

**Katedra Systemów Decyzyjnych** została utworzona jako dydaktyczno-naukowa jednostka organizacyjna Wydziału Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki (ETI) w roku 2006 przez prof. dra hab. inż. Zdzisława Kowalczyka. Kadra, pochodząca głównie z Katedry Systemów Automatyki, swoimi dokonaniem wpisuje się w bogatą, ponad 40-letnią tradycję naszego Wydziału związaną z automatyką i teorią sterowania, której podwaliny tworzył profesor Jerzy Seidler i która kultywowana była później przez Instytut Cybernetyki Technicznej (1969-1970) oraz Instytut Informatyki (1970-1992). W wydziałowej historii tej dyscypliny wiodącą rolę pełniła zwykle jedna katedra, która przybierała kolejno nazwy: Katedra Teorii Sterowania i Informacji, Zakład Automatykacji i Obróbki Sygnałów, Zakład Systemów Automatyki, oraz Katedra Systemów Automatyki. Od 2006 roku, w odniesieniu do dyscypliny naukowej oraz kierunku kształcenia nazywanego Automatyką i Robotyką, funkcję taką wypełniają wspólnie dwie katedry: Katedra Systemów Decyzyjnych oraz Katedra Systemów Automatyki. W ramach tego kierunku Katedra Systemów Decyzyjnych rozwija specjalność Inteligentne Systemy Decyzyjne.



Rys. 1. Pracownicy KSD. Od lewej, górny rząd: dr inż. Janusz Kozłowski, dr inż. Henryk Kormański, dr inż. Andrzej Marcińczyk, dr hab. inż. Stanisław Mazurek, dr inż. Tomasz Białaszewski, dr hab. inż. Andrzej Dyka, mgr inż. Krzysztof Oliński, mgr inż. Mariusz Domżański, dr inż. Krystyna Rudzińska, Marian Hrywniak. Od lewej, dolny rząd: Anna Osadowska, prof. dr hab. inż. Zdzisław Kowalczyk, prof. zw. PG. Na zdjęciu nieobecni są doktoranci K. Duzinkiewicz, M. Drzewiecki, D. Węsierski, R. Pałubicki, P. Uruski (zdjęcie: W. Jędruch, M. Kowalczyk).

Kadrę katedry KSD stanowi 10 nauczycieli akademickich (pracowników naukowo-dydaktycznych) oraz 2 pracowników inżyniersko-technicznych. Ponadto z katedrą współpracuje 4 doktorantów. Badania prowadzone przez tę kadrę związane są z rozwojem teorii oraz inżynierskich metod i narzędzi realizowanych komputerowo w obszarze modelowania i identyfikacji, sterowania, diagnostyki i podejmowania decyzji. Szczegółowe badania naukowe, które prowadzone są przez pracowników Katedry, dotyczą m.in. sterowania procesami rzeczywistymi, przemysłowymi, finansowymi i ekonomicznymi, z wykorzystaniem nowoczesnych technik informatycznych oraz metod wywodzonych zarówno z klasycznego aparatu matematycznego, jak i metod inteligencji sztucznej i obliczeniowej (informatyka, systemy informacyjne i ewolucyjne, logika rozmyta, systemy ekspertowe, sieci neuronowe, etc.). Detekcja i rozróżnianie uszkodzeń w systemach, analiza i filtracja sygnałów, estymacja stanu obiektów dynamicznych, oraz zagadnienia optymalizacji procesów (sterowania pojazdami, planowania produkcji) i rozmaite aspekty sztucznej inteligencji, uzupełniają naukowo-badawczą charakterystykę Katedry.

Prowadzone prace naukowo-badawcze zaowocowały spektakularnymi osiągnięciami w dziedzinie sterowania predykcyjnego i adaptacyjnego, diagnostyki procesów przemysłowych, jak również w modelowaniu, identyfikacji i optymalizacji systemów. Takim wyróżnieniem są m.in. przyznane nagrody ministerialne oraz **Nagroda Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej**, zwana powszechnie 'Polskim Noblem', przyznana w 1999 roku profesorowi Z. Kowalczykowi za badania w dziedzinie nauk technicznych w zakresie automatyki za prace dotyczące *Projektowania adaptacyjnych układów sterowania procesami czasu ciągłego*. Dokumentacja dorobku naukowego katedry obejmuje ponad 450 publikacji, w których mieści się ponad 100 artykułów opublikowanych w czasopismach z dziedziny automatyki, systemów sterowania oraz przetwarzania sygnałów (z czego połowę stanowią artykuły w czołowych czasopismach zagranicznych), jak również ponad 10 monografii i książek, w tym książka pt. *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych* (WKŁ, 2002) współautorstwa docenta S. Mazurka oraz „biblia” diagnostyki technicznej wydana w języku



polskim pt. *Diagnostyka procesów – modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania* (PWN, 2002) i jej światowa wersja pt. *Fault Diagnosis. Models, artificial intelligence, applications* (Springer, 2004), współredagowane przez profesora Z. Kowalczyka.

Dydaktyczną specjalnością Katedry Systemów Decyzyjnych oferowaną aktualnie studentom Automatyki i Robotyki są **Inteligentne Systemy Decyzyjne**. Podobny kurs, traktowany jako specjalność uzupełniająca, proponowany jest dla studentów pozostałych kierunków dydaktycznych Wydziału ETI. Katedra współuczestniczy również w prowadzeniu bloku przedmiotowego Technika Cyfrowa i Mikroprocesorowa dla wszystkich studentów Wydziału ETI oraz w specjalności Komputerowe Systemy Automatyki, prowadzonej głównie przez siostrzaną Katedrę Systemów Automatyki.

**Automatyka i Robotyka** jest wyjątkową dziedziną interdyscyplinarną, dlatego w obiegowej opinii pokutuje pogląd, że jest nauką trudną, wymagającą ścisłego umysłu. Opiera się ona bowiem przede wszystkim na gruntownej wiedzy matematycznej i fizycznej. Dążąc do rozwiązania trudnych problemów technicznych – chętnie czerpie z osiągnięć współczesnej elektroniki, telekomunikacji i informatyki, elektrotechniki, oraz mechaniki i mechatroniki. Warto w tym miejscu przypomnieć, że to właśnie z potrzeby automatycznej realizacji złożonych obliczeń wzięła się koncepcja maszyny analogowej oraz cyfrowej, a stąd pojęcia komputera i informatyki. Wyjątkowość tej dyscypliny polega na konieczności integrowania w jedną spójną całość – nazywaną systemem automatycznego sterowania – rozwiązań z wszelkich dziedzin nauki i techniki. W związku z tym, wymaga ona od osób, które się nią zajmują, ciągłej otwartości i chęci uczenia się innych dyscyplin oraz nowych metod i technologii. Automatyka od początku swojego istnienia mieściła się pod pojęciem Cybernetyki, która przenosi w świat techniki genialne pomysły dostrzegane w otaczającej nas przyrodzie. Podejście takie zaowocowało współczesnymi koncepcjami Sztucznej Inteligencji i Inteligencji Obliczeniowej lub Przetwarzania Plastycznego oraz metodami optymalizacji związanymi z Algorytmami Genetycznymi i Ewolucyjnymi.

Efekty wdrożeń opracowanych przez specjalistów Automatyki i Robotyki często nie są na pierwszy rzut oka widoczne. Dociekliwi mogą się jednak zastanawiać, w jaki sposób, na przykład w samochodzie osobowym, systemy automatycznie sterują klimatyzacją, spalaniem paliwa czy zespołem bezpośrednio hamowania (ABS), w jaki sposób kontrolowany jest ruch okrętów w porcie, czy ruch lotniczy, na czym polega inteligencja budynku oraz innych użytecznych przyrządów lub urządzeń. Tego rodzaju problemami zajmują się właśnie m.in. automatycy. Dlatego warto gorąco polecić studiowanie tej profesji, która jest, co prawda, nauką wymagającą, ale jednocześnie dostarczającą olbrzymiej satysfakcji zawodowej.

Układy sterowania projektuje się w celu zautomatyzowania pracy urządzeń bez konieczności ingerencji człowieka w ich działanie. Właściwością adaptacyjnych układów sterowania jest natomiast nie tylko zdolność do automatycznej pracy, ale również do samoczynnego przystosowania się do zmiennych właściwości otoczenia. Nowa jakość automatyki/cybernetyki pojawiła się we wczesnych latach siedemdziesiątych, kiedy w procesie sterowania zaczęto masowo wykorzystywać komputery. Zauważono wówczas m.in. problem związany z tym, że komputery mogą działać jedynie metodą dyskretną, tzn. posługiwać się 'chwilową' obserwacją nadzorowanych obiektów (poprzez tzw. próbkowanie sygnałów). Zjawisko to można porównać do przysypiającego kierowcy, który tylko co pewien czas – i to na chwilę – otwiera swoje oczy. Informacje, które do niego docierają, są wyrywkowe, niepełne, mimo że nadzorowane procesy (jazdy i kierowania samochodem) mają charakter ciągły, tzn. nieprzerwany (co wynika z realności, fizykności i energetyczności tych procesów). Przy nieodpowiednim postępowaniu istotna część danych może zostać utracona. Automatycy w swoich badaniach starają się m.in. omijać tę pułapkę. Co więcej, obecnie przy rozwijaniu teoretycznej i praktycznej myśli projektowej uwzględnić należy specyfikę rozłożonych systemów komputerowych (sieci), na których opierają się współczesne systemy sterowania, nadzoru, diagnostyki oraz automatycznego podejmowania innego rodzaju decyzji.

Systemy takie mają szerokie zastosowanie nie tylko w przemyśle militarnym i kosmicznym, ale również we wszystkich gałęziach przemysłu i usług, jak na przykład w branży chemicznej (produkcja materiałów syntetycznych, rafinerie itd.), maszynowej (samochody samoloty, statki, pojazdy kosmiczne, roboty, automatyczne wytwórnie, etc.), górniczej (kopalnie) i metalowej (huty i walcownie stali), w energetyce (elektrownie, przesył i dystrybucja energii), w rolnictwie (mechanizacja uprawy i zabiegów pielęgnacyjnych, automatyzacja hodowli, itd.) oraz w medycynie (manipulatory operacyjne, endoskopy oraz inna aparatura pomocnicza), jak również w ekonomii, ekologii, a nawet demografii (patrz Chiny). Celem tego rodzaju zastosowań może być nie tylko bezbłędne, automatyczne działanie, ale również i oszczędności lub większy komfort i bezpieczeństwo (jazdy samochodem, lotów pasażerskich, transportu morskiego, etc.).

W tym kontekście warto zauważyć, że osiągnięte przez pracowników katedry wyniki badań wykorzystywane są zarówno w szeroko rozumianej automatyce przemysłowej i użytkowej oraz diagnostyce procesów przemysłowych, jak i w sterowaniu specjalizowanymi biomanipulatorami (bioprotezami), robotami mobilnymi, pojazdami samochodowymi oraz obiektami powietrznymi i wodnymi. Spośród rozmaitych tego rodzaju zastosowań znajdują się m.in. następujące **projekty wdrożeniowe**: minikomputerowy system sterowania turbiną parową (IMP-PAN), komputerowe sterowanie pracą rejonów ładunkowych (PKP), komputerowy system kontrolingu zakładów energetycznych (ENERGA), automatyzacja stanowisk badawczych silników Diesla (FSO), mikroprocesorowy system testowania silników samochodowych (FSO),

mikrokomputerowy system automatyzacji urządzeń okrętowych (IE), komputerowy system/sieć automatyzacji stacji paliwowych (EDACOM), wielomikroprocesorowy system pomiarów i obróbki danych sonarowych (CTM), mikrokomputerowy system diagnostyki skuteczności stymulatorów serca (AMG), wielomikrokomputerowy system chromatografii cieczowej (Wydział Chemii PG), robot mobilny do podwodnego czyszczenia kadłubów statków (IMP-PAN), pokładowe komputerowe systemy sterowania i diagnostyki silników samochodowych (GM). Nowości w ostatnich latach stanowią wdrożenia zrealizowane w ramach studenckich projektów dyplomowych, jak na przykład: automatyczna linia przemysłowego złączenia płytek drukowanych (TECHNO-SERVICE), tester produkowanych seryjnie elementów elektronicznych (HEGAM), układ pozycjonowania robota ze sprzężeniem wizyjnym (Krause Maschinenfabrik GmbH), bezałogowy pojazd latający oparty na przemysłowym modelu śmigłowca (Mikrosystem).



Rys. 2. Przykłady prac studenckich: (a) praca magisterska nt. latającego robota skonstruowanego na bazie śmigłowca (zdjęcie: Łukasz Werner, dyplomant); (b) praca doktorska nad prototypem biomanipulatora-protezy ręki (zdjęcie: Marek Drzewiecki, doktorant).

Kadra Katedry Systemów Decyzyjnych wypromowała ponad **380 prac dyplomowych**, z czego prawie 20 prac zostało wyróżnionych przez Dziekana WETI. W celu ilustracji jakości i różnorodności kształcenia oraz możliwości i umiejętności naszych studentów warto podać przykładowe tematy zrealizowanych prac dyplomowych: *Wykrywanie przecieków w instalacjach przemysłowych*, *Uniwersalny mikroprocesorowy układ zbierania danych dla systemu wykrywania przecieków*, *System diagnozy stanu technicznego pojazdu wg OBD*, *Diagnostyka komputerowych systemów sterowania procesami przemysłowymi*, *System zdalnej diagnostyki pojazdów samochodowych*, *Zarządzanie flotą pojazdów*, *Elektroniczna ochrona ładunku w systemach transportu i logistyki*, *Wykorzystanie systemu GPS do oceny dokładności systemów pokładowych*, *UNIXowa implementacja pakietu projektowania algorytmów dyskretnej sterowania predykcyjnego*, *Inteligentny budynek oparty na architekturze EIB*, *Inteligentny budynek hotelowy*, *Genetyczne metody w projektowaniu regulatorów cyfrowych*, *Rozmyte algorytmy diagnostyki układów sterowania procesami przemysłowymi – przykład laboratoryjny*, *Modelowanie procesów przemysłowych w oparciu o sieci neuronowe*, *Realizacja specjalizowanego mikrokomputerowego sterownika dla systemu klimatyzacji pomieszczeń w oparciu o mikrokomputer jednocukładowy*, *Tester produkowanych seryjnie elementów elektronicznych – przełączników samochodowych*, *Komputerowa realizacja algorytmów sterowania predykcyjnego – sterowanie przepompownią ścieków*, *Przemysłowa realizacja sterowania linią złączenia płytek drukowanych*, *Komputerowa realizacja algorytmów sterowania modelem helikoptera*, *Bezałogowy pojazd latający oparty na przemysłowym modelu śmigłowca*, *Sterowanie obiektami nieliniowymi z zastosowaniem algorytmów optymalizacji dyskretnej*, *Neuronowe modelowanie dynamicznych procesów podejmowania decyzji w rozpoznawaniu wypadków*, *Algorytmy planowania ścieżek bezkolizyjnych dla robotów mobilnych*, *Strategia współdziałania robotów mobilnych w grupie*, *Adaptacyjne sterowanie obiektami czasu ciągłego*, *Pozycjonowanie robota oparte na systemie wizyjnym*. Ostatnie dwie z wymienionych prac (odpowiednio: w 2002 oraz 2006 roku) zostały nominowane przez komisję uczelnianą do Nagrody Prof. Romualda Szczęsnego fundowanej corocznie przez Prezydenta Miasta Gdyni.

Z jednej strony współczesny świat stawia całkowicie nowe wyzwania przed inżynierią systemów i automatyką, oraz wymaga – podobnie jak i w innych dyscyplinach – permanentnej **innowacyjności**. Z drugiej zaś – globalna, międzynarodowa integracja działań naukowców i inżynierów, a przede wszystkim postępujący za nimi wzrost możliwości technologicznych oraz sprzętowo-programowych, wywoływany ciągłym rozwojem informatyki i technologii komputerowych, mikro- i nanotechnologii elektronicznych oraz telekomunikacji bezprzewodowej, otwierają nowe **perspektywy** dla rozwoju, projektowania i realizacji komputerowych systemów automatycznego sterowania oraz wspierania ludzkich decyzji. Wobec tego przewidywać należy dalszą integrację funkcji sterowniczych, nadzorczych, diagnostycznych, optymalizacyjnych i adaptacyjnych (np. tolerujących niektóre uszkodzenia) w zdecentralizowanych, rozłożonych systemach sterowania, realizowanych za pomocą sieci komputerowych, intranetu, internetu, sieci GSM oraz łącz bezprzewodowych. Systemy takie służyć będą zarówno samej integracji systemów zarządzania i sterowania produkcją oraz przemysłowych

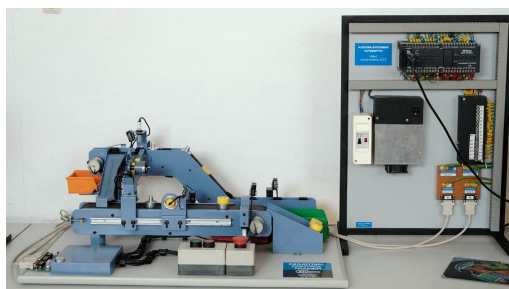


systemów kontrolno-pomiarowych, diagnostyki i sterowania, jak i doskonaleniu systemów bezpieczeństwa państw, regionów i określonych obiektów (autonomiczne i zdalnie sterowane roboty mobilne oraz zespoły współpracujących robotów), oraz systemów bezpieczeństwa i komfortu w bezpośrednim otoczeniu człowieka (systemy transportu zbiorowego i indywidualnego, samochody, samoloty, statki, inteligentne budynki i jego wewnętrzne podsystemy, urządzenia codziennego użytku, aparatura medyczna).

Wobec powyższego przygotowujemy absolwentów specjalności Inteligentne Systemy Decyzyjne do rozwiązywania wyżej wymienionych problemów współczesnej Automatyki i Robotyki, zarówno w odniesieniu do podstawowych algorytmów i mechanizmów automatyki, jak i na poziomie zadań centralnych obejmujących integrację, diagnostykę, adaptację i rekonfigurację oraz optymalizację. Jak pokazują podane wyżej przykłady kierunków dyplomowania, wiedza uzyskana przez studenta w trakcie kursu jest wystarczająca do twórczego działania w oparciu o odpowiednie metody projektowania i konstrukcji układów automatyki oraz projektowania i programowania systemów sterowania, zwłaszcza w obszarze robotyki i automatyki przemysłowej i użytkowej oraz organizacji produkcji. Absolwenci osiągają też niezbędną umiejętność w zakresie programowania komputerów uniwersalnych, mikroprocesorów i sterowników logicznych oraz sprzęgania ich z obiektami. Znajomość praktyki układów pomiarowych i wykonawczych, metodologii przetwarzania sygnałów, metod modelowania i analizy systemów oraz identyfikacji, struktur i metod projektowania komputerowych systemów sterowania, oraz metod i narzędzi obliczeniowych kształtuje podstawowy profil zawodowy. Ponadto w trakcie kursu Inteligentnych Systemów Decyzyjnych studenci uzyskują specjalistyczną wiedzę z zakresu optymalizacji procesów (obliczeniowych metod optymalizacji oraz planowania procesów produkcyjnych i trajektorii ruchu robotów), diagnostyki procesów i systemów (obejmującej metodologie wykrywania i rozróżniania usterek) oraz podejmowania decyzji (w tym kapitałowych). Szczególną uwagę poświęca się metodom sztucznej inteligencji, inteligencji obliczeniowej, oraz ewolucyjnym metodom optymalizacji i sterowaniu rozmytemu.

Opis pięciu międzykatedralnych laboratoriów dydaktycznych, obsługiwanych wspólnie przez **Katedrę Systemów Decyzyjnych** oraz **Katedrę Systemów Automatyki**, przedstawiono poniżej.

**Programowalne Sterowniki Logiczne.** We współczesnych systemach przemysłowych sterowanie i kontrolowanie procesów technologicznych staje się coraz to bardziej złożone. Dokładne i powtarzalne sterowanie kolejnymi etapami produkcji, przekładające się na bezpośrednie sterowanie urządzeniami i maszynami wykonawczymi, jest warunkiem uzyskania produktu wysokiej jakości. Zautomatyzowanie procesu produkcji pozwala również na zminimalizowanie czasu trwania tego procesu, a co za tym idzie - pozwala zmniejszyć koszt produkcji. Do realizacji tych celów doskonale nadają się komputery, spełniające wszystkie ww. oczekiwania. Najniższa warstwa logiczna sterowania procesem przemysłowym zbudowana jest zwykle na programowalnych sterownikach logicznych (ang. PLC – *Programmable Logic Controller*). Sterowniki takie są miniaturowymi komputerami przeznaczonymi do pracy w trudnych warunkach przemysłowych, tj. odpornymi na zakłócenia, drgania, zapylenia, niskie i wysokie temperatury. Zadaniem sterownika jest realizacja zaprogramowanego przez użytkownika algorytmu sterowania. Algorytm ten na podstawie aktualnego i przeszłego stanu wejść (cyfrowych-binarnych oraz analogowych) generuje sygnały wyjściowe, które za pośrednictwem elementów wykonawczych sterują procesem.



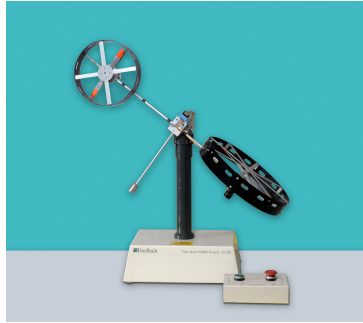
Rys. 3. Sterownik GE Fanuc Micro 90 sterujący modelem linii montażowej (zdjęcie: M. Pazio).

Zadaniem Laboratorium Programowalnych Sterowników Logicznych jest zaznajomienie studentów ze sterownikami PLC, zasadami ich działania i specyfiką programowania. Ponadto celem jest nauczanie studentów praktycznego zastosowania wiedzy o sterownikach PLC poprzez realizację różnych zadań na pięciu stanowiskach laboratoryjnych. Oprócz opanowania specyficznych języków programowania, wyzwaniem jest racjonalne ułożenie i poprawne działanie algorytmu sterowania. Drugim zasadniczym elementem składającym się na wykonanie ćwiczenia jest opanowanie modelu obiektu.

**Komputerowe Systemy Automatyki.** Celem przedmiotu jest zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania problemów związanych z projektowaniem i realizacją komputerowych systemów sterowania. Laboratorium umożliwia zapoznanie się z różnymi typami komputerów sterujących oraz obszarami ich zastosowań, obejmującymi: programowalne sterowniki logiczne i systemy wizualizacji stanu procesu; bezpośrednie

(serwomechaniczne) sterowanie cyfrowe; zaawansowane algorytmy sterowania oparte na oprogramowaniu specjalistycznym (MatLab); mikrokontrolery, tworzenie systemów wbudowanych w językach niskiego poziomu; zastosowanie komputerów klasy PC do sterowania, tworzenie oprogramowania sterującego w językach wysokiego poziomu; sterowanie manipulatorami i liniami produkcyjnymi; sterowanie obiektami nieliniowych.

Rozwiązanie postawionego dla grupy problemu przebiega w następujących etapach: (●) sformułowanie ogólne problemu sterowania; (●) zapoznanie się z dostępnymi zasobami sprzętowymi i programowymi; (●) podanie szczegółowych wymagań systemowych; (●) wykonanie projektu i opracowanie oprogramowania; (●) uruchomienie i prezentacja opracowanego systemu sterowania; (●) opracowanie dokumentacji opracowanego systemu i sprawozdania z pracy w laboratorium.



Rys. 4. Model helikoptera na uwięzi wyposażonego w śmigła napędowe oraz czujniki (zdjęcie: M. Pazio).

Laboratorium dysponuje następującymi zestawami: model windy sterowanej za pomocą sterownika PLC współpracującego z komputerem PC umożliwiające tworzenie i uruchamianie programów w języku PLC oraz oprogramowania wizualizacji stanu procesu sterowania i konsoli operatorskiej na podstawie informacji wymienianych ze sterownikiem PLC poprzez łącze w standardzie RS232; serwomechanizm cyfrowy nadzorowany z komputera PC umożliwiające realizację różnych algorytmów sterowania oraz ocenę jakości sterowania w powiązaniu z doбором parametrów regulatora; model helikoptera na uwięzi wyposażonego w dwa ortogonalnie umieszczone śmigła napędowe oraz zestaw czujników tachometrycznych oraz położenia kąтового modelu w dwóch osiach sterowany z komputera PC; model suwnicy bramowej umożliwiający przenoszenie obciążenia w przestrzeni trójwymiarowej wyposażony w czujniki prędkości i położenia w poszczególnych osiach sterowania; nadzorowany komputerowo model sterowania światłami na skrzyżowaniu ulic nadzorowany przez mikrokontroler; zestaw typowych bloków funkcjonalnych systemów sterowania takich jak: przetworniki A/C i C/A, wejścia i wyjścia cyfrowe, elementy konsoli operatorskiej (mikroprzełączniki, klawiatura matrycowa, wyświetlacze, itp.); układ trzech zbiorników cieczy zasilanych dwoma pompami oraz wyposażonych w zestaw zaworów ręcznych i elektrozaworów. Zestaw sterowany za pomocą specjalistycznego pulpitu operatorskiego oraz komputera PC umożliwia zarówno identyfikację tego nieliniowego obiektu sterowania, jak i tworzenie aplikacji sterujących poziomem cieczy; robot MENTOR o sześciu stopniach swobody współpracujący z transporterem taśmowym i bramą umożliwiającymi pomiar wymiaru liniowego transportowanych obiektów; model linii produkcyjnej składającej gotowy wyrób z dwóch podzespółów (sterowany poprzez PLC).

Dostępne na stanowiskach komputery PC umożliwiają tworzenie i uruchamianie oprogramowania sterującego za pośrednictwem łącza szeregowego RS232, które może być również wykorzystane jako terminal konsoli operatorskiej. Na niektórych stanowiskach komputer wyposażony jest w: pakiet programowy MatLab wraz z modułem sterowania w czasie rzeczywistym umożliwiającą realizację zaawansowanych algorytmów sterowania oraz śledzenie ich efektywności i jakości sterowania; oprogramowanie zawierające między innymi kompilator języka C umożliwiającą tworzenie różnego rodzaju aplikacji sterujących dostępnym sprzętem lub specjalistyczne oprogramowanie umożliwiające edycję, uruchamianie i śledzenie programów tworzonych w wyspecjalizowanym języku obiektu, robota, bądź sterownika PLC oraz wizualizację stanu procesu z wykorzystaniem przemysłowego oprogramowania InTouch.

**Technika Cyfrowa.** Celem zajęć w laboratorium jest lepsze zrozumienie zasad działania układów cyfrowych, poznanie wybranych cyfrowych układów scalonych oraz umożliwienie studentom praktycznego sprawdzenia umiejętności projektowania z wykorzystaniem katalogów układów scalonych, a także uruchamiania i testowania prostych układów cyfrowych. Ćwiczenia odbywają się na gotowych stanowiskach wyposażonych w zestawy laboratoryjne, przyrządy i zasilacze niezbędne do wykonywania poszczególnych ćwiczeń.

Przed przystąpieniem do wykonywania każdego ćwiczenia studenci zobowiązani są do: zapoznania się z instrukcją oraz budową i działaniem układów scalonych wykorzystywanych w zestawie laboratoryjnym; wykonania zadanych projektów, opracowania układów pomiarowych, napisania programów; przemyślenia sposobów uruchamiania, testowania i demonstracji poprawnego działania zaprojektowanych układów; oraz przygotowania stosownego sprawozdania dokumentującego pracę oraz opracowany projekt układów.



Rys. 5. Zintegrowane stanowiska laboratorium techniki cyfrowej (zdjęcie: M. Pazio).

W zakres programu laboratorium wchodzi następujące ćwiczenia: cyfrowe bloki funkcjonalne; badanie bramek logicznych; układy iteracyjne; układy czasowe; układy synchroniczne; liczniki scalone; rejestry; układy asynchroniczne; szyna danych; oraz bloki funkcjonalne.

**Sterowanie Analogowe.** W ramach zajęć laboratoryjnych Sterowania Analogowego, studenci wykonują sześć ćwiczeń laboratoryjnych obejmujących: identyfikację modeli analogowych procesów przemysłowych; badanie jakości i dokładności sterowania; stabilizację i korekcję liniowych układów regulacji; zastosowanie regulatorów PID w serwo-mechanizmach prądu stałego; badanie przekaźnikowych układów sterowania; komputerowe wspomaganie analizy i syntezy układów sterowania.



Rys. 6. Stanowisko laboratoryjne firmy Feedback (zdjęcie: M. Pazio).

Laboratorium oparte jest na 7 stanowiskach, na których mieszczą się następujące obiekty dynamiczne: zestaw analogowych modeli procesów przemysłowych (model inercyjny, oscylacyjny, całkowy, nieminimalnofazowy, opóźnienie transportowe); zestaw modeli całkowy-inercyjnych, dwuinercyjnych; układy statycznego sprzężenia korekcyjnego (obejmującego fragment sterowanego obiektu); uniwersalny zestaw laboratoryjny Servo Fundamentals Trainer firmy Feedback (zawierający blok mechaniczny i analogowy); oraz zestaw regulatorów (całkująco-inercyjnych, dwu i trójpołożeniowych, korekcyjnych, różniczkujących).

**Roboty mobilne.** Celem przedmiotu jest zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania problemów projektowania i realizacji zespołów robotów mobilnych. Zasoby laboratoryjne umożliwiają zaprojektowanie, konstrukcję i programowanie własnego robota mobilnego realizującego postawione przez prowadzącego zadania oraz organizację grupy robotów potrafiących ze sobą współpracować w celu rozwiązania bardziej złożonego problemu. Dodatkowo opracowane algorytmy współpracy robotów mobilnych można testować na dostępnym w laboratorium symulatorze robotów mobilnych grających w piłkę nożną.

W skład laboratorium wchodzi różne urządzenia oraz systemy, w tym boisko do rozgrywania przez roboty mobilne meczy piłkarskich, system wizyjny, zestawy robotów mobilnych (FIRA oraz Q-fix) wraz z odpowiednimi czujnikami oraz nadajniki radiowe służące do przesyłania rozkazów do robotów.

Na koniec warto zauważyć, iż poza programowymi zadaniami laboratoryjnymi realizowanymi przez studentów Automatyki i Robotyki, wszystkie obiekty laboratoryjne oraz zestawy montażowe służące do konstruowania robotów są do dyspozycji kół naukowych studentów Automatyki i Robotyki (SKALP i SafeIDEA), którzy rozwijają swoje umiejętności zawodowe i organizacyjne – proponując różnego rodzaju zawody i pokazy, których celem jest zainteresowanie młodych ludzi, przede wszystkim uczniów liceów, zagadnieniami związanymi z szeroko rozumianą automatyką i automatyzacją, w tym problematyką robotów mobilnych.