



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Programowalne układy cyfrowe i procesory sygnałowe [S2AiR2-SW>PUCiPS]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy wizyjne

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

30

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Paweł Pawłowski

pawel.pawlowski@put.poznan.pl

dr inż. Tomasz Marciniak

tomasz.marciniak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z logiki, układów cyfrowych, systemów mikroprocesorowych, podstaw teorii sygnałów. Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z projektowania układów cyfrowych, programowania mikroprocesorów i programowania w języku C oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i być gotowy do podjęcia współpracy w zespole. Kompetencje Społeczne: Ponadto powinien przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o programowalnych układach cyfrowych i procesorach sygnałowych, w zakresie projektowania oraz wykorzystania języków opisu sprzętu, a także programowania procesorów sygnałowych w typowych aplikacjach związanych z przetwarzaniem sygnałów. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów w zakresie realizacji projektów wykorzystujących programowalne układy cyfrowe i procesory sygnałowe. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej przy realizacji projektów cyfrowego przetwarzania sygnałów.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. ma specjalistyczną wiedzę w zakresie systemów zdalnych, rozproszonych, systemów czasu rzeczywistego oraz technik sieciowych - [K2\_W3]
2. rozumie metodykę projektowania specjalizowanych analogowych i cyfrowych systemów elektronicznych - [K2\_W4]
3. ma wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych - [K2\_W9]
4. ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie specjalizowanych systemów mikroprocesorowych przeznaczonych do układów sterowania i układów kontrolno-pomiarowych - [K2\_W18]
5. ma wiedzę z zakresu budowy cyfrowych układów programowalnych i języków opisu sprzętu niezbędną do realizacji projektów - [-]

### Umiejętności

1. potrafi analizować i interpretować projektową dokumentację techniczną oraz wykorzystywać literaturę naukową związaną z danym problemem - [K2\_U2]
2. potrafi dobrać i zintegrować elementy specjalizowanego systemu pomiarowo-sterującego w tym: jednostkę sterującą, układ wykonawczy, układ pomiarowy oraz moduły peryferyjne i komunikacyjne - [K2\_U13]
3. potrafi skonstruować algorytm rozwiązania złożonego i nietypowego zadania pomiarowego i obliczeniowo-sterującego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym na platformie mikroprocesorowej - [K2\_U26]
4. potrafi zaprojektować i zaprogramować system do przetwarzania sygnałów (w tym czasu rzeczywistego), wykorzystujący programowalne układy cyfrowe lub procesory sygnałowe - [-]

### Kompetencje społeczne

1. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi kierować zespołem, wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania - [K2\_K3]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie zajęć projektowych:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na teście pisemnym wielokrotnego wyboru (15-20 pytań testowych) oraz 2-3 pytania otwarte w części dotyczącej programowalnych układów cyfrowych oraz 15 pytań otwartych w części dotyczącej procesorów sygnałowych. Na ocenę pozytywną student musi zdobyć co najmniej 50% możliwych do uzyskania punktów,

ii. omówienie wyników testu i pytań otwartych,

b) w zakresie zajęć projektowych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych zajęć projektowych,

ii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych,

iii. ocenę dokumentacji technicznej opracowanego projektu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole.

Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

- i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
- ii. pomoc w zakresie udoskonalania materiałów dydaktycznych,
- iii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów, umożliwiające bieżące doskonalenie procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

Program obejmuje następujące treści: technologie produkcji, projektowanie, programowanie, testowanie i architektury programowalnych układów cyfrowych, podstawy języka opisu sprzętu; architekturę, cechy i programowanie procesorów sygnałowych (DSP), implementację wybranych algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów z użyciem układów DSP.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Wprowadzenie, synteza układów cyfrowych - opis technologii wykonywania cyfrowych układów programowalnych (CMOS), technologie alternatywne, minimalny wymiar charakterystyczny, przygotowanie projektu układu scalonego do produkcji, MPW (multi project wafer), definicja współprojektowania sprzętu i oprogramowania (hardware-software co-design); historyczne zmiany w podejściu do projektowania układów cyfrowych, własność intelektualna IP (intellectual property); projektowanie układów o ograniczonym poborze mocy, projektowanie układów realizowalnych w danej technologii (design for manufacturability), złożoność projektowa i rozkład nakładu pracy; perspektywy rozwoju mikroelektroniki w Europie.
2. Synteza układów cyfrowych - terminologia związana z układami programowalnymi, proces projektowania układów cyfrowych, układy logiczne i kombinacyjne, minimalizacja funkcji logicznych, synteza dwupoziomowa i wielopoziomowa, dekompozycja wyrażeń boolowskich, dekompozycja funkcjonalna, układy sekwencyjne i ich synteza, cyfrowe układy programowalne.
3. Technologie układów cyfrowych, układy PAL, PLA, PLD, CPLD, układy macierzowe FPGA, budowa mikrokomórki, wykorzystanie pamięci jako układu programowalnego, przegląd rozwiązań sprzętowych firm Xilinx, Altera, Lattice, układy wspomagające cyfrowe przetwarzanie sygnałów, realizacja filtrów cyfrowych w układach programowalnych.
4. Języki opisu sprzętu - VHDL, AHDL, podstawy składni języka AHDL, cz.1.
5. Języki opisu sprzętu - podstawy składni języka AHDL, cz.2.
6. Komputerowe systemy projektowania na przykładzie Altium Designer, projektowanie wysokopoziomowe Open Bus.
7. GPGPU - obliczenia ogólnego przeznaczenia na procesorach graficznych (GPU). Architektury procesorów GPU.
8. Testowanie układów cyfrowych. Interfejs JTAG (Joint Test Action Group).
9. Cechy i zalety procesorów sygnałowych, wymagania związane z przetwarzaniem w czasie rzeczywistym, procesory stało- i zmiennoprzecinkowe, wykorzystanie jednostek wykonawczych architektury superskalarnej, elementy algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów.
10. Budowa procesora sygnałowego, elementy wykonawcze, interfejsy komunikacyjne, przykłady modułów uruchomieniowych.
11. Środowiska projektowe IDE procesorów DSP, struktura projektu, konfiguracja podstawowa procesora sygnałowego, definiowanie obszarów pamięci, konfiguracja procesu kompilacji oraz proces debugowania z użyciem platform uruchomieniowych, biblioteka CMSIS DSP.
12. Realizacja filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR) oraz filtrów adaptacyjnych.
13. Realizacja filtrów o nieskończonej odpowiedzi impulsowej (IIR), generacja i detekcja sygnałów tonowych, zastosowanie algorytmu Goertzela.
14. Implementacja algorytmów szybkiej transformacji Fouriera (FFT).
15. Przetwarzanie sekwencji wizyjnych i obrazów z użyciem procesorów sygnałowych.

Zajęcia projektowe są prowadzone w formie piętnastu 2-godzinnych spotkań, odbywających się w laboratorium. Celem pierwszych pięciu zajęć jest zapoznanie z modułami elektronicznymi firm Xilinx, Altera, Lattice, Texas Instruments, Analog Devices, Microchip i STMicroelectronics oraz środowiskami projektowymi typu IDE. Pozostałe zajęcia mają charakter projektowy. Temat projektu dotyczy zagadnień implementacji operacji przetwarzania sygnałów multimedialnych z wykorzystaniem systemu wbudowanego. Projekty są realizowane przez 2-osobowe zespoły. Zajęcia laboratoryjne są prowadzone w formie siedmiu 2-godzinnych ćwiczeń i jednego 1-godzinnego

spotkania podsumowującego. Ćwiczenia realizowane są przez zespoły 2-osobowe z wykorzystaniem modułów z mikrokontrolerami sygnałowymi. Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. Wprowadzenie do zintegrowanego środowiska programistycznego
2. Obsługa GPIO oraz interfejsów szeregowych
3. Przetworniki A/C i C/A
4. Projektowanie i implementacja cyfrowych filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej FIR
5. Projektowanie i implementacja cyfrowych filtrów o nieskończonej odpowiedzi impulsowej IIR, analiza sygnalizacji tonowej
6. Implementacja algorytmów szybkiej transformacji Fouriera (FFT)
7. Realizacja i wykorzystanie filtrów adaptacyjnych
8. Podsumowanie

## Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja multimedialna, rozwiązywanie zadań, symulacje w środowisku programistycznym
2. Zajęcia projektowe: wykorzystanie modułów elektronicznych FPGA oraz modułów z procesorami sygnałowymi.

## Literatura

Podstawowa

1. Podstawy projektowania układów cyfrowych, Zieliński C., Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012.
2. Komputerowe projektowanie układów cyfrowych, Łuba T., Zbierchowski B., WKŁ, Warszawa, 2000.
3. Przetwarzanie sygnałów przy użyciu procesorów sygnałowych, Dąbrowski A. (red.), WPP, Poznań, 1997.
4. Materiały edukacyjne University Program dotyczące procesorów sygnałowych firm: ARM i Texas Instruments, 2016.
5. Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji, M. Szumski, BTC, 2018.

Uzupełniająca

1. Język VHDL w praktyce, Kalisz J. (red.), WKŁ, Warszawa, 2002.
2. Rapid prototyping of digital systems, 2nd edition - a tutorial approach, Hamblen J., Furman M., Kluwer Academic Publishers, 2002.
3. Digital signal processing using the ARM® CORTEX®-M4, Reay D. S., John Wiley & Sons, Inc., 2016.
4. Real-time digital signal processing from MATLAB to C with the TMS320C6x DSPs, 3e, Wright C.H.G., Morrow M.G., CRC Press, 2017.
5. Digital signal processing and applications with the OMAP - L138 eXperimenter, Reay D., Wiley, 2012.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	105	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	30	1,00