

Janusz FLASZA¹
Marek DRAB²

SYSTEMY MECHATRONICZNE W PRZEMYSŁE W ASPEKCIE STANOWISKA LABORATORYJNEGO WSPOMAGANEGO KOMPUTEROWO

Dynamiczny rozwój wszelkich dziedzin życia człowieka jest ściśle powiązany z dziedzinami nauki potocznie zwanymi mechatroniką i informatyką. Mechatronika w dziedzinie układów napędowo-sterujących podlega ciągłemu dynamicznemu rozwojowi. Stwarza pole do testowania coraz to nowszych, bardziej efektywnych, skutecznych rozwiązań. Obecnie, w znacznej mierze rosną wymagania co do jakości, elektro-oszczędności, niezawodności i funkcjonalności urządzeń i systemów wchodzących w skład procesu technologicznego. Dlatego też mechatronika łączy w sobie mechanikę, elektronikę, informatykę, w celu stworzenia funkcjonalnego współdziałania i przestrzennej integracji komponentów, modułów i systemów w jedną całość. Wydaje się być słusznym ukierunkowanie laboratoriów w szkolnictwie technicznym do praktycznych stanowisk odzwierciedlających procesy przemysłowe w takim stopniu, aby Student kończący studia mógł biegłe poruszać się w procesie produkcyjnym rzeczywistym, a jednocześnie wnosił nowe rozwiązania poznane na laboratoriach do przemysłu. W prezentowanym artykule przedstawiamy rzeczywiste stanowisko laboratoryjne Samplera próbek wykonane w ramach Studenckiego Koła Naukowego Modelowania Układów Elektromaszynowych.

MECHATRONIC SYSTEMS INDUSTRY IN THE ASPECT OF THE POSITION OF LABORATORY COMPUTER-AIDED

The dynamic development in all areas of human life is closely linked to the fields of science commonly referred to as mechatronics and computer science. Even in the immediate vicinity and devices for everyday use, you can meet many examples of closely linked with the broader aspect. Mechatronics in the field of drive systems-control subject to continuous dynamic development. Today, largely increasing quality requirements, electro-savings, reliability and functionality of devices and systems comprising the process. It seems to be a legitimate focus of laboratories in technical education to practical industrial processes reflect the positions of the extent to graduating student can fluently move in a real production process, while also requested a new address known to the laboratory to industry.

¹Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, 42-200 Częstochowa, Al. Armii Krajowej 17, tel./fax.: + 48 34 3250, e-mail: januszflaszka@o2.pl

²Cementownia Warta SA, 98-355 Działoszyn ul. Przemysłowa 17, Trębaczew, e-mail: skoda1000mb@poczta.onet.pl

1. WSTĘP

Dynamiczny rozwój wszelkich dziedzin życia człowieka jest ściśle powiązany z dziedziną nauki potocznie zwaną mechatroniką. Nawet w najbliższym otoczeniu i urządzeniach codziennego użytku spotykamy się z wieloma przykładami ściśle powiązanymi z tym szeroko rozumianym aspektem.

Dzięki zastosowaniu nowych technologii i materiałów, mechatroniczne napędy elektro-pneumatyczne są odporne na przeciążenia długi okres eksploatacji, wibracje, wysoką temperaturę i zanieczyszczenia. Przy standardowym okresie eksploatacji wynoszącym ponad 1 milion cykli przełączania przewyższają wszelkie inne napędy. Są łatwe w montażu i obsłudze, nie wymagają stałej konserwacji, nie zanieczyszczają środowiska, a poza tym mają korzystny stosunek mocy do masy. Ograniczają koszty związane z użytkowaniem i są o wiele tańsze w porównaniu z innymi rodzajami napędów. Patrząc przez pryzmat dotychczasowego rozwoju techniki, należy wyciągnąć wniosek, że budowanie urządzeń, układów, systemów będących wytworem zgodnym z zasadami mechatroniki jest drogą mającą szeroką perspektywę rozwoju.

2. WPLYW STANOWISK LABORATORYJNYCH NA KSZTAŁCENIE

2.1. Aspekty mechatroniki

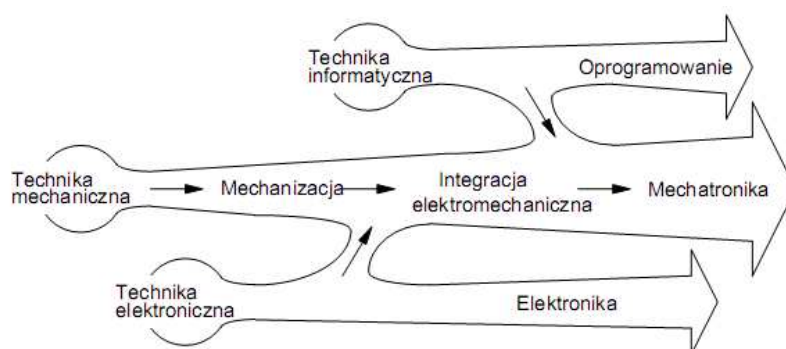
Kształcenie dla przyszłości jest celem nadrzędnym, jakim powinny kierować się Uczelnie, szczególnie techniczne. Poprzez prowadzone zajęcia na laboratoriach można przybliżyć problemy współczesnej nauki i techniki. Wymagane jest więc posiadanie przez Uczelnie sprzętu laboratoryjnego z najwyższej półki. Jest wiele rozwiązań technicznych pozwalających w sposób modułowy skompletowanie stanowisk laboratoryjnych w różnych dziedzinach nauk technicznych. Istotnym jednak procesem jest proces projektowania, budowy i walidacji stanowiska laboratoryjnego wzorowanego na obiekcie rzeczywistym z przemysłu. To tu można zaobserwować wiele procesów, zależności i rozwiązań, które analizując w zespole pozwalają wydobyć procesy towarzyszące w liniach produkcyjnych i dokonać dogłębnej ich analizy od strony technicznej i informatycznej.

Ze względu na szybki rozwój elektroniki i informatyki szczególnie w wielu gałęziach przemysłowych sale laboratoryjne winny być tak wyposażone, aby można w nich było konstruować samodzielnie modele pozwalające obserwować procesy technologiczne, jakie zachodzą w przemyśle. Do takich rozwiązań doskonale wpisuje się mechatronika.

Jednym z podstawowych celów mechatroniki jest optymalizowanie ruchów urządzeń mechanicznych przy wykorzystaniu osiągnięć, jakie wnosi rozwój elektroniki i informatyki. Głównym aspektem i jednym z ważniejszych zadań tej rozwijającej się dziedziny jest wydzielenie funkcji poszczególnych grup składowych danego urządzenia w celu osiągnięcia optymalnych rozwiązań. Ta nowatorska koncepcja postrzegania zadań i dróg do osiągnięcia optymalnych efektów owocuje nowoczesnymi konstrukcjami urządzeń technicznych. Daje również możliwości pracy zespołowej nad jednym projektem, dzieląc poszczególne zadania, lub funkcje urządzenia w odrębne opracowania, by móc potem połączyć je w jeden spójny działający obiekt.

Nie istnieje jeden i jednoznacznie przyjmowany za obowiązujący model mechatroniki. Złożoność zagadnienia i ciągłe zmiany zachodzące w technice i technologii nie pozwalają na sformułowanie jednego i ostatecznie brzmiącego określenia opisującego model

mechatroniki. Jednakże nie obywa się bez prób opisanego tego zjawiska w jedną całość. Jednym z przykładów jest następujący opis rys.2.1, który przedstawia ewolucję mechatroniki.



Rys.2.1. Ewolucje mechatroniki, [1].

3. KONCEPCJA MODELU LABORATORYJNEGO

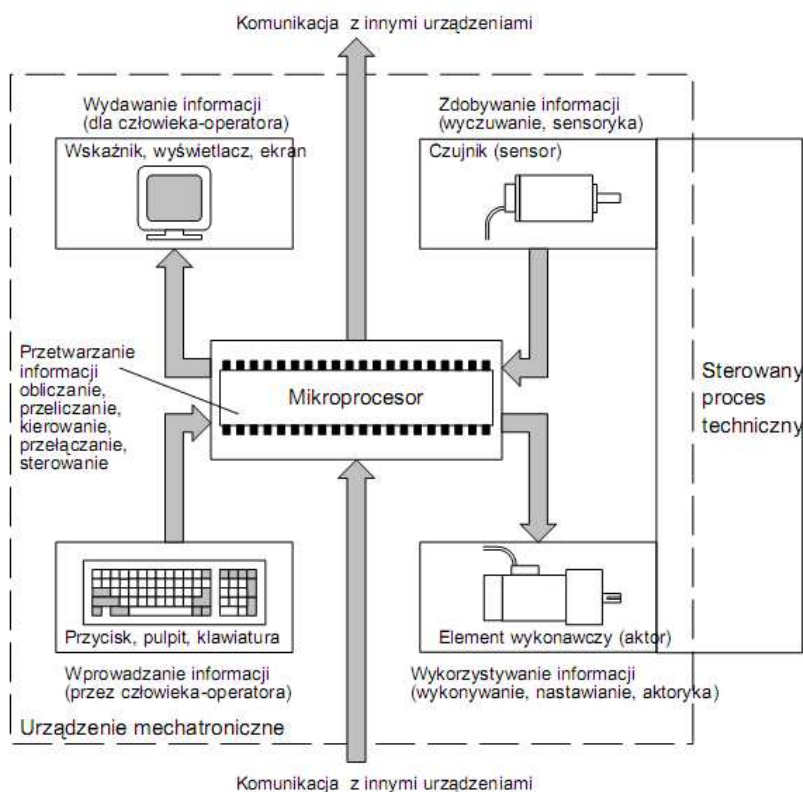
3.1. Cel pracy

Ideą pierwotną tej pracy był proces wieloosobowego współdziałania w jednym projekcie, którego wynikiem jest otrzymanie złożonego modelu, na podstawie którego możliwe byłyby praktyczne jak i teoretyczne eksperymenty z napędami elektromechanicznymi.

Skuteczność pracy i osiągnięcie celu wymagało planu pracy. Założyliśmy następujące etapy pracy:

- zbudowanie na podstawie praktycznych urządzeń pracujących w Cementowni Warta S.A. jak i innych dostępnych danych, modelu mechanicznego Samplera próbek materiałów sypkich;
- wyposażenie modelu mechanicznego w napędy pozwalające na wykonanie praktycznych etapów samplingu;
- wykonanie instalacji sterowania zgodnej z wymaganiami BHP, stosując układy zabezpieczeń zwarciovych, przeciążeniowych jak i awaryjnego wyłączenia;
- zastosowanie elektronicznych układów zabezpieczających przed przeciążeniem napędy elektryczne;
- zastosowanie wizualizacji stanów gotowości, pracy jak i awarii urządzenia;
- wybranie koncepcji sterowania mikroprocesorowego;
- napisanie program sterujący modelem;
- wykonanie schematów elektrycznych, rysunków mechanicznych, które mają wejść w skład DTR;
- zastosowanie nowoczesnych czujników, lub też umożliwić rozbudowę układu o dodatkowe sensory, aktry, nowe koncepcje sterowań, komunikacji, sygnalizacji;
- ukazanie możliwości i przykładów nowych rozwiązań i koncepcji.

Pod pojęciem systemu mechatronicznego należy rozumieć nie tylko składowe elementy materialne układu, ale również wzajemne ich współdziałanie, konfigurację oraz sposób przetwarzania informacji i wykonywania programu sterującego.



Rys.3.1. Koncepcja urządzenia mechatronicznego, [2].

4. KONCEPCJA PROGRAMU STERUJĄCEGO

4.1. Główne założenia

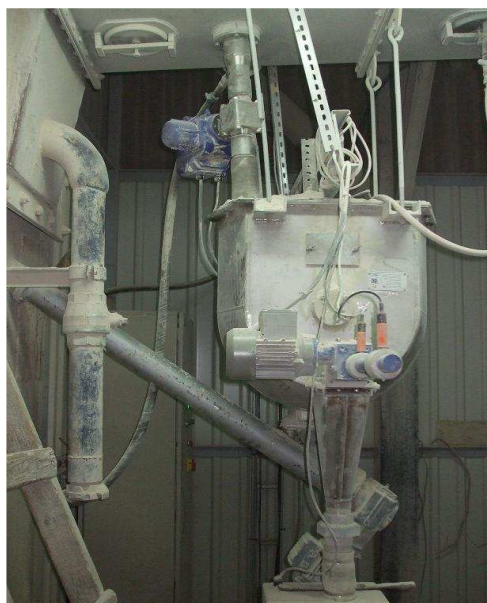
Głównym założeniem przy projektowaniu sterowania mikroprocesorowego było stworzenie programu przyjaznego obsłudze, a jednocześnie spełniającego podstawowe założenia samplingu. Pierwotnie sterownik mikroprocesorowy miał tworzyć mikroprocesor Atmega 32, gdyż łatwość dostępu i niska cena przemawiała za zastosowaniem tego typu rozwiązania. Wykonana wersja testowa sterownika w aplikacji bez obciążeń stycznikowych i wejść przekaźnikowych sprawnie realizowała wszystkie zadania. Po podłączeniu do układu sterowania elektrycznego na skutek przepięć i zakłóceń łączeniowych następowało zawieszanie programu. Zastosowana separacja optyczna wyjść i wejść mikroprocesora nie zapewniała stabilnej pracy. Istotnym problemem prawdopodobnie jest sam projekt płytki montażowej, prowadzenie mas i rozmieszczenie elementów. Podjęcie ponownej próby

przeprojektowania płytki sterownika i wykonanie nowej wersji ze względu na krótki pozostały czas do końcowej realizacji projektu nie zyskał aprobaty. Zdecydowaliśmy zastosować fabryczny sterownik programowalny firmy Siemens LOGO!12/24RC plus DM8 12/24 (AC/DC). Dostęp do programu Logo!Soft Comfort V6.1 i szerokiej dokumentacji tego sterownika, po analizie potrzebnych wejść i wyjść potwierdziło iż spełni on w pełni nasze potrzeby. LOGO! Siemens jest w stanie obsługiwać 24 wejścia cyfrowe DI i 16 wyjść DO ma możliwość sterowania PWM, a także regulator PID, funkcje arytmetyczne i szybkie wejścia liczące. Posiada także wejścia analogowe i jest w stanie komunikować się za pomocą modułów komunikacji AS Interface, lub EIB/KNX Interface jako slave. Dzięki modułowej budowie dopasowanie do konkretnego zadania jest proste i ekonomiczne. W naszym przypadku został w pełni wykorzystany.

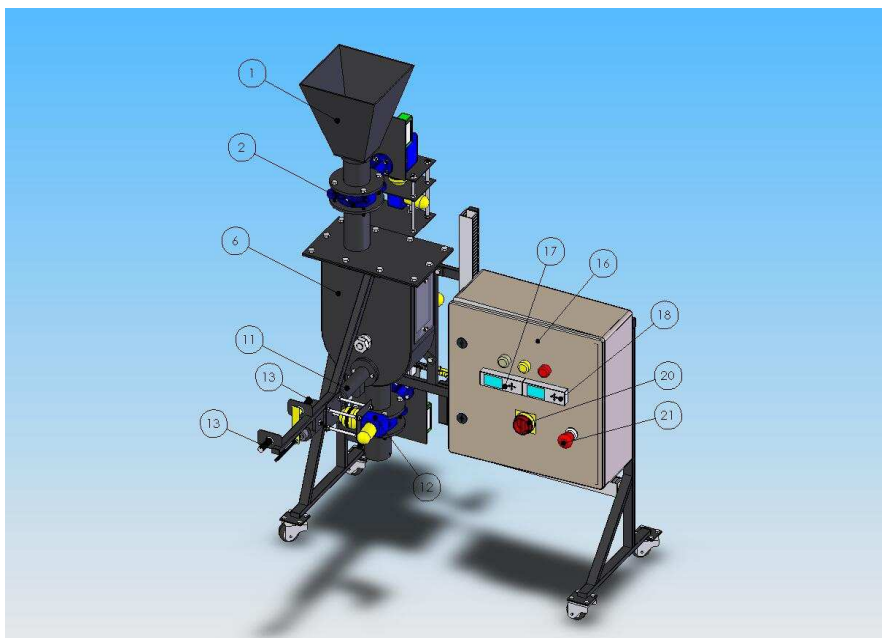
5. REALIZACJA STANOWISKA

Realizacja projektu przyniosła założone cele. Efektem pracy jest ciekawy pod względem dydaktyczno-eksperymentalnym dynamiczny model samplera próbek. Pełna dokumentacja DTR, szczegółowe rysunki konstrukcyjne stanowią podstawę do wprowadzania nowych zmian i dalszej pracy nad koncepcjami poszczególnych bloków.

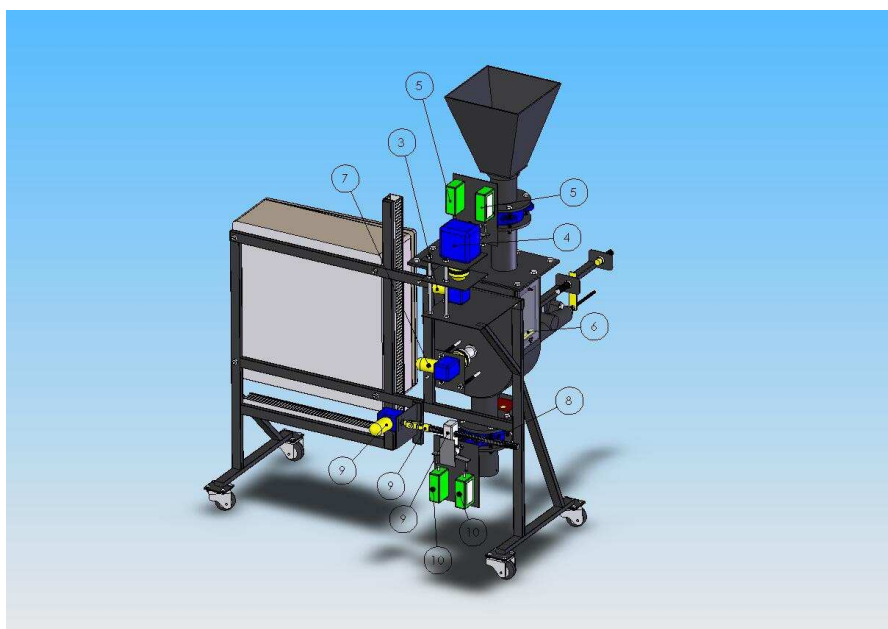
Koncepcja konstrukcji mechanicznej została oparta na przykładzie konstrukcji samplera pracującego w „Cementowni WARTA S.A.” w Działoszynie rys. 5.1.



Rys. 5.1. Sampler mąki surowcowej urządzenie rzeczywiste, [opr. wł.].



Rys.5.2. Model Samplera próbek, model 3D, widok z przodu, [op.wł].



Rys.5.3. Model Samplera próbek, model 3D, widok z tyłu, [op.wł].

Opis modelu:

1. Lej zasypowy – umożliwia podanie materiału podlegającego procesowi samplingu – w rzeczywistym urządzeniu zastępuje go zazwyczaj taśma, lub rynnna aeracyjna transportująca materiał poddawany badaniu.
2. Zasuwa zasypowa – p oprzez jej otwarcie na ściśle określony czas można w pełni sterować ilością surowca dostającego się do komory mieszalnika.
3. Silnik zasowy zasypowej – służy do napędzania wału zasowy zasypowej
4. Przekładnia kątowna zasowy zasypowej – została zastosowana w celu zmniejszenia prędkości zmian położenia zasowy zasypowej
5. Wyłączniki krańcowe zasowy zasypowej – informują urządzenie sterujące o zamknięciu i otwarciu zasowy zasypowej, jak również poprzez przekaźnik pomocniczy fizycznie rozłączają obwód zasilania silnika napędzającego w celu zapobiegnięcia zniszczeniu urządzenia w przypadku awarii lub zakłóceń w pracy sterownika.
6. Komora mieszalnika i mieszadło – realizują proces uśredniania kolejnych pobranych próbek surowca poprzez dokładne ich wymieszanie.
7. Silnik mieszadła – silnik napędzający mieszadło.
8. Zasuwa opróżniająca – zasowa służąca do opróżnienia komory mieszalnika po zakończeniu cyklu.
9. Silnik oraz przełożenie napędu zasowy opróżniającej – zapewnia napęd osi zasowy opróżniającej.
10. Wyłączniki krańcowe zasowy opróżniającej - informują urządzenie sterujące o zamknięciu i otwarciu zasowy opróżniającej, jak również poprzez przekaźnik pomocniczy fizycznie rozłączają obwód zasilania silnika napędzającego w celu zapobiegnięcia zniszczeniu urządzenia w przypadku awarii lub zakłóceń w pracy sterownika.
11. Pobierak próbek – jego ramie wsuwane jest do komory mieszalnika w celu pobrania uśrednionej próbki materiału przeznaczonego do badania. W chwili powrotu tłoka pobieraka w pozycję spoczynkową, materiał odsypywany jest do odpowiedniego pojemnika.
12. Silnik pobieraka próbek – zapewnia napęd dla pobieraka próbek.
13. Czujniki indukcyjne pełniące funkcję wyłączników krańcowych pobieraka – dają sygnał do urządzenia sterującego w chwili, gdy tłok pobieraka znajduje się w pozycji skrajnej, jak również poprzez przekaźnik pomocniczy fizycznie rozłączają obwód zasilania silnika napędzającego w celu zapobiegnięcia zniszczeniu urządzenia w przypadku awarii lub zakłóceń w pracy sterownika.
14. Miejsce na pojemnik dla pobranej próbki – metalowe naczynie odbierające próbkę z pobieraka
15. Czujnik indukcyjny obecności pojemnika – informuje urządzenie sterujące o obecności pojemnika na pobraną próbkę.
16. Szafa sterownicza – szafa, w której znajdują się elementy zasilające, sterujące, zabezpieczające oraz komutacyjne takie jak:
 - transformator bezpieczeństwa 9V
 - transformator bezpieczeństwa 24V/12V
 - mostki prostownicze na napięcie 9V, 12V i 24V
 - wyłączniki nadmiarowo prądowe

- przekaźnik obwodu bezpieczeństwa
 - zespół przekaźników wyłączników krańcowych i czujników indukcyjnych
 - zespół styczników sterujących silnikami napędowymi
 - sterownik programowalny PLC
 - moduł zabezpieczeń silnikowych
 - lampki sygnalizacyjne
 - wyłącznik główny
 - wyłącznik awaryjny
 - przycisk kasowania awarii
 - listwy i przewody łączeniowe
17. Sterownik programowalny PLC – urządzenie sterujące pracą samplera materiałów sypkich – czasem trwania cyklu, ilością pobieranych próbek, czasem ich pobierania i uśredniania. Umożliwia również edycję oraz podgląd ustawień i parametrów cyklu z własnego panelu kontrolnego.
18. Mikroprocesorowy moduł zabezpieczeń silnikowych – urządzenie mikroprocesorowe monitorujące na bieżąco wielkość prądu pobieranego przez silniki, sterujące i interweniujące w przypadku nie spełnienia zadanych kryteriów. Urządzenie jest w pełni autonomiczne i może zostać użyte również w innych aplikacjach. Wyposażone zostało w wyświetlacz ciekłokrystaliczny oraz w enkoder obrotowo-impulsowy umożliwiający sprawną edycję ustawień urządzenia.
19. Sygnalizacja świetlna stanu urządzenia – lampki sygnalizacyjne informujące o aktualnym stanie urządzenia. Są to, kolejno od lewej strony: Sygnalizacja gotowości do pracy (załączana w momencie kiedy urządzenie nie pracuje i spełnione są odpowiednie warunki, takie jak: obecność pojemnika, odpowiednie pozycje zasowy zasypowej i opróżniającej oraz pobieraka), sygnalizacja pracy urządzenia, oraz sygnalizacja awarii (uaktywniana w momencie zadziałania wyłącznika bezpieczeństwa – światło ciągłe, lub w innych sytuacjach awaryjnych nie wymagających całkowitego wyłączenia zasilania np. w momencie zadziałania zabezpieczenia silnikowego – światło przerywane).
20. Wyłącznik główny.
21. Wyłącznik bezpieczeństwa.

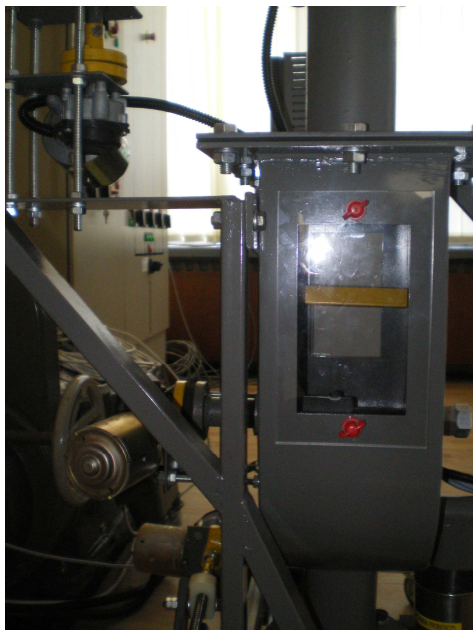
Model rzeczywisty jaki został osiągnięty jest przedstawiony na rys. 5.4 do 5.6.



Rys.5.4. Model rzeczywisty Samplera próbek.



Rys.5.5. Model rzeczywisty Samplera próbek, część próbująca.



Rys.5.6. Model rzeczywisty Samplera próbek, komora mieszalnika.

Zaprojektowany i zbudowany model samplera materiałów sypkich przeznaczony jest do zademonstrowania procesu automatycznego pobierania i uśredniania próbek materiałów sypkich. Dzięki rzeczywistym odpowiednikom stosowanym w przemyśle podnosi się efektywność, dokładność i jakość pobieranych próbek. Przez w pełni zautomatyzowany proces pobierania i uśredniania materiału, mamy pewność, że otrzymamy w pełni obiektywną próbkę. Zastosowanie programowalnego układu sterującego PLC umożliwia w prosty i szybki sposób skonfigurowanie urządzenia według naszych oczekiwań. Jednocześnie mamy pełną kontrolę i podgląd na to, co jest wykonywane w danej chwili. Rozbudowany układ zabezpieczeń układu elektromaszynowego umożliwia zatrzymanie pracy w ułamkach sekundy po wystąpieniu stanów niewłaściwych.

6. WNIOSKI

Obecnie w znacznej mierze rosną wymagania co do jakości, elektro-oszczędności, niezawodności i funkcjonalności urządzeń i systemów wchodzących w skład procesu technologicznego. Dzięki zastosowaniu nowych technologii i materiałów mechatroniczne napędy elektro-pneumatyczne są odporne na przeciążenia długi okres eksploatacji, wibracje, wysoką temperaturę i zanieczyszczenia. Układy mechatroniczne są łatwe w montażu i obsłudze, nie wymagają stałej konserwacji, nie zanieczyszczają środowiska, a poza tym mają korzystny stosunek mocy do masy. Ograniczają koszty związane z użytkowaniem i są o wiele tańsze w porównaniu z innymi rodzajami napędów. Wprowadzenie „możliwości rozwoju” budowanego modelu Samplera próbek sypkich było

jednym z przewodnich aspektów tej pracy, gdyż zbudowanie w pełni funkcjonalnego i całkowicie zautomatyzowanego modelu jest sprawą pod względem finansowym bardzo kosztowną. Dlatego też stopniowa rozbudowa modelu jest ciekawym rozwiązaniem. Pozwoli innym Studentom na wprowadzenie nowych koncepcji i lepszych rozwiązań wykorzystując podstawową bazę modelu. Wybrany przykład modelu Samplera próbek materiałów sypkich jest z punktu widzenia mechatroniki dobrym przykładem urządzenia, w którym można zastosować wiele ciekawych, praktycznych, a zarazem dydaktycznych rozwiązań. Pozwala na wprowadzanie zmian i na eksperymentalne próby nowych dodatkowych członów (np. dołożenie pneumatyki transportu próbek, zastosowanie napędów liniowych, sterownika PLC itp.). Sama idea samplingu (pobieranie pojedynczych próbek w dziedzinie czasu) jak i metody jej rozwiązania stanowi ciekawy materiał warty poznania. Wykonanie funkcjonalnego modelu, który może być przykładem jednego z wielu możliwych praktycznych rozwiązań, stał się dla nas wyzwaniem z którym chcieliśmy się zmierzyć. Praca ta także pozwoli na praktyczne wykorzystanie i dokładne poznanie układów sterowania napędów prostych, zasad i norm jakie muszą spełniać, a także zapoznanie się z programami stosowanymi w projektowaniu schematów. Zastosowanie mikroprocesora do sterowania układu będzie możliwością poznania praktycznych aspektów i warunków z jakimi musi współpracować układ mikrokontrolera.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Kajitani M.: *Advanced information society and mechatronics*, 1989.
- [2] Gawrysiak M.: *Mechatronika i projektowanie mechatroniczne*, Wyd. Pol. Białostockiej, Białystok, 1997.