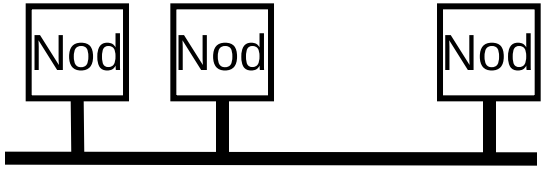
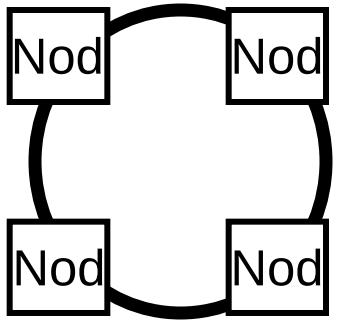
CAN – ett kommunikationsprotokoll för realtidssystem

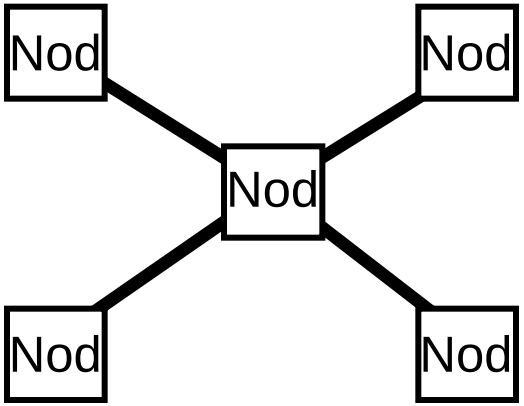
Seriekomunikation- Datanät- Topologi

Buss

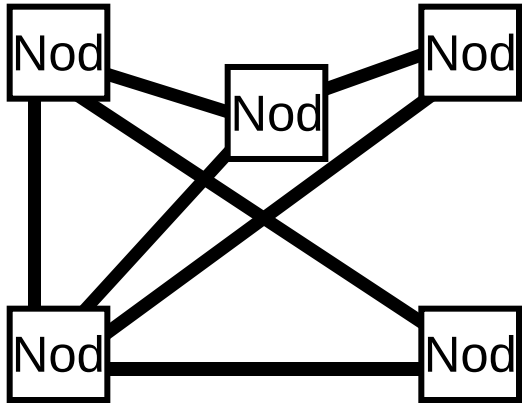


Ring





Stjärna



Masknät

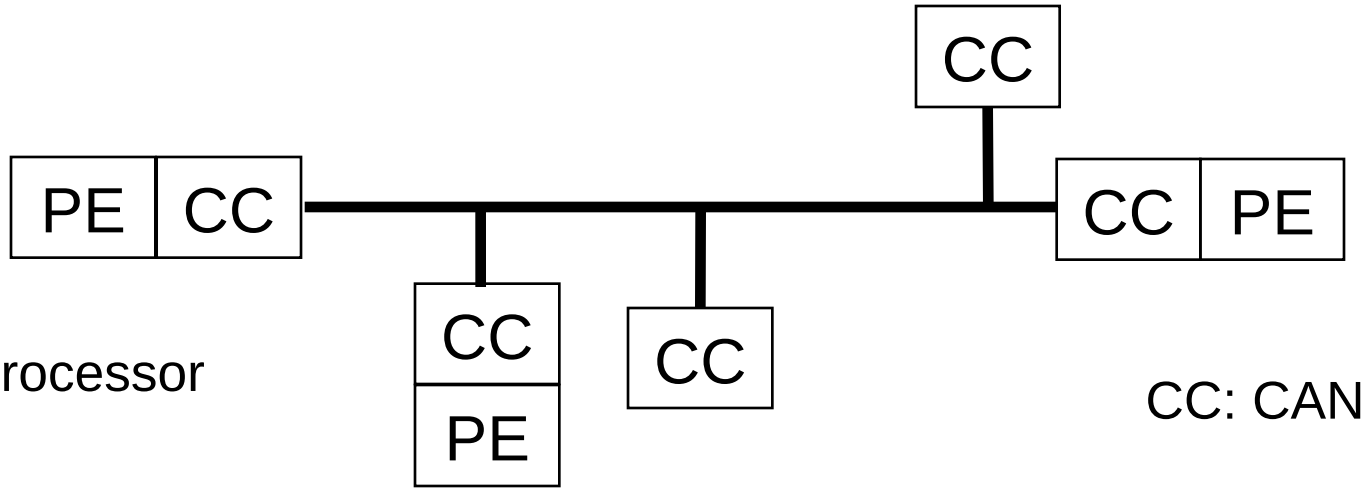
Seriekomunikation- Datanät- Acessmetoder

När ska någon få skicka data ut på nätet?

- *Polling*
- *CSMA*
- *TDMA*
- *Token*

CAN (Controller Area Network)

- Meddelanden, allmänt
- Bussåtkomst
- Synkronisering
- Olika ramar
- Felhantering
- Identifierare



PE: Processor

CC: CAN-Controller

CAN (forts)

- 1984 CAN C-Spec, Bosch och Intel
  - Kommunikationsstandard för bilindustrin
  - Standard CAN, senare Extended CAN
- I dag, Leverantörer
  - INTEL, FREESCALE, PHILIPS, NCS, SGS, etc,etc

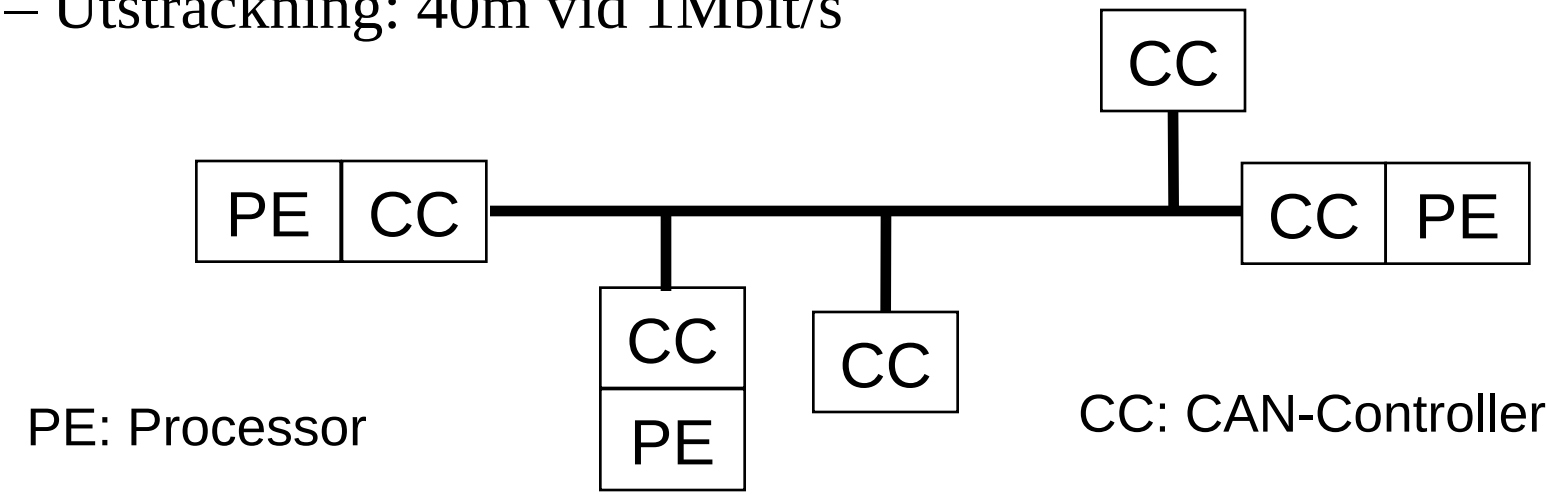
Utmärkt protokoll för distribuerad styrning av händelsestyrda system där man önskar att skicka små mängder data (1-8 bytes) i ett datanät med fysisk liten utsträckning .

CAN-protokollets egenskaper

- Flexibelt
- Multimaster protokoll
- Multicast protokoll
- Hög överföringshastighet (1 Mbit/s)
- Kort svarstid (200 μs)
- Automatisk omsändning av störda överföringar
- ”Atomic Broadcast”
- Stöd för synkroniserad exekvering i olika noder
- Avlastar processorn/användaren med meddelandeöverföringen

Ett typiskt CAN nät

– Busstopologi
– Media: twisted pair, koaxial, fiber
– Utsträckning: 40m vid 1Mbit/s

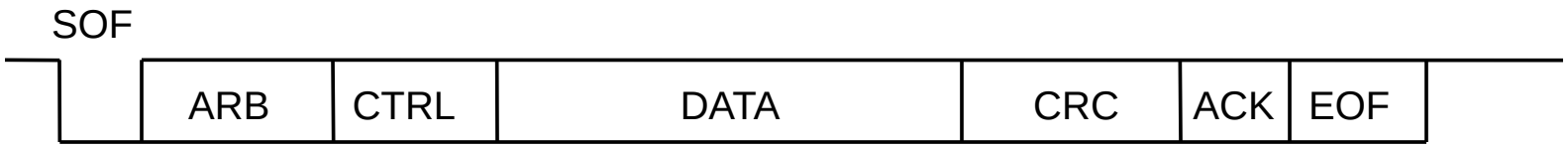


Flexibelt att ansluta nya noder

Meddelanden i ett CAN-nät

- Objekt (Meddelanden)
  - Ex: broms, ljus, fönsterhiss
  - Skicka/efterfråga ett objekt
- Prioriteter knutna till objekten (meddelanden)
  - Specificeras innan “run-time”
  - Prioriteten kan tolkas som en “adress”

Meddelanden i ett CAN-nät forts



- ARB Arbitrering (tävlan om bussen)

  Identifierare anger objekttyp; även prioritet
- CTRL Control

  Antal byte; Standard/Extended CAN
- Data 0-8 bytes
- CRC Kontrollsumma

  Tillsammans med felhantering $\Rightarrow$ Samtidig exekvering
- ACK Kvitto

  Inbyggd handskakning
- EOF Slutmarkering

Bussåtkomst

CSMA/CD (Ethernet)

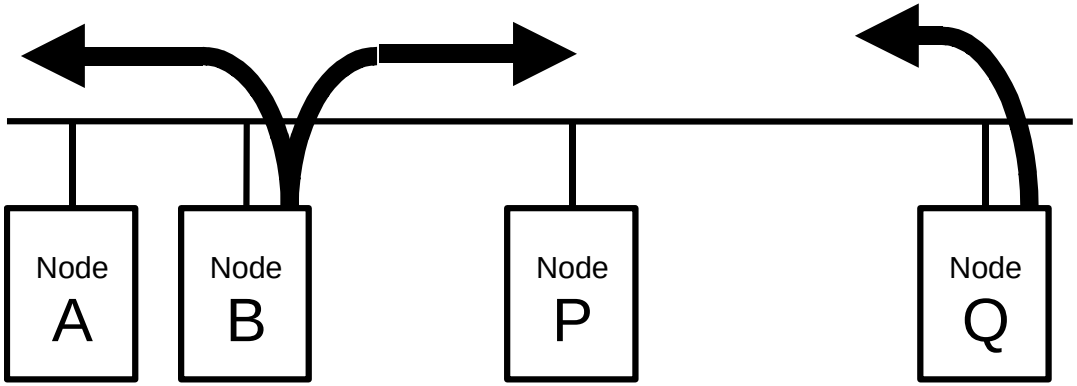
- Carrier Sense: Lyssna Först
- Multiple Access: Vem som helst kan skicka ett meddelande när bussen är ledig.
- Collision Detect: Buss-krock upptäcks.

Algoritm: Börja om vid fel

Bussåtkomst forts

Algoritm (CSMA/CD)

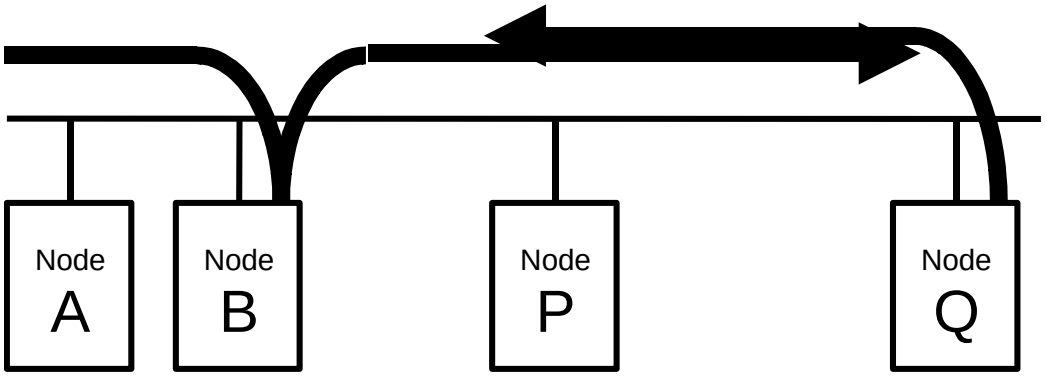
- Lyssna på bussen;
- Om bussen är ledig starta sändning av ett meddelande



Bussåtkomst forts

Algoritm (CSMA/CD)

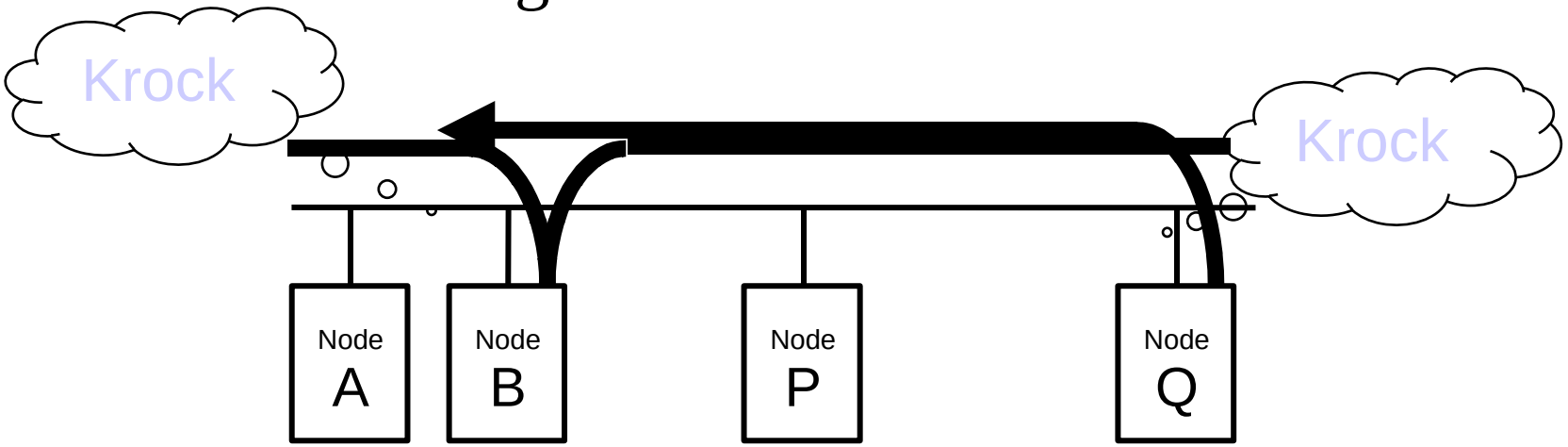
- Lyssna på bussen och kontrollera om busskrock uppstår.



Bussåtkomst forts

Algoritm (CSMA/CD)

- Om busskrock uppstått, avsluta då sändningen och försök igen senare.



Bussåtkomst forts

CSMA/CR (CAN)

- Carrier Sense: Lyssna först
- Multiple Access: Vem som helst kan skicka ett meddelande när bussen är ledig.
- Collision Resolution: Buss-krocksupplösning.

•Algoritm: Starkast vinner

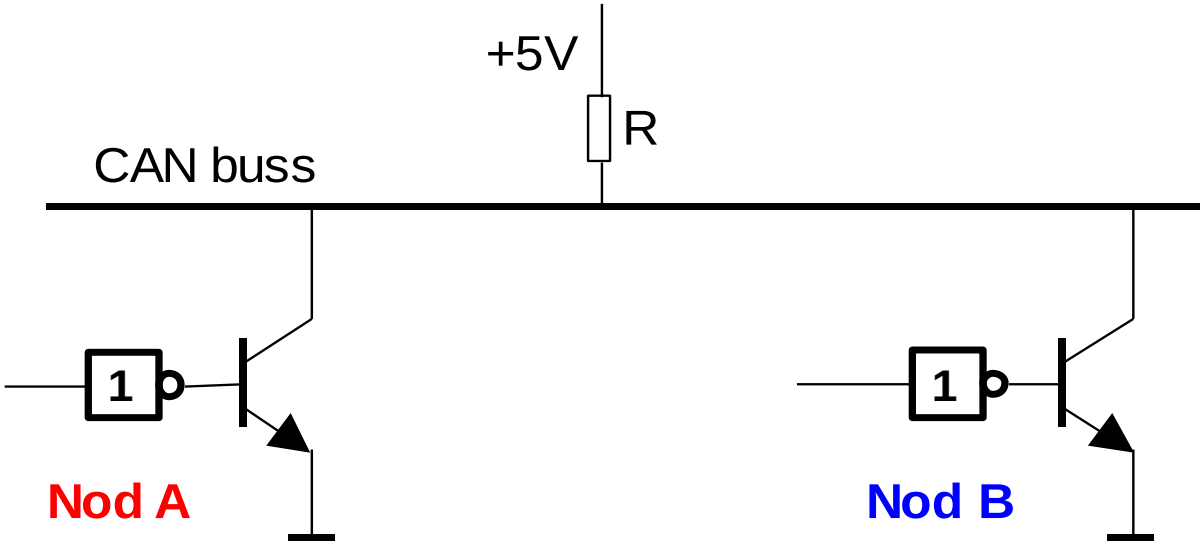
•Multimaster

Bussåtkomst forts

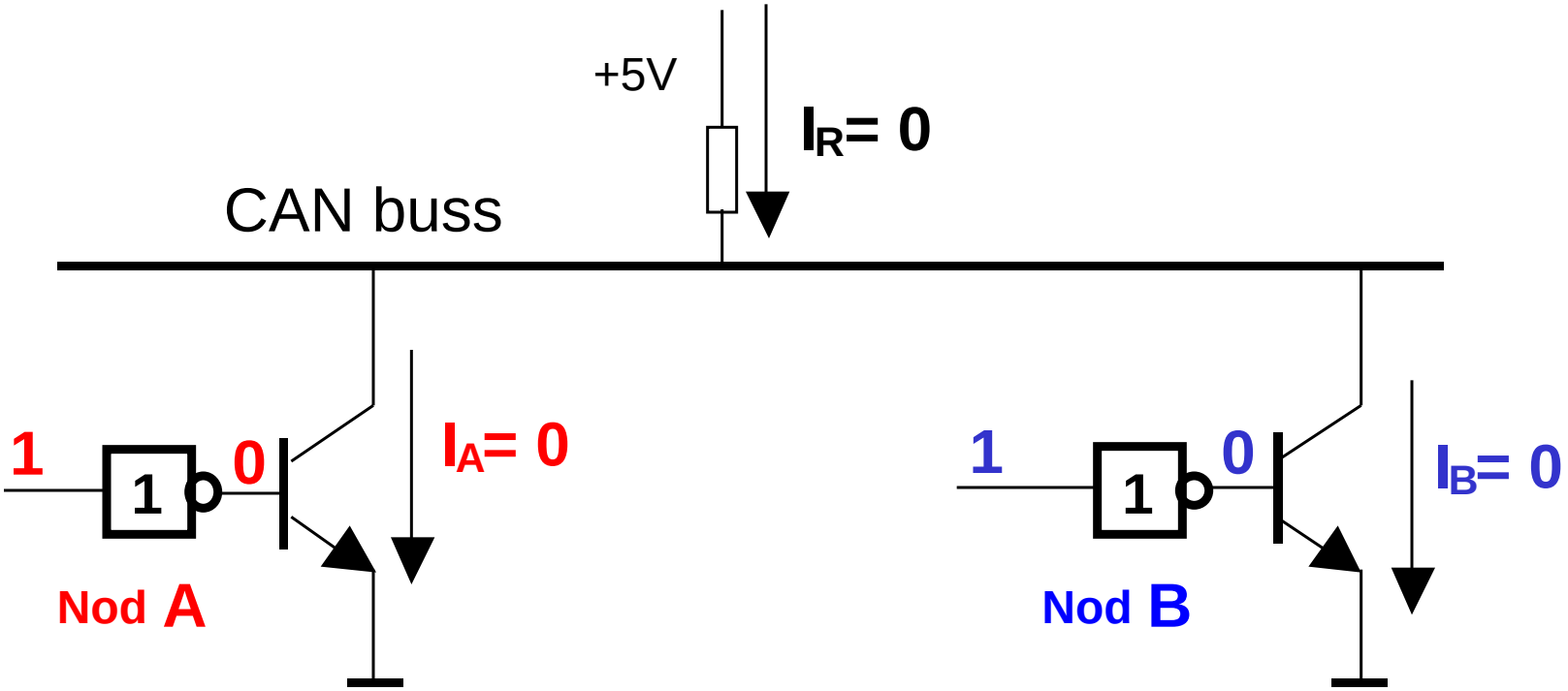
- Algoritm (CAN)
  - Lyssna på bussen. Om bussen är ledig starta sändning av ett meddelande.
  - Lyssna på bussen och jämför bit för bit av sänt data.
  - Om mottagen bit skiljer sig från sänd bit indikerar detta att någon med högre prioritet skickar data samtidigt. Avsluta då sändningen och försök igen när "högprioritets-meddelandet" har skickats i sin helhet.
- Kort svarstid (200 μs vid 1Mbit)

Bussåtkomst forts

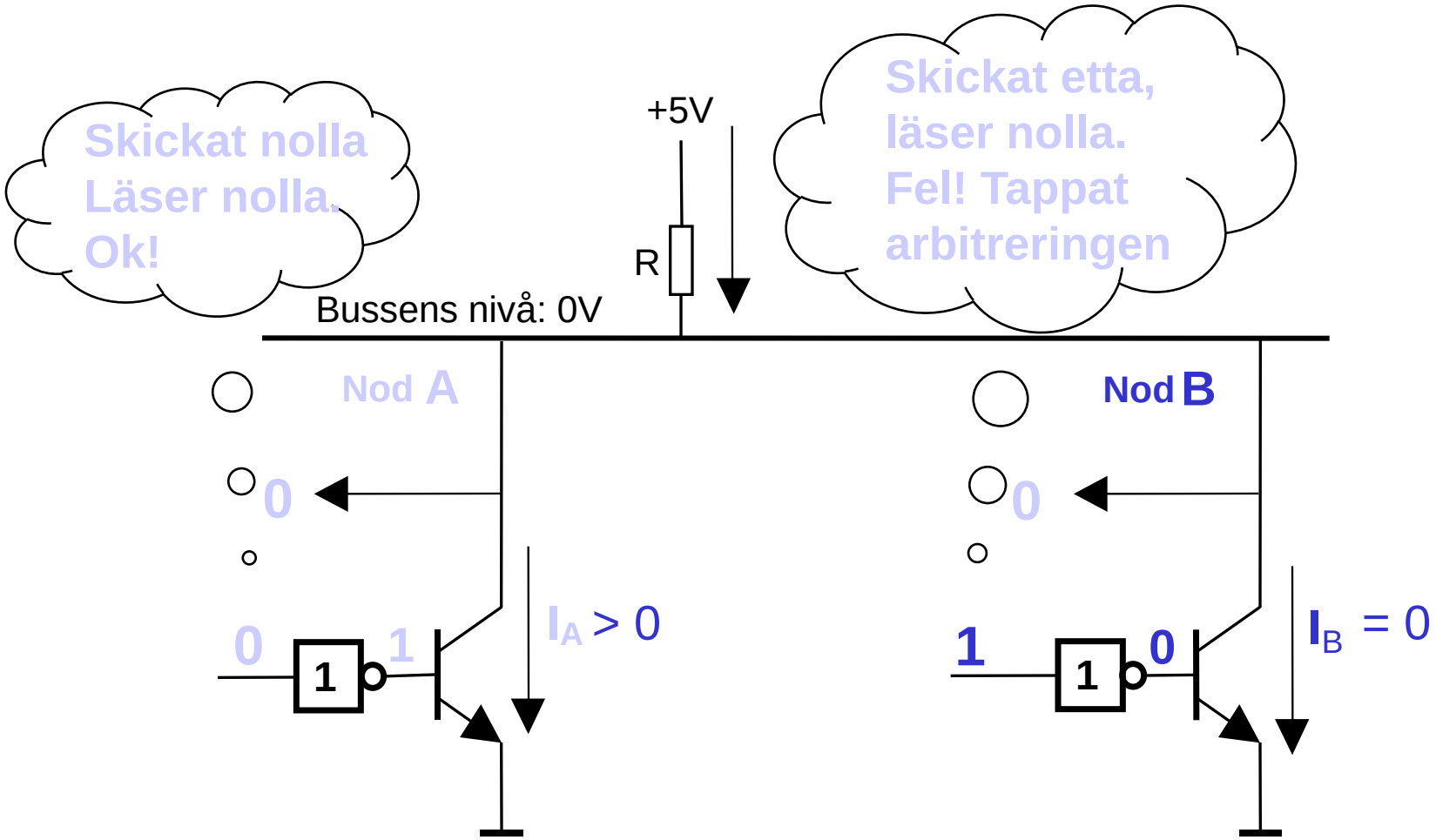
- Bussdrivare: Princip ”Open collector”
- Bussens nivå:
  - Recessiv (bit)
  - Dominant (bit)



Bussåtkomst forts



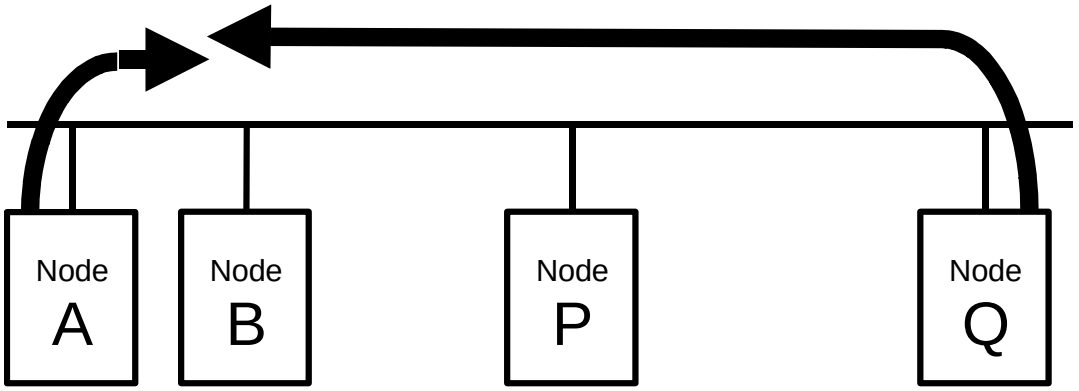
Bussåtkomst forts



Bussåtkomst forts

Inskränkningar

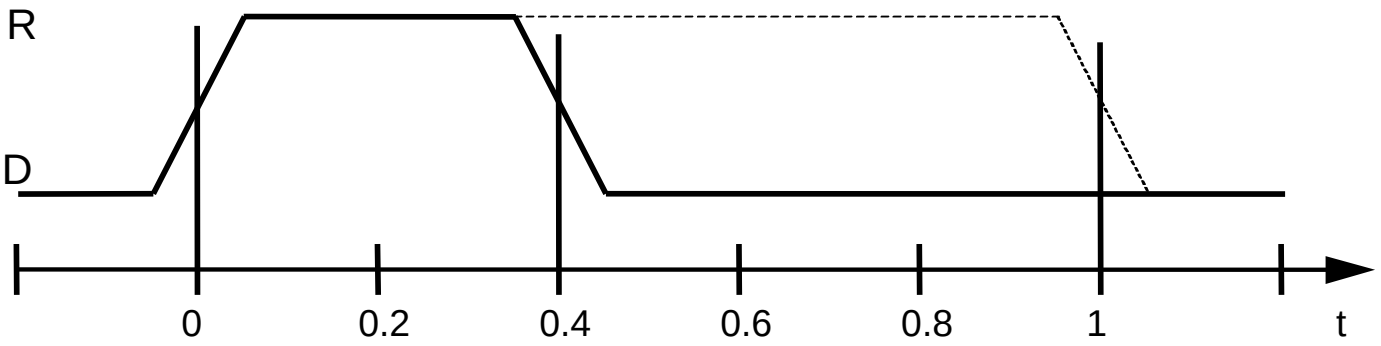
- Bitsynkronisering
- En enskild bit måste vara ”giltig i hela nätet”



Bussåtkomst forts

Inskränkningar

- Nätets utsträckning/bithastighet



- $\tau_{vänta} = 2 \cdot l/\upsilon = 2 \cdot 40 / 2 \cdot 10^8$ s = 0,4 μs
- Max 40m vid 1 Mbit

Bussåtkomst (arbitrering)

– Tre noder vill sända samtidigt

```
Nod A identifierare: $257 (0010 0101 0111)
Nod B    – ” –     : $360 (0011 0110 0000)
Nod C    – ” –     : $25F (0010 0101 1111)
```

– Bussens nivå

Bit nummer	SOF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bussens nivå	**D**	**D**	**D**	**R**	**D**	**D**	**R**	**D**	**R**	**D**	**R**	**R**	**R**	**R**
Nod A skickar	**0**	**0**	**0**	**1**	0	**0**	**1**	**0**	**1**	0	**1**	**1**	**1**	**1**
Nod B skickar	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	Slutar sända								
Nod C skickar	**0**	**0**	**0**	**1**	0	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	Slutar sända			

Bussåtkomst (arbitrering)

- Identifierare anger prioriteten
- **OBS!!!** Endast EN nod får skicka data med en speciell identifierare

Synkronisering i CAN

- Asynkront protokoll
- Okodade bitar

Synkronisering i CAN forts

- Synkroniseringsmekanism
  - Mottagare:
    - Hård synkronisering på SOF
    - Synkronisera på flanker i mottaget data
  - Sändaren:
    - Inför STUFF BITAR vid långa sekvenser av nollor / ettor

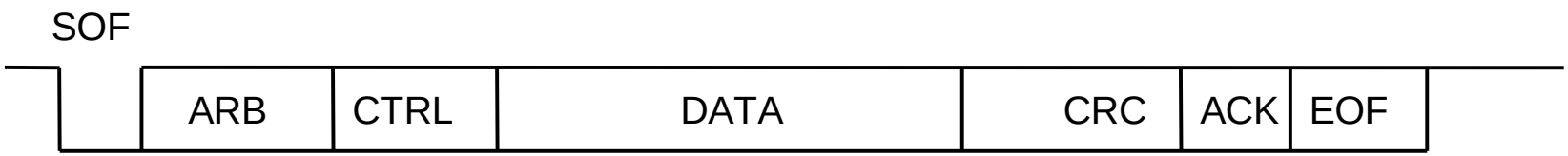
Synkronisering i CAN forts

- Stuffbitar
  - Skickar ett meddelande som börjar med $FF03 binärt 1111 1111 0000 0011.

Bit nr	SOF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Data	0	1	1	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0	0		0	1
Stuffbit							0									1		
Skickad sekv	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1

Olika ramar (frames)

- Data Frame (skickar data)
  - SOF Start Of Frame. 1 bit
  - ARB Arbitration. 12 bitar (Stand CAN)
  - CTRL Control. 6 bitar
  - DATA Användardata. 1-8 byte (max 64 b)
  - CRC Kontrollsumma 16 bitar
  - ACK Kvitto 2 bitar
  - EOF End Of Frame 7 bitar Totalt 108 b
  - IFS Inter Frame Space. 3 bitar

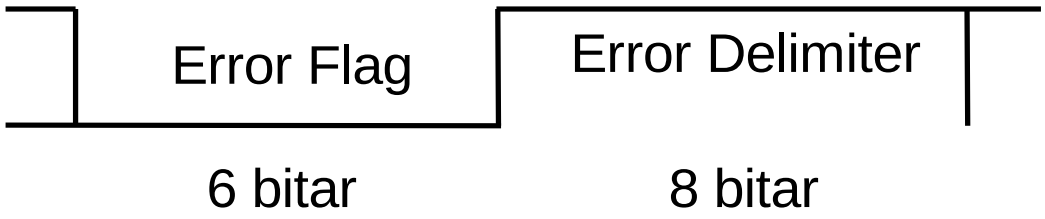


Olika ramar (forts.)

- Remote Frame (efterfråga en data frame)
  - En remoteframe saknar datafält (se data frame).
  - Remote- och dataframe har samma identifierare
    - Ex efterfråga hastighet; skicka hastighet
  - ID är 11 bitar, ARB-fältet är 12 bitar
  - RTR-bit (bit 12 i ARB-fältet)
    - Remote frame recessiv RTR-bit
    - Data frame dominant RTR-bit
  - Innebär att vem som helst kan skicka en remoteframe (men endast EN kan skicka en data-frame)

Olika ramar (forts.)

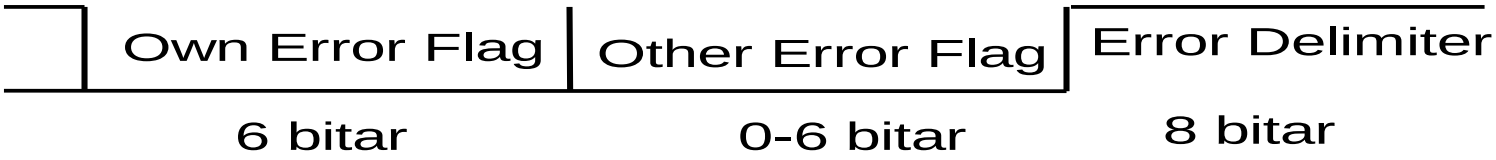
- Error frame (skriv sönder pågående utskick)
  - 6 st dominanta bitar (Error flag)
  - 8 recessiva bitar (Error delimiter)



- Alla kan skicka en Error frame
- Automatisk omsändning av störda överföringar
- Robust

Olika ramar (forts.)

- Error frame (forts.)
- Vem detekterar en error frame?
  - Sändaren av data/remote-frame
    - Utskickad bit ≠ Läst bit
  - Mottagare
    - Felupptäckt



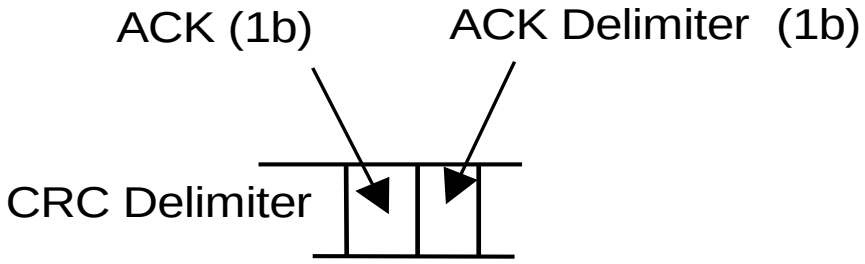
Feldetektering

- Skicka Error Frame vid felupptäckt
  - Bit-fel
  - Stuff-fel
  - CRC-fel
  - Fixed Form-fel

- Möjliggör samtidig exekvering i noder
- Atomic broadcast

Kvitto (ACK)

- En frame innehåller ett två-bitars ACK-fält för handskakning
- Sändaren av en frame skickar två recessiva bitar i detta fält
- En adresserad fungerande mottagare skriver över den första med en dominant bit
- Sändaren detekterar dominant eller recessiv bit i ACK-fältet



Kvitto forts

- Vad innebär ACK-funktionen?
  - Sändaren “ser” att hans frame tas emot
  - Sändaren detekterar att den inte är “ensam i nätet”
  - Observera att sändaren inte kan detektera *vem* som korrekt tagit emot utskickad meddelande utan endast att *någon* korrekt tagit emot utskickad meddelande.
- Underlättar konsistens

Identifierare

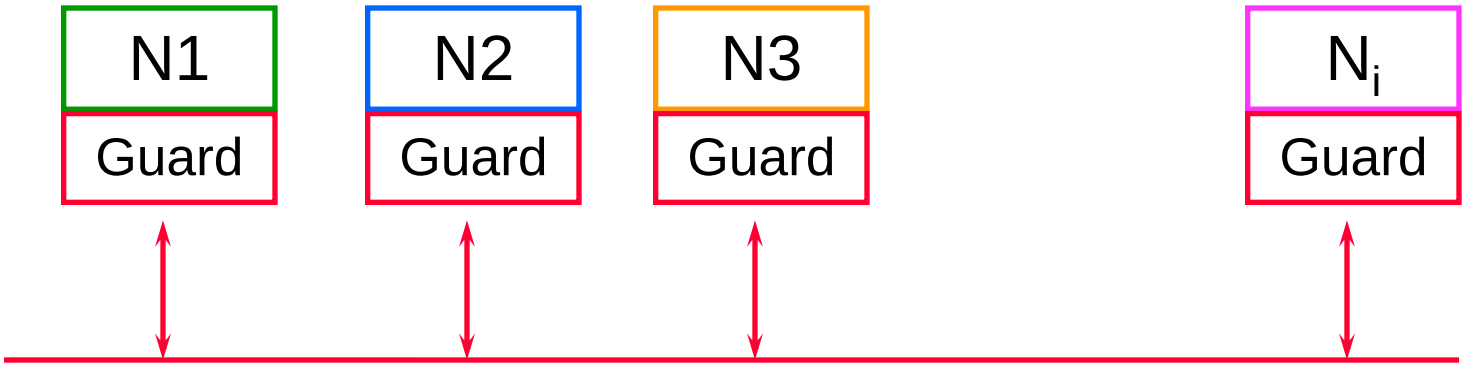
- Identifieraren “identifierar” meddelandet
  - ID x kan endast skickas av en viss nod pga arbitrering
- Standard CAN
  - 11 bitar- 2048 olika identifierare
- Enskilda meddelanden
  - **`$04B`** Bromskommando
  - **`$1A2`** Ljus meddelande, fram

Identifierare forts

- Extended CAN (29 bitar ≈ 0.5 10^9 identifierare)
- Försök till standardisering (anpassning J1939)
  - Standardiserade identifierare
  - **$1A29 92D0** HF parklampa
  - **$1A29 22D1** HF halvljuslampa
  - **$1A29 32D2** HF helljuslampa

Identifierare forts

- Filtrering
  - En CAN-krets initieras (i mask-registret) med ett antal identifierare som den skall känna igen



- Multicast
- Belastar ej processorn med oönskad data

Sammanfattning CAN

- Flexibelt
- Multimaster protokoll
- Multicast protokoll
- Hög överföringshastighet (1 Mbit/s)
- Kort svarstid (200 μs)
- Automatisk omsändning av störda överföringar
- ”Atomic Broadcast”
- Stöd för synkroniserad exekvering i olika noder
- Avlastar processorn/användaren med meddelandeöverföringen