บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน

ในระบบอัตโนมัติ และงานคอนโทรลสมัยใหม่ ความแม่นยำในการควบคุมการเคลื่อนที่เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก เช่น งานควบคุมตำแหน่งในเครื่อง CNC, เครื่องพิมพ์ 3 มิติ, แขนกลอุตสาหกรรม, โต๊ะเลื่อนอัตโนมัติ หรือระบบลำเลียงที่ต้องการหยุดในตำแหน่งที่ถูกต้อง สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) เป็นมอเตอร์ที่สามารถหมุนเป็นขั้น (Step) ตามจำนวนสัญญาณพัลส์ ทำให้ควบคุมความเร็ว มุม และตำแหน่งได้อย่างแม่นยำกว่ามอเตอร์ทั่วไป จึงนิยมใช้ในงานที่ต้องการความละเอียดสูง

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้ PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักร เพราะมีความเสถียร ทนทาน และเขียนโปรแกรมแก้ไขได้ง่ายการนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ช่วยให้ระบบมีเสถียรภาพสูง ปลอดภัย และสามารถตั้งโปรแกรมสั่งการได้อย่างยืดหยุ่นตามความต้องการของงาน ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ทั้งในด้านวงจร สัญญาณควบคุม และการเขียนโปรแกรม เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอุตสาหกรรมจริงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์และไดรเวอร์
2. เพื่อศึกษาวิธีการส่งสัญญาณ Pulse และ Direction จาก PLC (Programmable Logic Controller) ไปควบคุมมอเตอร์
3. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้ PLC (Programmable Logic Controller)
4. เพื่อเขียนโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller) สำหรับควบคุมตำแหน่งและความเร็ว
5. เพื่อทดสอบระบบ และประเมินประสิทธิภาพในการควบคุม
6. เพื่อพัฒนาทักษะด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation) และ Mechatronics

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ใช้ PLC ตามที่ห้องปฏิบัติการมี เช่น Mitsubishi, Siemens, Omron
2. ใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟส พร้อมไดรเวอร์ เช่น TB6600, DM556 หรือรุ่นอื่นที่รองรับสัญญาณ Pulse/Dir
3. เขียนโปรแกรม PLC ด้วย Ladder Diagram
4. ทดสอบระบบกับโหลดเบา เพื่อประเมินความแม่นยำของตำแหน่ง
5. ไม่ครอบคลุมระบบที่ต้องใช้ Encoder ป้อนกลับ (Closed-loop)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์และการควบคุมตำแหน่ง

2. ได้ทักษะการเขียนโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller) เพื่อสร้างสัญญาณ Pulse/Direction

3. ได้เรียนรู้การต่อวงจรไฟฟ้าระหว่าง PLC (Programmable Logic Controller) – ไดรเวอร์ – มอเตอร์

4. สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในงานออโตเมชั่นหรือ Mechatronics จริง

5. เสริมทักษะด้านการแก้ไขปัญหา และออกแบบระบบควบคุมอย่างเป็นขั้นตอน

1.5 วิธีการดำเนินงาน

ลำดับที่	กิจกรรม	ตุลาคม 2568				พฤศจิกายน 2568				ธันวาคม 2568				มกราคม 2569			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	ขออนุมัติโครงงาน			■	■												
2.	ศึกษาค้นคว้าข้อมูล/ออกแบบชิ้นงาน				■	■	■	■	■								
3.	จัดหาวัสดุ อุปกรณ์								■	■	■						
4.	ลงมือปฏิบัติงาน										■	■	■	■			
5.	ทดลองใช้/เก็บขอมูล													■			
6.	นำเสนอ/รายงานผล														■		

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงวิธีการดำเนินงาน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. Stepper Motor (สเต็ปเปอร์มอเตอร์) มอเตอร์ที่หมุนเป็นขั้น สามารถกำหนดจำนวนสเต็ปเพื่อควบคุม

2. มุมหรือระยะทางได้แม่นยำ

3. Stepper Driver (ไดรเวอร์สเต็ปเปอร์) อุปกรณ์รับสัญญาณ Pulse/Dir จาก PLC (Programmable Logic Controller) เพื่อจ่ายกระแสให้มอเตอร์

4. Pulse สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำหนดจำนวนสเต็ปที่มอเตอร์ต้องหมุน

5. Direction (DIR) สัญญาณกำหนดทิศทางการหมุน CW หรือ CCW

6. PLC (Programmable Logic Controller) อุปกรณ์ประมวลผลที่ใช้ควบคุมเครื่องจักร

บทที่ 2
เอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานวิจัย ประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆ ดังนี้

2.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)

2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller)

2.3 ความหมาย และหลักการทำงานของ PLC (Programmable Logic Controller)

2.4 ประเภทของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

2.5 งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)

Stepper Motor เป็นเทคโนโลยีมอเตอร์ที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ ด้วยความสามารถในการควบคุมตำแหน่งที่แม่นยำระดับไมครอน ทำให้กลายเป็นหัวใจสำคัญของเครื่องจักรอัตโนมัติ ตั้งแต่เครื่องพิมพ์ 3 มิติไปจนถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม SCMA พร้อมนำเสนอความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับ Stepper Motors เพื่อให้คุณเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม และได้ประสิทธิภาพสูงสุดตามความต้องการของแต่ละอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

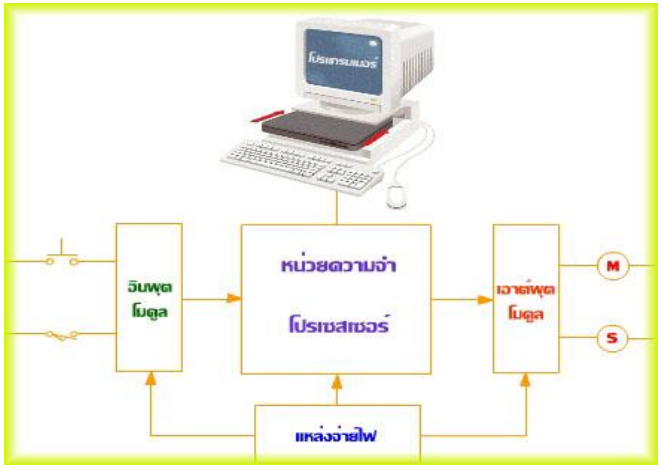
ที่มา: https://scma.co.th/blog/post/stepper-motor

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ คือมอเตอร์ไฟตรงประเภทหนึ่งที่การหมุนแบ่งออกเป็นสเต็ปหรือขั้นย่อยๆ ที่เท่ากัน โดยแต่ละสเต็ปจะมีมุมการหมุนที่แน่นอน เช่น 1.8 องศา หรือ 0.9 องศา ขึ้นอยู่กับการออกแบบของมอเตอร์ ความพิเศษของมอเตอร์ชนิดนี้คือสามารถควบคุมตำแหน่งการหมุนได้อย่างแม่นยำโดยไม่ต้องใช้ระบบป้อนกลับ (Feedback) ทำให้ประหยัดต้นทุน และลดความซับซ้อนของระบบ นอกจากนี้ยังสามารถหยุดนิ่งที่ตำแหน่งใดๆ ได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าค้างไว้ ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำสูง และการควบคุมตำแหน่งที่ชัดเจน

2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC (Programmable Logic Controller) จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิทช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC (Programmable Logic Controller) นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC (Programmable Logic Controller) จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC (Programmable Logic Controller) หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน(Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC (Programmable Logic Controller) มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC (Programmable Logic Controller) มากขึ้น

การใช้ PLC (Programmable Logic Controller) สำหรับควบคุมเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลา และเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC (Programmable Logic Controller) แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC (Programmable Logic Controller) ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC

ที่มา: _https://www.siam-automation.com/article/2/programmable-logic-controller-plc-

PLC (Programmable Logic Controller) สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่าง เช่น

1. การทำงานของระบบรีเลย์

2. การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์

3. การทำงานของ P.C.B. Card

4. การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร

2. การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น

3. การควบคุม P.I.D. (Proportional-Intergral-Derivation)

4. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)

5. การควบคุม Stepper-motor

6. Information Handling

3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

1. งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring

2. Fault Diagnostic and Monitoring

3. งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)

4. Printer/ASCII Interfacing

5. งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)

6. LAN (Local Area Network)

7. WAN (Wide Area Network)

8. FA. FMS. CIM. เป็นต้น

การติดตั้ง PLC (Programmable Logic Controller)

1. พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่

2. จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่

3. การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย

4. อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC (Programmable Logic Controller) หรือไม่

สภาพแวดล้อม หรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC (Programmable Logic Controller)

1. มีแสงแดดส่องโดยตรง
2. มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 C หรือสูงกว่า 55 C
3. มีฝุ่น หรือไอเกลือ
4. มีความชื้นมาก
5. มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
6. สั่นสะเทือนมาก

2.3 ความหมาย และหลักการทำงานของ PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อเนกประสงค์ที่ออกแบบมาอย่างพิถีพิถันสำหรับระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมในอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์หลักของ PLC (Programmable Logic Controller) คือการตรวจสอบอินพุตที่หลากหลาย วิเคราะห์อินพุตเหล่านั้นผ่านลอจิกที่ตั้งโปรแกรมไว้ และสั่งการเอาต์พุตเพื่อทำงานอัตโนมัติในกระบวนการอุตสาหกรรมที่หลากหลาย ส่วนประกอบพื้นฐานของ PLC (Programmable Logic Controller) ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU โมดูลอินพุตสำหรับรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ โมดูลเอาต์พุตสำหรับควบคุมแอคทูเอเตอร์ และอินเทอร์เฟซการเขียนโปรแกรมที่ใช้งานง่าย CPU ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน โดยดำเนินการโปรแกรมลอจิกที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ สแกนอินพุตอย่างต่อเนื่อง ใช้ลอจิกของโปรแกรม และอัปเดตเอาต์พุตตามนั้น วงจรต่อเนื่องนี้ช่วยให้ควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรมได้แบบเรียลไทม์ ทำให้ PLC (Programmable Logic Controller) กลายเป็นกระดูกสันหลังของระบบอัตโนมัติ

ในภูมิทัศน์อุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ระบบอัตโนมัติได้กลายมาเป็นรากฐานสำคัญของประสิทธิภาพและผลผลิต หัวใจสำคัญของการปฏิวัติระบบอัตโนมัตินี้คือ Programmable Logic Controller (PLC) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ไม่เพียงได้รับความนิยมเท่านั้น แต่ยังกลายเป็นเครื่องมือที่ขาดไม่ได้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ในบทความที่ครอบคลุมนี้ เราจะเจาะลึก PLC (Programmable Logic Controller) โดยสำรวจฟังก์ชันการทำงาน ข้อดีเหนือลอจิกรีเลย์แบบดั้งเดิม เกณฑ์การเลือก ภาษาการเขียนโปรแกรม วิธีการดีบัก และการแก้ไขปัญหา การกำหนดค่า I/O อินเทอร์เฟซการสื่อสาร ความน่าเชื่อถือ และกระบวนการสำคัญในการสำรองข้อมูล และกู้คืนโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller)

ข้อดีของการใช้ PLC (Programmable Logic Controller)

การนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้มีข้อดีมากมายดังนี้

1. ความยืดหยุ่น PLC (Programmable Logic Controller) สามารถตั้งโปรแกรมใหม่ได้อย่างง่ายดาย เพื่อปรับให้เข้ากับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป ช่วยเพิ่มความหลากหลายในการตั้งค่าทางอุตสาหกรรม

2. ความน่าเชื่อถือ PLC (Programmable Logic Controller) ออกแบบมาสำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำสูง จึงรับประกันการทำงานที่ไม่หยุดชะงัก

3. การควบคุมแบบรวมศูนย์ PLC (Programmable Logic Controller) ให้การควบคุมแบบรวมศูนย์เหนือกระบวนการ และเครื่องจักรต่างๆ ช่วยให้การบริหารจัดการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. การตอบสนองอย่างรวดเร็ว PLC (Programmable Logic Controller) ดำเนินการตามตรรกะ และฟังก์ชั่นการควบคุมอย่างรวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง ช่วยให้การควบคุมแบบเรียลไทม์เป็นไปได้

5. การวินิจฉัยและการแก้ไขปัญหา PLC (Programmable Logic Controller) มาพร้อมกับระบบวินิจฉัยในตัว ช่วยให้การระบุ และแก้ไขปัญหาต่างๆ ง่ายขึ้น

6. การบูรณาการ PLC (Programmable Logic Controller) สื่อสารกับอุปกรณ์ และระบบอื่นๆ ได้อย่างราบรื่น ช่วยให้บูรณาการกับระบบนิเวศระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมได้อย่างครอบคลุม

การเลือก PLC (Programmable Logic Controller) ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานเฉพาะถือเป็นการตัดสินใจที่สำคัญ โปรดพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้เมื่อทำการเลือก

1. จำนวนและประเภท I/O ที่จำเป็น ประเมินจำนวนและประเภทของอินพุตและเอาต์พุตที่จำเป็นสำหรับแอปพลิเคชั่นของคุณ

2. ความเร็วในการประมวลผล และความจุหน่วยความจำ จับคู่ความเร็วในการประมวลผลและความจุหน่วยความจำของ PLC (Programmable Logic Controller) ให้ตรงกับความต้องการของแอปพลิเคชั่นของคุณ

3. ภาษาการเขียนโปรแกรม และความเข้ากันได้กับซอฟต์แวร์ ตรวจสอบให้แน่ใจว่า PLC (Programmable Logic Controller) รองรับภาษาการเขียนโปรแกรมที่ต้องการ และเข้ากันได้กับเครื่องมือซอฟต์แวร์ของคุณ

4. ความสามารถในการสื่อสารและโปรโตคอล ประเมินความต้องการการสื่อสารของแอปพลิเคชั่นของคุณ และเลือก PLC (Programmable Logic Controller) ที่มีความสามารถ และโปรโตคอลที่จำเป็น

5. เงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้นที่ PLC (Programmable Logic Controller) จะทำงาน

6. ตัวเลือกการขยาย วางแผนสำหรับความสามารถในการปรับขนาดในอนาคตโดยเลือก PLC (Programmable Logic Controller) ที่มีตัวเลือกการขยายที่เหมาะกับความต้องการของคุณ

7. การพิจารณาต้นทุน และการสนับสนุนผู้จำหน่าย สร้างสมดุลระหว่างข้อจำกัดด้านงบประมาณของคุณกับการสนับสนุน และชื่อเสียงของผู้ผลิต PLC (Programmable Logic Controller)

2.4 ประเภทของสเต็ปมอเตอร์

1. สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance Stepper Motor)

มอเตอร์รีลัคแทนซ์แบบสวิตช์เป็นมอเตอร์ควบคุมความเร็วที่พัฒนาขึ้นหลังจากมอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ในครัวเรือน การบิน การบินและอวกาศ อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักร และยานพาหนะไฟฟ้า มอเตอร์ฝืนแบบสวิตช์มีโครงสร้างที่เรียบง่าย มอเตอร์มีโครงสร้างที่เรียบง่าย และมีต้นทุนต่ำ และสามารถใช้สำหรับการทำงานที่ความเร็วสูงได้ โครงสร้างของมอเตอร์รีลัคแทนซ์แบบสวิตช์นั้นง่ายกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก โรเตอร์มีความแข็งแรงเชิงกลสูง และสามารถใช้งานด้วยความเร็วสูงได้ (เช่น รอบนับหมื่นครั้งต่อนาที)

สลับมอเตอร์ฝืนเป็นมอเตอร์ควบคุมความเร็วที่พัฒนาขึ้นหลังจากมอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ในครัวเรือน การบิน และอวกาศ อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักร และยานพาหนะไฟฟ้า

คุณสมบัติหลักของระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ฝืนสวิตช์

โครงสร้างที่เรียบง่าย มอเตอร์มีโครงสร้างที่เรียบง่าย และมีต้นทุนต่ำ และสามารถใช้สำหรับการทำงานที่ความเร็วสูงได้ โครงสร้างของมอเตอร์รีลัคแทนซ์แบบสวิตช์นั้นง่ายกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก โรเตอร์มีความแข็งแรงเชิงกลสูงและสามารถใช้งานด้วยความเร็วสูงได้ (เช่น รอบนับหมื่นครั้งต่อนาที) สำหรับสเตเตอร์นั้นมีขดลวดเข้มข้นเพียงไม่กี่เส้น ดังนั้นจึงง่ายต่อการผลิตและโครงสร้างฉนวนก็เรียบง่าย

ความน่าเชื่อถือของวงจรของมอเตอร์รีลัคแทนซ์แบบสวิตช์ วงจรไฟฟ้านั้นง่าย และเชื่อถือได้ เนื่องจากทิศทางแรงบิดของมอเตอร์ไม่เกี่ยวข้องกับทิศทางกระแสของขดลวด กล่าวคือ ต้องใช้กระแสไฟฟ้าของขดลวดเพียงเฟสเดียวเท่านั้น วงจรกำลังจึงสามารถรับสวิตช์ไฟได้หนึ่งสวิตช์ต่อเฟส เมื่อเปรียบเทียบกับขดลวดมอเตอร์แบบอะซิงโครนัสซึ่งต้องการกระแสไฟฟ้าแบบสองทิศทาง วงจรไฟฟ้าอินเวอร์เตอร์ PWM ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าต้องใช้อุปกรณ์จ่ายไฟสองตัวต่อเฟส ดังนั้น ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ฝืนแบบสวิตช์จึงต้องการส่วนประกอบพลังงานน้อยลง และมีโครงสร้างวงจรที่ง่ายกว่าวงจรจ่ายไฟอินเวอร์เตอร์มอดูเลชั่นความกว้างพัลส์ นอกจากนี้ ในวงจรกำลังของอินเวอร์เตอร์ PWM ท่อสวิตช์ไฟทั้งสองท่อในแต่ละแขนสะพานจะคร่อมด้านแหล่งจ่ายไฟ DC โดยตรง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการลัดวงจรโดยตรงทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไหม้ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์สวิตช์ไฟแต่ละตัวในระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบฝืนแบบสวิตช์จะเชื่อมต่อโดยตรงกับอนุกรมกับการพันของมอเตอร์ ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วจะหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์ของการลัดวงจรทางตรง ดังนั้น วงจรป้องกันของวงจรจ่ายไฟในระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์รีลัคแทนซ์แบบสวิตช์จึงสามารถทำให้ง่ายขึ้น ลดต้นทุน และมีความน่าเชื่อถือสูง

รูปที่ 2.3 สเต็ปมอเตอร์
ที่มา: https://www.xindamotor.com/uploads/What-are-the-characteristics-of-switched-reluctance-motor.jpg

2. สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไฮบริด (Hybrid Stepper Motor)

สเต็ปเปอร์แบบไฮบริดรวมเอาองค์ประกอบจากมอเตอร์แม่เหล็กถาวร และมอเตอร์แบบต้านทานแปรผันเข้าด้วยกัน ทำให้มอเตอร์มีสมรรถนะโดยรวมที่ดีขึ้น สิ่งที่ทำให้มอเตอร์ประเภทนี้แตกต่างคือการผสานคุณสมบัติของมอเตอร์สเต็ปเปอร์สองประเภทหลักเข้าไว้ด้วยกัน ผลลัพธ์ที่ได้คือ มอเตอร์ที่สามารถสร้างแรงบิดได้มากกว่า พร้อมทั้งยังคงความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งได้ดี เนื่องจากคุณสมบัติที่ผสมผสานอย่างลงตัวนี้ มอเตอร์สเต็ปเปอร์แบบไฮบริดจึงมีความสำคัญอย่างมากในหลากหลายอุตสาหกรรม คุณสามารถพบเห็นมอเตอร์เหล่านี้ได้ในสายการผลิตอัตโนมัติ แขนหุ่นยนต์ตามโรงงานประกอบชิ้นส่วน รวมถึงในเครื่องจักรควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับตัดวัสดุอย่างแม่นยำ

ปัจจุบันเรามองเห็นการให้ความสำคัญกับความแม่นยำมากขึ้นในด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดความต้องการมอเตอร์สเต็ปเปอร์แบบไฮบริดจึงเพิ่มสูงขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาโรงงาน และบริษัทเทคโนโลยีต่างหันมาใช้มอเตอร์ชนิดนี้เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า โดยเฉพาะในเรื่องการควบคุมที่แม่นยำในระหว่างการปฏิบัติงานที่เครื่องจักรทำงานในระดับที่ท้าทาย เช่น สายการประกอบรถยนต์ หรือการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ซึ่งความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยก็อาจสร้างความเสียหายได้ ด้วยข้อกำหนดด้านความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มอเตอร์เหล่านี้จึงกลายเป็นมาตรฐานหลักในทุกการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการการเคลื่อนไหวที่แม่นยำ และต้องการความน่าเชื่อถือของระบบเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรก

รูปที่ 2.4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไฮบริด

ที่มา: https://static.jkongmotor.com/cloud/lrBprKrkloSRqknoiknnkq/01.jpg

3. สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Stepper Motor)

มอเตอร์สเต็ปเปอร์แม่เหล็กถาวร หรือที่รู้จักกันในชื่อมอเตอร์แบบถังดีบุก (tin-can หรือ canstack) ใช้โรเตอร์ที่ถูกแม่เหล็กถาวร โครงสร้างนี้ให้คุณสมบัติแรงบิดที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบความต้านทานแปรผัน ทำให้มอเตอร์ประเภทนี้เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการแรงบิดปานกลางที่ความเร็วต่ำ การออกแบบที่มีขนาดเล็กกะทัดรัดและการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ทำให้มอเตอร์เหล่านี้ได้รับความนิยมในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค และระบบอัตโนมัติขนาดเล็ก

การพัฒนาล่าสุดในวัสดุแม่เหล็กถาวรได้นำไปสู่การผลิตมอเตอร์ที่มีความเข้มข้น และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แม่เหล็กหายากชนิดขั้นสูงทำให้ผู้ผลิตสามารถสร้างมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กลงขณะที่ยังคงรักษาระดับแรงบิด หรือแม้แต่เพิ่มแรงบิดได้ การพัฒนานี้ได้เปิดโอกาสใหม่ๆ ในการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการความเคลื่อนที่แบบพกพา และมีข้อจำกัดด้านพื้นที่

รูปที่ 2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

ที่มา:https://thai.pmacmotor.com/photo/pl1491569806_pole_synchronous_motor_permanent_magnet.jpg

2.5 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนทางไฟฟ้าที่มีลักษณะเด่นคือสามารถควบคุมการหมุนเป็นขั้นๆ ตามจำนวนพัลส์ไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนได้อย่างแม่นยำโดยไม่ต้องใช้ระบบป้อนกลับตำแหน่ง (Feedback System) ในรูปแบบพื้นฐาน คุณสมบัติดังกล่าวทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในงานระบบอัตโนมัติ งานควบคุมตำแหน่ง และงานเมคคาทรอนิกส์ โดยเฉพาะในระบบที่ต้องการความแม่นยำในการเคลื่อนที่ และการควบคุมตำแหน่งเชิงมุมหรือเชิงเส้น

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง ทั้งการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller) ซึ่ง PLC (Programmable Logic Controller) ได้รับความนิยมอย่างมากในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม มีความเสถียรในการทำงาน และสามารถรองรับการทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานได้ดี

เอกสารทางวิชาการหลายฉบับระบุว่า PLC (Programmable Logic Controller) มีบทบาทสำคัญในระบบควบคุมอัตโนมัติสมัยใหม่ โดยสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตทางอุตสาหกรรม เช่น เซนเซอร์ สวิตช์ รีเลย์ และมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์จึงช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ และลดความซับซ้อนในการออกแบบวงจรควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงอย่างเดียว

งานวิจัยจำนวนมากได้นำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ในการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ผ่านอุปกรณ์ขับมอเตอร์ หรือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรเวอร์ (Stepper Motor Driver) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณควบคุมจาก PLC (Programmable Logic Controller) ให้เหมาะสมกับการขับมอเตอร์ โดยสัญญาณควบคุมหลักที่ใช้ในการสั่งงานประกอบด้วย สัญญาณพัลส์ (Pulse) สำหรับกำหนดจำนวนขั้นการหมุน และสัญญาณกำหนดทิศทาง (Direction) สำหรับควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ นอกจากนี้ บางระบบยังใช้สัญญาณ Enable เพื่อควบคุมการเปิด–ปิดการทำงานของไดรเวอร์

การสร้างสัญญาณพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller) มักใช้เอาต์พุตความเร็วสูง (High-speed Output) หรือโมดูลควบคุมตำแหน่งเฉพาะ (Position Control Module) ซึ่งสามารถกำหนดความถี่ของพัลส์ได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยหลายฉบับพบว่าการเลือกใช้โมดูลเอาต์พุตที่เหมาะสมมีผลโดยตรงต่อความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่ง และความราบรื่นในการเคลื่อนที่ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความเร็วของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยการปรับความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ส่งจาก PLC (Programmable Logic Controller) ไปยังไดรเวอร์ งานวิจัยบาง

ฉบับได้เสนอวิธีการควบคุมความเร็วแบบขั้นบันได และแบบต่อเนื่อง รวมถึงการควบคุมการเร่งและลดความเร็ว (Acceleration/Deceleration Control) เพื่อลดการสูญเสียสเต็ป การสั่นสะเทือน และเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานของมอเตอร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องยังกล่าวถึงการนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง เช่น ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) และโฟโต้อิเล็กทริกเซนเซอร์ เพื่อกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น (Home Position) และป้องกันการเคลื่อนที่เกินระยะที่กำหนด งานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า PLC (Programmable Logic Controller) สามารถจัดการลำดับการทำงานของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของระบบควบคุม

อีกแนวทางหนึ่งที่พบในงานวิจัย คือการประยุกต์ใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ในการควบคุมระบบเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion System) โดยใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ร่วมกับบอลสกรูหรือสายพาน งานวิจัยระบุว่าการควบคุมลักษณะนี้สามารถนำไปใช้ในระบบจัดตำแหน่งชิ้นงาน เครื่องเจาะ เครื่องตัด และเครื่องจักรอัตโนมัติขนาดเล็ก ซึ่งต้องการความแม่นยำในการเคลื่อนที่ในระดับมิลลิเมตรหรือไมโครเมตร

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) และการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผลการศึกษาส่วนใหญ่สรุปว่า PLC (Programmable Logic Controller) มีความได้เปรียบในด้านความน่าเชื่อถือ ความง่ายในการบำรุงรักษา และความสามารถในการแก้ไขโปรแกรมหน้างาน ขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความยืดหยุ่นสูงและต้นทุนต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม สำหรับงานอุตสาหกรรมที่ต้องการความต่อเนื่องและเสถียรภาพ PLC (Programmable Logic Controller) ยังคงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมมากกว่า

งานวิจัยบางฉบับยังได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) เช่น ปัญหาการสูญเสียสเต็ปเมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลง หรือเมื่อความเร็วสูงเกินกว่าค่าที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว มีการเสนอแนวทางการใช้ระบบควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control) โดยติดตั้งเอ็นโค้ดเดอร์เพื่อตรวจสอบตำแหน่งจริงของมอเตอร์ ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำ และลดความผิดพลาดในการทำงานของระบบ

จากการทบทวนงานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า การควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับงานระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม และสามารถพัฒนาให้รองรับการทำงานที่ซับซ้อนได้หลากหลายรูปแบบงานวิจัย และเอกสารเหล่านี้จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการออกแบบ และพัฒนาระบบควบคุมสเต็ปมอเตอร์ในงานวิจัยนี้ เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำ เสถียร และสามารถนำไปใช้งานได้จริงในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม

บทที่ 3
ขั้นตอน และวิธีดำเนินงาน

บทนี้อธิบายขั้นตอน วิธีการ และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโครงงานการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ตั้งแต่การออกแบบ วางแผน ดำเนินการ ทดลอง สังเกตผล และปรับปรุงระบบ

3.1 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบ และพัฒนาระบบควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller) เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น การกำหนดทิศทางการหมุน ความเร็ว และจำนวนสเต็ปเปอร์ของมอเตอร์ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถของ PLC (Programmable Logic Controller) ในการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ และประเมินประสิทธิภาพในการนำไปประยุกต์ใช้งานในระบบอัตโนมัติ ขอบเขตของการดำเนินงานประกอบด้วยการออกแบบระบบฮาร์ดแวร์ การเขียนโปรแกรมควบคุมบน PLC (Programmable Logic Controller) การทดสอบการทำงานของระบบ และการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยไม่รวมการพัฒนาระบบควบคุมแบบปิดด้วยอุปกรณ์ป้อนกลับตำแหน่ง

3.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ

ระบบควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller)
2. สเต็ปเปอร์มอเตอร์
3. อุปกรณ์ขับมอเตอร์ (Stepper Motor Driver)
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. อุปกรณ์อินพุต เช่น สวิตช์ และเซนเซอร์
6. อุปกรณ์เอาต์พุต เช่น หลอดแสดงสถานะ

PLC (Programmable Logic Controller) ทำหน้าที่เป็นหน่วยควบคุมหลัก โดยรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ควบคุม และประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ จากนั้นส่งสัญญาณควบคุมไปยังไดรเวอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.3 การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์เริ่มจากการเลือก PLC (Programmable Logic Controller) ที่มีเอาต์พุตความเร็วสูงเพียงพอสำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมสเต็ปมอเตอร์ จากนั้นเลือกสเต็ปเปอร์มอเตอร์ และไดรเวอร์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับงาน เช่น แรงบิด ความละเอียดของสเต็ป และแรงดันไฟฟ้า

การเชื่อมต่อระหว่าง PLC (Programmable Logic Controller) และไดรเวอร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์ใช้สัญญาณควบคุมหลัก ได้แก่ สัญญาณพัลส์ (Pulse) สัญญาณทิศทาง (Direction) และสัญญาณ Enable โดยต่อเข้ากับเอาต์พุตของ PLC (Programmable Logic Controller) ตามคู่มือของอุปกรณ์ ส่วนการจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ และไดรเวอร์ใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอกที่เหมาะสมกับค่าพิกัดของอุปกรณ์

3.4 การออกแบบระบบซอฟต์แวร์และโปรแกรมควบคุม

การออกแบบโปรแกรมควบคุมบน PLC (Programmable Logic Controller) ใช้ภาษาลัดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ซึ่งเป็นภาษาที่เข้าใจง่ายและนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม โปรแกรมควบคุมถูกออกแบบให้สามารถสั่งเริ่ม และหยุดการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ควบคุมทิศทางการหมุน และกำหนดจำนวนพัลส์เพื่อควบคุมตำแหน่งการหมุน

นอกจากนี้ โปรแกรมยังมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานร่วมกับอุปกรณ์อินพุต เช่น ปุ่มกด และลิมิตสวิตช์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของระบบ

3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ และ PLC (Programmable Logic Controller)
2. ออกแบบโครงสร้างระบบควบคุม
3. เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม และประกอบระบบ
4. เขียนโปรแกรมควบคุมบน PLC (Programmable Logic Controller)
5. ทดสอบการทำงานของระบบ
6. เก็บข้อมูลผลการทดลอง และวิเคราะห์ผล

3.6 การทดสอบและประเมินผลระบบ

การทดสอบระบบควบคุมสเต็ปมอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ดำเนินการโดยทดสอบการทำงานในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การควบคุมทิศทางการหมุน การควบคุมความเร็ว และการควบคุมตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ ผลการทดสอบถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินความแม่นยำและเสถียรภาพของระบบ

การประเมินผลยังพิจารณาถึงความสามารถของระบบในการทำงานอย่างต่อเนื่อง ความสะดวกในการปรับแก้โปรแกรม และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงในระบบอัตโนมัติ

3.7 สรุป

บทนี้ได้นำเสนอวิธีดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ตั้งแต่การกำหนดขอบเขตการดำเนินงาน การออกแบบระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตลอดจนขั้นตอนการทดสอบ และประเมินผลระบบ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการพัฒนา และวิเคราะห์ผลในบทถัดไป

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

บทนี้นำเสนอผลลัพธ์ที่เกิดจากการออกแบบ การดัดแปลง การติดตั้ง และการทดสอบระบบควบคุมสเต็ปมอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) รวมถึงผลหลังการปรับปรุงตามกระบวนการ PLC (Programmable Logic Controller) เพื่อให้ระบบมีความเสถียร ปลอดภัย และตรงตามเป้าหมาย

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

1. เพื่อทดสอบการควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller)
2. เพื่อทดสอบการควบคุมทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา
3. เพื่อทดสอบการควบคุมความเร็วรอบของสเต็ปเปอร์มอเตอร์
4. เพื่อทดสอบความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่ง และจำนวนรอบ
5. เพื่อประเมินความเสถียรในการทำงานของระบบโดยรวม

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบประกอบด้วย

1. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC (Programmable Logic Controller)
2. สเต็ปเปอร์มอเตอร์
3. ไดรเวอร์สำหรับควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply)
5. ปุ่มกดควบคุมการทำงาน (Start / Stop / Direction)
6. สายสัญญาณ และอุปกรณ์ต่อพ่วง
7. คอมพิวเตอร์สำหรับเขียน และดาวน์โหลดโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller)

4.3 หลักการทำงานของระบบโดยรวม

ระบบควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) ทำงานโดย PLC (Programmable Logic Controller) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Signal) และสัญญาณกำหนดทิศทาง (Direction Signal) ไปยังไดรเวอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เมื่อไดรเวอร์ได้รับสัญญาณดังกล่าว จะทำการขยายสัญญาณ และควบคุมกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ส่งผลให้มอเตอร์หมุนตามคำสั่งที่ตั้งไว้ในโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller)

4.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบ

1. ตรวจสอบความถูกต้องของการต่อวงจร PLC (Programmable Logic Controller) กับไดรเวอร์ และสเต็ปมอเตอร์
2. เปิดแหล่งจ่ายไฟ และเริ่มต้นระบบ
3. ดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมเข้าสู่ PLC (Programmable Logic Controller)
4. กดปุ่มเริ่มต้นการทำงาน (Start)
5. สั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนตามทิศทางที่กำหนด
6. ปรับค่าความเร็วโดยการเปลี่ยนความถี่ของพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller)
7. กำหนดจำนวนพัลส์เพื่อควบคุมตำแหน่งหรือจำนวนรอบ
8. บันทึกผลการทดลอง และสังเกตการทำงานของระบบ

4.5 ผลการทดสอบการควบคุมทิศทางการหมุน

จากการทดสอบพบว่า เมื่อกำหนดสัญญาณทิศทางที่ได้จาก PLC (Programmable Logic Controller) ไปยังไดรเวอร์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถหมุนตามทิศทางที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้ตามคำสั่งจากปุ่มกดหรือโปรแกรมที่ตั้งไว้
ผลการทดสอบ

1. การเปลี่ยนทิศทางการหมุนทำงานได้ทันที
2. ไม่มีการหมุนผิดทิศทาง
3. การตอบสนองของระบบอยู่ในระดับที่ดี

4.6 ผลการทดสอบการควบคุมความเร็ว

การควบคุมความเร็วของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทำโดยการปรับความถี่ของสัญญาณพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller) ผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มความถี่ของพัลส์ ความเร็วรอบของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตาม และเมื่อความถี่ลดลง ความเร็วรอบจะลดลงตามลำดับ
สรุปผลการทดสอบความเร็ว

1. สามารถปรับความเร็วได้หลายระดับ
2. ความเร็วมีความสม่ำเสมอ
3. ที่ความเร็วสูงมาก อาจเกิดการสั่นเล็กน้อย

4.7 ผลการทดสอบความแม่นยำของตำแหน่ง

จากการกำหนดจำนวนพัลส์ที่ส่งจาก PLC (Programmable Logic Controller) ไปยังไดรเวอร์ พบว่าสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถหยุดในตำแหน่งที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ การหมุนซ้ำหลายครั้งให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงความเที่ยงตรงของระบบควบคุม

4.8 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทดสอบ

1. การสั่นของมอเตอร์เมื่อใช้ความเร็วต่ำมาก
2. การสูญเสียแรงบิดเมื่อเพิ่มความเร็วสูงเกินไป
3. ความร้อนสะสมที่ไดรเวอร์เมื่อใช้งานต่อเนื่อง

4.9 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ระบบควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดย PLC (Programmable Logic Controller) สามารถควบคุมทิศทาง ความเร็ว และตำแหน่งของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม หากนำไปใช้งานจริงในอุตสาหกรรมควรพิจารณาเพิ่มระบบระบายความร้อน และอุปกรณ์ป้องกันเพื่อเพิ่มความเสถียรของระบบ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ในด้านทิศทางการหมุน ความเร็ว และความแม่นยำของตำแหน่ง โดยใช้ PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักร่วมกับไดรเวอร์ของสเต็ปมอเตอร์

จากการออกแบบและทดสอบระบบ พบว่า PLC (Programmable Logic Controller) สามารถควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ สเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถหมุนตามทิศทางที่กำหนดทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา การปรับความเร็วสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller) และการกำหนดจำนวนพัลส์สามารถควบคุมตำแหน่งหรือจำนวนรอบของมอเตอร์ได้อย่างแม่นยำ

นอกจากนี้ ระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีความเสถียรในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ และเป็นพื้นฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานควบคุมการเคลื่อนที่ในระบบอัตโนมัติได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองสามารถอภิปรายได้ว่า การใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ในการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์มีข้อดีในด้านความแม่นยำ ความยืดหยุ่น และความง่ายในการปรับแก้โปรแกรมเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบดั้งเดิม

ผลการทดสอบการควบคุมทิศทางการหมุนแสดงให้เห็นว่า สัญญาณควบคุมจาก PLC (Programmable Logic Controller) มีความถูกต้องและตอบสนองได้รวดเร็ว สเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนได้ทันทีตามคำสั่งโดยไม่เกิดความผิดพลาด

ในด้านการควบคุมความเร็ว พบว่าความเร็วรอบของสเต็ปเปอร์มอเตอร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความถี่ของสัญญาณพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มความเร็วสูงเกินค่าที่เหมาะสม อาจเกิดการสั่นสะเทือนและแรงบิดลดลง ซึ่งเป็นข้อจำกัดตามคุณสมบัติของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

สำหรับการควบคุมตำแหน่ง พบว่าการกำหนดจำนวนพัลส์จาก PLC (Programmable Logic Controller) สามารถควบคุมตำแหน่งการหยุดของมอเตอร์ได้อย่างแม่นยำ แต่หากระบบต้องรับภาระโหลดมาก อาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียพัลส์ และความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งได้

5.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การทดสอบระบบดำเนินการในสภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการ ยังไม่ครอบคลุมการใช้งานในอุตสาหกรรมจริง

2. ระบบควบคุมยังไม่มีการใช้เซนเซอร์ป้อนกลับ (Feedback) ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบตำแหน่งจริงของมอเตอร์ได้

3. การควบคุมจำกัดเฉพาะการเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Diagram

4. ยังไม่ได้ทดสอบการทำงานภายใต้โหลดที่หลากหลาย

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาในอนาคต

1. ควรเพิ่มระบบป้อนกลับ เช่น Encoder เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่ง

2. พัฒนาระบบให้รองรับการควบคุมแบบ Closed-loop เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความเสถียร

3. ควรนำระบบไปทดสอบในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรมจริง

4. เพิ่มการเชื่อมต่อกับระบบ HMI เพื่อแสดงผล และควบคุมการทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

5. พัฒนาระบบให้รองรับการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์หลายตัวพร้อมกัน

5.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วย PLC (Programmable Logic Controller)

2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานระบบอัตโนมัติและเมคคาทรอนิกส์

3. ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่

4. เป็นพื้นฐานในการพัฒนาโครงงาน หรือการวิจัยขั้นสูงต่อไป