

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Napęd hydrauliczny**

Nazwa w języku angielskim: **Hydraulic drive**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM031113 (MMM031370)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60	30	
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3		2	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8		1.4	0.7	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Posiada podstawową wiedzę z mechaniki płynów.
2. Potrafi rozwiązywać równania różniczkowe zwyczajne stanowiące modele matematyczne elementów i układów hydrostatycznych.
3. Posiada podstawową wiedzę z zakresu hydrostatycznych układów napędowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z funkcjami elementów hydraulicznych w układach hydrostatycznych.
C2. Zapoznanie studentów z hydraulicznymi układami napędowymi.
C3. Zapoznanie studentów z metodami sterowania i regulacji określonych parametrów napędów hydraulicznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma wiedzę pozwalającą opisać podstawowe układy hydrauliczne.

PEK_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma wiedzę pozwalającą objaśnić zasady projektowania hydraulicznych układów napędowych.

PEK_W03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student ma wiedzę pozwalającą scharakteryzować elementy układów hydraulicznych sterujące odpowiednimi parametrami, bądź regulujące określone parametry.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie zaprojektować układ hydrauliczny wraz z układem sterującym - wykonać odpowiednie obliczenia techniczne i na ich podstawie dobrać elementy układu hydraulicznego o odpowiednich wymiarach i właściwościach.

PEK_U02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie dokonać pomiarów dotyczących elementów i układów hydraulicznych, a następnie omówić uzyskane wyniki i wyciągnąć odpowiednie wnioski.

PEK_U03 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student umie zmontować, uruchomić dokonać nastaw i przeanalizować poprawność pracy hydraulicznych i elektrohydraulicznych układów napędowych.

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 oraz zaplanować wykonanie projektu.

PEK_K03 - Prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje problemy napotkane podczas montażu układów hydraulicznych i elektrohydraulicznych oraz wykonywania projektu. Wyciąga odpowiednie wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, omówienie treści kursu, formy zaliczenia i wymagań, podanie literatury przedmiotu. Właściwości układów hydraulicznych.	3
Wy2	Przekładnia hydrostatyczna – zasada działania, podstawowe parametry i zależności.	2
Wy3	Sposoby regulacji parametrów źródła energii hydraulicznej.	2
Wy4	Obliczanie układu ssącego pompy hydraulicznej.	2
Wy5	Układy wielopompowe oraz z awaryjnym źródłem energii hydraulicznej.	2
Wy6	Synchronizacja prędkości ruchu silników hydraulicznych.	2
Wy7	Bilans cieplny układów hydraulicznych.	2
Wy8	Hydrostatyczne układy napędowe układów jazdy.	2
Wy9	Hydrostatyczne układy napędowe układów roboczych maszyn.	2
Wy10	Hydrostatyczne układy hamulcowe, system ABS.	2
Wy11	Serwomechanizmy kierownicze.	2
Wy12	Zawieszenie hydropneumatyczne, tłumiki drgań.	2
Wy13	Sekwencyjne sterowanie silnikami hydraulicznymi.	2
Wy14	Przykłady projektowania napędu hydraulicznego.	3
		Suma: 30

Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie – przedstawienie treści laboratoriów, formy zaliczenia, wymagań. Regulamin laboratorium i instruktaż BHP.	2
Lab2	Charakterystyka zasilacza hydraulicznego.	2
Lab3	Metody sterowania prędkością odbiornika hydraulicznego w układach z pompą stałej wydajności - sterowanie dławieniowe.	2
Lab4	Metody ograniczenia strat mocy w układach hydraulicznych.	2
Lab5	Zastosowanie zaworu zwrotnego sterowanego w układach hydraulicznych maszyn roboczych.	2
Lab6	Układy hydrauliczne z regulatorem przepływu.	2
Lab7	Funkcje akumulatora hydraulicznego.	2
Lab8	Sterowanie układem hydraulicznym z proporcjonalnym zaworem przelewowym.	2
Lab9	Badanie układu hydraulicznego typu Load-Sensing.	2
Lab10	Sterowanie sekwencyjne silnikami hydraulicznymi.	2
Lab11	Badania porównawcze układów sterowania i regulacji prędkości odbiornika hydraulicznego.	2
Lab12	Sterowanie objętościowe konwencjonalne.	2
Lab13	Automat stałej mocy.	2
Lab14	Eksperymentalna analiza procesów dynamicznych w układach hydraulicznych.	2
Lab15	Zaliczenie.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do projektu. Przydzielenie tematów projektowych.	2
Proj2	Określenie zakładanych parametrów układu. Generowanie struktury układu hydraulicznego.	2
Proj3	Wykonanie podstawowych obliczeń.	2
Proj4	Dobór elementów katalogowych i pomocniczych.	2
Proj5	Określenie parametrów zaprojektowanego układu. Analiza porównawcza z założeniami wstępnymi.	3
Proj6	Wykonanie opisu działania układu oraz specyfikacja dobranych elementów.	2
Proj7	Zaliczenie projektu.	2
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

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_W02 PEK_W03	kolokwium
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_U02 PEK_U03	odpowiedź ustna zawierająca sprawdzian praktyczny z montażu układów
F2	PEK_U02	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	PEK_U03	ocena aktywności studenta na zajęciach
P = (2F1+F2+F3)/4		

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_K01-PEK_K03	obrona projektu
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2004
Szydelski Z.: Napęd i sterowanie hydrauliczne, WKŁ, Warszawa 1999.
Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny - Elementy i układy. WNT 1984.
Osiecki A.: Napęd hydrostatyczny maszyn, WNT, Warszawa 1996.
Garbacik A., Szewczyk K.: Napęd i sterowane hydrauliczne. Podstawy projektowania układów. Skrypt Politechniki Krakowskiej, Kraków 1998
Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.
Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Jędrzykiewicz Z.: Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodyczno-obliczeniowe. Skrypt 1313. AGH Kraków 1992.
Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 1987.

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Napęd hydrauliczny
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	K1MBM_KM_W03, K1MBM_W14, K1MBM_W20	C2 C3	Wy1 Wy4 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 Wy13	N1
PEK_W02	K1MBM_KM_W03, K1MBM_W08, K1MBM_W14, K1MBM_W20	C1 C2	Wy1 Wy2 Wy5 Wy14 Wy15	N1 N3
PEK_W03	K1MBM_W16, K1MBM_W20	C1 C2 C3	Wy1 Wy3 Wy6 Wy7 Wy9 Wy11 Wy13	N1
PEK_U01	K1MBM_KM_U03, K1MBM_U23, K1MBM_U25	C1 C2 C3	Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7 Lab13	N1 N3
PEK_U02	K1MBM_U12, K1MBM_U24	C1 C2 C3	Lab4 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab14	N2 N4
PEK_U03	K1MBM_U09, K1MBM_U23, K1MBM_U24	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab12 Lab13	N2 N4
PEK_K01	K1MBM_K04, K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14	N2 N4
PEK_K02	K1MBM_K04, K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14 Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7	N2 N3 N4
PEK_K03	K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14 Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7	N2 N3 N4

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Siwulski tel.: 71 320-28-92 email: tomasz.siwulski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Napęd hydrauliczny**

Name in English: **Hydraulic drive**

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM031113 (MMM031370)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60	30	
Form of crediting	Examination		Crediting with grade	Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	3		2	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			2	1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8		1.4	0.7	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. A student possesses the basic knowledge of fluid mechanics.
2. A student can solve differential equations of mathematical models of hydraulic components and systems.
3. A student possesses the basic knowledge of hydrostatic drive systems.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquaintance of students with the functions of hydraulic components in hydrostatic systems.
- C2. Acquaintance of students with hydraulic drive systems.
- C3. Acquaintance of students with the control and regulation methods of the selected parameters of hydraulic drive systems.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - As a result of the course a student has the knowledge to describe basic hydraulic systems.

PEK_W02 - As a result of the course a student has the knowledge to explain the principles of designing hydraulic drive systems.

PEK_W03 - As a result of the course a student has the knowledge to characterize the components of hydraulic systems controlling the relevant parameters, or regulating certain parameters.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - As the result of the course a student can design a hydraulic system together with the control system - perform the appropriate technical calculations and on their basis select the elements of the hydraulic system with appropriate dimensions and properties.

PEK_U02 - As the result of the course a student can make measurements on hydraulic components and systems, and then discuss the results and draw the appropriate conclusions.

PEK_U03 - As the result of the course a student knows how to assemble, run the settings and analyze the correctness of the operation of hydraulic and electrohydraulic drive systems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - A Student can cooperate in A group during assembly of hydraulic and electrohydraulic systems and creating a report on the exercise.

PEK_K02 - A student is able to properly plan measurements during a laboratory exercise and plan the implementation of the project.

PEK_K03 - A student correctly identifies and solves problems encountered during the assembly of hydraulic and electrohydraulic systems and the implementation of the project. He draws the appropriate conclusions from the exercise.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, presentation of the content of the course, forms of evaluation and requirements, providing literature on the subject. Features of hydraulic systems.	3
Lec2	Hydrostatic transmission - principle of operation, basic parameters and dependencies.	2
Lec3	Regulation methods of the parameters of the hydraulic energy source.	2
Lec4	Calculation of the suction system of the hydraulic pump.	2
Lec5	Multi-pump systems and emergency hydraulic energy source.	2
Lec6	Synchronization of motion speed of hydraulic motors.	2
Lec7	Thermal balance of hydraulic systems.	2
Lec8	Hydrostatic transmission in drive systems.	2
Lec9	Hydrostatic drive systems of machine work tool systems.	2
Lec10	Hydrostatic braking systems, ABS system.	2
Lec11	Steering servomechanisms.	2
Lec12	Hydropneumatic suspension, vibration dampers.	2
Lec13	Sequential control of hydraulic motors.	2

Lec14	Examples of hydraulic drive design.	3
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction - laboratory topics presentation, check form, requirements. Laboratory regulations and industry safety.	2
Lab2	Characteristics of the hydraulic power supply.	2
Lab3	Methods of controlling the speed of a hydraulic actuators in systems with a constant capacity pump - throttle control.	2
Lab4	Methods to reduce power losses in hydraulic systems.	2
Lab5	The use of piloted non-return valve in hydraulic systems of work machines.	2
Lab6	Hydraulic systems with flow regulator.	2
Lab7	Functions of hydraulic accumulator.	2
Lab8	Control of the hydraulic system with a proportional pressure relief valve.	2
Lab9	Testing of the Load-Sensing hydraulic system.	2
Lab10	Sequential control of hydraulic actuators.	2
Lab11	Comparative tests of control systems and speed regulation of a hydraulic actuator.	2
Lab12	Conventional volume control.	2
Lab13	Constant power hydraulic system.	2
Lab14	Experimental analysis of dynamic processes in hydraulic systems.	2
Lab15	Final assessment.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction to the project. Assigning design topics.	2
Proj2	Definition of the assumed system parameters. Generating the structure of the hydraulic system.	2
Proj3	Preparation of basic calculations.	2
Proj4	Selection of typical components.	2
Proj5	Determination of the parameters of the designed system. Comparative analysis with initial assumptions.	3
Proj6	Description of the system operation principles and specification of the selected components.	2
Proj7	Final assessment of the project.	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED

- N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides
- N2. laboratory experiment
- N3. self study - preparation for project classes
- N4. report preparation

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_W02 PEK_W03	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_U02 PEK_U03	oral response for practical verification of design and assembling of systems
F2	PEK_U02	report on laboratory exercises
F3	PEK_U03	student's activity grade
P = (2F1+F2+F3)/4		

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_K01-PEK_K03	project check
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Kollek W.: Basics of design of hydraulic drives and control (in polish). Oficyna Wydaw. Polit. Wrocławskiej, 2004 .
Szydelski Z.: Hydraulic drive and control (in polish), WKŁ, Warszawa 1999.
Stryczek S.: Hydrostatic drive (in polish). WNT, 1992.
Osiecki A.: Hydrostatic drive of machines (in polish). WNT, Warszawa 1996.
Garbacik A., Szewczyk K.: Hydraulic drive and control. Basics of systems designing (in polish). Skrypt Politechniki Krakowskiej, Kraków 1998.
Lambeck R.: Hydraulic pumps and motors. Marcel Dekker INC. New York 1983.
Pippenger J.: Hydraulic valves and control. Marcel Dekker INC. New York 1984

SECONDARY LITERATURE

Jędrzykiewicz Z.: Design of hydrostatic systems. Basics (in polish). Skrypt 1313. AGH Kraków 1992.
Pizoń A.: Hydraulic and electrohydraulic control and regulation system (in polish). WNT, 1987.

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
Hydraulic drive
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	K1MBM_KM_W03, K1MBM_W14, K1MBM_W20	C2 C3	Lec1 Lec4 Lec6 Lec7 Lec8 Lec9 Lec10 Lec11 Lec12 Lec13	N1
PEK_W02	K1MBM_KM_W03, K1MBM_W08, K1MBM_W14, K1MBM_W20	C1 C2	Lec1 Lec2 Lec5 Lec14 Lec15	N1 N3
PEK_W03	K1MBM_W16, K1MBM_W20	C1 C2 C3	Lec1 Lec3 Lec6 Lec7 Lec9 Lec11 Lec13	N1
PEK_U01	K1MBM_KM_U03, K1MBM_U23, K1MBM_U25	C1 C2 C3	Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7 Lab13	N1 N3
PEK_U02	K1MBM_U12, K1MBM_U24	C1 C2 C3	Lab4 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab14	N2 N4
PEK_U03	K1MBM_U09, K1MBM_U23, K1MBM_U24	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab12 Lab13	N2 N4
PEK_K01	K1MBM_K04, K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14	N2 N4
PEK_K02	K1MBM_K04, K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14 Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7	N2 N3 N4
PEK_K03	K1MBM_K09	C1 C2 C3	Lab2 Lab3 Lab4 Lab5 Lab6 Lab7 Lab8 Lab9 Lab10 Lab11 Lab12 Lab13 Lab14 Proj1 Proj2 Proj3 Proj4 Proj5 Proj6 Proj7	N2 N3 N4

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Siwulski tel.: 71 320-28-92 email: tomasz.siwulski@pwr.edu.pl