

Hercalibratie van de PCL-718 LABCARD

Citation for published version (APA):

Verstraelen, W. J. C. M. (1992). *Hercalibratie van de PCL-718 LABCARD*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPA1298). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1992

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.

TUE-Eindhoven
Faculteit der Werktuigbouwkunde
Vakgroep Produktietechnologie en -automatisering
Lab. voor Omvormtechnologie

✓ Heralibratie van de PCL-718 LABCARD
Supplement rapport WPA 0862

HS-Heerlen-HIO - Stageverslag 1

W.J.C.M. Verstraelen

April 1992

VF Code: D2

WPA 1298

Stageperiode : 1-2-1992 t/m 1-7-1992

begeleider Hogeschool Heerlen : Ir. B.J. Wering
begeleider TUE-Eindhoven : Ir. L.J.A. Houtackers
begeleiders CTD : Ing. H. Antonides
: Ing. M.M.W. Meulen

Projectleider : Ir. L.J.A. Houtackers

1. Adressenlijst	2
2. Inleiding	3
3. Heralibratie van de PCL-718 LABCARD	4
3.1 Motivering hercalibratie	4
3.2 Het calibratieprogramma "CALB.BAS".	4
3.2.1 De A/D calibratie	5
3.2.1.1 Het bijregelen van de gain	6
3.2.1.2 Het bijregelen van de offset	7
3.2.2 De D/A calibratie	7
4. Foutenanalyse	8
4.1 Opneemnauwkeurigheid	8
4.2 Opneemsnelheid	8
4.3 Het gebruik van diverse samplefrequenties	8
5. Proefopstelling	10
6. Literatuurlijst	11
7. BIJLAGE I	13
8. BIJLAGE II	14
9. BIJLAGE III	15
10. BIJLAGE IV	16

1.

Adressenlijst

Stagiair : W.J.C.M. Verstraelen
privé : Waterschei 31
6074 ES Melick
Tel : 04752 - 3258
intern : TUE-Eindhoven
W-Hoog 1.44
Tel : 040 - 473648
Begeleider TUE : Ir. L.J.A. Houtackers
privé : Nachtegaallaan 2
5731 XR Mierlo
Tel : 04927 - 62281
intern : TUE-Eindhoven
W-Hoog 0.119
Tel : 040 - 474521
Begeleider Hogeschool Heerlen : Ir. B.J. Wering
privé : Vlekkenkamp 24
6373 AE Landgraaf
Tel : 045 - 325236
intern : Dr. Jaegersstraat 40
6401 CZ Heerlen
Tel : 045 - 711890

2. Inleiding

De door verschillende medewerkers opgedane ervaringen met de PCL-718 Labcard en de bijbehorende software is aanleiding geweest de opzet van het meetsysteem eens te herzien. Het is namelijk gebleken dat er tijdens de metingen sprake was van stoorpulsen op het meetsignaal.

Deze bleken afkomstig te zijn van de ultrasoon-wegopnemer die op de Schöenpers is geïnstalleerd. Ook het meetkastje zelf bleek gevoelig te zijn voor storingen van buitenaf. Mijn opdracht was, i.s.m. de CTD stap voor stap deze storingen te lokaliseren, en waar mogelijk op te heffen, zodat de metingen niet meer gestoord zouden worden.

Om de storingen systematisch te kunnen opheffen is voor de volgende aanpak gekozen:

1. Ombouwen van de schroefterminal (meetkastje) van single-ended naar differentiaal ingangen.
2. Een zuiver signaal op de ingangen van de schroefterminal zetten, en het uitgangssignaal op een oscilloscoop meten.
3. De oscilloscoop aan de uitgangen van de Schöenpers aansluiten, en vast stellen welke storingen zich hier voordoen.
4. De Schöenpers en de meetcomputer d.m.v. het meetkastje met elkaar verbinden, en controleren of de gemeten waarden m.b.v. het acquisitieprogramma van W.A.J. v/d Eijnde (Lit[1] en Lit[2]) correct zijn.

3. Hercalibratie van de PCL-718 LABCARD

3.1 Motivering hercalibratie

Het is van groot belang, dat de meetresultaten van een gedane meting betrouwbaar zijn. Om die reden moet ook de PCL-718 Labcard gecalibreerd worden. Uit de handleiding van de PCL-718 Labcard blijkt, dat na iedere verandering die aan de kaart heeft plaatsgevonden, de kaart opnieuw gecalibreerd dient te worden.

Vanwege het feit, dat de ingangen van de kaart nu als differentiaal-ingangen worden gebruikt, is het nodig de kaart opnieuw te calibreren.

Om deze calibratie te vergemakkelijken heeft de leverancier een calibratieprogramma, geschreven in BASIC, bij de kaart geleverd, waardoor de calibratie stap voor stap kan worden doorlopen. Op de kaart zelf bevinden zich 7 zogenaamde "variable resistors" (VR's). (zie ook bijlage I).

Met behulp van deze VR's kunnen de volgende grootheden bijgesteld worden:

- VR1 : D/A 0 offset adjustment
- VR2 : D/A 1 offset adjustment
- VR3 : D/A 0 gain adjustment
- VR4 : D/A 1 gain adjustment
- VR5 : A/D gain adjustment
- VR6 : A/D offset adjustment
- VR7 : A/D common mode rejection ratio adjustment

De calibratie van de kaart bestaat uit 2 gedeelten, n.l. een digitaal/analoo- en een analoo- digitaal calibratie. Alleen deze laatste is nu van belang omdat op dit moment de digitaal/analoo- conversie nog niet gebruikt wordt.

In een later stadium heeft de digitaal/analoo- alsnog plaatsgevonden vanwege het feit dat de meetkast in de praktijk uitgetest moest worden.

3.2 Het calibratieprogramma "CALB.BAS".

Vanwege compatibiliteitsproblemen met nieuwere DOS-versies dient de meetcomputer vanaf de A-drive met een originele MS-DOS 3.2 diskette te worden opgestart. Het calibratieprogramma alloceert namelijk ten behoeve van de file PCL-718.BIN een stuk geheugen, dat reeds door een hogere DOS-versie al gebruikt wordt, waardoor het programma zal vastlopen.

Het calibratieprogramma bevindt zich samen met GWBASIC in de directory C:\DOS\GW-BASIC.

GWBASIC wordt opgestart door in te tikken "GWBASIC", gevolgd door een RETURN.

Het calibratieprogramma kan ingeladen worden door "LOAD "CALB.BAS"" in te tikken, gevolgd door een return.

Het programma kan gestart worden door op F2 te drukken.

Het volgende komt dan op het scherm te staan:

```
<1> .....D/A CALIBRATION
<2> .....A/D CALIBRATION
<3> .....END
ENTER SELECTED ITEM NUMBER:?
```

3.2.1 De A/D calibratie

Volgende scherm:

```
<S> .....SINGLE ENDED INPUT
<D> .....DIFFERENTIAL INPUT
ENTER INPUT MODE (S/D)?
```

Bij het gewijzigde meetkastje beschikken we nu over 8 differentiaal ingangen. Het voordeel van de differentiaal ingangen is, dat onafhankelijk van massa wordt gemeten. Hierdoor is de kans op storingen, die door het onrustige net veroorzaakt worden, veel geringer. Het volgende scherm:

```
<S> .....SINGLE ENDED INPUT
<D> .....DIFFERENTIAL INPUT
ENTER INPUT MODE (S/D)? D
<U> .....UNIPOLAR
<B> .....BIPOLAR
ENTER POLARITY (U/D)?
```

De gebruikte polariteit is unipolair, de uitgangsspanning van de opnemers (Het Ultraschall Wegemessystem en de Kistlercellen (Schoënpers)) loopt van 0 to + 10V.

Het volgende scherm:

```
<S> .....SINGLE ENDED INPUT
<D> .....DIFFERENTIAL INPUT
ENTER INPUT MODE (S/D)? D
<U> .....UNIPOLAR
<B> .....BIPOLAR
ENTER POLARITY (U/D)? U
<1> ..... + 1.0 VOLT
<2> ..... + 2.0 VOLT
<3> ..... + 5.0 VOLT
<4> ..... + 10.0 VOLT
ENTER RANGE (1-4)? 4
UNI AND DIFF. (RANGE = + 10.0 VOLT) CALIBRATION
```

**NOTE: Setting SW2 on UNI and SW3 on DIFF.
GAIN SW1: 1 ON
CHANNEL INPUT CONNECT TO 0 VOLTS**

Om de kaart nauwkeurig te calibreren is het noodzakelijk een zeer nauwkeurige spanningsbron te gebruiken. De benodigde meetapparatuur bevindt zich bij de IJk-en Contrôledienst CTD-TUE.

Ook moet ervoor worden gezorgd dat de instellingen van de schakelaars op de kaart zelf, zich in de juiste stand bevinden.

Volgende scherm:

1. OFFSET ADJUSTMENT (READING = 0)STROBE
 ENTER START CHANNEL:
 ENTER STOP CHANNEL:

CHANNEL = 0 READING = 0

Vervolgens wordt door het calibratieprogramma aangegeven welke variabele weerstand ingesteld moet worden in dit gedeelte van het programma.

De nummering van de kanalen begint bij 0 en eindigt bij 7. Wordt een hoger getal ingegeven dan zal het programma vastlopen en kan men weer opnieuw beginnen.

De variabele weerstand moet net zo lang verdraaid worden totdat de "reading" overeenkomt met de aangegeven reading aan de bovenkant van het scherm.

Volgende scherm:

1. GAIN ADJUSTMENT (READING 4094/4095) STROBE
 CHANNEL INPUT CONNECT TO + 9.9987 VOLTS

De kanalen moeten worden aangesloten op een zeer nauwkeurige spanningsbron, die zo ruisvrij mogelijk moet zijn. Bij het calibreren bleek dat bij bepaalde spanningsbronnen de hoeveelheid ruis zo groot was, dat de reading bleef verlopen.

Volgende scherm:

CMRR REJECTION ADJUSTMENT (READING = 0)
 CONNECT BOTH A/D H & A/D L CHANNELS TO + 10V

CHANNEL = 0 READING = 0

Ook de hier aan te sluiten spanning moet zo nauwkeurig mogelijk zijn.

Als de hiervoor genoemde stappen uitgevoerd zijn, is de PCL-718 Labcard gereed voor gebruik.

3.2.1.1 Het bijregelen van de gain

Wanneer de gain bijgesteld wordt dan verandert de richtingscoëfficiënt van de grafiek. In nevenstaande grafiek is dit weergegeven. (fig 1)

Bij het calibreren komt dit pas naar voren, wanneer het verschil tussen de opeenvolgende waarde constant een factor hoger dan wel lager ligt dan die van de gewenste waarde.

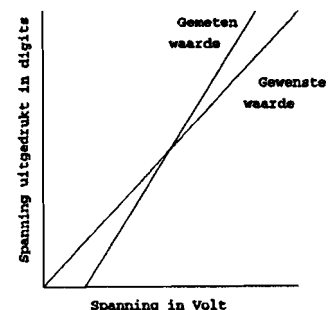


Fig. 1: Het bijregelen van de gain.

3.2.1.2 Het bijregelen van de offset

Wanneer de offset bijgesteld wordt, dan verandert daarmee de ligging van de gehele grafiek. Men transleert de grafiek langs de verticale as. (zie fig. 2).

Voor het calibreren betekent dit dat het nominale verschil tussen de gemeten en de gewenste waarde overal constant is.

Opmerking: In de praktijk is de scheidingslijn tussen het bijregelen van de gain en de offset niet zo strikt. Meestal bestaat het uit een combinatie van beide.

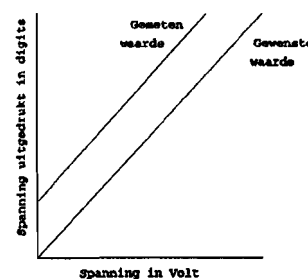


Fig. 2: Het bijregelen van de offset.

Doel van de calibratie is, dat de PCL-718 Labcard voldoet aan de gestelde specificatie met betrekking tot de nauwkeurigheid, namelijk ± 1 digit.

Als we dit omrekenen voor het gebruik op de schaal van 0-10 V, dan komt 1 digit overeen met $\pm 1/4096$ V (± 0.24 mV).

Hieruit volgt, dat voor de calibratie opstelling een voeding gebruikt moet worden, waarvan de spanning zeer nauwkeurig in te regelen is. Tevens moet de gebruikte spanningsbron zeer ruisarm zijn.

OPM: $2^{12} = 4096$ (zie § 4.1)

3.2.2 De D/A calibratie

De D/A calibratie is een stuk eenvoudiger dan de A/D calibratie, vooral vanwege het feit dat er geen externe spanning aangelegd hoeft te worden. De PCL-718 Labcard genereert zelf de benodigde spanningen.

Er kan uit twee soorten calibratie gekozen worden, de **0** uitgang en de **1** uitgang.

Omdat deze nog nooit gecalibreerd zijn geweest, zijn ze beiden uitgevoerd.

Zoals in bijlage IV te zien is, bevinden zich op de zijkant van het meetkastje twee uitgangen, **0 out** en **1 out**. Op deze uitgangen moet bij de calibratie een nauwkeurige digitale voltmeter aangesloten worden.

Achtereenvolgens worden bij de calibratie de **0**-offset en de volleschaal waarde gecalibreerd. Bij de **0**-offset dient de voltmeter exact **0 Volt** antegeven, bij de volleschaal calibratie dient de voltmeter exact **5 Volt** aan te geven.

4. Foutenanalyse

4.1 Opneemnauwkeurigheid

De PCL-718 Labcard heeft een resolutie van 12 bits. Dit wil zeggen dat de schaal loopt van 2^0 tot 2^{12} digits met een opneemnauwkeurigheid van +/- 1 digit.

Voorbeeld: $F_{\max} = 5000 \text{ N}$

De schaal loopt dan van 1.22 N tot 5000 N met een nauwkeurigheid van +/- 1.22 N.

Voor een optimaal gebruik van de resolutie dient het analogeingangssignaal te voldoen aan de ingestelde input range, namelijk 0-10V. Om de gestelde nauwkeurigheid van +/- 1 digit te bereiken is de PCL-718 Labcard gekocht. De ijkingsgrafiek is te vinden in bijlage II.

4.2 Opneemsnelheid

Op de PCL-718 Labcard bevindt zich een schakelaar waarmee de samplefrequentie op 1 Mhz en op 10 Mhz ingesteld kan worden. Op de huidige meetcomputer kan alleen de 1 Mhz stand gebruikt worden vanwege het feit dat de kloksnelheid van de meetcomputer maximaal 8 Mhz is.

Indien de PCL-718 Labcard ooit in een snellere computer wordt ingebouwd, kan de kaart op een hogere samplefrequentie worden ingesteld, waardoor de kaart waarschijnlijk ook te gebruiken is voor bv. het mechanisch bewerkingsproces "Ponsen", waarbij in een kort tijdsbestek een hoog aantal samples genomen moet worden om een betrouwbare grafiek te verkrijgen.

Let er dan wel op, dat de kaart dan weer opnieuw gecalibreerd moet worden, willen de uitkomsten van metingen nog betrouwbaar zijn.

4.3 Het gebruik van diverse samplefrequenties

De PCL-718 Labcard heeft 3 mogelijkheden op basis waarvan de A/D conversie plaats kan vinden:

1. op DMA-basis.
2. op interrupt-basis.
3. op programma-basis.

Het verschil tussen de verschillende conversiemogelijkheden is de sample frequentie en de daarmee samenhangende nauwkeurigheid van de later op te tekenen grafiek.

De maatstaf voor de nauwkeurigheid wordt gevormd door een integraal berekening.

Proef: Er wordt een zaagtandspanning gebruikt met een frequentie van 0.2 Hz. Op de andere frequentiegenerator wordt een wisselspanning gezet met een frequentie van 2 Hz.

Resultaat: De gemaakte functie heeft het volgende mathematische functie voorschrift:

$$f(\alpha) = 1825 \sin(2\alpha) + 1825 \quad (\text{Zie ook Lit[2]}).$$

De integratie vindt plaats over het gebied $[0 - \pi/2]$:

We krijgen dan:

$$I = \int_0^{0.5\pi} 1825 \sin 2\alpha + 1825 \, d\alpha$$

$$I = [1825 * 0.5 \cos(2\alpha) + 1825 \alpha]_0^{0.5\pi}$$

$$I = 4691.703$$

Opmerking: Voor het vergelijken van de uitkomst van bovenstaande integraal met de uitkomsten van die van de grafieken in bijlage II dient opgemerkt te worden dat langs de assen in de figuren "voltages" uitgezet zijn maar ze zijn in digits omgezet. Hierdoor heeft men te maken met een omrekenfactor, n.l.:

$$\omega = 2 * \pi * f \quad \omega = \text{hoekverdraaiing}$$

$$\omega = 4\pi^{\text{rad}}/\text{sec} \quad f = \text{de ingestelde frequentie}$$

De integraal wordt berekend over een tijd: 2 trillingen in 1 seconde, halve trilling in 0,25 seconde.

$$\text{weergegeven als radialen} : \Rightarrow 0,25 * 4\pi = \pi \text{ rad}$$

$$\text{Als } \pi \text{ rad} = 315 \text{ digits (zie grafieken bijlage II) dan } 1 \text{ rad} = 100.2 \text{ digits}$$

100.2 is de factor die zit tussen de mathematische integraal en dezelfde integraal "vertaald" naar digits.

$$4691.703 * 100.2 = 470108.7$$

Resultaat: De resultaten van de gebruikte PCL-718 Labcard instellingen zijn terug te vinden in bijlage III. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

fig.	A/D conversie functie	sample frequentie in Hz	sample tijd in sec.	stap-grootte	uitkomst integraal	verschil in %
9	DMA	6945	0.4	1.05	470715.9	0.23
10	Interrupt	2500	1.1	2.87	481101.3	2.31
11	Interrupt	1600	1.7	4.40	486522.2	3.5
12	Programma	1600	1.7	4.37	463645.0	1.4
13	Programma	2267	1.2	2.87	488116.3	3.8

$$* \text{ sample frequentie} = \frac{1 \cdot 10^6 \text{ Hz}}{\text{counter 1} \cdot \text{counter 2}}$$

$$** \text{ sampletijd} = \frac{\text{grootte van de datarij}}{\text{sample frequentie}}$$

$$*** \text{ stapgrootte} = \text{gemiddelde afstand tussen de opeenvolgende data voor de signalen die op de x-as uitgezet zijn}$$

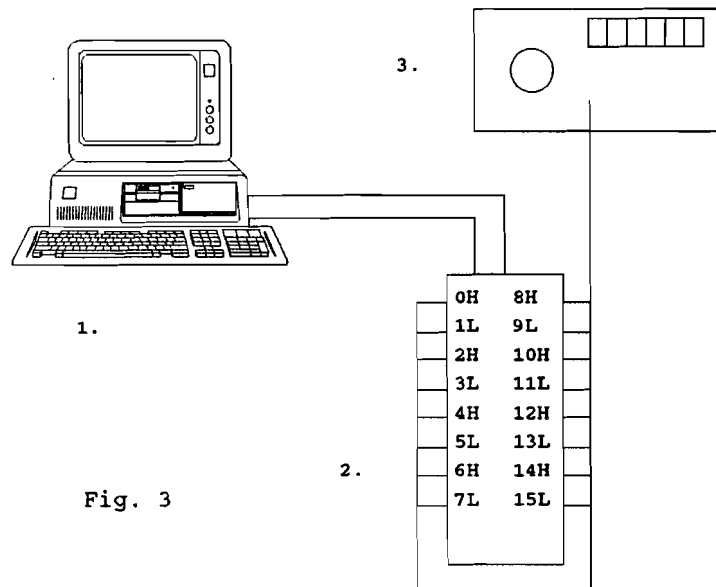
Tabel 1: Verwerking van de gegevens van bijlage III.

Conclusie: Hoe kleiner de sampletijd, des te hoger de nauwkeurigheid.
Logisch immers, want dezelfde grootte aan datagegevens worden over een kortere tijd verdeeld.

5. Proefopstelling

Voor het calibreren van de PCL-718 Labcard is gebruik gemaakt van de volgende proefopstelling (zie fig.3).

1. Computer met de PCL-718 Labcard.
2. Schroefterminal.
3. Nauwkeurige spanningsbron.



De nauwkeurige spanningsbron met een bereik van minimaal 0V tot 10V wordt aangesloten op één kanaal. Één kanaal bestaat uit een High en een Low ingang (zie fig. 3). Deze ingangen worden allemaal aangesloten op de spanningsbron, zodat alle ingangen dezelfde spanning aangeboden krijgen.

Bij het uitvoeren van het in BASIC geschreven calibratieprogramma moet als startkanaal 0 worden opgegeven, en als stopkanaal kanaal 7. Zo zullen bij het calibreren alle kanalen gescand worden, waardoor een goed overzicht verkregen kan worden van de onderlinge verschillen tussen de kanalen. Het is zo mogelijk fouten in de aansluitingen op te sporen.

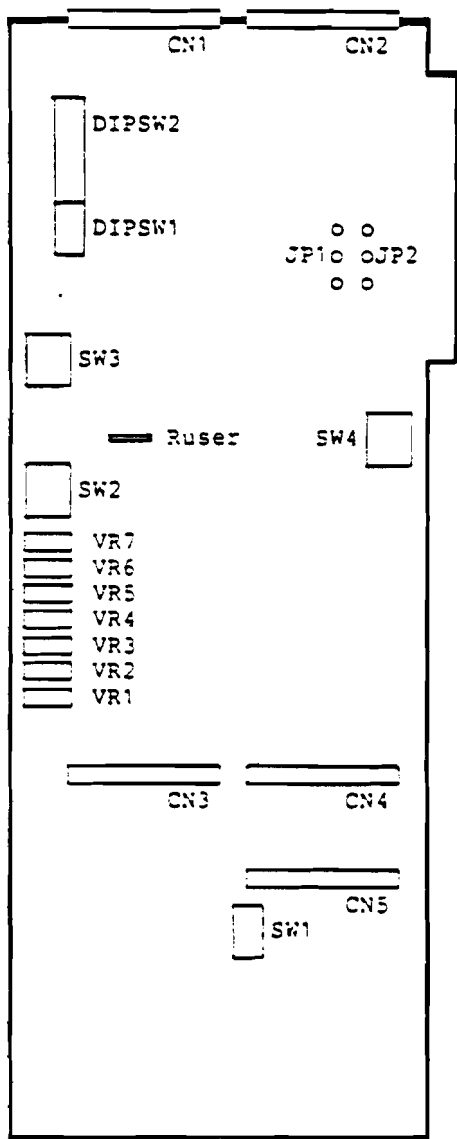
De BNC-connectoren op de frontplaat van de schroefterminal worden allemaal gebruikt, van de schakelaartjes worden alleen de nummers 0 t/m 7 gebruikt, omdat er slechts 8 differentiaal ingangen beschikbaar zijn.

Het verdient aanbeveling, deze schroefterminal dusdanig aan te passen dat de overbodige schakelaartjes worden verwijderd, en alle ingangen van een duidelijke aanwijzing worden voorzien, waardoor de kans op een foutieve aansluiting verminderd zal worden. (zie ook Bijlage IV).

6. Literatuurlijst

1. Een universeel Data-Acquisitie systeem voor een high performance PCL-718-CS CARD.
HS-Venlo Stageverslag 1.
Auteur : W.A.J. van den Eijnde.
juni 1990.
VF code D2 WPA nr 0893.
2. De calibratie en de proefopstelling van de PCL-718 Labcard.
HS-Venlo stageverslag 2
Auteur : W.A.J. van den Eijnde.
maart 1990.
VF code D2 WPA nr 0862.
3. PCL-718 High Performance Data Acquisition Card User's Manual.
Advantech co.

PCL-718 CONNECTOR, SWITCH AND VR LOCATIONS



Legend:

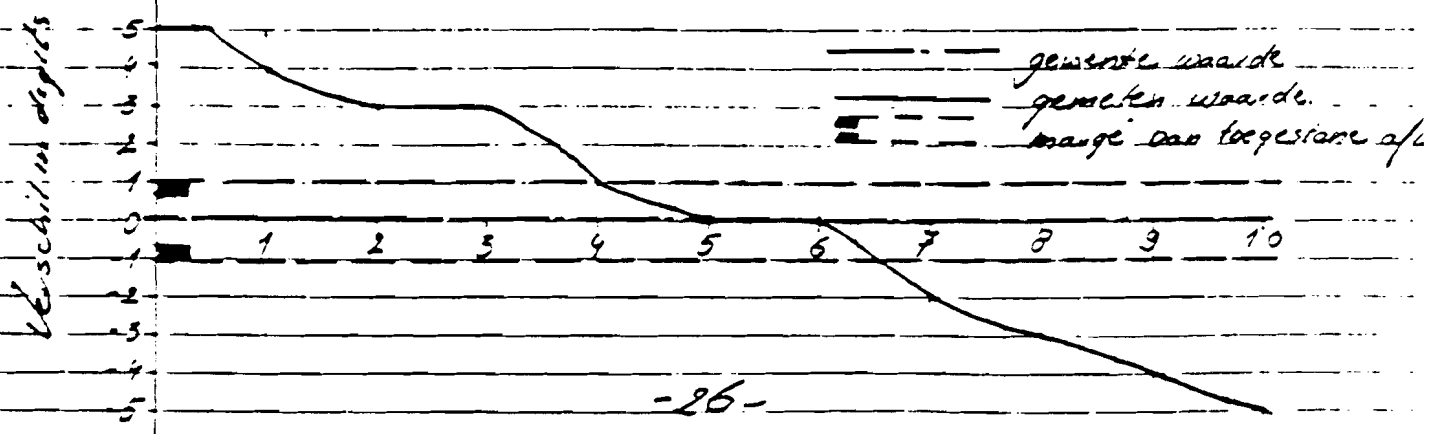
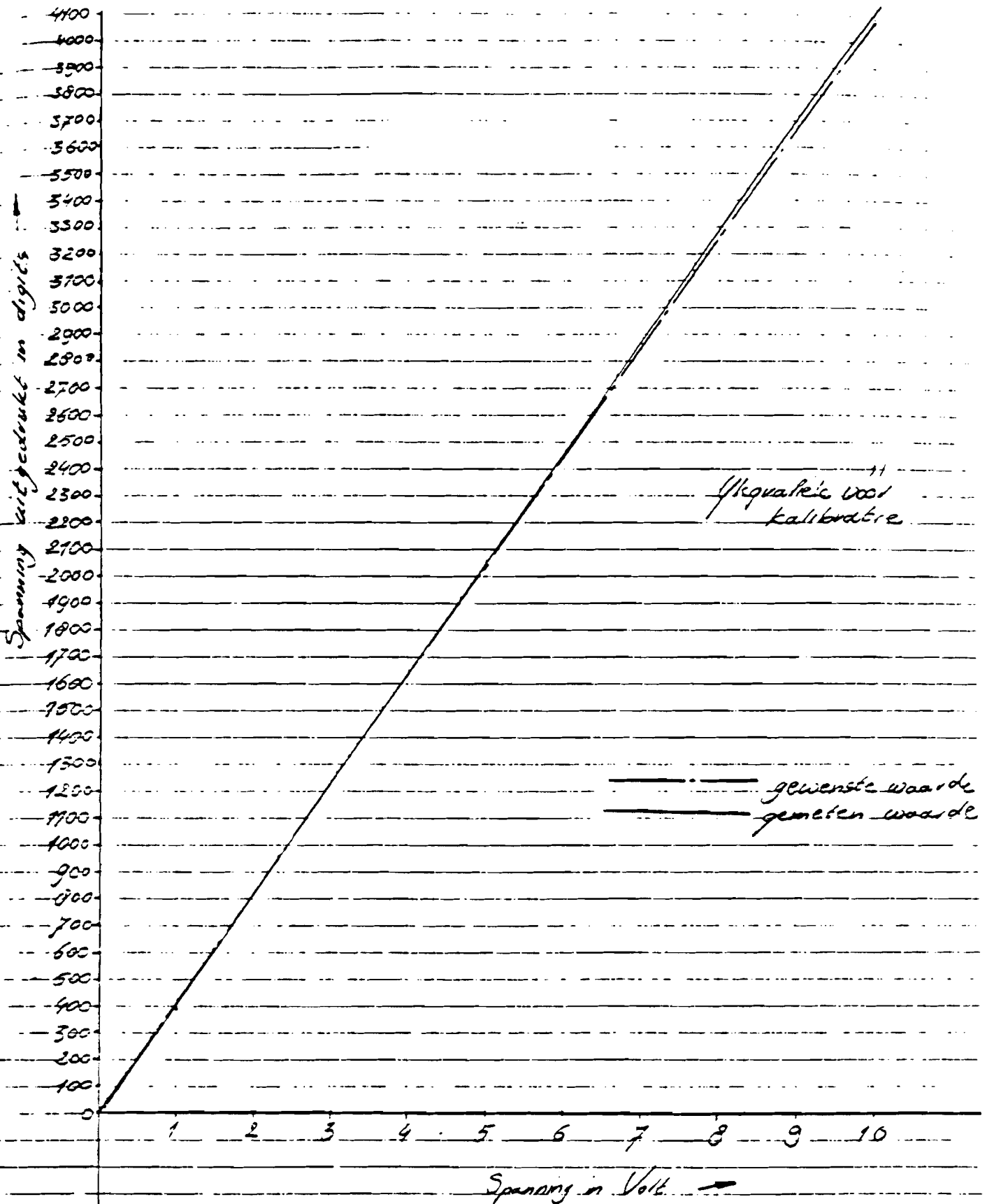
CN1: Analog input connector
 CN2: Analog output connector
 CN3: Digital output connector
 CN4: Digital input connector
 CN5: Counter

DIPSW1: Base address setting
 DIPSW2: Analog input range

SW1: Clock input frequency
 (10 MHz or 1 MHz)
 SW2: Unipolar/Bipolar
 SW3: 16 Single-ended channel/
 8 Differential channel
 SW4: DMA level (DRQ1/DRQ3)

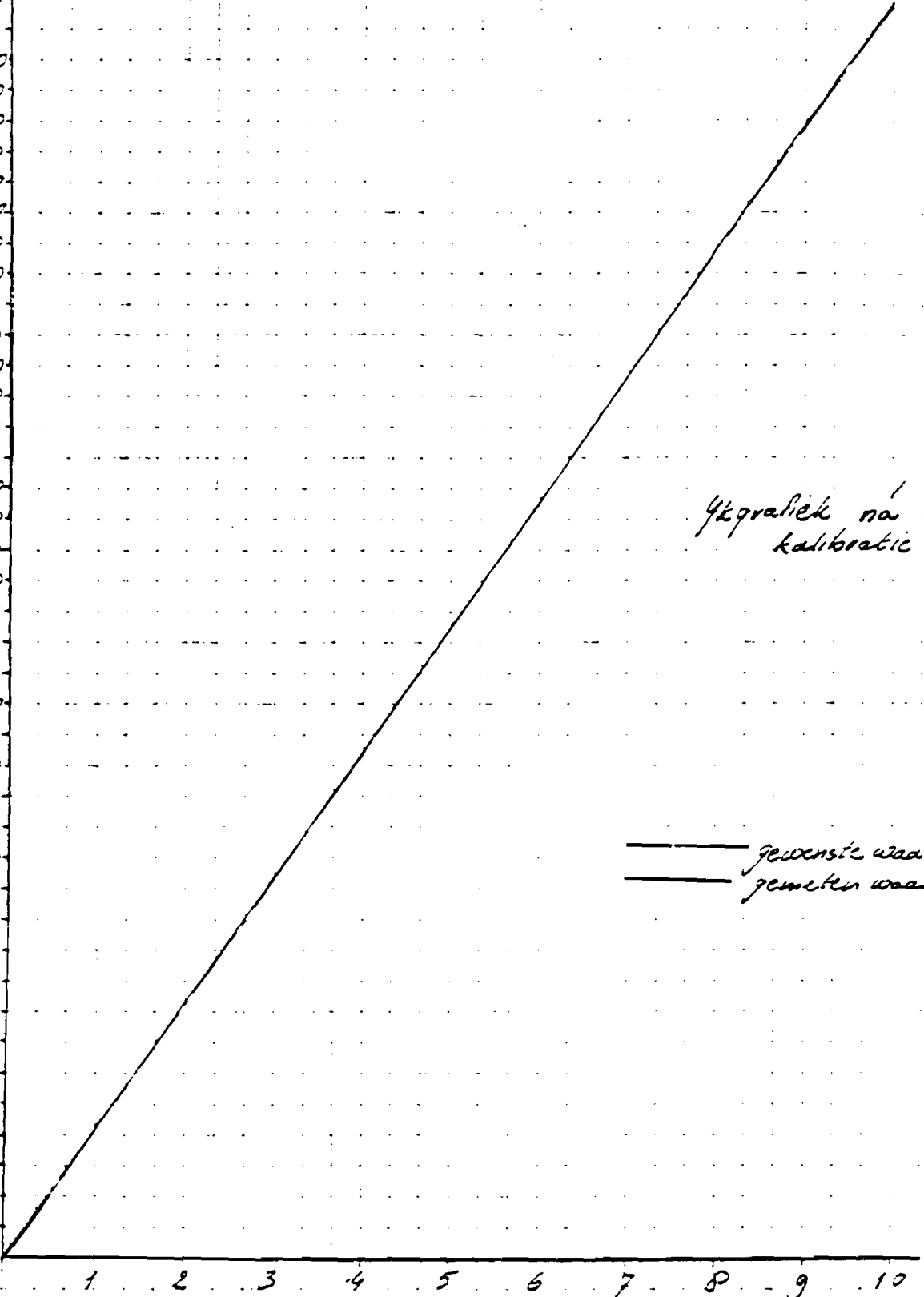
VR1: D/A 0 offset adjustment
 VR2: D/A 1 offset adjustment
 VR3: D/A 0 gain adjustment
 VR4: D/A 1 gain adjustment
 VR5: A/D gain adjustment
 VR6: A/D offset adjustment
 VR7: A/D common mode rejection
 ratio adjustment

Ruser: Resistor for user
 definable A/D input
 range.



Spanning uitgedrukt in digits →

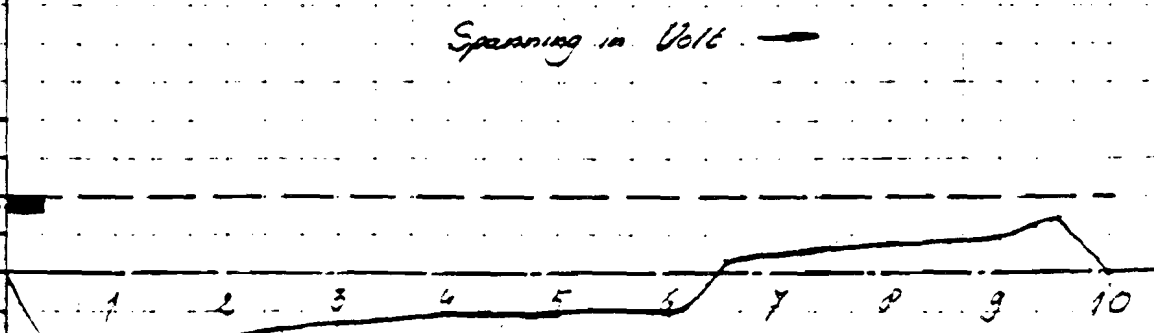
4100
4000
3900
3800
3700
3600
3500
3400
3300
3200
3100
3000
2900
2800
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0



— gewenste waarde
— gemeten waarde

Classchil no digits →

2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2



— gewenste waarde
— gemeten waarde
— marge van toepassing afw

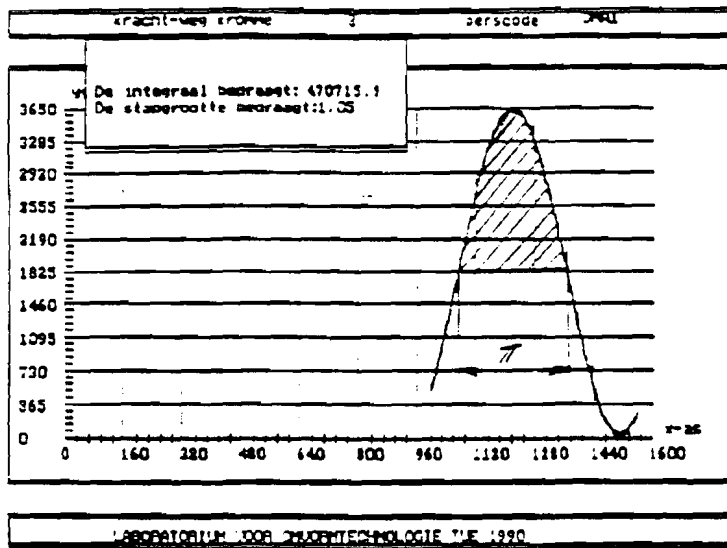


fig. 9: DITA: frequentie 6945 Hz.

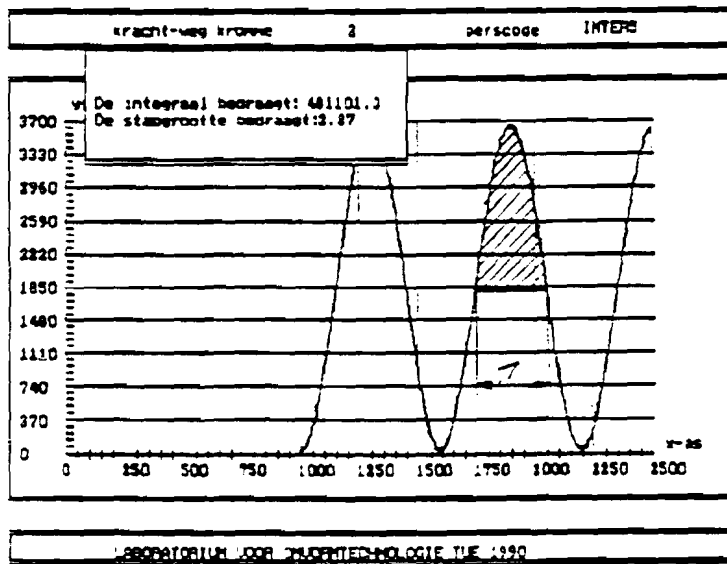


fig 10: Interrupt: frequentie 2500 Hz.

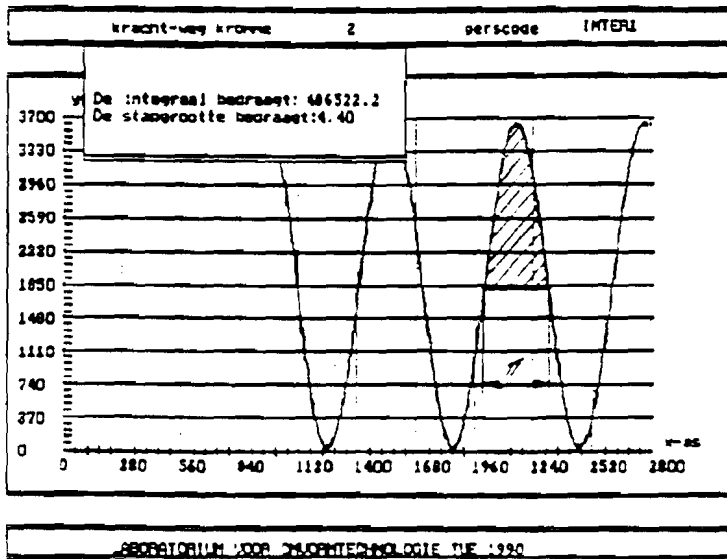


fig 11: Interrupt: frequentie 1600 Hz

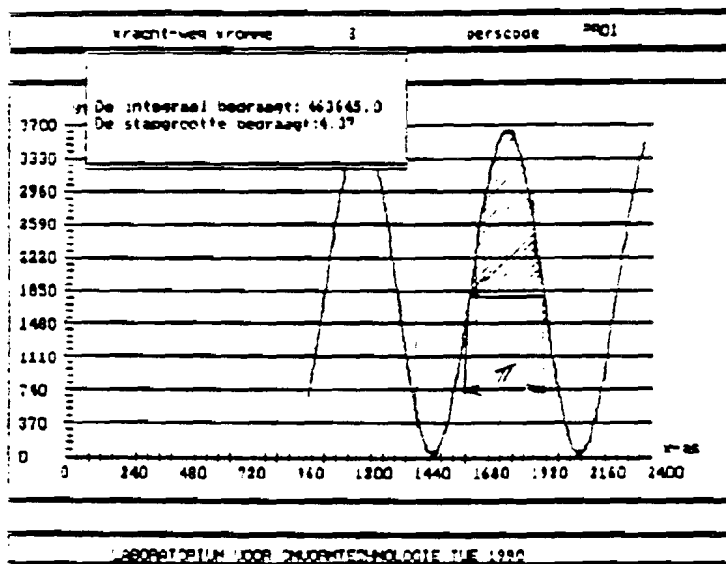


fig 12: Programma: frequentie 1600Hz

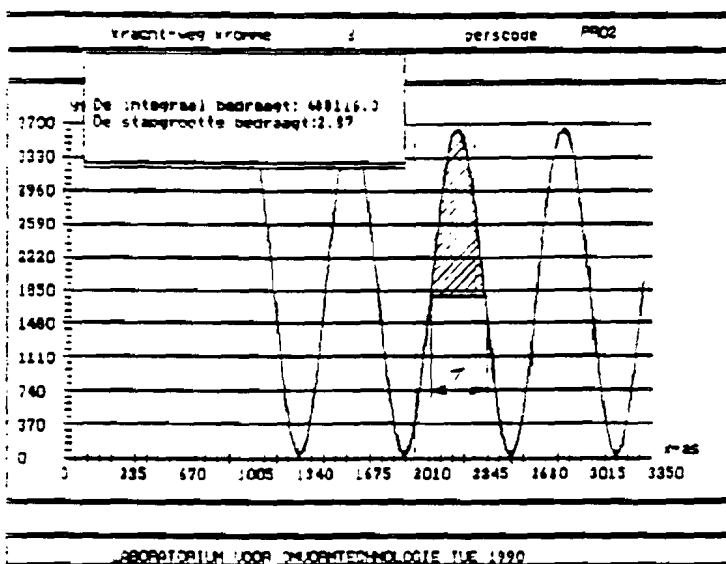


fig 13: Programma: frequentie 2867 Hz