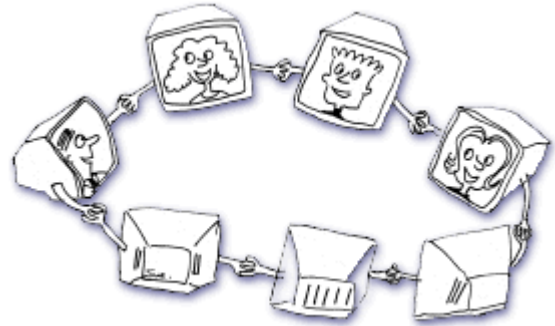


14 Inleiding op netwerken

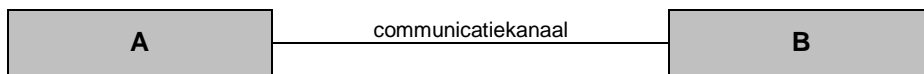


14.1 Doel van netwerken

Gemeenschappelijk gebruik van gegevens	Vanop één computer in een netwerk kunnen gegevens beschikbaar worden gesteld voor een andere computer. Omdat die gegevens op een centrale server bewaard worden, werken alle gebruikers steeds met de meest recente gegevens, en bestaan er geen conflicten met verschillende versies van bijvoorbeeld een centraal gegevensbestand.
Gemeenschappelijk gebruik van apparatuur	Scanners, printers en andere randapparaten kunnen door meerdere computers in een netwerk gebruikt worden.
Gemeenschappelijk gebruik van software	Programma's kunnen beschikbaar worden gemaakt worden op een speciale server. Andere computers op het netwerk kunnen hiervan gebruik maken, zonder dat deze software lokaal moet geïnstalleerd zijn. Het voordeel is dat op deze manier bespaard kan worden op schijfruimte en verwerkingscapaciteit van werkstations, maar het veronderstelt wel een zeer krachtige server.
Eenvoudiger systeembeheer	Via een netwerk is het makkelijker om als systeembeheerder de software op computers up to date te houden, om back-ups te maken, ... enz. Door een efficiënte planning kan een systeembeheerder veel tijdsbesparing realiseren.
Beveiliging	Het is via een netwerk voor een systeembeheerder mogelijk om gegevens te beveiligen, toegangen aan te maken en gebruikersrechten te bepalen op het niveau van de individuele gebruiker. Ook de beveiliging tegen virussen en hackers is makkelijker in een netwerk dan in computers die individueel op het internet zijn aangesloten.
Elektronische communicatie tussen gebruikers	Via een netwerk is het mogelijk om gebruikers toe te laten elektronische berichten te versturen van de ene computer naar de andere.
Gemeenschappelijk gebruik van een internettoegang	Via een netwerk kan één internettoegang worden gedeeld voor meerdere computers op het netwerk.
Financiële besparing	Vanaf een bepaalde omvang is de implementatie van een netwerk vaak goedkoper dan het werken met stand-alone PC's. Randapparaten kunnen gedeeld worden, waardoor minder randapparaten moeten worden voorzien. Het vervangen van één krachtige server kan de vervanging van alle werkstations in sommige gevallen uitstellen. Bovendien zijn de vereisten voor werkstations in een netwerk doorgaans lager dan die voor stand-alone PC's.

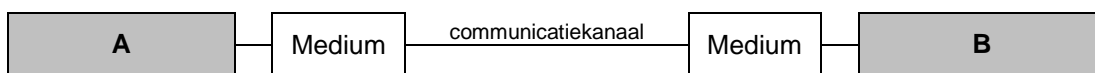
14.2 Schema van zenden en ontvangen

In principe verloopt elke communicatie volgens dit schema :



- Als A en B mensen zijn, dan is het communicatiekanaal de gemeenschappelijke taal.
- Als A een computer is en B is een printer, dan is het communicatiekanaal een printerkabel.

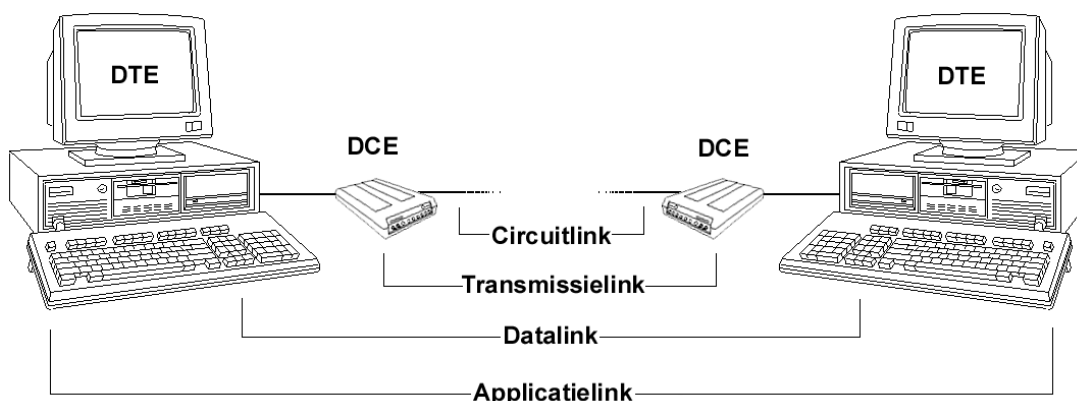
Niet alle communicatie verloopt altijd op deze manier. In heel veel gevallen is er een tussenstap. Bekijk het volgende schema, en verduidelijk het aan de hand van twee voorbeelden, eentje die niets met computers te maken heeft, en een ander die wel uit de computerwereld komt :



- Wanneer twee mensen (A en B) met elkaar telefoneren, is het telefoontoestel het medium, en de telefoonkabel het communicatiekanaal.
- Wanneer twee computers met elkaar communiceren over het internet, maken ze beiden gebruik van een modem/kabelmodem als medium, en gebruiken ze het internet als communicatiekanaal.

Simplex	Half duplex	(Full) duplex
Communicatie is enkel mogelijk in één richting vb. televisieuitzending	Communicatie is mogelijk in twee richtingen, maar niet tegelijkertijd vb. zendamateurs	Communicatie is mogelijk in twee richtingen tegelijkertijd vb. telefoon

Bij datacommunicatie tussen computers ziet het algemene schema er zo uit :



DTE	<i>Data Terminal Equipment</i> Dit zijn alle toestellen in een netwerk die gegevens kunnen verwerken. Uiteraard behoren computers tot deze categorie, maar net zo goed kunnen het netwerkprinters of netwerkschijven zijn.
DCE	<i>Data Communications Equipment</i> Dit zijn alle toestellen die het mogelijk maken dat gegevens van een DTE over een communicatienetwerk kunnen worden verstuurd. Meestal moeten de gegevens daarvoor in een bepaalde vorm worden omgezet. Bekende voorbeelden van dit soort apparatuur zijn modems of netwerkkaarten.
Circuitlink	De fysieke verbinding tussen twee DCE's. Dat zijn in de meeste gevallen kabels (telefoonkabel, netwerkkabel, ...) maar het kan natuurlijk draadloos.
Transmissielink	Het geheel van afspraken die DCE's onderling moeten maken om elkaar in te lichten over de manier waarop gegevens moeten worden omgezet, zodat de gegevens op de correcte manier aangeboden worden aan de DTE.
Datalink	Het geheel van afspraken die DTE's onderling moeten maken over de manier waarop gegevens moeten worden verwerkt (bijvoorbeeld welke codetabellen worden gebruikt, zoals ASCII, Unicode, ...)
Applicatielink	De afspraken die DTE's maken over de toepassingen die de gegevens moeten verwerken (bijvoorbeeld welke binaire code aangeeft dat een tekst in MS Word in het vet moet worden afgedrukt)

14.3 Soorten telecommunicatienetwerken

Netwerken kunnen op verschillende manieren in soorten worden ingedeeld :

✓ op basis van geografische spreiding :

LAN *Local Area Network*

Een netwerk op een beperkte geografische oppervlakte (een schoolcampus, een bedrijfssite, ...)

MAN *Metropolitan Area Network*

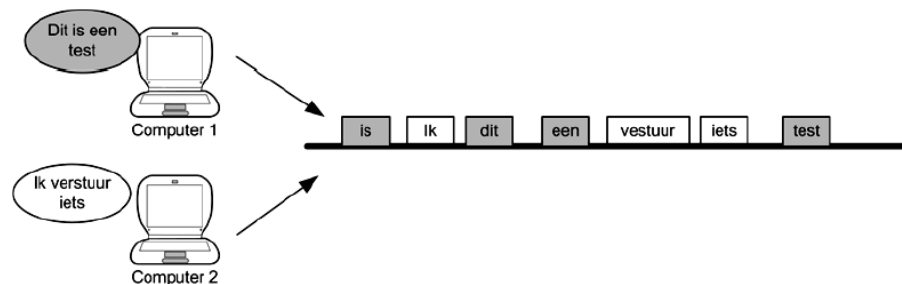
Een netwerk dat zich uitstrekt over de oppervlakte van een stad. Deze stap in de geografische indeling van netwerken wordt doorgaans niet meer gebruikt.

WAN *Wide Area Network*

Een netwerk dat zich uitstrekt over een oppervlakte die groter is dan een stad – tegenwoordig gebruikt voor elk netwerk dat groter is dan een LAN.

✓ op basis van de manier waarop gegevens worden doorgegeven :

Packet-switching



Computers die informatie over een netwerk willen doorsturen, delen die informatie op in pakketjes. De grootte van de pakketjes is variabel. Wanneer een computer alle pakketjes in één onafgebroken stroom zou verzenden over het netwerk, zou het netwerk tijdelijk onbeschikbaar zijn voor de andere computers ; die zouden dus moeten wachten tot die ene computer klaar is met het verzenden.

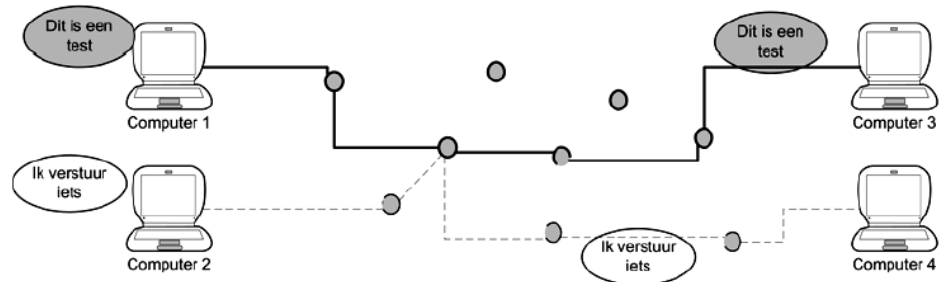
Packet-switching technologie maakt het mogelijk dat de pakketjes van verschillende computers door elkaar heen kunnen worden verstuurd over hetzelfde netwerk. Gezien elk pakketje voorzien is van een tag, waarin onder meer het adres van de ontvanger is, komen alle pakketjes bij de juiste ontvanger aan.

Over een groter netwerk hoeven alle pakketjes die verstuurd worden tussen computer A en computer B niet noodzakelijk eenzelfde route te volgen over het netwerk. Sterker nog : ze hoeven niet eens in dezelfde volgorde aan te komen als ze verstuurd zijn. De software van de verzender en de ontvanger zorgen ervoor dat de pakketjes correct worden opgesplitst en weer samengesteld.

Deze techniek om meerdere verbindingen over eenzelfde datalijn te maken, wordt in zowat alle LAN's, en ook op het internet gebruikt, en wordt *multiplexing* genoemd. Om de datalijn te delen, bestaan er verschillende technologieën :

- ✓ *Frequency Division Multiplexing (FDM)* : de verschillende verbindingen gebruiken verschillende frequenties, die ver genoeg uit elkaar liggen om elkaar niet te storen.
- ✓ *Synchronous Time Division Multiplexing (STDM)* : de verschillende verbindingen wisselen elkaar af op een vast tijdsinterval.
- ✓ *Asynchronous Time Division Multiplexing (ATDM)* : de verschillende verbindingen wisselen elkaar af, maar op een variabel tijdsinterval. Zo kan er een langere tijd toebedeeld worden aan een verbinding waarbij meer gegevens moeten doorgestuurd worden, dan bij een andere verbinding.

Circuit-switching



Dit is het tegenovergestelde van packet-switching. De zender opent een speciaal toegewezen communicatie-kanaal met de ontvanger voor er gegevens verzonden worden. Wel kunnen verschillende communicatielijnen gebruik maken van dezelfde "knooppunten" op een netwerk. De verbinding tussen zender en ontvanger blijft open, ook als er geen informatie wordt verstuurd.

Deze techniek wordt toegepast in sommige WAN's, en is vooral geschikt voor interactieve communicatie, die niet onderbroken mag worden.

Cell-switching

Een weinig gebruikte techniek, die erg lijkt op packet-switching, maar waarbij alle pakketjes altijd dezelfde omvang moeten hebben.

Message-switching

Een techniek, vergelijkbaar met circuit-switching, maar hierbij is er geen directe verbinding tussen zender en ontvanger, wel tussen een zender en een knooppunt. De informatie wordt dan eerst van de zender naar een knooppunt gestuurd, waar de informatie tijdelijk wordt opgeslagen (gebufferd). Nadat alle informatie ontvangen werd, wordt de informatie verdergestuurd naar het volgende knooppunt, waar ze eveneens gebufferd wordt alvorens doorgestuurd te worden. Dit gaat zo verder tot de informatie bij de ontvanger terecht komt. Het voordeel is dat dezelfde informatie op die manier naar verschillende ontvangers kan gestuurd worden, maar het nadeel is dat interactieve communicatie niet mogelijk is.

Deze manier van werken vind je bijvoorbeeld terug bij het versturen en ontvangen van E-mail.

✓ Op basis van de gebruikte datacommunicatielijnen :

Telefoonnet

Ook : PSTN (*Public Switched Telephone Network*)

Ook : POTS (*Plain Old Telephone System*)

Het telefoonnet bestaat uit telefooncentrales, telefoontoestellen en het telefoonnetwerk zelf (de bekabeling). De telefooncentrale (switch) zorgt voor het opbouwen en verbreken van verbindingen tussen (meestal twee) abonnees (telefoontoestellen). Wanneer de betreffende abonnees op verschillende centrales zijn aangesloten, bestaat de totale verbinding uit een keten van circuits die door de centrales met elkaar verbonden worden. De centrales zorgen er ook voor dat de opgebouwde verbindingen in stand worden gehouden zolang de abonnees dit wensen, en registreren de aard en de duur - en dus ook de kosten - van de verbindingen.

Het telefoonnetwerk is initieel ontwikkeld als een analoog netwerk. De akoestische spraaksignalen worden door de microfoon in het telefoontoestel omgezet in een elektrisch signaal. Aan de ontvangerskant wordt dat elektrisch signaal door de luidspreker terug omgezet in een akoestisch signaal. Digitale communicatie via een klassieke telefoonlijn veronderstelt dus dat digitale gegevens eerst moeten worden omgezet naar analoge gegevens, en bij de ontvanger opnieuw moeten worden omgezet naar digitale gegevens. Dit proces wordt moduleren en demoduleren genoemd, en wordt uitgevoerd door een modem.

Er bestaan twee soorten datacommunicatie over telefoonlijnen : geschakelde of kieslijnen (dial-up lines) en gehuurde lijnen (leased lines).

De frequentie op een telefoonlijn is beperkt (tussen 300 en 3400 Hz), wat de snelheid van de gegevensoverdracht sterk beperkt. Datacommunicatie via een klassieke telefoonlijn gaat daarom steeds behoorlijk traag, en is weinig betrouwbaar. Storingen op de telefoonlijn komen frequent voor, en zorgen er vaak voor dat verbindingen plots uitvallen.



DCS

Data Communications Service

Een speciaal datacommunicatienetwerk dat in de jaren 1970-1980 in België werd ontwikkeld voor elektronische communicatie. Het netwerk kreeg een ruime bekendheid toen half de jaren 1980 via dit netwerk de computer van toenmalig eerste minister Wilfried Martens werd gehackt door enkele studenten. De snelheid van het netwerk was beperkt tot 64 Kbit/sec. De voornaamste toepassing was het elektronische mailsysteem DCS-mail.

In andere landen werden vergelijkbare netwerken opgezet : Prestel in Groot-Brittannië, Bildschirmtext in Duitsland en Télétel, en later Videotex in Frankrijk. Enkel die laatste heeft ruim succes gekend, maar moest toch wijken voor het internet. Het nadeel aan deze "eerste generatie WAN's" is dat ze onderling niet compatibel waren.

ISDN-net

Integrated Services Digital Network

Een uitbreiding op het bestaande telefoonnet. Hier wordt het signaal (zowel spraak als data) in digitale vorm verstuurd i.p.v. analoog. De telefooncentrales moesten hiervoor destijds speciaal worden aangepast. Het voordeel is dat de gegevensoverdracht een stuk sneller gaat dan via een klassieke telefoonlijn, en dat de verbinding stabiel is, en dus minder makkelijk wegvalt. ISDN maakte ook nieuwe diensten op het telefoonnetwerk mogelijk :

- ✓ *Conference call* : bellen met meer dan 1 persoon tegelijk
- ✓ *Mailbox* : het nalaten van een boodschap als de correspondent niet onmiddellijk bereikbaar is
- ✓ *Caller identification* : het bekend maken van het nummer en de naam van de correspondent
- ✓ Datacommunicatie aan een hogere bandbreedte (doorgaans het dubbele van een gewone telefoonverbinding)

ISDN-verbindingen waren geen lang leven beschoren, omdat met ADSL de mogelijkheden nog veel groter werden.

ADSL-net*Asymmetric Digital Subscriber Line*

Een technologie die door middel van een splitter je analoge telefoonlijn in tweeën opplitst: de lage frequenties dienen voor spraak, de hoge voor datacommunicatie. De bandbreedte is veel hoger dan bij klassieke telefoonlijnen of ISDN-lijnen, en ook de stabiliteit van de verbinding is veel beter, op voorwaarde dat de aansluiting zich niet verder dan 5 km van de telefooncentrale (of een repeater) bevindt. De snelheid van de verbinding is niet afhankelijk van het aantal gebruikers, wel van de afstand tussen de gebruiker en de centrale.

ADSL-verbindingen worden asymmetrisch genoemd, omdat de bandbreedte in de twee richtingen van de verbinding niet dezelfde is. Doorgaans is de bandbreedte van de server naar de gebruiker (downstream) beperkt tot 600 Kbit/s, terwijl in de andere richting (upstream) theoretisch tot 9 Mbit/s mogelijk is (een snelheid die in de praktijk nooit gehaald wordt).

Oorspronkelijk was ADSL een technologie om bedrijven een snelle, permanente toegang tot het internet te verschaffen. Tegenwoordig kunnen ook particuliere gebruikers zich een ADSL-internetabonnement aanschaffen.

**Glasvezelnet**

In Vlaanderen ligt langs de meeste bewoonde wegen een glasvezelnetwerk voor TV- en radiodistributie. De volledige bandbreedte van dit netwerk wordt hiervoor echter niet gebruikt. Met een speciale splitter is het mogelijk om ook datacommunicatie te laten verlopen via dit glasvezelnetwerk. In Vlaanderen is Telenet het enige bedrijf dat een internettoegang via glasvezel mogelijk maakt. In bedrijven wordt glasvezeltechniek gebruikt om afstanden tussen bedrijfsgebouwen in een bedrijfsnetwerk te overbruggen.

✓ Op basis van de hiërarchie tussen de netwerkcomponenten :

Peer-to-peer

In dit model zijn alle componenten binnen het netwerk gelijkwaardig.

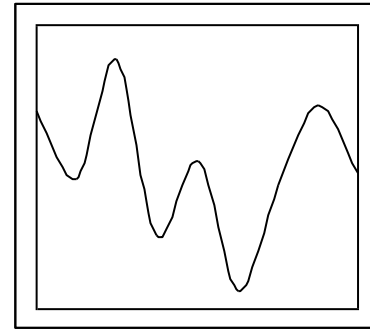
Client-server

In dit model zijn sommige netwerkcomponenten "dienstenleveranciers" voor andere netwerkcomponenten.

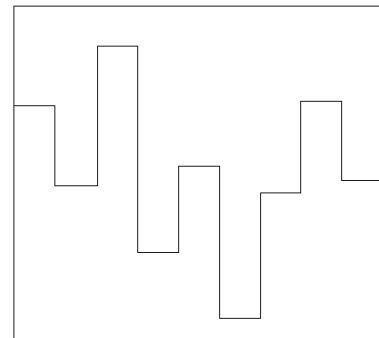
De verschillen tussen deze twee netwerkmodellen worden in hoofdstuk 15 in detail besproken.

14.4 Soorten datatransmissie

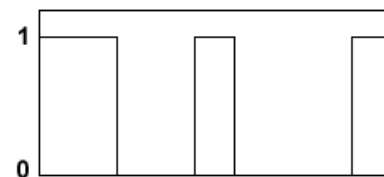
Een **analoog** signaal kan oneindig veel waarden tussen het minimum en maximum signaal aannemen. Het vormt een continu signaal dat sterk in sterkte kan wisselen. Een voorbeeld is de communicatie van de elektromagnetische golven die via een telefoonlijn worden doorgegeven. Toonhoogte en geluidssterkte kunnen immers traploos wisselen. Omdat er altijd vervorming en verzwakking van signalen kan optreden, is een exacte reconstructie van een oorspronkelijk signaal dat analoog werd doorgestuurd onmogelijk.



Een **digitaal** signaal kent een beperkt aantal mogelijke waarden tussen het minimum en maximum signaal. Zo'n signaal kent een "getrapt" verloop. Hoe minder trappen er zijn, hoe minder zo'n signaal onderhevig is aan de invloeden van vervorming en verzwakking tijdens het verzenden van het signaal, en reconstructie van een digitaal signaal is dan ook betrekkelijk eenvoudig.



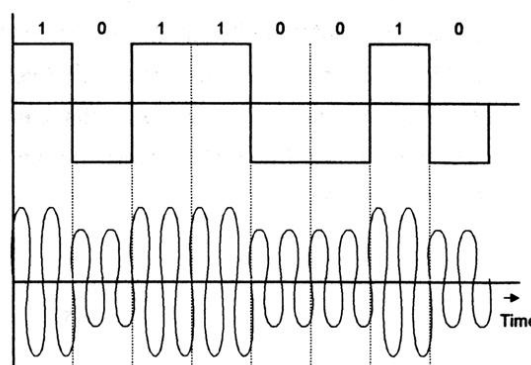
De meeste digitale signalen kennen slechts twee niveaus : 1 en 0. Die worden dan **binaire** signalen genoemd, en zijn de signalen bij uitstek waarmee computers kunnen communiceren.



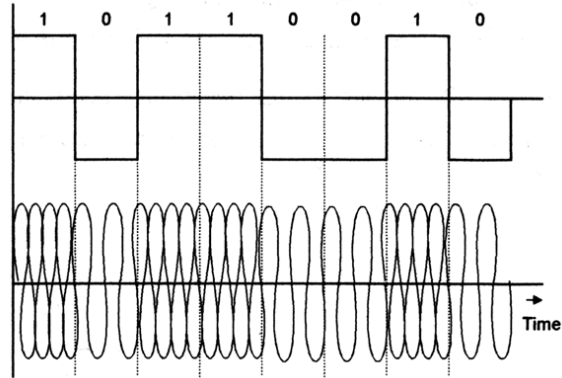
Het omzetten van digitale signalen naar analoge signalen wordt moduleren genoemd; het omgekeerde heet demoduleren. Zo kan een analoog telefoonsignaal omgezet worden in een digitaal signaal van maximum 64000 bits. Voor het moduleren en demoduleren van signalen wordt gebruik gemaakt van een modem.

Er bestaan 3 modulatietechnieken :

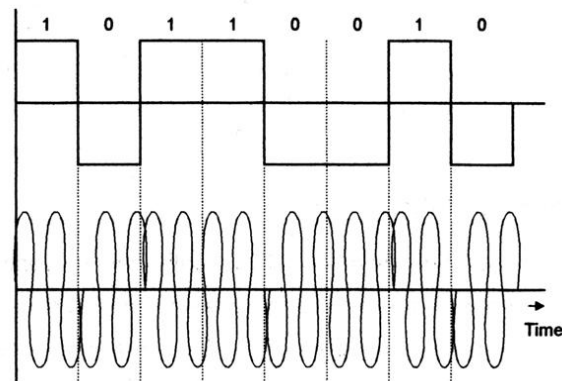
Amplitude modulatie



Dit is een van de oudste modulatietechnieken, en is gekend van de zogenaamde langegolf-radiouitzendingen. Daarbij levert een grote amplitude een 1 op, en een kleine amplitude een 0. Ze levert een grote vervorming van het signaal op en is weinig geschikt voor datatransmissie.

**Frequentie
modulatie**

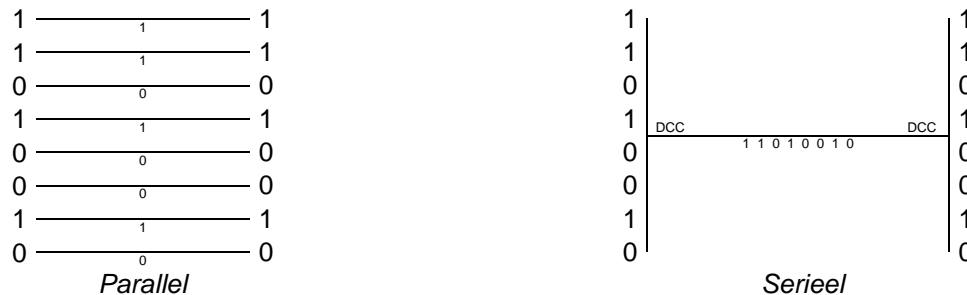
Een meer populaire modulatietechniek, die gebruikt wordt voor gewone radio-uitzendingen op de FM-band. Ze levert relatief weinig vervorming van het signaal op, maar heeft dan weer het nadeel dat de overbrugbare afstand voor radio-uitzendingen beperkt is. Deze modulatietechniek is evenmin geschikt voor datacommunicatie.

Fase modulatie

Elke frequentie krijgt een binaire "code". Hoe meer bits die code mag zijn, hoe fijner je de frequenties kunt "afstellen". Neem nu dat je slechts twee bits hebt, dan kan je slechts 4 verschillende frequenties moduleren, namelijk 00, 01, 10 en 11. Heb je vier bits, dan kan je al 16 frequenties moduleren. Deze vorm van modulatie is prima geschikt voor datacommunicatie.

14.5 Transmissietypes

Als gegevens over een transmissiemedium worden getransporteerd worden, kan dat bit na bit, ofwel met een aantal bits tegelijk. Worden ze een na een verzonden, dan spreken we van **seriële** gegevensoverdracht, worden ze met een aantal bits gelijktijdig verzonden, dan spreken we van **parallele** gegevensoverdracht :



Het spreekt voor zich dat parallele gegevensoverdracht vaak sneller is dan seriële, maar dat ze ook meer eisen stelt aan het transmissiemedium.

Parallele gegevensoverdracht

Een te verzenden bitreeks van een aantal bits wordt een *block* genoemd. Bij parallele gegevensoverdracht worden de bits aan de zenderkant van de communicatielijn klaargezet. De zender verstuurt nu een request-sigitaal (REQ) naar de ontvanger, om aan te geven dat de bits klaar staan om verzonden te worden. De ontvanger zal een acknowledge-sigitaal (ACK) terugsturen om aan te geven dat de gegevens binnengekomen zijn, en dat de ontvanger klaar is om een volgend block te ontvangen. Dit mechanisme wordt ook wel eens het *handshake-mechanisme* genoemd.

Voor parallele gegevensoverdracht heb je in de kabel voor elke tegelijk te versturen bit een draad nodig. Bovendien zijn er nog enkele bijkomende draden nodig voor de besturings-signalen REQ en ACK.

Seriële gegevensoverdracht

Hier worden de bits een na een verzonden over één enkele lijn. Parallele signalen moeten daarvoor omgezet worden naar een serieel sigitaal. Die omzetting gebeurt door de Data Communications Controller (DCC), een chip die zich op het moederbord bevindt. De ontvanger moet weten waar een teken begint, en waar het eindigt. Daarom wordt er aan elk gegeven een afzonderlijk stukje kop- en staartinformatie (de start- en stopbit) toegevoegd, die dit aangeeft. Bovendien wordt nog een pariteitsbit meegestuurd, waardoor kan nagegaan worden of het karakter correct werd ontvangen. In dit geval spreken we van **asynchrone** gegevensoverdracht. Een aantal afspraken tussen zender en ontvanger moeten daarbij duidelijk worden gemaakt : zo moet de zender aan de ontvanger duidelijk maken hoeveel bits één teken precies telt, anders weet de ontvanger niet bij welke bit een bepaald teken eindigt, en bij welk het volgende teken begint. Ook de snelheid van de gegevensoverdracht moet op elkaar worden afgestemd. Immers, als de zender de gegevens bijvoorbeeld aan 1200 bits/sec zou verzenden, maar de ontvanger zou ze slechts aan 300 bits/sec ontvangen, dan gaat drie vierde van de informatie verloren.

In andere gevallen worden tekens in grotere blocks verstuurd. Nu hoeven niet de gegevens afzonderlijk de kop- en staartinformatie te krijgen, maar wel het block in z'n geheel. De zender stuurt met de informatie een kloksigitaal door, waarop de ontvanger zich "afstelt" of synchroniseert. Daarom wordt dit **synchrone** gegevensoverdracht genoemd. De kans op foute gegevensoverdracht is veel kleiner dan bij asynchrone communicatie, en daarom wordt deze manier van gegevensoverdracht gebruikt in computernetwerken.

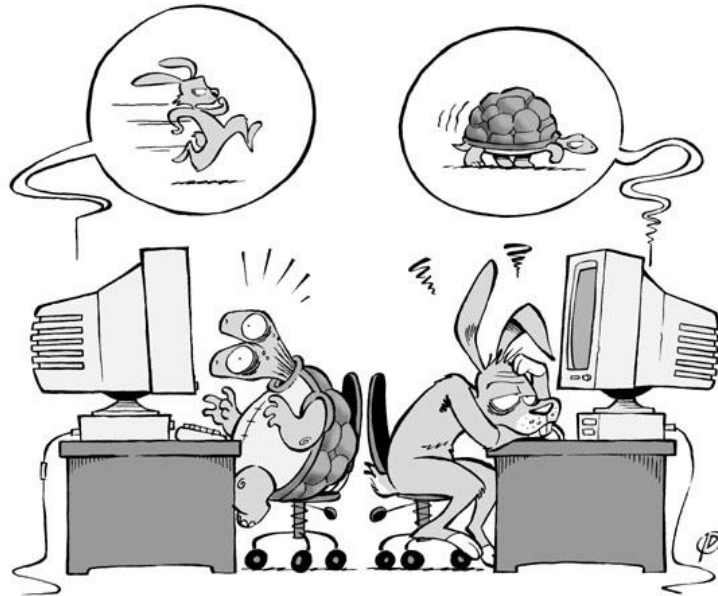
Tussen zender en ontvanger moet een afspraak worden gemaakt op welke manier de ontvanger kan weten dat het verzenden van de informatie beëindigd is. Daarvoor bestaan 3 methoden :

Time-out methode	Wanneer er gedurende een vooraf vastgelegde tijd geen informatie meer wordt doorgegeven, wordt aangenomen dat het verzenden van de boodschap beëindigd is.
Byte-count methode	Voor het verzenden van de informatie geeft de zender aan de ontvanger het aantal bytes van het bericht door. De ontvanger telt nu de ontvangen bits. Wanneer het vooraf opgegeven aantal bytes bereikt is, wordt het bericht als beëindigd beschouwd.
End-of-message-teken methode	Er wordt vooraf een bepaalde bitcode afgesproken, die aangeeft dat het bericht ten einde is. De zender geeft als laatste teken die afgesproken bitcode door, en de ontvanger weet dan dat het bericht beëindigd is.

Het geheel van afspraken over de manier waarop aangegeven wordt hoe een teken begint of eindigt, hoe het doorsturen van een bericht wordt beëindigd of hoe de snelheid van zender en ontvanger gesynchroniseerd worden, is vastgelegd in een **communicatieprotocol**. Die standaarden zijn meestal wereldwijd vastgelegd, zodat computers van over de hele wereld probleemloos met elkaar kunnen communiceren. Voor elke specifieke netwerkdienst wordt een specifiek protocol gebruikt, dat voor die exacte dienst doorgaans de meest aangewezen is. Je leert meer over communicatieprotocols in de hoofdstukken 15.4 (toegangsprotocols) en 15.5 (overdrachtsprotocols).

14.6 Transmissiesnelheden

De snelheid waarmee gegevens verstuurd worden over een netwerk, wordt uitgedrukt in bits per seconde (bps). Snellere verbindingen worden dan uitgedrukt in kilobits of megabits per seconde. De afkortingen voor die laatste zijn soms verwarrend. *Kbps* staat dan voor kilobits per seconde, maar durft men ook wel eens foutief *kilobytes* per seconde noemen. Om zeker geen verwarring mogelijk te maken worden daarom ook wel eens de afkortingen *Kbits/s* of *Mbits/s* gebruikt – ook in deze cursus trouwens.



In plaats van bps gebruikt men soms ook wel eens *baud rate*. Daarmee wordt meestal precies hetzelfde bedoeld, maar strikt genomen is dat niet helemaal correct. Baud is immers de eenheid waarin de transmissiesnelheid van een verbinding wordt uitgedrukt in *signalen*. Een baud rate van 1200 wil zeggen dat er per seconde 1200 signalen kunnen verstuurd worden. Als elk signaal precies één bit is, dan is de baud rate inderdaad gelijk aan het aantal bps, maar als er meer bits in één signaal worden gestopt, dan klopt dit niet meer. Wanneer in één signaal bijvoorbeeld 4 bits tegelijk worden verstuurd, dan verkrijgt je een gegevensoverdracht van 4800 bps bij 1200 baud. Gezien echter alle communicatie over een computernetwerk serieel verloopt en de informatie dus slechts bit per bit wordt verstuurd, is in computernetwerken baud gelijk aan bps. Aangezien voor de reële snelheid van gegevensoverdracht bps een correctere waarde is, is de baud rate in onbruik geraakt. Het gaat ook al om een erg oude eenheid : ze werd al gebruikt voor het aanduiden van de transmissiesnelheid over telegraaflijnen. De naam van de eenheid is afkomstig van de Franse telegraaf-ingenieur Jean-Maurice-Emile Baudot (1845 – 1903).

Bandbreedte, baseband en broadband

In verband met de snelheid van gegevensoverdracht wordt ook vaak gepocheld met de term *bandbreedte*. Daarmee wordt het verschil aangeduid tussen de hoogste en de laagste frequentie op een transmissiemedium. Niet alleen het type van transmissiemedium (dus het soort kabel) is daarbij van belang, maar ook de lengte ervan. Daarom kent elk kabeltype een maximale lengte die moet gerespecteerd worden. In te lange kabels kunnen immers de hoogste frequenties afzwakken, waardoor er fouten in de gegevensoverdracht kunnen optreden. In deze betekenis wordt bandbreedte uitgedrukt in Hz, KHz of MHz.

In datacommunicatie wordt bandbreedte uitgedrukt in bps, en wordt de term dus gebruikt als synoniem voor "maximale transmissiesnelheid". Niet altijd wordt de maximale bandbreedte benut. Een datacommunicatie-verbinding is immers vaak samengesteld uit een aantal links, verbonden met knooppunten. Het spreekt voor zich dat de traagste link de snelheid bepaalt van de ganse verbinding. De volledige bandbreedte van de snellere links wordt dan niet benut. Dit wordt de transmissie-bottleneck genoemd.

De capaciteit van een transmissiemedium kan op twee manieren worden toegekend. Bij *baseband* wordt de volledige bandbreedte toegekend aan één communicatieverbinding. Bij *broadband* wordt de bandbreedte gedeeld door twee of meer verbindingen. De meeste netwerkverbindingen werken in baseband modus.

De distributiekabel is een typisch voorbeeld van een broadband-verbinding : ze kan immers verschillende signalen dragen, gaande van televisie- en radiosignalen, over telefoonverbindingen tot een snelle internettoegang.

✓ V.21 :	300 bps
✓ V.22 :	1200 bps
✓ V.22bis :	2400 bps
✓ V.32 :	9600 bps
✓ V.32bis :	14400 bps
✓ V.34 :	28800 bps
✓ V.90 :	56600 bps

Modems kennen eigen standaarden, die de bandbreedte en dus ook de snelheid van de gegevensoverdracht bepalen. In de loop van de jaren werden nieuwe standaarden ontwikkeld om steeds hogere snelheden mogelijk te maken. De standaarden (de zgn. V-standaarden) werden ontwikkeld door het CCITT (*Comité Consultative International de Téléphonie et Télégraphie*), een organisatie die werkt onder de vleugels van de Verenigde Naties. In het kadertje staan de voornaamste V-standaarden

Praktische wenken bij de cursus

1. Doel van de cursus en doelpubliek

Dit is het veertiende hoofdstuk van een uitgebreide cursus computertechniek, bruikbaar binnen de 3^{de} graad TSO Informaticabeheer, sommige informatica-opleidingen in het hoger onderwijs of in het volwassenenonderwijs.

Ik heb voor het publiceren de ganse cursus dubbel nagekeken, maar het blijft natuurlijk mogelijk dat er hier en daar nog kleine foutjes instaan. Gelieve mij daarvoor dan te verontschuldigen. U mag ze mij altijd signaleren, dan kan ik ze verbeteren.

2. Gebruiksrecht

Deze cursus kon u gratis downloaden van het internet. Mijn idee is: ik heb er zelf redelijk wat tijd ingestoken, en voor mij mogen die inspanningen gerust ook elders lonen. Ik hoef hiervoor geen vergoeding (mocht u mij toch met een attentie willen bedenken, dan hou ik u niet tegen, en mailt u me maar voor de modaliteiten). Wel wil ik u vriendelijk verzoeken om, als u de cursus daadwerkelijk gaat gebruiken, mij een mailtje te sturen om mij te laten weten aan welk publiek en in welk kader u mijn cursus gebruikt. Zo kan ik mijn statistieken up-to-date houden. Bovendien mag u mij gerust uw bemerkingen of kritieken op deze cursus doormailen. Ik sta altijd open voor positief geformuleerde suggesties, en kan op die manier ook de kwaliteit van deze cursus verbeteren.

U bent vrij om gratis van mijn cursus gebruik te maken, maar dat betekent niet dat ik daarmee afstand doe van mijn auteursrecht. Het vermenigvuldigen van de cursus kan, op voorwaarde dat het enkel om educatieve redenen - en zeker niet met commerciële bedoelingen - gebeurt, en onder deze voorwaarden:

- dat u de cursus, of een deel daarvan, ongewijzigd gebruikt
- dat u de bron vermeld laat (die staat zowiezo onderaan elke bladzijde)
- **dat u mij via e-mail laat weten voor wie en in welk kader u de cursus gebruikt (zie hierboven)**

De cursus werd zo opgesteld dat ze best recto-verso wordt afgedrukt.

Mocht u deze cursus op een andere manier dan via het internet onder ogen krijgen, weet dan dat de volledige cursus in PDF-formaat te downloaden is via de website www.marcgoris.be.

Marc Goris
marc@sitebuilder.be
www.marcgoris.be

17 juli 2008