

# ภาพรวมระบบไฟฟ้า & แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด สำหรับหุ่นยนต์ FRC

## 1. บทนำ

ยินดีต้อนรับ! วันนี้เราจะพูดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของหุ่นยนต์ โดยเน้นที่:

- ความเข้าใจหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน
- แนวทางการจัดวางสายไฟที่ถูกต้อง
- เทคนิคการย้ำทางปلا (crimping) และการเชื่อมต่อ
- ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยและวิธีหลีกเลี่ยง

## 2. ภาพรวมของระบบ (System Overview)

### RoboRIO

ท่าหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลักของหุ่นยนต์

รันโคดที่ถูกคอมไพล์และดาวน์โหลดผ่าน:

- WiFi
- สาย Ethernet (คอมพิวเตอร์ → สายต่อ → rio)
- USB (สายข้อมูล)

RoboRIO รุ่นใหม่รองรับการคอมไพล์และดาวน์โหลดโคดผ่าน microSD card และจะไม่ค่อยนิยมใช้ก็ตาม ส่วนประกอบ:

- พอร์ต Digital I/O สำหรับเชื่อมเข้า

- PWM สำหรับ motor controllers หรือ spike relays
  - พอร์ต USB และ Ethernet
  - พอร์ต CAN bus (สำหรับการสื่อสารแบบเดซีเซน)
- 

### 3. ระบบจ่ายไฟ (Power System)

#### แหล่งจ่ายไฟและทิศทางการไหล

แบตเตอรี่ 12V เชื่อมเข้ากับ main breaker และส่งไปยัง Power Distribution Hub (PDH)

จาก PDH:

- พลังงานส่งต่อไปยัง motor controllers, voltage regulators และ
- มี self-resetting breakers เพื่อป้องกันวงจร

#### การควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulation)

แรงดันแบตเตอรี่อาจแตก เช่น จาก 12V เหลือ 8V เมื่อโหลดสูง  
ใช้ VRM (Voltage Regulator Module) เพื่อคุ้มให้แรงดันให้คงที่ (5V หรือ 12V) โดยเฉพาะการต่อ  
อุปกรณ์ที่ไวต่อแรงดัน เช่น กล้อง

---

### 4. ระบบควบคุมมอเตอร์ (Motor Control)

#### PWM vs CAN

##### PWM (Pulse Width Modulation):

- มี 3 สาย: ดำ (กราวด์), ขาว/เหลือง (สัญญาณ), แดง (ไฟ)
- ส่งสัญญาณดิจิทัลปรับเปลี่ยนต่ความถี่เพื่อควบคุมความเร็ว
- ต้องใช้คู่สาย 1 ชุดต่อมอเตอร์คอนโทรลเลอร์หนึ่งตัว

##### CAN Bus:

- ใช้สายเพียง 2 เส้นเรียงเดี่ยว เช่นผ่านอุปกรณ์ที่รองรับทั้งหมด
- รองรับได้ประมาณ 256 nodes
- ลดความรุกของสาย และรองรับการสื่อสารสองทาง

การเดินสาย CAN:

- เริ่มที่ RoboRIO: ปลอกสายออกและเชื่อมเข้าพอร์ต CAN
  - ต่อเดี่ยว เช่น ไปอุปกรณ์ทุกด้วย (เช่น motor controllers, PCM, PDH)
  - ห้ามปลอกสาย CAN ยกเว้นที่ RoboRIO และ PDH
  - สิ้นสุดที่ PDH (terminator)
- 

## 5. ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic Control)

### Pneumatic Control Module (PCM)

โซลินอยด์มี 2 แบบ:

- Single:** ปล่อยลมอย่างเดียว และใช้สปริงดึงกลับ
- Double:** ใช้ลมทั้งปล่อยและดึงกลับ

PCM ควบคุมโซลินอยด์ได้สูงสุด 8 ตัวผ่าน CAN

โซลินอยด์จะใช้สัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมการไหลของลม

---

## 6. ระบบสื่อสาร (Communication)

### Driver Station & Wi-Fi

- Driver Station (ส่วนมากเป็นแล็ปท็อป) เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi เราเตอร์/บริดจ์เฉพาะ หรือผ่าน Ethernet (tethered)

- การเชื่อม Wifi ต้องใช้ radio ที่ตั้งค่า firmware เฉพาะของ FRC
  - แต่ละหุ่นจะมี ID เฉพาะ
  - ทีงานแข่งขัน Wi-Fi จะถูกควบคุมอย่างเข้มงวด เพราะมีปัญหาแทรกสัญญาณได้ง่าย
- 

## 7. การจัดวางระบบ (Layout & Design Considerations)

### สิ่งที่ควรวางแผนิกลกัน

- Main breaker, battery, PDH → เพื่อให้สายไฟแรงสูงสันที่สุด
- Motor controllers → ให้อยู่ใกล้มอเตอร์ที่ควบคุม
- สายสัญญาณ → ให้สั้น เรียบเรียบร้อย และแยกจากสายไฟใหญ่เพื่อลดสัญญาณรบกวน

### ข้อผิดพลาดที่พบบ่อย

- เข้าถึงอุปกรณ์ยาก ต้องถอดหลายน้ำชั้นถึงจะซ่อมได้
  - การเดินสายไฟยาวๆ ทำให้หุ่นหนัก และมีโอกาสข้อผิดพลาดสูงขึ้น
  - สายสัญญาณไขว้กับสายไฟแรงสูง ทำให้เกิดการรบกวน
- 

## 8. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง (Serviceability)

### แนวปฏิบัติที่ดี:

- ให้อุปกรณ์สำคัญเข้าถึงได้ง่าย
  - ติดป้ายกำกับสายทั้งสองปลาย เช่น “RF” = Right Front motor
  - มั่นใจว่าสายไฟเป็นช่องทางเพื่อง่ายต่อการจัดการและแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น
-

## 9. ประเภทและขนาดสายไฟ (Wire Types & Sizing)

- FRC กำหนดขนาดสายขั้นต่ำตามโอลด์เกรส
  - บนสายจะมีบอกรวบ (AWG) เท่าไหร่ (เช่น 12 AWG) — เลขน้อย = สายใหญ่กว่า
  - ต้องตรวจสอบทุกปี โดยปกติก็ไม่ค่อยเปลี่ยน แต่อาจมีการปรับบาง
- 

## 10. เทคนิคการย้ำหางปลา (Crimping & Construction)

เครื่องมือ:

หเล็กเลี่ยง: คิมปอกสายแบบปรับได้ หรือคิมย้ำ

ควรใช้:

- คิมปอกสายอัตโนมัติ
- คิมย้ำ ratcheting สำหรับแรงกดคงที่
- หางปลาขนาดเหมาะสม (แดง = เล็ก, น้ำเงิน = กลาง, เหลือง = ใหญ่)

วิธีการย้ำที่ถูกต้อง:

1. ปอกสายให้เรียบ ไม่บาดเส้นทองแดง
  2. เลือกหางปลาให้ตรงกับขนาดสาย
  3. กดคิมหนึ่ง–สองครั้งเพื่อเตรียมที่จับ
  4. ใส่สาย จัดแนว (ด้านแบบอยู่แนวอน) และย้ำให้แน่น
  5. ทำ pull test — ดึงแล้วต้องไม่หลุด
- 

## 11. การติดป้ายและเอกสาร (Labeling & Documentation)

ติดป้ายทุกอย่าง:

- สายไฟ
- ปลายสาย
- คอนเนคเตอร์

จัดความเรียบร้อยของสายไฟด้วย zip tie, labels, และช่องเดินสาย

จัดทำผังสายไฟและต่าแห่น่ออุปกรณ์เพื่อความสะดวกสำหรับการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในอนาคต

## 12. สิ่งที่ควรทำ & ไม่ควรทำ (Construction Do's & Don'ts)

ควรทำ:

- วางแผนอุปกรณ์โดยคำนึงถึงการไหลของพลังงานและความสะดวกในการเข้าถึง
- ทดสอบการเชื่อมต่อไฟก่อนยึดต่าแห่น่อจริง
- ทำงานร่วมกันระหว่างทีมไฟฟ้าและทีม CAD เพื่อออกแบบที่ดีที่สุด

ไม่ควรทำ:

- วางอุปกรณ์สำคัญไว้ลึก ๆ หลายชั้น
- ผสมขนาดสายต่างกันไว้ใต้สกรูตัวเดียว
- ข้ามชั้นตอนการจัดทำเอกสาร — เอกสารช่วยประหยัดเวลาได้มาก!

## 13. ข้อคิดสุดท้าย

- ฝึกฝนให้มาก — ทั้งการยืดสาย ปอกสาย และจัดวางระบบ
- ตรวจสอบกฎ ความปลอดภัย และข้อกำหนดของการแข่งขัน
- งานไฟฟ้าต้องการความประณีต ความเรียบร้อย และความเชื่อถือได้