

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

OŚRODEK AUTOMATYKI ELEKTRYCZNEJ

442

Zespół Budowy Robotów i Serwomechanizmów

BE-40

Główny wykonawca mgr inż. M. Wójcik

Hojas

Wykonawcy mgr inż. Grzegorz Heszen, mgr inż. Z. Wawerek

Konsultant

Nr zlecenia 1953

Opracowanie i wdrożenie do produkcji silnika prądu stałego z komutacją elektroniczną do pamięci dyskowej Winchester.
Etap 2c: Wykonanie i badanie modelu laboratoryjnego sterownika przy współpracy z modelem laboratoryjnym silnika w układzie silnik-wrzeciono.

Zleceniodawca FMiK ERA

Pracę rozpoczęto dnia 85.07.01
Kierownik Zespołu

dr inż. P. Jabłoński

Z-ca Dyr. d/s
Automatyki

dr inż. T. Gałązka

zakończono dnia 86.04.30
Kierownik Ośrodka

prof. dr inż. T. Miśsała

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 6

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 FMiK ERA

fotografii

Egz. 3 OAE-3

tabel

Egz. 4 OAE-5

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 5594

Analiza deskrytorowa

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań modelu laboratoryjnego sterownika w połączeniu z silnikiem i wrzecionem. Podano charakterystyki sterownika przy wypełnieniu impulsów 100%, charakterystyki rozruchu silnika przy zmiennym wypełnieniu impulsów i parametry sterownika i silnika w stanie ustalonym przy prędkości 3600 obr/min.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Etap 1b. Opracowanie projektu wstępnego modelu laboratoryjnego sterownika. Nr rej. 5407.

621.316.543 sterownik

621.333.001.5: silnik - badanie

UKD

PIAP-252/83-6000

Spis treści

1. Charakterystyki zespołu silnik/sterownik przy wypełnieniu impulsów 100%.
2. Charakterystyki rozruchu silnika.
3. Parametry sterownika i silnika przy prędkości 3600 obr/min.
4. Sprawdzenie działania hamowania elektrodynamicznego.
5. Wnioski

1. Charakterystyki zespołu silnik/sterownik przy wypełnieniu impulsów 100%.

Pomiary charakterystyk zostały wykonane przy napięciu zasilania równym 24V i zmiennym mechanicznym obciążeniu silnika. Program sterujący KOMUTATOR zapewniał maksymalne wypełnienie impulsów, tj. 100%.

Rozruch silnika był dokonywany poprzez stopniowe zwiększenie napięcia zasilania aż do wartości znamionowej 24V.

Obciążenie silnika było regulowane hamownicą mechaniczną. Straty mocy w sterowniku obliczono ze wzoru:

$$P_{st} = P_{zas} - P_{sil}$$

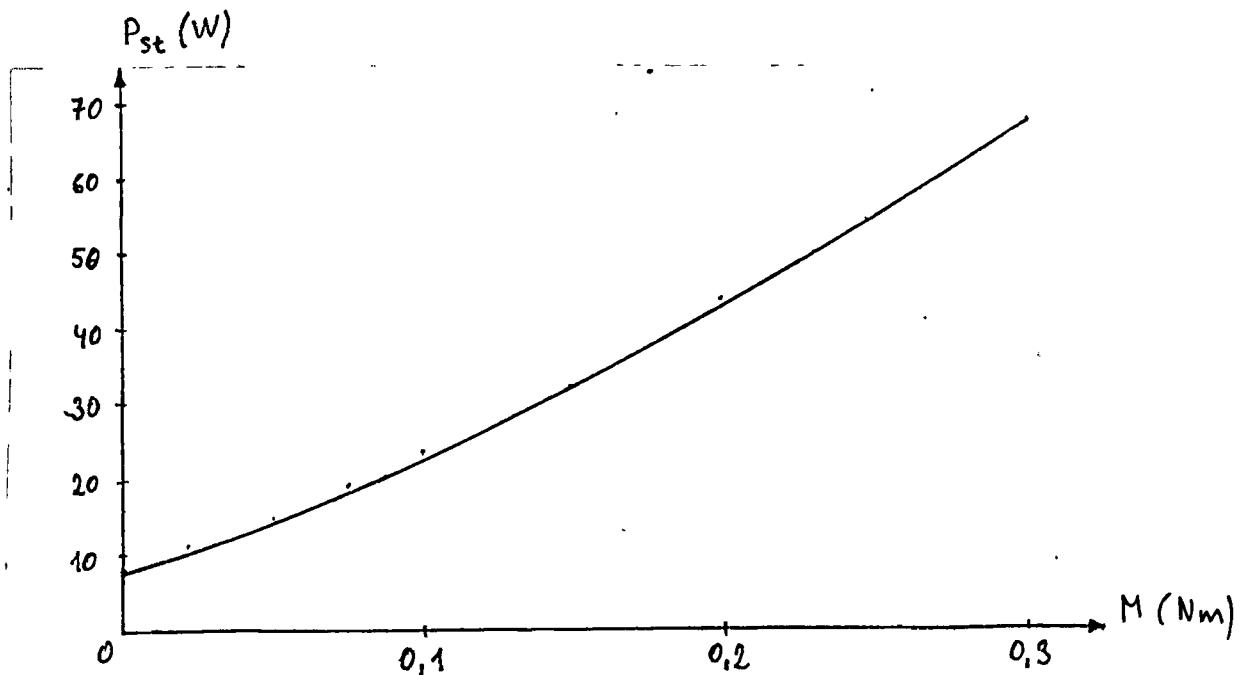
gdzie:

P_{st} - straty mocy w sterowniku

P_{zas} - moc pobierana z zasilacza 24V

P_{sil} - moc pobierana przez silnik.

Charakterystyka strat mocy w sterowniku w funkcji obciążenia silnika jest przedstawiona na rys.1:

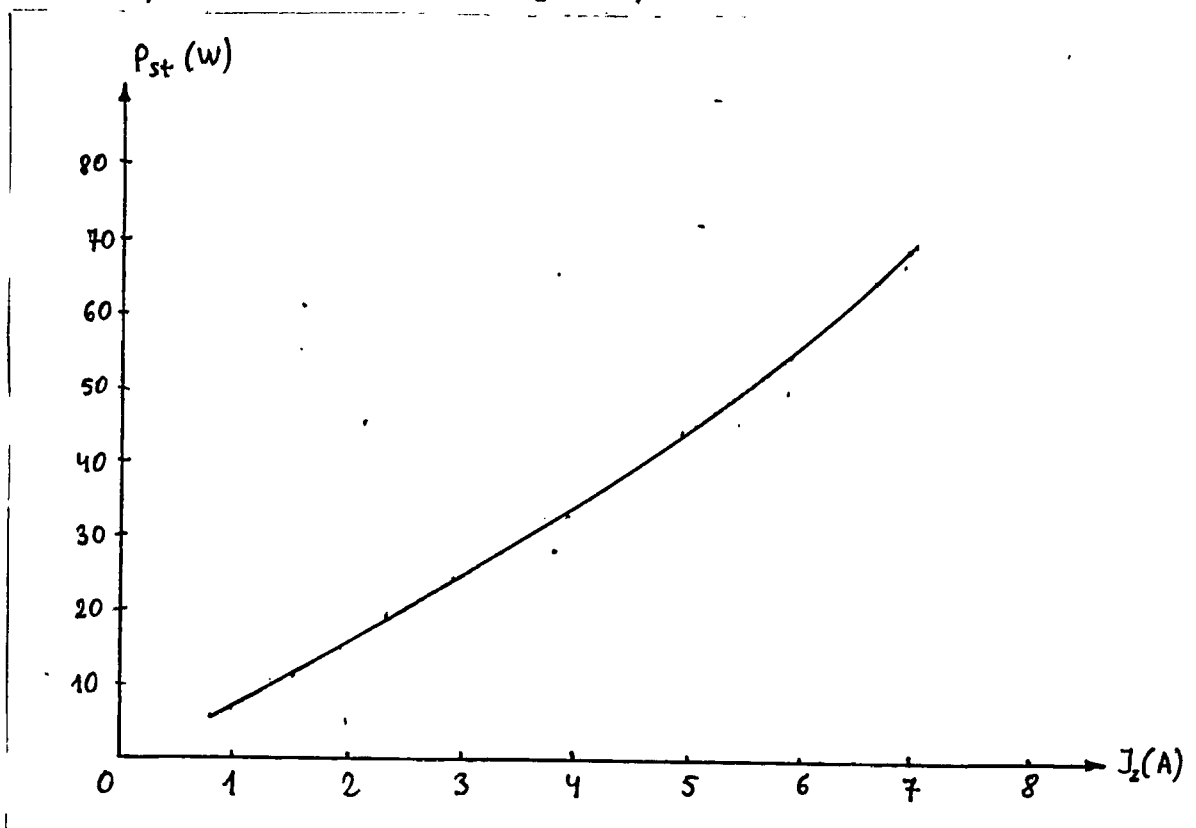


Rys.1. Straty mocy w sterowniku w funkcji obciążenia silnika /wypełnienie 100%/.

Ze wzrostem obciążenia wzrasta moc strat w sterowniku. Dla biegu jałowego moc strat wynosi 7,2W. Dla obciążenia maksymalnego 0,3 Nm moc strat wynosi 69W.

Rys.2 przedstawia straty mocy w sterowniku w funkcji prądu zasilania, zmierzone w warunkach opisanych wyżej.

Prąd zasilania przy biegu jałowym silnika wynosił w stanie zimnym 1,0A, w stanie nagrzanym 0,85A.



Rys.2. Straty mocy w sterowniku w funkcji prądu zasilania /wypełnienie 100%/.

Zmierzono też parametry napędu przy obciążeniu silnika trzema talerzami. Wyniki są następujące:

Prąd zasilania - 1,58A

Prędkość obrotowa - 4173 obr/min.

Napięcie silnika - 16,3V.

Z powyższych danych można wyznaczyć:

Moc zasilania: $24V \times 1,58A = 38W$

Moc pobierana przez silnik: $16,3V \times 1,58A = 25,8W$

Moc strat w sterowniku: 12,2W.

W rzeczywistości silnik będzie się obracał z prędkością 3600 obr/min, a współczynnik wypełnienia napięcia będzie wyznaczony przez program regulacji prędkości.

Zakładając, że prędkość silnika zależy liniowo od współczynnika wypełnienia napięcia, można wyznaczyć spodziewane parametry pracy silnika i sterownika w warunkach rzeczywistych

$$\text{Współczynnik wypełnienia: } \frac{3600}{4173} = 0,86$$

$$\text{Moc zasilania: } 38\text{W} \times 0,86 = 32,7\text{W}$$

$$\text{Moc pobierana przez silnik: } 25,8\text{W} \times 0,86 = 22,2\text{W}$$

$$\text{Moc stała w sterowniku: } 10,5\text{W}.$$

Wyliczone powyżej wartości będą sprawdzone w warunkach rzeczywistych po uruchomieniu programu regulacji prędkości.

2. Charakterystyki rozruchu silnika w układzie silnik/wrzeciono.

Po wstępnym dobraniu parametrów sterowania dla rozruchu silnika, zdjęto charakterystyki rozruchu silnika w układzie silnik-wrzeciono przy napięciu zasilania 24V i regulowanym współczynniku wypełnienia napięcia.

Uzyskano następujące rezultaty:

Czas rozruchu do prędkości 1000 obr/min - 2,5s

Czas rozruchu do prędkości 3600 obr/min - 13s

Prąd szczytowy silnika: 7,2A

Prąd maksymalny z zasilacza - 3,5A

Otrzymane rezultaty są zgodne z założeniami konstrukcyjnymi.

3. Parametry sterownika i silnika przy prędkości 3600 obr/min.

Zmierzone zostały parametry sterownika i silnika w układzie silnik/wrzeciono przy pracy jak w układzie rzeczywistym tj. przy napięciu zasilania 24V i prędkości obrotowej 3600 obr/min. Prędkość obrotową 3600 obr/min uzyskano poprzez dobór parametrów modulacji szerokości impulsów napięcia.

Napięcie na silniku wynosiło 13,5V.

Prąd zasilania 1,17A.

$$\text{Moc pobierana przez silnik } 1,17\text{A} \times 13,5\text{V} = 15,8\text{W}$$

$$\text{Moc zasilania } 1,17\text{A} \times 24\text{V} = 28,1\text{W}$$

$$\text{Moc tracona w sterowniku } 28,1\text{W} - 15,8\text{W} = 12,3\text{W}.$$

Stabilizacja prędkości obrotowej silnika będzie zmierzona po uruchomieniu programu regulacji prędkości.

4. Sprawdzenie działania hamowania elektrodynamicznego.

Sprawdzono działanie hamowania elektrodynamicznego /oporowego/
Włączenie hamowania następowało przy prędkości ok. 1500obr/min
Wraz ze spadkiem prędkości następuje spadek SEM silnika
i maleje skuteczność hamowania elektrodynamicznego. Uzyskane
czasy hamowania w zakresie prędkości od 1000 obr/min do zera
były rzędu 10 - 15s, co znacznie odbiega od wymagań.

5. Wnioski

1. Badania modelu sterownika potwierdziły słuszność przyjętej koncepcji rozwiązania z zastosowaniem mikroprocesora jednokładowego.
2. Uzyskane wyniki w zakresie rozruchu i biegu ustalonego silnika spełniają z niewielkim zapasem postawione wymagania.
3. Hamowanie elektrodynamiczne nie spełnia postawionych wymagań. Należy zastosować hamowanie przeciwprądem w zakresie prędkości poniżej 1000 obr/min. Wymaga to wprowadzenia zmian w programie sterującym.
Przy braku napięcia zasilania silnik powinien być hamowany ciernie przy użyciu luzownika elektromagnetycznego.
Sygnał sterujący tym luzownikiem o napięciu 24V i prądzie max. 0,5A będzie wytwarzany w sterowniku silnika.
4. Tranzystory mocy w obudowie metalowej TO3 zastosowane w modelu, będą zastąpione tranzystorami w obudowie TO 220, co zapewni zmniejszenie wymiarów sterownika.