

Armeluis datacommunicatie

H. J. C. OTTEN

Het van de ene naar de andere computer overbrengen van gegevens vereist in het algemeen een flinke investering in apparatuur (communicatiepoorten, modems, telefoonverbindingen) en programmatuur. Een microcomputer is niet zonder meer voorzien van deze faciliteiten en het is ook niet altijd te koop. Zeker als het gaat om het overbrengen van gegevens van grotere computers (minicomputers en mainframes) naar microcomputers is het nut van de hoge investering twijfelachtig. Meestal gaat het om incidenteel een bestand over te brengen. Het via floppy disks overbrengen van bestanden stuit vrijwel altijd op een verschillende formattering of niet voorhanden zijn van een floppy disk drive. Om toch gegevens op een zo goedkoop mogelijke manier te transporteren is de in dit artikel beschreven schakeling en werkwijze ontworpen. Alleen een gewone audio-cassette recorder en een handvol standaardonderdelen zijn daarbij nodig en op beide computers een RS-232-C-interface, die op 300 of 600 baud is in te stellen.

RS-232-C-interface

Als een goedkope en zo universeel mogelijke oplossing moet worden gevonden is het verstandig te kijken naar al voorhanden zijnde voorzieningen. Als we naar minicomputers en mainframes kijken, zien we dat de gebruikers beschikken over een beeldscherm dat meestal via een RS-232-C-standaardverbinding is verbonden met de computer. Invoer vindt plaats via het toetsenbord, uitvoer op het scherm. Als we vervolgens naar microcomputers kijken zien we vrij vaak een RS-232-C-interface om bijvoorbeeld een printer op aan te sluiten. Ook daar is een in- en uitvoermogelijkheid mee voorhanden. Als de twee computers naast elkaar staan kunnen we via deze RS-232-C-verbindingen beide apparaten met elkaar laten communiceren en daarmee gegevens over brengen. Zijn ze ver van elkaar verwijderd, dan kan via een modem en de RS-232-C-verbinding contact worden ge-

legd. Dat betekent wel een dure telefoonverbinding. Deze RS-232-C-interface, die bij de minicomputer en bij de mainframes bereikbaar is voor de gebruiker als verbinding tussen de computer en het beeldscherm, is uitgangspunt voor de in dit artikel beschreven oplossing.

Principe

Het principe van het overbrengen van gegevens via de standaard-RS-232-C-interface is vrij simpel. In principe blijft bij de minicomputer en het mainframe de verbinding tussen computer en beeldscherm bestaan. De RS-232-C-verbinding bestaat in het algemeen uit minimaal twee seriële signalen: van en naar de computer. Het overbrengen van gegevens verloopt nu als volgt. Het over te brengen bestand wordt karakter voor karakter naar het beeldscherm gestuurd. De gebruiker kan dus meelesen. Het seriële (digitale) signaal wordt tevens via een aftak-

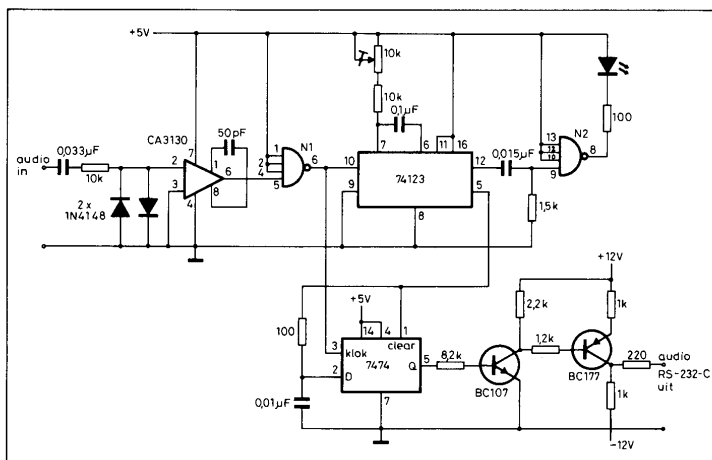
king vertaald in tonen van 2400 Hz en 1200 Hz met een zogenoemde FSK-schakeling (Frequency Shift Keying) en deze tonen worden opgenomen op een gewone audio-cassette recorder. Het gehele bestand wordt dus opgeslagen op band. De cassette recorder en de schakeling worden nu meegenomen naar de andere computer. Ook hier blijft de verbinding tussen beeldscherm en computer in principe bestaan. Alleen wordt het op de band opgenomen signaal weer terug vertaald naar een RS-232-C-signaal, dat het van het beeldscherm afkomstige signaal tijdelijk vervangt. De computer leest nu niet meer van het toetsenbord afkomstige karakters, maar de op de band opgenomen karakterstroom. Met een schakelaar wordt een keuze gemaakt tussen invoer van het toetsenbord of van de band. De computer leest op deze wijze van de band naar een bestand, eventueel via een buffer, in het geheugen.

Microcomputers

Bij een microcomputer gaan we iets anders te werk omdat het beeldscherm daarbij gewoonlijk niet via een RS-232-C-verbinding is aangesloten, maar wel een seriële interface voorhanden is. De schakeling wordt hier op aangesloten.

Schakeling

De hierboven beschreven werkwijze vereist een tweetal functies: omzetten van een RS-232-C-signaal naar tonen van 1200 en 2400 Hz en het omzetten van deze geluidstonen naar een RS-232-C-signaal. Hiervoor zijn in de loop der jaren voor hobbycomputers al tientallen oplossingen gevonden. Een voorbeeld is de toepassing bij Basicode. Hier is gekozen voor een eenvoudige, maar gemakkelijk na te bouwen schakeling. Afb. 1 geeft het principeschema van het deel van de schakeling dat via een programmeerbare deler een kloksignaal van 4800 Hz door twee



Afb. 1 Schakeling om een RS-232-C-sig-naal om te zetten naar 1200- en 2400Hz-geluidssignalen.

of door vier deelt. De deelfactor wordt bepaald door het RS-232-C-sig-naal. In afb. 2 is het schema te zien van de schakeling dat het van de band afkomstige signaal weer omzet naar het oorspronkelijke RS-232-C-sig-naal. Beide schakelingen zijn al meermalen gepubliceerd om een massageheugen te realiseren voor een hobbycomputer.

Het nadeel van deze schakelingen en het gebruik van de cassetterecorder is dat we beperkt zijn tot transportnelheden van 300 baud (zeer betrouwbaar, niet kritisch) of 600 baud (kans of fouten bij een niet optimale afregeling en vereist een goede cassetterecorder).

Voeding

De schakelingen nemen genoeg met een voeding van +5 V bij een stroomopname van 200 mA. Daarnaast zijn voor het omzetten van de RS-232-C-niveaus een spanning van ongeveer +12 en -12 V nodig bij een gering stroomverbruik. In afb. 3 is het schema te zien van een eenvoudige voeding waarbij een goedkope transformator met een enkele secundaire wikkeling voldoende is. De schakeling en de voeding moeten natuurlijk wel vanwege het mobiele karakter van de toepassing in een behuizing worden ingebouwd.

Aansluitingen

De schakelingen worden zoals bij de principe beschrijving al is vermeld,

stand „audio” worden de op de band opgenomen karakters naar de computer gestuurd. Let op dat het toetsbord nu niet meer functioneert!

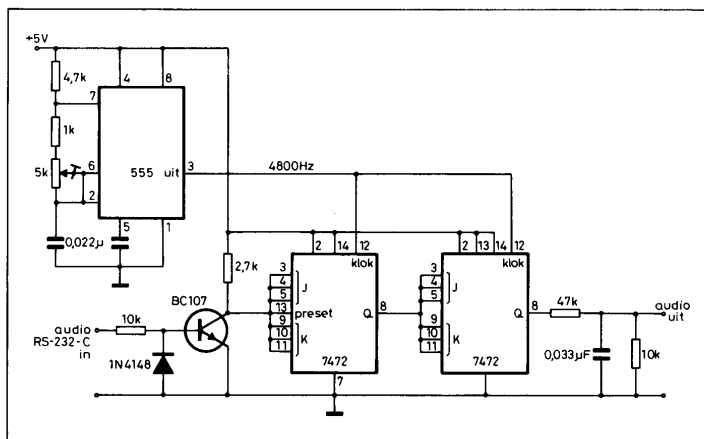
Afregeling

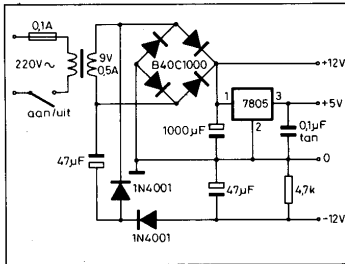
De schakeling bevat twee instelpunten die een afregeling vereisen. Allereerst is de klokfrequentie instelbaar op precies 4800 Hz. Deze frequentie is overigens niet kritisch. Als de instelpotmeter in de middenstand staat werkt de schakeling uitstekend. Als er echter met andere gebruikers banden worden uitgewisseld is een exacte afregeling met een frequentiemeter nodig. Het tweede instelpunt bevindt zich in de schakeling van afb. 2. Hiermee is een correcte afregeling mogelijk op de niet kritische klokfrequentie in de schakeling van afb. 1.

De indicator, met een LED gereali-seerd, geeft al een eerste indruk van het afregelen. Neem daartoe eerst op een stuk band een niet veranderend RS-232-C-sig-naal op – dit geeft een frequentie van 2400 Hz – en daarna een snel veranderend RS-232-C-sig-naal, door bijvoorbeeld een bestand (op 300 baud) af te laten drukken op de RS-232-C-uitgang. Bij het terugspelen van deze opname zal de LED fel oplichten als een 2400Hz-sig-naal wordt afgespeeld en snel knipperen bij een veranderend signaal tussen 1200 en 2400 Hz.

Een meting met een (hoog-ohmige) voltmeter kan tot een uitstekende afregeling leiden. Meet daartoe de spanning op pen 5 van het IC 74123.

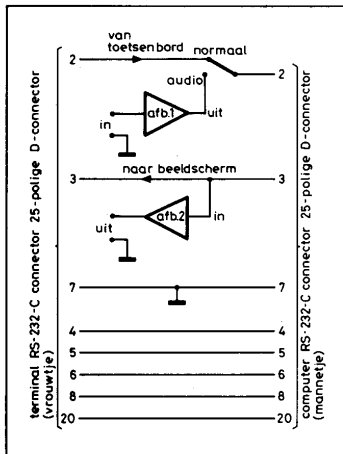
Afb. 2 Schakeling om de van de band afkomstige 1200- en 2400Hz-signalen om te zetten naar een RS-232-C-sig-naal.





Afb. 3 Een mogelijke voeding voor de schakelingen in afb. 1 en 2.

Bij een 2400Hz-toon zal de spanning (gelijkspanningsmeting) ongeveer 2,5 V bedragen, bij een wisselend signaal tussen 1200 en 2400 Hz op de band schommelen rond 3,75 V bij een correcte afregeling van de instelpotmeter bij het IC 74123.



Afb. 4 Aansluitingen tussen computer en beeldscherm met de schakelingen uit afb. 1 en 2.

Programma's

De schakeling maakt het mogelijk bestanden op de band weg te schrijven en weer terug te lezen. De bestanden mogen echter alleen leesbare karakters bevatten. Bij het teruglezen geeft de schakeling geen indicatie van de betrouwbaarheid van de gelezen karakters, einde en begin zijn niet duidelijk gedefinieerd en het inlezen zal in het algemeen speciale programma's vereisen. Nu heeft iedere computer speciale voorzieningen voor wat betreft pro-

grammatalen en commando's. Daarom volstaan we in dit artikel met een aantal malen gerealiseerde programma-oplossing.

Op dit moment zijn implementaties beschikbaar onder VAX/VMS, PDP-11 onder RSX-11M en voor een 6502-computer met een ACIA 6850, in zowel assembler als Pascal. De programma's lezen en schrijven de bestanden op de band met een speciaal protocol. Lijst 1 geeft een indruk van dit protocol. Het protocol controleert begin en einde, aantal regels (records genoemd) in het bestand en door middel van een checksum per record de betrouwbaarheid van de gelezen karakters. Verder is voorzien in een bestands-identificatie. Het protocol is zo ontworpen dat alleen gebruik wordt gemaakt van leesbare karakters. Controlecodes zoals carriage-return en linefeed zijn niet nodig, maar mogen wel aanwezig zijn. De routine voor het lezen van een karakter moet alleen leesbare karakters afgeven en andere type karakters negeren.

Lijst 1 Protocol voor het overbrengen van bestanden.

Het protocol is geschikt voor alleen tekstbestanden, met alleen leesbare karakters. Elke regel wordt als record verstuurd, voorafgegaan door een data record identificatie. Het bestand wordt voorafgegaan door een start-record met de bestandsnaam en afgesloten met een eindrecord waarin het aantal data record records. Een record wordt geïdentificeerd door de letter 'P' gevolgd door een cijfer om het type aan te geven.

Start record P4xxxxxxxCC
 Data record P1nndd...ddCC
 Einde record P9nmmmm

waarin

- xxxxxxxx bestandsnaam in 8 karakters
- CC checksum over record zonder record identificatie zoals P1
- nn aantal karakters in dit record
- dd...dd twee hex cijfers
- nmmmm aantal records in bestand, vier hex cijfers

Pseudo-code

De implementatie van dit protocol vereist twee programma's. De werking van de programma's met het hierboven beschreven protocol is te vinden in lijst 2 (lezen van band) en lijst 3 (schrijven naar band). In plaats van een implementatie in een tot een enkele computer beperkte taal is gekozen voor een algemene beschrijving met behulp van pseudo-code. Het implementeren in een taal aan de hand hiervan is een gemakkelijk uit te voeren taak.

Lijst 2 Programma-ontwerp voor het lezen van een bestand van band volgens het protocol uit lijst 1.

```
PROGRAM lees cassette
schrijf 'start cassette-recorder'
schrijf 'zet schakelaar in stand "audio"'
aantal records := 0
repeat
  lees karakter
until karakter = 'P'
lees karakter
case karakter of
  '1' : lees data record
  '4' : lees start record
  '9' : lees einde record
until einde record gelezen

PROCEDURE lees start record

checksum := 0
schrijf 'File '
repeat
  lees karakter van filenaam
  checksum := checksum + karakter-code
  schrijf karakter
until 8 karakters gelezen
schrijf ' gevonden'
lees checksum als hex getal
if checksum <> berekende checksum
  then
    schrijf 'checksum fout in start record'

PROCEDURE lees data record

checksum := 0
aantal records := aantal records + 1
lees aantal records in data record als hex getal
while aantal > 0 do
  lees data karakter in geheugen
  checksum := checksum + karakter-code
  aantal := aantal - 1
lees checksum als hex getal
if checksum <> berekende checksum
  then
    schrijf 'checksum fout in data record'

PROCEDURE lees einde record

lees aantal records als twee hex getallen
if aantal records <> gelezen aantal records
  then
    schrijf 'aantal gelezen records klopt niet'
```

Lijst 3 Programma-ontwerp voor het schrijven van een bestand naar band volgens het protocol uit lijst 1.

```
PROGRAM schrijf naar cassette

schrijf 'Start cassette, druk een toets in'
aantal records := 0
while records in bestand do
  lees record uit bestand
  schrijf record naar cassette
  schrijf einde record naar cassette
repeat 1 wacht tot cassette is gestopt door gebruiker 1
  lees karakter
until karakter gelezen

PROCEDURE schrijf start record

schrijf 'P4' naar cassette
checksum := 0
repeat
  schrijf volgende karakter van filenaam
  checksum := checksum + code karakter
until 8 karakters geschreven
schrijf checksum

PROCEDURE schrijf record naar cassette

aantal records := aantal records + 1
schrijf 'P1'
schrijf aantal karakters in record
  als hex getal
while aantal karakters > 0 do
  schrijf volgende karakter
  aantal karakters := aantal karakters - 1
  checksum := checksum + code karakter
schrijf checksum als hex getal

PROCEDURE schrijf einde record naar cassette

schrijf 'P9' naar cassette
schrijf aantal records als dubbel hex getal
```