

Fysische experiment besturing

G.W. van Apeldoorn

Nikhef

B.Bruidegom

Amstel Instituut

Amsterdam

December 3, 2004

1 Opbouw van de cursus

De cursus bestaat uit twee delen:

In het eerste deel leert U de basis technieken kennen en in het tweede deel kiest U een experiment om te besturen. Over dit experiment houdt U op de laatste dag van de cursus een power point presentatie van een kwartier tot een half uur. Deze tijd zal afhangen van het aantal deelnemende studenten en de leiding van de cursus.

Het eerste deel duurt 5 tot 7 dagen , de totale cursus heeft een lengte van 15 dagen, waarvan de laatste dag voor presentaties gebruikt zal worden.

De experimenten worden bestuurd door een microprocessor. Deze microprocessor hangt via een rs232 lijn aan de pc. Met deze rs232 lijn kan men ze programmeren en als ze geprogrammeerd zijn , kan men de microprocessor besturen via deze rs232 lijn. Dit besturen kan men met een rs232 terminal emulator doen, zoals teraterm of met een programma. Teraterm gebruikt men alleen voor het testen en leren kennen van de microprocessor. Voor de experiment besturing zal de programmeer omgeving labwindows/CVI gebruikt worden. Deze programmeer omgeving heeft ook goede grafische hulpmiddelen.

De handleidingen staan allemaal op het web. De opdrachten voor het eerste en tweede deel staan in deze handleiding.

1.1 De basistechnieken

Eerst zal ik een korte opsomming geven van de benodigde basis technieken. Voor deze cursus is het van belang dat

men op de hoogte is van de programmeer taal ansi c. Als men geen kennis heeft van c, dan is het zeer moeilijk deze cursus te volgen.

We beginnen de cursus met een aantal opdrachten uit de cursus van Robotica Systemen .

Deze cursus staat op het web op :

staff.science.uva.nl/~benb/RoboticaSystemen/index.htm

Hiervan doen we de introductie opdracht(Introductory assignment) en de i2c opdracht (assignment i2c).

Hierna gaan we ons bekwamen in het programmeren met labwindows/CVI. CVI is een afkorting van c for virtual instruments. Dit programma is een broertje van labview. Het heeft ook ongeveer dezelfde grafische mogelijkheden. Een website met een goede intro op dit programma staat op:

/~benb/Embedded_systems/IntroCVI/CVI_handshake.html

onder *staff.science.uva.nl/*

Deze link is ook te vinden in de laatste opdracht van de Robotica Systemen cursus. Voorts zal de cursus leider bijna iedere ochtend in de eerste week inleidingen en demo's houden ter lering ende vermaak.

Om vertrouwd te raken met de communicatie tussen de pc en de microprocessor, dienen de volgende opdrachten te worden uitgevoerd:

- Maak een CVI programma dat een sinus op een grafiek tekent.
- Maak in de microprocessor een programma dat na ontvangst van het getal n van een cvi programma , de getallen 0 tot n-1 teruggeeft. Het programma moet

dit kunnen voor 16 bits getallen en maak hierbij in CVI een programma dat het getal n naar de microprocessor stuurt en de getallen 0 t/m $n-1$ ophaalt uit de microprocessor en weergeeft.

2 Een overzicht van de beschikbare experimenten

Voor alle experimenten geldt dat er een microprocessor programma is dat de opstelling direct bestuurt en dat het uitlezen en besturen van de microprocessor geschiedt met een CVI programma.

2.1 De electrolytische trog

Dit is een experiment (zie fig 1) waarmee men 2 dimensionaal elektrische veld configuraties kan meten. Deze methode is rond 1940 ontwikkeld door Philips om elektrische velden te bepalen in o.a. radio buizen en fotomultipliers. Als voorbeeld neem ik de vlakke plaat condensator. In een platte grote bak met water leg ik twee geleidende koperen rechte staven op enige afstand van elkaar en parallel aan elkaar. Deze staven stellen de elektroden van de condensator voor. De afstand tussen de staven is de afstand tussen de condensator platen en de lengte van de staven is het oppervlak van de condensator platen. De ene staaf wordt geaard en de andere wordt op een wissel spanning gezet. Ergens boven de elektroden hangen we een pickup electrode op. De grootte van het opgepikte signaal is een maat voor de elektrische potentiaal in dat punt. Dit experiment gaan we besturen met een microprocessor. De microprocessor wordt weer bestuurd door een CVI programma met een mooie lay-

out. De positie van de pickup draad wordt bestuurd door twee stappen motoren.

De bedoeling is dat U een microprocessor programma maakt dat dit apparaat bestuurt en dat U plaatjes kunt maken van de elektrische velden. Het microprocessor programma moet worden bestuurd met CVI.

2.2 Het oscillerende fiets wiel

Dit experiment (zie fig 2) bestaat uit een fietswiel dat vrij opgehangen is. Aan de buitenkant van het fietswiel zit een gewichtje. Door dit gewichtje kan het fietswiel een oscillerende beweging gaan uitvoeren rond zijn as. Op de as van het fietswiel zitten fotocellen die de positie van het wiel aflezen. Ze geven niet de absolute positie maar ze geven na elke zoveel graden een pulsje af. Uit het fase verschil van de pulsjes volgt de bewegings richting. Een derde fotocel geeft alleen een pulsje af als het wiel bij nul is. De bedoeling van dit experiment is dat zodra je het wiel een zet geeft en het gaat slingeren, je de positie en snelheid tegen de tijd uitzet. Met de microprocessor lees je de tijden en posities uit , die U op een file kan wegschrijven en naderhand kan analyseren met mathematica. B.v. bepaal het traagheidsmoment van het wiel.

2.3 De slinger

Dit experiment (zie fig 3) bestaat uit een verticale slinger. Op de as van de slinger zit een schijf die in een code de hoek van de slinger geeft. Aan de slinger hangt een bakje en bovenaan de slinger zit een magneet waaraan een metalen

balletje gehangen kan worden. Met een programma leest men deze slinger uit. Men bepaalt de positie als functie van de tijd. In de microprocessor maakt men een code die ervoor zorgt dat hij bepaalt wanneer het balletje moet worden losgelaten om in het bakje te belanden. Ook moeten er curves gemaakt worden van de positie en snelheid als functie van de tijd.

2.4 De vallende bal

Dit experiment (zie fig 4) meet op 6 posities de tijd waarop een bal de fotosensor passeert. Uit het moment waarop de bal wordt losgelaten en de tijden waarop de bal de diverse fotosensoren passeert, kan men de gravitatie constante g bepalen. De bedoeling is dat men ook een curve maakt van de hoogte als functie van de tijd. Omdat er ballen zijn met diverse gewichten, kan men ook de invloed van het gewicht bepalen, hetgeen alleen maar waar is in lucht.

2.5 De wet van Faraday

Dit experiment is een directe test van de wet van Faraday. Als een magneetje valt door een spoel, dan wordt in de spoel een stroompulsje opgewekt. Het experiment bestaat uit een buis met drie spoelen erop. Door de buis kan men een permanente magneet laten vallen die de stroompulsjes maakt. Met een scoop kan men de vorm van de pulsen meten en zien of dit klopt. Ook met een adc kan men de pulsen meten als functie van de tijd. Maak deze pulsen in grafiek zichtbaar en bepaal de snelheden van de magneten in de spoelen. Hoe goed klopt dit met vacuum? Welke

afwijkingen en waarom?

2.6 De lucht kussen baan ofwel beweging bij lage wrijving

Dit experiment bestaat uit een lange (3m) metalen rail , waarop wagentjes glijden op een lucht kussen. Met een ultrasone sensor kan de positie van de wagentjes worden bepaald. Aan de beide uiteinden van de wagentjes zitten veren, zodat aan het einde van de rail de wagentjes van richting omkeren. Met de microprocessor kan men dit experiment besturen. Met cvi bestuurt men de microprocessor en maakt men een file en grafiek van de positie tegen de tijd. Ook kan men de geluidssnelheid meten met dit experiment.

2.7 Ultrasoon geluid in water

In dit experiment (zie fig 5) wordt de reflectie van ultrasoon geluid aan objecten getest. Een sensor die geluid uitzendt en weer opvangt, wordt door het water bewogen om een tweedimensionaal beeld te maken van het object waarop het geluid reflecteert. De bedoeling is om de stappen motoren van het experiment te besturen en de tijd te meten tussen reflectie en invallende golf op veel posities. Uit deze tijd en de looptijd van het geluid volgt de afstand van het voorwerp tot de sensor en dus de vorm. Dit is het principe van de ultrasone scan in ziekenhuizen.

2.8 Ultrasone scan in lucht

In dit experiment (zie fig 6) wordt ultrasoon geluid in lucht gebruikt om de afmetingen van een gebied te bepalen. De

ultrasone sensor zit op een verticale as die rondgedraaid kan worden met een stappen motor. Bij iedere stand van de motor kan men de tijd bepalen tussen reflectie en uitgaande geluidsgolf. Uit deze tijd volgt de afstand als men de geluidssnelheid kent. De bedoeling is om een plot van de omgeving te maken .

2.9 Twee gekoppelde gelijkstroom motoren

Dit experiment (zie fig 7) bestaat uit twee gelijkstroom motoren. Beide motoren zijn uitgerust met een wiel met gaatjes erin. Op elk wiel zit een licht sensor die naar een lampje kijkt door de gaatjes. Uit het puls patroon van de lichtsensoren, volgt de snelheid van de wielen. Er is nog een derde lichtsensor die alleen licht ziet als de gaatjes precies gelijk lopen. Het gaat er in dit experiment om om eerst te zorgen dat beide motoren ieder met een tegenkoppeling stabiel en nauwkeurig lopen. Als dat gelukt is, moet men proberen ze gelijk te laten lopen. Men moet grafieken maken van de snelheid tegen de tijd. Hieruit kan men zien hoe goed de tegenkoppeling werkt.

2.10 De adem analysator

Met de adem analysator kan men de snelheid van uitgeademde lucht meten. De analysator bestaat uit een buis waarin een ventilator zit die door de luchtstroom aangedreven wordt. Met twee lichtsensoren is de snelheid en richting te meten. Uit de draaisnelheid volgt de luchtstroom in liters per uur. Men kan nu iemenad laten blazen door de buis en het aantal liters per seconde uit en ingeademde lucht laten zien als

functie van de tijd. Deze curve is zeer karakteristiek voor iemands gezondheid en longinhoud.

2.11 De zwevende bal

Dit experiment (zie fig 9) bestaat uit een verticale buis met een lichte grote bal erin. Onderin de buis zit een ventilator die lucht naar boven kan laten stromen. De snelheid van deze ventilator kan men regelen met puls width modulation. Bovenop de buis zit een klep die men meer of minder open kan zetten. Ook met deze klep kan men de luchtstroom regelen. Langs de buis zitten een aantal lichtsensoren die bepalen waar de bal is . Het is nu de bedoeling om een programma te maken waarbij men een hoogte opgeeft en dan de bal kan laten zweven op de gewenste hoogte.

2.12 De drie robots

In dit practicum is de mogelijkheid om met een robot te spelen. Er zijn drie dezelfde robots uitgerust met infra rode sensoren. De robots worden aangedreven met twee wielen. Beide wielen kunnen apart worden bekrachtigd zowel voorwaarts als achterwaarts.

In de robot zit een programmeerbare microprocessor de 16F877. De bedoeling is nu om een programma te maken dat de robot bestuurt en uitgaande van zijn mogelijkheden de robot iets laat doen. Met de IR sensoren kan men de robot een lijn laten volgen. De bedoeling is dat er eerst een programma wordt gemaakt om met de robot te communiceren, d.w.z dat men zijn sensoren kan uitlezen en testen. Het is de bedoeling dat men een CVI programma maakt dat

een sensor van de robot uitleest en er een respons plaatje van maakt. Het is ook belangrijk om te meten wat de respons is van de diverse sensoren en om dit ook in beeld te brengen met grafieken b.v..

Voordat men met de robots gaat werken dient men eerst de gebruikers handleiding goed door te lezen. Daarna moet men de nodige software installeren. Men installeert deze op de N schijf. Het gaat hier om het hemisson operating systeem. Dit is te vinden op

www.science.uva.nl/~edwin

Hier selecteert men downloads en in downloads haalt men de file met HemiOS 1.41 binnen op de n schijf op een zelf te bepalen plaats. Van de cdrom die bij de robot zit haalt men het upload programma wat men ook op de N drive moet installeren. Dit programma is het equivalent van Picprog. Het upload programma wordt gebruikt om de hex file in de robot processor te krijgen via de rs232 lijn. Als men dit upload programma draait staat er meestal een raar getal in de baudrate . Dit getal heeft geen betekenis. Met het teraterm programma stelt men de baudrate van de com poort op 115200 baud.

Bij de robots is ook nog een eendimensionaal oog en een ultrasone sensor. Deze items kunnen op alledrie de robots gezet worden en gebruikt worden. Ook hier is het nuttig om de werking van de componenten te testen en met grafieken te onderbouwen.

3 Appendix

3.1 De stappen motor

In figuur 11 ziet U een schema van de spoelen in een stappenmotor. De stappenmotoren op dit practicum hebben alle 4 spoelen. In het schema ziet U hoe de spoelen worden aangestuurd. Het enige dat U moet weten is met welke volgorde van pulsen op de ingangen van deze electronica de spoelen moeten worden aangestuurd. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

Coilstep	coil 1	coil 2	coil 3	coil 4
0	on	off	off	off
1	on	on	off	off
2	off	on	off	off
3	off	on	on	off
4	off	off	on	off
5	off	off	on	on
6	off	off	off	on
7	on	off	off	on

3.2 De rs232 parameters

De poort in een pc heet com poort. Deze pc's hebben 2 compoorten 1 en 2.

De compoorten hebben de volgende parameters:

De baudrate , het aantal bits, pariteits check, het aantal stopbits.

Wij nemen voor de compoort de volgende getallen:

Baudrate=9600, dit betekent 9600 bits per seconde. 8 bits en 1 stopbit en geen pariteits check.

In de cvi library zitten open/close functies waarin deze parameters gezet kunnen worden. Ook de lees en schrijf functies zitten in de cvi library. Zij heten ComRd() en ComWrt().

3.3 Handige c operatoren

Bij het programmeren van microprocessoren moet men nogal eens groepen bits verhuizen.

B.v. men moet een 16 bits woord via 2 8 bits woorden sturen over een rs232 lijn. Stel men heeft in de microprocessor een 16 bits woord dat men wil converteren in twee 8 bits woorden, dan geschiedt dit als volgt:

```
int16 woord;  
char buf[2];  
buf[0] = woord >> 8 ;  
buf[1] = woord ;
```

In buf[0] staan de acht meest significante bits en in buf[1] staan de minst significante bits. Om dit in het besturende programma weer in een integer van 32 bits te krijgen , doet men het volgende:

```
int woord;  
char buf[2];  
Eerst worden de woorden buf[0] en buf[1] overge-  
haald via rs232  
woord = buf[0] << 8 ; // Hier worden de meest  
significante bits in woord gezet
```

woord `| = buf[1] ; //` Hier worden met de or operator de minst significante bits toegevoegd

woord `&= 0xffff ; //` Hier worden de bits boven de 16 op nul gezet. Dit is vaak nodig

Hier volgt een overzicht van de bitwise operatoren. Deze zijn zeer handig in de microprocessor te gebruiken.

Operation	operator	Result Type
1's complement	<code>~</code>	integer type
Bit wise and	<code>&</code>	integer type
Bit wise or	<code> </code>	integer type
Bit wise exor	<code>^</code>	integer type
Left shift	<code><<</code>	integer type
Right shift	<code>>></code>	integer type

De beste manier om erachter te komen hoe ze werken, is door ermee te spelen.

3.4 Een vlotte start in CVI

Hoe begint men met cvi?

- Maak een nieuw project
- Open een nieuwe UIR file
- Voorzie UIR file van een hete quit knop
- Genereer c code
- Hierna kan men gaan programmeren.

Als men een knop uit het create menu op het panel zet, kan men de knop hot verklaren. Als hij hot is, zal het

programma als het draait, bij aanraken van de knop direct naar de bijbehorende CVI call-back functie gaan. Men kan ook cvi gebruiken zonder UIR file. Dit is handig als men eenvoudige tests wil doen van kleine stukjes c code.

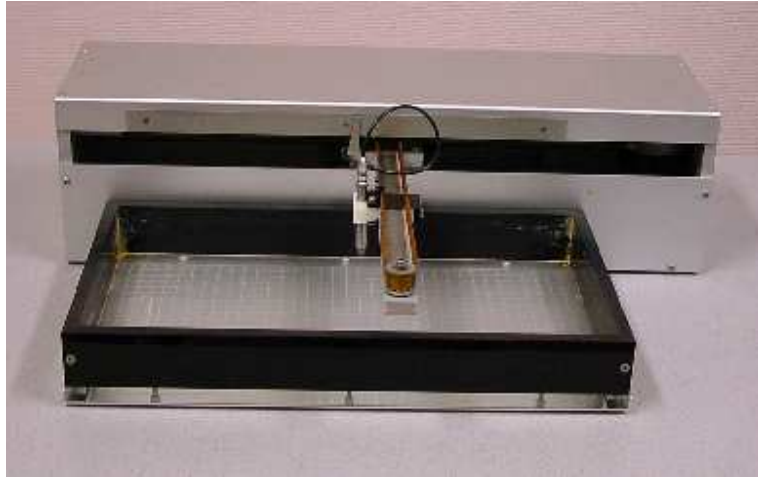


Figure 1: Het experiment met de electrolytische trog



Figure 2: Het experiment met het fietswiel

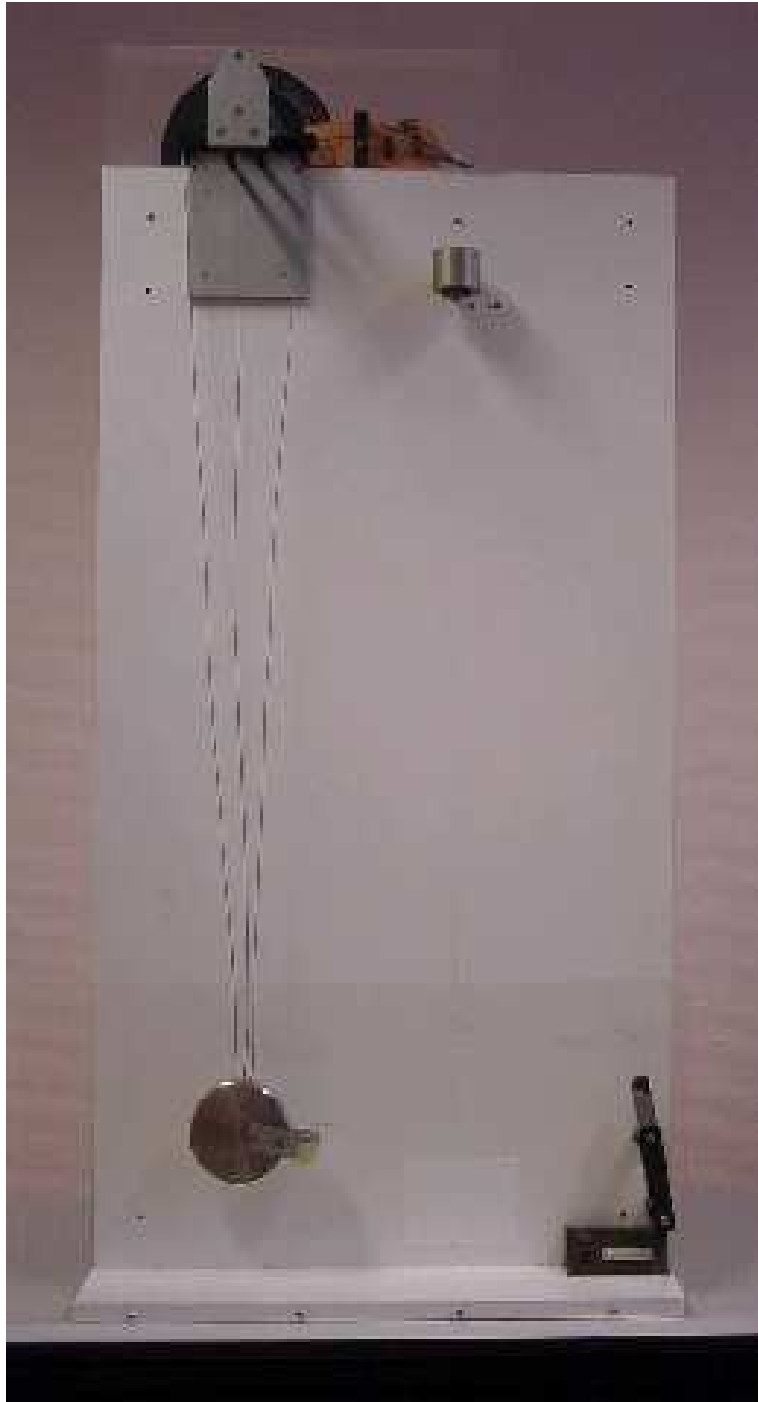


Figure 3: Het experiment met de slinger





Figure 5: Het experiment met de echoscopie in water



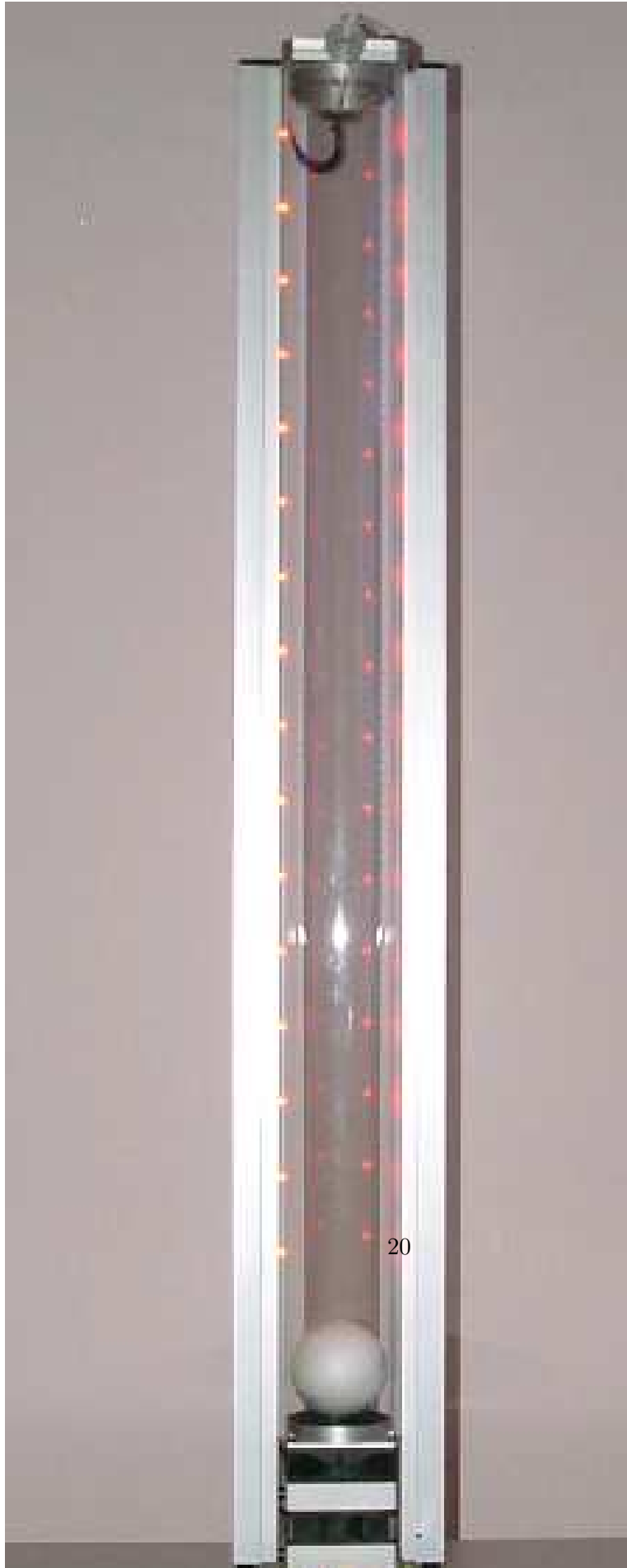
Figure 6: Het experiment met de ultrasone scanner in lucht



Figure 7: Het experiment met de twee gekoppelde gelijkstroommotoren



Figure 8: Het experiment met de adem analysator



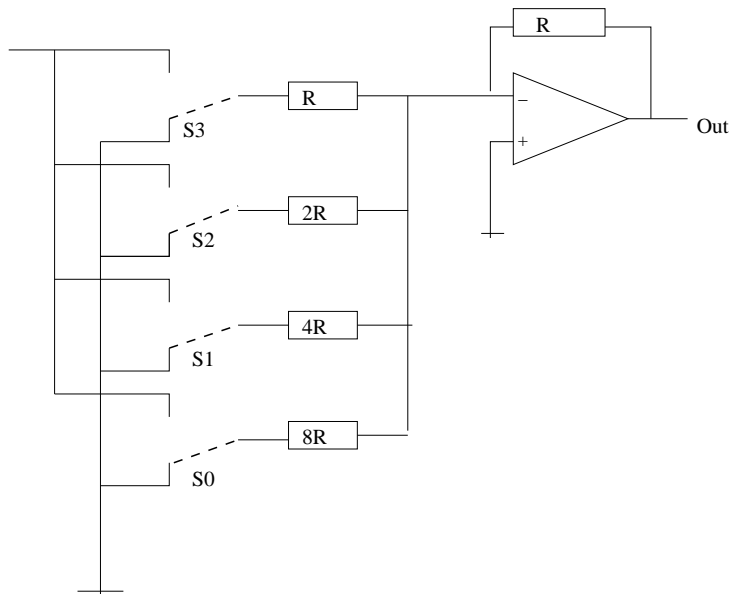


Figure 10: Schematische tekening van een digital to analog converter (dac)

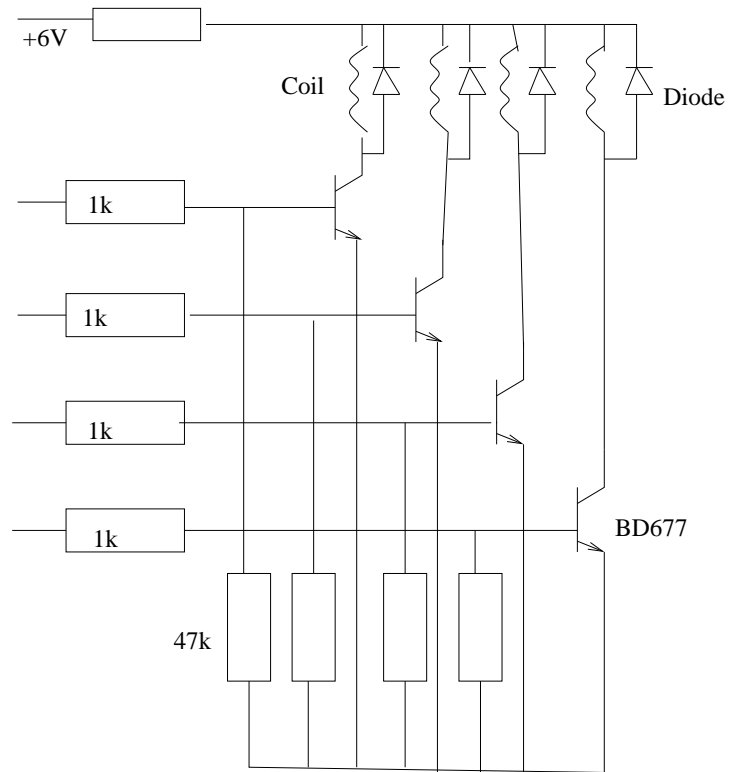


Figure 11: Schema van de spoelen configuratie van een stappen motor