



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Kod przedmiotu                       | <b>M#-N1-AiR-KSSSiP-704</b>  |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Programowanie robotów</b> |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Robots Programming</b>    |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2019/2020</b>             |

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Kierunek studiów                 | <b>AUTOMATYKA i ROBOTYKA</b>                     |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b>                                 |
| Profil studiów                   | <b>ogólnoakademicki</b>                          |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>studia niestacjonarne</b>                     |
| Zakres                           | <b>komputerowe systemy sterowania i pomiarów</b> |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Automatyki i Robotyki</b>             |
| Koordinator przedmiotu           | <b>dr hab. inż. Leszek Płonecki prof. PSk.</b>   |
| Zatwierdził                      |  |

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|   |   |
|---|---|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów      | <b>przedmiot specjalnościowy</b>  |
| Status przedmiotu                             | <b>obowiązkowy</b>  |
| Język prowadzenia zajęć                       | <b>polski</b>   |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr | <b>semestr 7</b>  |
| Wymagania wstępne                             | Mechanika ogólna, Modelowanie dynamiki procesów i symulacja, Teoria drgań i dynamika maszyn, Teoria maszyn i mechanizmów, Elektrotechnika, Podstawy elektroniki, Metrologia, Podstawy konstrukcji maszyn, Teoria regulacji, Elektromaszynowe elementy automatyki, Napęd i sterowanie pneumatyczne i hydrauliczne. Podstawy robotyki |
| Egzamin (TAK/NIE)                             | <b>TAK</b>  |
| Liczba punktów ECTS                           | <b>4</b>  |

| <b>Forma prowadzenia zajęć</b>   | <b>wykład</b> | <b>ćwiczenia</b> | <b>laboratorium</b> | <b>projekt</b> | <b>seminarium</b> |
|----------------------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| <b>Liczba godzin w semestrze</b> | <b>18</b>     |                  | <b>9</b>            |                |                   |

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia   | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|--|-------------------------------------|
| Wiedza                | W_01          | Student ma ogólną wiedzę związaną z rodzajami zadań mechaniki manipulatora robota przemysłowego oraz ich wykorzystania w sterowaniu manipulatorem.   | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_02          | Student posiada wiedzę dotyczącą zadań kinematyki manipulatora, metod jej analizy i wykorzystania w sterowaniu manipulatorem.  | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_03          | Student posiada wiedzę dotyczącą zadań statyki manipulatora, metod jej analizy i wykorzystania w sterowaniu manipulatorem.   | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_04          | Student ma wiedzę dotyczącą macierzy jacobianowej (jakobianu) manipulatora, metod jej wyznaczania i wykorzystania w rozwiązywaniu zadań kinematyki i statyki manipulatora.                                     | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_05          | Student posiada wiedzę dotyczącą zadań dynamiki manipulatora, metod ich rozwiązywania i wykorzystania w sterowaniu manipulatorem.  | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_06          | Student ma wiedzę w zakresie metod planowania trajektorii manipulatora, zakresu ich stosowania oraz wykorzystania efektów planowania przez system sterowania robotem..   | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_07          | Student ma wiedzę w zakresie klasycznych i nieklasycznych algorytmów regulacji stosowanych w systemach sterowania robotów..  | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
|                       | W_08          | Student ma wiedzę związaną ze sterowaniem siłą i sterowaniem hybrydowym w robotach przemysłowych.  | AiR1_W20<br>AiR1_W22                |
| Umiejętności          | U_01          | Potrafi skalibrować palnik spawalniczy. Orientuje się jak poprawnie zaprojektować ścieżkę spawalniczą.   | AiR1_W22<br>AiR1_U30<br>AiR1_U31    |
|                       | U_02          | Zapoznaje się z systemem wejść i wyjść robota przemysłowego. Potrafi użyć układu wejść i wyjść w programie robota. Poznaje podstawowe protokoły przesyłu danych pomiędzy robotem a urządzeniami peryferyjnymi. | AiR1_U29                            |
|                       | U_03          | Wie jak zarządzać przepływem programu (pętle i instrukcje warunku).  | AiR1_U29<br>AiR1_U18                |
|                       | U_04          | Poznaje podstawy programowania w trybie użytkownika zaawansowanego. Orientuje się w podstawach języków KRL, RAPID, AS, KAREL.  | AiR1_U18<br>AiR1_U29                |
|                       | U_05          | Wie jak pisać programy korzystając z definiowanych wielu układów współrzędnych (programowanie geometryczne)  | AiR1_U29<br>AiR1_U30                |
|                       | U_06          | Opanowuje podstawowe struktury danych robotów przemysłowych, potrafi z nich korzystać.   | AiR1_U29                            |
| Kompetencje społeczne | K_01          | Student aktywnie uczestniczy w wykładach i ćwiczeniach laboratoryjnych -zadawanie pytań, udział w dyskusji.  | AiR1_K01                            |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe  |
|--------------|--|
| wykład       | <p>Ogólne omówienie zagadnień mechaniki manipulatora i celów rozwiązywania zadań mechaniki. Pozycja i orientacja narzędzia lub przedmiotu. Relacje pomiędzy współrzędnymi w różnych układach</p> <p>Macierz obrotu, macierz przekształcenia jednorodnego i ich wykorzystanie w analizie kinematyki manipulatora. Arytmetyka przekształceń</p> <p>Kinematyka manipulatora: współrzędne kartezjańskie i konfiguracyjne, wymiarowanie schematu kinematycznego za pomocą współrzędnych Denavita-Hartenberga, macierz przekształcenia jednorodnego dla notacji Denavita-Hartenberga, zapis pozycji i orientacji członu roboczego w postaci iloczynu macierzy transformacji współrzędnych.</p> <p>Zadanie proste kinematyki: sformułowanie zadania we współrzędnych konfiguracyjnych, a rozwiązanie we współrzędnych kartezjańskich, wyznaczenie położenia i orientacji członu roboczego oraz jego prędkości i przyspieszenia w zależności od współrzędnych konfiguracyjnych oraz ich pochodnych względem czasu. Przykłady rozwiązań prostego zadania kinematyki.</p> <p>Zadanie odwrotne kinematyki: sformułowanie zadania we współrzędnych kartezjańskich, a rozwiązanie we współrzędnych konfiguracyjnych, warunki istnienia rozwiązań w postaci jawnej, liczby możliwych rozwiązań (konfiguracji), metody rozwiązywania zadania odwrotnego kinematyki.</p> <p>Macierz jacobianowa i metody jej wyznaczania, wykorzystanie tej macierzy w analizie kinematyki manipulatora.</p> <p>Statyka manipulatora: zadanie proste i odwrotne, przenoszenie sił i momentów pomiędzy członami manipulatora, wyznaczanie sił i momentów napędowych równoważących zadane obciążenie zewnętrzne przy wykorzystaniu macierzy jacobianowej.</p> <p>Systemy sterowania robotem przemysłowym: schemat przepływu sygnałów, warunki uzyskania wysokiej jakości odtwarzania trajektorii zadanej. Planowanie trajektorii we współrzędnych kartezjańskich i konfiguracyjnych: algorytmy planowania, zastosowanie funkcji wielomianowych i sklepanych, warunki początkowe i brzegowe, realizacja zadania parametryzacji toru czasem, planowanie zadań robotów.</p> <p>Sterowanie osiami manipulatora: niezależne sterowanie osiami manipulatora a sterowanie wielowymiarowe. Linearyzacja sprzężeniem zwrotnym. Regulacja z wykorzystaniem regulatorów PID oraz regulatorów stanu.</p> <p>Wybrane algorytmy sterowania: sterowanie ze sprzężeniem wyprzedzającym, sterowania z obliczanym momentem, Sterowanie o zmiennej strukturze i sterowanie adaptacyjne. Sterowanie z regulowaną wartością siły oraz sterowanie hybrydowe.</p> |
| laboratorium | <p>Kalibracja narzędzia symulującego palnik spawalniczy. Programowanie ścieżek spawalniczych.</p> <p>Układy wejść i wyjść robota Kuka KR 15/2. Pisanie programów z ich wykorzystaniem. Wprowadzenie od zarządzania przepływem programu (pętle i instrukcje warunku).</p> <p>Programowanie robota KUKA w trybie użytkownika zaawansowanego. Programowanie robota z wykorzystaniem zmiennych układów współrzędnych (programowanie geometryczne). Wprowadzeni do typów i struktur danych robota. Programy symulujące paletyzację i wycinanie elementów.</p> <p>Wprowadzenie do programowania robota ABB IRB1600. Opis interfejsu programatora (FlexPendent). Budowa wewnętrzna kontrolera. Definiowanie narzędzi i układów pracy. Opis układu bezpieczeństwa.</p>   |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X) |                 |           |         |              |      |
|---------------|--|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny  | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01-W08       |  | X               |           |         |              |      |

|         |  |  |   |  |   |   |
|---------|--|--|---|--|---|---|
| U01-U06 |  |  | X |  | X | X |
| K01     |  |  |   |  |   | X |

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia  |
|--------------|--------------------|---|
| wykład       | egzamin            | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu  |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium wstępnego i zaliczenie sprawozdania z poszczególnych ćwiczeń. |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |  |                     |   |   |   |   |           |
|---------------------|--|---------------------|---|---|---|---|-----------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności  | Obciążenie studenta |   |   |   |   | Jednostka |
|                     |  | W                   | C | L | P | S |           |
| 1                   | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów  | 18                  |   | 9 |   |   | h         |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)  | 4                   |   | 2 |   |   | h         |
| 3.                  | <b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>                                       | <b>33</b>           |   |   |   |   | h         |
| 4.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b> | <b>1,3</b>          |   |   |   |   | ECTS      |
| 5.                  | <b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>   | <b>67</b>           |   |   |   |   | h         |
| 6.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>                         | <b>2,7</b>          |   |   |   |   | ECTS      |
| 7.                  | <b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>                                     | <b>33</b>           |   |   |   |   | h         |
| 8.                  | <b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>            | <b>1,3</b>          |   |   |   |   | ECTS      |
| 9.                  | <b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>  | <b>100</b>          |   |   |   |   | h         |
| 10.                 | <b>Punkty ECTS za moduł</b><br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>                       | <b>4</b>            |   |   |   |   | ECTS      |

### LITERATURA

1. M. Olszewski i in., Manipulatory i roboty przemysłowe, WNT Warszawa 1985.
2. J.J. Craig, Wprowadzenie do robotyki, WNT Warszawa 1993.
3. W. Spong, M. Vidyasagar, Dynamika i sterowanie robotów, WNT Warszawa 1997.
4. A. Morecki i in. Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów i robotów, WNT Warszawa 1999.
5. A. Morecki, J. Knapczyk, K. Kędzior, Teoria mechanizmów i manipulatorów, WNT Warszawa 2002.
6. K. Kozłowski, P. Dutkiewicz, W. Wróblewski, Modelowanie i sterownie robotów, PWN Warszawa 2003.
7. J. Honczarenko, Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie, WNT Warszawa 2004.