



## Digital signal processing

### Course description sheet

#### Basic information

<b>Field of study</b> Electronics and Telecommunications <b>Major</b> - <b>Organisational unit</b> Faculty of Computer Science, Electronics and Telecommunications <b>Study level</b> First-cycle (engineer) programme <b>Form of study</b> Full-time studies <b>Profile</b> General academic		<b>Didactic cycle</b> 2023/2024 <b>Course code</b> IETPS.li80.01177.23 <b>Lecture languages</b> Polish <b>Mandatoriness</b> Obligatory <b>Block</b> General Modules <b>Course related to scientific research</b> Yes
<b>Course coordinator</b>	Konrad Kowalczyk	
<b>Lecturer</b>	Konrad Kowalczyk, Szymon Woźniak	
<b>Period</b> Semester 4	<b>Method of verification of the learning outcomes</b> Exam  <b>Activities and hours</b> Lectures: 28 Laboratory classes: 28	<b>Number of ECTS credits</b> 5

#### Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
<b>Knowledge - Student knows and understands:</b>			

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
W1	Student zna podstawowe definicje i pojęcia oraz algorytmy z zakresu cyfrowego przetwarzania sygnałów	ETP1A_W03, ETP1A_W10, ETP1A_U07	Execution of laboratory classes, Test, Examination
<b>Skills - Student can:</b>			
U1	Student umie stosować narzędzia i algorytmy przetwarzania sygnałów cyfrowych	ETP1A_W03, ETP1A_U07	Execution of laboratory classes, Test, Examination
U2	Student potrafi analizować sygnały i systemy w dziedzinie czasu i częstotliwości	ETP1A_W03, ETP1A_W10, ETP1A_U07	Execution of laboratory classes, Test, Examination
U3	Student potrafi projektować podstawowe systemy cyfrowego przetwarzania sygnałów	ETP1A_W03, ETP1A_W10	Execution of laboratory classes, Test, Examination
U4	Student potrafi interpretować informacje z literatury na temat przetwarzania sygnałów	ETP1A_U02, ETP1A_K01	Execution of laboratory classes, Test, Examination
<b>Social competences - Student is ready to:</b>			
K1	Student rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu w sposób zrozumiały — m.in. poprzez środki masowego przekazu — informacji i opinii dotyczących przetwarzania sygnałów multimedialnych	ETP1A_K05	Participation in a discussion

## Program content ensuring the achievement of the learning outcomes prescribed to the module

Przedmiot pozwala zrozumieć działanie podstawowych metod przetwarzania sygnałów cyfrowych oraz uczy umiejętności stosowania metod analizy i przetwarzania sygnałów cyfrowych w praktyce

## Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	28
Laboratory classes	28
Preparation for classes	42
Realization of independently performed tasks	32
<b>Student workload</b>	<b>Hours</b> 130
<b>Workload involving teacher</b>	<b>Hours</b> 56

\* hour means 45 minutes

## Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	<p>Ćwiczenia laboratoryjne</p> <p>1. Próbkowanie i dyskretna transformacja Fouriera – przykłady zastosowania twierdzenia o próbkowaniu oraz podpróbkowaniu, interpretacja uzyskanych wyników. Właściwości oraz interpretacja wyników dyskretnej transformacji Fouriera, w szczególności w odniesieniu do ciągłej transformacji Fouriera.</p> <p>2. Filtry o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej – dyskretny spłot liniowy i kołowy, filtracja z wykorzystaniem dyskretnej transformacji Fouriera. Transformacja z – przykłady zastosowań i interpretacji. Projektowanie i właściwości oraz przykłady zastosowań dla filtrów o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej.</p> <p>3. Dyskretne transformacje i kodowanie – podpróbkowanie i nadpróbkowanie, banki filtrów, transformacja kosinusowa, dyskretna transformacja falkowa, przykłady, interpretacja wyników. Zastosowania poznanych transformacji w kodowaniu stratnym, efekty kwantyzacji wartości współczynników transformacji dla sygnałów akustycznych i obrazów. Kodowanie kompresyjne bezstratne i stratne – metoda predykcyjna, kodowanie Huffmana i arytmetyczne.</p> <p>4. Podsumowanie wiedzy i umiejętności praktycznych dla każdego z ww. punktów w formie kolokwium.</p>	U1, U2, U3, U4, K1	Laboratory classes

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
2.	<p>Zajęcia w ramach modułu prowadzone są w postaci wykładu (28 godzin) oraz ćwiczeń laboratoryjnych (28 godzin).</p> <p>Wykłady</p> <p>1. Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów</p> <p>Próbkowanie sygnałów, twierdzenie Shanona, aliasing. Konwersja analogowo-cyfrowa i cyfrowo-analogowa.</p> <p>2. Analiza częstotliwościowa sygnałów cyfrowych</p> <p>Porównanie analizy częstotliwościowej sygnałów analogowych i dyskretnych. Dyskretna transformacja Fouriera i jej własności. Odwrotna dyskretna transformacja Fouriera. Dyskretna transformacja Fouriera obrazów cyfrowych. Szybka transformacja Fouriera. Schemat motylkowy. Okresowość widm dyskretnych. Efektywność algorytmów.</p> <p>3. Filtry cyfrowe</p> <p>Definicja i własności z-transformacji. Związki pomiędzy z-transformacją i transformacją Fouriera. Kształtowanie widm przez systemy liniowe. Filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR), ich własności i charakterystyki częstotliwościowe. Filtry z liniową i afiniczną charakterystyką fazową. Metody projektowania filtrów FIR. Filtry z nieskończoną odpowiedzią impulsową (IIR). Stabilność filtrów IIR. Projektowanie filtrów IIR w oparciu o metody projektowania filtrów analogowych. Optymalizacyjne metody projektowania filtrów IIR. Filtracja obrazów cyfrowych.</p> <p>4. Banki filtrów</p> <p>Filtracja podpasmowa i banki filtrów. Podpróbkowanie i nadpróbkowanie. Dyskretna transformacja falkowa oraz jej zastosowanie do częstotliwościowej analizy obrazów.</p> <p>5. Podstawowe metody kompresji sygnałów, kompresja dźwięku i obrazu</p> <p>Definicje kompresji bezstratnej i stratnej. Kodowanie predykcyjne i entropowe. Sprawność kodowania. Kodowanie Huffmana. Kodowanie arytmetyczne. Kwantyzacja skalarna i wektorowa. Szum kwantyzacji. Kodowanie transformatowe. Dyskretna transformacja kosinusowa. Metody kompresji dźwięku i obrazu (np. jpeg, mp3)</p>	W1, U3, U4, K1	Lectures

### Extended information/Additional elements

#### Teaching methods and techniques :

Lectures

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Participation in a discussion, Execution of laboratory classes, Test, Examination	
Lab. classes	Participation in a discussion, Execution of laboratory classes, Test, Examination	

### Additional info

Classes are conducted using innovative teaching methods developed during 2017-2019 in the POWR.03.04.00-00-D002/16 project, carried out by the Faculty of Computer Science, Electronics and Telecommunications under the Smart Growth Operational Programme 2014-2020.

### Method of determining the final grade

1. Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny końcowej jest uzyskanie pozytywnej oceny z laboratorium oraz z egzaminu. 2. Ocena końcowa jest równa ocenie z egzaminu, jeżeli ocena z laboratorium jest co najwyżej różna o 0.5 od oceny z egzaminu. W przeciwnym wypadku ocena końcowa jest średnią arytmetyczną oceny z laboratorium i egzaminu. Jeżeli wartość średnia nie odpowiada obowiązującej skali ocen, ocena końcowa jest zaokrągleniem wartości średniej w kierunku oceny z egzaminu.

### Prerequisites and additional requirements

- Umiejętność samodzielnego poszukiwania informacji w literaturze
- Znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry.
- Znajomość metod analogowego przetwarzania sygnałów (teorii sygnałów)
- Umiejętność posługiwania się Matlabem

### Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Lectures: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Laboratory classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

### Literature

#### Obligatory

1. Tomasz Zieliński: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. WKŁ 2005.
2. Richard G. Lyons: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, WKŁ 1999, 2000.
3. Jacek Izydorczyk, Grzegorz Płonka, Grzegorz Tyma: Teoria Sygnałów. Helion 1999.
4. Włodzimierz Kwiatkowski: Wstęp do cyfrowego przetwarzania sygnałów. Warszawa 2003.
5. Marian Pasko, Janusz Walczak: Teoria sygnałów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.

#### Optional

1. A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, "Digital Signal Processing, 3rd Edition," Pearson 2010

### Scientific research and publications

#### Publications

1. [1] K. Kowalczyk, O. Thiergart, M. Taseska, G. Del Galdo, and V. Pulkki, E.A.P. Habets, "Parametric spatial sound processing: a flexible and efficient solution to sound scene acquisition, modification and reproduction," IEEE Signal Processing Magazine, vol. 32, No. 2, pp. 31-42, Mar. 2015

2. [2] K. Kowalczyk, E.A.P. Habets, W. Kellermann, and P.A. Naylor, "Blind system identification using sparse learning for TDOA estimation of room reflections," IEEE Signal Processing Letters, vol. 20, No. 7, pp. 653-656, Jul. 2013
3. [3] K. Kowalczyk and M. van Walstijn, "Modeling frequency-dependent boundaries as digital impedance filters in FDTD and K-DWM room acoustics simulations," J. Audio Engineering Society, vol. 56, No. 7/8, pp. 569-583, Jul./Aug. 2008

## Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
ETP1A_K01	understands the need and knows the possibilities of continuous training (study of the second and third degree, postgraduate courses) — raising the competence of the professional, personal and social skills;
ETP1A_K05	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu — m.in. poprzez środki masowego przekazu — informacji i opinii dotyczących osiągnięć elektroniki, telekomunikacji i innych aspektów działalności inżyniera; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały;
ETP1A_U02	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie; ma umiejętność samokształcenia się, m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych;
ETP1A_U07	potrafi dokonać analizy sygnałów i prostych systemów przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując techniki analogowe i cyfrowe oraz odpowiednie narzędzia sprzętowe i programowe
ETP1A_W03	ma uporządkowaną wiedzę w zakresie teorii obwodów elektrycznych, teorii sygnałów (metod ich przetwarzania)
ETP1A_W10	zna podstawowe pojęcia z zakresu przesyłania danych, potrafi określić cechy transmisji analogowych i cyfrowych, zna właściwości kanału transmisyjnego, rolę kodowania, modulacji i kryptografii, zna metody kodowania dźwięków, obrazów i tekstu w multimedialach