

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Analiza stanów ustalonych i nieustalonych układów hydraulicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Analysis stable and transient states of hydraulic systems**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM041124**

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	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. Znajomość podstaw mechaniki płynów. Znajomość podstaw budowy hydrostatycznych oraz pneumatycznych układów napędowych oraz znajomość zależności występujących w tego rodzaju napędach.
2. Znajomość sposobu działania, konstrukcji, podstawowych parametrów oraz roli jaką pełnią w hydrostatycznym lub pneumatycznym układzie napędowym poszczególne ich elementy składowe.
3. Umiejętności formułowania wniosków w oparciu o dokonane obserwacje oraz wyniki badań laboratoryjnych. Chęć poszerzania wiedzy o pełniejszy opis zjawisk występujących w układach hydraulicznych i pneumatycznych.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studentów z poszerzonym i pełniejszym opisem matematycznym układów uwzględniającym zjawiska dynamiczne występujące w hydraulicznych i pneumatycznych układach napędowych. Przedstawienie studentom opisu matematycznego oraz rzeczywistych przebiegów czasowych podstawowych parametrów układów, wykazanie zbieżności wyników uzyskiwanych przy pomocy przedstawianych modeli matematycznych z wynikami zarejestrowanymi w trakcie badań rzeczywistych układów.

C2. Zapoznanie studentów z poszerzonym opisem poszczególnych elementów układów hydraulicznych oraz pneumatycznych. Przedstawienie charakterystyk dynamicznych wybranych elementów układów. Wskazanie zależności oraz opisów oddziaływania wzajemnego elementów układu wraz ze wskazaniem charakterystycznych zależności dynamicznych tych powiązań. Wskazanie zagrożeń oraz korzyści wynikających z występowania zjawisk dynamicznych w układach hydrostatycznych oraz pneumatycznych oraz nabycie umiejętności przeciwdziałania występowaniu niekorzystnych zjawisk dynamicznych.

C3. Ćwiczenie umiejętności pracy zespołowej oraz formułowania pisemnych wniosków w oparciu o przeprowadzony eksperyment laboratoryjny. Identyfikacja występujących zjawisk na podstawie pomiarów wybranych wielkości charakterystycznych układów lub elementów hydraulicznych i pneumatycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student potrafi opisać oddziaływania dynamiczne w układach hydraulicznych i pneumatycznych.

Potrafi opisać wpływ zjawisk dynamicznych w tychże układach. Samodzielnie potrafi wymienić, wskazać przyczyny oraz źródła różnic w działaniu układów pracujących w stanie ustalonym i nieustalonym. Potrafi zdefiniować korzyści oraz zagrożenia wynikające z oddziaływań dynamicznych występujących w trakcie pracy w stanie nieustalonym.

PEK_W02 - Student zna charakterystyki dynamiczne wybranych elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych. Student potrafi wskazać wpływ parametrów wybranych elementów na charakter pracy całego układu oraz potrafi dokonać świadomych i korzystnych zmian poszczególnych elementów w celu zapobieżenia negatywnym skutkom oddziaływań dynamicznych lub w celu poprawy działania układu.

PEK_W03 - Student potrafi opisać za pomocą modeli matematycznych układy hydrauliczne i pneumatyczne pracujące zarówno w stanie ustalonym jak i nieustalonym. Student wykorzystuje wyżej wymienione modele matematyczne do identyfikacji zagrożeń wynikających z oddziaływań dynamicznych w układzie już na etapie projektowania.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student analizuje działanie, parametry oraz ich wpływ poszczególnych elementów układów hydraulicznych i pneumatycznych na charakter pracy całego układu. Student przeprowadza badania laboratoryjne poszczególnych elementów, którego wyniki opracowuje i zamieszcza w pisemnym sprawozdaniu.

PEK_U02 - Student analizuje pod kątem charakteru pracy przykładowe układy hydrauliczne i pneumatyczne. Student samodzielnie identyfikuje stan pracy układu oraz określa w jakim zakresie zmienności wybranego parametru układu stan ten się utrzymuje. Student w oparciu o wyniki eksperymentu samodzielnie formułuje wnioski.

PEK_U03 - Student analizuje, w oparciu o wiedzę teoretyczną zdobytą na wykładach, rodzaj oraz charakter zjawisk występujących w elementach oraz całych układach hydraulicznych i pneumatycznych poddanych badaniu laboratoryjnemu. W oparciu o wyniki eksperymentu weryfikuje wiedzę teoretyczną, formułując wnioski w pisemnym sprawozdaniu.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student bierze udział w pracy grupy studentów, której zadaniem jest zaplanowanie i prawidłowe wykonanie eksperymentu laboratoryjnego.

PEK_K02 - Student ćwiczy umiejętność przedstawiania wyników swojej pracy w formie pisemnej oraz ustnej.

PEK_K03 - Student samodzielnie dokonuje selekcji posiadanych informacji i zestawia nabyte wiadomości teoretyczne z wynikami eksperymentu laboratoryjnego.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, przedstawienie treści wykładu, wymagań i formy zaliczenia. Pulsacja natężenia przepływu i ciśnienia – źródła pochodzenia redukcja amplitud pulsacji ciśnienia.	2
Wy2	Metody obliczeń i modelowania nieustalonego przepływu w przewodach hydraulicznych.	4
Wy3	Podstawowe pojęcia opisujące stan elementu i układu hydraulicznego. Zasada budowy modeli o parametrach skupionych i rozłożonych.	2
Wy4	Stan pracy ustalonej elementów hydraulicznych (pomp, silników, zaworów) – charakterystyki idealne i rzeczywiste.	2
Wy5	Wskaźniki opisujące jakość dynamiczną elementu i układu hydraulicznego.	2
Wy6	Stan pracy ustalonej przekładni hydrostatycznej – charakterystyki idealne i rzeczywiste.	2
Wy7	Modele dynamiczne zaworów hydraulicznych.	2
Wy8	Analiza wpływu przyjęcia założeń upraszczających na dokładność odwzorowania obiektu rzeczywistego przez model.	2
Wy9	Porównanie charakterystyk rozruchu hydrostatycznego układu napędowego bez i z udziałem zaworu maksymalnego.	2
Wy10	Analiza procesu rozruchu układu z akumulatorem hydropneumatycznym.	2
Wy11	Hamowanie hydrostatycznego układu napędowego.	2
Wy12	Hydrauliczna linia długa - zjawiska rezonansowe.	2
Wy13	Metody kształtowania procesów przejściowych układów hydraulicznych. Metody zapobiegania szkodliwemu oddziaływaniu stanów przejściowych na maszynę z napędem hydrostatycznym.	2
Wy14	Zaliczenie kursu.	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	Wyznaczenie charakterystyki statycznej i dynamicznej zaworu przelewowego.	2
Lab3	Eksperymentalna identyfikacji składowych pulsacji ciśnienia w układzie hydraulicznym.	2
Lab4	Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej rozdzielacza proporcjonalnego.	2
Lab5	Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza elektrohydraulicznego.	2
Lab6	Łagodzenie rozruchu przekładni hydrostatycznej z zastosowaniem rozdzielacza proporcjonalnego.	2

Lab7	Udział akumulatora hydropneumatycznego w procesie rozruchu przekładni hydrostatycznej.	2
Lab8	Zaliczenie kursu.	1
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

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	odpowiedź ustna, udział w dyskusjach problemowych
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, udział w dyskusjach problemowych
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Tomasiak E., Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne, Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice 2001,
2. Tomczyk J., Modele dynamiczne elementów i układów napędów hydrostatycznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999,
3. Palczak E., Dynamika elementów i układów hydraulicznych, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1999,
4. Stryczek S., Napęd hydrostatyczny, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992,

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Pizon A., Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1987,
2. Kollek W., Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych, Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2004,
3. Osiecki A., Napęd hydrostatyczny maszyn, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004,

OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Analiza stanów ustalonych i nieustalonych układów hydraulicznych**

Name in English: **Analysis stable and transient states of hydraulic systems**

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, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM041124**

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	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. Basic knowledge of fluid mechanics. Basic knowledge of the construction of hydrostatic and pneumatic power systems, knowledge about relations present in this type of power systems.
2. Knowledge of the principle of operation, construction, basic parameters and the role the individual components in hydrostatic or pneumatic power system.
3. Ability to formulate conclusions based on its observations and laboratory tests. Willingness extend knowledge of a more complete description of the phenomena occurring in hydraulic and pneumatic systems.

SUBJECT OBJECTIVES

C1. To acquaint students with extended and more complete mathematical description of systems taking into account the dynamic phenomena occurring in the hydraulic and pneumatic power systems. Provide students with the mathematical description and the real waveforms of the basic parameters of power systems, demonstrate the convergence of the results obtained from the presented mathematical models with the results recorded during the test of real systems.

C2. To acquaint students with extended descriptions of individual components of hydraulic and pneumatic systems. Presentation of the dynamic characteristics of selected system components. Pointed the correlation and description of the interaction between system components together with an indication characteristic dynamic correlations of those connections. Indication of the risks and benefits of presence of the dynamic phenomena in the hydrostatic and pneumatic power systems as well as the acquisition of skills of preventing the occurrence of adverse dynamic effects.

C3. Exercise team working skills and to formulate written conclusions based on laboratory experiment. Identify the phenomena based on selected and measured characteristic values of hydraulic and pneumatic systems or components.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student can describe the dynamic interactions in hydraulic and pneumatic systems. Can describe the impact of dynamic phenomena in these systems. Student be able to list, identify the cause and source of the differences in the operation of systems working in steady and unsteady conditions. Student be able to define the benefits and risks of dynamic interactions occurring during work in the unsteady conditions.

PEK_W02 - The student knows the dynamic characteristics of selected elements of hydraulic and pneumatic systems. Students can indicate the influence of parameters of selected elements on the operating characteristic of the entire system and is able to make informed and positive changes the individual components for prevent the negative effects of dynamic interactions or to improve the functioning of the system.

PEK_W03 - The student can described by mathematical models of the hydraulic and pneumatic systems working in steady and unsteady state. The student on the design stage uses mathematical models mentioned above to identify the risks resulting from dynamic interactions in the system.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student analyzes the performance, characteristics, and the impact of the different components of hydraulic and pneumatic systems on the character of the work of the whole system. The student performs laboratory testing of individual components, which results are the part of the written reports.

PEK_U02 - The student analyzes the character of the work of the example hydraulic and pneumatic systems. The student independently identifies the state of the system and determines the extent to which the volatility of the selected parameter this state persists. Student, based on the results of the experiment, independently draws conclusions.

PEK_U03 - Student analizuje, na podstawie teoretycznej wiedzy zdobytej na wykładach, rodzaju i charakteru zjawisk zachodzących w elementach i całych systemów hydraulicznych i pneumatycznych, które są badane w laboratorium. Na podstawie wyników doświadczalnych sprawdzenia wiedzy teoretycznej, formułując wnioski w pisemnym sprawozdaniu.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - A student takes part in the work of the group of students, the goal of which is the joint planning and proper perform of a laboratory experiment.

PEK_K02 - Students practice skills to present the results of their work in writing and orally.

PEK_K03 - The student independently makes the selection and compiled the acquired theoretical knowledge with the results of a laboratory experiment.

PROGRAM CONTENT		
Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction, presentation of the lecture content, requirements and forms of the completion. Pulsation flow and pressure - the sources , the reduction of the pressure pulsation amplitudes.	2
Lec2	The methods of calculation and modeling of unsteady flow in the hydraulic lines.	4
Lec3	Basic concepts describing the condition of the elements and the whole hydraulic system. The principle of models construction for lumped and distributed parameters.	2
Lec4	The steady operating status of hydraulic components (pumps, motors, valves) - ideal and real characteristics.	2
Lec5	Indicators describing the dynamic quality of the component of the hydraulic system.	2
Lec6	The steady operating status of the hydrostatic transmission - the ideal and the real characteristics.	2
Lec7	The dynamic models of the hydraulic valves.	2
Lec8	Analysis of the simplifying assumptions impact on the accuracy of the representation actual object by the model.	2
Lec9	Comparison of the characteristics of the hydrostatic power system during the starting phase with and without the participation of the maximum valve.	2
Lec10	Analysis of the system startup process with the hydro-pneumatic accumulator.	2
Lec11	The inhibition of the hydrostatic power system.	2
Lec12	The hydraulic long line - the resonance phenomenon.	2
Lec13	Methods of shaping hydraulic transient processes. Methods to prevent the adverse effects caused by transition phases in the machine with hydrostatic power system.	2
Lec14	Completion of the course.	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 crediting.	2
Lab2	Determination of static and dynamic characteristics of the relief valve.	2
Lab3	Experimental identification of the pressure pulsation components in the hydraulic system.	2
Lab4	The experimental determination of the frequency characteristic of the proportional valve.	2
Lab5	The experimental determination of the frequency characteristic of the electrohydraulic amplifier.	2

Lab6	Mitigation method of the start phase of the hydrostatic system using the proportional valve.	2
Lab7	The impact of the hydro-pneumatic accumulator on the start phase of the hydrostatic system.	2
Lab8	Completion of the course.	1
		Total hours: 15

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

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	oral response, participation in problems discussions
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, participation in problems discussions
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Tomasiak E., The drives and controls systems of the hydraulic and pneumatic, Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice 2001, (in Polish)
2. Tomczyk J., The dynamic models of components and systems of the hydrostatic drives, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999, (in Polish)
3. Palczak E., The dynamic of the hydraulic components and systems, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1999, (in Polish)
4. Strzyżek S., Hydrostatic drive, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992, (in Polish)

SECONDARY LITERATURE

1. Pizon A., Hydraulic and electro-hydraulic control and regulation systems, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1987, (in Polish)
2. Kollek W., Basics of the designing hydraulic drives and controls, Oficyna Wydawnicza Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2004, (in Polish)
3. Osiecki A., The hydrostatic drive of machines, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2004, (in Polish)

SUBJECT SUPERVISOR

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