รายงานผลการดำเนินงาน
โครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาการออกแบบและระบบออโตเมชั่น
Research Development in Design and Automation

โดย
ดร. วัชรินทร์ หนูทอง
ผศ. อัญชลี สุพิทักษ์
ผศ.ดร. วราคม เนิดน้อย
ผศ.ดร. พรชัย นิเวศน์รังสรรค์
ผศ.ดร. วิภาวดี วงษ์สุวรรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	18
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	28
บทที่ 5 สรุปผลวิจัย	38
ภาคผนวก ก แบบวงจรไฟฟ้า	41

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยขาดแคลนวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบ (Design Engineer) คณะวิศวกรรมศาสตร์จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มศักยภาพของนักศึกษาในการทำงานด้านการออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ รวมถึงการพัฒนาระบบการผลิตแบบออโตเมชั่นและ IoT (Internet of Things) ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมทั้งในปัจจุบันและในอนาคต คณะฯ จึงมีโครงการพิเศษ Monozukuri Engineers Program จัดการเรียนการสอนให้แก่นักศึกษาทุกสาขาวิชาของคณะฯ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่ผ่านการคัดเลือกจำนวนรุ่นละ 40 คน โดยเน้นไปที่การออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์และระบบการผลิตแบบออโตเมชั่นและ IoT ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับโครงการดังกล่าว ห้องปฏิบัติการวิจัย AIE&T (Advanced Industrial Engineering & Technology Research) สังกัดคณะวิศวกรรมศาตร์จึงมีความประสงค์ที่จะทำการวิจัยและพัฒนาการออกแบบและระบบออโตเมชั่น (Research Development in Design and Automation: R2DA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิจัยทางด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นกระบวนการผลิตแบบออโตเมชั่น โดยคาดว่าจะได้รับความร่วมมือจาก สสท. และภาคอุตสาหกรรมต่างๆ

การวิจัยจะเน้นทางด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยออกแบบและจัดจ้างผลิตชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น เพื่อใช้เป็นชุดสาธิตการหยิบจับชิ้นงานแบบอัตโนมัติ การควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานแบบอัตโนมัติ และออกแบบและจัดจ้างผลิตชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นเพื่อใช้ฝึกทักษะของนักศึกษาในการออกแบบสถานีการผลิต เรียนรู้การใช้งานเซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิต รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลการผลิตต่างๆ เข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิต นอกจากนี้ชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น และชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นนี้ยังสามารถปรับใช้เพื่อฝึกอบรมบุคลากรจากภาคอุตสาหกรรมต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาการออกแบบระบบสายการผลิตแบบออโตเมชั่น
2. เพื่อผลิตผลงานวิจัยและเผยแพร่ในการประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมอุตสาหการหรือที่เกี่ยวข้อง จำนวน 2 ผลงานต่อปี รวมทั้งหมด 4 ผลงาน
3. เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนแก่นักศึกษา Monozukuri Engineers Program
4. เพื่อเตรียมขยายการสนับสนุนการเรียนการสอนแก่นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาที่เกี่ยวข้อง

5. เพื่อเตรียมความพร้อมในการให้บริการวิชาการด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบออโตเมชั่นแก่ภาคอุตสาหกรรม

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น
2. มีชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นให้แก่นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์
3. สามารถให้บริการวิชาการด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบออโตเมชั่นแก่ภาคอุตสาหกรรม

1.3 งบประมาณและแผนดำเนินงาน

โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ที่ 1 และแผนยุทธศาสตร์ที่ 3 โดยใช้งบประมาณของโครงการตามแผนยุทธศาสตร์และงบประมาณส่วนกลางของคณะวิศวกรรมศาสตร์

- รหัสโครงการตามแผนยุทธศาสตร์ A59-3.3-3
- รหัสงบครุภัณฑ์ AS59-0660-005

ลำดับ	หมวดค่าใช้จ่าย	ราคา/ชุด (บาท)	จำนวน (ชุด)	ราคา (บาท)
1.	**หมวดค่าจ้างพนักงานชั่วคราว**			
	ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย (5,000 บาทต่อเดือน)	5,000	24 เดือน	120,000
	รวมเป็นเงินหมวดที่ 1 (หนึ่งแสนสองหมื่นบาทถ้วน)			**120,000**
2.	**หมวดค่าใช้สอย**			
	1) ค่าถ่ายเอกสาร	2,000	1	2,000
	2) ค่าวัสดุอุปกรณ์ปลีกย่อยอื่นๆ	5,000	1	5,000
	3) ค่าพาหนะ/ค่าเดินทาง	5,000	1	5,000
	4) ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดอื่นๆ	3,000	1	3,000
	รวมเป็นเงินหมวดที่ 2 (หนึ่งหมื่นห้าพันบาทถ้วน)			**15,000**

ลำดับ	หมวดค่าใช้จ่าย	ราคา/ชุด (บาท)	จำนวน (ชุด)	ราคา (บาท)
3.	**หมวดค่าครุภัณฑ์เพื่อการวิจัย**			
	3.1 จัดจ้างผลิตชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์			
	1) Machining station	45,000	1	45,000
	2) Dimensional inspection station with measurement	45,000	1	45,000
	3) Vision inspection station with webcam	45,000	1	45,000
	4) Assembly station	50,000	1	50,000
	5) Conveyor 1.2m with motor	15,000	4	60,000
	6) Indexing table	10,000	1	10,000
	7) X-Y gantry (pick & place)	25,000	2	50,000
	8) Cylindrical robot	25,000	1	25,000
	9) Structural support	100,000	1	100,000
	10) Pneumatic supply system	20,000	1	20,000
	รวมเงินลำดับที่ 3.1			450,000
	3.2 จัดจ้างผลิตชุดควบคุมการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโปรแกรมและชุดต้นกำลัง			
	1) PLC	45,000	2	90,000
	2) Microcontroller	10,000	2	20,000
	3) Motor driver	20,000	10	200,000
	4) Automation Software	80,000	1	80,000
	5) Computer	20,000	3	60,000
	รวมเงินลำดับที่ 3.2			450,000
	3.3 จัดจ้างผลิตชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นสำหรับนักศึกษา			
	1) Conveyor 0.8m with motor	8,000	8	64,000
	2) Power drive	3,000	4	12,000
	3) Index table	10,000	2	20,000

ลำดับ	หมวดค่าใช้จ่าย	ราคา/ชุด (บาท)	จำนวน (ชุด)	ราคา (บาท)
	4) Linear drive (screw drive)	10,000	2	20,000
	5) Linear table	10,000	2	20,000
	6) X-Y gantry (pick & place)	25,000	2	50,000
	7) Cylindrical robot	25,000	2	50,000
	8) Terminal blocks	8,000	8	64,000
	รวมเงินลำดับที่ 3.3			300,000
	รวมเป็นเงินหมวดที่ 3 (หนึ่งล้านสองแสนบาทถ้วน)			**1,200,000**
	รวมเป็นเงินทั้งหมด (หนึ่งล้านสามแสนสามหมื่นห้าพันบาทถ้วน)			**1,335,000**

1.4 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

1) ระยะเวลาการดำเนินงานรวมทั้งสิ้น 24 เดือน
เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

2) ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรมการวิจัย	เดือน																							
ขั้นตอนการดำเนินงาน		พ.ศ. 2560												พ.ศ. 2561										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ขั้นวางแผนงาน (P)																									
1) วางแผนโครงการ																									
2) นำเสนอโครงการและงบประมาณ																									
ขั้นดำเนินการ (D)																									
1) ขออนุมัติโครงการและงบประมาณ																									
2) ออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น																									

กิจกรรมการวิจัย	เดือน																							
ขั้นตอนการดำเนินงาน		พ.ศ. 2560												พ.ศ. 2561										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3) จัดจ้างผลิตชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์																									
4) ประกอบและทดสอบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์																									
5) จัดจ้างผลิตชุดควบคุมการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโปรแกรมและชุดต้นกำลัง																									
6) ประกอบชุดต้นกำลังและทดสอบโปรแกรมควบคุมการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น																									
7) ออกแบบชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น																									
8) จัดจ้างผลิตชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น																									
9) ประกอบและทดสอบชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น																									
10) เขียนผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ																									
<u>ขั้นสรุปและประเมินผล (C)</u>																									
1) สรุปและประเมินผลโครงการ																									
<u>ขั้นปรับปรุงตามผลการประเมิน (A)</u>																									

กิจกรรมการวิจัย	เดือน																							
ขั้นตอนการดำเนินงาน		พ.ศ. 2560												พ.ศ. 2561										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1) ติดตามผลการดำเนินงาน																									
2) เสนอแนะแนวทางปรับปรุง																									

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ห้องปฏิบัติการวิจัย Advanced Industrial Engineering & Technology Research (AIE&T) จัดตั้งขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนงานวิจัยและการให้บริการวิชาการเกี่ยวกับการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมในด้านต่างๆ การวิจัยทางด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบอัตโนมัติเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยที่ทางห้องปฏิบัติการฯ ให้ความสำคัญและให้การสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัย

2.1 การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบอัตโนมัติ

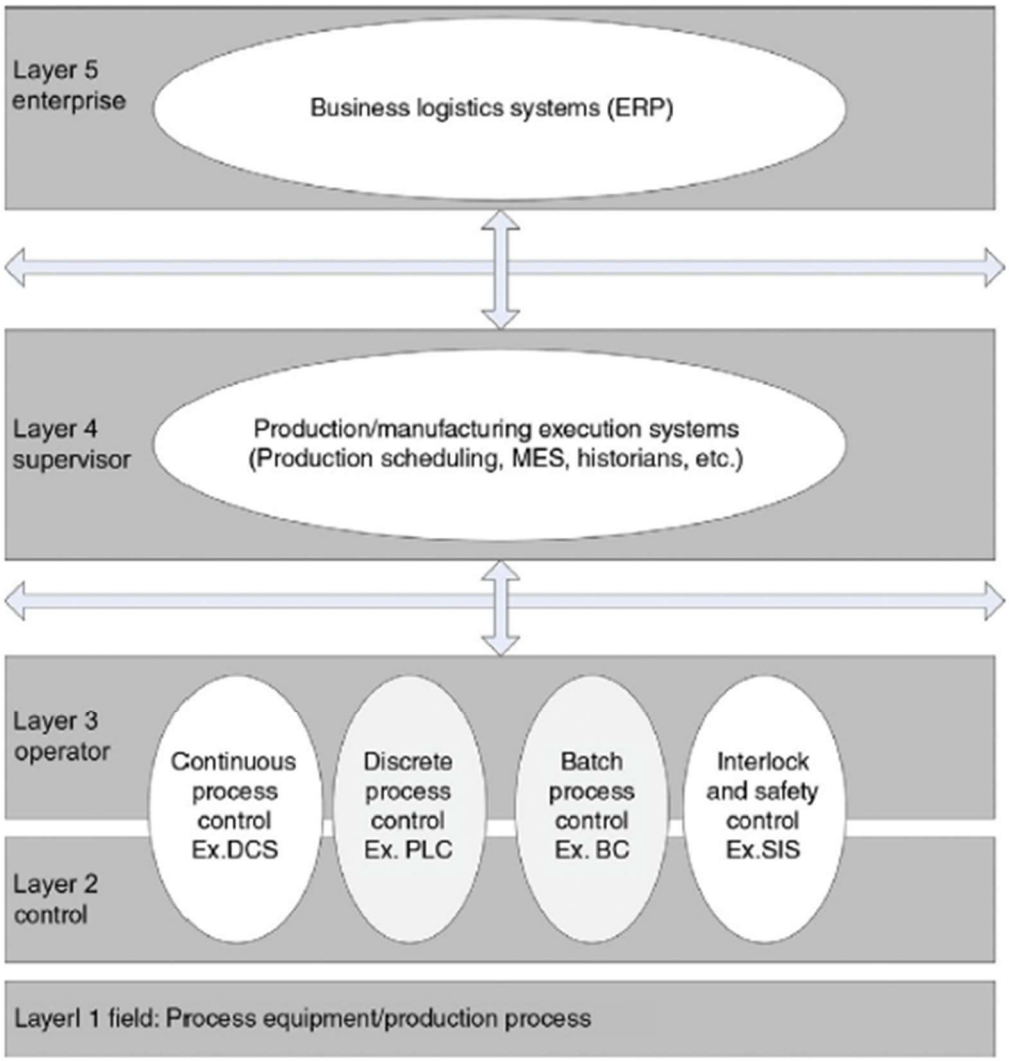
กระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค วิธีการหรือระบบควบคุมและระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกระบวนการหรือการปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดการใช้แรงงานให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่ใช้แรงงานเลย

จุดมุ่งหมายของการปรับปรุงกระบวนการผลิตต่างๆ ให้เป็นแบบอัตโนมัติคือ

1) เพื่อเพิ่มผลิตภาพของการผลิต (productivity) เนื่องจากระบบการผลิตแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ 24 ชั่วโมงต่อวัน
2) เพื่อลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการใช้แรงงาน เช่น ค่าจ้าง สวัสดิการต่างๆ ทำให้ได้ต้นทุนในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม (optimum cost)
3) เพื่อเพิ่มคุณภาพและความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิตเนื่องจากระบบการผลิตแบบอัตโนมัติลดความเกี่ยวข้องของมนุษย์ดังนั้นความผิดพลาดเนื่องจากการปฏิบัติงานของพนักงานจึงลดลงด้วย ยกตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เมื่อเปลี่ยนมาใช้การติดตั้งกระบอกสูบเครื่องยนต์แบบอัตโนมัติแทนการใช้แรงงานช่วยลดความสูญเสียเนื่องจากการติดตั้งลงได้ และเมื่อต้องการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจะใช้การเปลี่ยนโปรแกรมซึ่งลดความต้องการในการฝึกอบรมพนักงานลงได้
4) เพื่อให้กระบวนการผลิตมีความปลอดภัยมากขึ้นโดยนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้ในสภาพการปฏิบัติงานที่อันตราย เช่น การใช้หุ่นยนต์ในการยกของหนักและปฏิบัติงานในบริเวณที่อุณหภูมิสูงมากๆ

2.1.1 ระดับขั้นของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

กระบวนการผลิตแบบอัตโนมัตินั้นสามารถประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมายที่ทำหน้าที่สอดคล้องกันซึ่งทำให้ระบบมีความซับซ้อนมากขึ้นและต้องการการสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งระดับขั้นของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมได้ 5 ระดับดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระดับขั้นของระบบอัตโนมัติ

1. ระดับการดำเนินงาน (Field level)

ระดับการดำเนินงานประกอบไปด้วยอุปกรณ์จำพวกเซ็นเซอร์ (sensors) ตัวส่งสัญญาณ (transmitters) และตัวกระตุ้น (actuators) หน้าที่หลักของอุปกรณ์เหล่านี้คือส่งข้อมูลของกระบวรการและของเครื่องจักรต่างๆ ไปสู่ระดับถัดไปเพื่อทำการมอนิเตอร์และวิเคราะห์ข้อมูล เซ็นเซอร์ทำหน้าที่แปลงพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล เป็นต้น ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ควบคุม (controller) เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ ตัวอย่างของเซ็นเซอร์ เช่น เทอร์โมคับเปิ้ล พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ ลิมิตสวิทซ์ RTDs มิเตอร์วัดอัตราการไหล เป็นต้น สำหรับตัวกระตุ้น (actuators) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าจากตัวควบคุมให้เป็นแรงทางกลเพื่อควบคุมอุปกรณ์หรือปรับกระบวนการ ตัวอย่างของตัวกระตุ้น เช่น วาล์วควบคุมการไหล โซลินอยด์วาล์ว รีเลย์ มอเตอร์ต่างๆ

2. ระดับอุปกรณ์ควบคุม (Control level)

ระดับอุปกรณ์ควบคุมประกอบไปด้วยตัวควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติต่างๆ เช่น PLCs (programmable logic controllers) ทำหน้าที่รับพารามิเตอร์ของกระบวนการจากเซ็นเซอร์ต่างๆ ประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ หรือขับตัวกระตุ้น (actuators) โดย PLCs เป็นตัวควบคุมที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมซึ่งประกอบไปด้วยโมดูลต่างๆ เช่น ตัวประมวลผล (CPU) อินพุตและเอาต์พุตแบบแอนะล็อก (analog I/O) อินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอล (digital I/O) และโมดูลสื่อสารต่างๆ ผู้ปฏิบัติงานสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้กระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติได้

3. ระดับผู้ปฏิบัติงาน (Operator level)

ระดับนี้ทำหน้าที่ร่วมกับระดับอุปกรณ์ควบคุมเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการและอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยผู้ปฏิบัติงานจะเขียนหรือแก้ไขโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC หรือหุ่นยนต์ให้ทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้ ผ่านอุปกรณ์จำพวก HMI (human machine interface) เช่น การตั้งค่าเป้าหมายจำนวนการผลิต การสั่งตั้งค่าเครื่องจักร การสั่งเริ่มหรือหยุดทำงาน สำหรับอุตสาหกรรมระบบ SCADA (supervisory control and data acquisition) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

4. ระดับควบคุมและจัดการ (Supervisor level)

ระดับนี้ทำหน้าที่ควบคุมองค์ประกอบต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการผลิตโดยใช้ระบบประมวลสถานะการผลิต MES (manufacturing execution systems) ในการติดตามกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อไปจนถึงการส่งมอบ ระบบ MES จะรวบรวมข้อมูลการผลิต ขั้นตอนการผลิต รวมถึงการจัดการวัตถุดิบและสินค้าคงคลัง

5. ระดับองค์กร (Enterprise level)

ระดับนี้เป็นระดับสูงสุดทำหน้าที่จัดการระบบอัตโนมัติทั้งหมดประกอบไปด้วย การวางแผนการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลลูกค้าและการตลาด การสั่งซื้อและการขาย ระบบช่วยตัดสินใจ เป็นต้น โดยระดับนี้ประกอบไปด้วยระบบ ERP (enterprise resources planning) เช่น ระบบ SAP เป็นต้น

2.1.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างรูปแบบการเชื่อมต่อและฟังก์ชั่นการทำงานในแต่ละระดับขั้นของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม ระดับที่ 1 ประกอบด้วยตัวส่งสัญญาณ (transmitters) วาล์วควบคุม (control valves) โซลินอยด์วาล์ว (solenoid valves) และลิมิตสวิทซ์ (limit switches) อุปกรณ์ในระดับที่ 1 ทำหน้าที่ส่งค่าของกระบวนการ ปรับกระบวนการ บอกสถานะ และปรับค่าของอุปกรณ์ การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในระดับที่ 1 และระบบในระดับที่ 2 นั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระบบที่เลือกใช้ ซึ่งมีตั้งแต่การใช้สัญญาณกระแสตรง 4-20mA ไปจนถึงการใช้โปรโตคอลการสื่อสารแบบดิจิตอล

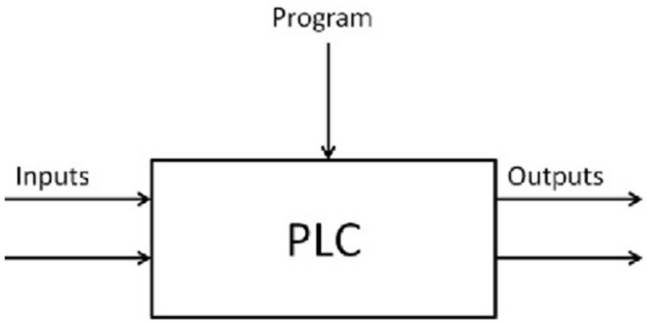
รูปที่ 2.2 รูปแบบการเชื่อมต่อแต่ละระดับขั้นของระบบอัตโนมัติ

ระดับที่ 2 ประกอบไปด้วยตัวควบคุม เช่น DCS (distribution control system) และ PLCs (programmable logic controllers) หน้าที่ของระดับที่ 2 คือการควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ การควบคุมแบบป้อนโปรแกรม การควบคุมแบบต่อเนื่อง และการควบคุมระบบความปลอดภัย ตัวควบคุมระดับที่ 2 สื่อสารกันผ่านเน็ตเวิร์ค ระดับที่ 3 ควบคุมการทำงานของระดับที่ 2 ผ่านระบบ HMI และระบบ SCADA ทำหน้าที่แสดงและควบคุมการผลิต และการจัดการการแจ้งเตือน (alarm management) ระดับที่ 4 มีหน้าที่วางแผนการผลิต จัดการสั่งผลิตและวิเคราะห์การผลิตโดยใช้ระบบ MES ระดับที่ 5 เป็นระบบ ERP ทำหน้าที่ให้ข้อมูลสารสนเทศเพื่อการจัดการ (management information system) และระบบช่วยตัดสินใจ (decision support system)

2.2 อุปกรณ์พื้นฐานในระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม

2.2.1 Programmable logic controller (PLC)

เรามักจะมองว่า PLC เป็นชิ้นส่วนแรกของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม PLC เป็นตัวควบคุมแบบไมโครโปเซสเซอร์ประกอบไปด้วยหน่วยความจำที่ใช้เก็บชุดคำสั่งและสั่งการทำงานโดยการเขียนโปรแกรมตามฟังก์ชั่นต่างๆ เช่น โปรแกรมลอจิก (logic) การควบคุมลำดับ (sequencing) การหน่วงเวลา (timing) การนับ (counting) และการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 2.3 การเขียนโปรแกรมให้ PLC ทำงานจะอยู่ในรูปโปรแกรมลอจิกและการดำเนินการทางสวิทช์ (relay operations) อินพุตของ PLC เช่น เซ็นเซอร์จะทำหน้าที่คล้ายสวิทช์ PLC จะรับค่าและส่งเอาท์พุตออกไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สั่งหมุนมอเตอร์ สั่งเปิดปิดวาล์ว ตามชุดคำสั่งที่เขียนไว้ในหน่วยความจำ



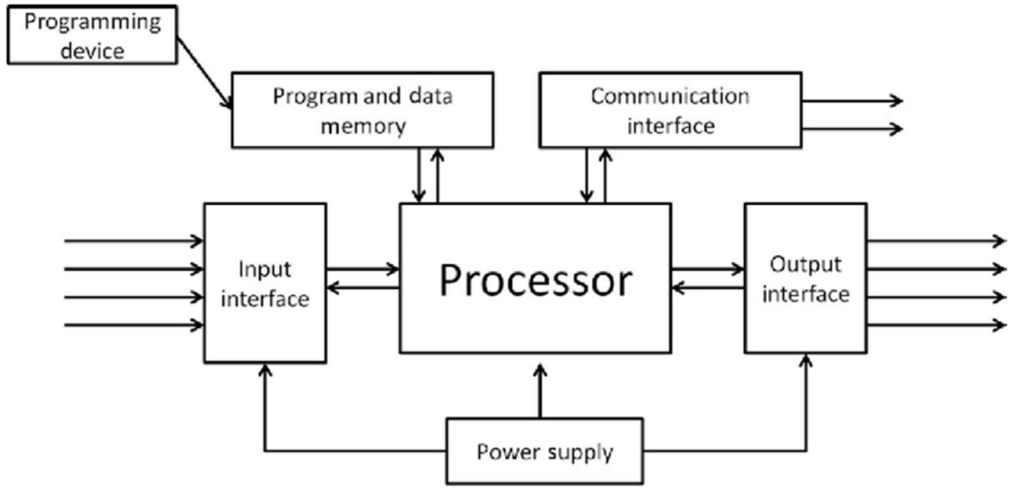
รูปที่ 2.3 Programmable logic controller (PLC)

ข้อดีของ PLC คือเป็นตัวควบคุมที่ใช้กับระบบควบคุมได้หลากหลาย ใช้งานง่าย มีความยืดหยุ่น มีราคาเหมาะสม สามารถใช้ในระบบควบคุมที่มีความซับซ้อนได้ PLC ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับงานควบคุมและสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม

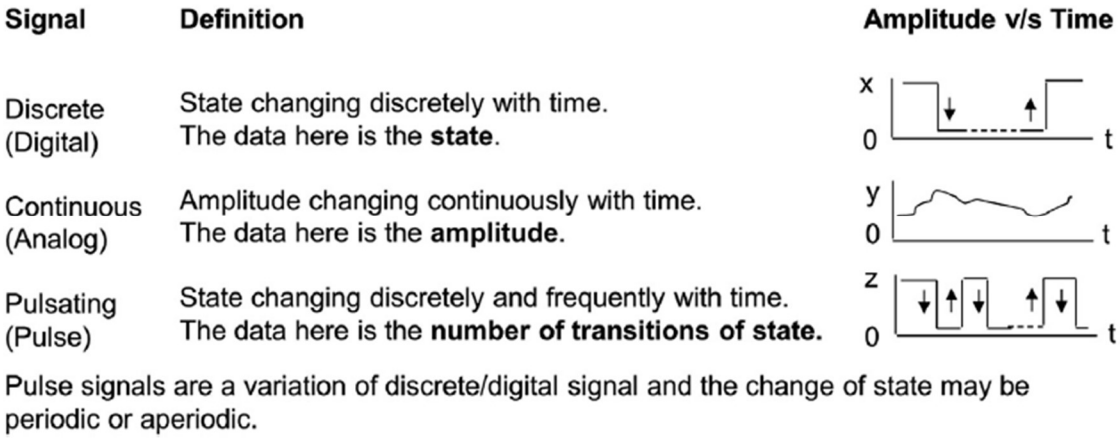
โดยทั่วไป PLC ประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล (processing unit) หน่วยความจำ (memory) แหล่งจ่ายไฟ (power supply unit) อินพุต/เอาท์พุต (input/output) อินเตอร์เฟสสำหรับสื่อสาร (communication interface) ดังแสดงในรูปที่ 2.4

- หน่วยประมวลผลประกอบไปด้วยไมโครโปรเซลเซอร์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอินพุทและส่งสัญญาณควบคุมไปยังเอาต์พุทตามที่โปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ
- แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์เพื่อป้อนให้กับไมโครโปรเซสเซอร์และวงจรอินพุตเอาท์พุต
- โดยทั่วไปเราใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมและโหลดโปรแกรมลงไปในหน่วยความจำของ PLC
- หน่วยความจำใช้เก็บโปรแกรมหรือชุดคำสั่งรวมถึงเก็บข้อมูลจากอินพุต

- อินพุตและเอาท์พุตเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยอินพุตอาจเป็น สวิทซ์ เซ็นเซอร์ต่างๆ เอาท์พุตอาจเป็น ชุดสตาร์ทมอเตอร์ (motor starter coils) โซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น สำหรับอินพุตเป็นได้ทั้งสัญญาณดิจิตอล (digital) สัญญาณแอนาล็อก (analog) และสัญญาณพัลส์ (pulse) ดังแสดงในรูปที่ 2.5
- อินเตอร์เฟสสื่อสารเป็นส่วนรับส่งข้อมูลจากเน็ตเวิร์คหรือจาก PLC ตัวอื่นๆ



รูปที่ 2.4 PLC system

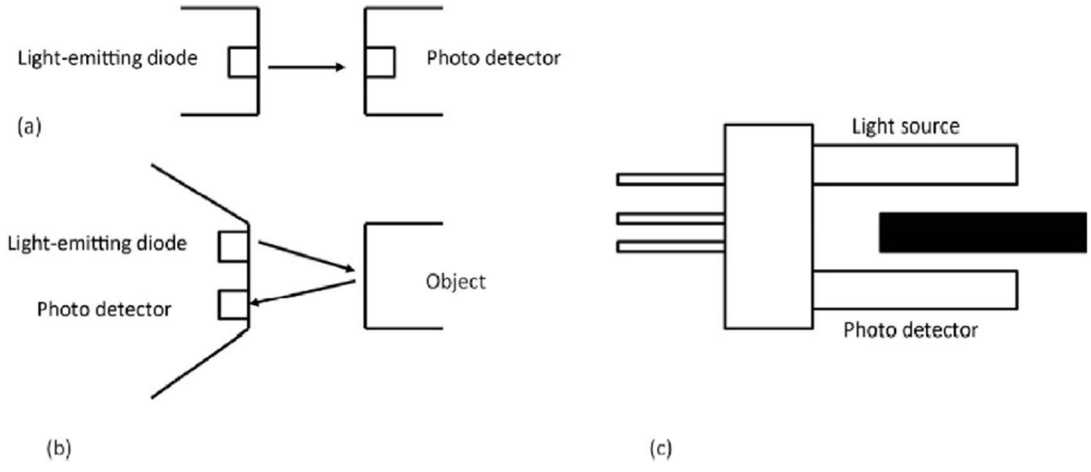


รูปที่ 2.5 รูปแบบสัญญาณต่างๆ

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต

โดยทั่วไปอุปกรณ์อินพุตที่ใช้กับ PLC นั้นจะเป็นเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น เทอร์โมคับเปิ้ลเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยเปลี่ยนความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นสัญญาณไฟฟ้าระดับมิลลิโวลต์ เซ็นเซอร์ที่ให้สัญญาณไม่ต่อเนื่องหรือสัญญาณดิจิตอล On-off สามารถเชื่อมต่อกับ PLC ได้โดยง่าย เซ็นเซอร์ที่เป็นแอนาล็อกจะต้องแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อนโดยใช้ร่วมกับแอนาล็อกโมดูล

1) สวิทซ์เชิงกล (Mechanical switches) สวิทซ์เชิงกลจะให้สัญญาณ On-off ออกมาเนื่องจากการเปิด-ปิดสวิทซ์ การใช้งานเช่น การแสดงว่ามีชิ้นงานวางอยู่ เมื่อชิ้นงานกดสวิทซ์จะให้สัญญาณลอจิก 1 ออกมา เมื่อไม่มีชิ้นงานจะให้สัญญาณลอจิก 0 ออกมา โดยปกติแล้วสัญญาณลอจิก 1 ของ PLC คือไฟฟ้ากระแสตรง 24V สัญญาณลอจิก 0 คือไฟฟ้ากระแสตรง 0V
2) พร็อกซิมิตี้สวิทซ์ (Proximity switches) ทำหน้าที่ตรวจจับชิ้นงานโดยไม่ต้องสัมผัสชิ้นงาน พร็อกซิมิตี้สวิทซ์บางแบบใช้กับชิ้นงานที่เป็นโลหะเท่านั้น ทำงานโดยอาศัยการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเอ็ดดี้ (Eddy current) ที่ผิวของชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานอยู่ใกล้จะให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าออกมา โดยทั่วไปตรวจจับวัตถุได้ในระยะ 0.5 – 20 มิลลิเมตร
3) เซ็นเซอร์แบบใช้แสง (Photoelectric sensors) เซ็นเซอร์ชนิดนี้ใช้หลักการส่งแสงระหว่างตัวส่งและตัวรับ เมื่อมีวัตถุมาขวางการส่งแสงจะให้สัญญาณ high/low ออกมาขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ดังแสดงในรูปที่ 2.6
4) เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) เป็นอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณดิจิตอลของมุมหรือระยะทาง (angular or linear displacement) สัญญาณที่ได้บอกถึงการเปลี่ยนมุมหรือระยะทางจากจุดอ้างอิงเริ่มต้น โดยปกติเอ็นโค้ดเดอร์จะให้สัญญาณพัลส์ซึ่งแปรผันตามมุมของการหมุนของแผ่นเอ็นโค้ดเดอร์

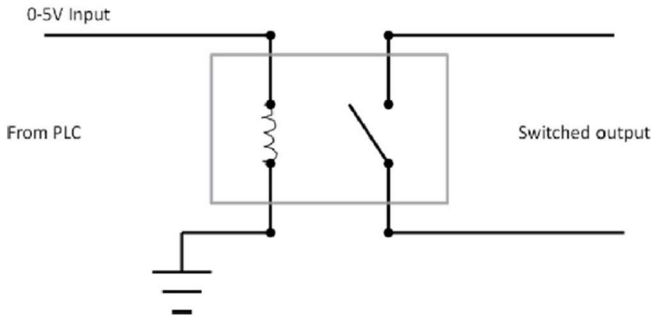


รูปที่ 2.6 Photoelectric sensors (a) light detection (b) photo reflection (c) u shaped object

2.2.3 อุปกรณ์เอาท์พุต

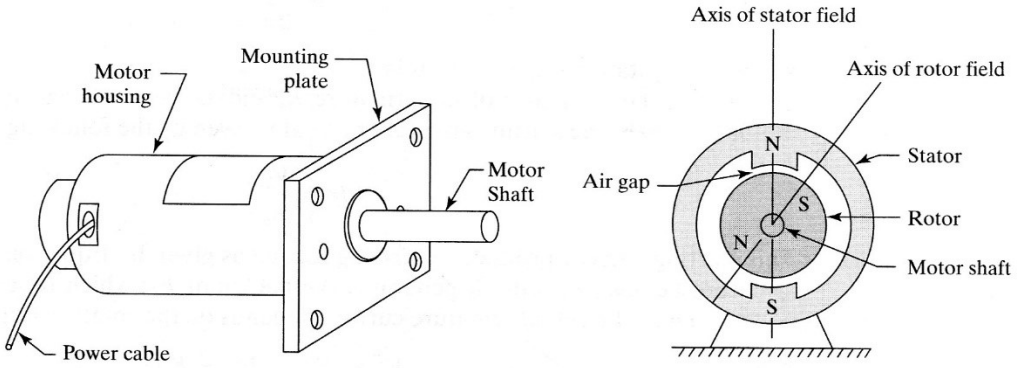
เอาท์พุตของ PLC เป็นรีเลย์หรือออปโตไอโซเลเตอร์ ทำหน้าที่เหมือนสวิทช์เปิดปิด โดยทั่วไปสัญญาณเอาท์พุตของ PLC จะใช้ควบคุมตัวกระตุ้น (actuators) ซึ่งใช้ในการควบคุมกระบวนการ

1) รีเลย์ (Relay) ทำหน้าที่คล้ายสวิทช์โดยมีขดลวดโซลินอยด์เป็นส่วนประกอบ เมื่อเอาท์พุตของ PLC ส่งสัญญาณออกมาจะมีกระแสไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กดึงดูดหน้าคอนแท็กทำให้วงจรปิด หรือเป็นการเปิดสวิทช์ดังแสดงในรูปที่ 2.6 กระแสไฟฟ้าที่สูงกว่าที่อยู่อีกด้านของขดลวดโซลินอยด์จะไหลผ่านสวิทช์ไปยังมอเตอร์ได้



รูปที่ 2.6 การใช้รีเลย์เป็นเอาท์พุต

2) มอเตอร์ การควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงจะใช้การส่งพัลส์ PWM (pulse width modulation) เข้าไปที่ขดลวดอามาเจอร์ที่แกนหมุนหรือโรเตอร์ของมอเตอร์ เราสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมความกว้างพัลส์ PWM นี้ ซึ่งเป็นการควบคุมแรงดันเฉลี่ยที่ป้อนให้กับขดลวดอามาเจอร์ของมอเตอร์ สำหรับการควบคุมตำแหน่งจะใช้สเต็ปมอเตอร์โดยใช้วิธีการส่งสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมสเต็ปหรือมุมการหมุนของโรเตอร์ในมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ รูปที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบของมอเตอร์

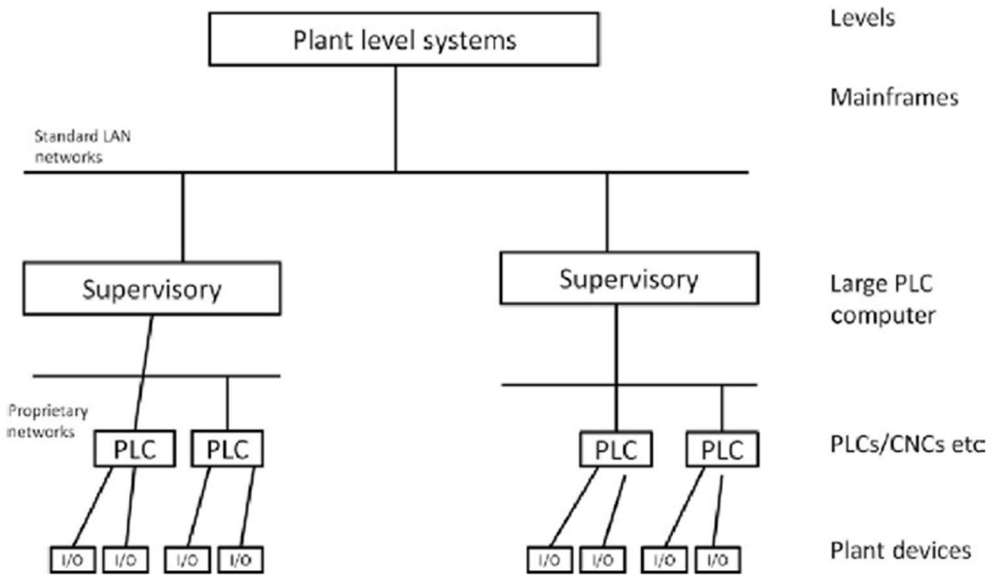


ก) รูปทั่วไปของมอเตอร์ ข) ส่วนประกอบของมอเตอร์

รูปที่ 2.7 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.4 การเชื่อมต่อ PLC เป็นระบบ Distributed systems

ในกรณีที่เราต้องการเชื่อมต่อ PLC หลายๆ ตัวให้เป็นระบบ SCADA (supervisory control and data acquisition system) ตามลำดับขั้นดังแสดงในรูปที่ 2.7 ทำได้โดยกำหนดแอดเดรสของ PLC แต่ละตัวแยกกัน ซึ่งแต่ละยี่ห้อจะมีวิธีการกำหนดแอดเดรสที่แตกต่างกัน ระบบดังรูปที่ 2.8 สามารถควบคุม มอนิเตอร์และรวมรวมข้อมูลของ I/O ของ PLC แต่ละตัวได้



รูปที่ 2.8 Hierarchical architecture

สรุป

ปัจจุบันการผลิตแบบอัตโนมัติมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ห้องปฏิบัติการวิจัย AIE&T ซึ่งเน้นให้นักวิจัยมีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการและการแก้ปัญหาในการผลิตให้แก่ภาคอุตสาหรรมจึงมีความประสงค์ในการการศึกษาระบบการผลิตแบบอัตโนมัติรวมถึงพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องมือ ร่วมกับการใช้ซอฟแวร์การจำลองสายการผลิต โครงการทำวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ออโตเมชันเพื่อการเรียนรู้ (Automation Kit) และชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชัน (Automation Assembly Line) โดยมุ่งหวังในการผลิตงานวิจัยและให้บริการวิชาการแก่ภาคอุตสาหกรรมต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

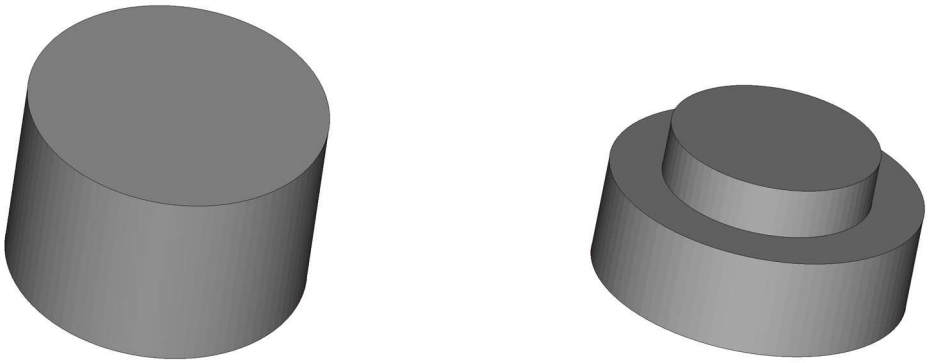
การวิจัยนี้ต้องการเน้นทางด้านการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยในเบื้องต้นได้ทำการออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น เพื่อใช้เป็นชุดสาธิตการหยิบจับชิ้นงานแบบอัตโนมัติ การควบคุมการผลิตแบบอัตโนมัติ การประกอบแบบอัตโนมัติและการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานแบบอัตโนมัติ จากชุดสาธิตนี้เราสามารถประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์ต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตและเชื่อมโยงข้อมูลการผลิตต่างๆ เข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตได้ในขั้นต่อไป

ในการออกแบบชุดสาธิตนี้ได้แบ่งงานออกเป็นสองส่วนหลักๆ คือ 1) ส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์ต่างๆ โดยออกแบบสถานีผลิต สถานีตรวจสอบชิ้นงาน สถานีประกอบ แล้วจึงทำการขึ้นรูปชิ้นส่วนย่อยและประกอบกันเป็นสถานีต่างๆ 2) ส่วนโปรแกรมและชุดต้นกำลังที่ใช้ในการขับมอเตอร์ต่างๆ ในระบบ รวมถึงระบบจ่ายไฟเลี้ยงต่างๆ ให้กับอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นเพื่อใช้ฝึกทักษะของนักศึกษาในการเรียนรู้การออกแบบสถานีการผลิต เรียนรู้การใช้งานเซ็นเซอร์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต และสามารถฝึกวิเคราะห์กระบวนการผลิตเบื้องต้นได้

3.1 การออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์

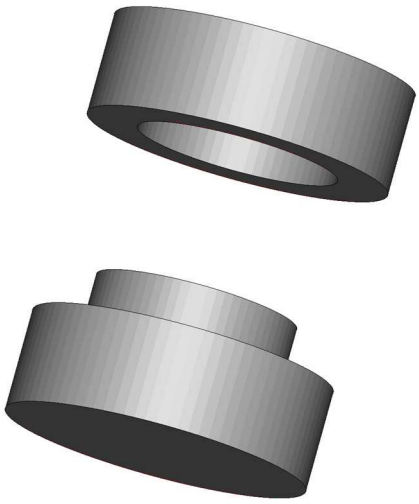
แนวคิดในการออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นใช้การจำลองระบบของการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete manufacturing) หรือระบบที่ทำการผลิตชิ้นงานทีละชิ้นเนื่องจากการปรับเปลี่ยนระบบของชุดสาธิตนี้ในอนาคตสามารถทำได้ง่ายโดยทำการออกแบบระบบ ติดตั้งเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปเพิ่มเติม และระบบแบบไม่ต่อเนื่องนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายอุตสาหกรรม

การออกแบบชุดสาธิตใช้การจำลองระบบเป็นแบบการผลิตหลายขั้นตอน (multiple-stage process) ประกอบไปด้วย 1) สถานีขึ้นรูปอัตโนมัติ 2) สถานีตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติโดยการวัดขนาด 1 มิติ 3) สถานีประกอบอัตโนมัติ 4) สถานีตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติด้วยกล้องถ่ายภาพ สำหรับชิ้นงานตัวอย่างนั้นเลือกออกแบบชิ้นงานตัวอย่างที่เรียบง่ายเพื่อให้ระบบเริ่มต้นไม่ซับซ้อนจนเกินไป โดยชิ้นงานที่ออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3.1 (ก) เป็นชิ้นงานป้อนเข้าสายการผลิตจำลอง โดยออกแบบให้เป็นชิ้นงานทรงกระบอกและป้อนเข้าเครื่องกลึงอัตโนมัติ (ทำการจำลองการขึ้นรูป) จะได้ชิ้นงานจากสถานีการขึ้นรูปดังแสดงในรูปที่ 3.1 (ข)



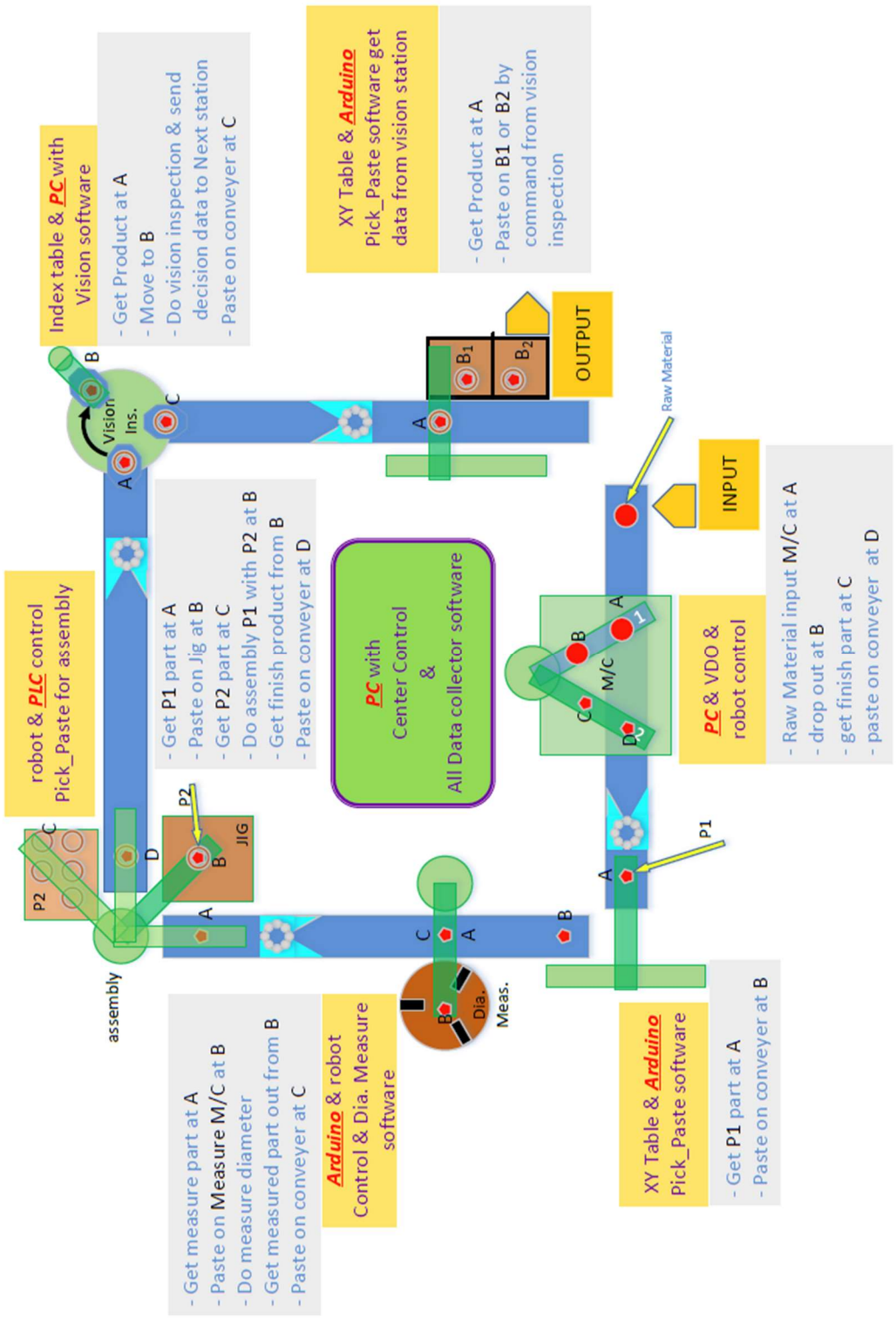
(ก) ชิ้นงานป้อนเข้าเครื่องกลึง (ข) ชิ้นงานหลังการกลึง

รูปที่ 3.1 ชิ้นงานตัวอย่าง



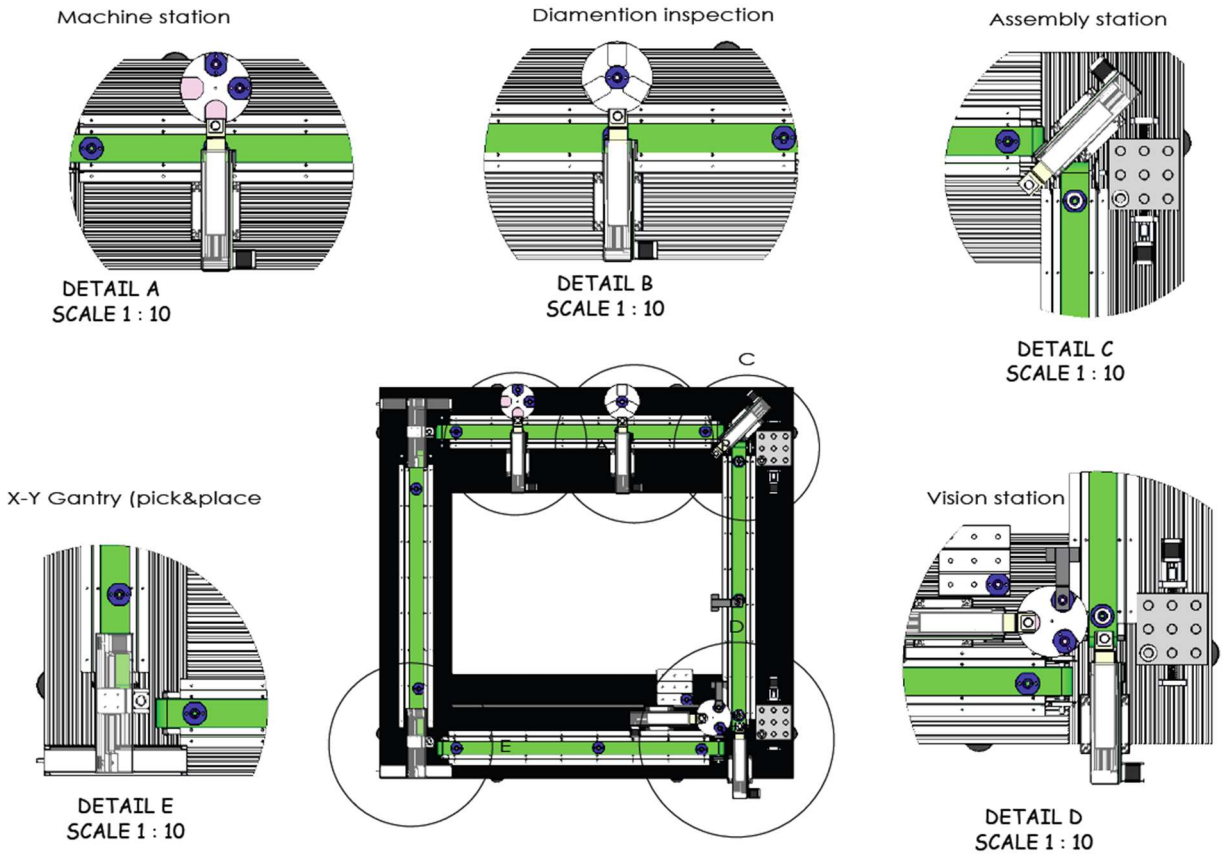
รูปที่ 3.2 การประกอบชิ้นงานตัวอย่าง

หลังจากนั้นชิ้นงานตัวอย่างจะถูกส่งไปวัดขนาด (วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง) ที่สถานีตรวจสอบคุณภาพอัตโนมัติ และส่งต่อไปยังสถานีประกอบอัตโนมัติโดยประกอบฝาเข้ากับชิ้นงานกลึงดังแสดงในรูปที่ 3.2 จากแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานตัวอย่างและแนวคิดในการออกแบบระบบจำลองดังกล่าว ได้ทำออกแบบสายการผลิตแบบอัตโนมัติในเบื้องต้นดังแสดงในแผนผังรูปที่ 3.3 สำหรับการขนถ่ายชิ้นงานตัวอย่างจะใช้วิธีการลำเลียงบนสายพานร่วมกับการใช้หุ่นยนต์แบบแขนเคลื่อนที่เป็นทรงกระบอก (cylindrical robot) ในการเคลื่อนย้ายตำแหน่งชิ้นงานตัวอย่างระหว่างสายพานลำเลียง

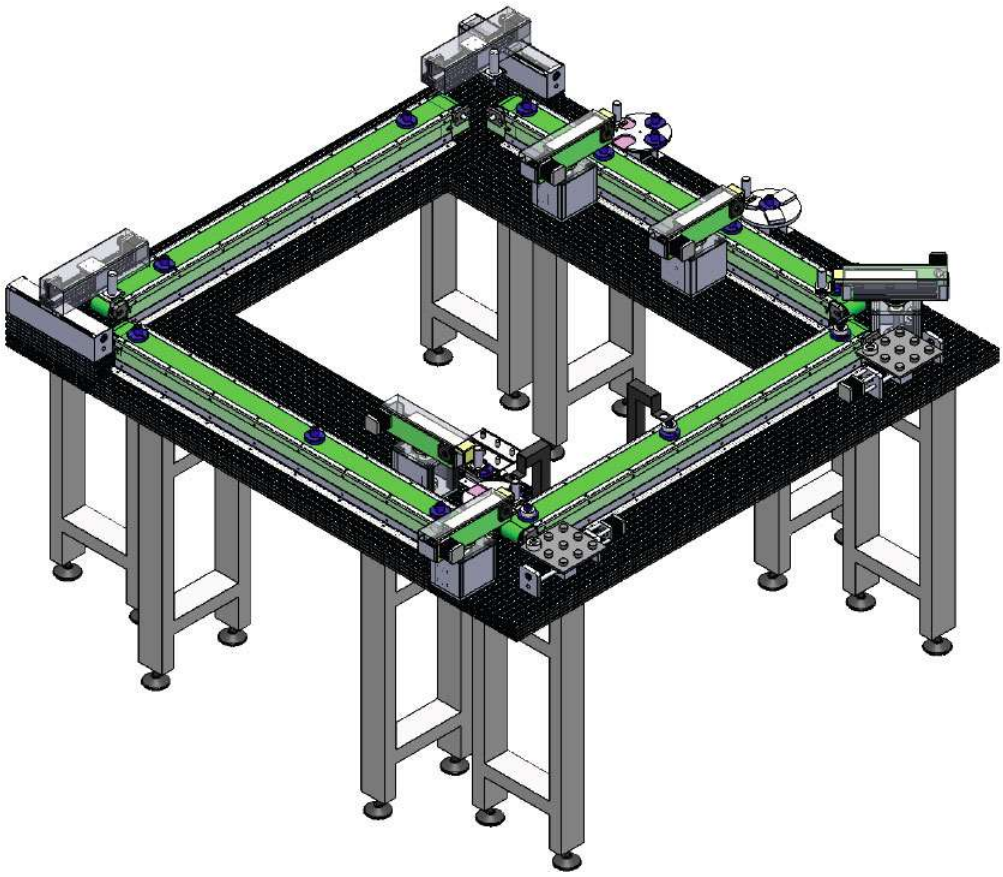


รูปที่ 3.3 แผนผังชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น

จากแนวคิดในการออกแบบชุดสาธิต เบื้องต้นได้ทำการเขียนแบบแต่ละชิ้นส่วนย่อยด้วยโปรแกรม CAD และทำการประกอบชิ้นส่วนย่อยเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้แต่ละสถานีที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นทำการรวมแต่ละสถานีเข้าด้วยกันจะได้แบบรายละเอียดของชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นเบื้องต้นดังแสดงในรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5 จากแบบรายละเอียดดังกล่าวทำการส่งต่อเพื่อสั่งผลิตแต่ละชิ้นส่วนย่อยขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบ และนำมาประกอบเป็นสถานีต้นแบบ ในเบื้องต้นต้องทำการสร้างต้นแบบเพื่อทำการทดลองการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่างๆ ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขแบบต่อไปเพื่อให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.4 แบบรายละเอียดชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นเบื้องต้น



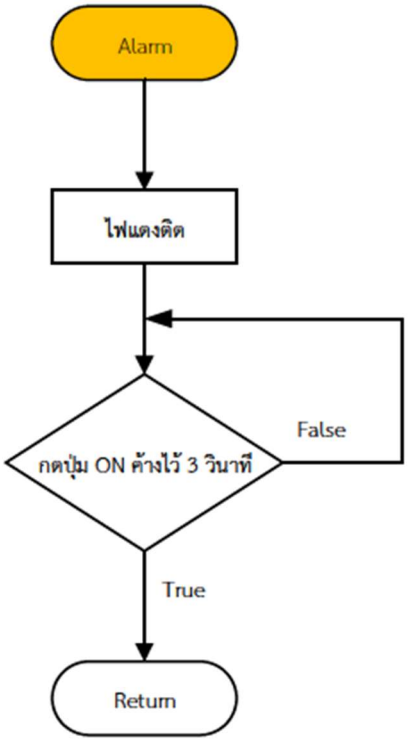
รูปที่ 3.5 แบบรายละเอียดสามมิติของชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นเบื้องต้น

3.2 การออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโปรแกรมและชุดต้นกำลัง

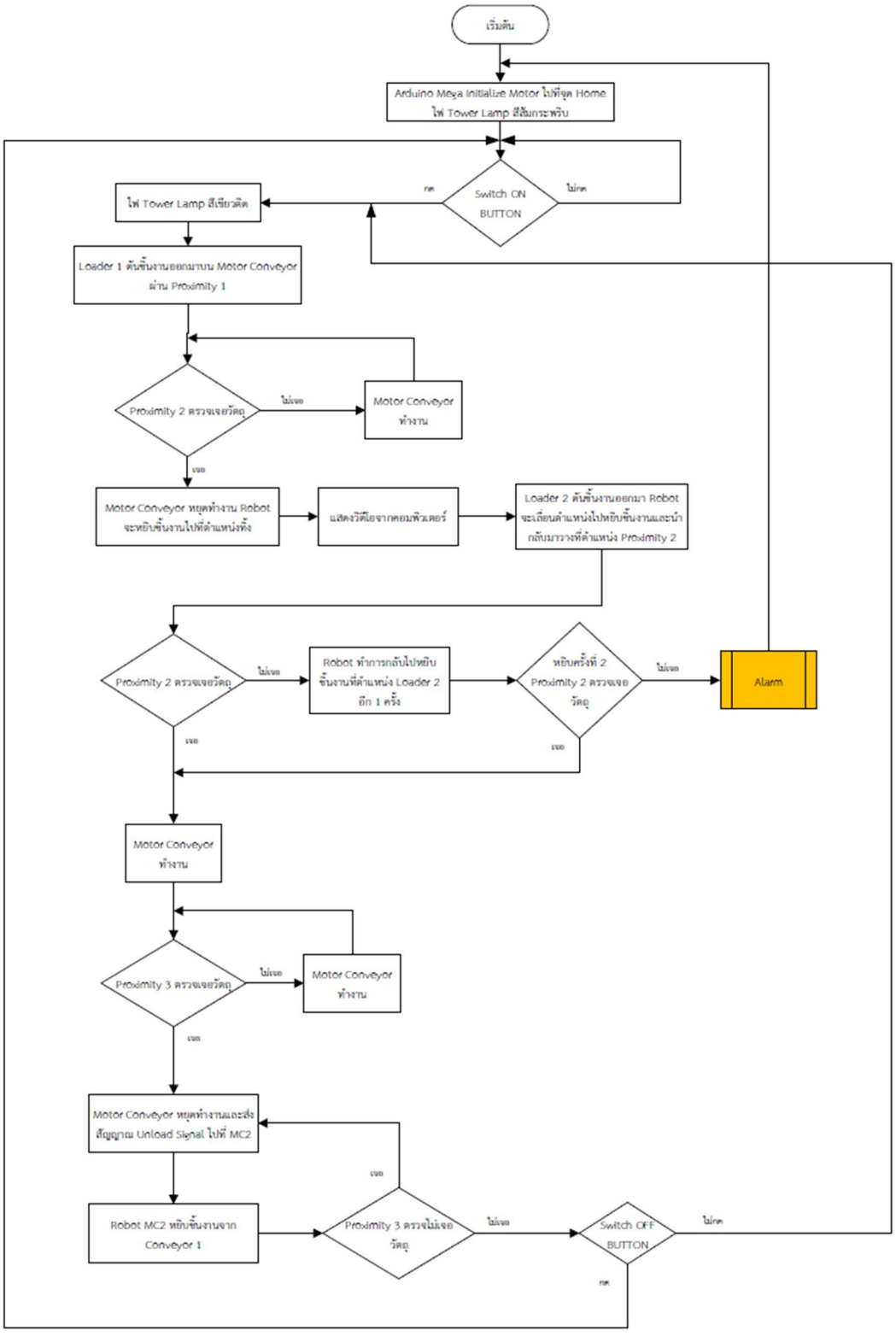
การวางแผนและออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมอุปกรณ์และสถานีต่างๆ นั้นมีแนวคิดในการออกแบบคือสำหรับระดับอุปกรณ์ควบคุม (control level) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ชุดขับมอเตอร์และรับค่าจากเซ็นเซอร์ต่างๆ การเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมเนื่องจากการโปรแกรมทำได้ง่าย มีความยืดหยุ่นสูง มีอินพุตเอาท์พุตพอร์ท (I/O ports) หลากหลาย และมีราคาถูก สำหรับระดับผู้ปฏิบัติงาน (operator level) ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับค่ามาประมวลผล แสดงผ่านหน้าจอ เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล รวมถึงการส่งคำสั่งการทำงานกลับไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานตามฟังก์ชั่นที่ได้ออกแบบไว้ การเลือกใช้ LabVIEW ในการทำระบบ HMI เนื่องจากความสามารถของโปรแกรมด้านส่วนติดต่อผู้ใช้ (user interface) การโปรแกรมมีความยืดหยุ่นสูงทำให้ทางทีมวิจัยสามารถพัฒนาต่อเป็นระบบที่ซับซ้อนขึ้นได้ในอนาคต สำหรับแผนผังการทำงานของแต่ละโปรแกรมสำหรับชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นแสดงดังรูปที่ 3.6 ถึงรูปที่ 3.9

3.2.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมที่สถานีขึ้นรูป (Machine Station)

การทำงานของสถานีขึ้นรูปใช้การจำลองกระบวนการกลึงชิ้นงานโดยเมื่อชิ้นงานตัวอย่างลำเลียงมาถึงสถานีขึ้นรูปซึ่งทำการตรวจสอบตำแหน่งโดยใช้พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ ถ้าเซ็นเซอร์ตรวจไม่พบชิ้นงานระบบจะแจ้งเตือนโดยใช้ไฟสัญญาณ (Tower lamp) แผนผังโปรแกรมของการแจ้งเตือนแสดงในรูปที่ 3.6 การควบคุมสถานีขึ้นรูปใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบชิ้นงานจะส่งสัญญาณให้หุ่นยนต์หยิบชิ้นงานป้อนเข้าสถานีขึ้นรูปเพื่อจำลองการกลึงชิ้นงาน จากนั้นหุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานตัวอย่างที่กลึงแล้วออกมาวางยังตำแหน่งเดิมบนสายพานลำเลียงเพื่อส่งให้สถานีถัดไปโดยสั่งให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ (ดังแสดงในรูปที่ 3.7)



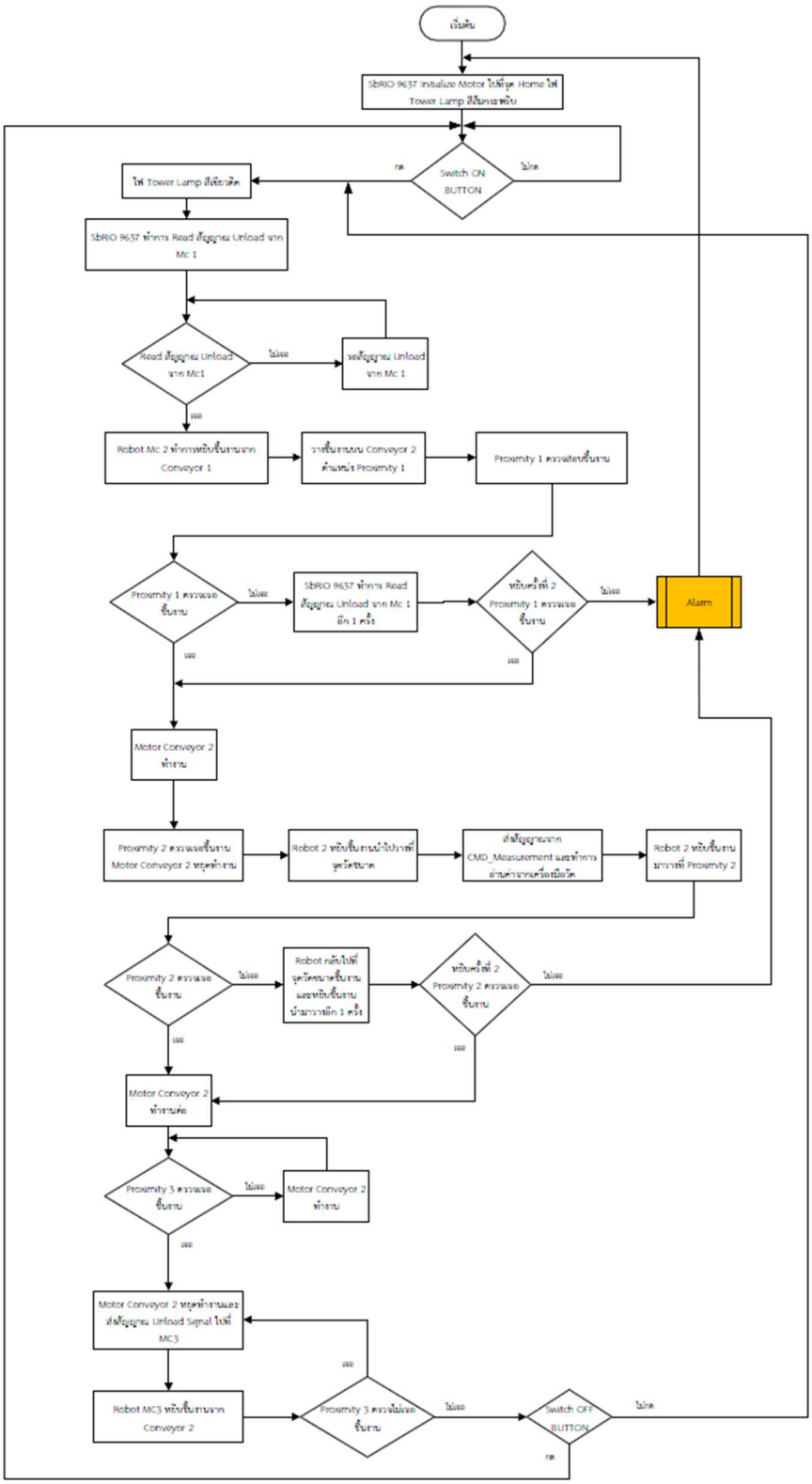
รูปที่ 3.6 Program flowchart of machine station



รูปที่ 3.7 Program flowchart of machine station

3.2.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรมที่สถานีตรวจวัดขนาดชิ้นงาน (Dimension inspection station)

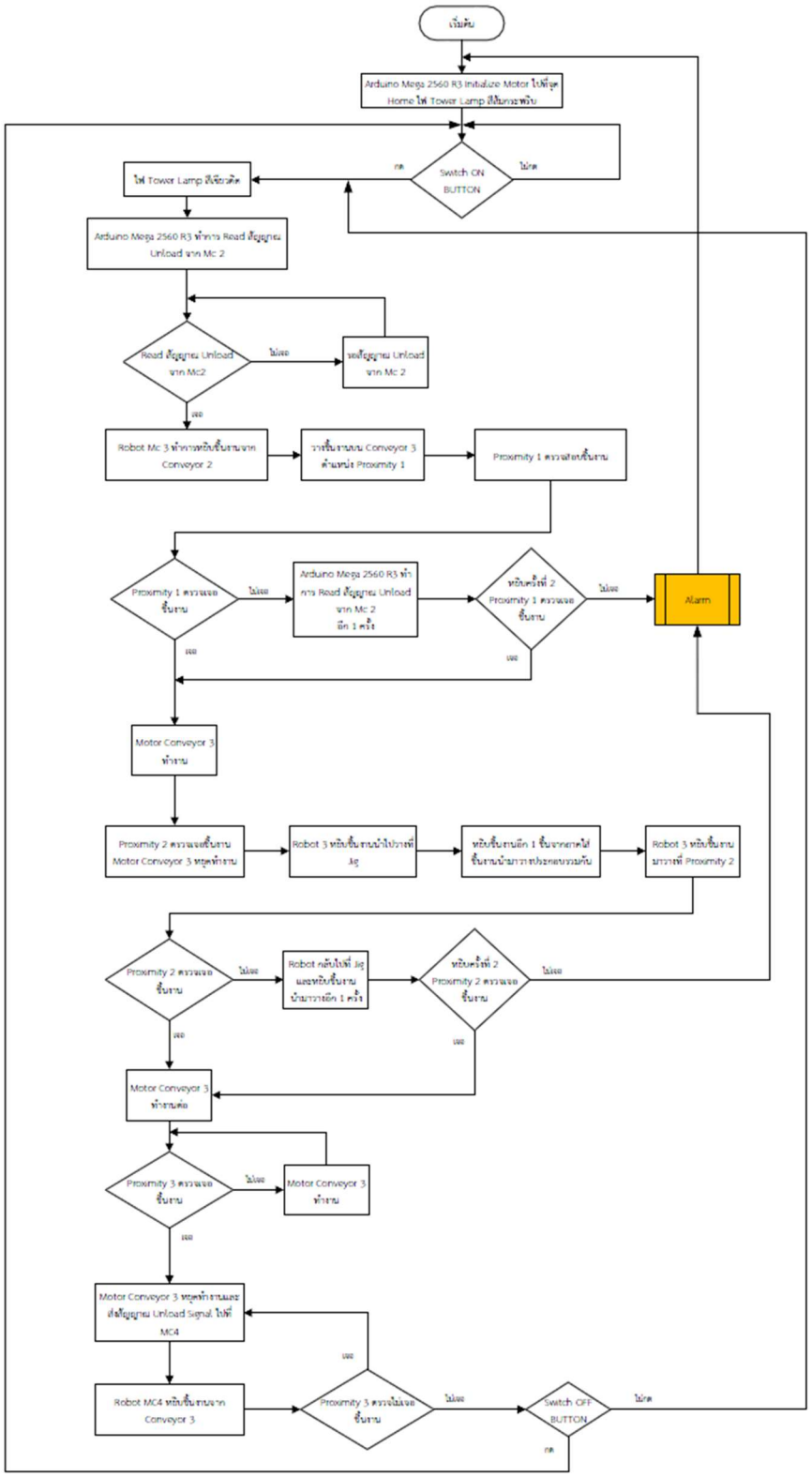
การทำงานของสถานีตรวจวัดขนาดชิ้นงานเริ่มเมื่อชิ้นงานตัวอย่างเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่กำหนดซึ่งทำการตรวจสอบตำแหน่งโดยใช้พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ เมื่อตรวจพบชิ้นงานหุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานตัวอย่างป้อนเข้าสถานีตรวจวัดขนาด สำหรับสถานีตรวจวัดขนาดจะใช้การควบคุมและสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด MyRIO (National Instrument) การวัดขนาดจะใช้ไดอัลเกจแบบดิจิตอลในการวัดและส่งค่าไปแสดงผลและเก็บค่าไว้ในฐานข้อมูล ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมอุปกรณ์และไดอัลเกจ รวมถึงการแสดงผลและการติดต่อกับฐานข้อมูล เมื่อทำการวัดเสร็จสิ้น หุ่นยนต์จะนำชิ้นงานตัวอย่างไปวางที่สายพานลำเลียงเพื่อส่งไปยังสถานีถัดไป (ดังแสดงในรูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 Program flowchart of dimension inspection station

3.2.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมที่สถานีประกอบชิ้นงาน (Assembly station)

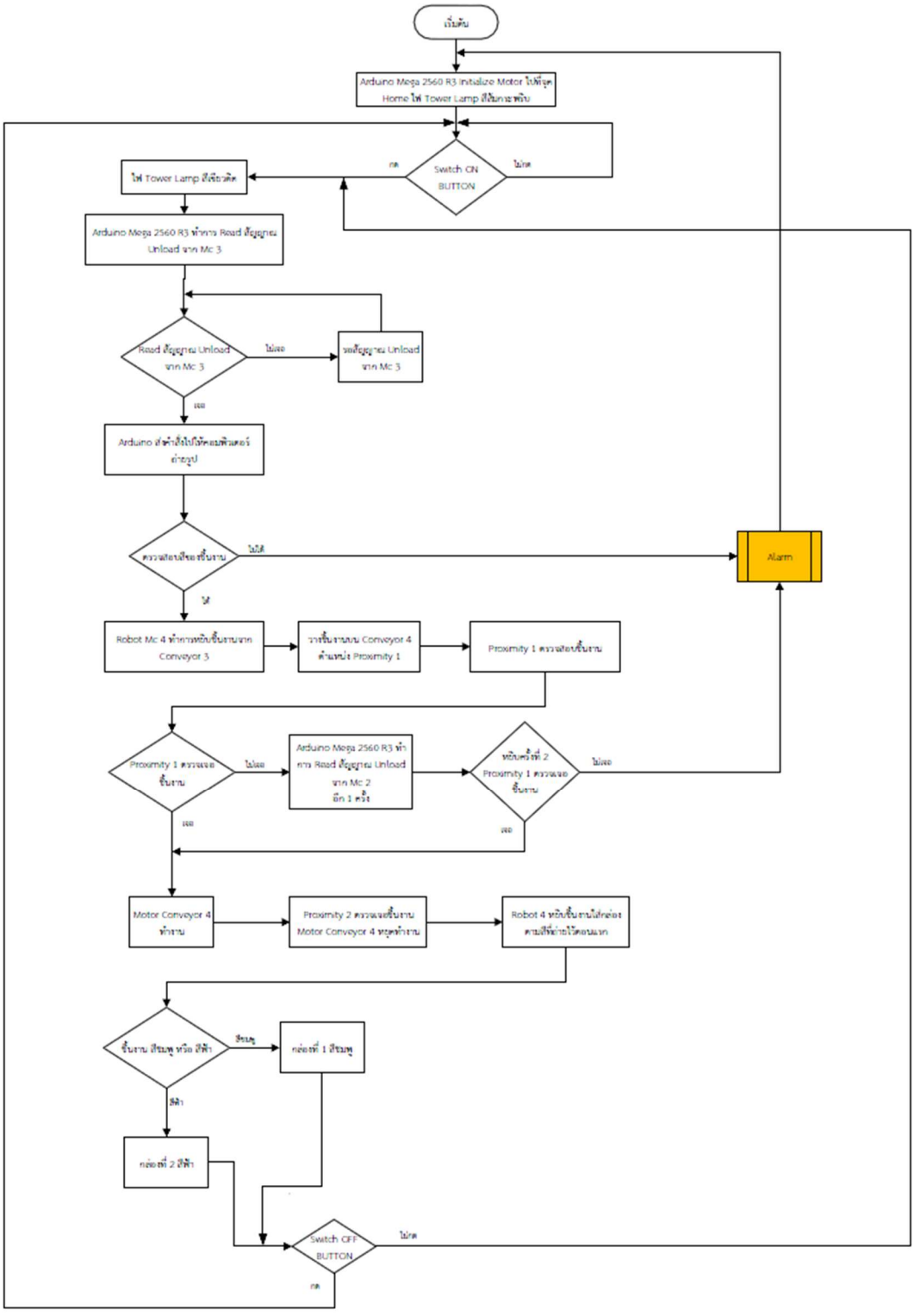
การทำงานของสถานีประกอบชิ้นงานเริ่มเมื่อชิ้นงานตัวอย่างลำเลียงมาถึงตำแหน่งที่กำหนดซึ่งทำการตรวจสอบตำแหน่งโดยใช้พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ การควบคุมสถานีประกอบชิ้นงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบชิ้นงานจะส่งสัญญาณให้หุ่นยนต์แบบ X-Y Gantry หยิบชิ้นงานตัวอย่างไปวางที่ตำแหน่งรอประกอบ จากนั้นหุ่นยนต์ X-Y จะเคลื่อนไปหยิบฝาจากถาดป้อนมาประกอบลงไปบนชิ้นงานตัวอย่าง เมื่อประกอบเสร็จ หุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานประกอบสำเร็จไปวางยังสายพานลำเลียงเพื่อส่งให้สถานีถัดไป (ดังแสดงในรูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 Program flowchart of assembly station

3.2.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมที่สถานีตรวจสอบชิ้นงานด้วยภาพ (Vision station)

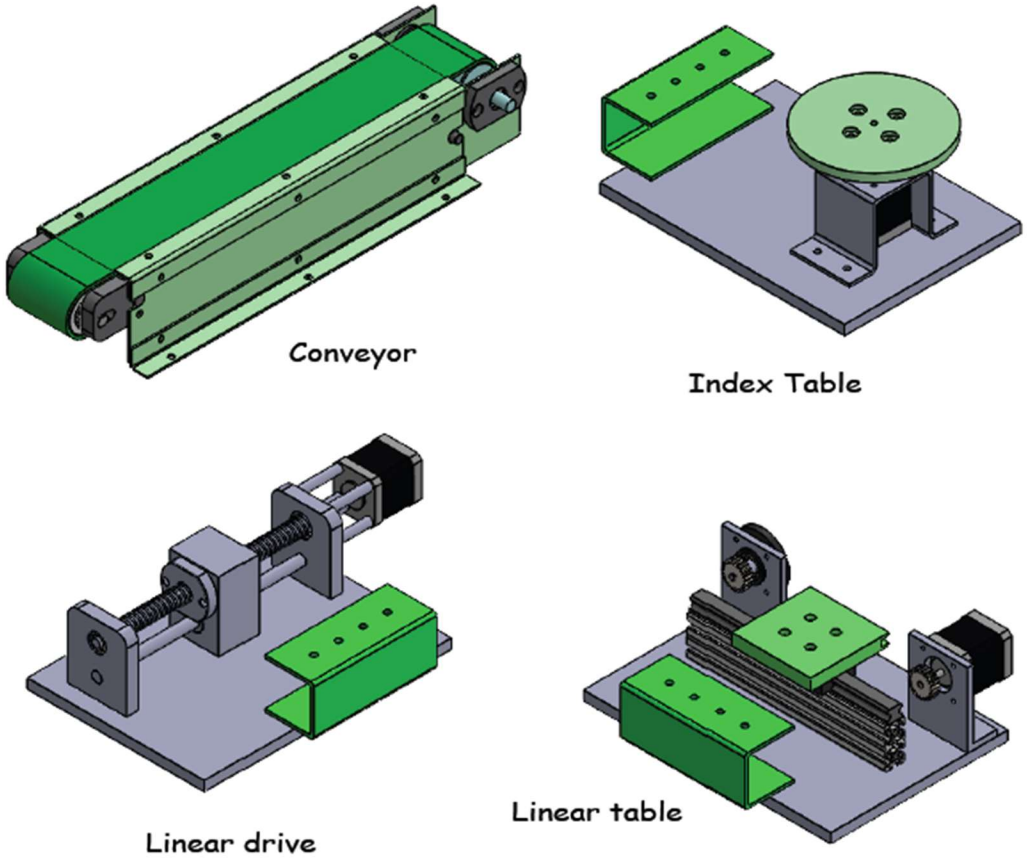
การทำงานของโปรแกรมที่สถานีตรวจสอบชิ้นงานด้วยภาพเริ่มเมื่อชิ้นงานตัวอย่างเคลื่อนที่มาถึงและหยุดตรงตำแหน่งที่กำหนดซึ่งทำการตรวจสอบตำแหน่งโดยใช้พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ สถานีตรวจสอบชิ้นงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega ในการควบคุมการทำงาน เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบชิ้นงานจะส่งสัญญาณไปที่โปรแกรม LabVIEW เพื่อสั่งให้กล้องทำการถ่ายภาพชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์สีของฝาที่ประกอบลงบนชิ้นงานตัวอย่าง โดยเงื่อนไขจะกำหนดให้มีสีที่กำหนดเท่านั้นถึงจะผ่านเงื่อนไขการตรวจสอบ สีฝาอื่นๆ จะถือเป็นชิ้นงานเสียหรือไม่ผ่านข้อกำหนดการตรวจสอบ (ดังแสดงในรูปที่ 3.10)

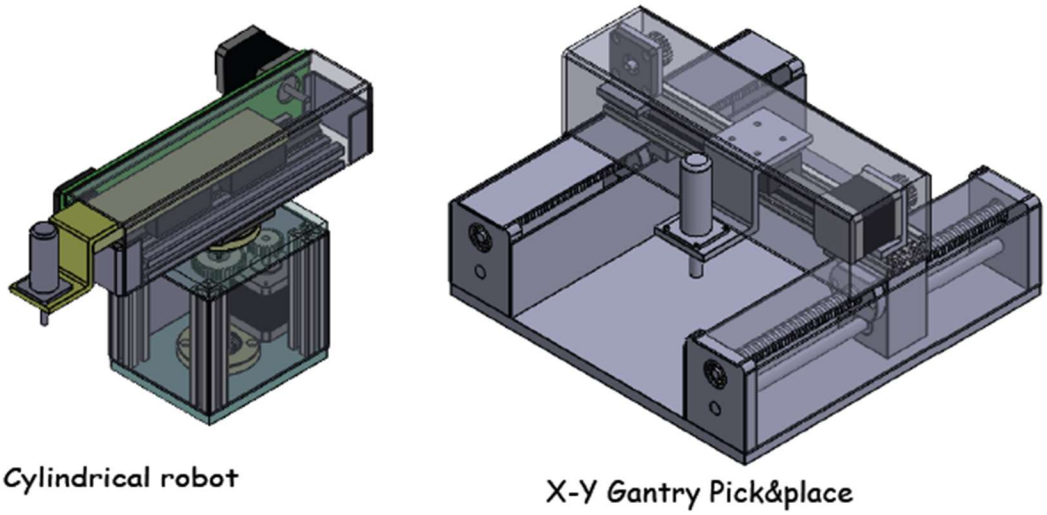


รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของสถานีตรวจสอบชิ้นงานด้วยภาพ (Vision Station)

3.3 การออกแบบชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น

การออกแบบชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นสำหรับนักศึกษาใช้แนวคิดเดียวกับการออกแบบชุดสาธิตจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น แต่ทำการแยกอุปกรณ์แต่ละชิ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบระบบสำหรับอุปกรณ์และสามารถติดตั้งอุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์อื่นๆ เพิ่มเติมเข้าไปที่ชุดฝึกอบรมชุดนี้ได้ขึ้นอยู่กับโจทย์ที่กำหนดขึ้นมาให้กับนักศึกษาได้ออกแบบและทดสอบ รูปที่ 3.11 แสดงแบบรายละเอียดของอุปกรณ์ชุดฝึกอบรมสำหรับนักศึกษา





รูปที่ 3.11 ชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานของการวิจัยและพัฒนาการออกแบบและระบบออโตเมชั่นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การออกแบบและจัดทำชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น และ 2) การออกแบบและจัดทำชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น

4.1 ผลการออกแบบและจัดทำชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น

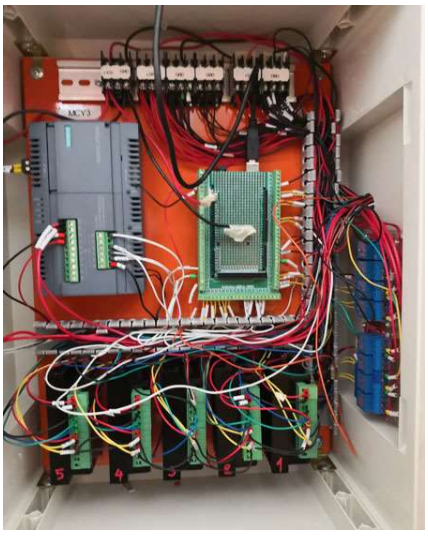
เมื่อจัดทำต้นแบบของแต่ละอุปกรณ์และสถานีต่างๆ แล้วจึงทำการทดสอบอุปกรณ์แต่ละชิ้นและสถานีต่างๆ แยกกัน เพื่อทดสอบการทำงานของกลไกต่างๆ ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยหลังจากทดสอบและแก้ไขแต่ละอุปกรณ์และสถานีต่างๆ แล้วจึงนำมาประกอบรวมกันเป็นชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นดังแสดงในรูปที่ 4.1 จากนั้นจึงทำการทดสอบชุดสาธิตโดยปรับจุดติดตั้งเซ็นเซอร์ จุดติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ จุดติดตั้งระบบป้อนชิ้นงาน รวมทั้งปรับแก้โปรแกรมการทำงานของแต่ละสถานี

รูปที่ 4.1 ชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น

สำหรับการทำงานของหุ่นยนต์ใช้วิธีการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณไปควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ขึ้นลงและหมุนไปในทิศทางและตำแหน่งที่ต้องการ การหยิบจับของหุ่นยนต์ใช้การสั่งวาล์วควบคุมแรงดันลมหรือระบบนิวเมติกส์ในการควบคุมกริ๊ปสำหรับหยิบจับชิ้นงานตัวอย่าง ดังนั้นในชุดสาธิตนี้จึงต้องมีแหล่งจ่ายลมเพื่อจ่ายให้กับระบบนิวเมติกส์ สำหรับระบบไฟฟ้าของชุดสาธิตประกอบไปด้วยระบบไฟกระแสตรง 5V, 24V และระบบไฟกระแสสลับ 220V เพื่อจ่ายให้กับ ลิมิตสวิทช์ พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ ชุดขับมอเตอร์ อุปกรณ์อื่นๆ และคอมพิวเตอร์ ตามลำดับ รูปที่ 4.2 แสดงระบบจ่ายไฟ ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมสายพานลำเลียงและสถานีต่างๆ และชุด SIEMENS Simantic IoT ทั้งนี้เพื่อต้องการให้นักศึกษาเข้าใจหลักการออกแบบระบบและเรียนรู้การใช้งานอุปกรณ์ที่หลากหลาย

ก) ระบบจ่ายไฟ

ข) ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

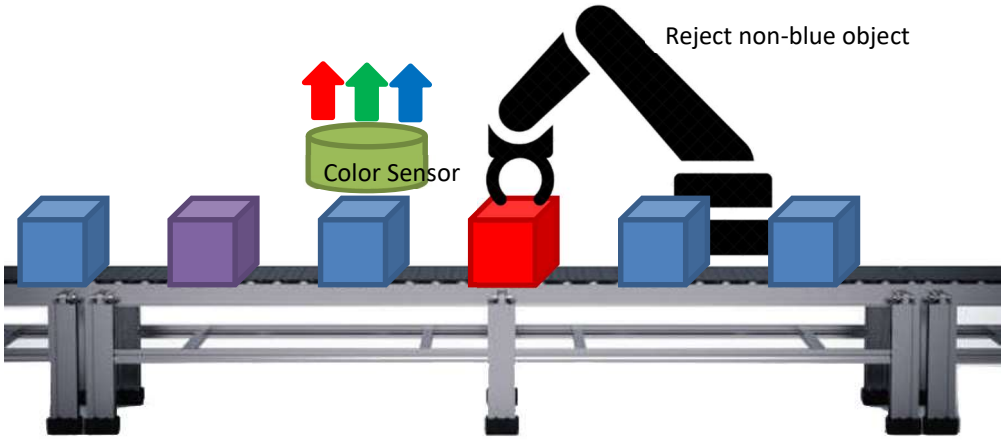


ค) ชุด SIEMENS Simantic IoT

รูปที่ 4.2 ชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น

4.2 ผลออกแบบและจัดทำชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่น

ชุดฝึกอบรมการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นได้นำมาให้นักศึกษาในโครงการ Monozukuri Engineers Program มาทดลองใช้ โครงการนี้เป็นโครงการพิเศษของคณะวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ทุกสาขาวิชา โดยกำหนดโจทย์ให้นักศึกษาออกแบบสถานีตรวจสอบชิ้นงานตัวอย่างสีต่างๆ โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดสีร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และกำหนดให้ชิ้นงานเคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียง โดยให้นักศึกษาออกแบบและติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดสีบนสายพานลำเลียง จากนั้นให้นักศึกษาออกแบบและติดตั้งกลไกในการนำชิ้นงานที่มีสีไม่ตรงตามที่กำหนดออกจากสายพานลำเลียงดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยนักศึกษาแต่ละกลุ่มได้ออกแบบเขียนโปรแกรม และติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ กับชุดสายพานลำเลียง พร้อมทั้งนำเสนอผลงานต่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบโครงการ ภาพตัวอย่างกิจกรรมและการนำเสนอผลงานแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 การตรวจสอบชิ้นงานด้วยเซ็นเซอร์สี

รูปที่ 4.3 กิจกรรม Monozukuri Engineers Program

4.3 ผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่และผลงานบริการวิชาการ

4.3.1 ผลงานวิจัยตีพิมพ์ปี 2561 – 2562

<u>บทความวารสาร TCI กลุ่ม 1</u>

1. Anchalee Supithak, Determination of Inventory Replenishment Factors with Lateral Transshipment in a Multiple Warehouses and Multiple Retailers Distribution System, TNI Journal of Engineering and Technology, Vol.7 No.2, July - December 2019.
2. Anchalee Supithak and Wisut Supithak, Determination of inventory replenishment policy with the open vehicle routing concept in a multi-depot and multi-retailer distribution system, Engineering and Applied Science Research (EASR) , Vol 45 No 1, 2018

4.3.2 ผลงานวิจัยงานประชุมวิชาการปี 2561 – 2562

1. พรชัย นิเวศน์รังสรรค์ การตรวจวัดการทำสัญลักษณ์บนท่อด้วยภาพโดยใช้เว็บแคม การประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2019 ครั้งที่ 5, Engineering Technology and Digital Transformation in Industry, Business and Culture (TNIAC2019) วันศุกร์ที่ 31 พฤษภาคม 2562 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น กรุงเทพฯ
2. Anchalee Supithak, Simulation on Inventory Management of Cross Filling Policy for Multiple Warehouses and Multiple Retailers Distribution System, Proceeding Conference TNIAC 2019, May, 30, 2019

4.5 สรุปการใช้เงินงบประมาณโครงการวิจัย

โครงการนี้ใช้งบประมาณของโครงการตามแผนยุทธศาสตร์และงบประมาณส่วนกลางของคณะวิศวกรรมศาสตร์ รหัสโครงการตามแผนยุทธศาสตร์ A59-3.3-3 รหัสงบครุภัณฑ์ AS59-0660-005

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวนเงิน
1.	ครุภัณฑ์เพื่อการวิจัย หมวดค่าใช้จ่ายที่ 3.1	จัดจ้างผลิตชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโครงสร้างและฮาร์ดแวร์	450,000 บาท
2.	ครุภัณฑ์เพื่อการวิจัย หมวดค่าใช้จ่ายที่ 3.2	จัดจ้างผลิตชุดควบคุมการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นส่วนโปรแกรมและชุดต้นกำลัง	450,000 บาท
3.	ครุภัณฑ์เพื่อการวิจัย หมวดค่าใช้จ่ายที่ 3.3	จัดจ้างผลิตชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นสำหรับนักศึกษา	300,000 บาท
	รวมเป็นเงิน		**1,2000,000 บาท**

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยและพัฒนาการออกแบบระบบสายการผลิตแบบออโตเมชั่นได้ดำเนินการออกแบบและจัดทำชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น และชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นสำหรับนักศึกษา รวมทั้งได้ทำการทดสอบการทำงานของชุดสาธิตเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ยังได้นำชุดฝึกการควบคุมการผลิตแบบออโตเมชั่นให้นักศึกษาในโครงการ Monozukuri Engineers Program ได้ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตามโจทย์ที่ได้กำหนดให้เพื่อเป็นการฝึกทักษะของนักศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

การออกแบบชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นใช้แนวคิดในการจำลองระบบของการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนระบบรวมถึงการเพิ่มเติมเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ในอนาคตทำได้ง่าย ในการออกแบบได้เริ่มวางระบบและขึ้นรูปชิ้นงานแต่ละชิ้นส่วนย่อยโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ ทดลองประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อดูฟังก์ชั่นการทำงานในโปรแกรม แล้วจึงส่งไปขึ้นรูปต้นแบบก่อนโดยขึ้นรูปชิ้นส่วนต่างๆ จากนั้นนำมาประกอบกันเป็นอุปกรณ์เพื่อทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานอีกครั้ง เมื่อพบปัญหาจึงทำการแก้ไขและออกแบบกลไกบางชิ้นส่วนใหม่แล้วจึงนำมาประกอบรวมกันเป็นระบบรวมเพื่อจำลองสายการผลิต เมื่อประกอบเป็นชุดสาธิตแล้วได้ทำการทดสอบระบบและปรับตั้งเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ อีกหลายครั้งเพื่อให้ระบบจำลองสายการผลิตโดยรวมทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

สำหรับการออกแบบชุดฝึกการควบคุมการผลิตให้แก่นักศึกษานั้นใช้แนวคิดเดียวกับการออกแบบชุดสาธิตจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่น เพียงแต่ทำการแยกอุปกรณ์แต่ละชิ้นออกจากกันโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบระบบเพิ่มเติมตามแต่การประยุกใช้ โดยนักศึกษาสามารถทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์หรือเซ็นเซอร์อื่นๆ เพิ่มเติมเข้าไปที่ชุดฝึกการควบคุมได้ จากการทดลองให้นักศึกษาในโครงการ Monozukuri Engineers Program ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานตรวจสอบชิ้นงานด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัดสีของวัตถุพบว่า นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในการออกแบบและทำโครงงานได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะและการขยายผลงานวิจัย

ทีมผู้วิจัยวางแผนในการพัฒนาชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นอย่างต่อเนื่องโดยมีแนวคิดในการเพิ่มระดับควบคุมและจัดการ (supervisory level) โดยทำการออกแบบระบบ MES (manufacturing execution system) เพิ่มเข้าไปยังชุดสาธิตนี้ นอกจากนี้ห้องวิจัยมีการวางแผนด้านบริการวิขาการ ได้แก่ การจัดฝึกอบรมโดยใช้ชุดสาธิตการจำลองสายการผลิตแบบออโตเมชั่นเพื่อเป็นการพัฒนานักศึกษาและบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Wang L. and Tan K. C., Modern Industrial Automation Software Design: Principles and Real-World Examples, John Wiley & Sons, 2006

Mehta B. R. and Reddy Y. J., Industrial Process Automation Systems: Design and Implementation, Butterworth-Heinemann 1st ed. 2014.

Jacobs F. R. and Chase R., Operations and Supply Chain Management, McGraw-Hill Education; 4th ed. 2016.

Groover M. P., Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing, Pearson 4th ed 2016.

Gupta A. K., Arora S. K., Westcott J. R., Industrial Automation and Robotics, Mercury Learning & Information, 2016.

Bullinger, H.J., Richter, M., Integrated design and assembly planning. Computer Integrated Manufacturing Systems 4, 1991, p.239–247.

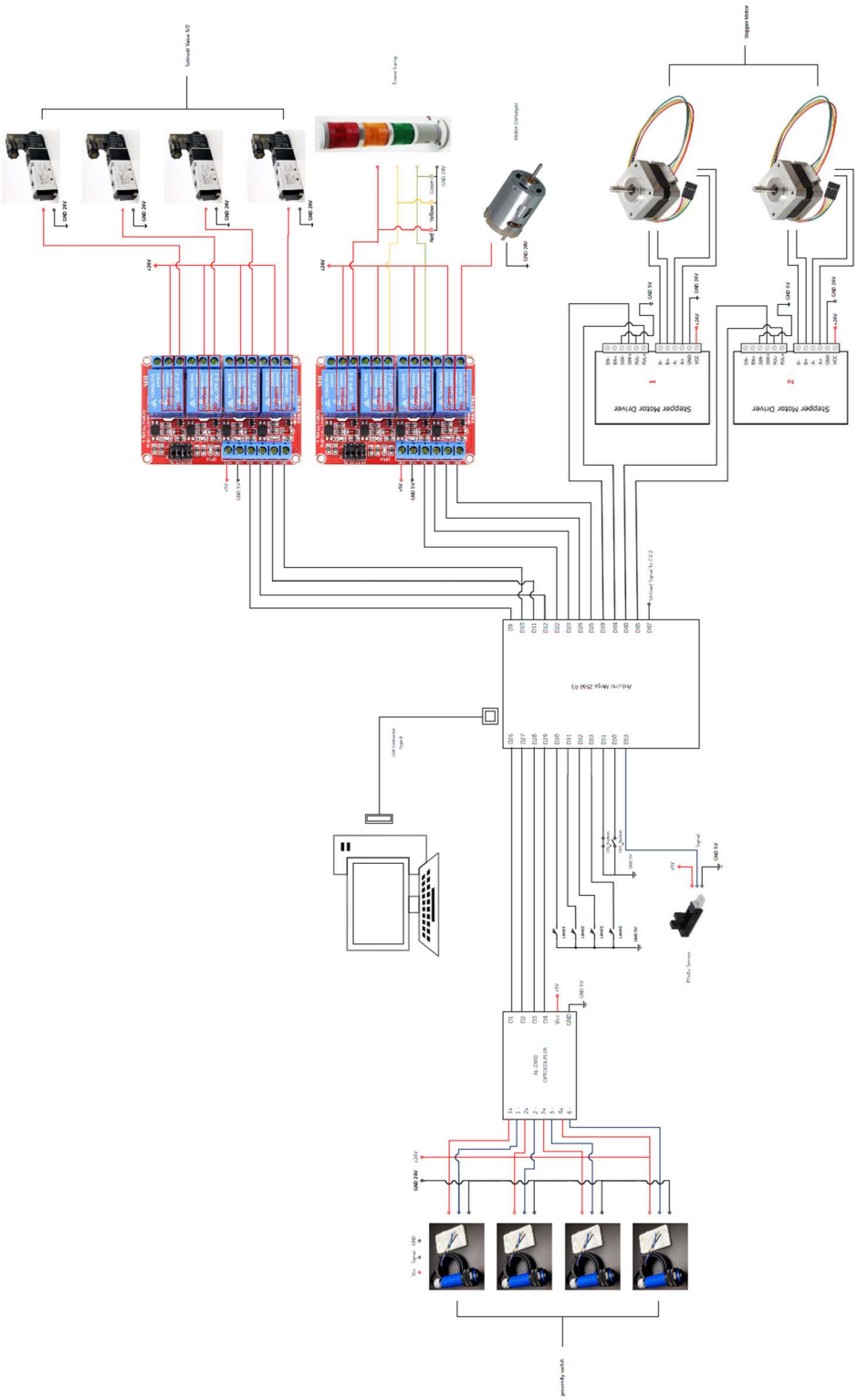
Tommila, T., O. Ventä, and K. Koskinen, Next generation industrial automation–needs and opportunities. Automation Technology Review, 2001, p.34-41.

Shtub, A., DAR-EL, E.M., A methodology for the selection of assembly systems. Int J Production Research 27, 2007, p.175–186.

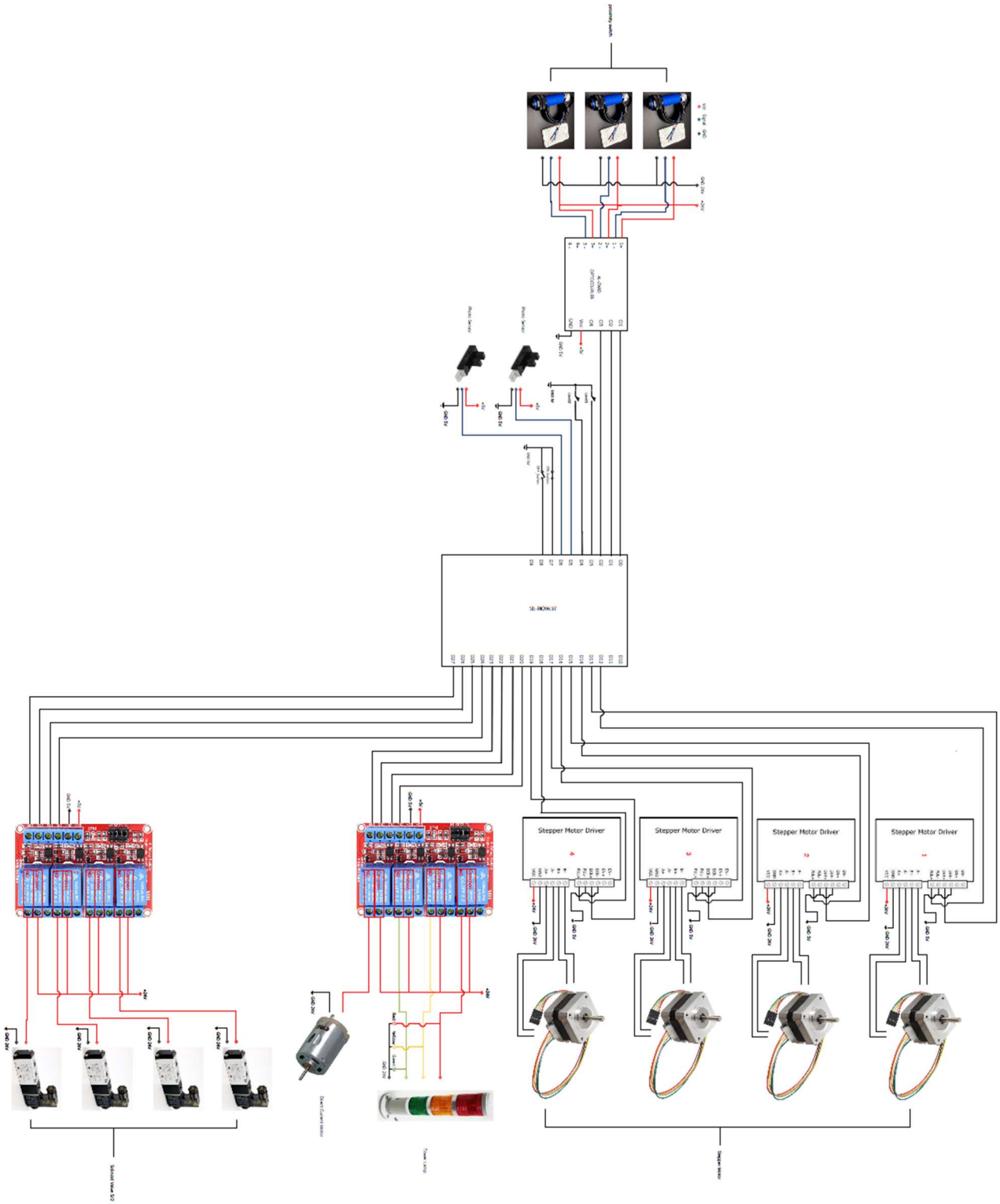
Michalos G., Markis S., Papakotas N. et al., Automotive assembly technologies review: challenges and outlook for a flexible and adaptive approach, CIRP: Journal of Manufactoring Sience and Technology, 2010, pp. 81–91.

ภาคผนวก ก

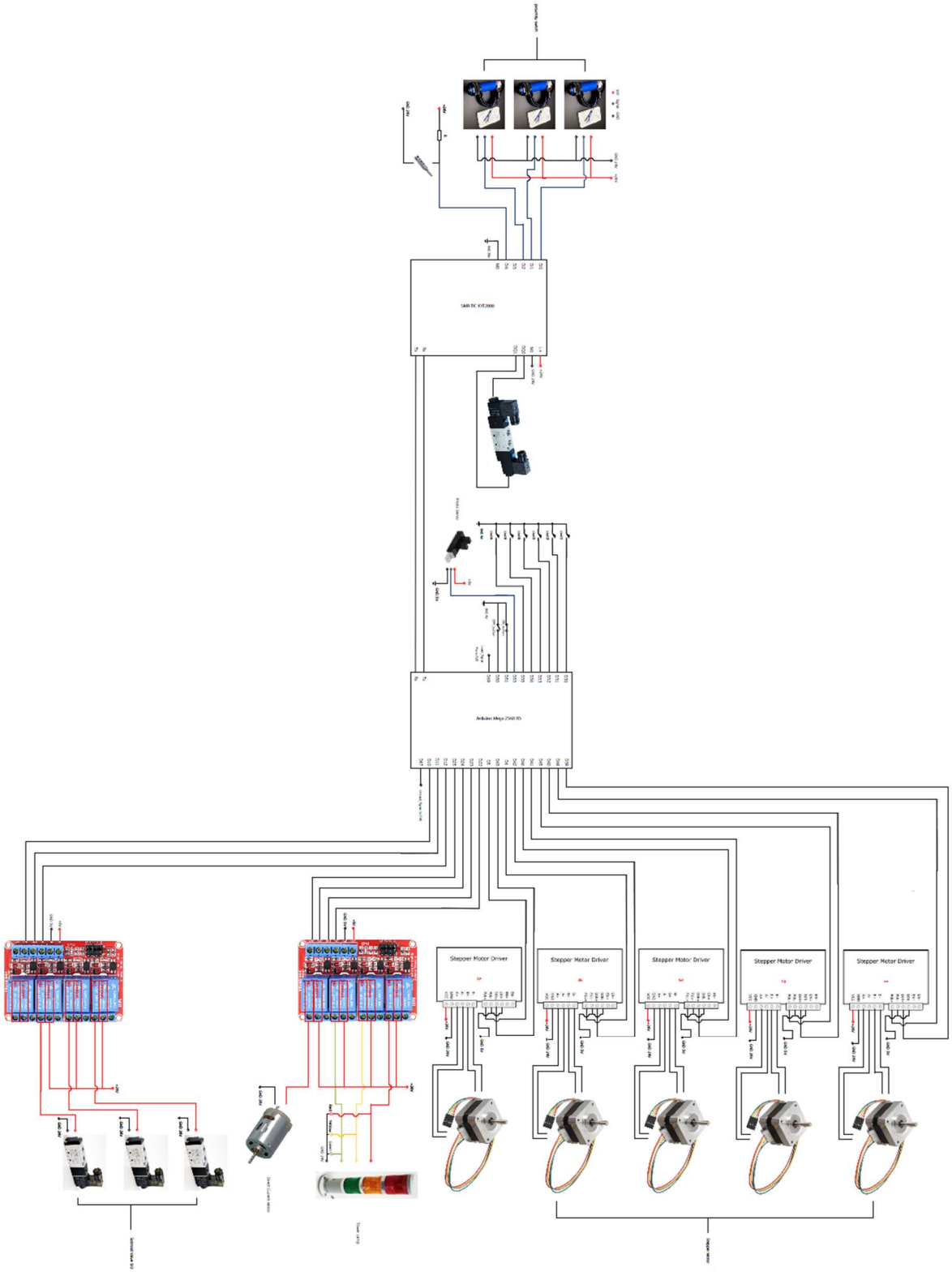
แผนผังโปรแกรม
(Program Flow



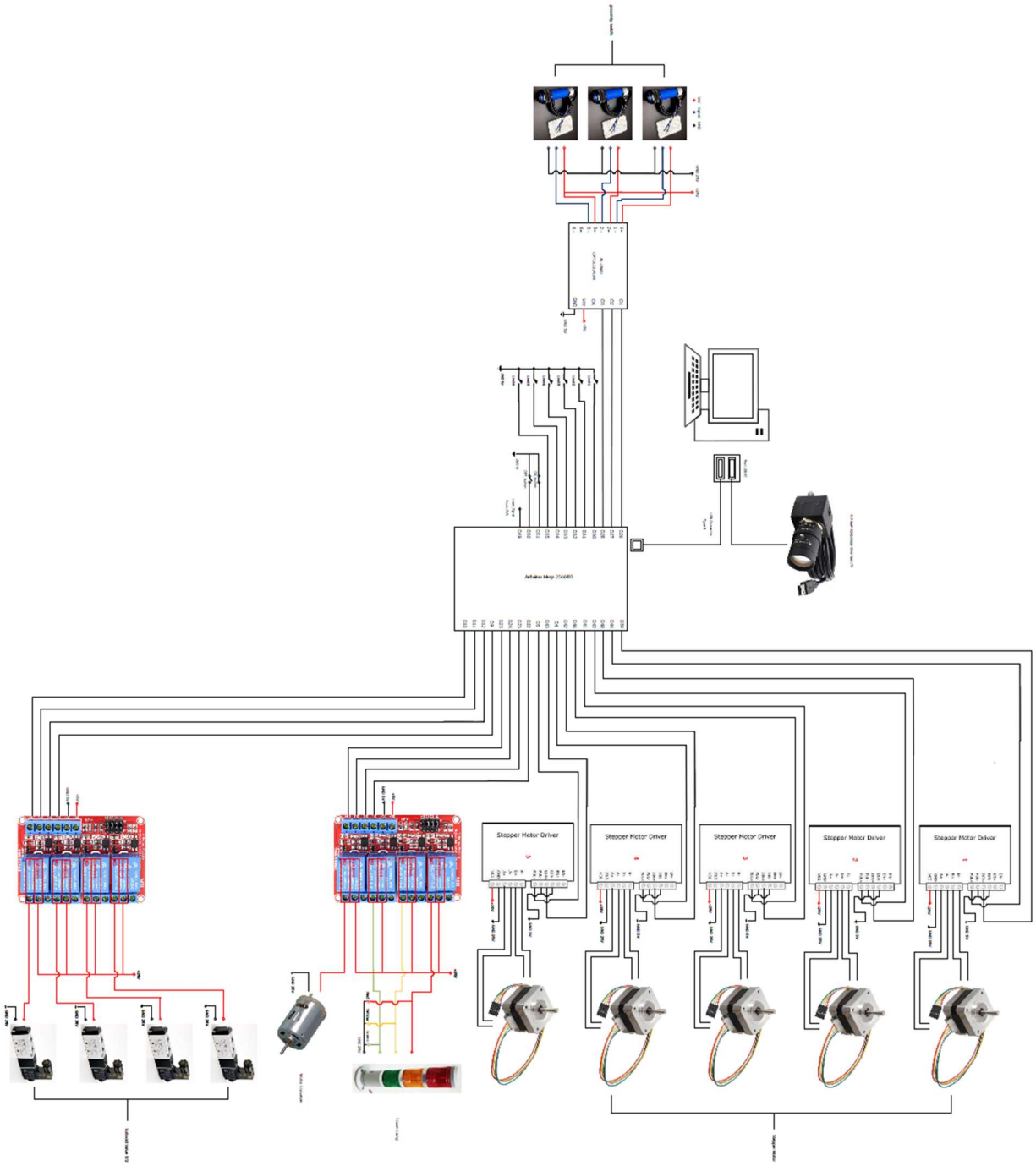
รูปที่ ก-1 แผนภาพวงจรไฟฟ้าของสถานีขึ้นรูป



รูปที่ ก-2 แผนภาพวงจรไฟฟ้าของสถานีวัดขนาดชิ้นงาน



รูปที่ ก-3 แผนภาพวงจรไฟฟ้าของสถานีประกอบชิ้นงาน



รูปที่ ก-3 แผนภาพวงจรไฟฟ้าของสถานีประกอบชิ้นงาน