

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Pracownia Badań i Diagnostyki Robotów

OH
Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż.inż. J.Skrzeczkowski, K.Domański, Zb.Wawerek,
J.Molak, tech.tech. E.Król, Z.Leszczżyński, T.Jagóra

Konsultant prof.inż. T.Sołtyk, mgr inż. A.Socha, dr inż.P.Jabłoński

Nr zlecenia
RP-77.1

Robot z napędami elektrycznymi i sterowaniem MP i CP o udźwigu do 120kg. Opracowanie części manipulacyjnej robota o udźwigu do 120 kg. Zad.3.6. Uruchomienie drugiego prototypu robota z dwusilnikowym napędem 1-szej osi. Badania prototypów.

Zleceniodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 90.09.14

Kierownik Prac.

Z-ca Dyrektora

zakończono dnia 90.11.30

Kierownik OBN

J
mgr inż. J.Skrzeczkowski

St. Budzyński
dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 14

Egz. 1 BOINTE

rysunków 14

Egz. 2 OBN

fotografii

Egz. 3 OAR

tabel 20

Egz. 4 OAE

tablic

Egz. 5

załączników 2

Egz. 6

wyd. 3

Nr rejestr. 6588

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: BADANIA

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań prototypów robota o udźwigu
do 120 kg.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP 41/88 10000

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
 - 1.1. Przedmiot badań
 - 1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań
 - 1.3. Zakres badań
 - 1.4. Aparatura i przyrządy użyte do badań
 2. Wyniki badań
 - 2.1. Badania wstępne
 - 2.2. Oględziny
 - 2.3. Sprawdzenie materiałów
 - 2.4. Sprawdzenie rezystancji izolacji
 - 2.5. Sprawdzenie działania
 - 2.6. Sprawdzenie głównych wymiarów
 - 2.7. Sprawdzenie przestrzeni roboczej
 - 2.8. Sprawdzenie parametrów ruchu
 - 2.9. Sprawdzenie amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego
 - 2.10. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania
 - 2.11. Sprawdzenie sztywności
 - 2.12. Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych
 - 2.13. Sprawdzenie poboru mocy
 - 2.14. Sprawdzenie poziomu hałasu
 - 2.15. Sprawdzenie stałości parametrów
 - 2.16. Sprawdzenie zachowania programu przy zaniku napięcia sieci
 - 2.17. Badania końcowe
 3. Wykaz sprawdzeń podlegających ocenie i uzyskane wyniki
 4. Wykaz usterek i awarii
 5. Uwagi końcowe
 6. Wykaz rysunków, tabel i wydruków
- Załącznik 1 Świadectwo kontroli jakości
Załącznik 2a,b Protokoły PIR
Załącznik 3 Wykresy z zarejestrowanymi napięciami prądnic tachometycznych i prądów silników.

1. Wstęp

1.1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań były dwa egz. prototypowe robota przemysłowego o udźwigu do 120 kg o oznaczeniu typu wg świadectwa kontroli jakości RP-25/2/120-A, nazywany w tekście RP-120

- a - z częścią manipulacyjną nr 3 z jednosilnikowym napędem typu PZTK13-14 TRR w pierwszym stopniu swobody (świadectwo KJ nr 824/90)
- b - z częścią manipulacyjną nr 1 z dwusilnikowym napędem typu PZTK13-07 TRR w pierwszym stopniu swobody (świadectwo KJ nr 280/90).

Każdy robot posiadał jeden zbiornik wyrównawczy sprężonego powietrza, z którego były zasilane dwa siłowniki wyważenia.

1.2. Dokumenty stanowiące podstawę badań

- 1. Program badań prototypu robota o udźwigu do 120 kg - nr rej.6489
- 2. ZN-88/MERA-018/256 "Robot przemysłowy IRp-60. Wymagania i badania."
- 3. Instrukcja Sprawdzania Robotów IRp.
- 4. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Robotów RP-120 - nr rej. 5720
- 5. Dokumentacja Konstrukcyjna Robotu RP-120 - nr arch. 4642P.

1.3. Zakres badań

Zakres badań obejmuje sprawdzenia mające na celu porównanie parametrów z wymaganiami zawartymi w programie badań oraz określenia parametrów użytkowych.

Wykonano następujące sprawdzenia:

- 1. badania wstępne
- 2. oględziny
- 3. spr. materiałów
- 4. spr. rezystancji izolacji
- 5. spr. działania
- 6. spr. głównych wymiarów
- 7. spr. przestrzeni roboczej
- 8. spr. parametrów ruchu
- 9. spr. amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego

10. spr. powtarzalności pozycjonowania
11. spr. sztywności
12. spr. poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych
13. spr. poboru mocy
14. spr. poziomu hałasu
15. spr. stałości parametrów
16. spr. zachowania programu przy zaniku napięcia sieci
17. badania końcowe.

1.4. Aparatura i przyrządy użyte do badań

Rejestратор XY typ WX2300 nr fabr. 7022866
Częstotściomierz typ KZ2026A nr fabr. 135626
Generator impulsów typ KZ1508 nr fabr. 2240
Megaomierz indukcyjny typ IME-1 PN 5293
Transformator probierczy typ TP-5s nr 057635
Licznik energii elektrycznej 3-fazowy typ C52 nr 7660017
Miernik poziomu hałasu typ 2204 nr P85047200
Czujnik fotoelektryczny Ft5
Symulator zakłóceń impulsowych
Sieć sztuczna SMZ-6
Symulator wyładowań elektryczności statycznej SED-2
Czujniki zegarowe MDA 10II nr nr 38/86, 11/86, 36/86.

2. Wyniki badań

2.1. Badania wstępne

Badania wstępne wykonano zg. z p. 4.4.1 programu badań. Podczas kalibracji części manipulacyjnej prototypu nr 1 - z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody i nr 3 z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody dokonano regulacji położenia: synchronizacji, rezolwerów i wyłączników krańcowych. Dla obydwu robotów wykonano odpowiednie nastawy w sterownikach położenia i mocy (p. tabela 1a,b).

2.2. Oględziny

Wykonano dla obu egzemplarzy zgodnie z p. 4.2.2 NZ IRp-60 i na podstawie świadectw KJ nr 824/90 i 280/90. Przy dopuszczeniu (p.2 programu badań) egzemplarzy nie posiadających pokryć lakierniczych, wynik

sprawdzenia dla obu egzemplarzy pozytywny.

2.3. Sprawdzenie materiałów

Wykonano zg. z p. 4.2.3 NZ IRp-60. Wynik sprawdzenia dla obu egzemplarzy pozytywny.

2.4. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Wykonano dla jednego egz. z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody. Sprawdzenie rezystancji wykonano osobno dla układu sterowania oraz dla części manipulacyjnej z przyłączonym kablem robota wg ZN-88/MERA-018/256 pkt 4.2.4.

1. Sprawdzenie rezystancji izolacji obwodów sieciowych przeprowadzono po przygotowaniu układu sterowania w następujący sposób:

- zwarcie ze sobą zaciski 3,4,5,6 transformatora sieciowego
- odłączono przewody uziemiające od zacisków uziomowycn G1, G2 układu i od zacisku G3 w zespole bezpieczników i styczników

Następnie zmierzono rezystancję izolacji próbnikiem izolacji o napięciu 500 V, łącząc jedną z końcówek próbniaka ze śrubą uziomową układu sterowania, a drugą ze zwartymi zaciskami transformatora. Wynik sprawdzenia pozytywny.

2. Sprawdzenie rezystancji izolacji pozostałych obwodów układu sterowania przeprowadzono po przygotowaniu układu w następujący sposób

- odłączono kabel robota od układu sterowania
- do przyłącza C2 dołączono zwory
- do przyłącza A2 dołączono zworę zwierającą wszystkie zestyki z wjątkiem zestyku nr 25
- odłączono przewody uziemiające od zacisków uziomowycn G1, G2 układu i zacisku G3 w zespole bezpieczników i styczników

Następnie zmierzono rezystancję izolacji próbnikiem izolacji o napięciu 500 V, łącząc jedną z końcówek próbniaka ze śrubą uziomową szafy, a drugą kolejno ze wspólnymi punktami zwór.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

3. Sprawdzenie rezystancji izolacji części manipulacyjnej przeprowa-

dzono po przygotowaniu kabli robota poprzez zwarcie ze sobą wszystkich zacisków złącz kabla sygnałowego i kabla zasilania silników. Następnie zmierzono rezystancję izolacji próbnikiem o napięciu 500 V łącząc jedną z końcówek próbniaka ze śrubą uziomową w kasecie

kabla, a drugą ze zwartymi zaciskami złącz.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.5. Sprawdzenie działania

Wykonano dla obu egzemplarzy z jedno i dwusilnikowym napędem pierwszego stopnia swobody zg. z IS IRp(2) dla robota nieobciążonego i z obciążeniem.

Dla prototypu nr 3 stwierdzono:

nierealizowanie prędkości 100 % przez drugi i trzeci stopień swobody (Δ i Θ)

Robot zatrzymywał się z komunikatem B82 "Brak sygnału dojścia do poz. w osi 2 lub 3".

Wykonano rejestrację prądów silników i 2 i 3 stopniu swobody i stwierdzono znaczne opory mechaniczne pokonywane przez napędy w końcowym zakresie ruchów, szczególnie w st. swobody .

Przesmarowano węzły mechaniczne RD, RG, bęben - przystawka, zmieniono sposób ułożenia węży zasilających siłowniki.

Przyczyną nadmiernych oporów ruchu były zainstalowane na siłownikach zawory zabezpieczające. Po ich zdemontowaniu powtórzono próby działania w programie testowym. Wynik sprawdzenia pozytywny.

Dla prototypu nr 1 stwierdzono:

1) przy prędkości $V=50\%$ i $Q = 0\text{ N}$ zatrzymanie robota z komunikatem "Brak sygnału dojścia do pozycji w osi 2" B82

2) przy prędkości $V = 50\%$ i $Q = 0\text{ N}$ zatrzymanie robota z komunikatem "Brak sygnału dojścia do pozycji w osi 3" B82

3) częstą utratę synchronizacji "B96".

Przeprowadzono próbę realizowania zadawanych wartości prędkości przez poszczególne stopnie swobody. Dla stopnia swobody Θ, \mathcal{C} , t (ruch w płaszczyźnie pionowej) stwierdzono, że maksymalną prędkością realizowaną jest 50 % zarówno dla robota nieobciążonego, jak i obciążonego ciężarem nominalnym. Próbę przerwano.

Wynik sprawdzenia negatywny.

2.6. Sprawdzenie głównych wymiarów

Przeprowadzono dla egzemplarza z 1 silnikiem pierwszego stopnia swobody. Stwierdzono różnicę w wymiarach:

2680	-	jest 2735	są to wymiary gabarytowe osprzętu
695	-	700	części manipul., nie powodujące
730	-	700	zmian zakresów ruchu i nie ogra-
			niczające zastosowania

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.7. Sprawdzenie przestrzeni roboczej i maksymalnych zakresów ruchu

Wykonano dla egzemplarza z 1 silnikiem 1-go stopnia swobody.

Przeprowadzono zgodnie z NZ IRp-60 p. 4.2.8.

Punkty charakterystyczne przestrzeni roboczej osiągnano sterując w ostatniej fazie przyrostowo do krańcowych położen poszczególnych stopni swobody. Wyniki przedstawiono na rys.1a, 1b i w tabeli 2. Należy przyjąć następujące wartości odchyłek w odniesieniu do wymiarów nominalnych zawartych w DTR.

a) zakresy ruchów robota:

obrót wokół osi podstawy	$\pm 170 \pm 5^\circ$
obrót ramienia dolnego	$\pm 40 \pm 2^\circ$
obrót ramienia górnego	$\pm 55 \pm 5^\circ$; $-25 \pm 5^\circ$
obrót głowicy V2	$\pm 165 \pm 5^\circ$
pocnylenie kiści t	$+100 \pm 5^\circ$; $-90 \pm 5^\circ$
obrót tarczki V1	$\pm 155 \pm 5^\circ$

b) wysięg maksymalny w kierunku osi X 2700 ± 15 mm

c) " " " " " " Z 3000 ± 15 mm

d) minimalna wysokość p.A1 od podłoża 480 ± 15 mm

Uzyskane zakresy ruchów (patrz rys.1b) są zbliżone do uzyskanych przy badaniu modeli robota RP-120 i powinny być umieszczone w DTR jako ostateczne.

Dla obydwu robotów określono pozycje wewnętrzne dla programowych ograniczeń ruchu (patrz tabela 3a,b).

2.8. Sprawdzenie parametrów ruchu

Sprawdzenie parametrów ruchu obejmowało:

- pomiar maksymalnych prędkości ruchu
- określenie maksymalnej wartości przeregulowania sygnału prędkościowego
- określenie czasów rozruchu i hamowania
- określenie "minimalnego czasu pozycjonowania".

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody (nr 3)

ad. a)

Pomiaru maksymalnych prędkości ruchu dokonano zg. z p.4.2.10.1 NZ IRp-60(1) określając maksymalną prędkość ruchu każdego stopnia swobody oddzielnie, dla robota nieobciążonego, metodą fotoelektryczną. Wykonano po trzy pomiary dla ruchu w kierunku "-" i "+".

Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Dla stopnia swobody φ , max. prędkości realizowane przez robota to:

- 90 % V_{max} - przy pionowo usytuowanym ramieniu dolnym
- 85 % V_{max} - przy pochylonym ramieniu dolnym

Pozostałe stopnie swobody realizują ruch programowy 100 % V_{max} .

Uzyskane wyniki dla stopnia swobody φ , V_2 , t , V_1 nie spełniają wymagań zawartych w p. 4.4.8 Programu badań.

Wynik sprawdzenia negatywny.

ad. b)

Określenie maksymalnego przeregulowania sygnału prędkościowego wykonano zg. z NZ IRp-60.pkt 4.2.10.2. Wyniki przedstawiono w tabeli 5a. Wartości przeregulowania (poza st.swobody φ) odpowiadają wartościom przyjaowanym dla robotów typu IRp,b-60 i IRp-60Z i nie przekraczają 10 %.

ad. c)

Określenie czasów rozruchu i hamowania wykonano zg. z p. 4.2.10.3 NZ IRp-60. Wyniki przedstawiono w tabeli 5a. Pomiarów dokonano dla robota nieobciążonego i obciążonego ciężarem nominalnym. Czasy rozruchu i hamowania dla powyższych przypadków nie ulegają praktycznie zmianie.

ad. d)

Określenia "minimalnego czasu pozycjonowania" dokonano zgodnie z pkt 4.4.8a)b) Programu badań. Wyniki przedstawiono w tabeli 6.

W trakcie sprawdzenia stwierdzono:

- zwiększenie zaprogramowanej prędkości powyżej 30 % V_{max} nie powoduje skrócenia czasu realizacji programu
- powyżej prędkości 30 % V_{max} występują zatrzymania robota (najczęściej w 3, 13, 14, 16 punkcie pozycjonowania), a następnie skok do 3-4 z kolei punktu z pominięciem pośrednich punktów pozycjonowania. Robot nie realizuje przez to 19 cykli pozycjonowania, ale od 15 do 16, zachowując jedynie pierwszy i ostatni z zaprogramowanych punktów pozycjonowania.

Minimalny czas pozycjonowania w dwóch punktach odległych od siebie o 40 mm wynosi około 1 sekundy.

Prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody (nr 1)

ad. a)

Pomiaru nie wykonano ze względu na:

- znaczne oscylacje ruchu dla stopnia swobody φ
- nieosiąganie prędkości większej niż 50 % dla RD i RG

ad. b)

Określono z powyższych względów jedynie dla stopnia swobody V2, t, V1. Wyniki przedstawiono w tabeli 5b.

ad. c)

Określono w warunkach omówionych powyżej, wyniki przedstawiono w tabeli 5b.

Czasy rozruchu i hamowania są około 30-50 % krótsze niż w prototypie z jednym silnikiem napędowym 1-go stopnia swobody.

ad. d)

Uzyskano krótszy czas całego cyklu pozycjonowania w 20 punktach, jednak z takimi samymi uwagami jak w egzemplarzu z jednym silnikiem napędowym w 1-ym stopniu swobody.

2.9. Sprawdzenie amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego

Wykonano dla obu egzemplarzy prototypów (nr 1 i 3) zgodnie z pkt 4.2.11 ZN IRp-60. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach 7a i 7b. Dla stopnia swobody φ , amplituda oscylacji sygnału prędkościowego jest kilkakrotnie mniejsza dla prototypu z jednym silnikiem napędowym. Amplitudy oscylacji nie przekraczają wartości przyjętych dla robotów IRb,p-60, a ich wartość dla robota obciążonego ciężarem nominalnym nieznacznie wzrasta.

2.10. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania wykonano zg. z Programem badań, tj. w tych samych warunkach i przy użyciu tej samej metodyki co przy badaniu modelu RP-120.

Sprawdzenie wykonano przy obciążeniu robota (RP-120 nr 3) ciężarem nominalnym (1200 N) z wykorzystaniem programu składającego się z:

- części stałej stanowiącej cykl roboczy, w którym biorą udział wszystkie stopnie swobody przy wykorzystaniu pełnych zakresów ich ruchów
- z wycinków programu realizujących najazd zgodny z poszczególnymi ruchami robota na przyporządkowane im czujniki pomiarowe.

Prędkość najazdu na czujnik pomiarowy wynosiła 1,3 % V_{max} .

Zastosowano czujniki pomiarowe o rozdzielczości 0,01 mm.

Miejsce i sposób najazdu na czujniki przedstawiono na rys.2.

Po 5-godzinach odtwarzania programu wykonano po 30 pomiarów dla każdego ze stopni swobody. Wyniki przedstawiono w tabelach 8 i 9 i na rysunkach 3 i 4. Wartości powtarzalności pozycjonowania (patrz wydruki 1-3) nie przekraczają $\pm 0,5$ mm.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.11. Sprawdzenie sztywności

Sprawdzenie sztywności wykonano w tych samych warunkach i przy użyciu tej samej metodyki jak podano w sprawozdaniu nr rej. 6428.

Sprawdzenie wykonano dla robota z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody przed i po próbie stałości parametrów (150 h).

Sztywność zbadano przy prostokątnym ustawieniu ramienia dolnego RD i górnego RG i zasilaniu siłowników wyważenia ciśnieniem

$P_{RD} = P_{RG} = 0,36$ MPa. Siłę obciążającą przyłożono w kierunku pionowym w punkcie odległym od kołnierza (interfejsu mechanicznego) o 200 mm oraz w kierunku poziomym (patrz rys.5). Dodatkowo wykonano sprawdzenie sztywności dla stopnia swobody φ (patrz rys.6). Wyniki sprawdzenia sztywności przed próbą stałości parametrów są zamieszczone w tabelach 10-13, a charakterystyki zmian ugięcia w funkcji obciążania na rys. 7-11. Wyniki sprawdzenia po próbie zawierają tabele 16-18.

Stwierdzono większą sztywność prototypu robota od modelu.

Ugięcie dla pionowego przyłożenia siły obciążającej zmniejszyło się z 8,33 mm do 7,42 mm, dla poziomego z 3,33 mm do 1,2, a dla stopnia swobody φ z +10,0 mm do 3,1 mm oraz z -8,8 mm do -3,2mm.

2.12. Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych

Sprawdzenie poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych wykonano zgodnie z PN-78/T-04502. Podczas pomiarów robot wykonywał program testowy T -120. Przebadany egz. robota RP-120 nr 3 spełnia wymagania normy PN-69/E-02031 poziom W (patrz zał.2a,b).

Wynik sprawdzenia pozytywny.

11

2.13. Sprawdzenie poboru mocy

Sprawdzenie poboru mocy elektrycznej wykonano dołączając zasilanie sieciowe robota nr 3 poprzez trójfazowy licznik energii elektrycznej. Odczytano wskazania licznika na początku próby i po 1 h. Podczas pomiarów robot był obciążony masą 120 kg i wykonywał program testowy T-120. Zmierzony pobór mocy wynosił 2,8 kW.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.14. Sprawdzenie poziomu hałasu

Sprawdzenie poziomu hałasu wykonano zg. z normą PN-71/N-01300 określając poziom dźwięku L_{d1} (A) występujący w odległości 1 m od zewnętrznej granicy przestrzeni roboczej robota nr 3, a następnie w odległości 1 m od układu sterowania. Podczas pomiarów robot był obciążony masą 120 kg i wykonywał program testowy T-120. Zmierzony poziom dźwięku dla części manipulacyjnej wynosi 72 dB, a dla układu sterowania 62 dB.

2.15. Sprawdzenie stałości parametrów

Sprawdzenie stałości parametrów wykonano w próbie pracy trwającej 150 h. Robot nr 3 realizował program testowy T-120 przez okres 24 h bez obciążenia z prędkością 50 %, 72 h z obciążeniem nominalnym 120kg z prędkością 50 % i 50 h z obciążeniem nominalnym z prędkością 75 %. Przed i po próbie wykonano rejestrację napięć prądnic tachometrycznych przy prędkości robota 31 % i prędkości silników napędowych przy prędkości 50 % dla robota nieobciążonego i obciążonego oraz sprawdzono sztywność.

Podczas próby wystąpiły następujące usterki robota:

- 47 h - uszkodzenie przewodu doprowadzającego sygnał z prądnicy tachometrycznej stopnia swobody t
- 73 h - nieprawidłowa praca sterownika położenia stopnia swobody t
(wymieniono układ 74424 na płycie sterownika)
- 80 h - wycieki oleju spod kołnierza przekładni stopnia swobody t
(zwiększono docisk sprężyny pierścienia uszczelniającego, uzupełniono olej w przekładni 360 ml)
- 103 h - uszkodzenie sprzęgła rezolwera w napędzie stopnia swobody t
(wymieniono na nowe)

Po próbie wykonano rejestrację napięć prądnic tachometrycznych i prądów silników. Stwierdzono znaczny wzrost prądu silnika - z 2,7 A do 7,7 A - w stopniu swobody t.

Nie stwierdzono istotnych zmian wartości napięć prądnic tachometrycznych.

2.16. Sprawdzenie zachowania programu przy zaniku napięcia sieci

Po wczytaniu z kasety programu testowego P-120 i sprawdzeniu poprawności wykonywania przy włączonym wyłączniku baterii, wyłączono zasilanie robota. Po czasie 5 min trzykrotnie wykonano sekwencję SIEĆ ZAŁ - GOTOWOŚĆ - PRACA - SIEĆ WYŁ, włączono zasilanie i uruchomiono program. Program testowy był wykonywany poprawnie. Stwierdzono, że po 10 min program jest tracony.

Sprawdzenie wykonano po uprzednim ładowaniu baterii przez okres 16 h.

2.17. Badania końcowe

Z analizy zarejestrowanych przebiegów napięć prądnic tachometrycznych wynika, że obciążenie robota nie wpływa na osiągane prędkości maksymalne przez poszczególne stopnie swobody.

3. Wykaz sprawdzeń podlegających ocenie i uzyskane wyniki

Lp.	Wykaz sprawdzeń	Wynik
1	Oględziny	+
2	Spr. materiałów	+
3	Spr. rezystancji izolacji	+
4	Spr. działania	+
5	Spr. parametrów ruchu	-
6	Spr. powtarzalności pozycjonowania	+
7	Spr. poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych	+
8	Spr. poboru mocy	+
9	Spr. poziomu hałasu	+

"+" - wynik pozytywny

"-" - wynik negatywny

4. Wykaz usterek i awarii

W trakcie badań robota o udźwigu 120 kg (zadanie 3.6) występowały awarie, które lokalizowano, a następnie usuwano.

Badania przeprowadzono na dwóch egz. robota:

I - w wersji z jednym silnikiem w osi 1

II - w wersji z dwoma silnikami w osi 1

Podczas badań robota I wystąpiły następujące awarie:

- awaria luzownika (zwarcie wewnętrzne)
- mechaniczne uszkodzenie sprzęgła rezolwera w osi 4, a następnie w osi 6 części manipulacyjnej-
- nieprawidłowa praca przekaźnika synchronizacji w osi 6
- wadliwa praca sterowników położenia osi (3 pakiety) w podwyższonej temperaturze po wygrzaniu w wyniku kilkugodzinnej pracy.

Podczas badań robota II wystąpiły następujące awarie:

- uszkodzenie sterownika mocy w osi 5 (dwukrotnie)
- nieprawidłowa praca przekaźników synchronizacji (dwukrotnie)
- wadliwa praca poszczególnych egzemplarzy sterowników położenia osi MA70, pakietu pamięci ML16 i pakietu jednostki centralnej MM16 w podwyższonej temperaturze.

5. Uwagi końcowe

Na podstawie przeprowadzonych badań prototypów można stwierdzić, że należy:

- zrezygnować z dwusilnikowego napędu w pierwszym stopniu swobody z powodu silnych oscylacji ruchu i dużych przeregulowań.

W przyjętym rozwiązaniu nie można dobrać elementów korekcyjnych ze względu na silną zależność oscylacji od obciążenia. Zastosowany tłumik mechaniczny nie wyeliminował oscylacji.

- zmienić typ zaworu zabezpieczającego.

Zastosowane w prototypach zawory zabezpieczające przed nagłym zanikiem ciśnienia zasilającego powodowały znaczny wzrost oporów mechanicznych w końcowych zakresach ruchu. Robot nie realizował prędkości 100 %, a układ sterowania sygnalizował błąd "Brak sygnału dojścia do położenia zadanego".

- zmienić konstrukcję zderzaków mechanicznych dla stopnia swobody V2, t, V1

Zastosowane zderzaki mechaniczne nie powodują zatrzymania napędu w przypadku awarii w obwodzie wyłączników krańcowych. W stopniu swobody V_2 , t mogą ulec uszkodzeniu wiązki przewodów.

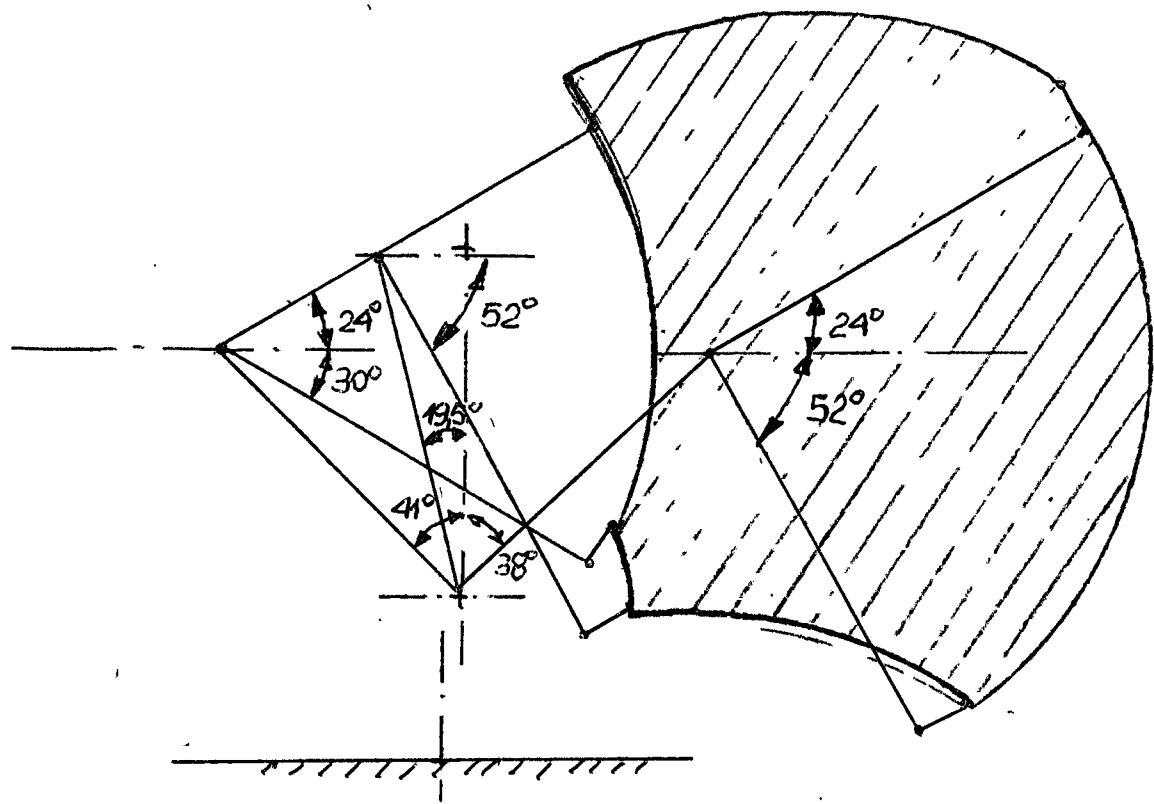
- zmienić konstrukcję lub typ hamulca w stopniu swobody V_2
Zastosowany hamulec nie utrzymuje skuteczności położenia obciążenia nominalnego dla ujemnego kierunku momentu obciążającego tego stopnia.
- zmienić sposób ułożenia wiązki przewodów biegnącej po korpusie ramienia dolnego
- wyeliminować przyczynę ocierania wiązki przewodów od napędów stopnia swobody t i V_1 o łby śrub mocujących sprężynę prowadzącą wiązkę
- w czasie prób stwierdzono silne ocierania, wraz z przemieszczaniem, elementów węzła RD-RG-przystawka
Ponieważ podobne zjawiska zachodziły również w modelach i nie zostały w wyniku poprawek usunięte, należy rozważyć możliwość wprowadzenia zmian konstrukcji w/w węzła.
- wyeliminować przyczynę realizacji programu przez robota z prędkością 100 % po wczytaniu i uruchomieniu programu z zaprogramowaną prędkością inną niż 100 %.

W trakcie wykonywania badań wystąpiły usterki i awarie wykazane w p.4 n/sprawozdania.

6. Wykaz rysunków, tabel i wydruków

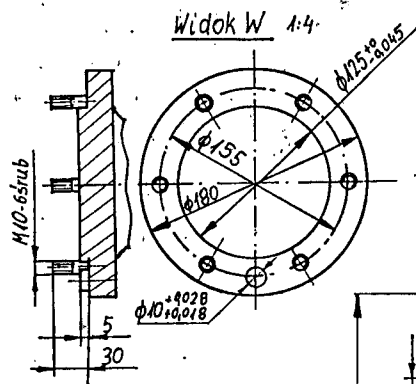
- Rys.1a Główne wymiary i przestrzeń robocza
- Rys.1b Zakresy ruchów stopni swobody
- Rys. 2 Konfiguracja części manipulacyjnej i miejsce przystawienia czujników przy badaniu powtarzalności pozycjonowania
- Rys.3;4 Charakterystyki dokładności pozycjonowania
- Rys. 5 Konfiguracja stopni swobody części manipulacyjnej przy badaniu sztywności
- Rys. 6 Badanie sztywności części manipulacyjnej - stopnia swobody \varnothing
- Rys.7+11 Charakterystyki sztywności robota i stopnia swobody \varnothing
- Tabela 1 a,b Nastawy w sterowniku położenia i mocy
- Tabela 2 Zakresy ruchu
- Tabela 3 Pozycje wewnętrzne dla programowych ograniczeń ruchu
- Tabela 4 Maksymalne prędkości ruchu

Tabela 5 a, b	Czasy rozruchu i hamowania, przeregulowanie
Tabela 6	Minimalny czas pozycjonowania
Tabela 7 a, b	Amplituda oscylacji sygnału prędkościowego
Tabela 8	Wyniki dokładności pozycjonowania stopnia swobody φ , RD, RG
Tabela 9	Wyniki dokładności pozycjonowania stopnia swobody ψ , t, V1
Tabela 10+13	Wyniki sprawdzenia sztywności robota
Tabela 14 a, b	Wartości napięć prądnic tachometrycznych zmierzone przed próbą pracy 150 h
Tabela 15 a, b	Wartości prądów silników zmierzone przed próbą 150 h
Tabela 16+18	Wyniki sprawdzenia sztywności po próbie stałości parametrów
Tabela 19+20	Wartości napięć prądnic tachometrycznych i prądów silników zmierzone po próbie 150 h
Wydruk 1 + 3	Wyniki sprawdzenia powtarzalności pozycjonowania.

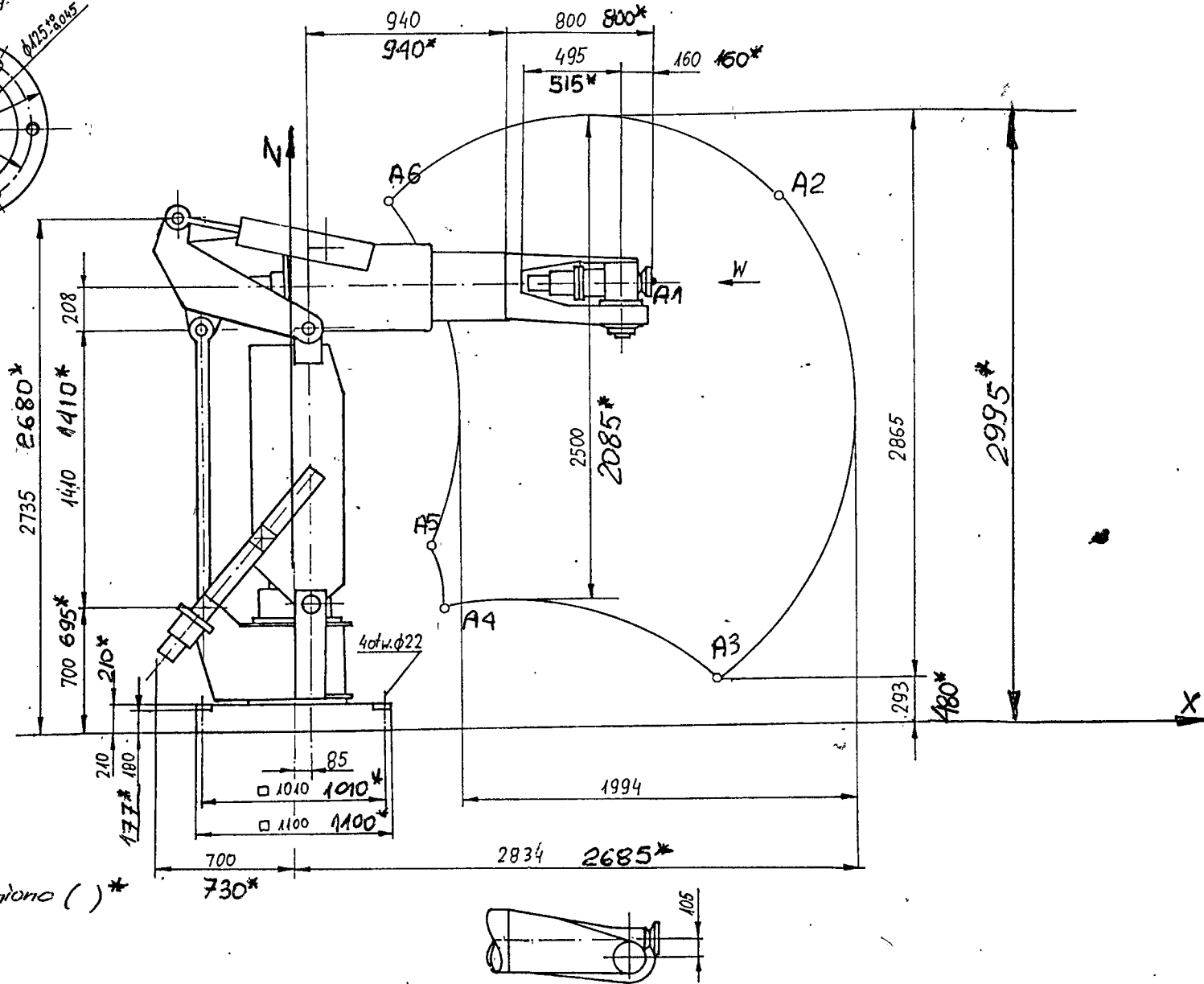


Rys. 1.b Sprawdzenie zakreśloni rucht

19



Pkt przestrz.	X mm	Z mm
A2	2460	2700
A3	2190	480
A4	650	985
A5	510	1155
A6	655	2660

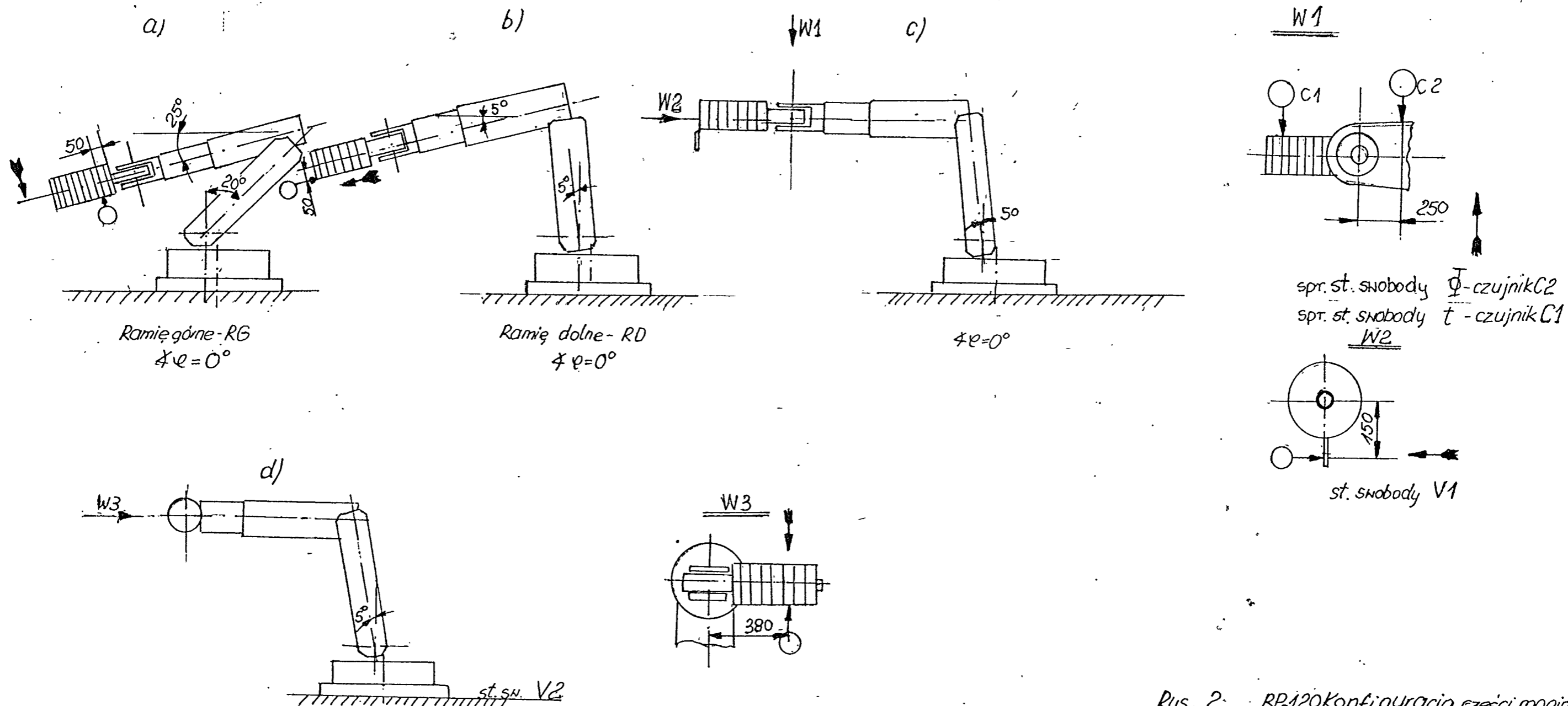


Uwaga!

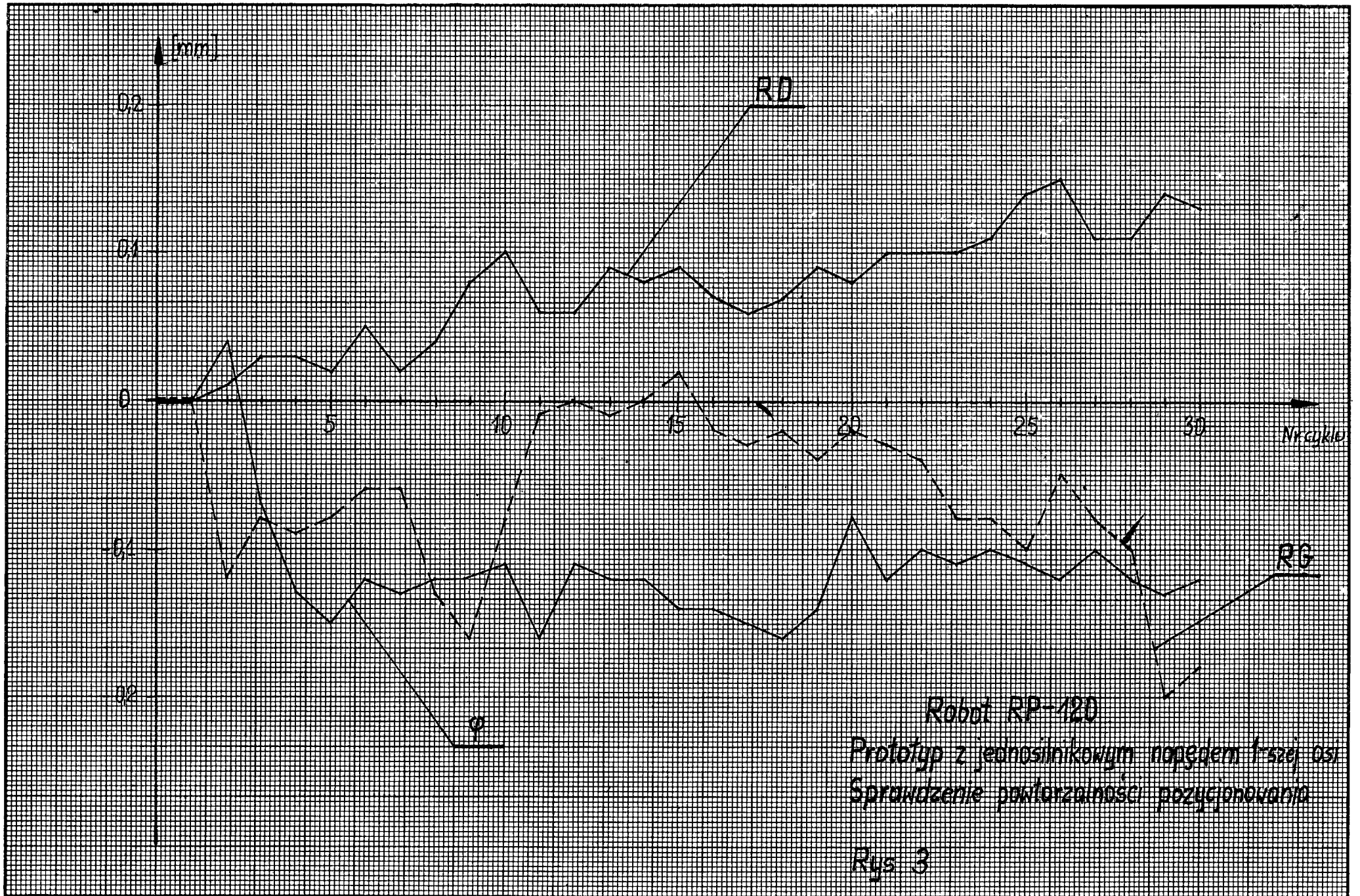
Wyniki pomiarów wyróżniono (*)

Rys. 1a Główne wymiary i przestrzeń robocza

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-szegół st. swobody



Rys. 2. RP.120. Konfiguracja części manipulacyjnej przy sprawdzeniu pontalności, pozycjonowania
 a) st. swobody: RG
 b) — " — : RD
 c) — " — : $\Phi, t, V1$
 d) — " — : V2

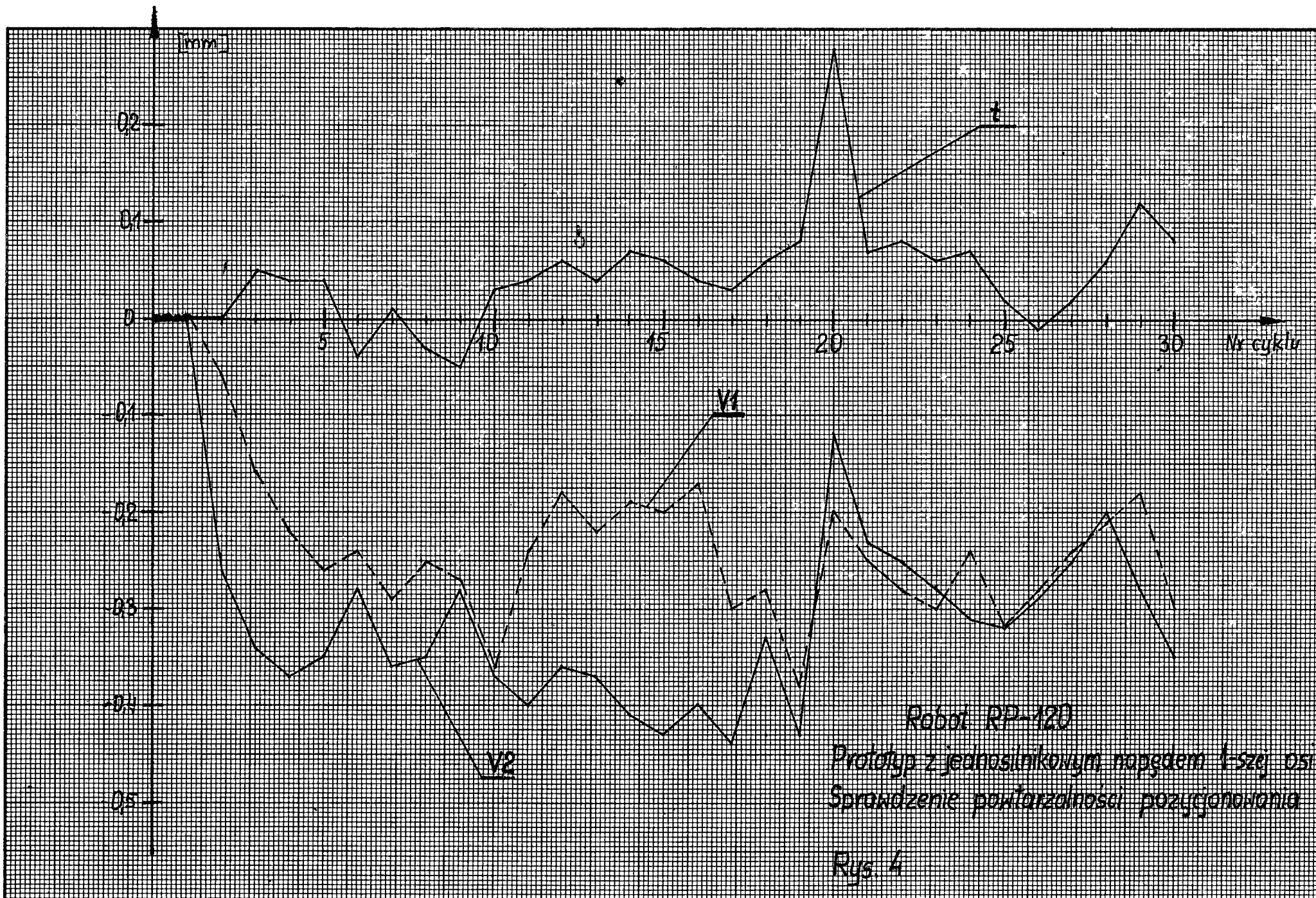


Robot RP-120

Prototyp z jednosłinkowym napędem 1-szej osi
Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Rys. 3

02



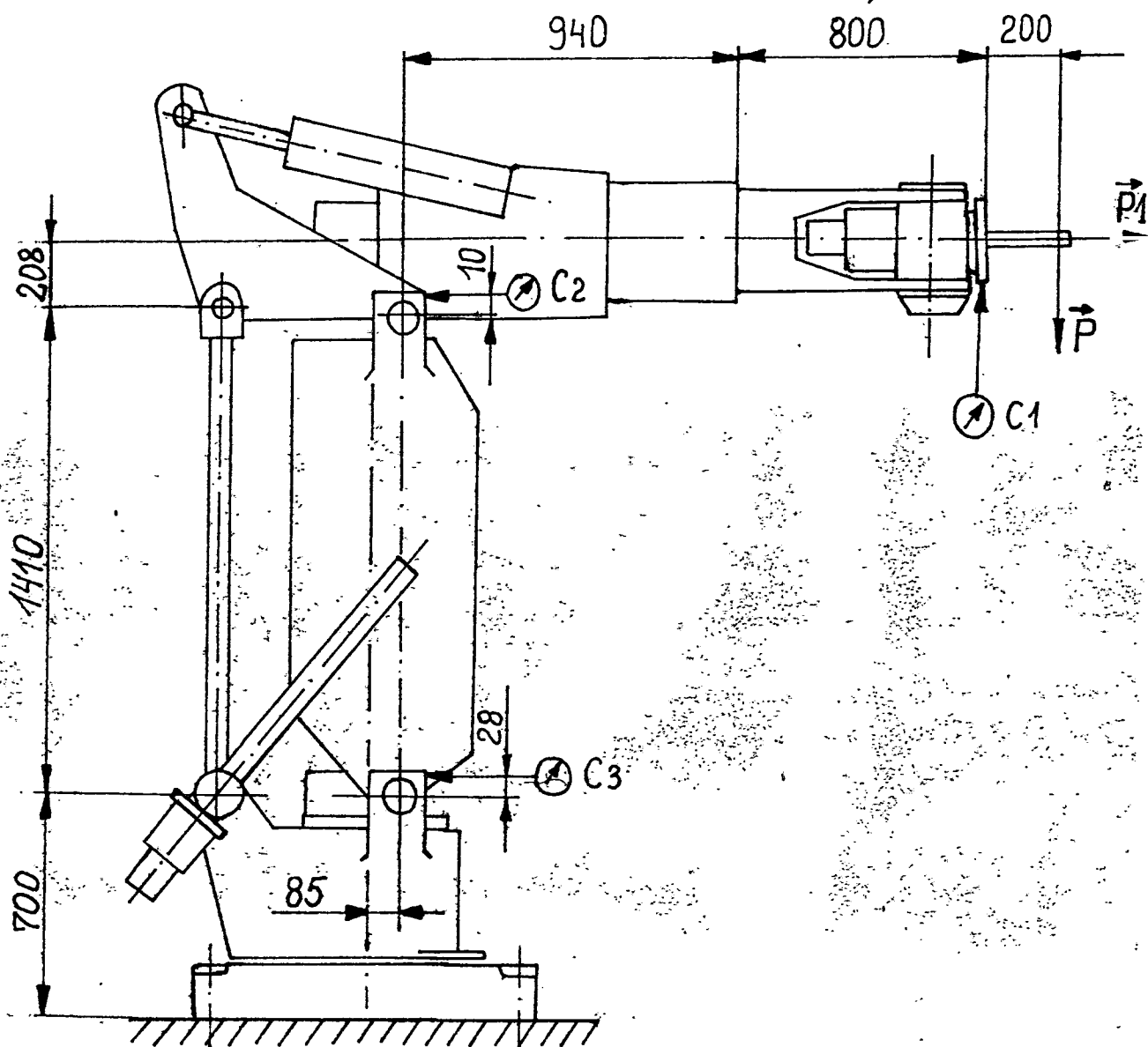
Robot RP-120

Prototyp z jednosłnikowym napędem 1-szej osi
Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Rys 4

70

Spis treści

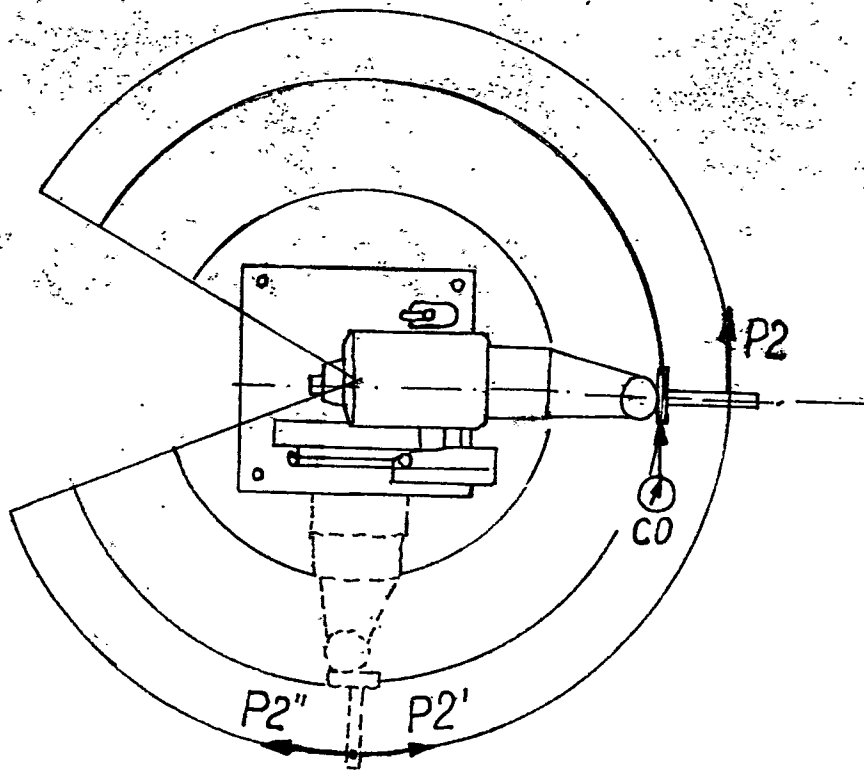
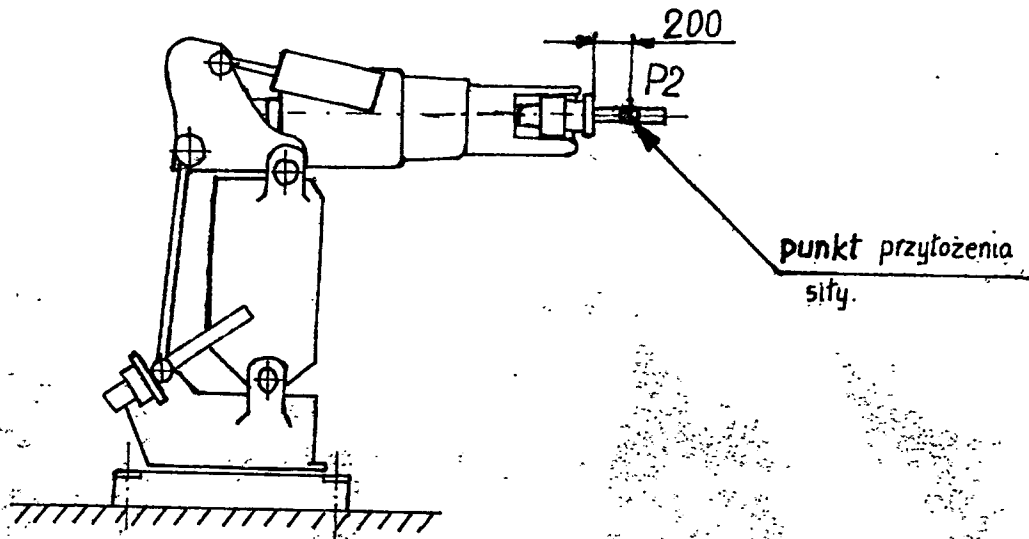


- a) W kierunku pionowym (siła \vec{P}).
 b) W kierunku poziomym (siła \vec{P}_1).
 ⊙ - czujniki zegarowe.

22

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

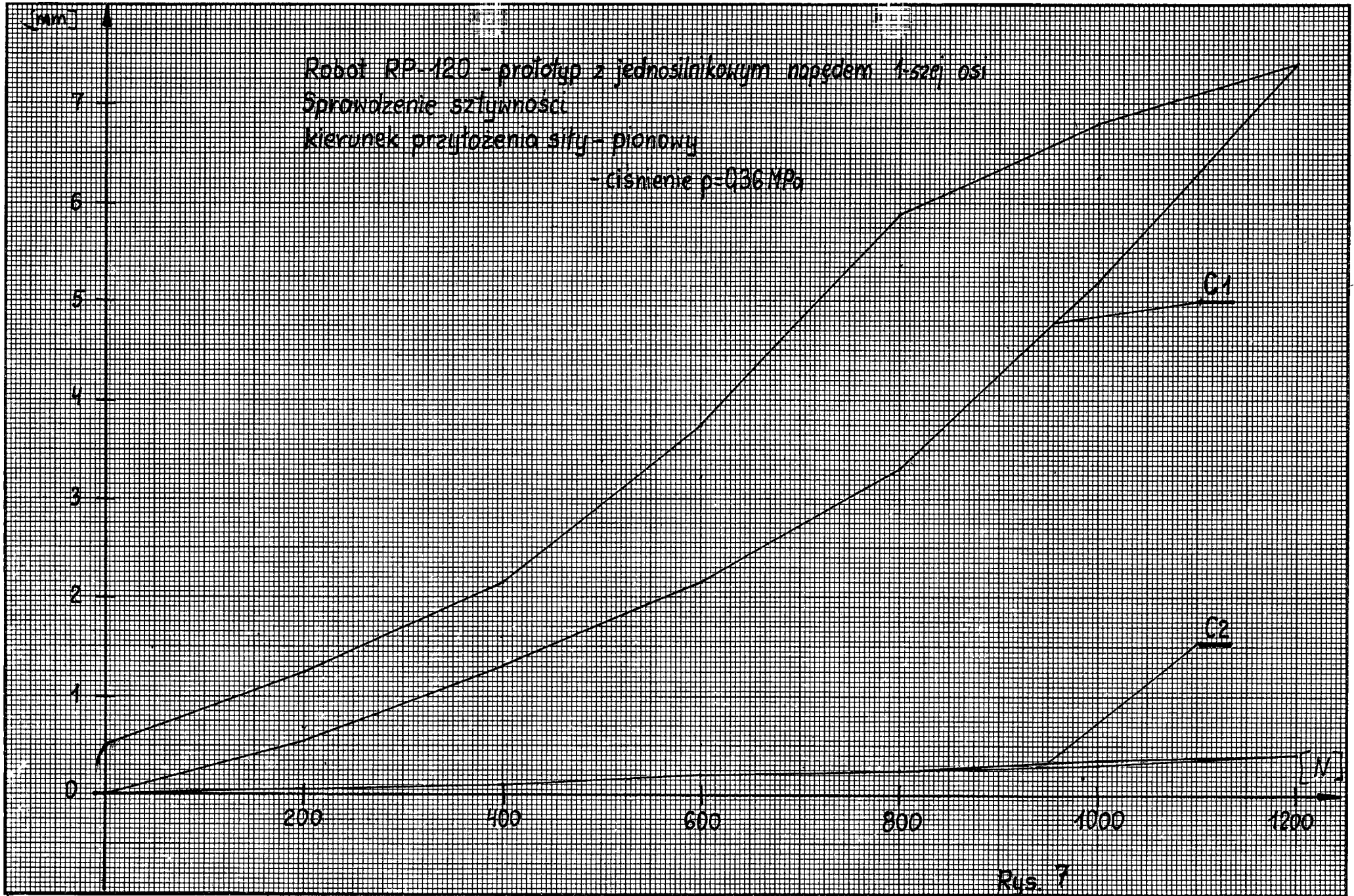
Spis treści



23

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

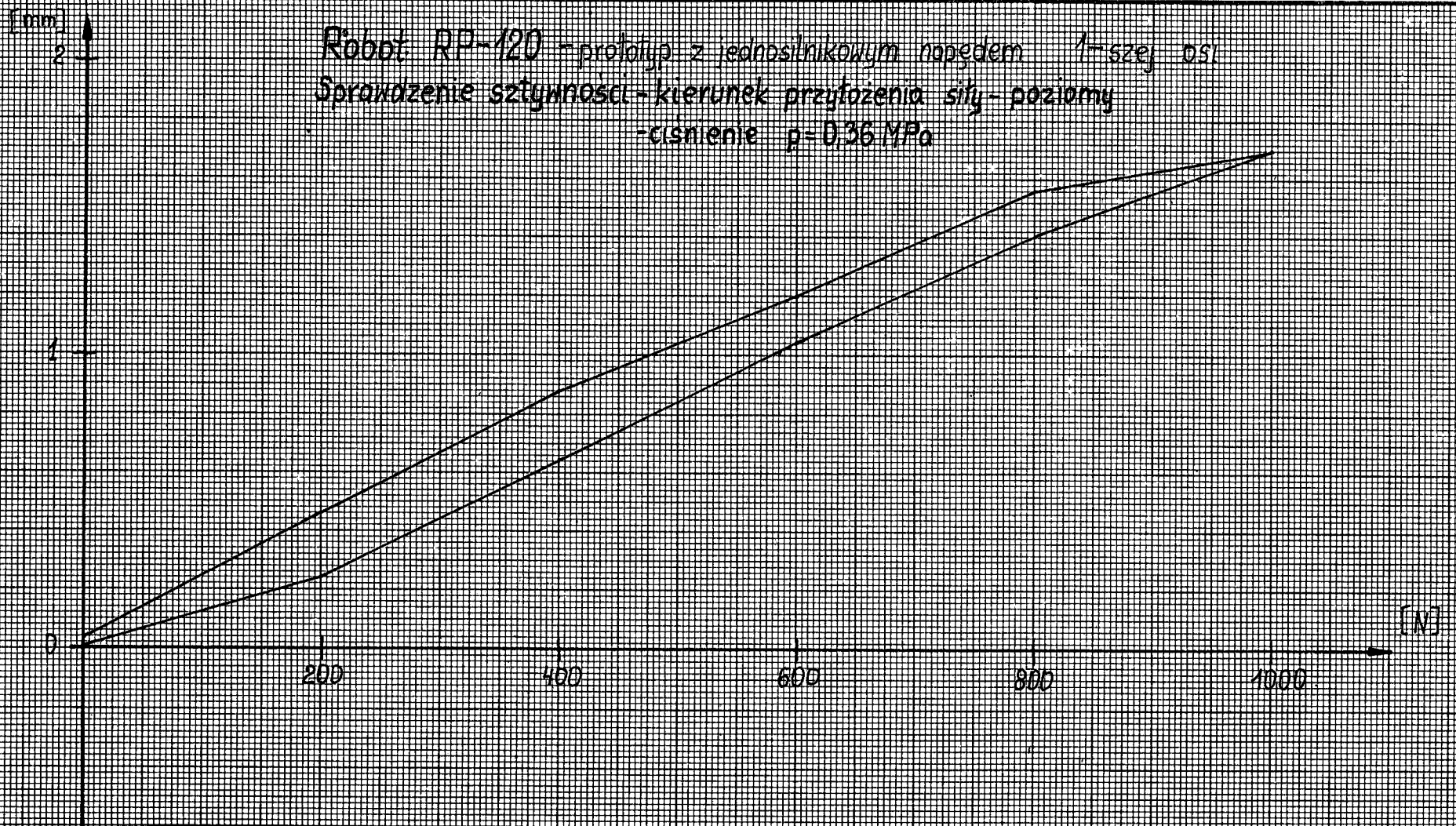
Robot RP-120 - prototyp z jednosilnikowym napędem 1-szej osi
Sprawdzenie sztywności
kierunek przyłożenia siły - pionowy
- ciśnienie $p = 0.36 \text{ MPa}$



Rys. 7

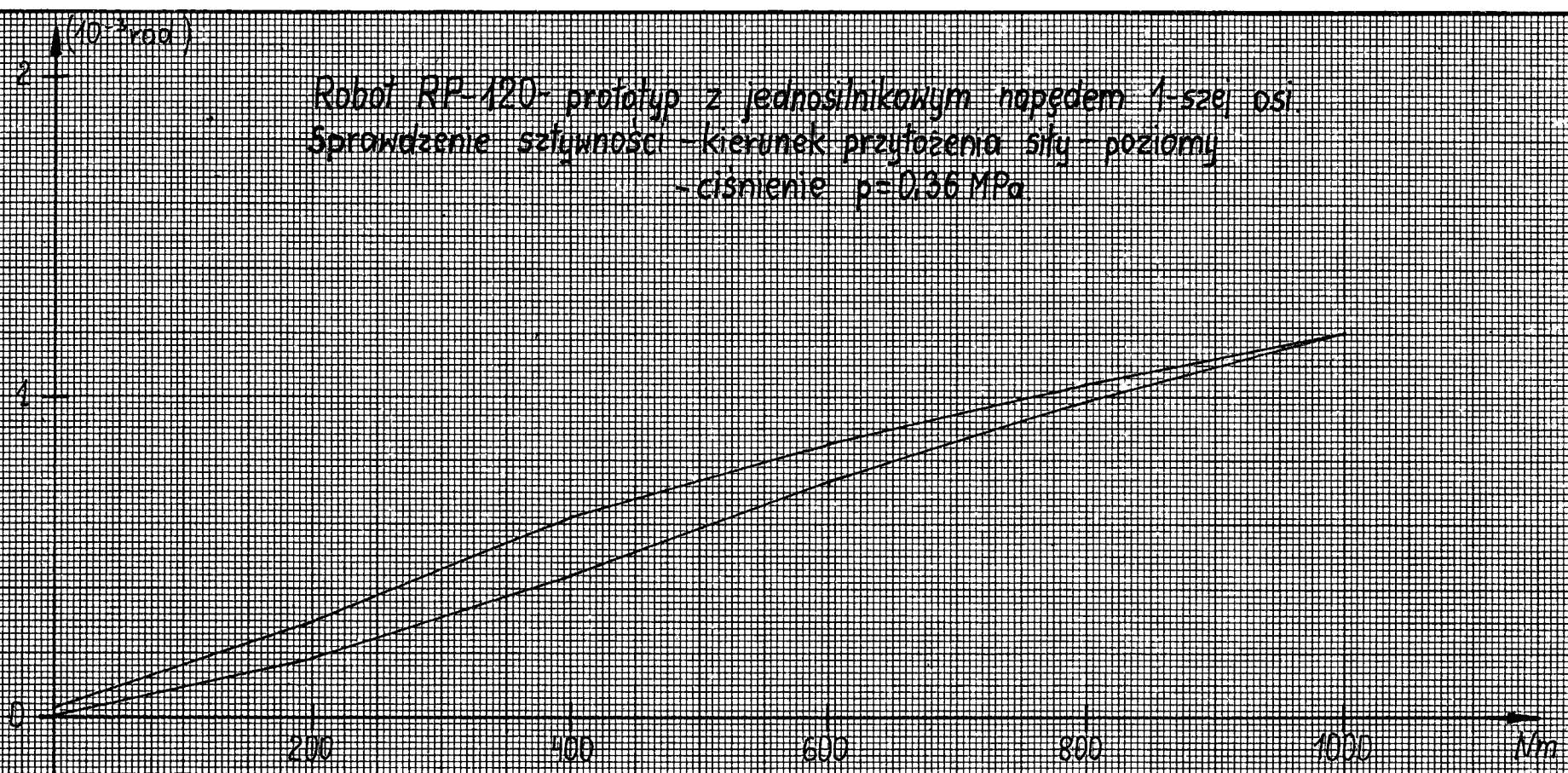
147

Robot RP-120 - prototyp z jednosłnikowym napędem 1-szej osi
Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - poziomy
- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$



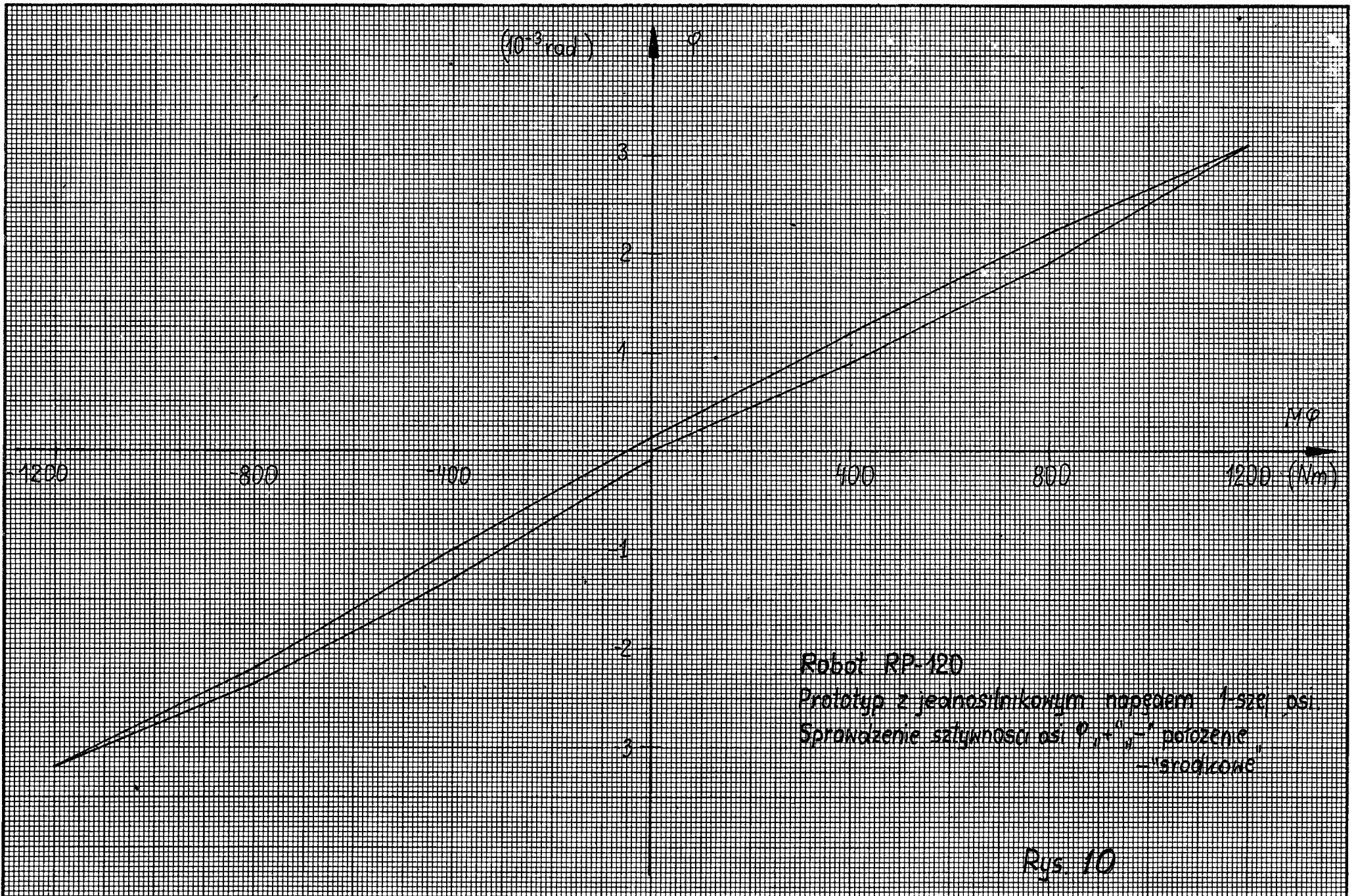
Rys. 8

95



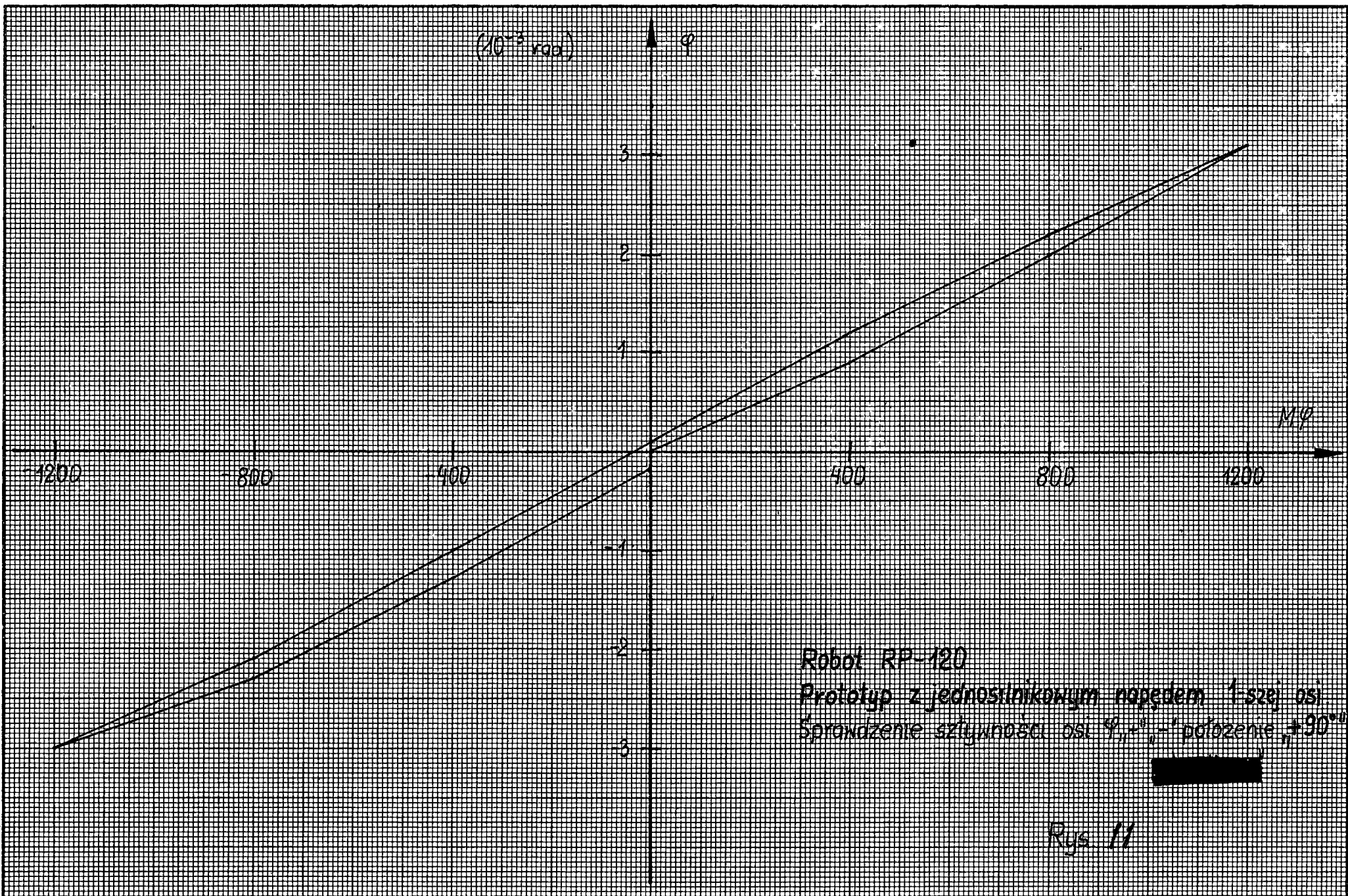
Rys. 9

96



07

Rys 10



Rys 11

28

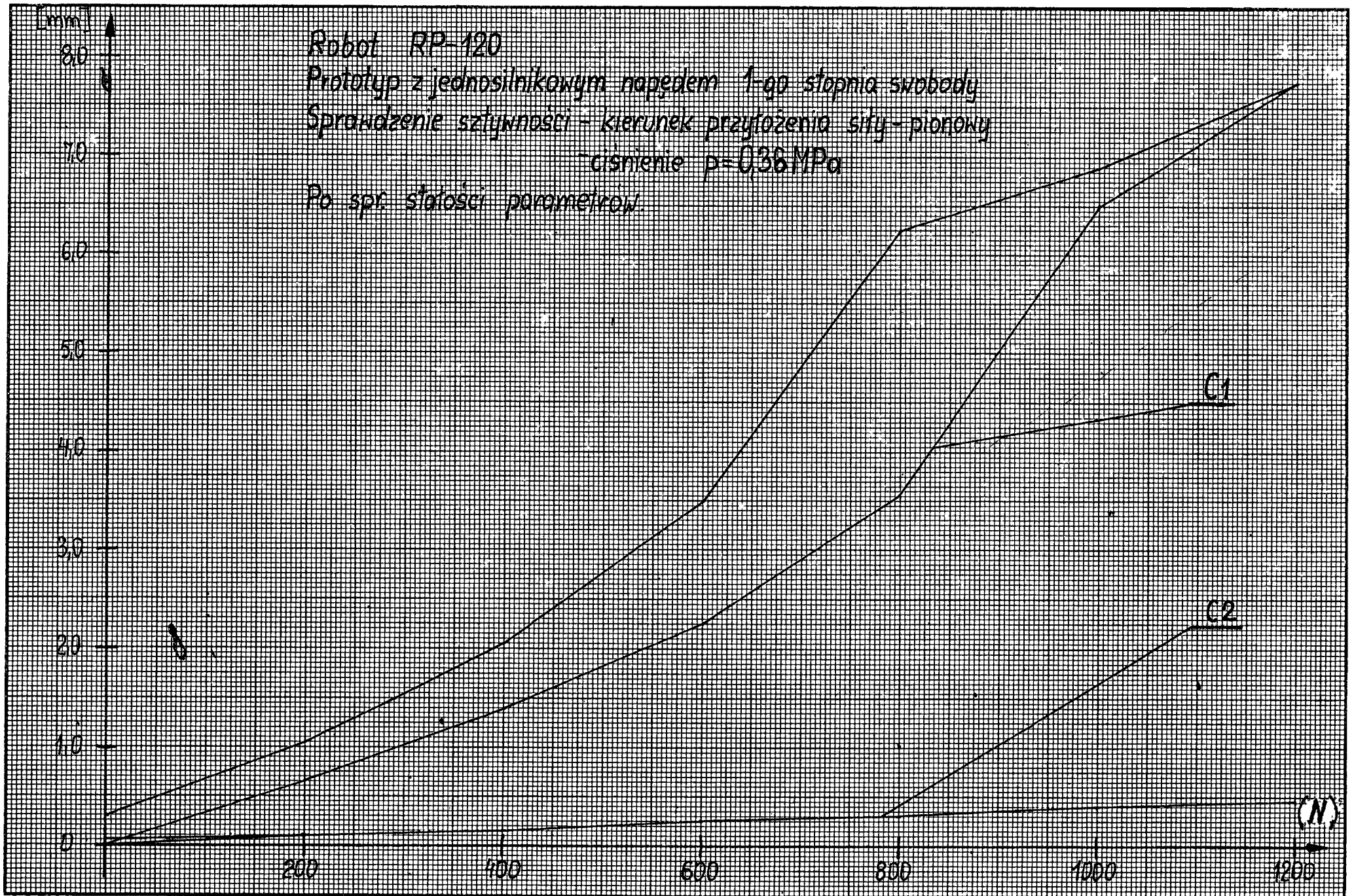
Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody

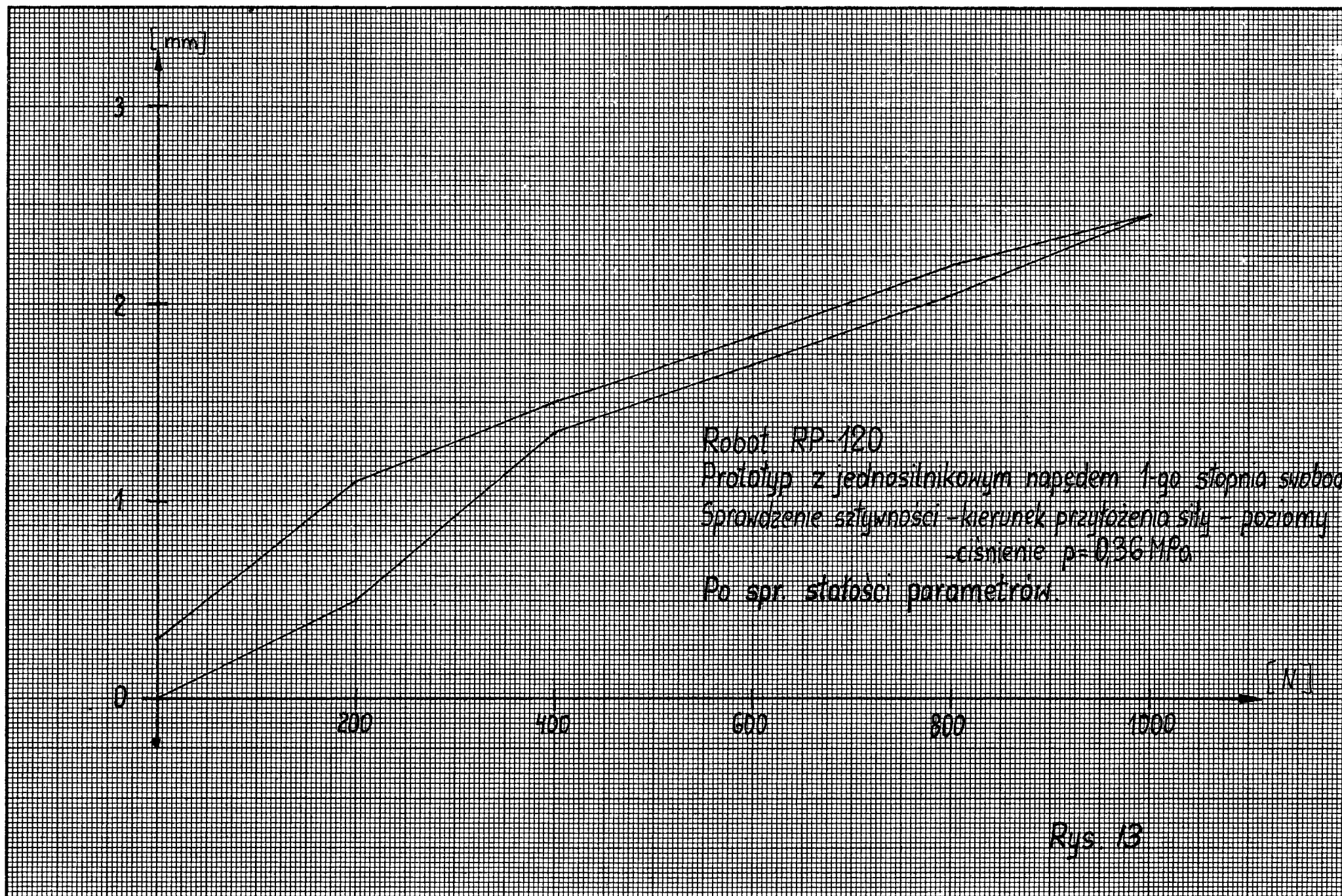
Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - pionowy

- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$

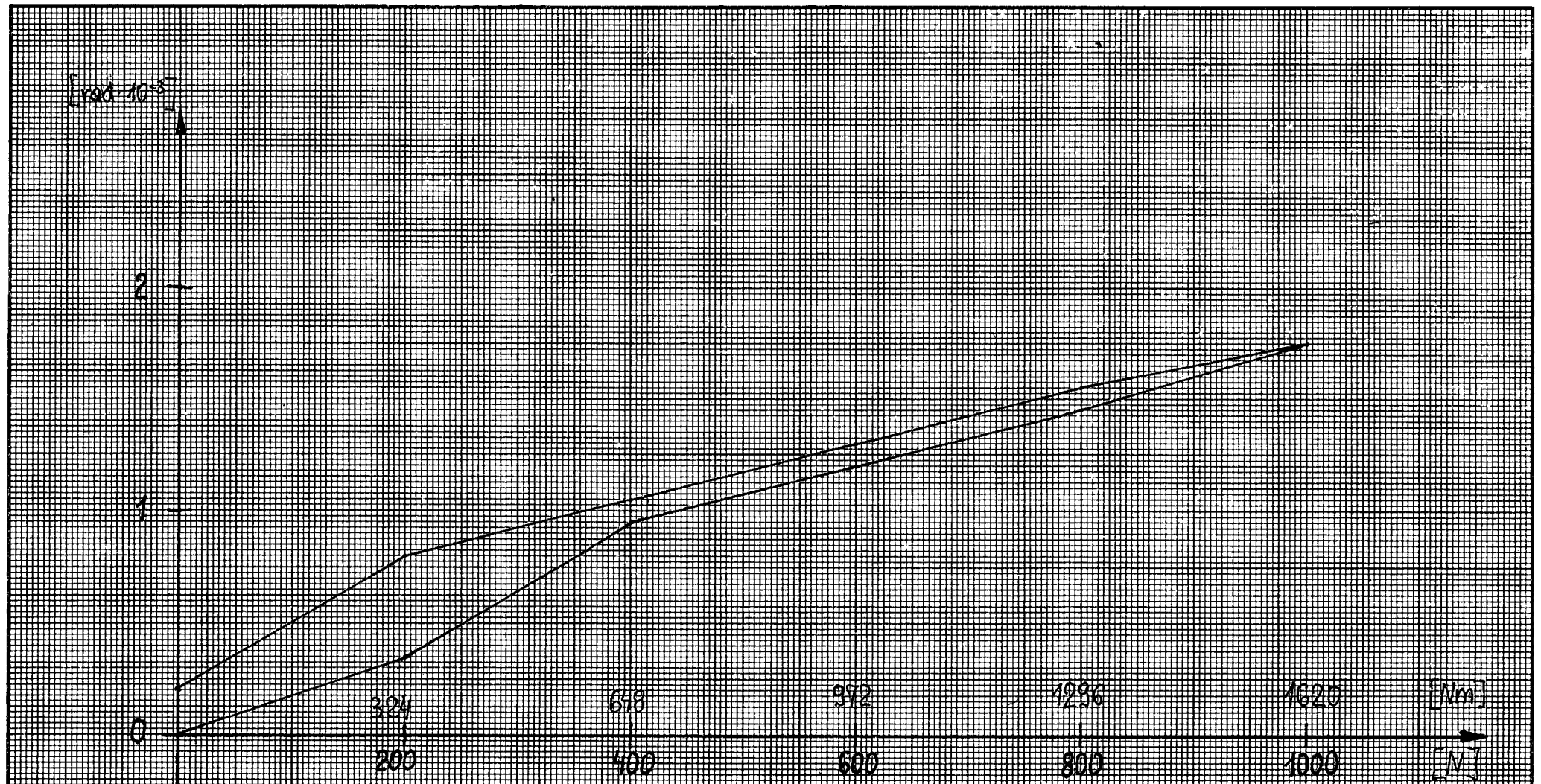
Po spr. stałości parametrów



Rys. 12



Rys. 13



Robot RP-120
 Prototyp z jednosłnikowym napędem 1-go stopnia suwobody
 Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - poziomy.
 ciśnienie $p = 0.36 \text{ MPa}$
 Po spr. stałość parametrów

Rys. 14

31

ROBOT RP-120 OS fi

0

- .04
- .07
- .13
- .15
- .12
- .13
- .12
- .12
- .11
- .16
- .11
- .12
- .12
- .14
- .14
- .15
- .16
- .14
- .08
- .12
- .1
- .11
- .1
- .11
- .12
- .1
- .12
- .13
- .12

X~=-.112

D~= 2.546667E-02

r = +- .1232721

ROBOT RP-120 OS RD

0

- .01
- .03
- .03
- .02
- .05
- .02
- .04
- .8
- .1
- .06
- .06
- 9.000001E-02
- .08
- 9.000001E-02
- .07
- .06
- .07
- 9.000001E-02
- .08
- .1
- .1
- .1
- .11
- .14
- .15
- .11
- .11
- .14
- .13

X~= .1013333

D~= 5.862222E-02

r = +- .4315994

ROBOT RP-120 OS RG

0
 -.12
 -.08
 -9.000001E-02
 -.08
 -.06
 -.06
 -.13
 -.16
 -.08
 -.01
 0
 -.01
 0
 .02
 -.02
 -.03
 -.02
 -.04
 -.02
 -.03
 -.04
 -.08
 -.08
 -.1
 -.05
 -.08
 -.1
 -.2
 -.18
 X~=-6.433334E-02
 D~= 4.395556E-02
 r = +- .140725

ROBOT RP - 120 OS V2

0
 -.26
 -.34
 -.37
 -.35
 -.28
 -.36
 -.35
 -.28
 -.37
 -.4
 -.36
 -.37
 -.41
 -.43
 -.4
 -.44
 -.33
 -.43
 -.12
 -.23
 -.25
 -.28
 -.31
 -.32
 -.29
 -.25
 -.2
 -.28
 -.35
 X~=-.3136667
 D~= 6.984445E-02
 r = +- .2559056

ROBOT RP - 120 DS t

- 0
- 0
- .05
- .04
- .04
- .04
- .01
- .03
- .05
- .03
- .04
- .06
- .04
- .07
- .06
- .04
- .03
- .06
- .08
- .28
- .12
- .08
- .06
- .07
- .02
- .01
- .02
- .06
- .12
- .08

X~ = 4.766667E-02
 D~ = 3.884445E-02
 r = +- .1742404

ROBOT RP - 120 DS V1

- 0
- .06
- .16
- .22
- .26
- .24
- .29
- .25
- .27
- .36
- .24
- .18
- .22
- .19
- .2
- .17
- .3
- .43
- .38
- .2
- .25
- .28
- .3
- .24
- .32
- .28
- .24
- .26
- .18
- .3

X~ = -.2423334
 D~ = 5.966667E-02
 r = +- .2383978

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Nastawy w sterowniku położenia i mocy.

Nastawy w sterowniku położenia						uzyskana max prędkość wg nastawy (3)	Sterownik mocy Limit
stopień swobody	Strefa zerowa			Erra limit			
	1	2	inkr.	3	obr. rezolwera	%	A
ϕ	0	0	40	1	31	90 85(1)	24,5
RD	0	0	40	1	31	100(2)	21
RG	0	0	40	1	31	100(2)	21
U2	0	0	40	1	31	100	21
t	0	0	40	1	31	100	21
U1	0	0	40	1	31	100	21

(1) Dla pochylonego ramienia dolnego RD

(2) Bez zaworu zrotnego zatrzymującego sprężone powietrze w siłowniku po zaniku ciśnienia zasilającego.

(3) z obciążeniem nominalnym

Robot RP-120

Pierwszy prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody

Nastawy w sterowniku położenia mocy.

Nastawy w sterowniku położenia						uzyskana max. prędkość wg nastawy (3)	Sterownik mocy limit
Stopień swobody	Strefa zerowa			Erra limit			
	1	2	inkr.	3	obr. rezolwera	%	A
ϕ	0	0	40	1	31	100 ¹⁾	24,5
RD	0	0	40	1	31	50 ²⁾	21
RG	0	0	40	1	31	50 ²⁾	21
U ₂	0	0	40	1	31	100	21
t	0	0	40	1	31	100	21
U ₁	0	0	40	1	31	100	21

1) RD pionowo

2) Z zaworem zwrotnym zatrzymującym sprężone powietrze w siłowniku po zaniku ciśnienia zasilającego

3) Z obciążeniem nominalnym.

Robot RP-120

Tabla 2

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.
Zakresy ruchów.

L.p.	Stopień swobody	Zakres ruchu (°)
1	ϕ	+ 168 ; - 167
2	RD	+ 38 ; - 41
3	RG	+ 52 ; - 24
4	V2	+ 166 ; - 170
5	t	+ 103 ; - 86
6	V1	+ 155 ; - 150

Prototyp robota z jednosilnikowym napędem 1-szej osi
 Pozycje wewnętrzne dla programowych ograniczeń ruchu

Tabela. 3a

L.P.	Stopień swobody	Poz. wewnętrzne (inkr.)		
		Pot. krańcowe (-)	Pot. synchr	Pot. krańcowe (+)
1	ϕ	4	24832	49773
2	RD	3	14646	26833
3	RG	0	8543	26258
4	U2	2	24177	48354
5	t	1100	13517	28229
6	U1	1349	22762	44709

Prototyp robota z dwusilnikowym napędem 1-szej osi
 Pozycje wewnętrzne dla programowych ograniczeń ruchu

Tabela 3b

L.p.	Stopień swobody	Poz. wewnętrzne (inkr)		
		Pot. krańcowe (-)	Pot. synchr.	Pot. krańcowe (+)
1	ϕ	0	24832	49773
2	RD (θ)	0	14646	26832
3	RG (α)	2	8543	26261
4	V2	0	24177	48353
5	t	0	13517	28692
6	V1	0	22762	45494

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.
Określenie maksymalnych prędkości ruchu

Badany stopień swobody	Napięcie pr. tacho U_g (V)			Prędkość obl. na podst. U_g (ω_1 (°/s) 1)			Prędkość określona metod. fotoelektryczną (ω_2 (°/s)			Minimalna, prędkość wymagana ω (°/s)	Uchyb prędkości [%] 2)
	+	-	śr	+	-	śr	+	-	śr		
ϕ (RD pionowo)	15,0	15,1	15,1	75,0	75,5	75,5	73,3	73,3	73,3	76,5	-4,2
ϕ (RD pochylone)	15,0	15,0	15,0	75,0	75,0	75,0					
θ	14,7	14,4	14,6	28,1	27,5	27,8	33,4	32,6	33,6	25,5	+29,4
α	16,0	15,6	15,8	30,6	29,8	30,2	35,1	34,6	34,9	21,3	+39,6
V2	15,2	15,1	15,2	76,0	75,5	76,0	72,3	72,3	72,3	76,5	-5,5
t (ruch w pt. poziom)	14,6	14,5	14,6	73,0	72,5	73,0	67,8	68,1	68,0	76,5	-11,2
t (ruch w pt. pionow)	14,6	14,4	14,5	73,0	72,0	73,0					
V1	15,0	14,9	15,0	75,0	74,5	75,0	72,3	72,3	72,3	76,5	-5,5

- 1). Prędkość obliczona na podstawie napięcia prądnicy jest obarczona błędem wynikającym z tolerancji stałej prądnicy $\pm 10\%$
- 2) Uchyby prędkości określono dla wartości prędkości wyznaczonej stoperem fotoelektrycznym.

Tabela 5.a Czasy rozruchu i hamowania, prędkości

Punktotyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody

Stopień swobody	$t_p[s]$				$t_h[s]$				$\delta[\%]$				
	$Q=0[N]$		$Q=1200[N]$		$Q=0[N]$		$Q=1200[N]$		$Q=0[N]$		$Q=1200[N]$		
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	
$V_{rob} = 100\%$													
Φ (RD pionowo)	0,50	0,50	0,72 ¹⁾	0,75 ¹⁾	0,72	0,75	0,75 ¹⁾	0,80 ¹⁾	-	-	7,8 ¹⁾	7,8 ¹⁾	
Φ (RD pochylone)	0,62	0,62	1,02 ²⁾	1,05 ²⁾	0,75	0,75	0,72 ²⁾	0,70 ²⁾	2,6	1,3	20,1 ²⁾	19,4 ²⁾	
RD	0,40	0,36	0,34	0,34	0,46	0,48	0,46	0,46	12,0	2,6	-	-	
RG	0,42	0,33	0,37	0,42	0,46	0,50	0,49	0,48	-	-	-	7,6	
V2	0,46	0,47	0,50	0,50	0,62	0,65	0,65	0,65	-	-	-	-	
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	0,46	0,47	0,30	0,30	0,59	0,61	0,58	0,60	-	-	-	-	
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	0,46	0,47	0,30	0,48	0,58	0,60	0,59	0,59	-	-	-	-	
V1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,65	0,67	0,65	0,65	-	-	-	-	

1) - $V_{rob} = 90\%$

2) - $V_{rob} = 85\%$

Tabela 5b. Czas rozruchu i kamowania, przewalowania

Prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody. 2

Stopień swobody	$t_p [s]$				$t_h [s]$				$\delta [\%]$			
	Q=0 [N]		Q=1200 [N]		Q=0 [N]		Q=1200 [N]		Q=0 [N]		Q=1200 [N]	
$V_{rob} = 100\%$	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	0,40	0,40	0,54	0,58	0,58	0,58	0,68	0,84	-	-	-	-
Φ (RD pochylone)	0,44	0,50	-	-	0,54	0,60	-	-	-	-	-	-
RD	¹⁾ 0,35	¹⁾ 0,25	¹⁾ 0,21	¹⁾ 0,23	¹⁾ 0,30	¹⁾ 0,30	¹⁾ 0,28	¹⁾ 0,26	-	-	-	-
RG	¹⁾ 0,25	¹⁾ 0,25	-	-	¹⁾ 0,40	¹⁾ 0,40	-	-	-	-	-	-
V2	0,20	0,20	-	-	0,27	0,27	-	-	-	-	-	-
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	0,24	0,24	0,26	0,26	0,46	0,46	0,46	0,46	-	-	-	-
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	¹⁾ 0,22	¹⁾ 0,22	-	-	¹⁾ 0,30	¹⁾ 0,30	-	-	-	-	-	-
V1	0,27	0,30	-	-	0,30	0,30	-	-	10	10	-	-

1) - $V_{rob} = 50\%$

Robot RP-120

Sprawdzenie minimalnego czasu pozycjonowania.

Prędkość nastawiona	RP-120 nr 1.	RP-120 nr 3.
	Średni czas cyklu zgrzewania.	Średni czas cyklu zgrzewania.
%	s	s
10	15,0	21,0
20	14,1	19,0
30	13,9	16,5
40	14,0	17,0
50	13,5	18,0
60	12,6	16,0
70	13,1	15,5
80	13,2	17,0
90	—	17,0
100	13,0	17,0

Tabela 7a. Amplituda oscylacji sygnalu prędkościowego

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Stopień swobody	U _t [mV]			
	Q=0 [N]		Q=1200 [N]	
V _{rob} = 1,3%	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	26	30	36	34
Φ (RD pochylone)	32	38	34	34
RD	195	265	190	380
RG	35	70	35	70
V2	35	55	35	40
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomy)	105	30	110	95
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowy)	95	45	240	175
V1	35	35	40	40

Tablica 76. Amplituda oscylacji sygnału prędkościowego²

Prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Stopień swobody	U_t [mV]			
	$Q=0$ [N]		$Q=1200$ [N]	
$V_{rob} = 1,3\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	100	80	180	155
RD	29	30	52	78
RG	32	86		
V2	78	64		
t (ruchy ^{w płaszczyźnie} poziomej)	45	60	44	44
t (ruchy ^{w płaszczyźnie} pionowej)				
V1	26	26		

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Wyniki dokładności pozycjonowania

L.p.	Stopień swobody			L.p.	Stopień swobody		
	φ	RD	RG		φ	RD	RG
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1	0,00	0,00	0,00	22	-0,10	0,10	-0,04
2	0,04	0,01	-0,12	23	-0,11	0,10	-0,08
3	-0,07	0,03	-0,08	24	-0,10	0,11	-0,08
4	-0,13	0,03	-0,09	25	-0,11	0,14	-0,10
5	-0,15	0,02	-0,08	26	-0,12	0,15	-0,05
6	-0,12	0,05	-0,06	27	-0,10	0,11	-0,08
7	-0,13	0,02	-0,06	28	-0,12	0,11	-0,10
8	-0,12	0,04	-0,13	29	-0,13	0,14	-0,20
9	-0,12	0,08	-0,16	30	-0,12	0,13	-0,18
10	-0,11	0,10	-0,08				
11	-0,16	0,06	-0,01				
12	-0,11	0,06	0,00				
13	-0,12	0,09	-0,01				
14	-0,12	0,08	0,00				
15	-0,14	0,09	+0,02				
16	-0,14	0,07	-0,02				
17	-0,15	0,06	-0,03				
18	-0,16	0,07	-0,02				
19	-0,14	0,09	-0,04				
20	-0,08	0,08	-0,02				
21	-0,12	0,10	-0,03				

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania

Wyniki dokładności pozycjonowania

L.p	Stopień swobody			L.p	Stopień swobody		
	V2	t	V1		V2	t	V1
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1	0,00	0,00	0,00	22	-0,25	+0,08	-0,28
2	-0,26	0,00	-0,06	23	-0,28	+0,06	-0,30
3	-0,34	0,05	-0,16	24	-0,31	+0,07	-0,24
4	-0,37	+0,04	-0,22	25	-0,32	+0,02	-0,32
5	-0,35	+0,04	-0,26	26	-0,29	-0,01	-0,28
6	-0,28	-0,04	-0,24	27	-0,25	+0,02	-0,24
7	-0,36	+0,01	-0,29	28	-0,20	+0,06	-0,26
8	-0,35	-0,03	-0,25	29	-0,28	+0,12	-0,18
9	-0,28	-0,05	-0,27	30	-0,35	+0,08	-0,30
10	-0,37	+0,03	-0,36				
11	-0,40	+0,04	-0,24				
12	-0,36	+0,06	-0,18				
13	-0,37	+0,04	-0,22				
14	-0,41	+0,07	-0,19				
15	-0,43	+0,06	-0,20				
16	-0,40	+0,04	-0,17				
17	-0,44	+0,03	-0,30				
18	-0,33	+0,06	-0,43				
19	-0,43	+0,08	-0,38				
20	-0,12	+0,28	-0,20				
21	-0,23	+0,12	-0,25				

Prototyp z jednosilnikowym napędem, 1-go stopnia swobody.

Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - pionowy.

- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$

Przed spr. stałości parametrów.

L.p	Siła	Ugięcie - C1	Ugięcie - C2	Ugięcie - C3
	N	mm	mm	mm
1	0	0,00	0,00	0,00
2	200	0,53	0,06	0,01
3	400	1,29	0,12	0,02
4	600	2,16	0,18	0,03
5	800	3,30	0,25	0,04
6	1000	5,19	0,30	0,05
7	1200	7,42	0,38	0,06
8	1000	6,77	0,33	0,06
9	800	5,92	0,24	0,05
10	600	3,73	0,18	0,04
11	400	2,16	0,13	0,03
12	200	1,23	0,05	0,02
13	0	0,48	0,01	0,01

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody

Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - poziomy

- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$

Przed spr. stałości parametrów.

L.p	Siła	Moment	Ugięcie - Cz	
	N	Nm	mm	rad·10 ⁻³
1	0	0	0,00	0,00
2	200	324	0,26	0,18
3	400	648	0,63	0,44
4	600	972	1,04	0,73
5	800	1296	1,40	0,99
6	1000	1620	1,70	1,20
7	800	1296	1,48	1,04
8	600	972	1,20	0,85
9	400	648	0,88	0,62
10	200	324	0,46	0,32
11	0	0	0,04	0,03

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody
 Sprawdzenie sztywności osi φ „+” „-” położenie „środkowe”
 Przed spr. stałości parametrów.

L.p	Siła	Moment	Ugięcie-C0	Ugięcie-C0
	N	Nm	mm	rad · 10 ⁻³
1	0	0	0,00	0,00
2	200	400	1,67	+ 0,90
3	400	800	3,56	+ 1,90
4	600	1200	5,52	+ 3,10
5	400	800	4,02	+ 2,20
6	200	400	2,18	+ 1,20
7	0	0	0,28	+ 0,15
8	-200	-400	- 1,82	- 1,00
9	-400	-800	- 3,93	- 2,20
10	-600	-1200	- 5,74	- 3,20
11	-400	-800	- 4,23	- 2,35
12	-200	-400	- 2,37	- 1,30
13	0	0	- 0,21	- 0,10

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem, 1go stopnia swobody.

Sprawdzenie sztywności osi φ „+” „-” położenie „+90°”

Przed spr. stałości parametrów

L.p	Sita	Moment	Ugięcie - C.O	
	N	Nm	mm	rad·10 ⁻³
1	0	0	0,00	0,00
2	200	400	1,67	0,92
3	400	800	3,61	2,00
4	600	1200	5,51	3,10
5	400	800	4,01	2,20
6	200	400	2,17	1,20
7	0	0	0,23	0,12
8	- 200	- 400	- 1,77	- 0,98
9	- 400	- 800	- 3,76	- 2,10
10	- 600	- 1200	- 5,45	- 3,02
11	- 400	- 800	- 4,08	- 2,27
12	- 200	- 400	- 2,33	- 1,30
13	0	0	- 0,35	- 0,19

Tabela 14. a. Wartości napięć prądnic tachometrycznych.
zmierzone przed próbą pracy (150h)

Prototyp z jednoczynnikowym napięciem 1-go stopnia swobody

Stopień swobody	U _g [V]			
	Q = 0 [N]		Q = 1200 [N]	
V _{rob} = 31%	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	4,8	4,8	4,8	4,8
Φ (RD pochylone)	4,8	4,8	4,8	4,8
RD	4,7	4,7	4,6	4,8
RG	5,05	4,95	5,05	4,95
V2	4,85	4,85	4,85	4,85
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomy)	4,72	4,72	4,72	4,72
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowy)	4,72	4,72	4,72	4,72
V1	4,82	4,80	4,82	4,80

Tabela 146. Wartości napięć poszczególnych tachometrycznych zmianów przed próbą pracy (150k)

Prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

2

Stopień swobody	$u_g [V]$			
	$Q=0 [N]$		$Q=1200 [N]$	
$V_{rob} = 31\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	4,55	4,55	5,35	5,25
RD	4,45	4,40	4,42	4,37
RG	4,95	4,95		
V2	4,60	4,60		
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	4,55	4,55	4,55	4,55
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	4,55	4,55		
V1	4,20	4,25		

Tabela 15 a. Wartości prędkości silników zmiennych
przed próbą 150h.

Przetypy z jednosilnikowego napędu 1-go stopnia swobody

Stopień swobody	J [A]			
	Q = 0 [N]		Q = 1200 [N]	
$V_{rob} = 50\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	3,25	3,0	2,5	3,0
Φ (RD pochylone)	2,75	3,5	2,5	3,5
RD	5,5	6,5	5,0	10,0
RG	16,0	0,25	8,0	8,0
V2	5,3	3,6	5,0	3,4
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	3,4	3,1	3,9	3,9
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	4,7	5,5	16,8	1,6
V1	3,9	4,1	4,2	4,2

Tabela. 156 Wartości prędkości silników zmontowane
przed próbą 150h.

Prototyp z dwusilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Stopień swobody	η [A]			
	$Q=0$ [N]		$Q=1200$ [N]	
$V_{rob} = 50\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	4,1	4,1		
RD	5,7	5,7	5,7	10,3
RG	11,8	6,6		
V2	4,7	3,4		
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	2,5	2,8	3,1	3,1
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	3,6	4,2		
V1	4,1	3,9		

2

Robot RP-120

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - pionowy

- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$

Po spr. stałości parametrów.

L.p	Siła	Ugięcie - C1	Ugięcie - C2	Ugięcie - C3
	N	mm	mm	mm
1	0	0,00	0,00	0,00
2	200	0,65	0,08	0,01
3	400	1,36	0,15	0,02
4	600	2,24	0,23	0,03
5	800	3,55	0,28	0,04
6	1000	6,47	0,38	0,06
7	1200	7,75	0,45	0,06
8	1000	6,90	0,37	0,06
9	800	6,23	0,29	0,03
10	600	3,98	0,22	0,02
11	400	2,03	0,14	0,02
12	200	1,05	0,11	0,02
13	0	0,28	0,06	0,01

Robot RP-120.

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody.

Sprawdzenie sztywności - kierunek przyłożenia siły - poziomy.

- ciśnienie $p = 0,36 \text{ MPa}$.

Po spr. stałości parametrów.

L.p.	Siła	Moment	Ugięcie - C2	Ugięcie - C2
	N	Nm	mm	rad · 10 ⁻³
1	0	0	0,00	0,00
2	200	324	0,51	0,36
3	400	648	1,34	0,95
4	600	972	1,68	1,19
5	800	1296	2,03	1,44
6	1000	1620	2,45	1,74
7	800	1296	2,18	1,55
8	600	972	1,85	1,31
9	400	648	1,50	1,06
10	200	324	1,12	0,79
11	0	0	0,29	0,20

Robot RP-120.

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody
 Sprawdzenie sztywności osi φ „+” „-” położenie „środkowe”.
 Po sprawdzeniu stałości parametrów.

L.p.	Siła	Moment	Ugięcie - C.D	Ugięcie - Co
	N	Nm	mm	rad · 10 ⁻³
1	0	0	0,00	0,00
2	200	400	1,60	0,87
3	400	800	3,60	1,97
4	600	1200	5,87	3,21
5	400	800	4,25	2,32
6	200	400	2,13	1,16
7	0	0	0,31	0,17
8	-200	-400	-1,88	-1,03
9	-400	-800	-3,77	-2,06
10	-600	-1200	-5,80	-3,17
11	-400	-800	-4,03	-2,20
12	-200	-400	-2,30	-1,26
13	0	0	-0,20	-0,11

Tabela 19 Wartości napięć prądnic tachometrycznych
zmiernome po próbie pracy (150h)

Prototyp z jednosilnikowym napędem 1-go stopnia swobody

Stopień swobody	$U_g [V]$			
	$Q = 0 [N]$		$Q = 1200 [N]$	
$V_{rob} = 31\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowa)	4,8	4,8		
Φ (RD pochylane)	4,8	4,8		
RD	4,7	4,7		
RG	5,0	4,98		
V2	4,82	4,82		
t (ruch poziomy)	4,7	4,7		
t (ruch pionowy)	4,7	4,7		
V1	4,8	4,8		

Tabela 20 Wartości prądów silników zmierzane po próbie 150h.

Prototyp z jednoosilkowym napędem 1-go stopnia swobody

Stopień swobody	J[A]			
	Q=0[N]		Q=1200[N]	
$V_{rob}=50\%$	+	-	+	-
Φ (RD pionowo)	2,5	3,0		
Φ (RD pochylone)	2,5	3,2		
RD	6,0	7,0		
RG	13,5	1,7		
t (ruch ^{w płaszczyźnie} poziomej)	8,8	6,6		
t (ruch ^{w płaszczyźnie} pionowej)	9,2	10,0		
V2	4,6	2,6		
V1	4,2	4,1		

SWIADECTWO KONTROLI JAKOŚCI Nr 280/90

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT

AUTOMATYKI I POMIARÓW

„MERA — PIAP”

Aleje Jerozolimskie 202


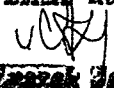

02-222 WARSZAWA

(Pieczęć wytwórni)

Data 1990.07.23

Nazwa wyrobu: Robot przemysłowy RP-25/2/120-A

część manipulacyjna nr 1. - Prototyp

Wielkość partii sztuk	Wyniki przeprowadzonych badań i prób Dokumentacji konstrukcyjnej 4642 wg	Stwierdzanie zgodności wykonania z wymogami
	Prototyp części manipulacyjnej robota przemysłowego RP-25/2/120-A wykonane według dokumentacji konstrukcyjnej nr 4642 z odchyłkami zawartymi w kartach pomiarów nr nr 322/88, 323/88, 328/88, 304/88, 10/89, 12/89, 37/89, 41/89, 42/89, 45/89, 49/89, 55/89, 81/89, 82/89, 87/89, 90/89, 93/89, 94/89, 102/89, 108/89, 111/89, 169/89, 176/89, 194/89, 203/89, 216/89, 219/89, 240/89, 10/90, 53/90, 79/90, 96/90 oraz poprawkami wynikającymi w trakcie montażu.	 Podpisy, D.K.J. Wytwórni Kierownik Biura Kontroli Jakości  Zaczek Jasik 

Druk „MERA-PIAP” TW-326/2000 egz.

SWIADECTWO KONTROLI JAKOŚCI Nr 824/90

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT

AUTOMATYKI I POMIARÓW

„MERA — PIAP”

Aleje Jerozolimskie 202




02-222 WARSZAWA

(Pieczęć wytwórni)

Data 1990-10-15

Nazwa wyrobu: Robot przemysłowy RP-25/2/120-A

część manipulacyjna nr 3 - prototyp

Wielkość partii sztuk	Wyniki przeprowadzonych badań i prób Dokumentacji konstrukcyjnej 4642 wg	Stwierdzanie zgodności wykonania z wymogami
	Prototyp części manipulacyjnej robota przemysłowego RP-25/2/120-A wykonane według dokumentacji konstrukcyjnej nr 4642 z odchyłkami zawartymi w kartach pomiarów nr nr 322/88, 323/88, 328/88, 304/88, 10/89, 12/89, 37/89, 41/89, 42/89, 45/89, 49/89, 55/89, 81/89, 82/89, 87/89, 90/89, 93/89, 94/89, 102/89, 108/89, 101/89, 169/89, 176/89, 194/89, 203/89, 216/89, 219/89, 240/89, 10/90, 53/90, 79/90, 96/90, 98/90, 103/90, 105/90, 108/90, 109/90, 113/90, 123/90, oraz poprawkami wynikającymi w trakcie montażu.	 Podpisy D.K.J. Wytwórni Kierownik Biura Kontroli Jakości  Zaczek Jasik 

Druk „MERA-PIAP” TW-326/2000 egz.