

(pieczęć wydziału)

**KARTA PRZEDMIOTU**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>1. . Nazwa przedmiotu: MODELOWANIE I SYMULACJA MIESZANYCH UKŁADÓW ANALOGOWO-CYFROWYCH</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>2. Kod przedmiotu:</b> |
| <b>3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2018/2019</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |
| <b>4. Forma kształcenia:</b> studia trzeciego stopnia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                           |
| <b>5. Forma studiów:</b> studia stacjonarne / niestacjonarne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |
| <b>6. Kierunek studiów:</b> Interdyscyplinarne studia doktoranckie Symulacje w Inżynierii                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |
| <b>7. Profil studiów:</b> akademicki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
| <b>8. Dyscyplina:</b> ELEKTRONIKA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |
| <b>9. Semestr:</b> przedmiot obieralny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           |
| <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> moduł podstawowy/fakultatywny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |
| <b>13. Status przedmiotu:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |
| <b>14. Język prowadzenia zajęć:</b> polski/angielski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
| <p><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.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |
| <p><b>16. Cel przedmiotu:</b> Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z metodami modelowania i symulacji mieszanych systemów analogowo-cyfrowych. W ramach wykładu zostaną przedstawione ogólne zasady modelowania systemów cyfrowych oraz specjalizowanych układów analogowych z wykorzystaniem języków opisu sprzętu. Zostaną omówione zasady projektowania współbieżnego układów mieszanych z podziałem na część cyfrową i analogową typu „Big D – Small A” oraz „Big A – Small D”.</p> <p>Doktoranci zostaną zapoznani z istniejącymi standardami języków opisu sprzętu, które pozwalają na opisywanie układów analogowych i mieszanych analogowo-cyfrowych (HSpice, VHDL-AMS, Verilog-A, SystemC-AMS). Słuchacze poznają konstrukcje programowe, charakterystyczne dla opisu zjawisk ciągłych w czasie. Bardzo istotnym elementem programu wykładu są zagadnienia modelowania interfejsów analogowo-cyfrowych oraz zasady konwersji sygnałów z dziedziny analogowej do cyfrowej i na odwrót, z dziedziny cyfrowej do analogowej. Przy okazji zostaną omówione przyczyny powstawania niekorzystnego zjawiska metastabilności oraz metody eliminacji tego zjawiska. W ramach przedmiotu zostaną omówione zasady funkcjonowania mieszanych analogowo-cyfrowych symulatorów oraz zagadnień związanych z synchronizacją części analogowej i cyfrowej podczas symulacji całego systemu.</p> <p>Wiedza zdobyta na wykładzie umożliwi słuchaczom efektywne korzystanie z nowoczesnych metod i narzędzi symulacji 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.</p> |                           |

| <b>17. Efekty kształcenia:<sup>1</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| 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                  | SYMIN_W02<br>SYMIN_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                  | SYMIN_W02<br>SYMIN_W04                      |
| W3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | rozumie metodykę projektowania złożonych analogowych, cyfrowych i mieszanych układów elektronicznych; zna języki opisu sprzętu VHDL-AMS, Verilog-A oraz SystemC-AMS.                                      | Dyskusja na wykładzie                 | WT, WM                  | SYMIN_W04                                   |
| K1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy                                                                                                                                             | Dyskusja na wykładzie                 | WT, WM                  | SYMIN_K05                                   |
| <b>18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |
| <b>W. 10    Ćw. -    L. -    P. -    Sem. -</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |
| <b>19 Treści kształcenia:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |
| <b>Wykład:</b><br>Podział metod projektowania systemów wbudowanych. Ogólny zarys procesu projektowania układów analogowych: tworzenie specyfikacji wejściowej, wprowadzanie ograniczeń projektowych, symulacja i metody analizy wyników, tworzenie topologii (layoutu), weryfikacja fizyczna DRC, weryfikacja topologii w stosunku do schematu LVS, szacowanie parametrów pasożytniczych końcowej struktury. Analogowe układy przetwarzania sygnału w czasie dyskretnym. Układy z przełączanymi pojemnościami. Układy z przełączanymi prądami i transkonduktancjami.<br><br>Metody projektowania układów cyfrowych, opis podstawowych praktyk i narzędzi, synteza wysokiego poziomu, projektowanie w strukturach programowanych, projektowanie układów dedykowanych.<br><br>Modelowanie na poziomie behawioralnym. Języki VHDL-AMS i Verilog-A– ogólna definicja oraz projekt standardu języka, architektura bibliotek i modułów języka. Podstawowe typy danych, budowa modułów oraz procesów związanych ze specyfiką układów analogowych.<br><br>Podział projektów systemów mieszanych. Pogranicze analogowego i cyfrowego przetwarzania sygnałów - zasady konstruowania interfejsów analogowo cyfrowych. Struktury cyfrowe w sterowaniu komponentami analogowymi. Analogowe sterowanie elementami cyfrowymi. Zjawiska niekorzystne. Tworzenie struktur hierarchicznych oraz metody definiowania komunikacji między blokami analogowymi i cyfrowymi.<br><br>Koncepcja symulacji ciągłej a symulator dyskretny sterowany zdarzeniami. Problem zbieżności rozwiązań części analogowej, koncepcja ASP. Synchronizacja części analogowej i cyfrowej. Problem wydajności symulatorów, metody optymalizacji modeli pod kątem przyspieszenia czasu symulacji. |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |
| <b>20. Egzamin:</b> brak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                           |                                       |                         |                                             |

<sup>1</sup> należy wskazać ok. 4 – 5 efektów kształcenia

**21. Literatura podstawowa:**

1. Gajski, D. D., Abdi, S., Gerstlauer, A., Schirner, 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.accellera.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                        | 10/10                                       |
| 2   | Ćwiczenia                     | /                                           |
| 3   | Laboratorium                  | /                                           |
| 4   | Projekt                       | /                                           |
| 5   | Seminarium                    | /                                           |
| 6   | Inne (przygotowanie do zajęć) | 0 /15                                       |
|     | Suma godzin                   | 10 / 25                                     |

**24. Suma wszystkich godzin: 35****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):****26. Uwagi:**

Zatwierdzono:

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