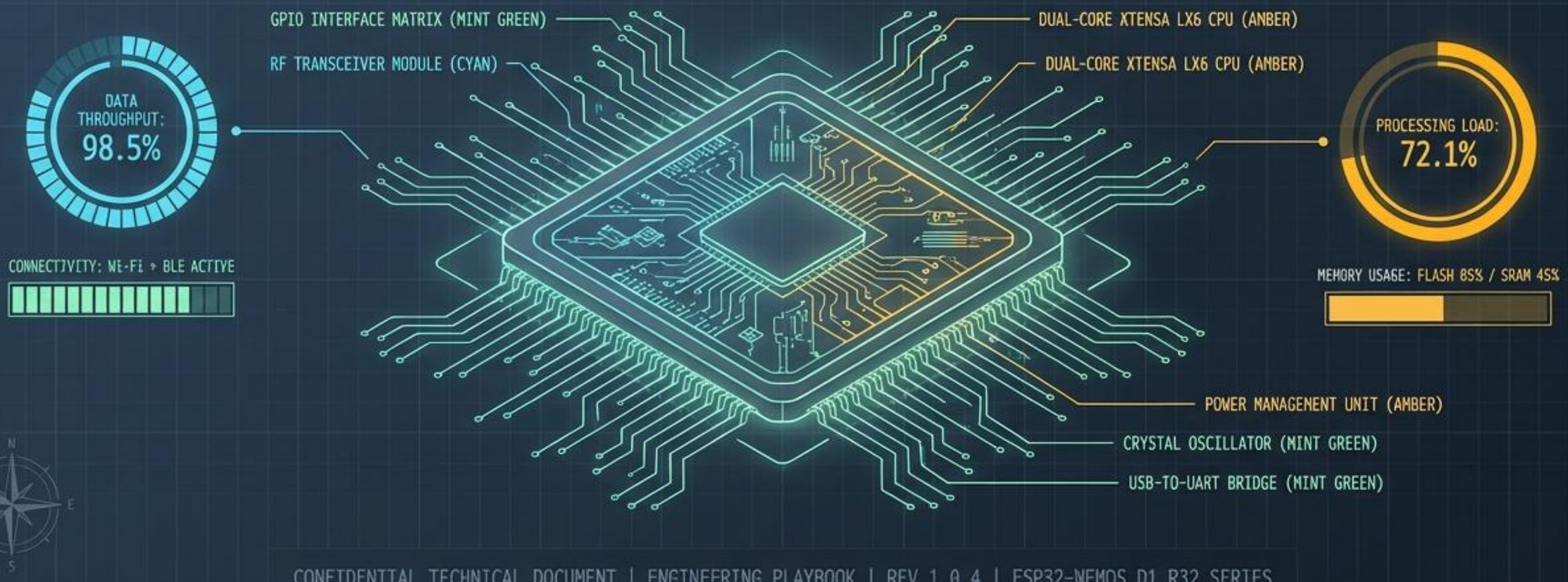
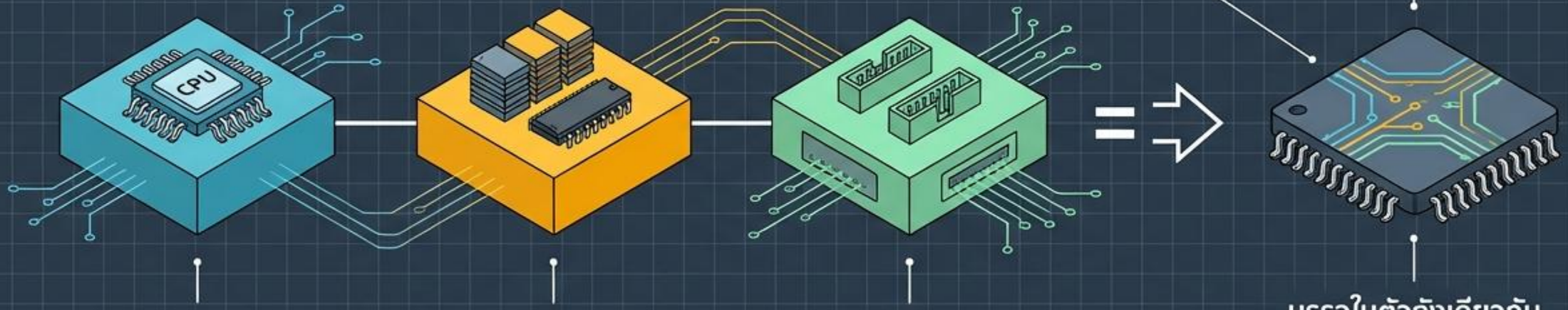
สมุดปกน้ำเงิน: สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรเลเลอร์จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติจริง

คู่มือวิศวกรรมฉบับย่อว่าด้วยโครงสร้างระบบสมองกลฝังตัว เจาะลึกขุมพลังชิป ESP32 และบอร์ดพัฒนา WeMos D1 R32



NotebookLM

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) คือคอมพิวเตอร์ที่ถูกย่อส่วนลงในชิปเดียว



ซีพียู (CPU)
สมองประมวลผลหลัก

หน่วยความจำ (Memory)
พื้นที่จดจำโปรแกรมและข้อมูล

พอร์ต (Port)
ช่องทางเชื่อมต่อโลกภายนอก

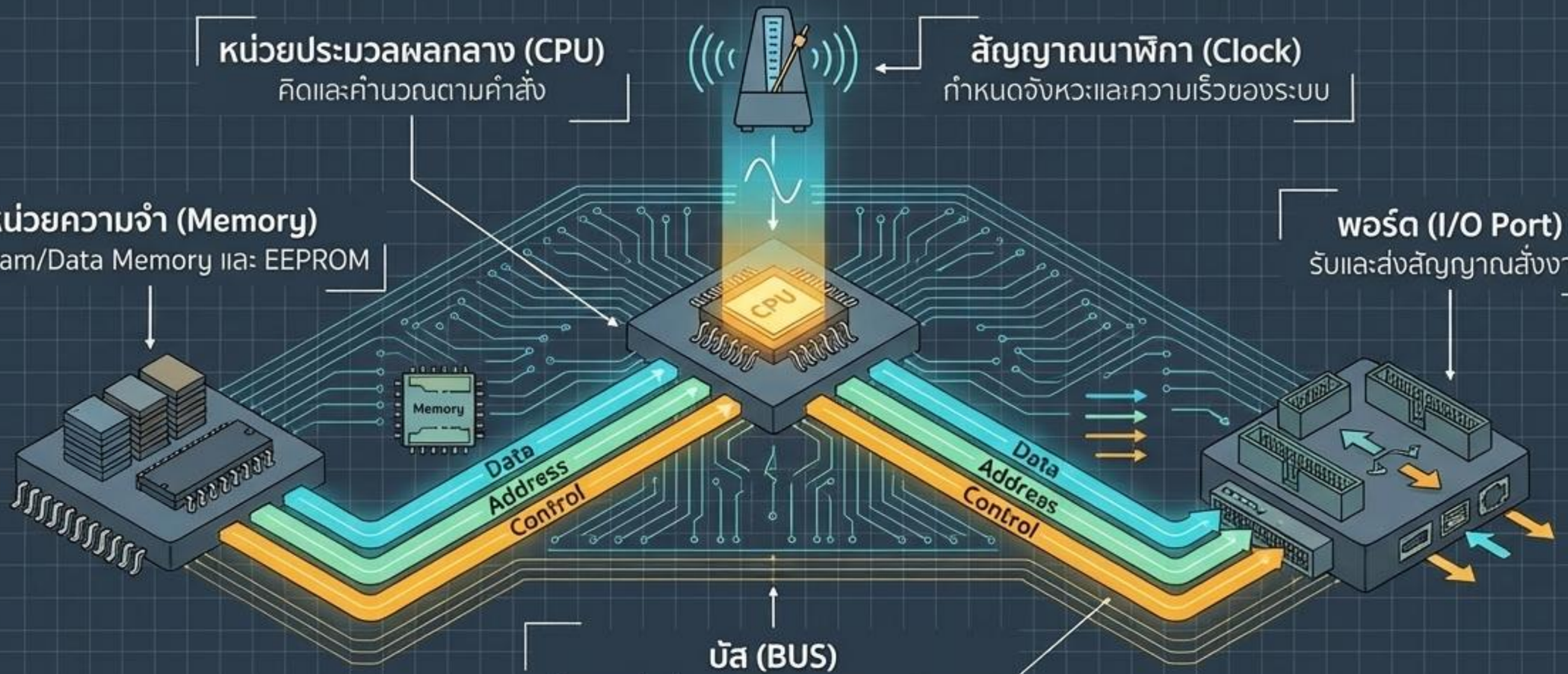
บรรจุในตัวถังเดียวกัน (Single Chip)
ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก

บรรจุในตัวถังเดียวกัน (Single Chip)
ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก

Visual Equation

NotebookLM

5 องค์ประกอบหลักที่ขับเคลื่อนระบบไมโครคอนโทรลเลอร์



Visual Equation

NotebookLM

รู้จักกับ ESP32: แกนกลางแห่งยุคอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)

ผู้ผลิต:
Espressif
Systems

การเชื่อมต่อหลัก:
WiFi & Bluetooth 4.2
BLE ในตัว

ความทนทาน:
อุณหภูมิ -40°C
ถึง 125°C

พลังงาน:
2.6V - 3V
(Sleep Mode 2.5uA)

NotebookLM

ขุมพลังการประมวลผลและหน่วยความจำของ ESP32

CPU

สถาปัตยกรรม CPU

Tensilica LX6 32-bit

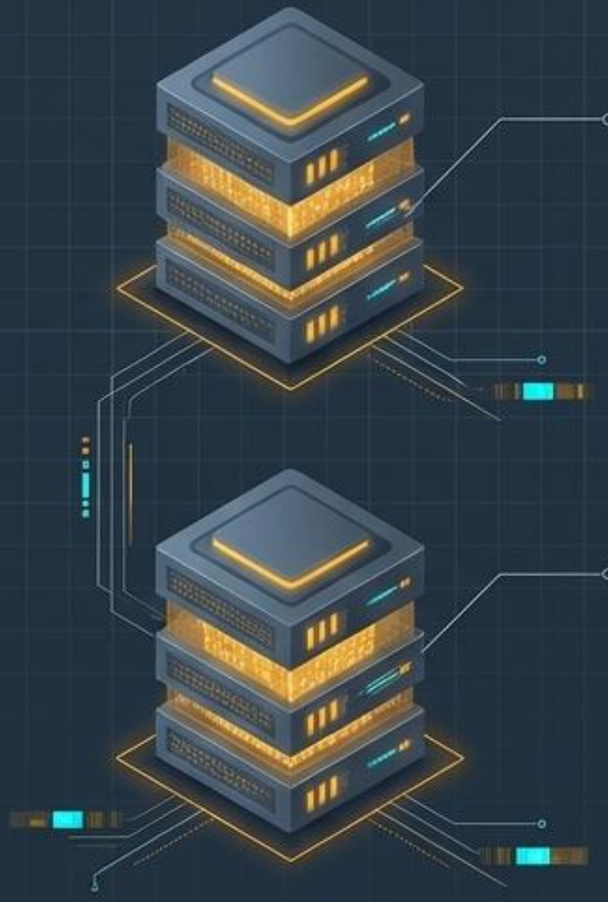
จำนวนแกนสมอง

Dual Core (2 แกน)

ความเร็วสัญญาณนาฬิกา

240 MHz

MEMORY



RAM ภายใน

512 KB

ROM ภายนอก

สูงสุด 16 MB

NotebookLM

ศักยภาพการสื่อสารไร้สายและระบบรักษาความปลอดภัยระดับฮาร์ดแวร์

การสื่อสารไร้สาย

WiFi 802.11 b/g/n (150Mbps)
รองรับ Station, softAP, Wi-Fi direct
Bluetooth 2.0 & 4.0 BLE

ความปลอดภัยขั้นสูง

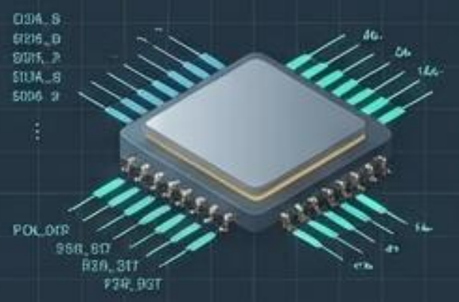
รองรับ WEP, WPA/WPA2 PSK/Enterprise
วงจรเข้ารหัสฮาร์ดแวร์ในตัว (Hardware Acceleration)
AES, SHA2, RSA-4096, ECC

NotebookLM

ศูนย์กลางการเชื่อมต่อ: รองรับเซ็นเซอร์และพอร์ตมหาศาล

32 x GPIO

ขาควบคุมดิจิทัลอเนกประสงค์

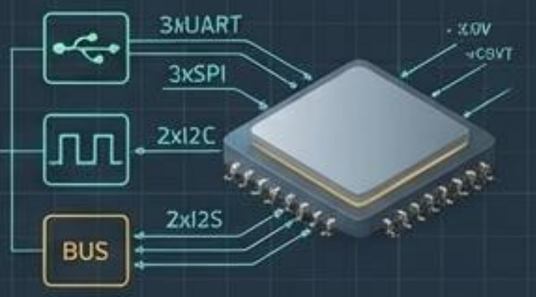


12 x ADC / 2 x DAC

แปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิทัล

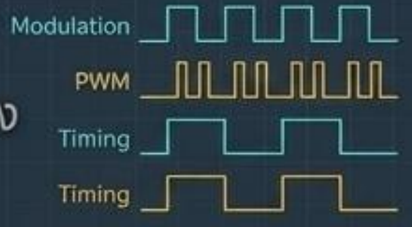
Serial Bus

3xUART, 3xSPI, 2xI2C, 2xI2S



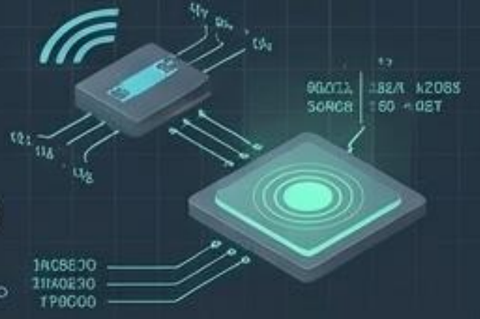
PWM / Timer

สร้างสัญญาณ PWM ทุกช่อง



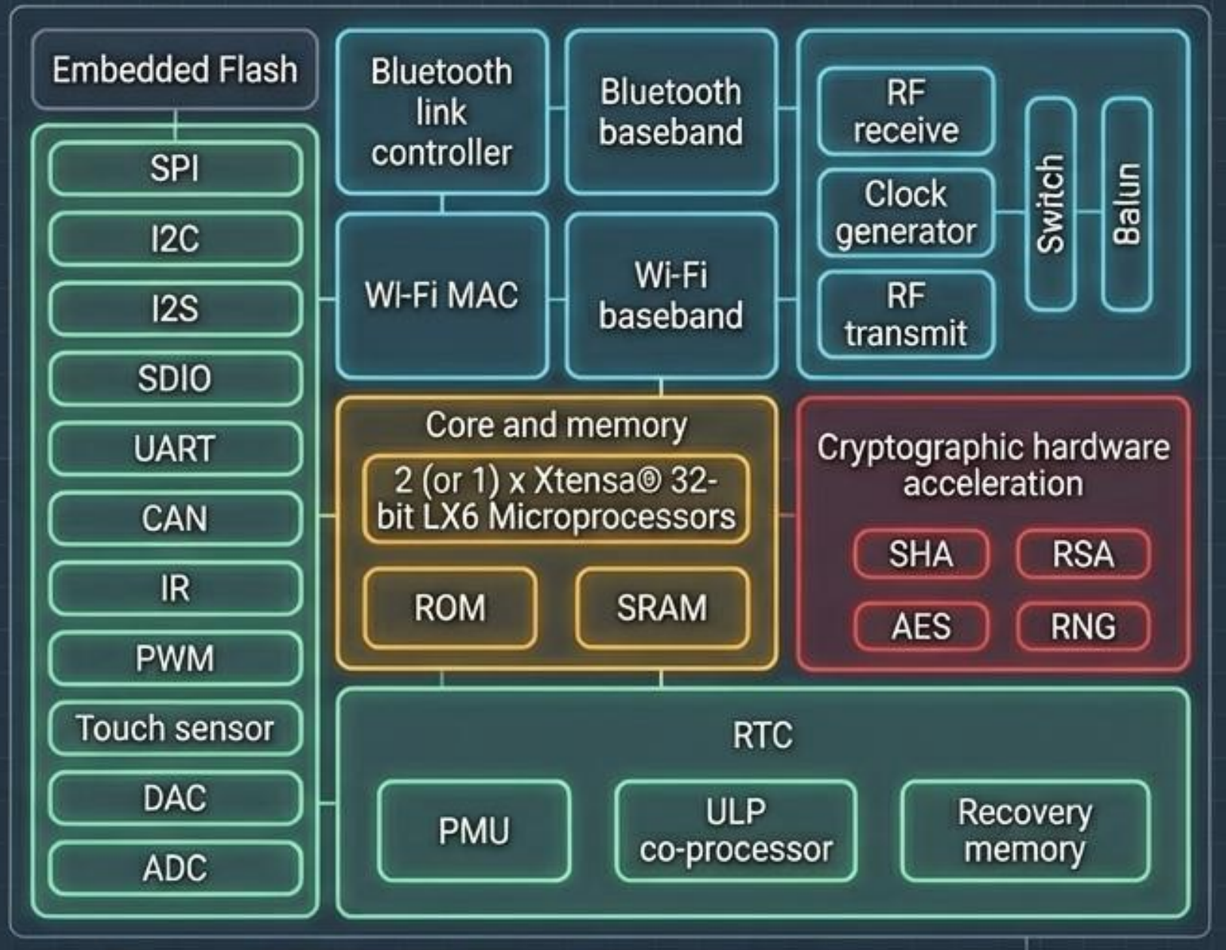
Built-in Sensors

เซ็นเซอร์แม่เหล็ก (Hall)
และเซ็นเซอร์สัมผัส 10 ช่อง



NotebookLM

แกะรอยสถาปัตยกรรมภายใน (Block Diagram)



Core and Memory

Wi-Fi & Bluetooth

Cryptographic Hardware

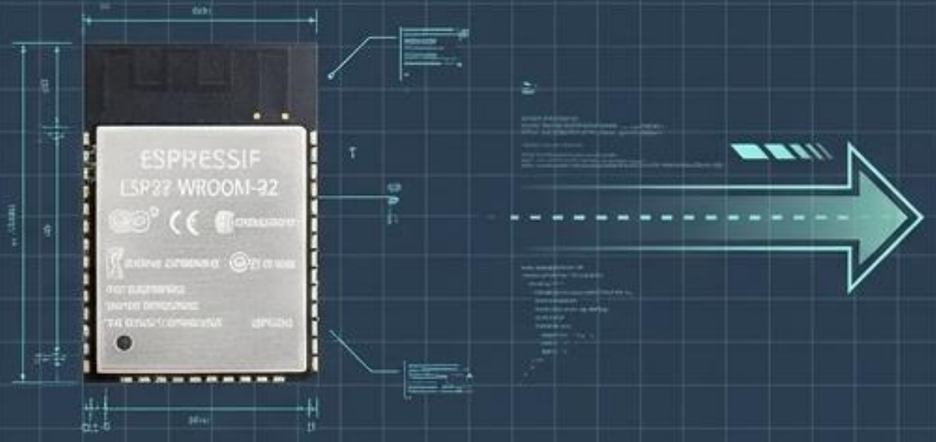
Peripheral Interfaces

การแบ่งส่วนการทำงานอย่างเป็นระบบ: ESP32

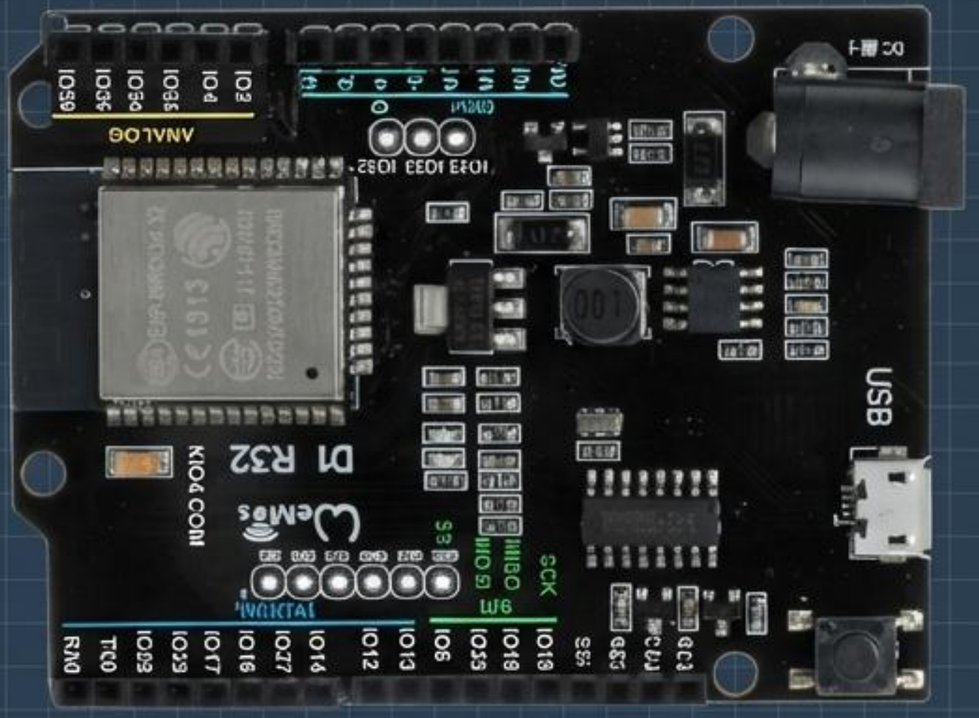
การแบ่งส่วนการทำงานอย่างเป็นระบบ ทำให้ ESP32 จัดการสัญญาณวิทยุ (RF), การเข้ารหัสฮาร์ดแวร์, และประมวลผลหลักพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในชิปเดียว

NotebookLM

จากชิปอุตสาหกรรม
สู่บอร์ดพัฒนาเพื่อการใช้งานจริง



ESP32-WROOM-32



ชิป ESP-WROOM-32 ทรงพลังแต่ขาเชื่อมต่อมีขนาดเล็กมาก จึงถูกนำมาประกอบลงบนบอร์ดพัฒนา (Development Board) รุ่น WeMos D1 R32 เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมและการต่อวงจร พร้อมใช้งานทันทีผ่านสาย USB

NotebookLM

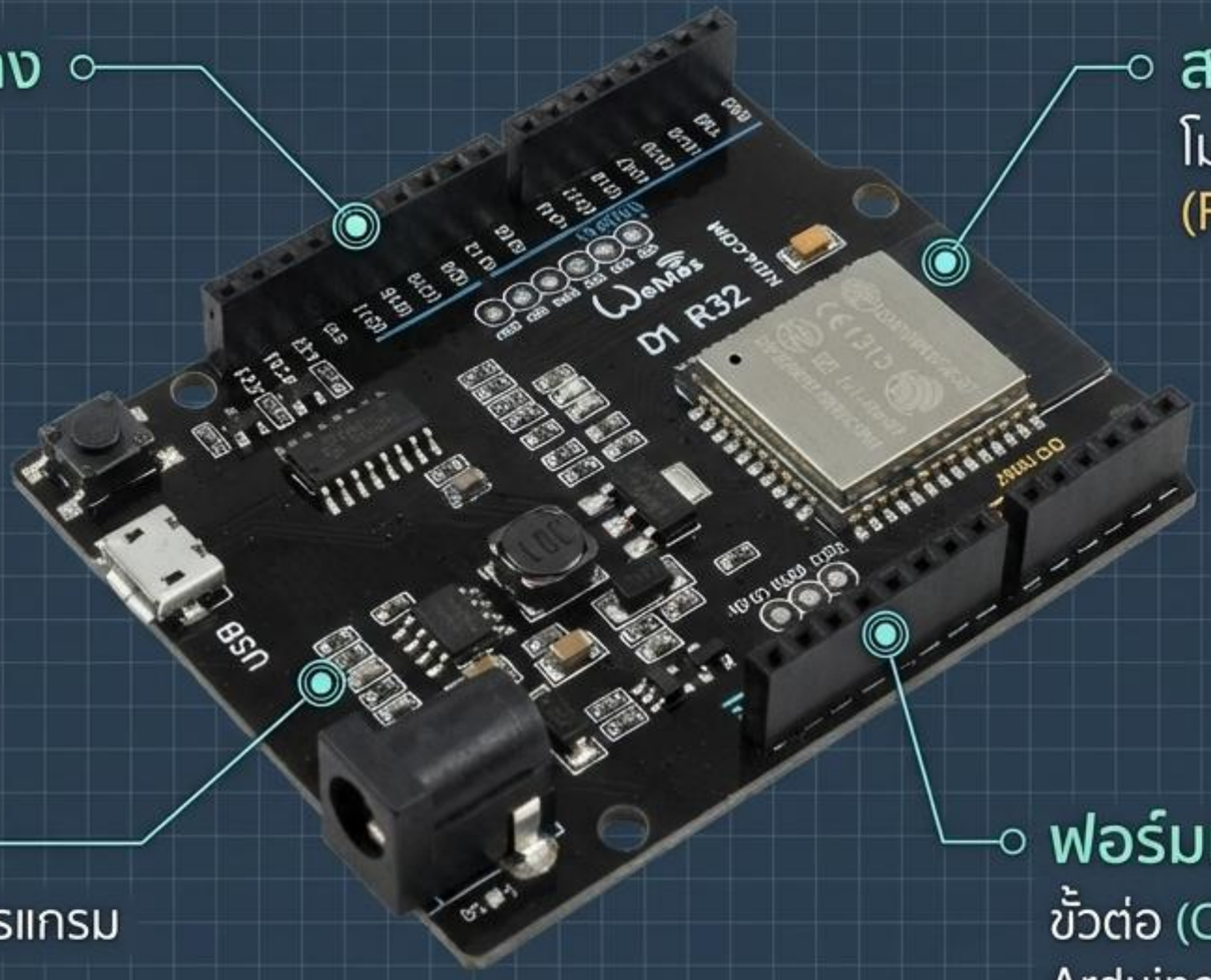
กายวิภาคของบอร์ด WeMos D1 R32

แหล่งจ่ายไฟ 2 ช่องทาง

Micro USB (5VDC) และ
DC Jack (7-12 VDC)

สมองหลัก (MCU)

โมดูล ESP-WROOM-32
(Flash 4MB, RAM 520KB)



ชิปสื่อสาร

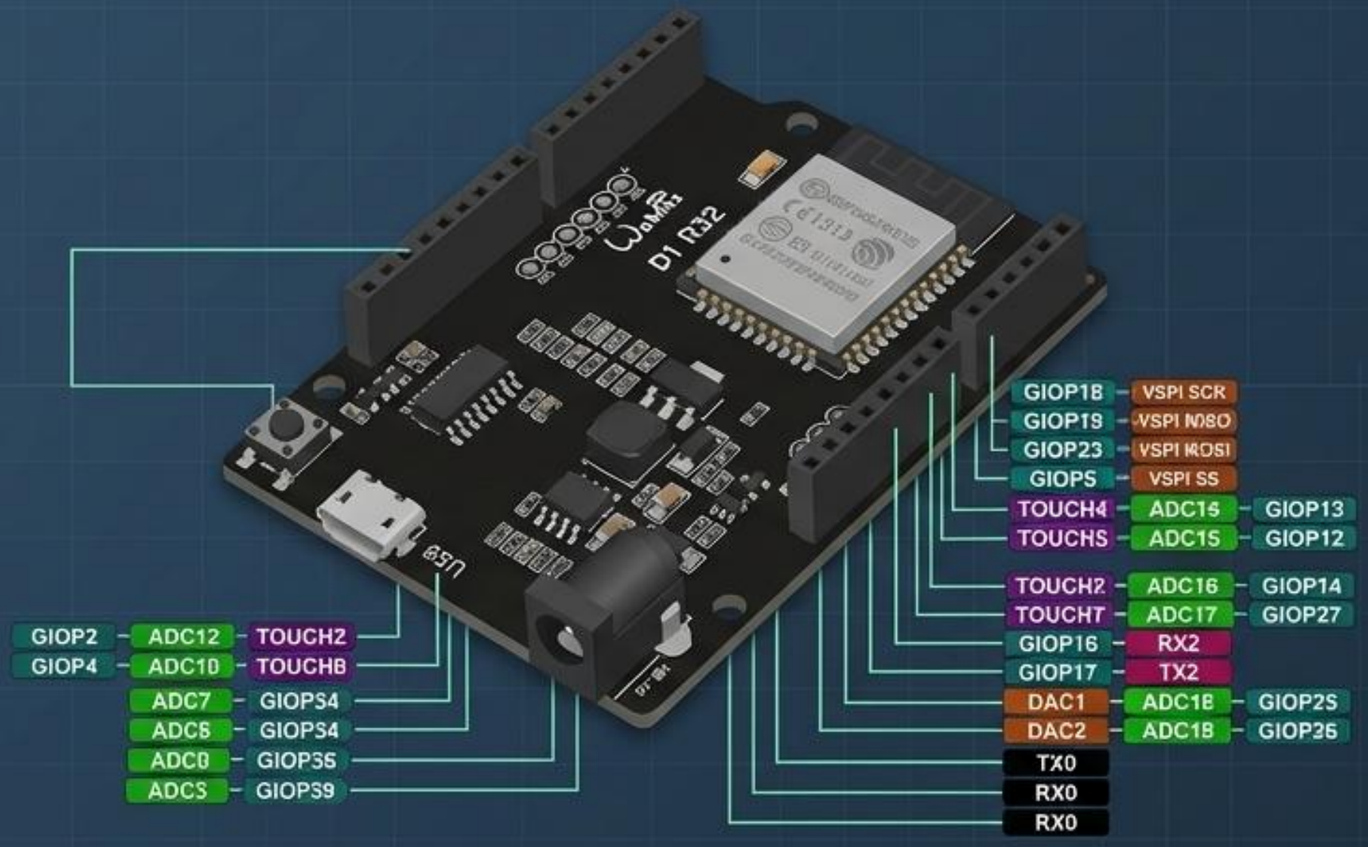
CH340 สำหรับอัพโหลดโปรแกรม
ผ่าน Micro USB

ฟอร์มแฟกเตอร์

ขั้วต่อ (Connector) จัดเรียงแบบ
Arduino UNO ใช้ Shield ร่วมกันได้

NotebookLM

แผนผังจุดเชื่อมต่อ (Pinout) และข้อควรระวังเรื่องแรงดันไฟ



ข้อควรระวังเรื่องแรงดันไฟ (Logic Level)

อันตราย: ระดับสัญญาณ Digital I/O ของบอร์ดนี้ทำงานที่ **3.3V (ไม่ใช่ 5V)**

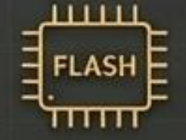
ส่วน Analog (A/D): รับแรงดันได้สูงสุดเพียง **3.2V** (ความละเอียด 12-bit 18 ช่อง)

การป้อนแรงดันไฟ **5V** เข้าขา I/O โดยตรงอาจทำให้**ชิปเสียหายถาวร**

NotebookLM

บทสรุป: ผสานทฤษฎีสู่ฮาร์ดแวร์ทรงพลัง

ทฤษฎี MCU	ศักยภาพ ESP32	การใช้งานบน WeMos D1
สมองกลประมวลผล	ชิป Dual Core 240MHz	เขียนโปรแกรมผ่าน Micro USB
การเชื่อมต่อและพอร์ต I/O	มี WiFi/BT + Hardware Crypto	จัดเรียงขาต่อแบบ Arduino UNO (3.3V)
พื้นที่จัดเก็บข้อมูล	RAM 512KB ในชิป	อัพเกรด ROM เป็น Flash 4MB



ไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคใหม่ไม่ใช่แค่เพียงวงจรควบคุมฮาร์ดแวร์ แต่เป็นระบบประมวลผลอัจฉริยะที่เชื่อมต่อข้อมูลระดับกายภาพเข้ากับโลกอินเทอร์เน็ตได้อย่างสมบูรณ์แบบ

NotebookLM