POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Wydział Mechatroniki**

# Sterowanie Napedów Maszyn i Robotów

Projekt 2

Autor: Michał Złotek

Zgodnie z wymaganiami projektu pierwszego dobrano przy pomocy narzędzia SIZER elementy wymienione na kolejnych stronach.

Są to przede wszystkim silnik indukcyjny firmy SIEMENS o mocy 0,79 kW zailany 3-fazowo napięciem 400V przewidziany do połączenia w gwiazdę. Silnik ten spełnia wymagania stawiane przez układ mechaniczny z pierwszego projektu przy założeniu 95% wykorzystania termicznego oraz wykorzystania dostępnego momentu . Co więcej silnik ten zaprojektowany został do spełnienia rygorystycznych norm wydajności IE3 (najwyższy poziom wydajności – premium).

Do efektywnego sterowania pracą tego silnika niezbędne będzie dobranie odpowiedniego przekształtnika częstotliwości. Do sterowania pracą przenośnika taśmowego teoretycznie wystarczyłby SINAMICS V20 pracujący w trybie sterowania U/f. Jest to jednak model bardzo okrojony pod względem protokołów komunikacyjnych, a sam projekt wymaga częstych przyspieszeń i ruszania pod obciążeniem, sugeruje to więc dobranie przekształtnika zapewniającego sterowanie wektorowe. Sterownikiem takim jest np. SINAMICS G120. Model ten obsługuje również standardowe protokoły komunikacyjne (PROFIBUS, PROFINET, USS, Modbus RTU). Możliwa jest przeprowadzenie łatwej i szybkiej parametryzajci przy użyciu oprogramowania STARTER czy integracja w środowisku TIA Portal.

Ponieważ projekt nie zakłada żadnych ograniczeń co do EMC, stopnia ochrony IP, źródła zasilania czy środowiska montażu (wysokość, wilgotność, temperatura) parametry te nie będą brane pod uwagę.

Jako jednostka sterująca wybrany został moduł CU250S-2 PN. Rozszerzenie PN oznacza możliwość komunikacji po profinecie. Sama jednostka umożliwia dodatkowo użycie nie jednego, a dwóch enkoderów, gdzie jeden jest mocowany na wale silnika, a drugi już za przekładniami. Podczas gdy pierwszy służy do określenia prędkości obrotowej wału, drugi umożliwia realizację zadań prostego pozycjonowania pod warunkiem zakupienia rozszerzonej licencji (6SL3054-4AG00-2AA0-Z E01). Dostępna jest również licencja dająca dostęp do rozszerzonych funkcji Safety Integrated, ale jako że projekt nie mówi nic na ten temat można założyć, że funkcje Safety są pomijalne.

Wspomniana jednostka sterująca jest również wyposażona w aż 11 wejść cyfrowych, 3 wyjścia cyfrowe, i po 2 wejścia i wyjścia analogowe. Jednostkę sterującą warto wyposażyć również w inteligentny panel operatorski (IOP), który umożliwi nie tylko łatwe uruchomienie, ale szybszą diagnostykę ewentualnych usterek. Do tego niezbędny będzie również zestaw połączeniowy do połączenia przekształtnika z programatorem.

Do wybranej jednostki sterującej należy dobrać również jednostkę mocy (PM). Wybrany silnik wymaga średniego prądu na poziomie 1,84 A oraz maksymalnego na poziomie 2,26 A. Do tych zastosowań wystarczy jednostka mocy PM240-2 0,75 kW. Zagwarantuje ona prąd na poziomie 2,20 A oraz prąd maksymalny 3,40 A. Mimo braku podanych wymagań dot. EMC, a właściwie z tego powodu lepszym wyborem będzie jednostka 6SL3210-1PE12-3AL1, która wyposażona jest w zintegrowany filtr klasy A. Jest to najmniejszy rozmiar obudowy FSA. Co prawda zapewnia ochronę jedynie na poziomie IP20, aczkolwiek jest to o tyle bez znaczenia, że w przypadku montażu przy maszynie dyrektywa maszynowa wymaga IP54, a jeśli miałby zostać zainstalowany w szafie, to sama szafa zapewni wyższy stopień ochrony. Tak jak wcześniej ekstremalne warunki otoczenia nie będą brane pod uwagę (duża wysokość montażu, wysoka temperatura, wilgotność).

Ponieważ układ ma pracować dynamicznie warto przewidzieć również rezystor hamujący, który pozwoli odprowadzić energię, powstającą w czasie, kiedy silnik będzie pracować w trybie pracy generatorowej, czyli podczas hamowania.

Do prawidłowej kontroli prędkości silnika należy zainstalować enkoder. CU250S-2 pozwala na wykorzystanie zarówno enkodera TTL jak i HTL, w tym przypadku można wybrać enkoder obrotowy 1XP8 (TTL).

Do połączenia silnika z przekształtnikiem niezbędny będzie odpowiedni kabel. Odpowiedni będzie kabel MOTION CONNECT 500.

Przechodząc do szczegółów dotyczących wybranego silnika, jego potencjał termiczny zostanie wykorzystany przy wymaganych przebiegach w 91,6%. Wykorzystane zostanie również 60,5% dostępnego momentu.

Zadanie stawiane przed tym projektem wymaga wykrycia ładunku na przenośniku oraz przeniesienie go o zadaną odległość.

Teoretycznie jest to możliwe do zrealizowania bez użycia zewnętrznych czujników. Zakładając, że przenośnik byłby cały czas w ruchu, możliwa byłaby do stworzenia logika, która porównywałaby aktualny prąd pobierany przez silnik z prądem biegu jałowego. Jeśli byłby on większy znaczyłoby to, że pojawiło się obciążenie. Następnie przy wykorzystaniu funkcji pozycjonowania i dodatkowego enkodera możliwe byłoby przesunięcie taśmy o zadaną odległość (można to również zrealizować czasowo bez użycia enkodera).

Bardziej konwencjonalną metodą będzie jednak użycie dwóch czujników optycznych.

Zadaniem pierwszego z nich będzie wykrycie obiektu w miejscu początkowym, a drugiego w miejscu końcowym.

Wystarczające do tego celu będą czujniki firmi Pepperl-Fuchs np. BB10-P-F1/25/33/35/102/115-7m. Czujnik taki składa się z emitera i odbiornika. Emiter wysyła wiązkę światła (w tym przypadku wiązkę podczerwoną) i jeśli odbiornik jest w stanie je odebrać oznacza to, że pomiędzy nimi nie ma żadnych przeszkód.

Zaproponowany czujnik umożliwia wykrywanie w zakresie od 0 do 3 m, a więc przy przeciętnej szerokości taśmy wynoszącej około 60cm będzie to zakres całkowicie wystarczający.

Jeśli chodzi o logikę sterowania to można ją stworzyć przy użyciu wolnych bloków funkcyjnych jednostki sterującej (FFB) oraz technologi BICO. Zakładając użycie czujnika jako czujnik typu Dark ON (zgodnie z nazewnictwem producenta) czujnik wystawi stan wysoki przy przecięciu wiązki przez obiekt. W związku z tym należy wyjście pierwszego czujnika połączyć do jednego z wejść cyfrowych CU i poprzez odpowiednią parametryzację i wykorzystanie bloku funkcyjnego AND utworzyć logikę, która uruchomi silnik, kiedy zostanie wystawiony stan wysoki poprzez czujnik oraz nadrzędny przycisk uruchomiający całe urządzenie (również podłączony do wejścia cyfrowego). Należy do tego celu wykorzystać również blok RS, który zapewni pracę silnika nawet po zdjęciu sygnału z czujnika. Należy ustawić prędkość referencyjną zgodnie z maksymalną prędkością jaką ma osiągać układ. Następnie czas rampy przyspieszania ustawić zgodnie z projektem na 5 sekund, tak samo jak czas ramy hamowania.

Wiedząc, że silnik ma rozpocząć hamowanie po 29,75m, aby pozostać w zgodności z profilem prędkościowym to tam należy umieścić drugi czujnik. Podłączając go do kolejnego z wejść cyfrowych CU i wykorzystując jako wejście zerujące bloku RS uzyskamy kompletną logikę sterowania.