

ภาพรวมระบบไฟฟ้า & แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด สำหรับหุ่นยนต์ FRC

1. บทนำ

ยินดีต้อนรับ! วันนี้เราจะพูดถึงเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของหุ่นยนต์ โดยเน้นที่:

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

2. ภาพรวมของระบบ (System Overview)

RoboRIO

ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลักของหุ่นยนต์

รันโค้ดที่ถูกคอมไพล์และดาวน์โหลดผ่าน:

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

RoboRIO รุ่นใหม่รองรับการคอมไพล์และดาวน์โหลดโค้ดผ่าน microSD card แม้จะไม่ค่อยนิยมใช้ก็ตาม

ส่วนประกอบ:

- พอร์ต Digital I/O สำหรับเซนเซอร์

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

3. ระบบจ่ายไฟ (Power System)

แหล่งจ่ายไฟและทิศทางการไหล

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

จาก PDH:

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

การควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulation)

แรงดันแบตเตอรี่อาจตก เช่น จาก 12V เหลือ 8V เมื่อโหลดสูง
ใช้ VRM (Voltage Regulator Module) เพื่อคุมให้แรงดันให้คงที่ (5V หรือ 12V) โดยเฉพาะการต่ออุปกรณ์ที่ไวต่อแรงดัน เช่น กล้อง

4. ระบบควบคุมมอเตอร์ (Motor Control)

PWM vs CAN

PWM (Pulse Width Modulation):

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

CAN Bus:

- ใช้สายเพียง 2 เส้นเรียงเดซีเช่นผ่านอุปกรณ์ที่รองรับทั้งหมด
- รองรับได้ประมาณ 256 nodes
- ลดความรกของสาย และรองรับการสื่อสารสองทาง

การเดินสาย CAN:

- เริ่มที่ RoboRIO: ปลอกสายออกและเชื่อมต่อพอร์ต CAN
- ต่อเดซีเช่นไปอุปกรณ์ทุกตัว (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:** ปลดปล่อยลมอย่างเดียว แล้วใช้สปริงดึงกลับ
- **Double:** ใช้ลมทั้งปลดปล่อยและดึงกลับ

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
- ทีมงานแข่งขัน Wi-Fi จะถูกควบคุมอย่างเข้มงวดเพราะมีปัญหาแทรกสัญญาณได้ง่าย

7. การจัดวางระบบ (Layout & Design Considerations)

สิ่งที่ควรวางใกล้กัน

- Main breaker, battery, PDH → เพื่อให้สายไฟแรงสูงสั้นที่สุด
- Motor controllers → ให้อยู่ใกล้มอเตอร์ที่ควบคุม
- สายสัญญาณ → ให้สั้น เรียบร้อย และแยกจากสายไฟใหญ่เพื่อลดสัญญาณรบกวน

ข้อผิดพลาดที่พบบ่อย

- เข้าถึงอุปกรณ์ยาก ต้องถอดหลายชั้นถึงจะซ่อมได้
- การเดินสายไฟยาวๆ ทำให้หุ่นหนัก และมีโอกาสข้อผิดพลาดสูงขึ้น
- สายสัญญาณไขว้กับสายไฟแรงสูง ทำให้เกิดการรบกวน

8. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง (Serviceability)

แนวปฏิบัติที่ดี:

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

9. ประเภทและขนาดสายไฟ (Wire Types & Sizing)

- FRC กำหนดขนาดสายขั้นต่ำตามโหลดกระแส
 - บนสายจะมีบอกว่า AWG เท่าไหร่ (เช่น 12 AWG) — เลขน้อย = สายใหญ่กว่า
 - ต้องตรวจทุกปี โดยปกติกฎไม่ค่อยเปลี่ยน แต่อาจมีการปรับบ้าง
-

10. เทคนิคการย่ำหางปลา (Crimping & Construction)

เครื่องมือ:

หลักเลียง: คีมปอกสายแบบปรับได้ หรือคีมย่ำ

ควรใช้:

- คีมปอกสายอัตโนมัติ
- คีมย่ำ ratcheting สำหรับแรงกดคงที่
- หางปลาขนาดเหมาะสม (แดง = เล็ก, น้ำเงิน = กลาง, เหลือง = ใหญ่)

วิธีการย่ำที่ถูกต้อง:

1. ปอกสายให้เรียบ ไม่ขาดเส้นทองแดง
 2. เลือกหางปลาให้ตรงกับขนาดสาย
 3. กดคีมหนึ่ง-สองครั้งเพื่อเตรียมที่จับ
 4. ใส่สาย จัดแนว (ด้านแบนอยู่แนวนอน) และย่ำให้แน่น
 5. ทำ pull test — ดึงแล้วต้องไม่หลุด
-

11. การติดป้ายและเอกสาร (Labeling & Documentation)

ติดป้ายทุกอย่าง:

- สายไฟ
- ปลายสาย
- คอนเนคเตอร์

จัดความเรียบร้อยของสายไฟด้วย zip tie, labels, และช่องเดินสาย

จัดทำผังสายไฟและตำแหน่งอุปกรณ์เพื่อความสะอาดสำหรับการตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาดในอนาคต

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

ควรทำ:

- วางแผนอุปกรณ์โดยคำนึงถึงการไหลของพลังงานและความสะอาดในการเข้าถึง
- ทดสอบการเชื่อมต่อไฟก่อนยึดตำแหน่งจริง
- ทำงานร่วมกันระหว่างทีมไฟฟ้าและทีม CAD เพื่อออกแบบที่ดีที่สุด

ไม่ควรทำ:

- วางอุปกรณ์สำคัญไว้ลึก ๆ หลายชั้น
 - ผสมขนาดสายต่างกันไว้ใต้สกรูตัวเดียว
 - ข้ามขั้นตอนการจัดทำเอกสาร — เอกสารช่วยประหยัดเวลาได้มาก!
-

13. ข้อคิดสุดท้าย

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