

## Theorie week 4 – Datacommunicatie

Deze week werk je aan leerdoel 4 dat is beschreven in de cursushandleiding.

Je gaat deze les:

- leren hoe twee digitale systemen met behulp van datacommunicatie gegevens kunnen uitwisselen;
- leren wat de belangrijkste algemene begrippen zijn bij datacommunicatie;
- kennis maken met enkele praktische toepassingen van datacommunicatie.

## Studiemateriaal week 4

De theorie die je deze week moet bestuderen kun je vinden in de volgende paragrafen van je boek<sup>1</sup>:

- 10 Datacommunicatie
- 10.1 Simplex, duplex
- 10.2 Protocol, serieel, parallel, snelheid, efficiëntie
- 10.3 Kanaalcapaciteit en bandbreedte
- 10.4 Transportmedium
- 10.5 Baseband versus broadband
- 10.6 TDM, FDM, OFDM en CDMA
- 10.7 Serieel datatransport
- 10.8 Lijn codering bij serieel datatransport
- 10.9 Parallel datatransport
- 10.10 Modulatie en demodulatie
- 10.11 Koppeling met een internet service provider
- 10.12 Differentiële verbinding
- 10.13 V.24, RS-232, RS-423, RS-422, RS-485

## Verdieping week 4

De in deze paragraaf besproken onderwerpen bieden verdieping aan op de in het boek gegeven informatie. De in deze paragraaf besproken onderwerpen behoren echter niet tot de toetsstof.

---

<sup>1</sup> Leo van Moergestel. *Computersystemen en embedded systemen*. 4de ed. Boom, 2016. ISBN: 9-789058-754233.

In paragraaf 10.6.4 op pagina 203 van je boek wordt gesuggereerd dat er in een CDMA-systeem dat met 4-bits codes werkt slechts drie bronnen gebruikt kunnen worden (A, B en C). Dit is echter niet correct! Met 4-bits codes kunnen vier bronnen gemultiplexed worden. De chips code voor de vierde bron (D) is (1, 1, 1, 1). Laat zien dat chips D orthogonaal is met A, B en C. Bereken hoe het samengestelde signaal  $A + \text{NOT } B + C + \text{NOT } D$  eruit ziet. Laat zien hoe de oorspronkelijke signalen berekend kunnen worden uit het samengestelde signaal en de verschillende chips codes.

Op pagina 205 van je boek wordt gesuggereerd dat bij (tijdelijk) synchroon datatransport het kloksignaal niet over een afzonderlijke lijn wordt overgestuurd. Er zijn in de praktijk echter synchrone datacommunicatieprotocollen waarbij het kloksignaal wel degelijk over een aparte kloklijn wordt meegestuurd. Zie bijvoorbeeld: <https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>.

Op pagina 207 van je boek wordt gesproken over pariteitsbits. Er wordt echter niet uitgelegd wat pariteitbits zijn en wat het nut hiervan is. Zoek uit wat pariteitsbits zijn en waarom ze zinvol zijn om toe te passen bij asynchrone datacommunicatie.

Op pagina 207 van je boek wordt gemeld dat het belangrijk is dat een lijncodering gebalanceerd is. Zoek uit waarom dit belangrijk is.

In paragraaf 10.10 van je boek worden enkele modulatie- en demodulatiemethoden besproken. Bij de cursus ELETEL10 (Telecommunicatie) in het vierde kwartaal van dit studiejaar ga je hier veel dieper op in.

Op pagina 214 wordt de RS-423 standaard genoemd. Er wordt echter niet beschreven wat de verschillen zijn tussen de RS-232 en de RS423 standaard. Zoek uit wat die verschillen zijn.

## Opgaven week 4

**4.1** Hulpdiensten maken vaak gebruik van portofoons als onderling communicatiemiddel. Zo'n portofoon is uitgerust met een knop die je moet indrukken als je wilt spreken.

- A** Is hier sprake van simplex, halfduplex of fullduplex communicatie? Verklaar je antwoord.
- B** Er kan bij het gebruik van een portofoon een bepaald verbaal protocol gevolgd worden. Beschrijf dit protocol.

- 4.2** Wat is de maximale throughput van een dataverbinding met een signaal-ruisverhouding (in vermogens) van 30 dB, een bandbreedte van 3 kHz en een efficiëntie van 90%?
- 4.3** Stel dat de Algemene Inlichtingen- en Veiligheidsdienst (AIVD) een rechtstreekse dataverbinding wil opzetten tussen een geheime afdeling in de Rotterdamse haven en het hoofdkantoor in Zoetermeer. Welk van de in het boek genoemde transportmedia zou jij, in dit geval, aanraden en waarom?
- 4.4** Welk van de in het boek genoemde transportmedia kan of kunnen gebruikt worden om een broadband transmissiekanaal te implementeren?
- 4.5** Er zijn meerdere radiostations die gelijktijdig uitzenden op de AM-radioband (AM staat voor Amplitude Modulatie). Is dit een vorm van TDM, FDM, OFDM of CDMA? Verklaar je antwoord.
- 4.6** Deze opgave heeft betrekking op een CDMA-systeem waarbij voor de bronnen A, B en C de chips gebruikt worden die gegeven zijn op pagina 203 van je boek.
- A** In het boek wordt het inproduct van de chips A met zichzelf berekend. Reken dit zelf na. Als het goed is, zie je dat de tussenstap die in het boek is gegeven *niet* correct is. Corrigeer deze berekening in je boek.
  - B** Laat zien dat B en C orthogonaal zijn.
  - C** Als de ontvanger het samengestelde signaal  $(-1, -1, 3, -1)$  ontvangt, welke bit-waarde is dan verzonden door bronnen A, B en C?
- 4.7** Synchrone CDMA kan gebruikt worden voor communicatie van een basisstation naar verschillende mobieltjes. Voor de communicatie van de mobieltjes naar het basisstation is dit echter niet praktisch realiseerbaar. Waarom niet?
- 4.8** Kan een NRZ lijncodering zonder meer toegepast worden bij synchroon datatransport? Verklaar je antwoord.
- 4.9** Waarom is het niet slim om Manchester lijncodering toe te passen bij asynchroon datatransport?

**4.10** Lijncoderingen zijn in te delen in twee groepen: de RZ (Return to Zero) en de NRZ (Non return to Zero) coderingen.

**A** Tot welke groep behoort de Manchester encoding? Verklaar je antwoord.

**B** Tot welke groep behoort de lijncodering AMI? Verklaar je antwoord.

**4.11** Vergelijk de lijncoderingen NRZI en de AMI met elkaar op de aspecten: clock recovery, gebalanceerd zijn en bandbreedtegebruik.

**4.12** Teken het signaal op de lijn als het UTF-8 karakter '5' (binair 00110101) wordt verstuurd gecodeerd met de lijncodering:

**A** NRZ.

**B** NRZI.

**C** Manchester.

**D** AMI.

**4.13** Op pagina 208 en 209 van je boek staat:

Bij 5B/4B worden groepjes van 4 bits uitgebreid met een extra bit zodat er altijd wel een signaalwisseling zal zijn. Hierbij kan ook de gemiddelde gelijkspanning naar nul gaan als de patronen van 5 bits met zorg worden gekozen. Tabel 10.1 geeft de mapping van 4 bits naar 5 bits weer. De extra bandbreedte is nu maar 20%.

Natuurlijk wordt 4B/5B bedoeld in plaats van 5B/4B. Helaas is de tabel waarnaar wordt verwezen niet in het boek opgenomen, zie [tabel 1](#).

**A** Teken het signaal op de lijn als het UTF-8 karakter '5' (binair 00110101) wordt verstuurd gecodeerd met de lijncodering 4B/5B NRZI.

**B** Wat is de efficiëntie van de 4B/5B codering?

**C** Is de in [tabel 1](#) gegeven 4B/5B codering bedoeld om toe te passen bij NRZ of bij NRZI? Verklaar je antwoord.

**D** Hoeveel extra bandbreedte is er nodig als 4B/5B codering wordt toegepast? Hint: het antwoord in het boek (20%) is *niet* juist.

**Tabel 1:** 4B/5B codering. Bron: <https://en.wikipedia.org/wiki/4B5B>

| Data | 4B/5B code |
|------|------------|
| 0000 | 11110      |
| 0001 | 01001      |
| 0010 | 10100      |
| 0011 | 10101      |
| 0100 | 01010      |
| 0101 | 01011      |
| 0110 | 01110      |
| 0111 | 01111      |
| 1000 | 10010      |
| 1001 | 10011      |
| 1010 | 10110      |
| 1011 | 10111      |
| 1100 | 11010      |
| 1101 | 11011      |
| 1110 | 11100      |
| 1111 | 11101      |

**E** Waarom is het niet slim om 4B/5B codering te combineren met Manchester encoding?

**4.14** Op pagina 7.47 op pagina 147 is een gebufferde inputpoort weergegeven die gebruikt kan worden voor parallel datatransport met een half handshake. Breid dit schema uit, zodat het gebruikt kan worden voor parallel datatransport met een full handshake.

**4.15** Alice merkt dat haar vaste internetverbinding 's avonds minder snel is dan overdag. Hoe is Alice verbonden met haar ISP? Verklaar je antwoord.

**4.16** Maak vraag 10.7 op pagina 216 van je boek.

- 4.17** In een omgeving met veel stoorsignalen moeten twee microcontrollers via een asynchrone verbinding met elkaar communiceren. Kan in dit geval beter voor de RS-422 of voor de RS-423 worden gekozen? Verklaar je antwoord.
- 4.18** Zie figuur 10.24 op pagina 215 van je boek. Is hier sprake van een simplex, halfduplex of fullduplex verbinding? Verklaar je antwoord.