**Nazwa przedmiotu:**

Przetwarzanie sygnałów telekomunikacyjnych

**Koordynator przedmiotu:**

Przemysław DYMARSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PSTEL

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Przedmioty poprzedzające:
Sygnały i systemy, Sygnały i modulacje, Podstawy transmisji cyfrowej

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studenta ze stosowanymi w telekomunikacji metodami przetwarzania sygnałów analogowych i cyfrowych:
przetwarzanie sygnałów w modulacjach analogowych i cyfrowych, w filtracji cyfrowej,
w kompresji sygnałów 1-wymiarowych (mowa) i 2-wymiarowych (obrazy).

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:

Sygnały w telekomunikacji: Sygnały występujące w układach telekomunikacyjnych - przykłady(sygnał mowy, sygnały akustyczne, obrazy nieruchome i ruchome, sygnały zakłócające) - właściwości -modele matematyczne (deterministyczne i stochastyczne) - parametry (gęstość mocy, gęstość prawdopodobieństwa wartości chwilowej). Dostosowywanie sygnałów do torów transmisyjnych – zwielokrotnienie czasowe i częstotliwościowe - modulacje - kryteria oceny jakości transmisji (pasmo, przepływność binarna, stosunek sygnał/szum, odporność na zakłócenia). Ograniczenia wynikające z pojemności kanału: graniczna odporność na zakłócenia, potrzeba kompresji.

Filtry cyfrowe: Pogłębienie wiadomości z cyfrowego przetwarzania sygnałów: właściwości transformaty Z, transmitancje układów liniowych, stabilność. Związek transformaty Z, transformaty Fouriera sygnału dyskretnego i Dyskretnej Transformaty Fouriera. Związek transformat dyskretnych z filtracją. Projektowanie filtrów FIR: metoda okien czasowych, próbkowanie w dziedzinie częstotliwości. Filtry IIR: Butterwortha, Cauera i ich właściwości. Projektowanie filtrów górno- i środkowo-przepustowych.

Modulacje analogowe: Modulacje amplitudy (DSB-SC, DSB, SSB, VSB) i kąta (FM, PM), łączenie modulacji (np.DSBSC-FM do transmisji sygn. stereofonicznego). Widmo, pasmo, detekcja w obecności zakłóceń, odporność na zakłócenia. Detektor obwiedni, dyskryminator fazy i dyskryminator częstotliwości. Preemfaza i deemfaza w modulacji FM.

Modulacja PCM: Praktyczne aspekty próbkowania sygnałów dolnopasmowych i pasmowych: próbkowanie momentalne, układy próbkująco-pamiętające, odtwarzanie sygnału z próbek. Zmiana częstotliwości próbkowania: interpolacja i decymacja. Kwantyzatory równomierne, nierównomierne (w tym logarytmiczne), adaptacyjne. Obliczanie mocy szumu kwantyzacji i SNR. Standard telefoniczny PCM 64kbit/s - pasmo kanału, SNR, odporność na zakłócenia.

Podstawy kompresji sygnałów: Metody kodowania różnicowego - zasada liniowej predykcji, zysk predykcji, standard telefoniczny ADPCM 32kbit/s, modulacja Delta, predykcja w kodowaniu sygnałów wizyjnych. Metody analizy przez syntezę, kodowanie predykcyjno - wektorowe, standardy telefoniczne LDCELP 16kbit/s, ACELP 8kbit/s, kodery dla telefonii komórkowej (GSM) i satelitarnej. Dyskretne transformaty DFT i DCT - zastosowanie do kompresji sygnałów akustycznych.

Sygnały 2-wymiarowe: Próbkowanie sygnałów 2-wymiarowych, 2-wymiarowe transformaty DFT, DCT, 2-wymiarowe widma, filtracja obrazów, wybrane metody poprawiania jakości, odtwarzania i kompresji obrazów - standardy JPEG i MPEG.

Podstawy rozpoznawania sygnałów: Zagadnienia rozpoznawania mowy, wybór parametrów dystynktywnych, metoda dynamicznej normalizacji czasowej, ukryte modele Markowa.

Techniki cyfrowego przetwarzania sygnałów w transmisji cyfrowej: Wykorzystanie DFT w modulacji OFDM. Konstrukcja sygnałów modulacji TCM.

Charakterystyka ćwiczeń laboratoryjnych:

L1: Modulacje analogowe
Cel: Prezentacja modulacji jedno- i dwuwstęgowej AM oraz modulacji FM: układów nadawczych, odbiorczych, sygnałów zmodulowanych i ich widm. Porównanie modulacji jedno- i dwuwstęgowej AM (odporność na zakłócenia). Dla FM określenie indeksu modulacji, dewiacji częstotliwości i pasma.
Sposób realizacji: Obserwacja sygnałów zmodulowanych i ich widm.
Dla AM: Pomiar zawartości fali nośnej, stopnia tłumienia wstęgi bocznej (w SSB) i pasożytniczych produktów modulacji. Pomiar szumu w kanale i na wyjściu odbiornika - określenie odporności na zakłócenia.
Dla FM: Pomiar prążków widma i obliczenie indeksu modulacji. Oszacowanie pasma w funkcji amplitudy i częstotliwości sygnału modulującego. Pomiar szumu w kanale i na wyjściu odbiornika – określenie odporności na zakłócenia. Obserwacja efektu progowego i szumu impulsowego.

L2: Modulacje kodowo-impulsowe
Cel: Prezentacja modulacji kodowo -impulsowej (PCM) i różnicowej modulacji kodowo –impulsowej (DPCM): układ próbkujący, kwantyzator, predyktor. Kwantyzatory równomierne, nierównomierne, adaptacyjne - szum kwantyzacji. Predyktor i jego wpływ na szum kwantyzacji.
Sposób realizacji: Symulacja komputerowa kodera i dekodera PCM: badanie wpływu parametrów kwantyzatora na szum kwantyzacji, porównanie kwantyzatora równomiernego, nierównomiernego z kompresją logarytmiczną i adaptacyjnego. Symulacja układu DPCM: określenie zysku predykcji.

L3: Filtracja cyfrowa
Cel: Prezentacja ogólnej idei filtracji cyfrowej, właściwości filtrów cyfrowych (dolnopasmowych).
Sposób realizacji: Symulacja filtrów cyfrowych dolnopasmowych projektowanych metodą okien czasowych, próbkowania w dziedzinie częstotliwości, aproksymacji Czebyszewa, Butterwortha i Cauera. Obserwacja charakterystyk częstotliwościowych, odpowiedzi impulsowych, położenia zer i biegunów. Projektowanie filtru o zadanych parametrach.

L4: Przetwarzanie sygnałów w transmisji cyfrowej
Cel: Prezentacja modulacji TCM.
Sposób realizacji: Symulacja komputerowa kodera TCM, porównanie z klasycznymi modulacjami cyfrowymi. Pomiar odległości w przestrzeni sygnałów.

L5: Podstawy rozpoznawania sygnału mowy

Cel: Prezentacja metod rozpoznawania wyrazów - ekstrakcja wybranych cech mowy, ocena ich mocy dystynktywnej, dynamiczna normalizacja czasowa.
Sposób realizacji: Symulacja komputerowa ekstraktora parametrów sygnału mowy (energia, liczba przejść przez zero, częstotliwości formantów). Przeprowadzenie pomiarów dla wybranych wyrazów. Badanie algorytmu rozpoznawania wyrazów - określenie przyczyny błędów.

L6: Podstawy przetwarzania obrazów
Cel: Prezentacja liniowych i nieliniowych metod przetwarzania obrazów
Sposób realizacji: Przetwarzanie obrazów metodami liniowymi: splot dwuwymiarowy, 2-wymiarowe transformaty DFT i DCT. Przetwarzanie obrazów metodami nieliniowymi: operatory punktowe (powiększanie kontrastu za pomocą charakterystyki odcinkami liniowej, wyrównywanie histogramu), filtry medianowe, wykrywanie krawędzi (operator Robertsa i Sobela).

**Metody oceny:**

Wymagane zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych i osiągnięcie co najmniej 45% punktów z egzaminu pisemnego. Po spełnieniu tych warunków obliczana jest ocena końcowa jako suma ważona 70% oceny z egzaminu i 30% sredniej oceny z ćwiczeń laboratoryjnych.

**Egzamin:**

**Literatura:**

S.Haykin "Systemy telekomunikacyjne, cz.1„
L.W.Couch II "Digital and analog communication systems„
P.Bublewicz, P.Dymarski "Metody modulacji"
T.P.Zieliński „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – od teorii do zastosowań”
J.Szabatin "Podstawy teorii sygnałów„
J.Wojciechowski „Sygnały i systemy”
A.Dąbrowski „Przetwarzanie sygnałów przy użyciu procesorów sygnałowych”
S.W.Smith „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – praktyczny poradnik…”
R.Tadeusiewicz "Sygnał mowy„
N.S.Jayant, P.Noll "Digital coding of waveforms„
A.M.Kondoz „Digital Speech”
Scott E.Umbaugh „Computer vision and image processing”

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt forma zajęć: wykład:**

Znajomość twierdzenia o próbkowaniu sygnałów pasmowych i metod próbkowania tych sygnałów.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt forma zajęć: wykład, laboratorium :**

Zna właściwości filtrów cyfrowych o skończonej i nieskończonej odpowiedzi impulsowej.

Weryfikacja:

dyskusja na laboratorium, egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt forma zajęć: wykład, laboratorium:**

Porównanie modulacji analogowych (DSB, DSB-SC, SSB, PM, FM) i cyfrowych (PCM)

Weryfikacja:

praca na laboratorium, egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt formy: wykład, laboratorium:**

Znajomość właściwości kwantyzatorów skalarnych: równomiernych, nierównomiernych (w tym logarytmicznych), adaptacyjnych.

Weryfikacja:

wykład, dyskusja na laboratorium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07

**Efekt formy zajęć: wykład, laboratorium:**

Zastosowanie przetwarzania sygnałów w modulacjach cyfrowych typu OFDM i TCM

Weryfikacja:

egzamin, dyskusja na laboratorium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W09, K\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt formy zajęć: wykład:**

Wykorzystanie znajomości kryteriów oceny modulacji do porównania modulacji analogowych i cyfrowych.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U08, K\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U03

**Efekt formy zajęć: laboratorium:**

Pomiar parametrów sygnałów AM i FM.

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U09, T1A\_U13

**Efekt formy: laboratorium, wykład:**

Wybór parametrów dystynktywnych w zagadnieniu rozpoznawania mowy.

Weryfikacja:

dyskusja na laboratorium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U09

**Efekt forma zajęć: wykład:**

Obliczanie mocy szumu kwantyzacji i SNR dla kwantyzatorów skalarnych.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U06, K\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U09, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt formy zajęć: laboratorium, wykład:**

Dobór metody poprawiania jakości, filtracji i kompresji obrazu

Weryfikacja:

dyskusja na laboratorium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U16

**Efekt formy zajęć: wykład, laboratorium:**

Dobór parametrów modulacji cyfrowych TCM i OFDM

Weryfikacja:

dyskusja na laboratorium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt forma: laboratorium:**

Realizacja ćwiczeń laboratoryjnych

Weryfikacja:

omawianie wyników ćwiczenia, ocana raportu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K03, K\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K05