

(pieczęć wydziału)

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>1. Nazwa przedmiotu:</b> Modelowanie i symulacja systemów fizyczno-dyskretnych	<b>2. Kod przedmiotu:</b> MACS
<b>3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego:</b> 2018/2019	
<b>4. Forma kształcenia:</b> studia doktoranckie	
<b>5. Forma studiów:</b> studia stacjonarne	
<b>6. Studia:</b> CyPhiS - Interdyscyplinarne studia doktoranckie w dziedzinie systemów cyber-fizycznych	
<b>7. Profil studiów:</b> akademicki	
<b>8. Specjalność:</b>	
<b>9. Rok:</b> 2	
<b>10. Jednostka prowadząca przedmiot:</b> Instytut Elektroniki, RAu3	
<b>11. Prowadzący przedmiot:</b> dr hab. inż. Andrzej Pułka	
<b>12. Przynależność do grupy przedmiotów:</b> przedmioty wspólne	
<b>13. Status przedmiotu:</b> obowiązkowy	
<b>14. Język prowadzenia zajęć:</b> polski	
<b>15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:</b> Zakłada się, że przed rozpoczęciem nauki niniejszego przedmiotu student posiada przygotowanie w zakresie funkcjonowania i projektowania nowoczesnych systemów analogowych i cyfrowych. Ponadto studenci powinni znać podstawy języków opisu sprzętu (SPICE, VHDL, Verilog) oraz podstawowe narzędzia do symulacji komputerowej.	
<b>16. Cel przedmiotu:</b> Celem przedmiotu jest uzupełnienie i rozwinięcie podstawowych informacji z zakresu metod modelowania i symulacji złożonych systemów analogowo-cyfrowych. W ramach wykładu zostaną przedstawione zasady projektowania złożonych systemów cyfrowych oraz specjalizowanych układów analogowych. Następnie zostaną omówione zasady projektowania układów mieszanych z podziałem na część cyfrową i analogową. Doktoranci zostaną zapoznani z pełnymi wersjami standardów języków opisu sprzętu obejmującymi możliwość modelowania układów analogowych i mieszanych analogowo-cyfrowych (VHDL-AMS, Verilog-A, SystemC-AMS), w szczególności zostaną zaprezentowane konstrukcje programowe, charakterystyczne dla opisu zjawisk ciągłych w czasie. Następnym, bardzo ważnym elementem programu wykładu jest problem modelowania interfejsów analogowo-cyfrowych i omówienie podstawowych zasad pozwalających na łatwą i jednoznaczną konwersję sygnałów oraz unikania niekorzystnych zjawisk takich jak np. metastabilność. Ważnym elementem wykładu jest omówienie zasad funkcjonowania mieszanych analogowo-cyfrowych symulatorów oraz zagadnień związanych z synchronizacją części analogowej i cyfrowej podczas symulacji całego systemu. Dodatkowo w ramach wykładu zostaną omówione zasady projektowania dużych systemów mieszanych stanowiących systemy na chipie.  Wiedza zdobyta na wykładzie umożliwi słuchaczom efektywne korzystanie z nowoczesnych metod i narzędzi projektowania złożonych systemów elektronicznych na najwyższym poziomie abstrakcji. Ponadto, zostaną wskazane ciekawe zagadnienia o charakterze naukowym, których rozwiązanie może stanowić podstawę do dalszych samodzielnych badań w trakcie pracy doktorskiej.	
<b>17. Efekty kształcenia:</b> <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
W1	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie algorytmów przetwarzania sygnałów, która pozwala zrozumieć działanie nowoczesnych systemów wbudowanych.	Dyskusja na wykładzie	WT, WM	RAU_CyPhiS_W02 RAU_CyPhiS_W04
W2	ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie algorytmów przetwarzania sygnałów, która pozwala zrozumieć działanie nowoczesnych systemów oraz przeanalizować i zaprojektować wybrany system elektroniczny.	Dyskusja na wykładzie	WT, WM	RAU_CyPhiS_W02 RAU_CyPhiS_W04
W3	rozumie metodykę projektowania złożonych układów analogowych, cyfrowych i mieszanych układów elektronicznych; zna języki opisu sprzętu VHDL-AMS, Verilog-A oraz SystemC-AMS.	Dyskusja na wykładzie	WT, WM	RAU_CyPhiS_W04
K1	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	Dyskusja na wykładzie	WT, WM	RAU_CyPhiS_K05

### 18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

**W.: 10**

### 19. Treści kształcenia:

#### Wykład:

Podział systemów wbudowanych. Przegląd metod projektowania systemów wbudowanych. Ogólny zarys procesu projektowania części analogowej. Ogólny zarys procesu projektowania części cyfrowej: Diagram Gajskiego-Kuhna. Charakterystyka systemów mieszanych; Ogólny podział oraz krótka charakterystyka metodologii projektowania układów mieszanych: Big-A, Big-D, MSoT.

Poziomy abstrakcji oraz stosowane języki modelowania. Cel modelowania mieszanych systemów wbudowanych. Poziomy abstrakcji układów cyfrowych: modelowanie na poziomie transakcyjnym, modelowanie na poziomie behawioralnym – języki VHDL oraz Verilog. Poziomy abstrakcji układów analogowych: modelowanie na poziomie transakcyjnym, modelowanie na poziomie behawioralnym – języki VHDL-AMS, Verilog-A oraz Verilog-AMS.

Dokładny przegląd metod projektowania systemów mieszanych. Etapy projektowania układów analogowych. Planowanie testów układów analogowych. Projektowanie fizycznej struktury (layoutu), procedury DRC i LVS, ekstrakcja parametrów pasożytniczych. Proces implementacji układu cyfrowego. Synteza, mapowanie i optymalizacja. Floorplaning układu cyfrowego. Rozprowadzenie sygnałów(zacisków), szyn zasilających, sygnałów zegarowych w strukturze krzemowej układu scalonego.

Symulacja analogowa: koncepcja symulacji ciągłej, analog solver, SPICE, FastSPICE, symulatory równoległe. Symulacja systemów cyfrowych w języku SPICE. Symulatory sygnałów mieszanych. Problem zbieżności rozwiązań części analogowej, koncepcja ASP. Synchronizacja części analogowej i cyfrowej. Problem wydajności symulatorów, metody optymalizacji modeli pod kątem przyspieszenia czasu symulacji. Symulacja behawioralna.

Projekt na poziomie elektrycznym układów mieszanych. Zasady konstruowania interfejsów analogowo cyfrowych. Zjawiska niekorzystne. Tworzenie struktur hierarchicznych oraz metody definiowania komunikacji między blokami analogowymi i cyfrowymi.

### 20. Egzamin: nie

### 21. Literatura podstawowa:

1. Gajski, D. D., Abdi, S., Gerstlauer, A., Schirmer, G., Embedded System Design: Modeling, Synthesis, Verification, *Springer*, , July 2009.
2. Ashenden P.J.: Digital Design – An Embedded Systems Approach Using VERILOG. Morgan Kaufman Publishers, San Francisco 2008.
3. Allen P., Holberg D., *CMOS Analog Circuit Design*, Oxford University Press, 2002.
4. Baker J., CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, Wiley/IEEE Press 2011.
5. Clein D., CMOS Integrated Circuit Layout – Concepts, Metodologies and Tools, Newnes 2000.
6. Gray P., Hurst J., Lewis S., Meyer R., *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, Wiley 2010.

**22. Literatura uzupełniająca:**

1. Mano M.M., Kime C.R.: Podstawy projektowania układów logicznych i komputerów. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
2. ANSI/IEEE 1076.1-2007 - IEEE Standard VHDL Analog and Mixed-Signal Extensions
3. Verilog-AMS Accellera Standard ver. 2.4. – <http://www.accelera.org>
4. IEEE 1666.1-2016 - IEEE Standard for Standard SystemC(R) Analog/Mixed-Signal Extensions

**23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia**

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	10/5
2	Ćwiczenia	0/0
3	Laboratorium	0/0
4	Projekt	0/0
5	Seminarium	0/0
6	Inne	/
	Suma godzin	10/5

**24. Suma wszystkich godzin: 15****25. Liczba punktów ECTS: 1****26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 1****27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 0****26. Uwagi:**

Zatwierdzono:

.....  
(data i podpis prowadzącego).....  
(data i podpis kierownika studiów doktoranckich)