

Sylabus modułu kształcenia/przedmiotu

Nr pola	Nazwa pola	Opis
1	Jednostka	Instytut Politechniczny
2	Kierunek studiów	Elektrotechnika (studia stacjonarne)
3	Nazwa modułu kształcenia/przedmiotu	Analiza i projektowanie dynamicznych systemów pomiarowych
4	Kod modułu kształcenia/przedmiotu	
5	Kod Erasmusa	
6	Punkty ECTS	4
7	Rodzaj modułu	Obowiązkowy
8	Rok studiów	4
9	Semestr	7
10	Typ zajęć	Stacjonarne
11	Liczba godzin	315W, 30LO, 15P
12	Koordinator	Wacław Gawędzki
13	Prowadzący	
14	Język wykładowy	Polski
15	Zakres nauk podstawowych	Nie
16	Zajęcia ogólnouczelniane/na innym kierunku	Nie
17	Wymagania wstępne	Podstawowe wiadomości w zakresie matematyki, fizyki, metrologii, elektroniki i elektrotechniki.
18	Efekty kształcenia	<ul style="list-style-type: none"> Charakteryzuje zasady pomiarów wielkości zmiennych w czasie, określa właściwości, parametrów i charakterystyk dynamicznych torów pomiarowych i ich elementów, oraz tworzenia modeli matematycznych opisujących właściwości dynamiczne przetworników pomiarowych. Określa zasady i metody przetwarzania sygnałów dynamicznych przez układy pomiarowe, określania błędów dynamicznych torów pomiarowych. Analizuje podstawowe metody i techniki przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich związanych z realizacją pomiarów dynamicznych. Stosuje poznane metody przetwarzania sygnałów pomiarowych zmiennych w czasie do planowania i przeprowadzania eksperymentów pomiarowych. Wykorzystuje metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne do analizy i oceny działania torów pomiarowych w stanach dynamicznych. Porównuje warianty realizacji układów pomiarowych oraz konstrukcje czujników pomiarowych do pomiarów dynamicznych ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne (dokładność, szybkość działania, odporność na zakłócenia, koszt, niezawodność itp.) Organizuje pracę w zespole oraz jest świadomy odpowiedzialności za pracę własną i działalność wspólną podczas przygotowywania i realizacji eksperymentów pomiarowych.
19	Stosowane metody dydaktyczne	Wykład w formie tradycyjnej (tablica, kreda). Podręcznik do wykładów, laboratorium pomiarowe – synchronicznie z wykładem, jako ilustracja do materiału podawanego na wykładzie. Materiały do przedmiotu (program przedmiotu, instrukcje do ćwiczeń) dostępne dla studentów w formie elektronicznej na stronie internetowej. Zajęcia projektowe służą do praktycznej weryfikacji wiedzy zdobytej na wykładzie i laboratorium w zakresie umiejętności planowania i przeprowadzania pomiarów dynamicznych.

20	Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów kształcenia	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, i projektu, Pytania kontrolne w lab. Pomiarowym, Kolokwium pisemne, Aktywność podczas ćwiczeń laboratoryjnych
21	Forma i warunki zaliczenia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Warunkiem otrzymania pozytywnej oceny końcowej z przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z kolokwium z laboratorium oraz zaliczenie projektu na ocenę. 2. Ocena końcowa jest wyznaczana na podstawie średniej arytmetycznej ŚR ocen uzyskanych z laboratorium i projektu według następującego algorytmu: $\text{ŚR} \geq 4,75$ ocena 5,0 $4,75 > \text{ŚR} \geq 4,25$ ocena 4,5 $4,25 > \text{ŚR} \geq 3,75$ ocena 4,0 $3,75 > \text{ŚR} \geq 3,25$ ocena 3,5 $3,25 > \text{ŚR} \geq 3,00$ ocena 3,0
22	Treści kształcenia (skrócony opis)	Program przedmiotu obejmuje zagadnienia związane z: opisem matematycznym i analizą właściwości dynamicznych aparatury pomiarowej, określaniem błędów dynamicznych występujących w torze pomiarowym, optymalizacją parametrów i korekcją właściwości dynamicznych aparatury, oraz z opisem dynamiki przetworników pomiarowych wielkości fizycznych za pomocą modeli. W ramach wykładu przekazywana jest również wiedza z zakresu metod doboru przetworników i aparatury pomiarowej przeznaczonej do pomiaru wielkości zmiennych w czasie.
23	Treści kształcenia (pełny opis)	<p>W ramach modułu zajęcia są prowadzone w formie wykładu (15 godzin), zajęć laboratoryjnych w laboratorium komputerowym (30 godzin) oraz projektu (15 godzin).</p> <p>WYKŁADY (15 godz.):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Właściwości dynamiczne toru pomiarowego (1 godz.). Podstawowe problemy pomiarów dynamicznych, pomiary dynamiczne a statyczne, aparat matematyczny do analizy sygnałów dynamicznych. 2. Parametry i charakterystyki dynamiczne aparatury pomiarowej (2 godz.). Określanie parametrów charakteryzujących w dziedzinie czasu, charakterystyki częstotliwościowe, metody ich pomiarowego wyznaczania. 3. Właściwości sygnałów zdeterminowanych. Sygnały wolno- i szybkozmiennie. (2 godz.). Pojęcie oraz metody matematycznego opisu przetwarzania sygnałów wolno- i szybkozmiennych. 4. Błędy dynamiczne. (2 godz.). Matematyczne modele wzorców właściwości dynamicznych, wzorce transformacji nieznieszkodzających, wzorce transformacji zadanej funkcji celu, miary błędów dynamicznych, metody i przykłady obliczeń. 5. Optymalizacja parametrów dynamicznych aparatury pomiarowej. (2 godz.). Zasady optymalizacji parametrów dynamicznych aparatury, przykłady optymalizacji parametrów dynamicznych. 6. Korekcja właściwości dynamicznych aparatury pomiarowej. (2 godz.). Korekcja szeregową, równoległą, ze sprzężeniem zwrotnym, przykłady obliczeń parametrów korektorów, korekcja analogowa i numeryczna. 7. Matematyczny opis dynamiki przetworników pomiarowych wielkości fizycznych za pomocą modeli (2 godz.). Przetworniki liniowe oraz zawierające nieliniowości. Reprezentacja właściwości dynamicznych przetworników za pomocą analogów elektrycznych zjawisk nieelektrycznych. Metody pomiarowego wyznaczania parametrów modeli matematycznych opisujących dynamikę przetworników. 9. Błędy dynamiczne torów pomiarowych z przetwarzaniem analogowo-cyfrowym (2 godz.). Określenie parametrów charakteryzujących, metody badania przetworników A/C – test częstotliwości dudnień, test obwiedni,

test histogramu, test dopasowanej sinusoidy, test analizy widmowej.
Zasady i metody doboru przetworników i aparatury pomiarowej dla pomiarów wielkości dynamicznych.

LABORATORIUM (30 godz.):

1. **Wprowadzenie do laboratorium**, omówienie merytoryczne ćwiczeń, przepisy BHP, warunki zaliczenia (2 godz.).
2. **Podstawowe procedury oprogramowania Matlab. (2 godz.)**
Funkcje oprogramowania stosowane w analizie sygnałów dynamicznych, metody całkowania numerycznego.
3. **Rozwiązywanie zagadnień dynamicznych metodą izolowanej pochodnej. (2 godz.).**
Zastosowanie oprogramowania Simulink, rozwiązywanie równań różniczkowych opisujących rzeczywiste układy pomiarowe.
4. **Badanie właściwości dynamicznych typowych układów liniowych za pomocą programu Matlab cz. I. (2 godz.).**
Właściwości metrologiczne układów I, II i III rzędu, parametry charakteryzujące układy, charakterystyki czasowe (odpowiedzi: skokowa, impulsowa), charakterystyki częstotliwościowe.
5. **Badanie właściwości dynamicznych typowych układów liniowych za pomocą programu Matlab cz. II. (2 godz.).**
Aproksymacja Pade'go funkcji opóźniającej, realizacja i dobór optymalnych parametrów aproksymacji idealnego układu opóźniającego, wyznaczenie błędu aproksymacji funkcji opóźniającej, zastosowania funkcji opóźniającej.
6. **Matematyczne modele wzorców właściwości dynamicznych. (2 godz.).**
Wzorce transformacji nieznieskształcających, wzorce transformacji zadanej funkcji celu.
7. **Miary błędów dynamicznych. (2 godz.).**
Sposoby obliczania wartości miar, metody i przykłady obliczeń, porównanie właściwości miar błędów.
8. **Optymalizacja właściwości dynamicznych na przykładzie wybranych modeli układów pomiarowych cz.I. (2 godz.).**
Zasady optymalizacji parametrów dynamicznych aparatury, przykłady optymalizacji parametrów dynamicznych – optymalizacja parametrów układu II rzędu (kryterium średniokwadratowe, wzorzec idealny).
9. **Optymalizacja właściwości dynamicznych na przykładzie wybranych modeli układów pomiarowych cz.II. (2 godz.).**
Przykłady optymalizacji parametrów dynamicznych – optymalizacja parametrów układu II rzędu ze względu na błąd kształtu (kryterium średniokwadratowe, wzorzec opóźniający).
10. **Optymalizacja właściwości dynamicznych na przykładzie wybranych modeli układów pomiarowych cz.III. (2 godz.).**
Przykłady optymalizacji parametrów dynamicznych – wyznaczanie zastępczego czasu opóźnienia układu I rzędu dla różnych aproksymacji wzorca opóźniającego.
11. **Symulacyjne wyznaczanie błędów dynamicznych elementów torów pomiarowych. (2 godz.).**
Badanie wpływu kształtów sygnałów pomiarowych na błędy dynamiczne.
12. **Badanie właściwości dynamicznych różnych typów układów korekcji dynamicznej cz.I. (2 godz.).**
Przykłady korekcji idealnej, korekcja w strukturze równoległej – dobór optymalnych parametrów korektora.
13. **Badanie właściwości dynamicznych różnych typów układów korekcji dynamicznej cz.II. (2 godz.).**
Korekcja w strukturze równoległej z układem opóźniającym, korekcja w strukturze ze sprzężeniem zwrotnym.
14. **Przeprowadzenie kolokwiów i zaliczanie sprawozdań (4 godz.).**

		<p>ZAJĘCIA PROJEKTOWE (15 godz.):</p> <p>Tematy projektów wybierane są przez studentów po zakończeniu cyklu wykładów w połowie semestru. W ramach realizacji projektu w drugiej połowie semestru studenci samodzielnie wykonują modelowanie oraz symulacje właściwości dynamicznych wybranych czujników, przetworników pomiarowych bądź obiektów dynamicznych w środowisku Matlab & Simulink. Przykładowe tematy:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelowanie i badania właściwości dynamicznych cieplnego stopnia przetwarzania czujników temperatury. 2. Modelowanie i badania właściwości dynamicznych akcelerometru. 3. Modelowanie i badanie właściwości dynamicznych toru pomiarowego z modulacją AM. 4. Modelowanie nieliniowych dynamicznych procesów tarcia kinetycznego, suchego oraz wiskotycznego. 5. Modelowanie właściwości dynamicznych podstawowych członów i elementów systemów pomiarowych. 6. Symulacyjna realizacja różnych typów korektorów dynamicznych czujników temperatury.
24	Literatura podstawowa i uzupełniająca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Layer E., Gawędzki W.: Dynamika Aparatury Pomiarowej. Badania i Ocena. PWN Warszawa 1991. 2. Hagel R., Zakrzewski J.: Miernictwo Dynamiczne. WNT Warszawa 1984. 3. Cannon R.H.: Dynamika Układów Fizycznych, WNT Warszawa 1973. 4. Söderström T., Stoica P., Identyfikacja systemów. PWN Warszawa 1997 5. Benaroya H., Mechanical Vibration, Analysis, Uncertainties and Control. Prentice Hall 1998 6. Żyszkowski Z., Podstawy elektroakustyki. WNT Warszawa 1984 7. Magrab E.B., An Engineer's Guide to Matlab. Prentice Hall 2000
25	Przyporządkowanie modułu kształcenia/przedmiotu do obszaru/ obszarów kształcenia	Obszar nauk technicznych
26	Sposób określenia liczby punktów ECTS	<p>Udział w wykładach 15h, Samodzielne studiowanie materiału wykładów 10h, Samodzielne przygotowanie się do zajęć laboratoryjnych 10h, Udział w zajęciach laboratorium komputerowego 30h, Udział w zajęciach projektowych oraz samodzielne opracowanie zadania projektowego 20h, Opracowanie wyników pomiarów i wykonanie sprawozdania 10h, Przygotowanie do kolokwium 8h, Sumaryczne obciążenie pracą studenta 103h przeliczone na 4 punkty ECTS</p>
27	Liczba punktów ECTS – zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego	2
28	Liczba punktów ECTS – zajęcia o charakterze praktycznym	3