

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับผิดชอบ นางสาวจิรสิน วรศิริ รหัสนักศึกษา 66030029

ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบ IOT DESIGN และ การใช้งาน เซ็นเซอร์

## 2. IOT DESIGN

เป็นกระบวนการออกแบบระบบ Internet of Things ซึ่งครอบคลุมทั้งฝั่งฮาร์ดแวร์ (sensors, actuators, MCU/SoC), เฟิร์มแวร์, ช่องทางสื่อสาร (connectivity), edge/gateway, แพลตฟอร์มบนคลาวด์, โครงสร้างข้อมูล/การวิเคราะห์, API/แอปพลิเคชัน และกลไกการจัดการ/ความปลอดภัยของอุปกรณ์และข้อมูล

การออกแบบระบบกระจายตัวที่เชื่อมอุปกรณ์ทางกายภาพเข้ากับซอฟต์แวร์/บริการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดด้านพลังงาน เครือข่าย ความปลอดภัย และการดูแลระยะยาว

### 2.1 IOT มีหลายประเภทและหลายแนวทาง แบ่งตามแบบที่ใช้งานจริงและมีประโยชน์สำหรับการออกแบบ

#### 1. ภาคการใช้งาน (Verticals / Use-cases)

- Consumer IoT สมาร์ทโฮม, wearables (นาฬิกาอัจฉริยะ), กล้องรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน
- Industrial IoT (IIoT) โรงงานอัตโนมัติ, SCADA, predictive maintenance
- Healthcare / IoMT (Internet of Medical Things) อุปกรณ์ตรวจวัดผู้ป่วย ระยะไกล
- Smart Cities / Infrastructure ไฟถนนอัจฉริยะ, ระบบจัดการขยะ, ระบบจราจร
- Agriculture (Smart farming) เซ็นเซอร์ดิน/น้ำ อัจฉริยะ, ควบคุมน้ำ/ปุ๋ย
- Retail / Logistics ติดตามสินค้าคงคลัง, การติดตามตู้คอนเทนเนอร์

#### 2. สแต็กเชิงสถาปัตยกรรม (Architectural layers)

- Device / Perception layer เซ็นเซอร์, actuator, MCU
- Edge / Gateway layer ประมวลผลเบื้องต้น, aggregation, protocol translation
- Network / Connectivity layer การสื่อสาร (BLE, Wi-Fi, LoRaWAN, NB-IoT ฯลฯ)
- Platform / Cloud layer การจัดการอุปกรณ์, เก็บข้อมูล, การวิเคราะห์, UI/API
- Application layer แอปสำหรับผู้ใช้/ระบบ

### 3. เทคโนโลยีเชื่อมต่อ

- Short-range: Bluetooth LE, Zigbee, Thread, NFC
- Local / Home: Wi-Fi, Ethernet
- LPWAN / Long-range low power: LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT, LTE-M
- Cellular / 5G: สำหรับความเร็ว/ความหน่วงต่ำและการเชื่อมต่อเชิงมือถือ
- Satellite: สำหรับพื้นที่ remote

### 4. ตำแหน่งการประมวลผลข้อมูล

- Cloud-centric IoT ส่งข้อมูลขึ้นคลาวด์เป็นหลัก
- Edge / Fog computing ประมวลผลใกล้แหล่งกำเนิดข้อมูลเพื่อลด latency และปริมาณข้อมูลส่งขึ้นคลาวด์

### 5. ระดับพลังงาน

- Battery-powered / Low-power ต้องออกแบบประหยัดพลังงาน
- Mains-powered / High-power เช่น อุปกรณ์ในโรงงาน

## 2.2 องค์ประกอบหลักของการออกแบบ IoT

### 1. Hardware (Sensor/Actuator/MCU)

เลือกเซ็นเซอร์ที่เหมาะสม ความแม่นยำ ช่วงการวัด, MCU ที่มีพลังประมวลผลและพอร์ต I/O เพียงพอ

### 2. Connectivity

เลือกเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ latency, bandwidth, range, power และค่าใช้จ่าย

### 3. Firmware & Edge SW

การจัดการพลังงาน, data sampling, local filtering, secure boot, OTA update

### 4. Gateway / Edge Device

protocol translation, local analytics, buffering when offline

### 5. Cloud / IoT Platform

device management, data ingestion, storage, processing, analytics, APIs, dashboards

### 6. Application / UX

UI/UX สำหรับผู้ใช้/ผู้ดูแล, mobile/web dashboards, alerting

### 7. Data Governance & Privacy

เก็บ/ลบ/เข้ารหัสข้อมูลตามข้อบังคับ เช่น GDPR / local privacy laws

## 2.3 ประโยชน์ IOT DESIGN

- ปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน เช่น การใช้สถานะอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ ลดเวลา downtime
- การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ ใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์ทำนายความล้มเหลวก่อนเกิดจริง ช่วยลดค่าใช้จ่ายการซ่อมฉุกเฉิน
- การตัดสินใจโดยใช้ข้อมูล เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม/ผู้ใช้ เพื่อปรับปรุงสินค้า/บริการ
- สิ่งแวดล้อมและเกษตรกรรมแม่นยำสามารถ ประหยัดทรัพยากรและเพิ่มผลผลิต

อ้างอิง <https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/>

<https://docs.aws.amazon.com/iot/>

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>

## ศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์

### 3. Gravity: Analog TDS Sensor (SEN0244)

เซ็นเซอร์วัดปริมาณสารละลายรวม ( TDS ) ในน้ำ ยิ่งค่าสูง TDS สูงน้ำจะมีสารละลายปนเปื้อนมาก น้ำสกปรกมาก ตัวเซ็นเซอร์จะรองรับแรงดันไฟ 3.3 V – 5.5 V และส่งสัญญาณออกแบบ Analog 0 – 2.3 V ใช้สัญญาณ AC ในการกระตุ้นหัววัด เพื่อลดปัญหาขี้ไฟฟ้าถูกขูด และยืดอายุหัววัด หัววัดกันน้ำ ในส่วนของบอร์ดโมดูลไม่กันน้ำ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1. Arduino UNO (หรือบอร์ดที่คล้ายกัน)
2. โมดูล Analog TDS Sensor SEN0244
3. หัววัด (TDS Probe) ที่มาพร้อมโมดูล
4. สาย Jumper 3 เส้น
5. น้ำสำหรับทดสอบ

#### 3.2 การต่อสาย

โมดูลมีขา

- GND (–) ต่อกับ GND ของ Arduino
- VCC (+) ต่อกับ 3.3–5.5V ของ Arduino (ส่วนใหญ่ใช้ 5V)
- A (Analog Out) ต่อกับขา Analog เช่น A1 ของ Arduino
- TDS ช่องเสียบสายหัววัด (Probe)

ข้อควรระวัง

- แผงวงจรโมดูลไม่กันน้ำ ห้ามโดนน้ำ
- หัววัดทนได้ไม่เกิน 55°C
- อย่าให้หัววัดใกล้ขอบภาชนะเกินไป เพราะจะรบกวนการอ่านค่า

### 3.3 การเขียนโปรแกรม

1. เปิด Arduino IDE
2. กำหนด ขา Analog ที่ใช้
3. ใช้โค้ดตัวอย่างจากคู่มือ ซึ่งทำงานดังนี้:
  - อ่านค่าแรงดันจากหัววัด
  - ทำการ Median Filter เพื่อให้ค่าคงที่
  - คำนวณเป็นค่า TDS (ppm)
  - แสดงผลผ่าน Serial Monitor

### 3.4 ขั้นตอนการใช้งาน

1. อัปโหลดโค้ดตัวอย่างลง Arduino
2. เปิด Serial Monitor ตั้ง baud rate 115200
3. จุ่มหัววัดในน้ำ (ไม่เกิน 2/3 ของความยาวหัววัด)
4. กวนเบาๆ รอให้ค่าคงที่
5. อ่านค่าที่แสดงเป็น ppm
  - ค่า TDS สูง = น้ำมีสิ่งเจือปนมาก
  - ค่า TDS ต่ำ = น้ำสะอาดกว่า

อ้างอิงจากคู่มือการใช้งาน

[https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/2309/SEN0244\\_Web.pdf](https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/2309/SEN0244_Web.pdf)

### 4. Gravity: Analog pH Sensor/Meter Kit V2 (SEN0161-V2)

ออกแบบมาเพื่อวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของสารละลาย ใช้ในงานปลูกพืช น้ำ , การเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ , และการตรวจสอบคุณภาพน้ำ จะรองรับแรงดันไฟ 3.3 -5.5 สัญญาณเอาต์พุต Analog 0 – 3.0 V จะใช้สองจุดคาลิเบรชัน ด้วยน้ำยามาตรฐาน pH 4.0 และ pH 7.0 โพรบเป็นเกรดแล็บ วัดได้ในช่วง 0~14 pH

## 4.1 การเตรียมอุปกรณ์

ฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้

- Arduino UNO (หรือบอร์ดที่รองรับ Analog Input)
- pH Signal Conversion Board V2
- pH Probe (หัววัด)
- สาย Gravity 3-pin หรือสาย Dupont
- น้ำยามาตรฐาน pH 4.0 และ pH 7.0
- น้ำกลั่น (สำหรับล้างหัววัด)

การต่อสาย

- ขา - (GND) → GND ของ Arduino
- ขา + (VCC) → 3.3V หรือ 5V ของ Arduino
- ขา A (Analog Out) → ขา Analog เช่น A1 ของ Arduino
- ช่อง BNC → เสียบหัววัด pH

## 4.2 การคาลิเบรต

ขั้นตอนคาลิเบรตแบบสองจุด

1. อัปเดตโค้ดตัวอย่างจาก **DFRobot\_PH Library** ไปที่ Arduino
2. เปิด **Serial Monitor** ที่ baud rate 115200
3. ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นและซับให้หมาด
4. จุ่มหัววัดในน้ำยามาตรฐาน pH 7.0 รอค่าคงที่
  - พิมพ์ enterph กด Enter
  - พิมพ์ calph กด Enter
  - พิมพ์ exitph กด Enter เพื่อบันทึก
5. ล้างหัววัดอีกครั้ง
6. จุ่มหัววัดในน้ำยามาตรฐาน pH 4.0 → รอค่าคงที่
  - ทำซ้ำขั้นตอน enterph ,calph , exitph
7. เสร็จสิ้นคาลิเบรต ข้อมูลจะถูกเก็บใน EEPROM ของบอร์ด

### 4.3 วัดค่าจริง

1. ล้างหัววัดและซับให้หมาด
2. จุ่มหัววัดลงในน้ำหรือสารละลายที่ต้องการวัด
3. รอค่าบน Serial Monitor คงที่ → อ่านค่า pH ได้ทันที
  - pH  $\approx$  7 เป็นกลาง
  - pH < 7 กรด
  - pH > 7 ด่าง

### 4.4 การดูแลรักษา

- หลังใช้งาน ล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นและเก็บในฝาครอบที่มีสารละลาย KCl 3M
- อย่าให้หัวแก้วโดนของแข็งกระแทก
- หลีกเลี่ยงการจุ่มในน้ำกลั่นนานๆ หรือสารที่ทำลายหัวแก้ว

อ้างอิงจากคู่มือการใช้งาน

<https://www.farnell.com/datasheets/3216213.pdf>

## 5. Pressure Transducer Sensor 5V 0-1.2MPa Oil Fuel For Gas Water Air

เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Transducer) ที่สามารถแปลงค่าความดันของของเหลวหรือก๊าซเป็นสัญญาณไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า 0.5-4.5V DC) เพื่อนำไปประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino, ESP32 หรือ PLC ใช้ได้กับน้ำ, น้ำมัน, อากาศ และแก๊ส ในช่วงแรงดัน 0–1.2 MPa (ประมาณ 0–12 บาร์) เหมาะกับงานวัดแรงดันระบบน้ำ, ระบบน้ำมัน, ระบบลม, ระบบไฮดรอลิก และ IoT monitoring

### 5.1 วิธีการใช้งาน

#### การติดตั้ง

- หมุนเกลียวเซนเซอร์เข้ากับพอร์ตวัดแรงดัน (ใช้เทปพันเกลียว PTFE เพื่อป้องกันการรั่วซึม)
- ระวังอย่าให้เกินแรงดันสูงสุดของเซนเซอร์
- หลีกเลี่ยงการติดตั้งในตำแหน่งที่มีการสั่นสะเทือนรุนแรง

#### การต่อสายไฟ

- แดง (VCC) → +5V DC
- ดำ (GND) → กราวด์
- เหลือง (Signal) → ต่อเข้าขา ADC ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

#### การอ่านค่า

- อ่านแรงดันเอาต์พุตจากสายเหลือง
- ใช้สมการแปลงเป็นค่าแรงดันจริง:

$$Pressure(MPa) = \frac{V_{out} - 0.5}{4.0} \times 1.2$$

### 5.2 การบำรุงรักษา

1. ปิดระบบและลดแรงดันก่อนถอดเซนเซอร์
2. ทำความสะอาดเกลียวและพอร์ตเป็นประจำ
3. หลีกเลี่ยงการให้ของเหลวปนเปื้อนแข็งเข้าไปในช่องวัด

## 6. Flowmeter รุ่น Nitto Kohki FM-03-B SG BSBM

เซ็นเซอร์วัดปริมาณการไหลของเหลว โดยจะบอกได้ว่าน้ำไหลผ่านท่อในปริมาณกี่ลิตรต่อนาที หรือ กี่ลิตรต่อชั่วโมง รุ่นนี้เป็นแบบ Mechanical Sight Glass ซึ่งเราจะเห็นลูกกลอยหรือสปริงข้างใน ขยับตามแรงดันน้ำ แล้วสามารถอ่านค่าจากสเกลบนกระบอกได้เลย

### 6.1 รายละเอียดอุปกรณ์

- แบรินด์: Nitto Kohki (ญี่ปุ่น)
- รุ่น: FM-03-B SG BSBM
- Mounting size: R3/8 (เกลียวท่อ 3/8 นิ้ว)
- รองรับแรงดันสูงสุด: 0.5 MPa (ประมาณ 5 บาร์)
- ทนอุณหภูมิ: 10°C – 60°C
- ใช้กับน้ำ เท่านั้น (ไม่เหมาะกับของเหลวที่มีความหนืดสูงหรือสารเคมีรุนแรง)

### 6.2 วิธีการติดตั้ง

- ติดตั้งอุปกรณ์ เชื่อมต่อ Flow Meter เข้ากับระบบท่อโดยมั่นใจว่า “ทิศทางการไหล” ตรงกับลูกศรบนตัวเครื่อง
- ใช้เทปพันเกลียว เพื่อป้องกันการรั่วซึมที่ข้อต่อเกลียว
- ปรับวาล์วภายใน ให้เปิดจนถึงตำแหน่งที่ต้องการเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน
- สังเกตลูกกลอยหรือสปริง ในกระบอกที่มีสเกล ตำแหน่งของลูกกลอยที่ตรงกับสเกลจะแสดงอัตราการไหลจริง (เช่น กี่ลิตร/นาที)

### 6.3 สังเกตและดูแลรักษา

- ตรวจสอบเป็นระยะๆ ว่ายังแสดงค่าได้ถูกต้อง
- หากต้องการเปลี่ยนหรือบำรุงรักษา สามารถถอดชิ้นส่วนได้โดยไม่ต้องถอดทั้งตัวเครื่อง