

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-AiR-310a
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-AiR-309a
Nazwa przedmiotu	Projektowanie obwodów PCB	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	PCB circuit design	
Obowiązuje od roku akademickiego	2025/2026	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	AUTOMATYKA I ROBOTYKA
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	Wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Automatyki i Robotyki
Koordynator przedmiotu	dr inż. Gabriel Bracha
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów		Przedmiot kierunkowy
Status przedmiotu		Wybieralny
Język prowadzenia zajęć		Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	3
	studia niestacjonarne	3
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)		Nie
Liczba punktów ECTS		2

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		15		
	studia niestacjonarne:	9		9		



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę z zakresu właściwości i cech materiałów stosowanych w budowie obwodów drukowanych, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów dielektrycznych, przewodników oraz materiałów stosowanych w warstwach ochronnych. Potrafi dobrać odpowiednie materiały w zależności od wymagań projektu i specyfikacji urządzenia elektronicznego. Posługuje się oprogramowaniem CAD do projektowania obwodów PCB na poziomie zaawansowanym, potrafi stworzyć pełną dokumentację projektową, w tym schematy, layouty oraz pliki do produkcji obwodów. Zna zaawansowane funkcje narzędzi CAD, takie jak analiza elektryczna, automatyczne generowanie ścieżek oraz generowanie raportów technologicznych.	AiR1_W05
	W02	Ma wiedzę w zakresie projektowania obwodów drukowanych (PCB), w tym projektowanie wielowarstwowych układów PCB, dobór odpowiednich ścieżek, padów oraz komponentów, zapewniających optymalną pracę systemu. Potrafi projektować układy o wysokiej gęstości komponentów, z uwzględnieniem zasad zarządzania ciepłem, EMI oraz impedancją. Rozumie zasady analizy i optymalizacji sygnałów w kontekście projektowania obwodów PCB, potrafi przeprowadzić analizę rozkładów sygnałów i wykonać symulację w celu zapewnienia poprawnej transmisji sygnałów elektronicznych w projektowanych obwodach.	AiR1_W06
	W03	Rozumie i stosuje zasady związane z procesem produkcji obwodów PCB, w tym dobór technologii wytwarzania (np. montaż powierzchniowy, wiercenie, cięcie) oraz kontrolę jakości obwodów. Potrafi przeprowadzić testowanie obwodów PCB pod kątem ich funkcjonalności, niezawodności oraz zgodności z wymaganiami projektowymi. Wykorzystuje odpowiednie narzędzia do testowania, w tym oscyloskopy, multimetry oraz analizatory logiczne, w celu potwierdzenia poprawności zaprojektowanych układów.	AiR1_W11



Umiejętności	U01	Posiada wiedzę z zakresu właściwości i cech materiałów stosowanych w budowie obwodów drukowanych, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów dielektrycznych, przewodników oraz materiałów stosowanych w warstwach ochronnych. Potrafi dobrać odpowiednie materiały w zależności od wymagań projektu i specyfikacji urządzenia elektronicznego. Posługuje się oprogramowaniem CAD do projektowania obwodów PCB na poziomie zaawansowanym, potrafi stworzyć pełną dokumentację projektową, w tym schematy, layouty oraz pliki do produkcji obwodów. Zna zaawansowane funkcje narzędzi CAD, takie jak analiza elektryczna, automatyczne generowanie ścieżek oraz generowanie raportów technologicznych.	AiR1_U13
	U02	Zna techniki projektowania obwodów drukowanych (PCB), w tym projektowanie wielowarstwowych układów PCB, dobór odpowiednich ścieżek, padów oraz komponentów, zapewniających optymalną pracę systemu. Potrafi projektować układy o wysokiej gęstości komponentów, z uwzględnieniem zasad zarządzania ciepłem, EMI oraz impedancją. Rozumie zasady analizy i optymalizacji sygnałów w kontekście projektowania obwodów PCB, potrafi przeprowadzić analizę rozkładów sygnałów i wykonać symulację w celu zapewnienia poprawnej transmisji sygnałów elektronicznych w projektowanych obwodach.	AiR1_U15
	U03	Rozumie i stosuje zasady związane z procesem produkcji obwodów PCB, w tym dobór technologii wytwarzania (np. montaż powierzchniowy, wiercenie, cięcie) oraz kontrolę jakości obwodów. Potrafi przeprowadzić testowanie obwodów PCB pod kątem ich funkcjonalności, niezawodności oraz zgodności z wymaganiami projektowymi. Wykorzystuje odpowiednie narzędzia do testowania, w tym oscyloskopy, multimetry oraz analizatory logiczne, w celu potwierdzenia poprawności zaprojektowanych układów	AiR1_U15
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość i ocenia zdobyte umiejętności w kontekście wyzwań związanych z projektowaniem obwodów drukowanych, dostrzegając potrzebę dalszego rozwoju i poszukiwania nowych źródeł informacji, zarówno z literatury fachowej, jak i od ekspertów w dziedzinie elektroniki, automatyki i robotyki. Potrafi krytycznie podchodzić do dostępnych narzędzi i metod projektowania, rozumiejąc, że postęp technologiczny w tej dziedzinie wymaga stałego śledzenia nowinek i doskonalenia swoich kompetencji.	AiR1_K01



	K02	Krytycznie ocenia swoją dotychczasową wiedzę, rozumiejąc, że dalszy rozwój umiejętności jest kluczowy dla efektywnego projektowania nowoczesnych układów elektronicznych. Student dostrzega znaczenie ciągłego kształcenia i doskonalenia swoich kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, zarówno poprzez studia II i III stopnia, jak i kursy podyplomowe czy samodzielne nauki.	AiR1_K03
--	-----	--	----------

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Treści programowe obejmują projektowanie obwodów drukowanych (PCB), od podstawowych pojęć po zaawansowane technologie. Omówiona zostanie rola PCB w elektronice, klasyfikacja płytek (jednostronne, dwustronne, wielowarstwowe) oraz materiały wykorzystywane do produkcji, takie jak FR4 i metal-core, z uwzględnieniem ich właściwości mechanicznych, elektrycznych i cieplnych. Proces projektowania PCB będzie przedstawiony krok po kroku, począwszy od tworzenia schematów elektrycznych, przez trasowanie ścieżek, po dobór warstw i optymalizację ułożenia komponentów. Zajęcia obejmą zasady trasowania (ręczne i automatyczne), planowanie liczby warstw, zarządzanie sygnałami wysokiej częstotliwości, techniki redukcji zakłóceń (EMI), pętli masy oraz analizę termiczną. Studenci zapoznają się z narzędziami CAD, metodami weryfikacji projektów, w tym testowaniem schematów, analizą rozmieszczenia komponentów oraz przygotowaniem plików produkcyjnych (Gerber, BOM, Pick and Place). Omówiony zostanie proces prototypowania, w tym montaż, testowanie funkcjonalne i usuwanie problemów, a także weryfikacja prototypów przed produkcją seryjną, analiza kosztów i optymalizacja procesów produkcyjnych. Na zakończenie przedstawione będą nowoczesne technologie, takie jak elastyczne PCB i HDI, oraz materiały o wysokiej przewodności cieplnej, które wpływają na rozwój współczesnych układów elektronicznych.
laboratorium	Na laboratorium z projektowania płytek PCB studenci będą korzystać z oprogramowania CAD, ucząc się tworzenia schematów elektrycznych, dodawania i łączenia komponentów oraz weryfikacji poprawności schematów za pomocą narzędzi takich jak ERC. Następnie będą projektować układy PCB, obejmujące rozmieszczanie komponentów na płytce oraz trasowanie ścieżek, z wykorzystaniem narzędzia DRC do sprawdzania poprawności projektu. Uczestnicy przygotowują pliki produkcyjne, w tym pliki Gerber oraz listy materiałowe (BOM), które zostaną zweryfikowane pod kątem poprawności i zgodności z wymaganiami produkcyjnymi. Po zakończeniu procesu projektowania i weryfikacji, studenci przeanalizują prototypy PCB, identyfikując potencjalne problemy i sposoby ich rozwiązania. Na zakończenie laboratorium dokonają optymalizacji projektu w celu zwiększenia wydajności układu, zmniejszenia kosztów produkcji oraz poprawy jego niezawodności, przygotowując tym samym projekt do produkcji seryjnej.



**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X	X	X	
W02			X	X	X	
W03			X	X	X	
U01				X	X	
U02				X	X	
U03				X	X	
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie końcowego kolokwium. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie projektu lub sprawozdań z zajęć.

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednos tka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	h
		15		15			9		9			
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			2		2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	34					22					h





4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,36	0,88	ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	16	28	h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,64	1,12	ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25	25	h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1	1	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50	50	h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2		ECTS

LITERATURA

- 1 Bogatin, E.: (2010). Signal and Power Integrity - Simplified. Prentice Hall.
- 2 Hall, S. H., & Heck, H. L.: (2008). Advanced Signal Integrity for High-Speed Digital Designs. Wiley.
- 3 Horowitz, P., & Hill, W.: (2015). The Art of Electronics (3rd ed.). Cambridge University Press.
- 4 Kisiel, R.: (2014). Podstawy technologii montażu dla elektroników. BTC.
- 5 Montrose, M. I.: (2000). Printed Circuit Board Design Techniques for EMC Compliance—A Handbook for Designers. Wiley.
- 6 Williams, T.: (2004). The Circuit Designer's Companion. Elsevier.

