



TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT VLIEGTUIGBOUWKUNDE

Memorandum M 10

Metingen van fluctuaties in het toerental van de
schroefmotor van de lage-turbulentiewindtunnel.

door ir. J. Boeker en A. Burgers

Delft - Nederland

Januari 1959

TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
VLIEGTUIGBOUWKUNDE

Memorandum M 10

Metingen van fluctuaties in het toerental van de
schroefmotor van de lage-turbulentie windtunnel.

door

ir.J.Boeker

en

A.Burgers

DELFT-NEDERLAND

Januari 1959

| | |
|---|------|
| oud | blz. |
| inleiding. | 1 |
| Meting van het schroeftoerental door de sub-afdeling Scheeps- bouwkunde. | 2 |
| Meting van het schroeftoerental en de stuwdruk in de meetplaats door de sub-afdeling Vliegtuigbouwkunde. | 4 |
| Conclusies | 10 |
| Opmerkingen | 11 |
| fig. 1 t/m 10 | |
| bijvoegsel 1: geregistreerde waarnemingen door de sub-afdeling Scheepsbouwkunde. | |
| bijvoegsel 2: geregistreerde waarnemingen door de sub-afdeling Vliegtuigbouwkunde. | |

Inleiding.

De beschreven metingen vallen in twee groepen uiteen:

1. de metingen uitgevoerd door de sub-afdeling Scheepsbouwkunde
2. de metingen uitgevoerd door de sub-afdeling Vliegtuigbouwkunde.

De eerste metingen werden verricht naar aanleiding van reeds eerder verrichte metingen van fluctuaties in de stuwdruk in het tunnelkanaal. Het vermoeden was hierdoor gerezen, dat het toerental van de schroefmotor eveneens fluctueerde. De gelegenheid deed zich voor om enkele metingen uit te voeren met apparatuur van de sub-afdeling Scheepsbouwkunde. Dank zij de welwillende medewerking van de sub-afdeling Scheepsbouwkunde konden deze metingen op korte termijn plaats vinden. De resultaten bevestigden de vermoedens.

Vervolgens vonden in het tijdvak van mei t/m juni 1958 metingen aan de motorinstallatie plaats door de afdeling Electro-techniek. Hierbij werden gelijktijdig het toerental van de schroefmotor en de ankerstroom van de schroefmotor geregistreerd. Pogingen om tegelijkertijd de stuwdruk in de meetplaats te registreren, werden niet met succes bekroond. Over deze metingen is een afzonderlijk verslag van de afdeling Elektrotechniek verschenen.

Hierna werd de tweede groep metingen uitgevoerd die in dit verslag worden beschreven. Enerzijds stond hierbij de wens voorop om het toerental en de stuwdruk gelijktijdig te kunnen meten, anderzijds was het gewenst zelf het verloop van het toerental te kunnen vastleggen teneinde de invloed van verbeteringen van de motorinstallatie direkt na te kunnen gaan. Deze doelstellingen werden inderdaad bereikt. Tevens werd van de gelegenheid gebruik gemaakt om de invloed van enkele wijzigingen na te gaan.

Meting van het schroeftoerental door de sub-afdeling Scheeps-
bouwkunde (14 en 15 aug. 1957)

De metingen kunnen worden onderverdeeld in een niet-registrerende en een registrerende meting.

1. Niet-registrerende meting.

Opstelling:

Het toerental van de buitenring van de koppeling tussen schroefmotor en schroefas werd gemeten. Hiervoor werd deze ring over de helft van zijn omtrek wit en over de andere helft zwart geschilderd. Hierop werd een foto-electrische cel gericht. Zolang de wit geschilderde helft zich voor de foto-electrische cel bevindt, laat deze een aanzienlijk hogere gelijkstroom door. De cel geeft dus een pulserende gelijkstroom af. De periode van deze pulsen wordt geteld door een electronische teller met ingebouwde tijdbasis. Op deze wijze kan de tijdsduur van een omwenteling of van tien omwentelingen worden geteld.

Voor deze metingen werden een Hewlett and Packard electronische teller model 522 B met bijbehorende foto-electrische cel gebruikt. De teller werd om de seconde afgelezen bij een toerental overeenkomende met een stuwdruk van 100 kg/m^2 in de meetplaats, en om de twee seconden bij een stuwdruk van 400 kg/m^2 .

Resultaten.

De afgelezen waarden zijn grafisch uitgezet tegen de tijd in fig. 2. Hieruit volgt bij een stuwdruk van 400 kg/m^2 een gemeten fluctuatie van 1,5% in de tijdsduur van een omwenteling, en van 0,4% in de tijdsduur van tien opeenvolgende omwentelingen. Er bestaat dus een duidelijk verschil tussen de beide resultaten. In verband hiermee moet worden opgemerkt dat van de opstelling van de gebruikte foto-electrische cel geen bijzonder steile karakteristiek kan worden verwacht. Hiermee wordt bedoeld dat de lijn, die het verband aangeeft tussen de hoekstand van de schroefas en de afgegeven spanning, vrij vlak verloopt. Aangezien de spanning waar de electronische teller op aanslaat niet steeds exakt gelijk is, wordt de hoogste nauwkeurigheid verkregen met een zeer steile karakteristiek. In de beschreven metingen kan dus zeer goed een onnauwkeurigheid geslopen zijn. Het spreekt vanzelf dat de hierdoor ontstane fout relatief veel groter is wanneer de tijdsduur van één omwenteling wordt gemeten, dan wanneer het gaat om de tijdsduur van tien opeenvolgende omwentelingen. Het is daarom verklaarbaar dat deze laatste metingen veel beter aansluiten bij de resultaten van later verrichte metingen van hogere nauwkeurigheid.

2. Registrerende meting.

Opstelling:

De omtrek van de koppeling tussen de schroefas en de motoras werd nu verdeeld in tien zwarte en tien witte blokken. Per omwenteling van de schroefas werden daardoor tien pulsen afgegeven door de foto-electrische cel. De frequentie van de pulserende gelijkstroom wordt hierdoor zo hoog dat deze kan worden gemeten met een frequentiemeter. (Hewlett and Packard model 500 B). Aan deze meter werd een Sefram schrijver gekoppeld, zodat het verloop van de frequentie met de tijd kon worden opgetekend. Met behulp van een instelbare frequentiegenerator werden ijkingen uitgevoerd. Uiteraard heeft de frequentiemeter een zekere traagheid zodat zeer kortstondige fluctuaties, optredende binnen de tijdsduur van enkele omwentelingen, niet worden opgetekend. Het verloop van het gemiddelde toerental is echter goed te volgen.

Resultaten:

Gemeten werd bij stuwdrukken van 100, 200, 300, 400, 500, 600 en 700 kg/m² in de meetplaats. De opgenomen stroken van de schrijver zijn in bijvoegsel 1 verzameld.

In het gemiddelde toerental blijken schommelingen voor te komen van 0,4 % van het ingestelde toerental. Deze schommelingen treden bij alle stuwdrukken op. Tevens blijkt dat een verstoring van de luchtstroom in het tunnelkanaal (veroorzaakt door een vliegtuigmodel in overtrokken toestand) geen meetbaar effect heeft op de grootte van de schommelingen.

3.. Meting van het toerental van de schroefmotor en de stuwdruk in de meetplaats door de sub-afdeling vliegtuigbouwkunde. (november 1958).

Deze metingen kunnen ook worden onderverdeeld in niet-registrerende- en registrerende metingen.

3.1. Niet-registrerende metingen

Opstelling:

Gemeten werd de tijd voor 1 omwenteling in micro seconden. Dit werd gedurende tien minuten elke 5 sec. herhaald. Gedurende deze periode werd de motorinstallatie niet bijge-regeld.

Op de as van de schroefmotor werd een schijf met een diameter van 30 ~~cm~~ bevestigd. In de schijf was langs de omtrek een radiale spleet gemaakt, die 1 mm breed was.

De spleet draaide langs een transistor (OC71) die voor licht gevoelig was. De transistor bevond zich in een houder met een 0,3 mm brede spleet. Beide spleten werden evenwijdig gesteld. Aan de andere kant van de draaiende spleet werd een lamp opgesteld, zodat bij het samenvallen van beide spleten de transistor werd belicht en een elektrische impuls doorgaf aan een elektronische teller. (Berkeley type 7360).

De impuls werd gecontroleerd met een Hewlett and Packard oscilloscoop type 130A.

Als spanningsbron voor het gloeilampje werd eerst gebruikt 220 Volt wisselspanning, later 220 Volt gelijkspanning uit omvormer I.

Er zijn metingen verricht in vier toestanden van de motorinstallatie:

1 met de motorinstallatie in de normale schakeling.

Het veld van de hoofddynamo wordt hierbij gevoed door de regeldynamo (de z.g. Rototrol)

2 als (1) doch nu werd de van het toerental afhankelijke spanning van de meetdynamo vervangen door een constante spanning. Deze laatste werd geleverd door 3 parallel geschakelde PSA's (fabrikaat van der Heem). Dit betekent dat de terugkoppeling van het motortoerental verviel.

3. met een afzonderlijke voeding van het veld van de hoofddynamo door een constante spanningsbron. Deze bestond uit een accubatterij met een schuifweerstand voor de regeling. De Rototrol was hierbij dus uitgeschakeld, terwijl evenmin terugkoppeling plaats vond.
4. als (3) doch met omvormer 2 (de omvormer van de modeltunnel) als constante spanningsbron. Deze opstelling biedt het voordeel dat de spanning van omvormer 2 vanuit de meetruimte kan worden geregeld.

Meetresultaten:

De meetresultaten laten zich het beste vergelijken aan de hand van de metingen uitgevoerd bij een stuwdruk van 345 kg/m^2 in de meetplaats van de tunnel (fig. 3,8 en 9). In deze figuren is de tijdsduur van een omwenteling in sec uitgezet als functie van de tijd. Tevens zijn uitgezet de fluctuaties in de stuwdruk, gemeten met een pitotbuis aangesloten op een hellende buis met spiritusvulling. Er wordt op gewezen dat de stuwdruk en het toerental in deze grafieken wel op hetzelfde tijdstip zijn opgenomen, doch dat de beide waarnemingen niet gesynchroniseerd waren.

Toestand 1.

De resultaten met de motorinstallatie in de schakeling (1) vertoont betrekkelijk grote fluctuaties, zowel in het toerental als in de stuwdruk (fig. 3). De fluctuaties bedragen circa 0,4% in het toerental en circa 0,8% in de stuwdruk. Hoewel de waarnemingen niet zijn gesynchroniseerd, duidt het verloop van de krommen op een samenhang tussen de fluctuaties in het toerental en in de stuwdruk. Dit wordt bevestigd door andere metingen die wel gesynchroniseerd waren (fig. 5).

Uit een vergelijking met fig. 4 en 5 blijkt dat de fluctuaties sterk toenemen met het toerental waarbij werd gemeten.

Teneinde na te gaan of eventuele schommelingen in de netspanning van invloed zijn, werd een aanvullende meting s'nachts verricht. Gedurende deze meting was de netspanning zeer constant en veranderde de netfrequentie zeer gelijkmatig. Uit de resultaten (fig. 6) blijkt geen enkele verbetering t.o.v. de metingen overdags.

Toestand 2

Enkele resultaten zijn gegeven in fig. 7. Er treedt nu een zeer grote fluctuatie op in het toerental, dat onregelmatig verloopt (ruim 3% binnen 4 minuten)

Toestand 3

Deze metingen (fig. 8) geven een grote verbetering te zien t.o.v. toestand 1 (met Rototrol). Dit spreekt het duidelijkst bij een stuwdruk van 345 kg/m^2 . Het beperkte vermogen van de accubatterij liet geen hogere stuwdruk toe.

Toestand 4.

Wanneer de accubatterij wordt vervangen door omvormer 2 nemen de fluctuaties in het toerental en in de stuwdruk iets toe, doch blijven geringer dan in toestand 1. (vergelijk de kort na elkaar opgenomen grafieken 9 en 3). Het verschil spreekt nog sterker bij hoge stuwdruk (fig 10 en 4).

Terwille van een snelle vergelijking bij dezelfde snelheid, zijn de fluctuaties gemeten bij een stuwdruk van 345 kg/m^2 in de fig. 3, 8 en 9 uitgedrukt in procenten van het toerental, resp. van de stuwdruk.

3.2. Registrerende metingen

In het algemeen zijn de registrerende metingen minder gevoelig dan de niet-registrerende. Een voordeel is echter dat het verloop van de verschillende grootheden continu kan worden gevolgd.

Opstelling

Hierbij werd geregistreerd op een fotografische recorder (Beaudouin type A 1320)

Geregistreerd werden:

- 1^o. de variaties in de spanning van de meetdynamo gekoppeld aan de schroefmotor.
- 2^o. de variaties in de 220 Volt gelijkspanning, die wordt opgewekt door de opwekkerdynamo. Hiermee worden de velden van de schroefmotor en de meetdynamo opgewekt.
- 3^o. de variaties in de spanning van het veld van de hoofddynamo.
- 4^o. De variaties in het toerental van de schroefmotor.
- 5^o. De variaties in de totale druk in de meetplaats.

De spanningsvariaties 1 t/m 3 werden gevonden door compensatie met een constante spanningsbron (gestabiliseerd FSA)

Het toerental van de schroefmotor werd bepaald met behulp van een schijf, waarin langs de omtrek op regelmatige afstanden 500 gaatjes zijn aangebracht, Deze schijf was bevestigd op een statief, dat achter de meetdynamo was bevestigd.

Aan een zijde van de schijf was achter de gaatjes een fototransistor geplaatst en aan de andere zijde een lamp achter een spleetvormig diafragma. Door de spleet en een gaatje kon de transistor worden belicht. Het signaal van de transistor werd in een Peckel versterker versterkt en naar een aanwijzende frequentiemeter van Hewlett and Packard gevoerd.

Deze frequentiemeter heeft een aansluiting voor een recorder. Dit uitgangssignaal is een pulserende gelijkspanning die evenredig is met de frequentie. De pulsen werden weggefilterd en het uit het filter komende gelijkspanningssignaal werd in een gelijkspanningsversterker (Philips) versterkt. Deze versterker werd zo ingesteld, dat alleen de variaties van het ingangssignaal (dus van de frequentie, evenredig met het toerental) werden versterkt. Het uitgangssignaal uit deze versterker werd geregistreerd.

Het bleek niet mogelijk om op korte termijn te kunnen beschikken over apparatuur om variaties in de stuwdruk met voldoende nauwkeurigheid vast te leggen. Wel bestond de mogelijkheid om veranderingen in de totale druk vast te leggen.

De drukvariaties werden bepaald met behulp van een bij het N.L.L. geleende drukdoos. Deze drukdoos bestaat in principe uit een metalen doos die door een membraan in twee kamers wordt verdeeld. Op het membraan zijn rekstrookjes geplakt. De elektrische weerstand van de rekstrookjes is nu een functie van het drukverschil in de beide kamers. Voor de meting van de variaties in de totale druk in de meetplaats werd deze druk op de beide kamers aangesloten. Wanneer de tunnel op een stationnaire snelheid was gebracht, werd de leiding naar een van de beide kamers met een kraan afgesloten. In deze kamer bleef de druk dan constant, zodat de drukfluctuaties in de andere kamer konden worden gemeten. Voor de meting werd gebruik gemaakt van een Peckel rekstrookmeetapparaat. Dit geeft als uitgang een gelijkspanning die voor registratie nog moest worden versterkt met een TFD gelijkspanningsversterker.

Resultaten

De boven beschreven signalen 1 t/m 5 werden gemeten in twee toestanden van de motorinstallatie:

1. de normale installatie (met Rototrol)
2. met omvormer 2 voor de voeding van het veld van de hoofddynamo (dus zonder de Rototrol)

De signalen werden geregistreerd gedurende perioden van \pm 10 minuten, terwijl er niet werd geregeld. Daarna werden er verstoringen aangebracht:

- a. Er werd een plank in de stroming in de meetplaats gehouden. Dit veroorzaakt een verhoging van de belasting van de schroefmotor.
- b. De Rototrol werd mechanisch afgeremd.
- c. In de toestand(2) (met omvormer 2) werd nog een elektrische verstoring aangebracht. De veldspanning van de hoofddynamo werd met een weerstand plotseling veranderd.

In de registraties zijn de tijdsduren van de verstoringen aangegeven.

-9-

Deze registraties zijn in bijvoegsel 2 opgenomen. Uit de registraties is te zien dat de veldspanning met Rototrol veel grotere variaties vertoont dan bij gebruik van omvormer 2. Vooral bij de grote stuwdruk is dit verschil opvallend. Ook zijn met omvormer 2 de variaties in de stuwdruk, in het toerental en in de spanning van de meetdynamo geringer.

Een aerodynamische verstoring (a) was het duidelijkst te merken aan de registraties bij de hoogste toerentallen. De variaties in de diverse signalen treden spontaan op, op hetzelfde moment. Dit in tegenstelling tot de elektrische verstoring (c). Hierbij veranderden de grootheden die door de schroefmotor werden beïnvloed (toerental en spanning van de meetdynamo) langzamer en kwam de verandering in de druk nog later.

Wanneer een elektrische verstoring wordt aangebracht, wordt de schroefmotor langzaam versneld. Bij een aerodynamische verstoring treedt een zichtbare vertraging van het toerental niet altijd op.

In het algemeen treden de variaties in de tot. druk 6 à 6½ sec later op dan variaties in het toerental. Dit is ook te zien bij de elektrische verstoringen.

De mechanische afremming van de Rototrol (b) heeft geen merkbare invloed: de 220 Volt gelijkspanning verandert niet meer dan op andere ogenblikken. Dit wijst er op dat veranderingen in de netfrequentie betrekkelijk weinig invloed zullen hebben.

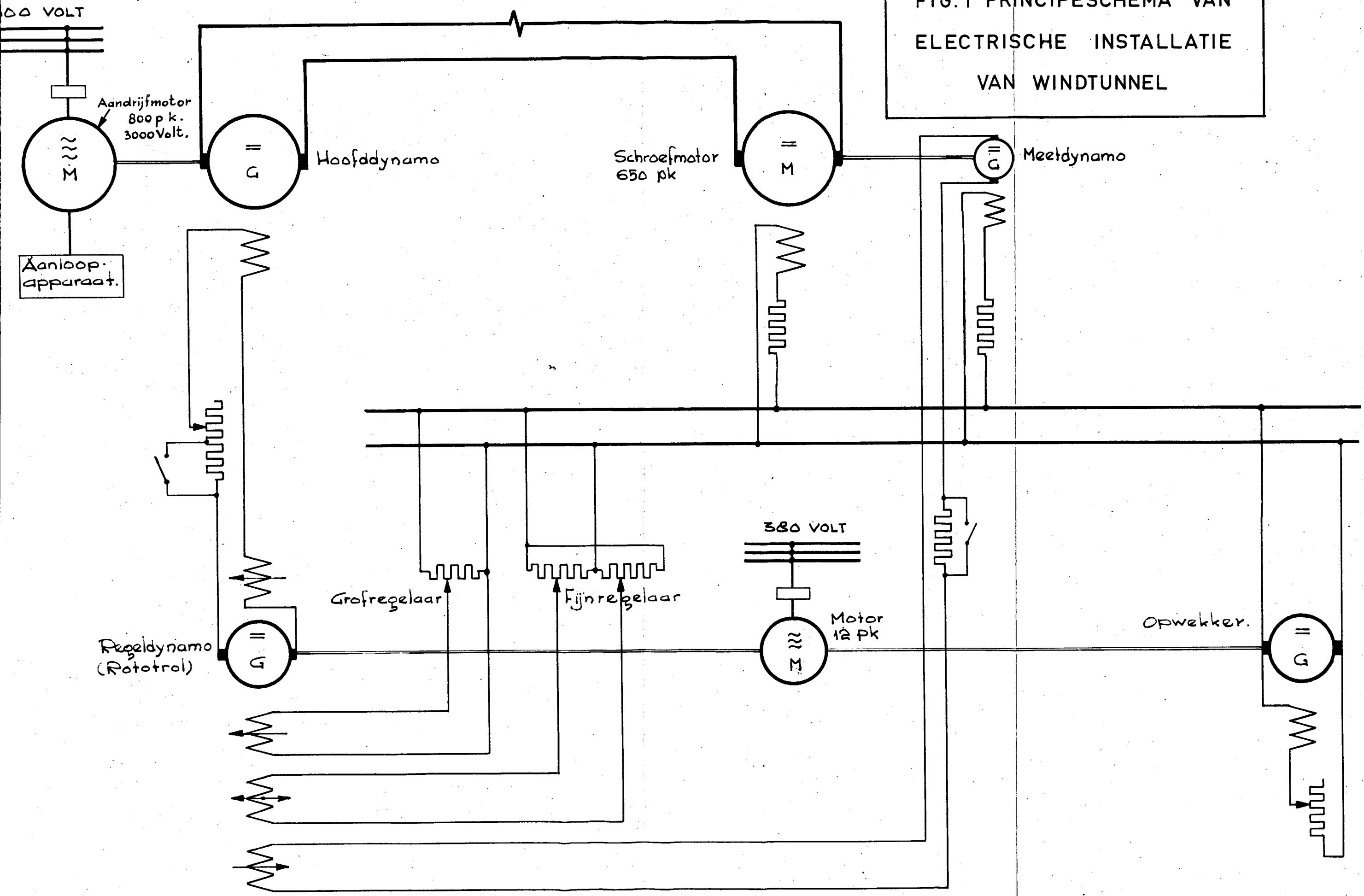
4. Conclusies.

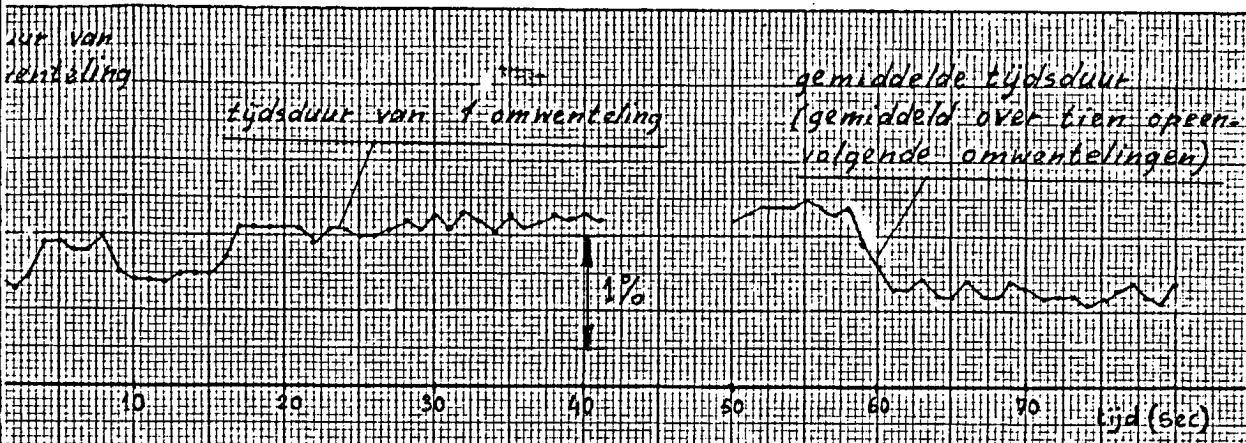
1. In de tegenwoordige installatie treden in het bedrijf fluctuaties in het toerental op. Deze fluctuaties bedragen circa 0,4% van het ingestelde toerental. Het is niet mogelijk met zekerheid een bepaalde frequentie van de fluctuaties vast te stellen.
2. De fluctuaties in het toerental gaan gepaard met fluctuaties in de stuwdruk in het inzetstuk. In het algemeen zijn deze laatsten circa 6 sec in fase achter bij de fluctuaties in het toerental.
3. Een aerodynamische verstoring, in het inzetstuk aangebracht, heeft zeer weinig invloed op het toerental van de schroefmotor.
4. Een vervanging van de teruggekoppelde spanning van de meetdynamo door een volmaakt constante spanning levert geen verbetering op. De oorzaak van de fluctuaties kan dus niet worden gezocht in een slingering van het toerental van de meetdynamo om een gemiddelde waarde.
5. Een aanzienlijke verbetering wordt bereikt indien het veld van de hoofddynamo door een afzonderlijke spanningsbron wordt gevoed i.p.v. door de regeldynamo (Rototrol). Dit wijst er op dat de fluctuaties in de eerste plaats aan de Rototrol moeten worden toegeschreven.

5. Opmerkingen:

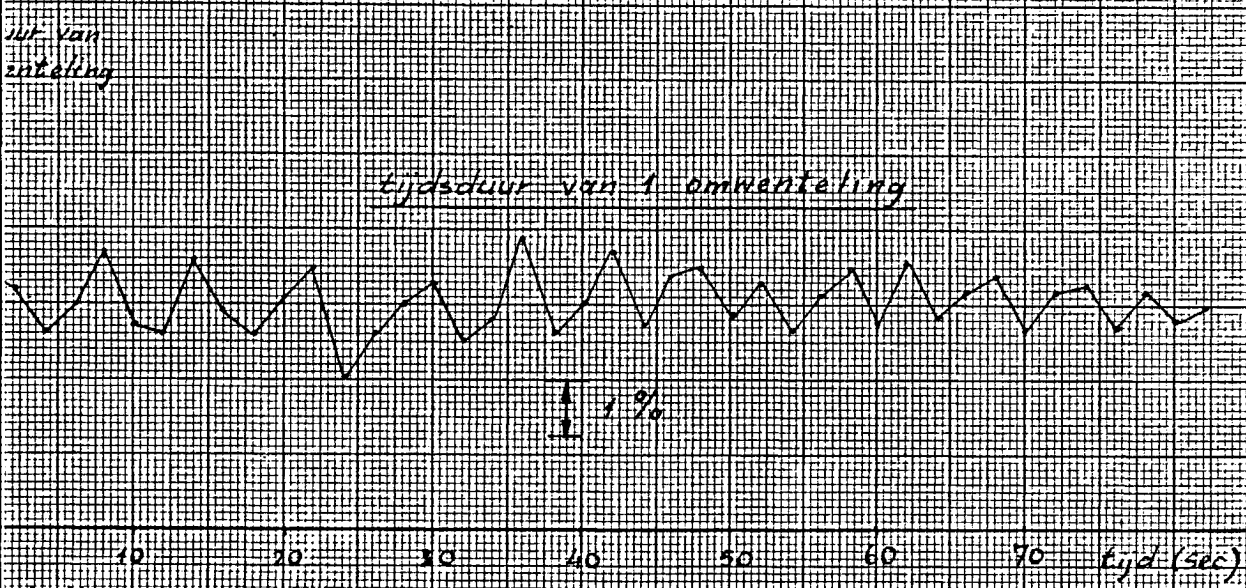
1. In principe is het mogelijk dat een te stijve terugkoppeling van het toerental via de rototrol naar de hoofddynamo tot oscillaties in de motorstroom leidt. De metingen vestigen de indruk dat dergelijke slingeringen optreden. Vooral bij hoge stuwdrukken schijnt dit het geval te zijn. Het is mogelijk dat de versterking in de Rototrol niet lineair is, zodat de installatie op grote verstoringen te sterk reageert. Dit zou de naar verhouding grote fluctuaties bij hoge snelheid kunnen veroorzaken.
2. De invloed van variaties in de 220 Volt gelijkspanning is nog niet onderzocht. Deze spanning dient zowel voor de voeding van het veld van de meetdynamo als voor het veld van de schroefmotor. Een verzwakking of versterking van beide velden heeft invloed op het toerental. Beide invloeden werken elkaar echter tegen, zodat in principe geen hevige storingen worden verwacht.
3. De voeding van het veld van de hoofddynamo door omvormer 2 geeft betere resultaten dan voeding door de Rototrol. De eerste regeling heeft echter het nadeel dat hij niet beveiligd is. Door ondeskundig regelen is het mogelijk de hoofddynamo te zwaar te belasten. Het is wellicht mogelijk om een tijdelijke verbetering tot stand te brengen door de regeling van omvormer 2 zodanig te wijzigen dat overbelasting uitgesloten is. Bij voorkeur zou dit moeten gebeuren door inschakeling van de aanwezige grof- en fijnregelaar.

FIG.1 PRINCIPESHEMA VAN
ELECTRISCHE INSTALLATIE
VAN WINDTUNNEL

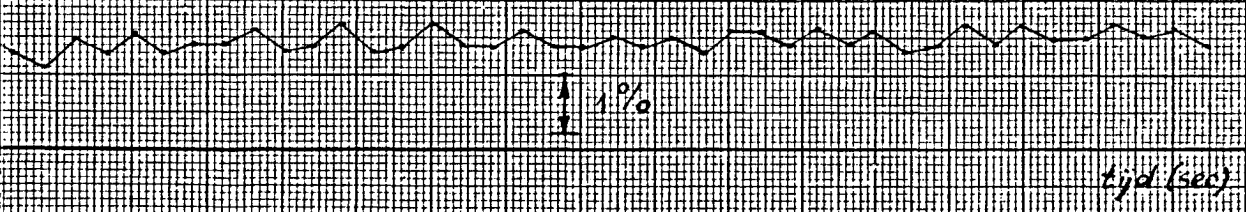




1. $q_r = 100 \text{ kg/m}^2, n = 414 \text{ min}^{-1}$



gemiddelde tijdsduur van
1 omw. (gemiddeld over tien
opeenvolgende omwentelingen)



2. $q_r = 400 \text{ kg/m}^2, n = 810 \text{ min}^{-1}$

Fig. 2 Meting van de fluctuaties in het toerental van de schroefmotor door de sub-afdeling scheepsbouwkunde. 14 aug. 1957

uk(‰)

9.43

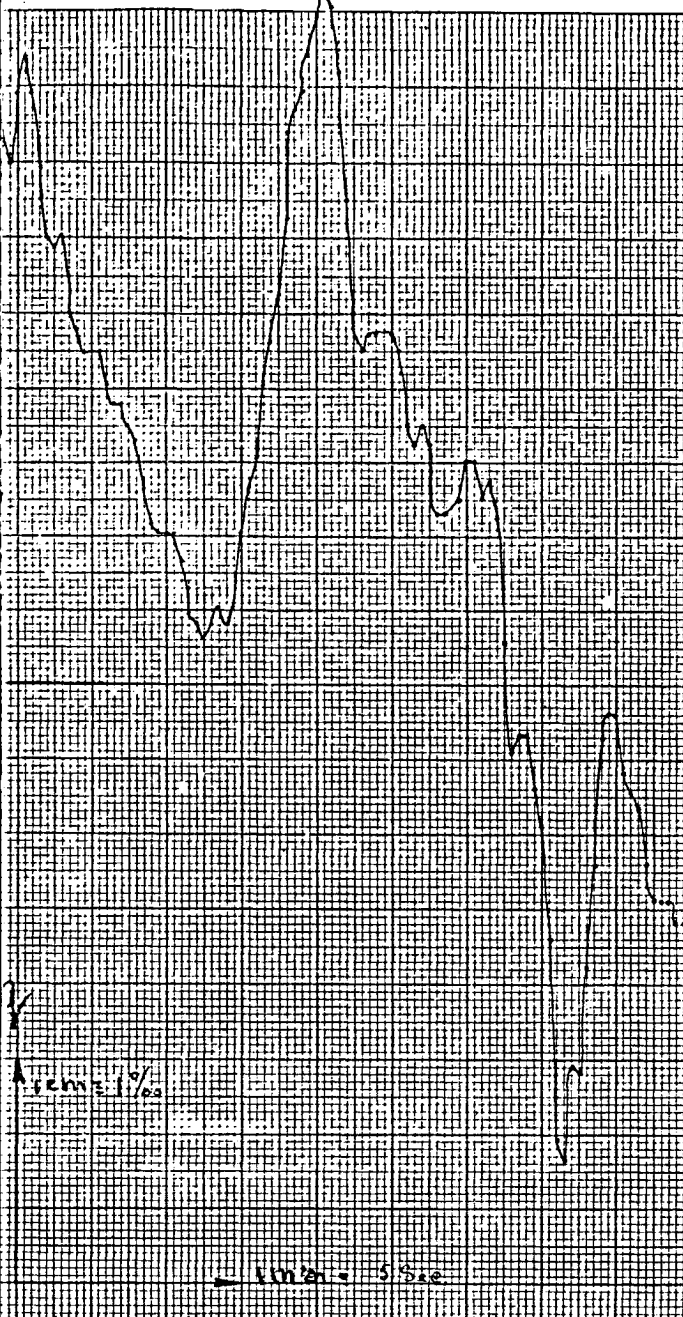


fig 3

Verloop van het toerental
en de stuwdruk in ‰ van
de gemiddelde waarde

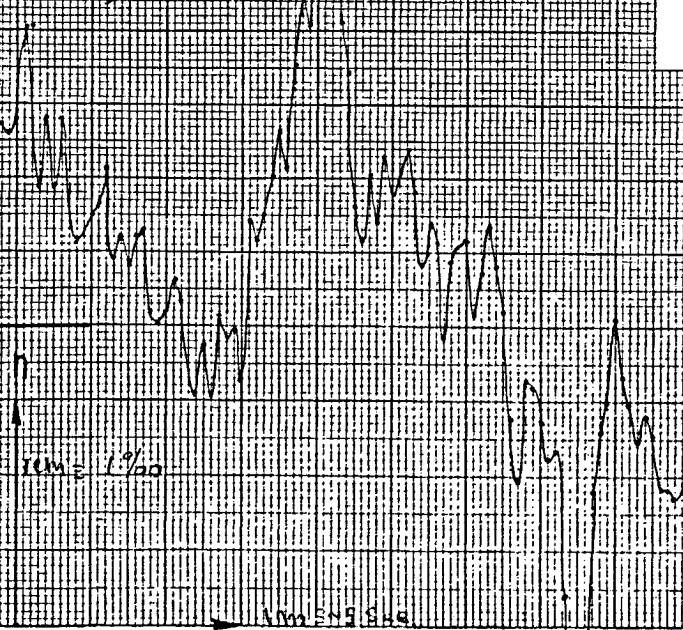
Voeding van het net van
de hoofddynamo door
de regel dynamo (rotorrol)

$q_{gen} = 345 \text{ KVA}$

1 cm = 1 ‰

1 cm = 5 sec

uk(‰)



1 cm = 1 ‰

1 cm = 5 sec

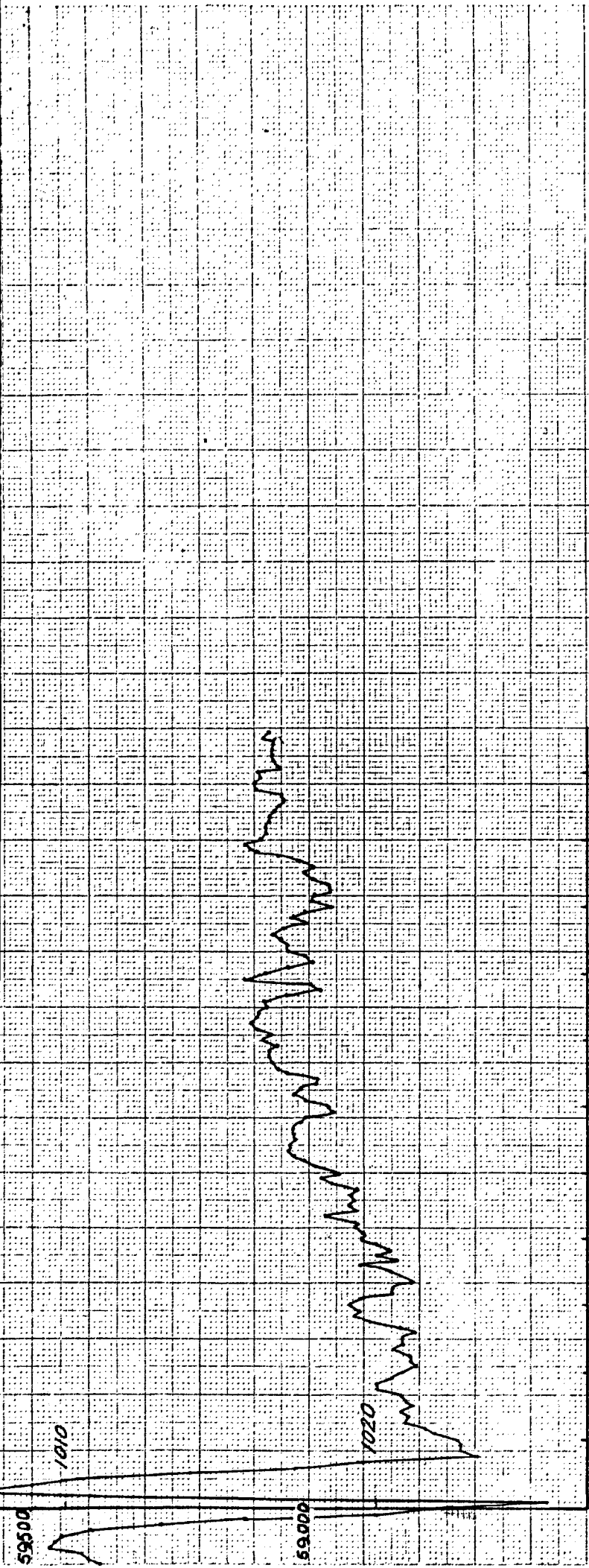


fig. 4
 Verloop van het toecental als functie
 van de tijd.
 Veld van de hoofddynama gevoed
 door de regeldynama (Betetrel)

Stuwdruk 700 kg/m²

14 REC
PER
omw.

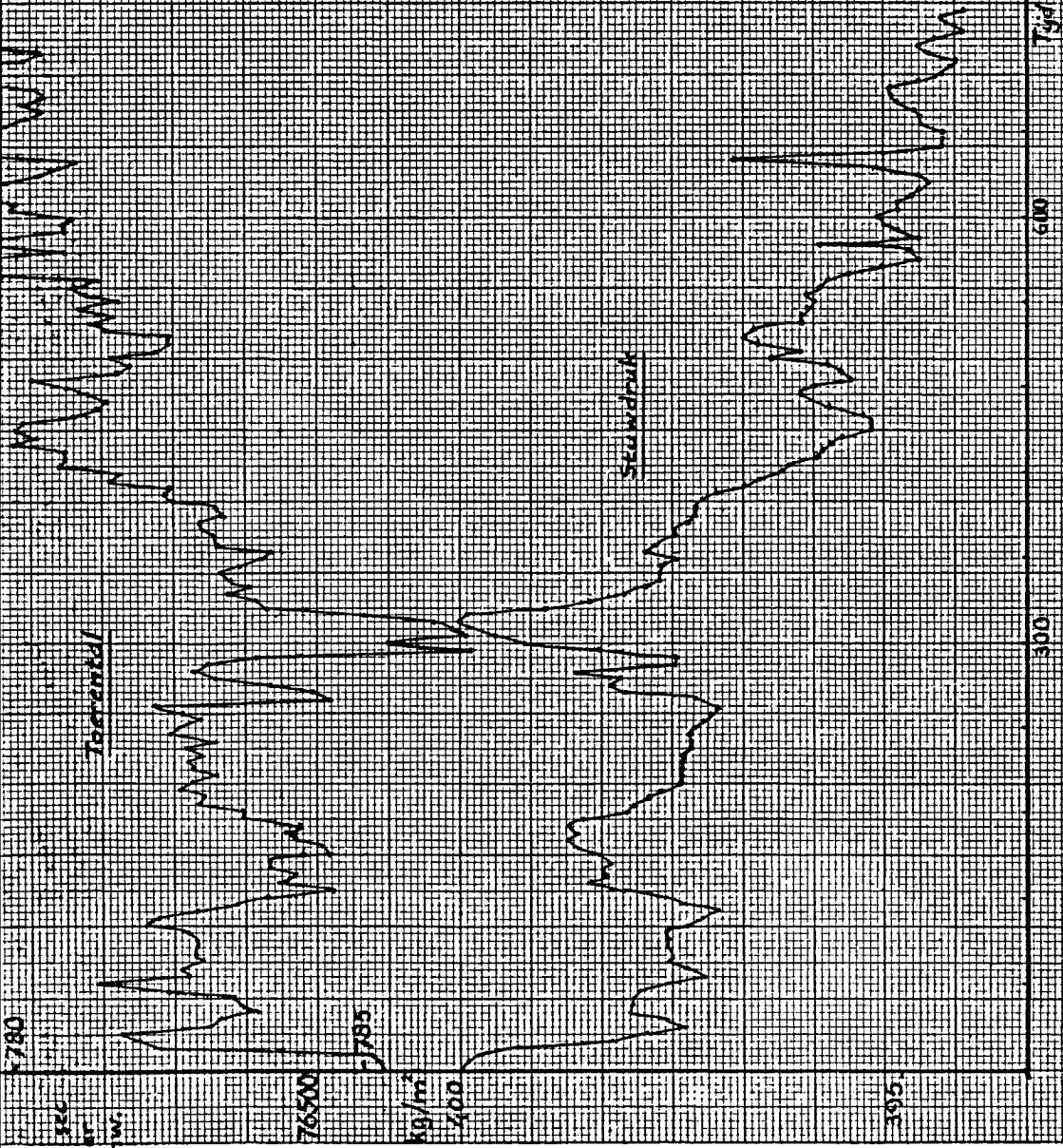


Fig. 5

Gelijktijdig opgenomen verloop van
toerental en stuwdruk als functie
van de tijd.

Veld van de hoofddynamo gevoerd
door regeldynamo (rototro)

Stuwdruk 400 kg/m²

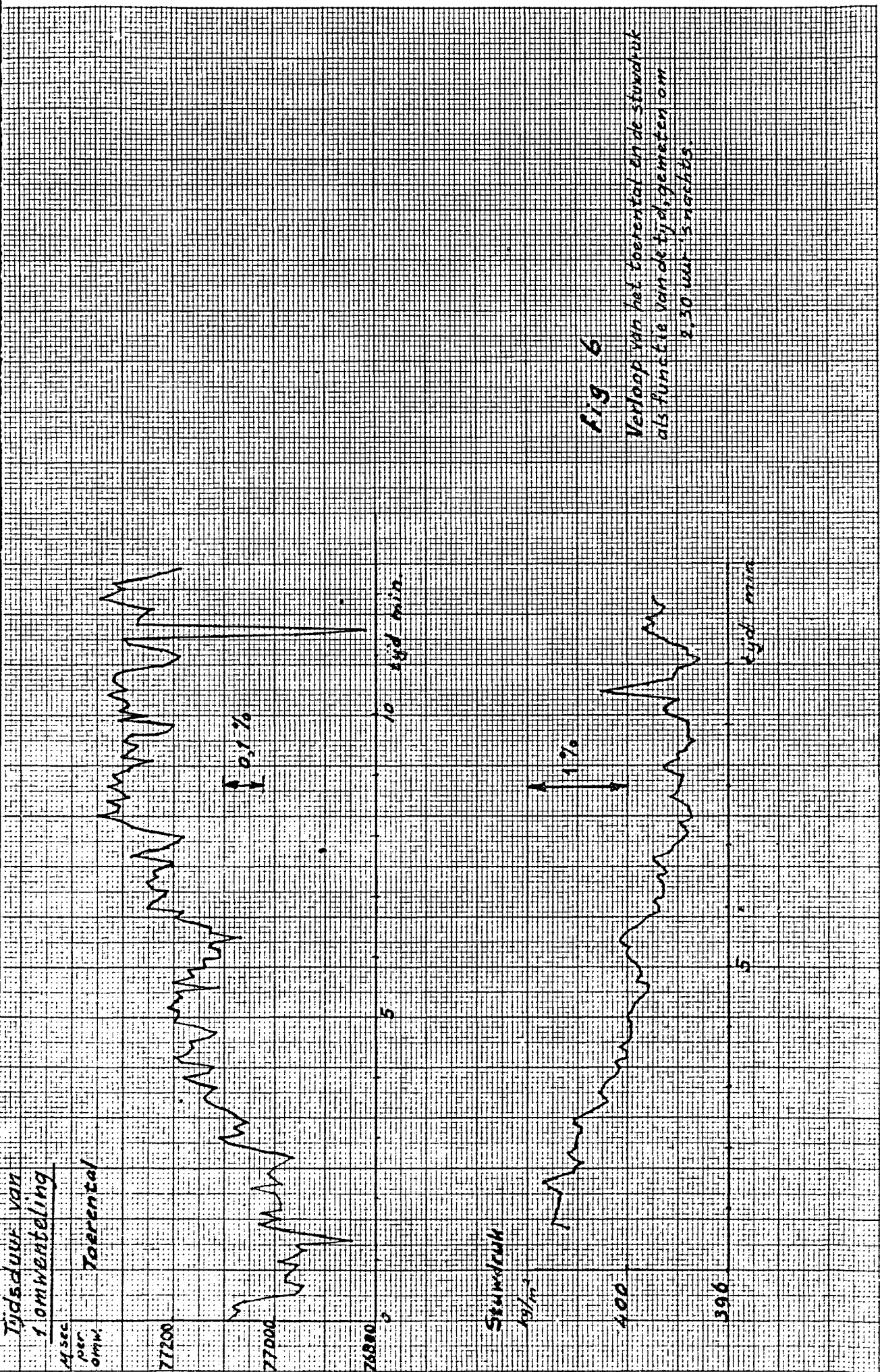


Fig 6

Verloop van het toerental en de stroomvoort
 als functie van de tijd, gemeten om
 2.30 uur 's nachts.

Tijdsduur van
inwenning

sec

n
min⁻¹

128000

470

127000

126000

125000

480

0

300

600

Tyd sec

fig. 7

Verloop van het toerental als
functie van de tijd

Signaal van meekdynamie
vervangen door constante
spanning (PSA)
stuwdruk 100 kg/m²

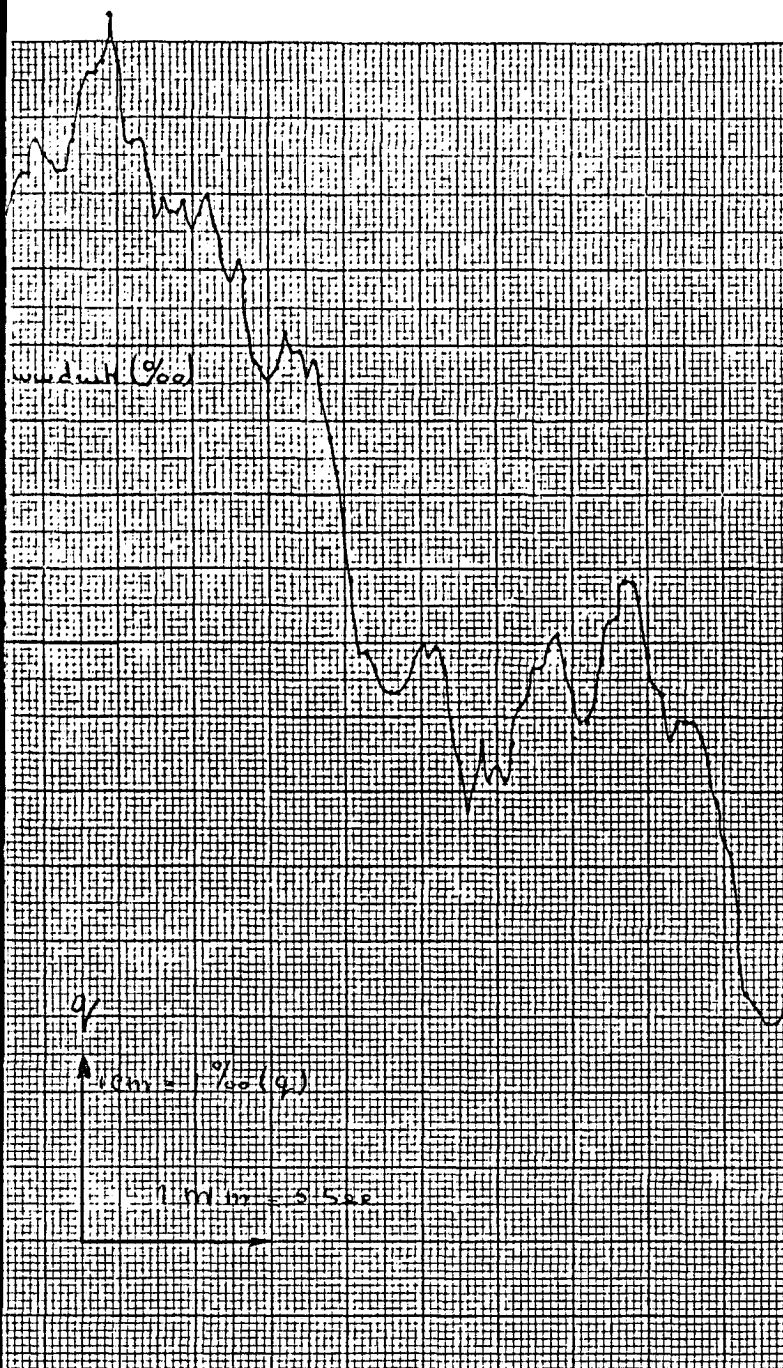


Fig. 8
 Verloop van het toerental
 en de Slijddruk in % van
 de gemiddelde waarde als
 functie van de tijd

Voeding van het veld van
 de hoofddynamos door
 accubatterij van 76 Volt

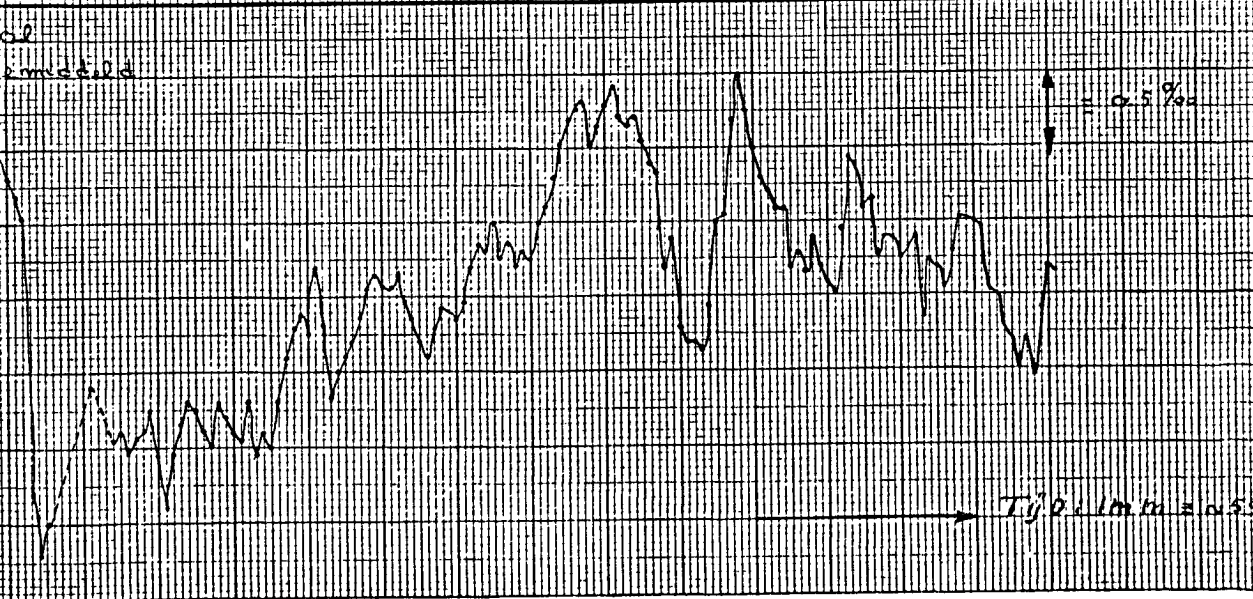
$\rho_{\text{gemiddeld}} = 31.5 \text{ kg/m}^3$





Fig. 9
 Verloop van het toeren tal
 en de luchtdruk bij 900 van
 de gemiddelde waarden
 Voeding w. in veld van
 de hoofdnummer 2002
 aan van nummer 2

gemiddeld = 34.6 kg/m²



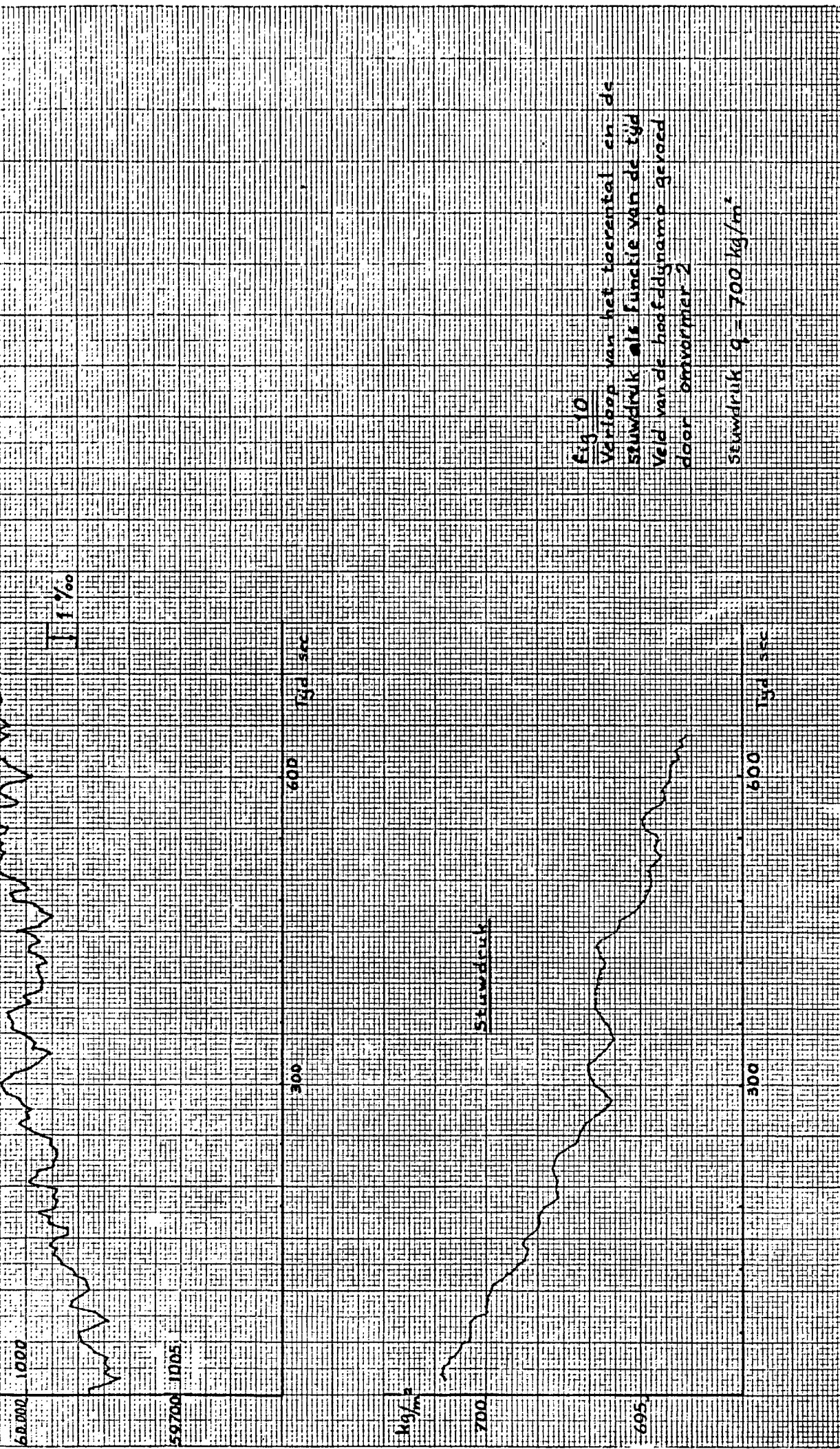
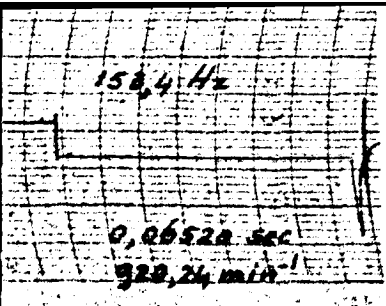


Fig 10

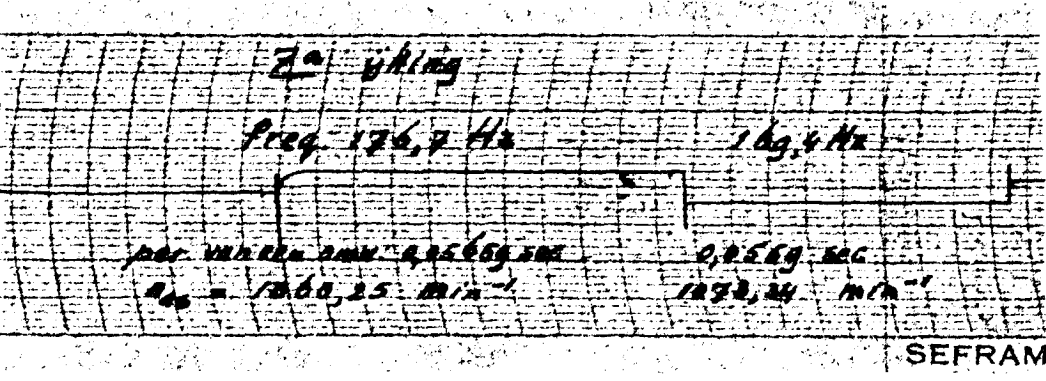
Verloop van het toerental en de
 stuwedruk als functie van de tijd
 Veld van de hoofdlijnamp geroed
 door omvormer 2

stuwedruk $q = 700 \text{ kg/m}^2$

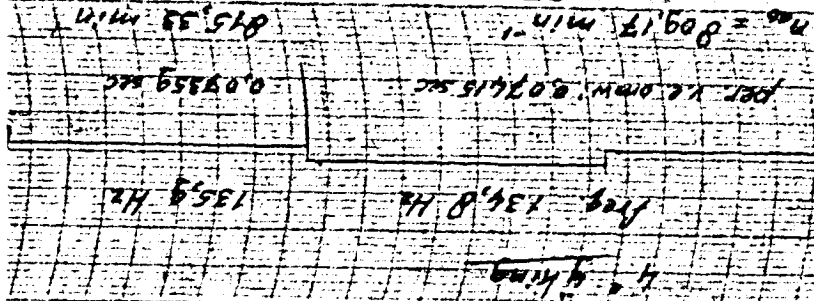


BIJVOEGSEL 1

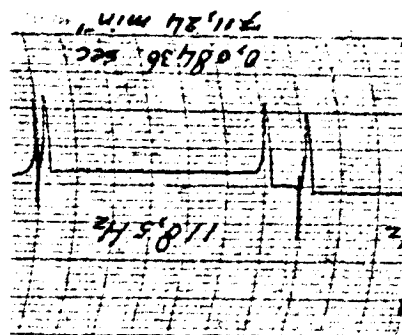
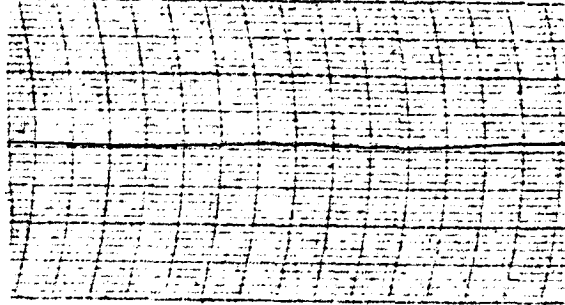
GEREGISTREERDE WAARNEMINGEN DOOR DE
 SUB-AFDELING DER SCHEEPSBOUWKUNDE
 OP 14 EN 15 AUG. 1957.



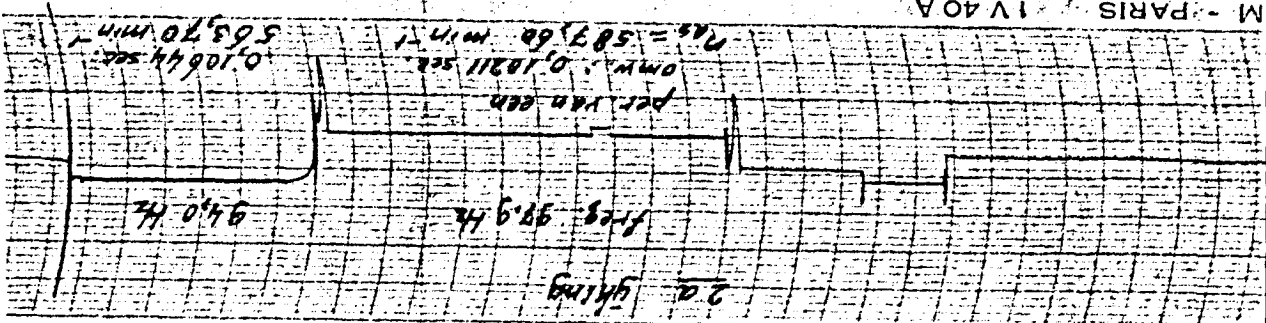
SEFRAM - PARIS - 1 V 40 A



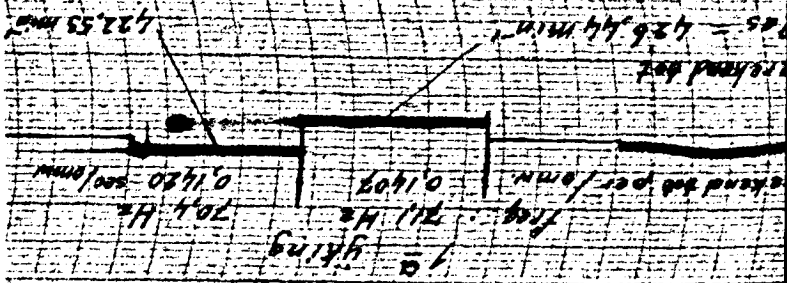
SEFRAM -



M - PARIS - 1 V 40 A



SEFRAM - PARIS



Meting no. 1

$q_r = 100 \text{ kg/m}^2$

papiersnelheid: 5 mm/sec

1 sec

Opm: breedte v/d lijn veroorzaakt door brommen apparatuur

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

Meting no. 2

$q_r = 190 \text{ kg/m}^2$

1 sec

190 kg/m²

q_r aangesegd tot 200

200 kg/m²

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

Meting no. 3

$q_r = 302 \text{ kg/m}^2$

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

per van een
0,08475 sec
has = 707

$q_r = 400 \text{ kg/m}^2$

Meting no. 4

$q_r = 400 \text{ kg/m}^2$

Vervolg

Meting 4 app. fout

$\alpha_{\text{model}} = 0^\circ$

$q_r = 400 \text{ kg/m}^2$

$\alpha_{\text{model}} = 10^\circ$ (overbrekken)

$q_r = 370 \text{ kg/m}^2$

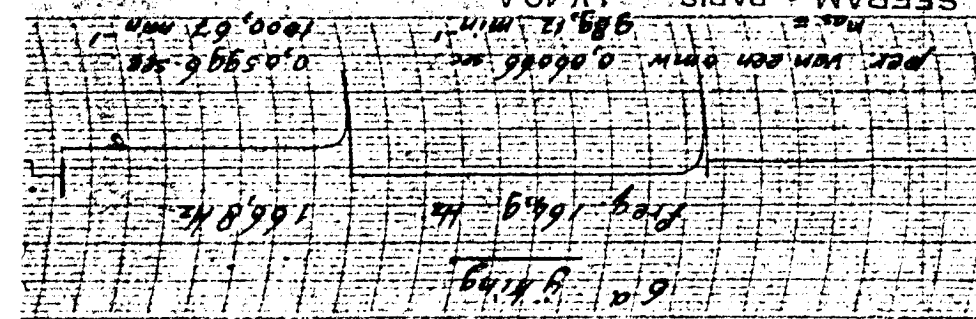
SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

SEFRAM - PARIS 1 V 40 A

SEFRAM - PARIS - IV 40 A

Melting No. 3
g = 700 kg/m²

SEFRAM - PARIS - IV 40 A



Melting No. 5
g = 606 kg/m²

SEFRAM - PARIS - IV 40 A

PER. VAN ECH ONW. 0,06625
No. 2 = 906,93 mm

app. fous

Melting No. 5
g = 502 kg/m²

Preg. 151g

Memorandum 10



60142010869