

Zespół Autorski:

dr inż. Jakub Jasiński

dr inż. Konrad Kielbasiński

**Przyrządy mikro- i nanoelektroniki we współczesnych systemach
elektroniki wbudowanej (PMiNS)
(Microelectronic and nanoelectronic devices in modern embedded systems)**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Słowa kluczowe: przyrządy półprzewodnikowe, systemy wbudowane, kondycjonowanie sygnałów, układy zasilania, przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe.

Cel przedmiotu: *(wpisać, kilka-kilkanaście zdań)*

Główną ideą realizowaną w ramach przedmiotu jest przekazanie wiedzy studentom o układowych aspektach wykorzystania przyrządów i elementów mikro- i nanoelektronicznych we współczesnych systemach elektroniki wbudowanej. Nacisk położony jest w głównej mierze na praktyczne problemy związane z projektowaniem analogowo-cyfrowych systemów wbudowanych w oparciu o takie elementy półprzewodnikowe jak: diody (p n, Schottky'ego, Zenera, Esakiego, transil, trisil), tranzystory (MOSFET, bipolarne, IGBT, HEMT, TFET), tyrystory, triaki, diaki, dynistory, termistory NTC oraz PTC, warystory, fotodiody, fotorezystory, fototranzystory, optotriaki, a także inne o bardziej złożonej budowie, np. mikromechaniczne (MEMS) czujniki: przyspieszenia, obrotu, pochyłu, ciśnienia, gazów itd., itp.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: *(ogólne informacje na temat prowadzenia zajęć, zasad zaliczenia itd. - o ile potrzebne)*

Suma punktów 100, w tym kolokwium 50 pkt. i projekt 50 pkt.. Warunkiem zaliczenia jest zdobycie łącznie, co najmniej 51 pkt.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

(6 godz.) Wstęp. Przypomnienie wiadomości z zakresu fizyki półprzewodników. Omówienie właściwości oraz charakterystyk (statycznych, małosygnalowych oraz czasowych) podstawowych przyrządów półprzewodnikowych takich jak: diody (p-n, Schottky'ego, Zenera, tunelowe), kondensatory MIS, tranzystory bibolarnie oraz MISFET, tranzystory heterozłączowe oraz IGBT.

(2 godz.) Systemy wbudowane – klasyfikacja. Omówienie pojęć: urządzenie elektroniki wbudowanej, systemy mieszane analogowo-cyfrowe, wbudowane przetwarzanie, techniki mikroprocesorowe, IoT, era post-PC.

(4 godz.) Układy zasilania urządzeń elektroniki wbudowanej. Ochrona przepięciowa – omówienie sposobu wykorzystania elementów półprzewodnikowych typu: transil, trisil, warystor, termistor NTC oraz PTC w zabezpieczających obwodach zasilania układów elektroniki wbudowanej – charakterystyki oraz aplikacje. Przybliżenie pojęć i aspektów związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną urządzeń elektroniki wbudowanej (deklaracja zgodności CE).

(4 godz.) Układy korekcji współczynnika mocy. Elementy półprzewodnikowe w układach korekcji współczynnika mocy (PF). Omówienie aktywnych oraz pasywnych półprzewodnikowych układów korekcji współczynnika mocy w zasilanych sieciowo urządzeniach elektroniki wbudowanej.

(2 godz.) Podstawowe funkcje toru kondycjonowania – przypomnienie. Ochrona przeciwzakłócenia; izolacja galwaniczna; wzmacnianie; tłumienie; filtracja; linearyzacja sprzętowa i programowa; kalibracja i autokalibracja; adaptacja, itp.

(4 godz.) Półprzewodnikowe układy/przyrządy pomiarowe – przegląd. Pomiary naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu w tym układy mostkowe, pomiary temperatury i wilgotności, pomiary natężenia oświetlenia w zakresie niezerowej czułości widmowej ludzkiego oka oraz w zakresach IR i UV, fotodiody, ogniwo PV, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury.

(4 godz.) Półprzewodnikowe obwody kluczujące. Omówienie podstawowych problemów związanych z projektowaniem i optymalizacją obwodów kluczujących opartych na tranzystorach bipolarnych, unipolarnych, IGBT oraz HEMT.

(4 godz.) Źródła i mechanizmy generacji szumów w przyrządach półprzewodnikowych. Szumy termiczne i śrutowe, niskoczęstotliwościowe $1/f$, szum RTS. Modele i schematy zastępcze źródeł szumów.

Laboratorium: (zakres laboratorium, tematy i opis ćwiczeń laboratoryjnych itp.)

Brak.

Projekt: (sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych)

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu wykorzystania przyrządów półprzewodnikowych różnego rodzaju w poszczególnych blokach ogólnie pojętych systemów elektroniki wbudowanej. Każdy dwuosobowy zespół otrzyma do opracowania jeden projekt. Tematyka projektu będzie ustalana z każdym zespołem - mile widziane będą własne propozycje studentów.

Egzamin: *nie*

Literatura: *(wpisać zestaw literatury do przedmiotu, to pole jest obowiązkowe)*

1. Walt Kester, Practical Design Techniques For Sensor Signal Conditioning, Analog Devices 1999. (Dostępne w Internecie).
2. Z. Nosal, J. Baranowski "Układy elektroniczne cz. I". WNT 1994.
3. Walter G. Jung, Op Amp Applications, Analog Devices 2002, (Dostępne w Internecie).
4. Ott H. W., Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, 2009 (Dostępne w Internecie – Biblioteka PW).
5. W. Marciniak, "Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone", WNT 1987.
6. Ott H. W., Metody redukcji zakłóceń i szumów w układach elektronicznych, WNT, 1979.
7. Walt Kester, „Practical design techniques for power and thermal management”, Analog Devices 1998, (Dostępne w Internecie).
8. Materiały seminaryjne, noty aplikacyjne i inne firm: Texas Instruments, Analog Devices, National Semiconductors, Linear Technology, itd., (Dostępne w Internecie).

Oprogramowanie: Oprogramowanie do symulacji obwodów elektrycznych (PSpice, LTspice), Oprogramowanie do projektowania obwodów drukowanych (Eagle, Altium Designer).

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	-	1	(45)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych: 45 godz., w tym*
 - *obecność na wykładach: 30 godz.,*
 - *obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.,*
2. *praca własna studenta: 30 godz., w tym*
 - *przygotowanie do kolokwii: 10 godz.,*
 - *wykonywanie zadań projektowych: 15 godz.,*
 - *przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria): 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 75 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.8 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.6 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	wykład	kolokwium	W02
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu systemów analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych	wykład	kolokwium	W03
Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu: - projektowanie systemów i mikrosystemów elektronicznych, -modelowanie i optymalizacja układów analogowych, cyfrowych i mieszanych.	wykład	kolokwium	W04
Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.	wykład	kolokwium	W05
Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich należących do zakresu systemów elektronicznych, w tym systemów wbudowanych, mikro i nanosystemów,	wykład	kolokwium	W06
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	projekt	zaliczenie projektu	U01
Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	projekt	zaliczenie projektu	U05

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe w jednym z trzech podanych poniżej zakresów oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.	projekt	zaliczenie projektu	U07
Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych należące do jednego z trzech następujących zakresów: - modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.	projekt	zaliczenie projektu	U08
Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne z zakresu - systemy mikroprocesorowe i wbudowane, - warstwy sprzętowej Internetu Rzeczy, - systemów analogowych, cyfrowych i mieszanych, - systemów pomiarowych.	projekt	zaliczenie projektu	U12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	projekt	zaliczenie projektu	K01