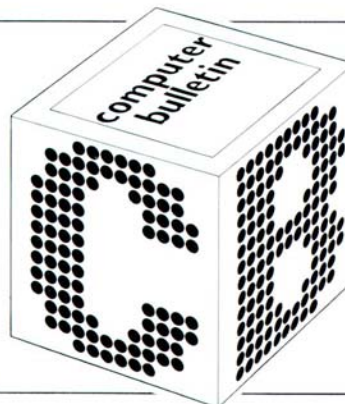


# COMPUTER BULLETIN

een supplement van RB  
gewijd aan microprocessors  
en aanverwante onderwerpen



## Floppy-disk voor het 1802-systeem

H. B. Stuurman

Het hier te beschrijven systeem is te beschouwen als een super-cassetterecorder. Om een programma op disk weg te schrijven geeft men een drive-nummer, een adresgebied en een naam op. Na een paar seconden verschijnt de melding „OK!”. Om een programma terug te lezen heeft alleen de naam te worden opgegeven. Floppy-disksystemen werken snel in vergelijking met cassettereorders. Het laden van bijvoorbeeld Super Basic – een programma van 16 K – is in ca. 5 seconden gebeurd.

Om dit te realiseren zijn de volgende ingrediënten nodig: een disk drive-eenheid, een disk, de floppy-interfacekaart en het KernDOS-programma. KernDOS stuurt niet alleen de diskdrive, maar verzorgt



*Afb. 1 Een floppy-disk zit in een hoesje en blijft daar altijd in.*

ook de gehele administratie vanuit een eenvoudige en efficiënte opzet. Het floppy-diskstelsel is op iedere 1802-computer te installeren die minimaal 4K RAM heeft vanaf adres 0000 (voor 8-inch-drives is dat 8 K) en ergens „in de hoogte” nog 4K RAM voor het KernDOS-programma zelf en de voor KernDOS benodigde werkruimte.

In de lectuur is weinig informatie over deze materie te vinden en om-

dat voor een succesvolle installatie van het systeem enig inzicht onontbeerlijk is, zullen we in vogelvlucht de belangrijkste punten behandelen.

In dit eerste deel wordt iets verteld over diskdrives en disks in het algemeen. In volgende delen komt de beschrijving van een eenvoudige op DMA gebaseerde floppy-disk-interfacekaart en het KernDOS-programma aan de orde.

### Wat is een floppy-disk?

Een floppy-disk is een flexibel mylar-schijfje, waarvan de oppervlakte met een magnetische laag is bedekt. Deze laag is van hetzelfde soort materiaal als dat van magnetische banden.

De benaming floppy komt voort uit de flexibiliteit; dit om onderscheid te maken met „hard disks”, die in de professionele sector wordt gebruikt.

Twee afmetingen zijn populair, namelijk 8- en 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>-inch-disks.

5<sup>1</sup>/<sub>4</sub>-inch-disks worden ook wel mini-disks of diskette's genoemd. Het voordeel van 8-inch-disks is dat er meer informatie op gaat, maar de



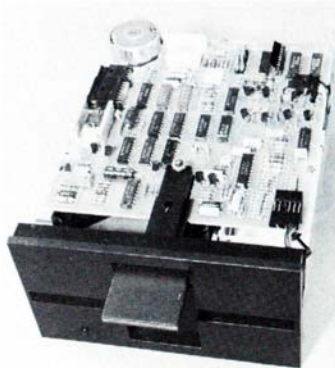
## Floppy-disk

**Afb. 2** Een 5¼-inch-diskdrive. De diskette wordt in de gleuf geschoven waarna de klep omlaag wordt gedrukt. Als de drive in bedrijf is brandt de LED.

**Afb. 3** De printplaat is verwijderd. Op de voorgrond de stappenmotor en rechts de aandrijfmotor. De conusvormige, in segmenten verdeelde, meenemer is zichtbaar.

**Afb. 4** De lees-schrijfkop met er boven de beugel met aandrukvilt.

2



3



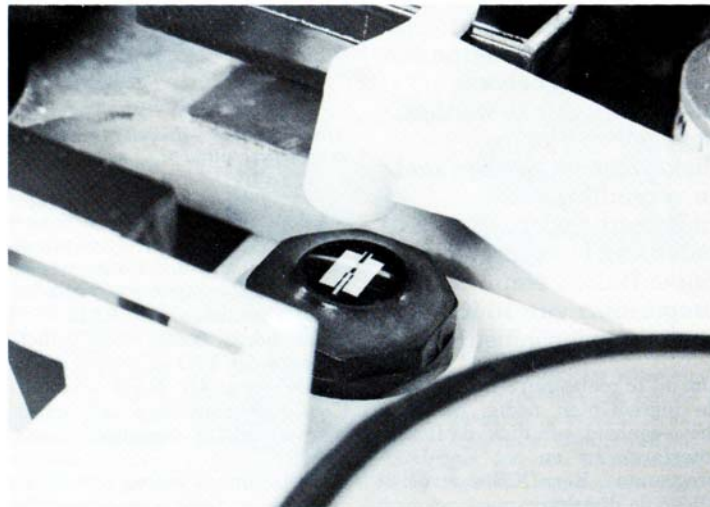
prijs ervan en van de drive is hoger dan die van een 5¼-inch-combinatie. De beschrijving zal dan ook hoofdzakelijk gaan over 5¼-inch-disks en -drives, maar dit sluit gebruik van 8-inch-eenheden niet uit. Een dergelijke diskette is trouwens niet zo duur; de prijs ligt in de orde van grootte van een goede cassetteband. Meestal worden ze verkocht in een verpakking van tien

stuks. In afb. 1 is een 5¼-inch-disk – een diskette – te zien. Als u zegt: „hij is vierkant”, heeft u gedeeltelijk gelijk. Het magnetische schijfje zit namelijk in een hoesje en blijft daar altijd in. De binnenkant van dat hoesje is geprepareerd met een soort vilt dat weinig wrijving geeft en eventuele stofdeeltjes vasthoudt. „Zelfreinigend” wordt wel eens gezegd. Die stofdeeltjes kunnen op het schijfje terecht komen door openingen in de hoes. In het midden zit een groot gat voor de meenemer die het schijfje laat draaien. Hij draait dus in het hoesje en het toerental bedraagt 300 omw/min. Als u afb. 1 goed bekijkt ziet u om het ronde gat een glimmende ring. Dit is een versterkingsring om slijtage door de meenemer zo klein mogelijk te houden. Een gevaarlijke opening, vanwege het stof, is de langwerpige opening voor de kop. Als tussen de kop en de disk stof komt, kunt u ervan

verzekerd zijn dat lezen en schrijven niet meer lukt.

Drop-out's komen bij diskettes niet voor (bij goede merken). De opening voor de kop is langwerpig omdat de kop radiaal kan bewegen en zo toegang heeft tot de vele concentrische sporen. Dat „veel” ligt bij een diskette tussen vijfendertig er veertig en bij een 8-inch-disk tussen vijfenzeventig en tachtig sporen. Rechts van het meenemergat zit nog een opening in de hoes er als u goed kijkt ook in het schijfje zelf. Dat is het indexgat. Als de schijf draait wordt elke keer als het indexgat passeert een lichtstraal doorgelaten. Op deze wijze heeft men een indicatie voor het begin van een spoor.

Tot slot de laatste opening in de hoes aan de rechterzijkant. In de drive zit daar ter plaatse een microschakelaar. Als die is ingedrukt betekent dat dat de diskette „write protected” is. Door over de

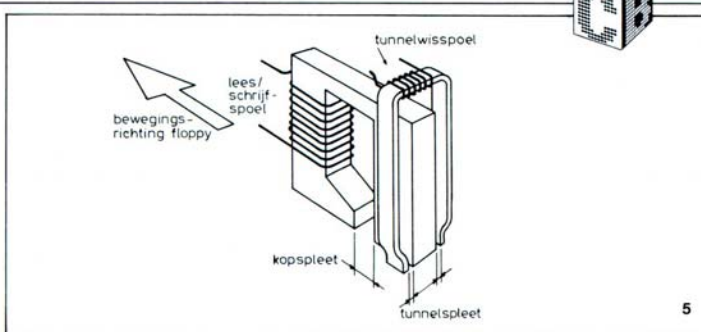


## Floppy-disk

**Afb. 5** De kop is uitgerust met tunnelwis-elementen die aan beide zijden van het geschreven spoor een baantje schoonwissen.

**Afb. 6** De centrale as wordt via een snaar aangedreven. Links onder de slede met de schrijf-leeskop het spiraalwiel.

**Afb. 7** De slede loopt op geslepen metalen geleiders. Een stalen pen valt in de spiraalgroef van het wiel op de stappenmotor. Let ook op de trekveer.



opening een plakkertje te doen wordt dat bereikt.

### Drive-eenheid

De Amerikaanse firma Shugart is de uitvinder van de floppy-disk en tevens één van de grootste fabrikanten van drives. Er zijn veel andere fabrikanten die, wat aansluitingen betreft, gelukkig meestal de zogenoemde Shugart-interface aanhouden. In afb. 2 is een drive-eenheid te zien; in dit geval de FD501 van Olivetti. Door de gleuf in de voorkant wordt de diskette in het apparaat gestoken. Door het omlaagdrukken van de klep middenvoor, zakt de meenemer in het gat van de diskette en wordt de kopblokkering opgeheven. De kop zakt nog niet op de schijf, daarvoor is een aparte elektromagneet aanwezig (de head load solenoïde). In een drive-eenheid zit flink wat elektronica, die dient om de motoren te sturen en voor de signaalverwerking van en naar de lees-schrijfkop (of koppen). In afb. 3 is de drive vanuit een andere hoek zichtbaar, maar nu zonder elektronica. De motor op de voorgrond is een stappenmotor voor de radiale beweging van de kop. De motor aan de rechterkant dient voor het laten draaien van de diskette. Duidelijk is de meenemer te zien. Deze is conusvormig en voorzien van enigszins verende segmenten met aan de bovenkant een kraagje.

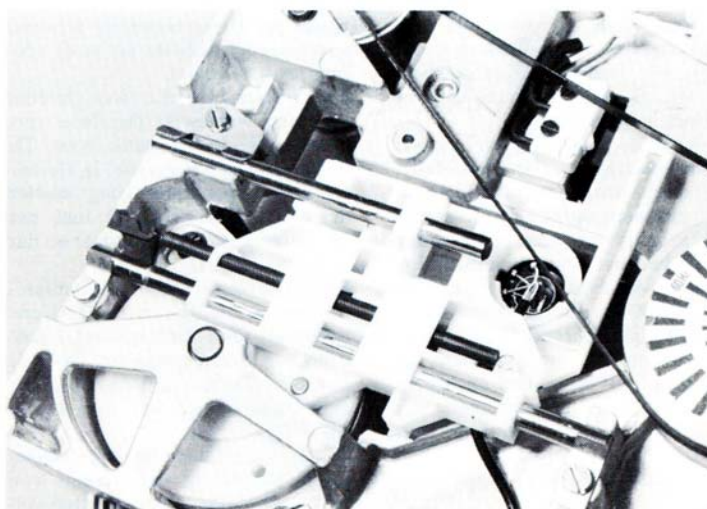
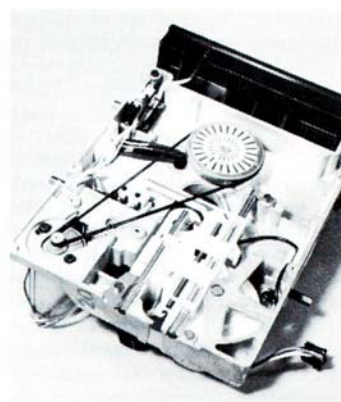
Als de klep wordt gesloten zakt de meenemer in een schotelvormige kom, die door de motor wordt aangedreven. Door de conusvorm wordt de diskette gecentreerd en door de kraag op de schotelrand vastgedrukt. Dat centreren is heel belangrijk want de sporen hebben een breedte van slechts 0,33 mm en diskettes moeten tussen drives on-

derling kunnen worden uitgewisseld. Iets onder de meenemer is de lees-schrijfkop te zien. De witte beugel erboven bevat ter plaatse van de kop een aandrukviltje. Bij zogenoemde double sided-drives zit er in plaats van een aandrukviltje een tweede kop waardoor de diskette aan twee kanten kan worden gebruikt. De tweede kop is dan radiaal iets verschoven ten opzichte van de eerste kop om de kans op „doorschrijven” te verkleinen.

In afb. 4 ziet u de kop wat beter. Schrijf-leeskoppen in diskdrives zijn uitgerust met zogenoemde tunnelwis-elementen. Door de tunnelwis-elementen worden bij het schrijven aan weerszijden van het spoor twee smalle banen volledig gewist. De reden hiervoor is dat de radiale positionering nooit volkomen exact kan zijn door mechanische toleranties van de drive en van de disk. Zonder de tunnelwis-elementen zou er van een vorig

spoor altijd een smalle baan resteren, die de signaal-ruisverhouding zou verslechteren. Afb. 5 laat schematisch de constructie van een dergelijke kop zien.

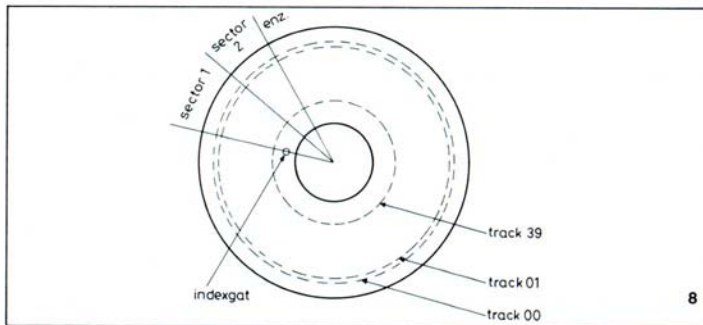
In afb. 6 is de drive van de onderkant te zien. De aandrijving van de hoofdas gebeurt met een snaar.





## Floppy-disk

Afb. 8 Een diskette is verdeeld in tracks en de tracks zijn verdeeld in sectoren. Sector 1 begint bij het indexgat.



Het grote snaarwiel is van massief metaal en vervult tevens de taak van een vliegwiel. De aandrijfmotor is uitgerust met een tachogenerator en door een elektronische schakeling wordt het toerental gestabiliseerd. Binnen een halve omwenteling van de hoofdas is de motor op toeren. Soms wordt in plaats van een losse motor met snaar een zogenoemde direct-drivemotor ge-

### Reserveer nu uw print!

Voor het floppy-disk-systeem is een interfacekaart ontworpen. Deze wordt besproken in een volgend deel.

Voor de interfacekaart is een dubbelzijdige doorgemetalliseerde print ontworpen, die is gebaseerd op de Cosmicos-bus. De prijs van deze print hangt af van het bestelde aantal. Indien de prijs hoger wordt dan f 60,00 krijgt u vooraf persoonlijk bericht. Reserveer daarom nu uw print om de prijs laag te houden en om teleurstelling te voorkomen.

Schrijf naar: de Muiderkring BV, Floppy-project, Postbus 10, 1400 AA Bussum.

bruikt. Een dergelijke drive zal wat duurder zijn, maar ook sneller op toeren komen. De kop is in een slede gemonteerd die langs geslepen ronde geleiders kan bewegen. In afb. 7 is dat wat beter te zien. Op de stappenmotor zit een kunststof wiel met een spiraalvormige groef. Een stalen pen van de slede valt in deze groef. Als de stappenmotor draait beweegt de slede met kop en aandrukvlit radiaal ten opzichte van de diskette. Door een trekveer wordt de slede tegen de zijwand van de groef gedrukt om zo de speling eruit te halen.

Een constructie die door middel van een wormwiel de slede verplaatst komt ook vaak voor. De massa van het wormwiel is kleiner en de stappenmotor mag sneller draaien. De constructie met het spiraalwiel is wat goedkoper en dat is ook wel prettig.

Rechts boven in afb. 7 is een microschakelaar zichtbaar. Als de slede helemaal naar buiten staat wordt door een armpje aan de slede de microschakelaar ingedrukt. Dit is een teken dat de kop zich boven spoor 00 bevindt.

Bijna zonder uitzondering hebben floppy-diskdrives een chassis van lichtmetaal dat is vervaardigd vol-

gens de spuitgietmethode. Het valt te verwachten dat, nu floppy-disks zo populair worden, men er binnenkort in slaagt een chassis van kunststof te maken met voldoende stabiliteit.

Men zou verwachten dat sporen op diskettes snel slijten. Door de spiegelgladde en keiharde kop en de speciale magnetische laag op de diskette valt dat erg mee.

De firma 3M schrijft bijvoorbeeld in een promotiebrief: „Onze diskettes gaan gegarandeerd 6 miljoen koppassages per track mee!” Bij 300 omw/min komt dit neer op meer dan 300 uur!

### Tracks en sectoren

Een diskette is verdeeld in een groot aantal concentrische sporen die tracks worden genoemd. De buitenste track heeft nummer 00 en de binnenste het hoogste nummer dat voor die drive van toepassing is. De kop kan op iedere track worden gezet door de stappenmotor te pulsen. Eén puls geeft een verplaatsing van één track. Een dergelijke puls heet „step-puls”. Daarnaast is er een aansluiting voor de richting (direction); logisch „1” betekent dat de kop naar buiten beweegt en bij direction is „0” beweegt de kop naar binnen.

Iedere track is verdeeld in sectoren en iedere sector bevat een aantal databytes, meestal 128 of 256. Het feitelijk aantal sectoren op een track en het aantal databytes in een sector hangt af van het gebruikte opnameformaat. In ons geval bedraagt dat bij een 5¼-inch-disk 16 sectoren en 128 bytes per sector. Iedere track bevat dan 2048 bytes en de hele diskette met veertig tracks 81920 bytes. Voor een 8-inch-disk met 26 sectoren/track en 80 tracks komt men uit op 266240 bytes. Iedere sector heeft een nummer. De sector direct na het indexgat is sector 01 (dus niet 00). In afb. 8 is de indeling van een diskette te zien. Bedenk wel dat variaties mogelijk zijn. Dat de informatie-overdracht met diskette snel is moge uit het volgende blijken. Stel dat voor het lezen van alle sectoren van een track twee omwentelingen nodig zijn. Dat komt dan overeen met een tijdsduur van 24 ms voor 2048 bytes.

(Wordt vervolgd)



# Floppy-disk

## voor het 1802-systeem

### Deel 2

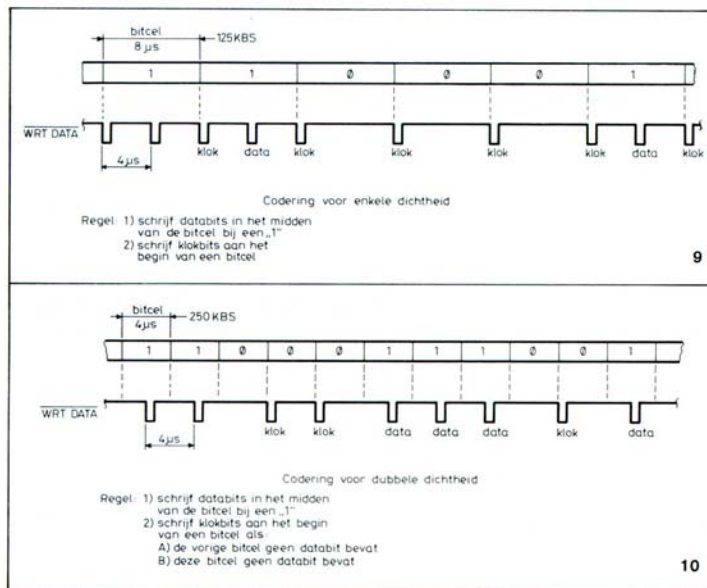
H. B. Stuurman

#### Opnameformaat

Iedere sector op de disk heeft dus een eigen aanduiding door het tracknummer en het sectornummer. Dat „adres” staat aan het begin van iedere sector. In het adres staat ook de kant van de diskette en een codebyte die aangeeft hoeveel databytes de sector bevat. Die informatie is magnetisch opgetekend. Als u een nieuwe diskette koopt staat daar niets op. Om hem te kunnen gebruiken moet hij eerst worden geformatteerd. Door dat formatteren worden de tracks in sectoren verdeeld en aan iedere sector wordt een eigen adres gegeven. Het formatteren wordt door een programma gedaan en diskettes die op deze wijze in sectoren zijn verdeeld noemt men om die reden „soft sectored”.

Er zijn twee algemeen aanvaarde standaarden voor het formatteren van diskettes, namelijk IBM3740 voor enkele dichtheid en IBM-systeem 34 voor dubbele dichtheid. Bij enkele dichtheid (single density of FM) is voor ieder databit een tijdsduur van 8  $\mu$ s gereserveerd die we een bitcel noemen (afb. 9). Iedere bitcel begint met een klokpuls. De aanwezigheid van een databit in het midden van de cel betekent een logische „1” en de afwezigheid een logische „0”.

Bij dubbele dichtheid (double density of MFPM) is voor ieder databitje een tijdsduur van 4  $\mu$ s gereserveerd, vandaar ook dubbele dichtheid.



Afb. 9 Coderingsmethode bij enkele dichtheid.

Afb. 10 Coderingsmethode bij dubbele dichtheid.

tijd tussen twee pulsen bij beide methoden gelijk is, namelijk 4  $\mu$ s. Het is de manier van coderen die de opneemdichtheid verdubbelt! Hoewel dubbele dichtheid het aantrekkelijke perspectief biedt om tweemaal zoveel informatie kwijt te kunnen, houdt het tevens in dat voor het betrouwbaar teruglezen ervan tamelijk ingewikkelde schakelingen nodig zijn. Dit geldt met name voor de binnenste tracks, waar de bitjes dicht bij elkaar zitten.

Tijdens het leesproces is er een onderlinge beïnvloeding die maakt dat de plaats van de teruggelezen bitjes, afhankelijk van het bitpatroon, kan variëren (afb. 11). Dit

verschijnsel heet „bitshifting”. Het kan worden verminderd door reeds bij het schrijven een plaatsverschuiving te bewerkstelligen, die tegengesteld is aan de te verwachten plaatsverandering bij het lezen.

Betrouwbaarheid en eenvoud waren voor ons doorslaggevende argumenten om voor enkele dichtheid te kiezen. Voorlopig althans, want de ontwikkelingen in de elektronica gaan snel.

#### Adres- en datamarks

De adressen van de sectoren staan als magnetische pulsen op de diskette. Op één of andere manier moet de achter de diskdrive geschakelde elektronica worden geïnformeerd waar een adres zit en waar de data begint. Aangezien het patroon van de databytes alle mo-



## Floppy-disk

Afb. 11 Ontstaan van bitshift  
(Siemens documentatie).

Afb. 12 Bitpatroon van een adresmark  
en een bitpatroon van een datamark.

gelijke combinaties kan hebben (van  $00_H$  tot  $FF_H$ ) sluit dit het gebruik van databits alléén voor de herkenning van de velden uit. De oplossing hiervoor heeft men gevonden in het weglaten van bepaalde klokbits. Een zogenoemde adresdetector herkent een aantal bitpatronen. Die patronen bestaan uit data- en klokbits en in de mark-

patronen ontbreken één of meer klokbits. Deze bitpatronen zijn daardoor uniek. Niet alleen constateert de adresdetector wat het patroon betekent – bijvoorbeeld een adres-aanduiding of een data-aanduiding – maar ook is nu bekend wat klok- en databits zijn en welke acht bits bij elkaar horen als byte. Zo is bijvoorbeeld databyte FE met de ontbrekende klokbits 3, 4 en 5 een adresmark (afb. 12). Databyte FB, ook met de ontbrekende klokbits 3, 4 en 5 is een datamark.

Al deze merktekens worden tijdens het formatteren op de diskette geschreven.

Elektronisch komt er dus nogal wat kijken bij het werken met floppy-disks en er zijn voor dat doel dan ook speciale IC's ontwikkeld. Men noemt dat FDC's; floppy-disk-controllers. De bekendste fabrikant van FDC's is de firma Wes-

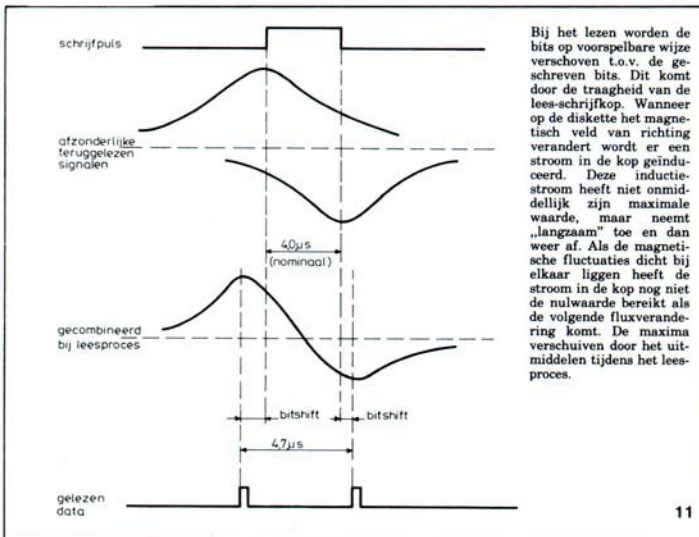
### Reserveer nu uw print!

Voor het floppy-disk-systeem is een interfacekaart ontworpen. Deze wordt besproken in een volgend deel.

Voor de interfacekaart is een dubbelzijdige doorgemetalliseerde print ontworpen, die is gebaseerd op de Cosmicos-bus. De prijs van deze print hangt af van het bestelde aantal. Indien de prijs hoger wordt dan f 60,00 krijgt u vooraf persoonlijk bericht. Reserveer daarom nu uw print om de prijs laag te houden en om teurstelling te voorkomen.

Schrijf naar: de Muiderkring BV, Floppy-project, Postbus 10, 1400 AA Bussum.  
Sluitingsdatum 15 juli.

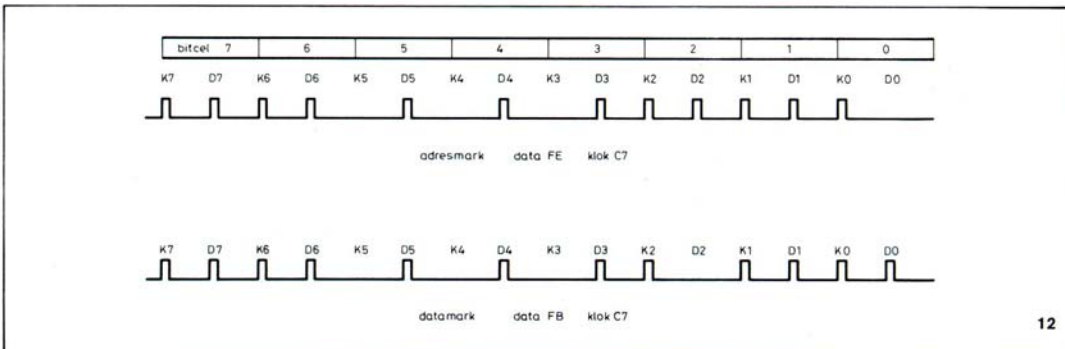
tern Digital. Een floppy-diskinterfacekaart met een FDC is het onderwerp van de komende aflevering.



### Referenties

- SAB179X, Siemens Applications 4.82.
- 5 $\frac{1}{4}$ " Flexible Disk Drive FD 501/502, Olivetti manual (P & T).
- FD179X Application Notes, Western Digital (Diode).
- FD1771 Applications Notes, Western Digital (Diode).
- 179X Datasheet.
- 176X Datasheet.
- Floppy Disc drives, Wireless World van oktober 1982.
- Mini-Floppy-Interface, MC van oktober en november 1982.
- Data integrity in Diskdrives, Wireless World van januari 1983.
- Floppy-disk-interface, Elektuur van november 1982.

(Wordt vervolgd)



# FLOPPY-DISK

## VOOR HET 1802-SYSTEEM

H. B. STUURMAN

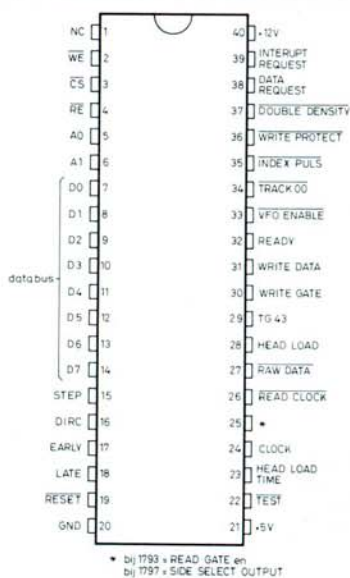
DEEL 3

### Floppy-disk-controller

De door ons gebruikte floppy-disk-controller (FDC) is de 1793 of de 1797, de laatste bij dubbelzijdige drives. De 1793 wordt algemeen beschouwd als de standaard FDC. Het is een ontwikkeling van het Californische bedrijf Western Digital Corporation. De 1793 wordt door Siemens, optredend als tweede fabrikant, ook geleverd en de Japanse firma Fujitsu maakt een FDC die er volledig compatibel mee is: de MB8877.

De 1793 is geschikt voor 8- en 5 $\frac{1}{4}$ -inch-drives. Bij 8-inch-drives wordt met een tweemaal zo hoge snelheid gewerkt. Dit wordt op eenvoudige wijze bereikt door de klofrequentie van de FDC tweemaal zo hoog te nemen: 2 MHz in plaats van 1 MHz. De firma Western Digital heeft sinds kort ook een serie FDC's die uitsluitend op 1 MHz kunnen werken. Deze

Afb. 1 Aansluitingen van de floppy-disk-controller. De MB8877 heeft dezelfde aansluitingen als de 1793.

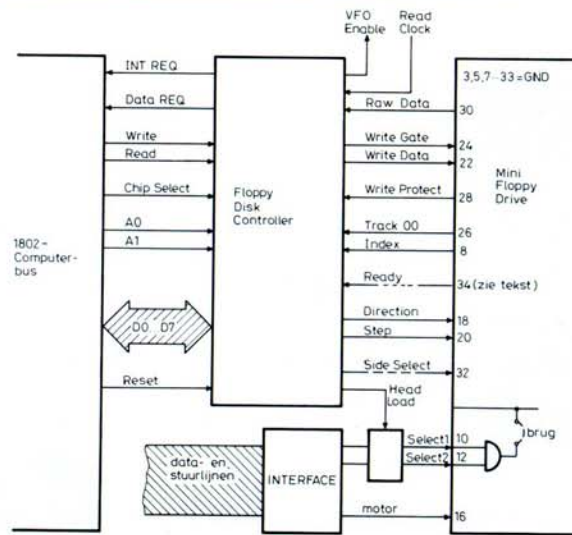


zijn goedkoper en voor 5 $\frac{1}{4}$ -inch-drives prima geschikt. In aanmerking komen dan de 1763 en de 1767, de laatste weer voor dubbelzijdige drives. Al beschikt men niet over dubbelzijdige drives, dan kan men toch de 1797 of 1767 gebruiken. De side-select-aansluiting van deze FDC wordt dan niet gebruikt. De 1793 en 1763 bezitten deze aansluiting niet, evenmin als de MB8877. De reeks FDC's bestaat uit nog meer typen; de verschillen betreffen hoofdzakelijk de aansluitingen van de databus, die geïnverteerd zijn.

### Aansluitingen

In afb. 1 zijn de aansluitingen van de veertig pennen van de FDC te zien. Ze zijn te verdelen in twee categorieën: aansluitingen op de microprocessorbus en aansluitingen op de drive. In afb. 2 is de FDC getekend als schakel tussen de bus en de drive. Met behulp van de in deel 1 en 2 (zie RB van juni en juli 1983) gegeven informatie zullen veel aansluitingen

Afb. 2 De FDC als schakel tussen de computerbus en de floppy-disk-drive.



al duidelijk zijn. Niettemin zullen we ze voor een goed begrip in het kort verklaren.

### Aansluitingen op de microprocessorbus

#### Reset

Een laag ingangssignaal reset de FDC. Direct na het opheffen van reset wordt een restore-commando uitgevoerd (restore: de kop boven track 00 zetten).

#### D0 tot D7

Dit is een bidirectionele databus, via welke alle data-overdracht van en naar de FDC gebeurt.

#### A0 en A1

De FDC heeft vijf interne registers, die met deze lijnen worden geselecteerd.

#### Chip select

Als deze laag is, kan de processor via de databus met de FDC communiceren.

#### Read

Als read laag is en chip-select ook, verschijnt de inhoud van het met A0 en A1 gekozen register op de databus.

#### Write

Een lage puls zet, als chip select laag is, de op de databus aanwezige byte in het met A0 en A1 gekozen register. De overdracht gebeurt op de positief gaande flank van de writepuls.

#### Data request (DRQ)

Bij het lezen van data van de diskette wordt deze uitgang hoog als er een byte is geassembleerd en klaar is om te worden afgehaald. Als de FDC met schrijven naar de diskette bezig is, wordt DRQ hoog als er een byte nodig is. Een schrijf- of leeshande-

ling náár of vån de FDC reset DRQ. **Interrupt Request (IRQ)** Deze uitgang wordt hoog ten teken dat de FDC met een opdracht klaar is. Schrijven naar het commandoregister of lezen van het statusregister van de FDC reset IRQ.

Afgezien van DRQ en IRQ, die beschouwd moeten worden als eenvoudige „handshake“-signalen, is er niets bijzonders aan de bovenstaande aansluitingen. Alle aansluitingen van de FDC zijn TTL-compatibel, behalve DRQ en IRQ. Dit zijn open-drain-uitgangen. Ze moeten worden voorzien van een optrekweerstand naar +5 V.

### ■ Aansluitingen met de drive

De meeste fabrikanten van 5 $\frac{1}{4}$ -inch-drives houden de Shugart-interface aan (zie tabel 1). De print op de drive is voorzien van een „edge connector“ met vierendertig aansluitingen. Via een printconnector en een bandkabel wordt de drive met de besturingskaart verbonden. Bijna altijd zullen de drive-elektronica en de besturingskaart aparte voedingen hebben. Dit heeft als consequentie, dat alle uitgangen open-collectors moeten zijn en dat alle ingangen van een optrekweerstand moeten zijn voorzien. Een lange bandkabel veroorzaakt een flinke capacatieve belasting, te meer daar alle signaalvoerende draden tussen met massa verbonden draden lopen. De optrekweerstand zijn laag in waarde (150  $\Omega$ ) en voor de open-collector-uitgangen worden TTL-bufferpoorten gebruikt. Verder valt nog op te merken dat bij gebruik van meerdere drives deze parallel komen te staan (daisy-chaining). In dat geval moeten alleen in de laatste drive van de keten optrekweerstand aanwezig zijn. Verwijder ze uit de andere drives! Bij 8-inch-drives moeten alleen de in afb. 2 genoemde aansluitingen worden gebruikt, hoewel er meer mogelijkheden zijn. De stuurkaart en de software is daar echter niet op afgestemd. Let ook op dat de nummering van de aansluitingen anders is bij een 8-inch-drive. (Eventueel zijn de aansluitgegevens van de FDD 200-8 bij de redactie verkrijgbaar.) In afb. 2 ziet men dat de select- en motorsignalen niet via de FDC lopen. Deze worden via een uitgangspoort direct door de microprocessor bestuurd. De head-load-aansluiting van de drive wordt niet gebruikt. Gebruik is gemaakt van de mogelijkheid de head-load te combineren met drive select.

**Tabel 1** Aansluitgegevens van veel 5 $\frac{1}{4}$ -inch-drives.

Signaal Pen	Massa Pen	Functie
2	1	head load
4	3	niet gebruik
6	5	drive select 4
8	7	index
10	9	drive select 1
12	11	drive select 2
14	13	drive select 3
16	15	motor aan
18	17	direction
20	19	step
22	21	write data
24	23	write gate
26	25	track 0
28	27	write protect
30	29	raw read
32	31	side select
34	33	niet gebruikt

#### Motor

Een laag niveau zet de drive-motor aan. Bij meerdere drives gaan van alle drives de motoren lopen.

#### Select

De drives zijn uitgerust met een selectiemogelijkheid. Met een draadbrug kan een drive op een selecteerlijn worden ingesteld. Als de desbetreffende lijn laag wordt gemaakt, worden de ingangs- en uitgangsbuffers van de gekozen drive actief.

#### Head Load

Een laag niveau zet de schrijf-leeskop tegen de diskette. Vaak maakt men van de mogelijkheid gebruik Head Load via een selecteerlijn te activeren. Op de drive kan dit met een draadbrug worden ingesteld.

#### Side select

Geldt alleen voor dubbelzijdige drives in combinatie met een 1797 of 1767. Een logische „0“ activeert kop 2.

#### Step

Een negatieve puls op deze lijn geeft een kopverplaatsing over een track (stappenmotor).

#### Direction

Hoog geeft een verplaatsing naar buiten, laag naar binnen.

#### Ready

Wordt niet gebruikt.

#### Index

Wordt laag als het indexgat op de diskette de optische koppeling passeert.

#### Write protect

Is bij een tegen schrijven beschermde diskette laag.

#### Write data

Schrijfsignaal met klok- en datapulsen.

#### Write gate

Zet schrijfkop en tunnelwisselementen aan.

#### Raw data

Alle pulsen die de kop van de diskette leest (data- en klokpulsen).

De Read Clock is een signaal dat de FDC nodig heeft om de databitjes uit het Raw Data-signaal te kunnen scheiden. Voor de opwekking van de Read Clock wordt een aparte schakeling gebruikt, die met het VFO-enaal-signaal kan worden aan- en uitgezet (VFO is Variabele Frequentie Oscillator).

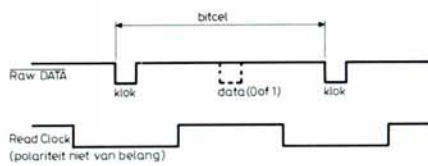
De hierboven genoemde signalen zijn in afb. 2 als directe verbindingen tussen FDC en drive getekend. In veel gevallen zullen buffers, invertoren of aanvullende elektronische schakelingen moeten worden opgenomen. De niveaus, zoals vermeld, zijn zoals de drive ze ziet afgeeft.

In afb. 2 zijn de aansluitingen Early, Late, TG43, Test en Head Load Time niet genoemd (afb. 1). Early en Late bieden een compensatiemogelijkheid voor bitshift tijdens het schrijven. Dit gebeurt dan bij tracknummers hoger dan 43. Aansluiting TG43 verschaft dit signaal (track groter dan 43). Van deze mogelijkheid is geen gebruik gemaakt. Test wordt normaal met +5 V verbonden. Bij het testen biedt deze aansluiting de mogelijkheid interne vertragingen in de FDC te elimineren.

Het hoog maken van de Head Load Time-aansluiting (HLT) brengt de FDC in een pause-toestand. Deze wordt gebruikt in combinatie met de Head Load-aansluiting. Het activeren hiervan triggert een monostabiele multivibrator, waarvan de uitgang met HLT is verbonden. Hier stopt de FDC even om de kop de gelegenheid te geven tot rust te komen. Deze extern opgewekte vertragingstijd bedraagt 50 à 80 ms.

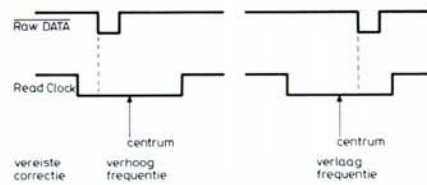
### ■ Dataseparatie

De data op de floppy-disk is gemengd met het kloksignaal. Bij het teruglezen van de data van de diskette moet een referentie-kloksignaal worden opgewekt om de FDC in staat te stellen de Raw Data op de juiste wijze te interpreteren. Dit referentie-kloksignaal heet Read Clock. In afb. 3 is de van de diskette komende Raw Data te zien en het vereiste Read Clock-signaal. De neergaande flank van iedere Raw Data-puls moet in het midden van een fase van de Read Clock liggen. De databits vallen dus steeds in dezelfde fase en de klokbits in de andere fase. Welke fasen dit zijn is niet van belang. De adresmark-detector in de FDC zoekt dit uit. De bitpulsen die van de diskette komen



**Afb. 3** Bij een ideale Read Clock vallen de voorflanken van de Raw Data-pulsen samen met het midden van fase.

hebben echter geen gelijke afstanden van elkaar ten gevolge van toerentalveranderingen, bitshift enz. Het is daarom noodzakelijk dat de Read Clock kan worden aangepast, al naar gelang de relatie tot de binnenkomende bitjes (afb. 4). De eenvoudigste mogelijkheid hiertoe is een digitale teller. In afb. 5 is een schakeling getekend waarmee het Read Clock-sigitaal kan worden opgewekt. Het is een 16-deler met resetmogelijkheid, gevolgd door een 2-deler. Bij een diskette met enkele dichtheid bedraagt de bitceltijd 8  $\mu$ s. In het midden van de bitcel kan zich, afhankelijk van de waarde van het databit, een datapuls bevinden (databit = 1). Bij de aanwezigheid van databits is de tijdsduur tussen de Raw Data-pulsen 4  $\mu$ s. Dit komt overeen met een frequentie van 250 kHz. De klokfrequentie van de 16-deler bedraagt 4 MHz. Op de uitgang ervan staat dus een signaal met een frequentie van 250 kHz. De 16-deler loopt echter niet vrij, maar wordt door iedere Raw Data-puls gereset. Het effect is het volgende: als de Raw Data-puls te vroeg komt wordt de 16-deler gereset voordat, vrijlopend, telstand 00 was bereikt. De positieve fase wordt verkort (afb. 6B). Komt daarentegen de Raw Data-puls te laat, dan is telstand 00 reeds gepasseerd als de resetpuls komt. Hierdoor wordt de negatieve fase verlengd (afb. 6C). Door dit gedwongen verkorten van de positieve of verlen-



**Afb. 4** De uit te voeren Read Clock-correctie bij afwijking van de Raw Data.

gen van de negatieve fase, afhankelijk van het tijdstip van de Raw Data-puls, blijft de uitgangsfrequentie van de 16-deler in de pas met het Raw Data-sigitaal. Bij een ontbrekende data- of klokpuls wordt de periode vrijlopend overbrugd. De 16-deler wordt gevolgd door een 2-deler, die op de positieve flank van het kloksigitaal omklapt. De uitgang van deze 2-deler geeft het Read Clock-sigitaal (afb. 6A-3, 6B-3 en 6C-3). De hierboven beschreven methode om een Read Clock-sigitaal op te wekken wordt „counter separator”-techniek genoemd. Het is ook mogelijk een Read Clock-sigitaal te genereren met een fase vergrendelde schakeling (PLL). Dit is echter ingewikkelder en afregeling er van is noodzakelijk. Door de middelende werking van een PLL-separator is de betrouwbaarheid, vooral wat betreft bitshift, groter dan die van een tellerseparator, zoals die in de hier te beschrijven schakeling wordt gebruikt. Voor enkele dichtheid is de betrouwbaarheid ruimschoots toereikend.

### ■ Schakeling

In afb. 7 is de volledige schakeling te zien van een floppy-disk-interface voor een 1802-microprocessor. Centraal in de schakeling staat IC10: de FDC. Links van de FDC bevindt zich het gedeelte van de interface dat naar de microprocessorbus gaat en het deel rechts van de FDC verzorgt de aansluitingen op de drive. De uitgangssignalen van de FDC naar de drive lopen via inverterende open-collectorbuffers van het type

actief worden van Head Load heeft hierdoor tot gevolg dat de FDC gedurende ca. 60 ms wacht om de kop in de drive gelegenheid te geven tot rust te komen.

De aansluiting van de motor van de drive loopt buiten de FDC om, via een monostabiele multivibrator naar een bit van de uitgangspoort (IC7). Hierdoor wordt bereikt dat bij snel opeenvolgende activiteiten van de floppy disk, die bijvoorbeeld onder Basic kunnen voorkomen, de motor continu blijft draaien. De overlappingstijd bedraagt ca. 3 seconden. Het kloksigitaal wordt opgewekt door IC8A en -8B. De frequentie van 8 MHz wordt door IC9 omlaag gebracht tot het 1MHz-sigitaal dat de FDC nodig heeft.

Een monostabiele multivibrator, bestaande uit IC15, brengt de Raw Data-pulsen op een genormeerde tijdsduur van 200 ns; geschikt om aan de data-ingang van de FDC te worden toegevoerd. De dataseparator bestaat uit IC11 en IC6B. IC11 is een 16-deler met resetingang. Iedere Raw Data-puls heeft tot gevolg dat aan de resetingang van de 16-deler een puls van ca. 80 ns wordt toegevoerd. Dit, in combinatie met de gekozen klokfrequentie, maakt dat de uitgangsfrequentie in de pas blijft met het Raw Data-sigitaal. De 2-deler (IC6B) zorgt dat de data- en klokpulsen altijd in verschillende fasen van het Read Clock-sigitaal vallen. Als VFO-enable hoog is wordt de 2-deler geblokkeerd.

Tot zo ver is de schakeling

mers three-state. Tevens is de databus verbonden met een uitgangspoort van 8 bit (IC7). Hiervoor is de 74LS273 gekozen, omdat die een resetingang heeft. Bij deze schakeling is het noodzakelijk dat na een reset alle bits van de poortuitgang „0” zijn. De toewijzingen van de bits is als volgt: bit 0 en bit 1 zijn verbonden met de registerselectie-ingangen (A0 en A1) van de FDC. Bit 2 bedient, via een monostabiele multivibrator, de motor van de drive en geeft tevens de chip-select-ingang van de FDC (via IC5B) en de vlaglijn naar de processor (via IC5A) vrij. Bit 2 kan dus worden beschouwd als een selecteersignaal van de floppy-interface. Met bit 3 en bit 5 kan gekozen worden voor DMA-uit of DMA-in. Hiervoor dienen IC2D en -2C. De bits 4 en 6 dienen voor drive-select. Deze zijn gecombineerd met de Head Load-aansluiting van de FDC. Tenslotte bit 7, waarmee de data-ingang van de DMA-flipflop (IC6A) logisch „1” kan worden gemaakt. IC1 is een N-lijndecoder. Door een OUT-6-instructie wordt de data in de uitgangspoort gezet en door een INP-6-instructie wordt de DMA-flipflop

gezet. IC2A, -3A, -3B en -3C zijn hier mede verantwoordelijk voor. IC2B en IC4 resteren nu nog. Met de eerste wordt een schrijfpuls voor de FDC opgewekt tijdens een DMA-uitcyclus en IC4 wekt een lees-„venster” voor de FDC op bij een DMA-in-cyclus.

Hoe past nu dit alles in elkaar? Met een paar voorbeelden is dat het eenvoudigst duidelijk te maken. Stel, dat we de inhoud van het statusregister van de FDC willen lezen. Hiervoor geldt  $A0 = 0$  en  $A1 = 0$ . Eerst zetten we met een INP-6-instructie de DMA-flipflop. Er gebeurt nog niets. Vervolgens maken we een byte gereed waarvan de bits aan de volgende voorwaarden voldoen:

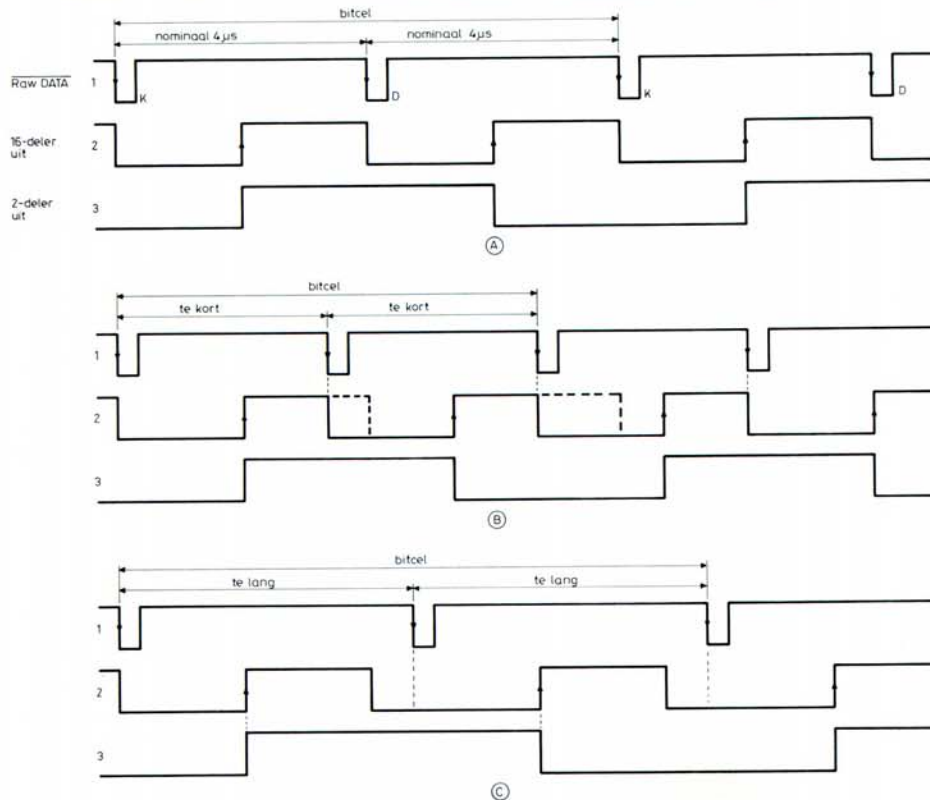
Bit	Functie	Lees status-register
0	A0	0
1	A1	0
2	Drive-on	1
3	DMA-uit	0
4	select 1	0
5	DMA-in	1
6	select 2	0
7	Data-FF	0

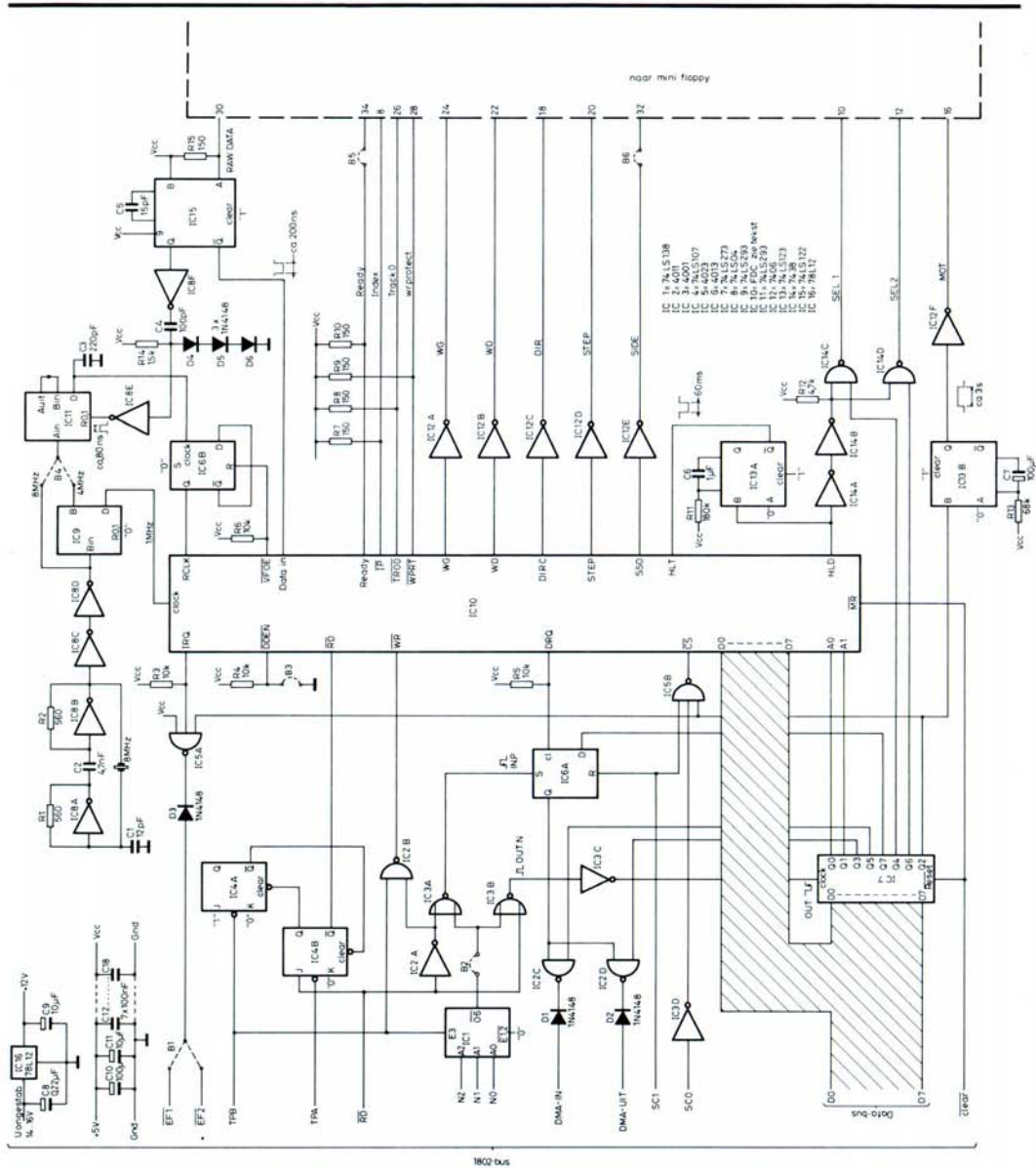
Met een OUT-6-instructie zetten we deze byte ( $24_H$ ) in de uitgangspoort. Het gevolg hiervan is dat:

1. De interfacekaart is geselecteerd.
2. Het statusregister is gekozen.
3. De DMA-in-ingang van de processor is actief.

De eerstvolgende actie van de processor is, reageren op het DMA-inverzoek. Dit geschiedt door een DMA-cyclus (S2). Bij aanvang van een S2-cyclus wordt SC1 hoog en SC2 laag. Via IC3D en IC5B wordt de chip-select van de FDC actief („0”) en tevens wordt door SC1 de DMA-flipflop gereset. Direct hierna begint het FDC-leesvenster (dat door IC4 wordt opgewekt) ten gevolge waarvan de inhoud van het statusregister op de bus verschijnt. Door de schrijfpuls, die de processor afgeeft (het is een DMA-in-handeling), wordt deze byte in M(R)0 gezet. Door de condities van de output-byte te veranderen kunnen alle registers in de FDC worden geschreven of ge-

Afb. 6 Pulsvormen in de „data-separator” van afb. 5





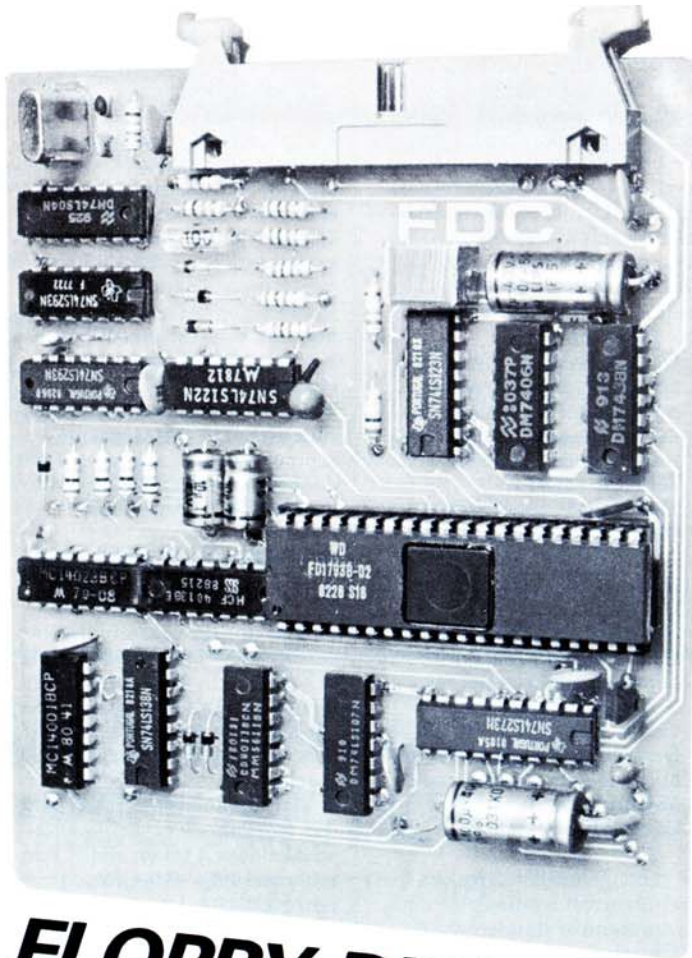
**Afb. 7** Idee voor een eenvoudige floppy-disk-interfaceschakeling.

lezen; de motoren in de drives kunnen worden aan- of uitgezet en er kan een drive worden geselecteerd. Het aardige van dit „wie kaatst kan de bal verwachten”-spelletje is dat de gehele floppy-disk-interface, inclusief drive-select en motor, wordt bestuurd met één ingangs- en één uitgangsinstructie. Bij het lezen en schrijven van diskettes maken we de data-ingang van de DMA-flipflop hoog. De FDC zorgt er dan zelf voor, via de Data Request-uitgang (DRQ),

dat steeds als een byte klaar is of nodig is er een DMA-cyclus wordt aangevraagd. Daarbij wordt automatisch register 0 verhoogd en het enige dat de processor behoeft te doen is de EF-lijn te testen om te zien of de FDC klaar is. Naast de eenvoud van de schakeling is er het voordeel van grote snelheid. Het is in theorie mogelijk met een

processorklokfrequentie van 1,75 MHz in dubbele dichtheid te werken. Is er voor al deze gunstige eigenschappen ook een prijs die betaald moet worden? Ja zeker, het maken van een programma dat de gehele zaak bestuurt mag een uitdaging worden genoemd. Het is eigenlijk altijd hetzelfde: naarmate de hardware eenvoudiger wordt, worden de bijbehorende programma's ingewikkelder.

*(Wordt vervolgd)*



## FLOPPY-DISK VOOR HET 1802-SYSTEEM

H. B. STUURMAN

### DEEL 4

#### ■ Bouw

Als we de foto (zie afb. 8) van de floppy-disk-interfacekaart bekijken valt op dat die er betrekkelijk eenvoudig uitziet. Over de bouw valt verder ook weinig te zeggen, tenminste als men gebruik maakt van een dubbelzijdige doorgemetalliseerde print. Bij het prototype is van een

dergelijke print nog geen gebruik gemaakt en zijn alle doorverbindingen met hele dunne draadjes gemaakt. Bovendien is alleen voor de FDC een voet gebruikt. Het is beslist raadzaam op uw print wel gebruik te maken van voetjes voor alle IC's, anders is het localiseren van een eventuele fout bijna onmogelijk. Uit de componentenopstelling (zie afb. 9) blijkt dat er een aantal instellingen met draadbruggen mogelijk zijn. De standaardinstelling hiervoor is in de tabel 2 te zien. Indien men beschikt over een dubbelzijdige drive, dan moet een 1797 of 1767 worden gebruikt en brug 6 wordt gemonteerd. Bij gebruik van

Afb. 8 Prototype van de floppy-disk-interfacekaart voor het 1802-systeem. Er behoeft niets te worden afgeregeld.

Tabel 2 Draadbruggen op de FDC-kaart.

Draadbruggen		
B1	EF1 EF2	busy-flag
B2	OUT6 / INP6	INPUT/OUTPUT instructies
B3	• single density	single/double density
B4	4MHz 8MHz	separatorclock
B5	• connectorpen 34 • ready	normaal open
B6	SSO Side (connectorpen 32)	Side Select Output

Tabel 3 Draadbrug 6 is voor het Side Select-sigitaal.

Drives	FDC	Brug 6
enkelzijdig	1763, 1793, 8877	0
enkelzijdig	1767, 1797	0 of 1
dubbelzijdig	1767, 1797	1

een 1793, 1763 of 8877 moet brug 6 worden weggelaten anders kan men voor vreemde verrassingen komen te staan (eigen ervaring), zie tabel 3. Een combinatie van een dubbel- en een enkelzijdige drive is uiteraard ook mogelijk. De instelling voor dubbelzijdig moet dan worden gebruikt. De MB8877 heeft aan een enkelvoudige voedingsspanning van 5 V voldoende. IC16, C8 en C9 kunnen dan vervallen.

#### ■ Naschrift

Na een reset/run-cyclus is het mogelijk dat de motor in de drive even gaat draaien door de ongedefinieerde toestand van IC13B. Dit kan worden voorkomen door de clear-ingang (pen 3) te verbinden met de systeemreset. Gebruik van de FDC-kaart in combinatie met een 1806 en de 48K dynamische RAM-kaart kan problemen opleveren in verband met de gewijzigde pauze-timing van de 1806. Een oplossing kan zijn de pauze-timing van de 1802 te simuleren met discrete componenten.

De systeemsoftware is verkrijgbaar bij de stichting 1802 Gebruikers Club. Contactpersoon is de heer P. I. M. Stive, Essenburg 21, 3328 CB Dordrecht. Importeur van Western Digital Corp. is Diode, Hollantlaan 22, 3526 AM Utrecht. Importeur van Siemens Nederland NV, Postbus 16068, 2500 BB 's-Gravenhage. Importeur van Fujitsu is P&T Electronics, Adm. Banckertweg 22, 2315 SR Leiden. Importeur van RCA is Vekano, Postbus 6115, 5600 HC Eindhoven.

**Afb. 9 Componentenopstelling.** Voor de duidelijkheid zijn de componenten ten opzichte van de onderkant (soldeerzijde) gegeven.

### Onderdelenlijst

#### Halfgeleiders

IC1	74LS138 (CDP1873)
IC2	4011
IC3	4001
IC4	74LS107
IC5	4023
IC6	4013
IC7	74LS273
IC8	74LS04
IC9, IC11	74LS293
IC10	FDC (zie tekst)
IC12	7406
IC13	74LS123
IC14	7438
IC15	74LS122
IC16	78L12

#### Weerstanden

R1, R2	560 $\Omega$
R3, R4, R5, R6	10 k $\Omega$
R7, R8, R9, R10, R15	150 $\Omega$
R11	180 k $\Omega$
R12	4,7 k $\Omega$
R13	68 k $\Omega$
R14	1,5 k $\Omega$
Alle R's 1/8 W, 5 %	

#### Condensatoren

C1	12 pF, keramisch, steek 2,5 mm
C2	4,7 nF, keramisch, steek 2,5 mm

C3	220 pF, keramisch, steek 2,5 mm
C4	100 pF, styroflex of zilvermica
C5	15 pF, styroflex of zilvermica
C6	1 $\mu$ F MKM, steek 7,5 of 10 mm
C7, C10	100 $\mu$ F, 40 V, elco
C8	0,22 $\mu$ F, tantaal, steek 2,5 mm
C9, C11	10 $\mu$ F, 40 V, elco
C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18	100 nF keramisch, steek 5 mm (bijv. Siemens Sibatit)

#### Dioden

D1, D2,	1N4148 (1N914)
D3, D4, D5, D6	

#### Diversen

1 kristal 8 MHz, behuizing HC18/U

11 IC-voeten, 14 pennen  
2 IC-voeten, 16 pennen  
1 IC-voet, 20 pennen  
1 IC-voet, 40 pennen

Alle IC-voeten low profile

1 PCP-header 34-polig, haaks, soldeer, bijv. Ansley-type 609.3402M  
1 print, type 7575

