

Program studiów

Kierunek studiów:	mikroinformatyka systemów cyfrowych
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	3 semestry
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	automatyka, elektronika i elektrotechnika (49%), informatyka techniczna i telekomunikacja (51%)
Łączna liczba godzin zajęć:	960
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	45 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	Program nie przewiduje praktyk
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Program nie przewiduje praktyk

Efekty uczenia się

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W01	W pogłębionym stopniu – zagadnienia w zakresie matematyki i innych obszarów nauki oraz dyscyplin inżynierijno-technicznych z obszaru sprzętowych systemów cyfrowych, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich	P7S_WG
K2A_W02	Podstawowe, podbudowane teoretycznie procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych oraz metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych ze sprzętowymi systemami cyfrowymi	P7S_WG inż. P7S_WK inż.
K2A_W03	Podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości	P7S_WK
K2A_W04	Społeczne, ekonomiczne, prawne, etyczne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7S_WK
K2A_W05	Podstawowe problemy współczesnej cywilizacji właściwe dla programu studiów, ze szczególnym uwzględnieniem konieczności odpowiednich form projektowania i weryfikacji dla uzyskania produktów wolnych od błędów	P7S_WK
K2A_W06	Główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych, do których przyporządkowany jest kierunek; rolę systemów cyfrowych we współczesnym świecie	P7S_WG
Umiejętności: potrafi		
K2A_U01	Identyfikować, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy inżynierskie związane ze studiowanym kierunkiem poprzez zastosowanie zasad inżynierii, nauki i matematyki, a także innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, przystosowując istniejące lub opracowane nowe metody i narzędzia	P7S_UW
K2A_U02	Formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi	P7S_UW
K2A_U03	Planować i przeprowadzać eksperyment, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski; stosować narzędzia syntezy logicznej i odwzorowania technologicznego dla uzyskania zadanego celu	P7S_UW inż.
K2A_U04	Przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązaniu: – wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne, – dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne, – dokonywać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich; Potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych i oceniać te rozwiązania	P7S_UW inż.
K2A_U05	Zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonać typowe dla studiowanego kierunku złożone urządzenie, obiekt, system lub zrealizować proces, używając właściwych metod, technik, narzędzi i materiałów; przeprowadzić weryfikację funkcjonalną i/lub formalną uzyskanego rozwiązania; posługiwać się językami opisu sprzętu; wykorzystać techniki obiektowe w projektowaniu i weryfikacji systemów cyfrowych	P7S_UW inż.
K2A_U06	Pracować indywidualnie i w zespole, przyjmując w nim różne role, w tym rolę wiodącą: potrafi kierować pracą zespołu; zaplanować architekturę systemu cyfrowego	P7S_UO
K2A_U07	Właściwie dobierać źródła i informacje z nich pochodzące, dokonywać oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji; potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, z użyciem specjalistycznej terminologii i nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych, prowadzić debatę; potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią	P7S_UK
K2A_U08	Dobierać i korzystać z właściwych, zaawansowanych technik, umiejętności i nowoczesnych narzędzi inżynierskich w zakresie projektowania i weryfikacji systemów cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem systemów sprzętowych	P7S_UW P7S_UW inż.
K2A_U09	Samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkować innych w tym zakresie	P7S_UU
K2A_U10	Wybrać i użyć zaawansowane narzędzia w projektowaniu i weryfikacji systemów cyfrowych; zaadaptować i/lub stworzyć narzędzia inżynierskie wspomagające projektowanie i weryfikację systemów cyfrowych	P7S_UW

Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K01	Krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązywaniu problemu	P7S_KK
K2A_K02	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7S_K0
K2A_K03	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad; ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej	P7S_KR

Zajęcia i grupy zajęć

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Język obcy	4	K2A_U07	Tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne na wybranym poziomie biegłości językowej
Zajęcia z dziedziny nauk humanistyczno-społecznych (HES)	5	K2A_W03 K2A_W04 K2A_W05 K2A_K02 K2A_K03	Podstawowe elementy zarządzania projektami, klasyfikacja, fazy projektów, cykl życia projektu, harmonogramowanie projektu, techniki prowadzenia projektów. Prawo autorskie, prawo patentowe, ochrona własności intelektualnej, elementy prawa pracy i formy prowadzenia działalności gospodarczej.
Zajęcia podstawowe o charakterze matematyczno-fizycznym	5	K2A_W01 K2A_U01	Reprezentacje liczbowe w elektronice cyfrowej; Operacje arytmetyczne w elektronice cyfrowej i ich sprzętowa realizacja; Różnice w implementacji operacji arytmetycznych przy użyciu reprezentacji „fixed-point” i „floating-point”; Sygnały ciągłe i dyskretne. Pojęcie korelacji sygnałów. Konwersja sygnałów ciągłych na cyfrowe i cyfrowych na ciągłe, aliasing. Projektowanie filtrów antystroboskopowych. Szum w konwersji A/C; Dyskretna transformata Fouriera (DTF) i szybki algorytm transformaty (FFT). Charakterystyki sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Wyciek widma i efekt palisadowy. Splot liniowy z wykorzystaniem DTF; Filtracja cyfrowa. Charakterystyki filtrów idealnych i rzeczywistych. Podstawowe struktury filtrów FIR i IIR. Filtry typu allpass. Struktury złożone: kaskadowa i drabinkowa; Projektowanie filtrów cyfrowych: projektowanie filtrów dolnoprzepustowych, przekształcenia filtrów. Projektowanie filtrów wspomagane komputerowo; Dyskretny sygnały stochastyczne. Skutki skończonej długości rejestrów w realizacji filtrów cyfrowych. Filtracja optymalna i adaptacyjna; Wieloczęstotliwościowe przetwarzanie sygnałów. Interpolacja i decymacja sygnału dyskretnego. Zmiana częstotliwości próbkowania.

Zajęcia kierunkowe obowiązkowe	20	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W05 K2A_U05 K2A_U08	Właściwości elektryczne układów CMOS: charakterystyki i parametry statyczne, parametry dynamiczne, rozpraszanie mocy, standardy logiczne. Także wyjście typu otwarty dren, wyjście trójstanowe, bramka Schmitta. Podstawowe kombinacyjne bloki funkcjonalne: dekodery, enkodery, transkodery, multiplexery, demultiplexery. Podstawowe sekwencyjne bloki funkcjonalne: rejestry, liczniki. Pamięci półprzewodnikowe. Wybrane arytmetyczne bloki funkcjonalne: komparatory i sumatory. Automaty synchroniczne. Projektowanie mikroarchitektury układu cyfrowego. Idea i znaczenie języków opisu sprzętu. Idea i składnia języka Verilog. Idea i składnia języka SystemVerilog. Idea asercji. Składnia asercji w języku SystemVerilog. Użycie narzędzi do debug'u FPGA. Paradygmat programowania orientowanego obiektowo, etapy projektowania. Podstawowe różnice pomiędzy językami C i C++. Pojęcie klasy. Konstruktory i destruktory. Semantyka kopiowania i przenoszenia. Przeładowanie operatorów i konwersje typów. Obsługa sytuacji wyjątkowych. Składanie i dziedziczenie klas. Funkcje wirtualne i polimorfizm. Szablony i przestrzenie nazw. Automatyczna dedukcja typu. Szablony ze zmienną liczbą parametrów. Biblioteka standardowa: pojęcie iteratora, rodzaje iteratorów, pojemniki standardowe. Obiekty funkcyjne i standardowe algorytmy. Wyrażenia lambda. Przetwarzanie łańcuchów znakowych. Operacje wejścia/wyjścia. Pozostałe składniki biblioteki standardowej. Podstawowe pojęcia dotyczące testowania układów cyfrowych. Ekonomia testu i jakość produktu. Podstawowe typy usterek i modelowanie usterek. Generowanie wzorców testowych dla obwodów kombinowanych i sekwencyjnych. Testowanie sieci połączeń. Projektowanie rozwiązań testowalności. Ogólna koncepcja SoC i jego przykładowa architektura. Procesory ogólnego zastosowania – CPU, GPU, DSP. Dedykowane akceleratory sprzętowe – idea i przykłady. Komponenty systemowe – „interconnect”, „bridge”, „MMU”. Interfejsy AMBA/PCIe. Pamięci DRAM. Pamięci „Cache”. Przerwania. Synchronizacja pomiędzy elementami systemowymi. Proces projektowania. Sposoby weryfikacji. Platformy PLD/ASIC. Dwa przedmioty w ramach tej grupy prowadzone są w języku angielskim.
Zajęcia obieralne realizowane jako Project Based Learning	6	K2A_W06 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U06 K2A_U07 K2A_U08	Zadania inżynierskie realizowane jako interdyscyplinarny projekt grupowy o tematyce zgodnej z wybraną specjalnością dyplomowania.

Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności: projektowanie systemów cyfrowych	26	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W06 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U06 K2A_U09 K2A_U10 K2A_K01	Podstawowe algorytmy przetwarzania dźwięku. Podstawowe algorytmy przetwarzania obrazu. Podstawowe algorytmy zarządzania pamięcią i „cache’ami”. Wprowadzenie do sieci neuronowych. Wprowadzenie do projektowania mikroprocesorów. Koncepcja testbencha i jego elementy. Pojęcia „Stimulus, checks, coverage, scoreboard, predictor”. “Constrained random verification”. Interfejs DPL. Interfejs „valid/ready”. Interfejs „request/acknowledgment”. Interfejsy do pamięci SRAM. AMBA AXI/APB. Fizyczne podstawy technologii CMOS. Wpływ sposobu minimalizacji na efektywne wykorzystanie zasobów struktur programowalnych o określonej architekturze bazowej. Wykorzystanie specyficznych właściwości struktur programowalnych; bramki XOR, linia komplementarna, bufony trójtanowe. Podstawowe problemy związane z odwzorowaniem technologicznym projektowanego układu (technology mapping). Podstawowe modele dekompozycji funkcji logicznych, strategie poszukiwania dekompozycji funkcji. Synteza automatów sekwencyjnych. „Clock and power management”. „CDC”. „PPA estimation”. „PPA optimisation”. Analiza wyników implementacji Zaawansowane metody analizy kodu. Idea weryfikacji formalnej. Różne podejścia do weryfikacji formalnej. Różne sposoby wykorzystywania weryfikacji formalnej. Tworzenie „testbencha” do weryfikacji formalnej. Wprowadzenie do narzędzia JasperGold. Analiza wyników weryfikacji formalnej. Tworzenie „constraint’ów” dla weryfikacji formalnej. Zaawansowane metody zwiększania pokrycia walidacyjnego.
Grupa zajęć wybieralnych realizowanych w ramach specjalności: weryfikacja systemów cyfrowych	26	K2A_W01 K2A_W02 K2A_W06 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U06 K2A_U09 K2A_U10 K2A_K01	Koncepcja testbencha i jego elementy. Pojęcia „Stimulus, checks, coverage, scoreboard, predictor”. “Constrained random verification”. Interfejs DPL. Środowisko COCOTB. Emulacja sprzętowa w weryfikacji systemów cyfrowych. Elementy przetwarzania obrazu i dźwięku. Implementacja sztucznych sieci neuronowych. Elementy projektowania mikroprocesorów. Interfejs „valid/ready”. Interfejs „request/acknowledgment”. Interfejsy do pamięci SRAM. AMBA AXI/APB. Wykorzystanie specyficznych właściwości struktur programowalnych. Podstawowe problemy związane z odwzorowaniem technologicznym. Podstawowe modele dekompozycji funkcji logicznych, strategie poszukiwania dekompozycji funkcji. Synteza automatów sekwencyjnych. Zarządzanie sieciami zegrarowymi systemu cyfrowego. Estymacja i optymalizacja mocy systemu. Analiza wyników implementacji. Wprowadzenie do metodologii UVM. Elementy UVM (Agent, Subscribers etc). TLM. Rodzaje modeli – „bit-accurate” vs „cycle-accurate”. Wprowadzenie do SystemC. Modelowanie ścieżki przetwarzania sprzętowego w C++. Modelowanie ścieżki przetwarzania sprzętowego w Matlabie/Simulinku. Integracja modelu do środowiska weryfikacyjnego. SVA, VIP w SystemC.
Seminarium magisterskie oraz praca dyplomowa magisterska	22	K2A_W06 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 K2A_U07 K2A_U08 K2A_U10 K2A_K01 K2A_K03	Zidentyfikowanie, sformułowanie i rozwiązanie złożonego i nietypowego problemu inżynierskiego związanego z systemami cyfrowymi poprzez zastosowanie zasad inżynierii systemów cyfrowych, nauki i techniki. Założenia zadania wymuszą zastosowanie innowacyjnego podejścia poprzez przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi oraz skłonią do szerokiego włączania wątków badawczych w zakresie podjętego tematu. Prezentacja postępów oraz wyników prowadzonych prac.
Zajęcia z uczelnianej bazy zajęć obieralnych	2	K2A_W05 K2A_U09	Zapoznanie się z najnowszymi, interdyscyplinarnymi zagadnieniami z zakresu wybranej dyscypliny.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Egzamin pisemny obejmuje pisemne odpowiedzi na pytania/zadania dotyczące zagadnień obejmujących treści programowe danego przedmiotu. Czas trwania egzaminu jest ograniczony i jest podawany przez egzaminatora przed rozpoczęciem egzaminu.
Egzamin ustny	Egzamin ustny obejmuje ustne odpowiedzi na pytania dotyczące zagadnień obejmujących treści programowe danego przedmiotu. Student ma prawo do ograniczonego czasowo przygotowania się do odpowiedzi oraz sporządzania notatek.
Sprawdzian pisemny	Sprawdzian pisemny obejmuje fragment treści programowych przedmiotu, np. jedno ćwiczenie laboratoryjne, określony typ zadań itp.
Egzamin dyplomowy	Egzamin składa się z trzech części: przedstawienia pracy dyplomowej w formie prezentacji, dyskusji nad przedstawionymi wynikami pracy oraz odpowiedzi na pytania otwarte postawione przez członków komisji egzaminacyjnej.
Test	Test polega na wyborze jednej lub kilku podanych odpowiedzi na postawione pytanie.
Kolokwium pisemne	Kolokwium pisemne obejmuje opisowe odpowiedzi na pytania dotyczące zagadnień obejmujących treści programowe danego przedmiotu. Czas trwania kolokwium jest ograniczony i jest podawany przez egzaminatora przed jego rozpoczęciem. Ta forma weryfikacji może być stosowana w przypadku przedmiotów niekończących się egzaminem.
Kolokwium ustne	Kolokwium ustne obejmuje ustne odpowiedzi na pytania dotyczące zagadnień obejmujących treści programowe danego przedmiotu. Student ma prawo do ograniczonego czasowo przygotowania się do odpowiedzi oraz sporządzania notatek. Ta forma weryfikacji może być stosowana w przypadku przedmiotów niekończących się egzaminem.
Prezentacje multimedialne/referat	Prezentacja, najczęściej multimedialna, na określony temat. Przedstawia student indywidualnie lub zespół.
Praca dyplomowa	Student przygotowuje pisemne opracowanie, liczące od kilkunastu do kilkuset stron, będące sprawozdaniem z przeprowadzonych przez studenta działań. Praca dyplomowa może mieć charakter teoretyczny, praktyczny, konstrukcyjny lub może zawierać opis wykonanych eksperymentów i obserwacji. Praca dyplomowa może mieć charakter projektu.
Sprawozdanie	Sprawozdanie zawiera opis pomiarów, badań, obserwacji itp. przeprowadzonych w ramach ćwiczenia laboratoryjnego, wyjazdu terenowego, praktyki, stażu itp. Sprawozdanie może podlegać zaliczeniu bez wystawiania oceny.
Projekt	Projekt stanowi potwierdzenie realizacji konkretnego zadania (najczęściej inżynierskiego) wykonanego po przyjęciu narzuconych przez prowadzącego założeń wstępnych. Dopuszcza się m.in. następujące formy projektów: opracowanie pisemne, program komputerowy, opis HDL, rysunek, model matematyczny itp.
Obserwacja aktywności i umiejętności studenta	Prowadzący na podstawie obserwacji zachowania studenta, jego aktywności i umiejętności wykazanych w trakcie zajęć, może uznać osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia.