

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie <b>Laboratorium Aparatury Automatykacji</b>			
Numer i temat ćwiczenia: <b>Ćwiczenie 6. Asynchroniczny silnik klatkowy z falownikiem</b>			
Grupa ćwiczeniowa: <b>Wtorek 17:00-19:15</b> , Zespół: <b>3</b>			
Lp.	Imię i nazwisko	Ocena	Podpis
1.	Katarzyna Wątorska		
2.	Sonia Wittek		
3.	Karolina Świerczek		
Data wykonania ćwiczenia: <b>16.04.2019</b>			

## 1. Uproszczony schemat badanego układu:

Uproszczony schemat stanowiska został zaprezentowany na rysunku 1.



*Rysunek 1. Uproszczony schemat stanowiska (źródło: instrukcja).*

Układ składał się z silnika elektrycznego indukcyjnego klatkowego, falownika, zespołu przełączników (z potencjometrem do zadawania napięcia wejściowego, przełącznikami START/STOP, LEWO/PRAWO i BŁĄD), komputera PC z konwerterem USB-RS232

i oprogramowaniem Sinamics 4.4 Starter. Do pomiarów prędkości obrotowej silnika wykorzystywano tachometr laserowy.

## 2. Przebieg ćwiczenia:

Ćwiczenie rozpoczęliśmy od konfiguracji. Ustawiliśmy połączenie komputera z falownikiem, a w nowym projekcie skonfigurowaliśmy parametry silnika odpowiadające tym odczytanym z tabliczki znamionowej silnika. Następnie połączyliśmy komputer z falownikiem i utworzyliśmy tabelę do monitorowania zmiennych, w której mogliśmy obserwować częstotliwość, prędkość obrotową, napięcie na wejściu analogowym i napięcie na wyjściu falownika.

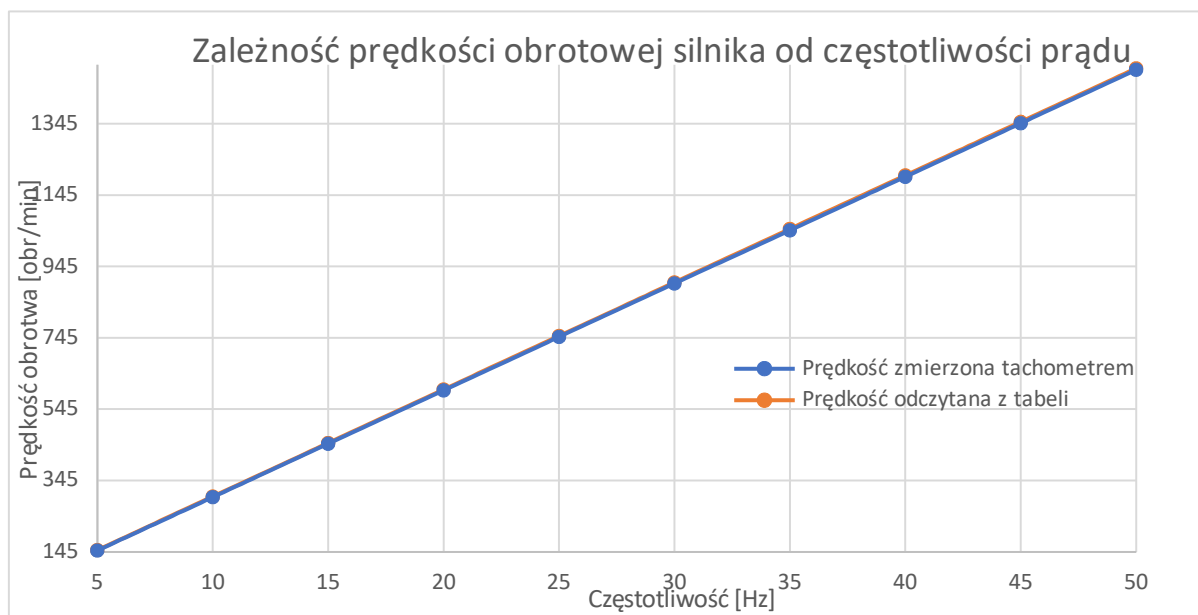
Name	Information	Display format	Status value	Control value	Unit	Condition	Data type
1 MICROMASTER_420.MICROMASTER_...	CO: Act. frequency	DEC-10	6.055716		Hz		REAL
2 MICROMASTER_420.MICROMASTER_...	Act. rotor speed	DEC-10	181.8201		rpm		REAL
3 MICROMASTER_420.MICROMASTER_...	Act. input of ADC [V]	DEC-10	1.251222				REAL

Rysunek 2. Tabela do monitorowania zmiennych (źródło: instrukcja).

W panelu sterującym przejęliśmy kontrolę nad napędem i przetestowaliśmy działanie silnika. Ponieważ silnik działał zgodnie z oczekiwaniami przeszliśmy do pomiarów zależności prędkości obrotowej od zadanej częstotliwości dla liniowej charakterystyki V/f. Częstotliwość zmienialiśmy w zakresie od 5Hz do 50Hz z krokiem 5Hz. Prędkość obrotową odczytywaliśmy zarówno z tabeli do monitorowania, jak i za pomocą tachometru.

Tabela 1. Zmierzone i odczytane prędkości obrotowe w zależności od zadanej częstotliwości.

Częstotliwość zadana [Hz]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Prędkość zmierzona tachometrem [obr/min]	148.7	298.2	447.9	597.4	747.4	897.1	1046	1196	1346	1496
Prędkość odczytana z tabeli [obr/min]	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
Różnica bezwzględna	1.3	1.8	2.1	2.6	2.6	2.9	4	4	4	4
Różnica względna	0.87%	0.60%	0.47%	0.43%	0.35%	0.32%	0.38%	0.33%	0.30%	0.27%



Rysunek 3. Prędkość obrotowa silnika w funkcji częstotliwości prądu - porównanie wyników.

Różnica pomiędzy wartościami zmierzonymi i odczytanymi wynika ze strat energii oraz błędów pomiarowych tachometru. Wyniki odczytane są wyliczone przez program na podstawie zadanych parametrów. Wartości zmierzone uwzględniają straty energii, która oprócz ruchu obrotowego silnika jest tracona na ciepło i dźwięk. Ponadto, pomiar wykonany za pomocą tachometru cechuje pewna niedokładność, wynikająca z nieprecyzyjnego wycelowania wiązki lasera w kierunku badanego obiektu.

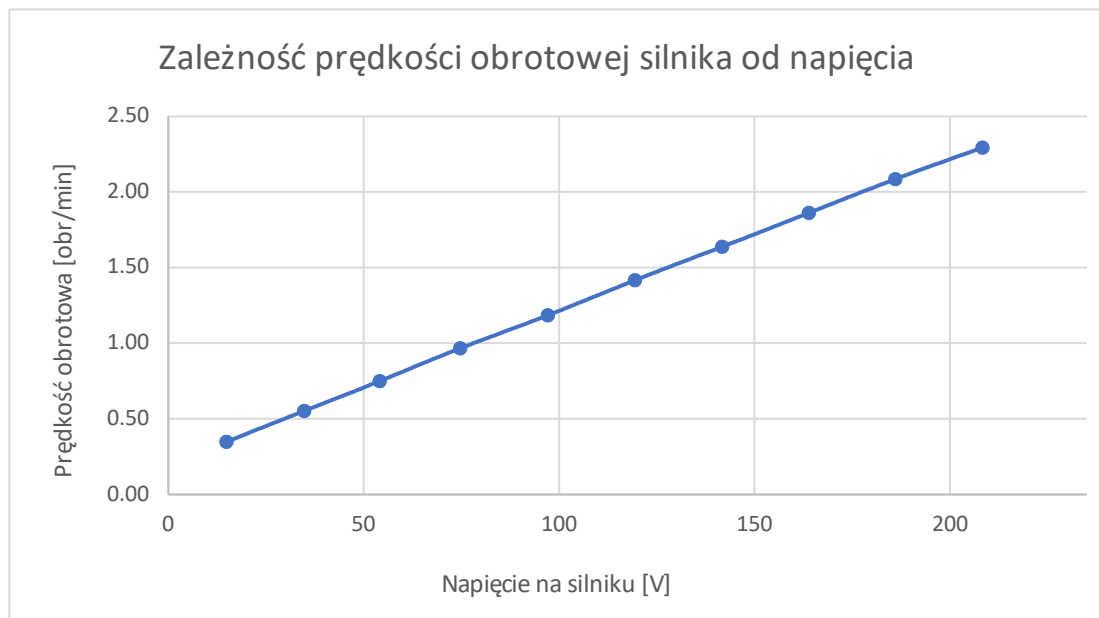
Następnie rozpoczęliśmy badać działanie przełączników, ustawiliśmy zakres napięcia regulowanego przez potencjometr na 0-10V. Używając przełączników i odczytując dane z tabeli do monitorowania oraz mierząc prędkość obrotową tachometrem zbadaliśmy zależność pomiędzy prędkością obrotową silnika i napięciem wejściowym dla charakterystyk

$\frac{v}{f}$  liniowej i parabolicznej. Napięcie zmienialiśmy w zakresie 0-10V z krokiem około 1V.

## Charakterystyka liniowa

Tabela 2. Zmierzone wartości napięcia, częstotliwości oraz prędkości obrotowej charakterystyki liniowej.

Napięcie zadane [V]	1.04	2.02	3.03	3.98	4.96	6.03	7.03	8.02	9.02	10.00
Prędkość obrotowa [obr./min]	152.5	303.2	452.8	595.2	740.1	901.8	1051	1200	1349	1496
Częstotliwość zmierzona [Hz]	5.09	10.12	15.15	19.94	24.73	30.15	35.12	40.12	45.08	50.00
Napięcie na silniku [V]	34.80	55.20	74.90	96.60	118.40	141.60	163.70	186.10	208.40	229.20

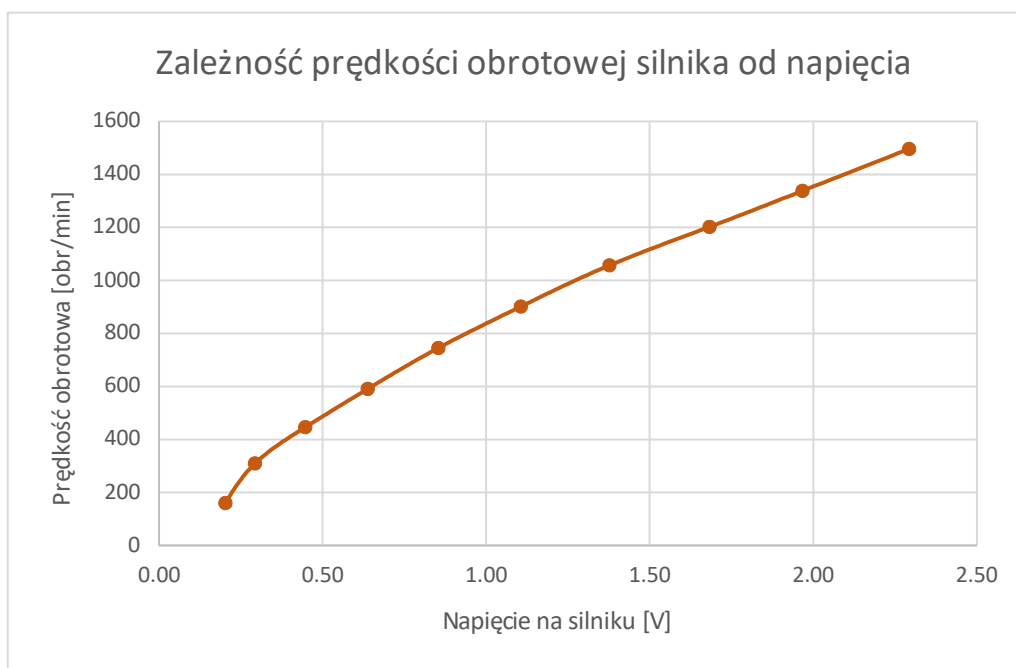


Rysunek 4. Liniowa charakterystyka zależności prędkości obrotowej od napięcia.

### Charakterystyka paraboliczna

Tabela 3. Zmierzone wartości napięcia, częstotliwości oraz prędkości obrotowej charakterystyki parabolicznej.

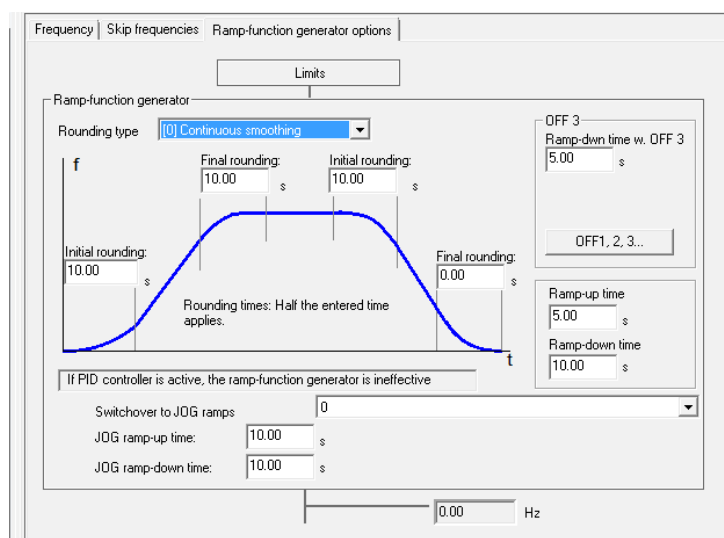
Napięcie zadane [V]	1.03	1.99	2.99	4.02	4.98	6.01	6.99	8.05	8.98	9.93
Częstotliwość zmierzona [Hz]	5.374	10.39	14.953	19.8	24.95	30.14	35.31	40.13	44.7	50
Prędkość obrotowa [obr/min]	160.2	309.6	446.5	590.8	745.1	901.5	1057	1202	1338	1496
Napięcie na silniku [V]	20.30	29.34	44.72	63.80	85.40	110.60	137.70	168.30	196.70	229.30



Rysunek 5. Paraboliczna charakterystyka zależności prędkości obrotowej od napięcia.

Ostatnim przeprowadzonym badaniem była obserwacja zachowania silnika w zależności od zdefiniowanych przez nas czasów rozbiegów i hamowania, a także innych czasów, w menu *Drive Navigator -> Limiter -> Ramp Function Generator Options*.

Zmieniałyśmy czasy tak, aby móc zaobserwować reakcję silnika na nowe ustawienia – tak jak się spodziewałyśmy *Ramp-up time* określał czas rozbiegu silnika, *Ramp-down time* - czas hamowania, a dodatkowe zmienne takie jak *Initial rounding* i *Final rounding* określały wygląd wykresu częstotliwości (a więc i prędkości silnika) od czasu.



Rysunek 6. Przykładowe wartości badanych parametrów.

### 3. Wnioski:

Obsługa oprogramowania SINAMICS 4.4 STARTER przysporzyła nam trochę trudności, zwłaszcza znalezienie odpowiednich funkcji. Praca z komputerem nie była zbyt wygodna, ze względu na jego wolne działanie oraz zajmujący trochę czasu proces wgrywania ustawień do falownika.

Udało nam się zaobserwować zależność liniową prędkości obrotowej od zadanej częstotliwości napięcia. Za regulację prędkości obrotowej odpowiedzialny był falownik, a podczas pomiarów zapoznaliśmy się z również działaniem tachometru laserowego.

Wybór sposobu sterowania falownikiem jest możliwy ze względu na użyty protokół komunikacyjny RS232.

Dowiedzieliśmy się, że charakterystyka napięcia na silniku i częstotliwości  $\frac{V}{f}$  może być liniowa lub paraboliczna. Silnik asynchroniczny umożliwił nam dość płynną regulację prędkości obrotowej w małym i średnim zakresie.