

Autor: dr inż. Paweł Tomaszewicz

Podstawy Techniki Cyfrowej Fundamentals of Digital Circuits

Poziom kształcenia: I stopień

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: stacjonarna

Kierunek studiów: Cyberbezpieczeństwo

Specjalność:

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: podstawowy

Status przedmiotu: obowiązkowy

Język przedmiotu: polski

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): 1

Minimalny numer semestru: 1

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: 60

Powód zgłoszenia przedmiotu: program studiów na nowym kierunku Cyberbezpieczeństwo

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zdobycie umiejętności analizy i syntezy układów logicznych, specyfikacji układów na poziomie funkcjonalnym i binarnym, specyfikacji układów cyfrowych w języku HDL.

W czasie wykładu omawiane są przykłady, które są realizowane w rzeczywistych układach. Na ćwiczeniach laboratoryjnych omawiane są przykłady zadań, pokazane kolejne etapy obliczeń i analiza wyników. Używając symulatorów i kompilatorów realizowane są układy kombinacyjne i sekwencyjne, kurs kończy się na zaprogramowaniu rzeczywistych układów cyfrowych. Praca obejmuje także analizę otrzymanych realizacji: podawanie przygotowanych testów i obserwacja odpowiedzi.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

1. Podstawy sygnałów cyfrowych – kwantyzacja, kodowanie, szum. Transmisja szeregową a równoległą. Algebra Boolea i funkcje boolowskie. Układy kombinacyjne i sekwencyjne – definicje. Specyfikacja i implementacja systemu cyfrowego. Kody liczbowe: postawa 2,10,16; ze znakiem (ZM, U1, U2) i bez znaku (NKB, Graya); ułamki fixed point; dodawanie liczb, zmiana podstawy. (2 godz.)
2. Reprezentacja danych. Kodowanie. Reprezentacja wektora. Definicja funkcji. Układ kombinacyjny – definicje, czarna skrzynka. Algebra Boolea – właściwości.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Reprezentacja funkcji – równanie, tablica prawdy, sieć bramkowa, sieć bloków, zbiór mintermów i makstermów. (2 godz.)

3. Minimalizacja - cele i metody. Rozwinięcie Shannona. Minimalizacja dwupoziomowa. Metoda dekompozycji. Koszt realizacji POS i SOP. (2 godz.)
4. Reprezentacja funkcji dla przetwarzania komputerowego. Macierz kostek. Macierz blokująca. Pokrycie kolumnowe. (2 godz.)
5. Dekompozycja funkcjonalna. Algorytm MKZ. Realizacja funkcji w układach programowalnych. Algorytmy kolorowania grafów. (2 godz.)
6. Rozmiar sieci. Redukcja rozmiaru sieci. Koszt realizacji. Optymalizacja na przykładzie funkcji komparacji, funkcja XOR. Ścieżka krytyczna. Prosty układ kryptograficzny. (2 godz.)
7. Układ sekwencyjny. Automat Moorea i Mealyego. Opis automatu za pomocą grafu, tablicy przejść-wyjść, sekwencji zdarzeń w czasie. Automat ze skończoną pamięcią – detektor. Automaty równoważne. Kodowanie stanów. Specyfikacja układu sekwencyjnego. Automat LFSR – generator pseudolosowy. (3 godz.)
8. Forma kanoniczna automatu. Sygnał zegarowy. Parametry czasowe – maksymalna częstotliwość pracy, opóźnienia. Przerzutniki. Implementacja automatu. (2 godz.)
9. Standardowe bloki kombinacyjne. Dekoder. Koder – binarny, priorytetowy. Multiplexer i demultiplexer. Sumator binarny. Blok przesuwający – shifter. Sieci bloków. (2 godz.)
10. Sumator kaskadowy. Prosty moduł ALU. Sieć modułów ALU. Mnożenie kombinacyjne. Opóźnienia sieci. Przykład prostego systemu cyfrowego. (2 godz.)
11. Standardowe bloki sekwencyjne. Rejestry – szeregowy, równoległy. Rejestr przesuwający. Sieć rejestrów. Użycie rejestrów – sumator, detektor, licznik. (2 godz.)
12. Projekt prostego CPU: ścieżka sterująca, ścieżka danych, pamięć, operacje procesora. (4 godz.)
13. Program dla CPU: mikrokod przykładowego algorytmu GCD, testy funkcjonalne. (2 godz.)
14. Nowe technologie układów programowalnych, zastosowania. (1 godz.)

LABORATORIUM:

A. Wstęp teoretyczny

1. Reprezentacja wartości w różnych systemach liczbowych, konwersja pomiędzy systemami. Reprezentacja liczb ze znakiem: Znak-Moduł, U1, U2. Reprezentacja ułamków o ustalonej długości bitowej. Dodawanie liczb binarnych bez i ze znakiem, całkowitych i ułamkowych.
2. Minimalizacja funkcji z wykorzystaniem własności algebry Boolea, podziału Shannona. z wykorzystaniem tablic Karnaugh'a i metody ekspansji. Porównanie kosztów POS i SOP.
3. Bloki funkcjonalne. Sieć bloków. ALU. Dekoder instrukcji.
4. Specyfikacja i realizacja automatu synchronicznego.
5. Specyfikacja układu arytmetycznego na poziomie: funkcjonalnym, strukturalnym, binarnym.

B. Zajęcia praktyczne

1. Użycie programów komputerowych do realizacji funkcji boolowskich: w postaci sieci bramek i bloków, w postaci równań. Weryfikacja poprawności przekształceń. Użycie programu Logisim.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

2. Realizacja funkcji poddanej podziałowi Shannona, dekompozycji wielopoziomowej. Użycie programu Logisim.
3. Realizacja zminimalizowanej funkcji dekodera 7segm na płytce laboratoryjnej. Użycie programu Quartus.
4. Realizacja automatu. Generacja sygnału zegarowego. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Logisim.
5. Realizacja automatu na płytce laboratoryjnej. Generacja sygnału zegarowego. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Quartus i ModelSim – elementy języka HDL.
6. Realizacja układu arytmetycznego, wizualizacja wyników obliczeń. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Logisim
7. Realizacja układu arytmetycznego na płytce laboratoryjnej, wizualizacja wyników obliczeń. Weryfikacja poprawności działania. Użycie programu Quartus i ModelSim – elementy języka HDL.

PROJEKT:

W ramach projektu zespół 2-3 osobowy ma za zadanie opracować prosty układ cyfrowy składający się z modułów. Realizacja zadania będzie obejmowała 4 etapy: przeprowadzenie analizy literaturowej i opracowanie koncepcji rozwiązania, opracowanie modelu referencyjnego, zaprojektowanie i weryfikację funkcjonalną modelu w symulatorze logicznym. Każdy etap zaliczany będzie na podstawie raportu. Istotne będzie prowadzenie dokumentacji projektu oraz przygotowanie prezentacji wyników projektu.

Treść kształcenia - streszczenie w jęz. angielskim:

The main objective of the course is to introduce students to the specification, analysis, and design of digital systems. It presents specification and implementation of combinational and sequential functional blocks. The course discusses Boolean algebra, specification forms, number representation, basic gates, modules and module networks. Students will learn how to use algorithms for Boolean formula minimization. The course introduces the concept of Hardware Description Language.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

- Introduction to Digital Systems, M.D. Ercegovac, T. Lang, J.H. Moreno, Wiley and Sons, 1998
- Digital Design and Computer Architecture, D.Harris, S.Harris, 2012
- Materiały do wykładu umieszczone na witrynie przedmiotu.
- Układy logiczne w zadaniach, T.Łuba, D.Ojrzeńska-Wójter, OWPW, 2011
- Oprogramowanie Logisim <http://www.cburch.com/logisim/> - wersja open source
- Oprogramowanie Intel Quartus Lite – wersja darmowa:
<https://www.intel.pl/content/www/pl/pl/software/programmable/quartus-prime/overview.html>

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
30	-	15	15

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo;
- zajęcia laboratoryjne; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu będzie – pod opieką prowadzącego zajęcia – realizował wskazane zadania związane tematycznie z treścią wykładu;
- zajęcia projektowe; w ramach tych zajęć student – korzystając z konsultacji prowadzącego zajęcia – będzie wykonywał zadanie związane ze specyfikacją i realizacją prostego systemu cyfrowego.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocenę sprawozdań z realizacji zadań;
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocenę prezentacji i raport;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium o charakterze problemowym;
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z tylko własnoręcznie przygotowanych notatek) oraz – w przypadkach szczególnych – na egzaminie ustnym,

Wymiar w jednostkach ECTS: 5 pkt.

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

- 1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym*
 - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
 - *obecność na zajęciach laboratoryjnych: 15 godz.,*
 - *udział w konsultacjach związanych z problematyką poruszaną na wykładzie//laboratorium/zajęcia wprowadzające do projektu: 4 godz.,*
 - *udział w konsultacjach projektowych: 8 godz.,*
 - *udział w konsultacjach przedegzaminacyjnych: 2 godz.,*
 - *obecność na egzaminie: 3 godz. (pomijamy ew. egzamin ustny)*
- 2. praca własna studenta – 70 godz., w tym*
 - *rozwiązywanie zadań i problemów trakcie zajęć laboratoryjnych 15 godz.,*
 - *udział w dyskusji w trakcie wykładu: 1 godz.,*
 - *analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, zajęć laboratoryjnych, projektu, instalacja oprogramowania: 10 godz.,*
 - *realizacja zadań projektowych, przygotowanie raportu: 30 godz. ,*
 - *przygotowanie do kolokwium: 4 godz.*
 - *przygotowanie do egzaminu: 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 132 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 3 pkt. ECTS, co odpowiada 78 godz. zajęć laboratoryjnych i projektowych przygotowaniu do tych zajęć oraz przygotowanie raportu

Efekty kształcenia/uczenia się:

efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
w1: student zna podstawowe elementy układów logicznych kombinacyjnych i sekwencyjnych	wykład, projekt, laboratorium	projekt, laboratorium, kolokwium, egzamin	W01 W04
w2: student zna podstawowe zasady projektowania układów kombinacyjnych i sekwencyjnych	wykład, projekt, laboratorium	laboratorium, projekt	W04
UMIĘTNOŚCI			
u1: Student potrafi wykorzystać metody opisu układów logicznych do formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym	wykład, laboratorium, projekt	laboratorium, projekt	U01
u2: Student potrafi zaprojektować prosty automat cyfrowy	wykład, laboratorium	laboratorium, projekt, egzamin	U01
u3: Student potrafi zaprogramować układ FPGA wykorzystując do tego język HDL	laboratorium, projekt	laboratorium	U01, U03
u4: Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment, przedstawić wyniki z badań i pomiarów w formie czytelnego sprawozdania	laboratorium, projekt	laboratorium, projekt	U03, U09, U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: Student ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	wykład, laboratorium, projekt	wykład, projekt	KS05
ks2: Student jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	wykład, laboratorium, projekt	n/d	KS01

Uwagi:

Data i podpis autora (kierownika zespołu autorskiego):