

Ontwikkeling van een sprekende koortsthermometer ten behoeve van visueel gehandicapten

Citation for published version (APA):

Vervaet, M. A. E., van Waterschoot, W. L. M., Leliveld, W. H., Ossevoort, H. J. M., van Uitert, A. G., & Mathijssen, R. W. M. (1990). *Ontwikkeling van een sprekende koortsthermometer ten behoeve van visueel gehandicapten*. Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1990

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.

Samenvatting

Bij de vakgroep Medische Elektrotechniek (EME) van de faculteit der Elektrotechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven (TUE) wordt onderzoek gedaan aan een sprekende koortsthermometer. Er is gebleken dat visueel gehandicapten behoefte hebben aan een draadloos werkende, sprekende koortsthermometer. Daarom wordt er een methode ontwikkeld die uitgaat van een standaard digitale koortsthermometer. Er zijn verschillende methoden onderzocht om de temperatuur af te lezen, zonder iets te veranderen aan de thermometer. De beste methode blijkt die methode te zijn waarbij door middel van een vergrote afbeelding van het display de temperatuur door lichtgevoelige elementen wordt afgelezen. Nadat de temperatuur is afgelezen wordt de thermometer uitgeschakeld en wordt het display opnieuw afgelezen. Er kan op deze manier zonder referenties bepaald worden welke segmenten aan of uit waren. Hieruit kan de temperatuur die op het display stond worden afgeleid. Het verslag begint met het opstellen van een eisenpakket en vervolgens een toelichting op en metingen aan de methode met de vergrote afbeelding. Uit de metingen aan het model met de vergrote afbeelding, bleek dat deze methode voor ons doel goed toepasbaar is, het verschil tussen aan of uit zijn van een segment is voldoende groot. Er is hardware en software ontwikkeld die aan het eisenpakket voldoet. De hardware en de software zorgen ervoor dat de informatie uit de lichtgevoelige elementen eerst wordt gedigitaliseerd en dat vervolgens de bijhorende spraak wordt gegenereerd. Tenslotte wordt nog een hoofdstuk gewijd aan de toegepaste spraakchip, waarbij eerst uitgelegd wordt hoe de spraak op zich verkregen wordt en vervolgens hoe de spraakchip opgebouwd is.

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	blz.	5
2. Het eisenpakket.....	blz.	6
3. De detektie.....	blz.	8
3.1 de verschillende detektiemethoden.....	blz.	8
3.2 de vergrote afbeelding.....	blz.	8
3.3 metingen aan de detektieschakeling.....	blz.	11
3.3.1 de meetmethode.....	blz.	11
3.3.2 conclusies uit de metingen.....	blz.	13
4. De hardware beschrijving.....	blz.	14
4.1 het blokschema.....	blz.	14
4.2 de detektieschakeling.....	blz.	14
4.3 het verwerkingsgedeelte.....	blz.	16
4.4 de reset schakeling en de simulatie-ingangen..	blz.	17
5. De software beschrijving.....	blz.	19
6. Spraak met behulp van de PCF8200.....	blz.	23
6.1 inleiding.....	blz.	23
6.2 de PCF8200.....	blz.	23
7. Conclusies en aanbevelingen.....	blz.	25
Literatuurlijst.....	blz.	26

Bijlage 1	Het ontwerp van de behuizing.....blz.	27
Bijlage 2	Flowchart van de werking van het apparaat.blz.	28
Bijlage 3	Schema van de detektieschakeling.....blz.	29
Bijlage 4	Schema van de verwerkingsschakeling.....blz.	30
Bijlage 5	Componenten opstelling detektieprint.....blz.	31
Bijlage 6	Componenten opstelling verwerkingsprint...blz.	32
Bijlage 7	Aansluiting van de voedingsspanningen.....blz.	33
Bijlage 8	De componentenlijst.....blz.	34
Bijlage 9	De meetresultaten.....blz.	35

1. Inleiding

Dit verslag behandelt de stand van zaken in het onderzoek naar de realisatie van een sprekende koortsthermometer. Het betreft een afstudeeropdracht voor de HTS-Breda, in opdracht van en uitgevoerd bij de projectgroep Communicatiehulpmiddelen voor gehandicapten in de vakgroep Medische Elektrotechniek (EME) van de Technische Universiteit Eindhoven (TUE).

Momenteel bestaat er een sprekende koortsthermometer waarbij de temperatuursensor met een kabel verbonden is met een kastje. Dit apparaat is voorzien van engelse spraak, waarvan de kwaliteit te wensen over laat. In de praktijk blijkt dat het hanteren van een temperatuursensor aan een kabel voor blinden erg moeilijk is.

Zodoende is er bij de vakgroep EME van de Technische Universiteit Eindhoven het verzoek binnengekomen een sprekende koortsthermometer te ontwikkelen, die deze nadelen niet heeft. Bijvoorbeeld een standaard digitale koortsthermometer die, nadat de temperatuur is opgenomen, in een apparaat wordt gebracht dat de gemeten temperatuur uitspreekt in goed verstaanbaar Nederlands of in een andere taal.

Er is door J. Dhaeze en R. Meijer (afstudeerders van HTS Breda) een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd [lit1]. Daarna heeft F. Moonen (afstudeerder van TU Eindhoven) een onderzoek verricht naar de verschillende detektiemethoden [lit2]. Onze opdracht is, om voortbouwend op het reeds gedane onderzoek een systeemopzet te ontwikkelen die bruikbaar is voor de vervaardiging van een werkend prototype.

Hierbij moeten we aandacht besteden aan:

- * Optimalisatie van de detektiemethode
- * Hardware-ontwerp van een micro-controllersysteem
- * Ontwikkeling van de bijbehorende software
- * Ontwerp van een behuizing

Tevens zal speciaal moeten worden gelet op de voor visueel gehandicapten specifieke ergonomische aspecten.

2. Het eisenpakket

Door het opstellen van een eisenpakket wordt duidelijk hoe de 'spreekende koortsthermometer' uiteindelijk zal moeten functioneren en wordt voorkomen dat iets over het hoofd wordt gezien dat later moeilijkheden kan opleveren.

Bij het opstellen van het eisenpakket moet vooral aandacht worden besteed aan de volgende punten:

- * bedieningsgemak
- * kostprijs
- * eenvoudige konstruktie
- * funktionele spraak

Het eisenpakket komt er als volgt uit te zien:

- * Het opstarten van het meetproces.

Alternatieven:

- M.b.v. een handbediende schakelaar
- Door de steker in de wandcontactdoos te stoppen
- Door het inbrengen van de thermometer

De laatstgenoemde methode is de beste, hierbij moeten namelijk de minste handelingen worden verricht. Het bedieningsgemak is bij deze methode dus het grootst.

- * De manier waarop de informatie op het display wordt uitgelezen.

Alternatieven:

- Door de belichte fotodiodes te vergelijken met referenties op plaatsen in het beeldvlak waar geen segmenten aanwezig zijn.
- Door de thermometer na inbrengen en aflezen uit te laten schakelen en nogmaals te meten. De temperatuur volgt uit de vergelijking van de eerste en de tweede meetwaarden.

In principe wordt uitgegaan van de laatste methode, maar er zijn tevens referentiediodes geplaatst. Er kan dus altijd nog omgeschakeld worden tussen de tweede en de eerste methode.

De laatste methode heeft als voordeel dat er minder fotodiodes moeten worden geplaatst, wat resulteert in een lagere kostprijs.

- * Het apparaat moet kunnen detekteren dat de thermometer verkeerd geplaatst is of dat de thermometer niet aan staat. Hiervan moet melding worden gemaakt. Ook moet een melding worden gegeven als de lamp defekt is.

- * De manier waarop de temperatuur het best kan worden uitgesproken.

Op het display staat bijvoorbeeld: 38.7 °C.

Er zijn verschillende mogelijkheden om dit uit te spreken:

1. achtendertig zeven
2. achtendertig punt zeven
3. achtendertig punt zeven graden
4. achtendertig punt zeven graden celsius
5. achtendertig komma zeven
6. achtendertig komma zeven graden
7. achtendertig komma zeven graden celsius

Om de spraak zo functioneel mogelijk te maken wordt voor de eerste of de vijfde mogelijkheid gekozen omdat die in gewone spreektaal het meest worden uitgesproken, maar door tevens de woorden punt, graden en Celsius in het geheugen van de spraakunit op te nemen, kunnen de andere mogelijkheden ook even getest en eventueel optioneel gemaakt worden.

- * Er moet op het apparaat een drukknop zitten voor herhaling.

Als men deze knop indrukt na een meting, wordt de temperatuur nogmaals uitgesproken.

Zit de thermometer niet in het apparaat en de knop wordt ingedrukt, dan moet het apparaat melden dat hij gereed is voor gebruik, of dat de halogeenvlamp defect is.

Er is een stroomdiagram van de werking van het apparaat gemaakt, dat in bijlage 2 staat.

3. De detektie

3.1 de verschillende detektiemethoden

Om het LCD display van de thermometer uit te lezen zijn in het verleden verschillende methoden onderzocht:

- * elektromagnetische interface (detekteren van stromen in een elektrische thermometer).
- * kamera-achtige interface (uitlezen van het display).
 - DRAM als kamera
 - CCD als kamera
- * koppeling met behulp van lichtgevoelige sensoren (detektie van de toestand van de segmenten op het display).
 - glasvezel als koppeling
 - vergrote afbeelding

Over deze verschillende methoden kunt u meer lezen in [lit1] en [lit2].

Uit het onderzoek naar de detektiemethoden bleek de methode met de lichtgevoelige sensoren, waarbij gebruik wordt gemaakt van een vergrote afbeelding, de beste te zijn.

In de volgende paragraaf zal dit detektieprincipe worden verduidelijkt.

3.2 de vergrote afbeelding

Uit de haalbaarheidsonderzoeken bleek dat door middel van detektie met lichtgevoelige sensoren die een vergrote afbeelding uitlezen, een betrouwbaar resultaat is te verkrijgen.

In figuur 3.1 is geschetst hoe de opstelling wordt opgebouwd. Uit de metingen blijkt dat met behulp van een halogeenlamp een egale belichting van het display te verkrijgen is. Het display wordt door de lens 4 maal vergroot, zodat het licht op de fotodiodes, die gebruikt worden bij het uitlezen van het display, alleen beïnvloed wordt door het segment dat wordt gedetekteerd, en niet door de aangrenzende segmenten.

Uit literatuurstudie [lit2] is gebleken dat het contrast bij uitlezing van een LCD display optimaal is als het display wordt uitgelezen onder een hoek van 10 graden vanaf de onderkant. In de tekening in bijlage 1 is duidelijk te zien hoe de thermometer geplaatst wordt.

De opstelling volgens fig. 3.1 is gebouwd en getest op een optische rail in de donkere kamer.

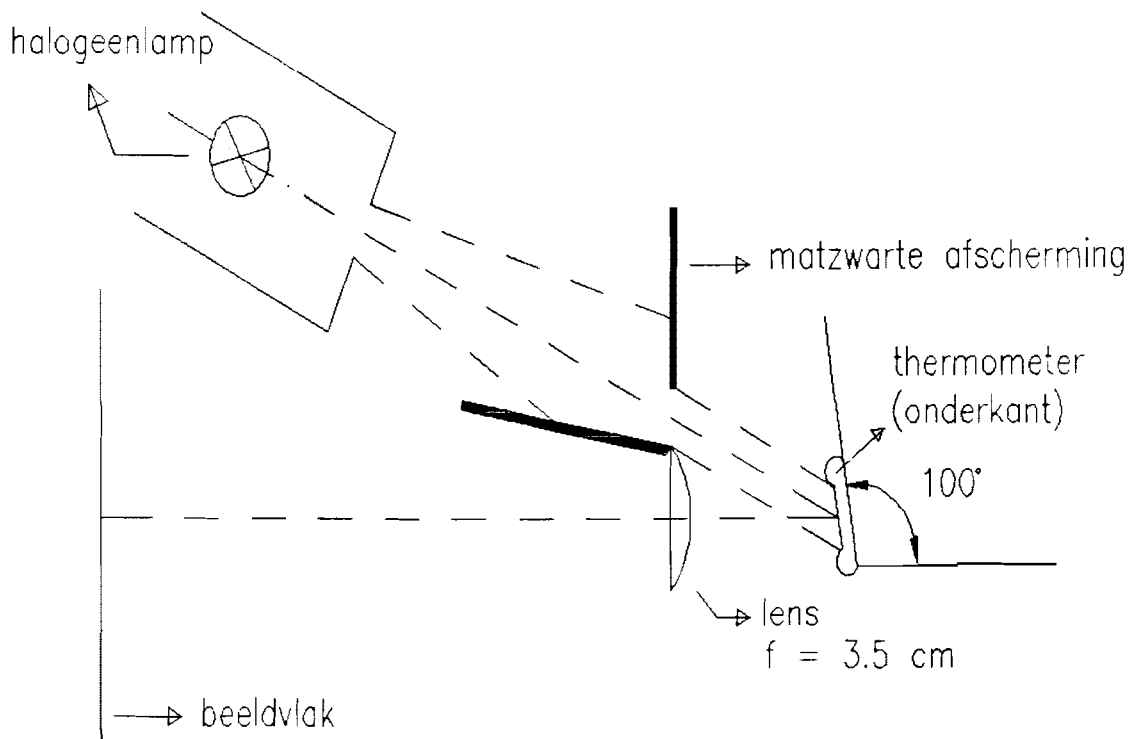


fig. 3.1
afbeelding van het display met behulp van de vergrote
afbeelding

Hieruit blijkt dat in de praktijk met name aandacht moet worden besteed aan:

- * het optisch dicht maken van de behuizing
- * zorgen voor een goede koeling van de halogeenlamp, zodat de aanwezige elektronika niet, of zo min mogelijk wordt beïnvloed.

Bijlage 1 geeft de tekening van de gerealiseerde opstelling. In deze tekening is te zien dat de halogeenlamp wordt gekoeld door middel van koellichamen.

In de behuizing van de halogeenlamp zijn gaten aangebracht waardoor lucht kan stromen (schoorsteeneffekt). Reflekties worden vermeden door de binnenzijde van de behuizing matzwart te spuiten. Bovendien is alles zo passend mogelijk gemaakt, waardoor verstrooiing van het licht wordt tegengegaan.

Bijlage 1 geeft de doorsnede van de behuizing weer. De fotodiodes en de lens worden elk omvat door een aluminium plaat, die tussen houten klosjes aan de zijkant van de behuizing wordt ingeklemd.

De thermometer is aan een beweegbaar houten plankje bevestigd, zodat beeldgrootte of -scherpte nog iets kan worden bijgesteld.

De halogeenlamp zorgt via de twee diafragma's voor de belichting van het display.
Het display wordt via de lens vergroot in het beeldvlak afgebeeld.

Er is uitgegaan van een vergroting van 4x en een lens met $f = 35$ mm. De beeld- en voorwerpsafstand die nodig zijn om bij een gegeven brandpuntsafstand, deze vergroting te halen bedragen 138 mm resp. 35 mm. (berekening zie [lit2]).

Na het optische gedeelte te hebben gerealiseerd, werd verder gegaan met het bouwen van het elektronische gedeelte.
In het beeldvlak werden, op de plaatsen waar een segment zou kunnen verschijnen, fotodiodes geplaatst.
Een segment dat aan is, zal een donkere afbeelding op het venster van de fotodiode geven, terwijl een segment dat uit is een lichte afbeelding geeft.

De fotodiodes worden via de versterker en een multiplexer aan een analoog-digitaal convertor gekoppeld.
Deze ADC maakt de informatie die door de fotodiodes wordt gegeven bruikbaar voor verwerking in een microprocessor, die op zijn beurt weer een spraakunit aan kan sturen.

De toestand van het display wordt nu uitgelezen en opgeslagen.
Vervolgens wordt de thermometer uitgeschakeld.

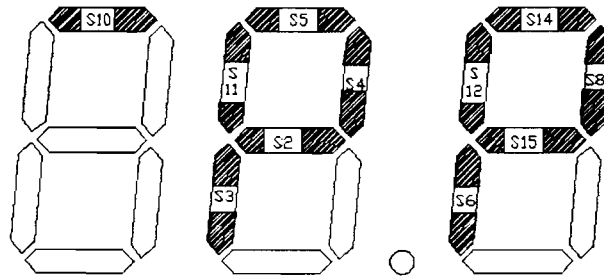
Op de plaatsen waar geen segment stond, verandert niets.
Maar op de plaatsen waar wel iets stond treedt een verandering op.
Alles wordt opnieuw ingelezen met behulp van de microprocessor en wordt vergeleken met de vorige waarden.
Op deze manier kan worden bepaald welke segmenten zijn veranderd.
De veranderde segmenten geven informatie over de gemeten temperatuur.

2 x
+ 1 op 70 %.

3.3 metingen aan de detektieschakeling

3.3.1 de meetmethode

De segmenten worden op de volgende manier in het beeldvlak afgebeeld:



De detektiemethode die onderzocht wordt, is de methode waarbij door uitschakeling van de thermometer de segmenten die aan waren zullen veranderen.

De informatie die hieruit verkregen wordt kan omgezet worden in de gemeten temperatuur.

Om te controleren of deze methode echt betrouwbaar werkt, worden de volgende vier metingen uitgevoerd:

1. Het verschil tussen de spanning aan de uitgang van de detektieschakeling (fig. 4.2) als een segment aan en de spanning als de thermometer (en dus ook het segment) uit is.
2. Het verschil tussen de spanning aan de uitgang van de detektieschakeling als de thermometer aan staat en het betreffende segment is uit en dezelfde spanning als de thermometer uit staat (een lege display dus).
3. Het onderling beïnvloeden van de segmenten.
Er wordt dus op gelet of een segment dat aan is een aangrenzend segment dat uit is niet beïnvloedt, in zoverre dat de fotodiode het uit-segment niet als aan-segment ziet.
4. De invloed van de temperatuur op de detektieschakeling.

Het meetschema ziet er, in blokvorm, als volgt uit:

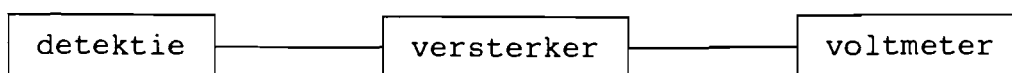


fig. 3.2 het meetschema

Omdat het meetprincipe berust op het vergelijken van twee gemeten waarden, moet de waarde worden vastgesteld waarbij het gemeten segment al of niet veranderd zou zijn. Deze waarde noemen we de drempelspanning.

De drempelspanning wordt als volgt bepaald:

1. meet de uitgangsspanning als de thermometer uit staat, deze spanning wordt U_{thuit} genoemd.
2. meet de uitgangsspanning als een segment op het venster van de fotodiode wordt afgebeeld, dit is U_{uit1}

Het verschil tussen U_{thuit} en U_{uit1} levert de informatie over het wel of niet veranderd zijn van een segment. Er moet echter wel rekening gehouden worden met een meetfout. Het is dus niet juist om kortweg te stellen dat zodra een verschil na uitschakelen wordt gemeten, er ook daadwerkelijk een segment aanwezig was.

Om de drempelspanning te bepalen worden bij iedere diode bovenstaande metingen verricht. Uit de uitkomsten wordt het kleinste verschil tussen U_{thuit} en U_{uit1} bepaald. Omdat in U_{uit1} en in U_{thuit} een meetfout kan zitten, moet deze dus twee keer worden meegenomen.

De drempelspanning is dan gelijk aan:

$$U_d = [U_{uit1} - U_{thuit}]_{\min} - 2 * \text{meetfout}$$

De meetresultaten worden weergegeven in ADC-waarden, omdat bij het schrijven van een programma de analoge waarden toch van geen enkel belang zijn.

Een ADC-waarde geeft de verhouding aan tussen de uitgangsspanning en de ingestelde referentiespanning. Omdat we te maken hebben met een 8-bits ADC wordt de verhouding vermenigvuldigd met 2^8 .

Een ADC-waarde wordt in formulevorm dus als volgt geschreven:

$$A = \frac{U_{uit}}{U_{ref}} * 255$$

Om van ieder segment de twee spanningswaarden (U_{thuit} en U_{uit1}) te bepalen zijn een aantal metingen verricht. Daartoe werd een willekeurige waarde op het display gezet waarna telkens de spanning werd gemeten.

Om ieder segment te weten te komen zijn meer temperaturen gekozen. Eén willekeurige temperatuur is tweemaal kort na elkaar gemeten, zodat een indicatie voor de meetfout en zodoende de drempelspanning kan worden bepaald.

In bijlage 8 staan de meetresultaten weergegeven.

3.3.2 conclusies uit de metingen

Gebleken is dat de temperatuur geen waarneembare invloed heeft op de schakeling.

Ook bleek dat de hoeveelheid licht op een fotodiode niet werd beïnvloedt door aangrenzende segmenten.

Het verschil tussen de uitgangsspanning als de thermometer aan is en het betreffende segment is uit en de uitgangsspanning als de thermometer uit is, bleek verwaarloosbaar klein.

Uit de verrichte metingen is voor ieder segment de drempelspanning (in ADC waarden) bepaald.

Omdat de temperaturen zodanig zijn gekozen dat ieder segment twee keer is gemeten, is het gemiddelde van de twee metingen bepalend voor de uiteindelijke drempelspanning.

Omdat het laagste verschil van een segment tussen aan- of uit zijn negen LSB's bedraagt, kiezen we de drempelspanning in principe $U_d = 9$ bits.

De te verwachten fout wordt hierbij geschat op ± 1 bit.

Oorzaken van deze fout kunnen zijn:

- het onderling beïnvloeden van segmenten onderling
- stof op de lens of het glaasje van de thermometer.

Om nog even terug te komen op de meetfout, in bijlage 8 zien we dat hierdoor een schommeling van ± 1 bit kan optreden. (zie bijvoorbeeld segment 3 bij $T = 33.4$ °C).

Hierdoor wordt de drempelspanning: $U_d = 9 \pm 2$ bits.

In het programma wordt de grens dus voor alle zekerheid op 7 bits gezet.

4. De hardware beschrijving

4.1 het blokschema

De totale schakeling kan met het volgende blokschema worden beschreven:

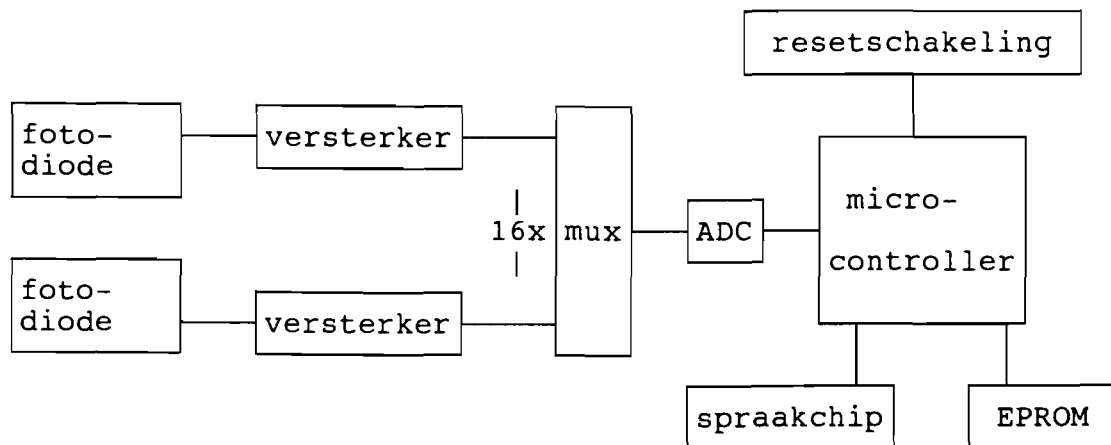


fig 4.1 blokschema van de totale schakeling

In de volgende paragrafen zullen de verschillende blokken worden besproken.

Voor de duidelijkheid worden de blokken in groepen gesplitst, namelijk:

- fotodiode, versterker en mux, kortweg detektieschakeling genoemd.
- ADC, micro-controller, spraakchip en EPROM worden het verwerkingsgedeelte genoemd.
- resetschakeling.

4.2 de detektieschakeling

De detektieschakeling bestaat uit de detektie, versterker en de multiplexer.

In figuur 4.2 is aangegeven hoe de schakeling is opgebouwd.

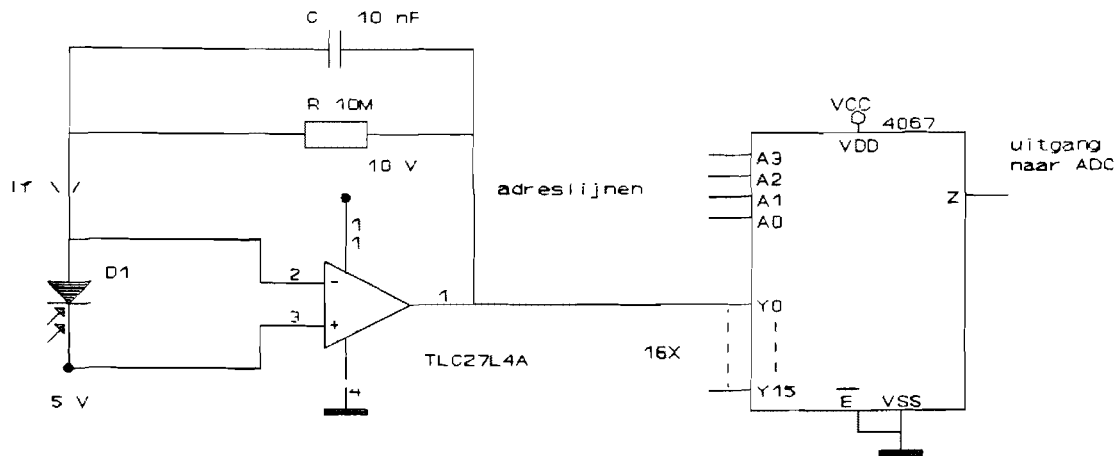


fig. 4.2 de detektieschakeling

De fotodiodes worden in het beeldvlak geplaatst, op die plaatsen waar een segment wordt afgebeeld. De fotodiode D1 heeft een biasspanning van 0V. Dat wil zeggen dat de fotostroom I_f bij een 'donkere' diode nul is. De uitgangsspanning is dan 5V.

Bij een belichte fotodiode gaat de fotodiode minder sperren, waardoor de fotostroom toeneemt. De spanningsval over de weerstand R neemt dan toe, waardoor de uitgangsspanning daalt.

Op deze manier is dus detektie mogelijk. Men meet eerst de toestand van het display, schakelt de thermometer uit, meet nogmaals en vergelijkt de twee gemeten waarden. Indien er een verandering optreedt, was er een segment aan.

In totaal zijn er 16 fotodiodes aanwezig. Hiervoor zijn er 11 nodig om de temperatuur af te leiden en 5 zijn referenties. Deze referenties worden niet gebruikt, ze zijn enkel geplaatst om te onderzoeken welke detektiemethode de beste is (zie Hoofdstuk 3, de detektie).

De referentiefotodioden zijn wel op de multiplexer aangesloten.

Met de multiplexer worden de 16 versterkeruitgangen om beurten gemeten. Er is gebruik gemaakt van een 16 kanaals analoge multiplexer.

De adressering van de multiplexer wordt verzorgd door de micro-controller.

De condensator vormt samen met de weerstand een filter dat de 100 Hz rimpel in de fotostroom I_f wegfiltert.

Deze rimpel wordt veroorzaakt door de lichtbron, die wordt gevoed door een 50 Hz wisselspanningsbron.

Overigens is niet bij iedere opamp een condensator geplaatst, dit is gedaan om te kijken of de rimpel wel invloed heeft. Er bleek geen waarneembaar verschil te zijn.

In bijlage 3 is de detektieschakeling te zien.

4.3 het verwerkingsgedeelte

Het verwerkingsgedeelte verwerkt de informatie die door de detektieschakeling wordt gegeven.

Het bestaat uit de volgende blokken: ADC, micro-controller, latch, deler, EPROM en spraakchip.

De opbouw van het verwerkingsgedeelte staat in bijlage 4.

De werking is als volgt:

Als de thermometer in het apparaat wordt gebracht, zet de micro-controller het juiste adres op de multiplexer en geeft een startpuls aan de ADC.

Deze startpuls verschijnt op poort 1.3 van de micro-controller en start de analoog-digitaal conversie in de ADC.

Als de conversie klaar is geeft de ADC een End of Conversion puls (EOC) waardoor een interrupt wordt gegenereerd.

De controller weet nu dat de gewenste data in de ADC

beschikbaar is en geeft een Output Enable puls (OE) aan de ADC.

De data komt op de uitgang van de ADC te staan en wordt door de micro-controller ingelezen en opgeslagen.

Vervolgens verhoogt de controller het adres en bovenstaande cyclus wordt herhaald totdat alle segmenten gemeten zijn.

De thermometer wordt nu uitgeschakeld (hoe dit precies gebeurt wordt later uitgelegd) en de meetcyclus wordt nogmaals uitgevoerd.

Softwarematig wordt nu bepaald wat er op het display van de thermometer stond.

Hierover vind U meer in hoofdstuk 5, de software beschrijving.

Het eindresultaat geeft aan welke temperatuur op de display stond.

Deze informatie wordt op interruptbasis (mbv INT1, INT0 is voor de ADC bestemd) en pollbasis naar de spraakchip gestuurd.

De spraakchip maakt van de digitale spraakdata weer een analoog signaal dat via een audioversterker en een filter de luidspreker ingaat. Uit de luidspreker komt de temperatuur die op het display stond.

In bijlage 4 staat hoe de spraakchip PCF8200, met filter en referentie voor de ingebouwde digitaal-analoog omzetter, precies is aangesloten.

In hoofdstuk 6, spraak met behulp van de PCF8200, wordt wat dieper ingegaan op de spraakchip en zijn opbouw.

De belangrijkste componenten uit het verwerkingsgedeelte zijn nu genoemd. Twee blokken zijn nog niet besproken, te weten de latch en de deler, ze staan ook niet in de tekening. De latch zorgt ervoor dat poort0 van de micro-controller als databus of als adresbus kan worden gebruikt. De deler deelt de oscillatiefrequentie van 6MHz door 8, zodat een frequentie van 750kHz voor de ADC wordt verkregen.

4.4 de resetschakeling en de simulatie-ingangen

Bij het ontwerpen van de resetschakeling moet rekening worden gehouden met het feit dat de micro-controller op verschillende manieren gereset moet kunnen worden:

- zo gauw de spanning op de controller wordt gezet, dit soort reset wordt een power-on reset genoemd.
- als de thermometer in het apparaat wordt gestopt.
- als de knop op het apparaat wordt ingedrukt en de thermometer is niet geplaatst.

Om iedere keer als één van de bovenstaande acties is uitgevoerd een resetpuls te krijgen, is de schakeling uit bijlage 4 ontwikkeld.

Als de spanning wordt aangezet wordt C2 opgeladen. De uitgang (de emitter van Q1) blijft hoog totdat C2 zover is opgeladen dat U_{be} kleiner wordt dan ongeveer 0.7V. Q1 sluit dan en de resetpuls wordt laag.

De andere twee voorwaarden zijn afhankelijk van elkaar en worden daarom door middel van een OF-poort gekoppeld. De koppeling houdt in dat de micro-controller moet resetten als de thermometer in het apparaat wordt gestopt of als er op de knop wordt gedrukt en de thermometer zit niet in het apparaat. Hij mag echter niet resetten als er op de knop wordt gedrukt en de thermometer zit in het apparaat, vandaar de OF-poort.

Om te detecteren of de thermometer in het apparaat zit, wordt gebruik gemaakt van een simulatie-ingang. Het is de bedoeling dat dit later bijvoorbeeld met een lichtsluisje of met een magnetisch veld gebeurt, maar wegens tijdgebrek en de complexiteit van de toe te passen mechanica is

volstaan met een schakelaartje.

Dit schakelaartje geeft door middel van een logisch niveau aan of de thermometer al dan niet geplaatst is.

Behalve de zojuist genoemde functie zijn er nog een aantal waarvoor een schakelaar (of drukknop) wordt gebruikt:

- het al dan niet defekt zijn van de lamp
- het uitschakelen van de thermometer
- het indrukken van de knop op het apparaat.

In bijlage 4 is te zien hoe de verschillende schakelaars op de ingangen zijn aangesloten.

De schakelaars hebben de volgende functies:

- Schakelaar S1 is dicht -> poort 1.1 is hoog -> thermometer is geplaatst.
- Drukknop S2 is gesloten -> poort 1.2 is hoog -> knop is ingedrukt.
- Drukknop S3 is gesloten -> poort 1.0 is hoog -> thermometer wordt uitgeschakeld
- Schakelaar S4 is dicht -> poort T0 is hoog -> lamp is defekt.

In hoofdstuk 2, het eisenpakket, staat wat er moet gebeuren wanneer bijvoorbeeld de lamp defekt is, of als de knop wordt ingedrukt. In ons geval zit de thermometer altijd in het apparaat, dus na het opwarmen van de thermometer wordt schakelaar S1 gesloten, zodat de thermometer als het ware softwarematig is ingebracht in het apparaat.

De meetprocedure wordt gestart en de thermometer wordt (softwarematig) uitgeschakeld met drukknop 3. Het echte uitschakelen wordt gedaan door met een haakje op het knopje van de thermometer te drukken.

De meetprocedure wordt herhaald en uiteindelijk wordt de temperatuur uitgesproken.

Door drukknop 2 in te drukken kan de boodschap worden herhaald. De bovenstaande procedure kan alleen worden uitgevoerd indien schakelaar 4 open staat, dwz de lamp is niet defekt.

Softwarematig (zie hoofdstuk 5, de software beschrijving) worden allerlei beveiligingen ingebouwd tegen dergelijke toestanden.

5. De software beschrijving

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van het stroomschema van het hoofdprogramma, dat getekend staat in figuur 5.1, een beschrijving gegeven van de geschreven software.

De subroutine wait is een wachtlus van een halve seconde, deze wordt eerst doorlopen, zodat alle componenten in de schakeling hun ingestelde waarde kunnen aannemen. Na het doorlopen van de wachtroutine wordt gesprongen naar de subroutine select. In deze subroutine wordt gekeken in wat voor situatie het apparaat verkeerd. Hiermee wordt bedoeld: "is de thermometer in het apparaat geplaatst?" of "is er op de knop gedrukt?".

In het laatste geval wordt gecontroleerd of de lamp brandt, als dit zo is wordt naar de subroutine "apparaat klaar voor gebruik" gesprongen en wordt de melding "apparaat is klaar voor gebruik" uitgesproken. Brandt de lamp niet dan wordt er naar de subroutine "lamp defect" gesprongen en wordt de melding "lamp is defect" uitgesproken.

Na het uitspreken van een melding gaat het apparaat in power-down.

Is de thermometer in het apparaat geplaatst, dan wordt ook eerst gecontroleerd of de lamp brandt en bij een negatieve uitslag wordt de melding "lamp is defect" uitgesproken.

Als de lamp niet defect is wordt naar de subroutine "vgl" gesprongen. Deze subroutine wordt, omdat ze belangrijk is, uitvoeriger besproken dan de andere subroutines.

Het stroomdiagram van de subroutine "vgl" staat getekend in figuur 5.2.

Er wordt een tabel gebruikt waarin de ADC-waarden worden geschreven en waarin later de resultaten van de vergelijking^R komen te staan.

De uitgangen van de detektieschakelingen zijn aangesloten op de ingangen van de multiplexer. Hoe dit precies gedaan is staat getekend in bijlage 3.

In twee registers worden de adreswaarde van de multiplexer bijgehouden.

Aan het begin van de subroutine wordt aan het register waarin het adres van de multiplexer wordt bijgehouden, het beginadres van de multiplexer geschreven, zodat als eerste detektieschakeling 1 wordt bekeken. Tevens wordt aan het begin van de subroutine in het register, dat de adres van de tabel bijhoudt, het startadres van de tabel geschreven.

Nu wordt er gesprongen naar de subroutine "adres". Hierin wordt het adres dat het register, waarin het adres voor de multiplexer wordt bijgehouden, aanwijst op P1.4 t/m P1.7 van de micro-controller geschreven. P1.4 t/m P1.7 zijn verbonden met resp. A0 t/m A3 van de multiplexer.

Na het adresseren van de multiplexer wordt door de subroutine "start" een startcommando gegeven aan de ADC, waarna de analoge

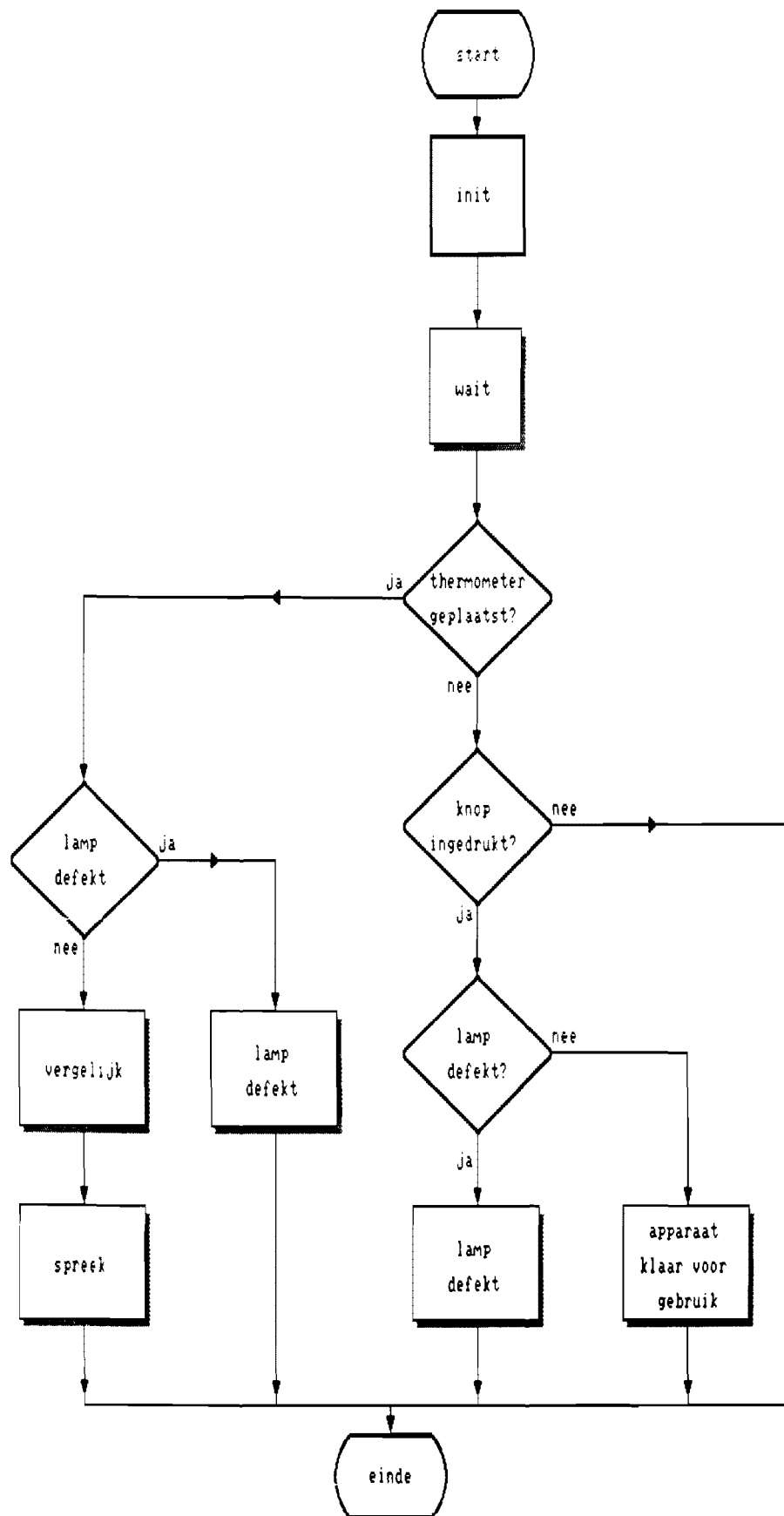


fig. 5.1 stroomschema van het hoofdprogramma

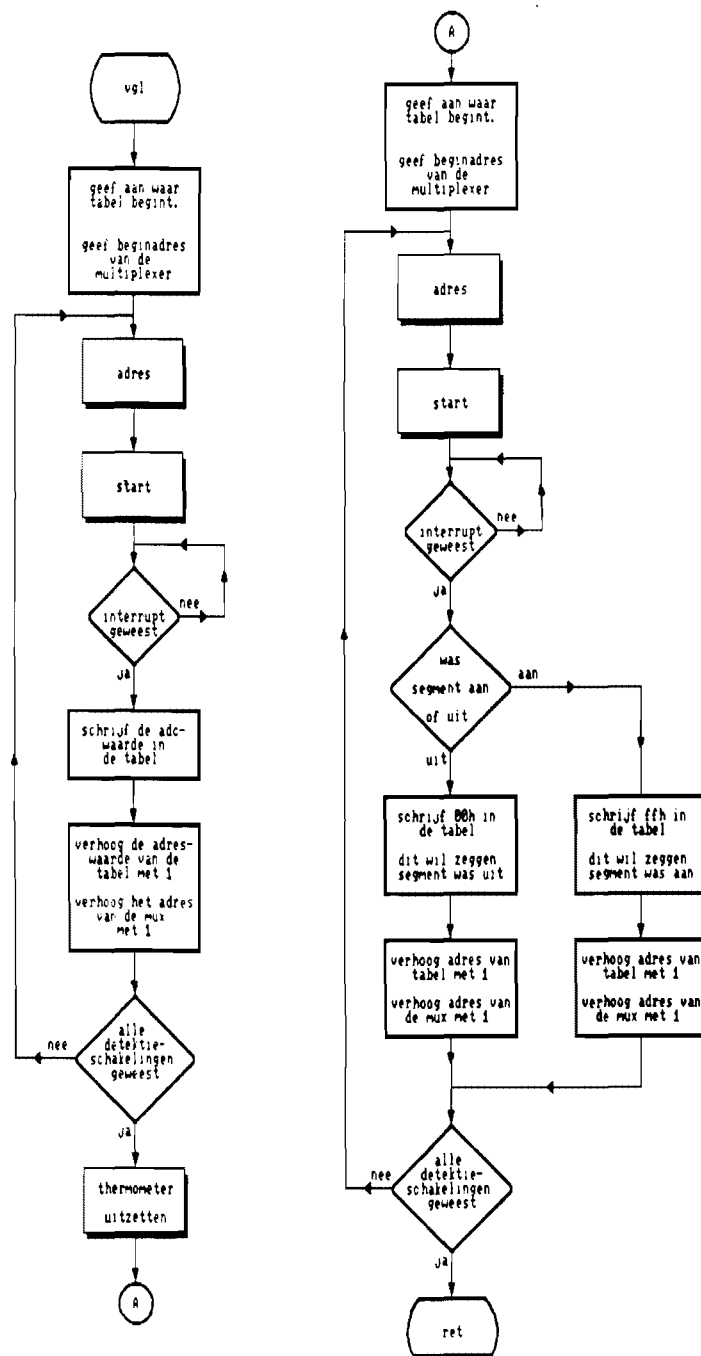


fig. 5.2 stroomschema van de subroutine "vgl"

waarde van detektieschakeling door de ADC wordt geconverteerd. De ADC geeft aan wanneer de conversie afgelopen is door een interrupt te sturen naar de micro-controller. De digitale waarde van de detektieschakeling wordt nu in de tabel geschreven op de plaats die aangegeven wordt door het register, waarin het adres van de tabel wordt bijgehouden. Vervolgens wordt gekeken of alle detektieschakelingen aan de orde geweest zijn. Is dit niet het geval, dan wordt de volgende detektieschakeling bekeken totdat ze allemaal aan de beurt zijn geweest.

Als alle detectieschakelingen aan de beurt zijn geweest, wordt de thermometer uitgezet en wordt gekeken of het segment dat bij de detektieschakeling hoort aan of uit was en dit resultaat wordt in de tabel weggeschreven. Aan de hand van het volgende voorbeeld wordt uitgelegd hoe dit in zijn werk gaat.

Voorbeeld

In register 0, waarin het adres voor de multiplexer wordt bijgehouden, staat 04h en in register 1, waarin het adres van de tabel staat geschreven, staat 34h. Het programma zorgt ervoor dat de ADC een startcommando krijgt en dat de waarde van de detektieschakeling geconverteerd wordt. Als de conversie is beëindigd wordt er een interrupt naar de micro-controller gestuurd. De ADC-waarde die bij detektieschakeling 5 hoort wordt afgetrokken van de ADC-waarde die in de tabel staat op adres 34h. Deze waarde is de ADC-waarde die hoort bij detektieschakeling 5 toen de thermometer nog aan stond.

Als de hiervoor genoemde waarde groter is dan de ADC-waarde (de thermometer is uit) + de drempelspanning, dan kan geconcludeerd worden dat het segment aan was en wordt ffh in de tabel geschreven op het adres dat register 1 aangeeft (hier is dat 34h). Is dit niet zo dan wordt 00h in de tabel geschreven.

Nu worden register 0 en register 1, de adreswaarden van de multiplexer en de tabel, verhoogd met "1" en daarna wordt er gekeken of alle detektieschakelingen aan de beurt zijn geweest. Zo ja, dan wordt teruggegaan naar het hoofdprogramma en anders wordt de volgende detektieschakeling bekeken.

Na de subroutine "vgl" staan in de tabel alleen de waarden 00h en ffh. 00h als een segment uit was en ffh als een segment aan was.

Nu wordt naar de subroutine "spreek" gesprongen. Hierin wordt aan de hand van de waarden die in de tabel staan bepaald welke temperatuur of foutmelding uitgesproken moet worden.

6. Spraak met behulp van de PCF8200

6.1 inleiding

In de vakgroep Medische Elektronica van de Technische Universiteit Eindhoven zijn al verschillende apparaten ontwikkeld die gebruik maken van het communicatiemiddel spraak. Enkele voorbeelden zijn: de sprekende typemachine en de sprekende weegschaal.

Hierdoor is binnen deze vakgroep reeds veel kennis aanwezig over de toepassing van spraak in apparaten die gebruikt worden door mensen met een bepaalde handikap.

Eén van de belangrijkste aspecten bij de ontwikkeling van een 'sprekend' apparaat zijn de boodschappen die het apparaat moet kunnen weergeven.

In het geval van de sprekende koortsthermometer zijn dit alle temperaturen tussen 32.0 en 42.0 en enkele foutmeldingen (zie hoofdstuk 2, het eisenpakket).

Deze meldingen worden gedigitaliseerd en geschikt gemaakt voor verwerking in een spraaksynthesizer, ook wel spraakchip genoemd.

Nadat de digitale spraak is opgeslagen moet ervoor worden gezorgd dat op het juiste moment het juiste spraakfragment aan de spraakchip wordt aangeboden.

De spraakdate wordt op interrupt uit een EPROM gehaald en naar de PCF geschreven.

In de volgende paragraaf kunt U meer lezen over de werking van de PCF8200.

6.2 de werking van de PCF8200

Een excitatiesignaal, bestaande uit een random ruisbron voor de stemloze geluiden en een programmeerbare pulsgenerator voor de stemhebbende geluiden, wordt toegevoerd aan vijf resonators. Elke resonator simuleert een van de formanten waaruit de spraak is opgebouwd. Elke resonator heeft twee controlesignalen nodig, Een voor de resonatiefrequentie en een voor de bandbreedte. Om mannelijke spraak te kunnen simuleren heeft men vijf formanten nodig en voor vrouwelijke spraak vier. Het totale uitgangssignaal wordt bepaald door het excitatiesignaal, de amplitudewaarden van het excitatiesignaal, en de stand van de resonators (ruisbron of pulsgenerator). Door periodieke aanpassing van alle parameters kan een goede kwaliteit spraak geproduceerd worden. De karakteristieke eigenschappen van de spraak veranderen relatief langzaam in de tijd. Daarom hoeven de controlparameters maar om de enkele miliseconden aangepast te worden. Interpolatie tijdens het interval zorgt voor een niet abrupte overgang van de controleparameters. Het digitale uitgangssignaal wordt eerst door een digitaal filter geleid

voordat het tot een analogoog signaal wordt omgezet door een DAC. De reden hiervoor is dat er nu weinig of geen extra filtering voor het analoge uitgangssignaal meer nodig is. De bandbreedte van het analoge uitgangssignaal is 5kHz [lit3].

In figuur 6.1 staat een vereenvoudigd blokschema van de PCF getekend [lit4].

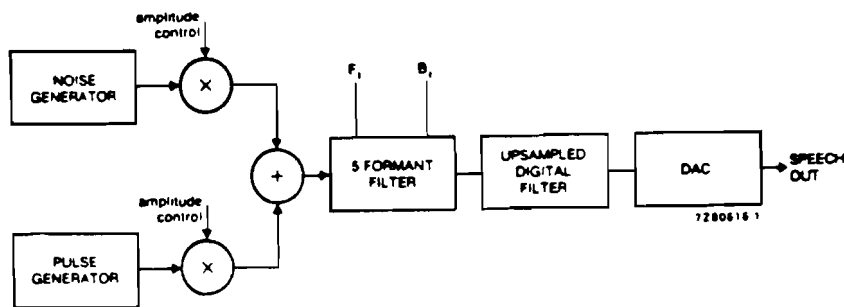


fig. 6.1 elektrische voorstelling van het spraakorgaan

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 conclusie

Het doel van het onderzoek dat is uitgevoerd, is het ontwikkelen van een sprekende koortsthermometer die werkt zonder dat de temperatuursensor met een kabel verbonden is met het gedeelte dat de spraak verzorgt.

Er is gebleken dat de vergrote afbeelding, waarbij met fotodiodes wordt gedetecteerd welke segmenten aan en welke segmenten uit zijn, een goede detectiemethode is. De informatie die bij het detecteren wordt verkregen, wordt met behulp van een multiplexer en een ADC in de micro-controller ingelezen.

Daarna wordt de informatie in de micro-controller met behulp van de geschreven software verwerkt, zodat een spraaksynthesiser met daarachter een audioversterker en een filter aangestuurd kan worden, zodat de temperatuur of indien nodig een foutmelding wordt uitgesproken.

Daar de opstelling van de detectiemethode verre van stabiel was is er een stabiel proefmodel ontwikkeld, zodat met een grotere bedrijfszekerheid de thermometer in het apparaat gebracht kan worden.

7.2 aanbevelingen

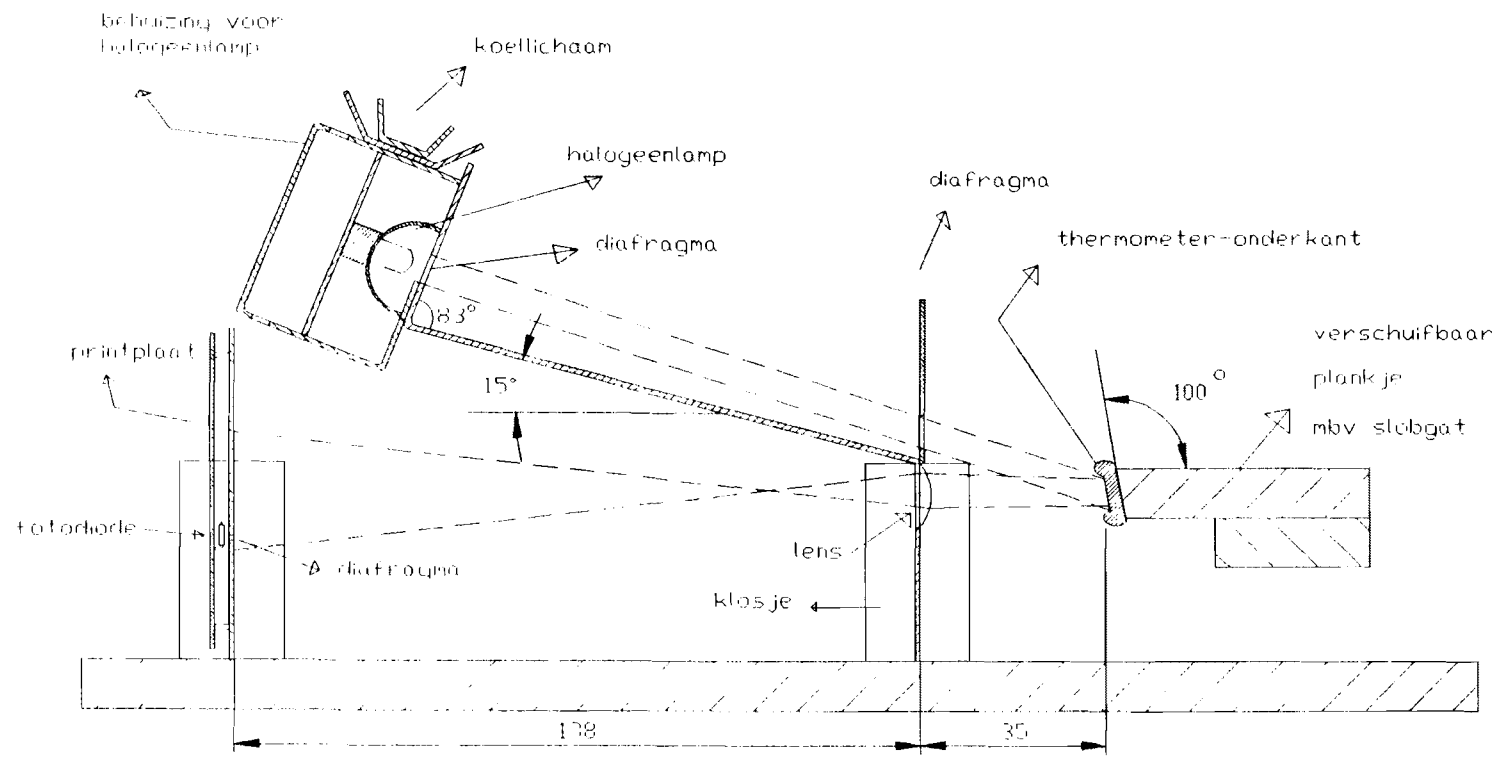
Bij de ontwikkeling van het proefmodel is geen aandacht besteed aan de manier waarop de thermometer in het apparaat gebracht kan worden. Hiervoor moet een mechanische oplossing bedacht worden.

In het huidige model wordt de controle of de lamp defekt is met een schakelaar gesimuleerd. Deze controle zou met een lichtgevoelig element gedaan kunnen worden.

Het uitschakelen van de thermometer in het apparaat gebeurt nu nog handmatig. Hiervoor zou een mechanische constructie bedacht moeten worden.

Literatuurlijst

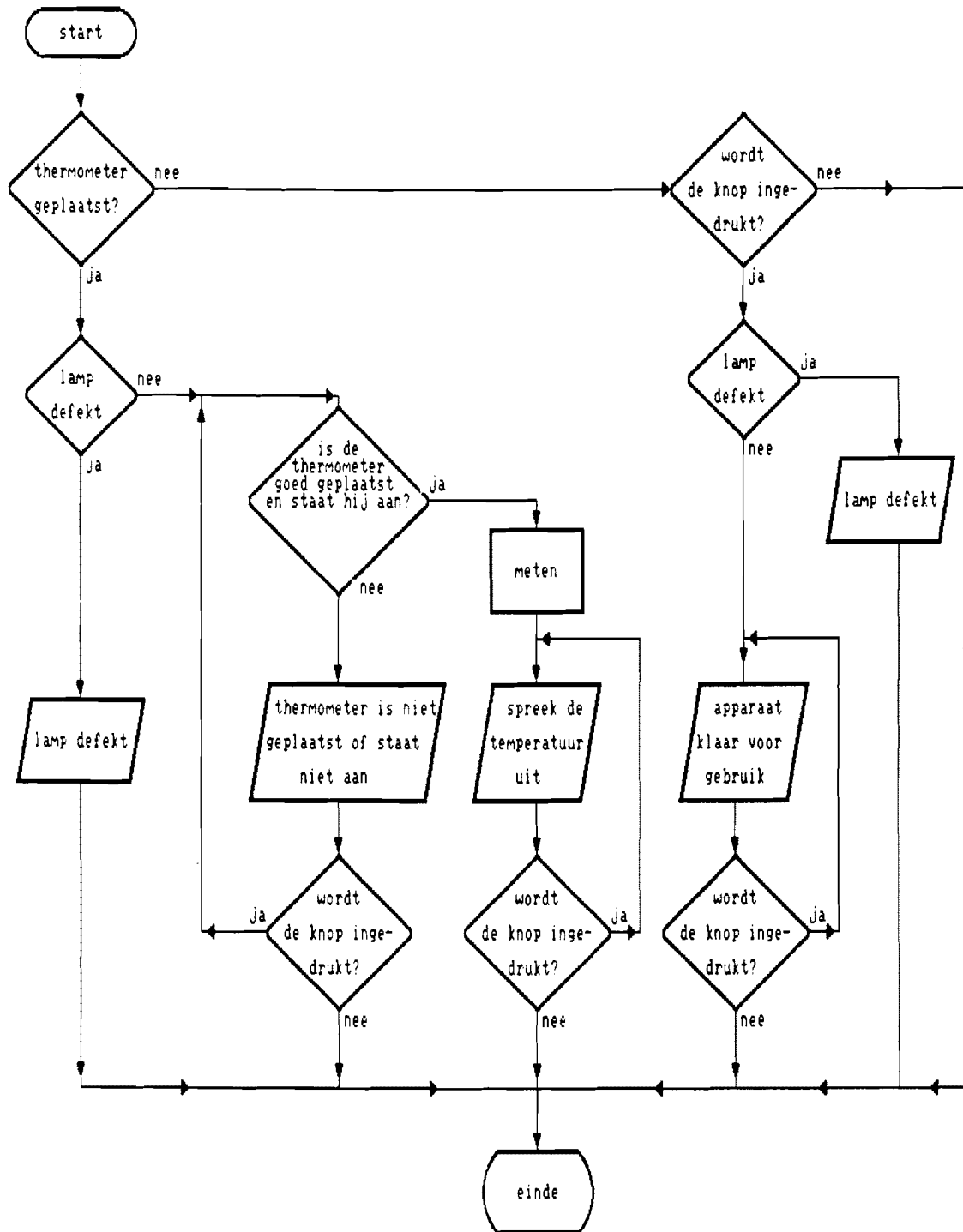
1. J.G.M. Dhaeze en R.S. Meijer
Onderzoek naar de haalbaarheid van een sprekende koortsthermometer t.b.v. blinden en slechtzienden.
Afstudeerverslag, TU Eindhoven, 1989
2. F.G.P.M. Moonen
Optische detektie van cijfers op een LCD-display t.b.v. een sprekende uitlezing van een koortsthermometer voor visueel gehandicapten.
Afstudeerverslag, TU Eindhoven, 1989
3. P.P.J. Hensgens
Een verbeterde spraakmodule voor de possum met mannelijke of vrouwelijke spraak; een communicatiemiddel voor meervoudige gehandicapten.
Afstudeerverslag, TU Eindhoven, 1989
4. Philips data handbook
Book IC01a 1990



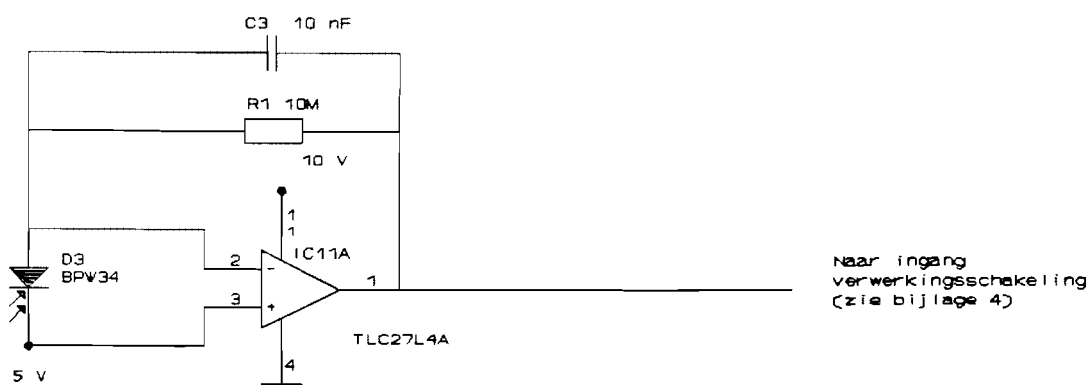
27

Bijlage 1 Het ontwerp van het proefmodel

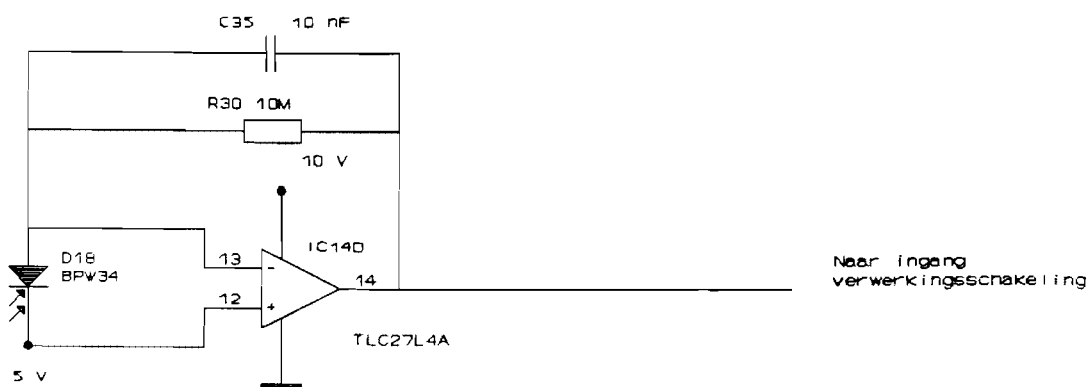
Bijlage 2 Flowchart van de werking van het apparaat



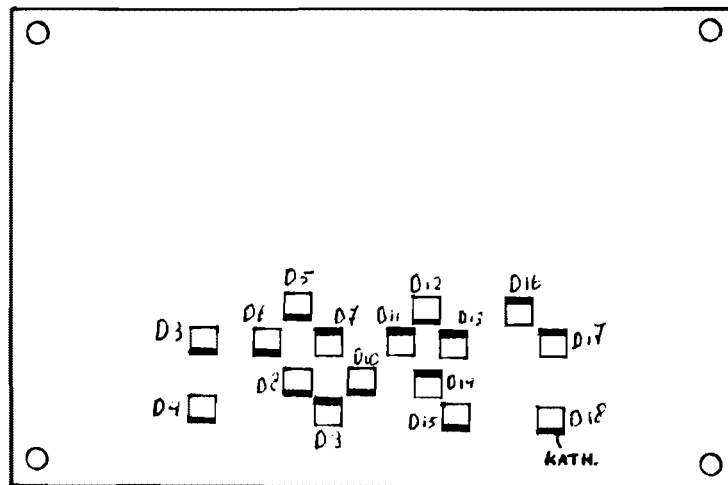
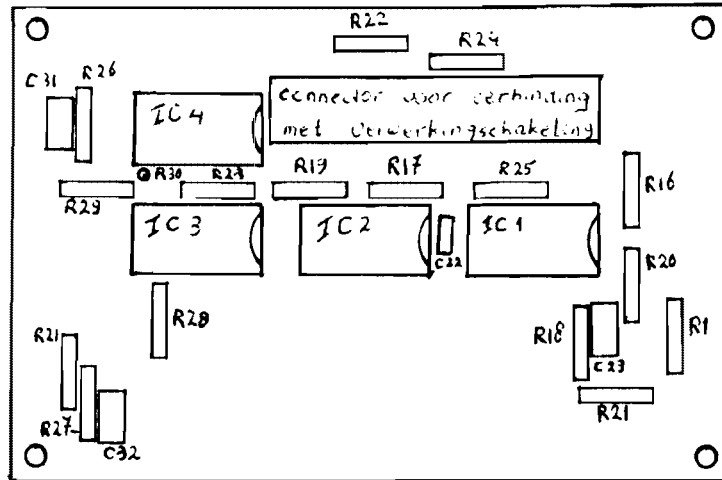
Bijlage 3 Schema van de detektieschakeling



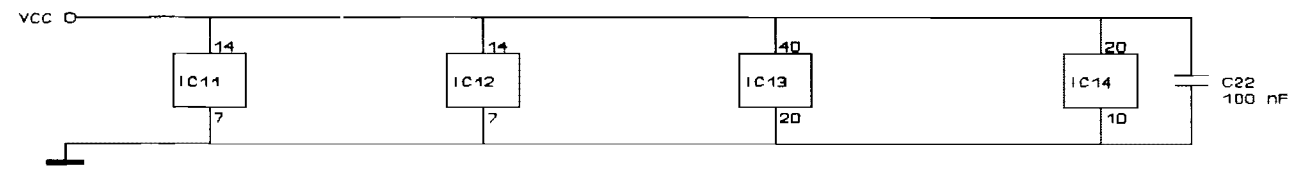
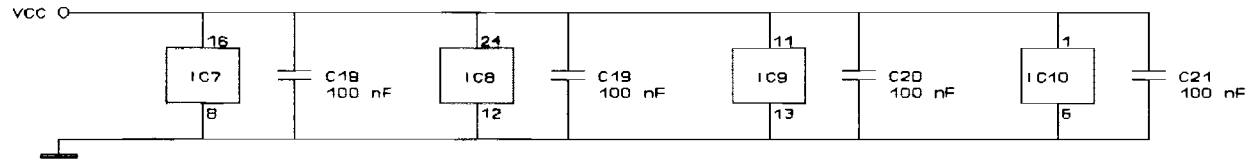
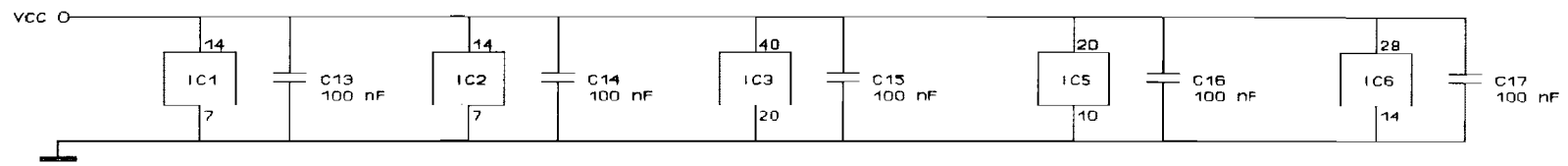
16x uitgevoerd



Bijlage 5 Componentenopstelling detektieprint



Bijlage 7 Aansluiting van de voedingsspanningen



Bijlage 8 Componentenlijst

Weerstanden:

R1	10 MOhm
R2	47 kOhm
R3	39 kOhm
R4	100 kOhm
R5	56 kOhm
R6	22 kOhm potmeter
R7	4.7 kOhm
R8	2.7 Ohm
R9 t/m R15	10 kOhm
R16 t/m R30	10 MOhm

Overigen:

S1	enkelpolige schakelaar
S2	drukknop
S3	drukknop
S4	enkelpolige schakelaar

Dioden:

D1, D2	1N4148
D3	BPW34 (16x)

Condensatoren:

C1, C2	22 pF
C3	10 nF
C4	47 uF/10 V elko
C5	100 nF
C6	220 uF/25 V elko
C7	270 pF
C8	560 pF
C9, C10	47 nF
C11, C12	4.7 uF/35 V elko
C13 t/m C21	100 nF
C22 t/m C36	10 nF

IC's:

IC1	4001
IC2	4071
IC3	80C31
IC4	PCF8200
IC5	74HC573
IC6	27C256
IC7	4040
IC8	4067
IC9	ADC0809
IC10	TDA7052
IC11 t/m IC14	TLC27L4

Transistor:

T1	BC550
----	-------

Kristal:

X1	6MHz
----	------

Bijlage 9 De meetresultaten

segment no.	Athuit	op display: T = 33.4 °C			
		therm. aan	therm. uit	verschil	segment aan ?
		A	A	A	J/N
1	208	210	210	0	N
2	195	212	196	16	J
3	201	201	202	1	N
4	200	214	202	12	J
5	210	222	212	10	J
6	197	197	199	2	N
7	208	209	210	1	N
8	236	237	236	1	N
9	213	217	215	2	N
10	208	220	210	10	J
11	199	199	201	2	N
12	201	216	205	11	J
13	200	201	202	1	N
14	212	212	214	2	N
15	206	220	209	11	J
16	204	217	206	11	J

segment no.	op display: T = 38.0 °C			op display: T = 40.6 °C		
	therm. aan	therm. uit	segment aan?	therm. aan	therm. uit	segment aan?
	A	A	J/N	A	A	J/N
1	209	210	N	212	210	N
2	212	196	J	197	196	N
3	216	202	J	218	202	J
4	214	201	J	215	202	J
5	222	212	J	223	212	J
6	213	199	J	213	199	J
7	209	210	N	219	210	J
8	237	236	N	237	236	N
9	217	215	N	217	215	N
10	220	210	J	211	210	N
11	215	201	J	215	201	J
12	217	205	J	217	205	J
13	201	202	N	202	202	N
14	223	214	J	214	214	N
15	208	208	N	221	209	J
16	217	206	J	207	206	N

A staat voor ADC-waarde, en wordt als volgt berekend:

$$A = \frac{U_{uit}}{U_{ref}} * 255$$