**Nazwa przedmiotu:**

Układy cyfrowe

**Koordynator przedmiotu:**

Mariusz RAWSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - podstawowe

**Kod przedmiotu:**

UCYF

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

148

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,5

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

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

**Wymagania wstępne:**

ULOG

**Limit liczby studentów:**

pojemność największej sali wykładowej

**Cel przedmiotu:**

Nowoczesna technologia mikroelektroniczna umożliwia realizację bardzo złożonych systemów cyfrowych w pojedynczym układzie scalonym. Celem przedmiotu jest przedstawienie metod syntezy i weryfikacji układów i systemów cyfrowych realizowanych w nowoczesnych technologiach, a w szczególności opanowanie podstaw posługiwania się językami opisu sprzętu HDL w komputerowych systemach projektowania układów cyfrowych.

**Treści kształcenia:**

Układy cyfrowe - rola i zastosowanie: Rozwój technologii cyfrowej i jej wpływ na dziedziny życia. Rola i znaczenie układów cyfrowych we współczesnym świecie. Układy cyfrowe w przetwarzaniu informacji i sygnałów. Style projektowania układów cyfrowych. Klasyfikacja układów cyfrowych. Układy katalogowe, układy specjalizowane (ASIC), układy programowalne przez użytkownika (FPLD). Etapy procesu projektowego.

Specyfika projektowania układów cyfrowych: Przykład syntezy układu cyfrowego realizującego prosty algorytm.Porównanie metodologii projektowania układu cyfrowego z projektowaniem oprogramowania realizującego to samo zadanie. Synteza strukturalna.Blok wykonawczy i sterujący. Komputerowe projektowanie. Możliwości narzędzi CAD.

Metody reprezentacji systemów cyfrowych: Sposoby opisu i modelowania systemów cyfrowych. Diagram "Y". Cyfrowe kombinacyjne i sekwencyjne bloki funkcjonalne wykorzystywane w syntezie strukturalnej układów cyfrowych. Sposoby reprezentacji liczb w zapisie binarnym (NKB, U2, zapis stałopozycyjny oraz zmiennopozycyjny). Podstawowe działania arytmetyczne na liczbach przedstawionych binarnie.

Zasady specyfikacji układów cyfrowych - języki opisu sprzętu: Ograniczenia tradycyjnych języków programowania. Zastosowania języków HDL (Hardware Description Language). Cechy języków HDL. Podstawowe koncepcje na przykładzie języka VHDL. Opis SOP (Sum-Of-Product). Opis strukturalny. Opis behawioralny. Testbench. Konfiguracja. Elementy języka VHDL. Omówienie różnych sposobów opisu projektowanego systemu.

Realizacja logiki kombinacyjnej: Sposoby realizacji logiki kombinacyjnej z wykorzystaniem struktur języka VHDL. Sposoby implementacji podstawowych kombinacyjnych bloków funkcjonalnych, tj. multipleksery dekodery, moduły opisane tablicą prawdy i równaniami boolowskimi. Parametry czasowe układów kombinacyjnych. Pojęcie ścieżki krytycznej (topologicznej,rzeczywistej, fałszywej).

Realizacja logiki sekwencyjnej: Wykorzystanie elementów pamięciowych. Model układu sekwencyjnego.Sposoby opisu sekwencyjnych bloków funkcjonalnych. Automat Mealy'ego.Automat Moore'a. Kodowanie stanów. Liczniki. Sposoby realizacji logiki sekwencyjnej z wykorzystaniem struktur języka VHDL. Sposoby implementacji podstawowych sekwencyjnych bloków funkcjonalnych, tj.rejestry, automaty, liczniki.

 Projektowanie układów synchronicznych z wykorzystaniem FSM i ASM: Zastosowanie automatów FSM i diagramów ASM do projektowania synchronicznych układów cyfrowych. Pojęcia: ripple and/or gated clocks,clock skew, clock enable. Dystrybucja sygnału zegara. Synchronizacja międzysymbolowa. Synchronizacja międzyramkowa. Generacja sekwencji.Sposoby współdziałania automatów w systemie cyfrowym. Obsługa portów dwukierunkowych. Wykorzystanie specjalizowanych bloków na przykładzie pamięci RAM. Domeny zegarowe i komunikacja między nimi.

Projektowanie hierarchiczne i zaawansowane zagadnienia syntezy układów cyfrowych: Przedstawienie metodologii projektowania hierarchicznego (bottom-up itop-down). Moduły parametryzowane. Wykorzystanie pakietów. Kodowanie stanów automatu. Minimalizacja automatu.

 Zaawansowane metody syntezy FSM: dekompozycja, wykorzystanie pamięci ROM, układy modyfikacji adresu. Zjawisko wyścigów krytycznych - "szpilki".

 Zaawansowane metody projektowania: Różne sposoby projektowania układów cyfrowych. Strukturalna realizacja przepływu danych. Rozwijanie pętli (loop unrolling). Układ sterujący - układ operacyjny. Diagramy ASM. Diagramy ASMD. Operacje RT realizowane w trybie Mealy'ego. Współdzielenie zasobów. Potokowanie. Zastosowanie zaawansowanej syntezy logicznej.

**Metody oceny:**

8 laboratoriów ocenianych indywidualnie egzamin - część testowa egzamin - część zadaniowa

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

- wykład - dostępny na serwerze studia

- Łuba T.(red.), Rawski M., Tomaszewicz P., Zbierzchowski B.: Programowalne Układy Przetwarzania Sygnałów i Informacji, WKŁ, Warszawa 2008.

- Łuba T.: Synteza układów logicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.

- Łuba T., Zbierzchowski B.: Komputerowe projektowanie układów cyfrowych. WKŁ, Warszawa 2000.

 - Tyszer J., Mrugalski G.: Układy cyfrowe. Zbór zadań z rozwiązaniami. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2002.

- Skahill K.: Język VHDL. Projektowanie programowalnych układów logicznych. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2001.

- De Micheli G.: Synteza i optymalizacja układów cyfrowych. WNT, Warszawa 1998.

- Brown S, Vranesic Z.: Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design. McGraw Hill, Boston 1998.

- Meyer-Baese U. : Digital Signal Processing with FPGAs. Springer Berlin 2007.

- Zwoliński M.: Projektowanie układów cyfrowych z wykorzystaniem języka VHDL. WKŁ. Warszawa 2002.

- Parchi K. K., Nishitani T.: Digital Signal Processing for Multimedia Systems, Marcel Dekker, Inc. New York 1999.

- Zieliński C.: Podstawy projektowania układów cyfrowych, PWN, Warszawa 2003.

**Witryna www przedmiotu:**

http://rawski.zcb.tele.pw.edu.pl/category/uklady-cyfrowe-wyklad/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi scharakteryzować technologie wytwarzania struktur scalonych

Weryfikacja:

egz. – cz. testowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi scharakteryzować języki opisu sprzętu i modelować logikę kombinacyjną, sekwencyjną oraz moduły specjalizowane w języku VHDL

Weryfikacja:

laboratorium, egz. – cz. testowa i cz. zadaniowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi opisać specyfikę projektowania systemów cyfrowych, metody reprezentacji systemów cyfrowych, rodzaje bloków funkcjonalnych, reprezentować liczby w systemach cyfrowych

Weryfikacja:

egz. – cz. testowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi stosować zaawansowane metody syntezy logicznej w projektowaniu systemów cyfrowych i wykorzystać elementy specjalizowane nowoczesnych struktur programowalnych

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi stosować narzędzia CAD do projektowania i weryfikacji

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW

**Charakterystyka Wpisz opis:**

potrafi stosować zaawansowane metody syntezy logicznej w projektowaniu systemów cyfrowych i wykorzystać elementy specjalizowane nowoczesnych struktur programowalnych

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW