

DE ICM 7170

EEN REAL-TIME CLOCK VAN INTERSIL

A.M Lahmar

juni 1987

Technisch verslag

H.T.S Groningen

derde studiejaar

Afdl:elektro

VOORWOORD

Tijdens mijn derde stage periode bij VENEMA AUTOMATION BV te Groningen heb ik gewerkt met micro-processors en wel met de SDK-85 kit van Intel. Met deze kit heb ik de real-time clock ICM 7170 van Intersil en de LCD-module LM22A2C16CT van Densitron Corporation geprogrammeerd en getest.

Ik wil de heren J.V.d WERF en J.v OOSTEN bedanken voor hun hulp en begrip tijdens het programmeren en testen van de klok.

Drachten, juni 1987.

# I N H O U D S O P G A V E

	<u>SAMENVATTING</u>	4
HOOFDSTUK 1	<u>INLEIDING</u>	5
HOOFDSTUK 2	<u>DE ICM 7170</u>	6
	2.1 De oscillator	6
	2.2 Vergelijk-interrupts	6
	2.3 Periodieke-interrupts	7
	2.4 Spanningsvaldetektor	8
HOOFDSTUK 3	<u>GEbruIK EN HARDWAREAANPASSING OP DE SDK-85</u>	9
	3.1 Tijdsynchronisatie	9
	3.2 Controle en test-mode	9
	3.3 Aanpassing op de 85-kit	10-11
HOOFDSTUK 4	<u>DE SOFTWAREAANPASSING OP DE SDK-85</u>	12
	4.1 Tijd	12
	4.2 Datum	12
	4.3 Het converteren van HEX naar BCD	13
	4.4 Het converteren van Hex naar ASCII	13
HOOFDSTUK 5	<u>CONCLUSIE</u>	14
BIJLAGEN 1:	HET programma "tijd en datum"	
2:	De hardwareaanpassing van de LCD-module op de SDK-85.	

## SAMENVATTING

De real-time clock is opgebouwd rond een klok-IC van Intersil, de ICM 7170. Deze chip is softwarematig te programmeren. De klok is voorzien van noodvoeding zodat deze ook nog funktioneert als de spanning uitvalt. De ICM 7170 heeft acht programmeerbare tellers nl eenhonderdste seconden, seconden, minuten, uren, dag v/d week, dag, maand en jaar. Bovendien heeft de ICM 7170 een kommando-register en twee interrupt-registers. Dit zijn het interrupt mask register en het interrupt status register. Met behulp van de kommando-register kan men de klok starten of stoppen, de tijd kiezen tussen 12 en 24 uur aanduiding en de frekwentie instellen. De gehele schakeling van de klok is gemonteerd op de SDK-85 board van Intel. Op deze wijze is het mogelijk de klok te testen.

Softwarematig zijn er twee deelprogramma's gemaakt.

Ten eerste een tijdprogramma waarmee kan men de tijd lezen op een LCD-module. Ten tweede een datumprogramma om de datum te kunnen lezen.

Deze klok, zoals getest, blijkt een goede bruikbaar hulpmiddel te zijn voor de nieuwe microboard VUMB-850.

## INLEIDING

Bij het werken met computers, speelt de tijd een belangrijke factor. Het is dus prettig om de tijd bij de hand te hebben. En dan liefst real-time clock, dus een echte klok en zomaar een software tellertje. De ICM 7170 is een softwarematig te programmeren bijdetijdse microprocessor-klok. Deze klok wordt gebruikt als hulpmiddel bij de microboard VUMB-850 (VENEMA UNIVERSEL MICROBOARD). Dit is een microcomputer die wordt gebruikt bij de analyse van suiker-bieten.

Achtereen volgens zal besproken worden:

De opbouw van de klok (hoofdstuk 2),

Gebruik en hardwareaanpassing op de Sdk-85 (hoofdstuk 3),

Softwareaanpassing op de SDK-85 (hoofdstuk 4),

Conclusie (hoofdstuk 5).

## 2 DE ICM 7170

In dit hoofdstuk zullen de opbouw van de klok en de spanningbeveiliging besproken worden.

### 2.1 De oscillator

De oscillator is een standaard CMOS Pierce oscillator. Deze oscillator is zeer nauwkeurig, stabiel en heeft weinig vermogen nodig.

Aan externe componenten zijn slechts twee condensatoren en een kristal nodig. Een van deze condensatoren is een trimmer, waarmee men de oscillatorfrequentie kan afregelen. De frequentie wordt gedeeld naar vier KHz door een deler met vier instelbare deeltallen. De oscillator werkt dan ook met vier verschillende kristal frequenties: 4,194304 MHz, 2,097152 MHz, 1,048576 MHz en 32,768 KHz.

### 2.2 Vergelijk interrupts

De ICM 7170 bevat 51-bit geheugen voor de alarm tijden. Daarbij wordt de geheugeninhoud in woorden van verschillende lengte opgedeeld. Deze woorden bevatten de informatie over de tijd (eenhonderdste seconden tot 99 jaar), die vergeleken wordt met de inhoud van real-time tellers.

Aan ieder teller is een bij passend RAM-woord toegewezen. Wanneer men de kolk gebruikt als wekker, wordt een alarm-interrupt gegeven als de real-time overeenkomt met de wektijd. De RAM-inhoud wordt woord voor woord vergeleken met de inhoud van de real-time microprocessor klok.

Wordt het vergeleken met een bepaalde teller inhoud niet

gewenst, dan moet het betreffende "M" bit in het wektijd-geheugen op "1" gezet worden.

"M" bit betekent maskeer bit. Dit bit zorgt er voor dat een bepaald RAM-woord tijdens het vergelijken van de tijd wordt gemaskeerd of dat er geen rekening mee gehouden wordt. Zie bijlage 2.

### 2.3 Periodieke interrupts

De interrupt uitgang kan zo geprogrammeerd worden dat zes verschillende periodieke signalen ter beschikking staan: 100 Hz, 10 Hz, een puls per seconde, een puls per minuut, een puls per uur en een puls per dag. Zowel het periodieke als het alarm interrupt signaal worden gestuurd door het interrupt maskeer-register. Het gewenste interrupt signaal wordt geactiveerd door het desbetreffende bit logisch "1" te maken. (zie figuur 1 en 2).

De interrupt aansluiting (pen 12) krijgt via een interne N-kanaal MOSFET de zelfde spanning als de interrupt-source aansluiting (pen 11). Deze mogelijkheid vergemakkelijkt de koppeling van de ICM 7170 middels een wired OR schakeling met andere interrupt generators die met het micro-processorsysteem verbanden moeten worden.

COMMAND REGISTER ADDRESS (10001b, 11h) WRITE-ONLY										
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0			
n/a	n/a	Test	Int.	Run	12/24	Freq	Freq			
D1	D0	CRYSTAL FREQUENCY	D2	24/12 HOUR FORMAT	D3	RUN/STOP	D4	INTERRUPT ENABLE	D5	TEST BIT
0	0	32.768kHz	0	12 hour mode	0	Stop	0	Interrupt disabled	0	Normal Mode
0	1	1.048576MHz	1	24 hour mode	1	Run	1	Interrupt enable	1	Test Mode
1	0	2.097152MHz								
1	1	4.194304MHz								

Fig 1: organisatie en functie van de bits in het kommandoregister.

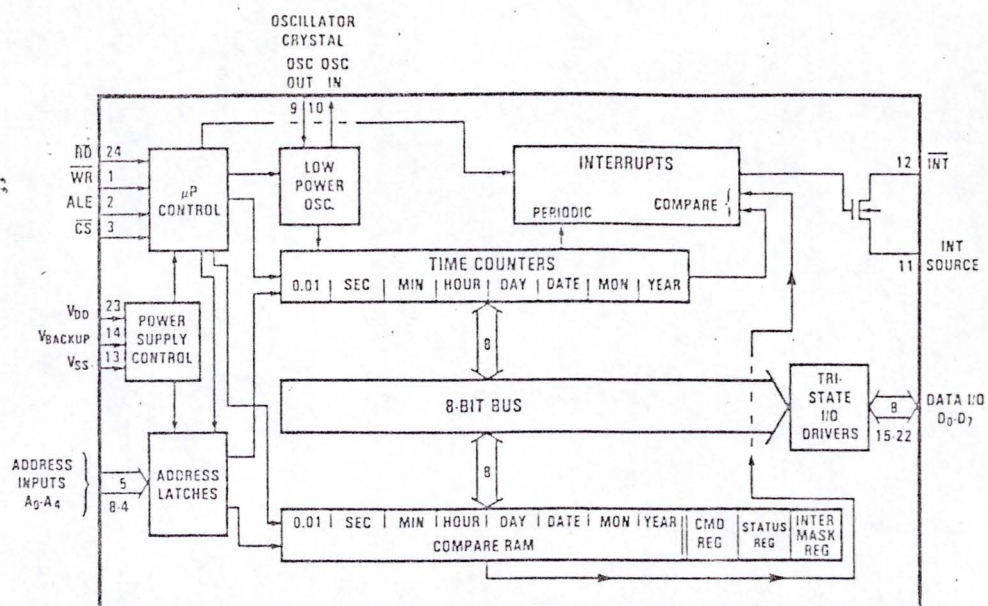


Fig 2: blokschema van de ICM 7170

#### 2.4 Spanningval-detektor

Door het geringe stroom verbruik was het mogelijk een noodvoeding onder te brengen. De ICM 7170 schakelt automatisch om op noodvoeding, wanneer de spanning tussen de aansluitingen van V(back up) en Vss kleiner wordt dan een volt. In deze mode worden alleen de tijd en de interrupt signalen bijgehouden. Alle andere functies zijn buiten bedrijf, zodat het stroom verbruik minimaal is.

### 3 GEBRUIK EN HARDWARE AANPASSING OP DE SDK-85

De ICM 7170 real-time clock is samen met een LCD-module gemonteerd op de SDK-85 kit van Intel. In dit hoofdstuk zullen de werking van de klok en de hardware-aanpassing besproken worden.

#### 3.1 Tijdsynchronisatie

De klok wordt gestart en gestopt met behulp van bit D3 in het kommando-register. Daardoor worden de tellers verbonden met of losgekoppeld van de 100 Hz teller. Een logische 1 stelt de tellers in werking, een logische nul schakelt de tellers weer uit. Wil men de tijd nauwkeurig instellen, dan moet eerst een "0" in D3 geschreven worden. De tijd wordt dan in de betreffende teller geschreven en vervolgens start men de klok doormiddel van een "1" in bit D3 van het kommandoregister. (Zie Fig 3)

#### 3.2 Controle en testmode

De ingangen  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  en  $\overline{CS}$  worden geactiveerd door een logische nul. Omdat de bus hier in de multiplex-mode gebruikt wordt ligt de ALE ingang (Adres Latch Enable) niet aan de  $V_{DD}$  (voeding +5 V) maar aan de ALE van de 8085 microprocessor.

Om de ICM 7170 te kunnen testen schrijft men een logische "1" in bit D5 van het kommandoregister. De 100Hz teller wordt aan de sekondenteller gelegd, waardoor het tellen versneld wordt.

### 3.3 Aanpassing op de SDK-85

De schakeling (fig 4) is opgebouwd uit de door de fabrikant aanbevolen basisschakeling (Intersil data book). omdat de bus hier in de multiplex-mode wordt gebruikt, ligt de ALE (adres latch enable) aan de ALE van de 8085 microprocessor. Voor de 8085 systemen heeft men alleen de adres decoder (8205) nodig. In plaats van een batterij kan men voor de noodvoeding een miniatuur Nicd akku gebruiken. Deze akku met twee cellen (2,4 V) wordt opgeladen via R2.

ADDRESS						FUNCTION	DATA								VALUE
A4	A3	A2	A1	A0	HEX		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	0	00	Counter-1/100 seconds	-	-	-	-	-	-	-	-	0-99
0	0	0	0	1	01	Counter-hours	-	-	-	-	-	-	-	-	0-23
						12 Hour Mode	-	-	-	-	-	-	-	-	1-12
0	0	0	1	0	02	Counter-minutes	-	-	-	-	-	-	-	-	0-59
0	0	0	1	1	03	Counter-seconds	-	-	-	-	-	-	-	-	0-59
0	0	1	0	0	04	Counter-month	-	-	-	-	-	-	-	-	1-12
0	0	1	0	1	05	Counter-date	-	-	-	-	-	-	-	-	1-31
0	0	1	1	0	06	Counter-year	-	-	-	-	-	-	-	-	0-99
0	0	1	1	1	07	Counter-day of week	-	-	-	-	-	-	-	-	0-6
0	1	0	0	0	08	RAM-1/100 seconds	M	-	-	-	-	-	-	-	0-99
0	1	0	0	1	09	RAM-hours	-	M	-	-	-	-	-	-	0-23
						12 hour Mode	-	M	-	-	-	-	-	-	1-12
0	1	0	1	0	0A	RAM-minutes	M	-	-	-	-	-	-	-	0-59
0	1	0	1	1	0B	RAM-seconds	M	-	-	-	-	-	-	-	0-59
0	1	1	0	0	0C	RAM-month	M	-	-	-	-	-	-	-	1-12
0	1	1	0	1	0D	RAM-date	M	-	-	-	-	-	-	-	1-31
0	1	1	1	0	0E	RAM-year	M	-	-	-	-	-	-	-	0-99
0	1	1	1	1	0F	RAM-day of week	M	-	-	-	-	-	-	-	0-6
1	0	0	0	0	10	Interrupt Status and Mask Register	+	-	-	-	-	-	-	-	
1	0	0	0	1	11	Command register	-	-	-	-	-	-	-	-	

INTERRUPT MASK REGISTER ADDRESS (10000b, 10h) WRITE-ONLY							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
n/a	Day	Hour	Min.	Sec.	1/10 sec.	1/100 sec.	Alarm

INTERRUPT STATUS REGISTER ADDRESS (10000b, 10h) READ-ONLY							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Int.	Day	Hour	Min.	Sec.	1/10 sec.	1/100 sec.	Alarm

Fig3:-Functie van de adressen en hun codering  
-Organisatie van het interrupt-maskeer en  
interrupt-status-register.

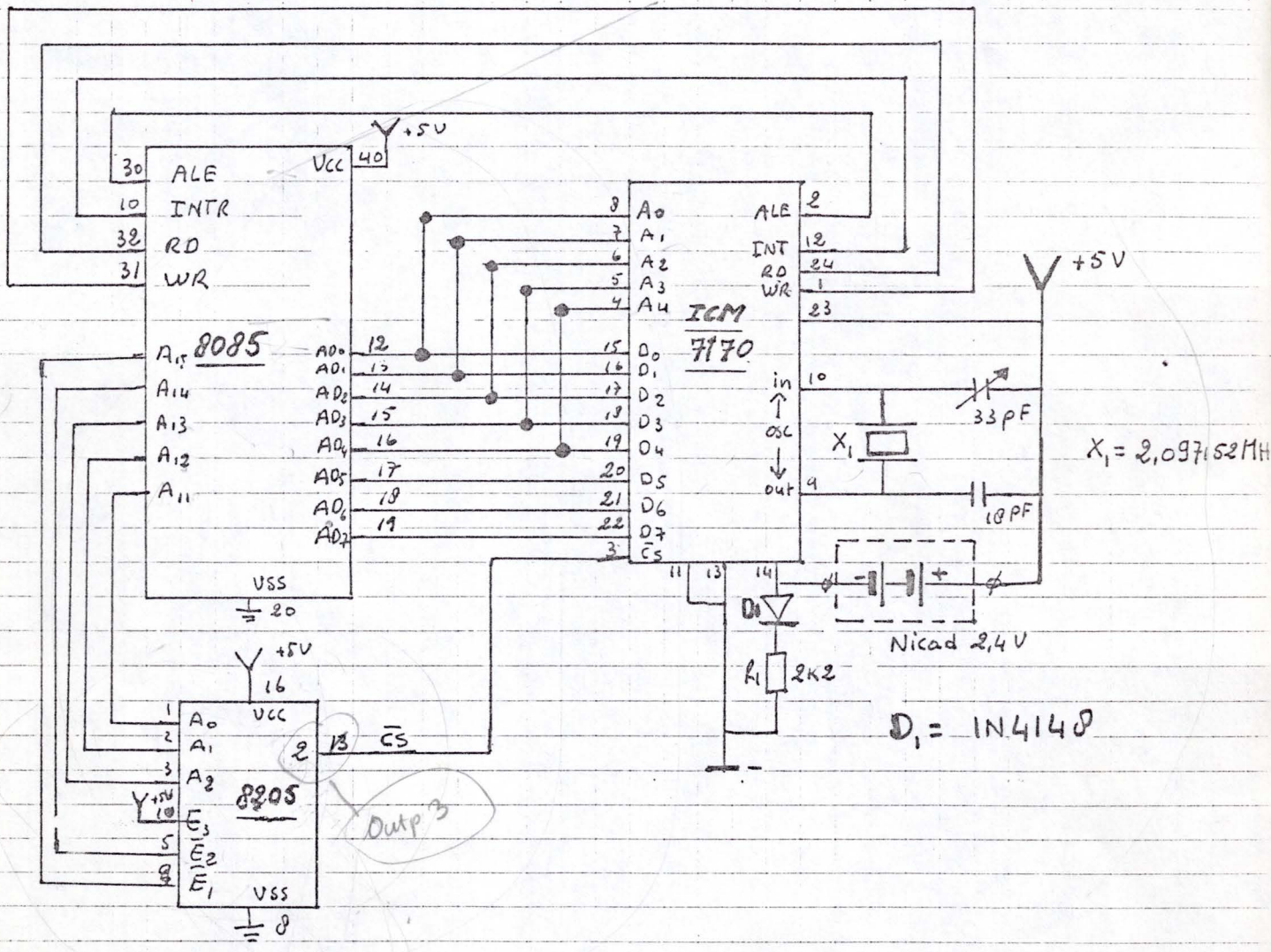


Fig:4 Hardware aanpassing van de ICM 7170 op de 80x85

## 4 DE SOFTWARE AANPASSING OP DE SDK35

In dit hoofdstuk zullen twee deel programma's en drie subroutines besproken worden.

### 4.1 Tijd

Met behulp van het eerste deelprogramma, kan men de tijd (uren, minuten, seconden) lezen op een LCD-module. Na de microprocessor geïntialiseerd te hebben wordt het kommandoregister opgeladen met de benodigde informatie. Hierna wordt de 100Hz teller uitgelezen, vervolgens wordt de urenteller uitgelezen en naar het BCD (binary coded decimal) geconverteerd. Van de BCD-waarde wordt een ASCII-karakter gemaakt die vervolgens naar de LCD-module gestuurd wordt. Dit wordt herhaald voor de minuten respect de sekondenteller. Voor het schrijven van een ASCII karakter naar de LCD-module wordt altijd de 'busy flag' als eerste gelezen. Dit gebeurt met behulp van de TESTBF-subroutine. (zie bijlage 1).

### 4.2 Datum

Het deelprogramma datum gebruikt dezelfde subroutines als het deelprogramma 'tijd'. Ook hier wordt de inhoud van de tellers uitgelezen en met behulp van de subroutines BN2BCD en BN2ASC naar de display gebracht. Op de display verschijnt van links naar rechts de dag v/d week, de datum, de maand en het jaar.

#### 4.3 Het converteren van hex naar BCD

Omdat de informatie naar het decimale stelsel moet geconverteerd, maakt men gebruik van de subroutine BN2BCD. Dit is nodig om dezelfde informatie later weer naar het ASCII-stelsel te decoderen.

#### 4.4 Het converteren van hex naar ASCII

Het LCD-module kent alleen ascii karakters of zelf-gedefinieerde karakters. Om de tijd en datum te kunnen lezen in decimale vorm, maakt men gebruik van de subroutine BN2ASCII.

5 CONCLUSIE

Het blijkt dat de ICM 7170 real-time clock van Intersil goed werkt op de SDK-85.

Het blijkt ook dat de aanpassing op de LCD-module goed werkt en zeer stabiel is. Deze klok kan dus een goed hulpmiddel zijn voor de nieuwe microboard VUMB-850.

```

00001
00002      ; *****
00003      ; * Programma door: A.M.Lahmar      *
00004      ; * Testprogramma real-time clock *
00005      ; * en LCD-module.                *
00006      ; * Mei, 1987.                    *
00007      ; * VENEMA AUTOMATION.GRONINGEN  *
00008      ; *****
00009
00010
00011      2000      >      ORG      2000H
00012
00013      2000      21FF28      LXI      H, 28FFH      ; initialisatie stackpointer
00014      2003      CD9F28      >      LOOP      CALL      TESTBF      ; Check busy flag
00015      2006      3E2A      MVI      A, 2AH      ; ascii code van *
00016      2008      D341      OUT      41H
00017      200A      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00018      200D      3E2A      MVI      A, 2AH
00019      200F      D341      OUT      41H
00020      2011      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00021      2014      3E2A      MVI      A, 2AH
00022      2016      D341      OUT      41H
00023      2018      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00024      201B      3EFE      MVI      A, 0FEH      ; ascii code van spatie 20H
00025      201D      D341      OUT      41H
00026      201F      3A0010      LDA      1000H.      ; 100 Hz teller naar accu
00027      2022      3A0110      LDA      1001H      ; urenteller naar accu
00028      2025      CD8228      >      CALL      BN2BCD      ; converteren binair>BCD
00029      2028      CD7028      >      CALL      BN2ASC      ; converteren binair>ASCII
00030      202B      CD9F28      >      CALL      TESTBF      ; check busy flag
00031      202E      78      MOV      A, B
00032      202F      D341      OUT      41H
00033      2031      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00034      2034      79      MOV      A, C
00035      2035      D341      OUT      41H
00036      2037      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00037      203A      3E3A      MVI      A, 3AH      ; ascii code van :
00038      203C      D341      OUT      41H
00039      203E      3A0210      LDA      1002H      ; minutenteller naar accu
00040      2041      CD8228      >      CALL      BN2BCD
00041      2044      CD7028      >      CALL      BN2ASC
00042      2047      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00043      204A      78      MOV      A, B
00044      204B      D341      OUT      41H
00045      204D      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00046      2050      79      MOV      A, C
00047      2051      D341      OUT      41H
00048      2053      CD9F28      >      CALL      TESTBF
00049      2056      3E3A      MVI      A, 3AH      ; ascii code van :
00050      2058      D341      OUT      41H
00051      205A      3A0310      LDA      1003H      ; secondenteller naar accu
00052      205D      CD8228      >      CALL      BN2BCD
00053      2060      CD7028      >      CALL      BN2ASC

```

```

00054 2063 CD9F28 > CALL TESTBF
00055 2066 78 MOV A,B
00056 2067 D341 OUT 41H
00057 2069 CD9F28 > CALL TESTBF
00058 206C 79 MOV A,C
00059 206D D341 OUT 41H
00060 206F CD9F28 > CALL TESTBF
00061 2072 3EFE MVI A,0FEH ;spatie
00062 2074 D341 OUT 41H
00063 2076 CD9F28 > CALL TESTBF
00064 2079 3E2A MVI A,2AH
00065 207B D341 OUT 41H
00066 207D CD9F28 > CALL TESTBF
00067 2080 3E2A MVI A,2AH
00068 2082 D341 OUT 41H
00069 2084 CD9F28 > CALL TESTBF
00070 2087 3E2A MVI A,2AH
00071 2089 D341 OUT 41H
00072 208B CD9F28 > CALL TESTBF
00073 208E 3EC0 MVI A,0COH ;selctie van de tweede
00074 2090 D340 OUT 40H ; regel van de LCD module
00075 2092 3A0710 LDA 1007H ;dag v/d weekteller>accu
00076 2095 1600 MVI D,00H ;clear D-register
00077 2097 21A728 > LXI H,TABEL
00078 209A 07 RLC
00079 209B 07 RLC
00080 209C 5F MOV E,A
00081 209D 19 DAD D
00082 209E 7E MOV A,M
00083 209F 0604 MVI B,4
00084 20A1 CD9F28 > LOOP1 CALL TESTBF
00085 20A4 7E MOV A,M
00086 20A5 D341 OUT 41H
00087 20A7 23 INX H
00088 20A8 05 DCR B
00089 20A9 C2A120 > JNZ LOOP1
00090 20AC CD9F28 > CALL TESTBF
00091 20AF C30028 JMP 2800H
00092
00093 2800 > ORG 2800H
00094
00095 2800 3E2C MVI A,2CH ;ascii code van een komma
00096 2802 D341 OUT 41H
00097 2804 CD9F28 > CALL TESTBF
00098 2807 3EFE MVI A,0FEH ;spatie
00099 2809 D341 OUT 41H
00100 280B 3A0510 LDA 1005H ;datumteller naar accu
00101 280E CD8228 > CALL BN2BCD
00102 2811 CD7028 > CALL BN2ASC
00103 2814 CD9F28 > CALL TESTBF
00104 2817 78 MOV A,B
00105 2818 D341 OUT 41H
00106 281A CD9F28 > CALL TESTBF

```

```

00107 281D 79          MOV      A,C
00108 281E D341        OUT      41H
00109 2820 CD9F28 >   CALL    TESTBF
00110 2823 3E2F        MVI     A,2FH
00111 2825 D341        OUT      41H
00112 2827 3A0410     LDA     1004H          ;maandteller naar accu
00113 282A CD8228 >   CALL    BN2BCD       ;conversie binair>BCD
00114 282D CD7028 >   CALL    BN2ASC       ;conversie binair>ASCII
00115 2830 CD9F28 >   CALL    TESTBF       ;check busy flag
00116 2833 78         MOV     A,B
00117 2834 D341        OUT      41H
00118 2836 CD9F28 >   CALL    TESTBF
00119 2839 79         MOV     A,C
00120 283A D341        OUT      41H
00121 283C CD9F28 >   CALL    TESTBF
00122 283F 3E2F        MVI     A,2FH
00123 2841 D341        OUT      41H
00124 2843 CD9F28 >   CALL    TESTBF
00125 2846 3E31        MVI     A,31H
00126 2848 D341        OUT      41H
00127 284A CD9F28 >   CALL    TESTBF
00128 284D 3E39        MVI     A,39H
00129 284F D341        OUT      41H
00130 2851 3A0610     LDA     1006H          ;jaarteller naar accu
00131 2854 CD8228 >   CALL    BN2BCD       ;conversie binair>BCD
00132 2857 CD7028 >   CALL    BN2ASC       ;conversie binair>ASCII
00133 285A CD9F28 >   CALL    TESTBF       ;check busy flag
00134 285D 78         MOV     A,B
00135 285E D341        OUT      41H
00136 2860 CD9F28 >   CALL    TESTBF
00137 2863 79         MOV     A,C
00138 2864 D341        OUT      41H
00139 2866 CD9F28 >   CALL    TESTBF
00140 2869 3E80        MVI     A,80H          ;selectie van de eerste
00141 286B D340        OUT      40H          ;regel van de LCD-module
00142 286D C30320 >   JMP     LOOP         ;begin op nieuw
00143
00144 2870 7D          BN2ASC MOV     A,L
00145 2871 4D          MOV     C,L
00146 2872 0F          RRC
00147 2873 0F          RRC
00148 2874 0F          RRC
00149 2875 0F          RRC
00150 2876 E60F        ANI     00001111B     ;delete MSB
00151 2878 F630        ORI     30H
00152 287A 47          MOV     B,A
00153 287B 79          MOV     A,C
00154 287C E60F        ANI     00001111B     ;delete MSB
00155 287E F630        ORI     30H
00156 2880 4F          MOV     C,A
00157 2881 C9          RET                  ;terug naar hoofdprogramma
00158
00159 2882 26FF        BN2BCD MVI     H,0FFH

```

```

00160 2884 24          D100LP INR      H
00161 2885 D664          SUI      100
00162 2887 D28428 >    JNC      D100LP
00163 288A C664          ADI      100
00164 288C 2EFF          MVI     L,OFFH
00165 288E 2C          D10LP  INR      L
00166 288F D60A          SUI      10
00167 2891 D28E28 >    JNC      D10LP
00168 2894 C60A          ADI      10
00169 2896 4F          MOV     C,A
00170 2897 7D          MOV     A,L
00171 2898 07          RLC
00172 2899 07          RLC
00173 289A 07          RLC
00174 289B 07          RLC
00175 289C B1          DRA     C
00176 289D 6F          MOV     L,A
00177 289E C9          RET
00178
00179 289F DB40          TESTBF IN      40H
00180 28A1 E680          ANI     80H          ;check bit 7 van busy flag
00181 28A3 C29F28 >    JNZ     TESTBF
00182 28A6 C9          RZ Ret.
00183
00184 28A7 5A4F4E44      TABEL  ASCII   "ZOND"
00185 28AB 4D41414E      ASCII   "MAAN"
00186 28AF 44494E53      ASCII   "DINS"
00187 28B3 574F454E      ASCII   "WOEN"
00188 28B7 444F4E44      ASCII   "DOND"
00189 28BB 5652494A      ASCII   "VRIJ"
00190 28BF 5A415445      ASCII   "ZATE"
00191
00192          ↓
00193          28C2      LIST   TRM
          END
    
```

```

28C3 3E01  MVI A,01
28C5 D340  OUT 40H
28C7 CD9F28 CALL TESTBF
28CA 3E02  MVI A,02
28CC D340  OUT 40
28CE CD9F28 CALL TESTBF
28D1 3E0E  MVI A,0E
28D3 D340  OUT 40H
    
```

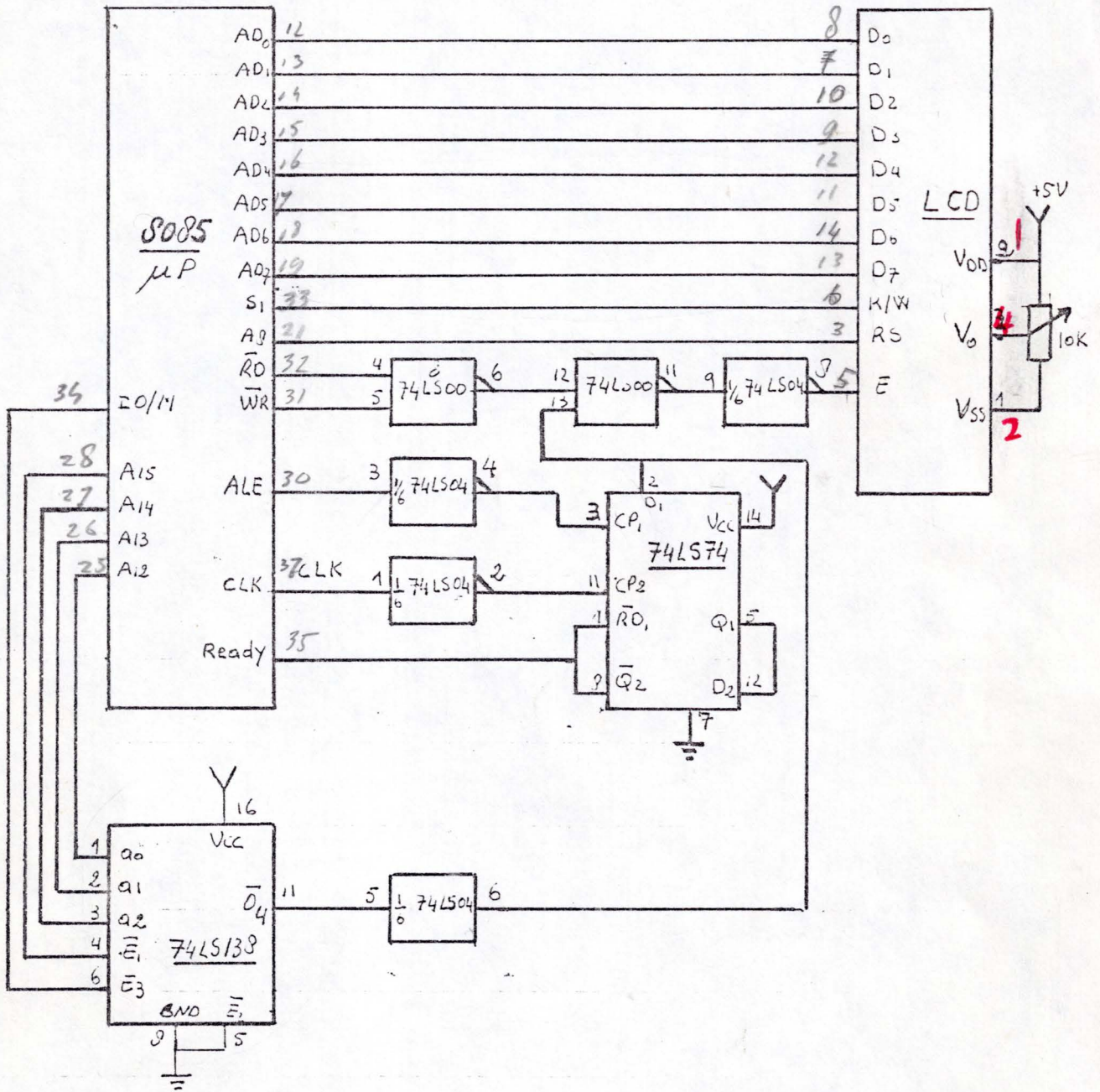


fig....: hardware aanpassing van LCD module op de 8085 μP.

Geraadpleegde literatuur.

Intersil, Data book , 1987

Intel, component data catalog, USA 1981

Philips, data book-TTL-1986.