

I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **TEORIA STEROWANIA**
2. Kod przedmiotu: **Ts**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Automatyka i Robotyka**
5. Specjalność: **Komputerowe wspomaganie automatyki i robotyki**
6. Moduł: **Moduł kierunkowy**
7. Poziom studiów: **II stopnia**
8. Forma studiów: **niestacjonarne**
9. Semestr studiów: **I, II**
10. Profil: **ogólnoakademicki**
11. Prowadzący: **prof. dr hab. inż. Zygmunt Kitowski**

CEL PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z analizą układów nieliniowych.
C2	Zapoznanie studentów z teorią układów wielowymiarowych.
C3	Zapoznanie studentów z układami impulsowymi.
C4	Zapoznanie studentów z analizą układów w przestrzeni stanów.
C5	Zapoznanie studentów z projektowaniem układów metodą tranzycji stanów.
C6	Zapoznanie studentów z teorią układów optymalnych.
C7	Zapoznanie studentów z układami adaptacyjnymi.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1	1. Znajomość matematyki wyższej w zakresie rachunku macierzowego, teorii zwyczajnych równań różniczkowych i różnicowych oraz przekształceń Laplace'a i Laurenta (typu Z)
----------	--

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1	Student zna opis matematyczny układów nieliniowych. Zna metody analizy układów nieliniowych: metoda płaszczyzny fazowej, metoda funkcji opisującej.
EK2	Student zna opis właściwości dynamicznych układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.
EK3	Student zna podstawowe pojęcia układów impulsowych, metodę operatorową przekształcenia z rozwiązywania liniowych równań różnicowych o stałych współczynnikach oraz opis dynamiki liniowych układów impulsowych. Ma wiedzę pozwalającą na wykorzystanie w praktyce kryteriów stabilności układów impulsowych, oceniać jakość ich procesów przejściowych oraz dokonywać korekcji.
EK4	Student zna pojęcie przestrzeni stanów, opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Posiada wiedzę pozwalającą na opis układu za pomocą schematu zmiennych stanu, wyznaczenie macierzy tranzycyjnej oraz dokonanie analizy układów impulsowych metodą tranzycji stanów.
EK5	Student zna podstawy projektowania układów metodą tranzycji stanów. Zna metody optymalizacji liniowych i nieliniowych układów impulsowych.
EK6	Student zna podstawowe pojęcia sterowania optymalnego i czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.
EK7	Student zna podstawowe pojęcia, klasyfikację i człony układów adaptacyjnych. Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Zna zasadę działania układów otwartych i zamkniętych bez szukania oraz układów adaptacyjnych z szukaniem.
EK8	Umie zbadać stabilność układów nieliniowych za pomocą pierwszej i drugiej metody Lapunowa oraz metody W.M. Popowa.
EK9	Umie stosować kryteria sterowalności i obserwowalności.
EK10	Umie wykorzystać w praktyce kryteria stabilności układów impulsowych, oceniać jakość ich procesów przejściowych oraz dokonywać korekcji.

EK11	Umie opisać układ za pomocą schematu zmiennych stanu, wyznaczyć macierz tranzycyjną oraz dokonać analizy układów impulsowych metodą tranzycji stanów.
EK12	Umie optymalizować liniowe i nieliniowe układy impulsowe.
EK13	Umie praktycznie stosować zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.
EK14	Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Potrafi omówić układy otwarte i zamknięte bez szukania oraz układy adaptacyjne z szukaniem
EK15	Potrafi współdziałać i pracować w grupie oraz określać priorytety służące określonego zadania.
EK16	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny

TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
W1	Układy nieliniowe	2
W2	Układy wielowymiarowe	2
W3	Układy impulsowe	2
W4	Analiza układów w przestrzeni stanu	2
W5	Projektowanie układów metodą tranzycji stanu	2
W6	Układy optymalne	2
W7	Układy adaptacyjne	2
Razem		14
ĆWICZENIA		
Ć1	Zaliczenie przedmiotu	2
Ć2	zaliczenie przedmiotu	2
Razem		4
ZAJĘCIA LABORATORYJNE		
L1	Projektowanie regulatora impulsowego metodą zmiennego współczynnika wzmocnienia	2
L2	Projektowanie regulatora impulsowego układu z procesem inercyjnym	3
L3	Projektowanie regulatora impulsowego układu z nieliniowością typu nasycenie	3
L4	Projektowanie regulatora impulsowego układu z niesymetryczną nieliniowością typu strefa nieczułości	1
L5	Projektowanie poprzez przekształcenie współrzędnych	1
L6	Projektowanie procesu sterowania o wielu wejściach i wyjściach	2
L7	Projektowanie układu impulsowego z nasyceniem	2
L8	Projektowanie sterowania czasowo-optymalnego	2
L9	Sterowanie minimalno-czasowe procesu drugiego rzędu	2
Razem		18

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Tablica i kolorowe pisaki
3	Stanowiska komputerowe z oprogramowaniem dydaktycznym

SPOSOBY OCENY

FORMUJĄCA

F1	Odpowiedz ustna	EK1-EK7
-----------	-----------------	---------

PODSUMOWUJĄCA

P1	Kolokwium nr 1	EK1-EK4
P2	Kolokwium nr 2	EK5-EK7
P3	Egzamin pisemny	EK5-EK7

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności			
	semestr	I	II	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem		18	18	36
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń		24	20	44
Konsultacje		0	0	0
Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych		18	22	40
SUMA GODZIN W SEMESTRZE		60	60	120
PUNKTY ECTS W SEMESTRZE		2	2	4

LITERATURA

PODSTAWOWA

1	Kaczorek T. [i in.]: Podstawy teorii sterowania. WNT, Warszawa 2005
2	Kitowski Z.: Podstawy automatyki. Część II. Układy nieliniowe, impulsowe, optymalne i Adaptacyjne. AMW, Gdynia 1981,
3	Kitowski Z.: Automatyka. Część III. Synteza liniowych układów sterowania automatycznego. AMW, Gdynia 1991,
4	Tou J. T.: Nowoczesna teoria sterowania. WNT Warszawa 1967,

UZUPEŁNIAJĄCA

5	Dębowski A.: Automatyka. Podstawy teorii. WNT, Warszawa 2008,
6	Kitowski Z.: Automatyka. Ćwiczenia rachunkowe. AMW, Gdynia 1989
7	Kwiatkowski W.: Podstawy teorii sterowania. BEL Studio Sp.z.o.o., Warszawa 2002,
8	Rumatowski K, Królikowski A, Kasiński A.: Optymalizacja układów sterowania. Zadania. WNT, Warszawa, 1984

PROWADZĄCY PRZEDMIOT

1	prof. dr hab. inż. Zygmunt Kitowski, z.kitowski@amw.gdynia.pl
----------	---

Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student zna opis matematyczny układów nieliniowych. Zna metody analizy układów nieliniowych: metoda płaszczyzny fazowej, metoda funkcji opisującej.</i>			
	Student nie zna opisu matematycznego oraz metod analizy i badania stabilności układów nieliniowych.	Student zna opis matematyczny układów nieliniowych.	Student zna opis matematyczny układów nieliniowych oraz zasady analizy układu metodą płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej.	Student zna opis matematyczny układów nieliniowych. Zna zasady analizy układu metodą płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej. Ma podstawy teoretyczne pozwalające na badanie stabilności układu za pomocą I i II metody Lapunowa oraz metodą W.M. Popowa.
EK2	<i>Student zna opis właściwości dynamicznych układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.</i>			
	Student nie zna opisu właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.	Student zna opis właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.	Student zna opis właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych. Ma wiadomości pozwalające na stosowanie kryteriów sterowalności i obserwowalności.	Student zna opis właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych. Zna kryteria sterowalności i obserwowalności oraz metodykę analizy układów wielowymiarowych.
EK3	<i>Student zna podstawowe pojęcia układów impulsowych, metodę operatorową przekształcenia z rozwiązywania liniowych równań różnicowych o stałych współczynnikach oraz opis dynamiki liniowych układów impulsowych. Ma wiedzę pozwalającą na wykorzystanie w praktyce kryteriów stabilności układów impulsowych, oceniać jakość ich procesów przejściowych oraz dokonywać korekcji.</i>			
	Student nie zna podstawowych pojęć związanych z układami impulsowymi. Nie zna opisu matematycznego funkcji dyskretnych oraz metody operatorowej przekształcenia z.	Student zna podstawowe pojęcia związane z układami impulsowymi. Zna opis matematyczny funkcji dyskretnych oraz metodę operatorową przekształcenia z. Posiada wiedzę pozwalającą na wyznaczenie transmitancji impulsowej układu oraz jego własności dynamicznych.	Student zna podstawowe pojęcia związane z układami impulsowymi. Zna opis matematyczny funkcji dyskretnych oraz metodę operatorową przekształcenia z. Posiada wiedzę pozwalającą na wyznaczenie transmitancji impulsowej układu oraz jego własności dynamicznych i stabilności.	Student zna podstawowe pojęcia związane z układami impulsowymi. Zna opis matematyczny funkcji dyskretnych oraz metodę operatorową przekształcenia z. Posiada wiedzę pozwalającą na wyznaczenie transmitancji impulsowej układu oraz jego własności dynamicznych i stabilności. Potrafi ocenić jakość przebiegających w układzie procesów i dokonywać jego korekcji.

<i>Student zna pojęcie przestrzeni stanów, opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Posiada wiedzę pozwalającą na opis układu za pomocą schematu zmiennych stanu, wyznaczenie macierzy tranzycyjnej oraz dokonanie analizy układów impulsowych metodą tranzycji stanów.</i>				
EK4	Student nie zna pojęcie przestrzeni stanów oraz opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych.	Student zna pojęcie przestrzeni stanów oraz opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Ma wiedzę pozwalającą na opis układu za pomocą zmiennych stanu oraz wyznaczenie macierzy tranzycyjnej układu.	Student zna pojęcie przestrzeni stanów oraz opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Ma wiedzę pozwalającą na opis układu za pomocą zmiennych stanu oraz wyznaczenie macierzy tranzycyjnej układu. Zna analizę układu impulsowego metodą tranzycji stanu.	Student zna pojęcie przestrzeni stanów oraz opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Ma wiedzę pozwalającą na opis układu za pomocą zmiennych stanu oraz wyznaczenie macierzy tranzycyjnej układu. Zna analizę układu impulsowego (w tym układu nietypowego) metodą tranzycji stanu.
<i>Student zna podstawy projektowania układów metodą tranzycji stanów. Zna metody optymalizacji liniowych i nieliniowych układów impulsowych.</i>				
EK5	Student nie zna metody przestrzeni stanów i jej wykorzystania do projektowania układów	Student zna metodę tranzycji stanu i jej wykorzystanie w projektowaniu aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej.	Student zna metodę tranzycji stanu i jej wykorzystanie w projektowaniu aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej. Zna pojęcia sterowalności i obserwowalności.	Student zna metodę tranzycji stanu i jej wykorzystanie w projektowaniu aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej. Zna pojęcia sterowalności i obserwowalności. Zna zasady projektowania sterowania czasowo-optymalnego w liniowych układach impulsowych oraz układach nieliniowych z nasyceniem.
<i>Student zna podstawowe pojęcia sterowania optymalnego i czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.</i>				
EK6	Student nie zna podstawowych pojęć i zadań sterowania optymalnego.	Student zna podstawowe pojęcia i zadania sterowania optymalnego. Ma wiedzę pozwalającą na rozwiązywanie problemów sterowania czasowo-optymalnego.	Student zna podstawowe pojęcia i zadania sterowania optymalnego. Umie rozwiązywać problemy sterowania czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina lub metodę programowania dynamicznego..	Student zna podstawowe pojęcia i zadania sterowania optymalnego. Umie rozwiązywać problemy sterowania czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.
<i>Student zna podstawowe pojęcia, klasyfikację i człony układów adaptacyjnych. Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Zna zasadę działania układów otwartych i zamkniętych bez szukania oraz układów adaptacyjnych z szukaniem.</i>				
EK7	Student nie zna podstawowych pojęć, klasyfikacji oraz członów układów adaptacyjnych. Nie zna zasad działania układów regulacji ekstremalnej oraz kryteriów i metod ich analizy.	Student zna podstawowe pojęcia i klasyfikację układów adaptacyjnych. Zna zasady działania układów regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Zna sposoby szukania automatycznego.	Student zna podstawowe pojęcia i klasyfikację układów adaptacyjnych. Zna zasady działania układów regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Zna sposoby szukania automatycznego. Zna zasadę działania układów otwartych i zamkniętych bez szukania.	Student zna podstawowe pojęcia i klasyfikację układów adaptacyjnych. Zna zasady działania układów regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Zna sposoby szukania automatycznego. Zna zasadę działania układów otwartych i zamkniętych bez szukania. Zna zasady budowy układów adaptacyjnych z szukaniem.

EK8	<i>Umie zbadać stabilność układów nieliniowych za pomocą pierwszej i drugiej metody Lapunowa oraz metody W.M. Popowa.</i>			
	Nie potrafi przeprowadzić analizy układu metodą płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej.	Potrafi przeprowadzić analizę układu metodą płaszczyzny fazowej lub funkcji opisującej	Potrafi przeprowadzić analizę układu metodą płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej.	Potrafi przeprowadzić analizę układu metodą płaszczyzny fazowej i funkcji opisującej. Umie zbadać stabilność układu za pomocą I i II metody Lapunowa oraz metodą W.M. Popowa.
EK9	<i>Umie stosować kryteria sterowalności i obserwowalności.</i>			
	Nie potrafi opisać właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.	Potrafi opisać właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych.	Potrafi opisać właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych. Umie stosować kryteria sterowalności i obserwowalności.	Potrafi opisać właściwości układów za pomocą macierzy transmitancji operatorowych, równań stanu, operatorów różniczkowych i różnicowych. Umie stosować kryteria sterowalności i obserwowalności. Potrafi praktycznie przeprowadzić analizę układu wielowymiarowego
EK10	<i>Umie wykorzystać w praktyce kryteria stabilności układów impulsowych, oceniać jakość ich procesów przejściowych oraz dokonywać korekcyi.</i>			
	Student nie potrafi zdefiniować podstawowych pojęć związanych z układami impulsowymi. Nie umie korzystać z opisu matematycznego funkcji dyskretnych oraz metody operatorowej przekształcenia z.	Student potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia związane z układami impulsowymi. Zna opis matematyczny funkcji dyskretnych oraz metodę operatorową przekształcenia z. Umie wyznaczyć transmitancję impulsową układu oraz jego własności dynamiczne.	Student potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia związane z układami impulsowymi. Zna opis matematyczny funkcji dyskretnych oraz metodę operatorową przekształcenia z. Umie wyznaczyć transmitancję impulsową układu oraz jego własności dynamiczne i stabilność.	Umie wyznaczyć transmitancję impulsową układu oraz jego własności dynamiczne i stabilność. Potrafi ocenić jakość przebiegających w układzie procesów i dokonywać jego korekcyi.
EK11	<i>Umie opisać układ za pomocą schematu zmiennych stanu, wyznaczyć macierz tranzycyjną oraz dokonać analizy układów impulsowych metodą tranzycji stanów.</i>			
	Student nie potrafi zdefiniować pojęcia przestrzeni stanów oraz dokonać opisu układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych.	Student umie zdefiniować pojęcie przestrzeni stanów oraz przedstawić opis układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Umie wyznaczyć macierz tranzycyjną układu.	Student umie zdefiniować pojęcie przestrzeni stanów oraz przedstawić opis układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Umie wyznaczyć macierz tranzycyjną układu. Umie przeprowadzić analizę układu impulsowego metodą tranzycji stanu.	Student umie zdefiniować pojęcie przestrzeni stanów oraz przedstawić opis układu za pomocą zmiennych stanu dla układów ciągłych i impulsowych. Umie wyznaczyć macierz tranzycyjną układu. Umie przeprowadzić analizę układu impulsowego (w tym układu nietypowego) metodą tranzycji stanu. .

	<i>Umie optymalizować liniowe i nieliniowe układy impulsowe.</i>			
EK12	Student nie potrafi zdefiniować metod przestrzeni stanów i ich wykorzystania do projektowania układów	Student potrafi wykorzystać metodę tranzycji stanu do projektowania aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej.	Student potrafi wykorzystać metodę tranzycji stanu do projektowania aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej. Zna pojęcia sterowalności i obserwowalności.	Student potrafi wykorzystać metodę tranzycji stanu do projektowania aperiodyczno-optymalnych liniowych i nieliniowych układów regulacji impulsowej. Zna pojęcia sterowalności i obserwowalności. Umie projektować układy sterowania czasowo-optymalnego w liniowych układach impulsowych oraz układach nieliniowych z nasyceniem.
	<i>Umie praktycznie stosować zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.</i>			
EK13	Student nie potrafi zdefiniować podstawowych pojęć i zadań sterowania optymalnego.	Student umie rozwiązywać problemy sterowania czasowo-optymalnego.	Student umie rozwiązywać problemy sterowania czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina lub metodę programowania dynamicznego.	Student umie rozwiązywać problemy sterowania czasowo-optymalnego. Zna zasadę maksimum Pontriagina i metodę programowania dynamicznego.
	<i>Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Potrafi omówić układy otwarte i zamknięte bez szukania oraz układy adaptacyjne z szukaniem</i>			
EK14	Student nie potrafi zdefiniować układów regulacji ekstremalnej oraz kryteriów i metod ich analizy.	Student potrafi zdefiniować układy regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum.	Student potrafi zdefiniować układy regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Umie przeprowadzić analizę układów otwartych i zamkniętych bez szukania.	Student potrafi zdefiniować układy regulacji ekstremalnej oraz kryteria i metody ich analizy. Umie zdefiniować szukanie automatyczne sposobami określenia gradientu metodą detekcji synchronicznej, obliczania pochodnej względem czasu i zapamiętywania ekstremum. Umie przeprowadzić analizę układów otwartych i zamkniętych bez szukania oraz układy adaptacyjne z szukaniem.
	<i>Potrafi współdziałać i pracować w grupie oraz określać priorytety służące określonego zadania.</i>			
EK15	Nie potrafi współpracować w grupie.	Potrafi określić priorytety służące realizacji realizowanego przez grupę zadania.	Potrafi określić priorytety służące realizacji realizowanego przez grupę zadania. Nie potrafi zdefiniować swojego miejsca w grupie i w pełni akceptować podejmowanych w grupie decyzji.	Potrafi współdziałać i pracować w grupie. Potrafi określić priorytety w realizacji realizowanego przez grupę zadania. Potrafi znaleźć dające mu satysfakcję miejsce w grupie w zależności od realizowanego przez grupę zadania.
	<i>Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny</i>			
EK16	Nie potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	Potrafi myśleć kreatywnie w czasie realizacji zadania. Nie przejawia przedsiębiorczości w czasie jego realizacji.	Potrafi w czasie realizacji zadania wykazać się inicjatywą. Posiada zdolności organizacyjne.	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.