

- 🛠️ คู่มือการประกอบระบบ Air Quality AI
 - 📋 รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้
 - ฮาร์ดแวร์หลัก
 - อุปกรณ์เสริม
 - เครื่องมือ
 - 🔌 แผนผังการเชื่อมต่อ
 - 📐 Schematic Diagram
 - 🛠️ Connection Summary
 - 🛠️ ขั้นตอนการประกอบ
 - ขั้นตอนที่ 1: เตรียมพื้นฐาน
 - ขั้นตอนที่ 2: การติดตั้ง Power Supply
 - ขั้นตอนที่ 3: การเชื่อมต่อ ESP32
 - ขั้นตอนที่ 4: การเชื่อมต่อ DHT22
 - ขั้นตอนที่ 5: การเชื่อมต่อ MQ-135
 - ขั้นตอนที่ 6: การเชื่อมต่อ SDS011
 - 🔍 การตรวจสอบและทดสอบ
 - Checklist การต่อสาย
 - การทดสอบเบื้องต้น
 - 🚨 การแก้ปัญหา
 - ปัญหาที่พบบ่อย
 - Emergency Shutdown
 - 📦 การติดตั้งซอฟต์แวร์
 - 1. เตรียม Jetson Nano
 - 2. เตรียม ESP32
 - 3. อัปโหลดโค้ด ESP32
 - 4. ทดสอบระบบ
 - 🎯 การใช้งาน
 - เริ่มต้นระบบ
 - เข้าถึงเว็บไซต์
 - ข้อมูลที่แสดง
 - 📖 เอกสารเพิ่มเติม
 - 🆘 การขอความช่วยเหลือ



คู่มือการประกอบระบบ Air Quality AI



รายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ฮาร์ดแวร์หลัก

- NVIDIA Jetson Nano (4GB Developer Kit)
- ESP32 Development Board
- SDS011 PM2.5/PM10 Sensor (เซ็นเซอร์ฝุ่นละออง)
- DHT22 (เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น)
- MQ-135 (เซ็นเซอร์แก๊สคุณภาพอากาศ)
- Breadboard Power Supply Module (3.3V/5V)

อุปกรณ์เสริม

- Jumper Wires (สายไฟต่อ)
- USB Cable (Micro USB สำหรับ ESP32)
- Breadboard (ถ้าต้องการ)
- ตัวต้านทาน 10kΩ (สำหรับ DHT22)

เครื่องมือ

- ไขควงขนาดเล็ก
- คีมลอกสาย
- มัลติมิเตอร์ (สำหรับตรวจสอบ)

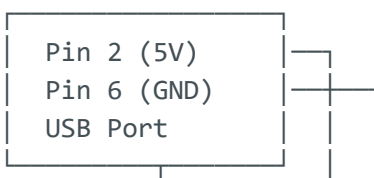


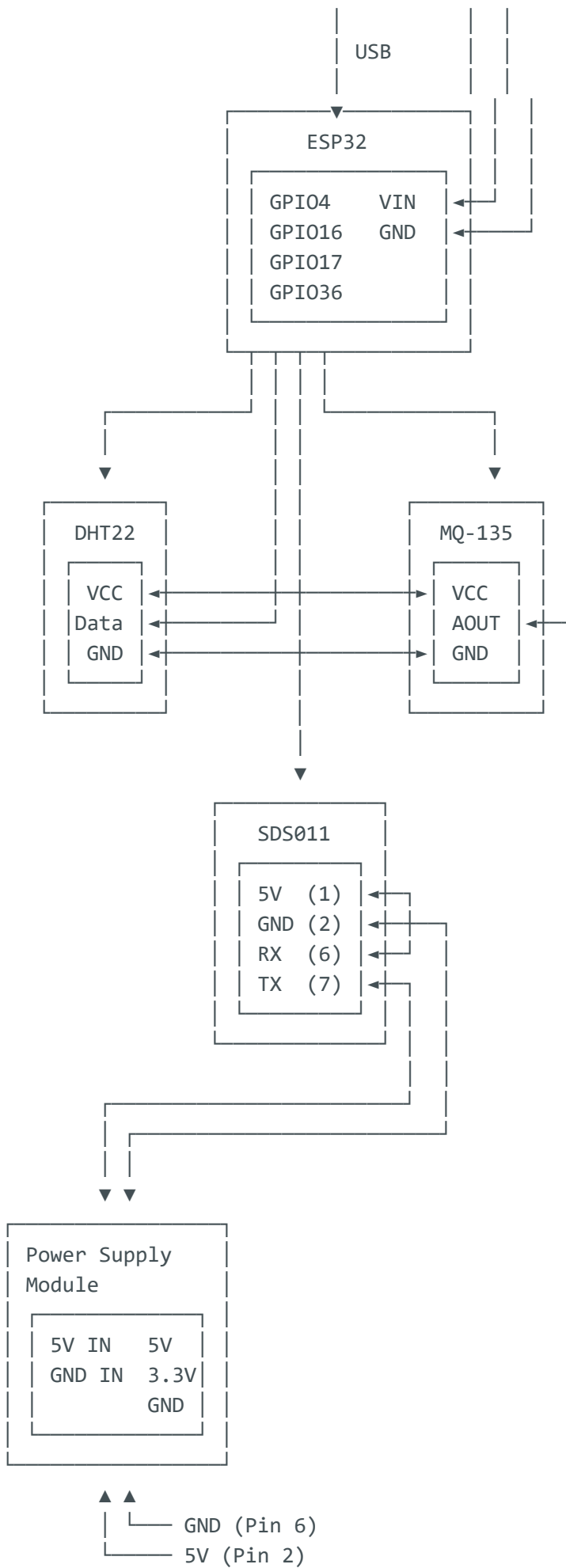
แผนผังการเชื่อมต่อ



Schematic Diagram

JETSON NANO





Connection Summary

ESP32 GPIO Pinout:

| ESP32 Pin | → | Connected To |
|-----------|---|----------------------|
| GPI04 | → | DHT22 Data Pin |
| GPI016 | → | SDS011 RX (Pin 6) |
| GPI017 | → | SDS011 TX (Pin 7) |
| GPI036 | → | MQ-135 AOUT |
| VIN | → | 5V Power Rail |
| GND | → | Ground Rail |
| USB | → | Jetson Nano USB Port |

Power Distribution:

| Source | → | Destination |
|----------------|---|-------------------------|
| Jetson Pin 2 | → | Power Module 5V IN |
| Jetson Pin 6 | → | Power Module GND IN |
| Power 5V OUT | → | SDS011 Pin 1, ESP32 VIN |
| Power 3.3V OUT | → | DHT22 VCC, MQ-135 VCC |
| Power GND OUT | → | All GND connections |

ขั้นตอนการประกอบ

ขั้นตอนที่ 1: เตรียมพื้นฐาน

1.1 ตรวจสอบอุปกรณ์

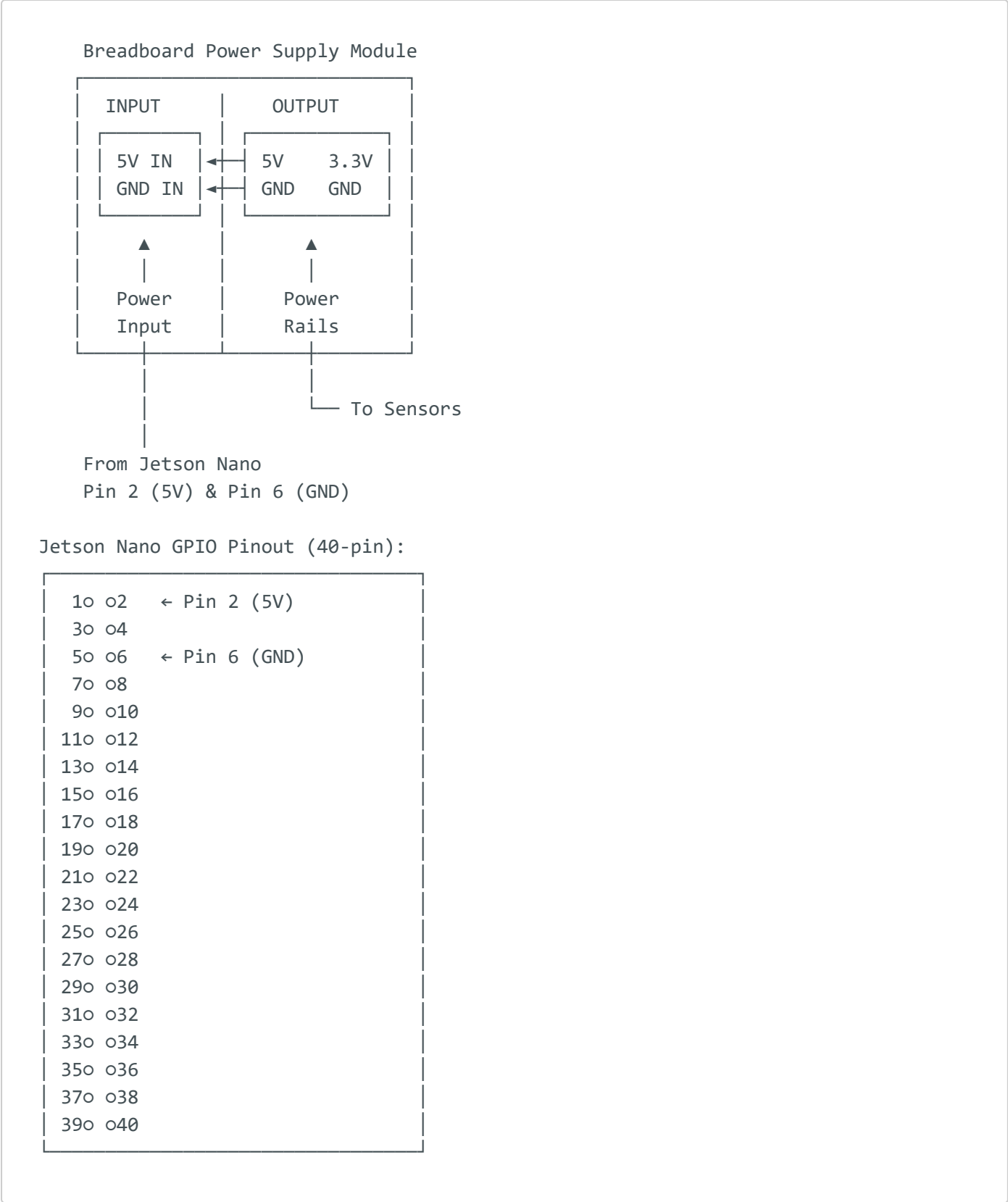
- ☐ ตรวจสอบอุปกรณ์ครบตามรายการ
- ☐ ตรวจสอบสายไฟไม่ขาดหรือเสียหาย
- ☐ เตรียมพื้นที่ทำงานที่สะอาดและปลอดภัย

1.2 เตรียม Jetson Nano

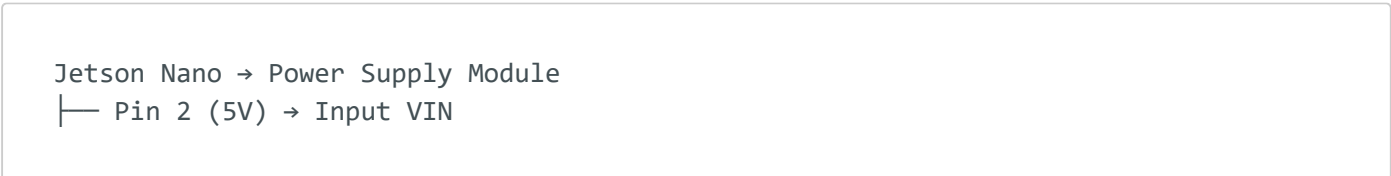
- ☐ ติดตั้ง JetPack OS บน microSD card
- ☐ เสียบ microSD card เข้า Jetson Nano
- ☐ เชื่อมต่อ keyboard, mouse, monitor
- ☐ เชื่อมต่อ Ethernet หรือ WiFi

ขั้นตอนที่ 2: การติดตั้ง Power Supply

2.1 Power Supply Module Diagram



2.2 เชื่อมต่อ Breadboard Power Supply



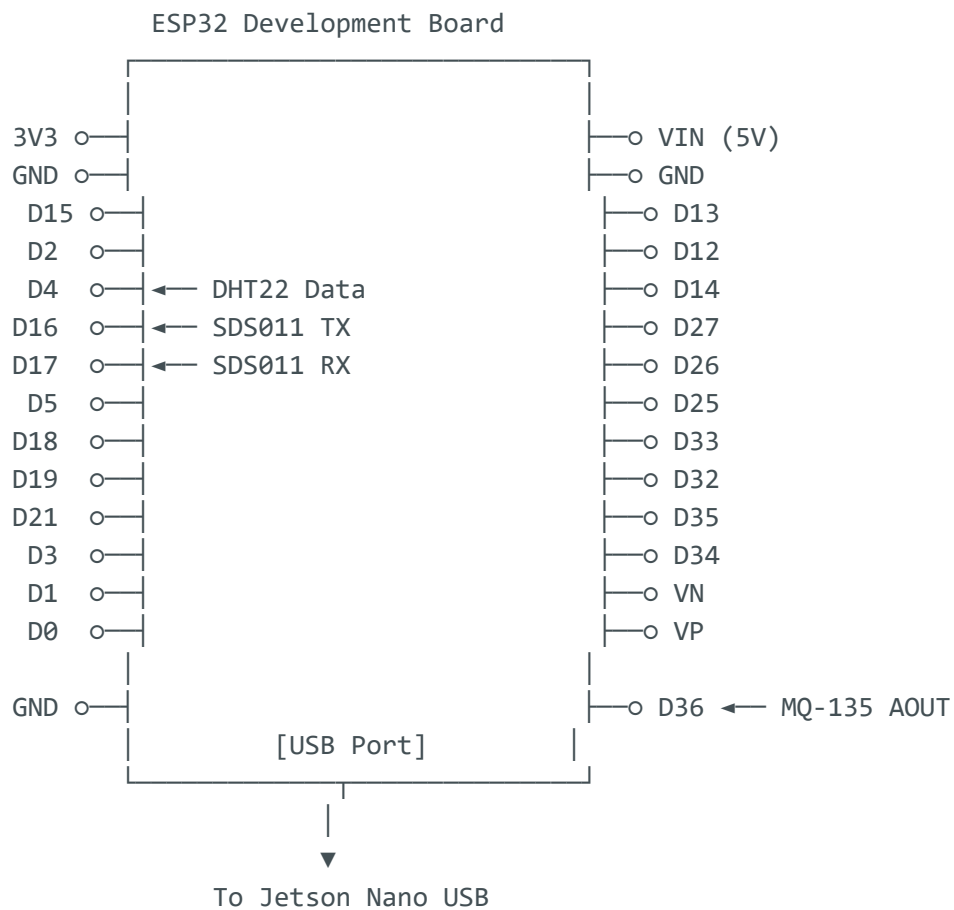
- └ Pin 6 (GND) → Input GND
- └ ตรวจสอบ LED สีเขียวติด

2.2 ทดสอบแรงดันไฟฟ้า

- ☐ ใช้มัลติมิเตอร์วัด 5V rail = $5.0V \pm 0.2V$
- ☐ ใช้มัลติมิเตอร์วัด 3.3V rail = $3.3V \pm 0.1V$
- ☐ ตรวจสอบ GND ต่อเนื่องกัน

ขั้นตอนที่ 3: การเชื่อมต่อ ESP32

3.1 ESP32 Pinout Diagram



3.2 Power Connection

- ESP32 ← Power Rails
- └ VIN ← 5V Rail (สายแดง)
 - └ GND ← GND Rail (สายดำ)
 - └ ตรวจสอบ LED บน ESP32 ติด

3.2 USB Connection

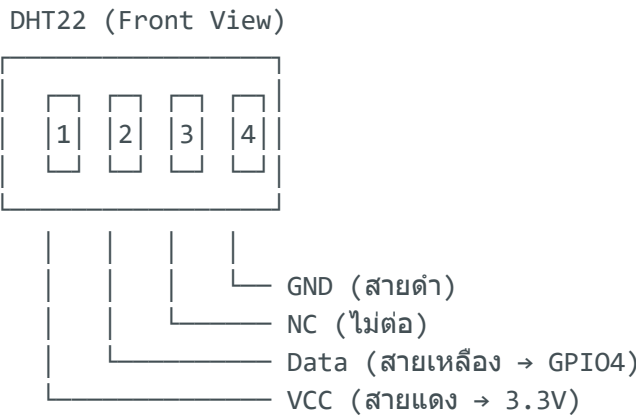
ESP32 ← USB Cable → Jetson Nano
└─ Micro USB ← USB Type-A Port

3.3 ทดสอบการเชื่อมต่อ

```
# ตรวจสอบ ESP32 ถูกตรวจพบ
ls /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM*
# ควรเห็น /dev/ttyUSB0 หรือ /dev/ttyACM0
```

ขั้นตอนที่ 4: การเชื่อมต่อ DHT22

4.1 DHT22 Pin Diagram



4.1 Pin Identification

DHT22 Pinout (มองจากด้านหน้า):

- └─ Pin 1: VCC (3.3V-5V)
- └─ Pin 2: Data
- └─ Pin 3: NC (ไม่ใช้)
- └─ Pin 4: GND

4.2 Wiring

DHT22 → ESP32/Power

- └─ Pin 1 (VCC) → 3.3V Rail (สายแดง)
- └─ Pin 2 (Data) → ESP32 GPIO4 (สายเหลือง)

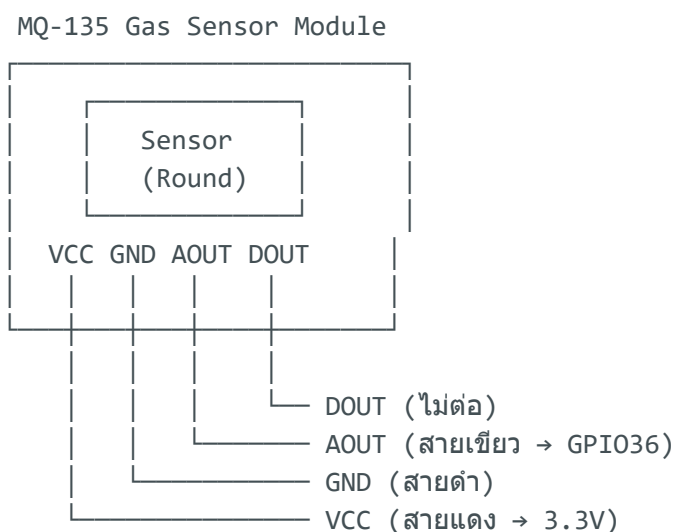
- └ Pin 3 (NC) → ไม่ต่อ
- └ Pin 4 (GND) → GND Rail (สายดำ)

4.3 Pull-up Resistor (แนะนำ)

- ต่อตัวต้านทาน 10kΩ ระหว่าง VCC และ Data pin
- ช่วยให้สัญญาณเสถียรขึ้น

ขั้นตอนที่ 5: การเชื่อมต่อ MQ-135

5.1 MQ-135 Module Diagram



5.1 Module Identification

MQ-135 Module Pins:

- └ VCC: Power Input (3.3V-5V)
- └ GND: Ground
- └ AOUT: Analog Output
- └ DOUT: Digital Output (ไม่ใช้)

5.2 Wiring

MQ-135 → ESP32/Power

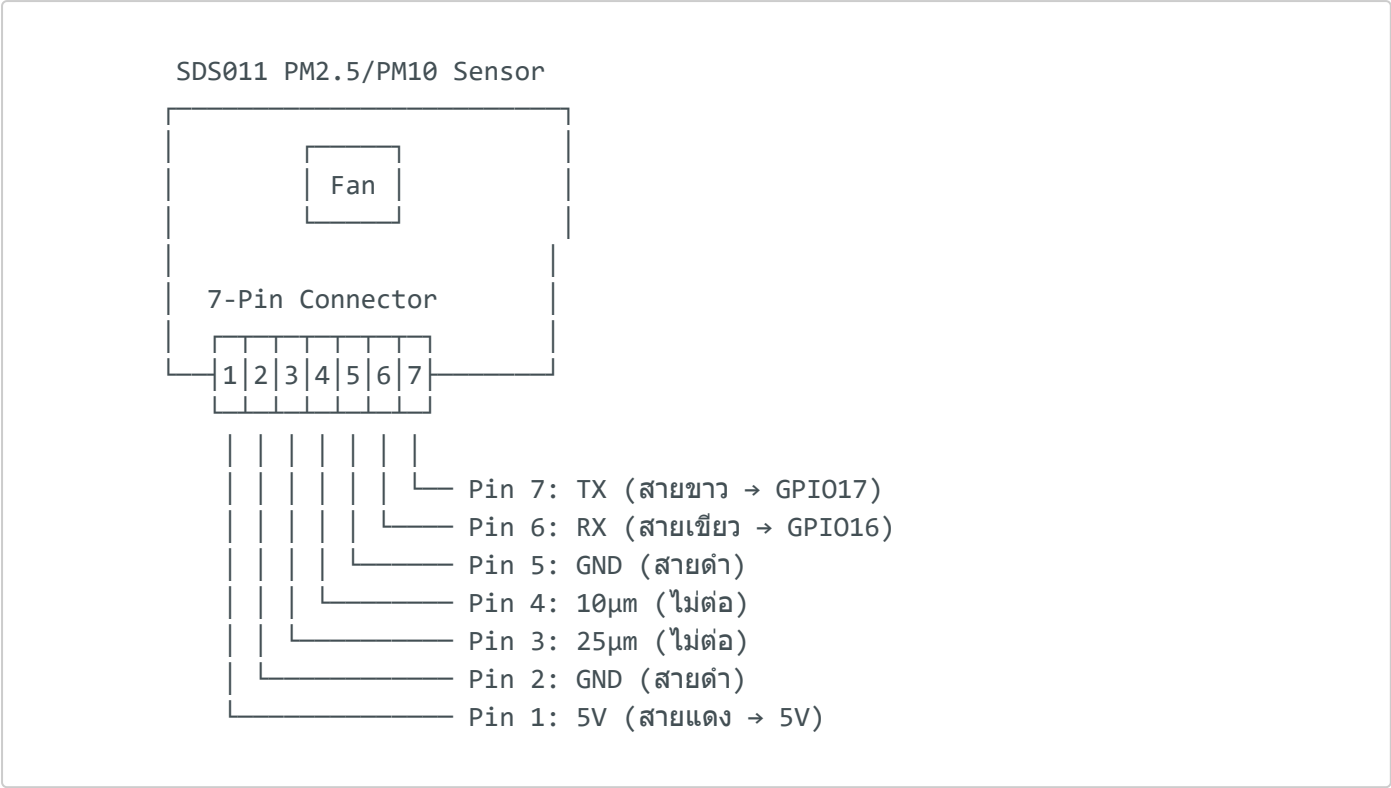
- └ VCC → 3.3V Rail (สายแดง)
- └ GND → GND Rail (สายดำ)
- └ AOUT → ESP32 GPIO36 (สายเขียว)
- └ DOUT → ไม่ต่อ

5.3หมายเหตุ

- MQ-135 ต้องอุ่นเครื่อง 24-48 ชั่วโมงเพื่อความแม่นยำ
- ในช่วงแรกค่าอาจไม่เสถียร

ขั้นตอนที่ 6: การเชื่อมต่อ SDS011

6.1 SDS011 Connector Diagram



6.1 Pin Identification



6.2 Wiring



- └ Pin 6 (RX) → ESP32 GPIO16 (สายเขียว)
- └ Pin 7 (TX) → ESP32 GPIO17 (สายขาว)

6.3 ทดสอบ

- ☐ ตรวจสอบพัลลัมใน SDS011 หมุน
- ☐ ไม่มีเสียงผิดปกติ
- ☐ LED สถานะ (ถ้ามี) ติดปกติ



การตรวจสอบและทดสอบ

Checklist การต่อสาย

- ✓ Power Connections:
 - 5V Rail: 5.0V \pm 0.2V
 - 3.3V Rail: 3.3V \pm 0.1V
 - GND: ต่อเนื่องทุกจุด
- ✓ ESP32:
 - Power LED ติด
 - USB ตรวจพบใน /dev/
 - GPIO pins ไม่สั้น
- ✓ DHT22:
 - VCC = 3.3V
 - Data → GPIO4
 - Pull-up resistor ติดตั้ง
- ✓ MQ-135:
 - VCC = 3.3V
 - AOUT → GPIO36
 - ไม่มีกลิ่นไหม้
- ✓ SDS011:
 - VCC = 5V
 - พัลลัมหมุน
 - Serial pins ถูกต้อง

การทดสอบเบื้องต้น

1. ทดสอบ Power Supply

```
# ไข่มัลติมิเตอร์วัดแรงดัน
# 5V rail ควรได้ 4.8-5.2V
# 3.3V rail ควรได้ 3.2-3.4V
```

2. ทดสอบ ESP32

```
# ตรวจสอบ Serial Port
ls /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM*

# ทดสอบการสื่อสาร
screen /dev/ttyUSB0 115200
# หรือ
minicom -D /dev/ttyUSB0 -b 115200
```

3. ทดสอบเซ็นเซอร์

```
# รันสคริปต์ทดสอบ
python sensor_interface.py

# ควรเห็นข้อมูลแบบนี้:
# DHT22: Temperature=25.4°C, Humidity=65.2%
# MQ-135: Gas Level=150
# SDS011: PM2.5=12.5µg/m³, PM10=18.3µg/m³
```



การแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบบ่อย

1. ESP32 ไม่ตรวจพบ

สาเหตุ:

- สาย USB เสียหาย
- Driver ไม่ถูกต้อง
- พอร์ต USB ไม่มีไฟ

วิธีแก้:

- เปลี่ยนสาย USB
- ติดตั้ง CH340/CP2102 driver
- ลองพอร์ต USB อื่น

2. เซ็นเซอร์ไม่มีข้อมูล

DHT22:

- ตรวจสอบสาย Data และ Pull-up resistor
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 3.3V

MQ-135:

- รอให้อุ่นเครื่อง 5-10 นาที
- ตรวจสอบ AOUT connection

SDS011:

- ตรวจสอบพัดลมหมุนหรือไม่
- ตรวจสอบ Serial connection (RX/TX)
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 5V

3. ค่าผิดปกติ

อุณหภูมิ/ความชื้น:

- DHT22 อาจเสียหาย
- การต่อสายผิด
- สัญญาณรบกวน

PM2.5/PM10:

- SDS011 ต้องอุ่นเครื่อง 30 วินาที
- ทำความสะอาดเซ็นเซอร์
- ตรวจสอบสภาพแวดล้อม

Gas Level:

- MQ-135 ต้องอุ่นเครื่อง 24-48 ชั่วโมง
- Calibration ในอากาศสะอาด
- ตรวจสอบ ADC connection

Emergency Shutdown

หากเกิดปัญหา:

1. ถอดสาย USB ESP32 ทันที
2. ปิดไฟ Jetson Nano
3. ตรวจสอบการต่อสายทั้งหมด
4. ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบ short circuit
5. เริ่มต้นใหม่ที่ละขั้นตอน



การติดตั้งซอฟต์แวร์

1. เตรียม Jetson Nano

```
# อัปเดตระบบ
sudo apt update && sudo apt upgrade -y

# ติดตั้ง Python dependencies
sudo apt install python3-pip python3-venv git -y

# โคลนโปรเจค
git clone <repository-url>
cd air_quality_ai

# สร้าง virtual environment
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate

# ติดตั้ง Python packages
pip install -r requirements.txt
```

2. เตรียม ESP32

```
# ติดตั้ง Arduino IDE
# ดาวน์โหลดจาก: https://www.arduino.cc/en/software

# เพิ่ม ESP32 Board Manager:
# File → Preferences → Additional Board Manager URLs
# เพิ่ม: https://dl.espressif.com/dl/package\_esp32\_index.json

# ติดตั้งไลบรารี:
# - ArduinoJson
# - DHT sensor library
# - EspSoftwareSerial
```

3. อัปโหลดโค้ด ESP32

1. เปิดไฟล์ esp32_sensor_code.ino
2. เลือกบอร์ด: "ESP32 Dev Module"
3. เลือกพอร์ต: /dev/ttyUSB0
4. กด Upload
5. รอจนเสร็จ (ประมาณ 1-2 นาที)

4. ทดสอบระบบ

```
# ทดสอบเซ็นเซอร์
python sensor_interface.py

# รันระบบเต็มรูปแบบ
python main.py

# รันเฉพาะเว็บไซต์
python start_website.py
```



การใช้งาน

เริ่มต้นระบบ

```
# วิธีที่ 1: เมนูแบบอินเทอร์แอคทีฟ
python run_system.py

# วิธีที่ 2: รันโดยตรง
python main.py                # ระบบเต็มรูปแบบ
python main.py --mock         # โหมดทดสอบ
python main.py --dashboard-only # เฉพาะเว็บไซต์

# วิธีที่ 3: เว็บไซต์อย่างเดียว
python start_website.py
```

เข้าถึงเว็บไซต์

- **Local:** <http://localhost:8050>
- **Network:** [http://\[jetson-ip\]:8050](http://[jetson-ip]:8050)
- **อัปเดตอัตโนมัติ:** ทุก 30 วินาที

ข้อมูลที่แสดง

- 📊 ค่าปัจจุบัน: PM2.5, PM10, อุณหภูมิ, ความชื้น
- 📈 กราฟแนวโน้ม: 24 ชั่วโมงย้อนหลัง

- 🌟 การพยากรณ์: 1-6 ชั่วโมงข้างหน้า
 - 🎯 ความแม่นยำ: ประสิทธิภาพโมเดล AI
-

เอกสารเพิ่มเติม

- [README.md](#) - ข้อมูลโปรเจกต์โดยรวม
 - [esp32_sensor_code.ino](#) - โค้ด Arduino
 - [config.py](#) - การตั้งค่าระบบ
 - [requirements.txt](#) - Python dependencies
-

การขอความช่วยเหลือ

หากพบปัญหา:

1. ตรวจสอบ [การแก้ปัญหา](#) ในเอกสารนี้
2. ดูไฟล์ log ใน [logs/](#) directory
3. ตรวจสอบการต่อสายตาม checklist
4. รันคำสั่งทดสอบทีละขั้นตอน

ข้อมูลที่ควรรวมเมื่อรายงานปัญหา:

- รุ่น Jetson Nano และ JetPack version
 - ข้อความ error แบบเต็ม
 - ขั้นตอนที่ทำก่อนเกิดปัญหา
 - ผลการทดสอบแต่ละเซ็นเซอร์
-

สร้างด้วย ❤️ เพื่ออากาศที่สะอาดและสุขภาพที่ดีขึ้น