

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 mgr inż. A. Socha, inż. K. Wojda

Konsultant

Nr zlecenia

9472

Badanie wpływu nastaw sterowników
licencyjnych robota IRb-6 na
własności dynamiczne robota.

Zleceniodawca praca własna PIAP

Pracę rozpoczęto dnia maj 84

Kierownik CSP

zakończono dnia 30.06.84

Kierownik OBN

p.o. Z-cy Dyrektora
d/s Automatyki

mgr inż. E. Trępczyński

dr inż. St. Budzyński

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 4

Egz. 1 BOINTE

rysunków 5

Egz. 2 OAE

fotografii

Egz. 3 OBN

tabel 6

Egz. 4 OAM

tablic

Egz. 5 ZD

załączników 1

Egz. 6

Nr rejestr. 5248

1

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE + BADANIA

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań wpływu nastaw sterowników
licencyjnych robota IRb-6 na własności dynamiczne robota.

Tytuły poprzednich sprawozdań

338.45:62/69.002.1/.2 Roboty przemysłowe

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

1. Wstęp

Niniejsze sprawozdanie zawiera wyniki badań serwomechanizmów w zakresie wpływu nastaw sterowników licencyjnych robota IRb-6 na własności dynamiczne robota.

1.1. Cel i przedmiot badań

Celem niniejszej pracy było badanie możliwości poprawienia dynamiki robota oraz opracowanie wytycznych dla ZD odnośnie ustalania nastaw w procesie produkcji, zapewniających żądane własności dynamiczne robota.

Przedmiotem badań były sterowniki licencyjne zmontowane w ZD PIAP.

1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań

- Norma zakładowa ZN-82/MERA-018/225
- Instrukcja testowania robotów nr P-6397.001E-AD.

1.3. Aparatura użyta do badań

- rejestrator Hellige T-8-50-968
- opornik dekadowy PN-5339
- źródło sygnałów ADZ-201 nr fabr.20
- woltomierz cyfrowy V531 T-8-50-1619
- tester 211-05.

2. Metoda i wyniki badań

Badanie przeprowadzono dla robota IRb-6 wyprodukowanego przez ASEA o normalnych nastawach fabrycznych, zgodnie z instrukcją testowania P-6397001E-AD.

Wykonano następujące próby:

- 1/ zarejestrowano przebiegi prądu silnika i napięcia prądnicy tachometrycznej dla poszczególnych osi robota nieobciążonego podczas ruchu tych osi zaprogramowanego zg. z p.4.2.8.3 ZN. Rejestrację przebiegów wykonano przy różnych nastawach potencjometru R101 w kierunku prawym /zgodnym z ruchem wskazówek zegara/ i lewym /przeciwным do ruchu wskazówek zegara/ względem położenia ustawionego fabrycznie/.
- 2/ zarejestrowano przebiegi prądu silnika i napięcia prądnicy tachome-

trycznej dla poszczególnych osi robota obciążonego ciężarem 6 kg podczas ruchu tych osi zaprogramowanym zgodnie z p.4.2.8.3 ZN przy ustawieniu fabrycznym potencjometru R101 oraz w granicznym położeniu potencjometru R101, przy którym nie występuje jeszcze stop awaryjny robota.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach 1-5 oraz wykresach 1-5 /wyniki te dotyczą badań przed korektą ustawień fabrycznych potencjometru R101/.

Na wykresach tych naniesiono:

- zmiany prądów maksymalnych rozruchu I_{r+} - prąd maksymalny rozruchu w kierunku dodatnim osi robota; odpowiednio I_{r-} - j.w. lecz w kierunku ruchu ujemnym/
- zmiany czasu rozruchu T_{r+} - czas osiągnięcia 0,63 szybkości max napędu w kierunku dodatnim; odpowiednio T_{r-} - j.w. lecz w kierunku ujemnym/
- zakres możliwej regulacji sterownika ze względu na pracę robota z obciążeniem
- ograniczenie prądowe zalecone instrukcją testowania P-6397-001E-AD oraz faktyczne nastawy ograniczenia stwierdzone testerem 211-05 przed i po korekcie nastaw
- zakres czasów rozruchu dopuszczalny wg ZN-82/MERA-018/225.

Zmiany te odniesiono do zmian położenia potencjometru R101 względem ustawienia fabrycznego /położenie oznacz. na wykresie jako 0 obrotów/. Ponadto dodatkowo wykonano wstępne /sondażowe/ sprawazenia:

- 1/ rejestrowano przebieg prądu silnika i napięcia prądnicy tachometrycznej dla osi ψ przy różnych nastawach potencjometru R100,
- 2/ określono dla osi $\mathcal{L}$ lewy punkt graniczny potencjometru R101, przy którym podczas pomiaru sztywności robota przeprowadzonego zgodnie z p.4.2.11 normy zakładowej nie występuje stop awaryjny robota,
- 3/ sprawdzono dla osi $\mathcal{L}$ wpływ zmiany położenia potencjometru R100 na pozycjonowanie robota,
- 4/ określono wpływ zmiany nastawy wzmocnienia przetwornika parabolicznego w sterowniku położenia osi na czas hamowania oraz wpływ nastaw pozostałych przełączników S1+S12 na platerze /patrz Zał. nr 1/,
- 5/ sprawdzono wartości fabrycznych nastaw potencjometru R101 przy użyciu testera 211-05.

Okazało się, że nastawy prędkości różniły się nieco od nastaw podanych w instrukcji testowania, co miało wpływ na skrócenie czasu rozruchu dla osi ψ i $\mathcal{L}$ oraz na jego przedłużenie w przypadku osi ψ .

- 6/ dokonano korekty ustawień potencjometru R101 przy użyciu testera 211-05 i zarejestrowano czasy przyspieszeń i opóźnień robota dla wszystkich osi. Dane uzyskane w wyniku korekcji podano w tabeli 6 poz. 9.

3. Analiza wyników badań

- 1/ stwierdzono możliwość formowania zmian przebiegu przyspieszenia poszczególnych osi robota poprzez zmianę nastawy potencjometru R101 ograniczenia prądowego sterowników osi względem ustawienia fabrycznego w granicach:

oś ψ - + 35 % względem czasu przewidzianego normą zakładową

oś ϕ - + 60 % oraz - 25 %

oś α - + 50 % oraz - 25 %

oś t - + 35 %

oś v - + 45 %

Wartości dodatnie można uzyskać przez pokręcenie osi potencjometru R101 w kierunku lewym /przeciwnym ruchowi wskazówek zegara/, co powoduje obniżenie nastawy ograniczenia prądowego sterownika.

Wartości ujemne przez pokręcenie osi potencjometru R101 w kierunku prawym /zgodnym z ruchem wskazówek zegara/ daje dla prawidłowo wyregulowanego robota nieznaczne zmiany w kierunku zwiększenia przyspieszenia i może być szkodliwe dla robota. Zmniejszanie przyspieszenia ma ograniczenia ze względu na nadmierne zwiększanie strefy błędu /error zone/ podczas pracy zarówno robota nieobciążonego jak i obciążonego.

Głównym ograniczeniem przy zmniejszaniu limitu prądowego jest punkt, w którym następuje "zerwanie się" charakterystyki przy pomiarach sztywności robota i zadziałanie stopu awaryjnego. Przed osiągnięciem tego punktu zmiany potencjometru R101 na charakterystykę sztywności nie wpływają.

- 2/ pokręcanie potencjometru R101 nie wpływa na formowanie przebiegu opóźnienia /hamowanie/ poszczególnych osi robota nieobciążonego. Na czas hamowania wpływa zmiana nastawy wzmocnienia przetwornika parabolicznego w sterowniku położenia osi.
- 3/ nie zaobserwowano wpływu zmiany nastawy potencjometru zrównoważenia prądowego R100 na przebieg rozruchu i hamowania robota. Natomiast istnieje wyraźny wpływ ustawienia tego potencjometru na pozycjonowanie robota.

4. Wnioski

Z badań wynika, że istnieje możliwość ustalenia czasu przyspieszenia robota za pomocą potencjometru R101 z dużą zgodnością z podanymi w normie zakładowej wartościami, jednakże wymaga to użycia specjalnego zestawu aparatury do dokładnego pomiaru przyspieszenia. Natomiast ustawienie fabryczne przy pomocy testera nie gwarantuje uzyskania zgodności z normą zakładową, tym bardziej, że ustalenie ograniczenia prądowego odbywa się praktycznie z błędem ok. 10 % względem ustalenia zaleconego instrukcją testowania.

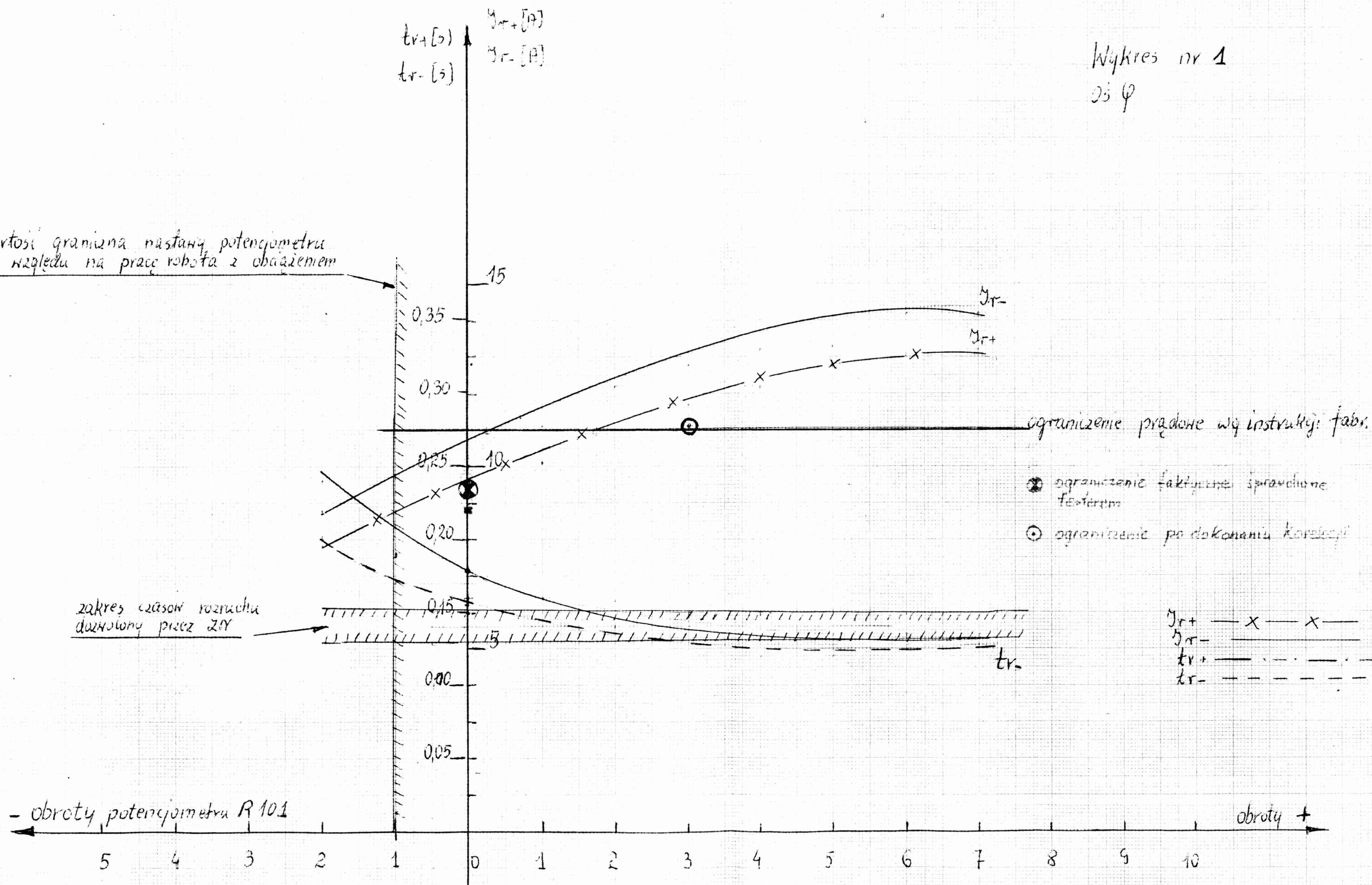
W związku z tym proponuje się przyjąć w normie zakładowej tolerancje -15 % i +30 % dla czasu przyspieszenia robota /zamiast ± 10 %/, co będzie stanowić odpowiedni margines dla ustalenia ograniczenia prądowego przez ZD z błędem ok. 10 %.

Wobec nie dających się uniknąć różnic w ustalaniu fabrycznych ograniczeń prądowych dla kierunku dodatniego i ujemnego ruchu osi, należy wprowadzić do instrukcji testowania wskazówkę: wartość ograniczenia prądu zalecana przez normę ma być równa średniej z dwóch pomiarów ograniczenia wykonanych testerem 211-05 w dwóch różnych kierunkach osi.

Uwaga: Alternatywą zapewniającą uzyskanie większej zgodności z obecnie obowiązującym wymaganiem normy na czasy rozruchu i hamowania jest skonstruowanie specjalnego testera pomiaru przyspieszeń silnika, który umożliwiałby dobór fabryczny nastawy potencjometru R101 w funkcji wyniku pomiaru przyspieszenia, a nie w funkcji wyniku pomiaru prądu ograniczenia. Tester taki miałby być wygodny w użyciu, szybki i łatwy w obsłudze.

Wykres nr 1
05 φ

wartości graniczna nastawy potencjometru
ze względu na pracę robota z obciążeniem

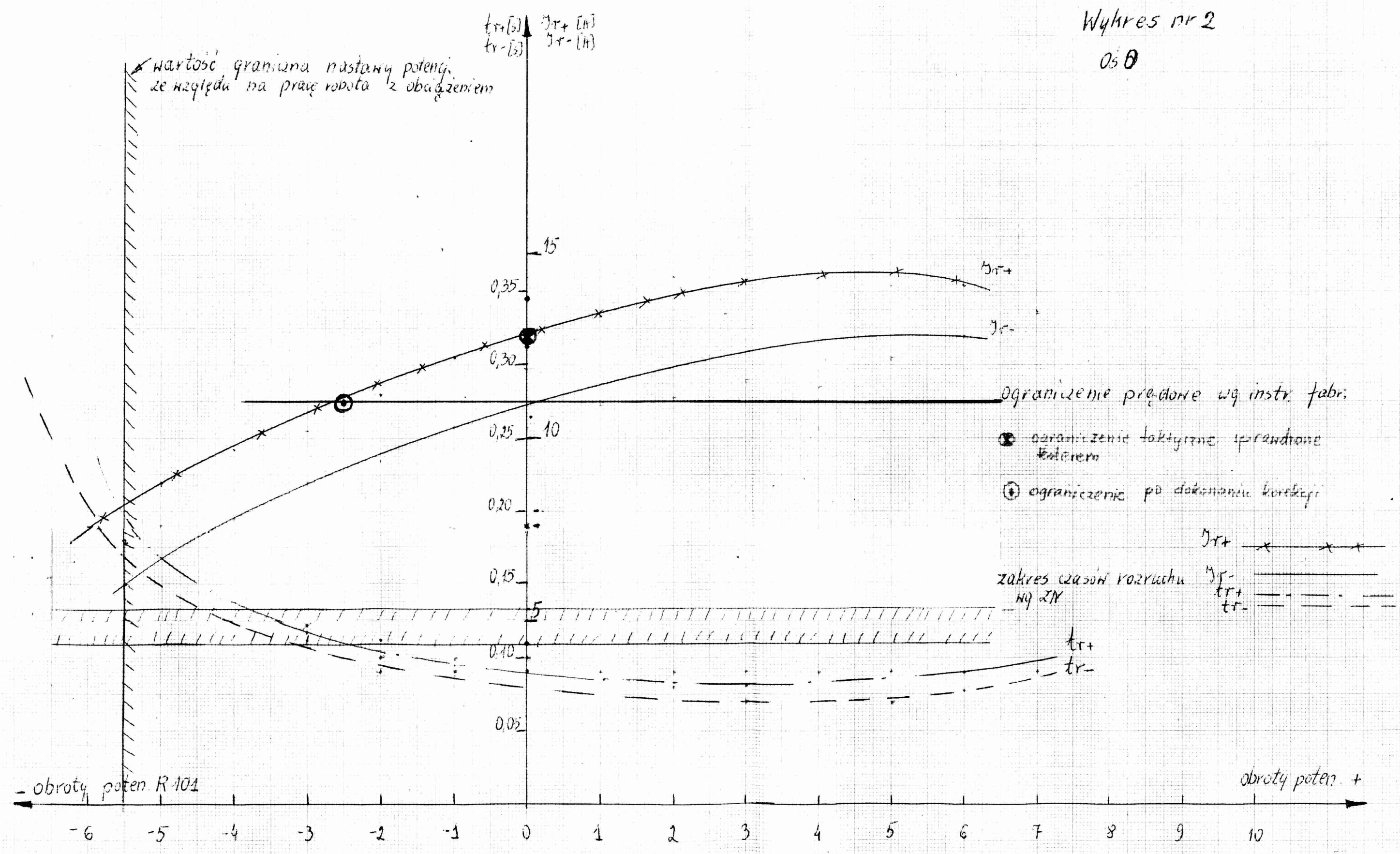


I_{r+} — x — x —
 I_{r-} — — — —
 t_{r+} — · · · · ·
 t_{r-} — — — —

	Łośi obrotów petenjo metru od położenia rozwałkowego		Prąd max ograniczenia prądowego o przebiegu prędkoŃnym [A]				Czasy rozruchu i hamowania [s]				Uwagi
	lewo	prawo	rozruch		hamowanie		rozruch		hamowanie		
			kierunek		kierunek		kierunek		kierunek		
			+	-	+	-	+	-	+	-	
bez obciążenia	0	0	9,6	10,0	3,1	2,4	0,18	0,16	0,16	0,19	
		1	10,1	11,1	2,6	2,6	0,16	0,16	0,16	0,19	
		2	11,1	12,2	3,1	3,1	0,16	0,14	0,16	0,19	
		3	11,7	12,8	2,8	2,8	0,15	0,14	0,16	0,18	
		4	12,2	13,2	2,8	2,8	0,15	0,12	0,18	0,18	
		5	12,8	13,2	2,8	2,8	0,14	0,12	0,18	0,18	
		6	13,1	14,2	2,8	2,8	0,14	0,14	0,18	0,20	
		7	13,2	14,2	2,8	2,8	0,14	0,14	0,18	0,20	
	- 1		8,9	9,7	2,8	2,8	0,22	0,17	0,18	0,20	
- 2		7,8	8,8	2,8	2,8	0,24	0,20	0,18	0,20		
z obciążeniem	0	0	9,2	10,0	5,0	4,2	0,32	0,24	0,18	0,18	
	- 3/4		8,3	9,2	5,0	5,0	0,30	0,24	0,18	0,20	
	- 1		8,3	9,2	5,5	5,0	0,34	0,24	0,18	0,20	

Wykres nr 2

os 0

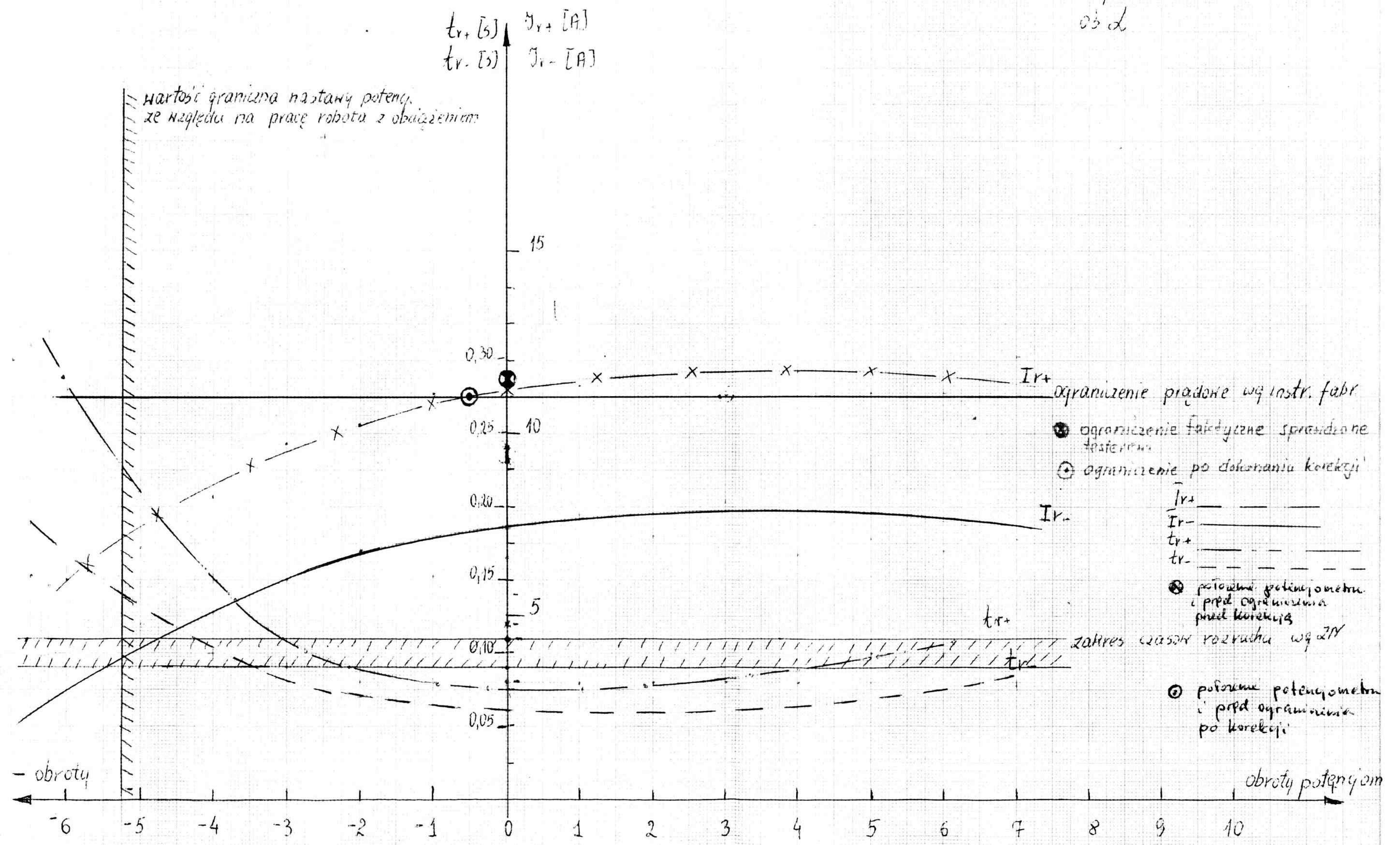


Wyniki badań przebiegów niustalonych sterownika osi Θ w zależności
od nastaw potencjometru ograniczenia prądowego R 101

Tabela nr 2

	Ilość obrotów potencjometru od położenia początkowego		Prąd max ograniczenia prądowego o przebiegu przejściowym [A]				Czas rozruchu i hamowania [s]				Uwagi
	lewo	prawo	rozruch		hamowanie		rozruch		hamowanie		
			kierunek		kierunek		kierunek		kierunek		
			+	-	+	-	+	-	+	-	
bez obciążenia	0	0	12,5	10,3	5,2	5,2	0,10	0,09	0,14	0,14	
		1	13,3	11,0	5,1	3,1	0,09	0,09	0,15	0,14	
		2	14,4	11,1	5,0	4,1	0,08	0,09	0,15	0,13	
		3	14,4	11,6	5,0	4,1	0,09	0,07	0,15	0,14	
		4	14,2	11,4	5,1	3,1	0,09	0,09	0,15	0,13	
		5	14,2	12,2	5,1	3,2	0,09	0,07	0,15	0,13	
		6	14,2	12,8	5,1	3,2	0,09	0,08	0,14	0,13	
		7	13,5	12,4	5,1	3,2	0,09	0,09	0,12	0,13	
	-1		12,2	10,3	5,1	3,2	0,10	0,08	0,15	0,13	
	-2		11,2	9,4	5,1	3,2	0,10	0,09	0,13	0,13	
	-3		10,2	8,8	5,1	3,2	0,13	0,11	0,13	0,12	
	-4		9,7	7,8	5,1	3,2	0,13	0,12	0,16	0,11	
	-5		8,8	6,8	5,1	3,2	0,19	0,15	0,11	0,14	
	-6		7,6	6,2	5,0	3,6	0,24	0,21	0,14	0,15	
	-6 $\frac{1}{4}$		7,2	5,6	5,2	3,4	0,30	0,23	0,14	0,15	
	-6 $\frac{1}{2}$		7,2	5,2	5,2	3,2	0,32	0,27	0,13	0,15	
	-6 $\frac{3}{4}$		6,7	5,2	5,2	3,2	0,37	0,29	0,14	0,15	
z obciążeniem	-5	0	8,4	7,2	5,2	3,2	0,27	0,24	0,14	0,14	
	-5 $\frac{1}{2}$		8,4	6,7	5,2	3,2	0,36	0,30	0,14	0,15	
	0	0	12,2	11,1	5,2	3,2	0,10	0,13	0,12	0,16	

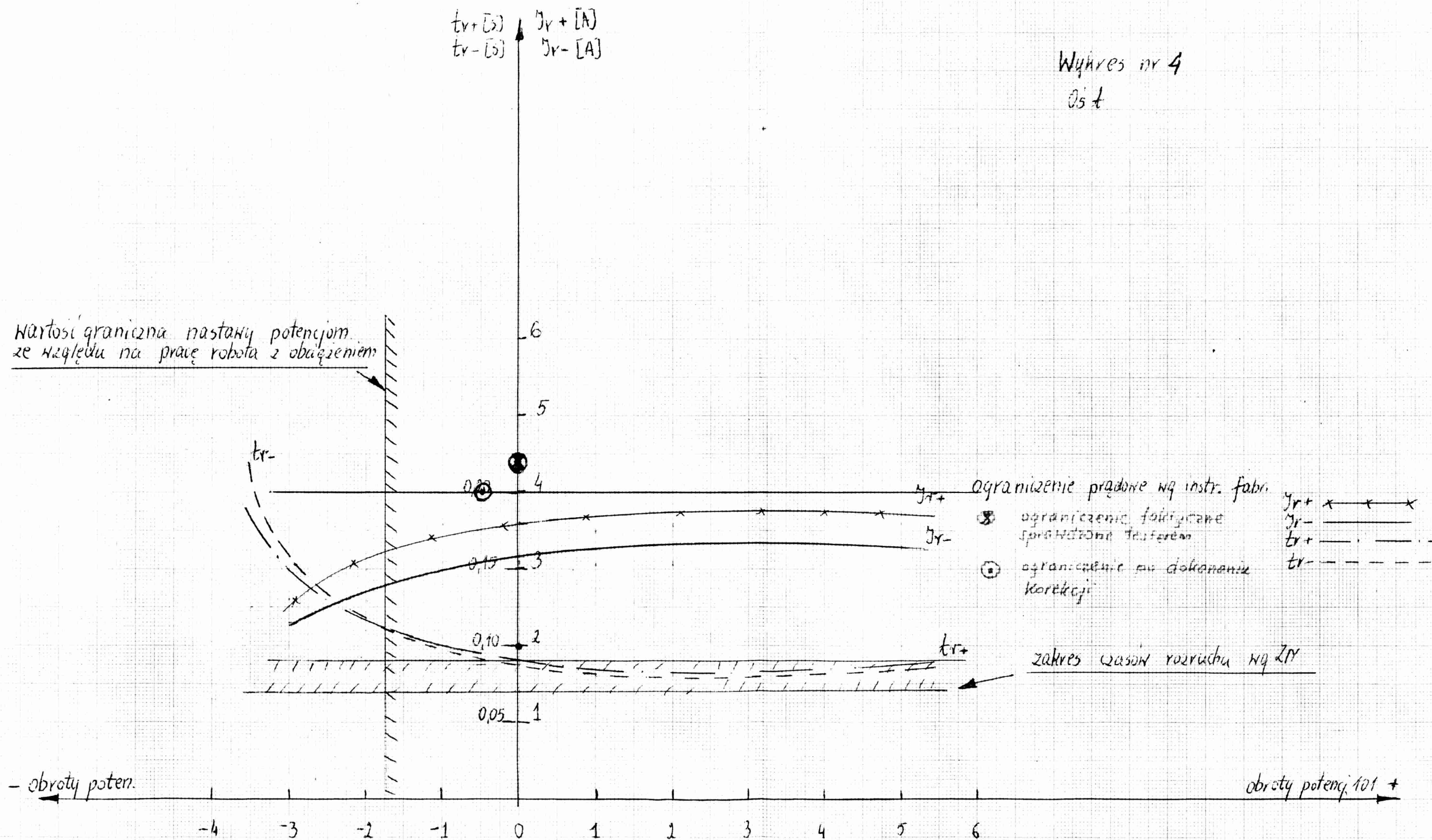
Wykres nr 3
oś x



	Liczba obrotów poten- cjometru od położenia początkowego		Prąd max ograniczenia prądowego o prze- biegu przejściowym [A]				Czasz rozruchz i hamowania [s]				Uwagi
	lewo	prawo	rozruch		hamowanie		rozruch		hamowanie		
			kierunek		kierunek		kierunek		kierunek		
			+	-	+	-	+	-	+	-	
bez obciążenia	0	0	11,1	7,4	0	2,2	0,09	0,08	0,14	0,14	
		1	11,3	7,8	0	2,2	0,08	0,08	0,13	0,14	
		2	11,6	7,2	0	2,2	0,08	0,07	0,14	0,14	
		3	11,1	8,2	0	2,2	0,08	0,07	0,14	0,14	
		4	11,7	6,7	0	2,2	0,08	0,08	0,14	0,14	
		5	11,1	7,1	0	2,2	0,10	0,08	0,14	0,14	
		6	11,1	6,8	0	2,2	0,10	0,08	0,14	0,14	
		7	12,1	7,1	0	2,2	0,08	0,08	0,14	0,14	
	-1		11,1	6,1	0	2,2	0,08	0,08	0,14	0,14	
	-2		10,2	6,7	0	2,2	0,08	0,07	0,14	0,14	
	-3		9,7	6,0	0	2,2	0,12	0,09	0,14	0,14	
	-4		8,3	5,1	0	2,2	0,15	0,10	0,14	0,14	
	-5		6,9	4,1	0	2,2	0,17	0,12	0,14	0,14	
	-6		5,1	3,1	0	2,2	0,28	0,16	0,15	0,15	
	-6 $\frac{1}{4}$		4,9	2,7	0	2,2	0,32	0,18	0,14	0,14	
	-6 $\frac{1}{2}$		5,1	2,6	0	2,2	0,31	0,19	0,14	0,14	
	-6 $\frac{3}{4}$		5,1	2,2	0	2,2	0,30	0,17	0,14	0,14	
z obciążeniem	0	0	11,1	10,2	3,1	2,2	0,08	0,11	0,13	0,14	
	-5		6,7	5,1	3,1	2,2	0,13	0,25	0,13	0,14	
	-5 $\frac{1}{4}$		6,1	4,2	3,2	2,2	0,14	0,30	0,13	0,14	

Wykres nr 4
054

Nastąpi graniczna wartość potencjom ze względu na pracę robota z obciążeniem

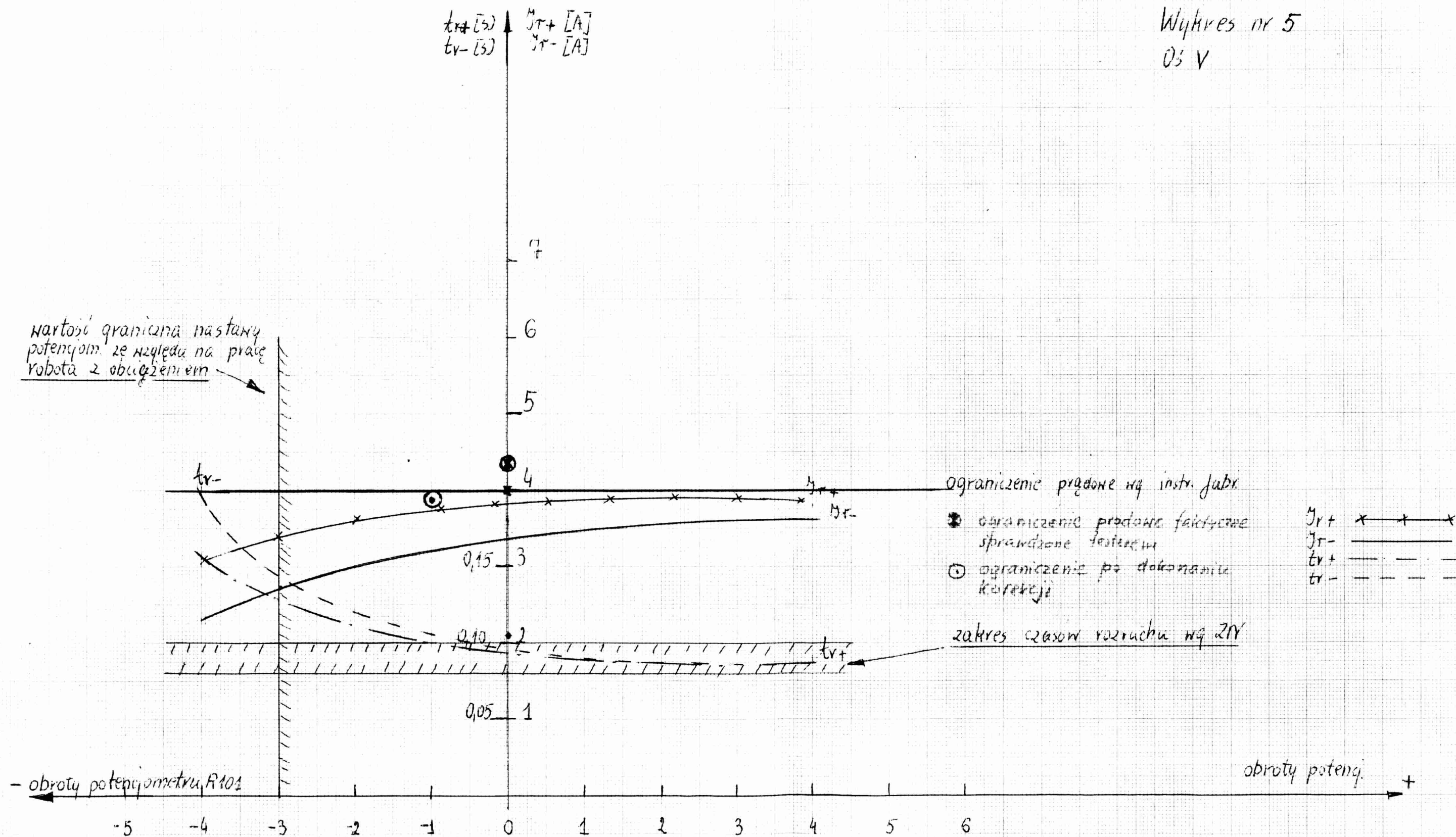


Wyniki badań przebiegów nieustalonych sterownika osi t w zależności od nastaw potencjometru ograniczenia prądowego K 101

Tabela nr 4

	Liczba obrotów potencjometru od położenia początkowego		Prąd max ograniczenia prądowego o przebiegu przejściowym [A]				Czasy rozruchu i hamowania [s]				Uwagi
	lewo	prawy	rozruch		hamowanie		rozruch		hamowanie		
			kierunek		kierunek		kierunek		kierunek		
			+	-	+	-	+	-	+	-	
bez obciążenia	0	0	3,6	3,1	0,6	0,6	0,09	0,09	0,15	0,16	
		1	3,5	3,1	0,6	0,6	0,08	0,09	0,15	0,14	
		2	3,6	3,3	0,6	0,6	0,09	0,08	0,14	0,13	
		5	3,6	3,3	0,6	0,6	0,10	0,08	0,14	0,14	
	-1		3,6	3,1	0,6	0,6	0,10	0,10	0,14	0,14	
	-2		3,0	2,6	0,6	0,6	0,11	0,12	0,14	0,12	
	-3		2,6	2,3	0,6	0,6	0,15	0,15	0,14	0,13	
	-3 1/4		2,5	2,1	0,6	0,6	0,16	0,18	0,13	0,16	
-3 1/2		2,5	2,1	0,6	0,6	0,19	0,22	0,12	0,14		
z obciążeniem	0	0	4,1	3,1	0,3	1,1	0,08	0,08	0,10	0,12	
	-1 1/2		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,10	0,12	0,16	
	-1 3/4		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,10	0,12	0,13	

Wykres nr 5
Oś V



Wyniki badań przebiegów nieustalonych sterownika osi $\bar{v}$ w zależności
od nastaw potencjometru ograniczenia prądowego R101

Tabela nr 5

	Łoż obrótów potencjome- tru od położenia powat- kowego		Prąd max ograniczenia prądowego o przebiegu przepięciowym [A]				Czas rozruchu i hamowania [s]				Uwagi
	lewo	prawy	rozruch		hamowanie		rozruch		hamowanie		
			kierunek		kierunek		kierunek		kierunek		
			+	-	+	-	+	-	+	-	
bez obciążenia	0	0	3,6	3,4	0,6	0,6	0,10	0,10	0,13	0,15	
		4	3,8	3,6	0,6	0,6	0,09	0,09	0,15	0,14	
	-1	-	3,9	3,1	0,6	0,6	0,10	0,10	0,14	0,14	
	-2		3,6	3,1	0,6	0,6	0,11	0,12	0,14	0,14	
	-3		3,4	2,6	0,6	0,6	0,13	0,14	0,15	0,14	
	-4		3,1	2,3	0,6	0,6	0,16	0,20	0,15	0,15	
	-4 1/4	STOP									
z obciążeniem	0	0	3,6	2,6	0,6	0,6	0,10	0,09	0,14	0,14	
	-2		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,18	0,14	0,16	
	-2 1/4		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,18	0,14	0,14	
	-2 1/2		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,17	0,14	0,14	
	-2 3/4		3,6	2,6	0,6	0,6	0,14	0,18	0,14	0,14	
	-3		3,3	2,3	0,6	0,6	0,16	0,24	0,18	0,15	

Tabela pomiarów przyspieszeń i opóźnień wg badań różnych egzemplarzy robota

Tabela nr 6

Źródło danych	φ			$\ominus$			α			t			v		
	t_r	t_n	I_{sr}	t_r	t_n	I	t_r	t_n	I	t_r	t_n	I	t_r	t_n	I
ASEA - dokument TEST TYPE SPECIFICATION /dane publikowane w w/w dokumencie/	0,14	0,20	11,0	0,12	0,14	11,0	0,10	0,15	11,0	0,08	0,15	4	0,09	0,14	4
j.w. lecz dane odczytane z załączonych wykresów	0,17	0,20	11,0	0,13	0,16	11,0	0,10	0,16	11,0/ /9,7	0,08	0,14	3,7	0,08	0,14	4/3,7
Badania pełne szwedzkiego robota IRb-6 w PIAP	0,18	0,20	10,0	0,18	0,14	10,0	0,12	0,16	10,7	0,12	0,18	3,4	0,16	0,16	3,5
Badania zamienników /śrub kulowych/ w PIAP	-	-	-	0,19	0,15	8,8	0,08	0,11	8,4	-	-	-	-	-	-
Badania pełne polskiego robota IRb-6 w PIAP	0,18	0,19		0,11	0,15		0,11	0,14		0,10	0,16		0,11	0,16	
Badania IRb-6 w PIAP przed zamontowaniem sterowników IEI	0,14	0,20		0,13	0,13		0,09	0,15							
Badania IRb-6 w PIAP po zamontowaniu sterowników IEI	0,14	0,13		0,13	0,09		0,10	0,12							
Badanie wpływu nastaw sterowników licencyjnych IRb-6 przed korekcją nastaw fabrycznych	0,17	0,18	9,8 /9,4/	0,09	0,14	11,4 /12,8/	0,08	0,14	9,3 /11,5/	0,09	0,16	3,4 /4,3/	0,10	0,14	3,5 /4,3/
j.w. lecz po korekcji nastaw fabrycznych	0,15	0,20	/11,1/	0,12	0,14	/11,0/	0,09	0,14	/11,0/	0,10	0,15	/4,0/	0,09	0,14	/3,9/

Uwaga: wartości podane w nawiasach zostały pomierzone testerem 211-05 /średnie z pomiarów krańcowych - kierunków dodatnich i ujemnych/, pozostałe zostały zdjęte z wykresów 1-5.

72

Zaobserwowany wpływ ustawienia przełączników S1-S12
na własności dynamiczne osi Δ robota IRb-6.

Definicje alternatyw przyjęto zgodnie z dok. ASEA 6704-011-AFA str.24
Normalne ustawienie przełączników dotyczy alternatyw DEHKM zgodnie
z instrukcją testowania 6397-001E-AD.

Definicje przyspieszenia i opóźnienia jak w p.2.2.15.3 Normy Zakłado-
wej.

Zmiany w ustawieniu przełączników osi Δ mają wpływ jak w tabeli
poniżej:

Alter- natywa	Funkcje alternatywy	Skutek włączenia alternatywy		
		przyspieszenie	opóźnienie	inne cechy
A	zmniejszenie wzmocnienia pętli pozy- cyjnej 1,8 razy	wydłużenie czasu 1,6 raza	wydłużenie czasu 2 razy	wydłużenie cyklu pracy o ok. 40 %
F	zmniejszenie wzmocnienia przetwornika parabolicznego /pkt-y 2,3 V i 4,1 V/	wydłużenie czasu 1,4 raza	wydłużenie czasu 1,4 raza	wydłużenie cyklu pracy o ok. 7 %
J	zwiększenie strefy zero- wej /zero zo- ne/ z 3 ma 8 intermentów	nie wpływa	nie wpływa	skrócenie cyklu pracy o ok. 15 %
L	praca z inter- gratorem	nie wpływa	nie wpływa	skrócenie cyklu pracy o ok. 15 %