

Sylabus modułu kształcenia/przedmiotu

Nr pola	Nazwa pola	Opis
1	Jednostka	Instytut Politechniczny
2	Kierunek studiów	Elektrotechnika (studia stacjonarne)
3	Nazwa modułu kształcenia/przedmiotu	Teoria sterowania i technika regulacji
4	Kod modułu kształcenia/przedmiotu	
5	Kod Erasmusa	
6	Punkty ECTS	6
7	Rodzaj modułu	Obowiązkowy
8	Rok studiów	2
9	Semestr	4
10	Typ zajęć	Stacjonarne
11	Liczba godzin	30W, 15C, 30LO, E
12	Koordinator	Grzegorz Sieklucki
13	Prowadzący	
14	Język wykładowy	Polski
15	Zakres nauk podstawowych	Nie
16	Zajęcia ogólnouczelniane/na innym kierunku	Nie
17	Wymagania wstępne	Wymagane wiadomości z zakresu analizy matematycznej, algebry, fizyki, teorii obwodów elektrycznych oraz umiejętność korzystania z programu MATLAB.
18	Efekty kształcenia	<ul style="list-style-type: none"> • Określa zastosowania rachunku operatorowego • Określa model matematyczny obwodu elektrycznego RLC • Opisuje charakterystyki częstotliwościowe • Określa stabilność liniowego układu dynamicznego. • Określa transmitancję zastępczą i potrafi korzystać z algebry schematów blokowych. • Analizuje praktyczne wykorzystanie twierdzenia Nyquista. • Charakteryzuje stabilność układu Lurie. • Określa transmitancję, właściwości oraz budowę regulatorów konwencjonalnych. Określa rolę optymalizacji parametrycznej regulatora. • Określa powiązania pomiędzy transmitancją a równaniem stanu • Opisuje identyfikację elementu automatyki
19	Stosowane metody dydaktyczne	Tradycyjny wykład (tablica, kreda) wspomagany prezentacjami komputerowymi, skrypt wykładowy, laboratorium komputerowe – obliczenia w środowisku MATLAB, laboratorium praktyczne – analiza elementów automatyki i wdrażanie układów regulacji analogowej. Ćwiczenia tablicowe – rozwiązywanie zadań z podstaw automatyki.
20	Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów kształcenia	Prace pisemne, egzamin, sprawozdania
21	Forma i warunki zaliczenia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aby uzyskać pozytywną ocenę końcową niezbędne jest uzyskanie pozytywnej oceny z obu rodzajów ćwiczeń (laboratoryjnych i tablicowych) oraz zdanie egzaminu. 2. Aby uzyskać pozytywną ocenę z ćwiczeń laboratoryjnych niezbędne jest napisanie i zaliczenie wszystkich sprawozdań, w oddzielnym zeszycie - format A4, w nieprzekraczalnym terminie upływającym z końcem semestru oraz zaliczenie pisemnych sprawdzianów. 3. Aby uzyskać pozytywną ocenę z ćwiczeń tablicowych niezbędne jest zaliczenie na ocenę pozytywną wszystkich pisemnych

		<p>sprawdzianów.</p> <p>4. Ocena końcowa (OK) jest obliczana jest jako średnia arytmetyczna.</p>
22	Treści kształcenia (skrótowy opis)	<p>Pojęcia podstawowe z zakresu podstaw automatyki. Tworzenie modeli matematycznych układów dynamicznych. Rozwiązywanie zadań metodami rachunku operatorowego. Identyfikacja podstawowych elementów automatyki. Stabilność układów liniowych i nieliniowych. Układy regulacji z uwzględnieniem obszaru stabilności, optymalizacji parametrycznej regulatorów, budowy regulatora analogowego i zapasu stabilności. Podstawowe zagadnienia z zakresu układów wielowymiarowych.</p>
23	Treści kształcenia (pełny opis)	<p>W ramach modułu zajęcia są prowadzone w formie wykładu (30 godzin) i zajęć laboratoryjnych (30 godzin) oraz ćwiczeń tablicowych (30 godzin).</p> <p>WYKŁADY (30 godz.):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zagadnienia wstępne – rodzaje sygnałów, statyka (podstawowe nieliniowości) i dynamika, równania różniczkowe liniowe i nieliniowe, podstawowe pojęcia Automatyki, model matematyczne, rachunek operatorowy (5 godz.). 2. Właściwości dynamiczne elementów liniowych– klasyfikacja elementów liniowych, zera i bieguny, odpowiedzi skokowe, charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa- Bodego oraz amplitudowo-fazowa - Nyquista) (4 godz.). 3. Schematy blokowe i transmitancja zastępcza – przekształcanie schematów blokowych, zasada superpozycji, zamknięty układ regulacji (1 godz.). 4. Stabilność układów liniowych – definicja stabilności, kryteria algebraiczne (tw. Routha, tw. Hurwitza, tw. Lienarda-Chiparta), kryterium Nyquista, zapas stabilności (4 godz.). 5. Układ regulacji – właściwości układów regulacji (sygnał zadany, zakłócenie, wyjście, błąd regulacji i odpowiednie transmitancje i wymagania stawiane układom regulacji), przeregulowanie, czas odpowiedzi, czas regulacji; regulacja dwupołożeniowa, regulatory konwencjonalne (P,PI,PD,PID) i optymalizacja parametryczna. Regulacja kaskadowa. Realizacja regulatorów w oparciu o wzmacniacze operacyjne (8 godz.). 6. Skalarne układy nieliniowe – definicja układu Lurie, hipoteza Ajzermana, twierdzenie koła, twierdzenie Popova (2 godz.). 7. Układy wielowymiarowe - transmitancja a równanie stanu, formuła wariacji stałej, linearyzacja, punkt równowagi i stabilność w sensie Lapunowa, obszar atrakcji, jakościowa teoria równań różniczkowych (I i II metoda Lapunowa) (4 godz.). 8. Regulacja cyfrowa– dobór czasu próbkowania i dyskretyzacja regulatora konwencjonalnego o działaniu ciągłym (2 godz.). <p>LABORATORIUM (30 godz.):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych - obliczenia symboliczne, rachunek operatorowy, funkcja Heaviside (2 godz.). 2. Obwody elektryczne jako elementy dynamiczne - modelowanie obwodów elektrycznych w środowisku Matlab-Simulink, pomiary oscyloskopowe podstawowych obwodów RC (odpowiedzi skokowe), identyfikacja parametrów elementu na podstawie odpowiedzi skokowej (obiekt inercyjny 2. rzędu i obiekt oscylacyjny tłumiony) (4 godz.). 3. Charakterystyki skokowe i częstotliwościowe elementów automatyki - klasyfikacja elementów automatyki, wpływ zer i biegunów na odpowiedzi skokowe; obliczenia charakterystyk częstotliwościowe obwodów RLC (pomiary oscyloskopowe) (4 godz.). 4. Regulatory działania ciągłego - charakterystyki czasowe i częstotliwościowe regulatorów konwencjonalnych; transmitancje

		<p>zastępcze jednopętlowego układu regulacji, zasada superpozycji (2 godz.).</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Stabilność liniowych układów dynamicznych - , kryteria algebraiczne, kryterium Nyquista, zapas stabilności (4 godz.). 6. Optymalizacja parametryczna regulatorów - aproksymacja transmitancji obiektu regulacji, kryteria: Zieglera-Nicholsa, modułowe, symetryczne, całkowite (4 godz.). 7. Współpraca regulatora z obiektem regulacji - wpływ zmian nastaw regulatora PI na przebiegi przejściowe (przeregulowanie, czas odpowiedzi, czas regulacji) w zamkniętym układzie regulacji – pomiary oscyloskowe (2 godz.). 8. Stabilność nieliniowych skalarnych układów dynamicznych - badanie stabilności układu Lurie (2 godz.). 9. Linearyzacja układów nieliniowych – linearyzacja równania wahadła matematycznego, badania symulacyjne (2 godz.). 10. Konwersja liniowych modeli matematycznych – porównanie modeli matematycznych w opisie transmitancyjnym i równań stanu (2 godz.). 11. Podsumowanie zajęć (2 godz.). <p>ĆWICZENIA TABLICOWE (15 godz.):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych metodą Laplace’a - sygnały oraz liniowe równania różniczkowe zwyczajne (2 godz.). 2. Modele matematyczne obwodów elektrycznych - wyznaczanie transmitancji oraz równania stanu dla obwodów RLC (2 godz.). 3. Charakterystyki częstotliwościowe elementów automatyki - obliczenia charakterystyk częstotliwościowe (Bodego i Nyquista) dla elementów dynamicznych (2 godz.). 4. Algebra schematów blokowych - Obliczenia transmitancji zastępczych (2 godz.). 5. Algebraiczne kryteria stabilności dla liniowych układów dynamicznych - kryterium Routha, kryterium Hurwitza, tw. Lienarda-Chiparta, obszar stabilności w przestrzeni parametrów układu (2 godz.). 6. Kryterium Nyquista – dla układów stabilnych, niestabilnych i astatycznych dowolnego stopnia (2 godz.). 7. Analiza i synteza układów regulacji - obszar stabilności, optymalizacja parametryczna, odporność na zakłócenia i zmiany parametrów (2 godz.). 8. Podsumowanie zajęć (1 godz.).
24	Literatura podstawowa i uzupełniająca	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pułaczewski, J., Szacka, K. & Manitiusz, A. (1974), <i>Zasady automatyki</i>, Warszawa, WNT. 2. Pełczewski, W. (1980), <i>Teoria sterowania</i>, Warszawa, WNT. 3. Kaczorek, T. (1974), <i>Teoria układów regulacji automatycznej</i>, Warszawa, PWN. 4. Ciepiela A. (2000) <i>Konspekt wykładu z podstaw automatyki</i>. 5. Mrozek B., Mrozek Z. (2005) <i>MATLAB. Uniwersalne środowisko do obliczeń naukowo-technicznych</i>.
25	Przyporządkowanie modułu kształcenia/przedmiotu do obszaru/ obszarów kształcenia	Obszar nauk technicznych
26	Sposób określenia liczby punktów ECTS	<p>Udział w wykładach 30h, Samodzielne studiowanie materiału wykładów 20h, Udział w zajęciach laboratoryjnych 30h, Udział w ćwiczeniach tablicowych 15h, Przygotowanie i opracowanie wyników symulacji komputerowych 10h, Opracowanie wyników pomiarów i wykonanie sprawozdania 15h, Przygotowanie do kolokwium (6) i egzaminu: $6 \times 2 + 18 = 30$h, Sumaryczne obciążenie pracą studenta 150h przeliczone na 6 punktów ECTS</p>

27	Liczba punktów ECTS – zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego	3
28	Liczba punktów ECTS – zajęcia o charakterze praktycznym	3