



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy mikroprocesorowe [S1AiR1E>SM2]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka/Automatic Control and Robotics

Rok/Semestr

3/5

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr inż. Dominik Łuczak

dominik.luczak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z elektroniki oraz podstaw programowania. Umiejętności: Student powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i być gotowy do podjęcia współpracy w zespole. Kompetencje społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej architektury i programowania mikrokontrolerów. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych z przetwarzaniem danych i komunikacją za pomocą interfejsów w mikroprocesorowych systemach elektronicznych. 3. Kształtowanie u studentów znaczenia znajomości norm i zaleceń związanych z budową i programowaniem mikroprocesorowych urządzeń elektronicznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

W zakresie wiedzy:

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie architektur komputerów, systemów i sieci komputerowych oraz systemów operacyjnych w tym systemów operacyjnych czasu rzeczywistego [K1\_W9 (P6S\_WG)]. Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu teorię i metody w zakresie architektury i programowania systemów mikroprocesorowych, zna i rozumie wybrane języki wysokiego i niskiego poziomu programowania mikroprocesorów; zna i rozumie zasadę działania podstawowych modułów peryferyjnych oraz interfejsów komunikacyjnych stosowanych w systemach mikroprocesorowych [K1\_W13 (P6S\_WG)]. Zna i rozumie typowe technologie inżynierskie, zasady oraz techniki konstruowania prostych systemów automatyki i robotyki; zna i rozumie zasady doboru układów wykonawczych, jednostek obliczeniowych oraz elementów i urządzeń pomiarowo-kontrolnych [K1\_W20 (P6S\_WG)].

W zakresie umiejętności:

Potrafi odczytywać ze zrozumieniem projektową dokumentację techniczną oraz proste schematy technologiczne systemów automatyki i robotyki [K1\_U2 (P6S\_UW)].

Potrafi korzystać z wybranych narzędzi szybkiego prototypowania układów automatyki i robotyki [K1\_U13 (P6S\_UW)].

Potrafi dobrać rodzaj i parametry układu pomiarowego, jednostki sterującej oraz modułów peryferyjnych i komunikacyjnych dla wybranego zastosowania oraz dokonać ich integracji w postaci wynikowego systemu pomiarowo-sterującego [K1\_U22 (P6S\_UW)].

Potrafi skonstruować algorytm rozwiązania prostego zadania pomiarowego i sterującego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym na platformie mikroprocesorowej [K1\_U27 (P6S\_UW)].

W zakresie kompetencji społecznych:

Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy; rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób [K1\_K1 (P6S\_KK)].

Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, poszanowania różnorodności poglądów i kultur [K1\_K5 (P6S\_KR)].

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratorium:

na podstawie oceny znajomości i zrozumienia bieżących zagadnień prezentowanych w ramach przedmiotu.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym w formie testu

ii. omówienie wyników egzaminu.

b) w zakresie laboratorium weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych zajęć,

ii. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

iii. ocenę sprawozdań przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a także po ich zakończeniu.

Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

i. samodzielną budowę modułu elektronicznego z mikroprocesorem i opracowanie dokumentacji

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu

iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

## Treści programowe

Przedmiot ten obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z systemami mikroprocesorowymi, kładąc nacisk na ich budowę, programowanie i zastosowanie. Studenci poznają zarówno teoretyczne podstawy, jak i praktyczne umiejętności niezbędne do pracy z systemami mikroprocesorowymi w różnych dziedzinach. Program obejmuje następujące zagadnienia: budowa i programowanie mikrokontrolerów, wejścia/wyjścia cyfrowe, przetworniki A/C i C/A, komunikacja szeregową, układy licznikowe, pamięci w systemach

mikroprocesorowych, tryby obniżonego poboru mocy, komunikacja sieciowa, realizacja regulatorów, algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów, systemy operacyjne czasu rzeczywistego.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Elementy i zadania systemu mikroprocesorowego, budowa mikrokontrolera, rynek, producenci i rodziny mikrokontrolerów, moduły rozwojowe z mikrokontrolerem, środowiska programistyczne. Motywacja do nauki.
2. Wejścia/wyjścia cyfrowe (GPIO) – budowa wewnętrzna, interfejs elektroniczny (przycisk, klawiatura, LCD, LED, wyświetlacz 7 segmentowy, optoizolacja, przekaźniki, tranzystory), obsługa programowa (odpytywanie, NVIC). Problem drgań styków.
3. Komunikacja szeregową (UART) budowa wewnętrzna, interfejs elektroniczny (RS232, RS485), obsługa programowa (odpytywanie, NVIC, DMA).
4. Układy licznikowe (TIM) - budowa wewnętrzna, interfejs elektroniczny, obsługa programowa, zastosowanie jako PWM, one pulse, licznik kwadraturowy, sterowanie triakiem, mostek H, tranzystor, LED.
5. Komunikacja: SPI, I2C, CAN, 1-Wire, USB, Ethernet.
6. Przetworniki A/C i C/A – budowa wewnętrzna, interfejs elektroniczny, PWM z filtrem analogowym jako wyjście analogowe, generacja sygnałów, problem kalibracji.
7. Realizacja regulatorów i transmitancji dyskretnych. Dyskretyzacja obiektów dynamicznych. Wprowadzenie do CMSIS-DSP.
8. Implementacja algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów z zastosowaniem CMSIS: filtracja cyfrowa (FIR, IIR, LMS), wyznaczanie dyskretnej transformaty Fouriera algorytmami FFT. Operacje macierzowe.
9. Wprowadzenie do systemu operacyjnego czasu rzeczywistego FreeRTOS.
10. Komunikacja sieciowa; biblioteka LwIP; protokoły TCP, UDP.
11. Interfejs WWW (serwer HTTP) na systemie mikroprocesorowym (FreeRTOS+LwIP).
12. Pamięci stosowane w systemach mikroprocesorowych. Weryfikacja integralności danych (CRC).
13. Tryby obniżonego poboru mocy. Zabezpieczenia systemów mikroprocesorowych przed błędnym działaniem programu (watchdog).
14. Czas rzeczywisty w systemach mikroprocesorowych (RTC i protokół NTP).
15. Podsumowanie.

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. Zajęcia organizacyjne - zapoznanie z aparaturą i przypisami BHP, wstęp do środowiska projektowego
2. Wejścia/wyjścia cyfrowe, obsługa przerwań; LED, przyciski monostabilne, impulsator obrotowy
3. Port szeregowy; komunikacja uC z PC
4. Programowalne liczniki; układ fazowego sterowania żarówką
5. Sterowanie PWM; LED RGB
6. I2C; cyfrowy czujnik natężenia światła
7. SPI; cyfrowy czujnik temp./ciśnienia, biblioteki producenta
8. Przetwornik A/C; obsługa analogowych czujników (fotorezystor, termistor)
9. Przetwornik C/A; generacja sygnałów analogowych o zadanych parametrach z wykorzystaniem przerwań i DMA
10. Biblioteka CMSIS – operacje macierzowe, filtry cyfrowe FIR/IIR
11. Biblioteka CMSIS – regulator PID
12. System czasu rzeczywistego FreeRTOS
13. Obsługa karty SD; system plików FatFS;
14. Komunikacja sieciowa; biblioteka LwIP; protokoły TCP, UDP, HTTP (web server)
15. Prezentacja zadania zaliczeniowego: mikroprocesorowy system pomiaru i sterowania

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana symulacjami komputerowymi
2. Zajęcia laboratoryjne: wykorzystanie mikroprocesorowych modułów uruchomieniowych firmy STM, środowiska programistyczne IDE

## Literatura

Podstawowa

1. Geoffrey Brown, Discovering the STM32 Microcontroller, 2016

2. Donald S. Reay, Digital Signal Processing Using the ARM Cortex M4, 2015
  3. Dogan Ibrahim, Microcontroller Based Applied Digital Control, 2006
  4. W. Gay, Beginning STM32 Developing with FreeRTOS, libopencm3 and GCC, APRESS, 2018.
- Uzupełniająca
1. D. Łuczak, A. Wójcik, DSP implementation of state observers for electrical drive with elastic coupling , Przegląd Elektrotechniczny R.92 nr 5, s. 100-105, 2016.
  2. M. Szumski, Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji, BTC, 2018.
  3. A. Kurczyk, Mikrokontrolery STM32 dla początkujących, BTC, 2019.
  4. K. Paprocki, Mikrokontrolery STM32 w praktyce, BTC, 2009.
  5. Łuczak, D. Machine Fault Diagnosis through Vibration Analysis: Continuous Wavelet Transform with Complex Morlet Wavelet and Time–Frequency RGB Image Recognition via Convolutional Neural Network. Electronics 2024, 13, 452, doi:10.3390/electronics13020452.

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 120    | 5,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 60     | 2,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) | 60     | 2,50 |