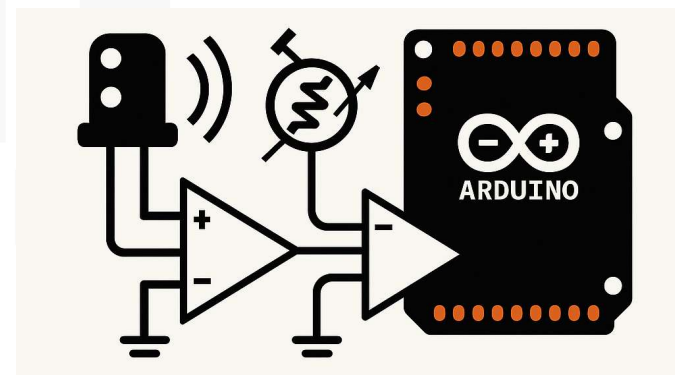


# Cyber-Physical System and Sensors

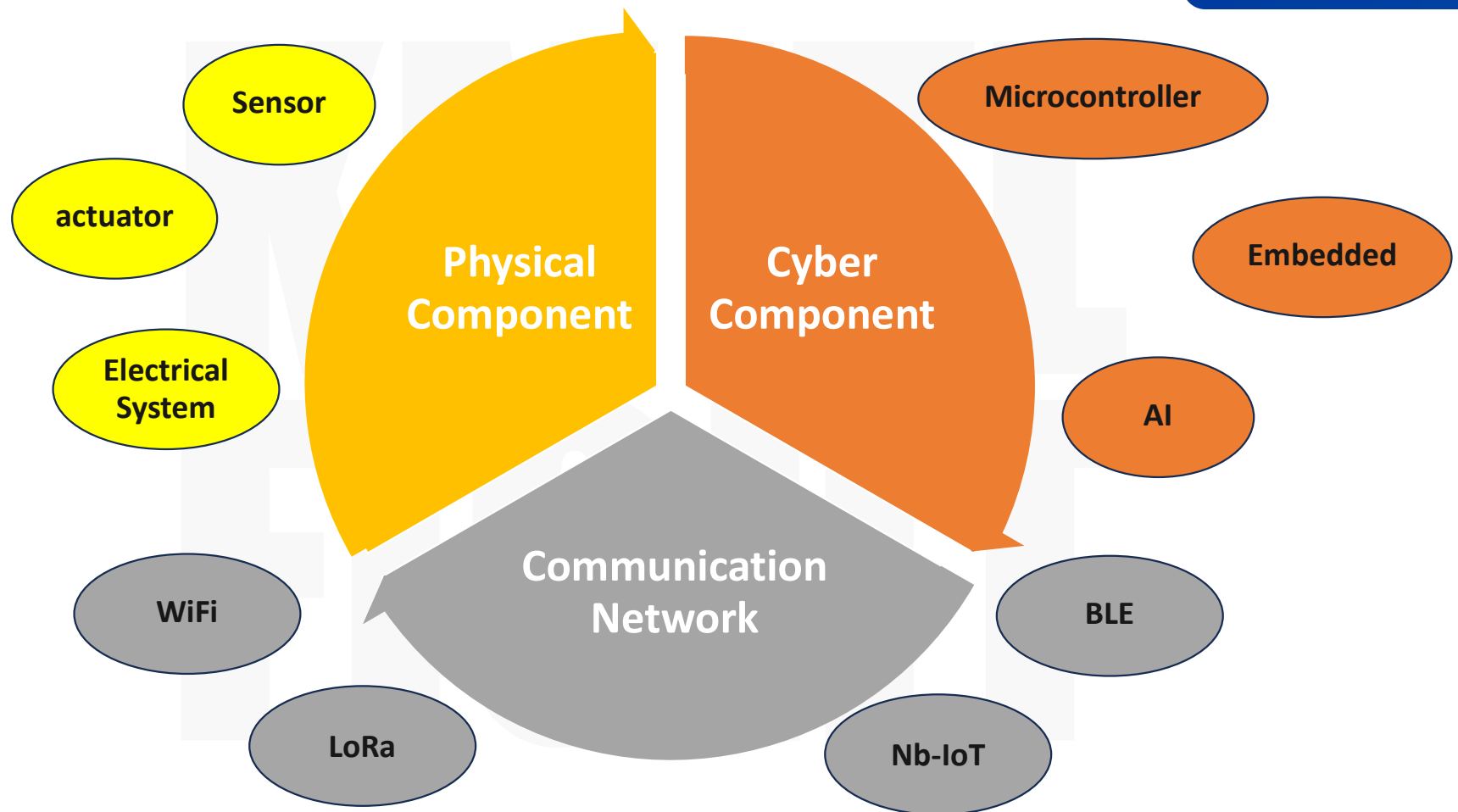
ผศ.สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล

ภาควิชาวิศวกรรมไอโอทีและสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



## CPS













## Physical Components for Sensor Applications

**Power Source**

**Sensor Interface : ADC, I2C, SPI**

**Actuators : Motor, Solenoid, LED**

**Communication Modules : Bluetooth, WiFi, Zigbee**



## Basic Characteristics of Sensors

**Sensitivity**

**Accuracy &  
Precision**

**Range &  
Resolution**

**Response  
Time**

**Linearity**

## Application Sensors

ประเภทเซนเซอร์	ตัวอย่าง	การประยุกต์
<b>Mechanical</b>	Force Sensor, Load Cell	เครื่องชั่ง, หุ่นยนต์
<b>Magnetic</b>	Hall Effect Sensor	มอเตอร์, ระบบเบรก
<b>Thermal (Heat)</b>	Thermistor, Thermocouple	เตาอบ, เครื่องวัดอุณหภูมิ
<b>Optical</b>	LDR, Photodiode	ระบบเปิดไฟอัตโนมัติ
<b>Biosensor</b>	Glucose Sensor	การแพทย์, Wearables

## Microcontroller Interface to Sensor

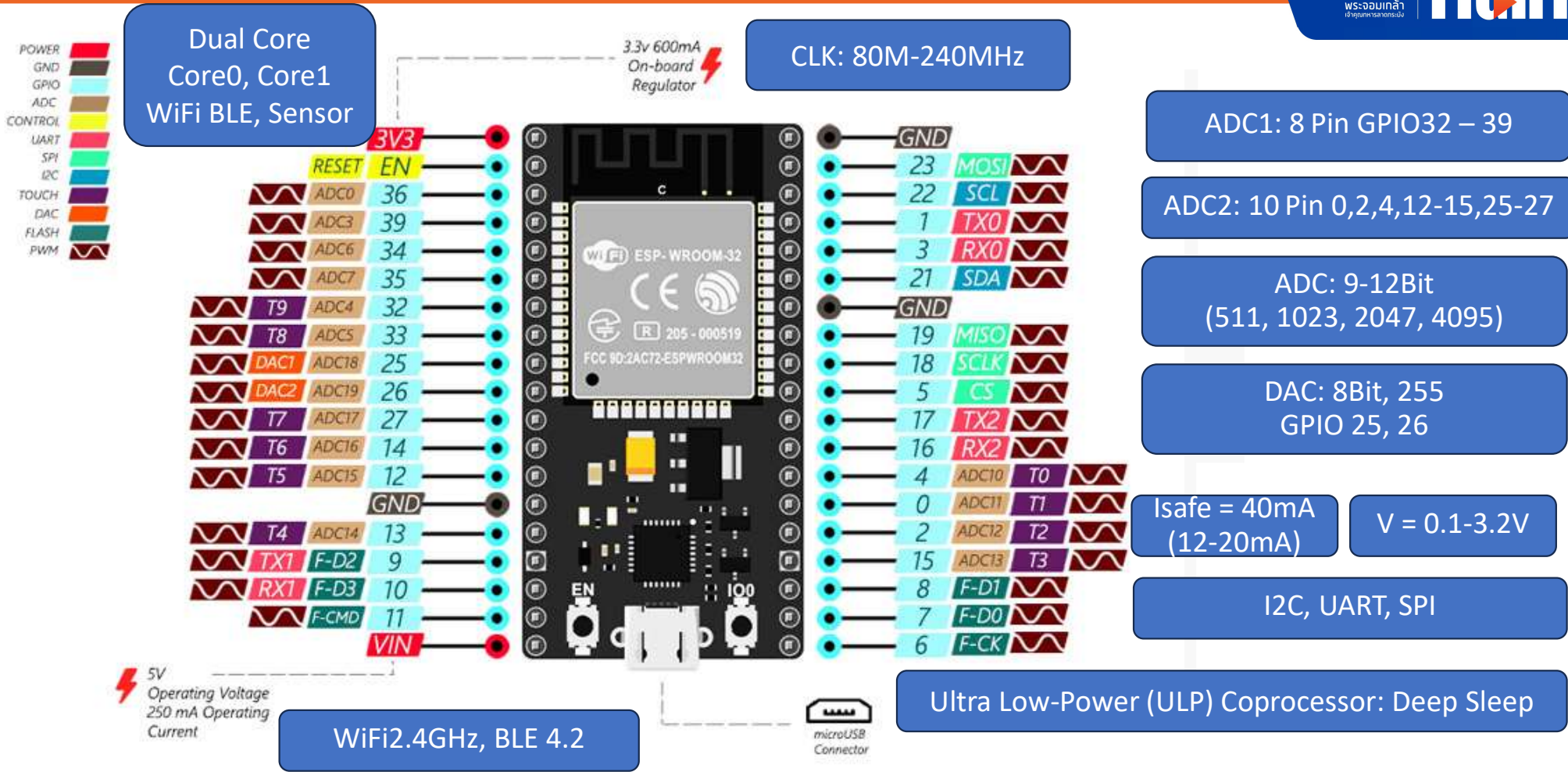
**Analog Sensors : ADC**

**Digital Sensors :  
GPIO, I2C, SPI, UART**

**Sensor Modules**

## Microcontroller





ESP32

## Memory Management

**nvs (Non-Volatile Storage)**

เก็บข้อมูลขนาดเล็กที่ไม่ต้องการให้หายไปเมื่อปิดเครื่อง เช่น ค่า Wi-Fi SSID/Password, API Key, หรือค่า Calibration

**otadata และ ota\_0/ota\_1**

ส่งอัปเดต Firmware ใหม่ผ่าน Wi-Fi  
ไฟล์ใหม่จะถูกดาวน์โหลดมาเก็บไว้ในพาร์ติชัน ota ที่ไม่ได้ใช้งานอยู่

**spiffs/littlefs**

สร้าง "ระบบไฟล์" (File System) เหมาะสำหรับการเก็บไฟล์ขนาดใหญ่ เช่น ไฟล์ Config แบบ JSON, ไฟล์ HTML/CSS/JS สำหรับ Web Server

คุณสมบัติ	UART (Serial)	I2C (I-squared-C)	SPI (Serial Peripheral Interface)
ลักษณะการทำงาน	สื่อสารแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) (Asynchronous)	สื่อสารแบบ Master-Slave บนบัสเดียวกัน (Bus)	สื่อสารแบบ Master-Slave ความเร็วสูง
จำนวนสายสัญญาณ	2 เส้น (TX, RX)	2 เส้น (SDA, SCL)	4 เส้นขึ้นไป (MOSI, MISO, SCLK, CS)
ความเร็ว	ช้า (ทั่วไปไม่เกิน 115200 bps)	ปานกลาง (100Kbps - 400Kbps)	เร็วมาก (หลาย Mbps)
จำนวนอุปกรณ์	1 ต่อ 1	สูงสุด 127 อุปกรณ์ (ด้วย Address ที่ไม่ซ้ำกัน)	ไม่จำกัด (ขึ้นอยู่กับจำนวนขา Chip Select)
ความซับซ้อน	ง่ายที่สุด	ปานกลาง (ต้องจัดการเรื่อง Address)	สูงกว่า (ต้องจัดการขา Chip Select)
เหมาะกับงาน	GPS, Module SIM, การ Debug ผ่าน Serial Monitor	เซ็นเซอร์ส่วนใหญ่ (อุณหภูมิ, ความชื้น, แสง, IMU)	SD Card, จอแสดงผล TFT, ชิพที่ต้องการส่งข้อมูลเร็วๆ