

KANALI KIHT (*Data Link Layer*)

Kaks alamkihti:

- MAC – *Medium Access Control* – pöördumine keskkonna poole ja kanalis tekkinud vigade avastamine
- LLC – *Logical Link Control* – punkt-punkt ühenduse tagamine kahe jaama vahel

MAC

IEEE 802.3 CSMA/CD *Carrier Sence Multiple Access bus with Collision Detection* – “Ethernet”

IEEE 802.4 Markeri edastamine siinil (*Token passing bus*)

IEEE 802.5 Markeri edastamine ringis (*Token passing ring*)

Ajaloolised ligipääsumeetodid:

- *Aloha* (“puhas” CSMA)
- *Slotted (Cambridge) Ring*

MAC-aadress – võrgukaardi tootja poolt määratud unikaalne
48-bittine identifikaator
(vt. C:\Windows\winipcfg.exe)

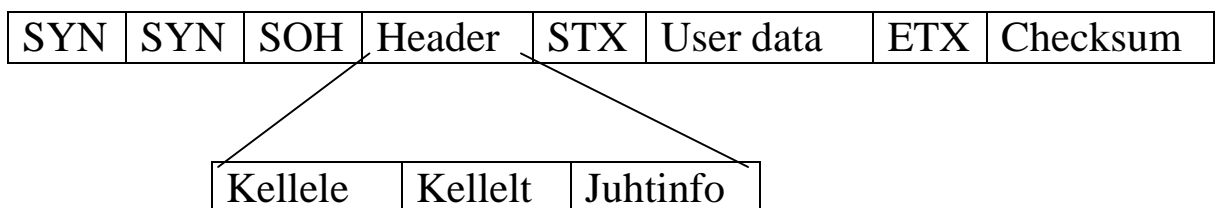
Kaader (*frame*) – paketi kuju “kaablis”

LLC

Protokollid:

- ♦ bait-orienteeritud (näit. BSC)
- ♦ bit-orienteeritud (näit. HDLC)

BSC – Binary Synchronous Communication (“bisync”):



Juhtinfo:

ACK, NAK, ENQ,...

User data “sees” ei tohi olla “puhtaid” reserveeritud koode – nende ette pannakse juhtsümbol DLE (*Data Link Escape*)

HDLC – High-level Data Link Control:

Iga kaadri alguses ja lõpus unikaalne 8-bitine kombinatsioon:

0 1 1 1 1 1 1 0

Kaadris: iga viienda ühe taha lisatakse saatmisel üks 0-bitt

Kontrollsumma: näit. CRC – *Cyclic Redundancy Check*

- ♦ paketti vaadeldakse kui kahendarvu
- ♦ see arv jagatakse (modulo 2) etteantud polünoomiga (näit.
 $p(x)=x^{16}+x^{15}+x^2+1$)
- ♦ jagamise 16-bitine jääk ongi kontrollsumma

Realisatsioon: nihkeregister

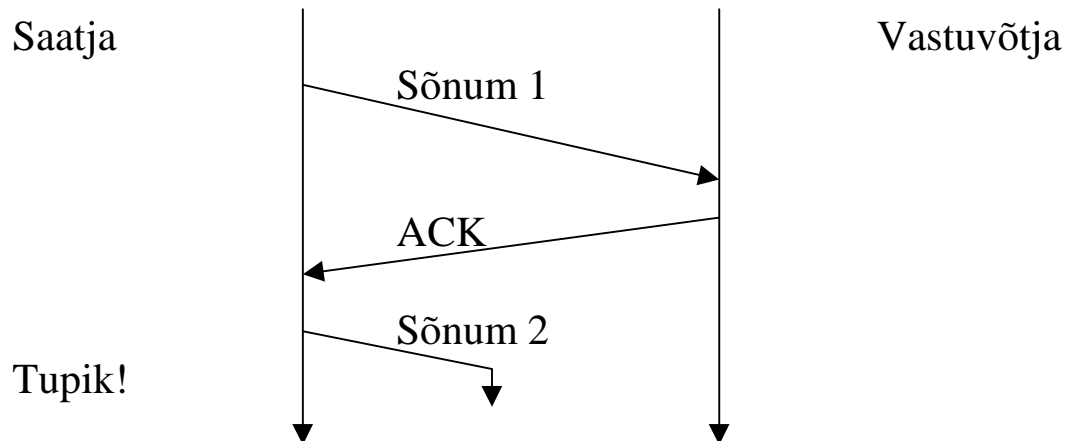
Avastab kõik kuni 16-bitised vead.

Tõenäosus, et ei avasta pikemat kui 17-bitilist viga, on $1.5 \cdot 10^{-5}$

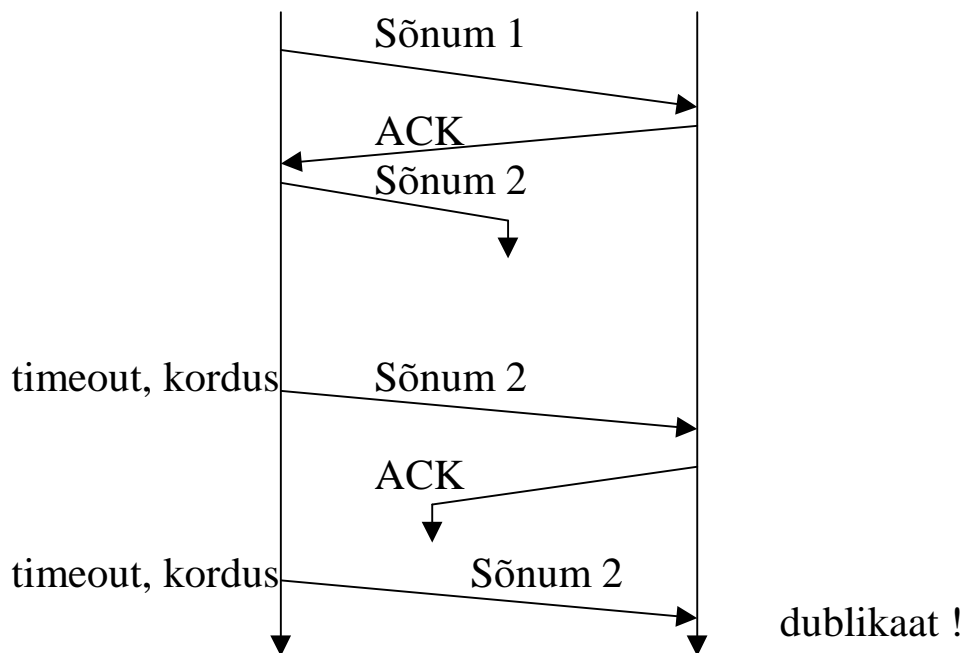
Sild (*bridge*) – seade kahe (koht-)võrgu segmendi vahel, mis MAC-aadressite alusel filtreerib (ja vajadusel regenereerib) kaadreid.

LLC andmevahetuse stsenaariumid

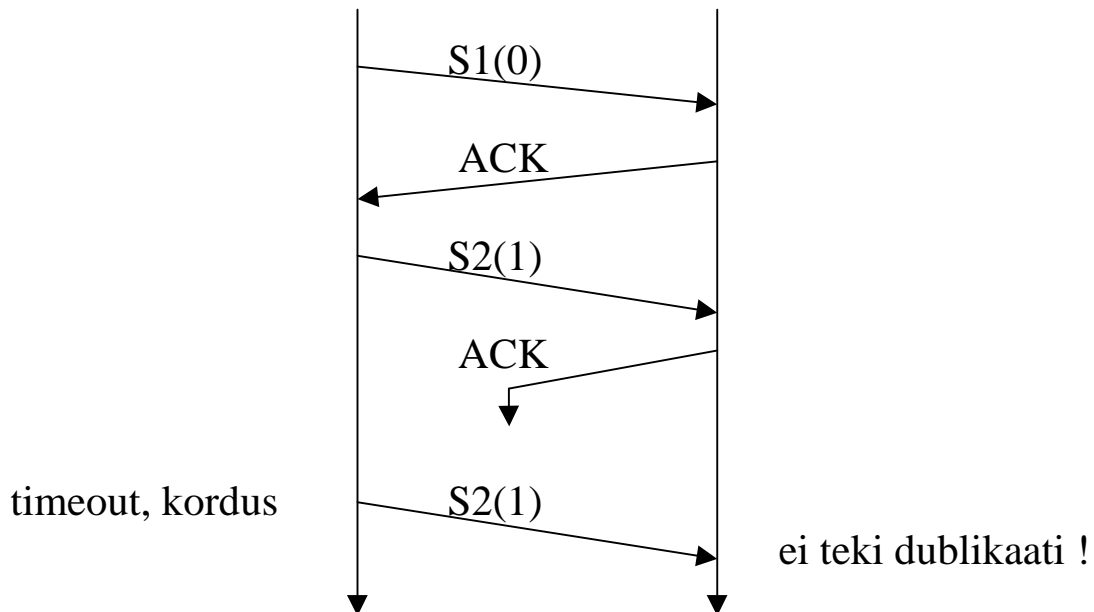
1. Vastamine positiivse kinnitusega (*PAR – Positive acknowledgement retransmit*)



2. Vastuvõtja peab ACK saatma mitte hiljem kui...



3. Nummerdatud sõnumid – ei teki dublikaate

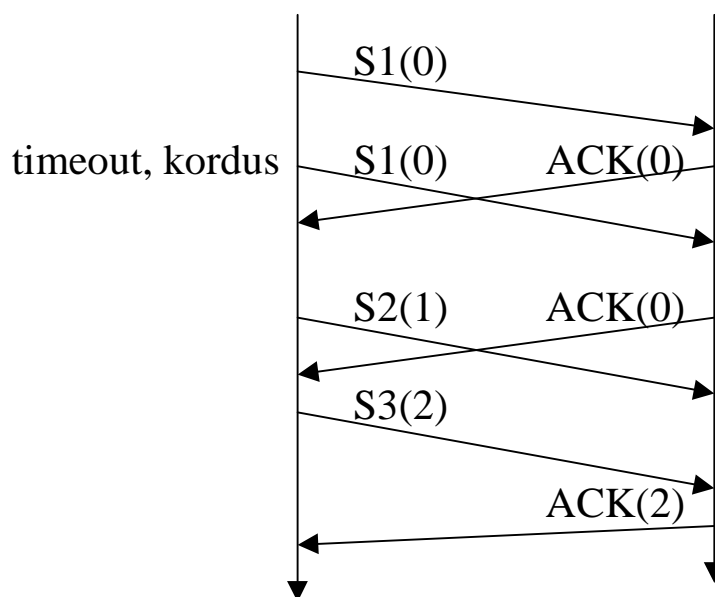


Probleem: millisele sõnumi kohta on saadetud ACK?

Lahendus: nummerdatud ACK'id

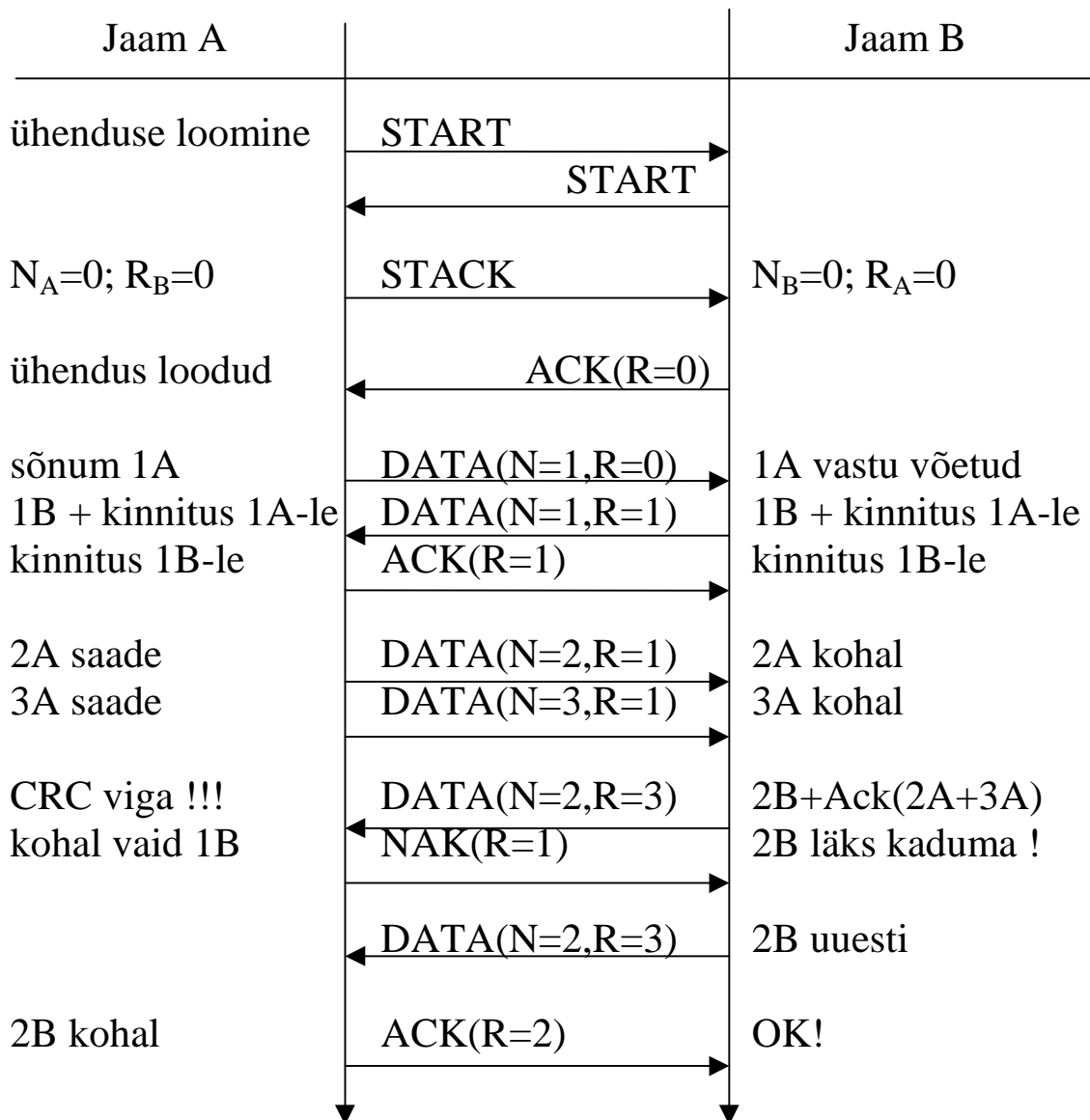
4. Täisdupleks nummerdatud sõnumite ja kinnitustega

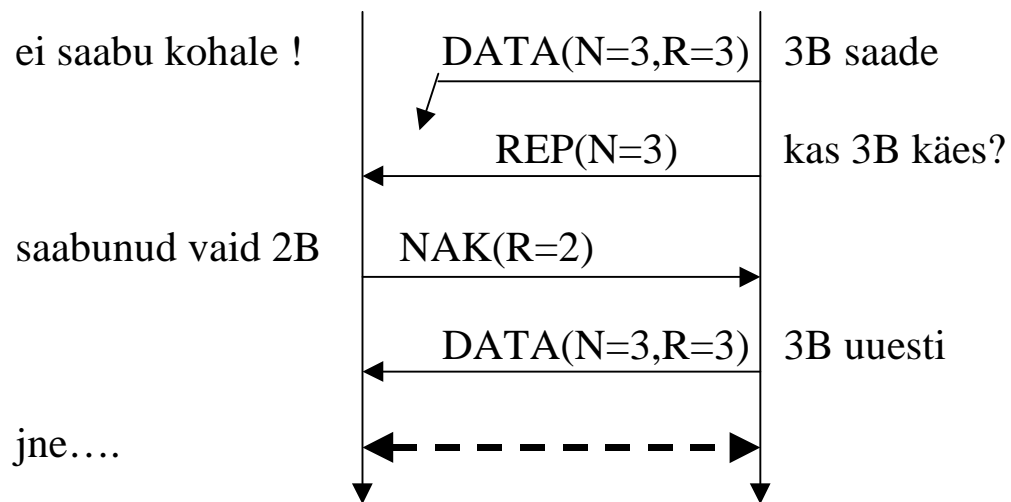
- kinnituse number näitab, missuguse numbrini on kõik sõnumid kätte saadud



5. DDCMP – Digital Data Communication Message Protocol

- täisdupleks ühenduse loomisega, mõlemad saadavad asünkroonselt nii DATA-sõnumeid kui ka ACK/NAK-sõnumeid
- DATA-sõnumis väli **N** = *transmit sequence number*
- DATA/ACK/NAK-sõnumis väli **R** = *response number*
- DATA-sõnumid nummerdatakse *modulo 8*





Näide: DDCMP DATA-kaader

SOH	Count	...	R	N	Addr	CRC1	Data	CRC2
-----	-------	-----	---	---	------	------	------	------

Count = Data pikkus (1..16383)

R = Response Number

N = Transmit Sequence Number

Addr = saatja (*master*) ja vastuvõtja (*slave*) aadress

CRC1 = kontrollsumma SOH..Addr

Data = edastatav pakett

CRC2 = Data kontrollsumma

Näide: IEEE 802 Logical Link Control pakett

MAC-alamkihis HDLC ! Seega ei kuulu jaamade MAC-aadressid, CRC jms. LLC-kihi protokollis!

D-SAP	S-SAP	N	...	R	Data
-------	-------	---	-----	---	------

D-SAP = Destination SAP

S-SAP = Source SAP

N = Transmit Sequence Number

R = Response Number

NB! Mõlemas näiteks toodud protokollis on kasutusel ka nn. *supervisor-messages*