**Nazwa przedmiotu:**

Projektowanie programowalnych układów scalonych

**Koordynator przedmiotu:**

Tadeusz ŁUBA

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PRUS

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

108

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

- podstawowe wiadomości z teorii układów logicznych
- podstawowe wiadomości z techniki cyfrowej dotyczące bloków funkcjonalnych, specyfikacji oraz opisu działania
- podstawowe wiadomości z techniki testowania układów cyfrowych

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

- zapoznanie studentów z metodami projektowania podstawowych układów cyfrowego przetwarzania sygnałów i informacji z uwzględnieniem ich realizacji w architekturze układów reprogramowalnych CPLD/FPGA
- zapoznanie studentów z podstawowymi technikami optymalizacji działania układów i systemów cyfrowych
- ukształtowanie podstawowych umiejętności w zakresie projektowania układów i systemów cyfrowych przetwarzania informacji, z uwzględnieniem cech układów reprogramowalnych przez użytkownika

**Treści kształcenia:**

Charakterystyka układów reprogramowalnych CPLD i FPGA, przegląd najnowszych rozwiązań i standardów technologicznych, architektur logicznych wyposażonych w pamięci, funkcje tzw. hardcores - specjalizowane wirtualne bloki CPU, DSP itp. oraz megafunkcji parametryzowanych, umożliwiających konstruowanie zintegrowanych systemów cyfrowych (system on chip) pod kątem zastosowania do obliczeń równoległych, przetwarzania sygnału i przekształceń kryptograficznych.

Prezentacja języka opisu sprzętu VerilogHDL na różnych poziomach abstrakcji: możliwości modelowania i syntezy; podstawowe konstrukcje leksykalne i reguły tworzenia złożonych struktur hierarchicznych; systematyczne wprowadzenie do opisu układów cyfrowych w języku HDL - od elementarnych funkcji kombinacyjnych i sekwencyjnych, poprzez standardowe bloki średniej wielkości do złożonych układów i systemów (realizujących np. algorytmy obliczeniowe i kombinatoryczne); wykorzystywanie gotowych modułów bibliotecznych i tworzenie własnych bibliotek makrofunkcji;

Zasady specyfikacji bloków funkcjonalnych w środowisku projektowania i weryfikacji układów cyfrowych reprogramowalnych. Techniki programowania układów FPGA.

Układy sumujące i ich specyfikacje: FA (Full Adder), RCA (Ripple-Carry Adder), zastosowanie potoku, użycie parametryzowanej funkcji bibliotecznej.

Układy mnożące i ich specyfikacje: mnożenie sekwencyjne, mnożenie macierzowe, blok CSA (Carry Save Adder), drzewo Wallece'a, mnożenie tablicowe z wykorzystaniem pamięci ROM, zastosowanie potoku, użycie parametryzowanej funkcji bibliotecznej.

Projekt układu i jego weryfikacja na przykładzie syntetyzera częstotliwości.

Projektowanie cyfrowych filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej FIR: filtr o programowalnych współczynnikach, weryfikacja opis filtru w programie Matlab, filtr o stałych współczynnikach, filtr symetryczny, kodowanie CSD (Canonic Signed Digit), zastosowanie potoku, filtr o strukturze transponowanej, algorytm zredukowanego grafu sumatorów RAG (Reduced Adder Graph), faktoryzacja współczynników.

Charakterystyka sprzętowych realizacji algorytmów kryptograficznych, z uwzględnieniem zwiększonych wymagań takich jak złożoność, efektywność (szybkość przetwarzania, przepustowość), możliwość przetwarzania równoległego i potokowego;

Analiza i optymalizacja podstawowych funkcji i operacji stosowanych w algorytmach kryptograficznych w wybranych strukturach programowalnych; ogólny model sprzętowej implementacji symetrycznych szyfrów blokowych; główne czynniki efektywności rozwiązań sprzętowych - kryteria oceny i miary ich jakości; realizacje wybranych algorytmów kryptograficznych w architekturach iteracyjnych i rozwiniętych; wybór struktur programowalnych pod kątem optymalizacji parametrów i efektywności obliczeniowej implementowanych algorytmów.

Projektowanie układów kryptograficznych z użyciem rejestrów z liniowym sprzężeniem zwrotnym LFSR (Linear Feedback Shift Register), funkcja modulo, rodzaje rejestrów LFSR, własności rejestrów LFSR, rejestr LFSR w postaci automatu (n-bitowe słowo kodowe), łączenie rejestrów LFSR (algorytm Berlekamp-Massey'a, generator progowy, generator stop-and-go),

**Metody oceny:**

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę sprawozdań z realizacji projektu (poszczególnych zadań projektowych),
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium i egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na kolokwium i egzaminie student może korzystać z dowolnych materiałów dydaktycznych oraz komputera) oraz – w przypadkach wątpliwości co do oceny – na egzaminie ustnym

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

- Parhi K.K., Nishitani T.: Digital Signal Processing for Multimedia Systems. Marcel Dekker, Inc. New York 1999.
- Meyer-Baese U.: Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays, Springer Verlag, Berlin 2001.
- Wiatr K.: Sprzętowe implementacje algorytmów przetwarzania obrazów w systemach wizyjnych czasu rzeczywistego. AGH, Kraków 2002.
- Łuba T., Jasiński K., Zbierzchowski B.: Programowalne układy przetwarzania sygnałów i informacji - technika cyfrowa w multimediach i kryptografii. Referat plenarny KST'2003, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, zeszyt 8-9'2003.
- Łuba T.(red.), Rawski M., Tomaszewicz P., Zbierzchowski B.: Synteza układów cyfrowych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2003.
- Łuba T.(red.), Rawski M., Tomaszewicz P., Zbierzchowski B.: Programowalne układy przetwarzania informacji, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- Ashenden P.: Digital Design: An Embedded Systems Approach Using Verilog, MK, 2008.
- Materiały w formie elektronicznej na stronie internetowej ZPT IT.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.zpt.tele.pw.edu.pl/didactics.html

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka prus\_w04:**

potrafi: zaprojektować i przetestować poprawność realizacji systemu cyfrowego z filtrem cyfrowym

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w04:**

potrafi: zamodelować projekt w języku opisu sprzętu HDL

Weryfikacja:

kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w05:**

potrafi: zaprojektować system mikroprocesorowy typu SoPC i wskazać ograniczenia

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w05:**

potrafi: wskazać możliwość użycia wbudowanych bloków funkcjonalnych (pamięć, mnożarka, sygnały przeniesień,…)

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w06:**

potrafi: ocenić łatwość i czas realizacji projektu z użyciem układów cpld/fpga i narzędzi wspomagających projektowanie cad

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w06:**

potrafi: opisać założenia projektowe systemu cyfrowego z uwzględnieniem techniki projektowania w układach reprogramowalnych przez użytkownika cpld/fpga

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w07:**

potraf: ocenić jakość realizacji programu dla systemu wbudowanego typu SoPC

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w07:**

potrafi: wskazać metody zwiększania wydajności systemu wbudowanego – zrównoleglenie, instrukcje i komponenty użytkownika

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w07:**

potrafi: zaprojektować program testujący weryfikujący założenia projektowe

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w07:**

potrafi: wskazać ograniczenia w algorytmach przetwarzania informacji i zaproponować realizację w układach reprogramowalnych

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_w08:**

potrafi: ocenić jakość realizacji projektu w układzie reprogramowalnym cpld/fgpa

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: zamodelować projekt w języku opisu sprzętu HDL

Weryfikacja:

kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: zaprojektować program testujący weryfikujący założenia projektowe

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: wskazać możliwość użycia wbudowanych bloków funkcjonalnych (pamięć, mnożarka, sygnały przeniesień,…)

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: ocenić jakość realizacji projektu w układzie reprogramowalnym cpld/fgpa

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: zaprojektować system mikroprocesorowy typu SoPC i wskazać ograniczenia

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potraf: ocenić jakość realizacji programu dla systemu wbudowanego typu SoPC

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: wskazać metody zwiększania wydajności systemu wbudowanego – zrównoleglenie, instrukcje i komponenty użytkownika

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u08:**

potrafi: zaprojektować i przetestować poprawność realizacji systemu cyfrowego z filtrem cyfrowym

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_u09:**

potrafi: wskazać ograniczenia w algorytmach przetwarzania informacji i zaproponować realizację w układach reprogramowalnych

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka prus\_k02:**

potrafi: opisać założenia projektowe systemu cyfrowego z uwzględnieniem techniki projektowania w układach reprogramowalnych przez użytkownika cpld/fpga

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka prus\_k03:**

potrafi: pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**