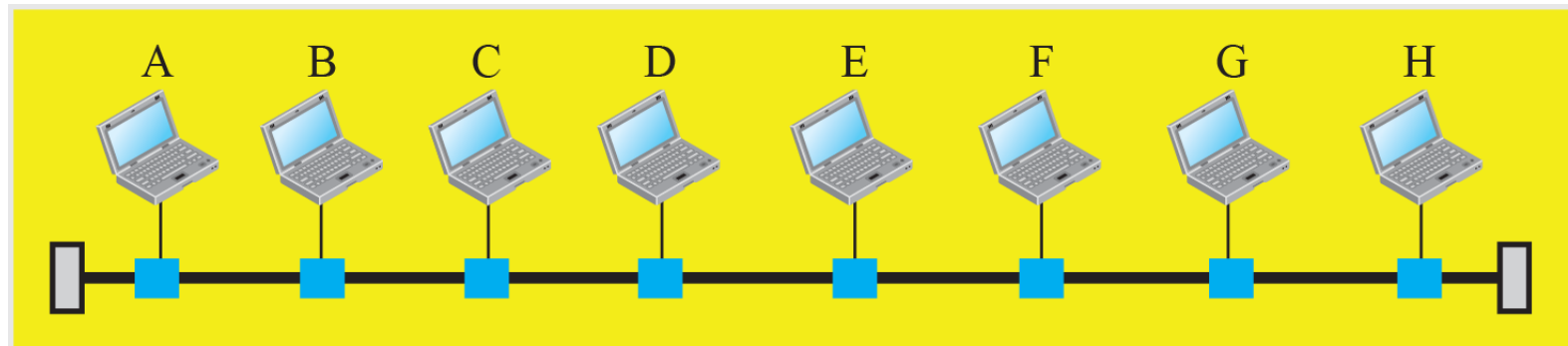
Bitkodning: Manchester

Alla ursprungliga Ethernet-implementationer använde Manchester-kodning.



Nättopologi

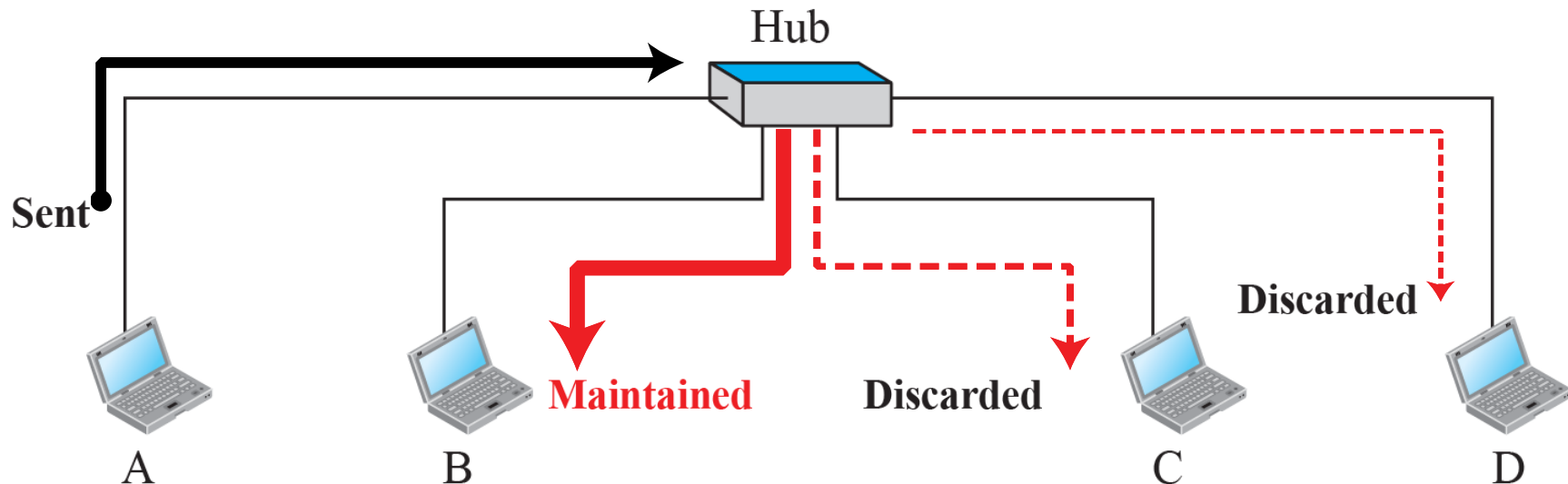
Alla de första versionerna av Ethernet använde en buss-topologi där varje terminal var kopplad till samma fysiska länk.



a. A LAN with a bus topology using a coaxial cable

Hubs

Senare versioner av Ethernet använde hubs (nätnav). **En hub skickar data från en inkommande länk till alla andra länkar.** Den arbetar därför på et fysiska lagret.



Kollisionsdomän

Alla terminaler som delar samma länk tillhör samma *kollisionsdomän*. Detta medför en övre gräns för länkens geografiska utbredning samt hur många terminaler som kan kopplas till länken.

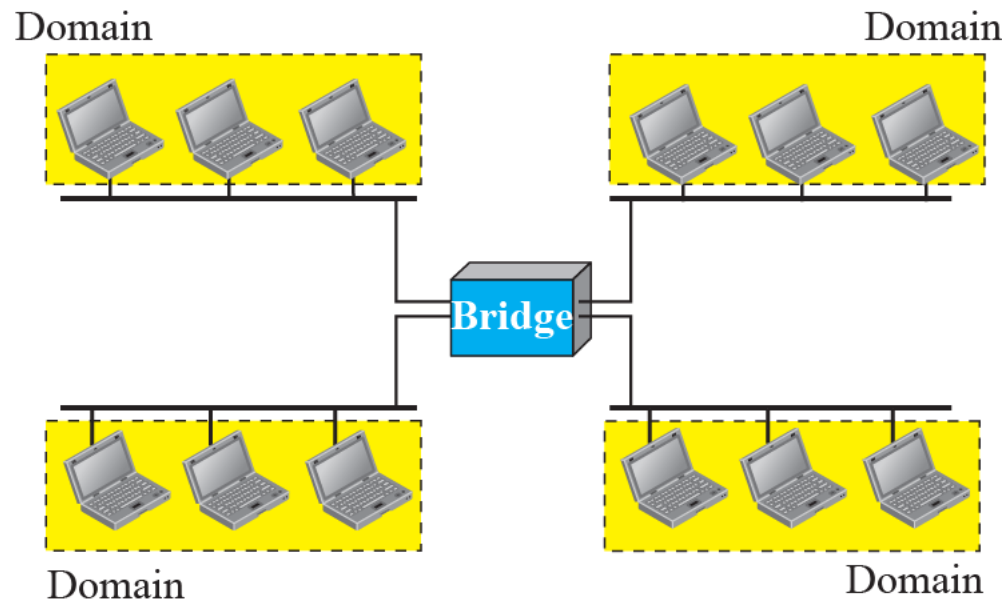
Domain



a. Without bridging

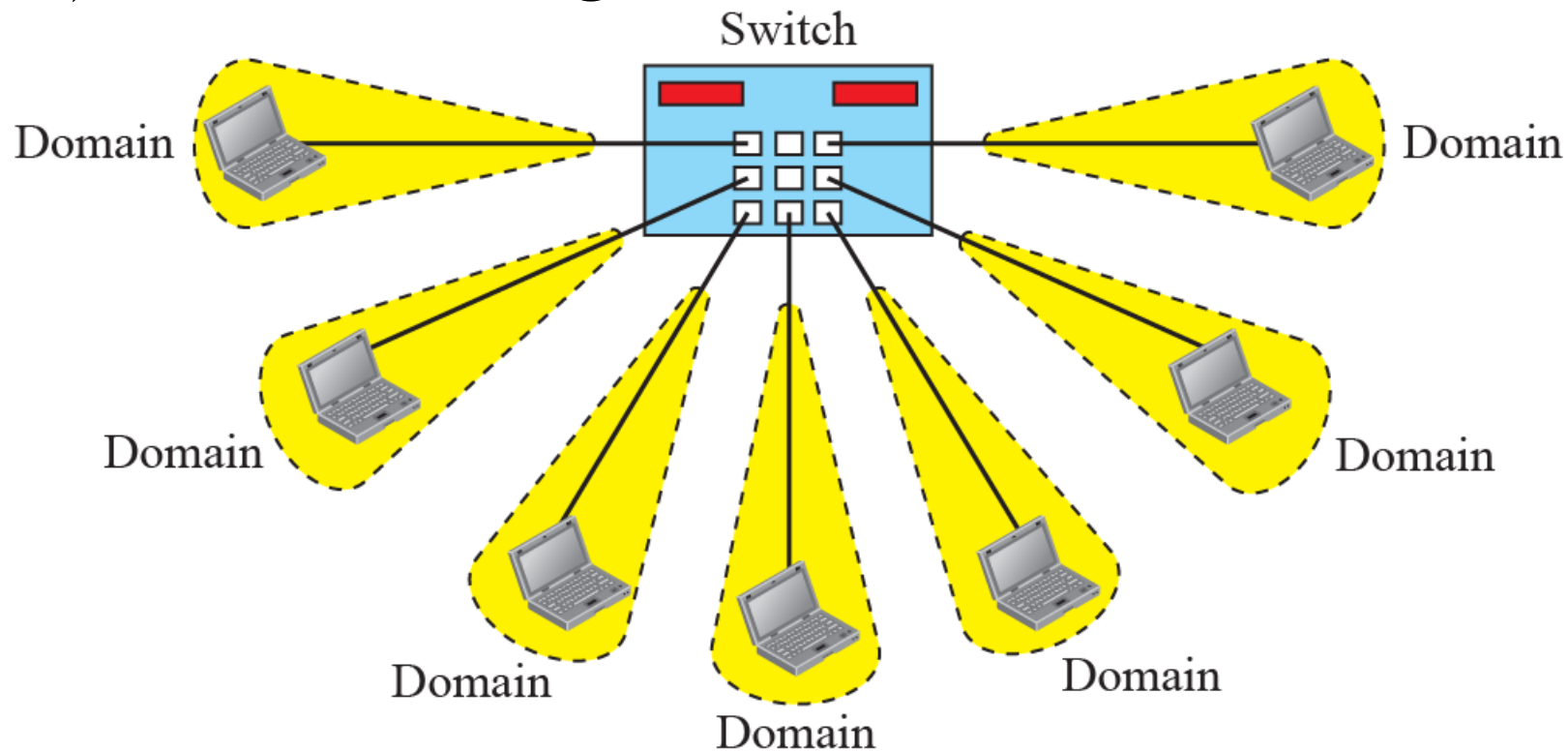
Bryggor (Bridges)

Bryggor utvecklades för att separera delade länkar i olika kollisionsdomäner. Bryggan agerar som en host på alla länkar och kan överföra ramar mellan länkar.



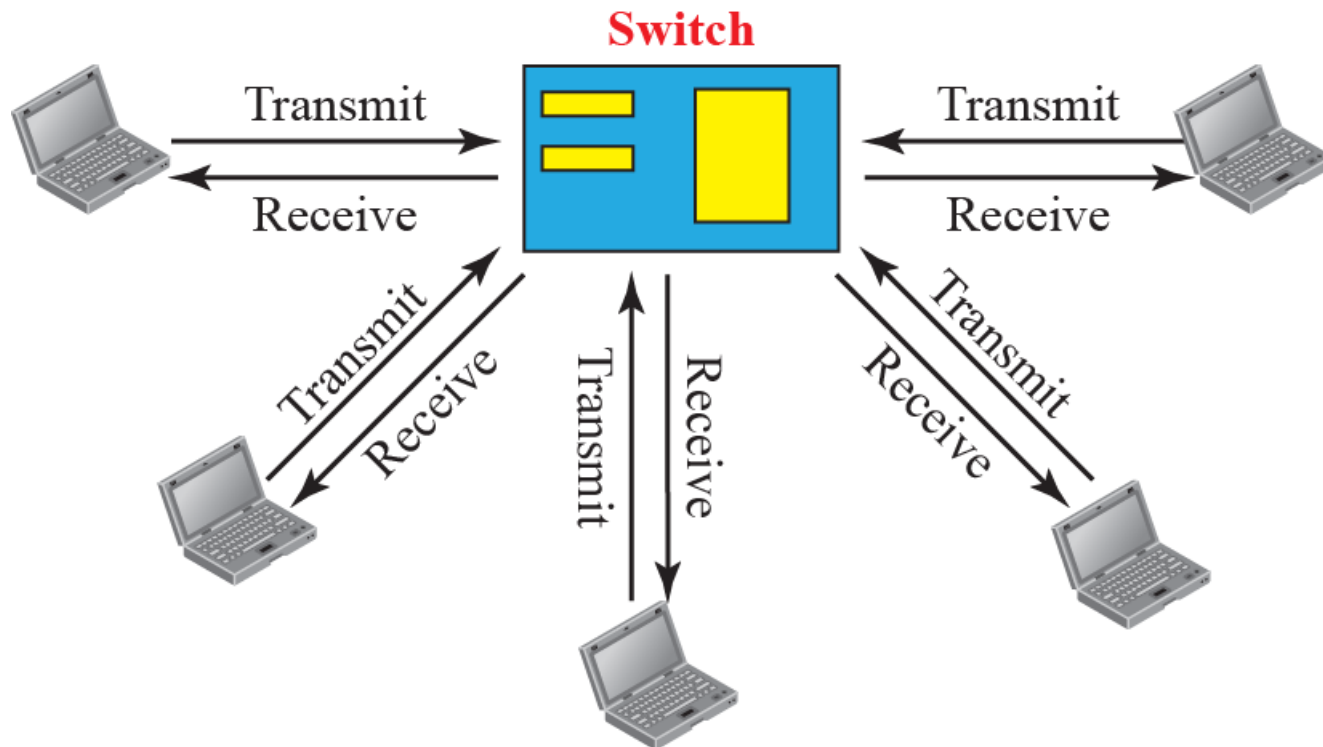
Switchat Ethernet

Moderna Ethernet-implementationer är switchade.
Varje host har sin egen länk.



Full-duplex

Moderna Ethernets använder kommunikation i full-duplex.

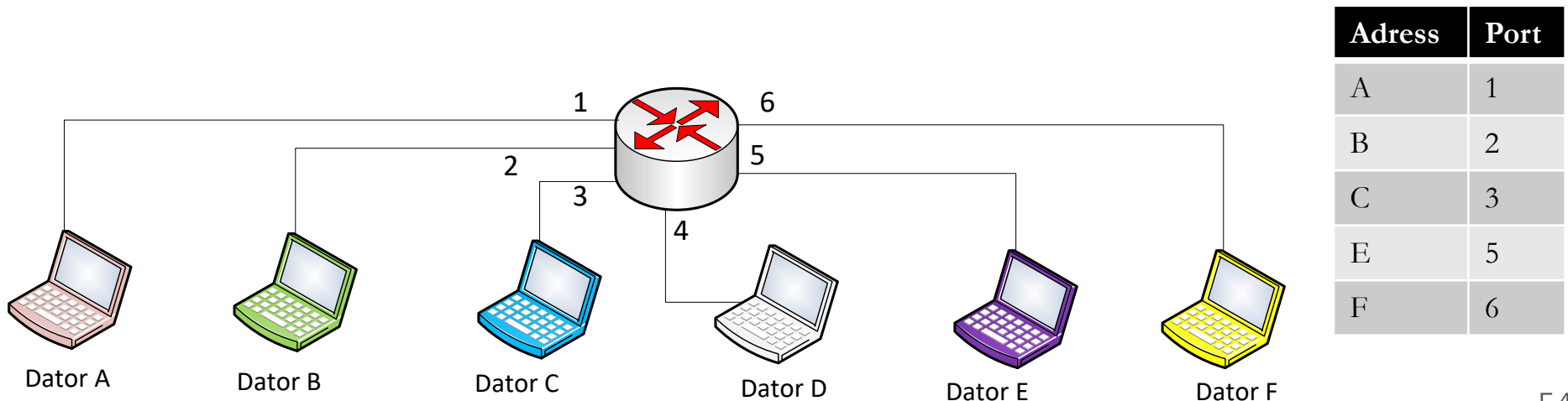


Grundfunktion för en brygga/switch

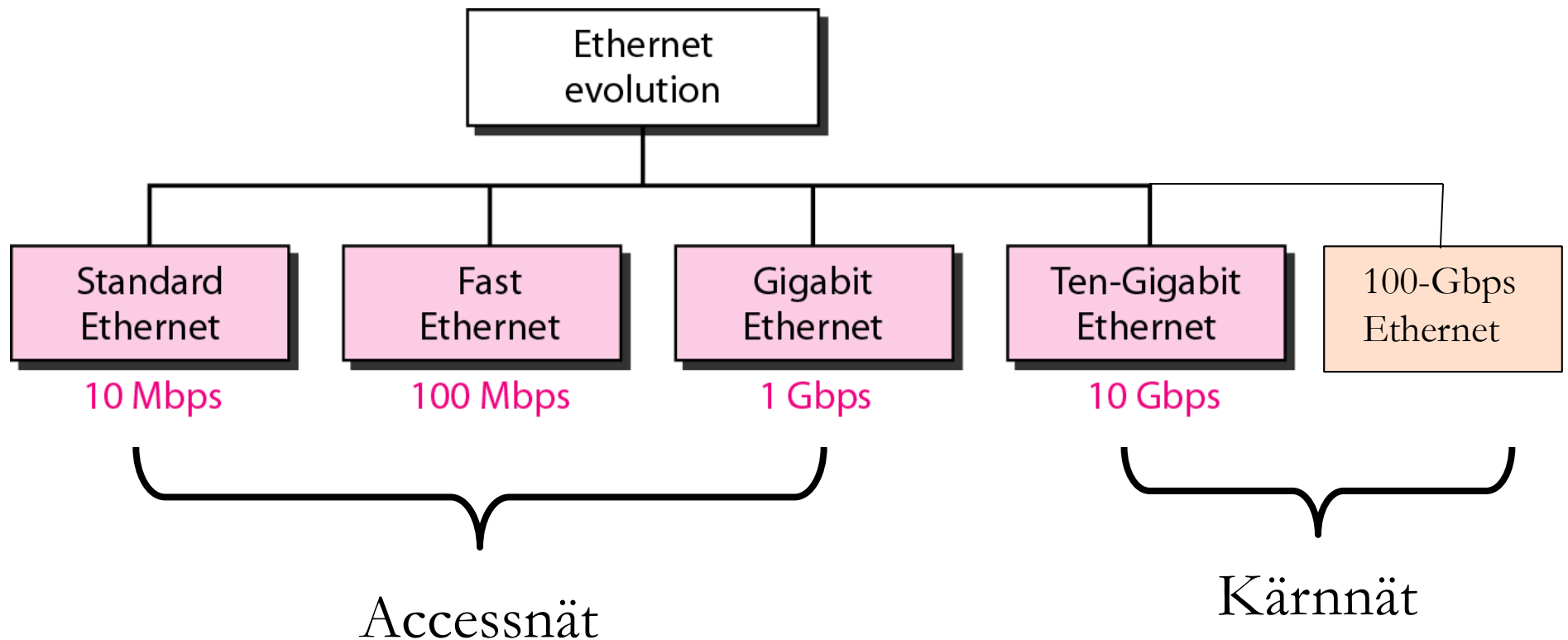
En brygga/switch har en adresstabell för att kunna skicka vidare ramar till rätt mottagare.

Om den inte vet på vilken länk en terminal finns så skickas ramen i broadcast.

Switchen lär sig efterhand på vilken länk en viss terminal finns.

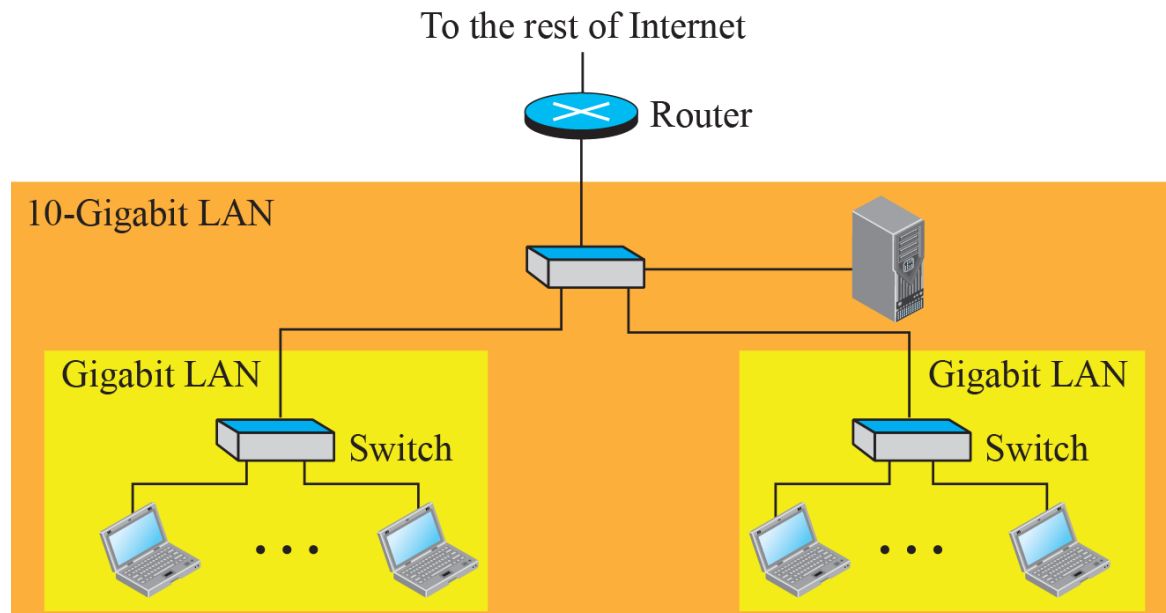


Utveckling av Ethernet (IEEE 802.3)



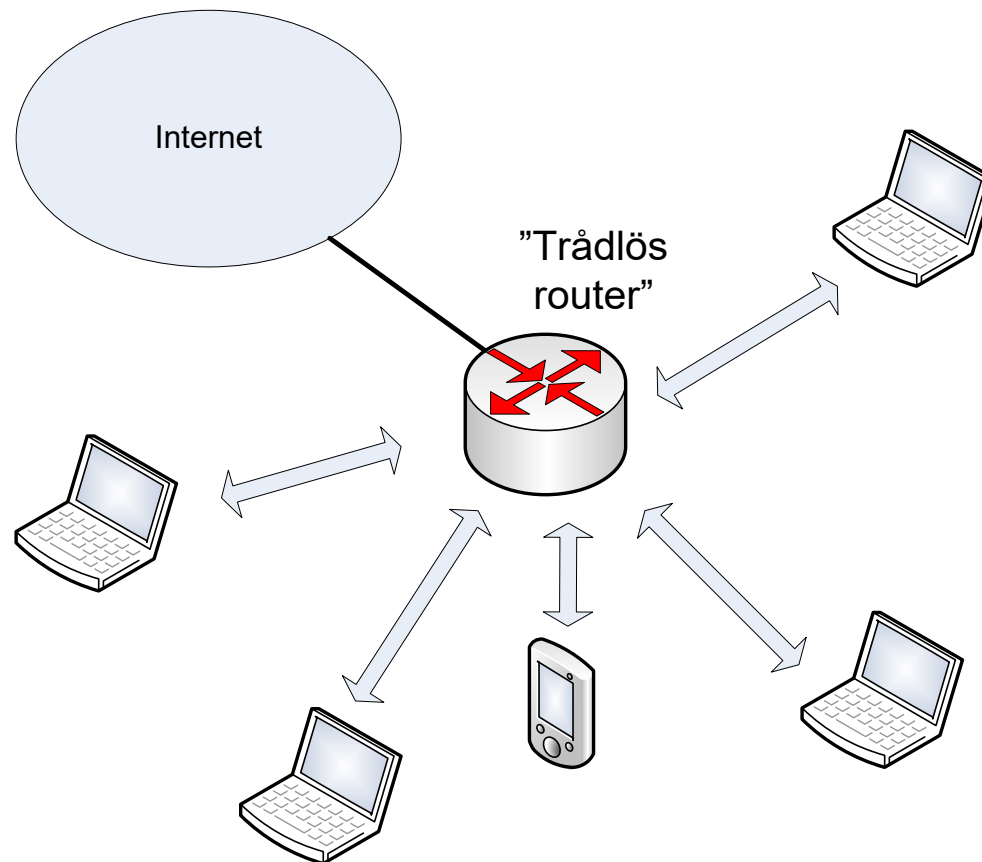
Switchade Ethernets

Ethernet-switchar kan användas för att bygga större nät. Broadcast-ramar skickas till alla hosts inom samma nät (nätet avslutas med en router).

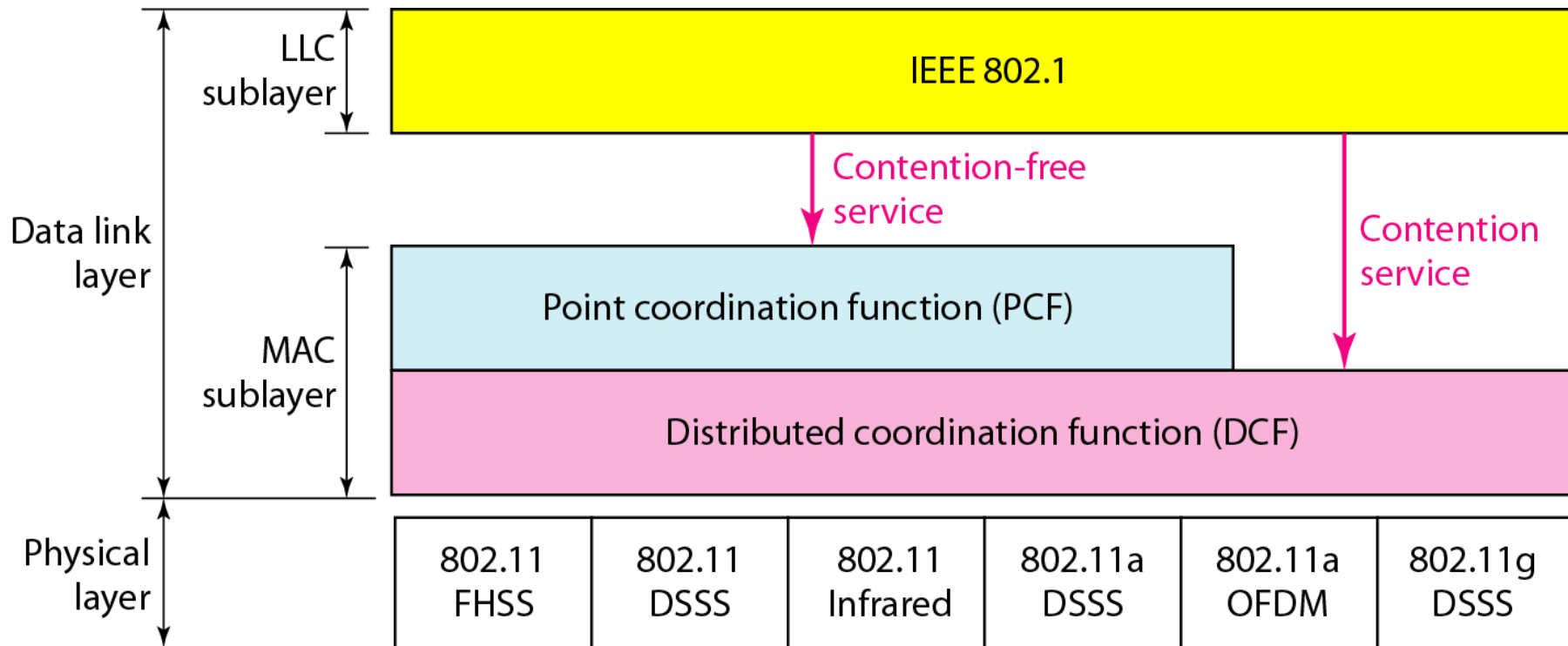


Trådlös access (WiFi)

Nätaccess sker ofta trådlöst med WiFi (IEEE 802.11)

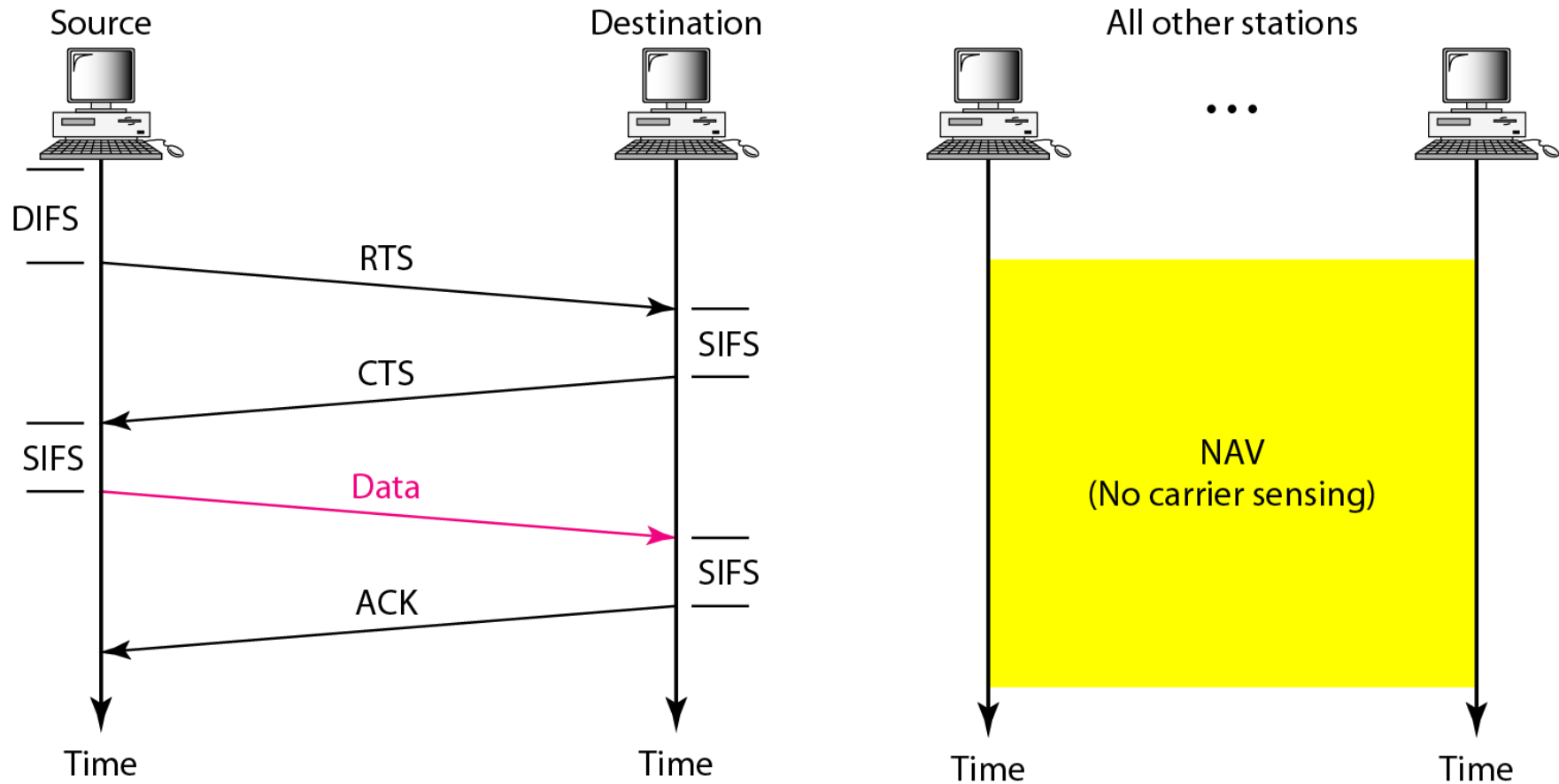


MAC-lager i IEEE 802.11



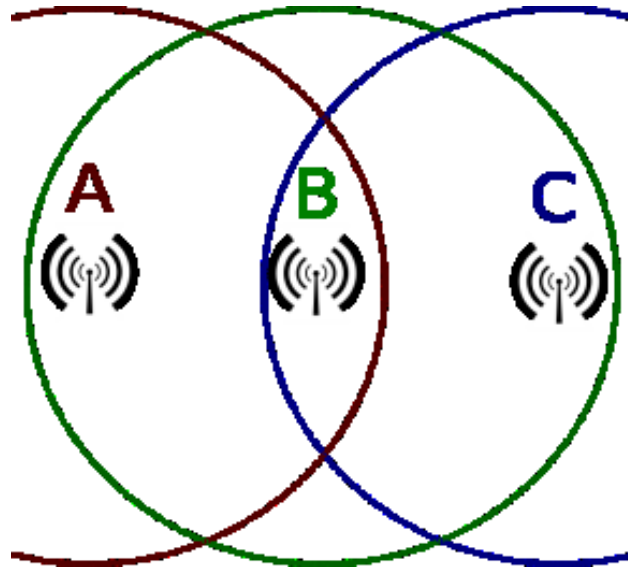
DCF använder en version av CSMA/CA

802.11 DCF används hemma



CSMA/CA kombinerat med en reservationsmetod (RTS/CTS)

Hidden terminal problem



B = Basstation/
Accesspunkt

RTS/CTS löser problemet med ”hidden terminals”, dvs
att två terminaler kan höra basstationen men inte varandra.

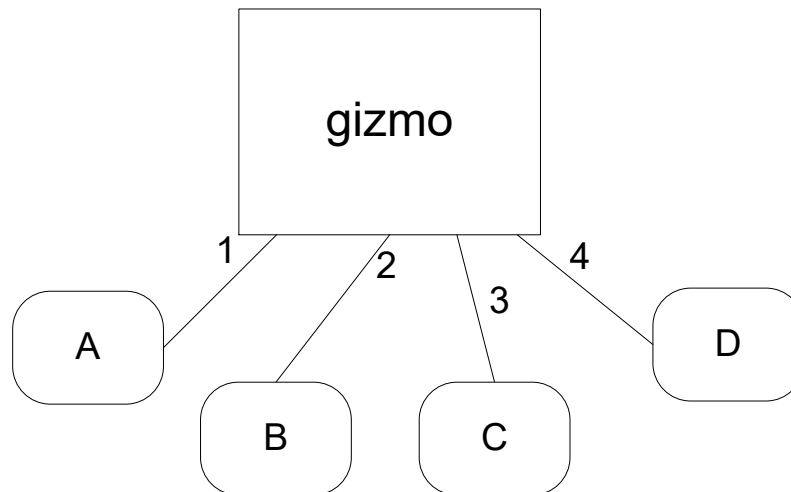
Fysiska lagret för 802.11

Det finns flera standarder för 802.11, som använder olika fysiska lager.

<i>IEEE</i>	<i>Technique</i>	<i>Band</i>	<i>Modulation</i>	<i>Rate (Mbps)</i>
802.11	FHSS	2.4 GHz	FSK	1 and 2
	DSSS	2.4 GHz	PSK	1 and 2
	None	Infrared	PPM	1 and 2
802.11a	OFDM	5.8 GHz	PSK or QAM	6 to 54
802.11b	DSSS	2.4 GHz	PSK	5.5 and 11
802.11g	OFDM	2.4 GHz	Different	22 and 54
802.11n	OFDM	5.8 GHz	Different	600

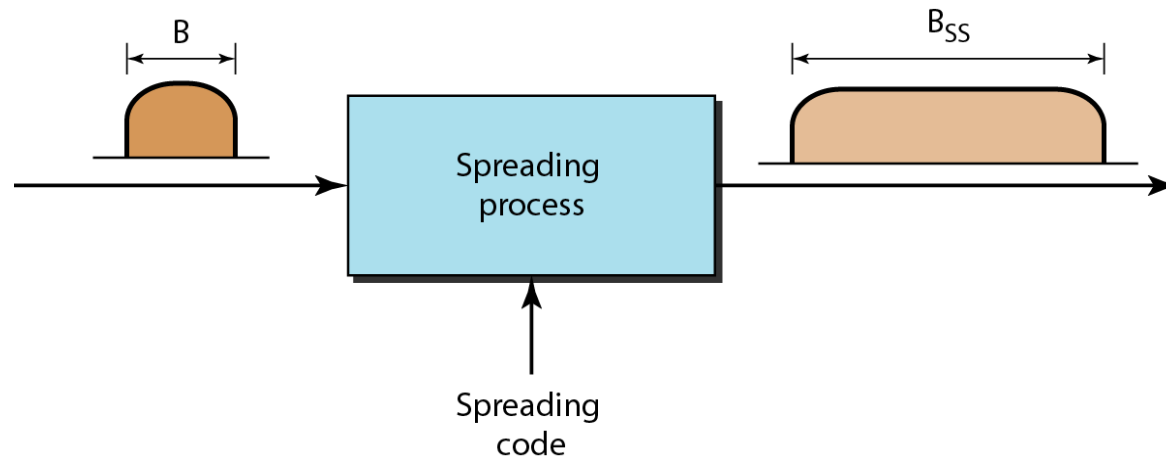
Tentaexempel: Hub/Switch

Följande "gizmo" kopplar ihop fyra terminaler (A-D) till ett nät. Antag att A skickar en ram adresserad till C. På vilka länkar (1-4) kommer denna ram att skickas om gizmo är en (a) hub (b) switch.



Spread Spectrum

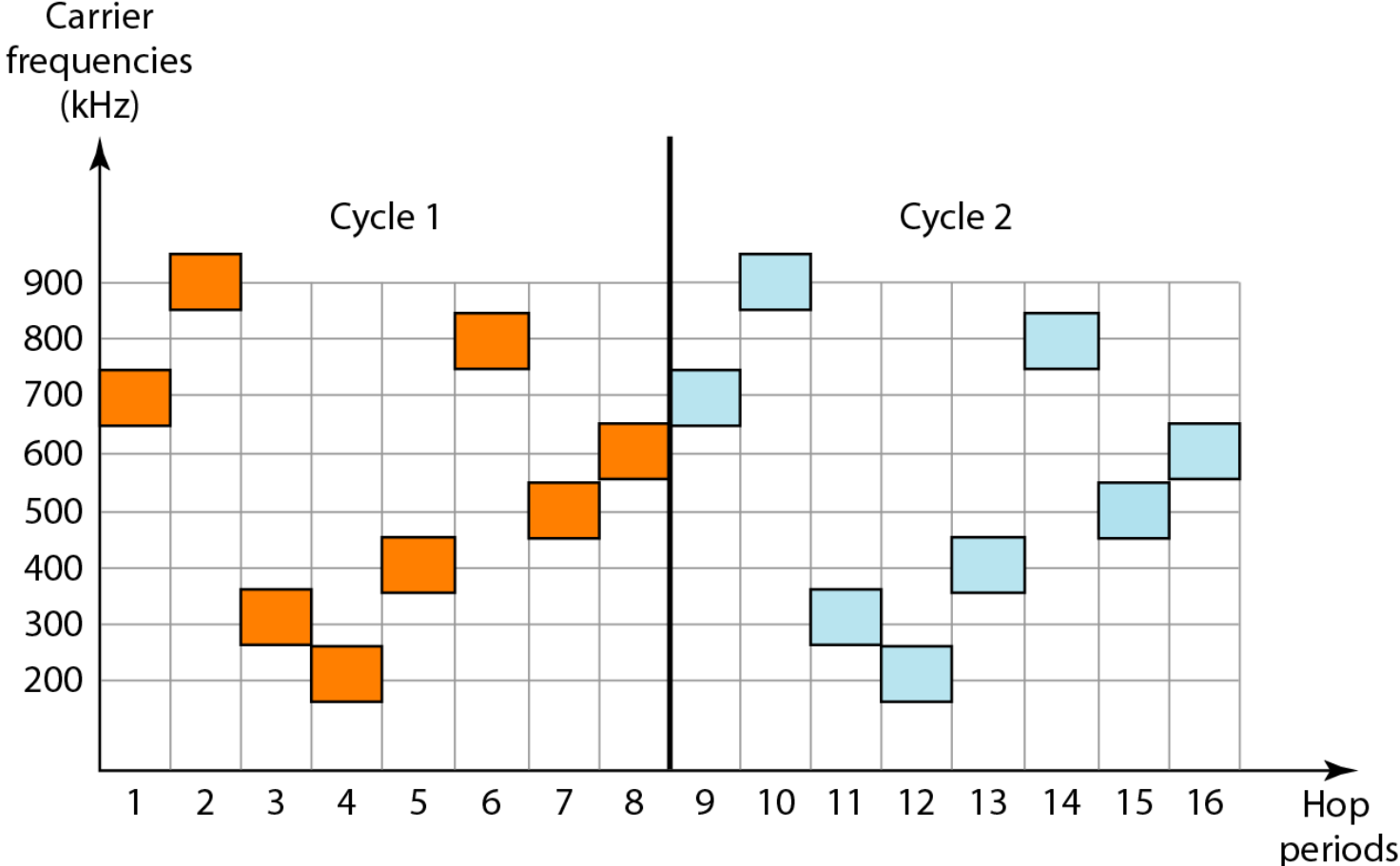
Spread Spectrum (SS), är en teknik för trådlösa länkar med mycket störningar.



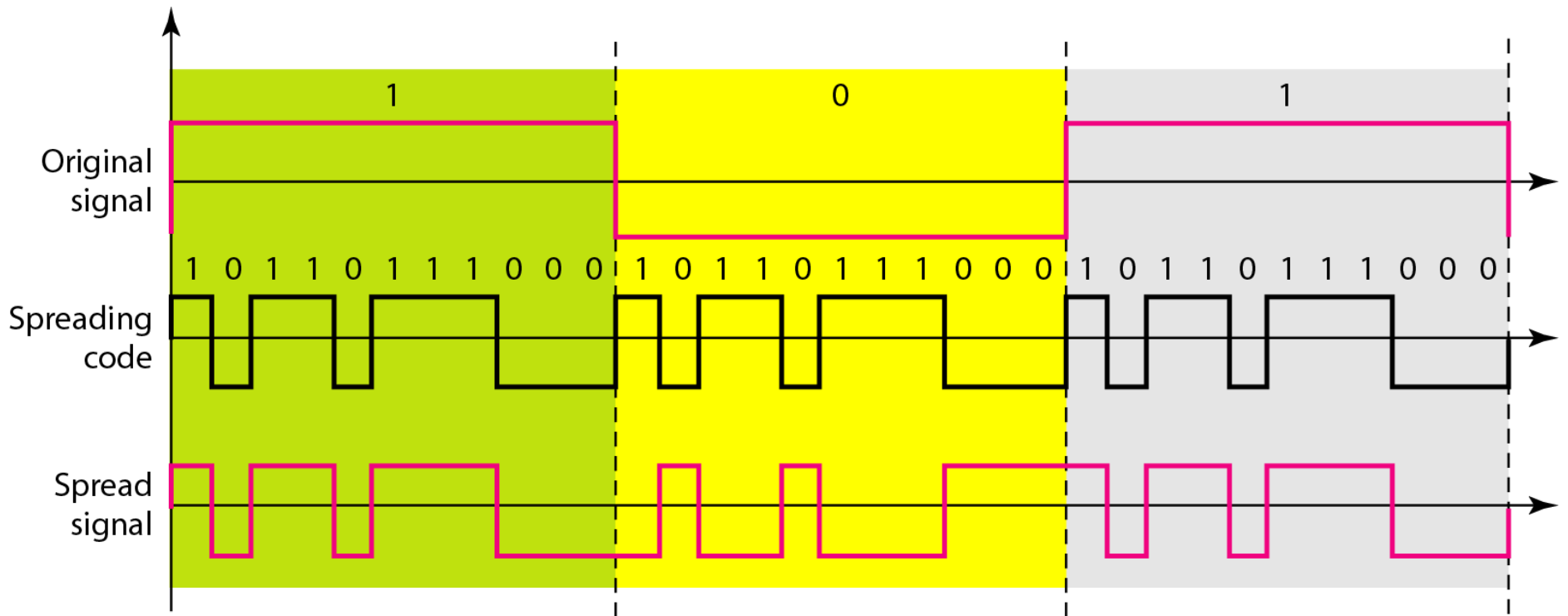
Spread Spectrum metoder

- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
 - En källa använder många bärfrekvenser. En bärfrekvens används i taget, men bärfrekvensen ändras ofta (tex. 1000 gånger per sekund).
- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
 - Varje databit är kodad med n bits (kallade chips) med en unik spridningskod som är förutbestämd av sändare och mottagare. Spridningskoden är vald så att alla andra källor adderade tillsammans blir som vitt brus och kan filtreras bort.

FHSS-cykler



DSSS example



Exempel på DSSS (utan bitfel)

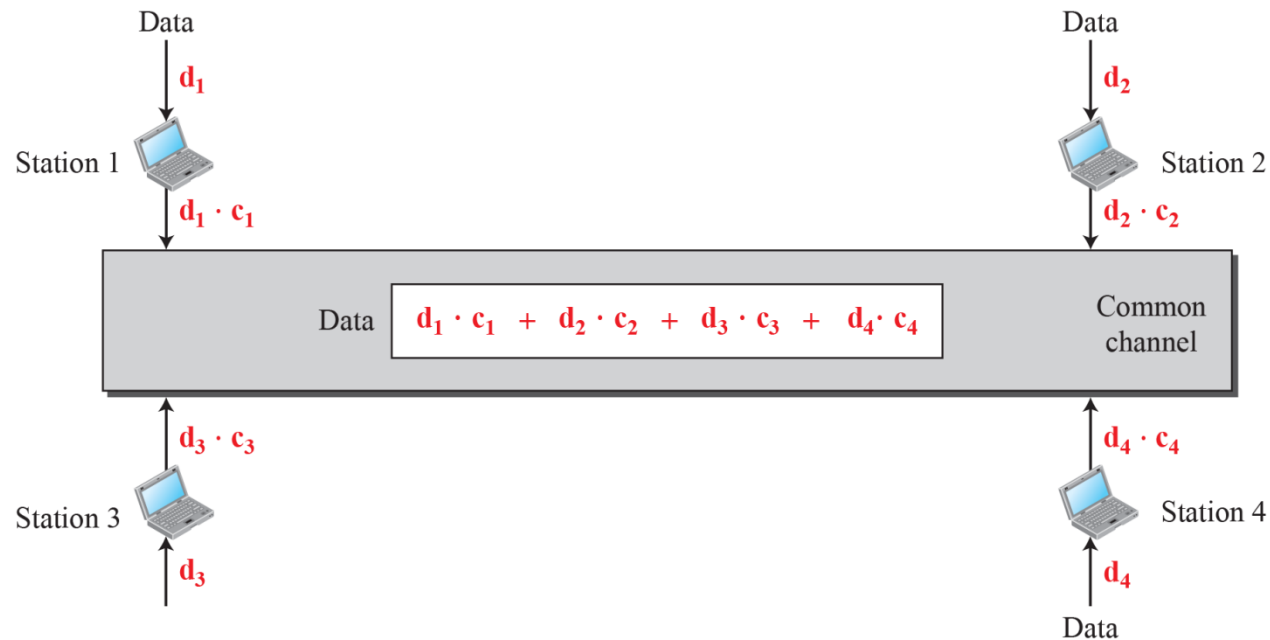
Bit som skall skickas:	0	1
Bitvis modulo-2	0000	1111
med chip-sekvens:	1110	1110
Resultat:	1110	0001
Mottagaren adderar	1110	0001
med chip-sekvens:	1110	1110
Resultat:	0000	1111
Adderas bitvis	0+0+0+0	1+1+1+1
Resultat:	0	4

DSSS-exempel (med bitfel)

Bit som skall skickas:	0	1
Bitvis modulo-2	0000	1111
med chip-sekvens:	1110	1110
Resultat:	1110	0001
Mottagaren adderar	1010	1001
med chip-sekvens:	1110	1110
Resultat:	0100	0111
Adderas bitvis	0+1+0+0	0+1+1+1
Resultat:	1	3

Extra: Code Division Multiple Access (CDMA)

Med hjälp av DSSS kan man multiplexera flera kanaler på samma länk. Tekniken kallas Code Division Multiple Access (CDMA) och används i 3G-näten.



CDMA

Alla stationer har en egen "chipping code". Dessa måste vara matematiskt ortogonala med varandra.

C_1

[+1 +1 +1 +1]

C_2

[+1 -1 +1 -1]

C_3

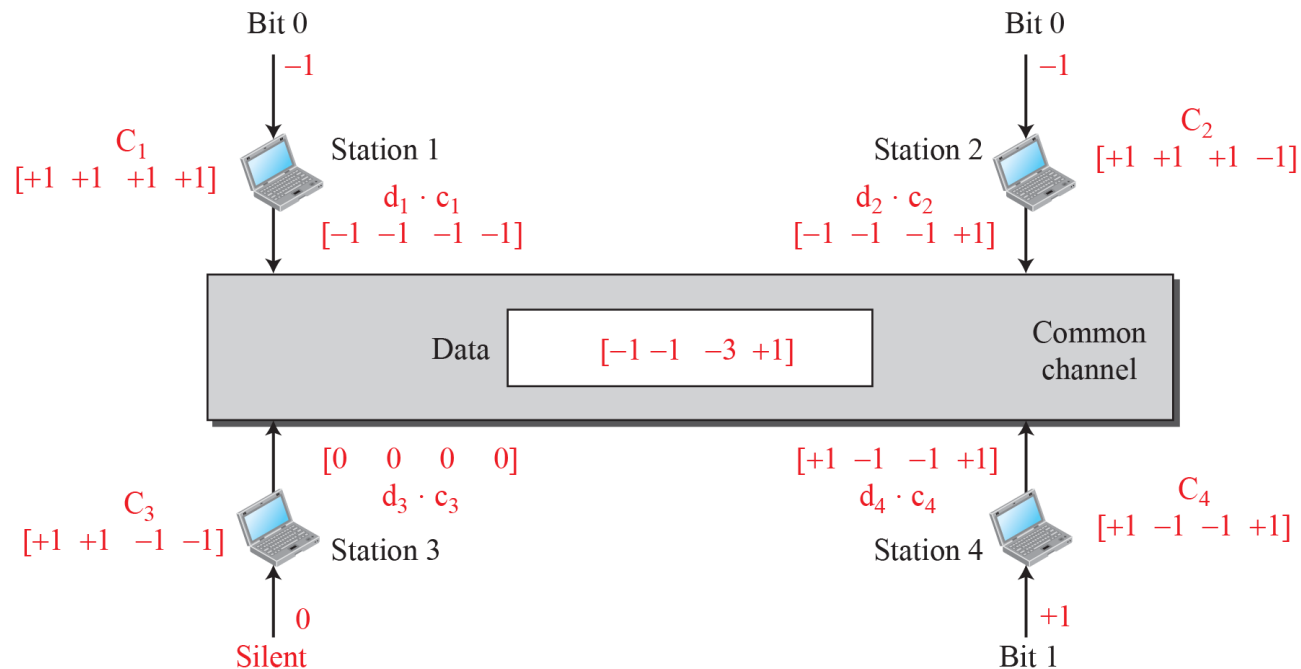
[+1 +1 -1 -1]

C_4

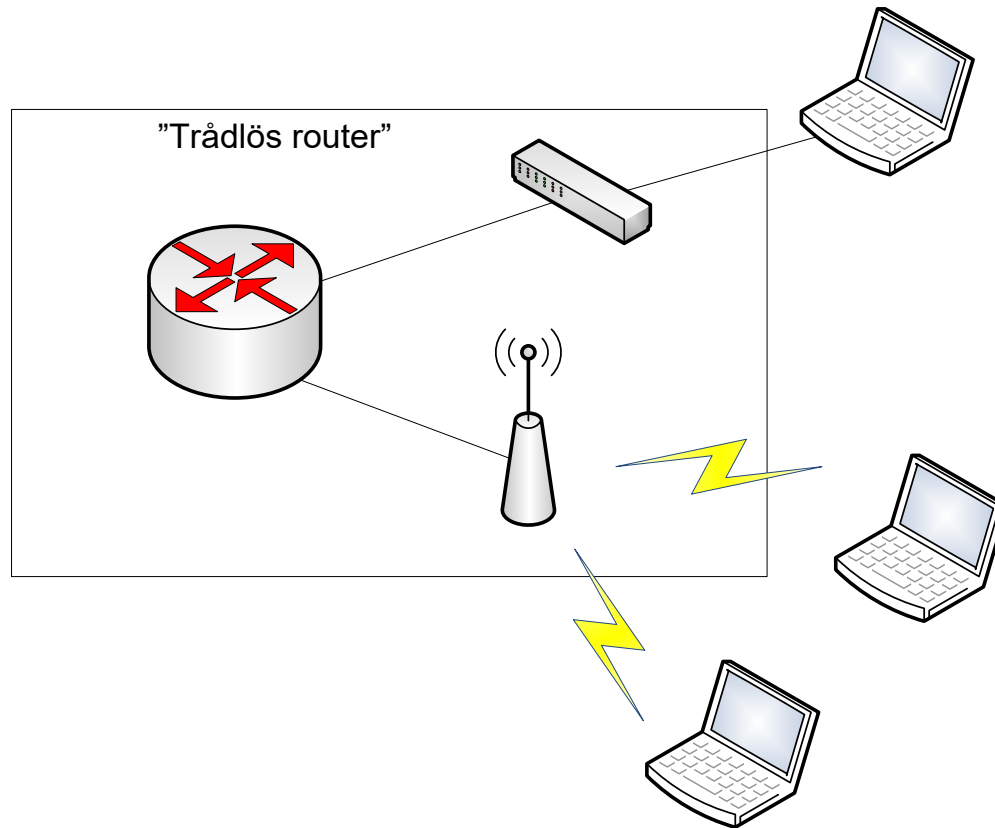
[+1 -1 -1 +1]

CDMA

All data skickas samtidigt (synkroniserat) på samma kanal. Mottagaren använder sändarens kod för att filtrera ut dess signal.



Varför "laggar" WiFi/mobil access?



Lösning?

Uppgift för nästa föreläsning

Ta reda på vilken typ av Internetaccess du har hemma:

- ADSL+WLAN (teleledningen)
- Ethernet över optisk fiber (+ WLAN) (FTTH)
- Internetaccess via kabel-TV
- Mobil access (3G, 4G)
- Annat?