**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy transmisji cyfrowej

**Koordynator przedmiotu:**

Andrzej DĄBROWSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PTC

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Bilans nakładu pracy studenta:
- udział w wykładach: 15 x 2 h = 30 h,
- przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów do wykładu i dodatkowej literatury): 15 x1 h = 15 h,
- udział w konsultacjach : 3h,
- przygotowanie do egzaminu: 12 h,
Suma: 30+15 +3 +12 =60 h

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

3

**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:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Brak

**Limit liczby studentów:**

130

**Cel przedmiotu:**

- zapoznanie studentów z zasadami realizacji transmisji cyfrowej
- ukształtowanie wiedzy studentów odnośnie elementów funkcjonalnych systemu transmisji cyfrowej takich jak: media tansmisyjne, kodowanie źrodła sygnału, metody modulacji, kodowanie korekcyjne, synchronizacja oraz korekcja sygnałów cyfrowych

**Treści kształcenia:**

1. Kodowanie źródeł sygnału
System kodowania źródłowego sygnałów. Cel kodowania źródłowego. Rodzaje kompresji. Parametry algorytmów kompresji. Kodowanie bezstratne i stratne. Kodowanie sygnałów audio. Podstawowe informacje dot. sygnału mowy. Kwantyzacja.Techniki kodowania stratnego: PCM, DPCM.
Sygnał video - definicja i podstawowe paramtery. Kompresja MPEG: stopień kompresji, redundancja (a) kodu, (b) przestrzenna, (c) psychowizualna; Dwuwymiarowa transformata DCT, kwantyzacja, Zig-Zag, kodowanie RLE, kod Huffmana. Ocena jakości sygnału audio i video.
2. Media transmisyjne
Zasadnicze właściwości i fizyczne podstawy działania kanału. Linie kablowe. Transmisja sygnałów z bardzo dużymi prędkościami (falowód, światłowód). Źródła sygnałów dla światłowodów. Elementy fotoczułe w odbiornikach. Linia długa. Radiolinie i radiotelefonia. Czynniki zakłócające transmisję: szumy, zakłócenia zewnętrzne, wielotorowość, efekt Dopplera.
3. Sygnały cyfrowe naturalne i zmodulowane
Widma sygnałów. Transmisja w paśmie podstawowym (baseband). Impulsy elementarne, sygnały okresowe i cyfrowe sygnały o charakterze losowym. Widmowa gestość mocy. Metody kształtowania widma sygnałów w paśmie podstawowym: kodowanie transmisyjne, skrambling. Modulacje cyfrowe proste: ASK, FSK, PSK. Modulacje o stałej obwiednisygnału: O-QPSK, pi/4-QPSK. Widma sygnałów zmodulowanych. Efektywność widmowa, jakość transmisji cyfrowej. Generacja sygnałów zmodulowanych,modulator kwadraturowy. Modulacje mieszane - QAM. Systemy wieloczęstotliwościowe, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).
Celowe rozpraszanie widma, zwielokrotnianie
Definicja systemu z celowym rozpraszaniem widma (spread spectrum), ogólne schematy systemów spread spectrum, najważniejsze modulacje (Direct Sequence,Frequence Hopping, Time Hopping). Metody zwielokrotniania sygnałów cyfrowych (częstotliwościowe, czasowe i kodowe).
4. Odbiór sygnałów
Model kanału z szumem białym gaussowskim. Twierdzenie Shannona o przepustowości kanału i jego interpretacja. Odbiór optymalny symboli w obecności szumu białego: korelator i filtr dopasowany. Odbiorniki kodu unipolarnego, bipolarnego, sygnałów FSK, PSK. Odbiornik kwadraturowy dla sygnałów PSK oraz AM-PM. Odbiór sygnałów DPSK: koherentny i niekoherentny. Porównanie modulacji cyfrowych.
5.Filtracja i adaptacyjna korekcja sygnałów cyfrowych
Model kanału ze zniekształceniami interferencyjnymi (ISI- intersymbol interference), eliminacja ISI przez kształtowanie widma sygnału- kryteria Nyquista. Charakterystyki "podniesiony kosinus". Wpływ zniekształceń amplitudowych i fazowych na ISI. Korektor transwersalny i jego zastosowania do eliminacji ISI. Algorytmy automatycznej i adaptacyjnej pracy korektora.
6. Kody blokowe i splotowe
Cel kodowania nadmiarowego. Zysk kodowy. Możliwości detekcyjne i korekcyjne kodów. Dekodery twardo- i miękko-decyzyjne. Rodzaje kodów nadmiarowych. Ogólna zasada konstrukcji kodu blokowego. Kody cykliczne systematyczne i niesystematyczne. Kody BCH i Reeda-Solomona. Zasada pracy systemów ze sprzężeniem zwrotnym ARQ. Budowa kodera splotowego. Algorytm Viterbiego. Model kodera TCM. Metoda Ungerboecka "przyporządkowania przez podział zbioru". Pojęcie błędów seryjnych. Kodowanie kaskadowe i przeplot blokowy.
7. Synchronizacja
Cel stosowania i rodzaje synchronizacji. Model idealnej analogowej pętli fazowej. Analiza dynamiczna pętli. Dyskretna pętla fazowa DPLL. Metody odtwarzania fali nośnej. Odtwarzanie elementowej podstawy czasu. Metoda zdejmowania obwiedni.

**Metody oceny:**

Egzamin przeprowadzany w formie pisemnej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] A. Dąbrowski, P. Dymarski (red.) Podstawy transmisji cyfrowej, Oficyna Wydawnicza PW, 2009.
[2] S.Haykin "Systemy telekomunikacyjne", WKiŁ, 1998.
[3] A.Drozdek "Wprowadzenie do kompresji danych", WNT, 2007

**Witryna www przedmiotu:**

http://cygnus.tele.pw.edu.pl/potc/

**Uwagi:**

Brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Schemat blokowy łącza telekomunikacyjnego, funkcje poszczególnych bloków.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W10:**

Student posiada wiedzę na temat metod kodowania transmisyjnego oraz operacji skramblingu

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W11:**

Student potrafi zdefiniować i opisać podstawowe rodzaje modulacji cyfrowych.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W12:**

Student posiada podstawową wiedzę na temat właściwości modulacji wielotonowych i realizacji systemu OFDM.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2:**

Podstawowe cechy sygnału mowy.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W3:**

Idea i podstawowe parametry procesu próbkowania i kwantyzacji

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W4:**

Ogólna znajomość modulacji szerokopasmowych z celowym rozpraszaniem widma (ang: Spread Spectrum System) z modulacjami DS. (ang: Direct Sequence) i FH (ang: Frequency Hopping) oraz ich najważniejszych właściwości i zastosowań.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W5:**

Znajomość metod zwielokrotniania sygnałów ( częstotliwościowego, czasowego i kodowego)

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W6:**

Graniczne wartości w transmisji: Twierdzenie Nyquista i Shannona

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W7:**

Optymalne i suboptymalne odbiorniki sygnałów cyfrowych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W8:**

Znajomość modeli barw i zagadnień związanych z podpróbkowaniem kanału chrominancji

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W9:**

Znajomość algorytmu kompresji cyfrowego sygnału wideo - MPEG

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Omówienie bloków funkcjonalnych systemu Spread Spectrum

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

Analiza porównawcza metod zwielokrotniania

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U3:**

Student potrafi znaleźć zakodowany ciąg wyjściowy dla dowolnego kodera kodu cyklicznego i splotowego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U4:**

Porównanie wad i zalet systemów FEC i ARQ

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U5:**

Obliczenie maksymalnej szybkości modulacji i przepustowości kanału telekomunikacyjnego

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U6:**

Konwersja modelu barw RGB na YUV i odwrotnie

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U7:**

Wyznaczanie podstawowych parametrów opisujących skompresowany sygnał wideo tj. współczynnik kompresji, redundancja, entropia, MOS, PSNR

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**