

573 bse

AFDELING DER ELEKTROTECHNIEK

GRUPP THEORETISCHE ELEKTROTECHNIEK
PROF. DR. IR. A.A.Th. M. VAN TRIER

Studiebibliotheek
Elektrotechniek

Meting van het reaktieve effect van de verbinding van twee identieke rechthoekige golfpijpen met onderlinge translatie, vergeleken met het effect van vensters in de golfpijp.

Door: D.W. Steinbusch

MENTOR: IR. Th. SCHAATEN

E.T.A. - 17 - 1967

September 1967

TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

1. INHOUDSOPGAVE

1. Inhoudsopgave
2. Samenvatting
3. Inleiding
 - 3.1. Algemeen
 - 3.2. De meetmethode
4. Metingen en meetresultaten
 - 4.1. De meetopstelling
 - 4.2. Meetresultaten
 - 4.3. Naders beschouwing van de meetresultaten
5. Konklusies
6. Bijlagen
7. Literatuurlijst

2. SAMENVATTING

Uit theoretisch onderzoek is gebleken dat het reaktieve effect van de verbinding van twee identieke rechthoekige golfpijpen met onderlinge translatie groter is dan het reaktieve effect van asymmetrische en - voor voldoende kleine waarden van de verschuivingsparameter - zelfs van dat van symmetrische vensters in de golfpijp. Met behulp van de methode van Deschamps* is de reflektiecoëfficiënt gemeten van een aantal symmetrische en asymmetrische inductieve en capacitieve vensters. De gevonden waarden zijn vergeleken met de eveneens gemeten waarden van het effect van capacitieve translatie. De metingen bevestigen de theorie.

* Lit. [2] en [3].

3. INLEIDING

3.1. Algemeen

Golfpijpen en andere microgolfcomponenten worden gewoonlijk aan elkaar bevestigd door middel van flensverbindingen. Vaak laten dergelijke flenzen de mogelijkheid open tot foutieve verbindingen. In bijlage 1 is een schematische voorstelling hiervan gegeven.

De theorie [1] vergelijkt het effect van capacatieve en inductieve translatie met het effect van vensters in de golfpijp. De bijlagen 2* en 3 geven een aantal resultaten van deze theorie.

3.2. De meetmethode

In het algemeen is het mogelijk een diskontinuiteit in een golfpijp te beschrijven in termen van de verstrooiingsmatrix S van een tweepoort. Indien de diskontinuiteit verliesvrij is, is het netwerk bepaald door de reflektiecoëfficiënt S_{11} . De ekwivalente relatieve admittantie is dan van de vorm $y = 1 + jb$.

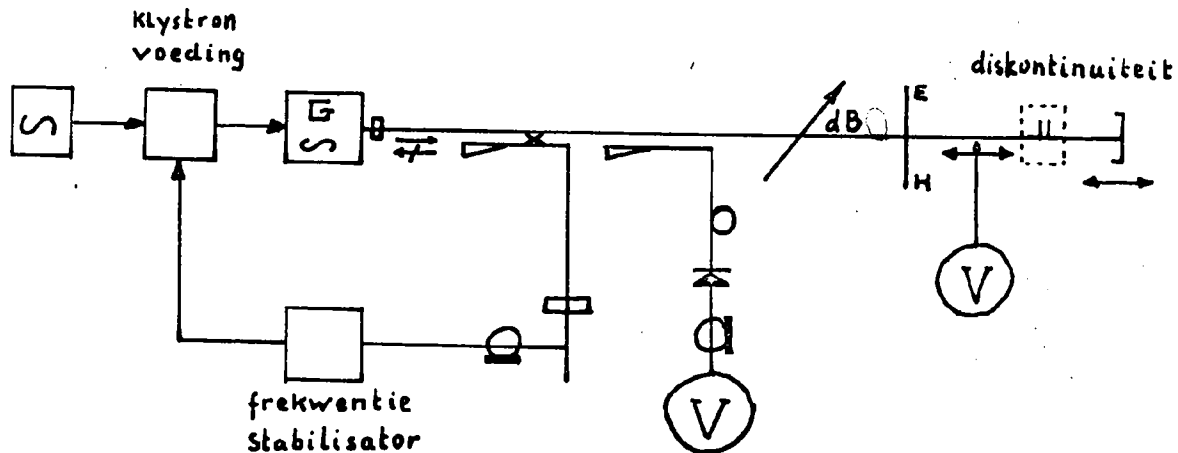
Met behulp van de meetmethode van Deschamps is het mogelijk S_{11} of b met de Smithkaart grafisch te bepalen. Voor de details van deze methode verwijzen we naar [2] en [3]

* De grafieken zijn overgenomen uit [1]. De grafiek voor het symmetrische inductieve venster is echter gewijzigd. De term $\frac{4}{K^2}$ in

formule 47 uit [1] moet zijn $\frac{K^2}{4}$

4. METINGEN en MEETRESULTATEN

4.1. De meetopstelling



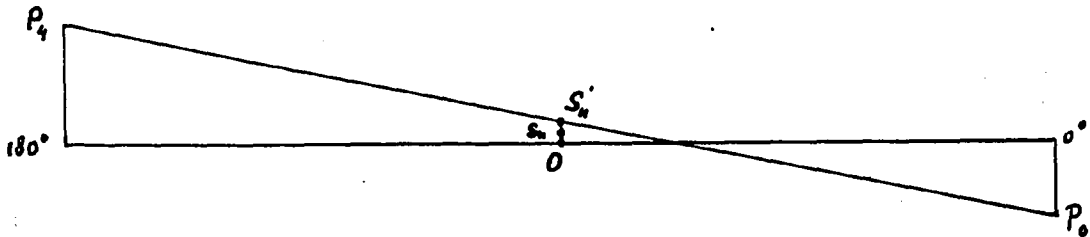
De meetopstelling was als schematisch aangegeven in bovenstaande figuur. Voor de betekenis der symbolen zie [4]. Bijlagen 4, 5 en 6 geven respectievelijk een totaal-overzicht en enige details van de opstelling.

4.2. Meetresultaten

De staandegolfverhouding s bleek in alle gevallen zo groot, dat een gemiddelde waarde van $s = 75$ voor alle punten kan worden aangenomen. Dit betekent dat de punten P_0, P_1, \dots, P_7 in de Smithkaart liggen op een cirkel met straal 0,975.

Alle meetgegevens zijn vermeld in de bijlagen 7a t/m 7e. Bijlagen 8 en 9 geven een voorbeeld van de grafische konstruktie van S_{11} , op een gewone Smithkaart en een op vergrote schaal.

Voor nog kleinere waarden van $S_{1,1}$, moet het snijpunt van de lijnen bepaald worden met behulp van een analytische methode.



Aangezien de plaats van P_0 en P_4 nauwkeurig bekend is, is het snijpunt $S_{1,1}$ met de cirkel "reële deel admittantie = 1" nauwkeurig te bepalen. De op deze wijze bepaalde waarden van b uit P_0 en P_4 wordt aangegeven met $b_{0,4}$.

Aangezien $\overline{OS_{1,1}}$ klein is mag $S_{1,1}$ halverwege $OS_{1,1}$ aangenomen worden.

4.3. Nadere beschouwing van de meetresultaten

De plaats van het minimum is te bepalen op 0,01 m.m. nauwkeurig. Dit komt overeen met een onnauwkeurigheid van $0,18^\circ$ in de positie van P langs de omtrek. Voor b betekent dit een absolute fout van 0,0019 tot 0,0025.

Het is mogelijk dat in het systeem aanwezige reflecties de meting verstoren. Om deze te bepalen doen we een meting in het systeem nadat het meetobject verwijderd is. Met de gevonden reactieve waarde moet bij de andere meetresultaten gecorrigeerd worden.

5. KONKLUSIES

Met behulp van de gebruikte meetmethode is het mogelijk reflecties te meten tot een benedengrens van $|b| = 0,005$. Door vele metingen te verrichten kan men nog iets lager komen.

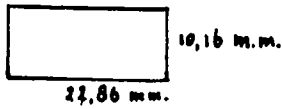
Het effect van translatie blijkt bij kleine waarden van de verschuivingsparameter te gaan overheersen boven het effect van het symmetrische venster.

6. LIJST VAN BIJLAGEN

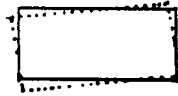
1. Golfpijpverbindingen en vensters.
2. Induktief effect.
3. Kapacitief effect.
4. Overzicht meetopstelling.
5. Detail meetopstelling.
6. Detail meetopstelling.
7. a, b, c, d, e. Meetgegevens en resultaten.
8. Smithkaart-konstruktie.
9. Smithkaart-konstruktie op vergrote schaal.

Bijlage 1

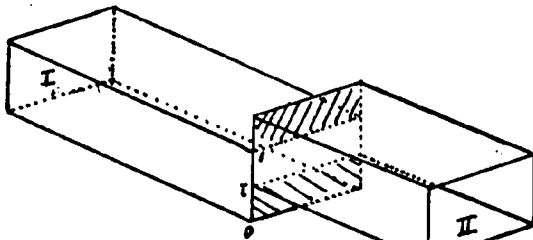
Golfpijpverbindingen en vensters



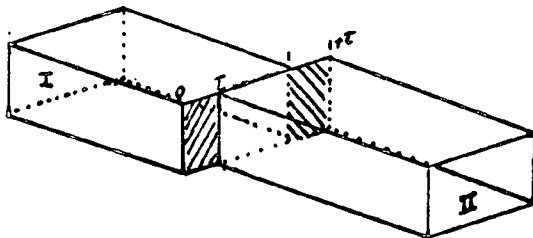
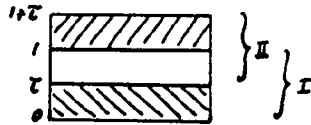
doorsnede golfpijp



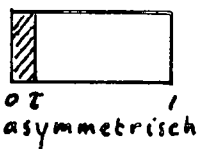
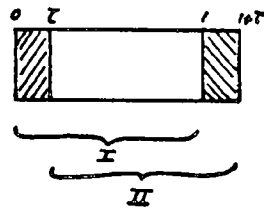
fourtieve
golfpijpverbinding



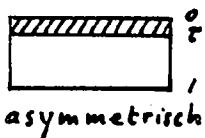
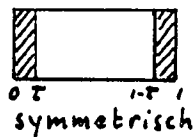
kapacitieve translatie



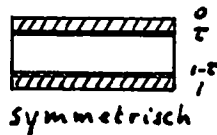
induktieve translatie



induktief venster

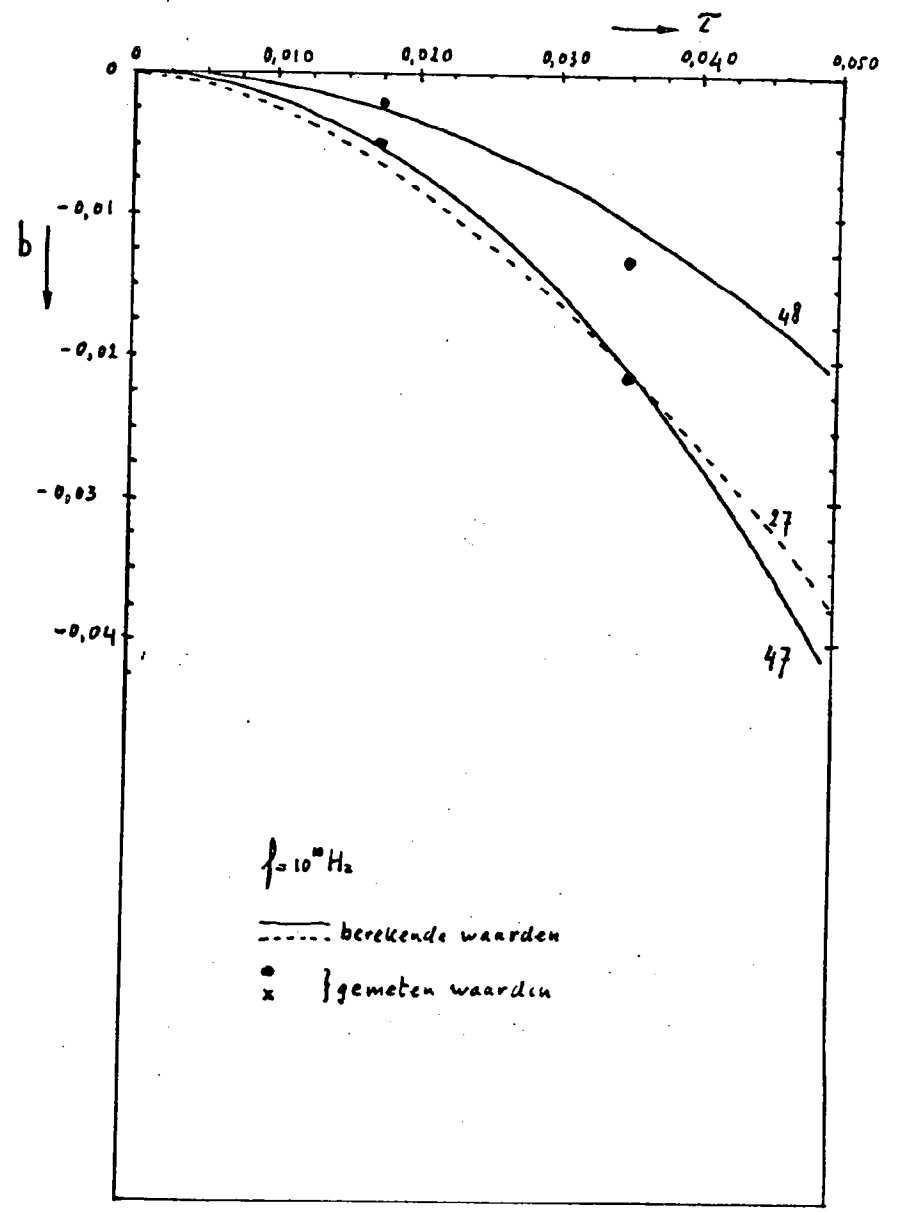
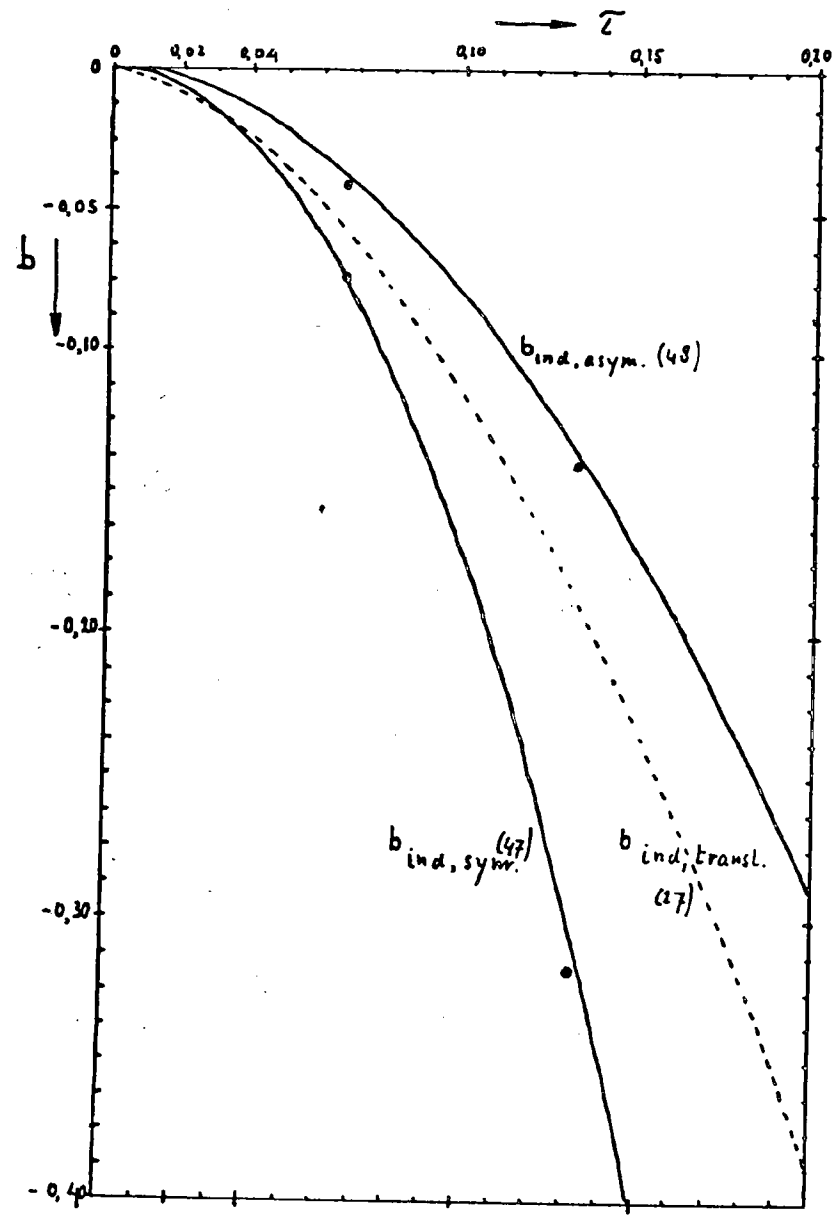


kapacitief venster



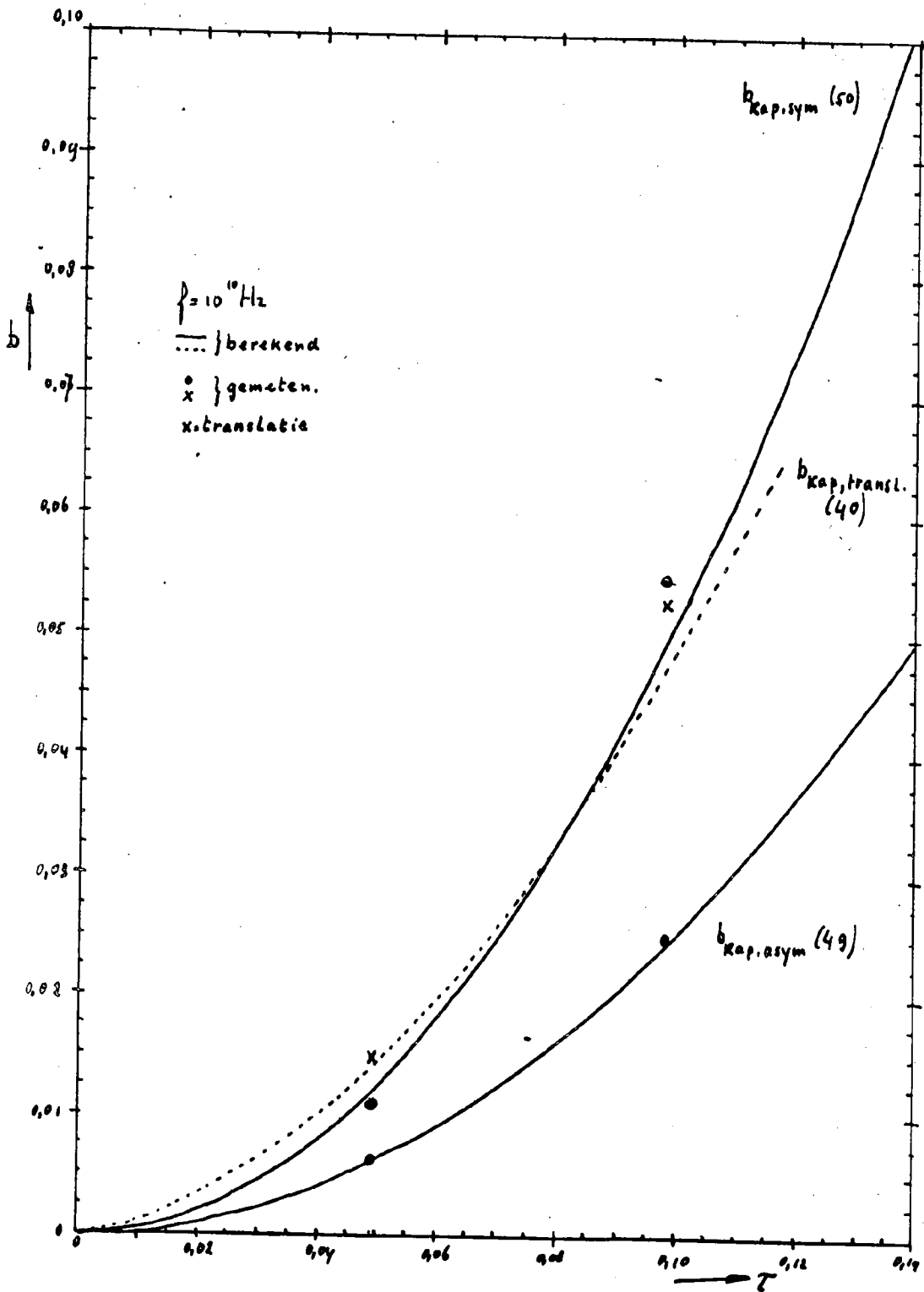
Bijlage 2

Het inductieve effect van golfpijptranslatie, symmetrische en asymmetrische vensters

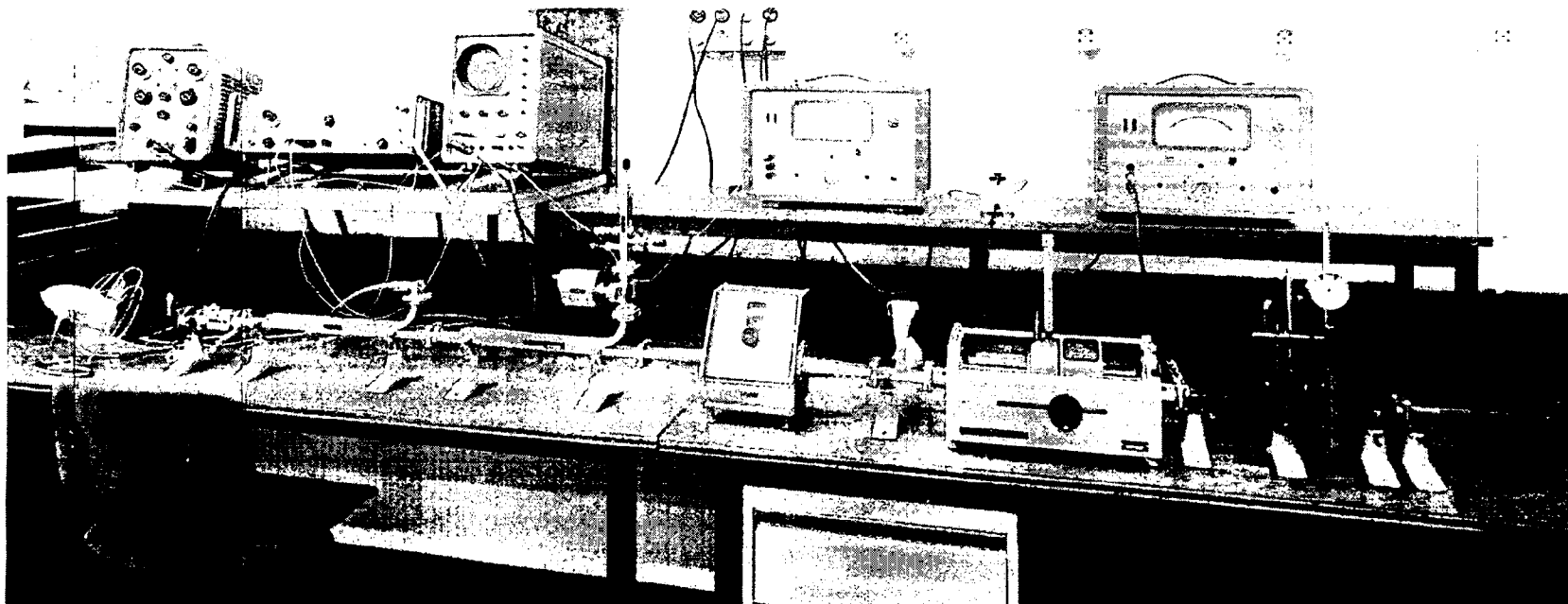


Bijlage 3

Het capacatieve effect van golfpijptranslatie, asymmetrische en symmetrische vensters.



Bijlage 4
Overzicht meetopstelling



Detail meetopstelling (de vensters)

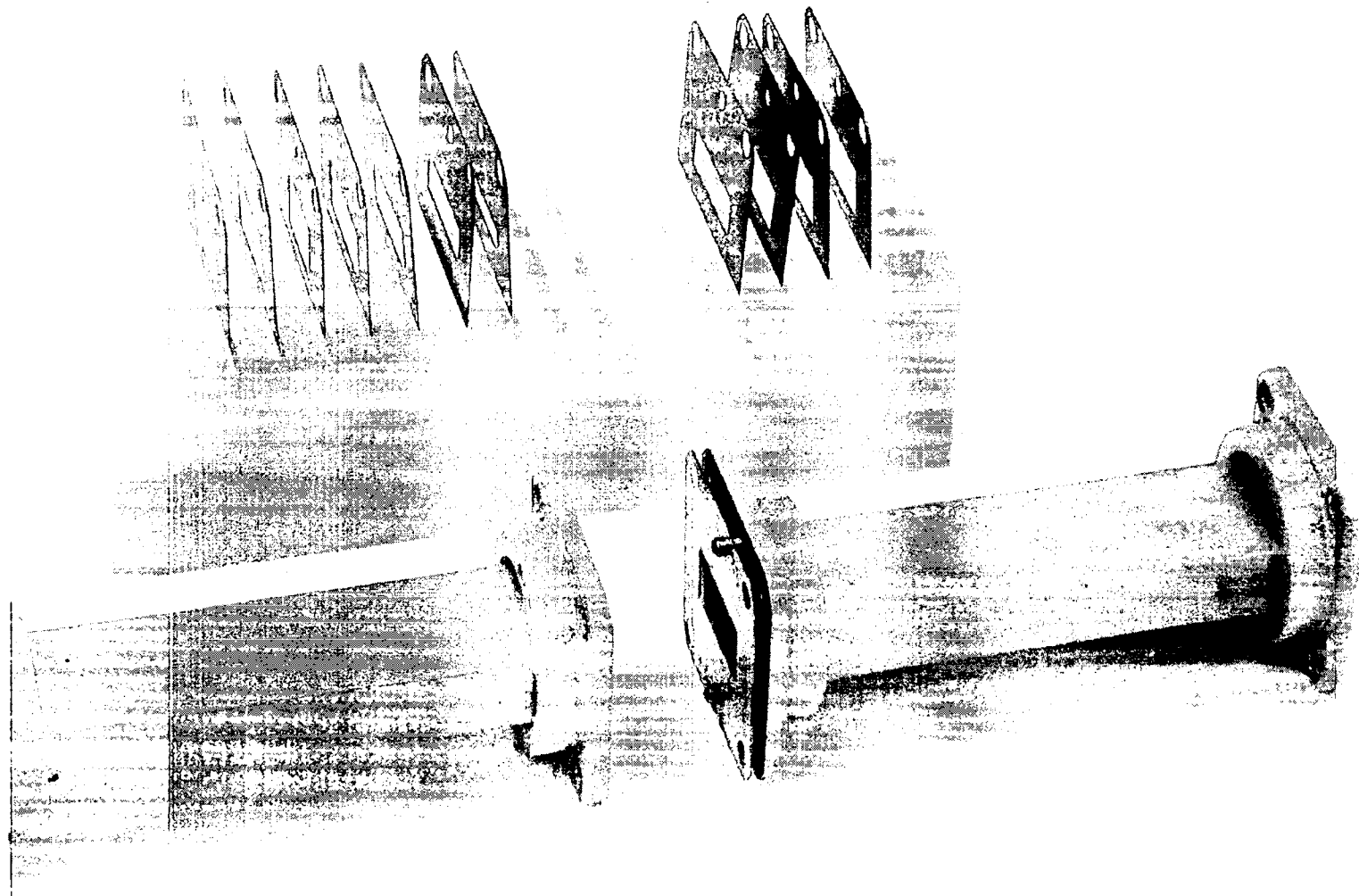
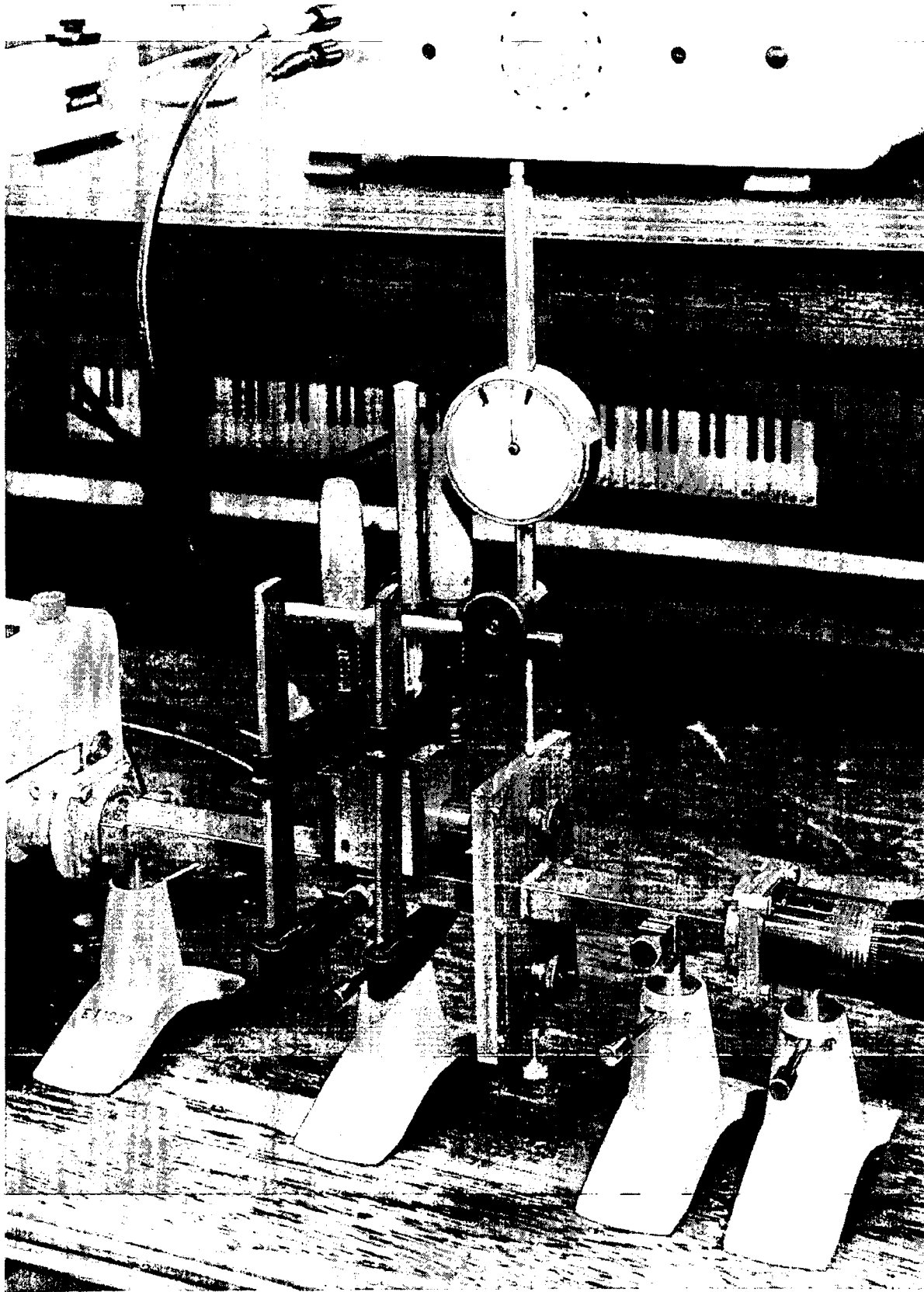


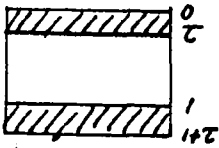
foto nr
A 2408

Bijlage 6
Detail meetopstelling
(kapacitieve translatie)



Bylage 7a

Metingen aan golfpijpen met capacatieve transitatie

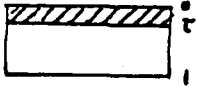


$\lambda_g = 39,70$ mm.	z_{ref}	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	b ongecorri- geerd	τ	b
Z_{kort}		17,60	20,08	21,56	25,04	27,52	30,00	32,48	34,96			
ΔZ_{kort}		0	2,48	4,96	7,44	9,92	12,40	14,88	17,36			
Z_{min}		171,68	174,56	178,00	181,21	183,76	185,72	187,50	189,35			
ΔZ_{min}	171,72	-0,04	2,84	6,28	9,49	12,04	14,00	15,78	17,63	0,345	0,295	0,35
$-\arg P$		$-0,73^\circ$	$76,75$	$113,95$	$172,20$	$218,47$	$254,03$	$286,33$	$319,90$			
Z_{min}		171,58	174,22	177,12	179,98	181,49	184,74	186,99	189,10			
ΔZ_{min}	171,53	0,05	2,64	5,59	8,45	10,96	13,21	15,46	17,57	0,155	0,197	0,16
$-\arg P$		$0,91^\circ$	$48,81$	$101,43$	$153,33$	$198,87$	$239,70$	$280,52$	$318,81$			
Z_{min}		171,625	174,15	176,73	179,25	181,79	184,23	186,59	188,92	$b_{corr} = 0,041$ $b_{uncorr} = 0,041$ $l = 0,048$		
ΔZ_{min}	171,62	0,005	2,53	5,10	7,63	10,17	12,61	14,97	17,30		0,098	0,053
$-\arg P$		$0,09^\circ$	$45,90$	$92,54$	$138,45$	$184,54$	$228,81$	$271,63$	$313,91$			
Z_{min}		171,63	174,01	176,61	179,11	181,57	183,98	186,46	188,99	$b_{corr} = 0,010$ $b_{uncorr} = 0,010$ $l = 0,010$		
ΔZ_{min}	171,62	0,01	2,39	4,99	7,49	9,97	12,36	14,80	17,37		0,049	0,015
$-\arg P$		$0,18^\circ$	$43,36$	$90,54$	$135,91$	$180,90$	$224,27$	$266,55$	$315,18$			
Z_{min}	171,62	171,62	174,01	176,58	179,03	181,50	183,99	186,54	188,99			
ΔZ_{min}		0	2,49	4,96	7,41	9,92	12,37	14,88	17,37		0	-0,005

$\arg P = -18,145161 \cdot \Delta Z_{min}$

Bylage 7 b

Metingen aan een asymmetrisch kapacitief venster.

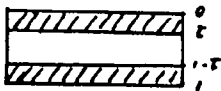


$\lambda_g = 39,60$ m.m.	$Z_{ref} = 129,15$	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7		τ	b
Z_{kort}		16,96	19,425	24,910	24,205	26,060	29,335	31,010	34,285			
ΔZ_{kort}		0	2,475	4,950	7,425	9,900	12,375	14,850	17,325			
Z_{min}		129,20	131,90	135,14	138,22	140,78	142,94	144,79	146,76			
ΔZ_{min}		0,05	2,83	5,99	9,07	11,63	13,79	15,64	17,61		0,295	0,27
$-\arg P$		0,91°	51,45	108,89	164,89	211,43	250,70	284,34	320,15			
Z_{min}		129,25	131,84	134,59	137,36	139,91	142,22	144,43	146,69			^a
ΔZ_{min}		0,10	2,69	5,44	8,21	10,76	13,07	15,28	17,52		0,197	0,12
$-\arg P$		1,82°	48,90	98,90	149,26	195,62	237,61	277,79	318,51			
Z_{min}		129,28	131,77	134,33	136,84	139,36	141,60	144,21	146,64			
ΔZ_{min}		0,13	2,62	5,18	7,69	10,21	12,45	15,06	17,49		0,098	0,025
$-\arg P$		2,36°	47,63	94,17	139,80	185,62	226,34	273,80	317,97			
Z_{min}		129,24	131,77	134,18	136,72	139,21	141,65	144,09	146,60			
ΔZ_{min}		0,19	2,62	5,03	7,57	10,06	12,50	14,94	17,45		0,049	0,006
$-\arg P$		3,45°	47,63	91,45	157,62	182,89	227,25	271,61	317,24			

$$\arg P = -2\beta l = -18,18^\circ \cdot \Delta Z_{min}$$

Bijlage 7c

Metingen aan een symmetrisch kapaciteif venster

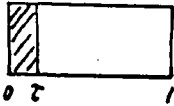


$\lambda_g = 39,60$ mm.	$Z_{ref} = 129,15$	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7		τ	b
Z_{kort}		16,96	19,435	21,91	24,385	26,86	29,335	31,81	34,285			
ΔZ_{kort}		0	$\frac{\lambda_g}{16}$	$\frac{2}{16} \lambda_g$	enz.				$\frac{7}{16} \lambda_g$			
Z_{min}		129,18	132,40	136,83	140,41	142,61	144,15	145,59	147,00			
ΔZ_{min}		0,03	3,25	7,68	11,26	13,46	15,00	16,44	17,85		0,295	0,62
$-\arg P$		$0,55^\circ$	$59,08$	$139,64$	$204,71$	$244,70$	$272,70$	$298,88$	$324,51$			
Z_{min}		129,24	131,98	135,09	138,12	140,71	142,84	144,81	146,78			
ΔZ_{min}		0,09	2,83	5,94	8,97	11,56	13,69	15,66	17,63		0,197	0,25
$-\arg P$		$1,64^\circ$	$51,45$	$107,99$	$162,07$	$210,16$	$248,88$	$284,70$	$320,51$			
Z_{min}		129,29	131,82	134,43	137,07	139,56	141,98	144,30	146,66			
ΔZ_{min}		0,14	2,67	5,28	7,92	10,41	12,83	15,15	17,51		0,098	0,055
$-\arg P$		$2,55^\circ$	$48,54$	$95,99$	$142,99$	$189,15$	$233,25$	$275,43$	$318,33$			
Z_{min}		129,30	131,79	134,30	136,78	139,27	141,72	144,17	146,66			
ΔZ_{min}		0,15	2,64	5,15	7,63	10,12	12,57	15,02	17,51		0,049	0,011
$-\arg P$		$2,73^\circ$	$47,99$	$93,63$	$138,71$	$183,98$	$228,52$	$272,06$	$318,33$			

$$\arg P = 10,18^\circ \quad \Delta Z_{min}$$

Bijlage 7d

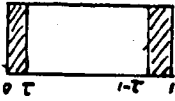
Metingen aan een asymmetrisch inductief venster.



	Z_{ref}	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	τ	b
Z_{kort}		16,91	13,38	21,85	24,326	26,80	29,27	31,74	34,213		
ΔZ_{kort}		0	2,47	4,94	7,416	9,89	12,36	14,83	17,303		
Z_{min}		129,15	131,55	132,71	135,83	138,11	140,71	143,51	146,28		
ΔZ_{min}	129,10	0,15	2,45	4,61	6,73	9,01	11,61	14,41	17,28	0,131	-0,14
$-\arg P$		$+2,73^\circ$	44,60	83,92	122,52	164,03	211,36	262,33	314,58		
Z_{kort}		16,95	18,419	21,888	24,356	26,826	29,294	31,763	34,231		
ΔZ_{kort}		0	2,469	4,928	7,406	9,875	12,344	14,813	17,281		
Z_{min}		168,83	171,28	173,64	175,99	178,42	180,91	183,48	186,06	$b_0 = -0,002$ $b_{15} = -0,004$ $b_{37} = -0,009$	
ΔZ_{min}	168,72	0,11	2,56	4,92	7,27	9,70	12,19	14,76	17,34	0,066	-0,041
$-\arg P$		$+2,005^\circ$	46,66	89,68	132,52	176,81	222,20	269,04	316,07	$\bar{b} = -0,004$	
Z_{min}		168,85	171,31	173,70	176,14	178,59	181,06	183,56	186,11	$b_4 = -0,012$ $b_{15} = -0,032$ $b_{37} = -0,024$	
ΔZ_{min}		0,13	2,59	4,98	7,42	9,87	12,34	14,84	17,39	0,035	-0,018
$-\arg P$		$+2,37^\circ$	47,21	90,78	135,25	179,91	224,93	270,50	316,98	$\bar{b} = -0,026$	
Z_{min}		168,86	171,29	173,75	176,24	178,62	181,12	183,59	186,12	$b_4 = -0,010$ $b_{15} = -0,011$ $b_{37} = -0,014$	
ΔZ_{min}		0,14	2,57	5,03	7,52	9,90	12,40	14,87	17,40	0,017	-0,002
$-\arg P$		$2,55^\circ$	46,85	91,69	137,07	182,46	226,03	271,05	317,16	$\bar{b} = -0,015$	
Z_{min}		168,78	171,20	173,66	176,10	178,56	181,03	183,52	186,01	$b_4 = -0,016$ $b_{15} = -0,022$ $b_{37} = -0,016$	
ΔZ_{min}		0,06	2,48	4,94	7,38	9,84	12,31	14,80	17,29	0	0,013
$-\arg P$		$1,091$	$45,205$	$90,046$	$114,521$	$179,362$	$224,285$	$269,772$	$315,159$	$\bar{b} = -0,013$	

Bijlage 7 e

Metingen aan een symmetrisch inductief venster.

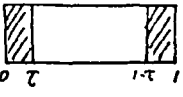


$\lambda_g = 39,55 \text{ mm}$	129,15											
Z_{ref}	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7		τ	b	
Z_{kort}	16,90	19,371	21,044	24,316	26,783	29,259	31,731	34,203		0	0	
ΔZ_{kort}	0	2,4719	4,9438	7,4156	9,8875	12,359	14,831	17,303				
Z_{min}	129,23	131,41	133,22	135,05	137,11	139,16	141,21	143,16				
ΔZ_{min}	0,08	2,26	4,07	5,90	7,96	10,43	13,56	17,01		0,131	-0,32	
$-\arg P$	+1,27°	+4,14	+74,09	107,41	144,91	189,88	246,86	309,66				
Z_{min}	119,89	131,65	133,97	136,19	138,64	141,19	144,09	146,45				
ΔZ_{min}	0,14	2,40	4,82	7,04	9,49	12,04	15,74	17,30		0,066	-0,075	
$-\arg P$		41,69	87,75	128,16	172,76	219,19	268,54	314,94				
Z_{min}	129,09	131,72	134,11	136,53	138,94	141,55	143,98	146,55				
ΔZ_{min}	-0,06	2,57	4,97	7,38	9,69	12,40	14,83	17,40		0,035	-0,022	
$-\arg P$	-1,09°	46,29	90,48	134,85	176,40	225,74	269,98	316,71				
Z_{min}	129,20	131,65	134,11	136,66	139,05	141,55	143,96	146,55				
ΔZ_{min}	0,05	2,50	4,96	7,51	9,90	12,40	14,81	17,40		0,017	-0,0045	
$-\arg P$	0,91	45,51	89,93	135,72	180,24	225,74	269,61	316,76				

$$\arg P_2 = -2\beta l = -\frac{\Delta Z_{\text{min}}}{\frac{1}{2}\lambda_g} \cdot 360^\circ = \Delta Z_{\text{min}} \cdot 18,2048^\circ$$

NAME	TITLE	DWG. NO.
	Bylage g Meting aan symmetrisch venster	
SMITH CHART FORM 5301-7561-NE	GENERAL RADIO COMPANY, WEST CONCORD, MASSACHUSETTS	DATE

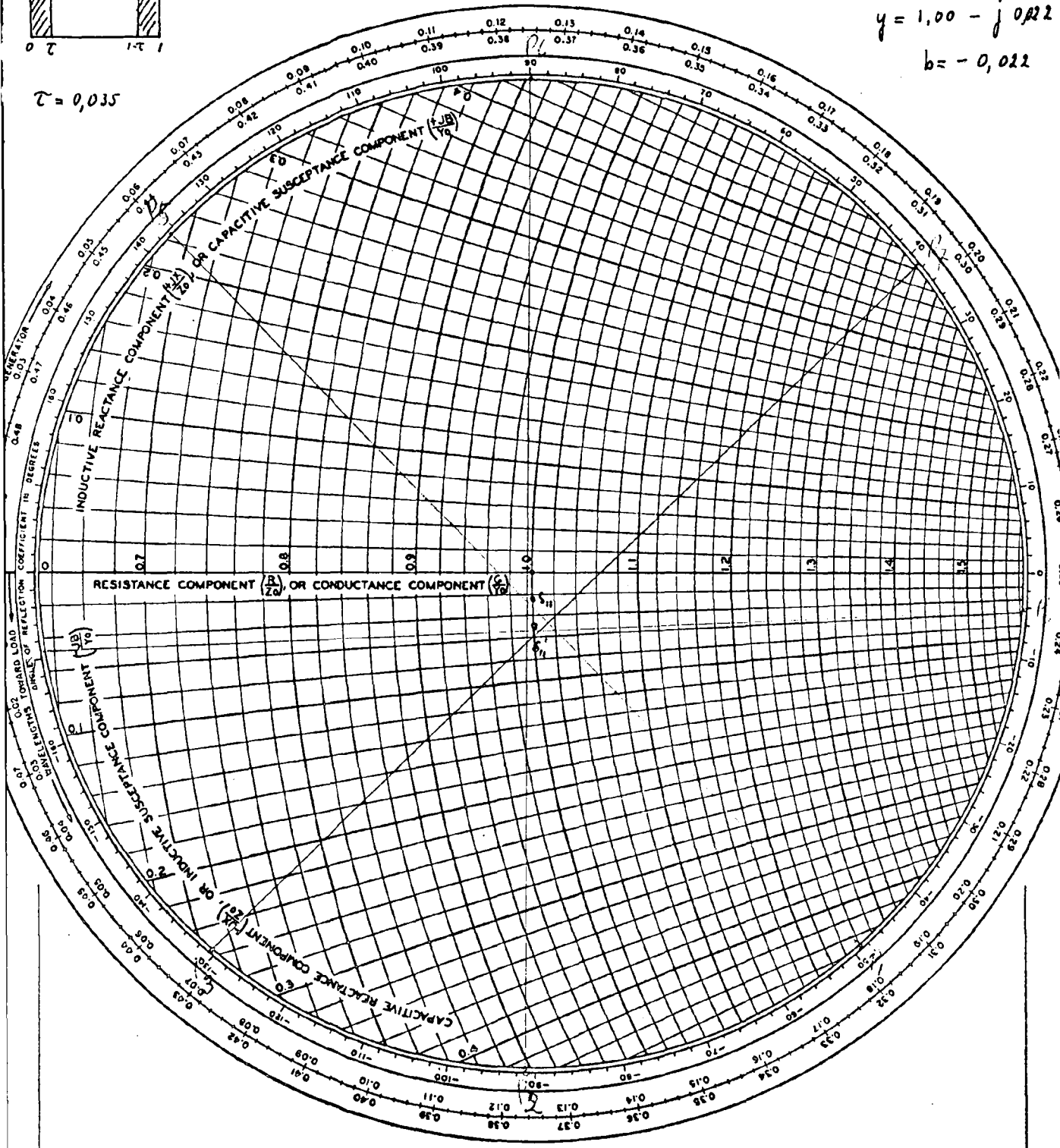
IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES



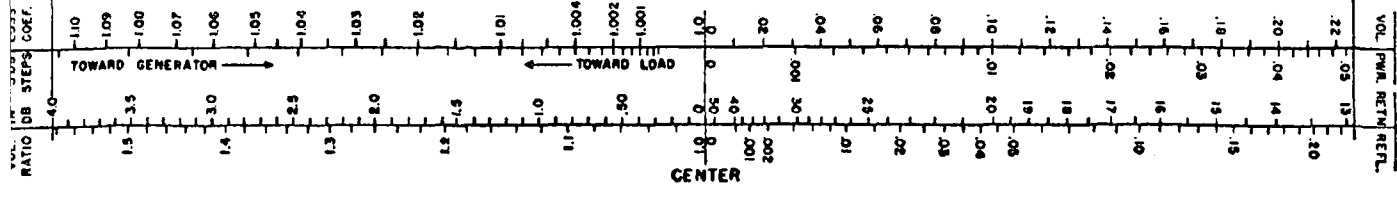
$$y = 1,00 - j 0,022$$

$$b = -0,022$$

$\tau = 0,035$



RADIALLY SCALED PARAMETERS



7. LITERATUURLIJST

1. Scharren, Th.,
"Het reaktieve effect van de verbinding van twee identieke recht-
hoekige golfpijpen met onderlinge translatie."
Afdeling der Elektrotechniek, T.H.Eindhoven.
Rapport ETA - 7 - 1967, april 1967.
2. Storer, J.E., Sheingold, L.S. and Stein S.,
"A simple graphical analysis of a two-port wave-guide junction".
Proc. I.R.E., augustus 1953.
3. Ginzton, E.L.,
Microwave measurements.
Mac Graw-Hill Book Company INC 1957. (Chapper 6.5)
4. Nederlands Normalisatie Instituut.
Nederlands elektrotechnisch Comité.
Symbolen voor en tekenwijzen van golfgeleiders.