

Pracownia elektroniczna

Podstawowe informacje na temat realizowanych kursów

Zajęcia specjalistyczne z bloku elektroniki oraz pomiarów i sterowania (w obecnie realizowanych cyklach kształcenia są to przedmioty: *Pracownia elektroniczna*, *Pracownia elektroniki cyfrowej*, *Pracownia pomiarów i sterowania*, *Pracownia systemów wbudowanych*, *Wprowadzenie do systemów IoT*) mogą być realizowane w czterech dedykowanych pracowniach (106, 107, 305, 308), wykorzystywanych elastycznie w zależności od potrzeb. Pracownie te zostały wyposażone w odpowiednie zasoby sprzętowe oraz oprogramowanie wspierające realizację zajęć i osiągnięcie zakładanych efektów uczenia się.

Pracownia elektroniczna realizowana jest przede wszystkim z wykorzystaniem oprogramowania Multisim, umożliwiającego symulację wskazanych układów elektronicznych, oraz makiet ELVIS II+ umożliwiających realizację rzeczywistych układów oraz pomiar szeregu istotnych parametrów.

Pracownia elektroniki cyfrowej wykorzystuje głównie układy scalone TTL i CMOS oraz Arduino Uno (assembler i C) wraz z Shield nakładką do Arduino Uno/ Leonardo /Mega 2560.

Pracownia pomiarów i sterowania jest realizowana głównie z wykorzystaniem płytki ewaluacyjnej Arduino, jednak realizowany na pracowni projekt pozwala na wykorzystanie szeregu innych dostępnych elementów i zasobów pracowni.

Pracownia systemów wbudowanych realizowana jest głównie w oparciu o 10 płytek ewaluacyjnych STM32 – zestaw uruchomieniowy oparty na mikrokontrolerze STM32F411VET6, który pozwala zapoznać się z układami wyposażonymi w najnowszy rdzeń Cortex-M4F firmy ARM. Na płytce dostępne są takie elementy jak 3-osiowy akcelerometr i żyroskop, narzędzia audio: mikrofon i DAC oraz programator/debugger ST-LINK/V2. Programowanie w Zephyr RTOS.

Wprowadzenie do systemów IoT – wyposażenie i infrastruktura jest dostarczona przez prowadzących z zewnątrz. W ostatnim cyklu bazowano na płytce rozwojowej ESP32-S3-WROOM- ESP32-S3-DevKitC-1-N8R2 – WiFi + Bluetooth – opartej na układzie ESP32-S3-WROOM-1/1U, wraz z czujnikami temperatury, wilgotności, itp.

Szczegółowa lista głównych elementów wyposażenia Pracowni elektronicznej:

- 8+1 stanowisk jednoosobowych (w razie konieczności można pracować też dwuosobowo) wyposażonych w komputery klasy *PC all in one* wraz z dużym ergonomicznym ekranem poprawiającym komfort pracy, na których zainstalowano równolegle dwa systemy operacyjne Windows oraz Linux, w celu zapewnienia redundancji stanowisk i płynnego funkcjonowania pracowni;
- oprogramowanie LabVIEW oraz Multisim firmy National Instruments z licencją wydziałową;
- 10 makiet ELVIS II+ z dwunastoma wbudowanymi urządzeniami pomiarowymi;
- 12 kart pomiarowych USB-6009 - wielofunkcyjne urządzenie DAQ. Oferuje analogowe wejścia/wyjścia, cyfrowe wejścia/wyjścia i 32-bitowy licznik. USB-6009 zapewnia podstawową funkcjonalność do zastosowań takich jak proste rejestrowanie danych, przenośne pomiary i eksperymenty w laboratoriach akademickich. Urządzenie ma lekką obudowę mechaniczną i jest zasilane z magistrali, co ułatwia przenoszenie. Można łatwo podłączyć czujniki i sygnały do USB-6009 za pomocą zacisków śrubowych. Dołączony sterownik NI-DAQmx i narzędzie konfiguracyjne upraszczają konfigurację i pomiary.

- 10 płyt do prototypowania elektroniki działających w oparciu o makiety ELVIS II+ oraz oprogramowanie Multisim i LabVIEW;
- 5 zestawów dydaktycznych do realizacji zagadnień związanych z procesami sterowania i regulacji, działających w oparciu o makiety ELVIS II+ oraz graficzny język programowania LabVIEW:
 - makieta do nauki sterowania pracą silnika prądu stałego w oparciu o sygnały z czujnika położenia;
 - makieta do nauki sterowania odwróconym wahadłem za pomocą silnika prądu stałego;
 - makieta do kontroli przepływu i regulacji procesów termodynamicznych w komorach;
 - makieta do kontroli i regulacji procesu pionowego startu;
 - makieta do nauki obsługi i testowania sensorów stosowanych w procesach sterowania i regulacji.
- 8 makiet do nauki programowania układów logicznych FPGA za pomocą oprogramowania LabVIEW oraz Xilinx ISE, wyposażone między innymi w 8 diod sygnalizacyjnych, przełączniki, siedmiosegmentowe wyświetlacze oraz płytę do prototypowania;
- 12 modułów akwizycji danych zasilanych z USB o 8 wejściach analogowych z rozdzielczością 14 bitów, pracujących z szybkością próbkowania do 48 kS/s, 2 analogowych wyjściach, z licznikiem 32 bitowym, 5 MHz, obsługiwanych za pomocą graficznego języka programowania;
- 12 analizatorów stanów logicznych działających w oparciu o oprogramowanie Saleae;
- przenośna karta pomiarowa USB z funkcją oscyloskopu o szybkości próbkowania 100 MS/s, zasilana z magistrali USB, o paśmie 50 MHz, z możliwością równoczesnego próbkowania na obu kanałach z rozdzielczością 8 bitów, o impedancji wejścia 1 MΩ; obsługiwana za pomocą graficznego języka programowania;
- 4 urządzenia USB do pomiaru temperatury wraz z termoparą typu J; obsługiwane za pomocą graficznego języka programowania;
- zestaw pomiarowy NI obsługiwany za pomocą graficznego języka programowania i składający się z następujących elementów:
 - kontrolera czasu rzeczywistego z procesorem 800 MHz wraz z zasilaczem;
 - obudowy 8-słotowej,
 - karty pomiarowej o 4 wejściach 16-Bit, +/- 10 V, 100 kS/s/ch;
 - karty wyjść analogowych - 4 kanały, 16-bit, +/-10 V, 100 kS/s/ch;
 - karty cyfrowej - 32 wejścia-wyjścia w standardzie 5V/ TTL;
 - karty 2-portowej do komunikacji w standardzie High-Speed CAN;
 - karty do sterowania silnikiem DC dającej ciągły prąd o wartości do 5 A;
 - modułu 8-słotowego z procesorem 400 MHz, z systemem czasu rzeczywistego wraz z matrycą 2M bramek FPGA;
 - karty 8 kanałowej 5 V/TTL cyfrowe I/O;
 - karty zasilania 24 VDC, 10 A, 100- 120/200-240 VAC;
 - karty zasilania 24 VDC, 20 A 100- 120/200-240 VAC;
 - karty pomiarowej 4 kanałowej do rezystancyjnych (0-100 Ω) czujników temperatury (RDT) z 24 bitowym przetwarzaniem;
 - karty do sterowania 4 wyjściami przekaźników SPST 30 VDC (2 A), 60 VDC (1 A), 250 VAC (2 A);
- 3 zestawy pomiarowe NI obsługiwane za pomocą graficznego języka programowania i składające się z następujących elementów:
 - obudowy 8 slotowej, podłączanej za pomocą USB;
 - karty do pomiarów przyspieszenia z modułem mikrofonowym, o 4 wejściach analogowych;
 - karty do pomiarów mostkowych, z wejściami o rozdzielczości 24-bitów;

- karty pomiarowej do termopar – 4 kanałowej wraz z wbudowaną kompensacją zimnego złącza, przetwornikiem AC 24-bitowy, współpracującej z termoparami typu J, K, T, E, N, B, R i S.
- 10 płytek ewaluacyjnych STM32 – zestaw uruchomieniowy oparty na mikrokontrolerze STM32F411VET6 pozwala zapoznać się z układami wyposażonymi w najnowszy rdzeń Cortex-M4F firmy ARM. Na płytce także 3-osiowy akcelerometr i żyroskop, narzędzia audio: mikrofon i DAC oraz programator/debugger ST-LINK/V2;
- 8 modułów *Apmonitor* do nauki realizacji kontroli ze sprzężeniem zwrotnym za pomocą Arduino, diody LED, dwóch grzejników i dwóch czujników temperatury. Moc wyjściowa grzejnika jest dostosowywana w celu utrzymania żądanej wartości zadanej temperatury. Energia cieplna z grzejnika przekazywana jest poprzez przewodnictwo, konwekcję i promieniowanie do czujnika temperatury. Ciepło jest również przekazywane z urządzenia do otoczenia;
- 50 makiet Arduino (Uno, Nano, Leonardo i inne);
- 9 makiet Atmel ATB 1.05A Andromeda;
- Kontrolery WAGO/ Siemens - Zestaw WAGO PFC200:
 1. Programowalny sterownik sieciowy ETHERNET PFC200, nr 750-8202
 2. Moduł 2-kanałowy DI/24 V DC/3 ms, nr 750-400
 3. Moduł 2 DO/24 V DC/0,5 A, nr 750-501
 4. Moduł końcowy, nr 750-600
 5. zasilacz EPSITRON® Classic Power 24 V DC, 1 A, nr 787-1602
 6. 2-kanałowy zadajnik sygnałów DI, nr 288-863
 7. Oprogramowanie *e!COCKPIT*, licencja jednostanowiskowa
 8. Przewód konfiguracyjny USB 2,5 m, nr 750-923
 9. Przyrząd montażowy 3,5 mm, nr 210-720
 10. Dodatkowe moduły zestawu WAGO:
 11. 4-kanałowe wejście analogowe 0 ... 10 V DC wejścia niesymetryczne, nr 750-459
 12. 8-channel analog input 0/4 ... 20 mA Single-ended, nr 750-496
 13. 8-kanałowe wejście dwustanowe 24 V DC 3 ms, nr 750-430
 14. 4-kanałowe wejście analogowe pomiar rezystancji do nastawiania, nr 750-450
 15. 4-kanałowe wyjście analogowe 0 ... 10 V DC, nr 750-559;
- Sterownik Siemens LOGO wraz z panelem dydaktycznym, w którego skład wchodzi:
 1. zasilacz 12 do 24V DC / 500mA
 2. sterownik LOGO! 12/24 RC 6ED1052-1MD00-0BA6
 3. kabel do programowania
 4. oprogramowanie LOGO! Soft Comfort v7
 5. 4 zadajniki wartości analogowej 0..10V DC /10mA
 6. 1 zadajnik częstotliwości od 60 Hz do 5kHz
 7. 1 odbiornik poczerwieni (dodatkowe 10 wejść w sterowniku LOGO)
 8. 8 przełączników cyfrowych (wejścia)
 9. 4 diody LED (wyjścia)
 10. 4 przełączniki funkcji cyfra/analog
 11. 1 złącze z zasilaniem pod panel HMI (LOGO! TD)
 12. 1 gniazdo 24-pinowe
 13. 34 karty treningowe (praktyczne przykłady z rozwiązaniami) w języku polskim
 14. pilot podczernieni
 15. Moduł śledzenia położenia Słońca (Solar Tracker);
- Zestaw do pomiarów parametrów instalacji elektrycznej:
 1. Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznej MPI-530-IT
 2. Szkoleniowa tablica dydaktyczna Sonel DB-1
 3. Czujnik natężenia oświetlenia.

Ponadto dostępne są prototypowe makiety dydaktyczne zrealizowane podczas prac inżynierskich (np. wahadło torsyjne Wilberforce'a, komora grzewcza, model automatycznego dozowania wody i inne), służące realizacji zadań związanych z pomiarami i sterowaniem.

Pracownia jest także wyposażona w stanowisko montażu elementów elektronicznych. Dostępne są również urządzenia do szybkiego prototypowania (m.in. drukarka 3D PRUSA) oraz warsztat wyposażony w podstawowe narzędzia umożliwiające obróbkę mechaniczną (m.in. frezarka PCB, wiertarki Dremell, szlifierki, miniwiertarka stołowa Proxon). Studenci mogą również zlecić wykonanie specjalistycznych prac w warsztacie mechanicznym Instytutu Fizyki Doświadczalnej.

Oprócz wskazanego wyposażenia pracownia posiada duży zasób elementów i modułów elektronicznych (od podstawowych elementów takich jak rezystory, po szereg różnego rodzaju układów scalonych i modułów pomiarowych czy komunikacyjnych). Zasoby są sukcesywnie uzupełniane o wybrane przez studentów elementy niezbędne do realizacji ich własnych autorskich projektów. Przykładowe zakupy zrealizowane w ten sposób dla *Pracowni pomiarów i sterowania* w roku akademickim 2022/23 przedstawiamy poniżej. Umożliwienie studentom samodzielnego doboru właściwych elementów do realizacji projektów jest kluczowe dla realizacji takich celów kształcenia jak m.in. umiejętność wyboru i zastosowania właściwej metody i narzędzi do rozwiązania zadania inżynierskiego, myślenie kreatywnie i twórcze działanie, otwartość na nowe pomysły i nowe technologie, a także uczy studentów samodzielnego podejmowania decyzji oraz wymaga samodzielnego wyszukiwania i wykorzystywania informacji niezbędnych do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu.

Kluczowe jest również umożliwienie studentom dostępu do wskazanej infrastruktury i zasobów. Oprócz terminów przypisanych na realizację konkretnych grup zajęciowych studenci mogą korzystać w infrastrukturze i zasobach pracowni także w innym czasie dopasowanym do ich potrzeb, realizując i rozwijając projekty także w czasie wolnym, z możliwością konsultacji w tym czasie z prowadzącym lub opiekunem technicznym pracowni.

Elementy i podzespoły zakupione na wniosek studentów do realizacji projektów studenckich realizowanych w ramach *Pracowni pomiarów i sterowania* (rok akademicki 2022/2023, semestr letni):

1. RPLIDAR A1M8 - Laserowy Lidar 360 stopni
2. Przewód żeński JST SH 6 PIN 30cm - Pololu 4763
3. Moduł z gniazdem JST SH 6-pin męskie - proste - Pololu 4772
4. Przewód żeńsko-żeński JST SH 6 PIN 25cm - Pololu 4767
5. Przewody połączeniowe - gniazdo żeńskie - krokodyl - 10szt.
6. Gniazdo BNC do obudowy 50Ω - 5 szt.
7. Moduł z gniazdem USB typu A - wlutowane złącza
8. MicroUSB typ B 5 pin - złącze do płytki stykowej - Pololu 2586
9. USB typ B Proto - złącze do płytki stykowej
10. Moduł z gniazdem USB typu C - złącze do płytki stykowej - Adafruit 4090
11. Arduino Leonardo - A000057
12. Przetwornica step-up LM2577- 5-56V 3A
13. Przewody połączeniowe męsko-męskie justPi 10cm - 40szt.
14. Przewody połączeniowe żeńsko-męskie justPi 10cm - 40szt.
15. Zestaw przewodów połączeniowych justPi - żeńsko-męskie 20cm 40szt.
16. Arduino Uno WiFi Rev2 - ABX00021
17. Termistor NTC 110 1kΩ 5%
18. Nakrętka na śrubę trapezową 8mm
19. Numer zamówienia: AMS-18924
20. Wałek liniowy 8mm - długość 330mm
21. Łożysko liniowe LM8UU do drukarki 3D

22. Silnik N20-BT35 micro 150:1 200RPM - 9V
23. Mocowania do micro silników Pololu - czarne - 2szt. - Pololu 989
24. Sterownik silnika krokowego DRV8825 StepStick
25. DRV8876 QFN - jednokanałowy sterownik silników 37V/1,1A - Pololu 4037
26. MP6500 - sterownik silnika krokowego 35V/2,5A - z analogową regulacją prądu - zmontowany - Pololu 2967
27. Dioda LED 5mm RGB matowa wsp. katoda - 5 szt.
28. Oprawka LED 5mm - nylonowa długa - 10szt.
29. Gniazdo DC 5,5x2,1mm do obudowy - 10szt.
30. Grove - czujnik gestów PAJ7620U2 - 5V I2C
31. Czujnik temperatury DS18B20 - cyfrowy 1-wire THT
32. Moduł radiowy nadajnik FS100A + odbiornik 433 MHz
33. Przetwornica step-up LM2577- 5-56V 3A
34. Czujnik obrotu, impulsator, enkoder z przyciskiem - Iduino SE055
35. A-GSM II Shield GSM/GPRS/SMS/DTMF v.2.105 - do Arduino i Raspberry Pi - wersja z wlutowanymi złączami
36. Moduł RFID MF RC522 13,56MHz SPI + karta i brelok
37. Pakiet Li-Pol Dualsky 2200mAh 25C 2S 7,4V ECO-S
38. Pierścień LED RGB WS2812B 5050 x 24 diody - 90mm
39. Grove - pasek LED RGB WS2813 - cyfrowy, adresowany - IP65 30LED/m, 9W/m, 5V - 1m
40. Grove - atomizer do wody v1.0
41. Czujnik wilgotności gleby i mini-pompa nawadniająca - moduł rozszerzeń Unit do modułów deweloperskich M5Stack
42. Pompa do cieczy 12V 1325l/h - 3/4" - SparkFun ROB-10455
43. Uchwyt do mini wiertarki z 5 tulejami 0,5 - 3mm
44. Czujnik Poziomu Wody, Deszczu, Opadów Arduino