



СИЛАБУС КУРСУ

ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Освітньо-професійна програма «Технології інтернету речей»

Рік навчання: 4

Семестр: 7

Кредитів: 5

Мова викладання: українська

Керівник курсу: к.т.н., ст.викладач Олег ЗАСТАВНИЙ

Контактна інформація: ozm@wunu.edu.ua

Опис дисципліни

Дисципліна “Проектування мікропроцесорних систем” покликана познайомити студентів із основними принципами побудови мікропроцесорних систем їх особливостей та елементної бази. Вивчення середовищ розробки та засобів програмування мікроконтролерів.

Завдання дисципліни полягає у надбанні необхідних знань, щодо інтерфейсів та протоколів, які використовуються в мікропроцесорних системах. В результаті вивчення курсу студенти отримують необхідні знання для вірної оцінки необхідних апаратних засобів для реалізації мікропроцесорної системи, а також реалізації програм керування для мікроконтролерів задіяних в реалізації мікропроцесорної системи

Структура курсу

Тема		Результати навчання
1.	Поняття та особливості мікропроцесорних систем.	Поняття та особливості мікропроцесорних систем. Поняття мікропроцесорних систем. Особливості мікропроцесорних систем. Робота в реальному часі. Мініатюризація розмірів і процес тестування. Мінімізація енергії споживання. Інтерфейс користувача та інтерфейс сполучення з об'єктом. Багатозадачність. Мінімізація вартості. Обмеження обсягу пам'яті. Програмно-апаратний дуалізм.
2.	Ядро Cortex.	Ядро Cortex. Знайомство з Cortex. Огляд сімейства STM32. Багатофункціональні ПВВ. Безпека. Захищеність. Розробка програм. Групи Performance Line і Access Line.
3.	Огляд процесорів Cortex.	Огляд процесорів Cortex. Версії архітектур ARM. Процесор Cortex і ЦП Cortex. ЦП Cortex. Конвеєр. Модель програмування. Режими роботи ЦП. Набір інструкцій Thumb-2. Карта пам'яті. Доступ до фрагментованих даних. Метод "Bit Banding". Процесор Cortex. Шини. Матриця шин. Системний таймер. Обробка переривань. Контролер вкладених векторизованих переривань. Режими роботи, що впливають на енергоспоживання. Перехід в економний режим роботи.
4.	Схема включення мікроконтролерів STM32.	Схема включення мікроконтролерів STM32. Типи корпусів. Напряга живлення. Схема скидання. Генератори. Зовнішній високочастотний генератор. Зовнішній низькочастотний генератор. Вихід синхронізації.

		Виводи управління завантаженням і внутрісистемне програмування. Режими завантаження. Налагоджувальний порт
5.	Архітектура системи мікроконтролерів STM32.	Архітектура системи мікроконтролерів STM32. Розподіл пам'яті. Робота з максимальною швидкістю. Блок фазового автопідстроювання частоти. Налаштування шин. Буфер Flash пам'яті. Прямий доступ до пам'яті
6.	Пристрої вводу-виводу.	Пристрої вводу-виводу. ПБВ загального призначення. Порти вводу-виводу загального призначення. Альтернативні функції. Сигналізація подій. АЦП. Таймери загального призначення і багатофункціональні таймери. Годинник реального часу і реєстри з резервуванням живлення. Реєстри з резервуванням живлення і вхід втручання
7.	Економні режими роботи.	Економні режими роботи. Режим RUN. Буфер попередньої вибірки і режим напівцикл. Економні режими роботи . Режим SLEEP. Режим STOP. Режим STANDBY. Споживаний струм області з резервуванням живлення. Можливість налагодження в економних режимах
8.	Можливості щодо забезпечення безпечної роботи.	Можливості щодо забезпечення безпечної роботи. Управління скиданням. Контроль напруги живлення. Захищена система синхронізації. Сторожові таймери. Віконний сторожовий таймер. Незалежний сторожовий таймер. Особливості ПБВ. Блокування конфігурації ПБВ. Віконний компаратор . Вхід екстреного відключення
9.	Модуль Flash пам'яті	Модуль Flash пам'яті . Захист та програмування Flash пам'яті. Операції стирання і запису. Байти опцій. Захист від запису. Захист від читання. Конфігураційний байт
10.	Інструментальні засоби для проектування.	Інструментальні засоби для проектування. Поняття інструментальних засобів проектування. Бібліотеки та протокольні стеки. Операційні системи реального часу
11.	Порти вводу/виводу. GPIO.	Порти вводу/виводу як невід'ємна частина мікроконтролера. Опис регістрів GPIO. Використання StdPeriph_Lib.
12.	Послідовний інтерфейс USART.	Загальний огляд STM32 USART. Призначення регістрів STM32 USART. Ініціалізація модуля STM32 USART. Робота з перериваннями STM32 USART. Використання DMA STM32 USART
13.	Таймери загального призначення.	Базовий модуль таймера. Режими рахунку. Вибір тактування. Режим захоплення вхідного сигналу. Режим введення ШІМ - сигналу.
14.	Аналого-цифровий перетворювач.	Основні характеристики АЦП мікроконтролерів STM32. Переривання від АЦП. STM32 ADC Опис регістрів. STM32 ADC. Опис роботи модуля. Управління інжектівними каналами.
15.	Цифро-аналоговий перетворювач.	Основні характеристики ЦАП. Перетворення даних ЦАПом. STM32 DAC. Опис регістрів
16.	STM32 DMA.	Опис STM32 DMA. STM32 DMA. Ініціалізація. STM32 DMA. Опис регістрів.
17.	. STM32 USB.	Опис STM32 USB. Передача даних. Протоколи транзакцій
18.	STM32 ВКР. Годинник на STM32F103C8	STM32 ВКР. Опис регістрів та їх використання. Регістри резервних даних ВКР_DRx. Програмне скидання регістрів області ВКР. Годинник реального часу. STM32 RTC. Ініціалізація і використання. STM32 RTC. Переривання

Літературні джерела

1. Dogan Ibrahim Nucleo Boards Programming with the STM32CubeIDE: Hands-on in more than 50 projects // Elektor Verlag, 2021. – 498p.
2. Warren Gay Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopencm3, and GCC (Maker Innovations Series) Second Edition // Apress, 2024 – 552p.
3. Yury Magda Learn to Debug ARM code With STM32 Microcontrollers: A Practical Guide // Independently published, 2020.- 174p.

4. Aharen San Practice STM32 microcontroller with DMA programming demystified – ARM Cortex-M: Dummy Example Code, Data Transfer Using ARM and DMA, STM32 NUCLEO, ADC - DMA and More // Independently published., 2023. – 263p.
5. Peng Huang MASTERING STM32 CUBEMX: Unlock the Power of STM32 with CubeIDE for Embedded System Development // Independently published. – 2024.- 286p.
6. Kurniawan A. Getting Started With STM32 Nucleo Development // PE Press, 2015. — 137 p.
7. Gay Warren. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC // Apress, 2018. — 409 p.
8. Kurniawan A. MicroPython for STM32 Nucleo Technical Workshop (+code) // PE Press, 2018. - 125 p.
9. Norris Donald. Programming with STM32: Getting Started with the Nucleo Board and C/C++ // McGraw-Hill Education, 2018. — 304 p.
10. Watanabe K. Introduction to STM32 ARM Microcontroller with STM HAL-Library & SW4STM32 (+ sources code) // Amazon Digital Services LLC, 2017. — 99 p.

Політика оцінювання

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання та захист лабораторних робіт 1-3	Підсумкова контрольна робота за темами 1-9	Оцінка за виконання та захист лабораторних робіт 4-6	Підсумкова контрольна робота за темами 10-18	Оцінка за виконання та захист проекту за однією з запропонованих тем	Оцінка, за виконання та представлення результатів самостійної роботи	10 тестів по 2 бали; Теоретичне питання 40 балів Задача 40 балів

Шкала оцінювання

За шкалою університету	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)