



Силабус курсу

СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерні науки»

Ступінь вищої освіти - бакалавр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Рік навчання: 4, Семестр: 1

Кредитів: 5, Мова викладання: українська

Керівник курсу

ППП

к.т.н., Майків Ігор Мирославович

Контактна інформація

i.maikiv@wunu.edu.ua, +380508676642

Опис дисципліни

Дисципліна «Системи реального часу» передбачає освоєння теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для проектування апаратно-програмних рішень на базі сучасних мікроконтролерів із врахуванням технічних та ресурсних обмежень.

Вивчаючи дисципліну, студенти:

- набудуть практичних навичок з аналізу технічних завдань, вибору оптимальної апаратної платформи (мікроконтролера, периферійних модулів) та її реалізації;
- освоють методи розроблення програмного забезпечення мовою C для мікроконтролерів ARM Cortex-M із використанням програмного пакету STM32CubeIDE, CMSIS-бібліотек та HAL-драйверів, а також набудуть досвіду роботи з операційною системою реального часу FreeRTOS;
- вмітимуть використовувати таймери, порти вводу-виводу, послідовні інтерфейси (UART, SPI, I2C) та інші периферійні вузли у прикладних задачах;
- отримають досвід розроблення та відлагодження програм для вбудованих систем з одночасною роботою кількох задач у середовищі RTOS;
- вмітимуть оцінювати ефективність, надійність та обмеження створених рішень, а також пропонувати шляхи їх оптимізації.

Структура курсу

Години (лек./лаб.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/-	Тема 1. Поняття вбудованих систем. Приклади застосування	– Знати визначення та характеристики вбудованих систем. Розуміти відмінність від універсальних комп'ютерів. Наводити приклади застосування вбудованих систем	Питання
4/2	Тема 2. Архітектура ARM процесорів. Розроблення ПЗ на мові C для ARM	– Знати особливості архітектури ARM Cortex-M, організацією регістрів, пам'яті, режимами роботи ядра. – Вміти створювати програми на мові C. Розуміти та вміти застосовувати CMSIS-бібліотек та HAL-драйверів для роботи з периферією.	Питання, лабораторна робота
4/2	Тема 3. Порти вводу-виводу. Система переривань ARM процесорів	– Знати принципи роботи портів вводу-виводу (GPIO, режими конфігурації та приклади застосування. Розуміти механізм роботи системи переривань МК.	Питання, лабораторна робота

		– Вміти реалізовувати опрацювання зовнішніх подій через GPIO та переривання. Розуміти технічні та економічні переваги а також недоліки кожного із способів реалізації.	
4/2	Тема 4 Системний таймер. Таймери загального призначення	– Знати призначення системного таймера SysTick, його роль у реалізації затримок та плануванні задач. – Знати архітектуру та режими роботи таймерів загального призначення (лічильник, ШІМ, вимірювання). – Вміти застосовувати таймери для опрацювання періодичних подій та керування виконавчими пристроями.	Питання, лабораторна робота
4/2	Тема 5. Послідовні інтерфейси UART, SPI, I2C	– Знати принципи роботи інтерфейсів UART, SPI, I2C та їхні особливості (асинхронна передача, синхронізація, адресація). – Вміти налаштовувати та застосовувати їх для обміну даними з сенсорами та периферією.	Питання, лабораторна робота
4/2	Тема 6. Операційні системи реального часу. Структура FreeRTOS	– Знати принципи роботи RTOS і відмінності від звичайних ОС. Знати структуру FreeRTOS (ядро, задачі, планувальник). – Вміти створювати та керувати задачами, використовувати пріоритети та тайм-менеджмент у реальному часі.	Питання, лабораторна робота
4/4	Тема 7. Керування пам'яттю, задачами, чергами	– Знати механізми динамічного та статичного виділення пам'яті у FreeRTOS. – Вміти створювати задачі, керувати їх станами та пріоритетами. Застосовувати черги для передачі даних між задачами та взаємодії з периферійними інтерфейсами.	Питання, лабораторна робота
4/-	Тема 8. Опрацювання переривань, програмні таймери, мютекси, семафори	– Знати принципи роботи апаратних переривань у FreeRTOS. – Вміти використовувати програмні таймери для організації періодичних подій. Застосовувати семафори та м'ютекси для синхронізації задач і захисту спільних ресурсів у багатозадачних системах.	Питання

Літературні джерела

1. Yifeng Zhu Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C. 4th ed. - E-Man Press LLC. – 2023. – 730 p.
2. Israel Gbati Bare-Metal Embedded C Programming - Packt Publishing. – 2024. – 415 p.
3. Alexander G. Dean Embedded Systems Fundamentals with Arm Cortex-M based Microcontrollers. Practical Approach. 2nd ed. - Arm Education Media. – 2021. – 340 p.
4. Trevor Martin The Designer's Guide to the Cortex-M Processor Family 3rd ed. - Elsevier Ltd. – 2023. – 624 p.
5. Mark Fisher ARM Cortex-M4 Cookbook - Packt Publishing. – 2016. – 276 p.
6. Majid Pakdel Advanced Programming with STM32 Microcontrollers - Elektor International Media – 2020. – 216 p.
7. Brian Amos Hands-On RTOS with Microcontrollers - Packt Publishing. – 2020. – 462 p.
8. Dogan Ibrahim ARM-Based Microcontroller Multitasking Projects Using the FreeRTOS Multitasking Kernel - Elsevier Ltd. – 2020. – 501 p.
9. Warren Gay Beginning STM32 Developing with FreeRTOS, libopenm3, and GCC. 2nd ed. – Apress. – 2024. – 527 p.
10. Злобін Г.Г Основи алгоритмізації та програмування мовою Сі. Підручник– Каравела. – 2022. – 168 с.
11. STM32CubeIDE basics [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-moocs/STM32CubeIDE_basics_MOOC.html
12. STM32L4 training MOOC [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-moocs/getting-familiar-with-stm32l4-in-hands-on-sessions.html
13. STM32L4 workshop MOOC [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-moocs/stm32l4-hands-on-workshop.html
14. FreeRTOS on STM32 v2 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.st.com/content/st_com/en/support/learning/stm32-education/stm32-moocs/freertos-common-microcontroller-software-interface-standard-osv2.html
15. ARM University Program Efficient Embedded Systems Design Education Kit [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arm.com/resources/education/education-kits/efficient-embedded-systems>
16. ARM University Program Real-Time Operating Systems Education Kit [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arm.com/resources/education/education-kits/real-time-operating-systems>
17. Електронний курс з дисципліни «Системи реального часу» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» на платформі Moodle ЗУНУ /Майків І.М. - Тернопіль, 2025 <https://moodle.wunu.edu.ua>

Політика оцінювання

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40 %	40%	5 %	15 %
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Виконання та захист лабораторних робіт (6 лабораторних робіт)	Модульна контрольна робота: тест, включає 50 запитань. Студенти проходять on-line у системі Moodle	Виконання завдань під час тренінгу (4 завдання)	Виконання завдання для самостійної роботи

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)