

Basisprocedures ter aansturing van de labmaster kaart, toegepast in twee testvoorbeelden

Citation for published version (APA):

Piceni, F. L. J. (1988). *Basisprocedures ter aansturing van de labmaster kaart, toegepast in twee testvoorbeelden*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA0541). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1988

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

66 445047

BASISPROCEDURES TER AANSTURING VAN
DE LABMASTER KAART, TOEGEPAST IN
TWEE TESTVOORBEELDEN.

F.L.J. Piceni

WPA-rapport 0541 juni 1988

Onderzoekopdracht : F.L.J. Piceni
Afstudeerhoogleraar : Prof.dr.ir. J.E. Rooda
Begeleider : Ir. D.A. van Beek

Onderwerp : Het ontwikkelen van basisprocedures ten
behoefte van het nieuwe practicum microcomputers
voor W.

Toelichting

Het oude practicum microcomputers voor W is opgeheven. In de nieuwe opzet zal gebruik gemaakt worden van PC's. In iedere PC zal een Labmaster kaart aanwezig zijn. Met behulp van deze Labmaster kaart moeten drie proeven worden uitgevoerd. De proeven worden geprogrammeerd in Modula-2.

De proeven zullen bestaan uit een data acquisitie proef, een timing proef met interrupts en een eenvoudige besturing van een Fishertechniek lift model.

In de korte tijd van het practicum kunnen de practicanten niet de gehele aansturing van de Labmaster kaart zelf programmeren. Hiervoor zullen zij de beschikking krijgen over een aantal basisprocedures.

Opdracht

Onderzoek welke basisprocedures benodigd zijn voor het aansturen van de diverse functies van de Labmaster kaart.

Implementeer en test deze procedures op de Labmaster kaart in Modula-2. Werk het huidige ontwerp van de drie proeven uit. Verzorg de voor deze proeven benodigde hardware zoals de lift. Voer de drie proeven zelf uit.

Verslag, etc:

Het memorandum "Aanwijzingen voor het afstuderen" is bij de secretaresse verkrijgbaar.



Prof.dr.ir. J.E. Rooda



Ir. D.A. van Beek

SAMENVATTING

Dit verslag bevat een beschrijving van de basisprocedures voor de aansturing van de Labmaster kaart en twee testvoorbeelden waarmee deze procedures zijn getest.

De centrale sturing en de verwerking van de meetgegevens gebeurt door een digitale computer. Voor de nodige omzetting tussen digitale waarden en analoge signalen en vice versa wordt een interfacekaart gebruikt. Het verkrijgen van een bepaald tijdsinterval (o.a. voor het verkrijgen van de bemonsteringfrequentie ter bemonstering van een continue signaal) gebeurt met behulp van de timer die op de interfacekaart zit. Voor het aansturen van deze interfacekaart werd de hogere programmeertaal Modula-2 gebruikt.

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|----|
| OPDRACHTSOMSCHRIJVING | 1 |
| SAMENVATTING | 2 |
| INHOUDSOPGAVE | 3 |
| HOOFDSTUK 1 : INLEIDING | 4 |
| HOOFDSTUK 2 : ONDERZOEK NAAR BENODIGDE BASISPROCEDURES | 5 |
| HOOFDSTUK 3 : INTERRUPTS | 9 |
| HOOFDSTUK 4 : DE DATA ACQUISITIE PROEF | 11 |
| 4.1 : Beschrijving van de software | 12 |
| HOOFDSTUK 5 : DE TIMING PROEF | 14 |
| 5.1 : Aanpassing voor de 9513Timer | 14 |
| 5.2 : Beschrijving van de timing proef | 15 |
| HOOFDSTUK 6 : CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 16 |
| HOOFDSTUK 7 : LITERATUUR | 18 |
| INHOUDSOPGAVE BIJLAGEN | 19 |
| BIJLAGEN | 20 |

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

Het practicum microcomputers voor W wordt gegeven om de beginselen van de machinebesturing te leren.

De besturing van een machine houdt in dat men een machine zodanige stuursignalen geeft dat deze doet wat men wil. Dit vereist controle van de respons op de stuursignalen en een zodanige regeling van de stuursignalen dat de respons overeenkomt met de verwachting. Het regelproces wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

De microcomputer neemt de besturingstaak steeds meer over van de tot nu toe gebruikelijke besturingen met mechanische, electromechanische en elektronische componenten. Dit komt door de grote flexibiliteit en de relatief lage kostprijs van deze microcomputer. Het probleem doet zich echter voor dat de microcomputer werkt met binaire signalen en een groot aantal instrumenten, zoals regelaars en opnemers, werken met analoge signalen. Het binaire signaal dient te worden omgezet in een analog signaal en vice versa. Dit gebeurt met behulp van Digitaal-Analoog respectievelijk Analoog-Digitaal omzetter. Bij een goede besturing is de tijdsduur van groot belang. De bepaling van deze tijdsduur is mogelijk m.b.v. een timer. Indien deze timer interrupts kan genereren dan kan men een bepaald gedeelte van het programma precies op een bepaald tijdstip laten beginnen.

De eisen[Beek, 1987] die de keuze van de, voor het practicum te gebruiken, interfacekaart hebben bepaald zijn de aanwezigheid van een Digitaal-Analoog omzetter, een Analoog-Digitaal omzetter, een timer en tevens 24 digitale IO lijnen. De Labmaster interfacekaart bleek, mede door de goede prijs/qualiteit verhouding en het feit dat deze veel wordt toegepast in het onderwijs, uiteindelijk het meest geschikt voor het practicum.

Het practicum bevat een aantal verschillende proeven waarin de beschreven componenten van de Labmaster kaart dienen te worden aangestuurd. In de data acquisitie proef moet de computer signalen naar een RC-filter sturen en daarna de respons meten. Deze proef vereist de juiste aansturing van een DA converter, een AD converter en van de timer. Bij de timing proef dient er een interruptgestuurde stopwatch te worden gemaakt. Dit vereist wederom de aansturing van de timer.

Omdat het voor de practicanten onmogelijk is om binnen de hun beschikbare tijd procedures, ter aansturing van de drie componenten, zelf te maken is dit reeds in deze onderzoeksopdracht gedaan. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 2 van dit verslag. In hoofdstuk 3 wordt de reden waarom er interrupts worden gebruikt besproken en de manier waarop deze zijn gegenereerd. De uitvoeringsvorm van de data acquisitie proef en de timing proef wordt in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5 besproken. Het verslag wordt beëindigd met de conclusies en aanbevelingen.

HOOFDSTUK 2

ONDERZOEK NAAR BENODIGDE BASISPROCEDURES

De Labmaster kaart heeft 16 opeenvolgende adressen. Door de bepaling van het beginadres worden de volgende adressen dus ook vastgelegd. Deze verschillende adressen zijn nodig om de verschillende componenten aan te sturen [Labmaster User's Guide, 1985].

Het gebruik van de Labmaster kaart bij de data acquisitie proef en de timingproef vereist basisprocedures voor de aansturing van de :

- Digitaal-Analoog converter: Om het analoge stuur-sigitaal te leveren.
- Analoog-Digitaal converter: Om een gemeten analoge waarde digitaal te kunnen verwerken.
- Timer: Om een tijdsinterval te verkrijgen.
Deze component dient men te kunnen starten, stoppen en men moet de timerwaarde kunnen uitlezen.

Voordat men deze componenten kan aansturen moet de Labmaster kaart worden geïntialiseerd.

Communicatie tussen de Labmaster kaart en de CPU gaat steeds via een 8 bits bus. Sommige registers zijn echter 16 bits. Hier zijn dus twee input of output instructies achter elkaar nodig. Ter bevordering van het overzicht t.a.v. de communicatie zijn de instructies, die deze communicatie verzorgen, ondergebracht in verschillende procedures.

Voorts is getracht het gebruik van de procedures voor de drie bovenstaande hoofdfuncties te vergemakkelijken. Bij ieder van deze procedures is daarom een bijbehorende procedure geschreven die de invoer, van de betreffende parameter(s), vanaf het toetsenbord mogelijk maakt. Deze 'invoerprocedure', welke herkenbaar is aan de schrijfwijze <procedure>Input, dient men steeds voor de betreffende procedure in het programma te plaatsen. Natuurlijk moet(en) de parameter(s) van de procedures, binnen de module waar ze worden gebruikt, worden gedeclareerd als globale variabelen. Indien de mogelijkheden van de in te voeren parameter(s) voldoende bekend is (zijn) dan kan men echter ook de waarde(n) van de in te voeren parameter(s) in het programma vastleggen.

De initialisatie, communicatie en de aansturing van de drie belangrijke componenten zullen nu, samen met de bijbehorende procedures, nader worden toegelicht.

- Initialisatie : Alvorens de Labmaster kaart kan worden gebruikt moet deze worden geïntialiseerd. Tijdens de initialisatie wordt tevens eventuele instellingen, die in een vorig programma waren aangebracht, teniet gedaan. De ontwikkelde procedure is:

- Init : Initialisatie van de Labmaster kaart. Het is mogelijk om interrupts door te laten van AD Done, de 9513Timer of niet door te laten.
- Communicatie : De communicatie tussen de computer en de verschillende onderdelen op de Labmaster kaart gebeurt door het gebruik van de volgende vier procedures. De ontwikkelde procedures zijn:
 - Uitbits8 : Het sturen van 8 bits naar een gekozen IO adres via de 8 bits bus.
 - Uitbits16 : Het sturen van 16 bits (eerst low byte dan high byte) naar een gekozen IO adres via de 8 bits bus.
 - Inbits8 : Het halen van 8 bits uit een gekozen IO adres via de 8 bits bus.
 - Inbits16 : Het halen van 16 bits (eerst low byte dan high byte) uit een gekozen IO adres via de 8 bits bus.
- Digitaal-Analoog converter : Het aansturen van de beide DA converters gaat via twee adressen. De resolutie van de DA converter is 12 bits. Dit betekent dat, bij een bipolaire instelling, de two's complement waarde die aan de DA converter wordt aangeboden dient te liggen tussen $-(2^{11})$ en $(2^{11})-1$. Als Output Range is $\pm 10V$ gekozen, waarbij $-(2^{11})$ dus overeenkomt met $-10V$ en $(2^{11})-1$ met $+10V$. De aansturing gebeurt door een te converteren waarde op te splitsen in 2 byte's. Het hoogste byte wordt eerst naar de DA converter gestuurd (de hoogste 4 bits van dit byte worden door de DA converter genegeerd). Daarna wordt het laagste byte naar de DA converter gestuurd, wat tevens het startsein is voor de conversie. De ontwikkelde procedures zijn:
 - WriteDA : Deze procedure levert een analoge spanning, afhankelijk van de ingegeven waarden.
 - WriteDAInput : Met behulp van deze procedure kan men via het toetsenbord, waarden toekennen aan de parameters van WriteDA. Deze parameters met hun functie zijn:
 - dac : Het bepalen van de te gebruiken Digitaal-Analoog converter.
 - value : Het bepalen van de spanning die door de Digitaal-Analoog converter moet worden geleverd.
- Analoog-Digitaal converter : De AD converter heeft de mogelijkheid om spanningen op 16 verschillende kanalen te con-

verteren. Na de kanaalkeuze kan men de AD converter starten door het schrijven van een willekeurig woord naar een bepaald adres. Het inlezen van de geconverteerde waarde dient hierna pas te gebeuren als men weet dat de AD converter klaar is. De input van de AD converter moet een waarde zijn tussen de -10V en +10V. De output van de AD converter levert een waarde tussen $-(2^{11})$ en $(2^{11})-1$. De ontwikkelde procedures zijn:

- StartAndReadAD : Deze procedure levert een digitale waarde van de spanning op het gekozen kanaal.
- StartAndReadADInput : Met behulp van deze procedure kan men, via het toetsenbord, de waarde toekennen aan de parameter van StartAndReadAD. Deze parameter met zijn functie is:
 - kanaal : Het bepalen van het gekozen kanaal dat door de Analoog-Digitaal converter moet worden ingelezen.
- AM9513 Timer: De Am9513 System Timing Controller bevat 5 onafhankelijke timers. De timers kunnen met een waarde worden geladen. De waarde moet liggen tussen 1 en 65535. De timer kan de waarde verhogen of verlagen. De snelheid waarmee de waarde verandert is instelbaar. De klokfrequentie bepaalt de bovenste begrenzing van de snelheid. De klokfrequentie die de timer inkomt is 1MHz. De frequentie waarmee de waarde van de timer kan veranderen ligt tussen de 1MHz en 100Hz. De frequenties lager dan de klokfrequentie zijn te verkrijgen door deling van de klokfrequentie. De ontwikkelde procedures zijn:
 - SetTimer : Deze procedure laat de gekozen timer met de gekozen frequentie vanaf de ingegeven waarde met waarde 1 aftellen naar Terminal Count. Dit proces blijft zich herhalen.
 - SetTimerInput : Met behulp van deze procedure kan men, via het toetsenbord, waarden toekennen aan de parameters van SetTimer. Deze parameters met hun functie zijn:
 - counter : Het bepalen van de te gebruiken timer.
 - mode : Het instellen van de frequentie waarmee de timer aftelt.
 - load : Het bepalen van de beginwaarde waarbij de timer moet beginnen af te tellen.

- ReadTimer : Deze procedure leest de waarde van een gekozen timer.
- ReadTimerInput : Met behulp van deze procedure kan men, via het toetsenbord, de waarde toekennen aan de parameter van ReadTimer. Deze parameter met zijn functie is:
 - timer : Het bepalen van de te gebruiken timer.
- StopTimer : Deze procedure laat de gekozen counter stoppen met het telproces. De waarde die de timer had wordt niet bewaard.
- StopTimerInput : Met behulp van deze procedure kan men, via het toetsenbord, de waarde toekennen aan de parameter van StopTimer. Deze parameter met zijn functie is:
 - timer : Het bepalen van de te gebruiken timer.

Beide proeven zullen nu apart worden besproken.

HOOFDSTUK 3

INTERRUPTS

Het voordeel van interrupts is dat het hoofdprogramma zich onder normale omstandigheden niet hoeft bezig te houden met de toestand van de randapparaten. Het hoofdprogramma wordt alleen onderbroken op het moment dat een aangesloten randapparaat een interrupt veroorzaakt. Zodra dat gebeurt wordt gestart met de executie van een service routine. Uiteraard kan de taak van het hoofdprogramma bestaan uit niets doen. Er wordt dan gewacht op het optreden van een interrupt.

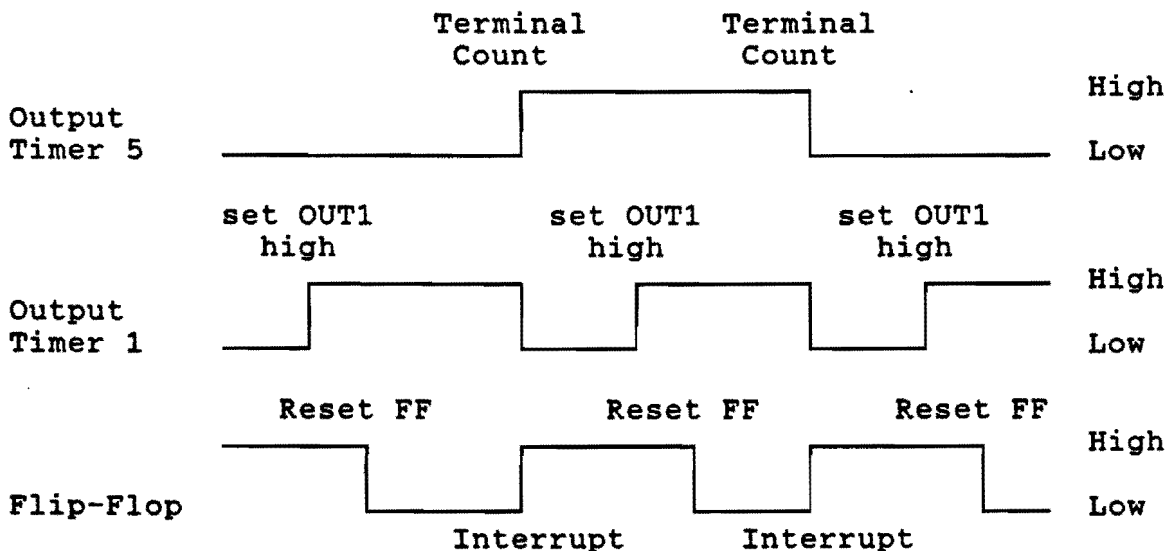
De belangrijkste reden waarom er bij deze proeven voor timer-interrupts werd gekozen is dat dit de enige mogelijkheid is om een bepaald gedeelte van het programma met een bepaalde instelbare frequentie te laten herhalen. De Labmaster kaart biedt vele mogelijkheden om interrupts te leveren aan de processor omdat de verschillende componenten deze kunnen genereren. De interruptlijnen van deze componenten kunnen op verschillende interruptlijnen van de processor worden aangesloten. Verder is het mogelijk om het interruptmechanisme per component aan of uit te schakelen.

Het zodanig programmeren van de timer, zodat deze steeds een interrupt genereerde, was in het begin moeilijk onder de knie te krijgen. Het genereren van interrupts met de AD converter bleek veel eenvoudiger. Het is namelijk mogelijk om de AD converter een interrupt te laten leveren aan het einde van een conversie, de zogenaamde AD Done-interrupt. In het begin is er dan ook gewerkt met deze AD Done-interrupts. Het snel omschakelen van timer-interrupts naar AD-interrupts is vereenvoudigd door een 'interruptschakelaar' te maken buiten de computer. Het genereren van AD-interrupts zal echter niet verder worden besproken. De voor de timer-interrupts gebruikte hardware en de aansturing hiervan zal nu worden behandeld.

De interrupts worden namelijk niet direkt door een timer genereerd, maar dit gebeurt altijd in samenwerking met een flip-flop. Een interrupt ontstaat indien de output van de interrupt flip-flop van laag naar hoog gaat. Dit verspringen van de flip-flop gebeurt indien de output van een timer van hoog naar laag gaat. De voorwaarde voor het ontstaan van de interrupt is dus dat de flip-flop is gereset. Dit resetten dient dus na iedere interrupt te gebeuren. Het resetten van de flip-flop is slechts, met goed gevolg, mogelijk indien het gebeurt wanneer de output van de timer hoog is. Om de interrupts te genereren is gebruik gemaakt van timer 1 en timer 5. De timer die de feitelijke interrupt genereert is timer 1. De frequentie waarmee timer 1 de interrupts genereert is afhankelijk van timer 5. Bij timer 5 is namelijk de tijd tussen twee Terminal Count's instelbaar. Dit is mogelijk door variatie van de ingegeven waarde en door variatie van de frequentie waarmee er vanaf de ingegeven waarde tot Terminal Count wordt afgeteld. Timer 1 wordt na iedere Terminal Count geladen met de waarde 1. Timer 5 is zo aan timer 1 gekoppeld dat de Terminal Count van timer 5 ervoor zorgt dat het loadregister van timer 1 met waarde 1 vermindert. Timer 1 is zo

ingesteld dat indien de waarde hiervan met 1 vermindert de output gaat van hoog naar laag of van laag naar hoog al naar gelang de output respectievelijk hoog was, dan wel laag was. De output van timer 1 stuurt de flip-flop, dus de output van timer 1 moet steeds hoog zijn wanneer de waarde van de timer met 1 vermindert. Na iedere interrupt wordt de output van timer 1 dan ook expliciet hoog gemaakt. Resumerend gebeurt er dus bij het optreden van een interrupt het volgende. De aanleiding tot de interrupt is dat timer 5 komt bij Terminal count. Hierdoor gaat de output van timer 1 van hoog naar laag. Dit heeft weer tot gevolg dat de flip-flop gaat van laag naar hoog waardoor de interrupt wordt gegenereerd. Het feit of een interrupt ook daadwerkelijk door de processor wordt behandeld is afhankelijk van de interrupt-controller.

Figuur 1 geeft een duidelijk overzicht van hetgeen hierboven is beschreven.



figuur 1 : Interruptgeneratie door de 9513Timer

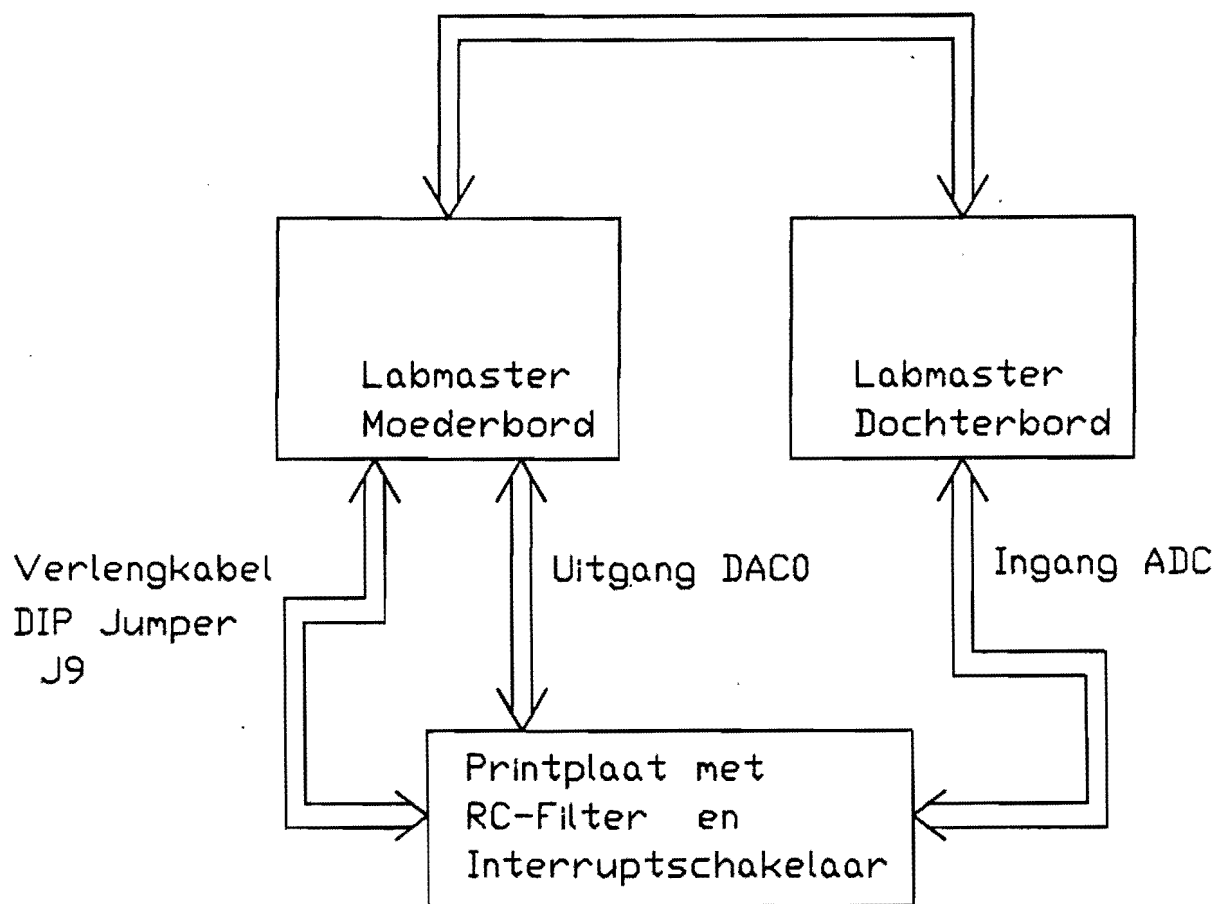
De koppeling van de drie componenten loopt volgens het bovenstaande plaatje behalve na een koude start van de computer. Indien men, na een koude start, een programma, dat timer 5 aan timer 1 koppelt (RCBLOK, RCZAAG, MAINLAB, TESTOUT), voor de eerste keer opstart dan zal de timer 1 niet reageren op de eerste Terminal Count van timer 5. Dit is te zien doordat de output van timer 1 niet verandert (zie programma TESTOUT). De reden waarom deze fout zich voordoet is niet gevonden. Echter als bovenstaande fout zou optreden in de data acquisitie proef of timing proef dan zou dit nog niet tot onjuiste resultaten leiden.

HOOFDSTUK 4

DE DATA ACQUISITIE PROEF

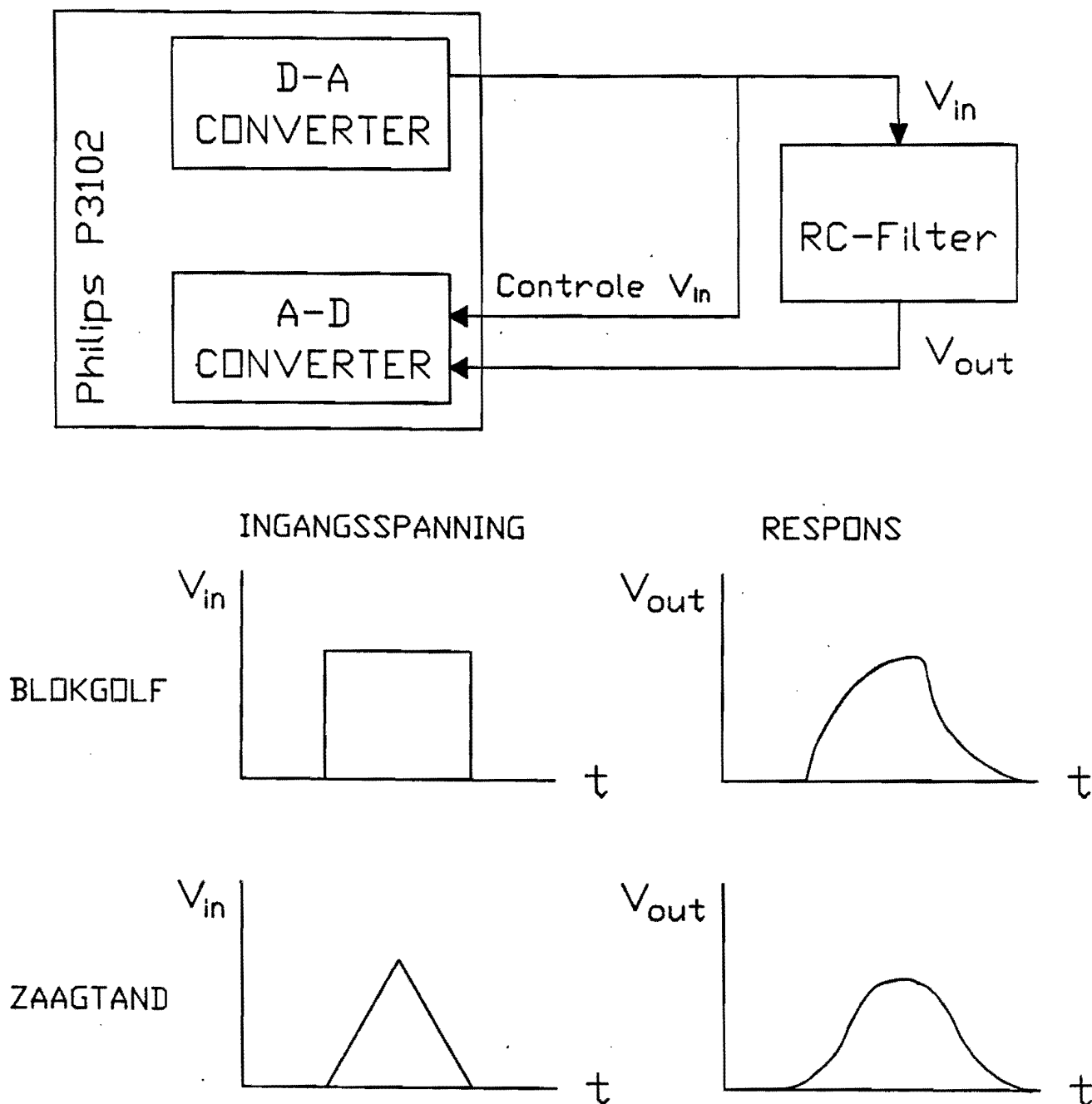
Als voorbeeld voor de besturing van een extern systeem wordt een RC-filter aangestuurd en de respons ervan gemeten. De RC-tijd van het filter is 1 seconde. Het stuursignaal komt uit de DAC 0. Controle van het stuursignaal gebeurt via kanaal 1 van de AD converter. Het meten van de respons van het RC-filter loopt via kanaal 0 d.m.v. bemonstering. Om een constante bemonsteringsfrequentie te garanderen worden er interrupts gegenereerd. Het maken van deze interrupts gebeurt door twee timers (timer 1 en timer 5) aan elkaar te koppelen. Timer 5 zorgt voor een constante bemonsteringsfrequentie terwijl timer 1 de feitelijke interrupt genereert (verder zie hoofdstuk 3).

De gebouwde opstelling wordt door figuur 2 toegelicht.



figuur 2 : Hardware en aansluitingen

Het spanningsverloop wordt duidelijk uit figuur 3.



figuur 3 : spanningsverloop tussen computer en RC-filter

4.1 Beschrijving van de software

De programma's waarmee de data acquisitie proef kan worden uitgevoerd staan in de module's RCBLOK en RCZAAG. De programma's gebruiken de basisprocedures uit de implementatie module LABM. Als ingangssignaal voor het RC-filter wordt er in RCBLOK een blokgolf (DABlok) en in RCZAAG een zaagtand (DAZAag) gebruikt.

Deze buffers bevatten slechts respectievelijk één blokgolf en één zaagtand, waarbij de maximale waarde van de spanning via het toetsenbord kan worden ingevoerd. De maximale waarde moet een positieve waarde zijn. De procedures vullen beide een buffer (DAbuffer) met waarden die door de DA converter moeten worden uitgestuurd. De buffergrootte is afhankelijk van het aantal bemonsteringen dat men wil hebben en de procedures zijn zo geschreven dat indien men het totale aantal bemonsteringen wil verkleinen of vergroten, de procedures niet hoeven te worden veranderd. De procedures zullen apart worden besproken.

- DABlok : In de procedure DABlok heeft $1/4$ van de DAbuffer de waarde 0, $1/2$ van de DAbuffer de waarde gelijk aan het maximum voltage dat men heeft ingegeven en voor het laatste $1/4$ deel van de DAbuffer is de uit te sturen waarde weer 0.
- DAZaag : In de procedure DAZaag ligt deze verdeling voor $1/8$ van de buffergrootte 0, voor $3/8$ van de buffergrootte stijgt de door de DA converter uit te sturen waarde tot het maximale ingegeven voltage, voor $3/8$ van de buffergrootte daalt deze waarde weer tot 0 om vervolgens voor $1/8$ deel van de buffergrootte 0 te blijven.

Naast het DAbuffer is er ook een buffer dat de gemeten waarden bevat (ADbuffer). Zoals reeds vermeldt worden er interrupts gegenereerd. In de interruptroutine vinden er steeds een DA conversie en twee AD conversies plaats. De DA converter biedt een spanning aan aan het RC-filter, afhankelijk van de aangeboden waarde uit het DAbuffer. De AD converter leest de spanning die uit het RC-filter komt in en zet deze waarde in het ADbuffer. De door de DA converter, aan het RC-filter, aangeboden spanning wordt door de AD converter weer ingenomen en in het DAbuffer gezet. De waarde die in het DAbuffer stond wordt overschreven. Dit gebeurt ter controle van de DA converter. Indien het programma de interruptroutine heeft doorlopen wacht het in een wachtlus. Zodra het maximum aantal bemonsteringen is bereikt en dus het ADbuffer volledig is gevuld worden de interrupts van de Labmaster kaart door de processor genegeerd. De waarden die nu in de beide buffers staan worden door de procedure WriteBuffer op het scherm geschreven.

HOOFDSTUK 5

TIMING PROEF

Het leren omgaan met het interruptmechanisme is het belangrijkste doel van de timing proef. De timing proef bestaat uit het maken van een interrupt gestuurde stopwatch. De interrupts worden wederom gegenereerd door koppeling van timer 1 en timer 5. Na iedere interrupt wordt de tijd in de interruptserviceroutine bijgewerkt. Het grote verschil t.o.v. de data acquisitie proef is dat de interrupts nu het programma 'echt' onderbreken. Bij de data acquisitie proef bleef het programma in een wachtlus om de volgende interrupt af te wachten. Het programma in de timing proef is echter steeds bezig om te controleren of er vanaf het toetsenbord een commando wordt gegeven. Ondertussen blijven de timers, en ook de stopwatch, gewoon doorlopen.

De timing proef kan ook worden uitgevoerd met de timer die reeds in de computer aanwezig is. Het gehele programma voor de timing proef is zodanig in procedures opgesplitst dat, indien men wil werken met een andere timer dit mogelijk is na slechts een kleine verandering in het hoofdprogramma.

5.1 Beschrijving van de aanpassing voor de 9513Timer

Het programma waarmee de timing proef kan worden uitgevoerd staat in meerdere module's. Wederom worden de basisprocedures uit de implementatie module LABM gebruikt. Zoals hierboven reeds is vermeld kan men met de timer werken die reeds in de computer aanwezig is of met de timer van de Labmaster kaart. De software van een interrupt gestuurde stopwatch die werkt met interrupts van de interne timer was reeds aanwezig. De veranderingen die nodig zijn om met de timer van de Labmaster kaart de timing proef uit te voeren zullen hier worden besproken. Het gedeelte van het timing programma dat is veranderd om het werken met de timer Labmaster kaart mogelijk te maken staat in de implementatie module 9513Timer. De drie procedures die moeten worden veranderd zijn SetPulsPerTick, Tick en Quit. Met de procedure SetPulsPerTick kan men de frequentie instellen waarmee de interrupts worden gegenereerd. De procedure Tick verhoogt na iedere interrupt de variabele count. In deze procedure moet de flip-flop worden gereset en de interruptvector moet worden veranderd omdat de Labmaster kaart zijn interrupts verzendt via een andere interruptlijn dan de interne timer[Sargent, 1986]. De procedure Quit zorgt ervoor dat de interrupts van de Labmaster kaart door de processor worden genegeerd en dat de timers stoppen. Verder moet de interruptserviceroutine ook aangepast worden omdat de interrupt die van de Labmaster kaart komt een andere prioriteit heeft dan die van de interne timer[Sargent, 1986]. Het hoofdprogramma staat, in licht gewijzigde vorm, in de module MAINLAB. Logisch is dat de beide veranderde procedures nu uit 9513Timer moeten worden geïmporteerd. De interruptcontroller dient nu de interrupts van de Labmaster kaart door te laten.

5.2 Beschrijving van de timing proef

De beschrijving van de timing proef zal gebeuren aan de hand van de module MAINLAB.

Na het opstarten van het programma wacht deze op de invoer van de letter 'b' alvorens de door de timer gegenereerde interrupts aan de processor worden doorgelaten. Nu wordt de tijd 0: 0. 0 op het scherm geschreven. Deze representatie is als volgt minuten: seconden. honderdste van seconden. Achter deze tijd staat TIME. Timer 5 is zo gekoppeld aan timer 1 dat de flip-flop iedere 10msec een interrupt genereert. Na het intypen van de letter 's' wordt de tijd op het scherm zichtbaar gemaakt. Achter deze tijd staat START. Na iedere interrupt wordt er in de interruptserviceroutine de variabele count met 1 verhoogd. De tijd die op het scherm wordt geschreven wordt bijgehouden in de variabele stopWatchTime. Dit is eigenlijk een softwarematig gekorrigeerde waarde van de variabele count. Indien de stopwatch stilstaat worden er toch interrupts aan de processor doorgelaten, dus de waarde die count heeft wordt toch steeds verhoogd. De waarde die de variabele stopWatchTime heeft is dus de waarde van de variabele count min de waarde die de variabele count is toegenomen toen de stopwatch stil moest staan. De waarde die de variabele stopWatchTime heeft wordt door de procedure ConvertToTime steeds omgeschreven naar een bovenstaande representatie voor de tijd en op het scherm gezet. Het schrijven van een nieuwe tijd op het scherm gebeurt over de oude tijd heen. Dit proces kan op twee manieren worden onderbroken en wel door het invoeren van de letter 'l' of de letter 's'. Het intypen van de letter 'l' heeft tot gevolg dat er een tussentijd op het scherm verschijnt. Achter deze tijd staat LAP. De stopwatch loopt gewoon door en de representatie van de tijd op het scherm gaat door op de volgende regel. Invoer van de letter 's' doet de stopwatch stoppen. De tijd blijft op het scherm staan. Achter deze tijd staat STOP. Alvorens men de stopwatch weer start is er de mogelijkheid om deze te resetten. Dit kan men doen door de letter 'r' in te typen. Het gevolg is dat de waarde van de variabele stopWatchTime 0 wordt, en er verschijnt RESET op het scherm. Tijdens het gehele programma verloop is het mogelijk om de interrupts door de processor te laten negeren en daarmee het programma te stoppen. Het intypen van de letter 'q' maakt het voorgaande mogelijk.

HOOFDSTUK 6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De mogelijkheden van de Labmaster kaart, vooral wat de 9513Timer betreft, zijn legio. De hier ontwikkelde basisprocedures voor de aansturing van de Labmaster kaart zijn dan ook duidelijk geënt op het gebruik binnen de twee uitgewerkte proeven en dragen er verder toe bij tot het verkrijgen van inzicht in de werking van de componenten van de Labmaster kaart binnen deze proeven. Met deze basisprocedures is het voor de practicanten dan ook eenvoudig om de verschillende componenten aan te sturen zonder dat dit een gedetailleerde kennis van de werking van deze componenten vereist en waarbij toch duidelijk wordt hoe de componenten werken in deze twee proeven.

De data acquisitie proef laat duidelijk zien hoe men met de computer een extern systeem, dat slechts reageert op een analoog signaal, kan aansturen. Het bemonsteren van een continue analoog signaal met een stabiele frequentie blijkt m.b.v. interrupts goed mogelijk.

De timing proef heeft als doel het leren omgaan met het interruptmechanisme. Uit deze proef blijkt dat het hoofdprogramma precies op het juiste moment kan worden onderbroken door het gebruik van interrupts.

Doordat het uitwerken van de totale onderzoeksopdracht niet viel binnen het tijdsbestek dat hiervoor wordt aangenomen, is de besturing van een Fishertechniek lift hier buiten beschouwing gelaten. Aan het plotten en het interpreteren van de respons (zie data acquisitie proef) is eveneens geen aandacht geschonken.

Opmerking over de Labmaster handleiding:

- De bij de Labmaster kaart behorende handleiding is vaak een bron van problemen i.v.m. de inconsequente en summiere beschrijvingswijze en zelfs onvolkomenheden. Een aanvulling van de handleiding in de vorm van een elektrisch schema zou het geheel sterk verduidelijken.

Opmerking alvorens gebruik Labmaster kaart:

- Aanbevolen wordt om de DA converter iedere 6 maanden te calibreren. Indien men een andere Output Range kiest dient men direkt te calibreren. Indien de DA converter correct is ingesteld kan de controle van het stuursignaal achterwege blijven (zie data acquisitie proef). Voor uitvoering calibratie zie Labmaster handleiding blz. 23.

Enige opmerkingen bij gebruik basisprocedures:

- De Labmaster kaart dient voor ieder gebruik te worden geïnitieerd m.b.v. de procedure Init.

- Zorg ervoor dat iedere timer die wordt gestart ook weer wordt gestopt. Iedere timer die men opstart via de procedure SetTimer blijft namelijk 'eeuwig' door lopen.
- De DA converter heeft een bipolaire Output Range echter de AD converter heeft slechts een positieve Input Range.

Opmerking over de Data acquisitie proef:

- Alvorens de data acquisitie proef wordt uitgevoerd dient men te controleren of de flatcable's goed zijn aangesloten en of de interruptschakelaar in de juiste stand staat.

Opmerking over de Timing proef:

- Alvorens de timing proef wordt uitgevoerd dient men te controleren of de interruptschakelaar in de juiste stand staat.

HOOFDSTUK 7

LITERATUUR

Beek D.A. van,
Onderzoek data acquisitie kaarten (1987).

Christian K.,
A guide to Modula-2,
Springer Verlag, New York (1986).

Ford G.A., Wiener R.S.,
Modula-2: A software development approach,
J. Wiley & Sons, New York (1985).

Labmaster: Installation Manual, User's Guide,
Scientific Solutions, Solon (1985).

Messer P.A., Marshall I.,
Modula-2: Constructive program development,
Blackwell Scientific Publications, Oxford (1986).

Rooda J.E., Boot W.C.,
Procescomputers: Basisbegrippen,
Academic Service, Den Haag (1984).

The Am9513A/Am9513 System Timing Controller
Advanced Micro Devices, Sunnyvale (1984).

Sargent M., Shoemaker R.L.,
The IBM personal computer from the inside out,
Addison-Wesley, Amsterdam (1986).

INHOUDSOPGAVE BIJLAGE

| | | |
|-----------|--|----|
| BIJLAGE 1 | : DEFINITIE MODULE LABM | 20 |
| BIJLAGE 2 | : BESCHRIJVING COMPUTER EN LABMASTER KAART | 22 |
| BIJLAGE 3 | : SPECIFICATIES VAN DE LABMASTER KAART | 24 |
| 3.1 | : Digitaal-Analoog Converter | 24 |
| 3.2 | : Analoog-Digitaal Converter | 24 |
| 3.3 | : AM9513 Timer | 24 |
| BIJLAGE 4 | : JUMPERINSTELLING VAN DE LABMASTER KAART | 25 |
| 4.1 | : Labmaster Moederbord | 25 |
| 4.1.1 | : Adressering | 25 |
| 4.1.2 | : Digitaal-Analoog Converter | 26 |
| 4.1.3 | : Input en Output | 26 |
| 4.1.3.1 | : Digitaal-Analoog Converter | 26 |
| 4.1.3.2 | : Verbinding Dochterbord | 26 |
| 4.1.4 | : Interrupts | 26 |
| 4.2 | : Labmaster Dochterbord | 27 |
| 4.2.1 | : Analoog-Digitaal Converter | 28 |
| 4.2.2 | : Input en Output | 28 |
| 4.2.2.1 | : Analoog-Digitaal Converter | 28 |
| 4.2.2.2 | : Verbinding Moederbord | 28 |
| BIJLAGE 5 | : PRINTPLAAT MET RC-FILTER | 29 |

BIJLAGE 1

DEFINITIE MODULE LABM

Deze bijlage bevat de basisprocedures voor de Labmaster kaart.

```
DEFINITION MODULE LABM ;
```

```
FROM SYSTEM IMPORT BYTE ;
```

```
EXPORT QUALIFIED (* proc *)
    Init, SetTimer, SetTimerInput, ReadTimer,
    ReadTimerInput, StopTimer, StopTimerInput,
    WriteDA, WriteDAInput, StartAndReadAD,
    StartAndReadADInput,
    (* type *)
    Interrupt, Timerselect, Dacselect,
    Adcselect,
    (* const *)
    modeTC, modelu, model10u, model100u,
    modelm, model10m;
```

```
CONST modeTC          = {}          ;
    (* timerwaarde van timer N verandert nadat de timer N-1 *)
    (* bij TC komt *)
    modelu             = {3, 1, 0}   ;
    (* timerwaarde verandert iedere usec *)
    model10u           = {3, 2}     ;
    (* timerwaarde verandert iedere 10usec *)
    model100u          = {3, 2, 0}   ;
    (* timerwaarde verandert iedere 100usec *)
    modelm             = {3, 2, 1}   ;
    (* timerwaarde verandert iedere msec *)
    model10m           = {3, 2, 1, 0};
    (* timerwaarde verandert iedere 10msec *)
```

```
TYPE Interrupt        = (NoInt, TimerInt, DaInt);
    Timerselect       = (timer1, timer2, timer3, timer4, timer5);
    Dacselect         = (dac0, dac1);
    Adcselect         = [0..15];
```

```
PROCEDURE Init (int : Interrupt);
```

```
PROCEDURE SetTimer (counter : Timerselect;
                    mode     : BITSET      ;
                    load     : CARDINAL    );
```

```
PROCEDURE SetTimerInput (VAR counter : Timerselect;
                        VAR mode     : BITSET      ;
                        VAR load     : CARDINAL    );
```

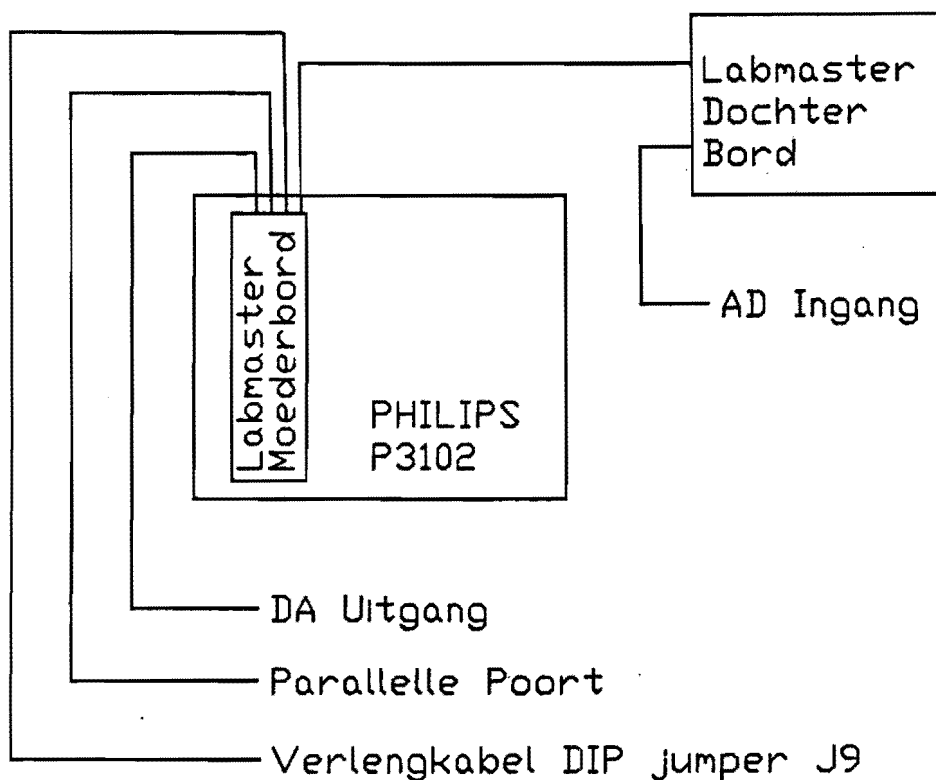
```
PROCEDURE ReadTimer (counter : Timerselect): CARDINAL;
```

```
PROCEDURE ReadTimerInput (VAR counter : Timerselect);
PROCEDURE StopTimer (counter : Timerselect);
PROCEDURE StopTimerInput (VAR counter : Timerselect);
PROCEDURE WriteDA (dac    : Dacselect;
                  value : INTEGER );
PROCEDURE WriteDAInput (VAR dac    : Dacselect;
                       VAR value : INTEGER );
PROCEDURE StartAndReadAD (kanaal : Adcselect): INTEGER;
PROCEDURE StartAndReadADInput (VAR kanaal : Adcselect);
END LABM.
```

BIJLAGE 2

BESCHRIJVING COMPUTER EN LABMASTER KAART

Als centrale sturings en verwerkingsstation is een Philips PC gebruikt (512Kb RAM, 10Mb hard disk, 360Kb floppy disk, monochrome beeldscherm, parallelle en seriële poort, 4 vrije slots). De Labmaster kaart bestaat uit een moederbord en een dochterbord. De layout van de computer en de Labmaster kaart is in figuur 4 weer-gegeven.



figuur 4 : de layout

Het Labmaster moederbord is aangesloten via een van de vrije slots in de PC in de IO Mapped mode d.w.z. dat de communicatie tussen de CPU en het moederbord geschiedt via het verzenden van byte's naar IO adressen en het binnenhalen van byte's uit bepaalde IO adressen. Het dochterbord wordt aan het moederbord gekoppeld via een flatcable waardoor de stuursignalen en de voeding komen.

De Labmaster kaart heeft 16 opeenvolgende adressen. Het begin adres dient zo te worden ingesteld dat het past binnen de vrije te adresseren ruimte die de PC biedt en zó dat er niet 2 interface kaarten hetzelfde adres gebruiken. Het gekozen beginadres is 71F Hex.

De meest essentiële componenten op het Labmaster moederbord zijn 2 DA converters, 1 AM9513 timerchip en 1 INTEL 8255 paral-

lelle poort. Bij het dochterbord vormt de AD converter de belangrijkste component. Deze componenten zullen nu verder worden besproken.

BIJLAGE 3

SPECIFICATIES VAN DE LABMASTER KAART

3.1 Digitaal-Analoog Converter

- 12-bits Resolutie
- 5msec Settling Time
- Output Range is instelbaar
- Two's complement input
- De ingegeven waarde blijft in een register staan tot er een nieuwe waarde wordt ingegeven zodat de overeenkomende analoge spanning continue op de uitgang blijft staan

3.2 Analoog-Digitaal Converter

- 16 single ended input kanalen
- 12-bits Resolutie
- 30 kHz conversion rate standard
- Input Range is instelbaar
- Afhankelijk van de Input Range is de output binair of two's complement
- Indien een conversie is beeindigt dan kan er een interrupt worden gegenereerd

3.3 AM9513 Timer

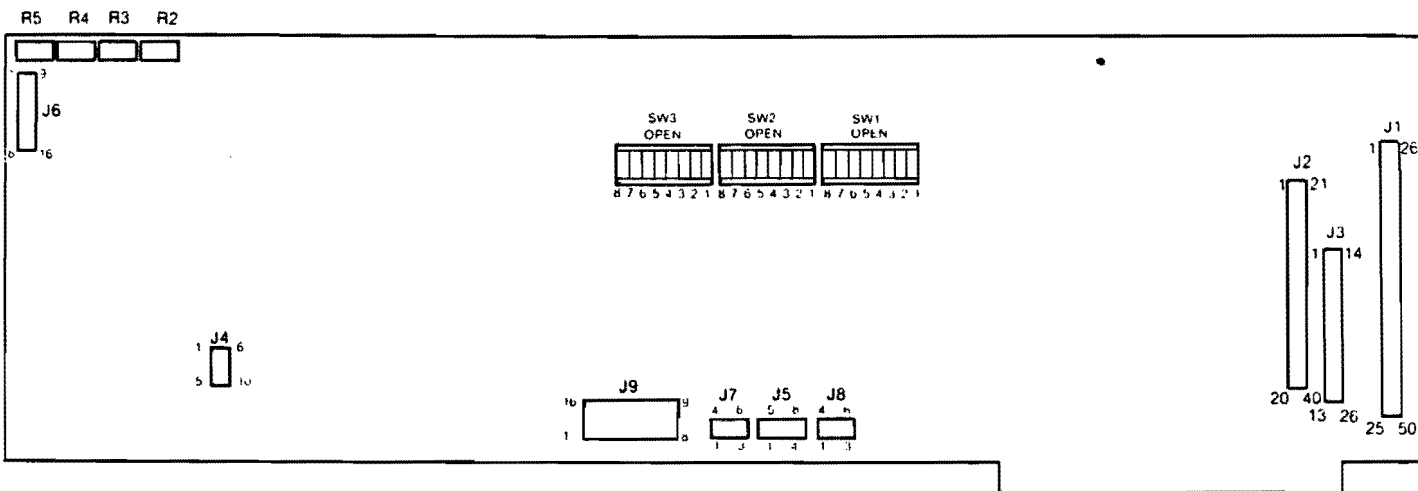
- 5 onafhankelijke 16 bits counters
- Mogelijkheid tot genereren van interrupts

BIJLAGE 4

JUMPERINSELLING VAN DE LABMASTER KAART

Als een schakelaar open staat is dat bit hoog, indien deze gesloten is dan is het bit laag.

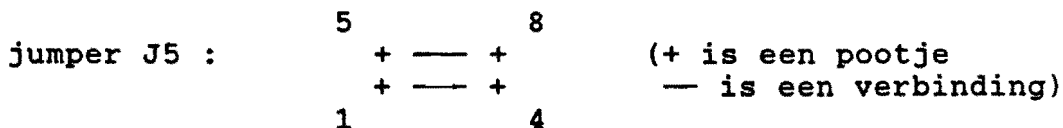
4.1 Labmaster Moederbord (zie figuur 5)



figuur 5 : het Labmaster moederbord

4.1.1 Adressering

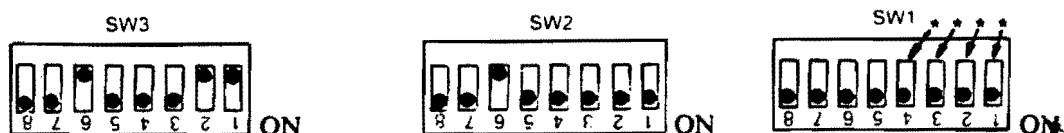
M.b.v jumper J5 is de IO Mapped mode ingesteld



De keuze van het beginadres van de Labmaster kaart gebeurt m.b.v. SW1, SW2 en SW3 (Ieder omvat acht schakelaars). Om aan te geven dat een schakelaar open is wordt het nummer van die schakelaar achter SW1, SW2 of SW3 gezet. In de IO Mapped mode worden alleen SW2-1 t/m SW2-6 en SW3-1 t/m SW3-6 gebruikt. Iedere schakelaar komt overeen met een bit in het beginadres van de Labmaster kaart. De hexadecimale waarde die behoort bij een open schakelaar is als volgt :

| schakelaar | hexadecimale waarde |
|------------|---------------------|
| SW3-6 | 10 |
| SW3-2 | 100 |
| SW3-1 | 200 |
| SW2-6 | 300 |

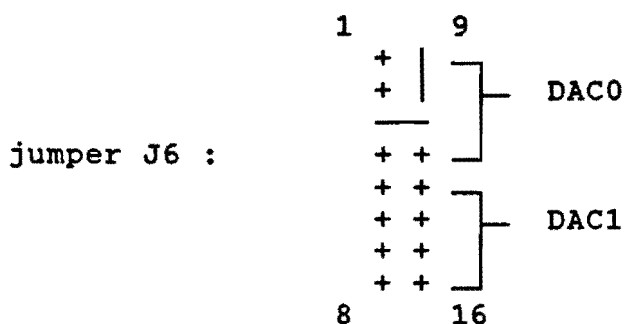
Figuur 6 geeft weer hoe het er op het moederbord komt uit te zien.



figuur 6 : schakelaarstanden op SW2 en SW3

4.1.2 Digitaal-Analoog Converter

De Output Range van de DA converters wordt m.b.v. jumper J6 ingesteld. De Output Range van DAC0 is $\pm 10V$. DAC1 wordt niet gebruikt. De instelling is als volgt:



4.1.3 Input en Output

4.1.3.1 Digitaal-Analoog Converter

Connector J4 bevat de output van de twee DA converters en aarde.



4.1.3.2 Verbinding Dochterbord

De verbinding van het Labmaster moederbord en het dochterbord gaat via connector J1.

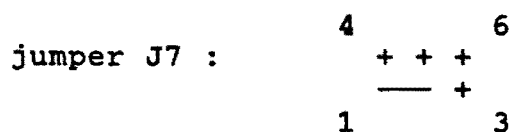
4.1.4 Interrupts

Het doorleiden van verschillende interruptbronnen op de Labmaster kaart via verschillende interruptrequestlijnen naar de computer gaat m.b.v. jumper J9.

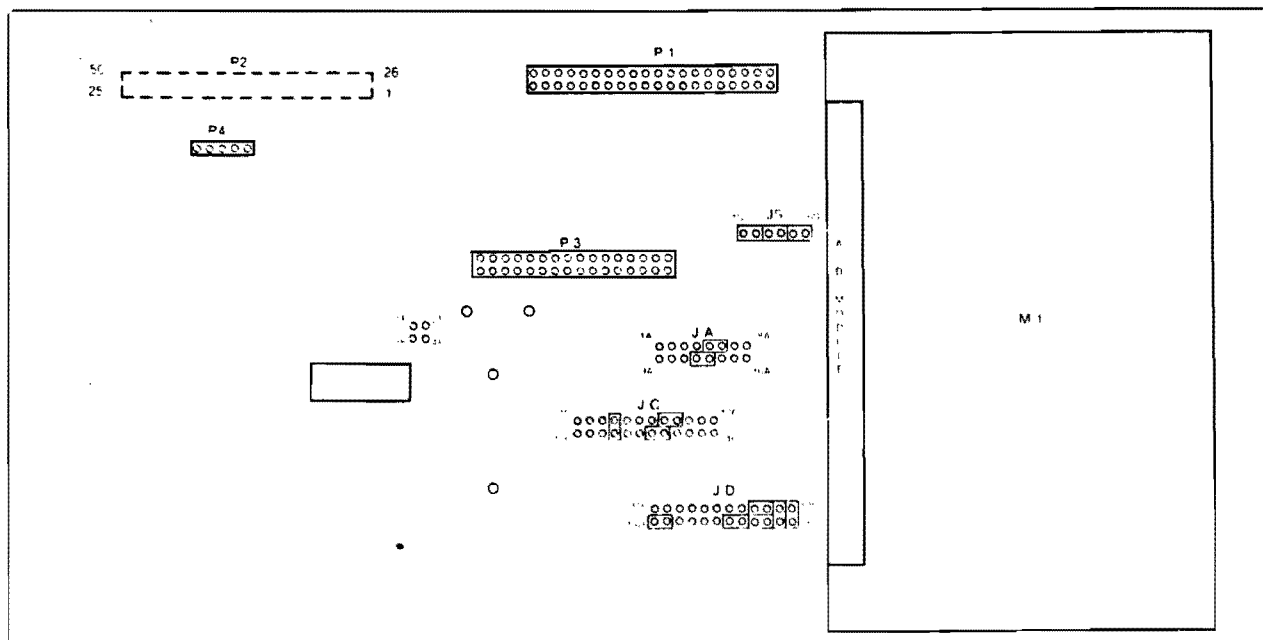
| | | | |
|---------------------------------------|----|---|------|
| | 9 | 8 | |
| NOT USED | + | + | |
| INTERRUPT ON ANY OF THE BELOW SOURCES | + | + | IRQ7 |
| EITHER PARALLEL PORT | + | + | IRQ6 |
| PARALLEL PORT A | + | + | IRQ5 |
| PARALLEL PORT B | + | + | IRQ4 |
| TIMER INTERRUPT | + | + | IRQ3 |
| A TO D OVERRUN | + | + | IRQ2 |
| A TO D DONE | + | + | |
| | 16 | 1 | |

De jumper J9 is met een flatcable buiten de computer gebracht. Door een schakelaar te bedienen, die op de printplaat zit, kan men of interrupts van de timer of interrupts van de AD converter (AD Done) via IRQ2 doorleiden naar de computer.

M.b.v. jumper J7 kan men bepalen van welke timer de interrupt moet worden doorgeleid. Hier is gekozen voor timer 1.



4.2 Labmaster Dochterbord (zie figuur 7)



figuur 7 : het Labmaster dochterbord

4.2.1 Analooq-Digitaal Converter

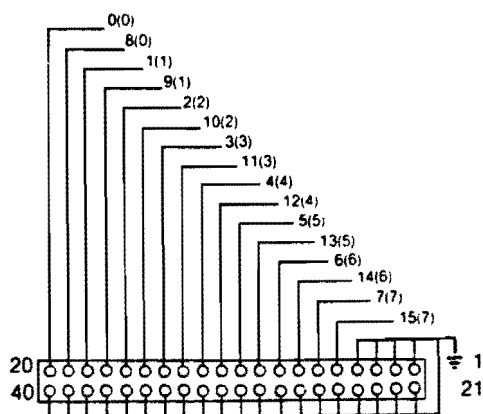
De Analooq-Digitaal Converter ingesteld voor:

- Single Ended Inputs
- Input Range $\pm 10V$
- Two's Complement Output

4.2.2 Input en Output

4.2.2.1 Analooq-Digitaal Converter

Connector P1 bevat de 15 Input kanalen van de AD converter en aarde (zie figuur 8).



figuur 8 : de connector P1

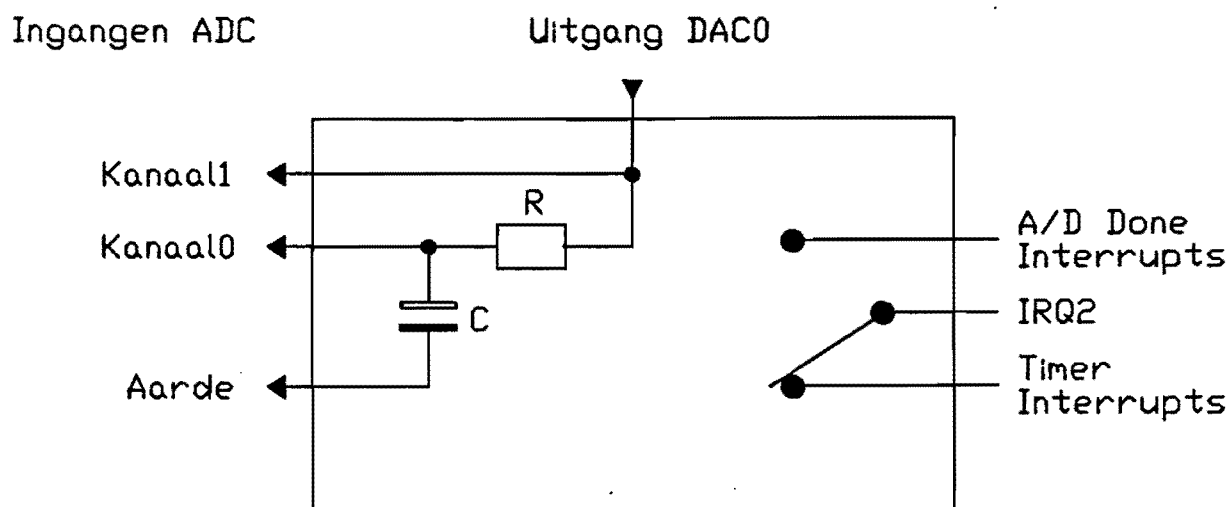
4.2.2.2 Verbinding Moederbord

De verbinding van het Labmaster dochterbord en het moederbord gaat via connector P2.

BIJLAGE 5

PRINTPLAAT MET RC-FILTER

Voor de data acquisitie proef is een RC-filter ontworpen en op een printplaat gebouwd. Deze printplaat bevat tevens de interruptschakelaar waarmee interrupts van de timer of van de AD converter kunnen worden doorgeleid naar IRQ2. De gekozen RC tijd van het filter is 1 sec. Dit is gedaan met een weerstand van 100KOhm. De condensator is van het tantaal type en heeft een capaciteit van 10 μ Farad. Figuur 9 toont de printplaat met hetgeen erop is aangebracht.



figuur 9 : de printplaat