

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie hydraulicznych układów napędowych**

Nazwa w języku angielskim: **Hydraulic drive systems control**

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

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM042126**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			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. Student posiada podstawową wiedzę z mechaniki klasycznej oraz mechaniki płynów.
2. Student posiada wiedzę na temat elementów hydraulicznych układów napędowych: pomp, silników, siłowników, zaworów.
3. Student posiada wiedzę na temat budowy i projektowania prostych układów hydraulicznych.

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z techniką proporcjonalną - jej zastosowaniach, właściwościach i ograniczeniach.
- C2. Zapoznanie studentów z technikami sterowania i regulacji określonych parametrów układów hydraulicznych.
- C3. Zapoznanie się studentów z zaawansowanymi układami hydrostatycznymi.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie wymieniania i opisu bardziej zaawansowanych elementów układów hydraulicznych, w szczególności zaworów proporcjonalnych i wzmacniaczy elektrohydraulicznych.

PEK\_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie objaśniania zaawansowanych metod sterowania i regulacji określonych parametrów układów hydraulicznych.

PEK\_W03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma poszerzoną wiedzę w zakresie wymieniania i opisywania zaawansowanych układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie montować układy hydrauliczne oraz elektrohydrauliczne i analizować zasadę ich działania.

PEK\_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie przygotować do pracy urządzenie hydrauliczne lub elektrohydrauliczne oraz zaplanować i przeprowadzić pomiary określonych parametrów. Na podstawie analizy wyników pomiarów student potrafi sformułować odpowiednie wnioski.

PEK\_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie zaprojektować urządzenie z napędem hydraulicznym, bądź elektrohydraulicznym spełniające określone funkcje.

### 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 i sporządzić odpowiednie sprawozdanie.

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, przedstawienie treści wykładu, forma zaliczenia, wymagania.	1
Wy2	Rodzaje sterowania i regulacji układów hydrostatycznych.	2
Wy3	Technika hydraulicznego sterowania proporcjonalnego.	1
Wy4	Zasada działania, charakterystyki rozdzielaczy ze sterowaniem proporcjonalnym.	1
Wy5	Zasada działania, charakterystyki regulatorów przepływu i zaworów ciśnieniowych ze sterowaniem proporcjonalnym.	1
Wy6	Logiczne zawory wzniosowe w technice proporcjonalnej.	1
Wy7	Wzmacniacze elektrohydrauliczne.	1
Wy8	Układ hydrostatyczny regulacji położenia.	2
Wy9	Układ hydrostatyczny regulacji siły lub momentu obrotowego odbiornika.	2
Wy10	Układy load sensing [LS] w maszynach z napędem hydrostatycznym.	1
Wy11	Układy LS z pompą stałej wydajności.	1
Wy12	Układy LS z pompą zmiennej wydajności.	1

Wy13	Sterowniki i regulatory w układach hydraulicznych.	2
Wy14	Sterowanie i regulacja objętościowa.	2
Wy15	Regulacja wydajności pomp według zasad: $Q = \text{const}$ , $p = \text{const}$ , $N = \text{const}$ .	1
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie, przedstawienie treści laboratorium, forma zaliczenia, wymagania.	1
Lab2	Regulacja dławieniowa szeregową prędkości odbiornika hydraulicznego.	2
Lab3	Regulacja dławieniowa równoległą prędkości odbiornika hydraulicznego.	1
Lab4	Porównanie sterowania i regulacji dławieniowej równoległej.	2
Lab5	Zastosowanie proporcjonalnego zaworu przelewowego.	1
Lab6	Eksperymentalne wyznaczenie częstotliwości granicznej układu z rozdzielaczem proporcjonalnym.	1
Lab7	Badanie układu regulacji położenia ze wzmacniaczem elektrohydraulicznym.	1
Lab8	Zaliczenie.	1
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. eksperyment laboratoryjny  
N3. przygotowanie sprawozdania  
N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium

#### 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	kolokwium
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 i montażu układów
F2	PEK_U02	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U01 PEK_U03	ocena aktywności studenta na zajęciach
$P = (2F1+F2+F3)/4$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. WNT, 1992

Tomasiak 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

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

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

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

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie hydraulicznych układów napędowych**

Name in English: **Hydraulic drive systems control**

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

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM042126**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		
Group of courses					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			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. Student possess basic knowledge of classic mechanics and fluid mechanics.
2. Student possess basic knowledge of hydraulic components of drive systems: pumps, motors, cylinders, valves.
3. Student possess basic knowledge of construction and design of simple hydraulic systems.

## SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquaint students with proportional technique - its applications, properties and limitations.
- C2. Acquaint students with control and regulations methods selected parameters of hydraulic systems.
- C3. Acquaint students with advanced hydrostatic systems.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - In the result of lesson student has extended knowledge of description of more advanced hydraulic components like proportional valves and servovalves.

PEK\_W02 - In the result of lesson student has extended knowledge of explanation advanced control and regulation methods of selected hydraulic systems parameters.

PEK\_W03 - In the result of lesson student has extended knowledge of description of advanced hydraulic and electrohydraulic systems.

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

PEK\_U01 - In the result of lesson student is able to build hydraulic and electrohydraulic systems and analyse its working principle.

PEK\_U02 - In the result of lesson student is able to prepare to work hydraulic device or electrohydraulic and plan and execute measurements of selected parameters. On the basis of measurements results student is able to formulate appropriate conclusions.

PEK\_U03 - In the result of lesson student is able to design device with hydraulic or electrohydraulic system according to specified requirements.

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

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

PEK\_K02 - Student can plan measurements during laboratory and report prepare.

PEK\_K03 - Student correctly identify and solve problems with hydraulic and electrohydraulic system building. Student formulate appropriate conclusions.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, lecture range presentation, check form, requirements.	1
Lec2	Control and regulation methods in hydrostatic systems.	2
Lec3	Technique of hydraulic proportional control.	1
Lec4	Working principle and characteristics of directional control valves with proportional control.	1
Lec5	Working principle and characteristics of flow regulators and pressure valves with proportional control.	1
Lec6	Logic valves in proportional technique.	1
Lec7	Electrohydraulic servovalves.	1
Lec8	Hydrostatic systems of position regulation.	2
Lec9	Hydrostatic systems of force or torque regulation.	2
Lec10	Load-sensing systems in machines with hydrostatic drive.	1
Lec11	Load-sensing systems with fixed displacement pump.	1
Lec12	Load-sensing systems with variable displacement pump.	1

Lec13	Controllers in hydraulic systems.	2
Lec14	Volumetric control and regulation.	2
Lec15	Pump capacity regulation for $Q = \text{const.}$ , $p = \text{const.}$ , $N = \text{const.}$	1
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction, laboratory range presentation, check form, requirements.	1
Lab2	Throttle-serial regulation of hydraulic actuator speed.	2
Lab3	Throttle-parallel regulation of hydraulic actuator speed.	1
Lab4	Control and regulation throttle methods comparison.	2
Lab5	Application of proportional relieve valve.	1
Lab6	Experimental test for critical frequency for system with proportional directional control valve.	1
Lab7	Tests of position regulation system with electrohydraulic servovalve.	1
Lab8	Check.	1
		Total hours: 10

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. report preparation N4. self study - preparation for laboratory class		

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	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_U02 PEK_U03	oral response for practical verification of design and building of systems.
F2	PEK_U02	report
F3	PEK_U01 PEK_U03	student's activity note
$P = (2F1+F2+F3)/4$		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

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.

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.

### SECONDARY LITERATURE

Palczak E.: Dynamics of hydraulic components and systems (in polish). Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, 1999

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl