



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Projektowanie obwodów drukowanych [S1MiKC2>POD]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mikroelektronika i komunikacja cyfrowa

Rok/Semestr

4/7

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

mgr inż. Paweł Kubczak

pawel.kubczak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki i fizyki oraz podstaw teorii obwodów i układów elektronicznych. Powinien również posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie z procesem projektowania płytek obwodów drukowanych. Przedstawienie norm standaryzujących proces projektowania i wykonania płytek. Prezentacja zasad projektowania w celu redukcji zakłóceń różnego typu.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Posiada podstawową wiedzę w zakresie budowy, opisu, projektowania i wykonania płytek obwodów drukowanych.
2. Ma wiedzę dotyczącą standaryzacji procesu projektowania i wykonania urządzeń elektronicznych.
3. Zna wewnętrzne i zewnętrzne przyczyny powstawania zakłóceń w obwodach drukowanych oraz podstawowe metody ich redukcji.

## Umiejętności:

1. Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski i uzasadniać opinie.
2. Potrafi korzystać z katalogów dokonywać doboru właściwych elementów i układów elektronicznych. Potrafi dokonać identyfikacji problemu i sformułować specyfikację projektową prostego układu elektronicznego.
3. Posiada umiejętność analizy i projektowania płytek obwodów drukowanych z uwzględnieniem zadanych kryteriów, używając właściwych metod i narzędzi inżynierskich.

## Kompetencje społeczne:

1. Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do rozwiązanych problemów technicznych i podejmowania odpowiedzialności za proponowane przez siebie rozwiązania techniczne.
2. Posiada umiejętność pracy w grupie oraz potrafi realizować projekty zespołowe.
3. Potrafi formułować opinie na temat podstawowych wyzwań, przed którymi stoi współczesna technologia wykonania urządzeń elektronicznych.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

### Wykład:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez kolokwium pisemne. Do uzyskania oceny 3.0 niezbędne jest zdobycie ponad połowy możliwych punktów. Skala ocen: <0% -50%) - 2.0 (ndst); <50% - 60%) - 3.0(dst); <60% -70%) - 3.5(dst+); <70% -80%) - 4.0(db); <80% -90%) - 4.5(db+); <90% -100%> - 5.0(bdb).

### Laboratorium:

Ocena efektów kształcenia realizowana jest przez opracowanie raportów oraz ocenę przygotowania, zachowania i zaangażowania w czasie zajęć. Ocenianie jest realizowane w sposób ciągły poprzez każdorazową weryfikację wiedzy przez odpowiedzi ustne na pytania zadawane w trakcie wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.

## Treści programowe

Program wykładów i laboratoriów dostarcza wiedzy oraz umiejętności związanych z projektowaniem układów drukowanych, koncentrując się na różnych technologiach stosowanych w produkcji tychże układów. Laboratoria zapewniają praktyczne doświadczenie w projektowaniu, umożliwiając studentom pełne zrozumienie wyzwań związanych z zagadnieniem.

## Tematyka zajęć

### Wykład

Etapy wykonania płytki obwodów drukowanych, schemat blokowy, i zasady jego rysowania, schemat ideowy, symbole graficzne stosowane w schematach, norma międzynarodowa IEC 60617, Polska Norma PN - EN 60617/2003, norma ANSI Y32/IEEE 315, zasady prawidłowego rozmieszczenia elementów, standaryzacja oznaczeń obudów elementów elektronicznych - norma IEC 60191-4, rodzaj obudowy, typ wyprowadzenia, komputerowe metody projektowania druku, raster podstawowy, miara metryczna i calowa, technologie wykonania płytki obwodów drukowanych, technologie wykonania lutowania, testowania poprawności wykonania płytki obwodów drukowanych.

Standaryzacja procesu projektowania i produkcji płytek drukowanych: technologia SMT, technologia THT, poziomy gęstości upakowania elementów, co to jest "footprint"?, definicja padów do montażu powierzchniowego - warstwy i ich przeznaczenie, definicja padów do montażu przewlekane - warstwy i ich przeznaczenie, zasady doboru średnicy wierconych otworów, przelotki i "antypady", zasady doboru wymiarów padów zmniejszających transport ciepła, standaryzacja oznaczeń padów i przelotek wartości domyślne i modyfikatory.

Zasady obliczania wymiarów padów dla montażu powierzchniowego z uwzględnieniem tolerancji elementów i zapasów produkcyjnych, zasady zaokrąglania wymiarów padu i współrzędnych jego położenia, tworzenie siatki padów dla danej obudowy, konwersja oznaczeń siatek padów, standardowe obudowy układów SMD, kontrola jakości lutowania, Obudowy BGA, LGA, CGA i PCGA.

Hierarchia "specyfikacji projektowych" IPC, standaryzacja prowadzenia ścieżek, rozmieszczenia elementów, określenie impedancji i pojemności ścieżek, rozmieszczania elementów, określenie

impedancji i pojemności ścieżek, płytki wielowarstwowe, warstwy odniesienia, modele podstawowe: "microstrip", "embdeded microstrip", "symetric stripline" i "dual (asymetric) stripline", szybkość propagacji sygnału w dielektryku, czas propagacji sygnału w ścieżce, kontrola impedancji ścieżek, eliminacja odbić sygnałów, zasada 1/3 czasu narastania, projektowanie płytek ze ścieżkami o znanej impedancji, zalecane szerokości ścieżek, minimalny odstęp między ścieżkami dla poszczególnych klas urządzeń.

Projektowanie płytek obwodów drukowanych w celu redukcji EMI, kompatybilność elektromagnetyczna, kanały emisji zakłóceń elektromagnetycznych, prosty model EMI- sposoby usuwania zakłóceń, schematy zastępcze i charakterystyki częstotliwościowe ścieżek i podstawowych elementów elektronicznych dla niskich i wysokich częstotliwości, źródła zakłóceń w układach cyfrowych, ścieżka powrotna sygnału dla niskich i wysokich częstotliwości, płytki jednowarstwowe: rozmieszczenie elementów, prowadzenie ścieżek masy i zasilania, zasady projektowania płytek dwuwarstwowych, efekt emisji zakłóceń ze ścieżki, I i II równanie Maxwella w postaci różniczkowej, prowadzenie ścieżek w celu zniesienia (ograniczenia) strumienia indukcji magnetycznej, ścieżka sygnału i ścieżka powrotna, reguła prawej dłoni, ścieżka powrotna w płytkach wielowarstwowych, obwody RLC rezonans szeregowy i równoległy, schemat zastępczy kondensatora dla wysokich częstotliwości, rodzaje kondensatorów i ich parametry, charakterystyki częstotliwościowe kondensatorów SMD, kondensatory odsprzęgające, równoległe łączenie kondensatorów odsprzęgających- obszar rezonansu szeregowego i równoległego, kondensatory podtrzymujące zasilanie, zasady doboru kondensatorów odsprzęgających i podtrzymujących zasilanie, odbicia sygnałów spowodowane brakiem dopasowania impedancyjnego, współczynnik odbicia, wielokrotne odbicie sygnału, projektowanie ścieżek z zastosowaniem termistorów dopasowujących, terminator szeregowy (terminator źródła), terminator równoległy, terminator RC, terminator Thevenina, przesłuch sygnałów ("crosstalk"), sposoby eliminacji przesłuchów sygnałów, rozkład gęstości prądu w dielektryku, eliminacja przesłuchów: zasada 3-w, prowadzenie ścieżek ekranujących.

Laboratorium

Etapy wykonania płytki obwodów drukowanych, schemat blokowy, i zasady jego rysowania, schemat ideowy, symbole graficzne stosowane w schematach, norma międzynarodowa IEC 60617, Polska Norma PN - EN 60617/2003, norma ANSI Y32/IEEE 315, zasady prawidłowego rozmieszczenia elementów, standaryzacja oznaczeń obudów elementów elektronicznych - norma IEC 60191-4, rodzaj obudowy, typ wyprowadzenia, komputerowe metody projektowania druku, raster podstawowy, miara metryczna i calowa.

Standaryzacja procesu projektowania i produkcji płytek drukowanych: technologia SMT, technologia THT, poziomy gęstości upakowania elementów, co to jest "footprint"?, definicja padów do montażu powierzchniowego - warstwy i ich przeznaczenie, definicja padów do montażu przewlekane - warstwy i ich przeznaczenie, zasady doboru średnicy wierconych otworów, przelotki i "antypady", zasady doboru wymiarów padów zmniejszających transport ciepła, standaryzacja oznaczeń padów i przelotek, wartości domyślne i modyfikatory. Kontrola impedancji ścieżek, eliminacja odbić sygnałów zasada 1/3 czasu narastania, projektowanie płytek ze ścieżkami o znanej impedancji, zalecane szerokości ścieżek, minimalny odstęp między ścieżkami dla poszczególnych klas urządzeń. Projektowanie płytek obwodów drukowanych w celu redukcji EMI, kompatybilność elektromagnetyczna, kanały emisji zakłóceń elektromagnetycznych, prosty model EMI - sposoby usuwania zakłóceń, schematy zastępcze i charakterystyki częstotliwościowe ścieżek i podstawowych elementów elektronicznych dla niskich i wysokich częstotliwości, źródła zakłóceń w układach cyfrowych, ścieżka powrotna sygnału dla niskich i wysokich częstotliwości, płytki jednowarstwowe: rozmieszczenie elementów, prowadzenie ścieżek masy i zasilania, zasady projektowania płytek dwuwarstwowych, ścieżka powrotna w płytkach wielowarstwowych, zasady doboru kondensatorów odsprzęgających i podtrzymujących zasilanie, odbicia spowodowane brakiem dopasowania impedancyjnego, współczynnik odbicia, projektowanie ścieżek z zastosowaniem terminatorów dopasowujących, terminator szeregowy (terminator źródła), terminator równoległy, terminator RC, Terminator Thevenina, przesłuch sygnałów ("crosstalk"), sposób eliminacji przesłuchów sygnałów, prowadzenie ścieżek ekranujących.

## Metody dydaktyczne

Wykłady

1. Prezentacja multimedialna: wykładowca przedstawia materiały za pomocą slajdów, uzupełnionych o zdjęcia, filmy i inne elementy wizualne, rzeczywistych urządzeń/układów.
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] Horowitz P., Hill W., Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2, WKiŁ, Warszawa 2009.
- [2] Kisiel R., Podstawy technologii dla elektroników, Poradnik praktyczny, Wydawnictwo BTC, 2005.
- [3] Pease R. A., Projektowanie układów analogowych: poradnik praktyczny, Wydawnictwo BTC, 2005.
- [4] Kisiel R., Podstawy technologii montażu dla elektroników, Wydawnictwo BTC, 2012.

Uzupełniająca:

- [5] Rymarski Z., Materiałoznastwo i konstrukcja urządzeń elektronicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [6] Thierauf S. C., High-speed circuit board signal integrity, Artech House, 2017.
- [7] Montrose M. I., EMC and the printed circuit board: design, theory, and layout made simple, John Wiley & Sons, 2004.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	85	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50