

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

074

Centralna Stacja Prób

A

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. E. Trepczyński, tech. tech. H. Michniewicz,
J. Antczak, W. Czarnecki.

Konsultant mgr inż. inż. A. Socha, Z. Jasińska

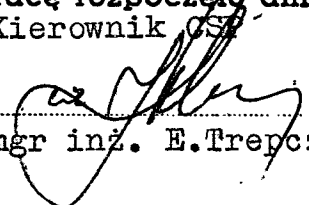
Nr zlecenia
RP-2711

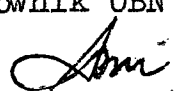
Moduły PR-02 z napędem elektrycznym.
Badania modeli.

Zleceniodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 89.04.19
Kierownik OS

zakończono dnia 89.04.30
Kierownik OBN


mgr inż. E. Trepczyński


dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 12

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OBN

fotografii 1

Egz. 3 OAR

tabel 6

Egz. 4 OAR

tablic

Egz. 5

załączników 3

Egz. 6

Nr rejestr. - 6280

Analiza deskryptorowa

MODUŁY PR-02E + BADANIA MODELI

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera opis i wyniki badań, wnioski i zalecenia.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

338.45 : 02/09].001.2/.1 Roboty programowe
621.3.06 oprogramowanie

UKD

PIAP 41/88 10000

1. Wstęp

1.1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań były modele trzech modułów robota PR-02B:

- moduł MA-1000B - realizujący ruch liniowy (w poziomej osi)
- moduł MB-600B - realizujący ruch liniowy (w pionowej osi)
- moduł MD340B - realizujący ruch obrotowy.

1.2. Cel badań

Celem badań było sprawdzenie działania modeli modułów oraz określenie parametrów zgodnie z programem badań.

1.3. Dokumenty związane

Program badań modeli modułów PR-02 z napędem elektrycznym. - opisz. 04B
zaki. do n/sprawozdania

1.4. Zakres badań

Badania obejmowały poniższe sprawdzenia:

- oględziny
- określenie masy
- spr. rezystancji izolacji
- spr. działania
- określenie parametrów ruchu
- określenie poboru mocy modułów
- porównalność pozycjonowania modułów
- spr. pracy modułów
- badania wybranej przykładowej konfiguracji robota PR-02B
- określenie skuteczności modułów
- spr. wytrzymałości elektrycznej izolacji.

2. Wyniki badań

2.1. Oględziny

Oględzinom poddano kolejno każdy moduł (przy odłączeniu zasilania elektrycznego) sprawdzając zgodność wykonania połączeń elektrycznych

modułów ze schematami na rys. 1,2,3 programu badań.

Stwierdzono niezgodność połączeń:

- w module MA1000E odwrócona biegunowość zasilania silnika na pinach nr 11,12
- w module MB-600E nie włączona dioda hamulca (BYF 401) - zamieniony "+" z "-"

Po usunięciu powyższych niezgodności stwierdzono poprawność układów elektrycznych modułów.

2.2. Określenie masy

Każdy z badanych modułów ważono kolejno na wadze. Masa modułów wynosi:

- MA-1000E - kg
- MB-600E - kg
- MD-540E - kg

2.3. Sprawdzenie rezystancji izolacji

Sprządzeniu poddano każdy moduł zgodnie z opisem p. 4.2.4 programu badań.

W wyniku pomiaru stwierdzono, że rezystancja izolacji wszystkich trzech modułów, mierzona między częściami metalowymi a zwartymi pinami szlaca elektrycznych (SzR) jest większa od 50 MΩ.

2.4. Sprawdzenie działania

Moduły bez obciążenia zasilano z zasilacza prądu stałego tak, aby spowodować:

- ruch modułu przy minimalnej prędkości (w obu kierunkach)
- ruch modułu przy prędkości odpowiadającej ok. 40 % napięcia znamionowego (ok. 30 V)

Ź dla tych warunków pomierzono prądy pobierane przez silniki. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli:

Moduł	V silnik		V = ok. 40% nap. znamion.	
	+I / A /	-I / A /	+I / A /	-I / A /
MD540E	0,9 A przy U=2V	0,9 + 1 A przy U=2V	2,6 A przy U=29V	2,5 + 2,6 A przy U=29V
MB600E	0,2 A przy U=4V	3,3 A przy U=4V	3,2 A przy U=29V	6,5 A przy U=29V
MA1000E	3,7 A przy U=4 V	3,1 A przy U=4V	11 A przy U=29V	10,6 A przy U=29V

4

Prądy +I i -I odnoszą się do ruchu w dodatnim i ujemnym kierunku.
Pomiary wykonane po wyłączeniu silnika.

Z powyższych danych wynika, że w modułach MB600E i MA1000E przekreślone są wartości prądów nominalnych (przy pracy bez obciążenia).
Moduły podłączone do szafy sterowniczej robota IEB-60 (sterowniki mocy MAK po dopasowaniu elementów korekcyjnych przez OAE) współdziałają w układzie sterowania

- realizowały maksymalny zakres ruchów między wyłącznikami krańcowymi
- realizowały ruchy przy różnych nastawach prędkości, tzn.
 - dla modułu MD340E 1,5 % - 100 % V (ręczna i auto)
 - dla modułów MB600E i 1000E 2,5 - 50 % V (ręczna i auto).

W układach MB600E i 1000E przy prędkości 75 % i 100 % AUTO następuje wywołanie STOPU AWARYJNEGO, zaś przy prędkości 1,5 % występują cykliczne zatrzymywania (patrz wykres zał.5, 6).

2.5. Określenie parametrów ruchu

2.5.1. Maksymalne prędkości ruchu

Badanie wykonano wg. s.p.4.2.5.1 programu badań z wykorzystaniem czujnika fotoelektrycznego i rejestratora.

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

Moduł	Nastawa prędkości	Wart. średnia pomiarzonej prędkości ruchu przy kierunku	
		+	-
MD340E	50 %	20°/s	20°/s
	100 %	40°/s	40°/s
MB600E	50 %	0,33 m/s	0,27 m/s
MA1000E	50 %	0,41 m/s	0,31 m/s

2.5.2. Maksymalne przeregulowania prędkości ruchu

Pomiary wykonano dla modułów nieobciążonych rejestrując przebieg napięcia prędkości tachometrycznej. Moduły programowane w pracy AUTO przy prędkości: 100 % dla modułu MD340 E

50 % dla modułów MA1000E i MB600E

oraz dla maksymalnego zakresu ruchu.

Wykresy przebiegów U(t) - zał. 1,2,3.

Stwierdzenie:

- w module MB340E brak przeregulowania. Napięcie tachoprądnicy przy $V = 100\%$ AUTO dla obu kierunków ruchu wynosi 19 V.
- w module MB600E dla kierunku dodatniego brak przeregulowania. Napięcie tachoprądnicy wynosi ok. 9 V; dla kierunku ujemnego przeregulowanie równe 22 %, napięcie tachoprądnicy ok. 12 V.

2.5.3. Przyspieszenie i opóźnienie ruchu

Czas rozruchu (t_p) i hamowania (t_h) wyznaczono (zg. z p. 4.2.6.3 programu badań) na podstawie przebiegów napięcia prądnicy tachometrycznej uzyskanych przy pomiarze prędkości ruchu zg. z p. 2.5.2 n/sprawozdania (zał. 1, 2, 3).

Dla modułu MA1000E - t_p i t_h wyznaczono dla prędkości $V = 31\%$ AUTO. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli:

Moduł	V nastawa %	Kierunek ruchu			
		+		-	
		t_p	t_h	t_p	t_h
MB340E	100	360	480	360	480
MB600E	50	160	200	520	200
MA1000E	31	450	450	350	350

2.5.4. Określenie amplitudy oscylacji sygnału prędkościowego sprzężenia wzrotnego

Badanie wykonano zg. z p. 4.2.6.4 programu.

Przebiegi oscylacji sygnału nap. prądnicy tachometrycznej przy prędkości $V = 1,3\%$ AUTO przedstawiono w zał. 4, 5, 6.

Stwierdzono, że:

- w module MB340E - występuje oscylacja sygnału o amplitudzie 100 mV dla kierunku "-"
- w module MB600E - dla kierunku "+" oscylacja sygnału o amplitudzie 20 mV-p
- w module MA1000E - nie występuje.

2.5.5. Pomiar prądów silników

Badanie wykonane wg. z p. 4.2.6.5 programu badań, przy czym dla modułów MB600E i MA1000E pomiary wykonane dla prędkości 1,3 % i 50 % AUTO, zaś dla MD340E dla prędkości 1,3 % i 100 % AUTO. Przebiegi I(t) w załącznikach 7,8,9.

Stwierdzono, że maksymalne wartości prądów silników wynoszą:
dla modułu MD340E i prędkości 100 % AUTO - 5 A dla obu kierunków w impulsie przy rozruchu ok. 8 A, zaś dla prędkości 1,3 % - 1,2 A dla obu kierunków ruchu

dla modułu MB600E i prędkości 50 % AUTO - 7 A dla kierunku "-" oraz oscylacja prądu od 2 do 9 A dla kierunku "+", zaś dla prędkości 1,3 % AUTO - 3 A dla kierunku "-" oraz oscylacja prądu od 0,5 do 2 A dla kierunku "+"

dla modułu MA1000E i prędkości 50 % AUTO - 16 A dla obu kierunków ruchu zaś dla prędkości 1,3 % AUTO - 5 A dla obu kierunków ruchu.

2.6. Określenie poboru mocy modułów

Sprawdzenia wykonane wg. z p. 4.2.7 programu badań.

Pobór mocy wyniósł:

przy pracującym module MD340E - 0,42 kW	
"-"	MB600E - 0,89 kW
"-"	MA1000E - 0,76 kW

2.7. Powtarzalność pozycjonowania modułów

Badanie wykonane wg. z p. 4.2.8 programu badań przy użyciu czujnika zegarowego przesłuszczą liniowych o rozdzielczości 0,01 mm.

Wyniki pomiarów zestawiono w tabelach 1,2,3.

Stwierdzono, że powtarzalność pozycjonowania dla modułów MA1000E i MB600E mieści się w założonym przedziale $\pm 0,1$ mm, oraz dla modułu MD340E w przedziale $\pm 72''$.

Stwierdza się jednocześnie, że w punktach pomiarowych występuje ruch oscylacyjny modułów o amplitudach

dla modułu MD340E - $\pm 20''$

- dla modułu MB600E - $-0,01 \div +0,02$ mm

dla modułu MA1000E - $-0,03 \div +0,04$ mm

2.8. Sprawdzenie pracy modułów

Badanie wykonano wg. s p. 4.2.9 programu badań.

W trakcie próby 8 h pracy modułów z prędkością 100 % dla modułu MD340 B i 50 % dla modułów MB600E i MA1000E nie wystąpiły uszkodzenia mechaniczne i elektryczne.

2.9. Badanie wybranej konfiguracji robota PR-02E

Moduły zamontowane w konfigurację przedstawioną na fot. 1 n/sprawowania i w sposób aktywny przymocowano do podstawy.

2.9.1. Sprawdzenie działania konfiguracji

Stwierdzono prawidłowość działania robota we wszystkich kierunkach ruchu modułów. Z uwagi na to, że moduł MB600E obciążony jest modułem MA1000E, zaś moduł obrotowy MD340E obciążony jest modułami MA1000E i MB600E pomiary prądów silników wykonano przy obciążeniu robota masą 10 kg zgodnie z rys.8.

Przebiegi I(+) w pracy automatycznej (przy prędkości modułów 50 %) zawiera zał.10.

Stwierdzono, że maksymalne wartości prądów silników wynoszą odpowiednio

dla modułu MD340E - 4 A

dla modułu MB600E - 8 A

dla modułu MA1000E - 16 A.

2.9.2. Sprawdzenie powtarzalności pozycjonowania konfiguracji

Badanie wykonano wg. s p. 4.2.10.2 programu badań.

Wyniki pomiarów zestawiono w tabelach 4,5,6.

Stwierdzono, że powtarzalność pozycjonowania nieści się w założonym przedziale: dla modułów MA1000E i MB600E - $\pm 0,1$ mm

dla modułu MD340E - $\pm 72''$

2.10. Określenie satywności modułów

Badanie wykonano wg. s p. 4.2.10 programu badań.

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej

MODUŁ MD 340E

Zakres ruchu α [°]	90			
Ramię przyłożenia siły l [mm]	300			
Wartość siły [kg]	0	30	60	90
Przesunięcie \nearrow Δy \nwarrow	0,00	0,21	0,53	0,83
Δ [rad · 10 ⁻⁴]	0	7	17,6	27,6
	1,6	15	22,6	27,6

$$\Delta = \arctg\left(\frac{\pm \Delta x}{l}\right) \text{ [rad]}$$

MODUŁ MA 1000E

Zakres ruchu S [mm]	500				1000			
Ramię przyłożenia siły L [mm]	500				1000			
Wartość siły F_2 [KG]	0	5	10	15	0	5	10	15
Przesunięcie ↗ Δz [mm]	0,00	0,36	0,72	1,03	0,00	1,57	3,17	5,64
↘	0,01	0,38	0,73	1,03	0,13	1,93	3,81	5,64
Δ [rad·10 ⁻⁴]	0	7,20	14,4	20,8	0	15,7	31,7	56,4
	0,2	7,6	14,6	20,6	1,3	19,3	38,1	56,4
Wartość siły F_x [KG]	0	5	10	15	0	5	10	15
Przesunięcie ↗ Δx [mm]	0,00	0,30	0,57	0,80	0,00	0,79	1,52	2,18
↘	0,01	0,34	0,62	0,80	0,01	0,84	1,56	2,18
Δ [rad·10 ⁻⁴]	0	6,0	11,4	16	0	7,9	15,2	21,8
	0,2	6,8	12,4	16	0,1	8,4	15,6	21,8

MODUŁ MB 600E

M

zakres ruchu S [mm]	300								600							
	Lx=50 Ly=80				Lx=50 Ly=45				Lx=50 Ly=80				Lx=50 Ly=45			
Ramie przyłożenia siły l [mm]	94				67				94				67			
	Fz1				Fz2				Fz1				Fz2			
Wartość siły Fz [KG]	0	15	30	50	0	15	30	50	0	15	30	50	0	15	30	50
Przesunięcie ↗ Δz [mm] ↘	0,00	0,01	0,04	0,05	0,00	0,01	0,04	0,07	0,00	0,01	0,04	0,05	0,00	0,01	0,04	0,07
Δ [rad·10 ⁻⁴]	0	1	4	5	0	1,4	5,9	10,4	0	1	4	5	0	1,4	5,9	10,4
	1	2	3	5	1,4	1,4	5,9	10,4	1	2	3	5	1,4	1,4	5,9	10,4
Wartość siły Fz2 [KG]	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
Przesunięcie ↗ Δz [mm] ↘	0,00	0,04	0,08	0,12	0,00	0,05	0,08	0,17	0,00	0,04	0,08	0,12	0,00	0,05	0,08	0,17
Δ [rad·10 ⁻⁴]	0	4	8	12	0	7,4	11,9	25,3	0	4	8	12	0	7,4	11,9	25,3
	1	4	8	12	1,4	7,4	11,9	25,3	1	4	8	12	1,4	7,4	11,9	25,3

2.11. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Badanie wykonane wg. z p. 4.2.12 programu badań (moc transformatora 500 VA, nap. prob. 500 V). W wyniku pomiaru nie stwierdzono przebicia izolacji w żadnym module.

3. Badanie dodatkowe

3.1. Badanie modułów MB600E i MA1000E przy pracy z szybkością 100% AUTO

Badanie wykonano wycinając kolejne mostki ograniczenia prądowego w sterownikach mocy MAK.

Rejestrowano sygnał napięciowy z tachoprądnicy i pobór prądu przez silnik (sal. 11 i 12) przy pracy automatycznej i przy ruchu w całym zakresie drogi.

Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

- moduł MB600E

a) wycięto dodatkowo 4 mostki

pobór prądu - kierunek "-" 23 A rozbieg; 12-11 A hamowanie
kierunek "+" 10-6A "-" 2-10 A "-"

pobór prądu na postoju przed sal. hamulca -3 A

b) wycięto dodatkowo 6 mostków

pobór prądu - kierunek "-" 30 A rozbieg; 12-10 A hamowanie
kierunek "+" 10-6A "-" 2-10 A "-"

c) wycięto dodatkowo 8 mostki

kierunek ruchu "-" tp - 250 ms

th - 250 ms

kierunek ruchu "+" tp - 250 ms

th - 500 ms

d) wycięto dodatkowo 6 mostków

kierunek "-" tp - 250 ms

th - 350 ms

"+" tp - 200 ms

th - 250 ms

Stwierdzono jednocześnie, że maksymalne napięcie tachoprądnicy silnika wynosi +16 V i -17 V, co odpowiada prędkości rzędu 2331 - 2541 obr/min i nie zmienia się już ze wzrostem prądu silnika.

4. Wyniki

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że:

1. wszystkie badane moduły spełniają założone wymagania dotyczące:
 - maksymalnego zakresu ruchu
 - udźwigu nominalnego
 - precyzyjności pozycjonowania
 - rezystancji i wytrzymałości elektrycznej izolacji.
2. moduł obrotowy MB340B osiąga maksymalną prędkość ruchu równą 40^o/s w stosunku do założonej 45^o/s
3. moduł liniowy MB600B osiąga maksymalną prędkość ruchu równą 0,33 m/s w kierunku dodatnim (w dół) oraz 0,27 m/s w kierunku ujemnym (w górę) w stosunku do założonej 0,5 m/s
4. moduł liniowy HA1000B osiąga maksymalną prędkość ruchu równą 0,41^m/s w kierunku dodatnim oraz 0,31 m/s w kierunku ujemnym w stosunku do założonej 1 m/s.
5. prądy silników modułów HA1000B i MB600B, przy prędkościach 50 % AUTO, przekraczają wartości prądu nominalnego (5 A) i wynoszą odpowiednio 16 i 8 A.
6. ruchy modułów HA1000B i MB600B poruszających się z prędkością 1,3 m/s są przerywane cyklicznie co 5 s.

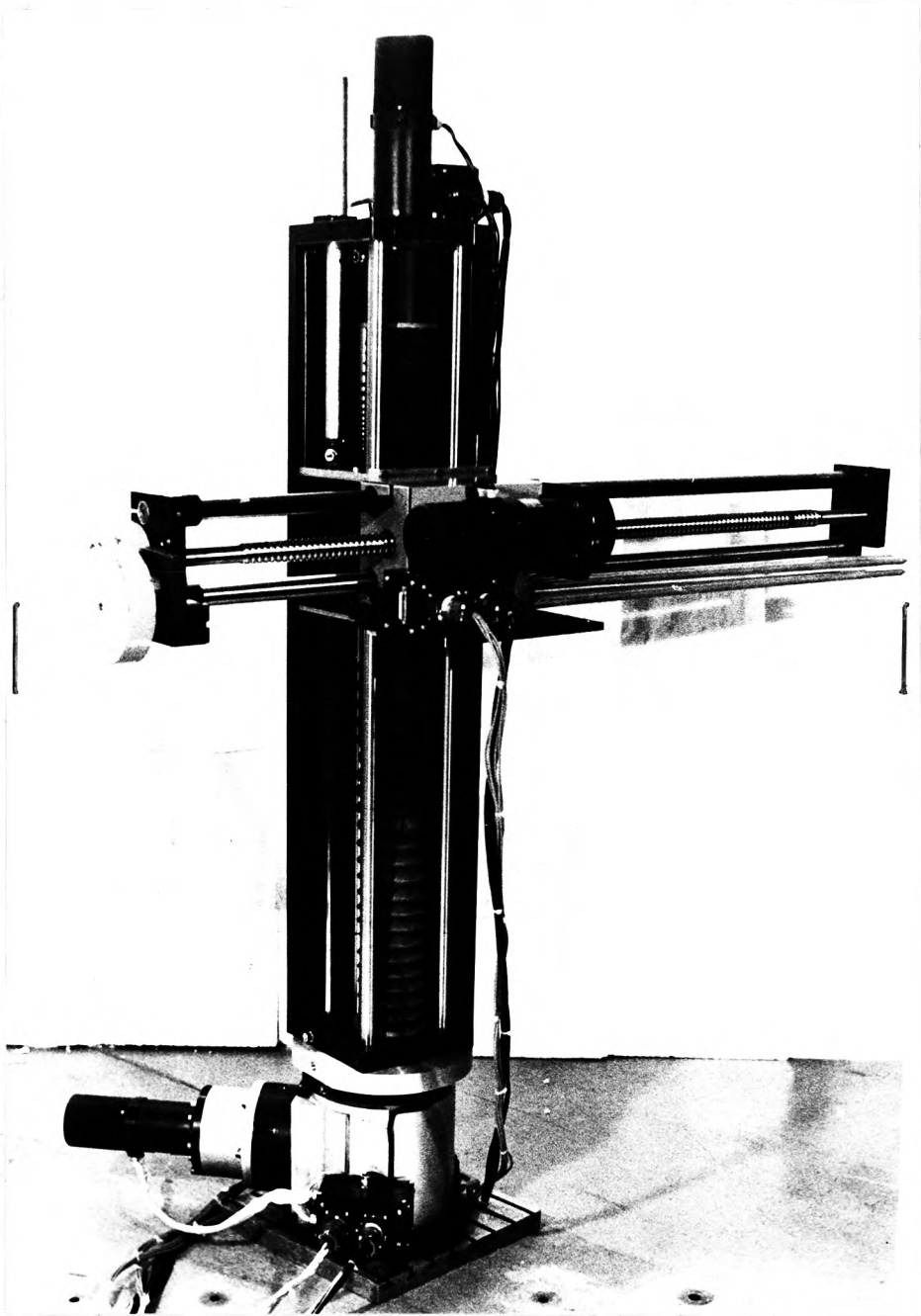
5. Zalecenia

1. Przed wykonaniem prototypu konieczne jest ustalenie przez specjalistów (konstruktorów modułów, układu sterowania i programistów) przyczyn nie osiągnięcia założonych wartości prędkości maksymalnych przez poszczególne moduły i wprowadzenie niezbędnych zmian w dokumentacji roboczej.
2. W celu zmniejszenia wartości prądów w silnikach napędzonych modułów liniowych proponuje się przeanalizowanie możliwości wprowadzenia urządzeń odcinających w module MB600B i zmiany silnika elektrycznego PTEK62-90TR silnikiem PTEK13-07TRR (stosowanym w robotach IIR-60).
3. W celu wyeliminowania możliwości skręcania i obrywania się przewodów elektrycznych oraz zapewnienia bezpiecznych warunków w obecności robota zaleca się dokonanie zmiany sposobu okablowania modułów liniowych (deprowadzenie przewodów wewnątrz modułów lub podwieszenie ich nad robotem).

14

4. W celu uszczelnienia połączenia modułu pionowego z obrotowym za pomocą przewidzianych 4 śrub należy zapewnić dostęp do śruby przy-
sieniętej ścianką ścienną boczną w module pionowym.
5. W celu zapewnienia jednoczesnego połączenia modułów liniowych za
pomocą dwóch płyt pośrednich proponuje się wykonanie w nich kółek
ustalających.
6. Dla stwierdzenia się osiagania przez moduł 149000E założonych prę-
dkości konieczne jest wykonanie dodatkowych badań układu sterowania
(kzn. przeciwnego wysterowania sygnałem Uref. sterownika mocy).

Fot. 1



Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MD340E kierunek ruchu " - "

Tabela Nr. 1a

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a- prędkość p.p.-kier. "+"	b- prędkość p.p.-kier. "-"	a- kierunek "-"	b- kierunek "+"	
1	0	0	-5"	+ 15"	+5"
2	4' 50"	1' 04"	-10"	+ 10"	0
3	4' 50"	1' 12"	- 10"	+ 15"	+ 2,5"
4	4' 50"	1' 12"	-10"	+ 15"	-2,5"
5	4' 50"	1' 38"	-15"	+ 5"	- 5"
6	4' 59"	1' 04"	-10"	+15"	+ 2,5"
7	4' 68"	1' 04"	-10"	+ 15"	+2,5"
8	4' 59"	1' 12"	- 10"	+ 15"	+2,5"
9	4' 59"	1' 12"	- 10"	+15"	+2,5"
10	4' 59"	1' 04"	-10"	+15"	+2,5"
11	4' 59"	1' 04"	-5"	+ 15"	+5"
12	5' 16"	56"	0	+20"	+10"
13	5' 08"	1' 04"	- 5"	+20"	+7,5"
14	5' 08"	1' 04"	-10"	+ 15"	+ 2,5"
15	4' 59"	1' 12"	-10"	+ 15"	+2,5"
16	5' 08"	1' 12"	-10"	+10"	0
17	4' 50"	1' 12"	- 10"	+5"	-2,5"
18	4' 50"	1' 21"	-10"	+5"	-2,5"
19	4' 42"	1' 21"	-20"	+5"	-7,5"
20	4' 42"	1' 21"	-20"	+5"	-7,5"

Wartość dopuszczalna błędu pozycjonowania $\pm 72''$

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MD340E kierunek ruchu " + "

Tabela Nr. 1b.

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek " - "	b-kierunek " + "	
1	0	0 -	-25"	+5"	-10"
2	4' 52"	1' 04"	-15"	+10"	-2,5"
3	4' 59"	1' 35"	0	+20"	+10"
4	4' 52"	1' 35"	0	+20"	+10"
5	4' 42"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
6	4' 52"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
7	4' 52"	1' 04"	0	+20"	+10"
8	4' 52"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
9	4' 59"	1' 04"	-5"	+15"	+5"
10	4' 52"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
11	4' 33"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
12	4' 42"	1' 12"	-5"	+15"	+5"
13	4' 59"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
14	4' 59"	1' 12"	-10"	+15"	+2,5"
15	5' 08"	1' 04"	-5"	+20"	+7,5"
16	4' 52"	1' 35"	0	+20"	+10"
17	4' 52"	1' 35"	-5"	+20"	+12,5"
18	4' 59"	1' 04"	-5"	+20"	+12,5"
19	4' 52"	1' 35"	0	+25"	+12,5"
20	4' 59"	1' 04"	-10"	+15"	+7,5"

Wartość dopuszczalna błędu pozycjonowania $\pm 72''$

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MB600E kierunek ruchu "↑"

Tabela Nr. 20

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	α-przekroc. p.p.-kier. "↑"	β-przekroc. p.p.-kier. "↑"	α-kierunek "↑"	β-kierunek "↑"	
1	0,70	0,07	-0,01	+0,01	0,00
2	0,71	0,07	-0,01	+0,01	0,00
3	0,70	0,07	-0,01	+0,01	0,00
4	0,70	0,07	0,00	+0,01	+0,005
5	0,70	0,07	0,00	+0,01	+0,005
6	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005
7	0,71	0,07	0,00	+0,02	+0,01
8	0,72	0,08	0,00	+0,02	+0,01
9	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005
10	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005
11	0,72	0,07	0,00	+0,01	+0,005
12	0,70	0,08	0,00	+0,01	+0,005
13	0,70	0,06	0,00	+0,01	0,005
14	0,72	0,06	-0,01	+0,01	0,00
15	0,70	0,08	0,00	+0,02	+0,01
16	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005
17	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005
18	0,70	0,07	0,00	+0,01	+0,005
19	0,72	0,07	0,00	+0,01	+0,005
20	0,72	0,08	0,00	+0,01	+0,005

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MB600E kierunek ruchu " - "

Tabela Nr. 2b

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Pozycja wypadkowe punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek " - "	b-kierunek " + "	
1	0,75	0,08-	-0,01	+0,01	0,00
2	0,74	0,08	-0,01	+0,01	0,00
3	0,74	0,06	-0,01	+0,01	0,00
4	0,74	0,07	-0,01	+0,01	0,00
5	0,72	0,06	-0,01	+0,01	0,00
6	0,74	0,07	-0,01	+0,01	0,00
7	0,75	0,08	-0,01	+0,01	0,00
8	0,74	0,08	-0,01	+0,01	0,00
9	0,73	0,07	-0,01	+0,01	0,00
10	0,74	0,07	0,00	+0,01	+0,005
11	0,74	0,07	-0,01	+0,01	0,00
12	0,74	0,08	-0,01	+0,01	0,00
13	0,74	0,07	0,00	+0,01	+0,005
14	0,73	0,08	-0,01	+0,01	0,00
15	0,74	0,08	-0,01	+0,01	0,00
16	0,74	0,08	0,00	+0,01	+0,005
17	0,74	0,07	0,00	+0,01	+0,005
18	0,73	0,07	0,00	+0,01	+0,005
19	0,74	0,08	0,00	+0,01	+0,005
20	0,74	0,07	-0,01	+0,01	0,00

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MA1000E kierunek ruchu " + "

Tabela Nr. 3a

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a- prędkość p.p.-kier. "+"	b- prędkość p.p.-kier. "-"	a- kierunek "-"	b- kierunek "+"	
1	1,75	0,12	- 0,01	+0,02	+0,005
2	1,78	0,07	-0,01	+0,02	+0,005
3	1,75	0,08	0,00	+0,02	+0,010
4	1,75	0,07	- 0,01	+0,03	+0,010
5	1,78	0,08	0,00	+0,03	+0,015
6	1,75	0,08	- 0,01	+0,03	+0,01
7	1,79	0,08	0,00	+0,03	+0,015
8	1,75	0,08	0,00	+0,04	+0,020
9	1,75	0,08	0,00	+0,03	+0,015
10	1,79	0,08	0,00	+0,03	+0,015
11	1,75	0,07	0,00	+0,03	+0,015
12	1,77	0,08	0,00	+0,03	+0,015
13	1,77	0,08	0,00	+0,03	+0,015
14	1,78	0,08	0,00	+0,03	+0,015
15	1,77	0,08	0,00	+0,04	+0,020
16	1,76	0,09	+ 0,01	+0,03	+0,020
17	1,75	0,08	+0,01	+0,03	+0,020
18	1,77	0,08	+0,01	+0,03	+0,020
19	1,76	0,08	+0,01	+0,04	+0,025
20	1,77	0,08	+0,01	+0,04	+0,025

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MA1000E kierunek ruchu " - "

Tabela Nr. 3b

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek "-"	b-kierunek "+"	
1	1,75	0,08-	-0,03	+0,02	-0,005
2	1,76	-0,08	-0,02	+0,03	+0,005
3	1,76	0,09	-0,03	+0,01	-0,01
4	1,75	0,08	-0,02	+0,01	-0,005
5	1,77	0,08	-0,02	+0,01	-0,005
6	1,77	0,08	-0,03	+0,02	-0,005
7	1,75	0,09	-0,03	+0,01	-0,01
8	1,77	0,06	-0,02	+0,01	-0,005
9	1,76	0,07	-0,03	+0,02	-0,005
10	1,76	0,06	-0,02	+0,01	-0,005
11	1,76	0,07	-0,02	+0,01	-0,005
12	1,76	0,07	-0,03	+0,02	-0,005
13	1,76	0,06	-0,03	+0,02	-0,005
14	1,76	0,07	-0,02	+0,02	0,00
15	1,76	0,08	-0,02	+0,01	-0,005
16	1,76	0,08	-0,02	+0,01	-0,005
17	1,76	0,08	-0,02	+0,01	-0,005
18	1,76	0,08	-0,03	+0,02	-0,005
19	1,76	0,07	-0,03	+0,02	-0,005
20	1,76	0,06	-0,02	+0,02	0,00

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MD 340E kierunek ruchu "+"

Pomiar w konfiguracji

Tabela nr 4a

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowy punkt pomiarowy
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek "-"	b-kierunek "+"	
1	4'21"	55"	-13,7"	+13,7"	0
2	4'21"	1'08"	-3"	+27"	+12"
3	4'13"	55"	+3"	+36"	+16"
4	4'02"	49"	+15"	+45"	+30"
5	3'53"	41"	+15"	+45"	+30"
6	3'51"	41"	+15"	+48"	+31"
7	3'48"	35"	+18"	+48"	+33"
8	4'07"	55"	0	+30"	+15"
9	4'02"	46"	+12"	+42"	+27"
10	4'07"	0	+15"	+45"	+30"
11	4'07"	38"	+15"	+45"	+30"
12	3'53"	33"	+24"	+57"	+30"
13	3'53"	35"	+24"	+46"	+35"
14	4'21"	27"	+21"	+46"	+35"
15	4'21"	33"	-9"	+27"	+9"
16	4'07"	41"	+9"	+33"	+21"
17	4'07"	0	0	+30"	+15"
18	4'13"	1'08"	-9"	+36"	+11"
19	3'53"	55"	+21"	+49"	+35"
20	3'53"	57"	+30"	+60"	+45"

Wartość dopuszczalna błędu pozycjonowania $\pm 72''$

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MB600E kierunek ruchu " - "

Pomiar w konfiguracji

Tabela Nr. 5b

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Pozycja wypadkowa punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek "-"	b-kierunek "+"	
1	0,71	0,06	-0,01	+0,01	0,00
2	0,71	0,06	-0,01	+0,01	0,00
3	0,72	0,05	0,00	0,00	0,00
4	0,71	0,06	-0,01	+0,01	0,00
5	0,71	0,06	0,00	0,00	0,00
6	0,71	0,06	-0,01	+0,01	0,00
7	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00
8	0,71	0,07	-0,01	+0,01	0,00
9	0,71	0,06	-0,01	+0,01	0,00
10	0,71	0,07	-0,01	+0,01	0,00
11	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00
12	0,72	0,07	-0,01	+0,01	0,00
13	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00
14	0,70	0,07	-0,01	+0,01	0,00
15	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00
16	0,71	0,06	0,00	0,00	0,00
17	0,70	0,06	0,00	0,00	0,00
18	0,70	0,05	-0,01	+0,01	0,00
19	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00
20	0,70	0,06	-0,01	+0,01	0,00

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MB600E - kierunek ruchu " + "

Pomiar w konfiguracji

Tabela Nr. 50

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek " - "	b-kierunek " + "	
1	0,70	0,09	-0,01	-0,02	-0,015
2	0,70	0,09	-0,01	-0,02	-0,015
3	0,72	0,09	-0,01	-0,02	-0,015
4	0,72	0,08	-0,01	+0,01	0,00
5	0,70	0,07	-0,02	+0,02	0,00
6	0,71	0,08	-0,01	+0,01	0,00
7	0,70	0,09	-0,01	+0,01	0,00
8	0,71	0,08	-0,01	+0,01	0,00
9	0,72	0,10	-0,02	+0,02	0,00
10	0,69	0,08	-0,01	+0,01	0,00
11	0,71	0,09	-0,01	+0,01	0,00
12	0,71	0,09	-0,02	+0,02	0,00
13	0,71	0,09	-0,02	+0,02	0,00
14	0,69	0,08	-0,01	+0,01	0,00
15	0,72	0,08	-0,01	+0,01	0,00
16	0,72	0,09	-0,01	+0,01	0,00
17	0,70	0,08	0,00	0,00	0,00
18	0,72	0,08	-0,01	+0,01	0,00
19	0,70	0,07	-0,01	+0,01	0,00
20	0,70	0,08	-0,01	+0,01	0,00

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MA1000E kierunek ruchu " + "

Pomiar w konfiguracji -

Tabela Nr. 6a

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Polożenie wypadkowe punktu pomiarowego
	a-przekroc. p.p.-kier. "+"	b-przekroc. p.p.-kier. "-"	a-kierunek "-"	b-kierunek "+"	
1	1,70	0,07	-0,01	0,00	-0,005
2	1,70	0,07	-0,05	0,00	-0,025
3	1,70	0,05	-0,04	0,00	-0,020
4	1,70	0,04	-0,05	0,00	-0,025
5	1,68	0,03	-0,03	+0,05	+0,010
6	1,70	0,04	-0,02	+0,05	+0,015
7	1,70	0,04	-0,05	0,00	-0,025
8	1,70	0,05	-0,05	0,00	-0,025
9	1,70	0,05	-0,05	0,00	-0,025
10	1,70	0,03	-0,05	+0,02	-0,015
11	1,68	0,03	-0,04	+0,01	-0,015
12	1,71	0,05	-0,03	0,00	-0,015
13	1,74	0,06	-0,03	+0,01	-0,010
14	1,74	0,05	-0,04	+0,01	-0,015
15	1,70	0,04	-0,04	+0,01	-0,015
16	1,68	0,05	-0,05	+0,01	-0,020
17	1,71	0,06	-0,04	+0,02	-0,010
18	1,68	0,05	-0,04	+0,02	-0,010
19	1,68	0,00	-0,06	-0,03	-0,045
20	1,70	0,05	-0,04	0,00	-0,020

Powtarzalność pozycjonowania
 MODUŁ MA1000E Kierunek ruchu " - "

Pomiar w konfiguracji

Tabela Nr. 6b

Lp	1. Najazd do punktu pomiarowego		2. Oscylacja wokół punktu pomiarowego		Położenie wypadkowe punktu pomiarowego
	α-prędkość p.p.-kier. "+"	β-prędkość p.p.-kier. "-"	α-kierunek " - "	β-kierunek " + "	
1	1,80	0,10 ⁻	+0,03	+0,05	+0,040
2	1,80	0,10	+0,02	+0,04	+0,030
3	1,80	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
4	1,80	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
5	1,80	0,11	+0,02	+0,05	+0,035
6	1,82	0,10	+0,02	+0,06	+0,040
7	1,82	0,10	+0,03	+0,06	+0,045
8	1,78	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
9	1,76	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
10	1,78	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
11	1,78	0,10	+0,03	+0,05	+0,040
12	1,76	0,11	+0,03	+0,05	+0,040
13	1,78	0,09	+0,02	+0,05	+0,035
14	1,78	0,08	+0,02	+0,05	+0,035
15	1,78	0,08	+0,02	+0,05	+0,35
16	1,76	0,08	+0,03	+0,05	+0,040
17	1,76	0,09	+0,03	+0,05	+0,040
18	1,78	0,08	+0,02	+0,05	+0,035
19	1,78	0,10	+0,02	+0,05	+0,035
20	1,78	0,10	+0,02	+0,05	+0,035

Załącznik nr 2 do sprawozdania nr rej. 6281
"Moduły PR-02 z napędem elektrycznym, badania modeli"

Zgodnie z zaleceniami komisji odbioru punktu kontrolnego wykonano niezbędne badania mające na celu określenie poprawności wystawiania sterownika mocy w module MA1000E.

1. wykonano pomiary prędkości obrotowej silnika przy sterowaniu z panelu testującego (przy kontroli wielkości) cyfrowego sygnału sterującego sterownikiem osi)

Stwierdzono, że przy tym wystawianiu uzyskuje się następujące prędkości silnika:

- wielkość zadana prędkości 20 inkrementów	-	293 obr/min
- " " " " " " " " " " " "	40	" " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "	60	" " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "	80	" " " " " " " " " " " "
- " " " " " " " " " " " "	100	" " " " " " " " " " " "

2. moduł MA1000E zaprogramowano na pracę z prędkością 100 % AUTO i przy zdjętym pasku klinowym (jałowa praca silnika) wykonano pomiary charakterystyk tachoprędkości (dla obu kierunków ruchu modułu) dla określenia uzyskiwanych prędkości przez silnik (wykresy w tab.1). Na podstawie uzyskanych przebiegów określono, że silnik uzyskuje prędkość 2800 obr/min. Świadczy to, że program operacyjny zapewnia wystawianie sterownika mocy umożliwiające uzyskanie maksymalnych prędkości przez silnik.

Dodatkowo w trakcie badań uzupełniających potwierdzono występowanie w układzie sterowania robota IRb zjawiska rozbieżności prędkości w pracy AUTO i RĘCZNA. Nastawa prędkości 50 % RĘCZNA zapewnia pracę silnika z prędkością 586 obr/min, zaś nastawa 50 % AUTO pracę z prędkością ok. 1420 obr/min (przebieg UTACHO w tab.2).

Również potwierdzone uzyskane wcześniej wyniki badań:

- brak możliwości programowania pracy modułu z prędkością większą od 50 % (w cyklu pracy AUTO) - występowanie STOPU AWARYJNEGO
- poprawną pracę modułu przy pracy z prędkością "31 % AUTO" (poprawność rozbiegu, pracy z ustaloną prędkością i wyhamowania - przebieg w tab.3).

Wniosek.

Z uwagi na fakt, że zastosowany napęd nie rozwija mocy dostatecznej dla uzyskania założonych prędkości maksymalnych modułu, należy zastosować napęd o większej mocy (ap. 1000 W).