

## RS232:

Elke PC beschikt over een of meer seriële poorten. In boeken worden deze vaak aangeduid met COM1, COM2, enzovoorts. Oorspronkelijk werden deze gebruikt om een modem op de computer aan te sluiten, zodat data via het telefoonnet kon worden uitgewisseld. Vaak worden echter ook andere apparaten zoals printers, muis of meetapparatuur, op de seriële poort aangesloten. Dat is de reden dat een PC in de meeste gevallen over meerdere seriële poorten beschikt. Het gebruik van seriële poorten heeft vele voordelen, ook voor eenvoudige experimenten.

De seriële poort is in elektronisch opzicht bijzonder robuust, zodat deze niet gemakkelijk stuk gaat, bijvoorbeeld door de verkeerde aansluiting.

Randapparatuur mag op deze poort worden aangesloten en losgenomen terwijl de computer aan staat.

Kleinere schakelingen kunnen uit de poort gevoed worden.

Soms brengt het gebruik van de seriële poort ook problemen met zich mee, omdat serieel overgedragen data in parallelle data moeten worden omgezet. Voor simpele taken, waarbij we met een gering aantal in- en uitgangen kunnen volstaan, kunnen we echter gebruik maken van de rechtstreeks toegankelijke hulplijnen van de seriële poort. In totaal hebben we dan twee uitgangen en vier ingangen ter beschikking, die met simpele software commando's rechtstreeks aangestuurd respectievelijk ingelezen kunnen worden.

De eigenlijke data-overdracht via de seriële poort vindt normalitair plaats via de zenddata-lijn TxD en de ontvangdata-lijn RxD. Alle andere verbindingen hebben een ondersteunde functie bij het tot stand brengen en in goede banen leiden van de data overdracht. Ze worden doorgaans handshake-lijnen genoemd omdat ze voor de synchronisatie tussen de communicerende apparaten zorg dragen. Het grote voordeel van deze handshake-lijnen is dat ze rechtstreeks kunnen worden geadresseerd.

25 polig	9 polig	in/uit	benaming	functie
2	3	uit	TxD (transmit data)	zend-data
3	2	in	RxD (receive data)	ontvang-data
4	7	uit	RTS (request to send)	zendgedeelte inschakelen
5	8	in	CTS (clear to send)	zendgereed
6	6	in	DSR (data set ready)	DCE bedrijfsgereed
7	5		GND (ground)	signaalmasse
8	1	in	DCD (data carrier detect)	ontvangstniveau
20	4	uit	DTR (data terminal ready)	DTE bedrijfsgereed
22	9	in	RI (ring indicator)	oproepsignaal

De elektrische eigenschappen van de in- en uitgangen zijn vastgesteld in de RS232 norm: een laag niveau komt overeen met +12V en een hoog niveau komt overeen met -12V. Alle uitgangen zijn kortsluitvast en kunnen een maximale stroom van ongeveer 10mA leveren. Daarmee kunnen we LED's laten oplichten of driver-schakelingen rechtstreeks aansturen. Bovendien kunnen kleine schakelingen rechtstreeks worden gevoed uit één van de seriële uitgangen.

De ingangen hebben een ingangsweerstand van ongeveer 10kΩ, en herkennen een spanning boven ongeveer 1,25V als hoog, terwijl spanningen beneden ongeveer 1 V als laag worden geïnterpreteerd. Dankzij een zekere mate van hysteresis wordt een spanning pas als hoog of laag herkend zodra deze buiten het ongedefinieerde bereik van 1... 1,25V ligt. Normaliter wordt de seriële poort aangestuurd met bipolaire signaalniveaus van +12V en -12V. Omdat

de gebruikelijke ingangsschakelingen van een PC een spanning beneden de + 1 V als laag interpreteren, kunnen we ook met TTLniveaus werken. Sommige PC's werken echter nog met spanningsniveaus van ongeveer -3V en +3V, zodat daar wel bipolaire ingangssignalen vereist zijn.

In de seriële poort van een PC wordt de UART8250 van National Semiconductor gebruikt (UART staat voor Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), of diens opvolger 16450. deze UART bevat tien registers via welke alle functies voor de seriële in- en uitvoer gestuurd kunnen worden. Deze registers zijn via zeven adressen bereikbaar; sommige daarvan worden dubbel gebruikt. In de tabel zijn alle registers van de 8250 opgesomd.

Register	offset	Opmerkingen
Zendbuffer	0	zendbyte schrijven
Ontvangstbuffer	0	ontvangstbyte lezen
baudrate-register (low)	0	
baudrate-register (high)	1	
interrupt-vrijgeverregister	1	
interrupt-herkenningsregister	2	
verbindings-stuurregister	3	
modem-stuurregister	4	handshake-lijnen schrijven
verbindings-statusregister	5	
modem-statusregister	6	handshake-lijnen lezen

Elk van deze registers is acht bit breed, beschikt dus over acht afzonderlijke geheugenplaatsen voor bepaalde functies. Voor in de volgende onderdelen van dit dossier beschreven eenvoudige toepas-singen voor de seriële poort zijn het modemstuurregister en het modem-status-register van bijzonder belang, omdat we via deze registers de handshake-lijnen rechtstreeks kunnen manipuleren.

modem-stuurregister (offset = 3)

7	6	5	4	3	2	1	0
B		T					
r		x					
e		D					
a							
k							

modem-stuurregister (offset =4)

7	6	5	4	3	2	1	0
						R	D
						T	T
						S	R

modem-stuurregister (offset =6)

7	6	5	4	3	2	1	0
D	R	D	C				
C	I	S	T				
D		R	S				

Al deze registers worden behandeld als geheugenplaatsen in het I/O-bereik van de PC. De computer vindt de registeradressen in een voor elke poort gedefinieerd geheugenbereik; het eerste adres van dat bereik wordt het basisadres (BA) genoemd. De eerste seriële poort (COM1) heeft het basisadres 3F8 (hexadecimaal). De registers beslaan dus het adresbereik 3F8... 3FF. De afstand van een registeradres tot het basisadres wordt off-set genoemd.

Adressen worden doorgaans in hexadecimale vorm geschreven, maar kunnen ook decimaal worden aangegeven. De basisadressen voor de verschillende seriële poorten zijn:

	COM1	COM2	COM3	COM4
Hexadecimaal	3F8	2F8	"3E8	"2E8
Decimaal	1016	760	1000	744

De toegang tot een register verloopt via het registeradres, dat bestaat uit de som van het basisadres en de offset van het betreffende register in de UART: basisadres + offset = registeradres

adres	bit	Aansluiting
BA +4	0	DTR schakelen
BA +4	1	RTS schakelen
BA +6	4	CTS Lezen
BA +6	5	DSR Lezen
BA +6	6	RI Lezen
BA +6	7	DCD Lezen

Om de handschake-lijnen DTR en RTS van de eerste seriële poort aan te sturen, moeten we dus geheugenplaats (3F8 + 4), dus 3FC, adresseren. Het is het handigste het basisadres BA éénmaal in het programma te definiëren; het betreffende register kan dan als (BA + n) worden geadresseerd, waarbij n de offset van het register is.

Rechtstreeks uitvoer via DTR en RTS vindt dus plaats via het adres (BA + 4); voor COM1 is dat adres 3FC (decimaal 1020).

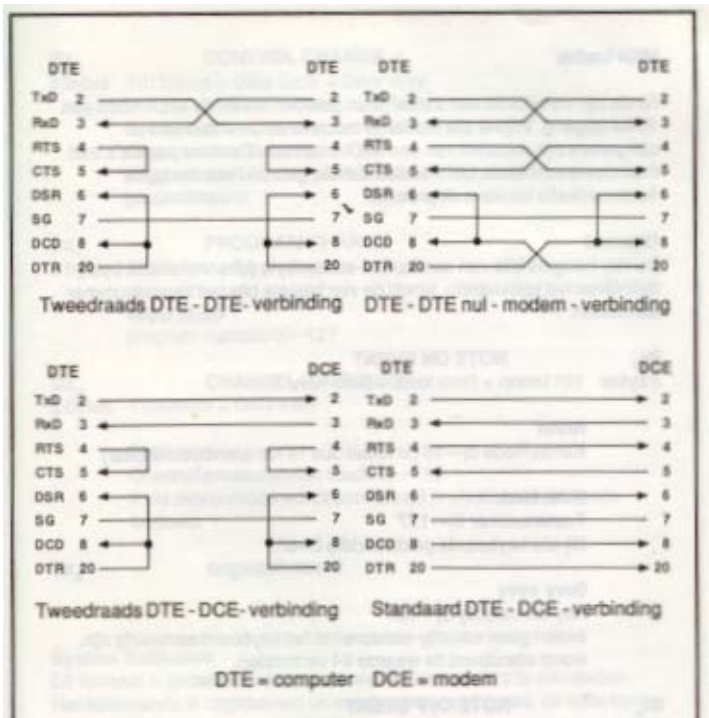
Een voorbeeld: we willen de RTS-lijn inschakelen (schrijven). Bit 1 wordt met de getalwaarde 2 geadresseerd: we moeten dus een 2 schrijven. Met de waarde 1 zouden we uiteraard DTS inschakelen, en met een 3 beide lijnen.

Rechtstreekse invoer via de lijnen CTS, DSR RI en DCD vindt plaats via adres (BA + 6), dus voor COM1 adres 3FE (decimaal 1022).

Ook hier weer een voorbeeld: we willen het logische niveau van de CTS-lijn inlezen. Bit vier komt overeen met de getalwaarde 16. Nadat we met een poort-commando acht bits van het register tegelijk hebben ingelezen, kunnen we met behulp van een AND-functie een bepaald bit isoleren (maskeren). AND 16 heeft hier het effect dat alle andere bits gewist worden, zodat het resultaat ofwel 16 (CTS aan) ofwel 0 (CTS uit) is.

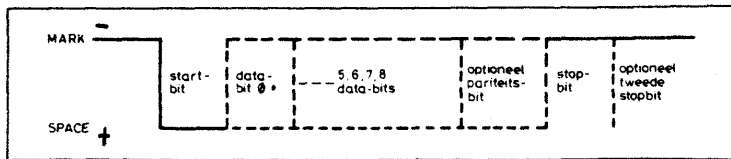
Terwijl we vier ingangen er beschikking hebben, kunnen we slechts twee handshakelijnen van de seriële poort als uitgang gebruiken. Wanneer we daar niet genoeg aan hebben, kunnen we eventueel de seriële zend-lijn TxD rechtstreeks aansturen. Normaliter wordt de TxD-lijn voor asynchrone data-overdracht gebruikt. Met behulp van de zogenaamde break-toestand kunnen we deze uitgang echter ook rechtstreek inschakelen. Daartoe moeten we bit 7 van het verbindings-stuurregister 1 maken.

Wanneer we TxD willen inschakelen, moeten we dus de waarde 64 naar het adres (BA + 3) schrijven.



D 25 Pen	D 9 Pen	Signaal	Functie	DTE	DCE
1		CG	chassis ground		
2	3	TxD	transmitted data	out	in
3	2	RxD	received data	in	out
4	7	RTS	request to send	out	in
5	8	CTS	clear to send	in	out
6	6	DSR	data set ready	in	out
7	5	SG	signal ground		
8	1	DCD	data carrier detect	in	out
9			positive test voltage		
10			negative test voltage		
11			not assigned		
12		SDCD	secondary DCD	in	out
13		SCTS	secondary CTS	in	out
14		STxD	secondary TxD	out	in
15		TxC	transmit clock (DCE)	in	out
16		SRxD	secondary RxD	in	out
17		RxC	receive clock	in	out
18			not assigned		
19		SRTS	secondary RTS	out	in
20	4	DTR	data terminal ready	out	in
21		SQ	signal quality detect	in	out
22	9	RI	ring indicator	in	out
23		SEL	speed selector DTE	in	out
24		TCK	speed selector DCE	out	in
25		BSY	data line busy	in	out

Afb. 1 Karaktersamenstelling bij asynchrone transmissie.



De detectie van een start-bit gaat als volgt. Het kloksignaal is 16 keer hoger dan de bitsnelheid. Wanneer gedurende meerdere (9) opéén volgende kloksignalen het ontvangen signaal laag is, wordt het als een start-bit verwerkt. Daarna wordt om 16 klokimpulsen het ingangssignaal gecontroleerd. Dit kan max 11 keer na elkaar. De kloksnelheid en het protocol moeten voor beide toestellen gelijk zijn.

Verbindingsmethodes:

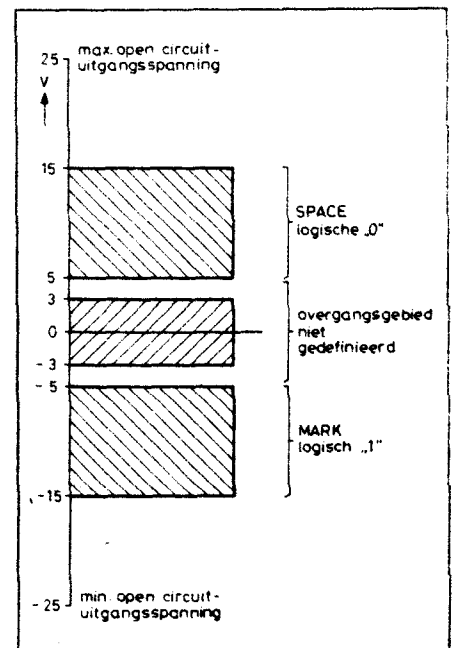
Simplex: één richtings verkeer.

Half duplex: twee richtingsverkeer niet gelijktijdig.

Terwijl de ene zendt moet de andere wachten met het zenden, min 3 geleiders.

Full duplex: gelijktijdig zenden en ontvangen, min 5 geleiders, secondary klemmen ook gebruiken.

Afb. 2 Definities van spanningsniveaus bij RS-232-C.



Procedure:

Computer	zend naar	modem	modem	zend naar	comp
	←-----	DSR		-----→	RI
	-----→	RTS		←-----	DTR
	←-----	CTS		-----→	DSR
	-----→	DTR			
	-----→	Data			
	←-----	CD/DCD			

Voordeel: Geen exacte timing

Fout i.v.m. het verloop v/d frequentie wordt per karakter aangepast.

Gedurende de start-bit kan de ontvanger zijn klok aanpassen bitsynchronisatie (seriëlschuifregister).

Nadeel: Groot aantal bits ten behoeven van synchronisatie.

Karakter- of bytesynchronisatie gebeurt door één of meerdere synchronisatie bits (syn), hierdoor wordt een inwendige teller op nul gezet (een parallel schuifregister wordt geactiveerd). Dit is alleen bij synchrone transmissie.

### **Nulmodem-kabel**

De maximale snelheid die de RS232poort via zo'n kabel kan halen, is 115.200 baud/s (niveau veranderingen per sec). Bij een seriële overdracht met 1 startbit, 8 databits en 1 stopbit komt dit neer op een effectieve snelheid van 10.520 bytes per seconde (= 36 MB/uur). Daarvoor moeten beide computers snel zijn (486 of hoger) en het liefst over een UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) van het type 16550 beschikken. Of de chip aanwezig is valt eenvoudig met het programma MSD na te gaan (dit testprogramma wordt standaard bij MSDOS geleverd). Als we MSD opstarten, zien we bij COM-poorten van elke poort het type UART staan: 8250, 16450 of 16550. Een 8250 kan slechts 9600 baud aan. Vanaf de AT vinden we alleen nog de snellere 16450, 82450 of 16550 (tot 115.200 baud). Veel detectieprogramma's melden bij een 16450 de langzame 8250. Alleen de 16550 heeft een buffer. De moderne interne modems en Pentium-moederborden hebben standaard een 16550. Bij multitasking besturingssystemen (Windows 95, Windows NT, linux) ontstaan zonder deze buffer timing-problemen. Dat uit zich bij modems en nulmodems in een lagere snelheid, verlies van datapakketjes etc..

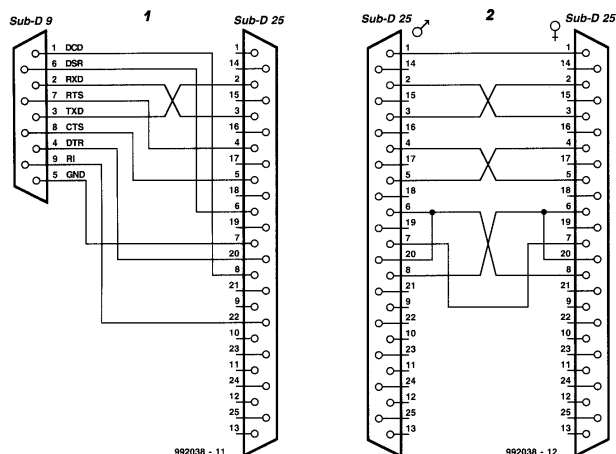
Bij de poort waar de muis aanhangt (COM1), kan deze 16550 FIFO-buffer beter uitstaan.

Problemen met de muis die na een aantal keren bewegen blijft hangen, worden soms veroorzaakt door deze buffer. Bij Windows 95 kunnen we dit uitzetten via configuratiescherm/systeem/apparaatbeheer/poorten/COM1 (muis)/eigenschappen /poortinstellingen/geavanceerd/gebruik/FIFO buffers (wel niet). Bij problemen met de communicatie kan hier ook de snelheid van de buffer wat lager gezet worden.

Een nulmodem-kabel is een verbinding tussen de seriële (RS232) poorten van twee computers. De RS232-poort is oorspronkelijk bedoeld voor de verbinding van een DTE (Data Terminal Equipment) met een DCE (Data Communication Equipment). Een D25-kabel tussen computer en modem is zo'n DTE/DCE-verbinding.

Een nulmodem-verbinding-daarentegen is DTE/DTE-verbinding. Daarvoor kruisen we een aantal aders tussen de twee stekers. De belangrijkste zijn TxD (Transfer Data) en RxD (Receive Data). Met daarnaast nog een massadraad ontstaat de meest eenvoudige driedraads nulmodem-verbinding. Het probleem bij een driedraads verbinding is dat er geen hardware-handshake is tussen beide computers.

De aansluitpen voor het signaal dat afvraagt of er verzonden kan worden (Request To Send), wordt direct kortgesloten met de eigen pen waarop het antwoord van de andere computer verwacht wordt (Clear to Send). Er ontstaat een soort narcistische connectie: De computer vraagt aan zichzelf of hij kan versturen, terwijl hij denkt dat hij met zijn tegenpartij aan het babbelen is. Als echte narcist geeft hij uiteraard zelf antwoord. Met andere woorden: Kan ik zenden? Ja, ik kan altijd zenden en dat bepaal ik lekker zelf. Dat gaat dus fout als beide computers niet in hetzelfde tempo versturen. Bij ongelijkwaardige computers moet de langzame computer de host zijn, die bepaalt dan het tempo. Als er



communicatiestoringen zijn, is het zinvol om te testen of het dataverkeer in de andere richting wel goed werkt. Als dat wel werkt, dan is er een timing-probleem tussen beide computers. Willen we dit probleem goed oplossen, dan moeten we meer dan 3 draden gebruiken. Pas dan is een volledige hardware-handshake mogelijk.

Programma's die alleen een hardwarehandshake kennen, werken dus niet met een driedraads nulmodemkabel. Een volledige DTE/DTE-verbinding bestaat uit 7 draden. Daarvoor gebruiken we een 25- of 9-polige sub-D-connector. Aan de computerkant is deze altijd **male**, zodat we dus twee female stekkers voor de verbinding moeten gebruiken. In de regel hangt er een muis aan COM 1 via een D9-connector, zodat voor dit soort experimenten meestal de D25-connector van COM2 gebruikt wordt.

Er zijn meerdere soorten nulmodemkabels. De duurste en tegelijkertijd meest flexibele oplossing bestaat uit twee universele modemkabels in combinatie met een nulmodem-adapter. Een universele modemkabel is een 25-aderige kabel met aan de ene kant een male D25-connector en aan de andere kant splitst de kabel zich in een D25-female en een D9-female connector. De nulmodem-adapter is een klein blokje met twee D25 female connectors. Deze plaatsen we tussen de twee kabels op de enkele D25 male connector. Met deze combinatie kunnen we alle D9- en D25-COM-poorten aan

Het gebruiksgemak van een nulmodem-kabel wordt grotendeels bepaald door de gebruikte software. De BIOS van een PC kan (kon) slechts tot 19.200 baud. Alle MS-DOS nulmodem-software spreekt dus de UART niet aan via de BIOS, maar rechtstreeks via de registers. Alleen op die manier is er 115.200 baud haalbaar.

De bekendste verbindingsoftware is laplink (ook verbindingen via internet), PC-anywhere. Maar ook de Norton Commander kent een Direct Cable Connection. Met een doorvoersnelheid van 35 MB per uur gaat dat echter niet zo snel. Bij de Norton Commander

kiezen we voor Menu/Rechts of Links/Link, waarbij we de eerste als slave en de tweede als master instellen (let op de keuze van de juiste COM-poort). De drives van de slave-computer verschijnen dan bij de master als een normaal venster waarin we kunnen selecteren, kopiëren, wissen en subdirectories aanmaken. De Norton Commander versie 4.0 kent ook de mogelijkheid om de snellere verbinding via een parallelle kabel te gebruiken.