

Zespół Autorski:

dr inż. Arkadiusz Łuczyk

doc. dr inż. Elżbieta Piwowska

Systemy Cyfrowe i Komputerowe (SCK)
Digital and Computer Systems

Poziom kształcenia: *I stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Fotonika*

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: *podstawowy*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *3*

Minimalny numer semestru: *3*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *wymagane: Podstawy techniki cyfrowej (POCY)*

Limit liczby studentów: *150*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiK na Elektronika i Fotonika.*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z zasadami działania, architekturami, metodami opisu i technikami realizacji systemów cyfrowych. Szczególna uwaga poświęcona będzie przykładowi systemu cyfrowego jaki stanowi system komputerowy. Omówione zostaną bloki typowe dla systemów komputerowych, z postawieniem nacisku na model działania a nie szczegóły specyfikacyjne. Przedstawione zostaną podstawy działania procesora oraz podstawowe architektury procesorów. Po zaliczeniu przedmiotu student powinien wiedzieć jak działa system komputerowy i umieć zaprojektować bloki cyfrowe realizowane jako FPGA lub SoC z wykorzystaniem dostępnych środowisk projektowych.

Opis wykładu:

- 1. Układ a system cyfrowy.** Reprezentacje układów cyfrowych: funkcjonalna, strukturalna, fizyczna. Poziomy abstrakcji reprezentacji systemów. Podejście top-down i bottom-up w projektowaniu. Podstawowe cechy i komponenty systemów cyfrowych. System komputerowy jako przykład systemu cyfrowego: podstawowe bloki, opis abstrakcyjny, architektury von Neumann'a i Harvard.

2. **Model programowy (architektura) i mikroarchitektura procesora.** Wprowadzenie. Architektury: CISC, RISC, VLIW. Mikroarchitektury skalarne, superskalarne i wielordzeniowe; hierarchia i dostęp do pamięci; przetwarzanie równoległe, potokowe i rozproszone; przetwarzanie jedno i wielowątkowe.
3. **Architektura NISC** jako przykład podstawowej techniki sprzętowej realizacji algorytmu. Automaty sterujące i bloki wykonawcze. Rejestry, układy przełączające. Metody projektowania bloków cyfrowych, wprowadzenie do opisu z wykorzystaniem języków opisu sprzętu.
4. **Model układu cyfrowego.** Zachowanie asynchroniczne i synchroniczne. Metody specyfikacji układów cyfrowych. Języki opisu sprzętu i ich wykorzystanie w projektowaniu. Model sprzętu HDL. Poziom bramkowy i poziom RTL. Cykl projektowy, pojęcie symulacji, syntezy logicznej i syntezy topografii. Odwzorowania technologiczne: FPGA, ASIC.
5. **Model działania i czasu HDL (Verilog).** Procesy i ich współbieżność. Proces asynchroniczny i synchroniczny. Instrukcje blokujące i ciągłe oraz ich znaczenie w modelowaniu sprzętu, zmienne i sygnały (*nets*). Typy obiektów i ich znaczenie sprzętowe. Tablice i pamięci. Przykłady modeli Verilog prostych układów kombinacyjnych i rejestrów.
6. **Model struktury HDL.** Tworzenie hierarchii i komunikacja pomiędzy modułami układu. Interfejs jednostki (wejścia i wyjścia). Konfiguracja. Parametryzowanie. Mechanizm symulacji. Testbench – przykłady w Verilog. Metody weryfikacji inne niż symulacja.
7. **Projektowanie podstawowych bloków systemu komputerowego.** Rejestry równoległe i przesuwające: model i wykorzystanie. Komunikacja szeregową i równoległą. Liczniki: budowa, model, wykorzystanie. Pojęcie i model automatu regularnego (rejestr, licznik) i automatu o nieregularnej funkcji przejść.
8. **Układ sterownia i bloki wykonawcze.** Realizacja układu sterowania; miejsce układu sterowania w mikroarchitekturach procesora; bloki wykonawcze jako układy sekwencyjno-kombinacyjne i ich miejsce w mikroarchitekturach.
9. **Realizacja programu przez procesor.** Budowa prostego mikroprocesora (licznik rozkazów, akumulator, alu, ..), na przykładzie modelu MCPU (Minimal CPU). Dekodowanie instrukcji. Elementy assemblera jako ilustracja zasad realizacji programu w systemie komputerowym.
10. **Pamięci.** Rodzaje pamięci, zasady adresowania i zapełniania danymi, modele, zastosowania. Pamięci statyczne i dynamiczne. **Kołokwium.**
11. **Sprzętowa realizacji operacji arytmetycznych i funkcji matematycznych:** dodawanie, mnożenie, dzielenie, MAC, filtrowanie, inne funkcje. **Parametry układów cyfrowych.** Pojęcie szybkości, przepustowości, latencji. Kompromis moc – powierzchnia. Architektura iteracyjna i potokowa. Sterowanie latencją i przepustowością.
12. **Komunikacja.** Interfejs komunikacyjny synchroniczny i asynchroniczny. Zasada działania oraz model nadajnika i odbiornika UART w najprostszej postaci. Zasada

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

komunikacji przez magistralę, podstawowy protokół magistrali (rozkazy *read* i *write*). Sterowniki magistrali.

13. Architektury ogólnego przeznaczenia i architektury specjalizowane. CISC, RISC: podstawowe bloki, tryby pracy, sposoby przetwarzania. Procesory sygnałowe, komunikacyjne, graficzne. Pojęcie systemów czasu rzeczywistego.

14. Weryfikacja i testowanie. Podstawowe informacje o metodach weryfikacji i testowania układów. Dlaczego konieczne jest testowanie. Standardowe cyfrowe bloki testujące. Ścieżka brzegowa. Pojęcie układu wiarygodnego oraz projektowania zorientowanego na testowanie DFT (*Design For Testability*).

15. Tendencje rozwojowe. Przegląd języków i narzędzi stosowanych w projektowaniu systemów cyfrowych. Nowe architektury procesorów. Kolokwium.

Projekt:

W ramach projektu studenci rozbudowują lub modyfikują bloki modelu procesora w języku Verilog, udostępnionego w formie tzw. *soft IP*. Po zweryfikowaniu zaprojektowanego CPU symulują wykonanie na nim zadanego programu. Dzięki temu zmuszeni są zrozumieć zasadę działania procesora, zdobywają umiejętność projektowania z wykorzystaniem HDL oraz rozumieją zasadę realizacji algorytmu (programu) w procesorze. Możliwe są projekty o różnym poziomie złożoności (np. rozbudowywanie systemu o proste interfejsy, współpracę z peryferiami, itp.) wykonywane w zespołach o różnej liczności. Zespół zmuszony byłby do podziału ról i prac w trakcie realizacji projektu oraz ścisłej współpracy w fazie integracji projektu.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. Podstawy budowy i działania komputerów. A. Skorupski. WKŁ. 2000.
2. Organizacja i architektura systemu komputerowego. W. Stallings. WNT. 2000.
3. Wprowadzenie do języka Verilog, Z.Hajduk, BTC 2015.
4. IEEE Standard for Verilog® Hardware Description Language, IEEE Computer Society, 2005.

Oprogramowanie:

- Oprogramowanie symulacyjne Mentor Graphics – ModelSim

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	-	1	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych: 45 godz., w tym:
 - obecność na wykładach 30 godz.,
 - udział w konsultacjach 15 godz.
2. praca własna studenta: 40 godz., w tym:
 - przygotowanie do kolokwium: 15 godz.,
 - wykonywania zadań projektowych: 20 godz.,
 - przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria): 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 85 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,4 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. zadań projektowych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w jednym z następujących obszarów: - elementów i technologii elektronicznych i fotonicznych - metodyki projektowania układów scalonych - układów elektronicznych - techniki wielkich częstotliwości	wykład + ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W12
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych układów i systemów cyfrowych, w tym układów logicznych i programowalnych.	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_W09
Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki.	wykład	egzamin	K1_W13
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi zastosować poznane metody, modele matematyczne i narzędzia do analizy analogowych i cyfrowych układów	wykład+ ćwiczenia lab	egzamin + ocena wykonania ćwiczenia	K1_U11

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

elektronicznych.		lab.	
Potrafi zaprojektować z uwzględnieniem zadanych kryteriów technicznych i ekonomicznych, używając właściwych metod, technik i narzędzi układy analogowe i cyfrowe (w tym układy programowalne).	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U16
Potrafi sformułować specyfikację układów cyfrowych i prostych układów analogowych na poziomie realizowanych funkcji.	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U17
Potrafi tworzyć i uruchamiać programy w językach różnych poziomów	wykład+ ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_U18
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	ćwiczenia lab	ocena wykonania ćwiczenia lab.	K1_K03