

Katedra Energetyki

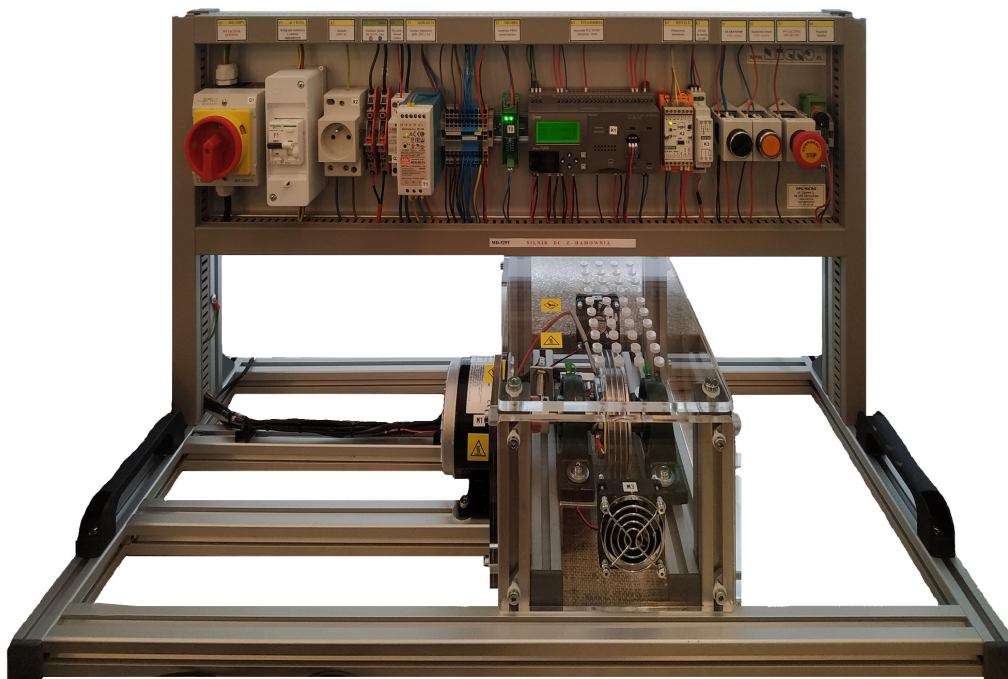
Laboratorium Mikrosilników
Elektrycznych

Temat ćwiczenia:

**Badanie silnika prądu stałego
z magnesem trwałym
MD-529T z hamownią**

dr inż. Konrad Zajkowski

Zestaw MD-529T jest stanowiskiem dydaktycznym przeznaczonym do badania właściwości silników prądu stałego. Stanowisko tworzy silnik prądu stałego połączony z układem hamulca proszkowego oraz oprogramowanie umożliwiające archiwizację danych. Sterowanie prędkością silnika odbywa się z wykorzystaniem zasilacza prądu stałego. Stanowisko zostało przedstawione na rys. 1.



Rys.1. Stanowisko laboratoryjne MD-529T

A. Zestawienie elementów

Część kontrolno-pomiarowa – kolejno:

- Q1 MX-320PY Wyłącznik główny
- F1 Wyłącznik różnicowy z członem nadprądowym (charakterystyka B, 10 A)
- X2 Gniazdo 230V AC
- X3 Zasilanie silnika DC, 0÷24V, max.14A (+, -)
- Q2 Stycznik w obwodzie zasilania silnika
- T1 MDR-60-24 Zasilacz impulsowy 24V, 2.5A, 60W
- T2 DRV8801 36V/1A Kontroler PWM prądu hamulca
- K1 FT1A-H40RSA Sterownik PLC, 24DI(6AI),16DO(1x4+2x4Rly +4Tr Source), 2xRS485/RS232,Eth
- K2 WDT11-U Przetwornik tensometru
- K3 HCP-03 Przetwornik PT100 na sygnał analogowy 0÷10V
- S1 START/STOP w obwodzie sterowania, LED-praca
- S2 Kasowanie awarii, LED-awaria
- S3 Wyłącznik awaryjny
- S4 Regulacja hamulca

Zespół hamowni z silnikiem DC:

- M1 ZY1016B2m1 Silnik DC komutatorowy 250W, 24V, 13.4A, 2750RPM
- M2, M3 Wentylatory 24V
- B1 NA27-005 Mostek tensometryczny 5kg 1mV/V
- B2 Czujnik PT100
- B3 Czujnik optyczny odbiciowy PNP NO, 10÷30 V DC
- F2 Termostat; NC; Topen:65°C; Tclos:40°C; 2.5A; 250V AC
- R3 Hamulec proszkowy 3 Nm; 100 W; 24VDC; 0.8 A

B. Obsługa stanowiska

Po włączeniu zasilania włącznikiem głównym Q1 i uruchomieniu oprogramowania na komputerze należy nawiązać komunikację ze stanowiskiem.

Przycisk pokrętny S1 załącza pracę stanowiska:

- załączenie hamulca R3,
- załączenie wentylatorów M2 i M3 (wentylatory zostaną także załączone automatycznie po nagraniu się hamulca).

Przycisk monostabilny NO żółty podświetlany pełni funkcję sygnalizacji i kasowania alarmu.

Zadajnik potencjometryczny S3 steruje pracą hamulca.

C. Zasilanie silnika

Silnik prądu stałego na stanowisku wymaga zewnętrznego źródła zasilającego. Zewnętrzne zasilanie należy podłączyć do zacisków bananowych na złączu X3, „+” do przewodu czerwonego, a „-” do przewodu czarnego.

Nie należy przekraczać parametrów znamionowych silnika.

D. Pomiary na stanowisku

Stanowisko jest wyposażone w oprogramowanie, które umożliwia archiwizację następujących danych pomiarowych ze stanowiska:

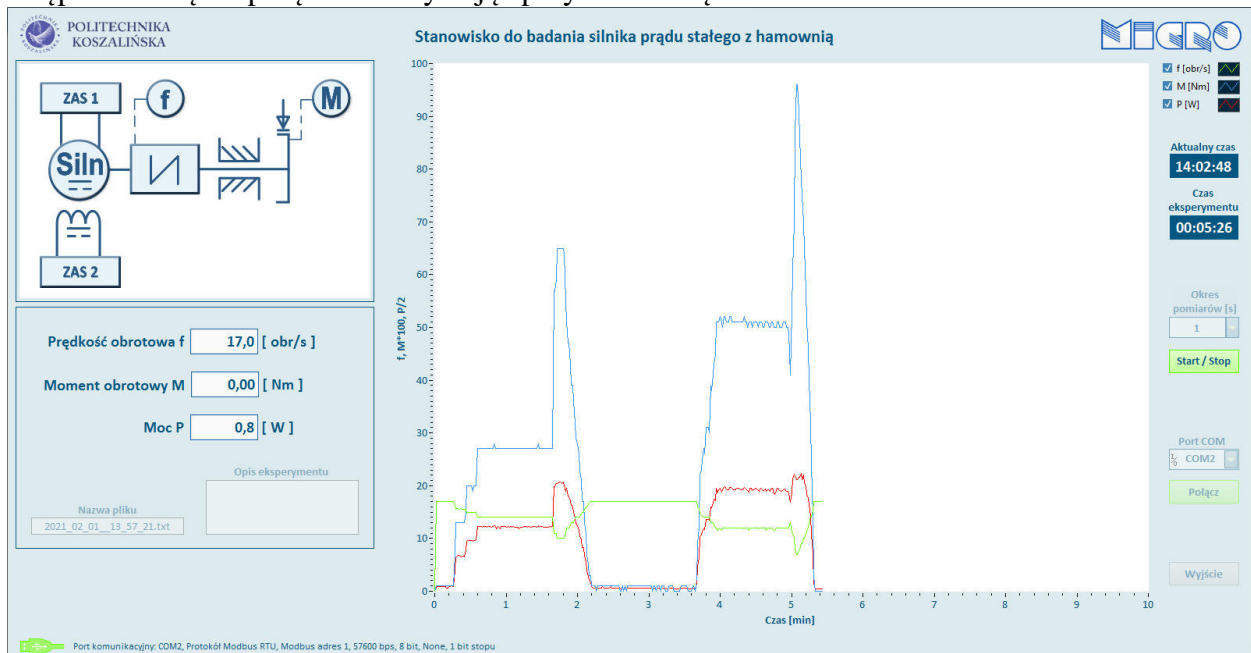
- prędkość obrotowa f [obr/s],
- moment obrotowy M [Nm],
- moc mechaniczna P [W].

Parametry elektryczne silnika – napięcie oraz prąd, można mierzyć odczytując wartości z zasilacza.

E. Oprogramowanie MD-Lab: MD-529T

Uruchomić aplikację MD-529T. Program domyślnie uruchamia się w trybie oczekiwania i próbuje nawiązać komunikację ze stanowiskiem na portach od COM0 do COM10.

Jeśli program nie nawiąże komunikacji automatycznie, to należy wybrać odpowiedni port COM, a następnie nawiązać połączenie używając przycisku Połącz.



Rys.2. Pulpit programu do obsługi MD-529T

Po nawiązaniu komunikacji należy uruchomić zapis do pliku przyciskiem Start/Stop, który po rozpoczęciu zapisu będzie podświetlony na zielono.

1. Wyznaczanie charakterystyk przy stałym napięciu

Celem ćwiczenia jest zbadanie zachowania zespołu: silnik prądu stałego z hamulcem przy zmiennym obciążeniu, a stałym napięciu zasilającym silnik. Podczas ćwiczenia silnik będzie zasilany ze stałymi ograniczeniami napięciowo-prądowymi. Podczas pracy zmieniane będzie obciążenie silnika.

Na podstawie zarejestrowanych danych wyznaczone zostaną charakterystyki prędkości obrotowej i sprawności w funkcji momentu obrotowego. Ostatecznie zostanie wyznaczona moc silnika przy określonej wartości napięcia zasilającego.

1. Włączyć program do obsługi stanowiska i nawiązać połączenie ze stanowiskiem.
2. Sprawdzić, czy pokrętko S4 ustawione jest na minimum, następnie włączyć pracę stanowiska przyciskiem S1. Jeżeli LED S1 nie świeci się, należy wyłączyć i ponownie włączyć S1.
3. Włączyć zasilacz i ustawić napięcie U podane przez prowadzącego (max.24V).
4. Pokrętkiem S4 ustawić obciążenie na zero.
5. Pokrętkiem S4 nastawić obciążenie i stopniowo zwiększając jego wartość zapisywać wartości zgodnie z tabelą pomiarową.
6. Pokrętkiem S4 wyłączyć obciążenie, następnie wyłącznikiem Q1 wyłączyć pracę stanowiska.

Lp.	f	M	P	I	U=const	P _e	η
	[obr/s]	[Nm]	[W]	[A]	[V]	[W]	[%]
1							
⋮							
12							

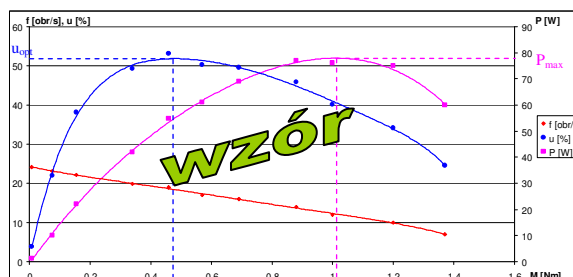
Obliczenia kontrolne: moc mechaniczna $P = M \cdot \omega$ [W], gdzie $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$.

Obliczenie mocy elektrycznej i sprawności silnika:

$$P_e = U \cdot I \text{ [W]}, \quad (1)$$

$$\eta = \frac{P}{P_e} \cdot 100 \text{ [%]}. \quad (2)$$

7. Na podstawie wyników pomiarowych i obliczeń wykreślić charakterystykę mechaniczną silnika $f = f(M)$, oraz pozostałe: $\eta = f(M)$, $P = f(M)$.
8. Z wykresów wyznacz moment obrotowy optymalny M_{opt} oraz P_{opt} , przy których sprawność silnika η_{opt} jest największa.
9. Wyznaczyć sprawność silnika η_{max} oraz moment M_{max} odpowiadające mocy maksymalnej P_{max} .
10. Przyjmując liniową charakterystykę $f = f(M)$, z linii trendu wyznacz równanie prostej. Następnie z tego równania wyznacz prędkość biegu jałowego f_0 (dla $M = 0$) oraz moment rozruchowy M_0 silnika (dla $f = 0$).
11. Sformułować wnioski.



2. Wyznaczanie charakterystyk przy stałym momencie

Celem ćwiczenia jest zbadanie zachowania zespołu: silnik prądu stałego z hamulcem przy stałym obciążeniu, a zmiennym sterowaniu silnikiem. Podczas ćwiczenia silnik będzie obciążony stałym momentem hamującym. Podczas pracy zmieniana będzie wartość napięcia zasilającego silnika.

Na podstawie zarejestrowanych danych wyznaczone zostaną charakterystyki prędkości obrotowej w zależności od napięcia zasilania.

1. Włączyć program do obsługi stanowiska i nawiązać połączenie ze stanowiskiem.
2. Sprawdzić, czy pokrętko S4 ustawione jest na minimum, następnie włączyć pracę stanowiska przyciskiem S1. Jeżeli LED S1 nie świeci się, należy wyłączyć i ponownie włączyć S1.
3. Włączyć zasilacz i ustawić zabezpieczenie prądowe na maksimum.
4. Dla niezerowej minimalnej prędkości obrotowej silnika ustawić moment obrotowy M na wartość podaną przez prowadzącego (max 1.2 Nm).
5. Stopniowo zwiększać napięcie U zasilające silnik i zapisywać parametry pracy zgodnie z tabelą pomiarową.
6. Jeśli w trakcie pomiarów moment hamujący będzie się zmieniał, na przykład przez zmianę pracy nagrzewającego się hamulca proszkowego, to należy go skorygować pokrętkiem S4.
7. Pomiary przerwać w momencie zatrzymania silnika, lub w chwili uzyskania napięcia znamionowego $U = 24$ V.
8. Powtórzyć pomiary dla innego momentu obrotowego.
9. Wyłączyć obciążenie i wyłączyć pracę stanowiska.

Lp.	f	$M = const$	I	U
	[obr/s]	[Nm]	[A]	[V]
1				
⋮				
10				

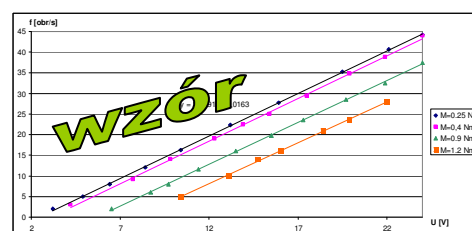
Lp.	f	$M = const$	I	U
	[obr/s]	[Nm]	[A]	[V]
1				
⋮				
10				

10. Wykreślić charakterystyki prędkości obrotowej f oraz prądu I dla wszystkich momentów M w funkcji napięcia U .
11. Dodać linie trendu (liniowa aproksymacja) oraz wyświetlić równanie linii trendu prędkości obrotowej $f = f(U)$ (równanie matematyczne opisujące linię aproksymującą typu: $y = ax - b$).
12. Wiedząc, że prędkość silnika DC zależy liniowo od napięcia:

$$f = \frac{U}{c \cdot \Phi} - \frac{R_t \cdot I}{c \cdot \Phi} [\text{obr/s}],$$

gdzie: c – stała zależna od konstrukcji maszyny,
 Φ – strumień magnetyczny magnesu trwałego
 R_t – rezystancja twornika,

wyznaczyć: 1. iloczyn $c \cdot \Phi$,
 2. iloczyn $R_t \cdot I$.



Do tych obliczeń wykorzystają porównania: $\frac{1}{c \cdot \Phi} = a$, $\frac{R_t \cdot I_0}{c \cdot \Phi} = b$.

13. Odczytać wartość napięcia rozruchu U_0 , która odpowiada zerowej prędkości obrotowej $f = 0$.

14. Sformułować wnioski.

3. Wyznaczanie maksymalnego momentu obrotowego

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie wartości maksymalnego momentu obrotowego silnika w zależności od napięcia zasilania.

1. Włączyć program do obsługi stanowiska i nawiązać połączenie ze stanowiskiem.
2. Sprawdzić, czy pokrętko S4 ustawione jest na minimum, następnie włączyć pracę stanowiska przyciskiem S1. Jeżeli LED S1 nie świeci się, należy wyłączyć i ponownie włączyć S1.
3. Włączyć zasilacz i ustawić zabezpieczenie prądowe na maksimum.
4. Przy zadanym napięciu zasilającym określić moment zatrzymujący silnik $M = M_{max}$. W tym celu należy stopniowo zwiększać obciążenie pokrętkiem S4 i obserwować wartość momentu obrotowego. Końcową wartość momentu powodującego zatrzymanie silnika należy zanotować w tabeli.
5. Stopniowo zwiększać napięcie zasilające silnik (max. 7V) i powtarzać pomiary zgodnie z punktem 4.
6. Wyłączyć obciążenie i wyłączyć pracę stanowiska.

Lp.	U	M_{max}
	[V]	[Nm]
1		
⋮		
10	7 V	

7. Na podstawie wyników pomiarowych wykreślić charakterystykę momentu maksymalnego silnika M_{max} w funkcji napięcia zasilającego U .
8. Po wykonaniu aproksymacji liniowej odczytać równanie funkcji, a następnie wartość momentu maksymalnego odpowiadającego napięciu znamionowemu 24 V.
9. Sformułować wnioski.