

RB ELEKTRONICA COMPUTERS

RADIO BULLETIN

Getest:
10 goedkope CD-spelers

BOUWONTWERPEN
In en uit via RS-232
Universele schakelaar

EPROM-programmer voor C64
Stappenmotor eenvoudig gestuurd

4/87

maandblad voor toegepaste elektronica • losse nummers f 5,75/Bfr. 110 • 56e jaargang

Digitale in- en uitgangen via de RS-232C-interface

H. J. C. OTTEN

Elke computer beschikt tegenwoordig wel over een in- en uitgang volgens de RS-232C-standaard om bijvoorbeeld een printer of een modem op aan te sluiten. De situatie is wat betreft digitale in- en uitgangen slechter. Personal computers beschikken hoogstens over een printer-uitgang die Centronics-compatibel is. Met wat inspanning kunnen daar acht digitale uitgangen mee worden verkregen. Een verder nadeel van eventueel wel aanwezige digitale in- en uitgangen is, dat de aansluitkabels niet al te lang mogen zijn.

Het in dit artikel gepresenteerde bouwontwerp biedt de mogelijkheid de aanwezige in- en uitgang van de RS-232C-poort te gebruiken om in totaal 48 digitale in- en uitgangen te realiseren. Daarvoor zijn in de computer geen wijzigingen nodig. Verder zijn de in- en uitgangen zonder problemen op grote afstand te gebruiken, desnoods via een modem.

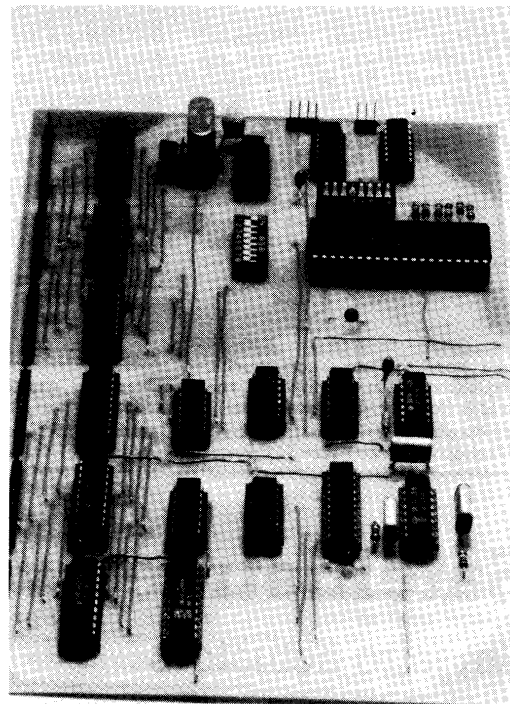
Principe

De RS-232C-interface is een seriële in- en uitgang. Gegevens, meestal in de vorm van karakters in ASCII-code, worden daarmee verzonden en ontvangen van en naar beeldschermen en printers. Daarmee kunnen behoorlijk lange afstanden worden overbrugd. De kabel bevat weinig aders voor het seriële verzenden en de gebruikte spanningen van +12 en -12 V zorgen voor een hoge mate van ongevoeligheid voor storingen.

Als we deze interface willen gebruiken om aparte digitale in- en uitgangen te realiseren, dan is de eerste opgave het omzetten van de ontvangen seriële informatie naar parallel en van paral-

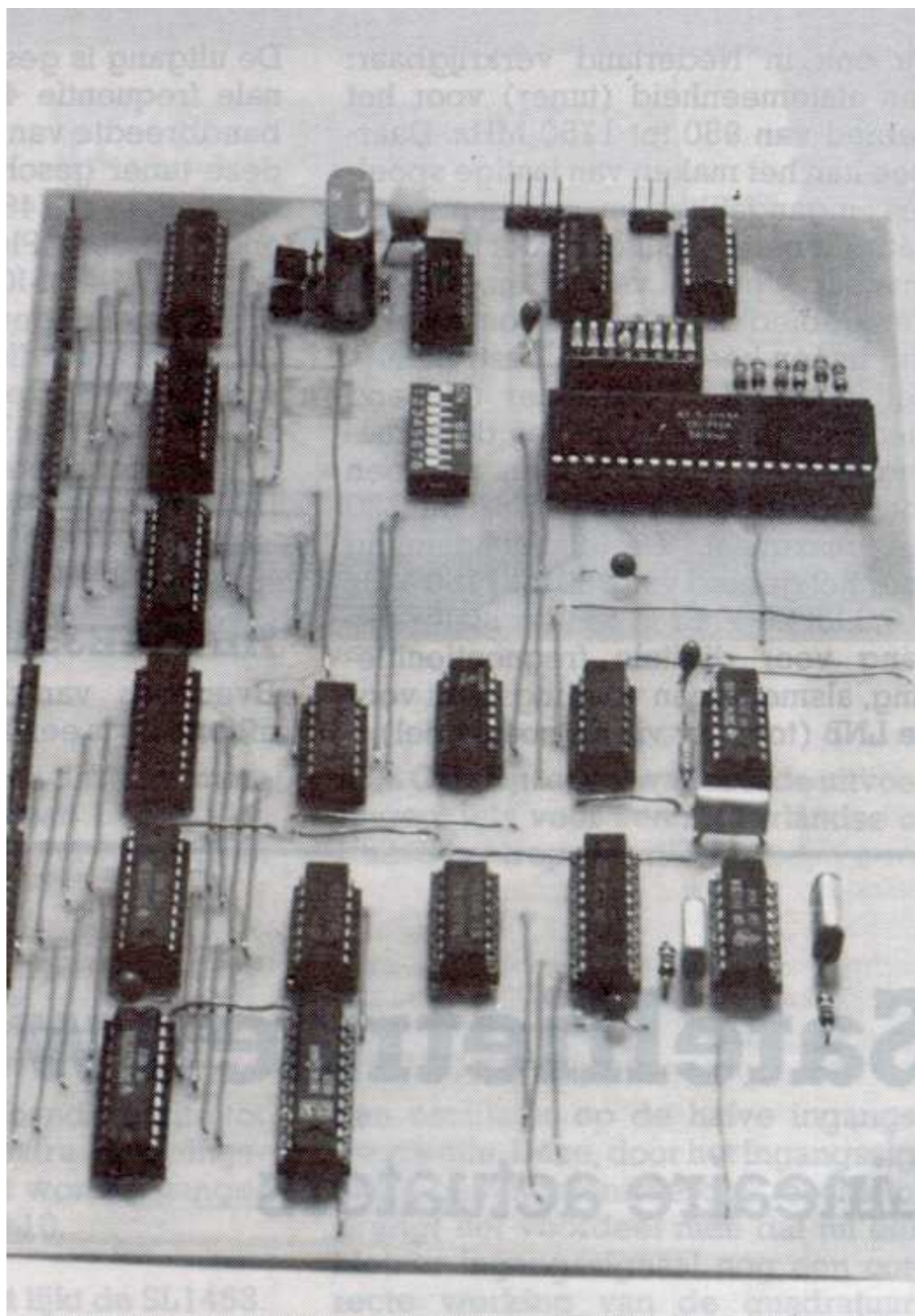
lel naar seriële om gegevens terug te sturen. Juist voor dit doel is een speciaal type IC ontworpen: de UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter). Dit IC is al geruime tijd op de markt en is dermate universeel van opzet dat het hart van de schakeling wordt gevormd door de UART type AY-8-1013A (het type AY-3-1015 is ook bruikbaar).

De UART bevat in feite twee gescheiden delen. Het ontvang gedeelte heeft een seriële ingang en zet ontvangen gegevens om naar in totaal acht digitale uitgangen. Het zend gedeelte heeft acht ingangen, waarvan de toestand via een parallel-naar-seriële-omzetter



seriële op een seriële uitgang wordt omgezet. In principe biedt de UART al genoeg om acht ingangen en acht uitgangen te realiseren. Met een aantal toevoegingen in de vorm van buffers en besturings-schakelingen is het aantal in- en uitgangen gemakkelijk op te voeren. Wel blijft het ontvangen en verzenden van groepjes van acht bit gehandhaafd. Met buffers zijn drie ingangs- en drie uitgangspoorten van ieder acht bit

gerealiseerd, wat tot 24 digitale ingangen en 24 digitale uitgangen leidt. Om een keuze uit één van de in- of uitgangspoorten te maken zal de computer eerst een nummer moeten verzenden (verder een adres genoemd). Vervolgens zal de computer voor een uitgangspoort de gegevens (acht bit per uitgang) moeten opzenden. Voor een ingangspoort zal na een adres een opdracht voor het naar de computer verzenden van de acht bit



volgen. In totaal zijn er dus voor het zetten van een uitgang twee karakters, door de computer te verzenden, nodig. Het eerste karakter geeft aan welke uitgangspoort en het tweede karakter de bits die op de poort beschikbaar komen. Voor het lezen van een ingangspoort zullen eveneens twee karakters door de computer worden verzonden, waarna de schakeling automatisch de bits van de ingangspoort opstuurt naar de computer. Het eerste karakter is weer het adres, nu van de ingangspoort. Het tweede karakter is op zich onbelangrijk, het dient alleen om het opsturen te starten.

Werking

Aan de hand van het blok-schema in afb. 1 en het gedetailleerde schema van afb. 2 volgt nu een beschrijving van de werking. Het tijdsdiagram van afb. 3 is daarbij nuttig om te raadplegen. Centraal staat de UART (IC1), die voor de serieel-naar-parallel-omzetting en omgekeerd zorg draagt. De UART heeft daartoe een seriële ingang en een seriële uitgang. Om de

spanningen op het peil van de RS-232C-interface te brengen zijn hieraan standaard-IC's verbonden (IC18 en IC19).

Voor het omzetten van serieel naar parallel en omgekeerd heeft de UART een kloksignaal nodig met een frequentie gelijk aan zestienmaal de baudrate van de RS-232C-verbinding. Daartoe is rond de veertiendeler, de oscillator en de schakelaar (IC9, type CD4060BE) een in te stellen frequentiebron gebouwd.

Voor het karakterformaat van de over de RS-232C-verbinding te versturen karakters heeft de UART een aantal ingangen, waarbij de toestand van deze ingangen, hoog of laag, de in tabel 1 aangegeven karakterformaten tot gevolg heeft. De parallelle uitgang van de UART bestaat uit acht datalijnen (RD1 tot en met RD8) en daarbij één DAV-uitgang. Een positieve puls op DAV betekent dat een nieuw karakter is ontvangen en beschikbaar op RD1 tot en met RD8. Voor een nieuw karakter kan worden ontvangen zal op de ingang RDAV een negatieve puls moeten worden aangeboden.

Tabel 1 Instelling van de opbouw van het karakter aan de mogelijkheden en eisen van de computer.

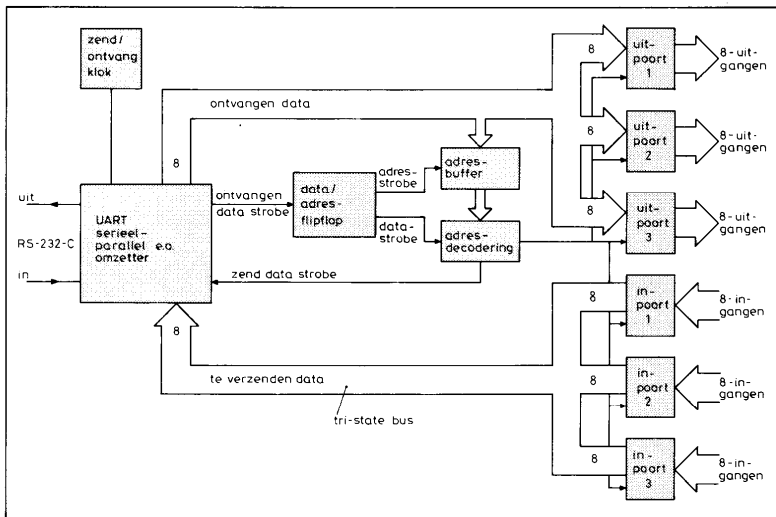
Naam	Mogelijke toestanden
no parity	on is geen pariteit als gesloten (0 V) off is pariteit als open (+5 V) volgens even parity select
stopbits	on is een stopbit als gesloten (0 V) off is twee stopbits als open (+5 V)
aantal bits	
NB2 NB1	aantal bits per karakter
on on	5 on is gesloten (0 V) en off is gesloten (+5 V)
on off	6
off on	7
off off	8 (aangeraden)
even parity	on (+5 V) is oneven pariteit off (0 V) is even pariteit (zie no parity)

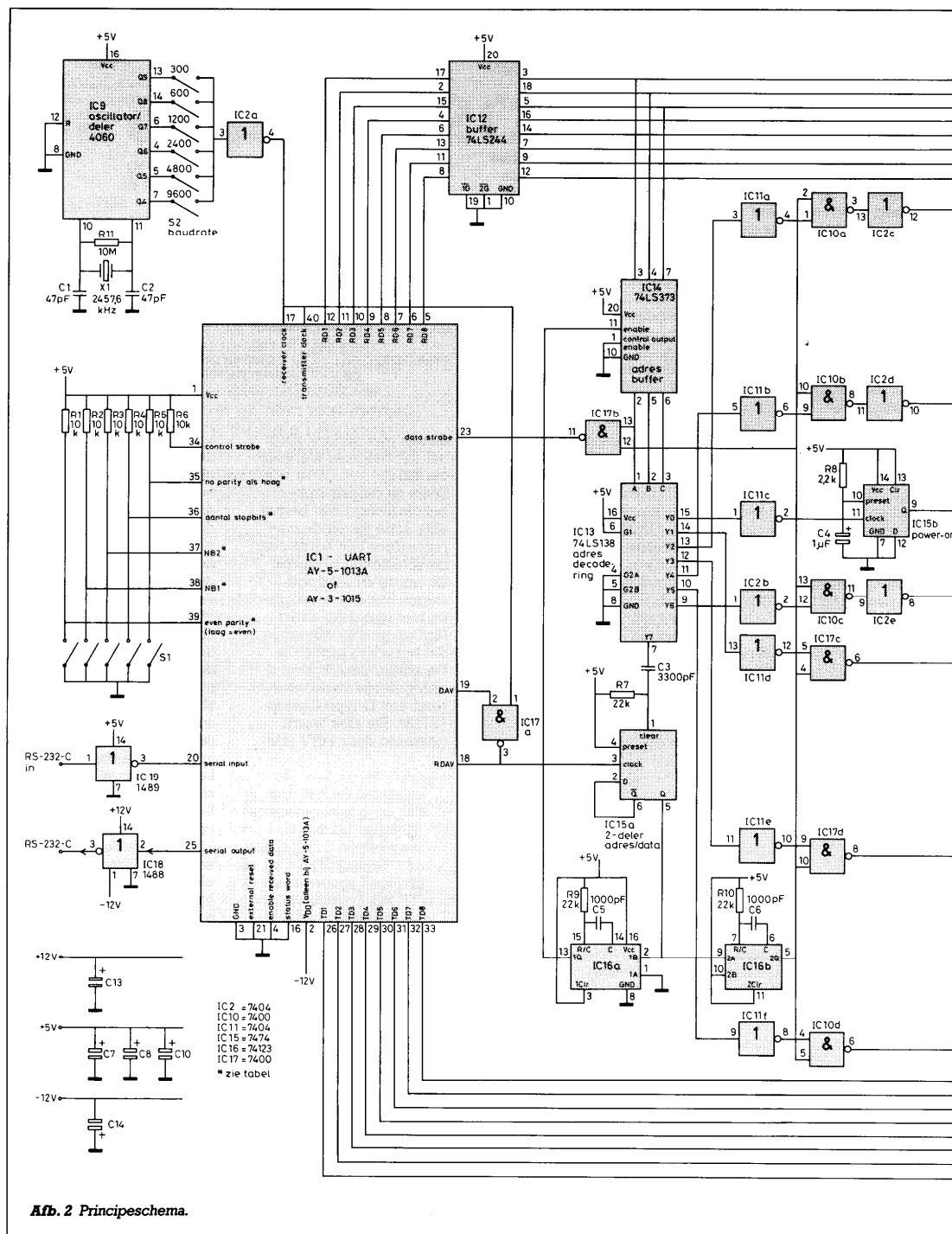
Samen met de klok zorgt het DAV-signaal hiervoor via IC17.

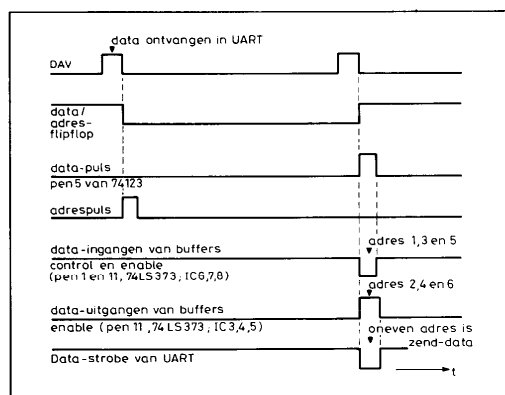
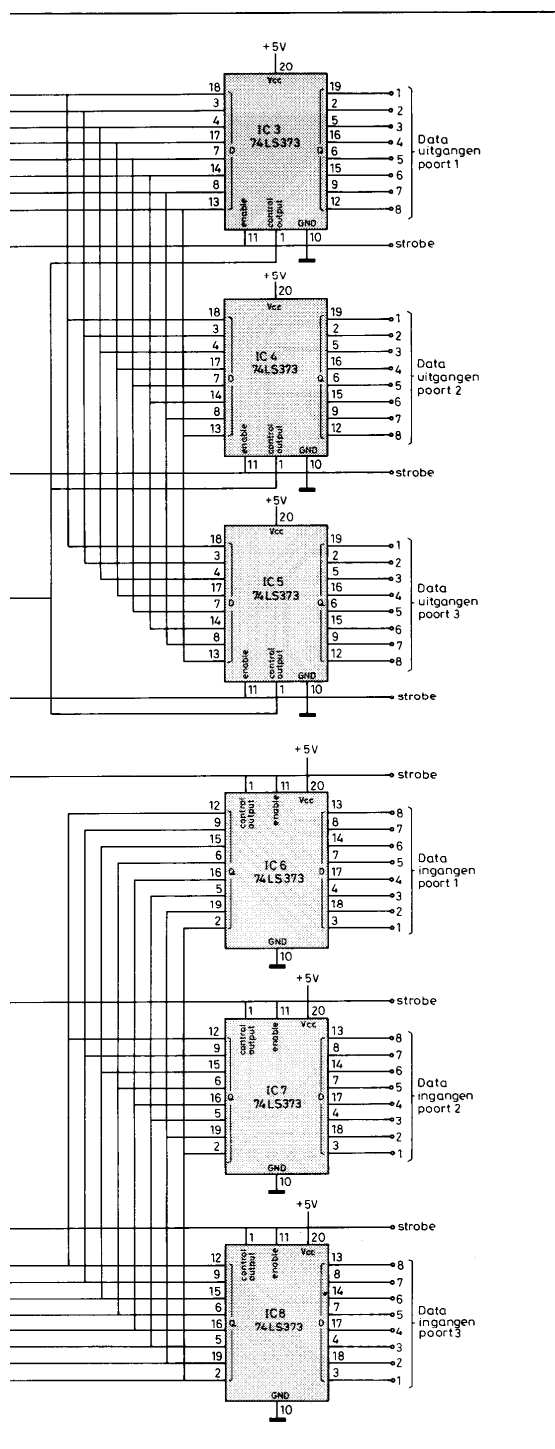
Zoals uit de principebeschrijving blijkt begint elke actie vanuit de computer door een adres naar de schakeling te sturen. Dit adres wordt opgeslagen in een adresbuffer en met een data/adres-flipflop wordt onthouden dat het adres binnen is. De adres/data-flipflop is een gewone tweedeler rond een D-type flipflop (IC15). De klok wordt gevormd door DAV (zie

het tijdsdiagram). Door de dubbele monostabiele multivibrator in IC16 wordt uit de uitgang van de adres/data-flipflop een datapuls opgewekt (positieve flank) en een adrespuls negatieve flank). Als een adrespuls optreedt is een adres beschikbaar op RD1 tot en met RD8. Dit adres wordt opgeslagen in de adresbuffer IC14 door de enable-ingang hiervan op de adrespuls aan te sluiten. Het gebufferde adres wordt aangeboden aan een adresdecodering in IC13, waarvan de met het adres overeenkomstige uitgang laag wordt. Vervolgens stuurt de computer een tweede karakter op. Daarmee wordt een datapuls opgewekt in IC16. Als het om het lezen van een ingangspoort gaat, waarbij een oneven adres (1, 3 en 5) hoort, dan wordt de bijbehorende buffer (IC6, IC7 en IC8) actief en geeft de data via de tri-state-bus tussen buffers en UART door aan de UART. Een strobe wordt gelijktijdig gegenereerd uit de datapuls en het minst significante bit van het opgeslagen adres om de UART de gegevens op te laten sturen. Deze negatieve puls is eveneens beschikbaar op de connector van de uitgangspoort. Daarmee kan de

Afb. 1 Blokschema.







Afb. 3 Tijdsdiagram.

Onderdelenlijst

Halfgeleiders

IC1	AY-8-1013A of AY-3-1015 (zie tekst)
IC2, IC11	7402 of 74LS02
IC3 t.e.m. IC8, IC14	74LS373
IC9	CD4060BE
IC10, IC17	7400 of 74LS00
IC12	74LS244
IC13	74LS138
IC15	7474 of 74LS74
IC16	74123
IC18	1488 of 75188
IC19	1489 of 75189

Weerstanden

R1 t.e.m. R6	10 kΩ
R7, R9, R10	22 kΩ
R8	2,2 kΩ
R11	10 MΩ

Condensatoren

C1, C2	47 pF
C3	3300 pF
C4	1 μF, 10 V, tantaal
C5, C6	1000 pF
C7, C8, C9, C12	1 μF, 10 V, tantaal
C10, C11	1 μF, 16 V, tantaal
C13, C14	0,47 μF, tantaal

Diversen

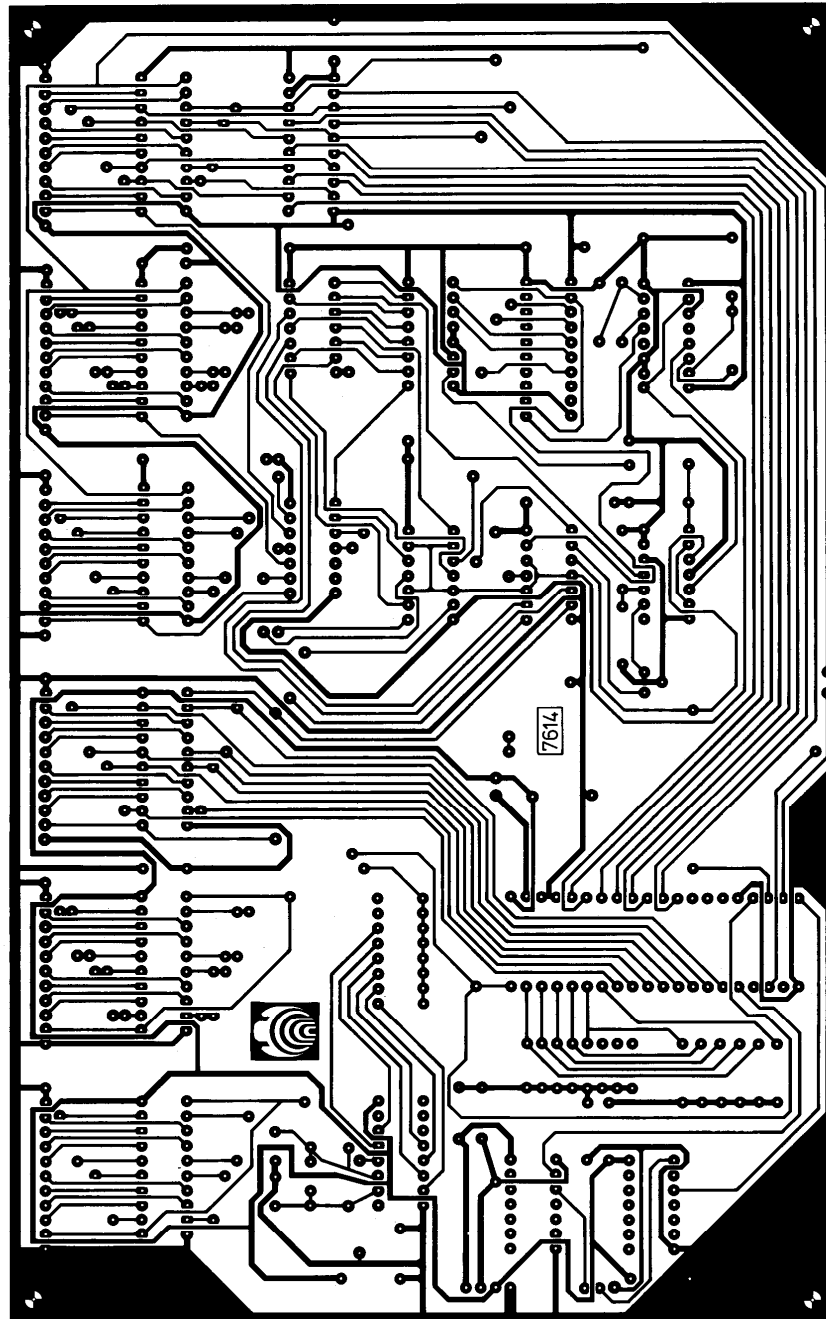
S1, S2	DIP-schakelaars, 8-polig
X1	kristal, 2.457,6 kHz
J1 t.e.m. J6	mini-moduul-printconnectoren (Amroh), 12 pennen
J7	mini-moduul-printconnectoren (Amroh), 4 pennen
J8	mini-moduul-printconnectoren (Amroh), 2 pennen

Printvoeten, minimaal 1-maal 40-pens voor UART en 1-maal 16-pens voor CD4060. Optioneel 8-maal 20-pens, 7-maal 14-pens en 2-maal 16-pens.
 Printnr. 7614 te bestellen vóór 30 april 1987 bij De Muiderkring te Weesp.

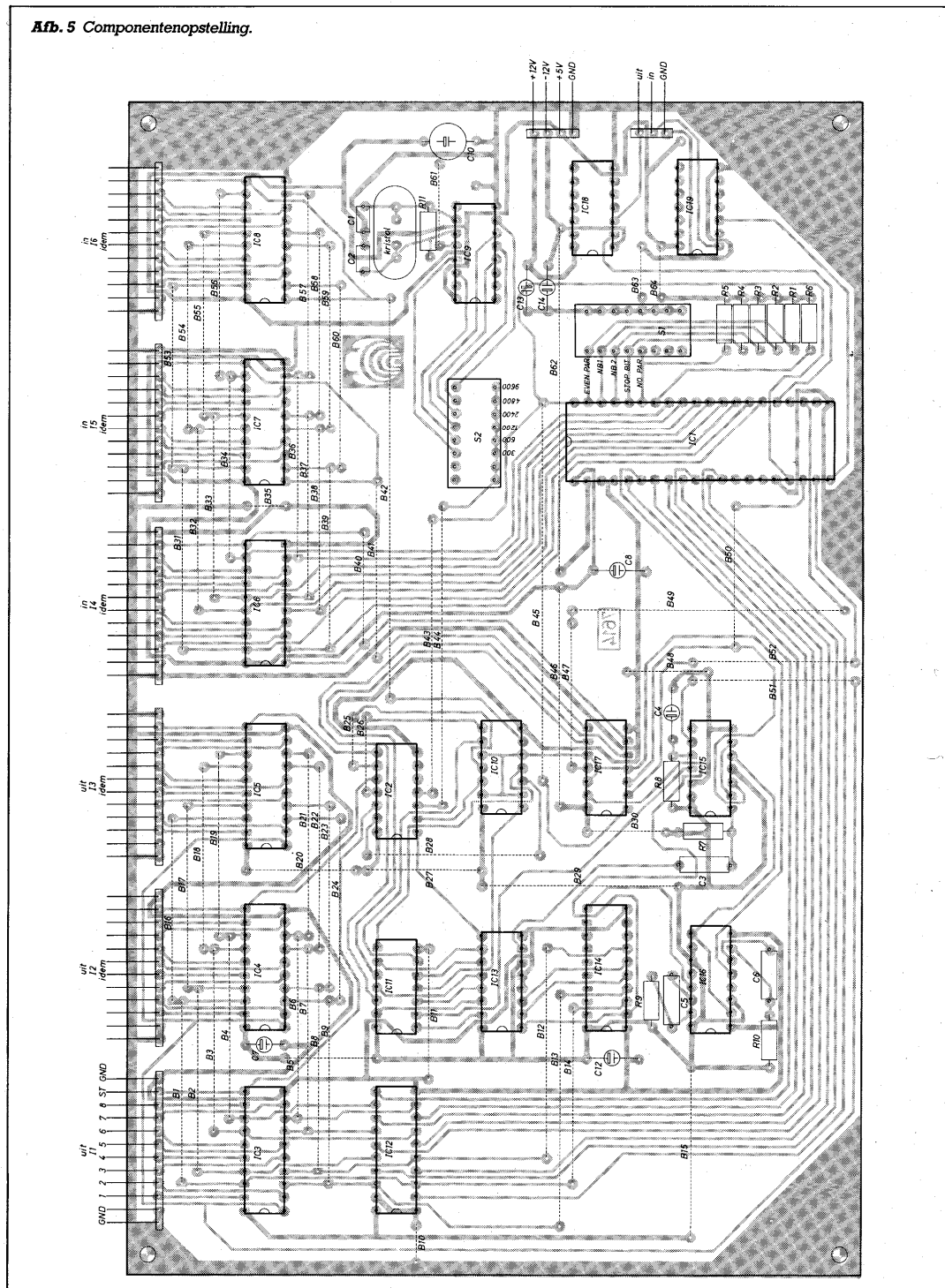
Afb. 4 Printontwerp, schaal 1 : 1.

RB-printservice

Deze print kan worden besteld vóór 30 april 1987 door f 36,- over te maken op giro nr. 83214 t.n.v. De Muiderkring te Weesp met vermelding van printnr. 7614.



Afb. 5 Componentenopstelling.



aangesloten schakeling zien dat de op de ingangspoort aanwezige gegevens zijn ingelezen. Voor het sturen van gegevens naar een uitgangspoort wordt de bijbehorende buffer actief door het gedecodeerde adres (2, 3 en 6) en de datapuls te combineren en slaat dan de gegevens op. Deze positieve pus is eveneens beschikbaar op de connector van de uitgangspoort. Daarmee kan de aangesloten schakeling zien dat de uitgangspoort van een nieuwe inhoud is voorzien. Het opgeslagen adres wordt gebruikt om de bijbehorende buffer te activeren.

Met adres 0 en 7 wordt anders omgegaan. Adres 0 wordt gebruikt om de power-on-flipflop te zetten, zodanig dat de uitgangsbuffers worden geactiveerd via de op de control-output-ingang aangesloten uitgang van de flipflop. Bij het aanzetten van de voeding wordt de uitgang van de power-on-flipflop door R8 en C4 hoog gemaakt en zijn de uitgangspoorten in de tri-state-toestand. Adres 7 wordt gebruikt om de adres/data-flipflop via de clear-ingang in de adrestoestand te brengen.

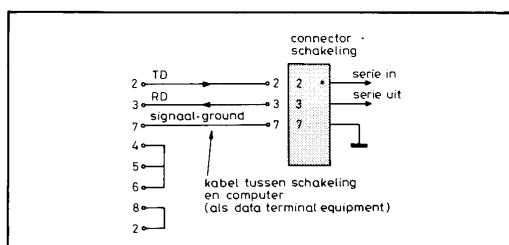
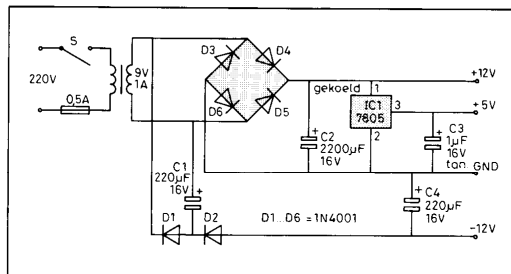
In gebruik nemen

Voor de schakeling is een enkelzijdige print ontworpen (zie afb. 4 en 5). De schakeling is wel zo ingewikkeld dat een aantal draadbruggen onvermijdelijk bleek. De volgorde van het monteren van de componenten is niet kritisch maar om verrassingen te vermijden kan het beste worden begonnen met het aanbrengen van de draadbruggen, de connectoren en de IC-voeten. Bij gebruik van een UART met type-nummer AY-3-1015 moet de draadbrug, gemerkt met „zie tekst“, worden aangebracht. Het is aan te raden zoveel mogelijk gebruik te maken van IC-voeten. In ieder

geval moeten de IC's CD4060BE en de UART, beide gevoelig voor statische elektriciteit, in een IC-voet worden geplaatst. Verder is het handig om de buffer-IC's (type 74LS373) ook in IC-voeten te plaatsen. Als er tijdens het gebruik een in- of uitgangspoort beschadigd raakt, is de reparatie snel uit te voeren. Alvorens het eerste IC aan te brengen is het aan te raden bij elke IC-voet te controleren of bij aangesloten voedingspanningen de juiste pennen de juiste spanning vertonen. Als laatste worden de IC's in de voeten geplaatst of gesoldeerd. Gebruik van een lichte soldeerbout is geen luxe bij het solderen van de IC-voeten. De voeding (+5 V en 0,5 A; +12 V en 50 mA en -12 V en 50 mA) kan evenals de andere signalen op de print worden aangesloten via een mini-moduul-connector, in dit geval met vier pennen. Een voorbeeld van een eenvoudige voeding is te vinden in afb. 6.

De positieve spanning van +12 V wordt via gewone gelijkrichting verkregen, de negatieve spanning door een slimme schakeling die een tweede transformatorwikkeling uitpaart. De +5 V wordt hierbij opgewekt met een spanningsstabilisator en is tot 0,7 A te belasten. Koelen daarvan is nodig, een koelplaat van 10 bij 10 cm met een dikte van 3 mm of iets overeenkomstig voldoet daarvoor.

Afb. 6 Schema van een geschikte voeding.



Afb. 7 Aansluiting van de RS-232C-connector.

Gebruiksaanwijzing RS-232C-interface

Alvorens de schakeling samen met een computer is te gebruiken moeten een aantal zaken worden geregeld. Er is een verbindingkabel nodig en op de print zal het karakterformaat en de transmissiesnelheid met schakelaars op de print worden ingesteld.

Tussen computer en de schakeling is een verbindingkabel nodig die voldoet aan de RS-232C-standaard.

Op de print is voorzien in een seriële in- en uitgang met de voor RS-232C noodzakelijke spanningen. Het is aan te raden deze aansluitingen te leiden naar een connector op de behuizing. Daarvoor kan het beste een 25-polige D-connector (vrouwje) worden genomen met de aansluitingen zoals die in afb. 7 zijn getoond en een mogelijke kabel voor een standaard RS-232C-interface. Afwijkingen zijn echter meer regel dan uitzondering bij RS-232C.

Bestudeer daarom de documentatie van de computer grondig en raadpleeg ook het artikel „Alles over RS-232C“ in het nummer van Radio Bulletin januari 1986. Als de elektrische verbinding tot stand is gekomen moet op de print met de twee DIP-schakelaars ten eerste de transmissiesnelheid (de baudrate) met de computer worden ingesteld. Als deze vrij te kiezen is bij de computer is het natuurlijk voordelig de hoogst mogelijke snelheid te kiezen. De keuze bij de gebruikte schakeling is ruim en de hoogste snelheid is 9600 baud.

Op de componenten opstelling (afb. 5) is aangegeven welke schakelaar van de DIP-schakelaar S2 moet worden gesloten (on of closed op de schakelaar gemerkt) voor een bepaalde baudrate. Let op dat de andere schakelaars van S2 in geopende toestand (off of open) moeten blijven. Ten tweede zal het formaat van de serieel te verzenden gegevens met DIP-schakelaar S1 worden ingesteld. Raadpleeg ook hiervoor de documentatie van de computer en de componentenopstelling. Als de keuze bij de computer vrij is, kies dan voor acht databits per karakter en geen pariteit. Bij zeven databits per karakter gaat van alle in- en uitgangspoorten het hoogste bit verloren.

In tabel 1 is aangegeven welke keuzen mogelijk zijn met schakelaar S1.

Programmatuur

Voor het testen is een computer nodig met een klein testprogramma om karakters uit te wisselen met de schakeling. Eventueel is een gewoon beeldscherm te gebruiken om met het toetsenbord karakters op te wekken en teruggestuurde karakters te bestuderen. Let wel op dat een beeldscherm werkt met karakters volgens een bepaalde code zoals ASCII.

Het testprogramma zal gebruik kunnen maken van de in lijst 1 gegeven algoritmen. De hierna volgende gebruiksaanwijzing geeft meer details over het besturen van de schakeling. De voor het besturen van de schakeling benodigde basisprogrammatuur is zeer eenvoudig. Er is een routine nodig die een karakter via de RS-232C verstuurt, zonder er iets aan te veranderen of andere karakters aan toe te voegen. In lijst 1 is deze routine schrijft genoemd. Verder is een routine nodig die een karakter, alweer zonder enige wijziging of toevoeging, leest van de RS-232C-ingang. Verder is voor de initia-

lisatieroutine een routine nodig die aangeeft of een karakter is ontvangen zonder er op te wachten. Voor de meeste computers zullen deze routines zonder problemen zijn te realiseren, ook vanuit hogere programmeertalen zoals Basic. Een voorbeeld zijn de PRINT#, INKEY, GET, INP, OUT Of overeenkomstige functies. De al genoemde routines in lijst 1 gebruiken deze basisprogrammatuur. De in deze algoritmen gebruikte variabelen zijn bytes. Poortnummers echter mogen vrij worden gekozen, als er maar op de drie minst significante bits van het karakter worden gelet. Bij de adresdecodering worden alleen deze drie bits gedecodeerd. In de praktijk zal het handig blijken te zijn om te werken met de karakters „0“, „1“ tot en met „7“ (decimaal in ASCII-tekenset respectievelijk 48, 49 tot en met 55). Bij de initialisatie wordt het reset-adres 7 gebruikt. De reset dient om de schakeling zodanig in te stellen dat het eerste karakter na de reset wordt geïnterpreteerd als een adres. Daarmee wordt de situatie eenduidig gemaakt

Lijst 1 Algoritmen voor het besturen van de schakeling.

```
procedure initialiseer ;
    schrijf (7) (* reset data/adres flipflop *)
    negeer een eventueel door de schakeling opgestuurd karakter
    schrijfpoort (2, 255) (* uitgangspoort 1 hoog *)
    schrijfpoort (4, 255) (* uitgangspoort 2 hoog *)
    schrijfpoort (6, 255) (* uitgangspoort 3 hoog *)
    schrijf (0) (* activeer uitgangspoorten *)

procedure leespoort (poortnummer: byte)
    schrijf (poortnummer)
    schrijf (poortnummer)
    lees (data)

procedure schrijfpoort (poortnummer, data : byte)
    schrijf(poortnummer)
    schrijf(data)
```

na het aanzetten van de voeding of eventueel uitvallen van computer of schakeling. Tweemaal een reset is afdoende en nodig. Na het aanzetten van de voeding zijn de uitgangspoorten alle in de tri-state-situatie, alweer om een gedefinieerde toestand te verkrijgen. Na het aanschakelen van de voeding worden immers alle uitgangen van de buffers door de power-on-flipflop in tri-state gebracht. Als voorbeeld worden in de initialisatieroutine de waarden voor de uitgangspoorten eerst hoog gemaakt in de buffers. De tri-state-toestand wordt vervolgens opgeheven door (tweemaal) adres 0 op te geven, waardoor de uitgangen de

in de buffer aanwezige toestanden aannemen. Let erop dat **altijd** door de computer vóór een actie **twee** karakters moeten worden gestuurd: eerst een adres en daarna nog een karakter om de actie op gang te krijgen. Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat na het inschakelen van de voeding een gedefinieerde situatie ontstaat voor de op de schakeling aangesloten apparatuur, namelijk uitgangen in tri-state en vervolgens hoog. Het hoog zijn is met opzet gekozen omdat een ingang van apparatuur meestal ook hoog lijkt zonder een sturing. De aangesloten apparatuur moet tegen deze situatie bestand zijn en geen gekke dingen doen met deze volgorde van starten.