

## 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 i przetwarzanie sygnałów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4       | Kod modułu kształcenia/przedmiotu                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5       | Kod Erasmusa                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6       | Punkty ECTS                                             | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7       | Rodzaj modułu                                           | Obowiązkowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 8       | Rok studiów                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9       | Semestr                                                 | 5 Blok Automatyka i Pomiary                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10      | Typ zajęć                                               | Stacjonarne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11      | Liczba godzin                                           | 30W, 30LO, 15P, E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12      | Koordinator                                             | Tomasz Zieliński                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13      | Prowadzący                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14      | Język wykładowy                                         | Polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15      | Zakres nauk podstawowych                                | Nie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 16      | Zajęcia ogólnouczelniane/na innym kierunku              | Nie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 17      | Wymagania wstępne                                       | Znajomość podstaw: 1) teorii obwodów (układy RLC, transformacja Laplace'a i Fouriera, transmitancja układu liniowego niezmiennego w czasie, charakterystyka częstotliwościowa układu, szereg Fouriera), 2) matematyki (w szczególności algebry linowej i analizy funkcjonalnej), 3) programowania w języku Matlab.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 18      | Efekty kształcenia                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definiuje i charakteryzuje analizę sygnałów analogowych i cyfrowych w dziedzinie czasu i częstotliwości.</li> <li>Definiuje i charakteryzuje przetwarzanie sygnałów analogowych i cyfrowych, w szczególności określa budowę, zasady działania i właściwości podstawowych typów filtrów analogowych i cyfrowych.</li> <li>Stosuje poznane metody analizy sygnałów analogowych i cyfrowych w dziedzinie czasu i częstotliwości.</li> <li>Stosuje poznane metody opisu i analizy filtrów analogowych i cyfrowych oraz dokonuje symulacji komputerowej działania ww. filtrów.</li> <li>Projektuje filtry analogowe i cyfrowe ze względu na zadane kryteria użytkowe.</li> <li>Stara się ciągle doksztalać i podnosić kwalifikacje zawodowe.</li> </ul> |
| 19      | Stosowane metody dydaktyczne                            | <p><b>Wykład:</b> omówienie wszystkich zagadnień przedmiotu, prezentacja gotowych przeźroczy z wykorzystaniem komputera i rzutnika, pisanie programów w języku Matlab na oczach studentów, wykorzystanie tablicy i kredy do dodatkowych wyjaśnień.</p> <p><b>Laboratorium:</b> praktyczne omówienie najważniejszych, wybranych algorytmów analizy i przetwarzania sygnałów cyfrowych podanych na wykładzie oraz ich zastosowań - implementacja programowa algorytmów w języku Matlab i ich testowanie.</p> <p><b>Projekt:</b> samodzielne rozwiązanie przez studentów prostego zadania projektowego, rozwijanie umiejętności korzystania z literatury i innych dostępnych źródeł, uświadomienie potrzeby ciągłego doksztalcania się, rozwijanie umiejętności pracy zespołowej.</p>        |
| 20      | Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów kształcenia | Kolokwia podczas laboratorium, egzamin końcowy, Ocenianie napisanych programów komputerowych, ocena wykonania projektu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21 | Forma i warunki zaliczenia         | <p><b>Wykład:</b> pozytywna ocena z egzaminu (w sesji egzaminacyjnej, początkowo pisemny, potem ustny).</p> <p><b>Laboratorium:</b> zaliczenie z oceną wystawioną na podstawie wyniku z pisemnych kolokwii sprawdzających oraz oceny z napisanych programów.</p> <p><b>Projekt:</b> zaliczenie z oceną wystawioną na podstawie wykonanego projektu (napisanego programu)</p> <p><b>Ocena końcowa</b> jest średnią ważoną z ww. trzech ocen częściowych (W=40%, L=40%, P=20%). Jeśli jedna z tych ocen jest niedostateczna, to ocena końcowa także jest niedostateczna. W przypadku pozytywnej oceny końcowej może być ona podniesiona o 0,5 stopnia, jeśli student był aktywny na zajęciach laboratoryjnych.</p> <p>Zaliczanie zajęć jest oceniane zgodnie ze skalą ocen określoną w §19 oraz wytycznymi zawartymi w §21 oraz §22 Regulaminu Studiów PWSZ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 22 | Treści kształcenia (skrócony opis) | <p>Podstawy analizy i przetwarzania sygnałów, głównie cyfrowych, ale także w niezbędnym zakresie analogowych. Klasyfikacja sygnałów. Analiza sygnałów w dziedzinie czasu, częstotliwości oraz łącznie czasu i częstotliwości. Funkcja korelacji, transformacja Fouriera, filtracja analogowa i cyfrowa. Wybrane zastosowania.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 23 | Treści kształcenia (pełny opis)    | <p>Zajęcia w ramach modułu prowadzone są w postaci wykładu (30 godzin lekcyjnych), ćwiczeń laboratoryjnych-informatycznych (30 godzin lekcyjnych), prowadzonych w języku Matlab, oraz projektu (15 godzin lekcyjnych).</p> <p><b>WYKŁADY</b></p> <p><b>Sygnały ciągłe i dyskretne (10 godz.):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klasyfikacja sygnałów, podstawowe parametry sygnałów i sposób ich obliczania, funkcja korelacji. Próbkowanie sygnałów analogowych. Generowanie sygnałów w programie Matlab.</li> <li>2. Przestrzenie wektorowe sygnałów, dekompozycja sygnałów na składowe metodą transformacji ortogonalnych, wstęp do analizy częstotliwościowej, szereg Fouriera.</li> <li>3. Podstawy analizy częstotliwościowej z wykorzystaniem transformacji Fouriera dla sygnałów dyskretnych DtFT oraz dyskretnej transformacji Fouriera DFT. Ilustracja twierdzenia o próbkowaniu.</li> <li>4. Algorytmy szybkiej transformacji Fouriera FFT, optymalizacja analizy częstotliwościowej realizowanej z wykorzystaniem FFT.</li> <li>5. Analiza częstotliwościowa: rola funkcji okien, rozdzielczość częstotliwościowa i amplitudowa. interpolowanie widma FFT, periodogram (PSD), spektrogram (STFT).</li> </ol> <p><b>Układy ciągłe i dyskretne (10 godz.):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Układy ciągłe: opis matematyczny, przekształcenie Laplace'a, transmitancja operatorowa, charakterystyka częstotliwościowa, odpowiedź impulsowa, spłot sygnałów, sposoby realizacji filtrów analogowych, metoda projektowania filtrów analogowych metodą doboru zer i biegunów ich transmitancji.</li> <li>7. Projektowanie filtrów analogowych Butterwortha, Czebyszewa i eliptycznych.</li> <li>8. Układy dyskretne: opis matematyczny, przekształcenie Z, transmitancja operatorowa, charakterystyka częstotliwościowa, odpowiedź impulsowa, spłot sygnałów, sposoby realizacji filtrów cyfrowych, metoda projektowania filtrów cyfrowych metodą doboru zer i biegunów ich transmitancji.</li> <li>9. Projektowanie cyfrowych filtrów rekursywnych metodą transformacji biliniowej na podstawie prototypowych filtrów analogowych. Rekursywna filtracja cyfrowa.</li> <li>10. Projektowanie cyfrowych filtrów nierekursywnych, m.in. metodą: okien, próbkowania w dziedzinie częstotliwości i optymalizacji średniokwadratowej. Spłot sygnałów.</li> </ol> <p><b>Wybrane zagadnienia/zastosowania (10 godz.):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Dyskretny spłot liniowy i kołowy, algorytmy szybkiego splatania (filtracji) sygnałów z wykorzystaniem FFT.</li> <li>12. Filtry specjalne: filtr różniczkujący, filtr Hilberta i sygnał analityczny.</li> </ol> |

|    |                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                  | <p>Zastosowania.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. Zmiana częstotliwości próbkowania: interpolator i decymator cyfrowy</li> <li>14. Filtry adaptacyjne i ich zastosowania.</li> <li>15. Zastosowanie algorytmu FFT w systemach transmisji cyfrowej w linii elektrycznej i telefonicznej. Modulacja i demodulacja, identyfikacja kanału, korektor czasowy i częstotliwościowy.</li> </ol> <p>ĆWICZENIA LABORATORYJNE</p> <p>W module prowadzone są zajęcia laboratoryjne (komputerowe), w trakcie których studenci piszą programy obliczeniowe w języku Matlab. Treści tych zajęć ugruntowują i rozszerzają wiedzę przekazywaną podczas wykładów.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Próbkowanie sygnałów analogowych. Generowanie sygnałów cyfrowych. Funkcja korelacji. Histogram.</li> <li>2. Transformacje ortogonalne sygnałów. Szereg Fouriera.</li> <li>3. Analiza częstotliwościowa z wykorzystaniem DtFT i DFT, ilustracja twierdzenia o próbkowaniu.</li> <li>4. Algorytmy szybkiej transformacji Fouriera FFT.</li> <li>5. Analiza częstotliwościowa: rola funkcji okien, interpolowanie widma FFT, periodogram, spektrogram.</li> <li>6. Projektowanie filtrów analogowych metodą doboru „zer i biegunów” ich transmitancji.</li> <li>7. Projektowanie filtrów analogowych Butterwortha, Czebyszewa i eliptycznych.</li> <li>8. Projektowanie filtrów cyfrowych metodą doboru „zer i biegunów” ich transmitancji. Filtracja cyfrowa.</li> <li>9. Projektowanie rekursywnych filtrów cyfrowych IIR metodą transformacji biliniowej filtra analogowego.</li> <li>10. Projektowanie nierekursywnych filtrów cyfrowych FIR metodą okien. Niekursywna filtracja sygnałów – splot.</li> <li>11. Zastosowania FFT do szybkiego liczenia splotu sygnałów oraz funkcji korelacji.</li> <li>12. Filtr różniczkujący. Filtr Hilberta, sygnał analityczny i jego zastosowania.</li> <li>13. Zmiana częstotliwości próbkowania: interpolacja i decymacja sygnałów.</li> <li>14. Filtracja adaptacyjna.</li> <li>15. Sprawdzenie wiadomości. Wystawienie zaliczeń.</li> </ol> <p>Projekt:<br/>praktyczna implementacja programowa wybranych algorytmów cyfrowej analizy i przetwarzania sygnałów jednowymiarowych i dwuwymiarowych</p> |
| 24 | Literatura podstawowa i uzupełniająca                                            | <p>Podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. T. Zieliński: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, WKŁ, Warszawa 2005, 2007, 2009, 2014.</li> <li>2. T. Zieliński: Od teorii do cyfrowego przetwarzania sygnałów. Wydział EAIiE, AGH, Kraków 2002, 2004.</li> <li>3. R. G. Lyons: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WKŁ, 2000, 2009.</li> </ol> <p>Uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Izydorczyk, G. Płonka, G. Tyma: „Teoria sygnałów. Wstęp”, Helion, Gliwice 1999.</li> <li>2. J. Izydorczyk: „Teoria sygnałów i cyfrowe przetwarzanie sygnałów: laboratorium”, Wydawnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1999.</li> <li>3. A. Wojtkiewicz, Z. Gajo (red.): „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Ćwiczenia laboratoryjne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.</li> <li>4. S. W. Smith: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. DSP, BTC, 2007.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 25 | Przyporządkowanie modułu kształcenia/przedmiotu do obszaru/ obszarów kształcenia | Obszar nauk technicznych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 26 | Sposób określenia liczby                                                         | Udział w zajęciach: wykład (30 h) + laboratorium (30 h) + projekt (15 h)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | punktów ECTS                                                                              | 75h, Przygotowanie do laboratorium 15h, Napisanie sprawozdań z laboratorium (programów laboratoryjnych) 15h, Samodzielna praca z literaturą, wykładami 15h, Wykonanie projektu 20h, Przygotowanie do kolokwiiów podczas laboratorium oraz egzaminu 10h, Sumaryczne obciążenie pracą studenta 150h przeliczone na 6 punktów ECTS |
| 27 | Liczba punktów ECTS – zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 28 | Liczba punktów ECTS – zajęcia o charakterze praktycznym                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |