

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Maszyny technologiczne CNC i roboty**

Nazwa w języku angielskim: **Technological CNC machines and robots**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031036 (MM031336)**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | 30 | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 1 | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę dotyczącą procesu projektowo-konstrukcyjnego, budowy i działania elementów i zespołów maszynowych oraz zasad ich doboru i konstruowania.
2. Ma ugruntowaną wiedzę z zakresu podstawowych technik wytwarzania i roli maszyn technologicznych.
3. Potrafi zaprojektować proces technologiczny w zakresie obróbki bezubytkowej i ubytkowej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie budowy podstawowych maszyn technologicznych CNC i robotów, a w szczególności ich układów: sterowania, napędowych i pomiarowych.
- C2. Poznanie zasad programowania maszyn CNC zgodnie z normą ISO oraz zasad budowy i wdrażania programów sterujących, a także poznanie metod wspomagających pracę programisty.
- C3. Poznanie zasad i możliwości wykorzystania zautomatyzowanych systemów jedno- i wielomaszynowych do realizacji określonych zadań obróbkowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna budowę i zasady funkcjonowania nowoczesnych maszyn technologicznych CNC, a w szczególności zasady sterowania ich pracą.

PEK_W02 - Zna zasady doboru maszyn technologicznych CNC do realizacji określonych zadań obróbkowych.

PEK_W03 - Zna podstawy programowania maszyn CNC.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi ocenić maszyny technologiczne CNC z uwagi na ich przydatność do realizacji określonych zadań obróbkowych.

PEK_U02 - Potrafi opracować strukturę programową dla podstawowych maszyn CNC, potrafi korzystać z podprogramów i cykli standardowych.

PEK_U03 - Potrafi dobierać i zadawać parametry obróbkowe, dobierać narzędzia i weryfikować poprawność opracowanych programów.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę.

PEK_K02 - Potrafi wykorzystywać nowoczesne narzędzia informatyczne.

PEK_K03 - Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Ogólna charakterystyka maszyn technologicznych i ich klasyfikacja. Struktury geometryczne, kinematyczne i energetyczne maszyn. Parametry techniczno-użytkowe. Podstawowe wymagania. | 2 |
| Wy2 | Elementy, mechanizmy i komponenty maszyn technologicznych CNC: korpusy, zespoły wrzecionowe i prowadnicowe, systemy narzędziowe i przedmiotowe. | 2 |
| Wy3 | Układy napędu głównego i posuwowego nowoczesnych maszyn technologicznych (podstawowe wymagania, przykłady rozwiązań). Układy pomiarowe, diagnostyki i nadzoru. | 4 |
| Wy4 | Podstawy sterowania automatycznego maszyn technologicznych. Klasyfikacja układów sterowania (układy: NC, CNC, DNC, AC i PLC). | 2 |

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy5 | Wprowadzenie do programowania obrabiarek sterowanych numerycznie - podstawy geometryczne sterowania CNC, układy współrzędnych, struktura programu sterującego, interpolacja. Sposoby wspomagania programowania - symulatory obróbki. | 2 |
| Wy6 | Przegląd grup maszyn CNC: tokarki, frezarki, szlifierki (cechy techniczno-użytkowe i przeznaczenie maszyn). | 2 |
| Wy7 | Przegląd grup maszyn CNC: centra obróbkowe, autonomiczne stacje obróbkowe (cechy techniczno-użytkowe i przeznaczenie maszyn). | 2 |
| Wy8 | Maszyny CNC do obróbki erozyjnej i laserowej (cechy techniczno-użytkowe i przeznaczenie maszyn). | 2 |
| Wy9 | Roboty przemysłowe i manipulatory (budowa, klasyfikacja i obszary zastosowań). Budowa i przeznaczenie współrzędnościowych maszyn pomiarowych. | 2 |
| Wy10 | Wielomaszynowe, zrobotyzowane systemy wytwórcze, gniazda i linie produkcyjne (struktury organizacyjne i zakresy zastosowań). Systemy komputerowo zintegrowanej produkcji CIM. | 2 |
| Wy11 | Maszyny i urządzenia do wytwarzania wyrobów technikami przyrostowymi (Additive Manufacturing) oraz realizacji techniki Inżynierii Odwrotnej (Reverse Engineering) - przykłady zastosowań. | 2 |
| Wy12 | Tendencje w zakresie rozwoju maszyn technologicznych CNC (maszyny do realizacji obróbki HSC i HPC, hexapody, obrabiarki inteligentne i hybrydowe). | 2 |
| Wy13 | Kolokwium zaliczeniowe. | 2 |
| | | Suma: 28 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Zastosowanie manipulatora w procesach natryskiwania cieplnego. | 2 |
| Lab2 | Zastosowanie robotów w procesach spawania/zgrzewania. | 2 |
| Lab3 | Sterowanie pracą maszyn w procesach kształtowania blach. | 2 |
| Lab4 | Zastosowanie współrzędnościowej maszyny pomiarowej. | 2 |
| Lab5 | Automatyzacja procesów technologicznych z wykorzystaniem sterowników PLC (system FESTO). | 2 |
| Lab6 | Maszyny do realizacji technologii przyrostowych (Rapid Prototyping). | 2 |
| Lab7 | Urządzenia Inżynierii Odwrotnej (Reverse Engineering). | 2 |
| Lab8 | Zaliczenie kursu. | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Wybór obrabiarki, przygotowanie przedmiotu obrabianego, dobór narzędzi, dobór parametrów obróbki. | 2 |
| Proj2 | Wyznaczanie punktów charakterystycznych konturu, określenie ustawienia przedmiotu obrabianego w przestrzeni roboczej obrabiarki. | 2 |
| Proj3 | Opracowanie programu sterującego procesem technologicznym wykonania przedmiotu na obrabiarce CNC – interpolacja liniowa i kołowa. | 2 |

| | | |
|-------|---|----------|
| Proj4 | Opracowanie programu sterującego procesem technologicznym wykonania przedmiotu na obrabiarce CNC - ustalenie funkcji korekcyjnych, programowanie ruchów z uwzględnieniem korekcji wymiarów narzędzia. | 2 |
| Proj5 | Opracowanie programu sterującego procesem technologicznym wykonania przedmiotu na obrabiarce CNC - technika podprogramów, programowanie przyrostowe, programowanie ruchów w pętli. | 2 |
| Proj6 | Opracowanie programu sterującego procesem technologicznym wykonania przedmiotu na obrabiarce CNC - wykorzystanie cykli obróbkowych w programowaniu. | 2 |
| Proj7 | Opracowanie programu sterującego procesem technologicznym wykonania przedmiotu na obrabiarce CNC – zakończenie projektu i jego weryfikacja. | 2 |
| Proj8 | Podsumowanie pracy – prezentacja projektu i jego ocena. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. praca własna - przygotowanie do zaliczenia wykładu
N3. praca własna - przygotowanie do projektu i laboratorium
N4. prezentacja projektu, zaliczenie tematów laboratorium
N5. konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| F1 | PEK_W01 - PEK_W03 | Kolokwium zaliczeniowe |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|---|
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03 | Wejściówka |
| P = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt) | | |
|--|--|---|
| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03 | Ocena przygotowania projektu |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03 | Obrona projektu |
| $P = 0.5(F1+F2)$ | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe. WNT Warszawa, 2000.</p> <p>Kosmol J.: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem. WNT Warszawa, 2000.</p> <p>Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. WNT Warszawa, 2009.</p> <p>Programowanie obrabiarek CNC. Wydawnictwo REA. Warszawa, 1999.</p> <p>Nikiel G.: Programowanie obrabiarek CNC na przykładzie układu sterowania Sinumerik 810D/ 840D. ATH Bielsko-Biała, 2004 (opracowanie dostępne w internecie).</p> <p>Habrat W.: Obsługa i programowanie obrabiarek CNC. Podręcznik operatora. KaBe, Krosno 2007.</p> <p>Kosmol J., Słupik H.: Programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie. Politechnika Śląska. Gliwice, 2001.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>PORADNIK INŻYNIERA Obróbka skrawaniem. Tom 1,2,3. WNT Warszawa, 1991-1994.</p> <p>Instrukcja programowania układu sterowania Sinumerik (opracowanie dostępne w internecie).</p> <p>Dudik K., Górski E.: Poradnik tokarza. WNT Warszawa, 2000.</p> <p>Dudik K., Górski E.: Poradnik frezera. WNT Warszawa, 2003.</p> <p>Katalogi narzędzi wykorzystywanych na obrabiarkach CNC.</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr inż. Marcin Madeja tel.: 3204185 email: marcin.madeja@pwr.edu.pl |

Faculty of Mechanical Engineering

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Maszyny technologiczne CNC i roboty**

Name in English: **Technological CNC machines and robots**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031036 (MM031336)**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | 30 | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | 1 | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge about design & manufacturing process, structure and operation of machine components and assemblies, as well as principles of their selection and designing.
2. Well-grounded knowledge about basic manufacturing techniques and role of technological machines.
3. Ability to design a manufacturing process in the field of chipless forming and machining.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting acquainted with engineering of basic CNC manufacturing machines and robots, in particular with their control, drive and measurement systems.
- C2. Getting acquainted with programming principles of CNC machines according to ISO standard and with principles of building and implementing driver software, as well as with methods supporting a programmer's work.
- C3. Getting acquainted with principles and possibilities of using automated single- and multimachine systems for executing specific machining tasks.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knowledge of engineering and operation principles of modern CNC manufacturing machines, in particular principles of their operation control.

PEK_W02 - Knowledge of selection principles of CNC manufacturing machines intended for specific machining tasks.

PEK_W03 - Knowledge of programming principles of CNC machines.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Ability to evaluate CNC manufacturing machines with respect to their suitability for specific machining tasks.

PEK_U02 - Ability to elaborate a program structure for basic CNC machines, as well as to use standard subprograms and cycles.

PEK_U03 - Ability to select and preset machining parameters, select tools and verify correctness of the developed programs.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Ability to search-out and use professional literature recommended for the course and to gain knowledge independently.

PEK_K02 - Ability to make use of modern IT tools.

PEK_K03 - Understanding of the necessity of systematic and individual work on mastering the course content.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | General characteristics of manufacturing machines and their classification. Geometrical, kinematic and dynamic structures of the machines. Technical and operational parameters. Basic requirements. | 2 |
| Lec2 | Parts, mechanisms and components of CNC manufacturing machines: bodies, spindle and guiding assemblies, tooling and workpiece systems. | 2 |
| Lec3 | Main drive and feeding systems of modern manufacturing machines (basic requirements, exemplary solutions). Measurement, diagnostics and supervision systems. | 4 |
| Lec4 | Basics of automatic control of manufacturing machines. Classification of control systems (NC, CNC, DNC, AC and PLC systems). | 2 |
| Lec5 | Introduction to programming numerically controlled machines – geometrical basics of CNC control, coordinate systems, driver structure, interpolation. Ways of computer-aided programming – machining simulators. | 2 |
| Lec6 | Review of groups of CNC machines: lathes, milling machines, grinding machines (technical & usable features and purpose of the machines). | 2 |
| Lec7 | Review of groups of CNC machines: machining centres, autonomous machining stations (technical & usable features and purpose of the machines). | 2 |
| Lec8 | CNC machines for electrochemical and laser machining (technical & usable features and purpose of the machines). | 2 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec9 | Industrial robots and manipulators (structure, classification and application fields). Structure and purpose of coordinate measuring machines. | 2 |
| Lec10 | Multimachine, robotized manufacturing systems, production centres and lines (organizational structures and application fields). Computer-integrated manufacturing systems (CIM). | 2 |
| Lec11 | Machines and devices for additive manufacturing and reverse engineering techniques – exemplary applications. | 2 |
| Lec12 | Trends in development of CNC manufacturing machines (machines for HSC and HPC machining, hexapods, intelligent and hybrid machine tools). | 2 |
| Lec13 | Credit colloquium. | 2 |
| | | Total hours: 28 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | The use of the manipulator in processes of thermal spraying. | 2 |
| Lab2 | The use of robots in sheet and spot welding processes. | 2 |
| Lab3 | Control of machines in sheet metal forming processes. | 2 |
| Lab4 | The use of Coordinate Measuring Machine (CMM). | 2 |
| Lab5 | Automation of technological processes using PLC controllers (FESTO system). | 2 |
| Lab6 | Machines to implement additive technology (Rapid Prototyping). | 2 |
| Lab7 | Reverse Engineering equipment. | 2 |
| Lab8 | Crediting the course. | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Selection of a machine tool, preparation of a workpiece, selection of tools and machining parameters. | 2 |
| Proj2 | Determination of characteristic points of a contour and location of a workpiece in the machine-tool workspace. | 2 |
| Proj3 | Elaboration of a driver software to control the manufacturing process on a CNC machine – linear and circular interpolation. | 2 |
| Proj4 | Elaboration of a driver software to control the manufacturing process on a CNC machine – establishing corrective functions; programming movements with correction of tool dimensions. | 2 |
| Proj5 | Elaboration of a driver software to control the manufacturing process on a CNC machine – subprograms technique, incremental programming, programming movements in a loop. | 2 |
| Proj6 | Elaboration of a driver software to control the manufacturing process on a CNC machine – use of machining cycles at programming. | 2 |
| Proj7 | Elaboration of a driver software to control the manufacturing process on a CNC machine – completion of the project and its verification. | 2 |
| Proj8 | Summary of the work – presentation of the project and its assessment. | 1 |

| | |
|--|-----------------|
| | Total hours: 15 |
|--|-----------------|

| |
|---------------------|
| TEACHING TOOLS USED |
|---------------------|

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides
 N2. own work – preparation for crediting the lecture
 N3. self study - preparation for project class and laboratory
 N4. presentation of the project, crediting the lab subjects
 N5. consultancies

| |
|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture) |
|---|

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--------------------------|---|
| F1 | PEK_W01 - PEK_W03 | Credit colloquium |
| P = F1 | | |

| |
|--|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) |
|--|

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--|---|
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03 | Class admission test |
| P = F1 | | |

| |
|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project) |
|---|

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--|---|
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03 | Assessment of the project preparation |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03 | Defence of the project |

$$P = 0.5(F1+F2)$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Honczarenko J.: Flexible automation of manufacture. Machine tools and machining systems. WNT Warsaw, 2000 (in Polish)

Kosmol J.: Automation of machine tools and machining. WNT Warsaw, 2000 (in Polish)

Honczarenko J.: Numerically controlled machine tools. WNT Warsaw, 2009 (in Polish)

Programming of CNC machine tools. Editorial Office REA. Warsaw, 1999 (in Polish)

Nikiel G.: Programming of CNC machine tools on the example of control system Sinumerik 810D/840D. ATH Bielsko-Biala, 2004 (available in internet) (in Polish)

Habrat W.: Operation and programming of CNC machine tools. Operator's handbook. KaBe, Krosno, 2007 (in Polish)

Kosmol J., Słupik H.: Programming of numerically controlled machine tools. Silesian University of Technology, Gliwice, 2001 (in Polish).

SECONDARY LITERATURE

Engineer's handbook. Machining. Vol. 1, 2, 3. WNT Warsaw, 1992 – 1994 (in Polish)

Instruction manual of Sinumerik control system programming (available in internet) (in Polish)

Dudik K., Górski E.: Lathe operator's handbook. WNT Warsaw, 2000 (in Polish)

Dudik K., Górski E.: Milling machine operator's handbook. WNT Warsaw, 2003 (in Polish)

Catalogues of tools used at CNC machine tools (in Polish).

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marcin Madeja tel.: 3204185 email: marcin.madeja@pwr.edu.pl