

Zespół Autorski:

dr inż. Jakub Jasiński

dr inż. Konrad Kielbasiński

dr inż. Sławomir Szostak

dr hab. Lidia Łukasiak

(wpisać zespół autorów tworzących sylabus)¹

**Tory analogowe systemów mikroprocesorowych (TASM)
(Signal chains of microprocessor 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: *150*

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

Słowa kluczowe: sygnał, czujnik, tor analogowy, system mikroprocesorowy, kondycjonowanie, wzmacnianie, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, akwizycja danych, szumy, zakłócenia.

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

Wykład przeznaczony jest dla konstruktorów systemów wbudowanych (embedded systems), czyli systemów elektronicznych, które, w ogólności, pobierają informacje z otaczającego świata w postaci sygnałów analogowych, przetwarzają je w dziedzinie cyfrowej oraz wytwarzają/dostarczają informacje wyjściowe. Celem wykładu jest zapoznanie studentów ze sposobami przetwarzania przez system elektroniki wbudowanej informacji ze „świata analogowego”. Sprowadza się to do przetwarzania sygnałów analogowych, poczynając od ich wczytania z czujników wielkości fizyko-chemicznych, a kończąc na przesłaniu ich cyfrowej reprezentacji do cyfrowego systemu przetwarzającego.

Treść kształcenia:

¹ W miejsce objaśnień w nawiasach wpisać potrzebne dane, a objaśnienia wraz z nawiasami usunąć. Pozostałe treści pozostawić bez zmian.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

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.

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

(2 godz.) Wstęp. Sygnały – analogowe i „cyfrowe” - podstawowe właściwości; potrzeba, metody i techniki przetwarzania; analogowe czy cyfrowe?; struktura typowego systemu wbudowanego; trójportowość elektroniki (zakłócenia i szумы); rodzaje mezurandów, czujników i wielkości (sygnałów) wyjściowych; pojęcie lokalności czujnika; wyzwania – układy precyzyjne, szybkie, zasilane pojedynczym, niskim napięciem i pobierające małą moc; przykłady.

(2 godz.) Podstawowe właściwości przetwarzania analogowo-cyfrowego. Wymagania; zniekształcenia, szумы i błędy; aliasing – czy zawsze należy ograniczać pasmo analogowo? filtr ochronny (problemy: opóźnienie, zniekształcenia amplitudowe i fazowe; rozwiązanie – nadpróbkowanie (decymacja), przetworniki ©-⊗).

(2 godz.) Szумы i zakłócenia. Źródła szumów, zniekształceń i zakłóceń - niedostateczna filtracja zasilania, niedostateczne odsprężnienie zasilania analogowego i cyfrowego, szumiące elementy toru standaryzacji, szумы kwantyzacji, zegar próbkowania, sprzężenie wyjściowe, itd.; budżet szumowy toru - maksymalizacja stosunku sygnał/szum (optymalizacja szumowa toru kondycjonowania).

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

(4 godz.) Kondycjonowanie sygnałów - wzmacniacze. Podstawowe właściwości precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych; błędy statyczne i dynamiczne wzmacniaczy; podstawowe układy pracy wzmacniaczy operacyjnych; szумы; układy z pojedynczym zasilaniem – problemy i rozwiązania; wzmacniacze różnicowe i instrumentalne; regulacja wzmocnienia; wzmacniacze z przetwarzaniem; wzmacniacze izolujące; wybór właściwego wzmacniacza do danego zastosowania.

(2 godz.) Akwizycja danych – przetworniki A/D. Rodzaje przetworników A/D; podstawowe właściwości przetworników A/D; możliwości poprawy rozdzielczości; sterowanie; próbkowanie; ADC z aproksymacją sukcesywną (SAR); systemy akwizycji danych na chipie – mikrokontrolery z kompletnymi torami kondycjonowania i akwizycji; przetwarzanie wspomagane cyfrowo – zamiana niedoskonałości w szum; przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta – zalety i ograniczenia; niskoczęstotliwościowe przetworniki pomiarowe A/D typu Sigma-Delta o wysokiej rozdzielczości; nowoczesne, szybkie przetworniki Sigma-Delta; wybór właściwego przetwornika do danego zastosowania.

(4 godz.) Wybrane zagadnienia konstrukcji torów kondycjonowania i akwizycji. Napięcia odniesienia i zasilacze niskoszumne; multipleksery – przesłuchy (stany przejściowe – wstrzykiwanie ładunku, szpilki napięciowe, przesłuch pojemnościowy); pasożytnicze stałe czasowe; sterowanie przetworników; wielokanałowość – próbkowanie synchroniczne;

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

zasilanie czujników; zegar próbkowania – wymagania; jitter, problemy i sposoby zmniejszania; właściwości elementów biernych (rezystory – dobór, tolerancja, pasożyty, wpływ temperatury, napięcia i czasu, termosem, szумы; kondensatory – absorpcja dielektryczna, straty, pasożyty, tolerancja, wpływ temperatury i czasu); regulacja wzmocnienia – potencjometry cyfrowe; zasilanie bateryjne – sposoby oszczędzania i pozyskiwania energii (przykład – monitorowanie ciśnienia w oponach).

(6 godz.) Przykładowe rozwiązania układów kondycjonowania. Układy mostkowe – konfiguracje mostków, linearyzacja i wzmacnianie sygnałów z mostków, zasilanie mostków; układy pomiaru naprężenia, siły, ciśnienia i przepływu; czujniki wysokoimpedancyjne - przedwzmacniacze fotodiod, kompensacja szybkich przetworników I/U fotodiod, wysokoimpedancyjne czujniki ładunkowe, pomiary elektrochemiczne; pomiary temperatury - termopary i kompensacja zimnego końca, rezystancyjne czujniki temperatury (RTD), termistory, krzemowe czujniki temperatury.

(6 godz.) Techniki projektowania sprzętu. Błędy rezystancji i termosemów w systemach o dużej dokładności; integralność sygnałów – linie długie – terminowanie; efekt naskórkowości i odległości; promieniowanie; uziemianie w systemach z mieszanymi sygnałami – szумы „masy” i podział mas; redukcja szumów zasilania i filtracja; zapobieganie prostowaniu RFI; „żelazne” reguły projektowania.

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

Brak.

Projekt: *(sposób prowadzenia, opis zajęć projektowych)*

Celem projektu jest praktyczne wykorzystanie materiału wykładowego przy opracowywaniu zadanego problemu z zakresu kondycjonowania sygnałów i/lub akwizycji danych. 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. Walt Kester, Mixed-Signal And DSP Design Techniques, Analog Devices 2000, (Dostępne w Internecie).
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. Walt Kester, ANALOG-DIGITAL CONVERSION, Analog Devices, March 2004, (Dostępne w Internecie).
6. Walt Jung, Op Amp Applications Handbook, Analog Devices 2005, (Dostępne w Internecie).
7. Materiały seminaryjne, noty aplikacyjne i inne firm: Texas Instruments, Analog Devices, National Semiconductors, Linear Technology, itd., (Dostępne w Internecie).

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

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 kolokwium: 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	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
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	wykład	kolokwium	W03

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

analogowych i cyfrowych, w tym mikroprocesorowych, wbudowanych, Internetu Rzeczy i systemów pomiarowych			
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
UMIEJĘTNOŚCI			
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
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:	projekt	zaliczenie projektu	U08

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

- modelowanie, analiza i projektowanie obiektów technicznych w tym: układów analogowych, impulsowych, systemów mieszanych wykorzystujących nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki układowej oraz zintegrowanej.			
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. Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	projekt	zaliczenie projektu	K01