**Nazwa przedmiotu:**

Procesory sygnałowe

**Koordynator przedmiotu:**

Henryk A. KOWALSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

PS

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta wygląda następująco:
- udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
- udział w zajęciach laboratoryjnych: 4 x 3 3/4 godz. = 15 godz.,
- udział w zajęciach projektowych: 4 x 3 3/4 godz. = 15 godz.,

- przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania zadań sformułowanych na wykładzie): 20 godz.
- przygotowanie do kolokwium i egzaminu oraz obecność na egzaminie: 20 godz.
- (udział w konsultacjach przedegzaminacyjnych 1 godz.)
- przygotowanie do kolejnych zajęć laboratoryjnych (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury ze strony internetowej przedmiotu): 30 godz.
- realizacja zadania projektowego: 30 godz. (obejmuje także zainstalowanie oprogramowania i opanowanie umiejętności wykorzystania go do realizacji projektu oraz przygotowanie sprawozdania),
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 3 x 1 godz. = 3 godz. (zakładamy, że student korzysta z z „regularnych” konsultacji 3 razy w semestrze),

Łączny nakład pracy studenta wynosi :
 20 + 30 +20 + 15 +30 + 15 + 30 = 160 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich
wynosi 30 + 15 + 15 + +1 + 3 = 64 godz., co odpowiada ok. 2 1/2 punktom ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym
wynosi 15 + 30 +15 + 30= 90 godz., co odpowiada 3 punktom ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagane przedmioty poprzedzające:
ARKO - Architektura Komputerów
lub SYKO - Systemy komputerowe

Zalecane przedmioty poprzedzające:
SM - Systemy Mikroprocesorowe
lub TM- Technika Mikroprocesorowa
lub TMIK – Podstawy Techniki Mikroprocesorowej

**Limit liczby studentów:**

32

**Cel przedmiotu:**

Praktyczne zapoznanie studentów z budową i zastosowaniem nowoczesnych procesorów sygnałowych.
Przegląd najważniejszych architektur procesorów sygnałowych oraz sposobów ich programowania.
Pozwala na zaznajomienie się z przeznaczonym dla tych procesorów narzędziami programowymi, językami asemblerowymi i wysokiego poziomu oraz systemami operacyjnymi czasu rzeczywistego.
Umożliwia praktyczne zweryfikowanie nabytej wiedzy podczas pracy w środowisku sprzętowo-programowym wiodących producentów.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:

Wprowadzenie (2h):
pojęcia podstawowe, modyfikowane architektury typu Harvard, różnice w stosunku do procesorów ogólnego przeznaczenia, typowe obszary zastosowań.

Budowa procesorów sygnałowych (2h):
reprezentacja danych arytmetycznych, organizacja szyn, organizacja pamięci, podstawowe bloki funkcjonalne, układy peryferyjne, jednostka wspomagająca uruchamianie.

Języki asemblerowe (2h):
specjalizowane tryby adresowania, ortogonalność, specjalizowane instrukcje, mnożenie, przesłania równoległe, pętle sprzętowe, formaty instrukcji.

Budowa procesora sygnałowego wybranej rodziny (2h):
organizacja rdzenia C28x, budowa rdzenia CLA, jednostka FP, układ generacji sygnału zegarowego, układ CSM, układ Watchdog, układ generacji sygnału RESET, wykonywanie Bootowania procesora,organizacja układu przerwań, układ PIE, moduł wejścia-wyjścia GPIO

Budowa modułów peryferyjnych procesora sygnałowego wybranej rodziny (4h):
organizacja modułów: CPU Timer, ePWM – podmoduł TB, CC, AQ, DB, PC, TZ, ET, DC), HRPWM, ADC, TEMP i COMP, eCAP oraz modułu SCI/UART

Programowanie procesora sygnałowego w języku wysokiego poziomu (2h):
specjalizowane struktury językowe, reprezentacja danych arytmetycznych, powiązania pomiędzy językiem C i asemblerem, rozkazy, procedury, skoki, przerwania, sekcje, pakiet programowy controlSUITE

Zintegrowane środowisko programowania CCS (2h)
Narzędzia programowe: translator, konsolidator, program ładujący, symulator, program uruchomieniowy, zintegrowane środowiska uruchomieniowe.

Narzędzia sprzętowe i debugowanie (2h):
sprzętowe zestawy uruchomieniowe, emulatory sprzętowe, wspomaganie debugowania w środowisku CCS.

Procesory wielordzeniowe i SOC (2h):

Potokowanie (2h)

Systemy operacyjne czasu rzeczywistego (2h):
pojęcia podstawowe, monitory, strumienie, wektory, tablice, wyjątki, zarządzanie pamięcią, biblioteki.

Przegląd procesorów sygnałowych (2h):
procesory stałoprzecinkowe, zmiennoprzecinkowe, ewolucja procesorów sygnałowych.
architektura z podwójnym układem MAC, architektura superskalarna, techniki SIMD, architektura z bardzo długim słowem instrukcyjnym (VLIW).

Podstawowe zagadnienia omawiane są na przykładzie procesorów rodziny TMS320C2000, Tiva C Series, Dual core F28M35x Concerto, TMS320C6000 (Texas Instruments), DSP56xxx (Freescale) oraz systemu operacyjnego czasu rzeczywistego TI-RTOS (Texas Instruments). Prezentowane są również wybrane zagadnienia budowy procesorów sygnałowych innych rodzin oraz firm.

Zakres laboratorium
Zajęcia laboratoryjne obejmują zapoznanie się praktyczne ze środowiskiem programowania CCS oraz z pracą poszczególnych modułów peryferyjnych procesora sygnałowego z zastosowaniem sprzętowego systemu uruchomieniowego czasu rzeczywistego.
Lab 1: C1 Pierwszy projekt w CCS
C2 Praca z modułem ePWM w trybie Upcount
Lab 2: C3 Praca z czujnikiem temperatury modułu ADC
C4 Programowanie pamięci Flash – program C2000 Piccolo Launch Pad demo
Lab 3: C6 Błyskanie diodą LED z procesorem Concerto
Lab 4: C9 Tiva C Series TM4C123G LaunchPad QuickStart
C10 Zastosowanie biblioteki Sensor Hub BoosterPack Library
Każde zajęcia laboratoryjne trwają 175min. bez przerwy. Ćwiczenia laboratoryjne są wykonywane w zespołach dwuosobowych. Ocena rozwiązań ćwiczeń laboratoryjnych odbywa się w trakcie zajęć na podstawie pisemnego sprawozdania i rozmowy z zespołem realizującym ćwiczenia.

Zakres projektu
Projekt obejmuje napisanie i uruchomienie aplikację czasu rzeczywistego w języku C według założeń podanych w temacie projektu. Projekt jest realizowany w zespołach kilkuosobowych. Projekt jest uruchamiany z wykorzystaniem środowiska programowania CCS oraz sprzętowego systemu uruchomieniowego czasu rzeczywistego w laboratorium sprzętowym. Projekt musi być zrealizowany do końca semestru. Ocena projektu odbywa się na podstawie działającego oprogramowania oraz przedstawionego pisemnego sprawozdania. Pełne środowisko CCS jest dostępne również dla studentów do pracy w domu. Student może uczestniczyć w prowadzonych co tydzień konsultacjach (w wymiarze 1 godz.).
Projekt umożliwia:
utrwalenie wiedzy nabytej podczas wykładu i zajęć laboratoryjnych.
nabycie umiejętności pracy zespołowej

**Metody oceny:**

W trakcie semestru w uzgodnionych wcześniej terminach odbywają się kolokwia pisemne obejmujące zaprezentowany na wykładzie materiał. Po zakończeniu semestru jest przeprowadzany egzamin pisemny.
W trakcie zajęć laboratoryjnych zespoły tworzą pisemne sprawozdanie zawierające rozwiązania zadań i pytań zawartych w pisemnych poleceniach do ćwiczeń. Część pytań wymaga samodzielnego wyszukania informacji w oryginalnej źródłowej dokumentacji firmowej.
Na zakończenie projektu zespoły tworzą pisemne sprawozdanie.
Warunkiem pozytywnego zakończenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z każdych zajęć laboratoryjnych oraz pozytywnej oceny z projektu a także pozytywnej oceny z prac pisemnych.
Ocena końcowa z przedmiotu jest ustalana na podstawie rezultatów uzyskanych na kolokwiach i egzaminie końcowym.

W trakcie wykładu z wykorzystaniem lekcji multimedialnej wykonywane są interaktywnie, wspólnie ze studentami, zadania problemowe. Lekcja multimedialna jest udostępniona na stronie internetowej przedmiotu. Następne zadania problemowe studenci wykonują samodzielnie jako praca domowa.
Po każdym wykładzie stawiane są trzy krótkie pytania z zakresu prezentowanego materiału. Poprawne odpowiedzi są premiowane dodatkowymi punktami. Pytania służą ocenie formatywnej zrozumienia i przyswojenia bieżącego materiału przez studentów.
Rezultaty każdego kolokwium są dokładnie omawiane na następnym wykładzie. Służy to ocenie formatywnej zrozumienia i przyswojenia całej partii materiału.

W trakcie zajęć laboratoryjnych, po wykonaniu każdego ćwiczenia, wykonywana jest przez zespół studencki prezentacja działania uzyskanego rozwiązania. Przedstawiane są również pisemne odpowiedzi do pytań i zadań tego ćwiczenia. Służy to ocenie formatywnej stopnia znajomości środowiska programowania oraz szczegółowych zagadnień ćwiczeń. Pomaga również w ocenie umiejętności odnajdowania informacji.

Zaliczenie projektu polega na zaprezentowaniu działania uzyskanego rozwiązania oraz pisemnego sprawozdania. Przeprowadzana jest również dyskusja z zespołem realizującym projekt na temat tego rozwiązania. Ma ona na celu ustalenie podziału pracy w zespole oraz poziomu współpracy.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Kowalski HA Procesory DSP dla praktyków, BTC, Legionowo 2011
[2] Lapsley P, Bier J, Shoham A, Lee EA, DSP processors fundamentals, Architectures and features, Berkeley Design Technology, Inc, 1996. (John Wiley & Sons, 1997)
[3] Marven C, Ewers G, A simple approach to digital signal processing, Texas Instruments, 1993. (John Wiley & Sons, 1996) (Marven C, Ewers G, Zarys cyfrowego przetwarzania sygnałów WKŁ, 1999.)
[4] EDN DSP Directory www.ednmag.com
[5] Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, California Technical Publishing San Diego, California, Second Edition, 1999, (www.DSPguide.com)
[5] Strona internetowa firmy Texas Instruments http://www.ti.com/

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.ii.pw.edu.pl/kowalski/dsp/ps/index.html

**Uwagi:**

Przez cały semestr studenci mogą korzystać z konsultacji w wymiarze 2 godzin tygodniowo.

Prowadzona jest Internetowa strona przedmiotu podzielona na dwie strefy – publiczną i wewnętrzną.
Strona publiczna zawiera podstawowe informacje dotyczące realizacji przedmiotu w aktualnym semestrze oraz informacje o materiale obejmowanym przez przedmiot.
Strona wewnętrzna wymaga logowania z hasłem. Zawiera ona rozbudowane informacje, kopie prezentacji, materiały do zajęć laboratoryjnych oraz do projektów. A także materiały źródłowe i odnośniki do takich materiałów z zakresu zagadnień obejmowanych przez przedmiot. W każdym semestrze studenci dostają hasła dostępu do strony wewnętrznej.
Zawartość strony wewnętrznej jest co semestr aktualizowana.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta wygląda następująco:
- udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
- udział w zajęciach laboratoryjnych: 4 x 3 3/4 godz. = 15 godz.,
- udział w zajęciach projektowych: 4 x 3 3/4 godz. = 15 godz.,

- przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania zadań sformułowanych na wykładzie): 5 godz.
- przygotowanie do kolejnych zajęć laboratoryjnych (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury ze strony internetowej przedmiotu): 5 godz.
- realizacja zadania projektowego: 15 godz. (obejmuje także zainstalowanie oprogramowania i opanowanie umiejętności wykorzystania go do realizacji projektu oraz przygotowanie sprawozdania),
- udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 3 x 1 godz. = 3 godz. (zakładamy, że student korzysta z z „regularnych” konsultacji 3 razy w semestrze),
- przygotowanie do kolokwium oraz obecność na kolokwium: 8 godz. + 3 godz. = 11 godz.
- przygotowanie do egzaminu (udział w konsultacjach przedegzaminacyjnych) oraz obecność na egzaminie: 10 godz. + 2 godz. = 12 godz.
Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 30 + 15 +15 + 5 +5 + 15 + 3 +11 + 12 = 111 godz., co odpowiada ok. 4 punktom ECTS.

W ramach tak określonego nakładu pracy studenta:
- nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich wynosi 30 + 15 + 15 + +3 + 3 = 66 godz., co odpowiada ok. 2 punktom ECTS,
- nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym wynosi 15 + 15 +15 = 45 godz., co odpowiada ok. 2 punktom ECTS.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt PS\_W01:**

Posiada podstawową wiedzę na temat budowy i programowania procesorów sygnałowych, narzędziami sprzętowymi i programowymi do tworzenia oprogramowania oraz jego uruchamiania przeznaczonymi dla procesorów sygnałowych

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, T1A\_W06, T1A\_W07

**Efekt PS\_W02:**

Posiada podstawową wiedzę o ewolucji i trendach rozwojowych procesorów sygnałowych oraz obszarów ich zastosowań

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W07

**Efekt PS\_W03:**

Posiada podstawową wiedzę dotyczącą tworzenia projektów oprogramowania przeznaczonego do pracy na procesorach sygnałowych oraz ich uruchamiania z zastosowaniem zintegrowanego środowiska programowego oraz sprzętowych systemów uruchomieniowych

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt PS\_U01:**

Potrafi samodzielnie wyszukać informację w oryginalnej źródłowej dokumentacji firmowej i zastosować ją do rozwiązania zagadnień podczas wykonywania ćwiczeń praktycznych

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U15

**Efekt PS\_U02:**

Potrafi przygotować tekst sprawozdania z projektu technicznego z opisaniem sposobu uzyskania wyników i ich uzasadnienia

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03

**Efekt PS\_U03:**

Potrafi samodzielnie zdobywać wiedze potrzebną do rozwiązania projektów inżynierskich z zastosowaniem procesorów sygnałowych

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne, projekt, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt PS\_U04:**

Potrafi posługiwać się narzędziami sprzętowymi i programowymi do tworzenia oprogramowania oraz jego uruchamiania przeznaczonymi dla procesorów sygnałowych, dotyczy to przede wszystkim zintegrowanych środowisk programowania oraz sprzętowych systemów uruchomieniowych

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16

**Efekt PS\_U05:**

Potrafi ocenić przydatność układu procesorowego równych producentów oraz różnych rodzin do rozwiązania projektu inżynierskiego, ocenić przydatność narzędzi programowych i sprzętowych

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U15, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt PS\_K01:**

Potrafi pracować w ramach zespołowych projektów inżynierskich

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03