

# Projekt maszyny do piaskowania automatycznego

*Piaskarka, której dotyczy opisywana modyfikacja, została zakupiona jako używana z uszkodzoną instalacją elektryczną. Przedstawiony projekt dotyczy jedynie wymiany sterowania elektrycznego. W artykule opisano sposób działania maszyny oraz rozwiązanie służące do jej sterowania, wykorzystujące sterownik PLC firmy Mitsubishi.*

Piaskarka służy do czyszczenia zużywających się części maszyn poddawanych następnie procesowi regeneracji. Zanim jednak zostaną zregenerowane, muszą zostać dokładnie oczyszczone z resztek odczynników chemicznych. Takie oczyszczanie odbywa się w procesie piaskowania. Aby zwiększyć wydajność produkcji, do piaskowania używa się piaskarki w aplikacji powodującej maksymalne zautomatyzowanie procesu. Jej zastosowanie podnosi wydajność produkcji, poprawia bezpieczeństwo i higienę pracy oraz daje czas na inne czynności pracownikowi, który dawniej był na przysłowiowe 110% zajęty piaskowaniem.

Pokazana na fotografii tytułowej piaskarka składa się z oświetlonej hermetycznej kabiny, w której znajduje się obrotowy stół (fotografia 1). Na tym stole operator umieszcza czyszczony element. Stół obrotowy jest umieszczony na prowadnicach umożliwiających jego swobodne przesuwanie. Prędkość obrotowa stołu jest regulowana w zakresie 0...20 obrotów/minutę.

Proces piaskowania odbywa się za pomocą ramienia poruszającego się w jednej osi. Ramię porusza się w kierunku przód tył. Na ramieniu

**Fotografia 1. Stół obrotowy piaskarki**



są umieszczone dwie dysze, przez które wydobywa się piasek ze sprężonym powietrzem. Każda z dysz ma oddzielny komplet zaworów służący do podawania piasku ze sprężonym powietrzem. W czasie uruchamiania piaskarki okazało się, że najlepszą wydajność uzyskuje się przy jednoczesnej pracy obu dysz. Po zakończeniu piaskowania przez 60 sekund stół obraca się i jest uruchomiona dodatkowa dysza podająca sprężone powietrze, które to powoduje oczyszczenie obrabianego detalu z drobin piasku.

Piasek opada na dół kabiny, gdzie jest filtrowany i zasysany poprzez podciśnienie wytworzone przez wentylator wyciągowy do cyklonu. Cięższe ziarna piasku, nadające się do ponownego wykorzystania pozostają w cyklonie, natomiast mniejsze wraz z pyłem wędrują do zespołu filtrów. Co pewien interwał czasowy, ustawiany za pomocą menu serwisowego, do wewnątrz filtrów jest wpuszczane sprężone powietrze oraz dodatkowo filtry są wstrząsane za pomocą siłownika pneumatycznego w celu oczyszczenia. Po zakończeniu procesu piasek odzyskany w cyklonie jest zrzucany do komory, skąd jest pobierany do czyszczenia kolejnego detalu.

W dolnej części zespołu filtrów znajduje się pojemnik, do którego spadają zanieczyszczenia. Po zakończonej pracy poziom zapełnienia pojemnika jest sprawdzany przez czujnik pojemnościowy, ustawiony w taki sposób, aby reagował na zużyty materiał.



Fotografia 2. Sterownik PLC z serii FX3G zastosowany w projekcie

### Sterownik PLC, wejścia i wyjścia

Sterowanie maszyny realizowane jest poprzez sterownik programowalny PLC. W tym przypadku został użyty sterownik firmy Mitsubishi Electric serii FX3G (fotografia 2). Jest to sterownik z serii kompaktowej, nadający się idealnie do średnich aplikacji. Sterowniki współpracują z modułem 8 wyjść cyfrowych FX2N-8EYT-ESS.

Sterownik pracuje w logice PNP. Jego wyjścia są odłączane w czasie zatrzymania awaryjnego poprzez zdejmowanie potencjału z zacisków COM.

Wejścia sterownika PLC są dołączone do następujących sensorów i włączników:

- Czujnik osi ramienia w lewej pozycji.
- Czujnik osi ramienia w prawej pozycji.
- Czujnik pozycji bazowej osi ramienia.



Fotografia 3. Wygląd szafy elektrycznej sterownika

- Włącznik krańcowy sygnalizujący lewą pozycję maksymalną.
  - Włącznik krańcowy sygnalizujący prawą pozycję maksymalną.
  - Czujnik ciśnienia powietrza.
  - Przyciski „start auto”, „stop auto”, „głowica lewo”, „głowica prawo”.
  - Przełączniki „ręka/automat” i „nr programu”.
  - Wyjście statusu przekaźnika bezpieczeństwa.
  - Czujnik sygnalizujący wypełnienie rury zasypowej.
- Wyjścia sterownika PLC załączają następujące urządzenia:
- Silnik wentylatora.
  - Silnik napędzający stół obrotowy.
  - Start głowicy.
  - Głowica tył.
  - Zawór główny.
  - Zawór piasek.
  - Zawór powietrze.
  - Oświetlenie kabiny.
  - Odmuchiwanie (oczyszczanie) stołu.
  - Sygnalizator awarii.
  - Czyszczenie filtrów, dysze 1...4.
  - Czyszczenie filtrów – zawór urządzenia powodującego wstrząsanie filtrem.

Dla zrozumienia zasady działania oraz jej zilustrowania w materiałach dodatkowych do artykułu na serwerze ftp można znaleźć schemat ideowy połączeń elektrycznych. Widok szafy elektrycznej pokazano na fotografii 3.

### Sterowanie

Schemat elektryczny urządzenia jest typowy dla takiej aplikacji. Jednostką sterującą jest wspomniany sterownik PLC z dołączonym ekranem HMI służącym do parametryzowania urządzenia. Praca urządzenia musi być możliwa również wtedy, gdyby panel HMI został uszkodzony, więc piaskarkę wyposażono w przyciski do uruchomienia trybu automatycznego oraz selektor do wyboru numeru receptury (1, 2, 3). Za regulację szybkości przesuwu głowicy piaskującej odpowiada falownik. Jeden sygnał sterujący oznacza sygnał startu, gdzie poziom wysoki oznacza start napędu, natomiast zmiana poziomu logicznego z „0” na „1” na drugim wejściu falownika oznacza zmianę kierunku napędu. Sygnał szybkości pracy zadawany jest poprzez potencjometr umieszczony wraz z skalą na drzwiach szafy elektrycznej. Za regulację szybkości obrotowej stołu odpowiada napęd prądu stałego. Rozwiązanie takie zostało zastosowane z uwagi na konieczność zastosowania małogabarytowego silnika, z możliwością pracy bez chłodzenia umieszczonego pod stołem obrotowym.

Napęd wymaga podania jedynie sygnału startu oraz – podobnie jak wcześniej opisany falownik – sygnału napięciowego z potencjometru do zadawania szybkości. Oba napędy mają wbudowany tak zwany „przełącznik zdrowia”, normalnie zamknięty w czasie pracy. Szeregowe połączenie styków powoduje podawanie napięcia na wejście sterownika tylko wtedy, jeśli oba sterowniki napędu działają poprawnie.

Napęd głowicy piaskującej jest realizowany za pomocą przekładni liniowej. Przekładnia taka jest zbudowana z silnika asynchronicznego AC, reduktora, prowadnicy, paska napędowego, który jest połączony z głowicą. Aby głowica poruszała się w bezpiecznie w polu roboczym, zastosowano dwa czujniki indukcyjne służące do zmiany kierunku głowicy oraz dwie krańcówki typu NC powodujące zatrzymanie napędu głowicy w momencie, gdy ta znajdzie się w obszarze zabronionym.

Instalacja pneumatyczna jest sterowana za pomocą wyspy zaworowej, która podaje powietrze na odpowiednie zawory wykonawcze maszyny. Za bezpieczeństwo maszyny odpowiada przekaźnik bezpieczeństwa. Zbiera on stany z wyłączników bezpieczeństwa (grzybków) oraz krańcówek umieszczonych na wszystkich drzwiach maszyny. Po zadziałaniu któregośkolwiek z urządzeń zatrzymania awaryjnego następuje zatrzymanie pracy maszyny wraz z odłączeniem wyjść

sterownika PLC. Ponowne uruchomienie procesu jest możliwe po odblokowaniu wyłączników bezpieczeństwa (grzybków), pozamykaniu i zablokowaniu wszystkich drzwi maszyny i zresetowaniu odpowiednim przyciskiem przekaźnika bezpieczeństwa.

**Obsługa piaskarki**

Interfejs użytkownika zbudowano z użyciem panelu operatorskiego LSI5 XP30. Za jego pomocą obsługuje się piaskarkę w trybie pracy ręcznej (rysunek 4) oraz automatycznej (rysunek 5).

Tryb pracy ręcznej służy do ewentualnego poprawienia operacji piaskowania, w sytuacji, gdy detal po obróbce w trybie automatycznym nie był dokładnie oczyszczony. Ten tryb jest też pomocny przy



**Rysunek 4. Piaskarka w trybie pracy ręcznej**



**Rysunek 5. Piaskarka w trybie pracy automatycznej**

	Label Name	Data Type
1	NazwaProg	Word(Signed)[0..7]
2	CzasPracyMin	Word(Signed)
3	CzyszczenieWPrzerwa	Word(Signed)
4	Pozycja1	Double Word(Signed)
5	Pozycja2	Double Word(Signed)
6	CzasPrzerwyMin	Word(Signed)
7	Krotnosc	Word(Signed)
8	CzasPracySek	Word(Signed)
9	CzasPrzerwySek	Word(Signed)
10	CzasPracyMinWent	Word(Signed)
11	CzasPracySekWent	Word(Signed)
12	CzasPracyMinCzyszczenie	Word(Signed)
13	CzasPracySekCzyszczenie	Word(Signed)

**Rysunek 6. Struktura danych używana w programie sterownika**

usuwaniu usterek. Pozwala na szybkie uruchamianie poszczególnych komponentów piaskarki celem ich przetestowania przez pracownika technicznego.

Tryb pracy automatycznej służy do wykonania zaprogramowanego cyklu pracy automatycznego. Cykle pracy i przerwy, programowalne z poziomu receptury, są konieczne z uwagi na bardzo duże zapotrzebowanie na sprężone powietrze. Parametry nastawiane przez pracownika to: czasy przerwy i pracy oraz liczbą zapętleń wykonywanych operacji piaskowania. Dodatkowo, w zależności od wielkości obrabianego detalu, operator ustawia czas działania wyciągu zużytego piasku oraz czas oczyszczania filtrów po zakończeniu procesu. Przewidziano 3 receptury technologiczne, które z uwagi na ograniczenia użytego panelu HMI zdecydowałem się zaimplementować w sterowniku PLC.

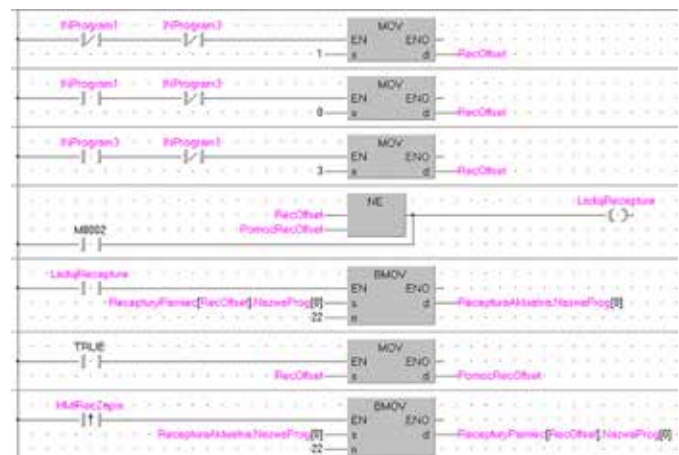
**Implementacja receptur w sterowniku PLC**

Wyobraźmy sobie proces technologiczny jako zespół parametrów. Parametry te mogą zmieniać się w zależności od wybranej receptury, pozwalając na wykonywanie pewnych operacji bądź nie. Parametry charakteryzujące dany proces technologiczny przedstawmy w postaci struktury danych. Dla opisywanej maszyny struktura taka ma postać jak na rysunku 6. Zaletą typów strukturalnych jest to, że mogą zawierać zmienne różnego typu oraz tablice zmiennych. Zmienne z tej struktury wyświetlamy z możliwością edycji na panelu HMI maszyny i te zmienne służą również do wykonywania programu w sterowniku PLC.

W tym momencie jesteśmy w stanie wykonać podobną strukturę, którą zadeklarujemy jako zmienną tablicową o 3 elementach (3 receptury technologiczne). Strukturę nazwiemy *RecepturyPamięć* i umieścimy koniecznie w przestrzeni pamięci podrzeczywistej sterownika PLC. W tym momencie, przy wykryciu zmiany numeru receptury, kopiujemy daną recepturę z pamięci na obszar roboczy nazwany *RecepturaAktualna*. Podczas edycji receptury wykonujemy operację odwrotną, czyli wykonujemy kopię parametrów z przestrzeni roboczej do aktualnego numeru receptury zapamiętywanej. Wyżej opisaną funkcjonalność można zrealizować za pomocą kodu pokazanego na rysunku 7.

W networkach 1...3, za pomocą kombinacji wejść sterownika, ustawiamy odpowiedni numer receptury technologicznej. W networku 4 wykrywamy zmianę numeru receptury. W tym celu, następną operacją jest przypisanie do zmiennej pomocniczej wartości numeru aktualnie wybranej receptury – zmienna *RecOffset*. Network numer 6 w momencie wykrycia zmiany aktualnie wybranej receptury powoduje przesłanie za pomocą instrukcji, przesunięcia bloku danych BMOV zawartości wybranej receptury z pamięci podrzeczywistej do receptury aktualnej, wyświetloną na panelu HMI.

Po załadowaniu wybranej receptury i wystartowaniu maszyny, program zacznie wykonywać odliczanie czasu pracy i sekwencyjne załączanie urządzeń zgodnie z zadanymi parametrami czasowymi.



**Rysunek 7. Program wybierający i zmieniający recepturę**

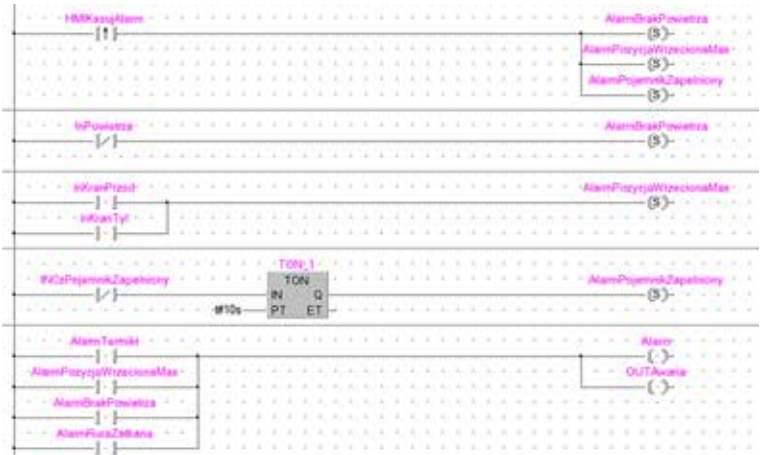
W czasie trwania programu na ekranie wyświetla się czas pozostający do końca procesu.

VAR_GLOBAL	AlarmTemniki	Bit	...	M10
VAR_GLOBAL	AlarmPozycjaWrzescionaMax	Bit	...	M11
VAR_GLOBAL	AlarmBrakPowietrza	Bit	...	M12
VAR_GLOBAL	AlarmRuraZatkana	Bit	...	M13

### Implementacja alarmów w sterowniku PLC i HMI

Aby sterowanie maszyny było kompletne, należy obsłużyć alarmy mogące pojawić się w czasie pracy. W tym przypadku możliwych alarmów jest bardzo niewiele, co znacząco upraszcza ich obsługę. Listę alarmów pokazano na rysunku 8. Każdy z Alarmów jest zmienną typu Bit z przypisanym adresem M10...M13. W momencie wystąpienia odpowiedniego poziomu logicznego na wejściu sterownika sterownik, rejestruje on alarm oraz uruchamia wyjście sterującą syreną alarmową, uruchamianą w celu przywołania operatora. Co ważne, każdy z alarmów przerywa proces automatyczny. W momencie wystąpienia alarmów osiągnięcia pozycji krańcowej głowicy piaskującej, jest możliwość pracy głowicy w przeciwnym kierunku, aby w trybie ręcznym operator mógł powrócić głowicą na pole robocze.

Rysunek 8. Lista alarmów



Rysunek 9. Kod PLC odpowiadający za rejestrowanie alarmów (bit HMIKasujAlarm służy do skasowania zatrzaśniętego alarmu z poziomu HMI, bit Alarm służy do zatrzymywania piaskarki)

Kod PLC odpowiadający za rejestrację alarmów pokazano na rysunku 9. Z punktu widzenia HMI, aby opisany kod był użyteczny dla operatora maszyny, zastosowano wbudowaną w panel funkcjonalność obsługi alarmów typu Flow Alarm (rysunek 10). Każdy z adresów bitowych sterownika ma przypisany odpowiedni numer komentarza z tabeli komentarzy. W momencie wystąpienia awarii operator w górnej części HMI zaobserwuje przesuwający się tekst z treścią alarmu.

Flow Alarm Settings

Device count: 4

Alarm Device:  Continuous  Single

Flow Alarm Option

No. of alarm occurred: 0

Background color: [Color Picker]

Message position: Top of screen

Font size: 28

Display Mode:  Redraw at occurred  After current display list

No	Device	Data Type	Bit Condition	Text Table Name	Text Index	Preview
1	M0010	BIT	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	Text Table_02	0	
2	M0011	BIT	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	Text Table_02	1	
3	M0012	BIT	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	Text Table_02	2	
4	M0013	BIT	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	Text Table_02	3	

Rysunek 10. Użycie funkcjonalności Flow Alarm

### Podsumowanie

W krótkim artykule opisuję jedynie zarys sterowania maszyną. W kolejnych artykułach będę opisywał inne maszyny pokazując inne ciekawe rozwiązania, aby czytelnik mógł poza zapoznaniem

się z zasadą działania maszyny, poznawać pewne rozwiązania stosowane w automatyce.

Tomasz Świontek  
tomekfx@o2.pl

REKLAMA

## CHEMIA, NARZĘDZIA, MATERIAŁY ZUŻYWALNE

### Materiały zużywalne DEK:

- ⇒ rolki czyszczące
- ⇒ bezpylne patyczki
- ⇒ szpatułki do pasty SMD

### Ekranowanie EMI (Zipper-Technik)

- ⇒ osłony ekranujące
- ⇒ z plecionych tkanin, folii aluminiowej, kompozytów

- ⇒ narzędzia ESD: cążki, nożyczki, pęsety
- ⇒ maty antystatyczne ESD i opaski ESD
- ⇒ rękawiczki
- ⇒ preparaty chemiczne

Odwiedź  
[www.sklep.semicon.com.pl](http://www.sklep.semicon.com.pl)

ul. Zwolenńska 43/43a 04-765 Warszawa ☎ 22 615 73 71 ✉ info@semicon.com.pl

