



PPI

universeel voor 1802

H. B. Stuurman

Wat is een PPI? „PPI” is een afkorting voor Programmable Peripheral Interface. Het is een IC waarmee de microprocessor met de buitenwereld kan communiceren. Een ander woord voor buitenwereld is periferie. De PPI die het onderwerp van dit artikel zal zijn, is de 8255. Het is een IC uit de 8080-familie dat door meerdere fabrikanten wordt gemaakt.

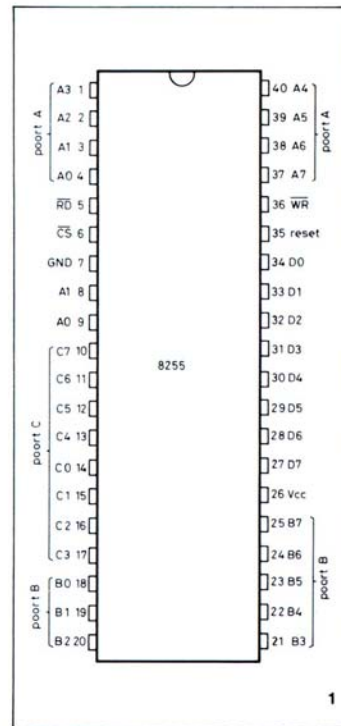
„Waarom,” zo zullen veel lezers vragen, „wordt niet de CDP1851 gebruikt, het programmeerbare interface uit de Cosmac-familie?” Een belangrijke reden om de 8255 te gebruiken is juist het feit dat dit geen Cosmac-IC is. Het is interessant te onderzoeken hoe de 8255 op de 1802-microprocessor kan worden aangesloten. Hierdoor worden de mogelijkheden voor de computer vergroot, want ook andere ondersteunings-IC's uit de 8080-familie kunnen dan worden gebruikt. Denk bijvoorbeeld aan de program-

meerbare timer 8253 die op identieke wijze als de 8255 wordt aangesloten. Bovendien is de 8255 een veelzijdig interface met veel toepassingsmogelijkheden. En, zoals zal blijken, is aansluiting op de 1802 zeer gemakkelijk. Indien echter een laag stroomverbruik van belang is, bij draagbare apparatuur bijvoorbeeld, moet men de CDP1851 gebruiken. Deze gebruikt ca. 1,5 mA en de 8255 gebruikt ca. 120 mA. Dat is nu eenmaal het voordeel van CMOS.

De 8255

In afb. 1 ziet men de aansluitingen van de 8255. Het is een IC met 40 pennen en 3 parallele poorten die als ingangs- of uitgangspoort kunnen worden gebruikt. De functies van de poorten worden bepaald door software. De poorten heten A, B en C. Daarnaast zijn er 8 aansluitingen voor de databus. Deze kunnen direct met de 1802-bus worden verbonden. De enkelvoudige 5V-voedingsspanning komt op pen 26 en pen 7 is de massa-aansluiting. Verder zijn nog aanwezig: A0, A1, Reset, Write, Read en Chip-select. De laatste drie zijn negatief „waar”.

Afb. 2 is het blokdiagram van de 8255. Het eerste dat daarin opvalt



Afb. 1 Aansluitgegevens van de 8255; een programmeerbaar peripheral interface.

cal-programma en niet op dat van de 6809-machinetaal. Men kan met Pascal het programma aan het werk krijgen en hoeft zich niet te verdiepen in de interne opbouw van de 6809.

Programmabibliotheek

De programmabibliotheek bestaat uit meer dan zestig positie-onafhankelijke modules, die door een Pascal-programma kunnen worden

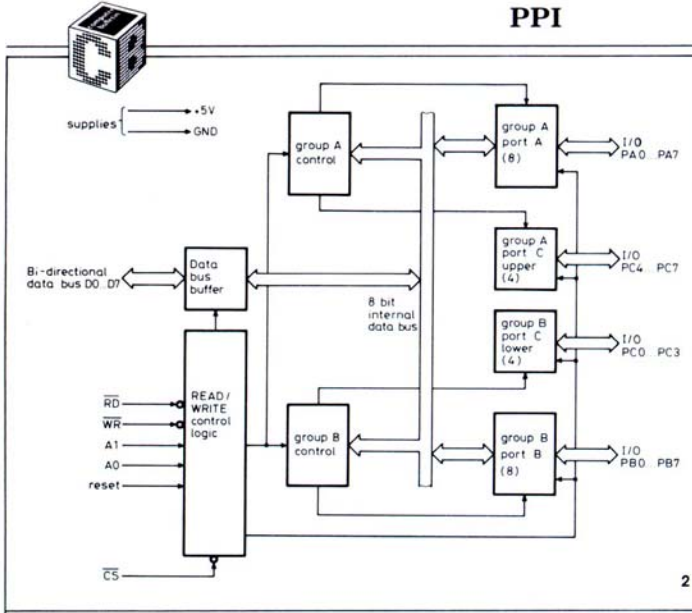
gebruikt. Al deze modules gaan vergezeld van de source-code, zodat de gebruiker in staat is naar eigen wens wijzigingen aan te brengen. Vier van deze modules vormen de device-drivers voor het gebruikte operatingsysteem. Het is daarbij mogelijk de bibliotheek uit te breiden met veel gebruikte routines.

Link-programma

Dit programma biedt de mogelijk-

heid om interruptvectoren te declareren of speciale systeemroutines te definiëren, zodat de stack correct is aangegeven, voordat het uiteindelijke programma wordt gestart. In samenwerking met de creator wordt een file geproduceerd, waarmee een Pascal-programma vanuit de source naar een object-programma wordt geassembleerd en gelinkt.

PPI

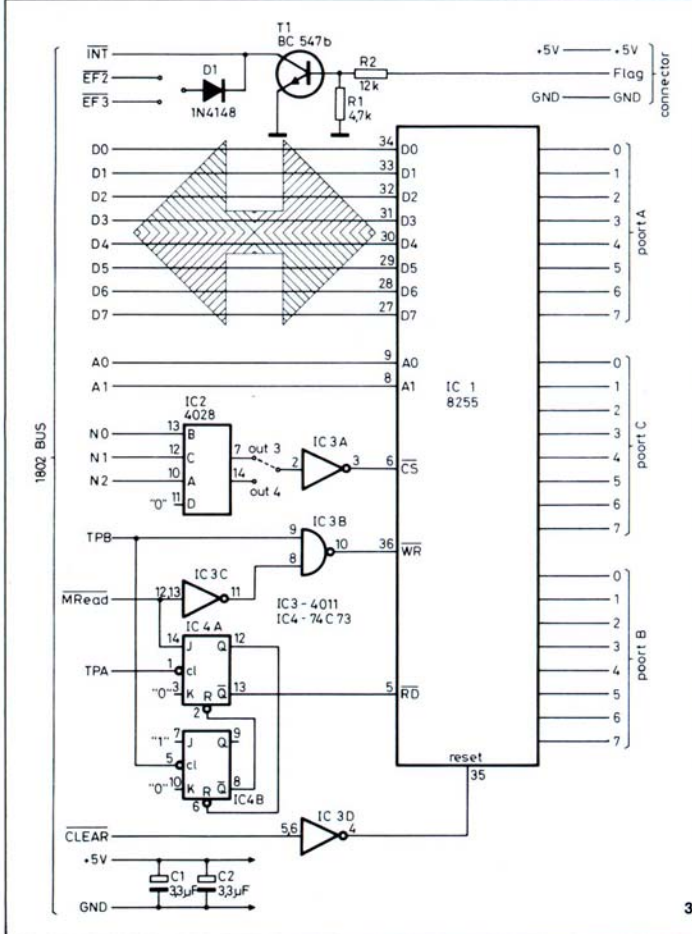


2

is de splitsing van poort C in een „upper” en een „lower” deel. Het „upper”-deel kan dienen voor de handshake-signalen van poort A, en het „lower”-deel 2 voor de handshake van poort B. Ook is het mogelijk het „upper”-deel van poort C als ingang te schakelen en het „lower”-deel als uitgang en omgekeerd. Het is zelfs mogelijk de bits van poort C afzonderlijk te setten of te resetten. In het kader van deze beschrijving zou het te voeren alle mogelijkheden van de 8255 te behandelen. Deze zijn te vinden in de datablader. De 8255 wordt onder andere gemaakt door Intel, National, AMD, Signetics en Mitsubishi.

Aansluiting op de 1802

Afb. 3 laat zien hoe de 8255 op de 1802 wordt aangesloten. De databus kunnen direct met elkaar worden verbonden. Hierbij moet wel worden bedacht dat de 8255 TTL-compatibel is en dat het logisch „1”-niveau aan de lage kant is voor de CMOS-ingangen van de 1802. Bij Cosmicos geeft dat geen problemen, omdat de RAM-kaarten met optrekweerstand voor de databus zijn uitgerust. Adreslijnen A0 en A1 kunnen ook direct worden verbonden en de reset-ingang moet via een inverter op de Clear (N) van de 1802 worden aangesloten. Het is het eenvoudigst de selectie van de 8255 te laten gebeuren door middel van de N-lijnen. Bovendien heeft dit het voordeel dat „quasi memory mapped”-input en -output mogelijk zijn. Bij de software zal daar iets meer over worden verteld. Voor de decodering van de N-lijnen is de inmiddels bekende 4028 gebruikt. Hoewel op het schema en de print slechts twee keuzemogelijkheden zijn aangege-



3



ven ($N = 3$ en $N = 4$), kan iedere N-conditie worden gekozen. Wel moet dan een waarheidstabel worden opgesteld om de gewenste uitgang te vinden. Via een inverter wordt de N-status aan de Chip-select (N) doorgegeven. Blijven over de aansluitingen voor Read (N) en Write (N) van de 8255. Hiervoor moet de grijze massa in beweging worden gezet; sorry, maar anders gaat het mis!

Wat is namelijk het geval? Door een Writepuls op de ingang van de 8255 wordt de informatie op de databus in de 8255 geschreven. Het is dus niet mogelijk de Writelijn van de 1802 te gebruiken, want deze blijft bij een outputinstructie hoog. Bij een outputinstructie wordt M(R)X op de bus gezet, doordat Read laag wordt. Door deze conditie te combineren met TPB wordt een schrijfpuls voor de 8255 opgewekt. Hiervoor dienen IC3b en IC3c. De signaalvormen bij een outputinstructie zijn te zien in afb. 4.

Bij een inputinstructie blijft de Readlijn van de 1802 hoog. Het is immers een schrijfcyclus waarbij de informatie op de databus in M(R)X en D wordt geschreven. Als de schrijfpuls komt moet de data op de bus aanwezig zijn. Er moet dus een lees-, „venster” worden gemaakt. Dit leesvenster moet beginnen ruim voordat de schrijfpuls komt en eindigen na afloop van de schrijfpuls.

In de schakeling volgens afb. 3 wordt voor de opwekking van het leesvenster gebruik gemaakt van twee JK-flipflops. De toegepaste flipflops hebben een klokingang die reageert op de negatieve flank. Aannemende dat Read (N) hoog is (dat is het geval bij een inputinstructie) zal op de achterflank van TPA IC4A omklappen. Q(N) wordt „0” en daarmee de Read (N)-ingang van de 8255. Tevens wordt de resetconditie van IC4B opgeheven. Op de achterflank van TPB klapt flipflop IC4B om. De Q(N)-uitgang is verbonden met de resetingang van IC4A die daardoor wordt gereset. Read (N) van de 8255 wordt „1” en tevens wordt flipflop IC4B weer gereset.

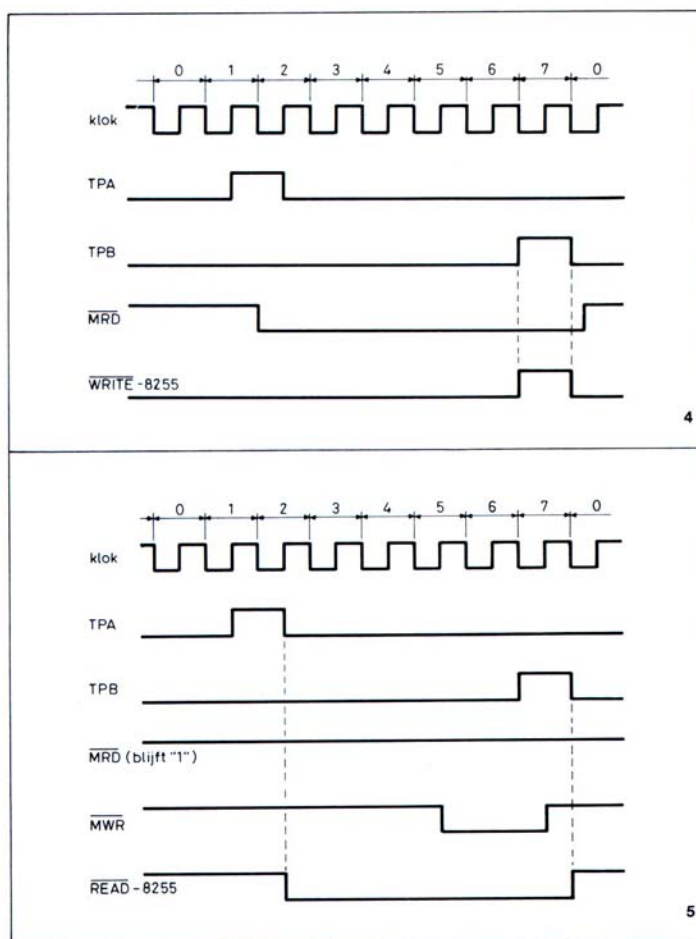
Met behulp van de twee flipflops wordt dus een „venster” opgewekt van de achterflank van TPA tot de achterflank van TPB. In afb. 5 zijn

Afb. 2 Blokschema van de 8255. Het is mogelijk poort C te splitsen en als handshake voor poort A en poort B te gebruiken.

Afb. 3 Schakeling om de 8255 op de 1802 aan te sluiten.

Afb. 4 Pulsvormen bij een outputinstructie.

Afb. 5 Pulsvormen bij een inputinstructie.



de signaalvormen getekend die bij een inputinstructie optreden.

In de schakeling is een aansluiting voor een flagsignaal opgenomen. Dat is T1 met bijbehoren. Als de flagingang „1” wordt gemaakt heeft dit een interruptaanvraag tot gevolg. Tevens bestaat de moge-

lijkheid EF2(N) of EF3(N) „0” te maken door D1 met de desbetreffende vlaglijn te verbinden. De flagaansluiting kan voor „handshake” worden gebruikt. Op dezelfde connector zijn +5 V en Gnd beschikbaar.

(Wordt vervolgd)



PPI

universeel voor 1802

Deel 2

H. B. Stuurman

Bouw

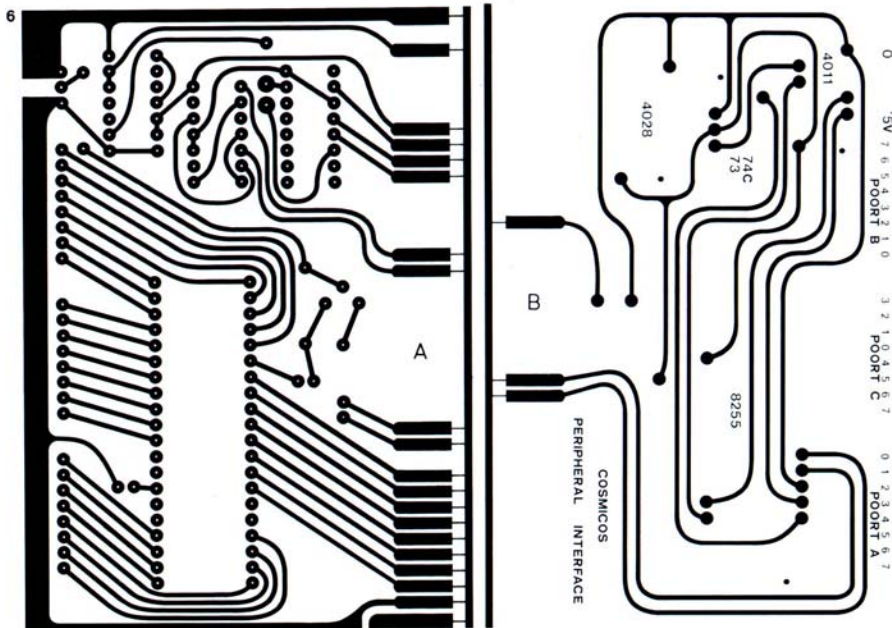
Voor de PPI-schakeling is een printje ontworpen dat direct in de Cosmicos-bus past. Hoewel dubbelzijdig is het een eenvoudig ontwerp en doormetaliseren is niet persé noodzakelijk. Het printje is daarom niet in de printservice opgenomen. De handige knutselaar zal niet veel moeite hebben aan de hand van de printtekeningen in afb. 6 zelf een printje te maken. Een andere mogelijkheid is wire wrap of IC-experimenteerplaat. De componentenopstelling is te zien in afb. 7. Let op dat ook aan de bovenzijde een aantal soldeerverbindingen moet worden gemaakt. Afb. 8 toont een prototype zoals dat voor de Cosmicos is ontworpen.

Software voor de 8255

Behalve de drie poorten A, B en C bevat de 8255 een controleregister van 8 bit. De inhoud van dit controleregister is bepalend voor de configuratie van de poorten A, B en C. Na een reset zijn alle poorten als ingangspoort geschakeld en het controleregister bevat „nullen”. De selectie van de poorten en het controleregister gebeurt met A0 en A1. Deze zijn verbonden met de overeenkomstige adreslijnen. Het komt er op neer dat als we een poort of het controleregister willen adresseren, het X-register zo moet worden gesteld dat de laagste twee bits overeenkomen met de in de waarheidstabel van tabel 1 gevonden waarden.

Nadat is bepaald welke poorten ingang moeten zijn en welke uitgang, kan in tabel 2 het bijbehorende controlewoord worden opgezocht. Het controlewoord wordt in het controleregister gezet met een outputinstructie. Stel dat de poorten A en B uitgangen moeten zijn en poort C een ingang. Het controlewoord is dan 89_H. Het hoeft slechts eenmaal te worden uitgezonden. Via de poorten A en B kan nu data worden uitgezonden en via poort C binnengehaald. Tabel 2 geeft slechts een klein gedeelte van de mogelijkheden van de 8255. Voor veel toepassingen is dit toereikend.

Een voor de hand liggende outputmogelijkheid is via de stack. Eerst wordt de stackpointer omlaag gezet

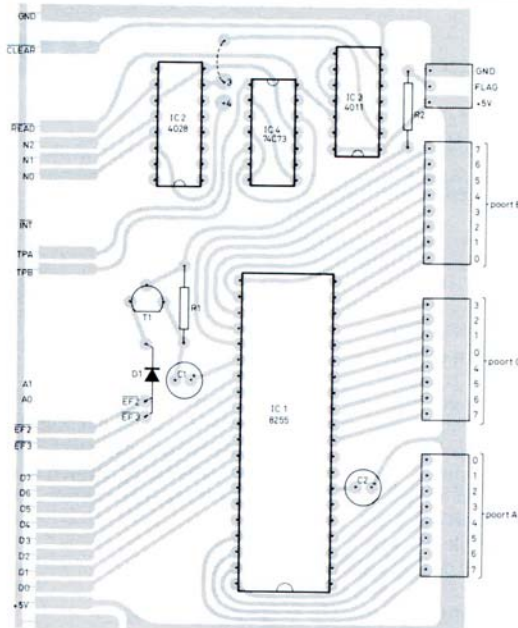
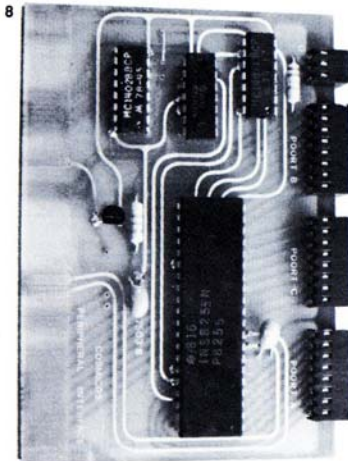


Afb. 6 Printontwerp voor Cosmicos' PPI-kaartje, schaal 1:1. Print A is de koper- of onderzijde. Print B is de componenten- of bovenzijde.



Afb. 7 Componentenopstelling. Voor de duidelijkheid zijn de componenten alleen ten opzichte van de onderzijde van de print afgebeeld.
Afb. 8 Gebruiksklare PPI-kaart.

Programma 1 Servicesubroutine voor de 8255 met overdracht via de stack.



tot de twee laagste bits op de gewenste poort staan. Vervolgens wordt de data „geinput” of „geoutput”, waarna de stackpointer wordt teruggezet. Omdat de door de stackpointer geadresseerde geheugenplaats van geval tot geval kan verschillen, dient deze uitsluitend

als doorgeefluik. De data komt van of gaat naar een register. Programma 1 is een subroutine die de communicatie met de 8255 via de stack regelt. De werking spreekt voor zich. Indien men zelf routines gaat schrijven moet men bedenken dat de stackpointer altijd op het onderste adres in de stack staat. Afwijken van deze fundamentele regel

kan interessante „bugs” opleveren. Vooral als met interrupts wordt gewerkt.

Quasi memory mapped I/O

Een nadeel van input en output via de stack is dat nogal wat tijd nodig is. Dit komt door de subroutine.

Programma 1

```

A
0000 DATAREG          0005 22      LOWER:  DEC R2
000F                 0006 1F      INC DATAREG
0000 POORT           0007 82      GLO R2
0003                 0008 52      STR R2
0005 LOWER          0009 06      LDN R6
0017 OUTPUT         000A F3      XOR
0010 STACKBACK     000B FA03     ANI #03
#                   000D 3A05     SNZ LOWER
0000                 000F      ;
0000 ;SUBROUTINE VOOR PIA 8255 OM 000F      ;
0000 ;INPUT EN OUTPUT TE DOEN VIA 000F 46 ;IS IT INPUT OR OUTPUT?
0000 ;DE STACKPINTER.           0010 FE  LDA R6
0000 ;DE SUBROUTINE CALL IS: D4XXYYAB. 0011 3317 SDP OUTPUT
0000 ;XXYY IS HET STARTADRES,       0013 68  INP POORT
0000 ;A=0 VOOR INPUT,              0014 8F  INP DATAREG
0000 ;A=B VOOR OUTPUT,            0015 301B BR STACKBACK
0000 ;B IS HET POORTNUMMER IN DE PIA. 0017 9F  OUTPUT: GHI DATAREG
0000 ;ALS DE SCRT-ROUTINES D REDDEN IN R(F)1, 0018 52  STR R2
0000 ;GESCHIEDT DE DATA UITWISSELING VIA D; 0019 63  OUT POORT
0000 ;ANDERS VIA R(F)1.           001A 22  DEC R2
0000 ;                               001B      ;
0000 DATAREG: EQU #F             001B      ;SET STACK BACK
0000 POORT: EQU #3              001B 12  STACKBACK:INC R2
0000 ;                               001C 2F  DEC DATAREG
0000 ;                               001D 8F  GLO DATAREG
0000 ;SAVE DATAREG 0 FOR STACKCOUNT 001E 3A1B SNZ STACKBACK
0000 ;                               0020      ;
0000 8F GLO DATAREG             0020      ;RESTORE DATAREG 0 AND RETURN
0001 52 STR R2                  0020 02  LDN R2
0002 F800 LDI #00              0021 AF  PLO DATAREG
0004 AF PLO DATAREG            0022 9F  GHI DATAREG
0005 ;                               0023 D5  RETN
0005 ;SET STACK ON PORTNUMBER
    
```



PPI

Tabel 1 Waarheidstabel voor de selectie van de poorten.

Tabel 2 Controlewoord voor een aantal configuraties van de poorten A, B en C.

Programma 2 Voorbeeld van een zeropagesubroutine in de SEP-registertechniek.

Tabel 1

A1	A0	Hex	
0	0	0	poort A
0	1	1	poort B
1	0	2	poort C
1	1	3	controleregister

Programma 2

```
Ret:          SEP R3
Start:        GHI R2
              PHI RA
              LDA R3
              PLO RA
              SEX RA
              BR RET
```

Ook is geen duplicaat van de input- of outputbyte aanwezig. In sommige gevallen is het nuttig gebruik te maken van een zogenoemde zeropage. Dit is voor 6502-gebruikers een zeer bekend iets, maar voor veel 1802-gebruikers een onbekende term. De flexibiliteit van de 1802 maakt het mogelijk de zeropage overal te kiezen; bij de 6502 is het altijd pagina 0.

Stel dat we de stackpointer niet op adres FF van de hoogste RAM-pagina zetten, maar bijvoorbeeld op adres AF. De adressen B0 tot en met FF kunnen nu worden gebruikt om gegevens in te bewaren. Door middel van een subroutine in de SEP-registertechniek kunnen geheugenplaatsen op de zeropage snel worden geadresseerd.

Programma 2 toont een mogelijkheid voor een dergelijke subroutine. De keuze van de registers is willekeurig; stel dat register C de

programmateller is en dat register A als pointer wordt gebruikt. Men zou nu vier geheugenplaatsen in de zeropage kunnen reserveren voor de 8255.

F0 = poort A
 F1 = poort B
 F2 = poort C
 F3 = controle register

Door de volgende instructies wordt controlewoord 89 in het controleregister geladen.

```
DC F3  SEP RC; adres F3
F8 89  LDI 89
5A    STR RA
63    OUT 3
```

Een input via poort C komt als volgt tot stand:

```
DC F2  SEP RC; adres F2
6B    INP 3
```

Het is niet toegestaan uit het controleregister te lezen! Met de zero-

Tabel 2

Poort			Control
A	B	C	
0	0	0	80
0	0	1	89
0	1	0	82
0	1	1	8B
1	0	0	90
1	0	1	99
1	1	0	92
1	1	1	9B

0 = output
 1 = input

Onderdelenlijst

IC1	8255
IC2	4028
IC3	4011
IC4	74C73
T1	BC547b
D1	1N4148
R1	4,7 kΩ
R2	12 kΩ
C1, C2	3,3 μF, 35 V (tantaal)
1 printje 7503 (zelf maken)	
3 haakse printstekerdelen	2,5 MBPH 8
1 haakse printstekerdeel	2,5 MBPH 3
Stekers voor bovenstaande connectoren	
Bovenstaande connectoren zijn van Lumberg mini moduul, importeur: Amroh, Muiden	

pagetechniek is dat ook niet nodig, want op M XX F3 staat een kopie.