



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Hierarchie systemów teletransmisyjnych:SDH,NG-SDH,OTH [S2EiT1-SSiU>HST]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Elektronika i telekomunikacja

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

Sieci, systemy i usługi

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Mieczysław Jessa  
mieczyslaw.jessa@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać uporządkowaną, podbudowaną matematycznie, szczegółową wiedzę z podstaw teorii telekomunikacji niezbędną do zrozumienia, analizy, oceny działania analogowych i cyfrowych systemów telekomunikacyjnych. Powinien również posiadać umiejętność pozyskiwania informacji z literatury, baz danych oraz innych źródeł w języku polskim lub angielskim

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy na temat hierarchii cyfrowych systemów teletransmisyjnych wykorzystywanych do przewodowego przesyłania informacji między węzłami współczesnej sieci telekomunikacyjnej, zaczynając od obecnie powszechnie stosowanej hierarchii SDH, razem z jej nowszą wersją NG-SDH, kończąc na wprowadzanej do sieci telekomunikacyjnej hierarchii OTH, znanej także pod nazwą OTN. Wytworzenie u studentów umiejętności oceny systemów teletransmisyjnych pod kątem ich przydatności w określonych warunkach eksploatacyjnych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Ma pogłębioną wiedzę w zakresie budowy i sposobu działania systemów telekomunikacyjnych

służących do świadczenia usług multimedialnych.

Umiejętności:

1. Potrafi analizować, zaprojektować, budować i eksploatować zaawansowane technicznie systemy telekomunikacyjne i różnego rodzaju sieci i urządzenia wchodzące w ich skład zapewniając osiągnięcie przez zaprojektowane systemy bądź sieci wymaganych parametrów technicznych.
2. Zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności, rozumie konieczność dalszego doskazywania się.

Kompetencje społeczne:

1. Ma poczucie odpowiedzialności za zaprojektowane systemy (elektroniczne i telekomunikacyjne) i zdaje sobie sprawę z zagrożeń dla ludzi i dla społeczeństwa w wypadku ich nieodpowiedniego zaprojektowania lub wykonania.
2. Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązywanych problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana na podstawie pisemnego i/lub ustnego zaliczenia, składającego się z 5 pytań otwartych, identycznie punktowanych. Próg zaliczeniowy wynosi 50%. Rozkład progów dla ocen od 2 do 5 jest równomierny. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania otwarte, przesyłane są studentom drogą mailową z wykorzystaniem uczelnianej poczty elektronicznej.

Wiedza i umiejętności nabyte w czasie realizacji zadań projektowych są weryfikowane na podstawie opracowanego projektu oraz prezentacji projektu przed grupą ćwiczeniową. Projekt i prezentacja są oceniane oddzielnie. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną obu ocen. Stosowana skala jest następująca: poniżej 3 - ocena 2,0, od 3 do 3,25 - ocena 3,0; od 3,26 do 3,75 - ocena 3,5; od 3,76 do 4,25 - ocena 4,0; od 4,26 do 4,75 - ocena 4,5; powyżej 4,75 - ocena 5,0.

### Treści programowe

W ramach wykładu studenci poznają podstawowe przyczyny, które doprowadziły do wycofania z użycia hierarchii PDH i opracowania nowej hierarchii cyfrowej, nazwanej synchroniczną hierarchią cyfrową SDH. Omawiana jest geneza SDH, model warstwowy SDH, model liniowy SDH, kontener, kontener wirtualny, jednostka składowa, grupa jednostek składowych, wskaźnik, jednostka administracyjna, synchroniczny moduł transportowy poziomu n, gdzie n może być równe 1, 4, 16, 64, 256, wskaźnik i adaptacja, metody odwzorowania sygnałów źródłowych w kontenery, pojęcie połączenia tandemowego, metody protekcji i sygnalizacja alarmowa w SDH, rodzaje i budowa krotnic SDH, zegary SDH, zasady synchronizacji częstotliwości zegarów SDH, topologie sieci SDH (liniowa, pierścieniowa, krata), metody protekcji oferowane przez struktury pierścieniowe i kratę, sposoby łączenia struktur pierścieniowych, zasady tworzenia hierarchicznej sieci wielopierścieniowej, metody projektowania sieci wielopierścieniowej, przykłady sieci wielopierścieniowych w różnych krajach, sposoby wprowadzania danych do sieci NG-SDH, mechanizm adaptacji przepływności LCAS, procedura GFP enkapsulacji danych pochodzących z sieci IP i transmitowanych za pomocą NG-SDH, zasady tworzenia kontenerów wirtualnych o dowolnej przepływności za pomocą kontenerów zdefiniowanych w SDH. Zagadnienia omawiane na wykładzie, związane z OTH (OTN), obejmują struktury zwielokrotnienia (OPU, ODU, OTU, OCh, OCC, OCG, OTM), pojęcie sekcji optycznej, opis procesu zwielokrotnienia w OTN, strukturę ramki OTN, korekcję błędów, model warstwowy OTN, porównanie zalet i wad NG-SDH oraz OTN, sposoby wprowadzania OTN do sieci telekomunikacyjnej bazującej na SDH i NG-SDH.

Zajęcia projektowe polegają na opracowaniu oraz implementacji w układzie FPGA lub SoC komponentów systemu SDH lub na zaprojektowaniu wielopierścieniowej sieci SDH z zadanymi przepływnościami międzywęzłowymi. Rodzaj komponentu oraz dane wyjściowe do projektu sieci mogą być wybrane przez studentów spośród proponowanych przez prowadzącego lub mogą być zaproponowane przez studentów, po uprzedniej akceptacji prowadzącego. Komponenty proponowane przez prowadzącego to: multiplexer SDH realizujący zwielokrotnienie synchroniczne z przeplotem bajtowym 4 stumieni STM-1 w jeden strumień STM-4, układ synchronizacji zegara krotnicy SDH z sygnałem synchronizującym o częstotliwości 2048kHz, układ do pomiaru BER dla RSOH, MSOH, VC-4 lub VC-12, układ do oceny mocy sygnału STM-1 na wejściu krotnicy SDH, detektor fazy dla pomiarów wandera, generator sinusoidalnego jittera o zadanych parametrach, komputerowy model procesu zwielokrotnienia bajtowego czterech AU-4 w AU-4-4, komputerowy model odwzorowania

asynchronicznego strumienia E1 w kontener C-12, komputerowy model detekcji błędów za pomocą kodu BIP-K, gdzie K może być równe 2, 8 lub 16, generator nagłówka i wyświetlacz ramki STM-1.

## Tematyka zajęć

Hierarchia PDH i jej ograniczenia. Struktura zwielokrotnienia wg. ITU-T.

Kontenery wirtualne, jednostki składowe, grupy jednostek składowych, jednostka administracyjna, synchroniczny moduł transportowy.

Wskaźniki i adaptacja.

Odwzorowanie sygnałów źródłowych w kontenery.

Architektura funkcjonalna sieci transportowej. Elementy architektury, podział na warstwy, koncepcja parcelacji sieci i połączeń.

Pojęcie połączenia tandemowego i metody nadzoru połączeń tandemowych.

Metody protekcji i sygnalizacja alarmowa w SDH.

Urządzenia SDH.

Topologie sieci SDH. Struktury liniowe, pierścieniowe, krata, metody protekcji oferowane przez struktury pierścieniowe i kratę.

Łączenie struktur pierścieniowych. Sieci wielopierścieniowe.

Synchronizacja sieci

Projektowanie sieci SDH.

NG-SDH,

Optyczna Hierarcha Transportowa OTH (OTN) – koncepcja, budowa i właściwości.

Migracja istniejących sieci SDH i NG-SDH do sieci OTN.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna.
2. Ćwiczenia: połączenie metody ćwiczeniowej i projektowej

## Literatura

Podstawowa

1. R. K. Jain „Principles of Synchronous Digital Hierarchy”, CRC Press, Boca Raton, 2013

2. Sławomir Kula „Systemy Teletransmisyjne”, WKŁ, Warszawa, 2004.

Uzupełniająca

1. A. Valdar „Understanding Telecommunications Networks”, IET, London, 2006.

2. B.G. Lee, M. Kang, J. Lee „Broadband Telecommunications Technology”, Artech House, 2nd. Edn. Boston, 1996.

3. M. Sexton, A. Reid ”Broadband Networking, ATM, SDH, and SONET”, Artech House, Boston, 1997.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	58	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	42	2,00