

KIERUNEK „ELEKTRONIKA I TELEKOMUNIKACJA”

OFERTA PRZEDMIOTÓW OBIERALNYCH NA 5, 6 i 7 SEMESTR

OBSZAR TEMATYCZNY	SEMESTR 5	SEMESTR 6	SEMESTR 7	UWAGI
Procesory i systemy operacyjne w zastosowaniach przemysłowych	<u>1. Programowanie systemów mikroprocesorowych i mikrokontrolerów</u>	<u>2. Procesory i systemy operacyjne w zastosowaniach przemysłowych</u>	<u>3. Implementacja algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w systemach przemysłowych</u>	Sugerowana ścieżka 3 przedmiotów, ale każdy z nich można wybrać też pojedynczo.
Specjalizowane elektroniczne systemy przemysłowe	<u>4. Sterowanie mikroprocesorowe w elektronice przemysłowej</u>	<u>5. Sterowniki i komputery przemysłowe oraz pakiety HMI SCADA</u>	<u>6. Układy rekonfigurowalne i DSP w aplikacjach przemysłowych</u>	Sugerowana ścieżka 3 przedmiotów, ale każdy z nich można wybrać też pojedynczo.
Projektowanie elektroniki użytkowej	<u>7. Układy i technologie elektroniki klasycznej i elastycznej</u>	<u>8. Problemy projektowania urządzeń elektronicznych</u>	<u>9. Projektowanie systemów elektronicznych</u>	Sugerowana ścieżka 3 przedmiotów, ale każdy z nich można wybrać też pojedynczo.
Systemy wbudowane	<u>10. Systemy wbudowane w zastosowaniach IOT oraz IIOT</u>	<u>11. Rekonfigurowalne systemy wbudowane</u>		Dwa bloki – można wybrać niezależnie.
Programowanie i systemy mobilne	<u>12. Zaawansowane programowanie obiektowe</u>	<u>13. Programowanie urządzeń mobilnych</u>		Sugerowana ścieżka 2 przedmiotów, ale każdy z nich można wybrać też pojedynczo.
Telekomunikacja		<u>14. Systemy komunikacji radiowej</u>	<u>15. Anteny i propagacja fal radiowych</u>	Sugerowana ścieżka 2 przedmiotów, ale każdy z nich można wybrać też pojedynczo.
Światłowody	<u>16. Technologie i sieci światłowodowe</u>	<u>17. Światłowodowe i optoelektroniczne czujniki i układy pomiarowe</u>		Dwa bloki – można wybrać niezależnie.
Generacja energii ze źródeł odnawialnych	<u>18. Generacja energii ze źródeł odnawialnych</u>			Pojedynczy przedmiot.
Elektronika w pojazdach	<u>19. Elektronika w pojazdach</u>			Pojedynczy przedmiot.
Projektowanie i technologie wytwarzania układów scalonych		<u>20. Projektowanie i technologie wytwarzania układów scalonych</u>		Pojedynczy przedmiot.

1. Programowanie systemów mikroprocesorowych i mikrokontrolerów

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Paweł Marciniak

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Wybór języka programowania w zależności od problemu oraz platformy sprzętowej
2. Asembler na przykładzie wybranej rodziny mikrokontrolerów
3. Porównanie z innymi popularnymi rodzinami
4. Zagadnienia języka C specyficzne dla programowania mikrokontrolerów: dostępne biblioteki, rozszerzenia i specyficzne konstrukcje związane z mikrokontrolerami, wstawki assemblerowe, obsługa przerwań
5. Metody wprowadzania programu do mikrokontrolera, programowanie i uruchamianie w systemie
6. Przegląd środowisk programistycznych i narzędzi

CZĘŚĆ DRUGA

1. Specyfika systemów mikroprocesorowych w zastosowaniach wbudowanych
2. Koncepcja komputera jednoukładowego, mikrokontrolera
3. Rys historyczny układów mikrokontrolerowych
4. Przegląd architektury popularnych mikrokontrolerów 8-bitowych: 8051, 68HC05, AVR, PIC, MSP430
5. Organizacja pamięci
6. Dostępne rejestry
7. ALU
8. Urządzenia wbudowane
9. Obsługa wejścia/wyjścia, dołączanie urządzeń zewnętrznych
10. Zaawansowane układy oparte o podstawową architekturę
11. Dostępne narzędzia programistyczne
12. Porównanie omówionych architektur pod kątem określonych zastosowań

CZĘŚĆ TRZECIA

I. Zagadnienia podstawowe

1. Wprowadzenie do budowy i zasad funkcjonowania systemu wyposażonego w układy peryferyjne - architektura rozbudowanych systemów cyfrowych
2. Magistrale systemowe, rodzaje i elementy składowe, dane adresy, sygnały strobulujące
3. Programowa obsługa urządzeń peryferyjnych, bezpośredni dostęp do pamięci (DMA), obsługa przerwań, synchroniczna i asynchroniczna transmisja danych

II. Pamięci

1. Podstawowe rodzaje pamięci (statyczne, dynamiczne - asynchroniczne i synchroniczne, programowalne, RAM, ROM, EPROM, EEPROM, Flash)
2. Zasada działania i budowa podstawowej komórki pamięci różnych typów
3. Parametry pamięci - parametry statyczne i dynamiczne, analiza przebiegów czasowych, krytyczne parametry czasowe
4. Interfejs elektryczny pamięci - realizacja połączeń dla dużych częstotliwości pracy, nowoczesne interfejsy pamięci (GTL)
5. Interfejs logiczny pamięci - dekodery, generacja sygnałów RAS i CAS, systemy stronicowania i buforowania pamięci
6. Nowoczesne układy pamięci: SDRAM, DDR SDRAM, DDRII/III, RDRAM - budowa, sygnały sterujące, lista rozkazów i tryby pracy
7. Cache systemowy

III. Układy peryferyjne

1. Podstawowe rodzaje urządzeń peryferyjnych: urządzenia wejścia / wyjścia, przetworniki analogowo cyfrowe i cyfrowo analogowe
2. Parametry typowych urządzeń peryferyjnych - parametry statyczne i dynamiczne, analiza przebiegów czasowych, krytyczne parametry czasowe
3. Interfejs elektryczny typowych urządzeń peryferyjnych - realizacja połączeń dla dużych częstotliwości pracy, nowoczesne interfejsy
4. Interfejs logiczny urządzeń peryferyjnych - dekodery, systemy stronicowania i buforowania
5. Interfejsy komunikacji z użytkownikiem: systemy wizualizacji danych, współpraca z monitorami i wyświetlaczami, szybkie szeregowo interfejsy cyfrowe (serdesery)

6. Monitory napięć zasilających, układy czuwające (watchdog), zegary czasu rzeczywistego
7. Układy licznikowe, CCU (Capture Compare Unit), łącza szeregowo (standardowe, SPI, I2C, SMB), łącza równoległe (SPP, EPP, ECP), modulatory PWM
8. Kontrolery przerwania i bezpośredniego dostępu do pamięci
9. Magistrale komunikacyjne komputerów: SCSI, IDE (ATA), USB, FireWire, Ethernet

IV. Reprogramowalne układy peryferyjne

1. Scalone reprogramowalne układy peryferyjne na przykładzie elementów PSD
2. Zastosowanie elementów PLD (PAL, CPLD, FPGA) jako układów sterowania peryferiów

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Wprowadzenie do środowiska programistycznego oraz uruchomieniowego - pisanie programu, proces tłumaczenia na kod wynikowy, debuggowanie w systemie
2. Ćwiczenia związane z pisaniem i uruchamianiem programów w assemblerze dla wybranej rodziny procesorów
3. Obsługa portów mikrokontrolera
4. Obsługa pamięci
5. Obsługa urządzeń peryferyjnych
6. Pisanie programów pod kątem szybkości wykonania i minimalizacji zasobów
7. Ćwiczenia związane z pisaniem i uruchamianiem programów w języku C
8. Wykorzystanie specyficznych bibliotek
9. Łączenie kodu w języku C i języku assemblera
10. Obsługa przerwania

CZĘŚĆ DRUGA

1. Samodzielna realizacja systemu mikroprocesorowego opartego o wybrany mikrokontroler, z uwzględnieniem obsługi zewnętrznej pamięci oraz urządzeń peryferyjnych

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

2. Procesory i systemy operacyjne w zastosowaniach przemysłowych

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Cezary Maj, dr inż. Piotr Zając

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Budowa i działanie układów sterowania przemysłowego oraz systemów wbudowanych na przykładzie procesorów wykorzystujących rdzeń RISC
1. Historia, architektura i wersje rdzenia, listy instrukcji procesora RISC. Specyfika architektury RISC w porównaniu do CISC. Architektura potokowa.
2. Jednostka centralna RISC
3. Zestawy rejestrów procesora RISC
4. Tryby pracy procesora RISC - dostosowanie do implementacji systemu operacyjnego
5. System przerwań i wyjątków RISC, przerwania programowe SVC
6. Mapa pamięci, rejestry specjalne
7. Specjalizowane struktury procesora dostosowane do implementacji systemu operacyjnego - Systick timer, sprzętowa obsługa wyjątków, wielordzeniowa synchronizacja
8. Instrukcje dostosowane do pracy w systemach przemysłowych i wbudowanych: np. operacje nasycone i nienasycone, bitaliasy, instrukcje konwersji i operacji logicznych na zmiennych wielobitowych
9. Moduły cyfrowych, analogowych wejść / wyjść, moduły specjalne, układy licznikowe
10. Systemy komunikacyjne
11. Zasilanie i tryby pracy z oszczędzaniem energii
12. Zasady użytkowania sterowników, montaż, połączenia zewnętrzne
13. Biblioteki ich budowa i stosowanie.
14. Biblioteki producentów procesora.

CZĘŚĆ DRUGA

1. Podstawy budowy i działania systemów operacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem systemów operacyjnych czasu rzeczywistego i do zastosowań przemysłowych i wbudowanych
2. Budowa i działanie zadań w systemie operacyjnym, system operacyjny z wywłaszczeniami i bez wywłaszczeń, realizacja wywłaszczenia.
3. Planisci w systemie operacyjnym - rodzaje planistów, algorytmy przełączania zadań, dobór parametrów przełączania zadań do aplikacji
4. Budowa zadania w systemie operacyjnym i sposoby konwersji programu napisanego w formie ciągłej / liniowej - do formy dostosowanej do pracy w systemie operacyjnym z obsługą wyjątków
5. Podstawowe funkcje / wywołania w systemie operacyjnym.
6. Mechanizmy komunikacji i synchronizacji w systemie operacyjnym: semaforey, mutexy, kolejki. Polecenia blokujące i nieblokujące.
7. Budowa jednostki MPU i MMU - mapy pamięci, ochrona obszarów pamięci. Segmentacja i stronicowanie. Dynamiczny i statyczny przydział pamięci w systemie operacyjnym.

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Programowanie procesorów z rdzeniem RISC
1. Wprowadzenie do środowiska programowego i elementarna nauka jego obsługi, odpluskowanie programu
2. Programowanie procesora RISC z wykorzystaniem asemblera
 - a. użycie podstawowych instrukcji
 - b. programowanie obwodów wejścia wyjścia, przerwań i wyjątków, przerwanie programowe
 - c. wykorzystanie wewnętrznych zasobów np. liczników
 - d. komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi za pomocą magistral komunikacyjnych
3. Programowanie procesora RISC z wykorzystaniem języka C/C++

- a. użycie podstawowej struktury programu
- b. wykorzystanie bibliotek
- c. biblioteki producenta
- d. budowa własnej biblioteki funkcji

CZĘŚĆ DRUGA

1. Realizacja programów ciągłych / liniowych z wykorzystaniem bibliotek na platformie RISC - przypomnienie i utrwalenie wiedzy i umiejętności.
2. Zastosowanie systemu operacyjnego czasu rzeczywistego w budowie aplikacji z wykorzystaniem procesora RISC - podstawy, konwersja z wersji liniowej, wykorzystanie mechanizmów synchronizacji i komunikacji, wyjątki.
3. Budowa kompletnej aplikacji wykorzystującej w pełni możliwości systemu operacyjnego czasu rzeczywistego.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

3. Implementacja algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w systemach przemysłowych

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Piotr Zając, dr inż. Cezary Maj, dr inż. Bartosz Pękosławski

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Metody przetwarzania sygnałów akustycznych
 - a. Podstawowe operacje arytmetyczne - skalowanie, mieszanie sygnałów akustycznych
 - b. Filtracja cyfrowa
 - c. Kompresja sygnału - metody kompresji bezstratnej i stratnej
2. Metody przetwarzania obrazów
 - a. Operacje arytmetyczne
 - b. Przekształcenia geometryczne (obrót, przesunięcie)
 - c. Filtracja cyfrowa (splot, filtry dolnoprzepustowy, górnoprzepustowy, wykrywanie krawędzi i konturów, filtry statystyczne)
 - d. Operacje na odwzorowaniach barw i mikrowzory, paletowanie
 - e. Zaawansowane rzutowanie i przekształcenia przestrzenne (odwzorowania i zniekształcenia dwuliniowe)
3. Zaawansowane metody przetwarzania sygnałów graficznych:
 - a. Rozplot
 - b. Transformata Fouriera 2D

CZĘŚĆ DRUGA

1. Arytmetyka w układach cyfrowych
 - a. Pozycyjne i resztowe systemy cyfrowe
 - b. Format słowa w systemach cyfrowych
 - c. Dokładność przy realizacji działań arytmetycznych
 - d. Arytmetyka stałoprzecinkowa
 - e. Arytmetyka zmiennoprzecinkowa
 - f. Arytmetyczne układy cyfrowe
 - i. Sumatory
 - ii. Komparatory
 - iii. Translatory kodów
 - iv. Układy dodawania i odejmowania
 - v. Układy mnożenia i dzielenia
 - vi. Jednostka arytmetyczno logiczna
 - vii. Jednostka MAC
 - viii. Koprocesory arytmetyczne
2. Cyfrowe procesory sygnałowe
 - a. Wymagania, realizacje sprzętowe
 - b. DSP a procesory konwencjonalne
 - c. Architektura
 - d. Zestaw instrukcji
3. Otoczenie procesorów DSP
 - a. Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe
 - b. Obwody próbkująco pamiętające, dither
 - c. Antyaliasing - filtry antyaliasingowe
4. Programowanie i języki programowania DSP

- a. Struktury danych i tryby adresowania
- b. Instrukcje przetwarzania DSP
- 5. Wybrane algorytmy przetwarzania sygnałów
 - a. Realizacja filtrów SOI, NOI, filtr adaptacyjny
 - b. Analiza widmowa sygnałów
 - c. Kompresja danych
 - d. Algorytmy wykrywania i korekcji błędów

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

- 1. Metody przetwarzania sygnałów akustycznych
 - a. Filtracja cyfrowa - projekt filtru cyfrowego, filtr adaptacyjny
 - b. Kodowanie mowy
- 2. Metody przetwarzania obrazów
 - a. Wykonanie programu realizującego zestaw operacji przekształceń na obrazach statycznych - filtracja, zmiana palety, przekształcenie geometryczne
- 3. Mikroprocesorowy system realizujący operacje przekształcenia obrazu w trybie online (potok z pliku lub kamery)

CZĘŚĆ DRUGA

- 1. Przykład realizacji filtru SOI oraz NOI, filtr adaptacyjny
- 2. Algorytmy analizy widmowej - realizacja praktyczna
- 3. Algorytm kompresji danych
- 4. Metody korekcji błędów - realizacja praktyczna kanału komunikacyjnego z wstrzykiwaniem błędów, wykrywanie i korekcja błędów

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

4. Sterowanie mikroprocesorowe w elektronice przemysłowej

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Paweł Marciniak

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Omówienie konstrukcji oraz działania mikrokontrolerów, mapa pamięci, tryby adresowania, przerwania, obsługa portów zewnętrznych oraz zintegrowanych peryferiów, transmisja szeregową, współczesne odmiany kontrolera 51, PIC/ST/AVR/MSP430 oraz ich specjalizowane peryferia - koprocesor arytmetyczny, jednostki zliczające, PWM, kontrolery komunikacji szeregowej.
2. Przegląd metod sterowania w powiązaniu z obszarami ich zastosowań. Realizacja układów sterowania z wykorzystaniem układów cyfrowych, ze szczególnym naciskiem na układy reprogramowalne i systemy mikroprocesorowe (mikrokontrolery)
3. Podstawowe informacje o systemach pomiarowych. Elementy i układy pomiarowe. Czujniki, przetworniki wielkości nieelektrycznych stosowane w przemyśle.
4. Elementy wykonawcze w elektronice przemysłowej - podstawowe rodzaje, zastosowanie, sterowanie.

CZĘŚĆ DRUGA

1. Specyfika i warunki pracy mikroprocesorowych układów elektronicznych w środowisku przemysłowym
 - a. Zakres temperatur pracy, niezawodność termiczna
 - b. Zaburzenia elektromagnetyczne, metody zwiększania odporności na zakłócenia
 - c. Wstrząsy i udary, mechaniczna odporność układów z cyfrowymi obwodami sterującymi
 - d. Lokalna transmisja danych w warunkach przemysłowych
2. Rodzaje i parametry mikrokontrolerów przeznaczonych do pracy w przemyśle
 - a. Mikrokontrolery ogólnego przeznaczenia
 - b. Mikrokontrolery specjalizowane
 - c. Architektura i parametry użytkowe
 - d. Metody mapowania urządzeń na przestrzeń adresową
3. Struktury specjalizowane wykorzystywane w mikrokontrolerach
 - a. Przetworniki AC i CA
 - b. Interfejsy komunikacyjne: CAN, SPI
 - c. Zegar czasu rzeczywistego
 - d. Układy nadzoru (watchdog)
 - e. Układy sterujące silników
4. Współpraca mikrokontrolerów z układami peryferyjnymi, czujnikowymi i wykonawczymi w warunkach przemysłowych
 - a. Wejścia dwustanowe: izolacja galwaniczna, wejścia o dużej częstotliwości przełączania
 - b. Sterowanie wyjściami dwustanowymi, sterowanie obwodami prądu zmiennego
 - c. Wejścia i wyjścia analogowe, zabezpieczenia, wyjścia analogowe o dużej obciążalności
 - d. Pętle prądowe
5. Metody budowy oprogramowania dla procesorów wykorzystywanych w przemyśle a. Niezawodność b. Optymalizacja kodu dla krytycznych ścieżek c. Wybrane algorytmy dla specyficznych urządzeń stosowanych w przemyśle

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

1. Ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem mikroprocesorowych płyt dydaktycznych - zakres ćwiczeń obejmuje następujące zagadnienia tematyczne wymagające uruchomienia programów napisanych w asmeblerze (51 lub PIC/ST/AVR/MSP430):
 - a. Tryby adresowania oraz podstawowe operacje na rejestrach
 - b. Obsługa portów mikroprocesora
 - c. Wykorzystanie systemu przerwań

- d. Obsługa klawiatury
- e. Obsługa RTC (zegara czasu rzeczywistego)
- f. Komunikacja z wykorzystaniem portów szeregowych
- g. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe
- h. Obsługa wyświetlacza LCD
- i. Opracowanie filtra cyfrowego, projekty wielomodułowe, wykorzystanie koprocesora arytmetycznego
- j. Projekt systemu mikroprocesorowego ilustrujący zastosowanie systemu cyfrowego do sterowania elementami elektronicznymi mocy

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

5. Sterowniki i komputery przemysłowe oraz pakiety HMI SCADA

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Paweł Marciniak, dr inż. Bartosz Pękosławski

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

- I. Problematyka elektronicznego sterowania i nadzoru układów oraz procesów w warunkach przemysłowych
 1. Klasyfikacja układów sterowania
 2. Praktyczne realizacje elektronicznych układów sterowania: sterowniki PLC, PAC, komputery przemysłowe
 3. Regulatory, teoria, sprzężenie zwrotne, dobór optymalnych nastaw regulatora PID
- II. Budowa i działanie sterowników przemysłowych
 1. Jednostka centralna
 2. Moduły cyfrowych, analogowych wejść / wyjść, moduły specjalne, układy licznikowe
 3. Systemy komunikacyjne
 4. Mapa pamięci, rejestry specjalne sterowników
 5. Zasilanie sterowników
 6. Zasady użytkowania sterowników, montaż, połączenia zewnętrzne
- III. Programowanie sterowników PLC
 1. Języki programowania sterowników - LD, IL, SFC, FBD, ST
 2. Typy danych, deklaracje zmiennych, funkcje sterujące, arytmetyczne i specjalne
 3. Podprogramy i przerwania
 4. Środowisko projektowe na przykładzie oprogramowania do sterowników
- IV. Podstawowe elementy języka LD Ladder Diagram - schematu drabinkowego
 1. Tworzenie obwodów w oparciu o LD, struktura programu, wykorzystanie funkcji
 2. Przykład projektowy
- V. Podstawowe elementy języka IL Instruction List - listy instrukcji
 1. Tworzenie obwodów w oparciu o IL, struktura programu, wykorzystanie funkcji
 2. Przykład projektowy
- VI. Zaawansowane metody programowania sterowników przemysłowych - język C
- VII. Sieci przemysłowe jako narzędzie komunikacji - wymiany danych
 1. Sieci przemysłowe - pojęcia podstawowe, sieci czasu rzeczywistego, sterowanie rozproszone
 2. Standardowe łącza szeregowo, PPI, MPI
 3. Sieci lokalne - sieć Profibus, AS-I, CAN, Seriplex
 4. Wymiana danych w sieci Ethernet

CZĘŚĆ DRUGA

- I. Problematyka elektronicznego sterowania i nadzoru układów oraz procesów w warunkach przemysłowych
 1. Klasyfikacja układów sterowania
 2. Praktyczne realizacje elektronicznych układów sterowania: sterowniki PLC, komputery przemysłowe
 3. Regulatory, teoria, sprzężenie zwrotne, dobór optymalnych nastaw regulatora PID
- II. Budowa i działanie pakietu SCADA na przykładzie pakietów iFIX firmy GE Fanuc i Intellution, In Touch firmy Wonderware Corporation, Axeda Supervisor firmy Axeda Systems, Inc., WinCC firmy Siemens
 1. środowisko projektowe (Developer).
 2. środowisko operatorskie (Runtime).
- III. Cechy i elementy składowe pakietów SCADA
 1. Architektura obiektowa (komponentowa) zgodna z COM/DCOM.

2. Funkcjonalność Serwera OPC i Klienta OPC na trzech poziomach (również sieciowo poprzez DCOM). Obsługa OPC poprzez DCOM. Sieciowe połączenie pomiędzy klientami OPC i serwerami OPC.
3. Architektura Klient/Serwer (lokalne wejścia/wyjścia oraz dostęp do nieograniczonej liczby wejść/wyjść poprzez sieć). Możliwość pracy w trybie monitorowania jak i sterowania.
4. Zaawansowany system ochrony dostępu.
5. Wbudowany i w pełni zintegrowany ze środowiskiem obiektowym standardowy język Microsoft Visual Basic for Applications (VBA).
6. Obsługa podpisów elektronicznych i rejestracja dziennika produkcji (Audit trail).
7. Wbudowane narzędzia do graficznej prezentacji i analizy informacji z relacyjnych baz danych.
8. Konfigurowane harmonogramy akcji wyzwalanych czasowo i zdarzeniowo.
9. Zgodności z Windows Server 2003, możliwość m.in. korzystania z technologii Microsoft .NET

IV. Narzędzia zwiększające efektywność projektowania i użytkowania aplikacji: Administrator projektów, Walidator aplikacji, Menedżer profili użytkowników, Kreator tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania danych.

1. Administrator Projektów - zarządzanie wieloma projektami w jednym środowisku projektowym.
2. Menedżer profili użytkowników - autoryzacja użytkowników, dodawanie, usuwanie i zarządzanie profilami użytkowników aplikacji oraz ich aplikacjami.
3. Walidator aplikacji - automatyczna weryfikacja integralności plików i katalogów oprogramowania, raportowanie niezgodności i błędów, zaawansowane zarządzanie wersjami i awaryjne przywracanie aplikacji.
4. Skalowanie grafiki dla urządzeń mobilnych - kreator rysunków, tworzenie rysunków o rozmiarach i rozdzielczościach (w tym dla zastosowań mobilnych)
5. Technologia .NET - środowisko projektowe Microsoft Visual Studio .net. Dostęp do procesowej bazy danych oraz danych historycznych.
6. Kreator tworzenia kopii zapasowych i odzyskiwania danych - archiwizacja i odzyskiwanie całych projektów i pojedynczych plików.
7. Serwer Terminali - funkcje ułatwiające tworzenie i wykorzystywanie aplikacji sieciowych w oparciu o Terminal Server.
8. Obsługa drukarek alarmowych - drukowanie alarmów i komunikatów na drukarkach.

V. Przykładowe aplikacje z różnych branż przemysłu w zakresie sterowania, wizualizacji, alarmowania, analizy danych, zaawansowanego raportowania, ochrony dostępu z wykorzystaniem podpisów elektronicznych, tworzenia szczegółowych dzienników produkcji

1. samodzielne tworzenie własnych aplikacji
2. moduły cyfrowych, analogowych wejść / wyjść, moduły specjalne, układy licznikowe
3. przykładowe drivery komunikacyjne, m.in. uniwersalny Klient OPC, driver protokołu Modbus RTU, protokołu Modbus TCP, drivery dla sterowników Allen-Bradley, GE Fanuc, Siemens

VI. Zaawansowane metody programowania sterowników przemysłowych - język C

VII. Sieci przemysłowe jako narzędzie komunikacji - wymiany danych

1. Sieci przemysłowe - pojęcia podstawowe, sieci czasu rzeczywistego, sterowanie rozproszone
2. Standardowe łącza szeregowo, PPI, MPI
3. Sieci lokalne - sieć Profibus, AS-I, CAN, Seriplex
4. Wymiana danych w sieci Ethernet

CZĘŚĆ TRZECIA

1. Systemy zarządzania produkcją i śledzenie jej przebiegu typu MES (Manufacturing Execution System)
2. System zarządzania i planowania zasobów całego przedsiębiorstwa ERP (Enterprise Resource Planning)
3. Historia i rozwój systemów ERP i MES
4. Zintegrowana koncepcja zarządzania, wizualizacji i monitoringu "inteligentny" budynek - System Zarządzania Budynkiem (BMS - Building Management Systems)
 - a. EMS (Energy Management System)
 - b. BAS (Building Automation System)
 - c. DMS (Danger Automation System) lub alternatywnie
 - d. SMS (Security Management System)
 - e. Standardy wg. Europejskiej grupy EIBG (European Intelligent Building Group)

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

I. Programowanie sterowników przemysłowych PLC

1. Wprowadzenie do środowiska programowego i elementarna nauka jego obsługi, odplukiwanie programu
2. Podprogramy i przerwania
3. Obsługa podstawowych funkcji przekaźnikowych
4. Wykorzystanie funkcji arytmetycznych, relacji, konwersji, obsługa RTC
5. Operacje na czasomierzach i licznikach, szybkie wejścia licznikowe
6. Wykorzystanie wejść i wyjść analogowych
7. Realizacja układu sterowania z użyciem regulatora PID

II. Praktyczna realizacja systemu wymiany danych - prosta sieć komunikacyjna

III. Projekt układu sterowania z wykorzystaniem makiet (przykłady)

1. Sterowanie ruchem na skrzyżowaniu
2. Sterowanie automatycznym przejazdem kolejowym
3. Sterowanie układem pozycjonowania (silniki krokowe)
4. Sterowanie procesem chemicznym w zbiorniku z cieczą

CZĘŚĆ DRUGA

I. Programowanie sterowników przemysłowych PLC

1. konfigurowanie systemu SCADA
2. wprowadzenie do środowiska programowego i elementarna nauka jego obsługi
3. protokół komunikacyjny DDE, obsługa ODBC
4. język skryptów
5. komunikacja ze sterownikami
6. generatory sygnałów
7. alarmy, definiowanie, prezentacja, obsługa, potwierdzanie, przeglądanie, zapis oraz wydruk
8. technologia grup zmiennych
9. tworzenie, przeglądanie, konserwacja i zarządzanie bazą danych
10. narzędzia i metody tworzenia ekranów synoptycznych
11. wykresy czasowe w czasie rzeczywistym i prezentacja historii procesu na wykresach
12. animacje obiektów graficznych oraz tworzenie i korzystanie z bibliotek gotowych obiektów, optymalizacja wyświetlania rysunków
13. wielopoziomowy system zabezpieczeń i ochrony danych
14. rozwiązania sieciowe

II. Praktyczna realizacja systemu wymiany danych - prosta sieć komunikacyjna

III. Projekt układu sterowania z wykorzystaniem sterowników przemysłowych (przykłady)

1. Sterowanie ruchem na skrzyżowaniu
2. Sterowanie automatycznym przejazdem kolejowym
3. Sterowanie układem pozycjonowania (silniki krokowe)
4. Sterowanie procesem chemicznym w zbiorniku z cieczą

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

6. Układy rekonfigurowalne i DSP w aplikacjach przemysłowych

mgr inż. **ZBIGNIEW KULESZA**, dr inż. Cezary Maj, dr inż. Piotr Zając, dr inż. Bartosz Pękosławski

WYKŁAD (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

- I. Podstawowe informacje na temat układów programowalnych i reprogramowalnych
 1. Pojęcia podstawowe - założenia budowy i działania układów programowalnych
 2. Komórka pamięci jako podstawowy element składowy układów programowalnych - budowa, technologie wykonania
 3. Elementy konstrukcyjne układów programowalnych – przegląd
 4. Interfejsy programujące: koncepcja układów ISP, IAP, interfejs JTAG, dynamiczne reprogramowanie w systemie
 5. Podstawowe informacje na temat realizacji funkcji boolowskich, funkcji kombinacyjnych, sekwencyjnych i automatów stanowych w układach programowalnych
- II. Klasyfikacja układów programowalnych, cechy charakterystyczne, preferencje zastosowań
 1. Cyfrowe układy programowalne PLD (PAL/GAL, PLA, CPLD, FPGA)
 2. Cyfrowe układy programowalne bazujące na rdzeniach procesorów oraz programowalne układy peryferyjne
 3. Analogowe układy programowalne, układy hybrydowe 4. Układy PSoC (Programmable System-on-Chip)
- III. Układy PLD (PAL/GAL, PLA, CPLD)
 1. Pojęcia podstawowe - makrokomórka, matryca AND i OR - przykładowe realizacje
 2. Omówienie budowy poszczególnych odmian układów PLD
 3. Przykład projektowy
- IV. Zaawansowane układy PLD typu FPGA
 1. Struktury podstawowe: makrokomórki, system połączeń, wybrane struktury specyficzne
 2. Omówienie budowy wybranych odmian układów FPGA: Xilinx, Altera, Atmel
 3. Przykład projektowy w oparciu o układy FPGA Xilinx
- V. Narzędzia do opisu i projektowania układów PLD i FPGA
 1. Schemat jako podstawowe narzędzie projektowe
 2. Podstawowe języki opisu inżynierskiego elementów PLD: ABEL, CPUL
 3. Języki wysokiego poziomu - HDL: VHDL i Verilog
 4. Zasady projektowania i opisu układów programowalnych - struktury syntezywalne, podstawowe błędy projektowe
- VI. Praktyczne aspekty wykorzystywania układów programowalnych
 1. Wykorzystanie układów programowalnych w przemyśle
 2. „Ścieżka projektowa” dla optymalnego wykorzystania właściwości układów programowalnych
 3. Analiza czasowa jako narzędzie do wyboru i optymalizacji struktur reprogramowalnych - przykład projektowy
 4. Dynamiczne reprogramowanie w systemie, koncepcja IAP (In Application Programmable)

CZĘŚĆ DRUGA

- I. Podstawowe zagadnienia związane z konstrukcją układów scalonych
- II. Podstawowe pojęcia w językach HDL
 1. Opis behawioralny i strukturalny
 2. Przypisania współbieżne oraz sekwencyjne
- III. Modelowanie w języku Verilog
 1. Ogólna konstrukcja modułu (jednostki)
 2. Deklaracja modułu, portów (wyprowadzeń) i parametrów
 3. Typy danych (stałe, liczby, typy złożone)
 4. Wyrażenia i operatory arytmetyczne i logiczne

5. Przypisania współbieżne (kombinacyjne)
6. Przypisania proceduralne (sekwencyjne) i bloki
7. Instrukcje sterujące (warunki, pętle)
8. Zdarzenia, funkcje i procedury
9. Konstrukcje typu UDP (elementy definiowane przez użytkownika)

IV. Modelowanie strukturalne na poziomie bramek i przerzutników (RTL) w języku Verilog

V. Tworzenie maszyn stanowych w języku Verilog

VI. Tworzenie struktur hierarchicznych opartych o makromoduły w języku Verilog

VII. Modelowanie w języku VHDL

1. Podstawowe struktury języka VHDL
2. Konstrukcje współbieżne języka VHDL
3. Obiekty, ich klasy i typy
4. Konstrukcje sekwencyjne języka VHDL
5. Pakiety i podprogramy (funkcje i procedury)
6. Tworzenie kombinacyjnych i sekwencyjnych układów logicznych
7. Modele VHDL automatów stanowych
8. Tworzenie środowiska testowego
9. Wybrane przykłady projektowe

VIII. Optymalizacja ścieżki projektowej, synteza i implementacja projektu

IX. Przykłady projektowe, konstrukcje synteżowalne i niesynteżowane. Podsumowanie i porównanie poznanych języków HDL

CZĘŚĆ TRZECIA

1. Arytmetyka w układach cyfrowych

- a. Pozycyjne i resztowe systemy cyfrowe
- b. Format słowa w systemach cyfrowych
- c. Dokładność przy realizacji działań arytmetycznych
- d. Arytmetyka stałoprzecinkowa
- e. Arytmetyka zmiennoprzecinkowa
- f. Arytmetyczne układy cyfrowe
 - i. Sumatory
 - ii. Komparatory
 - iii. Translatory kodów
 - iv. Układy dodawania i odejmowania
 - v. Układy mnożenia i dzielenia
 - vi. Jednostka arytmetyczno logiczna
 - vii. Jednostka MAC
 - viii. Koprocesory arytmetyczne

2. Cyfrowe procesory sygnałowe

- a. Wymagania, realizacje sprzętowe
- b. DSP a procesory konwencjonalne
- c. Architektura
- d. Zestaw instrukcji
3. Otoczenie procesorów DSP
 - a. Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe
 - b. Obwody próbkujące pamiętające, dither

- c. Antyaliasing - filtry antyaliasingowe
- 4. Programowanie i języki programowania DSP
 - a. Struktury danych i tryby adresowania
 - b. Instrukcje przetwarzania DSP
- 5. Wybrane algorytmy przetwarzania sygnałów
 - a. Realizacja filtrów SOI, NOI, filtr adaptacyjny
 - b. Analiza widmowa sygnałów
 - c. Kompresja danych
 - d. Algorytmy wykrywania i korekcji błędów

CZĘŚĆ CZWARTA

- 1. Metody przetwarzania sygnałów w aplikacjach przemysłowych
 - a. Podstawowe operacje arytmetyczne - skalowanie, mieszanie sygnałów
 - b. Kompresja sygnału - metody kompresji bezstratnej i stratnej
 - c. Filtracja cyfrowa (splot, filtry dolnoprzepustowy, górnoprzepustowy, wykrywanie krawędzi i konturów, filtry statystyczne)
- 2. Zaawansowane metody przetwarzania sygnałów:
 - a. Rozplot
 - b. Transformata Fouriera 2D

LABORATORIUM (60h)

CZĘŚĆ PIERWSZA

I. Część pierwsza - układy PLD

- 1. Wprowadzenie do środowiska projektowego ISE i elementarna nauka jego obsługi
- 2. Projektowanie prostych układów kombinacyjnych (sumator) i sekwencyjnych (dzielnik częstotliwości) w oparciu o język opisu sprzętu Verilog
- 3. Symulacja cyfrowa i analiza czasowa
- 4. Optymalizacja obwodu - redukcja zasobów oraz zwiększanie maksymalnych szybkości pracy

II. Część druga - układy FPGA

- 1. Wprowadzenie do środowiska ISE i elementarna nauka jego obsługi. Opis w języku Verilog prostego systemu cyfrowego (mnożarki N-bitowej)
- 2. Synteza z opisu w języku Verilog i implementacja z wykorzystaniem płyty demonstracyjnej z układem firmy Xilinx przykładowych systemów cyfrowych: - sekundnika wykorzystującego wyświetlacz 7-segmentowy typu LED - prostej gry wymagającej użycia monitora i myszki typu PS2

CZĘŚĆ DRUGA

- I. Zapoznanie z narzędziem symulacyjnym - tworzenie nowych projektów, wykorzystywanie narzędzi do generacji kodów źródłowych, dołączanie bibliotek standardowych
- II. Projektowanie i symulacja podstawowych struktur logicznych
 - 1. Multiplexer - układ kombinacyjny
 - 2. Flip-Flop - element pamiętający
 - 3. Latch - alternatywny element pamiętający
 - 4. Bramka trójstanowa
- III. Projekt czterobitowego licznika wielofunkcyjnego - opis behawioralny
- IV. Projekt ośmiobitowego licznika wielofunkcyjnego - opis strukturalny
- V. Projekt złożonego systemu cyfrowego
- VI. Opis typu „data flow” na przykładzie komórki sumatora jednobitowego
- VII. Tworzenie opisów testujących typu „test bench”, definiowanie sygnałów wejściowych
- VIII. Strukturalny opis sumatora ośmiobitowego z wykorzystaniem opisu sumatora jednobitowego
 - 1. Parametryzowalny opis sumator N-bitowego - instrukcja „generate” i opcja „generic”

2. Behawioralny opis przerzutników i rejestrów z synchronicznymi i asynchronicznymi sygnałami kontrolnymi
3. Opis złożonego systemu (N-bitowa mnożarki sekwencyjnej), wykorzystujący wykonane wcześniej kody

CZĘŚĆ TRZECIA

1. Przykład realizacji filtru SOI oraz NOI, filtr adaptacyjny
2. Algorytmy analizy widmowej - realizacja praktyczna
3. Algorytm kompresji danych
4. Metody korekcji błędów - realizacja praktyczna kanału komunikacyjnego z wstrzykiwaniem błędów, wykrywanie i korekcja błędów

CZĘŚĆ CZWARTA

1. Metody przetwarzania sygnałów w aplikacjach przemysłowych
 - a. Filtracja cyfrowa - projekt filtru cyfrowego, filtr adaptacyjny
 - b. Kodowanie mowy
2. Mikroprocesorowy system realizujący operacje przekształcenia sygnału w trybie online (potok z pliku lub kamery)

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

7. Układy i technologie elektroniki klasycznej i elastycznej

dr inż. Katarzyna Znajdek, dr inż. **ŁUKASZ RUTA**, dr inż. Piotr Pietrzak, dr inż. Marcin Kociołek, dr hab. inż. Maciej Sibiński

WYKŁAD (30h)

1. Geneza i przegląd zastosowań elektroniki elastycznej.
2. Rodzaje i zastosowanie materiałów wykorzystywanych w elektronice elastycznej, rodzaje i charakterystyka podłoży elastycznych.
3. Technologie wytwarzania elementów i układów elektroniki elastycznej:
 - a. techniki drukowania,
 - b. metody osadzania cienkich warstw,
 - c. technologia roll-to-roll.
4. Elastyczna fotowoltaika:
 - a. podstawy fizyczne,
 - b. wykorzystywane materiały,
 - c. przegląd technologii i aplikacji.
5. Tekstronika:
 - a. obszar zastosowań,
 - b. uwarunkowania i ograniczenia,
 - c. technologie tekstroniczne.
6. Proces powstawania urządzeń elektronicznych:
 - a. specyfikacja,
 - b. schematy blokowe i ideowe,
 - c. płytki obwodów drukowanych (PCB),
 - d. weryfikacja poprawności projektu,
 - e. przygotowanie do produkcji,
 - f. prototypowanie.
7. Rola symulacji w procesie projektowania schematów ideowych oraz obwodów drukowanych.
8. Reguły projektowe oraz praktyczne zasady projektowania.
9. Komputerowe narzędzia wspomagające projektowanie i realizację urządzeń elektronicznych.

LABORATORIUM (60h) i PROJEKT (30h)

W ramach zajęć praktycznych opracowane są: koncepcja, specyfikacja techniczna, schematy ideowe oraz projekt obwodu drukowanego układu elektronicznego zawierającego komponenty SMD oraz samodzielnie wytworzony element elastyczny. Sprawdzone są metody osadzania warstw na podłożach elastycznych, jak również przeprowadzone są badania właściwości elastycznych elementów elektronicznych.

Zostaje zbudowany, uruchomiony i poddany testom prototyp zaprojektowanego urządzenia będącego połączeniem modułu elastycznego realizującego określoną funkcję oraz klasycznego układu elektronicznego na podłożu sztywnym. Przygotowywana jest dokumentacja powykonawcza.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

8. Problemy projektowania urządzeń elektronicznych

dr inż. Piotr Amrozik, dr inż. Marcin Kociołek, dr inż. **PIOTR PIETRZAK**

WYKŁAD (30h)

1. Strategie projektowania technicznego
2. Tematyką budowania zespołu projektowego
3. Metody identyfikacji możliwych do wykorzystania rozwiązań
4. Ocena stopnia gotowości wdrożeniowej
5. Zasady tworzenia dokumentacji technicznej urządzeń elektronicznych, spełniających wymogi certyfikacji CE
6. Prezentacje seminaryjne efektów pracy poszczególnych grup nad projektem urządzenia elektronicznego.

PROJEKT (90h)

W ramach części praktycznej Uczestnicy kursu budują jego prototyp. Prace obejmują:

- a. przygotowanie koncepcji oraz specyfikacji projektu,
- b. wybór i ocenę przydatności rozwiązań układowych,
- c. dobór podzespołów elektronicznych i elektro-mechanicznych,
- d. projekt schematów ideowych oraz płytki obwodu drukowanego,
- e. realizację prototypu urządzenia i jego oprogramowanie,
- f. opracowanie dokumentacji projektowej.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

9. Projektowanie systemów elektronicznych

dr inż. **MARCIN KOCIOŁEK**, dr inż. Piotr Pietrzak, dr inż. Piotr Skulimowski

WYKŁAD (30h)

1. Definiowanie założeń projektu systemu elektronicznego.
2. Schematy blokowe i funkcjonalne systemów elektronicznych.
3. Analiza założeń projektowych pod kątem doboru składowych układów elektronicznych.
4. Interfejsy.
5. Dobór elementów i projektowanie układów elektronicznych z uwzględnieniem wymagań i możliwości wykonania.
6. Zarządzanie projektem systemu elektronicznego.
7. Zastosowanie oprogramowania CAD do projektowania systemów elektronicznych.
8. Montaż, uruchomienie i testowanie systemów elektronicznych.
9. Dokumentacja projektowa i powykonawcza systemu elektronicznego.

PROJEKT (90h)

W ramach projektu studenci projektują, wykonują i uruchamiają system elektroniczny z wykorzystujący analogowe i cyfrowe układy elektroniczne.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

10. Systemy wbudowane w zastosowaniach IOT oraz IIOT

dr hab. inż. **DARIUSZ MAKOWSKI**, dr inż. Piotr Zając

WYKŁAD (30h)

1. Wstęp do systemów wbudowanych
 - 1.1. Budowa systemów mikroprocesorowych
 - 1.2. Współpraca procesora z pamięciami oraz urządzeniami peryferyjnymi
 - 1.3. Rejestry specjalnego przeznaczenia
 - 1.4. Budowa przykładowego mikrokontrolera z rodziny ARM
2. Programowanie mikrokontrolerów z wykorzystaniem języka C
 - 2.1. Specyfika programowania mikrokontrolerów
 - 2.2. Operacje na rejestrach procesora
 - 2.3. Programowanie urządzeń peryferyjnych mikrokontrolera z poziomu języka C
 - 2.4. Obsługa przerwań
 - 2.5. Kompilacja oraz linkowanie programu
3. Urządzenia peryferyjne
 - 3.1. Porty wejścia-wyjścia
 - 3.2. Timery procesora
 - 3.3. Układy do komunikacji szeregowej (I2C, SPI, UART, Ethernet)
 - 3.4. Układy do konwersji sygnały analogowego (ADC, DAC)
4. Debugowanie systemów wbudowanych
 - 4.1. Analiza programu z użyciem debuggera
5. Architektura mikrokontrolerów z rdzeniem ARM
6. Systemy operacyjne dla systemów wbudowanych
 - 6.1. FreeRTOS
 - 6.2. Linux
 - 6.3. Tworzenie aplikacji na mikrokontrolery ARM z wykorzystaniem systemu operacyjnego
7. Internet of Things (IOT) oraz Industrial Internet of Things (IIOT)
 - 7.1. Koncepcja Internetu Rzeczy
 - 7.2. Zastosowanie koncepcji IoT we współczesnym świecie i perspektywy jej rozwoju w przyszłości
 - 7.3. Zastosowanie mikrokontrolerów w aplikacjach IoT
 - 7.4. Budowa czujników wykorzystywanych w systemach IoT oraz komunikacja z nimi
 - 7.5. Protokoły komunikacyjne wykorzystywane w sieciach IoT
 - 7.6. Sieci IoT
 - 7.7. Zbieranie, agregacja, przetwarzanie i prezentacja danych w IoT

LABORATORIUM (60h)

Praktyczne programowanie systemów wbudowanych dedykowanych dla zastosowań IOT oraz IIOT.

1. Programowanie systemów IOT pracujących bez systemu operacyjnego (bare-metal)
 - 1.1. Konfiguracją środowiska programistycznego oraz uruchomienie demonstracyjnego programu
 - 1.2. Programowanie portów wejścia-wyjścia
 - 1.3. Debugowanie programów oraz rozwiązywanie problemów w systemach wbudowanych
 - 1.4. Programowanie sterowników dla urządzeń peryferyjnych
 - 1.5. Programowanie układów do pomiaru czasu
 - 1.6. Transmisja danych z wykorzystaniem interfejsu EIA-RS 232

- 1.7. Transmisja danych z wykorzystaniem interfejsu EIA-RS 232 oraz przerw
- 1.8. Komunikacją z urządzeniami peryferyjnymi z wykorzystaniem interfejsu SPI
- 1.9. Komunikacją z urządzeniami peryferyjnymi z wykorzystaniem interfejsu I2C
- 1.10. Przetwarzanie danych analogowych z wykorzystaniem przetworników analogowo-cyfrowych
2. Programowanie systemów IOT wykorzystujących system operacyjny
 - 2.1. Konfiguracją środowiska programistycznego oraz uruchomienie demonstracyjnego programu z wykorzystaniem systemu operacyjnego
 - 2.2. Programowanie portów wejścia-wyjścia z wykorzystaniem kilku procesów
 - 2.3. Debugowanie programów wieloprotocowych
 - 2.4. Programowanie sterowników dla urządzeń peryferyjnych z wykorzystaniem sterowników systemu operacyjnego
 - 2.5. Programowanie urządzeń peryferyjnych
 - 2.6. Komunikacja międzyprocesowa oraz synchronizacja zadań
 - 2.7. Obsługa przerw pod systemem operacyjnym
 - 2.8. Komunikacja z wykorzystaniem protokołu Ethernet

PROJEKT (30h)

Projekt oraz oprogramowanie systemu wbudowanego realizującego zadania przykładowego sterownika IOT z wykorzystującego systemu operacyjnego.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

11. Rekonfigurowalne systemy wbudowane

dr inż. **RAFAŁ KIEŁBIK**, dr inż. Piotr Amrozik

WYKŁAD (30h)

1. Wstęp do układów PLD
2. VHDL
 - a. Wstęp
 - b. Instrukcje współbieżne
 - c. Funkcje i procedury
 - d. Automaty stanowe
 - e. Pakiety
 - f. Symulacje behawioralne
3. Architektura układów FPGA XILINX
 - a. Rodziny układów FPGA XILINX
 - b. LUT, CLB, BRAM, DSP
 - c. Konfiguracja układów FPGA
 - d. Architektura AXI
 - e. Dystrybucja zegarów (Clock Manager)
 - f. SERDES, MGMT
 - g. MicroBlaze
 - h. Dynamiczna rekonfiguracja
4. Narzędzia
 - a. Synteza
 - b. Implementacja
 - c. STA
 - d. Hardware monitor
 - e. IP cores
5. Architektura ARM w układach XILINX
 - a. Rdzeń i peryferia ARMa
 - b. Konfiguracja ARMa
 - c. Oprogramowanie: system bootowania, OS, Bare-metal, instrukcje SIMD w ARM (technologia NEON)

LABORATORIUM (60h)

1. Opis strukturalny, symulacja i implementacja układu kombinacyjnego
2. Opisy parametryzowalne
3. Opis behawioralny, symulacja i implementacja układu sekwencyjnego
4. Opis maszyny stanowej Moore'a i Mealy'ego
5. Implementacja sprzętowego systemu do weryfikacji projektowanego układu
6. Realizacja prostych aplikacji na procesorze, wykorzystanie modułu UART
7. Implementacja prostego systemu łączącego część procesorową i konfigurowalną
8. Implementacja systemu z wykorzystaniem mapowania pamięci na urządzenia peryferyjne
9. Implementacja systemu z obsługą przerwań

PROJEKT (30h)

Implementacja i oprogramowanie złożonego systemu cyfrowego opartego o zaimplementowany w układzie rekonfigurowalnym mikroprocesor wraz z niezbędnymi modułami peryferyjnymi, realizującego proste zadania typu: analiza i przetwarzanie obrazów lub dźwięku.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

12. Zaawansowane programowanie obiektowe

dr hab. inż. **WOJCIECH TYLMAN**, dr inż. Mariusz Orlikowski, dr inż. Bartosz Sakowicz, dr inż. Wojciech Cichalewski

WYKŁAD (30h)

1. Wspólne cechy nowoczesnych języków zorientowanych obiektowo
2. Korzyści i ograniczenia związane ze stosowaniem nowoczesnych języków
3. Środowisko .NET, język C# – wprowadzenie, elementy składowe, struktura
4. C# w porównaniu do C++
5. Programowanie w C#
6. Windows Presentation Foundation jako metoda programowania interfejsu użytkownika
7. Połączenia z bazami danych
8. Zarządzanie bibliotekami zewnętrznymi – NuGet
9. Język Java – omówienie w porównaniu do C#
10. Programowanie w Java
11. Wybrane wzorce projektowe
12. Modelowanie jako sposób projektowania i dokumentacji – wprowadzenie do UML

LABORATORIUM (60h)

1. Wprowadzenie do pracy ze środowiskiem programistycznym dla języka C#
2. Zadania programistyczne ilustrujące koncepcje i możliwości języka C# i platformy .NET
3. Zadania programistyczne związane z programowaniem interfejsu użytkownika oraz interakcją z baz danych
4. Zadania programistyczne wykorzystujące zewnętrzne biblioteki
5. Wprowadzenie do pracy ze środowiskiem programistycznym dla języka Java
6. Zadania programistyczne ilustrujące koncepcje i możliwości języka Java
7. Wykorzystanie wybranych diagramów języka UML do opisu wcześniej wykonanych zadań

PROJEKT (30h)

1. Określenie zalet i problemów wynikających z pracy w zespole
2. Przedstawienie metodyk pracy nad projektami
3. Prezentacja systemów kontroli wersji i zasad pracy z nimi
4. Projekt grupowy realizowany w wybranym języku zorientowanym obiektowo, realizowany w oparciu o nowoczesne metodyki i wzorce, wykorzystujący rozwiązania wspomagające pracę grupową oraz projektowanie i dokumentowanie systemów informatycznych

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

13. Programowanie urządzeń mobilnych

dr inż. **PIOTR SKULIMOWSKI**, dr hab. inż. Artur Klepaczek, dr inż. Jacek Podgórski

WYKŁAD (30h)

1. Historia urządzeń mobilnych,
2. Przegląd mobilnych systemów operacyjnych,
3. Języki programowania urządzeń mobilnych - przegląd,
4. Metody dystrybucji aplikacji,
5. Ograniczenia w programowaniu urządzeń mobilnych,
6. Podstawy i architektura wybranego systemu operacyjnego,
7. Programowanie obiektowe w wybranym języku programowania
8. Zagadnienia lokalizacyjne i metody testowania aplikacji mobilnych,
9. Projektowanie intuicyjnych interfejsów użytkownika,
10. Komunikacja z aplikacjami serwerowymi poprzez sieć Internet, komunikacja Bluetooth,
11. Wykorzystanie kamer cyfrowych urządzeń mobilnych w zadaniach analizy i przetwarzania obrazów.

LABORATORIUM (60h)

1. Instalowanie i konfigurowanie środowisk rozwojowych,
2. Tworzenie oprogramowania, wersji instalacyjnych, zarządzanie oprogramowaniem dla urządzeń mobilnych,
3. Projektowanie oprogramowania wyposażonego w graficzny i dźwiękowy interfejs użytkownika,
4. Realizowanie prostych projektów informatycznych w zespole z wykorzystaniem mechanizmów kontroli wersji Git,
5. Wykorzystywanie wbudowanych zasobów urządzeń mobilnych (funkcje telefonowania, kamery cyfrowe, odbiorniki GPS).

PROJEKT (30h)

Wykonanie przez studentów zadania projektowego w postaci aplikacji mobilnej wymagającego: zdefiniowania wymagań aplikacji, zaprojektowania jej struktury, oprogramowania, przetestowania funkcji aplikacji oraz przygotowania dokumentacji.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

14. Systemy komunikacji radiowej

dr inż. **PIOTR KORBEL**, dr hab. inż. Sławomir Hausman

WYKŁAD (30h)

1. Kategorie i właściwości systemów komunikacji radiowej, systemy typu punkt-punkt, systemy punkt-wielopunkt, systemy radiodfuzji, systemy komórkowe, systemy radiowe bliskiego zasięgu, radiowe sieci sensorowe, radiowe systemy komunikacji satelitarnej. Architektury sieci.
2. Zarządzanie widmem elektromagnetycznym, pasma częstotliwości wykorzystywane w systemach komunikacji radiowej, pasma ISM, modelowanie propagacji fal radiowych na potrzeby wspomagania projektowania systemów komunikacji radiowej, modele zalecane przez ITU oraz 3GPP. Organizacja kanałów radiowych.
3. Interfejsy radiowe systemów komunikacji radiowej, metody modulacji i zwielokrotnienia dostępu. Odporność na zakłócenia, jamming. Radio programowalne (SDR).
4. Funkcje systemów łączności radiowej, w tym systemów bliskiego zasięgu. Protokoły i usługi w systemach komunikacji radiowej. Ocena jakości usług. Metody lokalizacji węzłów sieci.
5. Przegląd standardów sieci radiokomunikacyjnych (3GPP, IEEE). Sieci przemysłowe, ewolucja sieci komórkowych, sieci radiowe działające w otoczeniu ciała człowieka. Przegląd zastosowań – inteligentne miasta, Internet rzeczy, zastosowanie przemysłowe.

LABORATORIUM (60h)

Realizacja ćwiczeń poruszających podstawowe aspekty projektowania wybranych klas systemów komunikacji radiowej: systemów telefonii komórkowej, linii radiowych, systemów satelitarnych, systemów bliskiego zasięgu. Realizacja ćwiczeń odbywa się z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania komputerowego umożliwiającego obliczanie rozkładów natężenia pola dla zadanych modeli terenu (map cyfrowych), modelowanie protokołów wykorzystywanych w sieciach komunikacji radiowej, a także z użyciem modułów rozwojowych przykładowych systemów komunikacji radiowej, np. LTE/NB-IoT, Bluetooth, Wi-Fi, NFC, bądź modułów radia programowalnego SDR.

PROJEKT (30h)

Realizacja złożonego zadania mającego na celu opracowanie wymagań, koncepcji oraz struktury sieci przeznaczonej do realizacji określonej funkcji (np. systemu mającego na celu zapewnienie łączności na terenie zakładu produkcyjnego). Zadanie obejmuje elementy modelowania i/lub prototypowania działania systemu.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

15. Anteny i propagacja fal radiowych

dr hab. inż. **ŁUKASZ JANUSZKIEWICZ**, dr hab. inż. Sławomir Hausman

WYKŁAD (30h)

Podstawowe właściwości pól i fal elektromagnetycznych

1. Oddziaływanie fal elektromagnetycznych z dielektrykami i przewodnikami
2. Podstawy systemów bezprzewodowych (warstwa fizyczna)
3. Funkcja anteny w systemie bezprzewodowym
4. Parametry anten
5. Przegląd konstrukcji anten
6. Metody numeryczne stosowane do symulacji anten
7. Pomiary parametrów anten
8. Propagacja fal elektromagnetycznych w wolnej przestrzeni
9. Propagacja fal nad ziemią płaską:
 - a. zjawisko odbicia,
 - b. model 2 promieniowy
10. Propagacja fal w środowisku zurbanizowanym:
 - a. tłumienie fali w dielektryku stratnym, model „multi-wall”
 - b. dyfrakcja na krawędzi
11. Teoretyczne modele propagacyjne
12. Empiryczne modele propagacyjne

LABORATORIUM (60h)

1. Właściwości wykresu Smitha,
2. Obliczanie prostych transformatorów impedancji,
3. Symulacje komputerowe anten prętowych,
4. Symulacje anten mikropaskowych

PROJEKT (30h)

1. Analiza specyfikacji technicznej typowych systemów bezprzewodowych
2. Programy komputerowe do symulacji systemów bezprzewodowych
3. Projekt systemu bezprzewodowego zgodnego z wybraną technologią.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

16. Technologie i sieci światłowodowe

dr inż. **GRZEGORZ TOSIK**, dr inż. Bartłomiej Guzowski, mgr inż. Mateusz Łakomski

WYKŁAD (15h)

1. Światłowodowe sieci aktywne AON (założenia koncepcyjne, zasada działania, budowa, standardy).
2. Światłowodowe sieci pasywne PON (założenia koncepcyjne, zasada działania, budowa, standardy).
3. Podstawowe założenia sieci szkieletowych, regionalnych, lokalnych i sieci dostępowych.
4. Architektury sieci A-PON, E-PON, G-PON.
5. Sieci z multipleksowaniem w dziedzinie czasu TDM (m.in. sieci PDH i SDH).
6. Sieci z multipleksowaniem w dziedzinie długości fali WDM.
7. Budowa, właściwości oraz przykłady zastosowań regeneratorów optycznych.
8. Budowa oraz zasada działania elementów tj. sprzęgacz światłowodowy, cyrkulator, optyczny izolator.
9. Kierunki rozwoju teletransmisyjnych sieci światłowodowych.
10. Światłowodowe okablowanie strukturalne.
11. Reflektometryczne pomiary sieci światłowodowych w dziedzinie czasu (OTDR).
12. Pomiary tłumienności torów światłowodowych.
13. Zalety i ograniczenia poszczególnych metod pomiarowych, kryteria doboru aparatury pomiarowej do poszczególnych rodzajów sieci.

LABORATORIUM (45h)

Zapoznanie z elementami i metodami pomiarowymi toru światłowodowego:

1. Pomiary transmisyjne i reflektometryczne sieci pasywnej FTTH
2. Zapoznanie z obsługą i parametrami reflektometru optycznego
3. Zapoznanie z obsługą spawarki światłowodowej
4. Pomiar tłumienności traktu wielomodowego
5. Pomiar refleksyjności i strat wtrąceniowych połączeń światłowodowych
6. Pomiar sprzęgaczy światłowodowych
7. Elementy traktu światłowodowego: szafa telekomunikacyjna, przełącznice, mufy, skrzynki dostępowe
8. Elementy sieci światłowodowych: światłowód, kable, złącza, rozdzielacze, sprzęgacze WDM, tłumiki

PROJEKT (60h)

Wykonanie projektu pasywnej sieci światłowodowej PON z uwzględnieniem: wyboru topologii sieci, doboru elementów traktu światłowodowego, doboru elementów aktywnych sieci, kosztorysu oraz oszacowaniu budżetu mocy optycznej. Studenci wykonują projekty dla wybranej, rzeczywistej lokalizacji w grupach 2-osobowych, prezentując i omawiając na bieżąco postęp prac na forum pozostałych grup w trakcie zajęć.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

17. Światłowodowe i optoelektroniczne czujniki i układy pomiarowe

dr inż. **MARCIN KAŁUŻA**, dr inż. Mariusz Felczak, dr inż. Robert Olbrycht, prof. dr hab. inż. Bogusław Więcek

WYKŁAD (45h)

1. Bezpieczeństwo w trakcie pracy z laserami;
2. Światłowody polimerowe;
3. Techniki łączenia światłowodów i sprzęgania źródeł światła ze światłowodami (w układach pomiarowych/czujników);
4. Technika WDM/TDM;
5. Oparte na światłowodach szklanych i polimerowych czujniki światłowodowe z przetwarzaniem wewnętrznym - budowa i zasada działania, rodzaje czujników i ich zastosowania;
6. Oparte na światłowodach szklanych i polimerowych czujniki światłowodowe z przetwarzaniem zewnętrznym - budowa i zasada działania, rodzaje czujników i ich zastosowania;
7. Przemysłowe czujniki optyczne, optoelektroniczne i termowizyjne;
8. Radiacyjny pomiar temperatury;
9. Optyczne metody i systemy do wykrywania gazów (OGI);
10. Podstawowe elementy składowe sieci strukturalnych;
11. Sieci pomiarowe.

LABORATORIUM (30h)

1. Pomiar charakterystyk widmowych źródeł światła i materiałów półprzezroczystych;
2. Wyznaczanie apertury numerycznej światłowodów polimerowych; wpływ apertury na budowę światłowodowych czujników natężeniowych;
3. Badanie charakterystyki widmowej tłumienia światłowodu polimerowego i jej wpływ na budowę układu czujnika;
4. Pomiar prędkości światła za pomocą światłowodu polimerowego;
5. Optoelektroniczne pomiary odległości,
6. Sprzęganie światłowodów ze źródłem światła - wprowadzenie do światłowodowych czujników natężeniowych;
7. Światłowodowy czujnik interferometryczny;
8. Czujniki światłowodowe z przetwarzaniem zewnętrznym;
9. Przemysłowe czujniki optoelektroniczne;
10. Technika WDM;
11. Radiacyjne pomiary temperatury.

PROJEKT (45h)

W ramach projektu, w oparciu o podane wymagania, studenci opracowują projekt sieci strukturalnej budynkowej/sieci pomiarowej, z uwzględnieniem kosztorysu.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

18. Generacja energii ze źródeł odnawialnych

dr hab. inż. **MACIEJ SIBIŃSKI**, dr inż. Katarzyna Znajdek, mgr inż. Natalia Szczecińska, mgr inż. Aleksandra Sosna- Głębska, mgr inż. Szymon Rogowski, dr hab. inż. Irena Wasiak, dr inż. Ryszard Pawełek, dr inż. Paweł Kelm, mgr inż. Michał Małaczek

WYKŁAD (40h)

FOTOWOLTAIKA

1. Wprowadzenie do tematyki fotowoltaiki i omówienie parametrów energii słonecznej.
2. Typy, budowa i parametry ogniw słonecznych.
3. Pomiary parametrów i modele symulacyjne ogniw.
4. Zastosowania fotowoltaiki.
5. Budowa i parametry modułów fotowoltaicznych.
6. Elementy instalacji fotowoltaicznych.
7. Mechanizmy starzeniowe i degradacja różnych typów ogniw.

GENERATORY OZE

1. Prezentacja generatorów OZE dużej mocy (turbiny wiatrowe, elektrownie wodne, elektrownie foto-termo-elektryczne, geotermia ogniwa paliwowe oraz ekologiczne rozwiązania w motoryzacji).
2. Energy harvesting w systemach przenośnych (generacja termo-elektryczna, piezo-elektryczna, indukcja itp.).
3. Przedstawienie budowy, rodzajów i parametrów poszczególnych rozwiązań technicznych.

PROJEKTOWANIE HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW OZE

1. Zasady i cele procesu projektowania instalacji OZE.
2. Elementy projektu.
3. Projektowanie CAD.
4. Przegląd narzędzi CAD i opis ich możliwości.
5. Wymagania formalne i prawne względem projektów.
6. Przykłady konkretnych projektów instalacji OZE – case study.

INTEGRACJA OZE W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

1. Ogólne wiadomości o systemie elektroenergetycznym
2. Sposoby przyłączania źródeł rozproszonych do sieci zasilającej
3. Wpływ źródeł na pracę sieci
4. Rola zasobników w sieci z generacją rozproszoną
5. Instalacje prosumenckie

LABORATORIUM (50h)

FOTOWOLTAIKA

7 ćwiczeń eksperymentalno-pomiarowych związanych z pomiarami parametrów opto-elektrycznych ogniw słonecznych w różnych konfiguracjach roboczych i różnych warunkach eksploatacji.

GENERATORY OZE

5 ćwiczeń pomiarowych, dotyczących generatorów i mikrosystemów OZE, obejmujących generatory wiatrowe, wodne, ogniwa paliwowe, termoelektryczne, piezoelektryczne, silnik ciepły, hybrydę ogniwo-kolektor słoneczny oraz banki energii elektrycznej)

INTEGRACJA OZE W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

7 ćwiczeń eksperymentalno-pomiarowych związanych z współpracą źródeł energii z siecią elektroenergetyczną (ilustracja treści wykładowych w laboratorium DER Lab)

PROJEKT (30h)

FOTOWOLTAIKA

1. Projekt CAD: 5 Ćwiczeń komputerowo- projektowych, mających zaznajomić studentów z działaniem różnego typu programów wspomagających przygotowanie projektów elementów i systemów fotowoltaicznych wykonywane za pomocą programów free-ware oraz pakietu PV Sol
2. Problem based learning: Przygotowanie samodzielnego projektu dla wybranej instalacji fotowoltaicznej w wybranym programie komputerowym.

PROJEKTOWANIE HYBRYDOWYCH SYSTEMÓW OZE

1. Projekt CAD: Ćwiczenia z projektowania instalacji energetycznych, obejmujących generatory wiatrowe, ogniwa paliwowe, generatory wodne, generatory solarne, generatory PV oraz elementy wspomagające za pomocą popularnych narzędzi softwarowych.
2. Problem based learning: Przygotowanie samodzielnego projektu dla wybranej instalacji OZE (najlepiej hybrydowej) w wybranym programie komputerowym.

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)

19. Elektronika w pojazdach

dr inż. **TOMASZ WIDERSKI**

WYKŁAD (30h)

1. Podstawy działania silników spalinowych z zapłonem iskrowym i samoczynnym.
2. Warunki pracy podzespołów elektrotechnicznych i elektronicznych w samochodach.
3. Nowoczesne sieci teleinformatyczne w pojazdach (CAN, LIN, MOST, FlexRay).
4. Układy rozruchu i zasilania.
5. Układy zapłonowe.
6. Systemy sterowania silnikami benzynowymi i Diesla.
7. Systemy kontroli i ograniczania emisji substancji szkodliwych.
8. Pokładowe systemy diagnostyczne.
9. Układy bezpieczeństwa czynnego i biernego.
10. Nowoczesne systemy oświetlenia w pojazdach.
11. Układy komfortu i ich podzespoły.
12. Elektryczne i hybrydowe układy napędowe.
13. Pojazdy autonomiczne.

LABORATORIUM (60h)

1. Badanie i diagnostyka układu sterowania silnika o zapłonie iskrowym typu Motronic
2. Badanie i diagnostyka układu sterowania silnika o zapłonie samoczynnym typu Common Rail
3. Badanie i diagnostyka układów zapłonowych stosowanych w pojazdach
4. Badanie i diagnostyka rozrusznika samochodowego
5. Badanie parametrów elektrycznych i fotometrycznych wybranych reflektorów samochodowych

PROJEKT (30h)

Wykonanie projektu przeprowadzonego jedną z nowoczesnych metod nauczania: PBL (Problem Based Learning), DT (Design Thinking) lub CT (Case Teaching). Temat projektu zadany przez prowadzącego lub zaproponowany przez grupę projektową i zatwierdzony przez prowadzącego.

[WRÓĆ DO WYKAZU BŁOKÓW](#)

20. Projektowanie i technologie wytwarzania układów scalonych

dr inż. **MARIUSZ JANKOWSKI**, dr inż. Andrzej Kubiak, dr inż. Jacek Podgórski, dr inż. Piotr Amrozik

WYKŁAD (30h)

1. Technologia mikroelektroniki
 - a. Wprowadzenie do technologii mikroelektronicznych
 - b. Zagadnienia utrzymania czystości w procesach wytwarzania struktur mikroelektronicznych.
 - c. Materiały półprzewodnikowe, ich wytwarzanie i właściwości.
 - d. Wymiar krytyczny, technologia procesów fotolitografii.
 - e. Procesy trawienia podłoży półprzewodnikowych metodą suchą i moką.
 - f. Zmiana własności półprzewodników, domieszkowanie dyfuzyjne i implantacyjne.
 - g. Osadzania próżniowe cienkich warstw metalicznych i niemetalicznych.
 - h. Osadzanie chemiczne z fazy lotnej. Homo i heteroepitaksja.
 - i. Montaż i hermetyzacja struktur.
 - j. Technologie wytwarzania struktur mechatronicznych
 - k. Metody i urządzenia do charakteryzacji struktur w procesie produkcyjnym.
2. Metodologia projektowania układów scalonych
 - a. Przyrządy i struktury półprzewodnikowe we współczesnych analogowych układach scalonych.
 - b. Ścieżka projektowa analogowych i cyfrowych układów scalonych: od funkcji do topografii.
 - c. Mieszane systemy scalone, wzajemne oddziaływanie i zasady rozmieszczania bloków analogowych i cyfrowych.
 - d. Podstawowe układy wzmacniające - obciążenie pasywne i aktywne.
 - e. Para różnicowa.
 - f. Zwierciadła prądowe - podstawowe i o wysokiej precyzji.
 - g. Komparatory prądowe.
 - h. Komparatory napięcia - wzmacniacze różnicowe.
 - i. Wzmacniacze transkonduktancyjne i operacyjne.
 - j. Przetworniki napięcie-prąd i prąd napięcie.

LABORATORIUM (60h)

I. Laboratorium projektowania układów scalonych

1. Wprowadzenie i zapoznanie z oprogramowaniem. Pełna ścieżka projektowa inwertera.
 - a. Ćwiczenia wprowadzające do obsługi oprogramowania.
 - b. Schemat i kompleksowe symulacje inwertera z uwzględnieniem rozrzutów procesów technologicznych.
 - c. Topografia inwertera.
 - d. Ekstrakcja parametrów topografii i weryfikacja działania inwertera.
2. Symulacje podstawowych analogowych komponentów elektronicznych.
 - a. Podstawowe układy wzmacniające - obciążenie pasywne i aktywne.
 - b. Para różnicowa i wzmacniacze różnicowe.
 - c. Zwierciadła prądowe - podstawowe i o wysokiej precyzji.
 - d. Komparatory prądowe.
 - e. Przetworniki napięcie-prąd i prąd napięcie.

- f. Wzmacniacze transkonduktancyjne.
- g. Komparatory napięcia z użyciem wzmacniaczy różnicowych.
- h. Komparator napięcia jako prototyp wzmacniacza operacyjnego.

II. Laboratorium technologii

1. Projekt diody półprzewodnikowej (P-N)
 - a. Wprowadzenie do środowiska modelowania technologii półprzewodnikowych Sentaurus/TCAD, Podstawowe procesy technologiczne
 - b. Dioda półprzewodnikowa – przygotowanie modelu
 - c. Symulacje i optymalizacje modelu przy założonych parametrach przyrządu
 - d. Symulacje elektryczne, zaciskowe potwierdzające poprawność przyjętego modelu
2. Wykonanie zaprojektowanej diody półprzewodnikowej
 - a. Przygotowanie, mycie podłoży
 - b. Pomiary sondą czterostrzową (rezystywność materiału)
 - c. Dyfuzja domieszek
 - d. Wykonanie warstw dielektrycznych i przewodzących
 - e. Fotolitografia
 - f. Pomiary grubości warstw
 - g. Cięcie struktur
 - h. Montaż (bonder)
 - i. Pomiar charakterystyk I-V, napięcia przebicia

PROJEKT (30h)

1. Projekt wzmacniacza operacyjnego
 - a. Stabilizacja częstotliwościowa podstawowej struktury wzmacniacza operacyjnego
 - b. Optymalizacja projektu pod kątem spełnienia założonej specyfikacji
 - c. Topografia wzmacniacza
 - d. Weryfikacja projektu
2. Układy pracy wzmacniaczy operacyjnych i dobór elementów towarzyszących
 - a. Układ odwracający
 - b. Układ nieodwracający i wtórnik napięciowy
 - c. Wzmacniacz różnicowy
 - d. Konwerter napięcie-prąd
 - e. Konwerter prąd-napięcie
 - f. Sumator prądów i napięć
 - g. Przerzutniki Schmitta
 - h. Układy różniczkujące
 - i. Układy całkujące
 - j. Proste filtry
 - k. Układy z przełączanymi pojemnościami

[WRÓĆ DO WYKAZU BLOKÓW](#)