**Włodzimierz Jankowski**

# Ewolucja technologiczna w pracowniach mechatronicznych w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego

Początki przygody z mechatroniką na świecie sięgają roku 1969 kiedy to japońska firma Yaskawa Electric Corporation wprowadziła ten termin jako swoją nazwę handlową chronioną prawnie od roku 1971. Początkowo odwoływano się jedynie do rozwiązań w obszarze auto-focusu w lustrzankach fotograficznych. W roku 1982 firma zrezygnowała z ochrony terminu, ponieważ okazało się, że zaczął on funkcjonować w znacznie szerszym obszarze znaczeniowym i funkcjonalnym niż pierwotnie zakładano.

W Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego bardzo szybko zauważono, iż takie traktowanie techniki to nie tylko innowacja, ale również przyszłość. Okazało się, że przyszłość niezupełnie tak odległa. Traktowanie mechatroniki interdyscyplinarnie prowadzi w efekcie do osiągnięcia celów o wiele bardziej złożonych technicznie niż gdyby traktować te obszary rozdzielnie.

Pierwszym krokiem było powstanie pierwszej pracowni mechatronicznej. Projekt jak na rok 1996 jak najbardziej wizjonerski i nowatorski. Było to wówczas pierwsze tego typu przedsięwzięcie w skali kraju. Sam termin mechatronika zupełnie niezrozumiały i tak samo odległy jak robot kojarzący się bardziej z bohaterem powieści science-fiction niż z fizycznym urządzeniem pracującym w przemyśle. Początkowo powstały cztery stanowiska zaopatrzone w aluminiowe płyty umożliwiające szybki, laboratoryjny montaż elementów. Umożliwiały budowę układów sterowania pneumatycznego i elektropneumatycznego. Przemysłowe elementy sterujące i wykonawcze zaopatrzono w podstawki z tworzywa sztucznego, ułatwiające zamocowanie na profilowanych płytach. Dopełnieniem było oprogramowanie FluidSim służące do projektowania układów sterowania i, co najważniejsze, posiadające symulator działania zaprojektowanego systemu . Narzędzie umożliwiało również dobieranie parametrów pracy elementów sterujących np. prędkości wysuwania się tłoczyska siłownika, ciśnienia panującego w układzie zasilania w powietrze czy masy, jaką tłok siłownika musi przesunąć lub podnieść.

Obok obszaru pneumatyki pracownię wyposażono w dwa stanowiska techniczno-dydaktyczne do budowania układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych. Czas pokazał, że hydraulika siłowa stanowi bardzo szeroki obszar działalności technicznej. Najbardziej widoczne są te rozwiązania, które możemy zobaczyć w dużych maszynach drogowych lub

rolniczych. Okazuje się jednak, że to tylko czubek góry lodowej tych zastosowań. Stosowane są bardzo często w sytuacjach, gdzie potrzebne są duże siły a stosowanie aktuatorów zasilanych pneumatycznie wiązałoby się z bardzo dużymi gabarytami takich rozwiązań. Wtedy na pomoc przychodzą moduły hydrostatyczne zaopatrzone w lokalny agregat hydrauliczny, odpowiedni element wykonawczy oraz moduł umożliwiający sterowanie za pomocą sieci przemysłowej.

Oczywiście mechatronika to również cały obszar zastosowań elektroniki w procesach sterowania, kontroli i przesyłania danych, czyli różnego rodzaju sterowniki programowalne PLC. Od samego początku istnienia pracowni bardzo duże znaczenie przykładano do umiejętności programowania i użytkowania tego typu urządzeń. Pierwsze kroki w tym obszarze stawiano wykorzystując moduły Festo serii FPC. Dołączone środowisko programistyczne umożliwiało pracę w języku podobnym do współczesnego Pascala lub Ansii C. Nieco później pojawiły się sterowniki Logo! Firmy Siemens . Oprogramowanie LogoSoft posiadało jak na owe czasy bardzo intuicyjny interfejs oraz pozwalało na programowanie przy użyciu elementów blokowych podobnych do tych, jakie możemy spotkać na schematach urządzeń elektronicznych. Nie bez znaczenia był również fakt możliwości sprawdzenia poprawności działania układu przy pomocy wbudowanego modułu symulatora sygnałów wejściowych i możliwości śledzenia przepływu sygnałów w trakcie pracy systemu.

Jako następny w pracowni pojawił się sterownik S7-200 firmy Siemens. Nowy element oferujący nowe możliwości. Interfejs programisty swoim wyglądem i strukturą funkcjonalną niewiele różni się od rozwiązań stosowanych obecnie. Użytkownik dostał narzędzie o dużych możliwościach: trzy języki programowania, możliwość stosowania podprogramów i przerwań, operacje logiczne na zmiennych, pierwsze narzędzia diagnostyczne, możliwość obserwowania on-line wykonywanych linii programu. Uruchomienie sterownika w trybie pracy krokowej wprowadziło zupełnie nowe podejście do testowania i analizowania pracy nowych układów.

Rzecz jasna nie można mówić o programowaniu sterowników w oderwaniu od elementów wykonawczych. Istniejące stacje dydaktyczne wykorzystywane do budowania układów elektropneumatycznych zostały przebudowane i zmodyfikowane pod kątem dołączenia do nich sterowników programowalnych. Powstały nowe moduły zawierające sterowniki z możliwością zamocowana ich na profilowanych płytach stanowisk i dokonywania połączeń przy pomocy laboratoryjnych przewodów elektrycznych będących na wyposażeniu.

Stacje techniczno-dydaktyczne w pracowni podlegają ciągłym przeobrażeniom aby nadążyć za zmianami technologicznymi. Najlepiej widać to na przykładzie manipulatora kartezjańskiego oraz stacji MPS modelującej fragment przemysłowego procesu technologicznego.

Manipulator składa się z trzech siłowników beztłoczyskowych. Początkowo zarządzany był za pomocą modułu FST 100 dostarczonego przez producenta - firmę Festo. Niedogodnością w użytkowaniu urządzenia był fakt, iż nie można było wyedytować kodu programu i dokonać jakichkolwiek zmian. Poza tym posiadał on tylko możliwość ręcznego sterowania i programowania poprzez wykonanie kolejnych ruchów siłownikami i zapamiętania stanu sygnałów czujników krańcowych siłowników osi X, Y i Z. Zastosowanie laboratoryjnego modułu ze sterownikiem S7-200 zupełnie zmieniło sposób pracy z urządzeniem i wprowadziło nowe możliwości w zakresie programowania obiektu.

Kolejna modyfikacja to zastosowanie sterownika S7-300. Zwiększenie dostępnych wejść i wyjść, wprowadzenie do układu dodatkowych czujników oraz modułu analogowego w sterowniku zaowocowało nowymi możliwościami w zakresie programowania układu. Zamiana elementów sterujących i zwiększenie ilości czujników położenia zwiększyło ilość punktów, w których może zatrzymywać się chwytak manipulatora. Stosując odpowiednich rozmiarów szachownicę, bez problemu można zaprogramować partię warcabów.

Drugą młodość technologiczną przeżyła wspomniana wcześniej stacja do modelowania fragmentu procesu technologicznego MPS. Zaprojektowana i zbudowana jako zestaw czterech modułów funkcjonalnych zarządzanych oddzielnymi sterownikami. Każdy z nich można zaprogramować oddzielnie i może on pracować samodzielnie. Do poprawnej pracy zespołu niezbędne jest przekazywanie sygnałów pomiędzy poszczególnymi sterownikami. Pierwotnie odbywało się to poprzez odpowiednie połączenia wykonane przewodami elektrycznymi na listwach przyłączeniowych. Takie rozwiązanie zastąpiono sterownikami S7-300 Siemensa pracującymi w sieci Profibus-DP, czyli dokładnie tak, jak odbywa się to w rozwiązaniach przemysłowych. Stworzono również pełną wizualizację pracy układu przy pomocy oprogramowania Wince, będącego pakietem narzędzi informatycznych typu SCADA opracowanego przez firmę Siemens.

Kolejnym w pełni autorskim rozwiązaniem zaprojektowanym i wdrożonym w obszarze tego typu działań było stworzenie drugiej pracowni mechatronicznej. Powstała ona w wyniku obserwacji rynku pracy i stanowiła wyjście naprzeciw oczekiwaniom pracodawców, co do umiejętności absolwentów szkół ponadgimnazjalnych. Okazało się mianowicie, że młodzi ludzie zupełnie dobrze dają sobie radę z projektowaniem układów mechatronicznych na

ekranie monitora, natomiast nie potrafią budować swoich projektów z fizycznych elementów przemysłowych pozbawionych obudowy laboratoryjnej. Problemy pojawiały się na etapie planowania czynności oraz podczas korzystania z narzędzi i materiałów montażowych. Dlatego pojawiła się koncepcja utworzenia następnej pracowni przeznaczonej dla uczniów klas programowo najwyższych oraz dorosłych osób uczących się jako miejsca kształtowania umiejętności niezbędnych do samodzielnej pracy zawodowej w przemyśle. Utworzono dziesięć autorskich stanowisk zbudowanych z takich samych profili maszynowych, jakich używa się do budowy linii montażowych w przemyśle. Ażurowa konstrukcja stołów umożliwia budowanie przestrzennych konstrukcji, a blacha perforowana umożliwia montaż elektrycznych listew przyłączeniowych oraz listew grzebieniowych do chowania przewodów elektrycznych. Każde stanowisko posiada własny zespół przygotowania powietrza, przemysłowy zasilacz 24 V i komputer z pełnym zestawem oprogramowania. Dzięki takiej konstrukcji montaż czujników, elementów wykonawczych, sterowników PLC oraz budowanie nawet złożonych układów mechatronicznych nie stwarza większych trudności.

Ofertę pracowni uzupełniono również o podstawowe zagadnienia dotyczące napędów elektrycznych, budowę i programowanie falowników małych mocy oraz budowanie układów mechatronicznych zawierających tego typu rozwiązania.

Ostatnim etapem rozbudowywania bazy techniczno-dydaktycznej jest uruchomienie dalszych dwóch pracowni.

Pierwsza z nich, to pracownia robotyki i napędów elektrycznych. Składa się z pięciu robotów przemysłowych Mitsubishi. Każde stanowisko wyposażone jest w panel dotykowy. Na kilkunastu komputerach przenośnych zainstalowano odpowiednie oprogramowanie do zarządzania urządzeniami. W oparciu o dodatkowy sterownik modułowy zbudowano sieć CCLink do zdalnej obsługi robotów przy pomocy przemysłowego panelu operatorskiego. Dwa stanowiska napędu elektrycznego z serwonapędami i sterownikami PLC uzupełnionymi o moduły szybkich liczników umożliwiają badanie i programowanie sterowania impulsowego.

Druga pracownia zawiera laboratoryjną wersję przemysłowego, elastycznego systemu wytwarzania. Funkcjonalność urządzeń jest w pełni przemysłowa. Różnica polega na mniejszej masie elementów poddanych procesom. Linia produkcyjna składa się z dwóch obrabiarek CNC z uchwytami pneumatycznymi, obsługiwanych przez siedmioosiowego robota przemysłowego. Elementy po poddaniu ich operacji toczenia i frezowania przenoszone są do magazynu linii transportowo-montażowej. Dookoła transportera przenoszącego elementy zlokalizowane są stacje montażu i magazynowania. Każdy element systemu może być programowany oddzielnie lub pracować jako całość. Do zarządzania

produkcją wykorzystano dwie sieci przemysłowe: Profibus-DP i AS-I. Nad całością czuwa oprogramowanie SCADA oferujące wizualizację i pełną kontrolę.