

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie maszyn i urządzeń**

Nazwa w języku angielskim: **Machines and devices control**

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

Specjalność (jeśli dotyczy):

Poziom i forma studiów: **II stopień, niestacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042003**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2		1.4		

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada podstawową wiedzę z elektroniki, elektrotechniki, podstaw automatyki oraz najczęściej stosowanych układów sterowania.
2. Student posiada podstawową wiedzę z mechaniki klasycznej, mechaniki płynów.
3. Student posiada wiedzę na temat budowy prostych układów hydraulicznych oraz budowy elementów tych układów takich jak: pompy, silniki, siłowniki oraz zawory.

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie budowy i działania oraz zasad aplikacji urządzeń automatyki (sensorów, sterowników komputerowych, aktuatorów, paneli operatorskich) oraz oprogramowania w maszynach i urządzeniach.

C2. Zapoznanie się z zasadą działania elementów elektrohydraulicznych o działaniu ciągłym (zawory proporcjonalne i serwozawory) oraz wykorzystaniem tych elementów w hydraulicznych układach napędowych.

C3. Zapoznanie się z technikami sterowania i regulacji określonych parametrów hydraulicznych układów napędowych w szczególności prędkości hydraulicznego elementu wykonawczego.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie objaśnić zasady projektowania, programowania i uruchamiania najczęściej stosowanych układów sterowania maszyn.

PEK\_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie objaśnić zasady projektowania maszyn wyposażonych w napęd hydrauliczny i elektrohydrauliczny.

PEK\_W03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie wymienić i opisać bardziej zaawansowane układy automatyki wyposażone różnego rodzaju regulatory określonych parametrów.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć dobrać odpowiednie elementy układów sterowania maszyn oraz oprogramować urządzenie sterujące w taki sposób, aby dobrze spełniało określone funkcje.

PEK\_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć zaprojektować i zmontować układy hydrauliczne oraz elektrohydrauliczne pełniące określone funkcje.

PEK\_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć przygotować do pracy urządzenie elektrohydrauliczne oraz zaplanować i przeprowadzić pomiary określonych parametrów. Na podstawie analizy wyników pomiarów student powinien umieć sformułować odpowiednie wnioski.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie podczas montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych oraz tworzenia sprawozdania z ćwiczenia.

PEK\_K02 - Potrafi odpowiednio zaplanować wykonanie pomiarów podczas ćwiczenia laboratoryjnego.

PEK\_K03 - Prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje problemy napotkane podczas programowania układów sterowania i montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych. Wyciąga odpowiednie wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura i rodzaje układów sterowania. Sensory, ich rodzaje, własności i przykłady.	1
Wy2	Wymagania stawiane systemów automatyzacji, niezawodność i dyspozycyjność, MTBF.	1

Wy3	Sterowniki przemysłowe, tryby pracy układów sterowania. Sterowniki swobodnie programowalne PLC, ich budowa, działanie, programowanie i przykłady zastosowania.	2
Wy4	Aspekty bezpieczeństwa w maszynach i urządzeniach, wymagania zgodności, dyrektywy i normy, przykłady urządzeń bezpieczeństwa i rozwiązań układów. Systemy komunikacji przemysłowej i rozproszone układy sterowania.	1
Wy5	Układy sterowania numerycznego CNC, ich budowa i działanie, pomiar położenia w obrabiarkach CNC, zadania poszczególnych zespołów układów CNC, interpolacja, regulacja położenia, możliwości generowania programów NC, standard STEP-NC.	2
Wy6	Elektryczne serwonapędy (osie NC) analogowe i cyfrowe, ich własności i przykłady. Bezpośrednie napędy liniowe.	2
Wy7	Układy sterowania RC robotów przemysłowych. Budowa i rodzaje robotów przemysłowych. Sposoby programowania robotów przemysłowych.	1
Wy8	Interfejsy człowiek-maszyna HMI, ich funkcje, sygnały, symbole, wymagania, panele operatorskie i przykłady rozwiązań HMI. Systemy sterowania nadrzędnego, wizualizacji i kontroli SCADA.	1
Wy9	Metody sterowania prędkością odbiornika hydraulicznego.	2
Wy10	Zawory proporcjonalne jako elementy sterujące w układach.	1
Wy11	Regulatory i rozdzielacze proporcjonalne hydrauliczne.	1
Wy12	Logiczne zawory wzniosowe w technice proporcjonalnej.	1
Wy13	Układy „load-sensing” – systemy, sprawności.	1
Wy14	Sterowniki i regulatory w układach hydraulicznych.	2
Wy15	Układy regulacji w oparciu o wzmacniacze elektrohydrauliczne.	1
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Sensory w systemach automatyzacji.	1
Lab2	Przykłady układów kombinacyjnych (logicznych).	1
Lab3	Budowa sekwencyjnego układu sterowania.	1
Lab4	Układ regulacji ciągłej, dobór nastaw regulatora i badanie jakości regulacji.	2
Lab5	Programowanie sterowników swobodnie programowalnych PLC.	2
Lab6	Układy sterowania numerycznego CNC obrabiarek.	2
Lab7	Układy sterowania RC robotów przemysłowych.	1
Lab8	Układy rewersyjne.	1
Lab9	Układy ruchu szybkiego.	1
Lab10	Sterowanie dławieniowe-szeregowe prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	2
Lab11	Sterowanie dławieniowe-równoległe prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	1
Lab12	Sterowanie objętościowe prędkością ruchu odbiornika hydraulicznego.	1
Lab13	Sterowanie odbiornikiem hydraulicznym z rozdzielaczem proporcjonalnym.	2

Lab14	Sterowanie odbiornikiem hydraulicznym z rozdzielaczem typu Load-sensing.	1
Lab15	Układ regulacji położenia ze wzmacniaczem elektrohydraulicznym.	1
		Suma: 20

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. praca na stanowiskach umożliwiających programowanie urządzeń sterujących maszynami  
N5. praca na stanowisku elektrohydraulicznym umożliwiającym studentom samodzielne montowanie układów

#### 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_W02, PEK_W03	egzamin pisemny
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_U02, PEK_U03	odpowiedź ustna zawierająca sprawdzian praktyczny z projektowania, programowania i montażu układów sterowania
F2	PEK_U03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01, PEK_U02; PEK_K01- PEK_K03	ocena aktywności studenta na zajęciach
P = (2F1+F2+F3)/4		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Prezentacja – slajdy do wykładu (postać elektroniczna),

Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. WNT, 1992

Tomasiaś E.: Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice, 2001

Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004

Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT, 1987

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

Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.

Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.

Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J.: Programowanie sterowników PLC, WNT, 1998

Palczak E.: Dynamika elementów i układów hydraulicznych. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999

Honczarenko J.: Roboty przemysłowe: budowa i zastosowanie, WNT, 2004

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie maszyn i urządzeń**

Name in English: **Machines and devices control**

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

Specialization (if applicable):

Level and form of studies: **II level, part-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042003**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		20		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2		1.4		

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student possess basic knowledge of electronics, electrotechnics, automatics and the most common used control systems.
2. Student possess basic knowledge of calsic mechanics and fluid mechanics.
3. Student possess basic knowledge of constuction of simple hydraulic systems and components: pumps, motors, cylinders and valves.

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Get knowledge and skills in area of construction and working and application principle of automatics devices (sensors, controllers, actuators, operator panel) and software in machines and devices.
- C2. Acquaint students with working principle of electrohydraulic components with continous operation (proportional valves and servovalves) and its application in hydraulic drive systems.
- C3. Acquaint students with control and regulations techniques selected parameters of hydraulic drive systems especialspeed of hydraulic actuator.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### **I. Relating to knowledge:**

PEK\_W01 - In the result of lesson student should be able to explain design rules, program and starting the most common used machines control systems.

PEK\_W02 - In the result of lesson student should be able to explain design rules of machines equipped with hydraulic and electrohydraulic drive.

PEK\_W03 - In the result of lesson student should be able to call and describe advanced automatics systems equipped with different kinds of regulators.

### **II. Relating to skills:**

PEK\_U01 - In the result of lesson student should be able to select appropriate components machines control systems and program control device to properly realize specified functions.

PEK\_U02 - In the result of lesson student should be able to design and build hydraulic and electrohydraulic systems performing defined functions.

PEK\_U03 - In the result of lesson student should be able to prepare to operation electrohydraulic device and plan and execute tests. On the basis of tests results student should be able to formulate appropriate conclusions.

### **III. Relating to social competences:**

PEK\_K01 - Student can cooperate and work in the group during building hydraulic and electrohydraulic systems and during report preparation.

PEK\_K02 - Student can plan and execute tests during laboratory.

PEK\_K03 - Student can properly identify and solve problems during program control systems and building hydraulic and electrohydraulic systems. Student can formulate appropriate conclusions.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Structure and types of control systems. Sensors, their types, properties and examples.	1
Lec2	Requirements for automation systems, reliability and availability, MTBF	1
Lec3	Industrial controllers, modes of control systems working. PLC controllers, their constructions, operation, programming and application examples.	2
Lec4	Safety aspects in machines and devices, compatibility requirements, statements and standards, examples of safety devices. Systems of industrial communication and dispersed control systems.	1
Lec5	Numerical control systems CNC, their construction and operation, displacements measurement in CNC machine tool, functions of selected CNC systems assemblies, interpolation, position regulation, possibilities of NC programs generation, standard STEP-NC.	2
Lec6	Electrical servodrives (NC axes): analog and digital, their properties and examples. Linear direct drives.	2
Lec7	Control RC systems of industrial robots. Construction and types of industrial robots. Methods of industrial robots programming.	1

Lec8	Human-machine interfaces HMI, their functions, signals, symbols, requirements, control panels and HMI examples. Superior control systems, vizualizations systems and SCADA control systems.	1
Lec9	Methods of speed control of hydraulic actuator.	2
Lec10	Proportional valves as control components in systems.	1
Lec11	Hydraulic regulators and proportional directional control valves.	1
Lec12	Logic valves in proportional technique.	1
Lec13	Load-sensing - systems, efficiencies.	1
Lec14	Controllers and regulators in hydraulic systems.	2
Lec15	Regulation systems with electrohydraulic servovalves.	1
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Sensors in automation systems.	1
Lab2	Examples of logic systems.	1
Lab3	Construction of sequence control system.	1
Lab4	Continous regulation systems, controlles sets selection and regulation quality tests.	2
Lab5	Programming controllers freely programmed PLC.	2
Lab6	Numerical control systems of CNC machines tool.	2
Lab7	RC control systems of industrial robots.	1
Lab8	Reversible systems.	1
Lab9	Fast movement systems.	1
Lab10	Throttle-serial speed control of hydraulic actuator.	2
Lab11	Throttle-parallel speed control of hydraulic actuator.	1
Lab12	Volumetric speed control of hydraulic actuator.	1
Lab13	Hydraulic actuator control with proportional directional control valve.	2
Lab14	Hydraulic actuator control with Load-sensing directional control valve.	1
Lab15	Position regulation system with electrohydraulic servovalve.	1
		Total hours: 20

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. report preparation N4. work at test stands for programm machines control devices. N5. work at electrohydraulic test stand for student's individual systems building.	



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_W02, PEK_W03	written examination
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_U02, PEK_U03	oral response for practical verification of design, programm and building control systems.
F2	PEK_U03	report
F3	PEK_U01, PEK_U02; PEK_K01-PEK_K03	student's activity note.
P = (2F1+F2+F3)/4		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>Presentation – slides for lectures (electronic version),  Stryczek S.: Hydrostatic drive (in polish). WNT, 1992.  Tomasiak E.: Hydraulic and pneumatic drives and control (in polish). Wydawnictwo Polit. Slaskiej, Gliwice, 2001  Kollek W.: Basics of design of hydraulic drives and control (in polish). Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004 .  Pizoń A.: Hydraulic and electrohydraulic control and regulation system (in polish). WNT, 1987.  Kosmol J.: Automation of machine tool and machining (in polish). WNT, 2000.  Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.  Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984.  Norvelle F. D.: Electrohydraulic control systems. Prentice-Hall INC, New Jersey 2000.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J.: Programming PLC controllers (in polish). WNT, 1998.  Palczak E.: Dynamics of hydraulic components and systems (in polish). Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999.  Honczarenko J.: Industrial robots: construction and application (in polish). WNT, 2004.</p>

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: [Michal.Stosiak@pwr.edu.pl](mailto:Michal.Stosiak@pwr.edu.pl)