

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria maszyn i mechanizmów**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of Machines and Mechanisms**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Automatyka i Robotyka**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **ARM031024**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | 30 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 90 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.8 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza w zakresie analizy matematycznej i algebry
2. Wiedza w zakresie podstawowych praw statyki, kinematyki i dynamiki
3. Umiejętność analizy równań, wyznaczania pochodnych, prostych działań na macierzach i wektorach

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie struktury i własności podstawowych typów mechanizmów, w tym manipulatorów
- C2. Poznanie metod analizy kinematyki i dynamiki układów wielocłonowych
- C3. Nabycie umiejętności wyznaczania wielkości kinematycznych i dynamicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Rozumie podstawy teoretyczne budowy strukturalnej mechanizmów maszyn i robotów

PEK_W02 - Zna metody analizy kinematycznej i dynamicznej układów wieloczołonowych

PEK_W03 - Potrafi interpretować wyniki analiz, oceniać ich poprawność

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi ocenić poprawność strukturalną układów kinematycznych i jej skutki

PEK_U02 - Potrafi wyznaczać wielkości kinematyczne i dynamiczne

PEK_U03 - Potrafi budować modele mechanizmów i manipulatorów

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Struktura mechanizmów: człony, pary kinematyczne, ruchliwość; mechanizm i maszyna. Więzy bierne | 3 |
| Wy2 | Zadania kinematyki, metody. Analiza położeń, środki obrotu. Klasyfikacja strukturalna | 2 |
| Wy3 | Równania wektorowe kinematyki układów płaskich | 3 |
| Wy4 | Metody analityczne kinematyki: równanie wektorowe – równania rzutów, równania prędkości i przyspieszeń | 2 |
| Wy5 | Wprowadzenie do dynamiki - dynamika prosta i odwrotna. Siły masowe, metoda mas skupionych Siły w parach kinematycznych | 2 |
| Wy6 | Grupy statycznie wyznaczalne. Metoda prac przygotowanych | 2 |
| Wy7 | Tarcie w parach kinematycznych | 3 |
| Wy8 | Przekładnie obiegowe - charakterystyka, przełożenia | 2 |
| Wy9 | Manipulatory 2D szeregowo, równoległe. Numeryczne rozwiązanie kinematyki dla manipulatora równoległego | 2 |
| Wy10 | Macierzowy opis manipulatorów płaskich szeregowych | 2 |
| Wy11 | Manipulatory szeregowo 3D – struktura, własności. Macierze dla układów 3D | 2 |
| Wy12 | Przekształcenie Denavita-Hartenberga. Równania kinematyki | 3 |
| Wy13 | Analityczne metody wyznaczania sił - mechanizmy i manipulatory | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Informacje wstępne, ilustracja programu Adams – przykłady symulacji. | 2 |
| Proj2 | Zasady schematyzacji mechanizmów. Analiza strukturalna, ruchliwość mechanizmów (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj3 | Wprowadzenie do modelowania w programie Adams. | 2 |
| Proj4 | Podstawy modelowania mechanizmów w programie Adams cz. 1. | 2 |
| Proj5 | Podstawy modelowania mechanizmów w programie Adams cz. 2.(test z modelowania) | 2 |

| | | |
|--------|--|----------|
| Proj6 | Wyznaczanie nowych położeń. Środki obrotu (kartkówka, zadanie projektowe) | 2 |
| Proj7 | Analiza kinematyczna układów dźwigniowych – równania wektorowe, plany prędkości i przyspieszeń (kartkówka, zadanie projektowe) | 2 |
| Proj8 | Analiza kinematyczna układów dźwigniowych – metody analityczne (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj9 | Siły bezwładności, wyznaczanie sił oddziaływania i wielkości równoważących (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj10 | Kinematyka i kinetostatyka, indywidualne zadania – modelowanie w programie Adams.(zadanie projektowe) | 2 |
| Proj11 | Manipulatory płaskie – opis kinematyki (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj12 | Modelowanie manipulatorów w programie Adams, zadanie proste i odwrotne, siły czynne (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj13 | Modelowanie manipulatorów c.d. | 2 |
| Proj14 | Przekładnie obiegowe (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj15 | Przekładnie obiegowe cd. | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład problemowy
- N2. praca własna - przygotowanie do projektu
- N3. rozwiązanie zadania projektowego
- N4. konsultacje
- N5. praca własna - przygotowanie do egzaminu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
|--|--|---|
| F1 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | egzamin pisemny |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Projekt)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
|--|---------------------------|---|
| F1 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | obrona projektu |
| F2 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | kartkówka |
| P = średnia wszystkich ocen | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003
 Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Teoria mechanizmów i manipulatorów. WNT 2002
 Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996
 Gronowicz A. i inni: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Frączek J., Wojtyra M.: Kinematyka układów wieloczołowych. WNT Warszawa 2008
 Olędzki A.: Podstawy teorii maszyn i mechanizmów. WNT 1987
 Waldron K., Kinzel G.: Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Teoria maszyn i mechanizmów** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Automatyka i Robotyka**

| Przedmiotowy efekt kształcenia | Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności | Cele przedmiotu | Treści programowe | Numer narzędzia dydaktycznego |
|--------------------------------|---|-----------------|-------------------|-------------------------------|
| PEK_W01 - PEK_W03 | K1AIR_W06 | C1 - C3 | Wy1 - Wy13 | N1 - N5 |
| PEK_U01 - PEK_U03 | K1AIR_U07 | C2, C3 | Pr1 - Pr15 | N2, N3, N4 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.wroc.pl

Faculty of Mechanical Engineering

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria maszyn i mechanizmów**

Name in English: **Theory of Machines and Mechanisms**

Main field of study (if applicable): **Control Engineering and Robotics**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **ARM031024**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | | 30 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 90 | | | 30 | |
| Form of crediting | Examination | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 3 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.8 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of mathematical analysis, matrix algebra
2. Knowledge of fundamental rules in statics, kinematics and dynamics
3. Skill in function analysis, derivatives, basic matrix and vector operations

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire knowledge in topology, kinematics and dynamics of basic mechanisms including manipulators
C2. Acquire methods of kinematic and dynamic analysis of multibody systems
C3. Getting skills in determining kinematic and dynamic quantities

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Understands theoretical fundamentals of mechanism of machines and robot topology

PEK_W02 - Has the knowledge of multibody systems kinematic and dynamic analysis methods

PEK_W03 - Is able to commentate results of analysis, evaluate their correctness

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to evaluate topological correctness of kinematic systems (redundant constraints)

PEK_U02 - Is able to determine kinematic and quantities

PEK_U03 - Is able to create models of mechanisms and manipulators

III. Relating to social competences:

PROGRAMME CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Topology of mechanisms: links, joints, mobility, mechanism and machine. Redundant constraints | 3 |
| Lec2 | Tasks of kinematics, methods. Position analysis, instant centers of rotation. Structural classification of mechanisms | 2 |
| Lec3 | Vector kinematic equations for planar systems | 3 |
| Lec4 | Analytical methods of kinematics: vector loop equations - projections, velocity and acceleration equations | 2 |
| Lec5 | Introduction to dynamics - forward and inverse dynamics. Inertia forces, point mass method. Joint forces | 2 |
| Lec6 | Statically determined groups. Virtual works method. | 2 |
| Lec7 | Friction in joints | 3 |
| Lec8 | Planetary gear trains - characteristics, velocity ratio | 2 |
| Lec9 | Serial and parallel planar manipulators. Numerical solution of parallel manipulator kinematics | 2 |
| Lec10 | Matrix notation of planar serial manipulators | 2 |
| Lec11 | Spatial serial manipulators - topology, properties. Matrices for 3D systems | 2 |
| Lec12 | Denavit-Hartenberg notation. Kinematic equations | 3 |
| Lec13 | Analytical force analysis - mechanisms and manipulators | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Introduction, presentation of Adams system - examples of analysis | 2 |
| Proj2 | Rules of drawing diagrams of mechanisms, topology analysis, mobility (test, project) | 2 |
| Proj3 | Introduction to modelling mechanisms in Adams | 2 |
| Proj4 | Rules of creating models of mechanisms in Adams, part 1 | 2 |
| Proj5 | Rules of creating models of mechanisms in Adams, part 2 (test) | 2 |

| | | |
|--------|---|-----------------|
| Proj6 | Mechanism position determination, instant centers of rotation (test, project) | 2 |
| Proj7 | Kinematic analysis of linkages - velocity and acceleration determination using vector methods (test, project) | 2 |
| Proj8 | Kinematic analysis of linkages - analytical methods (project) | 2 |
| Proj9 | Inertia forces, kinetostatic analysis (test, project) | 2 |
| Proj10 | Kinematics and kinetostatics in Adams (project) | 2 |
| Proj11 | Planar manipulators - matrix method in kinematics (project) | 2 |
| Proj12 | Modelling of manipulators using Adams - forward and inverse tasks, driving forces (project) | 2 |
| Proj13 | Modelling of manipulators cont. | 2 |
| Proj14 | Planetary transmission analysis - velocity ratio (project) | 2 |
| Proj15 | Planetary transmission analysis cont. | 2 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

- N1. problem lecture
- N2. self study - preparation for project class
- N3. individual project solution
- N4. tutorials
- N5. preparation for examination

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Educational effect number | Way of evaluating educational effect achievement |
|--|--|--|
| F1 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | written examination |
| P = F1 | | |

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Project)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Educational effect number | Way of evaluating educational effect achievement |
|--|---------------------------|--|
| F1 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | project defence |
| F2 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | test |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Gronowicz A.: Fundamentals of kinematic systems analysis (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003;
 Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Theory of mechanisms and manipulators (in Polish). WNT 2002; Miller S.:
 Theory of machines and mechanisms. Analysis of mechanical systems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr.
 Wrocław 1996; Miller S.: Kinematic systems. Basics of design (in Polish). WNT Warszawa 1988; Gronowicz A. et
 al: Theory of machines and mechanisms. Set of analysis and synthesis problems (in Polish). Oficyna Wydawnicza
 PWr. Wrocław 2002

SECONDARY LITERATURE

Frączek J., Wojtyra M.: Kinematics of multibody systems (in Polish). WNT Warszawa 2008 Olędzki A.:
 Fundamentals of theory of machines and mechanisms (in Polish). WNT 1987 Waldron K., Kinzel G.: Kinematics,
 Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT **Theory of Machines and Mechanisms** AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **Control Engineering and Robotics**

| Subject educational effect | Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable) | Subject objectives | Programme content | Teaching tool number |
|----------------------------|---|--------------------|-------------------|----------------------|
| PEK_W01 - PEK_W03 | K1AIR_W06 | C1 - C3 | Lec1 - Lec15 | N1 - N5 |
| PEK_U01 - PEK_U03 | K1AIR_U07 | C2, C3 | Pr1 - Pr15 | N2, N3, N4 |

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.wroc.pl