

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Układy napędowe, elementy hydrauliczne i elementy pneumatyczne**

Nazwa w języku angielskim: **Drive systems, hydraulic components and pneumatic components**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechatronika**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MCM035004**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Egzamin		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. Znajomość podstaw rachunku różniczkowego. Podstawowa wiedza z mechaniki, materiałoznawstwa oraz automatyki.
2. Umiejętność przeprowadzenia podstawowej analizy zasad działania prostych mechanizmów. Umiejętność zrozumienia, posługiwania się i przekształcania wzorów opisujących podstawowe zależności i zjawiska fizyczne.
3. Podstawowa umiejętność formułowania wniosków na podstawie posiadanych wiadomości lub wyników eksperymentu laboratoryjnego.

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z hydrostatycznymi i pneumatycznymi układami napędowymi, zasada działania, podstawowe zależności, matematyczne modele opisujące, elementy układów, sposoby sterowania i regulacji. Przedstawienie najnowszych tendencji integracji elementów elektroniki z elementami i układami hydraulicznymi i pneumatycznymi. Miniaturyzacja elementów hydraulicznych.
- C2. Poznanie przez studenta roli poszczególnych elementów w układach napędowych hydraulicznych i pneumatycznych. Określenie wpływu parametrów poszczególnych elementów układu na sposób działania całości. Nabycie wiedzy umożliwiającej dokonywanie świadomych zmian w układach hydrostatycznych i pneumatycznych, których celem jest korzystna zmiana parametrów układu.
- C3. Nabycie przez studenta umiejętności pracy zespołowej. Formułowanie przez grupę studentów wniosków opartych na wynikach badań laboratoryjnych i streszczenie ich w formie pisemnej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### **I. Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 - Student potrafi zdefiniować zasadę działania oraz podstawowe parametry układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student jest w stanie scharakteryzować warunki których spełnienie jest niezbędne dla prawidłowej eksploatacji układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student jest w stanie objaśnić wpływ poszczególnych parametrów układu na jego działanie.

PEK\_W02 - Student opisuje charakterystyki oraz sposób działania elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student analizuje samodzielnie parametry poszczególnych elementów układów definiując ich sposób działania.

PEK\_W03 - Student dobiera poszczególne elementy układów hydraulicznych i pneumatycznych tworząc koncepcję pełnego układu w oparciu o założenia wyjściowe. Student poprzez wymianę elementów lub zmianę sposobu sterowania ingeruje w istniejące układy hydrauliczne i pneumatyczne dokonując zmian, które mają korzystny wpływ na parametry wyjściowe układu jako całości.

### **II. Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Student identyfikuje i opisuje sposób działania wybranych elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student przeprowadza eksperyment laboratoryjny na podstawie którego ocenia wpływ wybranych parametrów na działanie elementu układu.

PEK\_U02 - Student przeprowadza eksperymenty laboratoryjne na podstawie których identyfikuje poszczególne parametry układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student na ich podstawie określa i opisuje zjawiska fizyczne których występowanie ma znaczący wpływ na działanie poszczególnych elementów lub całych układów.

PEK\_U03 - Student przeprowadza oraz kontroluje przebieg eksperymentu laboratoryjnego, rejestruje wyniki oraz podaje je ocenie. Wyniki zbiera i zamieszcza w pisemnym sprawozdaniu oraz formułuje wnioski.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Student bierze udział w pracy grupy studentów, której celem jest wspólne wykonanie eksperymentu laboratoryjnego.

PEK\_K02 - Student nabywa umiejętności przedstawiania wyników swojej pracy w formie pisemnego sprawozdania uzupełniając je w formie ustnej podczas bezpośredniego kontaktu z prowadzącym.

PEK\_K03 - Student samodzielnie wyszukuje informacje oraz dokonuje ich analizy w oparciu o wiedzę zdobytą w trakcie trwania kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapoznanie studentów z zakresem wykładu, warunkami zaliczenia oraz literaturą przedmiotu. Podstawowe wiadomości z mechaniki cieczy i gazów. Charakterystyki przepływu.	2
Wy2	Zasada działania napędu hydrostatycznego. Ciecze robocze i ich właściwości.	2
Wy3	Zanieczyszczenia - źródła, przyczyny i skutki. Analogie modeli matematycznych układów hydraulicznych.	2
Wy4	Filtry i filtracja. Podział filtrów, zasada działania, oznaczenia, umiejscowienie w układzie.	2
Wy5	Sprawność układów hydraulicznych, sprawność hydrauliczna.	2
Wy6	Sprawność objętościowa i całkowita układów hydraulicznych.	2
Wy7	Generatory energii: pompy i kompresory. Konstrukcja i charakterystyki.	2
Wy8	Elementy wykonawcze: cylindry i silniki. Konstrukcja i charakterystyki. Modele matematyczne.	2
Wy9	Elementy sterujące: kierunkiem przepływu, ciśnieniem, natężeniem przepływu.	2
Wy10	Metody sterowania prędkością odbiornika hydraulicznego.	2
Wy11	Sterowanie i regulacja objętościowa.	2
Wy12	Technika sterowania proporcjonalnego - podstawy: elementy i układy hydrotroniczne.	2
Wy13	Projektowanie hydrostatycznych układów napędowych.	2
Wy14	Bilans cieplny układów hydraulicznych. Elementy i układy mikrohydrauliki.	2
Wy15	Egzamin.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zapoznanie studentów z zasadami BHP obowiązującymi w laboratorium wraz z jego prezentacją, przedstawienie warunków zaliczenia.	2
Lab2	Eksperymentalne wyznaczenie właściwości cieczy roboczej – ściśliwość.	2
Lab3	Eksperymentalne wyznaczenie charakteru oporów w przewodach hydraulicznych – opory liniowe.	2
Lab4	Opory miejscowe w układach hydraulicznych. Zwązka jako opór miejscowy, zjawisko kawitacji.	2
Lab5	Wyznaczenie charakterystyki pompy wyporowej.	2
Lab6	Charakterystyki statyczne konwencjonalnego rozdzielacza suwakowego.	2
Lab7	Badanie przekładni hydrostatycznej.	2
Lab8	Zaliczenie kursu.	1
		Suma: 15

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. eksperyment laboratoryjny  
 N2. konsultacje  
 N3. przygotowanie sprawozdania  
 N4. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N5. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

## 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	egzamin
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	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne, udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. W. Kollek, Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych., wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław., rok: 2004,
2. E. Tomasiak, Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne., wydawnictwo: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice., rok: 2001,
3. S. Stryczek, Napęd hydrostatyczny., wydawnictwo: WNT, rok: 1996,
4. A. Osiecki, Napęd hydrostatyczny maszyn., wydawnictwo: WNT, rok: 2004,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: [Piotr.Osinski@pwr.edu.pl](mailto:Piotr.Osinski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Układy napędowe, elementy hydrauliczne i elementy pneumatyczne**

Name in English: **Drive systems, hydraulic components and pneumatic components**

Main field of study (if applicable): **Mechatronics**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MCM035004**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Examination		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. Basic knowledge of differential calculus. Basic knowledge of mechanics, materials, and automation.
2. Ability to conduct basic analysis of the workings of simple mechanisms. The ability to understand, use and transformation formulas describing the basic relationships and physical phenomena.
3. Basic ability to formulate conclusions on the basis of the knowledge or the results of a laboratory experiment.

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Acquaint students with hydrostatic and pneumatic power systems, principles of operation, basic relations, mathematical models describing the elements of the systems, methods of control and regulation. Presentation of the latest trends in the integration of electronic components and elements of hydraulic and pneumatic systems. Miniaturization of hydraulic components.

C2. Present the student the role of individual components in the hydraulic and pneumatic power systems. Determination of the effect of the parameters of the individual elements on the mode of action the whole system. The acquisition of the knowledge needed to make aware changes in hydrostatic and pneumatic systems, which purpose is positive change the work parameters of the system.

C3. Acquisition by the student the teamwork skills. Formulation of proposals by a group of students based on the results of laboratory tests and summary them in writing form.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

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

PEK\_W01 - The student is able to define the principle of operation and basic parameters of hydraulic and pneumatic systems. The student is able to describe the work conditions which are necessary for the proper operation of hydraulic and pneumatic systems. The student is able to explain the impact of various system parameters on its performance.

PEK\_W02 - The student describes the characteristics and principles of operation of the elements of hydraulic and pneumatic systems. The student independently analyzes the parameters of individual elements of systems by defining their principles of operation.

PEK\_W03 - The student selects the individual components of hydraulic and pneumatic systems, creating the concept of a full system based on the initial assumptions. Student by exchanging elements or changing the control system interfere in existing hydraulic and pneumatic systems, making changes that have a positive impact on the output parameters of the whole system.

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

PEK\_U01 - The student identifies and describes the principle of operation of the elements of hydraulic and pneumatic systems. Students performed a laboratory experiment on which assesses the impact of selected parameters on the operation of the element.

PEK\_U02 - The student performs the laboratory experiments on the basis of which identifies the individual parameters of hydraulic and pneumatic systems. A student on the basis of their identifies and describes the physical phenomena whose existence has a significant impact on the performance of individual components or complete systems.

PEK\_U03 - The student performs and controls the course of a laboratory experiment, records the results and makes them evaluated. The student collects and publishes the results in a written report and draws conclusions.

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

PEK\_K01 - The student takes part in the work of the group of students, the purpose of which is the performance of a laboratory experiment.

PEK\_K02 - The student acquires abilities to present the results of their work in the form of a written report supplementing them orally during the consultation with the teacher.

PEK\_K03 - The student independently searches for information and analyzes them based on the knowledge acquired during the course.

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	To acquaint students with the scope of the course, the terms of credit and the subject literature. Basic knowledge of the mechanics of liquids and gases. Flow characteristics.	2
Lec2	The principle of operation of the hydrostatic drive. Hydraulic fluids and their properties.	2
Lec3	Contaminations - the sources, causes and effects. Analogies between the mathematical models of hydraulic systems.	2
Lec4	Filters and filtration. Classification of the filters, principle of operation, place of installation in the system.	2
Lec5	The efficiency of hydraulic systems, hydraulic efficiency.	2
Lec6	Volumetric efficiency and the total efficiency of the hydraulic systems.	2
Lec7	Energy generators: pumps and compressors. Construction and characteristics.	2
Lec8	Actuators: cylinders and motors. Construction and characteristics. Mathematical models.	2
Lec9	Control elements: flow direction, pressure and flow rate.	2
Lec10	Methods of controlling the speed of the hydraulic actuators.	2
Lec11	Volumetric control and regulation.	2
Lec12	The technique of the proportional control - the basics: elements and hydrotronic systems.	2
Lec13	Designing of the hydrostatic power systems.	2
Lec14	The heat balance of hydraulic systems. Components and systems of the micro hydraulics.	2
Lec15	Exam.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Acquaint students with the safety rules in the laboratory and its presentation, the conditions of ratings.	2
Lab2	Experimental designation of working fluid properties - compressibility.	2
Lab3	Experimental designation of the flow resistance in the hydraulic lines - linear resistance.	2
Lab4	Local resistance in hydraulic systems. Orifice as local resistance, the phenomenon of cavitation.	2
Lab5	Determination of characteristics a positive displacement pump.	2
Lab6	Static characteristics of a conventional directional spool valve.	2

Lab7	Examination of the hydrostatic transmission.	2
Lab8	Completion of the course.	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. laboratory experiment N2. tutorials N3. report preparation N4. self study - self studies and preparation for examination N5. traditional lecture with the use of transparencies and slides		

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	exam
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	laboratory reports, oral response, participation in problems discussions
P = F1		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

1. W. Kollek, Basics of the designing hydraulic drives and controls., wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej, Wrocław., rok: 2004, (in Polish)
2. E. Tomasiak, The drives and controls systems of the hydraulic and pneumatic., wydawnictwo: Wydawnictwo Polit. Śląskiej. Gliwice., rok: 2001, (in Polish)
3. S. Stryczek, Hydrostatic drive., wydawnictwo: WNT, rok: 1996, (in Polish),
4. A. Osiecki, The hydrostatic drive of machines., wydawnictwo: WNT, rok: 2004, (in Polish)

### SECONDARY LITERATURE

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl