

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Centralna Stacja Prób

Główny wykonawca

Wykonawcy inż. K. Wojda, mgr inż. A. Socha, E. Trepczyński,
tech. tech. W. Czarnecki, Z. Leszczyński, E. Król, H. Michniewicz.

Konsultant

Nr zlecenia

UR-01.02.05

Modyfikacja mechanizmów przenoszących
napęd ramion robota IRb-60.
etap 4. Badania prototypu
/badania powtórne/

Zlecniodawca OAR / problem Węzłowy 06.6.

Pracę rozpoczęto dnia 85.09

Kierownik CSP

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki

zakończono dnia 85.11

Kierownik OBN

mgr inż. E. Trepczyński

dr inż. St. Budzyński

dr inż. T. Gąłazka

Praca zawiera:

stron 3
rysunków 6
fotografii
tabel 4
tablic
załączników 3 /OBN/

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE
Egz. 2 OAR
Egz. 3 OBN
Egz. 4 OAR
Egz. 5
Egz. 6

Nr rejestr. 5480

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE IRB + MODYFIKACJA MECHANIZMÓW PRZENOSZĄCYCH NAPĘD
RAMION ROBOTA

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań prototypu zmodyfikowanych mechanizmów
przenoszących napęd ramion robota IRb-60.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Modyfikacja mechanizmów przenoszących napęd ramion robota IRb-60.
etap 4 - Badania prototypu. - nr rej. 5402.

UKD

PIAP-252/83-6000

2

1. Wstęp

Podczas badań prototypu robota IRb-60 /nr fab.1/84/ ze zmodyfikowanymi napędami ramion w osiach α i θ stwierdzono, że dla osi α i θ czasy t_p są mniejsze i dla osi α czas t_h jest mniejszy od wymaganego normą zakładową. Ponadto po zakończeniu badań stwierdzono zdeformowanie śruby kulowej w osi α .

Po wymianie zdeformowanej śruby kulowej przystąpiono ponownie do badań tego samego robota. W trakcie próby 150-godzinnej nastąpiło uszkodzenie silnika w osi θ , oraz kabla spiralnego /złamanie/.

Badania przerwano, a uzyskane wyniki podano w sprawozdaniu nr rej.5402.

Po usunięciu w/w usterek przeprowadzono powtórne badania:

- spr. czasów rozruchu i hamowania,
- spr. pozycjonowania,
- spr. sztywności.

2. Badania

2.1. Sprawdzenie czasów rozruchu t_p i hamowania t_h

Sprawdzenie wykonano zgodnie z ZN-82/Mera-018/245 pkt 4.2.8.3.

Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli oraz załącznikach nr 1 i 2.

Stopień swobody	Czas osiągnięcia 63 % V_{max}	Czas spadku V_{max} do 37% V_{max}	Wartości wymagane	
	t_p /s/	t_h /s/	t_p /s/	t_h /s/
α	0,39	0,34	0,47	0,47
	-0,17	-0,42	-0,30	-0,47
θ	0,48	0,49	0,42	0,43
	-0,28	-0,45	-0,28	-0,48

Z powyższej tabeli wynika, że dla osi α zarówno czas rozruchu t_p jak i czasy hamowania t_h w obydwu kierunkach są mniejsze od wymaganych w ZN. W celu wyjaśnienia przyczyn tej niezgodności wykonano następujące próby:

- 1/ zmniejszenie ograniczenia prądowego sterownika osi α
- 2/ ustawienie ograniczenia prądowego najmniejszego dopuszczalnego jeszcze przez instrukcję fabryczną i zmiany położenia przełączników w platerze S_2, S_3 /alternatywa A- powodująca zmniejszenie wzmocnienia pętli pozycyjnej/ oraz przełączników S_1, S_4 /alternatywa E - powodująca zmianę charakterystyki przetwornika parabolicznego.
- 3/ porównanie prądów robota IRb-60 produkcji ASEA oraz robota z modyfikacjami w osi α i θ .

Wyniki prób:

ad.1.

Przez zmniejszenie ograniczenia prądowego uzyskuje się dłuższe czasy rozruchu. Zbliżenie tych czasów do wartości podanych w ZN następuje dopiero przy nastawieniach ograniczenia prądowego znacznie poniżej 18 A. Ograniczenie prądowe poniżej najmniejszej dopuszczalnej przez instrukcję fabryczną wartości 18 A powoduje zmniejszenie udźwigu robota. Uzyskanie zgodności z normą tym sposobem należy uznać za niewłaściwe.

ad.2.

Przez ustawienie ograniczenia prądowego na najniższą dopuszczalną wartość 18 A przy jednoczesnym zmniejszeniu wzmocnienia pętli pozycyjnej /alternatywa A przełączników S_2 i S_3 na platerze/ uzyskano czasy rozruchu 0,20 s i 0,32 s i czasy hamowania 0,5 s i 0,33 s. Nie uzyskano zatem poprawy. Przebiegi przedstawiono na załączniku nr 3.

Również przestawienie charakterystyki przetwornika parabolicznego przełącznikami S_1 , S_4 nie wpływa znacząco na zmiany czasu rozruchu.

ad.3.

Dokonano porównania przebiegów prądów osi \mathcal{L} robota IRb-60 produkcji ASEA i robota badanego w tych samych warunkach pracy, /robot nieobciążony, prędkość 1,3 %, ten sam zakres ruchu/. Wyniki podano na rys. nr 1. Przy założeniu identycznych charakterystyk /moment na wale w funkcji prądu twornika/ silników w robocie ASEA i silników WAMEL, co teoretycznie ma miejsce - mniejsze wartości czasów rozruchu i hamowania można tłumaczyć mniejszymi oporami mechanicznymi w robocie zmodyfikowanym.

Reasumując należałoby przyjąć, że korzystne skądinąd zjawisko zmniejszenia oporów mechanicznych w zespole napędowym osi \mathcal{L} , uzyskane drogą modyfikacji mechanizmów przenoszących napęd, zmienia parametry rozruchu i hamowania osi \mathcal{L} robota IRb-60 w porównaniu z wzorcem ASEA, na podstawie którego powstała Norma Zakładowa.

2.2. Sprawdzenie sztywności

Sprawdzenie sztywności wykonano obciążając robota w dodatnim kierunku osi \mathcal{L} i ujemnym kierunku osi \mathcal{Q} momentem o wartości od 0 do maksymalnego.

Do pomiaru ugięcia /sztywności/ osi robota /odchylenie od położenia przy obciążeniu zerowym/ użyto czujników zegarowych o zakresie do 10 mm i działce elementarnej 0,01 mm. Pomiaru wykonano trzykrotnie dla każdej osi.

Wyniki pomiarów podano w tabelach 1 i 2.

Zestawienie średnich wartości ugięć /sztywności/ podano w tabeli nr 3.

h

Dla obydwu osi \mathcal{L} i \mathcal{O} średnie wartości sztywności w badanych kierunkach są zgodne z wymaganiami ZN.

2.3. Badania powtarzalności pozycjonowania

Badanie wykonano zgodnie z p. 4.2.10 ZN dla pięciu osi robota. Średnia prędkość ruchu wynosiła 75 %, prędkość najazdu na punkty pomiarowe 1,5 % prędkości maksymalnej. Robot obciążony był ciężarem 60 kg, a pomiary dokładności pozycjonowania wykonano przy użyciu czujnika zapasowego o zakresie 10 mm i działce elementarnej 0,01 mm.

Pomiary wykonano dla 120 cykli licząc od rozpoczęcia pracy robota, tj. przez 12 h /czas jednego cyklu ok. 6 min/. Wyniki pomiarów podano w tabeli 4 oraz na rys. 2 + 6.

Powtarzalność pozycjonowania mieści się w granicach określonych ZN.

3. Orzeczenie

Biorąc pod uwagę wyniki badań ujęte w sprawozdaniu nr rej. 5402 oraz w niniejszym sprawozdaniu stwierdza się, że w zakresie przeprowadzonych sprawozdań parametry prototypu robota IRb-60 ze zmodyfikowanym mechanizmem przenoszącym napęd ramion są zgodne z wymaganiami ZN-82/MERA-018/226 z wyjątkiem:

- czasu rozruchu t_p i hamowania t_h w obu kierunkach dla osi \mathcal{L} .

4. Wnioski

Ze względu na to, że zbadano tylko 1 egz. robota zmodyfikowanego i uzyskano wynik formalnie negatywny w odniesieniu do czasu rozruchu i hamowania osi \mathcal{L} uważa się za celowe wykonanie serii informacyjnej 5 robotów IRb-60 o zmodyfikowanych mechanizmach przenoszących napęd i poddać je badaniom wg tego samego programu.

Na podstawie uzyskanych wyników na 5 badanych egzemplarzach podjąć decyzje w sprawie ewentualnych zmian wymagań w NZ dla robotów IRb-60 z modyfikacjami w osiach \mathcal{L} i \mathcal{O} .

Pomiary sztywności osi $L+$

Tabela 1

Lp.	M	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₃	B ₃	B _{śr.}	B _{śr.}
	Nm	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	73	0,14	0,12	0,14	0,12	0,14	0,12	0,14	0,12
3	182	0,35	0,30	0,35	0,30	0,35	0,30	0,35	0,30
4	365	1,40	1,21	1,50	1,30	1,51	1,31	1,47	1,28
5	547	2,05	1,78	2,04	1,77	2,02	1,76	2,04	1,77
6	730	2,61	2,33	2,55	2,22	2,51	2,18	2,56	2,23
7	547	2,24	1,95	2,20	1,90	2,15	1,87	2,20	1,90
8	365	1,76	1,53	1,70	1,48	1,72	1,49	1,73	1,50
9	182	0,62	0,54	0,55	0,48	0,52	0,45	0,56	0,49
10	73	0,30	0,26	0,25	0,22	0,22	0,19	0,26	0,23
11	0	+0,07	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03

Pomiary sztywności osi θ -

Tabela 2

L.p.	M	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₃	B ₃	B _{śr.}	B _{śr.}
	Nm	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³	mm	rad·10 ⁻³
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	92,5	0,11	0,14	0,12	0,15	0,14	0,17	0,12	0,15
3	276,0	0,34	0,42	0,36	0,45	0,35	0,44	0,35	0,44
4	438,0	0,64	0,80	0,60	0,75	0,62	0,77	0,62	0,77
5	600,0	1,03	1,29	1,05	1,31	1,10	1,37	1,06	1,32
6	761,0	1,28	1,60	1,25	1,56	1,24	1,55	1,26	1,57
7	925,0	1,60	2,00	1,57	1,96	1,50	1,87	1,56	1,95
8	761,0	1,50	1,87	1,42	1,77	1,45	1,81	1,46	1,82
9	600,0	1,35	1,69	1,30	1,62	1,25	1,56	1,30	1,62
10	438,0	1,23	1,54	1,20	1,50	1,15	1,44	1,19	1,49
11	276,0	0,81	1,01	0,78	0,97	0,78	0,97	0,79	0,99
12	92,5	0,36	0,45	0,35	0,44	0,33	0,41	0,35	0,44
13	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02

Porównanie sztywności z wymaganiami ZN

Tabela 3

Przemieszczenia [$\text{rad} \cdot 10^{-3}$]						
Obciążenie	Oś θ					
	wg. badań				wg ZIV	
	oryginalny		zmodyfikowany		+	-
	" + "	" - "	" + "	" - "	" + "	" - "
10%	0,17	0,14	—	0,15	0,50	0,40
100%	2,30	2,05	—	1,95	2,80	2,60
Oś \mathcal{L}						
10%	0,16	—	0,12	—	0,30	0,50
100%	2,11	—	2,23	—	2,80	3,00

Sprawdzenie powtarzalności robt JRB-60

Tabélka 4

L.p.	$O's \theta$	$O's \delta$	$O's \psi$	$O's \nu$	$O's t$
	[mm]				
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,01	-0,03	0,05	0,02	-0,05
3	+0,02	-0,03	0,08	0,03	-0,03
4	0,05	-0,05	0,05	0,04	-0,08
5	0,04	-0,01	0,10	0,06	-0,05
6	0,04	-0,01	0,10	0,09	-0,08
7	0,05	-0,01	0,11	0,08	-0,10
8	0,05	-0,02	0,11	0,10	-0,13
9	0,06	0,00	0,11	0,10	-0,17
10	0,10	+0,05	0,10	0,10	-0,16
11	0,07	-0,03	0,05	0,15	-0,12
12	0,07	-0,04	0,06	0,10	-0,18
13	0,08	0,00	0,04	0,15	-0,21
14	0,08	-0,06	-0,06	0,11	-0,25
15	0,11	-0,05	-0,04	0,17	-0,24
16	0,09	-0,01	0,06	0,19	-0,27
17	0,09	-0,07	0,07	0,17	-0,30
18	0,09	-0,03	0,07	0,20	-0,28
19	0,10	-0,08	0,05	0,18	-0,30
20	0,12	-0,09	0,07	0,19	-0,33
21	0,11	-0,10	0,05	0,24	-0,30
22	0,12	-0,11	0,04	0,21	-0,33
23	0,11	-0,11	0,02	0,25	-0,36
24	0,11	-0,12	0,00	0,21	-0,35

Tabelka 4

L.p.	δ	δ	ψ	ν	t
	[mm]				
25	0,12	-0,12	0,00	0,22	-0,35
26	0,13	-0,13	0,01	0,24	-0,41
27	0,13	-0,14	0,01	0,24	-0,40
28	0,13	-0,15	0,05	0,25	-0,42
29	0,14	-0,15	0,00	0,27	-0,44
30	0,13	-0,15	-0,02	0,25	-0,44
31	0,16	-0,17	-0,02	0,27	-0,46
32	0,14	-0,17	-0,01	0,25	-0,48
33	0,13	-0,18	-0,03	0,26	-0,49
34	0,16	-0,12	-0,01	0,27	-0,50
35	0,13	-0,19	-0,04	0,33	-0,50
36	0,13	-0,20	-0,03	0,28	-0,48
37	0,12	-0,20	-0,05	0,34	-0,49
38	0,12	-0,21	-0,07	0,30	-0,50
39	0,12	-0,22	-0,07	0,32	-0,51
40	0,12	-0,23	-0,07	0,36	-0,50
41	0,12	-0,22	-0,03	0,36	-0,46
42	0,13	-0,20	0,00	0,30	-0,48
43	0,12	-0,24	-0,10	0,33	-0,44
44	0,13	-0,23	-0,07	0,34	-0,45
45	0,15	-0,25	-0,10	0,31	-0,45
46	0,14	-0,26	-0,09	0,32	-0,41
47	0,15	-0,27	-0,08	0,30	-0,39
48	0,15	-0,26	-0,10	0,32	-0,41
49	0,14	-0,28	-0,02	0,31	-0,40
50	0,14	-0,28	-0,07	0,30	-0,42

Tabelka 4

L.p.	$0's \theta$	$0's \rho$	$0's \psi$	$0's \varphi$	$0's t$	
	[mm]					
51	0,15	-0,27	-0,11	0,33	-0,42	
52	0,16	-0,30	-0,12	0,29	-0,45	
53	0,15	-0,30	-0,07	0,32	-0,44	
54	0,19	-0,30	-0,09	0,30	-0,42	
55	0,16	-0,30	-0,10	0,33	-0,38	
56	0,14	-0,32	-0,05	0,33	-0,39	
57	0,13	-0,34	-0,11	0,31	-0,40	
58	0,13	-0,33	0,00	0,34	-0,40	
59	0,12	-0,34	0,00	0,29	-0,37	
60	0,11	-0,34	-0,09	0,34	-0,38	
61	0,12	-0,34	-0,11	0,32	-0,32	
62	0,12	-0,34	-0,09	0,32	-0,31	
63	0,10	-0,35	-0,09	0,34	-0,33	
64	0,12	-0,36	-0,11	0,34	-0,28	
65	0,12	-0,35	0,00	0,34	-0,26	
59002. pracy	66	0,10	-0,37	-0,10	0,35	-0,23
67	0,10	-0,36	-0,11	0,32	-0,23	
68	0,10	-0,35	-0,11	0,34	-0,26	
69	0,10	-0,36	-0,09	0,39	-0,25	
70	0,09	-0,30	-0,08	0,35	-0,25	
71	0,10	-0,37	-0,03	0,35	-0,23	
72	0,10	-0,30	-0,03	0,35	-0,21	
73	0,11	-0,36	-0,03	0,31	-0,22	
74	0,09	-0,38	-0,03	0,31	-0,22	
75	0,08	-0,37	-0,01	0,35	-0,19	
76	0,11	-0,38	-0,08	0,33	-0,20	

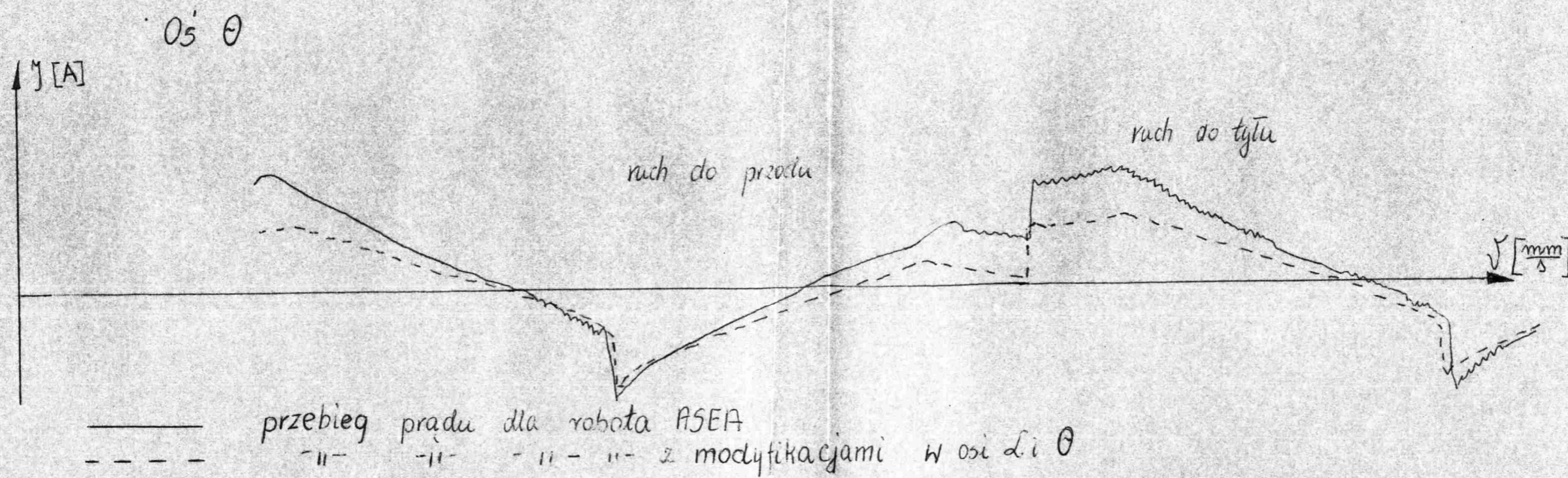
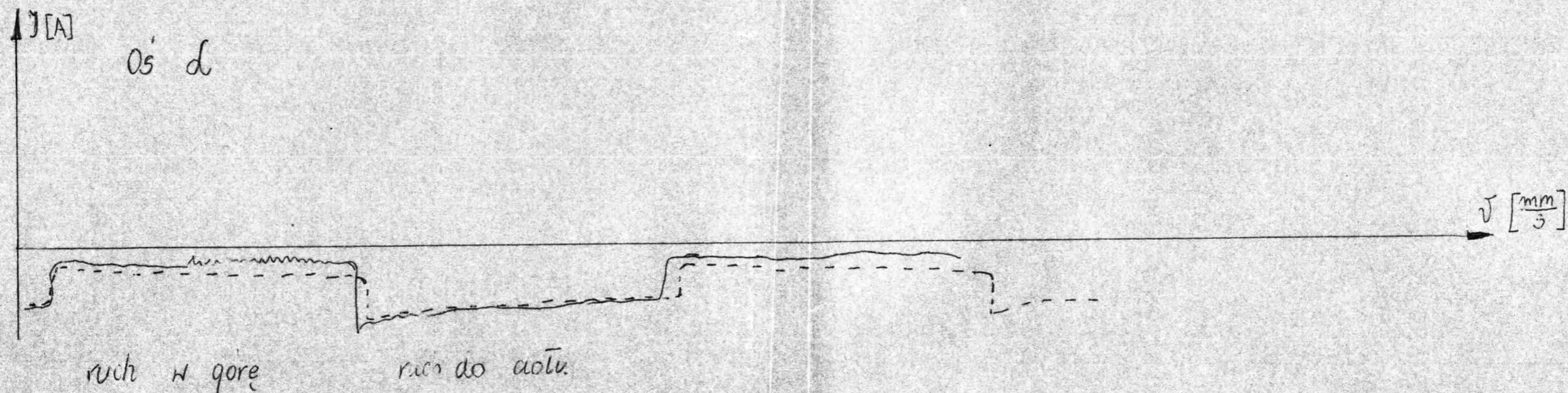
Tabelka 4

L.p	$\delta \theta$	$\delta \alpha$	$\delta \varphi$	$\delta \nu$	δt
[mm]					
77	0,08	-0,39	-0,04	0,33	-0,20
78	0,10	-0,40	-0,07	0,36	-0,19
79	0,07	-0,34	-0,02	0,34	-0,20
80	0,07	-0,34	-0,02	0,34	-0,14
81	0,05	-0,40	-0,02	0,32	-0,13
82	0,06	-0,35	-0,01	0,35	-0,15
83	0,06	-0,41	-0,01	0,32	-0,14
84	0,06	-0,40	-0,02	0,34	-0,15
85	0,06	-0,41	-0,04	0,34	-0,15
86	0,06	-0,41	-0,05	0,37	-0,14
87	0,07	-0,39	-0,04	0,34	-0,15
88	0,06	-0,40	-0,01	0,34	-0,19
89	0,06	-0,41	+0,01	0,33	-0,15
90	0,06	-0,43	-0,04	0,34	-0,15
91	0,06	-0,43	-0,02	0,35	-0,13
92	0,08	-0,44	0,00	0,34	-0,15
93	0,06	-0,43	-0,01	0,35	-0,11
94	0,05	-0,38	0,00	0,37	-0,13
95	0,08	-0,44	-0,01	0,39	-0,12
96	0,05	-0,44	+0,02	0,34	-0,18
97	0,04	-0,41	0,00	0,32	-0,10
98	0,05	-0,43	-0,03	0,32	-0,15
99	0,05	-0,45	-0,03	0,34	-0,13
100	0,05	-0,45	-0,03	0,35	-0,19
101	0,05	-0,39	-0,02	0,33	-0,13 ²
102	0,04	-0,45	-0,01	0,33	-0,14

Tabelka 4

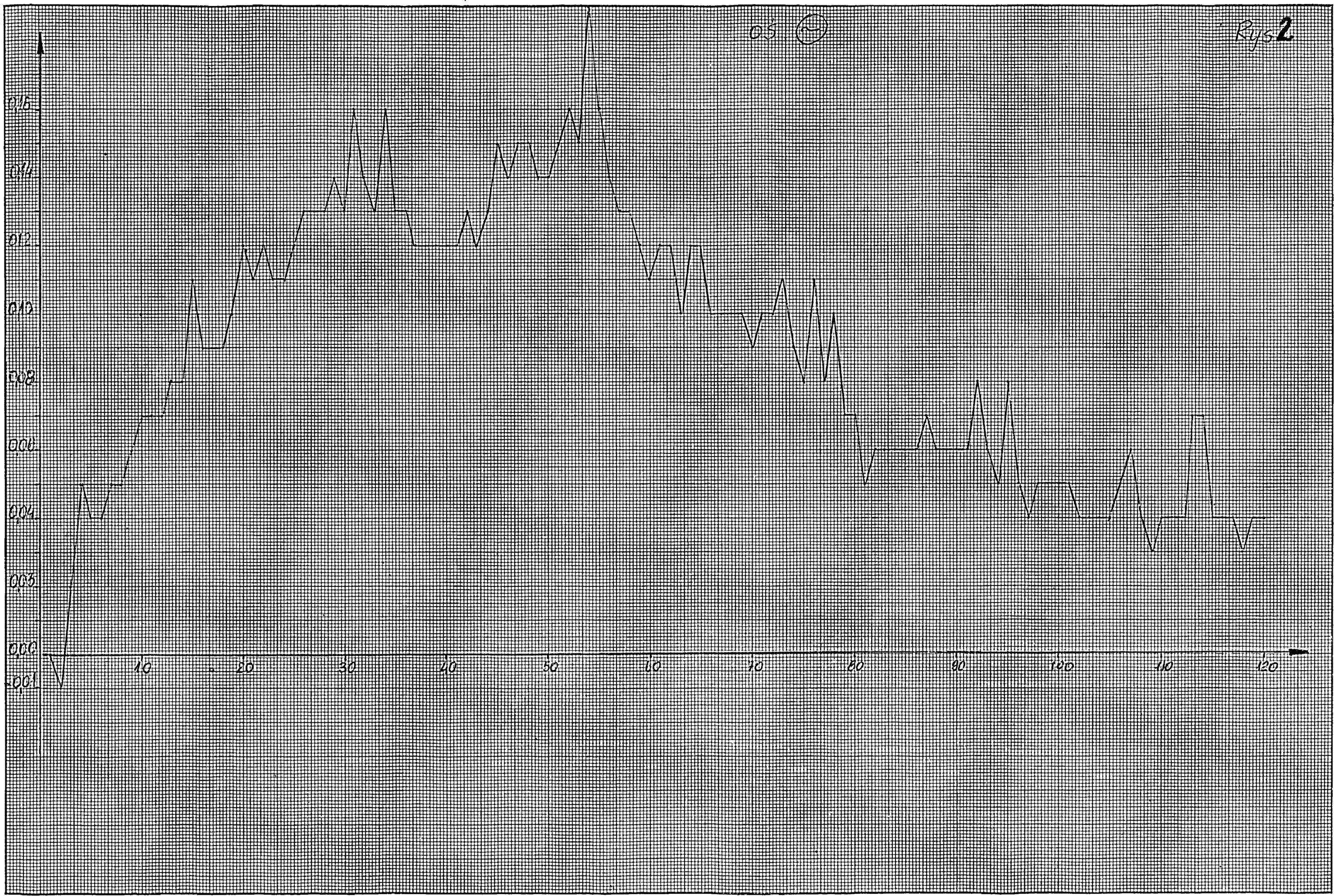
L.p	$\delta \theta$	$\delta \alpha$	$\delta \varphi$	δV	δt
	[mm]				
103	0,04	-0,38	0,00	0,35	-0,20
104	0,04	-0,45	0,00	0,35	-0,14
105	0,04	-0,44	0,00	0,34	-0,18
106	0,05	-0,44	-0,02	0,32	-0,12
107	0,06	-0,46	-0,03	0,36	-0,17
108	0,04	-0,45	-0,04	0,36	-0,12
109	0,03	-0,46	-0,03	0,38	-0,12
110	0,04	-0,47	-0,03	0,35	-0,17
111	0,04	-0,46	-0,04	0,31	-0,14
112	0,04	-0,41	-0,03	0,38	-0,20
113	0,07	-0,45	-0,02	0,32	-0,13
114	0,07	-0,44	-0,03	0,32	-0,13
115	0,04	-0,47	-0,03	0,33	-0,20
116	0,04	-0,47	-0,01	0,35	-0,15
117	0,04	-0,45	-0,02	0,35	-0,17
118	0,03	-0,45	-0,04	0,34	-0,14
119	0,04	-0,47	-0,03	0,33	-0,18
120	0,04	-0,45	0,00	0,35	-0,14

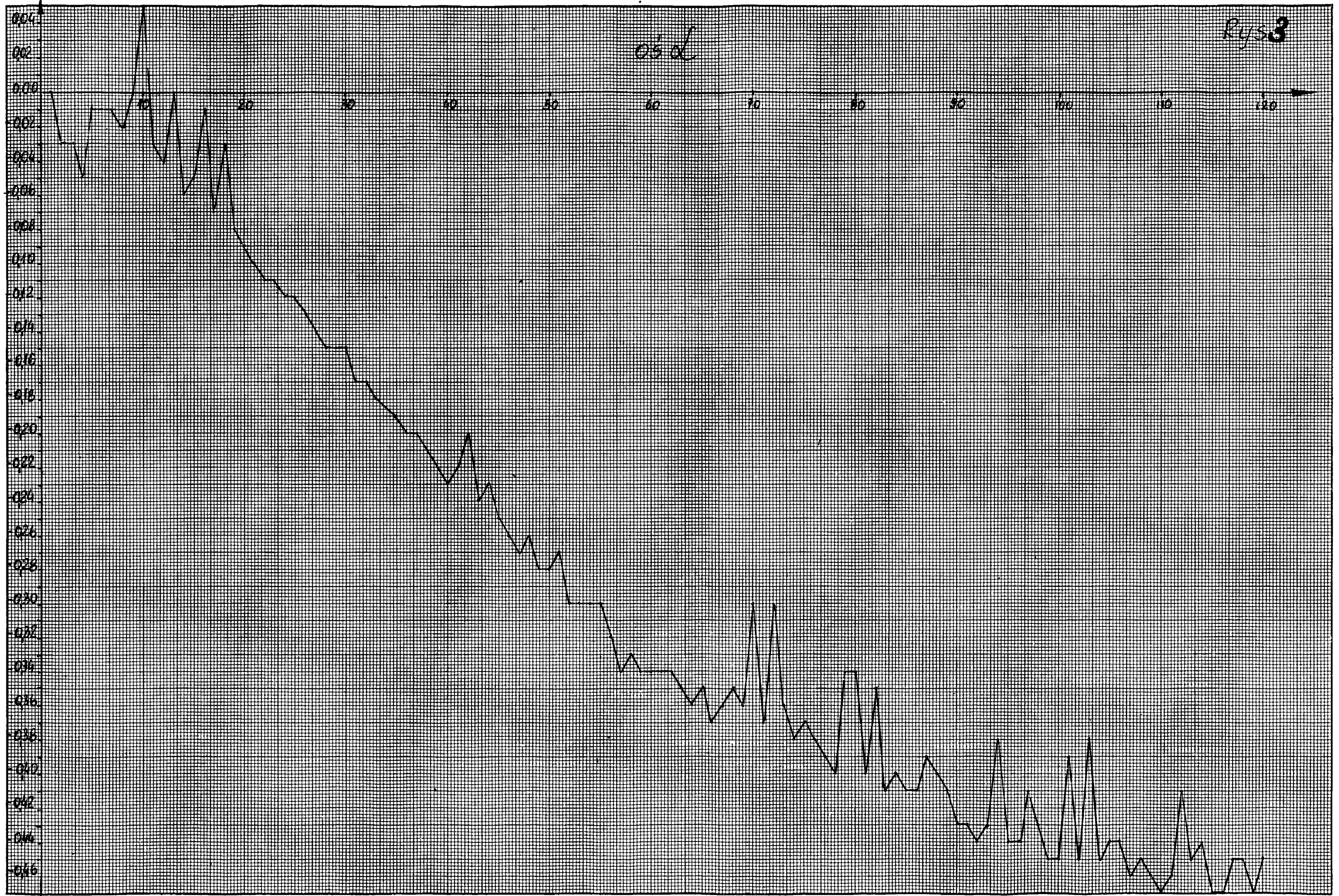
Porównanie wartości prądów w stanie statycznym dla robota YRB-60 w wykonaniu ASEA, oraz w wykonaniu polskim z modyfikacjami w osi L i θ .



05 (9)

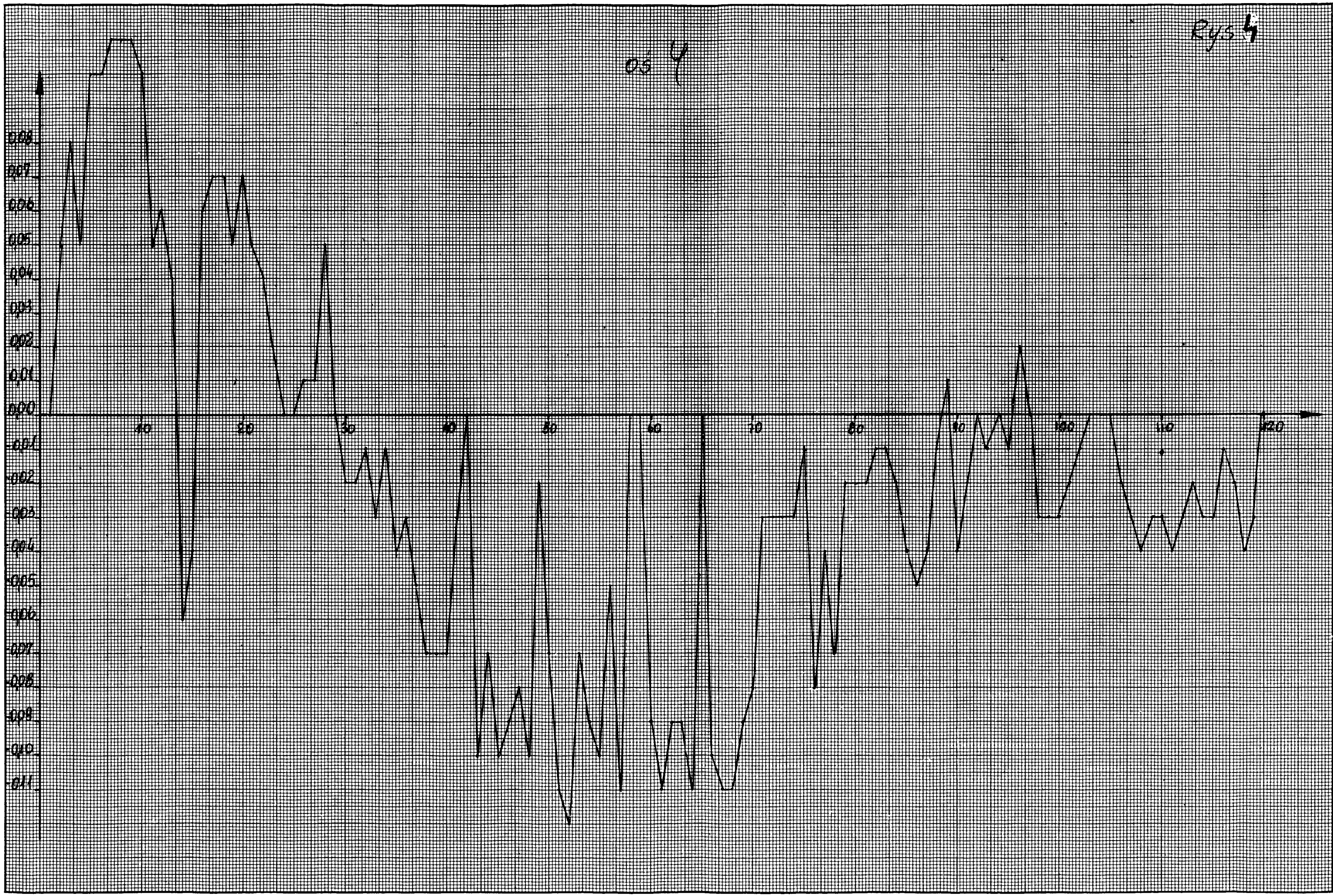
Rys 2





Rys 4

05 Y



05 V

Rys 5

