

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**

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

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 INNYCH KOMPETENCJI

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 KSZTAŁCENIA

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 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_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Laboratorium)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Wejściówka
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_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Ocena przygotowania projektu
F2	PEK_U01 - PEK_U03	Obrona projektu
P = 0.5(F1+F2)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe. WNT Warszawa, 2000.

Kosmol J.: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem. WNT Warszawa, 2000.

Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. WNT Warszawa, 2009.

Programowanie obrabiarek CNC. Wydawnictwo REA. Warszawa, 1999.

Nikiel G.: Programowanie obrabiarek CNC na przykładzie układu sterowania Sinumerik 810D/ 840D. ATH Bielsko-Biała, 2004 (opracowanie dostępne w internecie).

Habrat W.: Obsługa i programowanie obrabiarek CNC. Podręcznik operatora. KaBe, Krosno 2007.

Kosmol J., Słupik H.: Programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie. Politechnika Śląska. Gliwice, 2001.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

PORADNIK INŻYNIERA Obróbka skrawaniem. Tom 1,2,3. WNT Warszawa, 1991-1994.

Instrukcja programowania układu sterowania Sinumerik (opracowanie dostępne w internecie).

Dudik K., Górski E.: Poradnik tokarza. WNT Warszawa, 2000.

Dudik K., Górski E.: Poradnik frezera. WNT Warszawa, 2003.

Katalogi narzędzi wykorzystywanych na obrabiarkach CNC.

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Maszyny technologiczne CNC i roboty Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Mechanika i Budowa Maszyn**

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	K1MBM_W35	C1 - C3	Wy1 - Wy13	N1, N2, N5
PEK_U01 - PEK_U03	K1MBM_U17	C1 - C3	Pr1 - Pr8; Lab1 -Lab8	N3, N4
PEK_K01 - PEK_K03	K1MBM_K04	C1 - C3	Pr1 - Pr8; Lab1 -Lab8	N2 - N5

OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

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 EDUCATIONAL EFFECTS

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.

PROGRAMME 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 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_W03	Credit colloquium
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Laboratory)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01 - PEK_U03 PEK_K01 - PEK_K03	Class admission test
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_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).

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
Technological CNC machines and robots
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
Mechanical Engineering and Machine Building

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	K1MBM_W35	C1 - C3	Wy1 - Wy13	N1, N2, N5
PEK_U01 - PEK_U03	K1MBM_U17	C1 - C3	Pr1 - Pr8; Lab1 -Lab8	N3, N4
PEK_K01 - PEK_K03	K1MBM_K04	C1 - C3	Pr1 - Pr8; Lab1 -Lab8	N2 - N5

SUBJECT SUPERVISOR

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