



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Czas i częstotliwość w ICT [S1MiKC1E>CiCwICT]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa/  
Microelectronics and Digital Communication

Rok/Semestr

2/4

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr inż. Łukasz Matuszewski

lukasz.matuszewski@put.poznan.pl

dr hab. inż. Jakub Nikonowicz prof. PP

jakub.nikonowicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu transmisji danych, sieci telekomunikacyjnych, komputerowych i radiowych. Powinien znać podstawowe pojęcia związane z sygnałami i systemami, w tym analizę sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, oraz mieć świadomość znaczenia synchronizacji w systemach teleinformatycznych. Wskazana jest umiejętność pozyskiwania informacji technicznych z dokumentacji i norm branżowych oraz podstawowa znajomość metod analizy statystycznej.

## Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy na temat podstawowych źródeł sygnałów czasu i częstotliwości (oscylatory kwarcowe, zegary atomowe) oraz metod ich dystrybucji w sieciach teleinformatycznych (NTP, PTP, SyncE, GNSS, systemy radiowe). Studenci nauczą się oceny parametrów czasowych, w tym błędu czasu, błędu przedziału czasu oraz dewiacji czasu. Przedmiot kształtuje umiejętność analizy jakości synchronizacji oraz rozumienia standardów i technologii stosowanych w nowoczesnych systemach telekomunikacyjnych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student wykorzystuje zaawansowaną wiedzę matematyczną do analizy parametrów czasowych, takich jak błąd czasu, błąd przedziału czasu i dewiacja czasu, co pozwala na ocenę jakości synchronizacji.

(K1\_W01)

Student zna teorię sygnałów oraz metody analizy układów liniowych, niezbędną do zrozumienia zasad działania źródeł sygnałów czasu i częstotliwości oraz ich propagacji w sieciach ICT. (K1\_W02)

Student posiada wiedzę na temat budowy i standardów sieci telekomunikacyjnych, stosowanych w dystrybucji sygnału synchronizacji za pomocą protokołów takich jak NTP, PTP i SyncE. (K1\_W13)

Umiejętności:

Student potrafi pozyskiwać i analizować informacje z literatury oraz innych źródeł w języku polskim i angielskim, integrując uzyskane informacje w celu opracowania zagadnień związanych z synchronizacją sieci oraz oceną jakości synchronizacji. (K1\_U01)

Student potrafi analizować parametry i właściwości sygnałów czasowych oraz częstotliwościowych, w tym ich propagację i wpływ na jakość synchronizacji w różnych warunkach transmisyjnych. (K1\_U08)

Student potrafi konfigurować i nadzorować sieci synchronizacji, dobierając odpowiednie technologie i metody transmisji dla systemów ICT w kontekście mobilności użytkowników i warunków propagacyjnych. (K1\_U09)

Kompetencje społeczne:

Student dostrzega zmiany wynikające z postępu technologicznego w dziedzinie synchronizacji sieci teleinformatycznych i rozumie konieczność poznawania nowych standardów, aby dostosować się do najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie. (K1\_K01)

Student posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do projektowania i wdrażania systemów synchronizacji czasowych w sieciach ICT. Zna ryzyko wynikające z niewłaściwego zaprojektowania tych systemów i zdaje sobie sprawę z potencjalnych zagrożeń dla stabilności i bezpieczeństwa sieci. (K1\_K02)

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

Weryfikacja efektów kształcenia odbywa się poprzez test wielokrotnego wyboru. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania, zostaną udostępnione studentom za pośrednictwem uczelnianej platformy nauczania zdalnego. Do uzyskania oceny 3.0 niezbędne jest zdobycie ponad połowy możliwych punktów, a pozostałe oceny przyznawane są zgodnie ze standardowym systemem progów co 10%.

Laboratorium:

Ocena efektów kształcenia realizowana jest poprzez:

1. Ocenianie ciągłe - każdorazowa weryfikacja wiedzy poprzez odpowiedzi ustne na pytania zadawane w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych - udział w ocenie końcowej 20%.
2. Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń, uwzględniające analizę poprawności uzyskiwanych rezultatów i identyfikację potencjalnych problemów - udział w ocenie końcowej 30%.
3. Ocena uzyskana ze sprawdzianu podsumowującego ćwiczenia, sprawdzającego zarówno wiedzę teoretyczną, jak i praktyczne umiejętności - udział w ocenie końcowej 50%.
4. Punkty dodatkowe za aktywność podczas zajęć laboratoryjnych, np. za inicjatywę w rozwiązywaniu problemów związanych z realizowanymi ćwiczeniami laboratoryjnymi.

Do uzyskania oceny 3.0 niezbędne jest zdobycie ponad połowy możliwych punktów. Pozostałe oceny przyznawane są zgodnie ze standardowym systemem progów co 10%.

## Treści programowe

Program wykładów i laboratoriów dostarcza wiedzy oraz umiejętności związanych z synchronizacją czasu i częstotliwości w systemach ICT, koncentrując się na nowoczesnych technologiach stosowanych w synchronizacji sieci Ethernet, 5G/6G sieci przemysłowych oraz obejmuje systemy globalnej dystrybucji czasu przez GNSS. Laboratoria zapewniają praktyczne doświadczenie w pomiarze i implementacji synchronizacji, umożliwiając studentom pełne zrozumienie wyzwań związanych z tymi zagadnieniami.

## Tematyka zajęć

Tematy wykładów:

1. Wprowadzenie do synchronizacji czasu i częstotliwości (1 godz.)

Wprowadzenie do podstawowych zagadnień synchronizacji w systemach telekomunikacyjnych, z naciskiem na rolę synchronizacji w sieciach komunikacyjnych oraz jej znaczenie w przemysłowych systemach 5.0 i WSN. Krótkie omówienie technologii synchronizacji w kontekście nowoczesnych sieci.

2. Źródła sygnałów synchronizacji i dystrybucja czasu (2 godz.)

Omówienie różnych źródeł sygnałów synchronizacji: oscylatory kwarcowe, zegary atomowe, ich rola w dystrybucji sygnałów czasu w systemach telekomunikacyjnych. Wprowadzenie do systemów dystrybucji czasu, takich jak GNSS (GPS, Galileo, GLONASS).

3. Synchronizacja oparta na sieci Ethernet: SyncE, PTP, White Rabbit (3 godz.)

Szczegółowa analiza protokołów synchronizacji, takich jak SyncE i PTP, oraz technologii White Rabbit, stosowanej w sieciach ethernetowych dla systemów o wysokiej precyzji synchronizacji.

4. Synchronizacja w sieciach radiowych (3 godz.)

Omówienie wyzwań i wymagań związanych z synchronizacją w sieciach 5G/6G, z naciskiem na nowe mechanizmy synchronizacji, takie jak Synchronized Time Division Duplex (TDD) oraz synchronizacja oparta na protokole PTP.

5. Model sygnału synchronizacji i parametry sygnału synchronizacji (3 godz.)

Szczegółowe rozważania na temat parametrów sygnału synchronizacji, takich jak błąd czasu i inne wskaźniki jakości synchronizacji w różnych systemach telekomunikacyjnych.

6. Znaczenie synchronizacji w WSN, sieciach komunikacyjnych i przemyśle 5.0 (2 godz.)

Analiza roli synchronizacji w sieciach WSN, w kontekście przemysłowych systemów 5.0 oraz ogólnych wyzwań związanych z implementacją synchronizacji w tych dziedzinach.

7. Podsumowanie (1 godz.)

Podsumowanie wykładów, pytania i odpowiedzi, ocena przyswojonej wiedzy.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

Lab. 1: Pomiar jakości synchronizacji urządzeń (5 godz.)

Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest praktyczne sprawdzenie jakości synchronizacji w urządzeniach wykorzystujących oscylatory kwarcowe. Studenci będą oceniać jakość synchronizacji, korzystając z narzędzi pomiarowych i porównując wyniki z normami.

Lab. 2: Implementacja synchronizacji opartej na sieci Ethernet (5 godz.)

Studenci będą pracować z systemem synchronizacji przez protokół NTP i PTP. Celem jest zrozumienie mechanizmów synchronizacji w sieciach pakietowych oraz ich praktyczne zastosowanie w środowisku laboratoryjnym.

Lab. 3: Analiza jakości synchronizacji w systemach opartych na GNSS (5 godz.)

W tym projekcie studenci zapoznają się z dystrybucją czasu opartą na GNSS, realizując symulację synchronizacji czasu oraz oceniając jakość synchronizacji w systemach opartych na GPS, Galileo i GLONASS.

## Metody dydaktyczne

Wykłady:

1. Prezentacja multimedialna: wykładowca przedstawia materiał za pomocą slajdów, uzupełnionych o zdjęcia, filmy i inne elementy wizualne, rzeczywistych urządzeń/pomiarów systemów synchronizacji.

2. Wykład interaktywny: wykładowca angażuje studentów w dyskusję, zadaje pytania i zachęca do dzielenia się własnymi przemyśleniami, wspomagając lepsze zrozumienie materiału i rozwijanie umiejętności krytycznego myślenia.

3. Studium przypadku: wykładowca omawia konkretny przykład, analizując problem i proponując rozwiązania. To pozwala na zastosowanie wiedzy teoretycznej w praktyce.

Laboratorium:

1. Symulacje: Studenci pracują z programami komputerowymi, które imitują rzeczywiste sytuacje.

2. Ćwiczenia praktyczne: studenci wykonują zadania pod okiem prowadzącego, ucząc się praktycznego

wykorzystania wiedzy.

3. Praca w grupach: studenci współpracują nad rozwiązaniem problemu, dzieląc się wiedzą i rozwijając umiejętności komunikacji i pracy zespołowej.

## Literatura

Podstawowa:

[1] ETSI, "Synchronization in telecommunication networks," ETSI TS 102 031, 2018.

[2] IEEE, "IEEE Standard for Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems," IEEE Std 1588-2008, 2008.

[3] ITU-T, "Timing and synchronization in packet networks," ITU-T Rec. G.8272, 2016.

Uzupełniająca:

[4] S. Galli and L. Musumeci, "Synchronization of Digital Telecommunication Networks," Academic Press, 2003.

[5] L. Shu and M. Youssef, "Time Synchronization in Wireless Sensor Networks," Springer, 2012.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	30	1,00