รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์
ONLINE MOTOR CONTROL AND INSPECTION

นาย เจษฎา อู่สุวรรณ

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมการเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายเจษฎา อู่สุวรรณ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศกรรมเกษตร

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นาย วุติชัย ทองเงิน

สถานประกอบการ บริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อการออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรเริ่มให้ความสนใจกับระบบ Internet of Things (IoT) หรือ “อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง" คือ การที่อุปกรณ์ต่าง ๆได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเตอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใหญ่ใช้ระบบไฟฟ้าในการควบคุมการทำงาน ในภาคอุตสาหกรรมเกษตรมีการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำ เพื่อให้ตอบโจทย์กับความต้องการในปัจจุบัน จึงได้มีการจัดสร้างระบบการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ เพื่อบันทึกและส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังผู้ใช้งานได้แบบ Realtime ด้วยระบบ Cloud Server เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และยังสามารถดูระบบการทำงานของมอเตอร์ได้ รวมถึงยังสามารถปรับตั้งข้อมูลที่ปลายทางได้อย่างทันที ซึ่งมีอุปกรณ์ หลักที่สำคัญคือ PLC Controller , IOT Gateway (V-Box) , Inverter และ Sensor ต่าง ๆโดยที่อุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำงานร่วมกันกับมอเตอร์ได้ทุกชนิด จากการดำเนินงานออกแบบและสร้างระบบการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ จนแล้วเสร็จ ชุดเครื่องมือสามารถทำงานได้ตามที่ผู้ดำเนินงานตั้งจุดประสงค์ไว้ และยังสามารถนำไปต่อยอดให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น ๆได้อีกด้วย

คำสำคัญ : ควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ , PLC Controller , IOT Gateway (V-Box) , Inverter , มอเตอร์ไฟฟ้า

Cooperative Title: Online Motor Control and Inspection

Student intern name: Jetsada Usuwan

Faculty: Engineering **Department:** Agricultural Engineering

Advisor name: Asst.Prof. Dr. Teerapong Pholpho

Mentor name: Mr. Wuttichai Thongngern

Company: SMK AUTOMATION CO., LTD

ABSTRACT

The purpose of this project is to design and build a set of motor control and inspection tools online. As farmers are now becoming more interested in the Internet of Things (IoT) system or "the internet in everything." Is that the devices Has linked everything to the internet Allowing humans to control and control the use of different devices Through the internet network Because most devices use electrical systems to control the operation In the agricultural industry sector, electric motors are used as an important part in driving water pumps. To meet current needs Therefore, there is an online motor control and inspection system. to save and send various data to users in Realtime with Cloud Server to allow the user to control the operation of the motor and can still see the motor system As well as being able to adjust the information at the destination immediately There are important main equipment which are PLC Controller, IOT Gateway (V-Box), Inverter and Sensor. In which all equipment can work with all types of motors from the operation, design and construction of motor control and inspection systems with online systems until completion the toolkit can operate as intended by the operator. And can also be extended to other areas of benefit as well

Keyword: Online motor control and inspection, PLC Controller, IOT Gateway (V-Box), Inverter, Electric motor

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่ บริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เกิดจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. นาย ชาญศิลป์ ม้าทอง ผู้บริหารบริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด
2. นาย วุติชัย ทองเงิน พนักงานที่ปรึกษา
3. ผศ.ดร.ธีรพงษ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ไว้ ณ ที่นี้

นาย เจษฎา อู่สุวรรณ
ผู้จัดทำ

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับเครื่องจักรต่าง ๆ เนื่องจากการทำหน้าที่เป็นตัวต้นกำลัง เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อขับโหลด เมื่อมีการใช้งานเป็นเวลานานย่อมมีการเสื่อมสภาพหรือมีความผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาจเนื่องจากโรเตอร์และสเตเตอร์ต้องรับแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็กอยู่ตลอดเวลา ความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดจากทางกล จากทางความร้อนและทางไฟฟ้าของมอเตอร์จะกระทบโดยตรงกับประสิทธิภาพในการทำงานและอายุการใช้งานของมอเตอร์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้อาจส่งผลต่อการทำงานของเครื่องจักรและระบบการผลิต และในสภาวะที่รอบตัวเราทุกคนในตอนนี้ขับเคลื่อนไปด้วยคำว่า Smart รวมไปถึงด้านเกษตรกรรม ประเทศไทยที่ได้ชื่อว่าเป็นประเทศ “ครัวของโลก” และกำลังต้องการการพัฒนาไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่ ด้วยแนวคิดและนโยบายภาครัฐไทยแลนด์ 4.0 โดยอาศัยกลไกในการขับเคลื่อนที่สำคัญคือ เกษตรกร และ ด้านเทคโนโลยี สมาร์ทฟาร์ม หรือ เกษตรอัจฉริยะ เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ โดยเน้นรูปแบบการบริหารจัดการดูแล พื้นที่เพาะปลูก สภาพแวดล้อม หรือ ดิน น้ำ อากาศ และแสง ให้อยู่ในการควบคุมโดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการ จึงมักมีการนำอุปกรณ์ต่าง ๆเช่น Controller ขนาดเล็ก หรือ อิเล็กทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ เป็นต้น มาช่วยในกระบวนการผลิตหรือกระบวนการเพาะปลูก โดยเน้นการประยุกต์ใช้ระบบที่มีการทำงานแบบอัตโนมัติ และมีความแม่นยำสูง เปลี่ยนแปลงจากการทำในรูปแบบเดิมที่ทำงานโดยการใช้คนงานหรือแรงงานจำนวนมาก

1.2 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากในปัจจุบันการทำเกษตรเริ่มก้าวสู่ในระบบอุตสาหกรรมกลาง หรือขนาดใหญ่มากขึ้น เพราะความต้องการอาหารของประชาการโลกที่มีมากขึ้น อุตสาหกรรมเกษตรจึงต้องมีการปรับตัวเพื่อตอบรับกับความต้องการ เกษตรกรจึงเริ่มหันมาใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยให้การทำเกษตรเพื่อรับให้ทันกับผู้บริโภค สิ่งที่สำคัญของการทำอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่คือ “น้ำ” น้ำเป็นทั้งตัวให้สารอาหารแก้พืชรวมถึงปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ สิ่งสำคัญในการทำให้เกิดแรงดันของน้ำคือ “มอเตอร์ปั๊มน้ำ” และมอเตอร์นี้จะเป็นต้นกำลังของปั๊มน้ำเพื่อสร้างแรงดันน้ำนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ระบบน้ำหยด การให้น้ำแบบสเปรย์ หรือการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ เป็นต้น เนื่องจากการทำระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นจำนวนมาก การที่มีมอเตอร์ปั๊มน้ำเยอะๆ มีข้อเสียคือ ถ้าเกิดมอเตอร์มีการเสียหายเกษตรกรดูแลไม่ทั่วถึง อาจจะทำให้พืชผลการความเสียหายได้ ที่กล่าวมาทั้งหมดเล็งเห็นว่าควรจะมีอุปกรณ์ที่สามารถช่วยลดภาระของเกษตรกรในการดูแลมอเตอร์ปั๊มน้ำ รวมถึงยังช่วยควบคุมการทำงานและแสดงสถานะทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำได้จากระยะไกลซึ่ง ในปัจจุบันเกษตรกรได้มีการนำระบบ Internet of Things (IOT) มาใช้ในการควบคุมระบบประมวลผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ Arduino ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบ

คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญก็คือระบบฝังตัวภายใน ทางผู้วิจัยเล็งเห็นถึงข้อด้อยของระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ Arduino ที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ เพราะมีราคาถูก จับต้องได้ง่าย แต่มีอายุและความทนทานที่น้อย ทั้งยังถูกรบกวนจากคลื่นความถี่ได้ง่าย ทางผู้วิจัยจึงเสนอให้ มีการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ Arduino มาเป็น (Programmable logic Control) PLC Controller แทนเนื่องจาก PLC ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานควบคุมระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม และให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆในโรงงาน ทั้งยังป้องกันเรื่องความถี่รบกวน แรงดันไฟฟ้าที่มากและง่ายต่อการเดินสายสัญญาณยาวๆ ทั้งยังได้รับการยอมรับจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย จึงได้มีการจัดให้ทำโครงงานชื่อ “การควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์” เพราะน้ำเป็นส่วนสำคัญลำดับต้นๆ สำหรับการเกษตร ถ้าเราสามารถนำเอา PLC ที่มีความเสถียรสูงมาใช้เป็น Controller หลักในงานควบคุม จะทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมเกิดประโยชน์สูงสุด

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสามารถควบคุมการทำงานและดูการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำได้ด้วยระบบออนไลน์
2. เพื่อสามารถปรับตั้งโปรแกรม PLC เพื่อปรับปรุงการทำงานได้ด้วยระบบออนไลน์
3. เพื่อสามารถแจ้งเตือนปัญหาของมอเตอร์ขณะที่ทำงานไปยัง Smartphone
4. เพื่อช่วยลดเวลาการทำงานและลดเวลาในการเข้าถึงตำแหน่งพื้นที่หน้างานสำหรับไปแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา

1.4 ขอบเขตงาน

1. สามารถสั่งงานและควบคุมมอเตอร์ปั๊มน้ำได้ด้วยระบบออนไลน์ ด้วยการสั่งงานผ่าน Computer หรือ Smartphone (โดยพื้นที่ในการติดตั้งระบบนั้นต้องมีอินเตอร์เน็ต)
2. สามารถแจ้งเตือนความผิดปกติของระบบการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำด้วย Smartphone ผ่าน Application (V-BOX)
3. ออกแบบและจัดสร้าง ระบบการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ ในรูปแบบของบอร์ดทดลองขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและพัฒนาต่อไป
4. อุปกรณ์จะควบคุมและสามารถวัดค่าที่ได้คือ

- ควบคุมการ start / stop , ปรับเพิ่มหรือลด ความเร็วรอบของมอเตอร์
- สามารถแสดงอุณหภูมิ (°C)
- สามารถแสดงกระแสไฟฟ้า (A)
- สามารถแสดงแรงดันไฟฟ้า (V)
- สามารถแสดงคลื่นความถี่ (HZ)

- สามารถแสดงกำลังไฟฟ้า (Watt)
- สามารถแสดงชั่วโมงการทำงาน

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในระบบ

- ทำการศึกษาหาข้อมูลการทำงานของตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ

2) กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการศึกษา

- รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา
- ทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอบเขตของการศึกษา

3) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- สืบค้นข้อมูลทางทฤษฎีจากหนังสือ อินเตอร์เน็ตและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- รวบรวมทฤษฎีที่สืบค้นมาเพื่อเชื่อมโยงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

4) ออกแบบระบบการทำงาน

- ทำการออกระบบแบบผังวงจรไฟฟ้าการทำงานของตัวอุปกรณ์
- นำแบบที่ร่างขึ้นมาไปปรึกษาวิศวกรพี่เลี้ยงและอาจารย์ที่ปรึกษา

5) สร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้และทดลองใช้งาน

- ปรึกษาวิศวกรพี่เลี้ยงเพื่อทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน
- ดำเนินการสร้างชิ้นงานพร้อมเขียนโปรแกรมและทดลองใช้งานจริง

6) ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้และทำการปรับปรุงแก้ไข

- ทำการเทียบค่าต่าง ๆ กับอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน
- ทดลองการทำงานของระบบต่าง ๆ Controller -> internet->pump

7) สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- สรุปผลการทดลองที่ได้และระบุข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการมาศึกษา หรือพัฒนาเครื่องทุ่นแรงต่อ

8) จัดทำรูปเล่มโครงงาน

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	2561																			
	สิงหาคม					กันยายน					ตุลาคม					พฤศจิกายน				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
กษาปัญหาเพื่อหาหัวข้อการทำโครงงาน																				
กำหนดที่มาและความสำคัญของปัญหา																				
ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์และจัดซื้ออุปกรณ์																				
ออกแบบระบบการทำงานเขียนวงจรไฟฟ้า																				
ดำเนินการตามแผนที่วางไว เขียน PLC , เขียนหน้าจอแสดงการทำงาน																				
ตรวจสอบผลลัพธ์และปรับปรุงเครื่องจักร																				
สรุปผลโครงงานและทำรูปเล่มรายงาน																				

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถลดระยะเวลาเข้าถึงพื้นที่หน้างานเวลาเกิดปัญหา

2) ลดจำนวนพนักงานที่ใช้ในการดูแล

3) สามารถดูการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำได้ทุก ๆ ที่

4) ได้เรียนรู้การออกแบบวงจรการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ

5) สามารถนำไปต่อยอดกับงานประเภทอื่น ๆ ได้

1.8 สถานที่ดำเนินงาน

1) บริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด ที่อยู่ เลขที่288/82 หมู่14 ถนนกิ่งแก้ว ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จังหวัด สมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ :10540

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการสหกิจศึกษาเรื่อง การควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาดังนี้

2.1) การออกแบบ

2.2) ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

2.3) ความหมายและหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

2.4) ความหมายของ PLC Control

2.5) ความหมายของโมดูลอนาล็อก

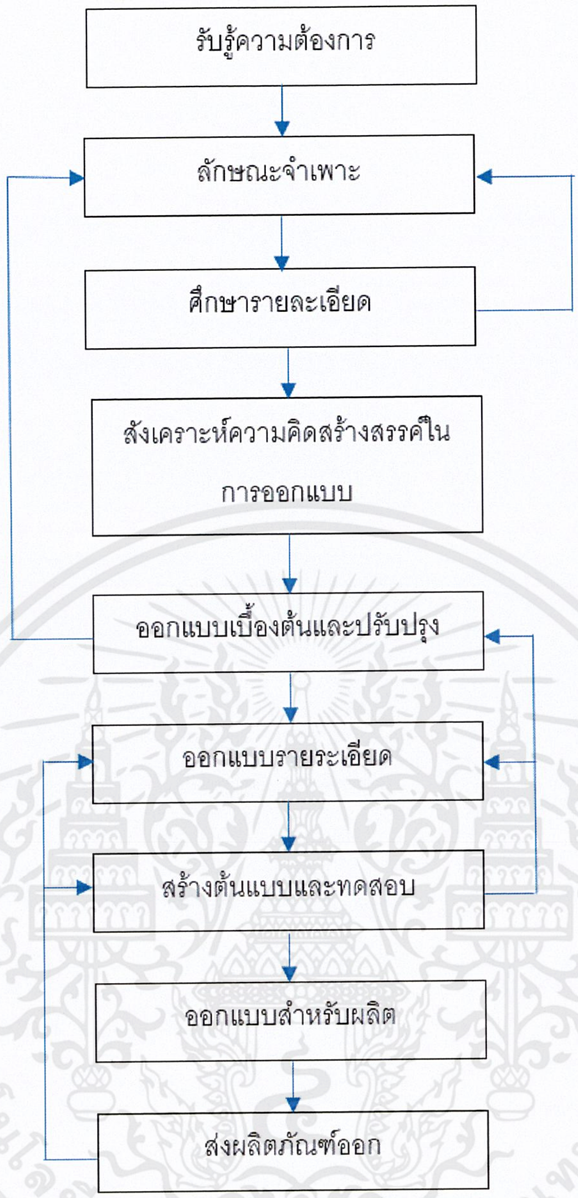
2.6) อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล

2.7) ความหมายของ สวิทชิ่ง (Power Supply)

2.8) ความหมายของหัววัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

2.1) การออกแบบ

การออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมาก ว่าควรเริ่มต้นอย่างไร มีสิ่งใดบ้างเป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจและสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใดขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปซึ่งงานบางประเภทอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและกรรมวิธีในการออกแบบ ดังจะเขียนเป็นแผนภาพได้แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภาพของการออกแบบที่มีวงจรป้อนกลับ
ที่มา : วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2544)

จากรูปที่ 2.1 สามารถอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1.)รับรู้ความต้องการ การออกแบบอาจเริ่มต้นขึ้นจากการที่วิศวกรได้รับรู้ความต้องการ และตัดสินใจที่จะทำอะไรบางสิ่งบางอย่างขึ้นหรืออาจได้รับข้อมูลจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อาจเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้นได้การแข่งขันกันทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมทำให้เกิดความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์ กระบวนการและเครื่องจักรกลใหม่ ๆ สิ่งสำคัญก็คือ ต้องยอมรับรู้ว่าเกิดความต้องการขึ้นแล้ว ใช้ประสบการณ์พื้นฐานที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการนั้นให้ถ่องแท้

2.) ลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง เช่น น้ำหนัก ขนาดต่าง ๆ พร้อมทั้ง บางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่าง และการแข่งขันทางด้านตลาด เป็นต้น การออกแบบงานบางประเภทต้องทำตามเกณฑ์ (Code) เช่น หม้อไอน้ำ ภาชนะความดัน ก็จำเป็นจะต้องศึกษาเกณฑ์นั้นให้ทราบถึงสิ่งสำคัญต่าง ๆ ที่เป็นข้อควรระมัดระวังและปฏิบัติตาม

3.) ศึกษารายละเอียด เมื่อได้ลักษณะจำเพาะต่าง ๆ แล้วขั้นต่อไปก็คือศึกษารายละเอียด ทั้งนี้ก็เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลวทั้งทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ โดยปกติแล้วผู้ที่รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นวิศวกรที่ผ่านงานออกแบบมาแล้วอย่างมาก มีพื้นความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต่าง ๆ เป็นอย่างดี รู้วิธีการเลือกใช้วัสดุ รู้วิธีการผลิต และความต้องการของแผนกขาย ผู้ที่ทำการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นผู้รับผิดชอบโครงการทั้งหมดมีบ่อยครั้งที่ผลจากการศึกษารายละเอียดจะทำให้ลักษณะจำเพาะต้องเปลี่ยนไปเพื่อความสำเร็จของโครงการ จึงทำให้มีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะแสดงดังรูปที่ 2.1

4) สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ เมื่อศึกษารายละเอียดแล้ว ต่อไปก็จะถึงขั้นการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ท้าทายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีสิ่งขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์ และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์การสังเคราะห์

การวิเคราะห์และทำให้อำนวยประโยชน์ที่สุด ในขั้นนี้จะต้องสังเคราะห์ ความคิดใหม่กับความคิดเก่าเพื่อทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สั่งสอนกันไม่ได้แม้ว่าจะใช้วิธีกระตุ้นก็ตามแต่ก็เชื่อได้ว่าการศึกษาที่เหมาะสมทำให้มนุษย์มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์กว้างขวางขึ้น

5.)ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุงหลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้วอาจจะมีวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี จึงจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไปในขั้นนี้จำเป็นจะต้องมีแบบแสดงเครื่องจักรกลหรือระบบที่มีความเกี่ยวข้องกันเพื่อหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบทั้งหมด แบบควรมีขนาดสำคัญพร้อมทั้งรูปประกอบ รูปด้านข้างอย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาทางด้านคิเนมาติก (kinematic) ของระบบด้วยเพื่อความมั่นใจว่าจะทำงานได้

โดยปกติแล้วในขั้นนี้จะยังไม่ได้ผลสมบูรณ์ จึงต้องมีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ แสดงดังรูปที่ 2.1เพื่อทำให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนพร้อมกันนั้นก็จะมีการปรับปรุงเพื่อพิสูจน์ให้เห็นถึงแนวความคิด เพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อประเมินผลของอุปกรณ์หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่แน่ชัดจากข้อมูลทางเทคนิคและประสบการณ์ที่ผ่านมา ดังนั้นช่วงการออกแบบเบื้องต้นนี้อาจจะช้าหรือเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ได้อันที่จริงแล้วการปรับปรุงจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไปของแผนภาพแสดงดังรูปที่ 2.1

6.) ออกแบบรายละเอียด การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริง และขนาดของส่วนประกอบอื่น ๆทั้งหมด ทั้งที่จะผลิตขึ้นเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่จะซื้อมาใช้ ซึ่งจะประกอบเข้าด้วยกัน

ทั้งหมดเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น แสดงรูปด้านต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น โดยต้องกำหนดทั้งขนาด พิกัดความเผื่อไว้ให้ครบถ้วน วัสดุที่ใช้ กรรมวิธีทางความร้อน (ถ้ามี) จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน และบางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบของชิ้นงานสำเร็จด้วย

โดยปกติช่างเขียนแบบจะทำงานไปพร้อมกับวิศวกรเพื่อเขียนแบบที่วิศวกรกำหนดขึ้น วิศวกรจะต้องให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น รูปแบบเบื้องต้นที่วิศวกรควรจะร่างขึ้นมาก่อน จะต้องให้ขนาด ชนิดของวัสดุโดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์และประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งหมายความว่าวิศวกรต้องใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต โดยที่วิศวกรอาจจะหาผู้ช่วยที่มีความชำนาญพิเศษเฉพาะสาขามาช่วยได้

7.) สร้างต้นแบบและทดสอบ หลังจากที่มีรายละเอียดต่าง ๆ สมบูรณ์ มีแบบแยกชิ้น แบบประกอบรวมทั้งวัสดุและรายการชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว จึงส่งแบบที่สมบูรณ์ทั้งหมดไปยังโรงงานเพื่อสร้างต้นแบบเมื่อสร้างต้นแบบเสร็จเรียบร้อยก็เตรียมประเมินผลและทดสอบ ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้น หรือแบบรายละเอียดบางประการ ซึ่งแสดงไว้เป็นวงป้อนกลับแสดงดังรูปที่ 2.1 หลังการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงชิ้นส่วนบางชิ้นแล้วจะทดสอบและประเมินผลใหม่อีกครั้ง หรืออาจต้องทำอีกหลายครั้ง จนกระทั่งวิศวกรผู้ออกแบบพึงพอใจที่งานของเขามีสมรรถนะตามต้องการเมื่อถึงขั้นนี้แล้วจะส่งแบบชิ้นส่วนและรายการวัสดุไปยังแผนกวิศวกรรมการผลิตเพื่อปรับปรุง ให้เหมาะสมกับการผลิตต่อไป

8.) ออกแบบสำหรับผลิตในขั้นนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสม (โดยมากจะพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์) ของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด เนื่องจากการผลิตชิ้นงานน้อยชิ้นกับชิ้นงานมากอาจต้องใช้วิธีการผลิตต่างกัน จึงต้องหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุดบางครั้งอาจรวมชิ้นงานหลายชิ้นเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน หรือเปลี่ยนใช้ชิ้นส่วนที่มีในท้องตลาดแทน อีกประการหนึ่งวิศวกรการผลิตอาจเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันแต่ราคาถูกกว่าก็ได้ จากนั้นจึงเขียนแบบแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยแล้วจึงส่งฝ่ายผลิตเพื่อผลิตและส่งผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

9.) ส่งผลิตภัณฑ์ออก โดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้นแบบแล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หรืออาจเสนอแนะข้อคิดเห็นไปได้ดังที่ได้แสดงโดยวงจรย้อนกลับแสดงดังรูปที่ 2.1

สิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้อาจไม่สมบูรณ์ทางด้านรายละเอียดต่าง ๆหรืออาจจะใช้ได้กับกระบวนการผลิตบางอย่าง บางระบบเท่านั้น เพราะการที่จะรู้รายละเอียดถึงกรรมวิธีการออกแบบในงานต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและเข้าไปมีส่วนร่วมในงานนั้น ๆ

(วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2544: น.14-17)

2.2) ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้น ๆ และสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

รูปที่ 2.2 มอเตอร์

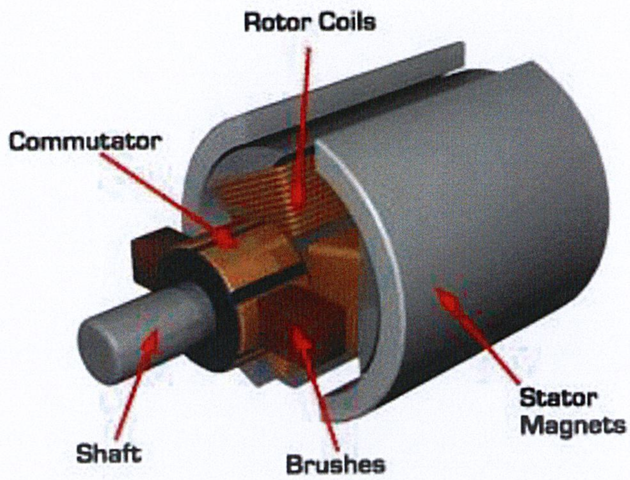
มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า มาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.2

2.2.1) ชนิดของมอเตอร์

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor)

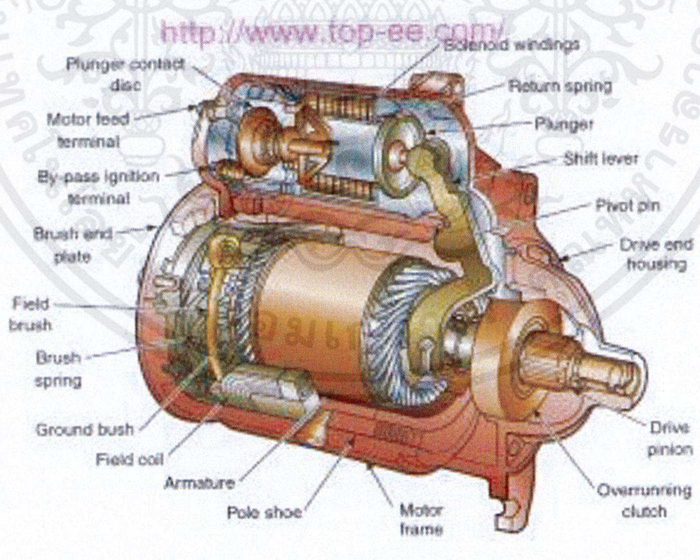
โดยมอเตอร์ทั้งสองประเภทจะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันออกไปบ้าง ส่วนประกอบ หลัก คือจะมีส่วนที่อยู่กับที่เราเรียกว่า สเตเตอร์ (Stator)และส่วนที่เคลื่อนที่ซึ่ง เราเรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีด้วยกันหลายแบบ ถ้าจะแบ่งตามการสร้าง สนามแม่เหล็กของ สเตเตอร์ ก็จะแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1.แบบที่ใช้แม่เหล็กถาวรเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็ก (Permanent DC Motor)แบบนี้จะมีแท่งแม่เหล็กอย่างน้อยสองแท่ง เป็นส่วนประกอบของสเตเตอร์ ส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ใช้ในของเด็กเล่น หรือเครื่องมือขนาดเล็ก เช่น สว่านเจาะปรินซ์ แสดงดังรูปที่ 2.3



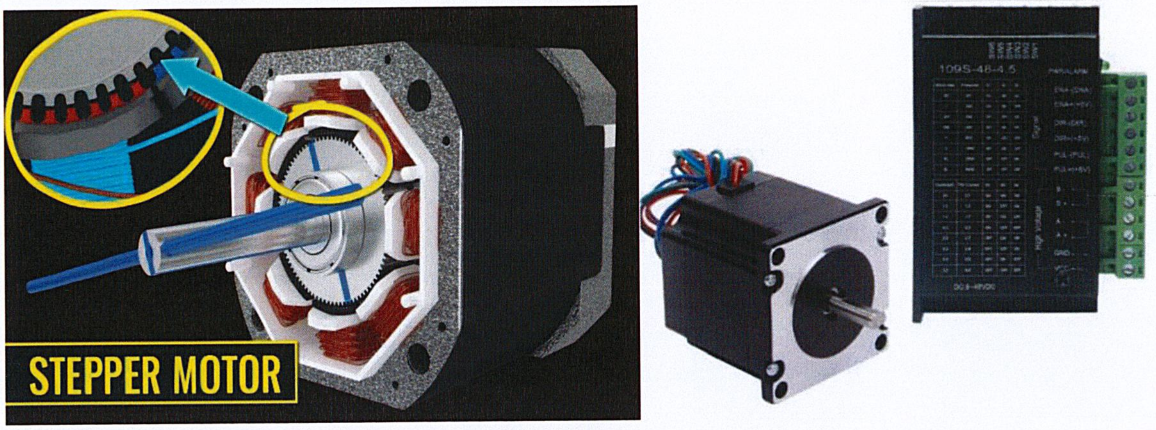
รูปที่ 2.3 Permanent DC Motor

2.แบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็ก (Wound DC Motor) แบบนี้จะมีขดลวดสเตเตอร์ ในการสร้างสนามแม่เหล็ก และมีขั้วต่อออกเพื่อรับการจ่ายไฟเลี้ยง ซึ่งสามารถต่อได้ 2 ลักษณะคือ ต่ออนุกรมกับขดลวดโรเตอร์ เราเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) และต่อแบบขนานกับโรเตอร์ เรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor) โดยมอเตอร์แบบนี้จะใช้ในงานพิเศษที่ต้องการแรงบิดสูง หรืองานที่ต้องการความเร็วรอบที่คงที่และปรับเปลี่ยนได้ง่าย โดยวิธีควบคุมกระแสที่จ่ายให้ขดลวดนี้ แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปภาพที่ 2.4 Wound DC Motor

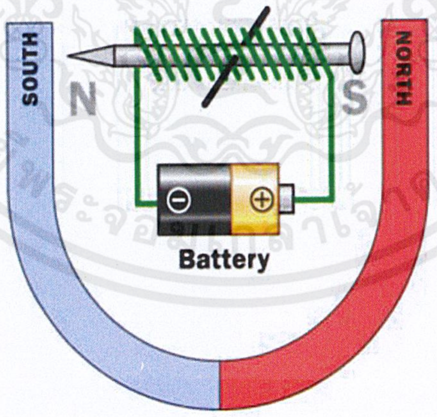
3. แบบใช้ขดลวดพันพิเศษเพื่อหมุนแบบที่ละขั้นที่ละจุด มักเรียกกันว่า สเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) ซึ่งจะใช้ในการควบคุมแบบพิเศษ เช่นแขนกล หรืออุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมการหมุนแบบละเอียด แสดงดังรูปที่ 2.5



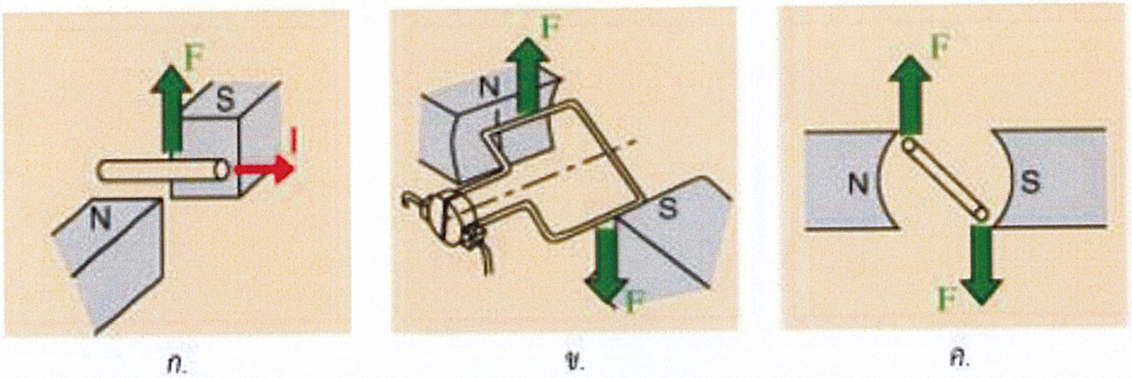
รูปที่ 2.5 Stepping Motor

2.2.2) หลักการทำงานของมอเตอร์

หลักการทำงานของมอเตอร์จะอาศัยแรงผลักที่เกิดจากสนามแม่เหล็กโดยความรู้เบื้องต้นที่เราได้เรียนมาคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนาจะทาให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำนั้น ถ้าเรานำตัวนำดังกล่าวไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กถาวร ก็จะเกิดการต้าน และเสริมกับเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวร ทาให้เกิดแรงผลักขึ้นที่ขดลวด เหมือนกับนักศึกษานำแม่เหล็ก2 ชิ้นมาวางใกล้ ๆ กัน หรืออาจทดลองง่าย โดยหาแม่เหล็กแบบเกือกม้ามา 1อัน จากนั้นนำขดลวดมาพันรอบตะปู แล้วจ่ายไฟด้วยแบตเตอรี่ ก็จะเห็นปฏิกิริยาระหว่างกัน แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงการทดสอบการกระทำระหว่างสร้างสนามแม่เหล็ก

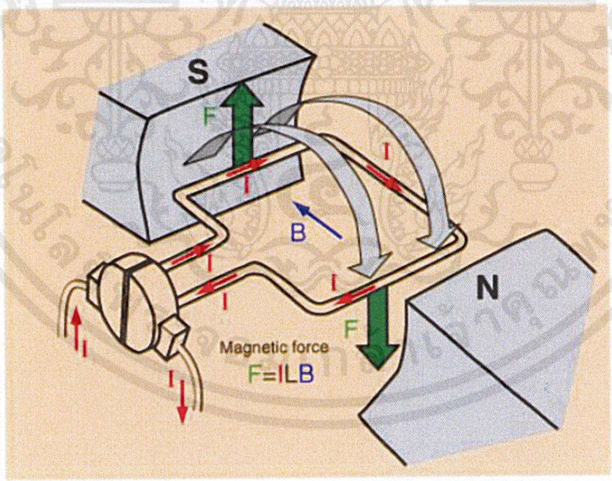


รูปที่ 2.7 แสดงการทำงานของมอเตอร์

รูปที่ 2.7 ก. เมื่อเราจ่ายกระแสให้กับตัวนำ จะทำให้ตัวนำมีสนามแม่เหล็ก มีผลให้ทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กถาวร ทาให้เกิดแรงผลักตัวนำไปในทิศทางด้านบน แต่ถ้าจ่ายกระแสในทิศทางตรงข้าม ตัวนำก็จะถูกผลักในทิศทางตรงกันข้าม

รูปที่ 2.7 ข. เมื่อใช้ตัวนำเป็นวงรอบแล้วจ่ายกระแส จะทาให้ด้านหนึ่งของตัวนำถูกผลักขึ้นและอีกด้านถูกผลักลง ทาให้ตัวนาหมุน

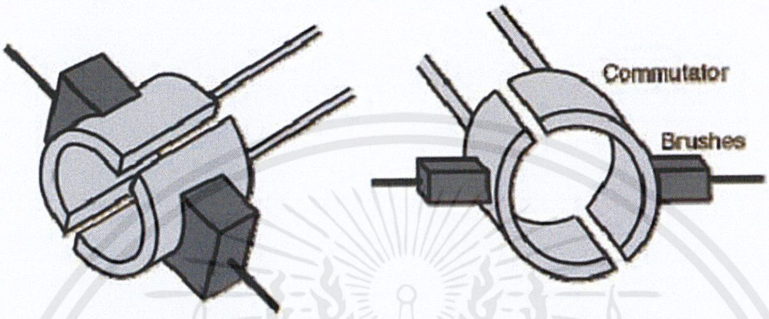
รูปที่ 2.7 ค. แสดงภาพในแนวตัวขวาง แสดงถึงทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวนำ



รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของมอเตอร์เต็มรูปแบบ

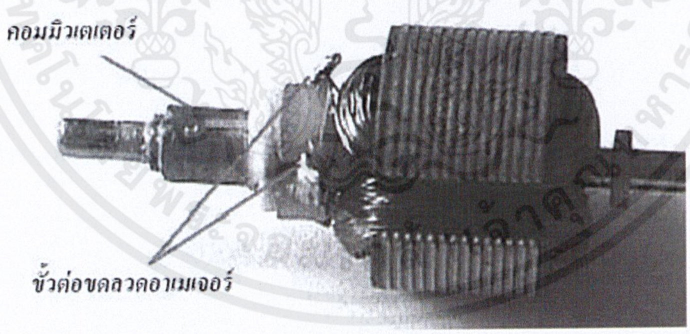
จากรูปที่ 2.8 จะเห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อจ่ายกระแสผ่านขั้วต่อที่เรียกว่าแปรงถ่าน (Brushes)ไปยังวงแหวนพิเศษที่เรียกว่า คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ซึ่งต่อเข้ากับวงรอบตัวนำ กระแสที่ไหลผ่านตัวนำจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนำ โดยด้านหนึ่งจะเกิดเป็นแรงผลักขึ้น ส่วนอีกด้านจะเกิดแรงผลักตัวนำลงมาทำให้วงรอบตัวนำมีการหมุน โดยแรงที่เกิดจะแปรตาม กระแสที่ไหลผ่าน(I) ความยาวของตัวนำ (L) และ ความเข้มของสนามแม่เหล็กสเตเตอร์ (B)

ที่ต้องใช้วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ เพราะถ้าเราต่อตัวนำเข้ากับแหล่งจ่ายตายตัว จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัวนำมีทิศตายตัว เมื่อตัวนำหมุนมาอีกทิศทางหนึ่ง ทิศทางแรงผลักจะทำให้ตัวนำถูกผลักกลับไปตำแหน่งเดิม ทำให้ไม่สามารถหมุนต่อเนื่องได้ การใช้วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ก็เพื่อให้ตัวนำได้รับการจ่ายกระแสที่ถูกต้อง ทาให้ตัวนำหมุนต่อเนื่องต่อไปได้ สำหรับการต่อแรงดันไฟฟ้า ไปยังคอมมิวเตเตอร์ จะกระทำผ่านแปรงถ่าน โดยแปรงถ่านจะเป็นสารผสมระหว่าง ทองแดงกับกราไฟต์ ที่สามารถนำกระแส ที่ต้องใช้แปรงถ่านก็เพื่อลดการเสียดสีระหว่างขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟกับวงแหวนคอมมิวเตเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.9

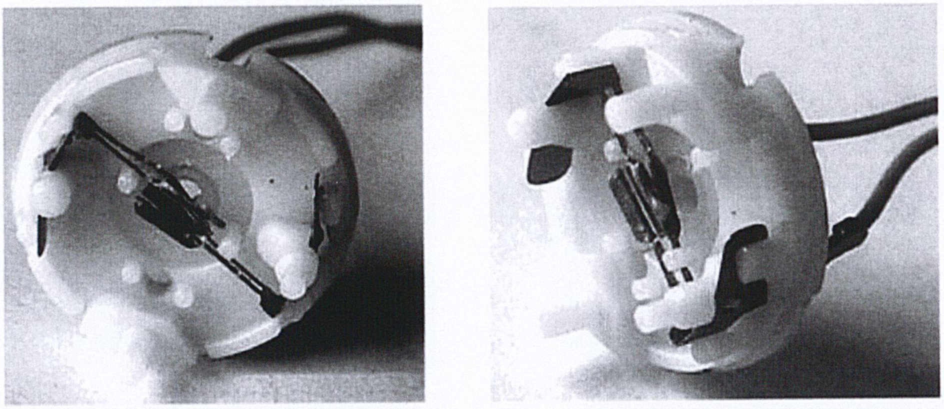


รูปที่ 2.9 แสดงวงแหวนคอมนิวเตเตอร์ และแปลงถ่าน

มอเตอร์ในทางปฏิบัติจะเพิ่มความยาวของลวดตัวนำซึ่งเป็นโรเตอร์ โดยพันลวดรอบแกนโลหะ ซึ่งเรามักเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า อาร์เมเจอร์ (Armature) เพื่อเพิ่มแรงบิด (Torque) ให้กับมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงอเมเจอร์และส่วนประกอบ



รูปที่ 2.11 แสดงส่วนฝาพลาสติกที่มีขั้วต่อไฟเชื่อมต่อกับแผ่นทองแดง

2.2.3) การควบคุมมอเตอร์

โดยทั่วไปจะควบคุมมอเตอร์ที่สำคัญโดยมีองค์ประกอบ 3 ประการดังนี้

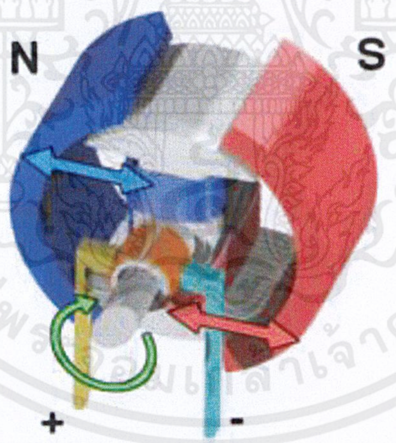
1. ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed Control)
2. ควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control)
3. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction Control)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะทำได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด ทำโดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์ และที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ในกรณีสเตเตอร์แบบใช้ขดลวดพัน สำหรับการควบคุมการหมุน หรือการสลับทิศทางการหมุนนั้น ในกรณีมอเตอร์ไฟตรง สามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟ ที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ สาหรับกรณีของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์ จะไม่สามารถควบคุมอะไรได้มากนัก โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จะถูกจำกัดด้วยขนาดแรงดัน โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด อาจทำโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าแบบขดลวด (Wire Wound Resistor) แต่ก็จะเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตัวต้านทาน ฉะนั้นในปัจจุบัน จึงมักนิยมใช้การควบคุม ด้วยวงจรพัลซ์วิธมอดูเลเตอร์ (Pulse Width Modulator) ซึ่งจะใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยการควบคุมแรงดัน คือการปรับช่วงกว้างของพัลซ์ที่จ่ายให้นั่นเอง ซึ่งวิธีนี้จะทาให้ลดกำลังสูญเสียได้มาก สำหรับการกลับทางหมุนของมอเตอร์อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือ หรือใช้วงจรรีเลย์หรืออิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุม

2.2.4) เส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

แม่เหล็ก (Magnet) ได้ชื่อว่าเป็นหินนำทาง (Leading Stone) มีความสามารถดูดเหล็กได้ เมื่อนำมาห้อยแขวนด้วยเชือก แท่งแม่เหล็กสามารถหมุนได้อย่างอิสระ แต่จะชี้ไปในทิศทางเดิมตลอดเวลา โดยชี้ไปในแนวสนามแม่เหล็กโลก ตามขั้วสนามแม่เหล็กที่มี 2 ขั้วคือ ขั้วเหนือ (North Pole) หรือขั้ว N และขั้วใต้ (South Pole) หรือ ขั้ว S เกิดขึ้นที่ปลายแต่ละด้านของแท่งแม่เหล็ก ลักษณะแท่งแม่เหล็กชี้ไปในทิศ

สนามแม่เหล็กโลก ดังนั้นขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้วมีสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) เกิดขึ้น ความเข้มของสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมาที่ปลายขั้วทั้งสอง สนามแม่เหล็กแผ่ออกรอบขั้วแม่เหล็ก วิ่งเคลื่อนที่ประสานกันระหว่างขั้วแม่เหล็กทั้งสอง การเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กจะเคลื่อนที่จากขั้วเหนือ (N) ไปหาขั้วใต้ (S) เสมอ การเคลื่อนที่ดังกล่าวทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Line of Force) ขึ้นมา รอบแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก แสดงดัง แม่เหล็กไฟฟ้า นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนชื่อ ฮันซ์ คริสเตียน เออร์สเตด (Hans Christian Oersted) ได้ค้นพบความสัมพันธ์อย่างหนึ่งโดยบังเอิญ ขณะที่เขาทำการทดลองปล่อยกระแสผ่านเข้าไปในเส้นลวดตัวนำเส้นหนึ่ง และมีเข็มทิศวางอยู่ใกล้ๆ กับเส้นลวดที่มีกระแสไหลผ่าน เข็มทิศเกิดการบ่ายเบนไปจากแนวเดิม เออร์สเตดทดลองกลับทิศทางการไหลของกระแส เข็มทิศก็เกิดการบ่ายเบนไปอีกเช่นกัน โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรกเออร์สเตดสรุปผลการทดลองครั้งนี้ว่า "เมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ เส้นลวดตัวนำนั้น" ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบเส้นลวดตัวนำเกิดขึ้นเป็นลักษณะวงกลมล้อมรอบเส้นลวดตัวนำลักษณะการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบเส้นลวดตัวนำ แสดงดังสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นแต่ละขั้วของแม่เหล็กมีคุณสมบัติตรงกันข้าม ดังนั้นขั้วแม่เหล็กที่ต่างกัน สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีอานาจแม่เหล็กที่ดูดกัน และขั้วแม่เหล็กที่เหมือนกัน สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีอำนาจแม่เหล็กที่ผลักกัน คุณสมบัติดังกล่าวเหมือนกับคุณสมบัติของประจุไฟฟ้า การดึงดูดและการผลักกันของขั้วแม่เหล็ก แสดงดังรูปที่ 2.12



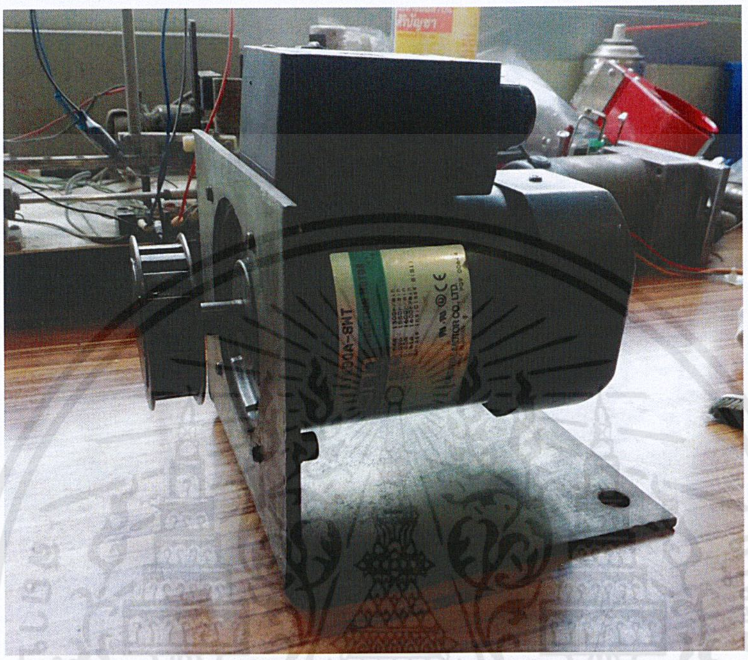
รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางของแม่เหล็กภายในมอเตอร์

2.2.5) อุปกรณ์มอเตอร์ที่เลือกนำมาใช้สำหรับการทดลอง
เลือกใช้มอเตอร์ของยี่ห้อ Oriental motor (OM) 90W รุ่น 51K90A-SWT รายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

- รอบมาตรฐานความเร็วรอบ 1,300 รอบ สูงสุด 1,600 รอบต่อนาที
- แรงดันไฟฟ้า 220 V -230 V
- กำลังไฟ 90 W 3 เฟส

- ความถี่ 50/60 HZ

สาเหตุที่เลือกใช้มอเตอร์ชนิดนี้มาใช้สำหรับการทดลอง คือ มอเตอร์มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ให้รอบสูง และยังสามารถสั่งหมุนในทิศทางตรงกันข้ามได้ จึงเห็นเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการทดลองในครั้งนี้แสดงดังรูปที่ 2.13 และ แสดงดังรูปที่ 2.14



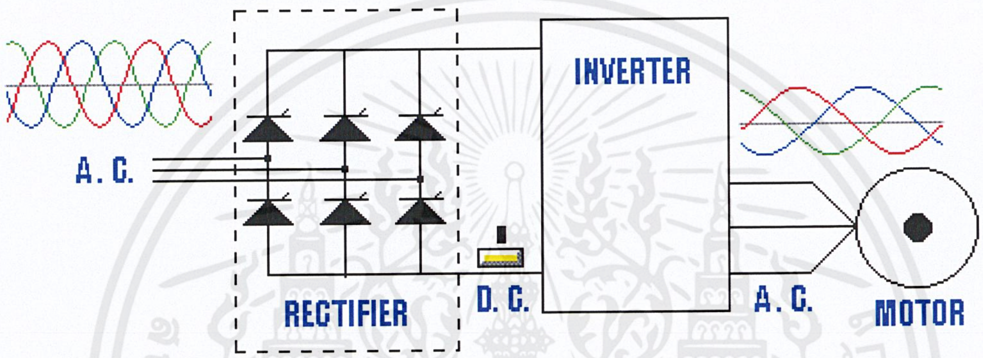
รูปที่ 2.13 Oriental motor (OM) 90W รุ่น 51K90A-SWT

รูปที่ 2.14 ป้ายแสดงข้อมูลมอเตอร์ของยี่ห้อ Oriental motor (OM) 90W รุ่น 51K90A-SWT

2.3) ความหมายและหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) หรือเรียกว่า เอซีไดร์ฟ (AC drives) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของ 3-Phase Squirrel-Cage Induction Motor โดยวิธีการปรับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์ บางครั้งจะเรียกว่า “V/F Control” อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ยังมีชื่อเรียกอีกหลายอย่าง เช่น

- VSD: Variable Speed Drives
- VVVF: Variable Voltage Variable Frequency
- VC: Vector Control



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรการทำงานของอินเวอร์เตอร์

2.3.1) หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์(Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์

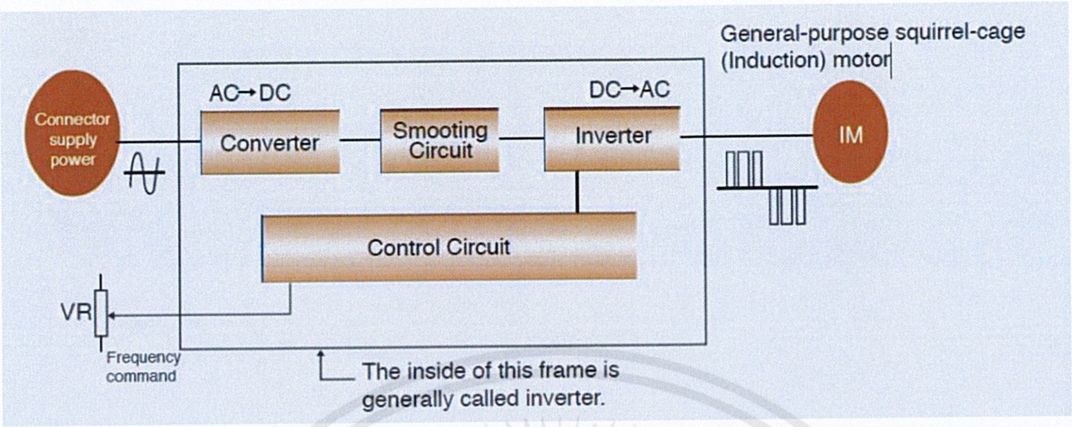
โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาต์พุตของ Inverter จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3-phase Induction motor แสดงดังรูปที่ 2.15

2.3.2) โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

1.ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC. power supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage) แสดงดังรูปที่ 2.16

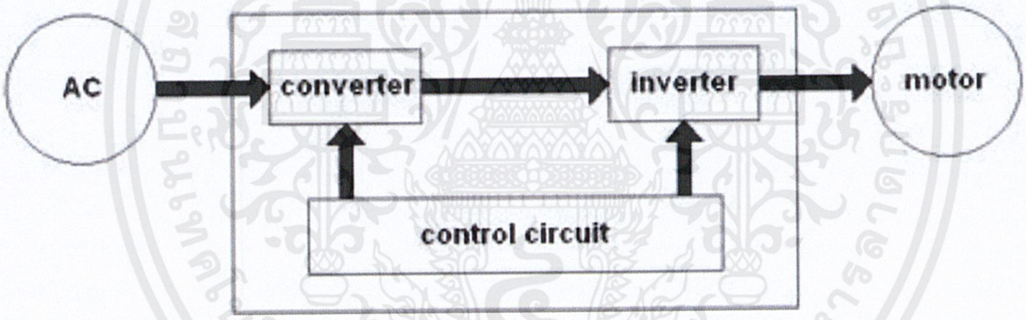
2.ชุดอินเวอร์เตอร์ (<u>Inverter</u> Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้ แสดงดังรูปที่ 2.16

3.ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์ และชุดอินเวอร์เตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์

2.3.3) อินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์



รูปที่ 2.17 การทำงานของอินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลโดยนำพลังงานที่ได้นี้ไปทำการขับเคลื่อนเครื่องจักร อื่น ๆต่อไป ความเร็วของมอเตอร์สามารถกำหนดได้โดย

1. แรงบิดของโหลด
2. จำนวนขั้วของมอเตอร์
3. ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้กับมอเตอร์
4. แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ความเร็วของมอเตอร์สามารถหาได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

ความเร็วรอบ N = {[120 * ความถี่ f (Hz)] / จำนวนขั้ว P} * (1-S)

โดยเทอม 1-S กำหนดโดยโหลด

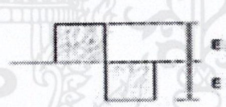
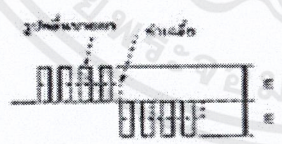
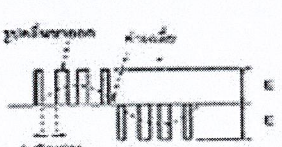
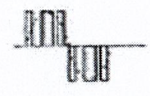
จากสูตรข้างต้นจะพบว่า ถ้าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่ จะมีผลทำให้เกิดฟลักส์ แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ ร้อนจนเกิด ความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยน แรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย และการที่จะเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ สามารถทำได้โดย การใช้อินเวอร์เตอร์ ซึ่งมีหลักในการทำงานแสดงดังรูปที่ 2.17 แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ไปยังคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ ต่อเป็นอินพุตเข้าไปในวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือก ความถี่ได้ เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ให้มีความเร็วตามต้องการได้

การเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM: Pulae Amplitute Modulation)
2. วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์ (PWM : Pulae Width Modulation)
    - เป็น Square Wave
    - เป็น Sine Wave

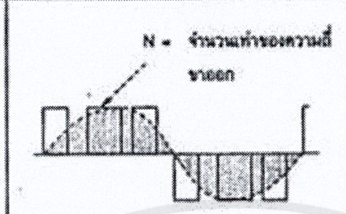
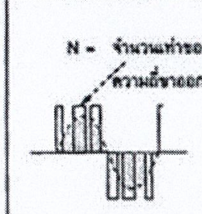
โดยแต่ละวิธีจะทำให้เกิดผลต่อมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.18

(E : แรงดันไฟตรง)

วิธีควบคุม	ความถี่ต่ำ (แรงดันต่ำ)	ความถี่สูง (แรงดันสูง)	จุดเด่น
วิธี PAM PULSE AMPLITUDE MODULATION			- เสียงมอเตอร์เบา - ประสิทธิภาพดี - ควบคุมขนาดแรงดันที่คอนเวอร์เตอร์ - ผลตอบช้า
วิธี PWM PULSE WIDTH MODULATION			- ส่วนอินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมความถี่และแรงดันได้ทั้งหมด - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์
วิธี PWM ที่ให้แรงดันเป็นรูปซายน์			- เดินมอเตอร์ได้เรียบที่ความเร็วต่ำ - ฮาร์โมนิคความถี่ต่ำมีขนาดเล็ก - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์

รูปที่ 2.18 แสดงการเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่

วิธี PWM แบบ Sine Wave นั้นจะมีการเปิด-ปิดสวิทช์หลายๆครั้งในหนึ่งไซเคิล และการเปิด-ปิดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน จำนวนการเปิด-ปิดใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่แคเรียร์ (Carrier Frequency) ซึ่งวิธี PWM แบบ Sine Wave มีรูปแบบควบคุมการ เปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ แสดงดังรูปที่ 2.19

รูปแบบการควบคุม		ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	จุดเด่น
แบบซิงโครนัส (SYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์ แปรตามความถี่ขาออก			- สามารถควบคุมฮาร์โมนิคได้ - แรงดันขาออกสูงสุดเกือบเท่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
แบบอะซิงโครนัส (ASYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์คงที่ ไม่สัมพันธ์กับความถี่ขาออก			- เสียงรบกวนจากมอเตอร์ จะเป็นเสียงเดียว ไม่น่ารำคาญ
แบบผสม	ย่านความถี่ต่ำเป็น อะซิงโครนัส และ ย่านความถี่สูงเป็นซิงโครนัส			- สามารถควบคุมได้ดีทั้งย่านความถี่ต่ำตลอดจนถึงความถี่สูง

รูปที่ 2.19 แสดงรูปแบบการควบคุมมอเตอร์

2.3.4) การควบคุมมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์

1.การสตาร์ท

ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ทมอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิดจากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อยๆเพิ่มความถี่ขึ้นไปจนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของโหลดมอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2.การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่

หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขา ออกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความ ถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการการเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

3.การลดความเร็ว

ทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วง เวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะลดความถี่ ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของ

อินเวอร์เตอร์มอเตอร์จะทำงานเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์(regeneration) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดัน คร่อม คอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรคมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่าวงจรเบรคคืนพลังงาน

ในช่วงการลดความเร็วจะทำงานในลักษณะนี้หลายๆครั้งถ้าพลังงานมีค่าน้อย (แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการลดความเร็วมีขนาดเล็ก)อัตราการใช้งานวงจรเบรคก็จะต่ำบางครั้งอาจจะไม่ทำงานเลยก็มี

อัตราการใช้งานวงจรเบรคนี้ ได้รับการออกแบบโดยการพิจารณาในแง่ของการระบายความร้อนไว้ที่ 2-3 % เท่านั้น ถ้ามีการใช้เบรคบ่อยหรือใช้เบรคนานเกินไป จะทำให้เกิดปัญหาการระบายความร้อนของตัวต้านทานและอาจทำให้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สวิทช์เสื่อมได้

4.การหยุด

อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรคจนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง

3.3.5) อินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

เลือกใช้ อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ WECON รุ่น ATV13-2SR4GH-NP

รายละเอียดของอุปกรณ์

- กำลัง 0.4 KW
- input 1 เฟส AC 220V 4.5A 50/60HZ
- Output 3 เฟส AC 0-220V 2.4A 0-600HZ

ลักษณะของอินเวอร์เตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.21

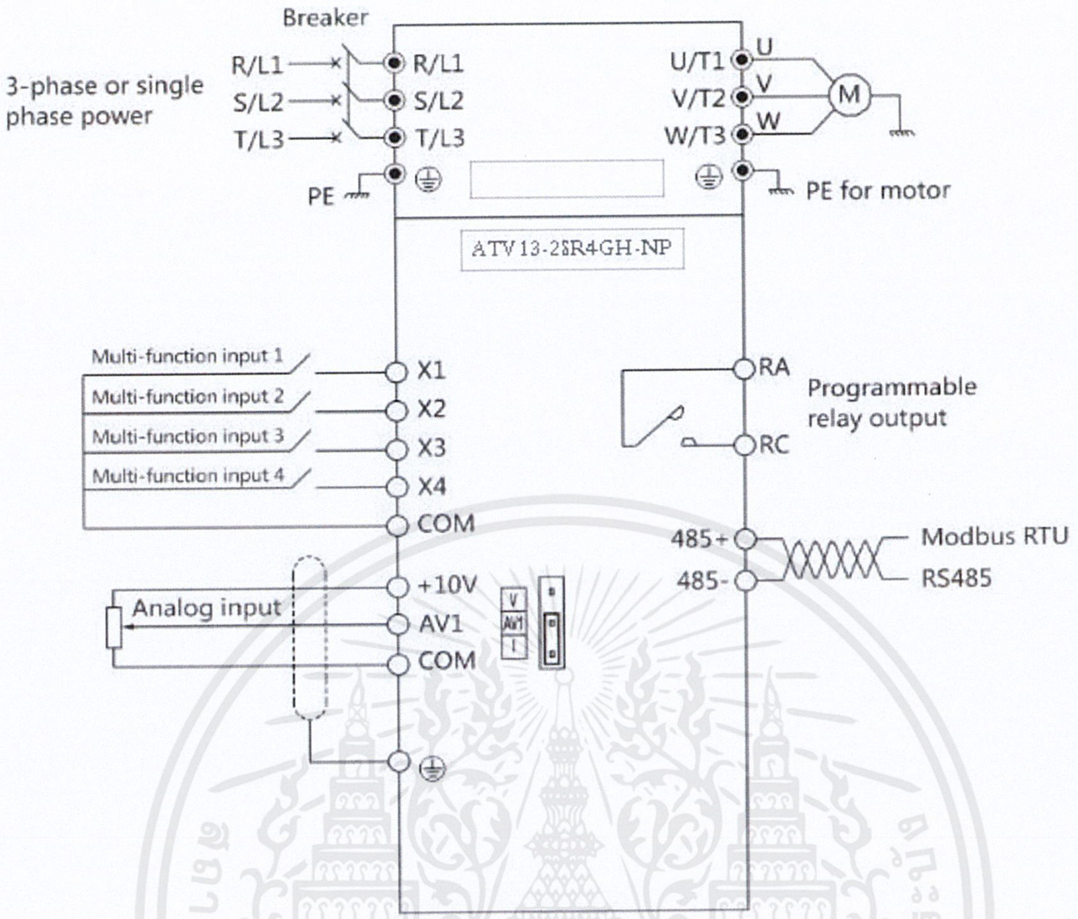
วงจรไฟฟ้าภายในอินเวอร์เตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.20

สาเหตุที่เลือกใช้ อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ WECON รุ่น ATV13-2SR4GH-NP คือ

1.มีจุดเชื่อมต่อมาตรฐาน RS485 อินเตอร์เฟซ สามารถส่งข้อมูลออกไปยัง PLC ด้วยสาย RS 485 ทำให้ง่ายต่อการดึงข้อมูล

2. มีขนาดเล็กและมีหน้าจอแสดงผล

3. สามารถแสดงข้อมูล ความถี่ (HZ) , แรงดันไฟฟ้า (V) , และ กระแสไฟฟ้า (A)



รูปที่ 2.20 แสดงวงจรภายใน Inverter WECON รุ่น ATV13-2SR4GH-NP

รูปที่ 2.21 Inverter WECON รุ่น ATV13-2SR4GH-NP

2.4) ความหมายของ PLC Control

PLC ย่อมาจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control: PL) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆโดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC

นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบ โซลิดสเตท (Solid State) ซึ่งน่าเชื่อถือว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรและได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย แสดงดังรูปที่ 2.22

ประวัติ PLC

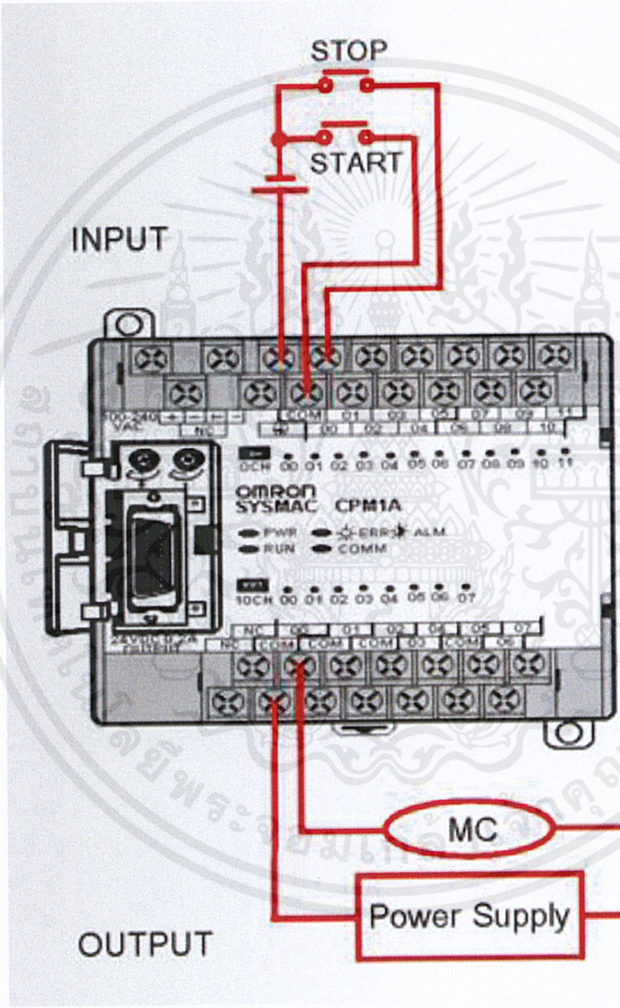
ค.ศ.1969 PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดย บริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller(Modicon) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในอเมริกาชื่อ General Motors Hydrometric Division บริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมโดยใช้ชื่อว่า PLC

ค.ศ.1970-1979ได้มีการพัฒนาให้ PLC มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor ความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC โดยระบบแรกคือ Modbus ของ Modicon เริ่มมีการใช้อินพุต/เอาต์พุตที่เป็นสัญญาณ Analog

ค.ศ.1980-1989 มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดยบริษัท General Motor ได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า manufacturing automation protocal (MAP) ขนาดของ PLC ลดลงเรื่อย ๆผลิตซอฟแวร์ที่สามารถโปรแกรม PLC ด้วยภาษา symbolic โดย สามารถโปรแกรมผ่านทาง personal computer แทนที่จะโปรแกรมผ่านทาง handheld หรือ programing terminal

ค.ศ.1990-ปัจจุบันได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตราฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรม PLC ได้ด้วย

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagrams)
- FBD (Function Block Diagrams)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (Structured Text)



รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะ input/output ของ PLC control

ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER

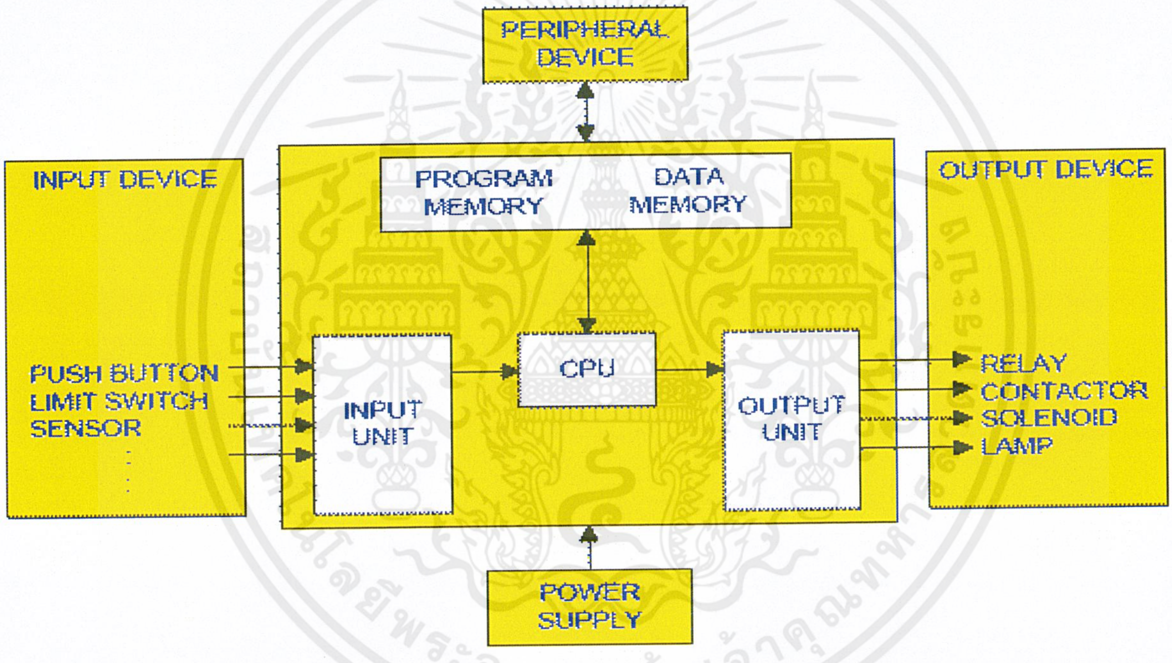
1. PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

2.การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อย ๆทำให้การใช้งานสะดวกขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

2.4.1) โครงสร้างและหลักการทำงานของ PLC Control

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC แสดงรูปที่ 2.23 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.23 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC

1.ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำหลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2.หน่วยความจำ (Memory Unit)

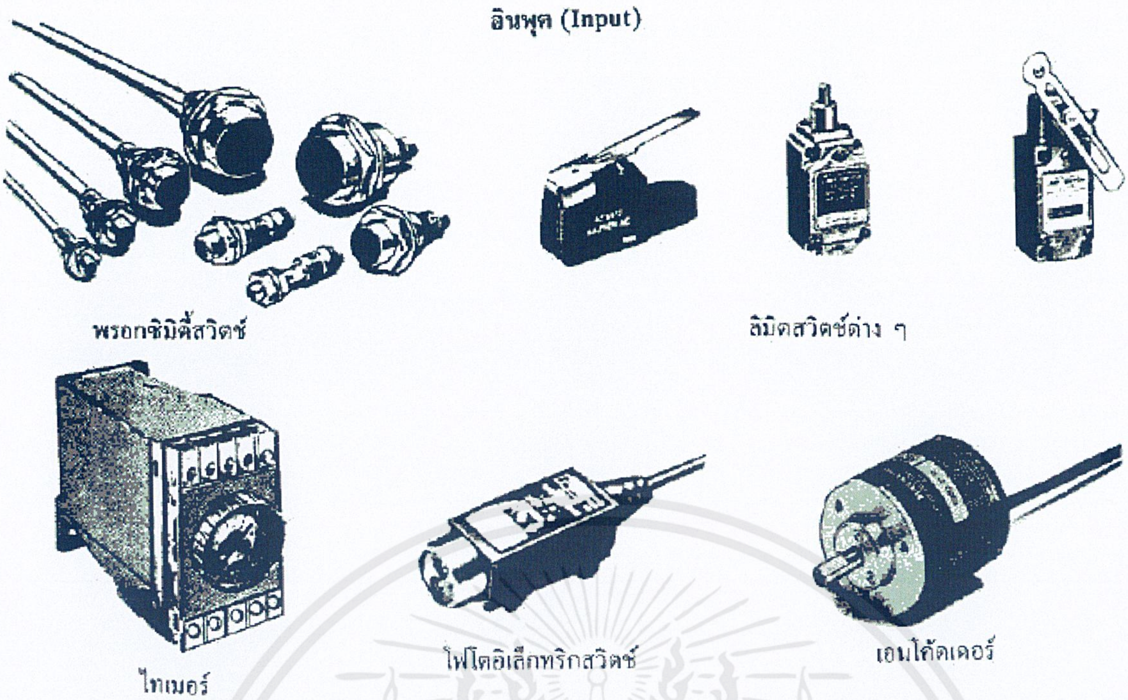
ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และRAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึ่งเหมากับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

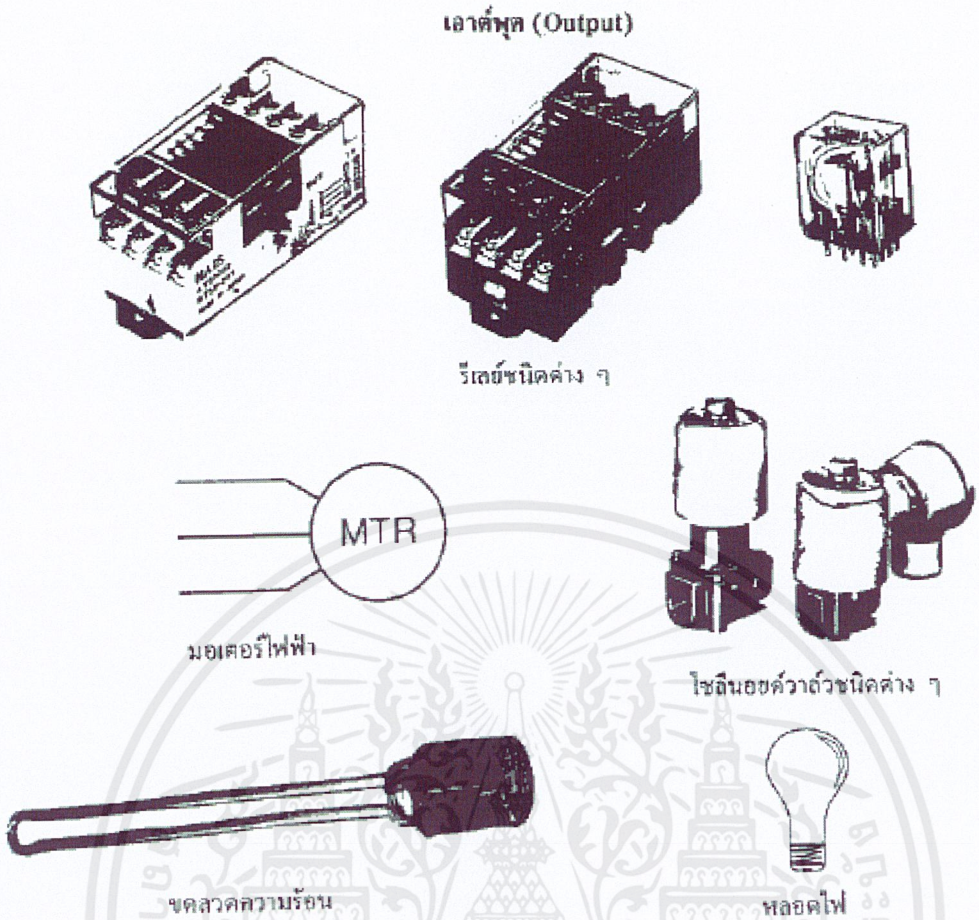
3.หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

อุปกรณ์อินพุต (Input Devices) ในปัจจุบัน PLC ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถและประสิทธิภาพสูงขึ้นมากซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งสัญญาณในรูปแบบ ON/OFF และสัญญาณ Analog ที่เป็นสัญญาณมาตรฐานต่าง ๆ และยังทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป เช่น 4-20mA 1-5V หรือ 0-10V ซึ่งอุปกรณ์อินพุตที่ให้สัญญาณได้แก่ Switch Proximity, Switch Photo Sensor , Encoder Pressure Sensor , Thumbwheel Switch และ Temperature Sensor เป็นต้น แสดงดังรูป 2.24



รูปที่ 2.24 หน่วยอินพุต

อุปกรณ์เอาต์พุต (Output Device) สำหรับในส่วนของอุปกรณ์เอาต์พุตเป็นอุปกรณ์ที่ต้องทำการขยายสัญญาณก่อนที่จะต่อใช้งานกับอุปกรณ์ในการทำงานหรือโหลดที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูงๆ เช่น มอเตอร์ ฮีตเตอร์ กระบอกสูบในระบบนิวเมติกส์ เนื่องจากในส่วนเอาต์พุตของ PLC ไม่ว่าจะแบบรีเลย์ หรือทรานซิสเตอร์นั้นมีความสามารถที่จะจ่ายหรือทนกระแสไฟฟ้าได้น้อย ดังนั้นจึงต้องมีการนำอุปกรณ์เอาต์พุตมาต่อใช้งานร่วมด้วย ได้แก่ รีเลย์กำลังคอนแทคเตอร์ โซลินอยล์วาล์ว หลอดไฟ และคอนโทรลวาล์ว เป็นต้น แสดงดังรูป 2.25



รูปที่ 2.25 หน่วยเอาต์พุต

ระบบข้อมูลใน PLC และคอมพิวเตอร์

ข้อมูลแบบ bit และมีความเกี่ยวเนื่องกับแบบ byte และ word อย่างไรก็จะขออธิบายความหมายในระบบข้อมูลต่าง ๆ ในส่วนนี้ในการเรียกขานหรือเปรียบเทียบข้อมูลแบบต่าง ๆ มีดังนี้

ข้อมูล 1 digit มีค่าเท่ากับ 4 bit

1-byte มีค่าเท่ากับ 8 bit

1-word มีค่าเท่ากับ 16 bit

1-word มีค่าเท่ากับ 1 channel

หน่วยดิจิตอล Input/output

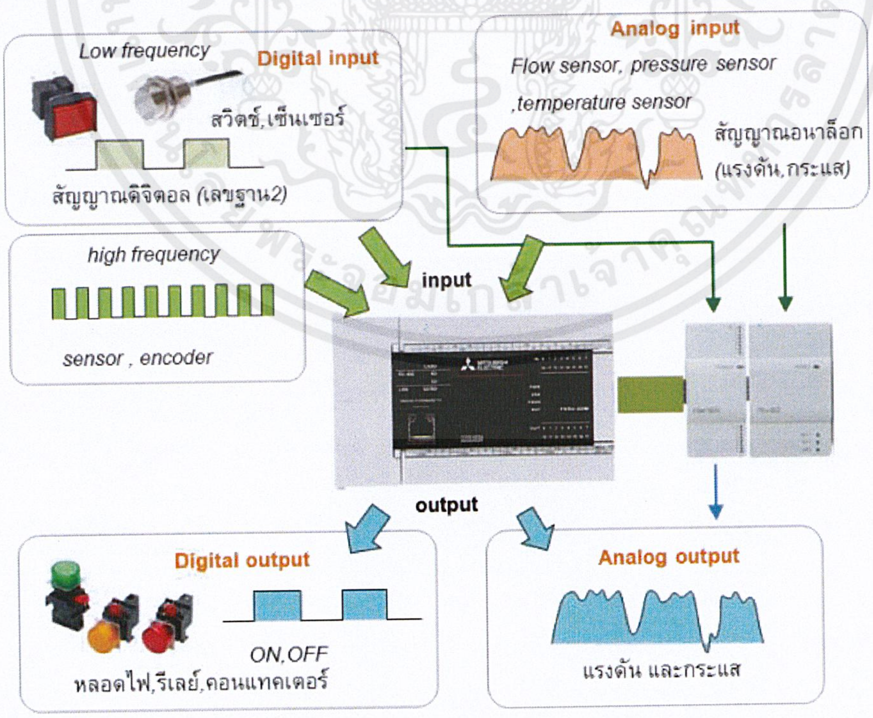
ในส่วนของ หน่วยดิจิตอล Input/output ซึ่งจะเป็นการจำแนกให้ชัดเจนในส่วน Digital I/O ของ PLC ที่มีใช้งานกันในปัจจุบัน

ประเภทอินพุตของ PLC

ในส่วนของ ON/OFF Input หรือที่เราเรียกว่า Digital Input นั่นเอง อินพุตประเภทนี้จะมีสภาวะการทำงานเพียง 2 สภาวะการทำงานเท่านั้นคือ "เปิด"(ON)หรือ"1"และ"ปิด"(OFF)หรือ"0"นอกจากนี้ยังแบ่งย่อยได้อีกตามแรงดันการใช้คือ AC Input และ DC Input

2.4.2) หลักการทำงานของ PLC Control

PLC จะรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเทอร์มินอลอินพุทของPLC สัญญาณที่PLCรับมี2แบบ คือ สัญญาณดิจิตอลและสัญญาณอนาล็อก สัญญาณดิจิตอลก็คือสัญญาณที่มีการON,OFF โดยแบ่งออก เป็น2แบบคือสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ เช่นการON-OFFของสวิตช์ และสัญญาณที่มีความถี่สูงเช่นสัญญาณ จากโฟโตเซ็นเซอร์ เลเซอร์เซ็นเซอร์, encoderเป็นต้นในการรับสัญญาณความถี่สูง รีเลย์อินพุต ของPLCจะต้องมีความไวในการตอบสนองให้ทันกับสัญญาณด้วย โดยผู้ผลิตก็ได้ออกแบบให้รีเลย์อินพุต ของPLCมี2แบบคือแบบที่ใช้รับความถี่ต่ำและแบบที่ใช้รับความถี่สูงได้ อินพุตแบบที่รับความถี่ต่ำจะไม่ สามารถรับสัญญาณความถี่สูงได้ ส่วนอินพุตที่ใช้รับความถี่สูงจะสามารถใช้รับสัญญาณความถี่ต่ำได้ สำหรับสัญญาณแบบอนาล็อกก็คือแรงดันและกระแสไฟฟ้า ซึ่งป้อนเข้าPLC โดยใช้อุปกรณ์เช่นFlow sensor, pressure sensor, temperature sensor เป็นต้น เมื่อPLCรับสัญญาณแล้วก็จะนำสัญญาณนั้น ไปแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอล และนำไปใช้ในโปรแกรมPLCส่วนผลลัพธ์การประมวลผลโปรแกรม ก็จะส่งมา ที่เอาต์พุตของPLC โดยเอาต์พุตPLCแบบดิจิตอลจะจ่ายสัญญาณดิจิตอลเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ที่ต่อ กับPLC เช่นหลอดไฟ โซลินอยด์วาล์ว,คอนแท็กเตอร์เป็นต้น ส่วนเอาต์พุตของPLCแบบอนาล็อกก็จะ จ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าออกมาได้ แสดงดังรูป 2.26



รูปที่ 2.26 หลักการทำงานของ PLC

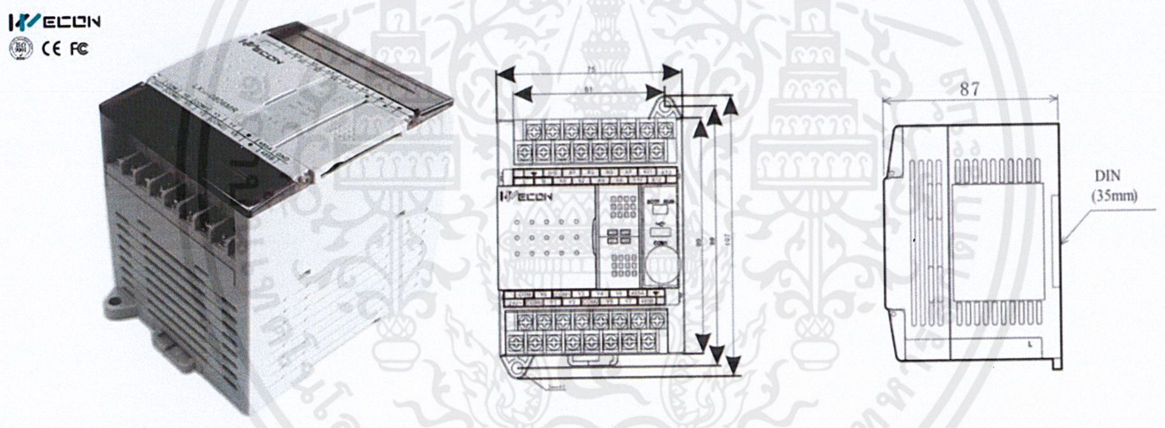
2.4.3) PLC ที่เลือกมาใช้ในการทดลอง

เลือกใช้ PLC ยี่ห้อ WECON รุ่น LX3V - 0806MR รายละเอียดของอุปกรณ์ดังนี้

- พอร์ตสื่อสาร 8 IN 6 OUT (ชนิดรีเลย์)
- แหล่งจ่ายไฟอินพุต DC 24V
- แรงดันไฟฟ้า AC100 ~ 240V 50 ~ 60Hz
- วงจรเอาต์พุต <AC 250V ; DC 30V
- พอร์ตอนุกรม สามารถเชื่อมต่อ - COM1: RS422 หรือ RS485

  - COM2: RS485

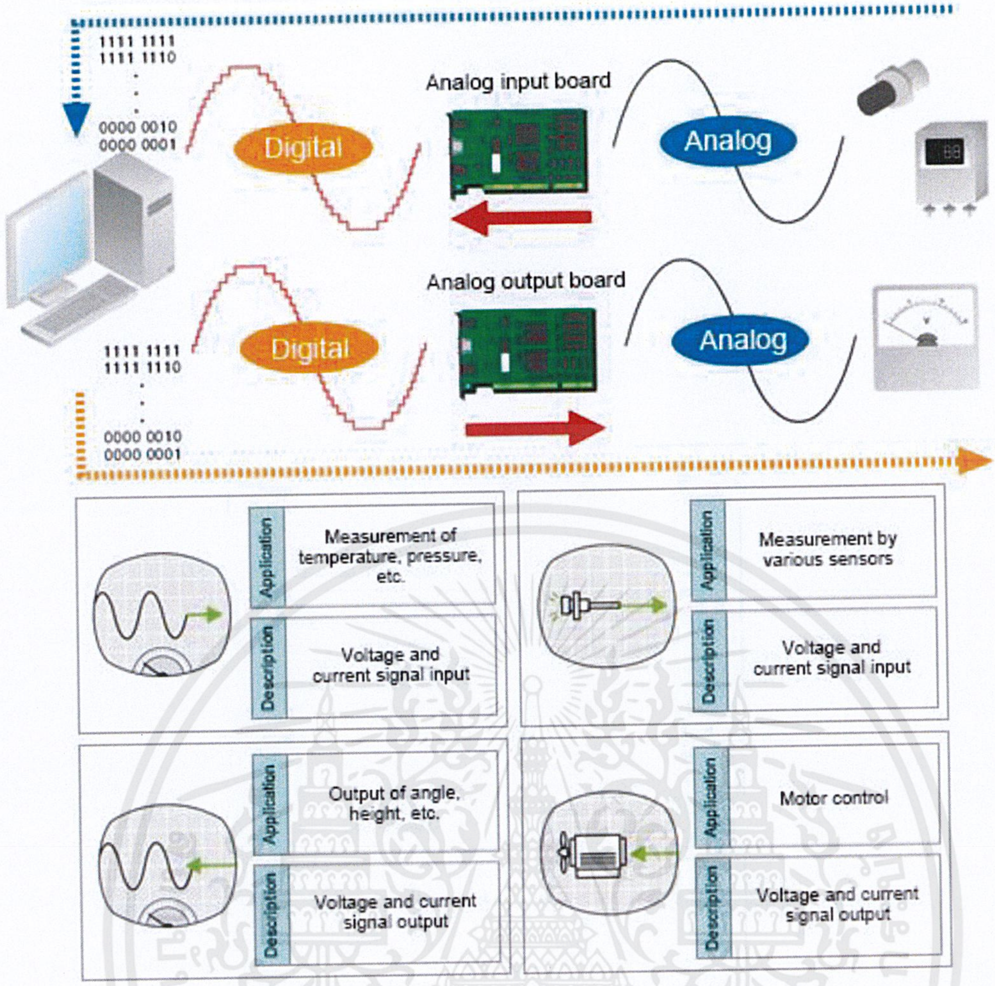
สาเหตุที่เลือกใช้เนื่องจาก PLC มีขนาดเล็ก และจำนวนช่องสื่อสาร I/O ที่เพียงพอสำหรับการทดลอง และยังมีพอร์ตเชื่อมต่อ RS485 ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเวอร์เตอร์ได้ จึงเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการทดลอง แสดงดังรูป 2.27



รูปที่ 2.27 PLC ยี่ห้อ WECON รุ่น LX3V - 0806MR

2.5) ความหมายของโมดูลอนาล็อก

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ ที่ใช้วัดอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล จะมีสัญญาณที่ขาออกเป็นสัญญาณอนาล็อก แต่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานรับรู้เฉพาะสัญญาณดิจิตอลเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์อีกประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล และอุปกรณ์ที่แปลงจากดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก เราเรียกอุปกรณ์ประเภทนี้ว่า Analog I/O แสดงดังรูป 2.28



รูปที่ 2.28 ภาพแสดงการทำงานของ โมดูลอนาล็อก

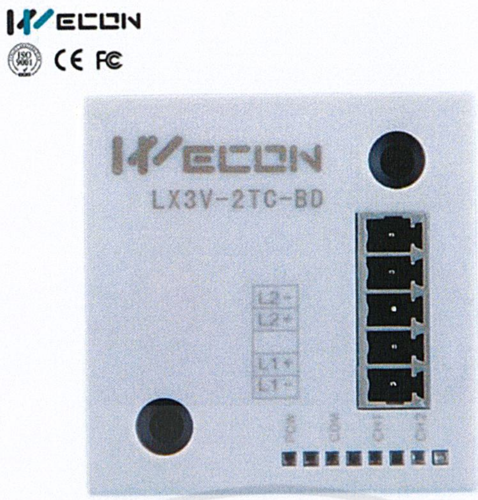
2.5.1) โมดูลอนาล็อกที่เลือกมาใช้ในการทดลอง

เลือกใช้ยี่ห้อโมดูลอนาล็อก WECON รุ่น LX3V-2TC-BD

รายละเอียดอุปกรณ์

- วงจร DC 24V ±10%, 70mA
- วงจรดิจิตอล DC 5V, 90mA
- ช่วงอุณหภูมิที่กำหนด Thermocouple type J ที่ -100 ℃ - 600 ℃

แสดงดังรูป 2.29



รูปที่ 2.29 โมดูลอนาล็อก WECON รุ่น LX3V-2TC-BD

2.6) อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล

เลือกใช้อุปกรณ์ IoT gateway เพื่อนำข้อมูลไปเก็บไว้บน Cloud เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้แบรนด์ WECON ที่ชื่อว่า V-BOX ตัว V-BOX ทำหน้าที่

1.เก็บข้อมูลประวัติและข้อมูลการแจ้งเตือนเก็บไว้ใน Cloud และสามารถส่งออกข้อมูลได้ตามต้องการ

2.สามารถเรียกดูข้อมูลได้แบบเรียลไทม์แสดงข้อมูลตามเวลาจริงตาม GIS

3.การส่งฐานข้อมูลได้ในระยะไกล

4.การตรวจสอบระยะไกล PLC และดาวน์โหลดโปรแกรมระยะไกล

5.มีแอพพลิเคชั่นรอบรับทั้ง Android และ iOS และการเรียกข้อมูลดูเดสก์ท็อปผ่าน V- BOX.NET

6.การเข้าถึง OPC ส่วนติดต่อนักพัฒนา HTTP สามารถทำได้ง่าย

7.การรับข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม (RS232 / RS485 / Ethernet) จากอุปกรณ์ควบคุม

8.สนับสนุนโปรโตคอลการสื่อสารของ PLC และตัวควบคุมแบรนด์หลักทั้งหมด

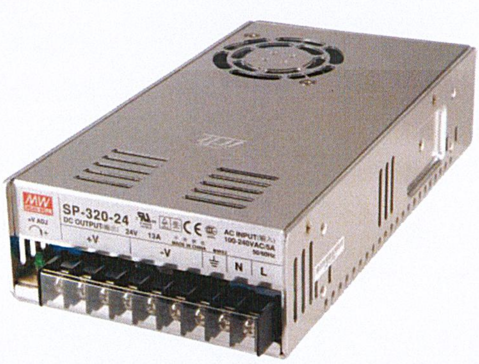
9.เชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มคลาวด์ผ่าน Ethernet / WIFI

แสดงดังรูป 2.30

รูปที่ 2.30 iot gateway V-BOX รุ่น S-00

2.7) ความหมายของ สวิทชิ่ง (Power Supply)

Power Supply แหล่งจ่ายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แหล่งจ่ายไฟในอดีตนั้น จะเริ่มจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบเชิงเส้น ซึ่งแหล่งจ่ายไฟชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่ โดยมีการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าที่ความถี่สาย (line frequency) ให้ได้แรงดันไฟฟ้าในระดับที่ต้องการก่อน จากนั้นจะแปลงผ่านวงจรเรียงกระแสไปยังโหลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จนกระทั่งปลายปี 1960 มีความต้องการใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับงานการบินอวกาศ จึงมีการพัฒนาและประยุกต์จนเกิดเป็นแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง (Switched mode) ขึ้น แสดงดังรูป 2.31



รูปที่ 2.31 ภาพแสดงลักษณะภายนอกแหล่งจ่ายไฟ**ของ Power Supply**

จากที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลังแบบเชิงเส้นนั้นมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักที่มากทำให้ไม่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารชนิดพกพาต่าง ๆ ได้ จึงเป็นผลให้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบเชิงเส้นถูกแทนที่ด้วยแหล่งจ่ายกำลังสวิตซิ่งและเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน นอกเหนือจากปัจจัยเรื่องของน้ำหนักและขนาดแล้ว ยังมีเรื่องของความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าของแต่ละประเทศนั้น จะมีระดับแรงดันที่ไม่เท่ากัน เช่น 100VAC 220VAC รวมถึงความถี่ที่ใช้เช่น 60Hz 50Hz ซึ่งในประเทศไทยเราใช้อยู่ที่ 220VAC 50Hz ดังนั้น ถ้าเป็นผู้ผลิตภาคจ่ายไฟ ย่อมอยากจะออกแบบภาคจ่ายไฟครั้งเดียวให้รองรับการใช้งานได้ทั่วโลก ซึ่งคุณสมบัติอย่างหนึ่งของภาคจ่ายไฟแบบสวิตซิ่งนั้น คือการรองรับย่านแรงดันอินพุตได้กว้าง เช่น 100-240VAC 50/60Hz ซึ่งทำให้ใช้งานได้ดีในกรณีที่แรงดันอินพุต หรือในระบบไม่นิ่ง ซึ่งจะยังคงรักษาระดับแรงดันขาออกได้คงที่

สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

Switching Power Supply หรืออาจเรียกกันในชื่อของ Switch Mode Power Supplies (SMPS) เป็นอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่งและสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟสลับค่าสูงเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำได้ ในชีวิตประจำวัน สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก ตัวอย่างพวกเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ เครื่องโทรสารและอีกต่าง ๆ มากมายก็ล้วนแล้วแต่ใช้สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายในการจ่ายไฟแทบทั้งสิ้น

2.7.1) สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายที่เลือกมาใช้ในการทดลอง

เลือกใช้ยี่ห้อ Meanwell รุ่น LRS-35-24 - 240 VAC, 24VDC, 1.5A

รายละเอียดอุปกรณ์

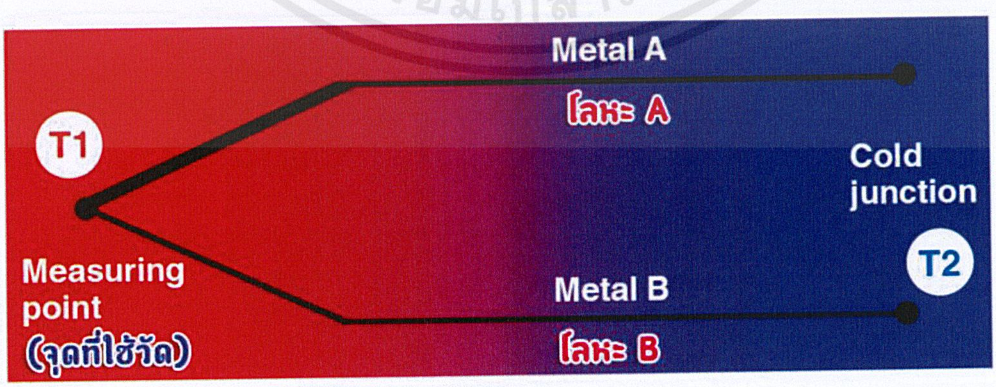
- Switching Power Supply ขนาด 35 วัตต์
- มีแรงดัน DC ให้เลือก คือ 5V, 12V, 15V, 24V, 36V, 48V
- 24 VDC เอาต์พุต
- ทนต่อการทดสอบการสั่นสะเทือน 5 G
- อุณหภูมิในการทำงานสูงถึง 70 องศา
- มีการป้องกัน การลัดวงจร กระแสเกิน แรงดันไฟฟ้าเกิน
- ระบายความร้อนด้วยอากาศ
- มีระบบไฟ LED บอกสถานะขณะเปิด
- รองรับมาตรฐาน IEC / EN60335-1 (PD3) และ IEC / EN61558-1

แสดงดังรูป 2.32

รูปที่ 2.32 **Power Supply** Meanwell รุ่น LRS-35-24

2.8) ความหมายของหัววัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) คืออะไร? เทอร์โมคัปเปิล คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ หรือเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความร้อน หรืออุณหภูมิให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) Thermocouple ประกอบด้วย ลวดโลหะตัวนำ 2 ชนิดที่แตกต่างกันทางโครงสร้างของอะตอม นำมาเชื่อมปลายทั้ง 2 เข้าด้วยกัน โดยเรียกปลายนี้ว่า Measuring point หรือ Hot junction (T1) (จุดวัดอุณหภูมิ) ซึ่งเป็นจุดที่ใช้วัดอุณหภูมิ และจะมีปลายอีกข้างหนึ่งของลวดโลหะปล่อยว่าง ซึ่งเรียกว่า Cold junction (T2) (จุดอ้างอิง) ดังภาพประกอบด้านล่าง ซึ่งหากจุดวัดอุณหภูมิ และจุดอ้างอิง มีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบในปี ค.ศ.1821 โดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน แสดงดังรูป 2.34

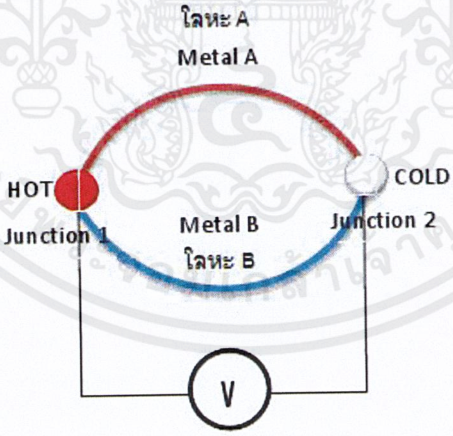


รูปที่ 2.33 การต่อลวดโลหะ A และลวดโลหะ B ของเทอร์โมคัปเปิล

2.8.1) หลักการทำงานของเทอร์โมคัปเปิล และประวัติความเป็นมา

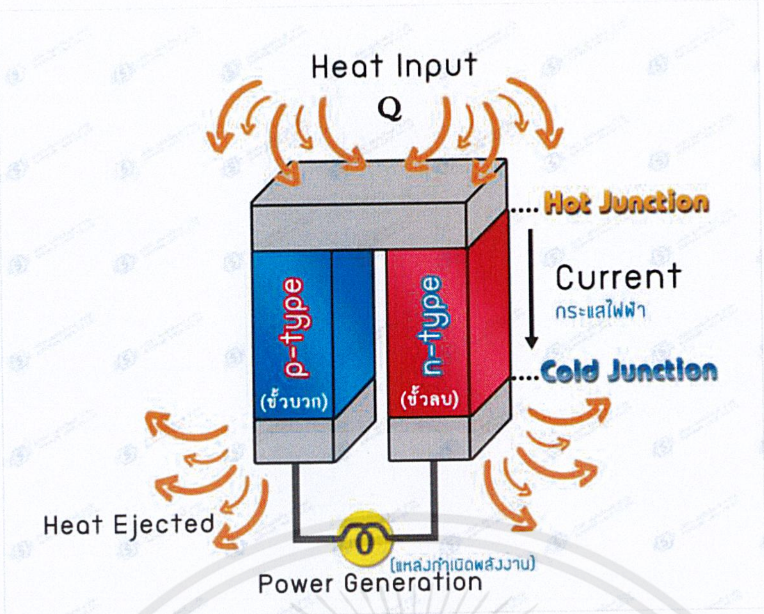
เทอร์โมคัปเปิลทำงานโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของโลหะ 2 ชนิดที่ว่า เมื่อปลายลวดโลหะหรือโลหะผสม 2 ชิ้นที่ไม่เหมือนกันเชื่อมติดกัน ถ้าอุณหภูมิที่ปลายลวดด้านที่เชื่อมกัน แตกต่างกับปลายลวดด้านที่เหลือ จะเกิดความต่างศักดิ์ มีหน่วยเป็น ไมโครโวลท์ (µV) หรือ มิลลิโวลท์ (mV) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck Effect ตามชื่อ Mr. Thomas Johann Seebeck ซึ่งเป็นผู้ค้นพบปรากฏการณ์นี้ โดยลวดโลหะที่กล่าวถึงก็คือ <u>เทอร์โมคัปเปิล</u> หรือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมินั่นเอง แสดงดังรูป 2.33

รูปที่ 2.34 ภาพของ Mr.Thomasu Johann Seebeck
นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันผู้ค้นพบ Seebeck Effect ในปี ค.ศ.1821



รูปที่ 2.35 ปรากฏการณ์ซีเบค "Seebeck Effect"

ระบบย้อนกลับของ Seebeck Effect แสดงดังรูป 2.35 คือ เมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าไปในวงจรเทอร์โมคัปเปิล จะได้อุณหภูมิที่เย็นที่ cold junction และร้อนที่ hot junction เรียกผลแบบนี้ว่า “Peltier Effect” แสดงดังรูป 2.33

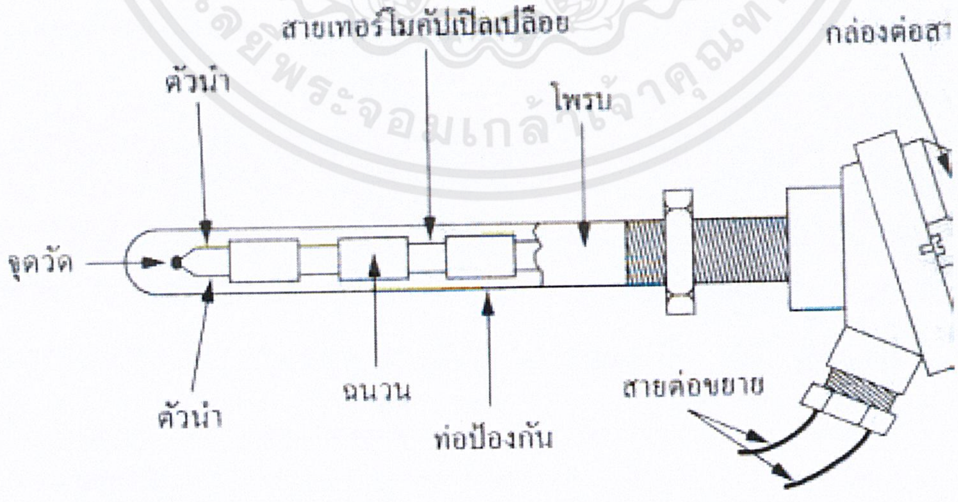


รูปที่ 2.36 รูปปรากฏการณ์ เพลเทียร์ "Peltier Effect"

2.8.2) คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิล แบบมาตรฐาน (Characteristic of Standard Thermocouples)

เทอร์โมคัปเปิล มีคุณสมบัติพื้นฐานที่ ควรนำมาพิจารณาว่าเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) นั้น ๆ ดีหรือไม่อย่างไร โดยมี 5 คุณสมบัติเบื้องต้นที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

1.ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้วงจรปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง



รูปที่ 2.37 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

2.โครงสร้าง (Construction) โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณดังรูปที่5 โดยต้องมีลักษณะดังนี้คือ: มีความต้านทานต่ำ ให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากแสตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งเยอรมันเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอโมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (Peltier element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่าง และมีขนาดจาก #10 ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่ จนถึงขนาด # 30 หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์(microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา แสดงดังรูป 2.37

3.ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิล แต่ละตัวจะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนด ในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิจะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

4.เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับประเภทของเทอร์โมคัปเปิล เช่น ประเภทกราวด์ (Grounded Thermocouple) จะมีเวลาตอบสนองรวดเร็วกว่าประเภท Ungrounded Thermocouple

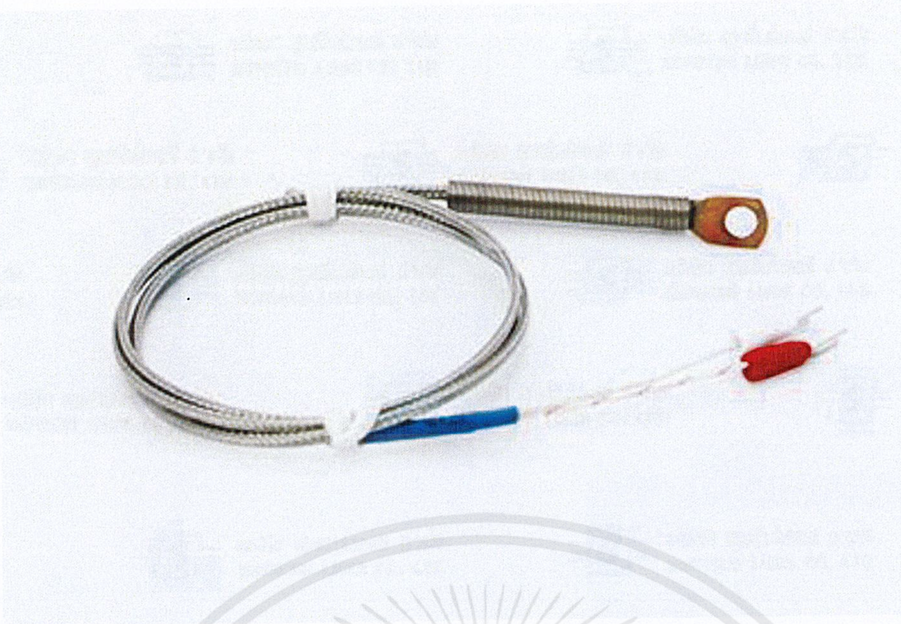
5.การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

2.8.3) หัววัดเทอร์โมคัปเปิลที่เลือกใช้ในการทดลอง

เทอร์โมคัปเปิล THERMOCOUPLE รุ่น TJS/116 มีคุณลักษณะดังนี้

- เป็นหัววัดอุณหภูมิ ที่ใช้ต่อเข้ากับเครื่องวัดควบคุมอุณหภูมิ แสดงค่าอุณหภูมิจริงที่วัดได้ แสดงผลเป็นตัวเลข
- ลักษณะการใช้งาน : แบบหางปลากลมใช้ขันยึดติดกับชิ้นงาน
- ชนิดของหัววัด : Type J
- อุณหภูมิการใช้งาน : 400°C
- ขนาดของรูหางปลา : 6.5 มม.,แบบออกสาย

แสดงดังรูป 2.38



รูปที่ 2.38 เทอร์โมคัปเปิล THERMOCOUPLE รุ่น TJS/116

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือตรวจสอบมอเตอร์ในรูปแบบปัจจุบันพบว่าเครื่องมือโดยทั่วไปจะเป็นเครื่องมือเฉพาะทาง เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ (infrared thermometer) หรือ เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า (Meter) ต่าง ๆ ทั้งหมดล้วนเป็นอุปกรณ์ออฟไลน์ และสามารถดูค่าต่าง ๆ ผ่านหน้าจอมอนิเตอร์ของเครื่องมือวัดเท่านั้น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัย คือ สามารถควบคุมการทำงานและดูการทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำได้จากระยะไกล ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการศึกษา การออกแบบ รวมถึงวิธีการทำงานและขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของระบบโดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1) แนะนำบริษัทในการดำเนินงานโครงการสหกิจ

3.2) ศึกษาขั้นตอนการประกอบชุดระบบทดลอง

3.3) ออกแบบวงจร PLC เพื่อควบคุมการทำงาน

3.4) ขั้นตอนการเริ่มต้นใช้งาน อุปกรณ์ IoT gateway (V-BOX)

3. 5) ขั้นตอนการเพิ่มชุดคำสั่งข้อมูลไปยัง (V-BOX)

3.6) ขั้นตอนการออกแบบหน้าต่างการทำงานของระบบ ผ่านเว็บบราวเซอร์ (V-box.net)

3.7) ขั้นตอนการใช้งาน Application V-BOX ผ่าน Smartphone

3.8) ต้นทุนในการสร้างระบบตรวจสอบและวัดประสิทธิภาพมอเตอร์

3.1 แนะนำบริษัทในการดำเนินงานโครงการสหกิจ

บริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด เป็นบริษัทที่ทำงานเกี่ยวกับงานด้านออโตเมชั่น ผู้ผลิตและจำหน่าย Hot runner , Smart automation , Smart home automation , Energy saving system สินค้าของไทย และยังเป็น Partner ร่วมกันกับผู้ผลิตอุปกรณ์สำหรับงานออโตเมชั่นที่ประเทศจีนแบรนด์ WECON ทั้งนี้บริษัท เอสเอ็มเค ออโตเมชั่น จำกัด ยังเป็นผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของ WECON ในประเทศไทย

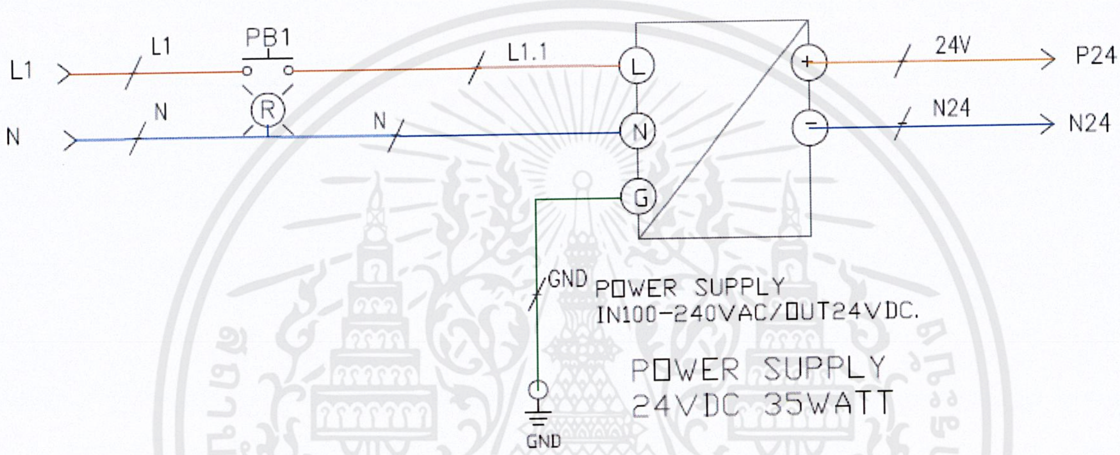
3.2 ศึกษาขั้นตอนการประกอบชุดระบบทดลอง

3.2.1 การต่อวงจร Power supply มีขั้นตอนดังนี้

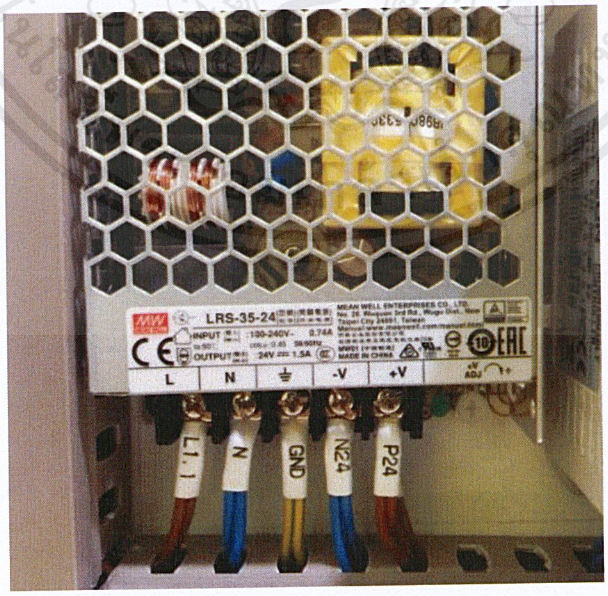
ขั้นตอนที่ 1. แปลงกระแสไฟจาก 220 VAC ให้เป็น 24 VDC โดยใช้ Power supplyเป็นตัวแปลงกระแสไฟ ตาม แสดงรูปที่ 3.1

ขั้นตอนที่ 2. การเชื่อมต่อเริ่มจากนำขั้วไฟ L1 และ N จากแหล่งจ่าย 220 VAC เชื่อม ต่อไปที่ขั้ว L และ N ที่ Power supply โดยสัญลักษณ์ L1.1 แสดงรูปที่ 3.1

ขั้นตอนที่ 3. เชื่อมต่อขั้วไฟ N24 และ P24 จาก Power supply ออกไปภายนอก แสดงดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 วงจร Power supply



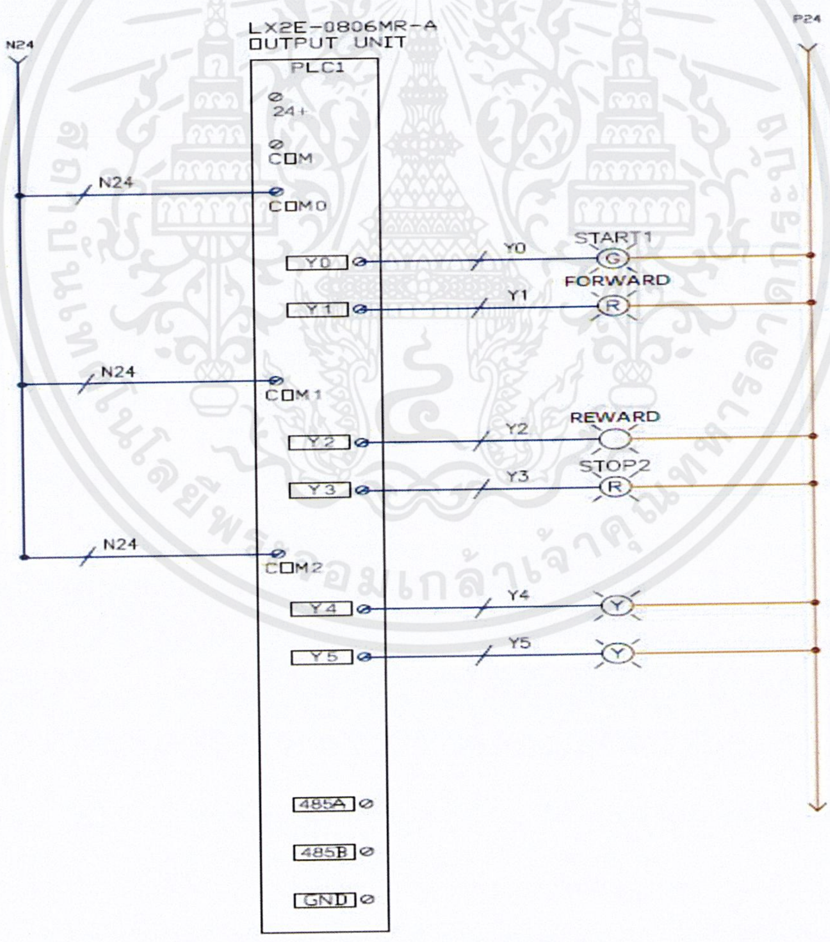
รูปที่ 3.2 Power supply รุ่น LRS-35-24

3.2.2 การต่อวงจร PLC 8 IN 6 OUT มีขั้นตอนดังนี้

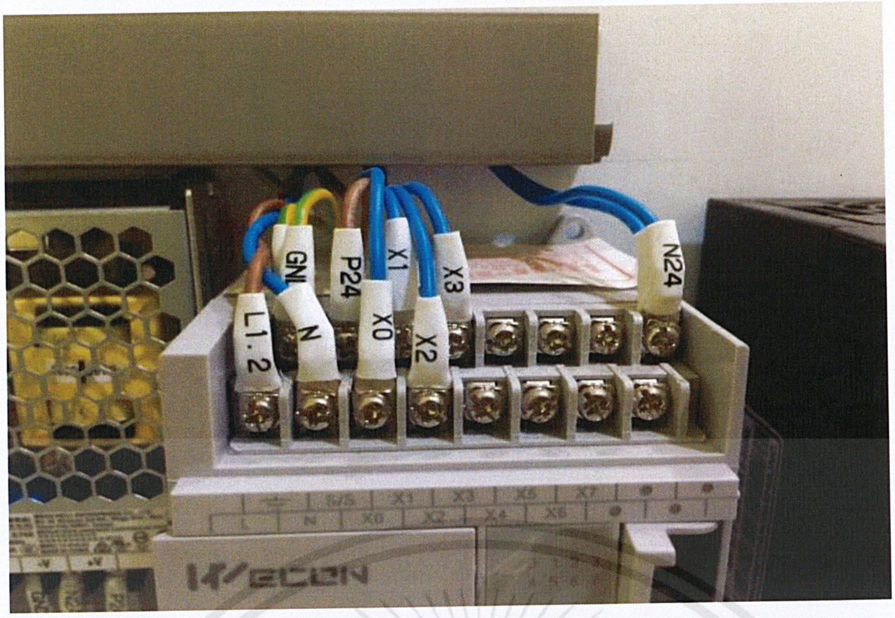
ขั้นตอนที่ 1. เชื่อมต่อขั้วไฟ L1.1 และ N จาก Power supply ไปหา ขั้ว L และ N ที่ PLC แสดงรูปที่ 3.4 , ต่อขั้ว L เข้าขั้ว R และขั้ว N เข้าขั้ว S ที่อินเวอร์เตอร์ แสดงรูปที่ 3.8 และที่ขั้วสวิตซ์ไฟที่ใช้ในการทดลอง แสดงรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.7 เพื่อจ่ายกระแสไฟให้อุปกรณ์ทุกตัวทำงาน

ขั้นตอนที่ 2. เชื่อมต่อขั้ว P24 และ N24 จาก Power supply ไปที่อุปกรณ์ โดยนำ P24 ต่อที่ขั้วS/S ที่ PLC, ที่ขั้ว (+) ของ V-BOX , ที่ขั้ว (+) ของสวิตซ์ไฟ จากนั้นนำขั้ว N24 จาก Power supply ต่อไปเข้าไปที่ COM0, COM1, COM2 ของ PLC และต่อเข้าขั้ว (-) ลบที่ V-BOX และสวิตซ์ไฟ

ขั้นตอนที่ 3. เชื่อมต่อจุด input โดยใช้สัญลักษณ์ (X) และ output โดยใช้สัญลักษณ์ (Y) เพื่อใช้ในการให้ PLC ใช้คำสั่งในการควบคุม จากนั้นทำการต่อ XO จาก PLC เข้าไปที่สวิตซ์ไฟสีเขียวตัวที่หนึ่ง เพื่อจำลองให้สวิตซ์ไฟตัวที่หนึ่ง เป็นปุ่ม START และ ต่อ X3 เข้าไปที่สวิตซ์ไฟตัวที่สองสีแดงเพื่อจำลองให้สวิตซ์ไฟตัวที่สอง เป็นปุ่ม STOP และทำการต่อ Y0 ไปยังหลอดไฟสีเขียวดวงที่หนึ่ง เพื่อแสดงสถานะ START และ ต่อ Y3 ไปยังหลอดไฟดวงที่สอง เพื่อแสดงสถานะ STOP แสดงรูปที่ 3.3



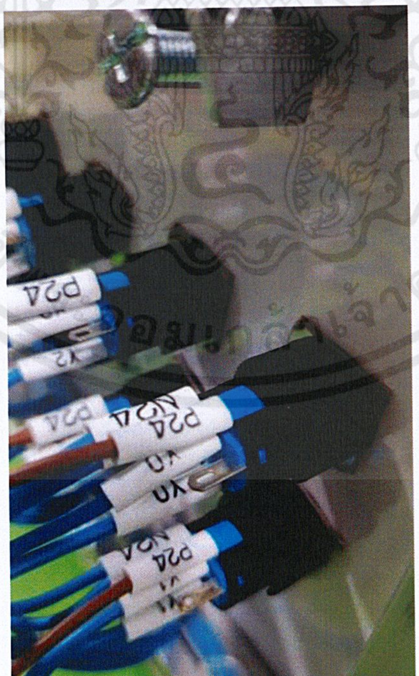
รูปที่ 3.3 วงจร PLC 8 IN 6 OUT



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งการต่อขั้วไฟที่ PLC

รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการต่อขั้วไฟ P24 และ N24 ไปที่ V-BOX

รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการต่อขั้วไฟ L และ N เพื่อจ่ายกระแสเข้าอินเวอร์เตอร์



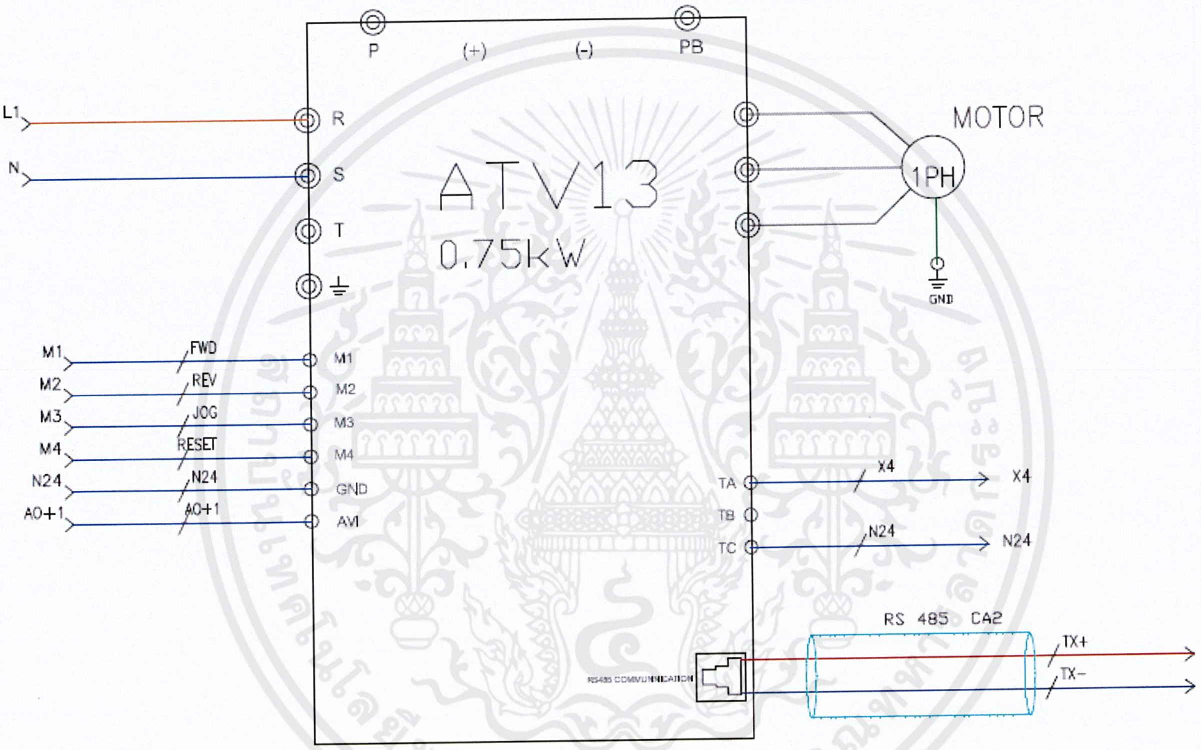
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการต่อขั้วไฟไปหาสวิตช์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.3 การเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ มีขั้นตอนดังนี้

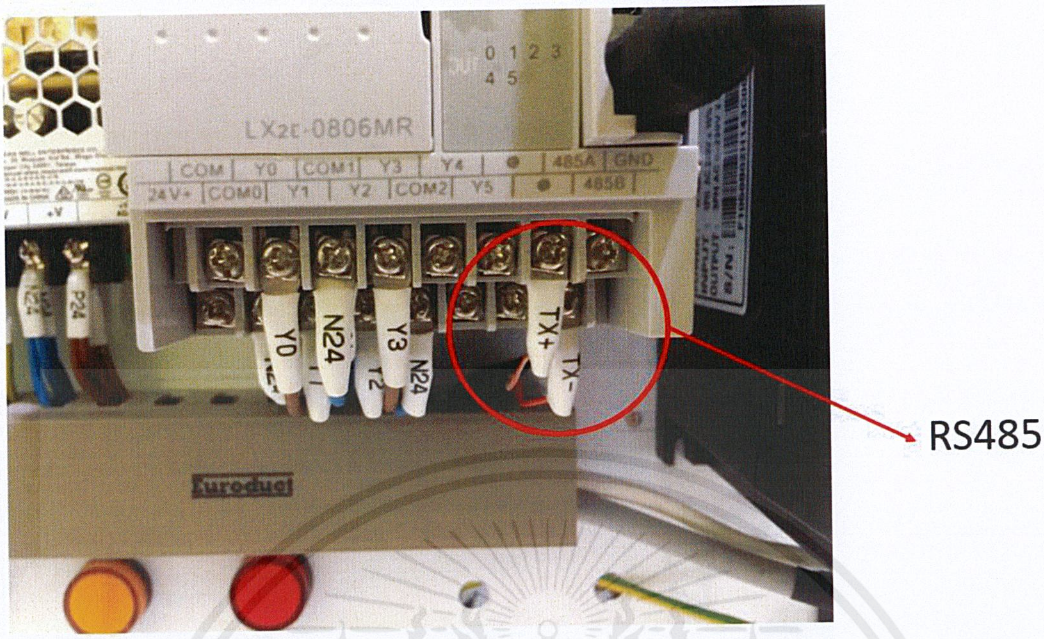
ขั้นตอนที่ 1. เชื่อมต่อสาย RS 485 โดยใช้สัญลักษณ์ (TX+และTX-) เริ่มจาก PLC ต่อขั้ว TX+ ไป 485A และ TX- ไป 485B แสดงรูปที่ 3.9 จากนั้นต่อสายไฟ TX+และ TX- ไปยังอินเวอร์เตอร์ที่ขั้ว 1 และ 2 ที่อินเวอร์เตอร์ แสดงรูปที่ 3.8

ขั้นตอนที่ 2. เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่าง V-BOX และ PLC ด้วยสาย RS422 แสดงรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11

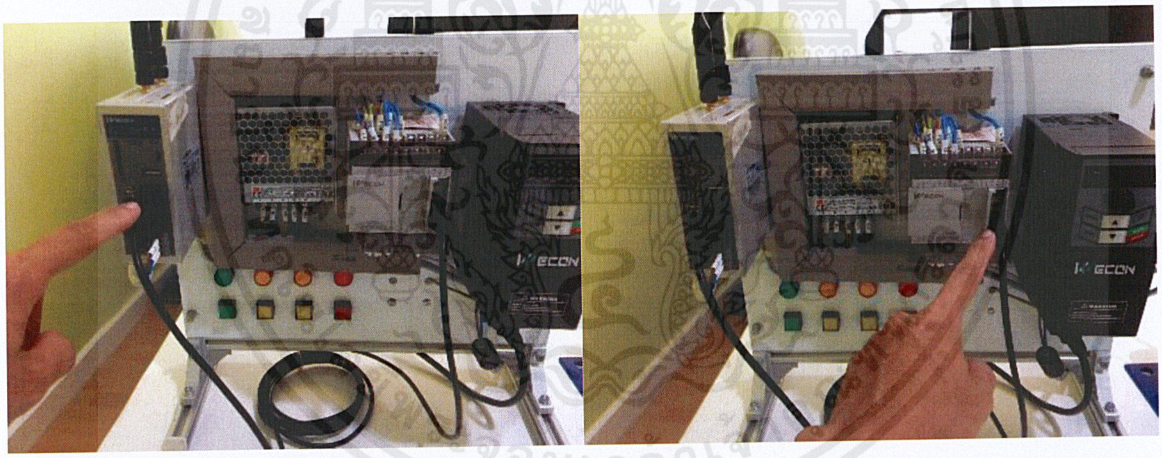
ขั้นตอนที่ 3. เชื่อมต่อหัววัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิล เข้ากับ โมดูลอนาล็อกที่ได้นำไปติดตั้งไว้กับ PLC ที่จุด L2+ และ L2- แสดงรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13



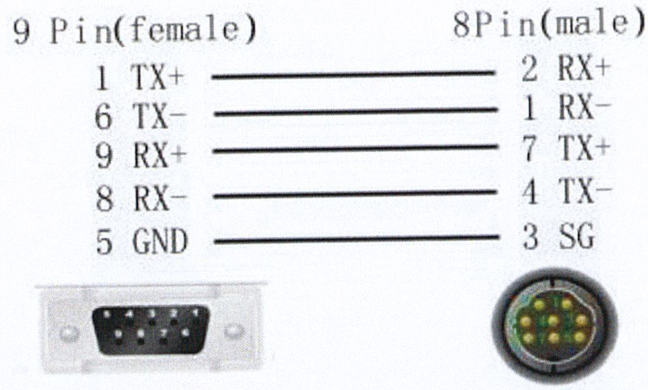
รูปที่ 3.8 วงจร อินเวอร์เตอร์ WECON รุ่น ATV13-2SR4GH-NP



รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งจุดเชื่อมต่อ RS485 ที่ PLC



รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่าง V-BOX และ PLC ด้วยสาย RS422

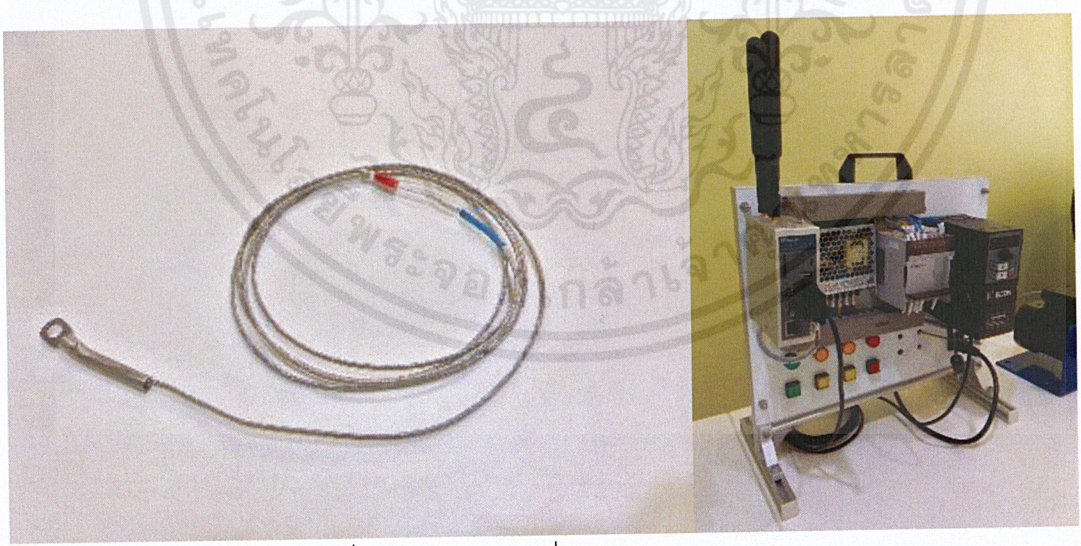


HMI Pin definition:

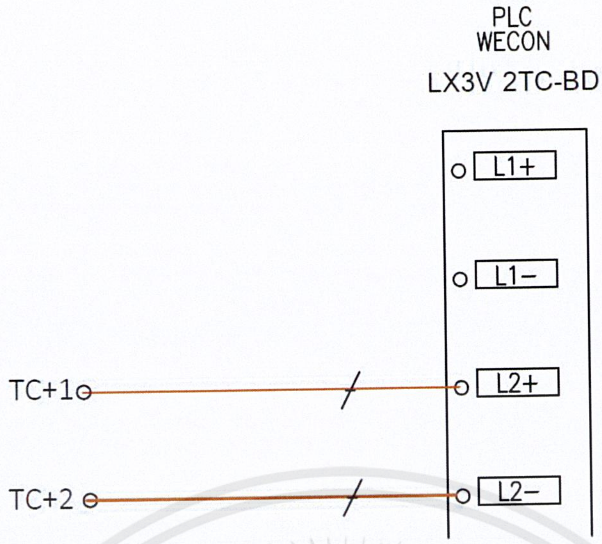
COM1 PIN Definition

PIN	Definition	PIN	Definition
1	RS422 TX+ (RS485+)	2	RS232 RXD
3	RS232 TXD	5	GND
6	RS422 TX- (RS485-)	8	RS422 RX-
9	RS422 RX+		

รูปที่ 3.11 วงจรภายในสาย RS422



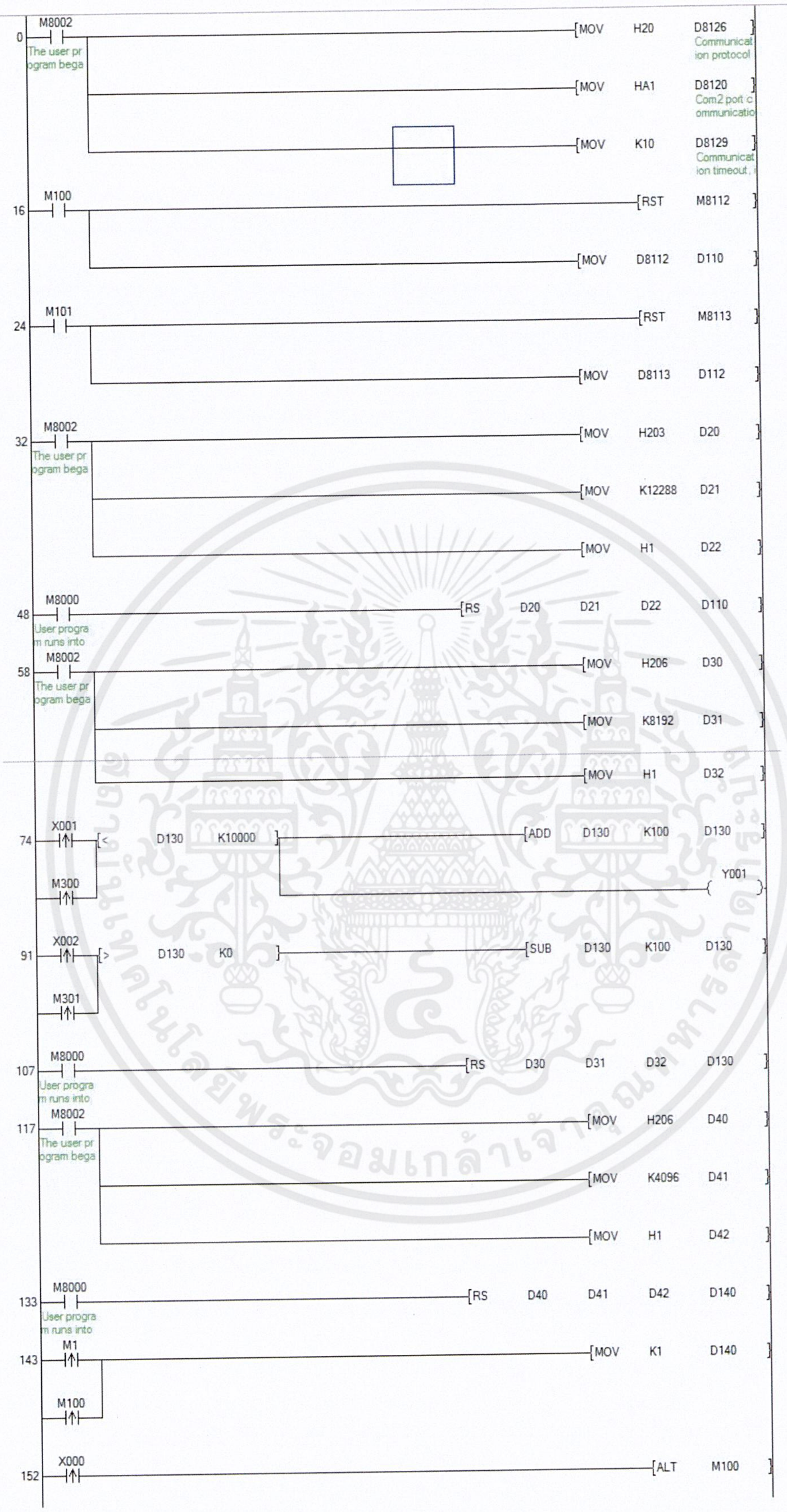
รูปที่ 3.12 แสดงการเชื่อมต่อหัววัดอุณหภูมิ



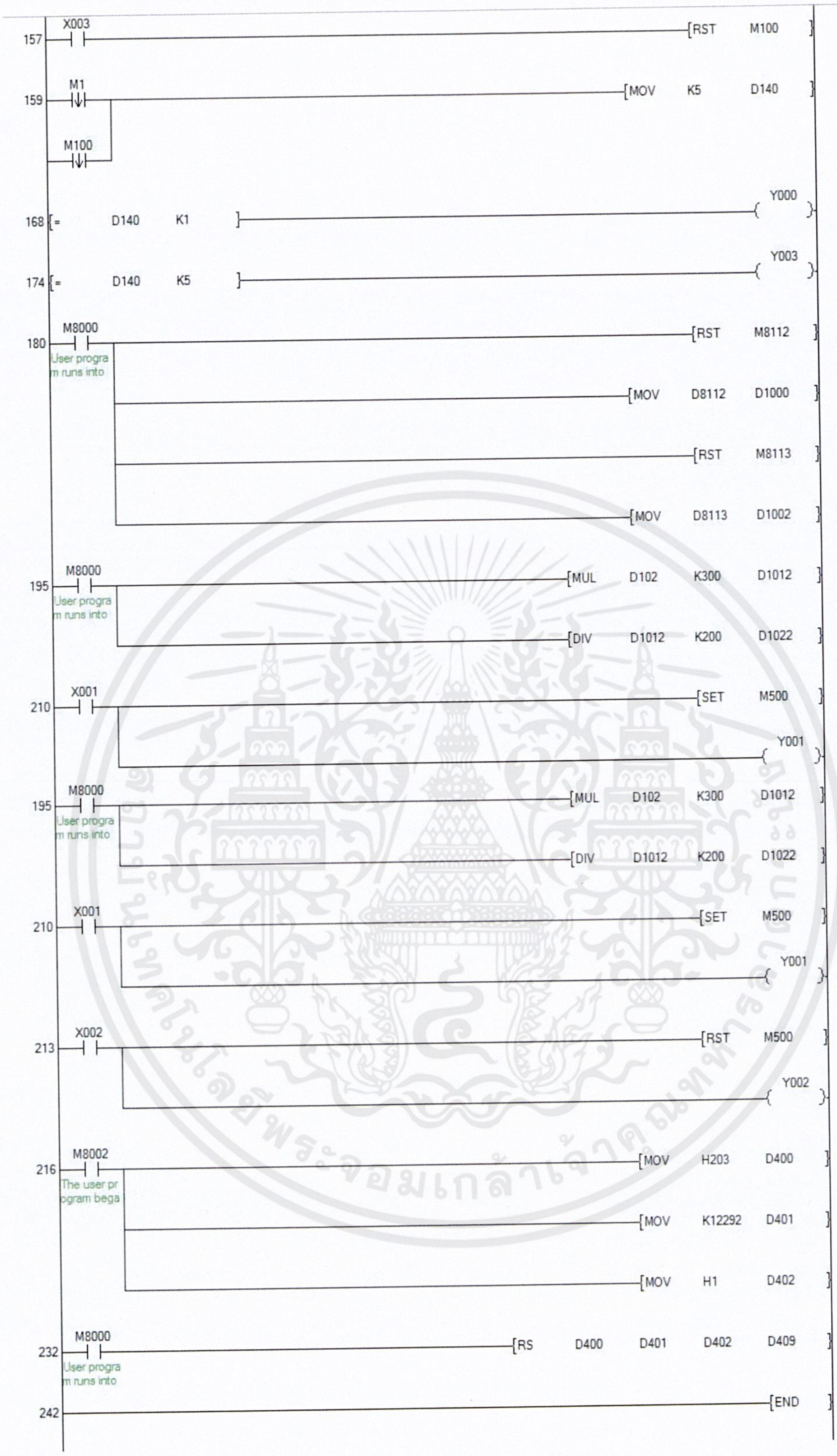
รูปที่ 3.13 วงจรไฟฟ้าโมดูลอนาล็อก WECON รุ่น LX3V-2TC-BD

3.3 ออกแบบวงจร PLC เพื่อควบคุมการทำงาน

การเขียน Ladder Diagram สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เพื่อให้ระบบทำงานอัตโนมัติ และสอดคล้องกับเป้าหมายที่วางไว้ โดยที่การสร้างสวิตช์การใช้งานหลักขึ้นมาสี่ตัว สวิตช์ตัวที่หนึ่งสีเขียวกำหนดให้เป็นเป็นปุ่ม START (X0) และสั่งงานให้ไปโชว์ไฟสถานะที่ (Y0) เมื่อ (X0) มีการทำงาน สวิตช์ตัวที่สองสีเหลืองกำหนดให้เป็นปุ่มสำหรับ Forward ปุ่มทำงานย้อนกลับหรือการปรับลด เพื่อใช้ในการควบคุมควบเร็วรอบใช้สัญลักษณ์ (X1) และสั่งงานให้ไปโชว์ไฟสถานะที่ (Y1) เมื่อ (X1) มีการทำงาน สวิตช์ตัวที่สามสีเหลืองกำหนดให้เป็นปุ่ม Reward หรือปุ่มปรับเพิ่ม เพื่อใช้ในการควบคุมควบเร็วรอบใช้สัญลักษณ์ (X2) และสั่งงานให้ไปโชว์ไฟสถานะที่ (Y2) เมื่อ (X2) มีการทำงาน และสวิตช์ตัวที่สี่สีเขียวกำหนดให้เป็นปุ่ม STOP (X4) และสั่งงานให้ไปโชว์ไฟสถานะที่ (Y4) เมื่อ (X4) ทั้งนี้ระบบจะใช้สวิตช์และไฟสถานะ เป็นในส่วนของระบบ Manual เพื่อให้เห็นถึงระบบการทำงานเบื้องต้นของชุดคำสั่งการควบคุม ในระหว่างการใช้งาน มีการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.14 (1) และ รูปที่ 3.14 (2)



รูปที่ 3.14 Ladder Diagram ของอุปกรณ์ PLC (1)



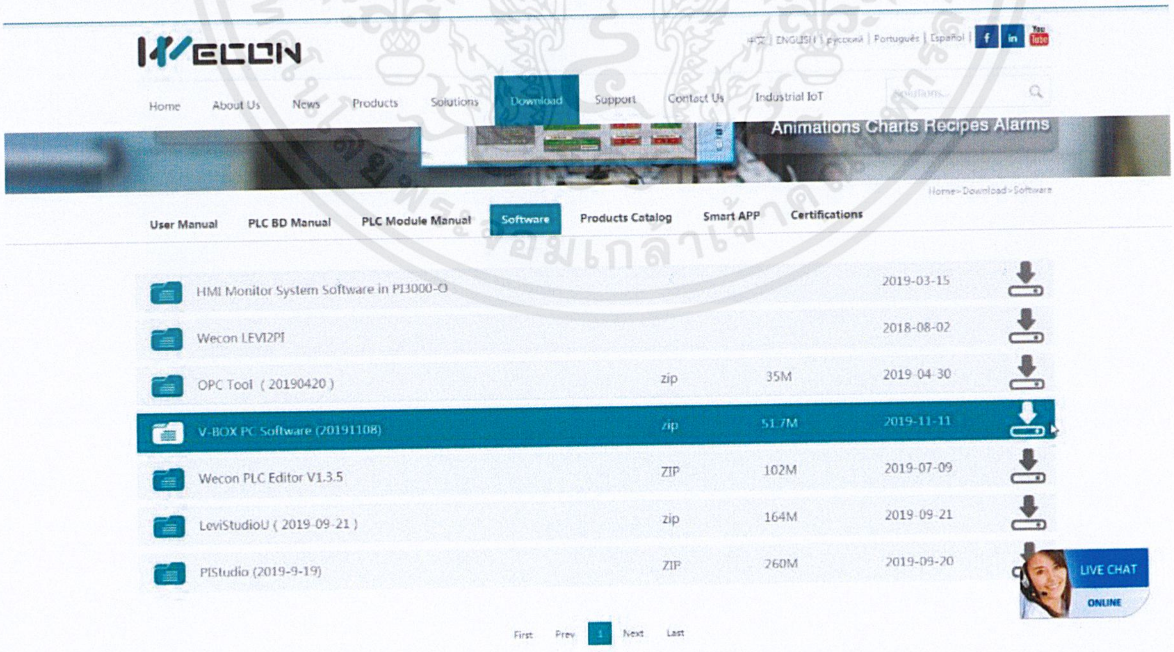
รูปที่ 3.14 Ladder Diagram ของอุปกรณ์ PLC (2)

3.4 การเริ่มต้นใช้งาน อุปกรณ์ IoT gateway (V-BOX)

3.4.1 เริ่มต้นสมัครใช้งาน Application V-BOX มีขั้นตอนดังนี้

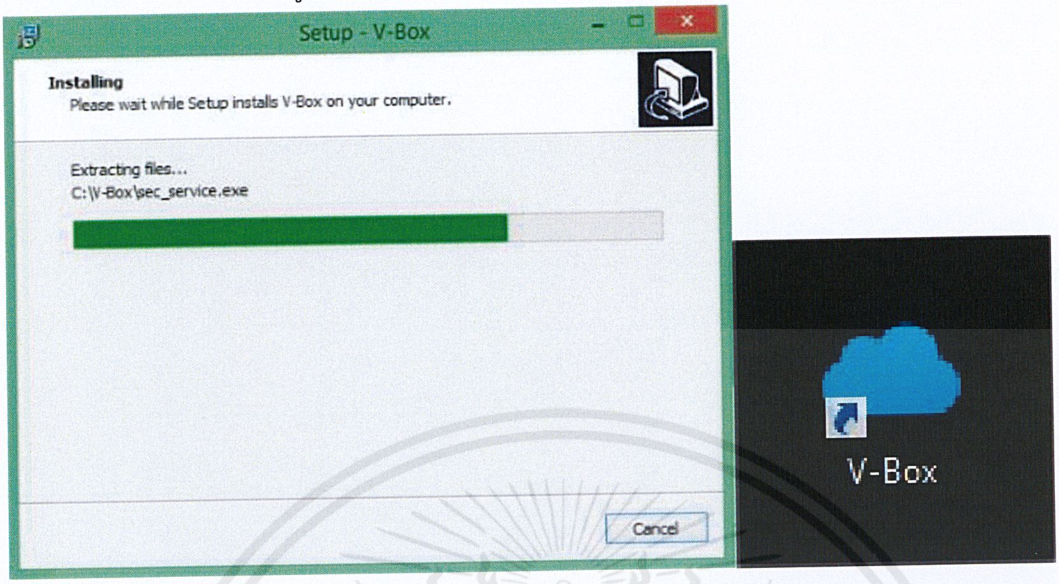
ขั้นตอนที่ 1. เข้าเว็บไซต์ WECON Technology Co., Ltd. จากนั้น Download ซอฟต์แวร์ V-BOX PC Software (20191108) แสดงดังรูปที่ 3.14 และ รูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 เว็ปไซต์ Download ซอฟต์แวร์ V-BOX



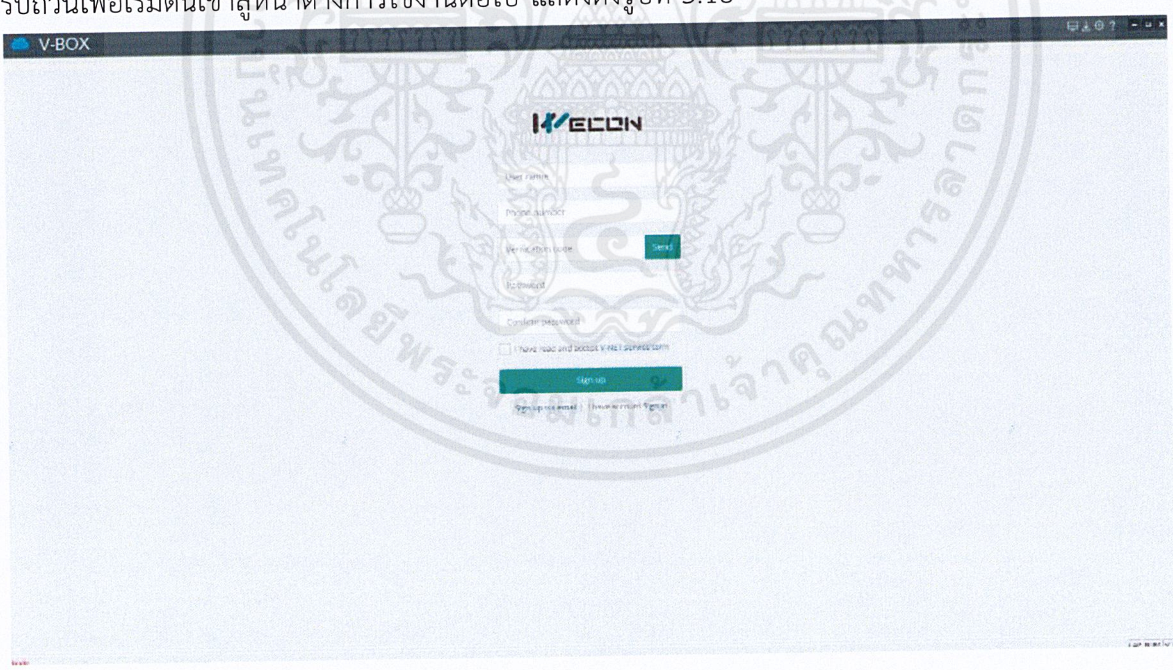
รูปที่ 3.16 ซอฟต์แวร์ V-BOX PC Software (20191108)

ขั้นตอนที่ 2. หลังจากได้ไฟล์ V-BOX เริ่มทำการติดตั้งโปรแกรมลงใน Computer เสร็จแล้วจะได้โปรแกรม V-BOX แสดงดัง แสดงรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงรูปโปรแกรม V-BOX

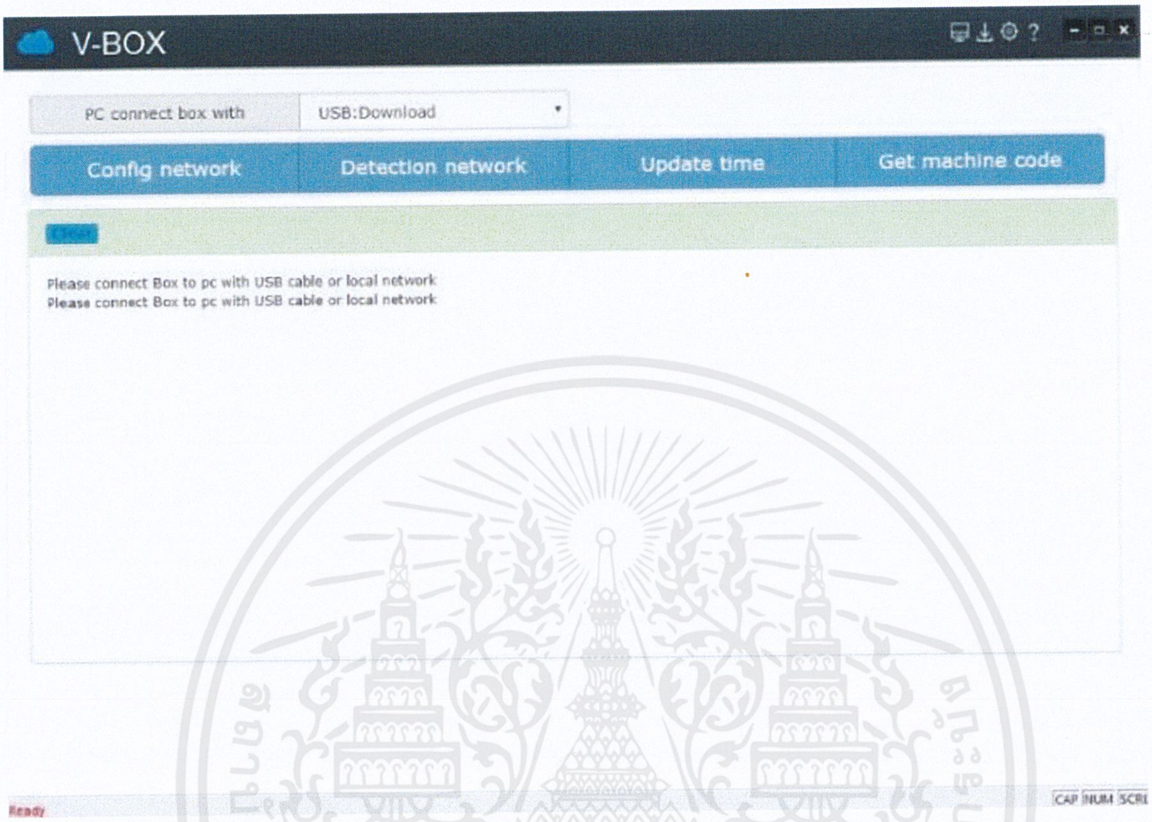
ขั้นตอนที่ 3. เปิดโปรแกรม V-BOX จะขึ้นหน้าต่าง ให้สมัครเข้าใช้งาน ทำการกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนเพื่อเริ่มต้นเข้าสู่หน้าต่างการใช้งานต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 หน้าต่างแสดงการสมัครใช้งาน V-BOX

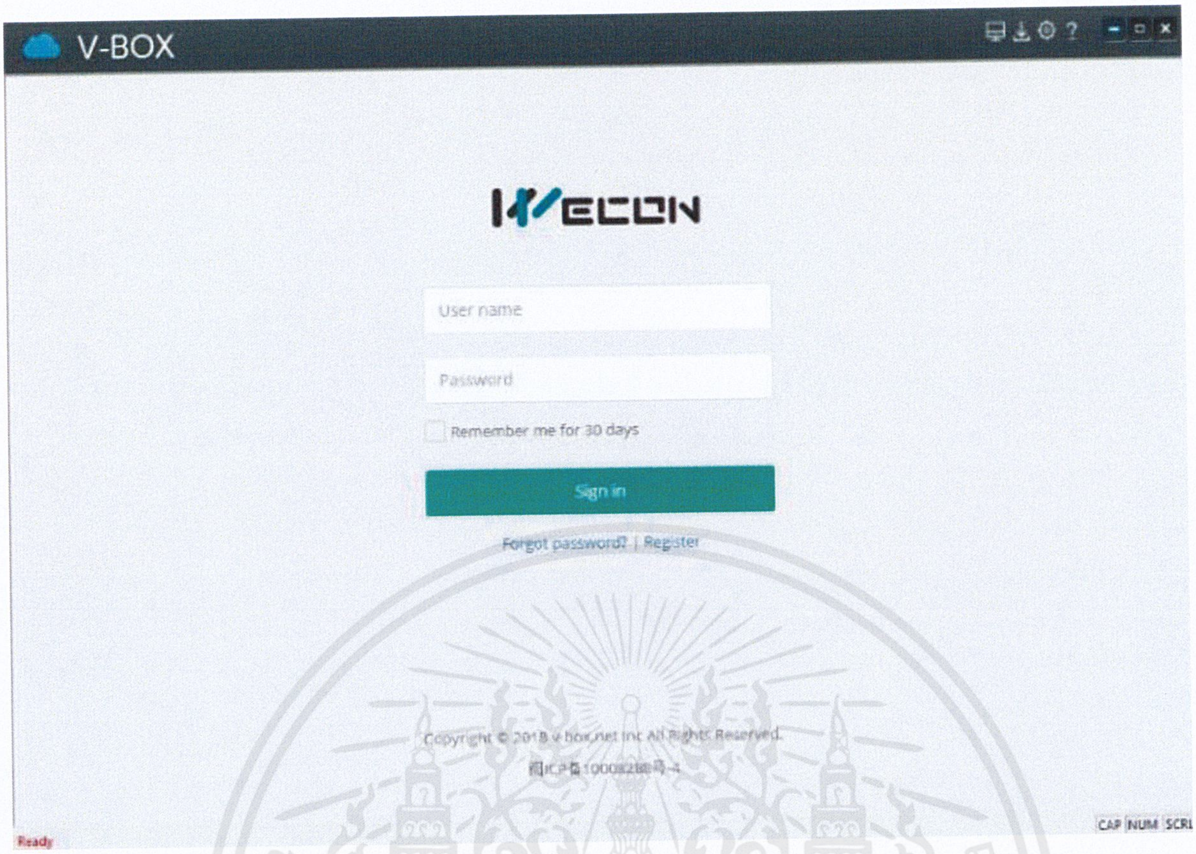
ขั้นตอนที่ 4. ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ V-BOX กับ Computer คลิกที่ มุมบนขวามือ แล้วทำการเชื่อมต่อด้วยสาย Micro USB เพื่อเชื่อมต่อสัญญาน WIFI ให้แก่V-BOX จากนั้นเริ่มต้น Config network Detection network ⟶ Update time ⟶ Get machine code ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3.19

จากนั้นทำการ Copy Serial number ที่ได้จากหน้าต่าง Get machine code เพื่อนำไปใช้ในการ Add V-BOX เข้าระบบ Cloud Server



รูปที่ 3.19 หน้าต่างแสดงการเชื่อมต่อสัญญาณ WIFI ให้แก่ V-BOX

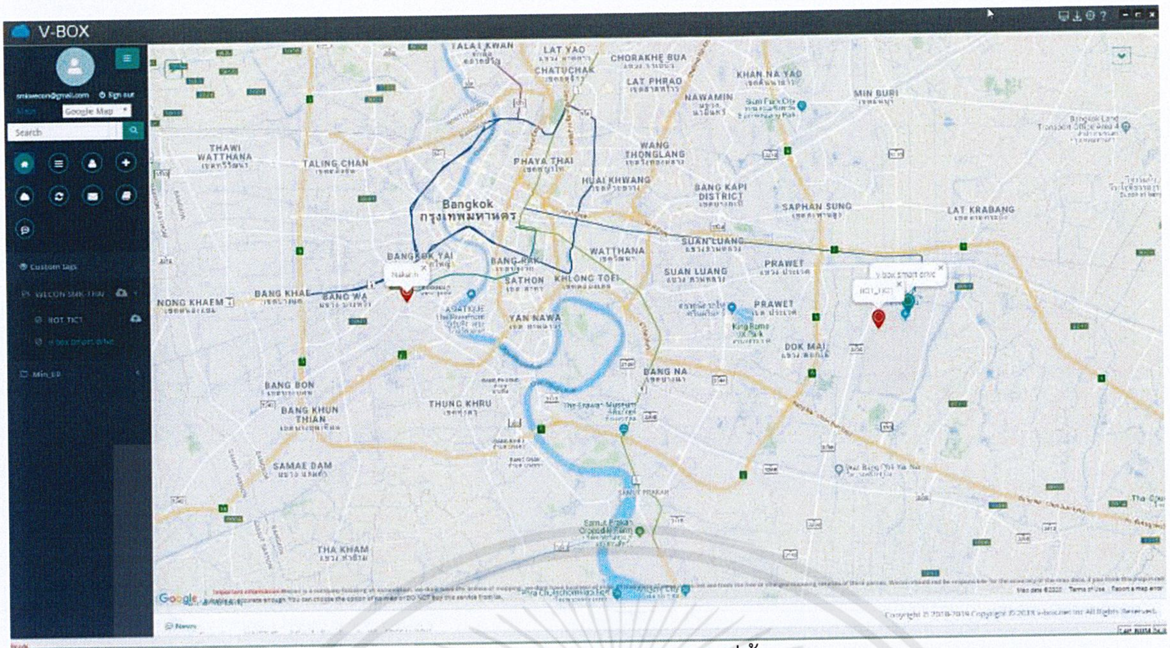
ขั้นตอนที่ 5. คลิกที่ มุมบนขวามือเพื่อป้อนรหัส Login ที่ได้ทำการสมัครไว้ตอนแรกเพื่อเริ่มต้นเข้าสู่หน้าต่างการทำงานของ V-BOX แสดงดังรูปที่ 3.20



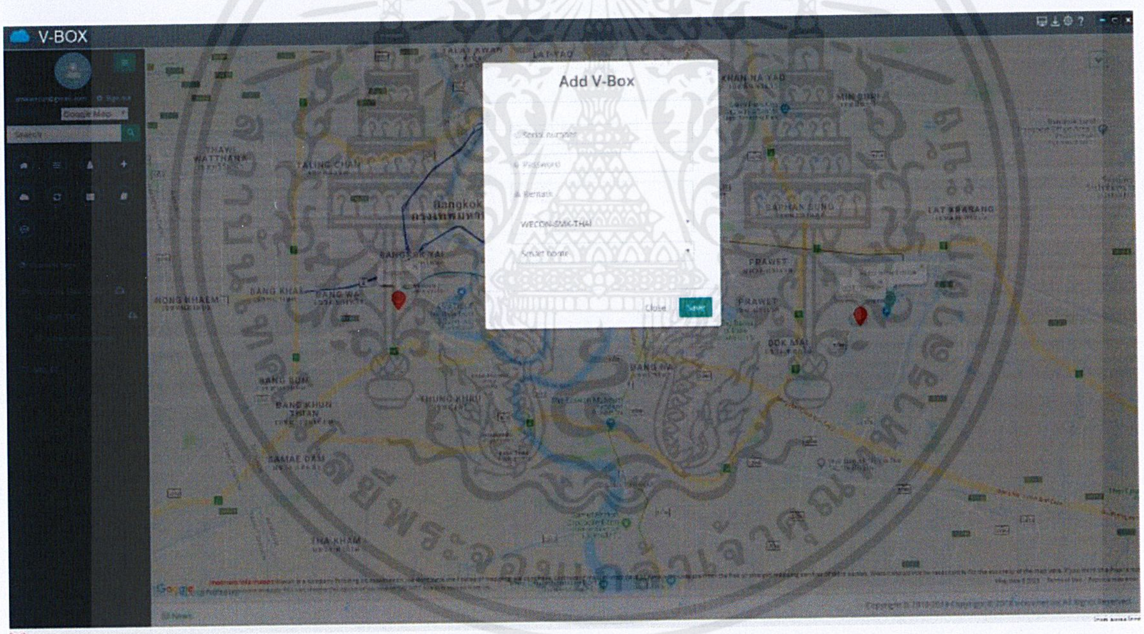
รูปที่ 3.20 หน้าต่างเริ่มต้นทำงานของซอฟต์แวร์ V-BOX

3.5 การเพิ่มชุดคำสั่งข้อมูลไปยัง (V-BOX) ผ่านเว็บบราวเซอร์ (V-box.net) มีขั้นตอนดังนี้

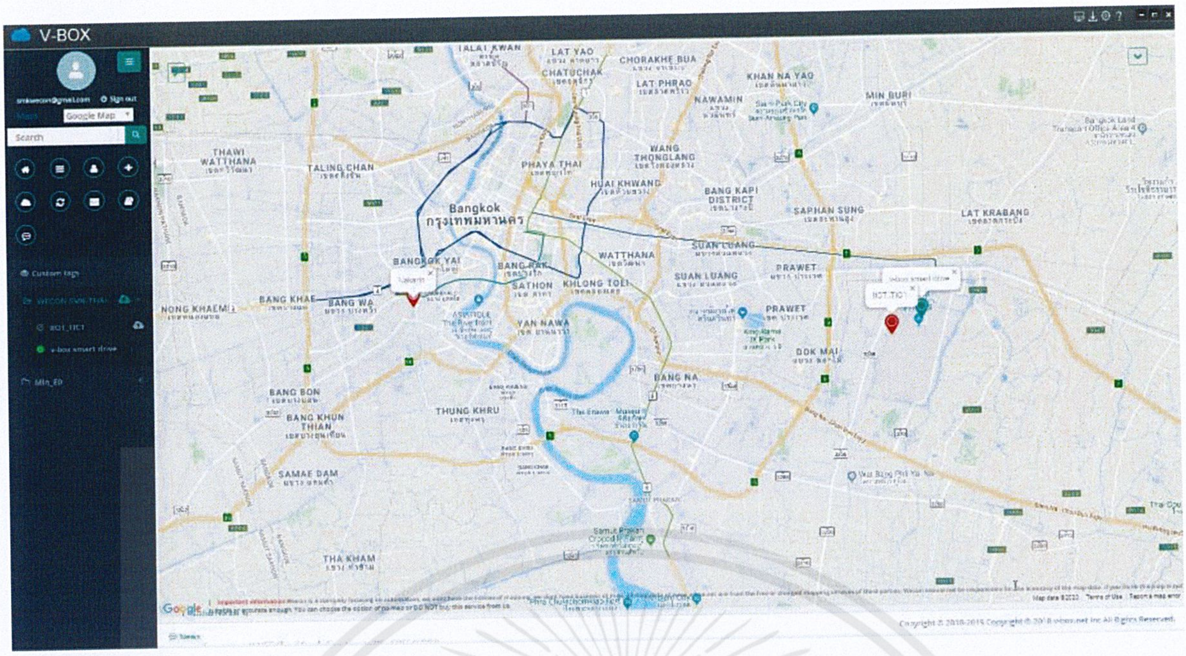
ขั้นตอนที่ 1.หลังจาก Login เข้าหน้าซอฟแวร์เรียบร้อยแล้วจะพบหน้าต่างการทำงานแสดงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของ V-BOX แสดงดังรูปที่ 3.21 จากนั้นทำการคลิกที่  มุม บนซ้ายมือทำการ Add V-BOX เข้าระบบCloud Server ทำการตั้งชื่อและกรอกSerial number ที่ได้จาก ที่ได้จากหน้าต่าง Get machine Code แสดงดังรูปที่ 3.22 หลังจากนั้นจะมีชื่อ V-BOX ที่ Add ไว้แสดงสถานะออนไลน์สีเขียวด้านซ้ายมือแสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.21 หน้าต่างแสดงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของV-BOX

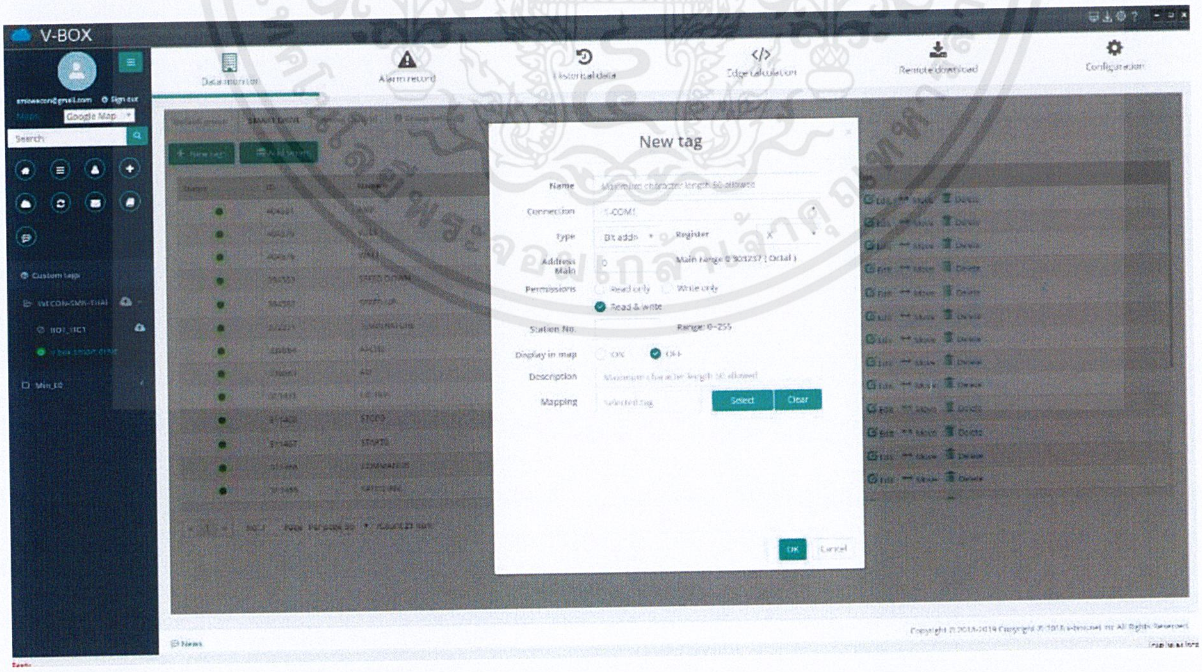


รูปที่ 3.22 หน้าต่างการ Add V-BOX เข้าระบบ Cloud Server

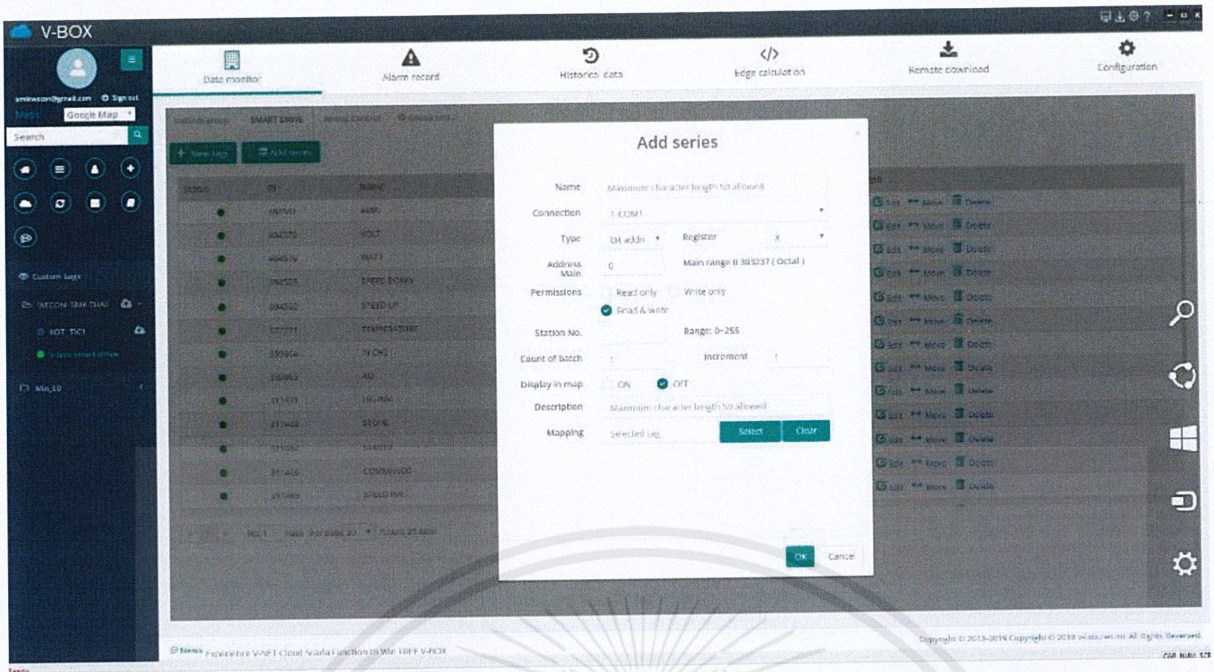


รูปที่ 3.23 หน้าต่างแสดงสถานะ V-BOX ออนไลน์ขึ้นสีเขียว

ขั้นตอนที่ 2. ทำการดับเบิ้ลคลิกเข้าไปที่ชื่ออุปกรณ์ จะพบหน้าต่าง Data monitor จากนั้นเลือกคำสั่งNew tage เพื่อทำการสร้างหน้าต่าง Project เพื่อไว้รวบรวมฟังก์ชั่นในการ สั่งงาน แสดงดังรูปที่ 3.24 จากนั้นเลือกคำสั่ง Add series เพื่อทำการ Add ข้อมูล, ชื่อคำสั่ง,Address ที่ได้จาก PLC และฟังก์ชั่นการทำงานต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.25

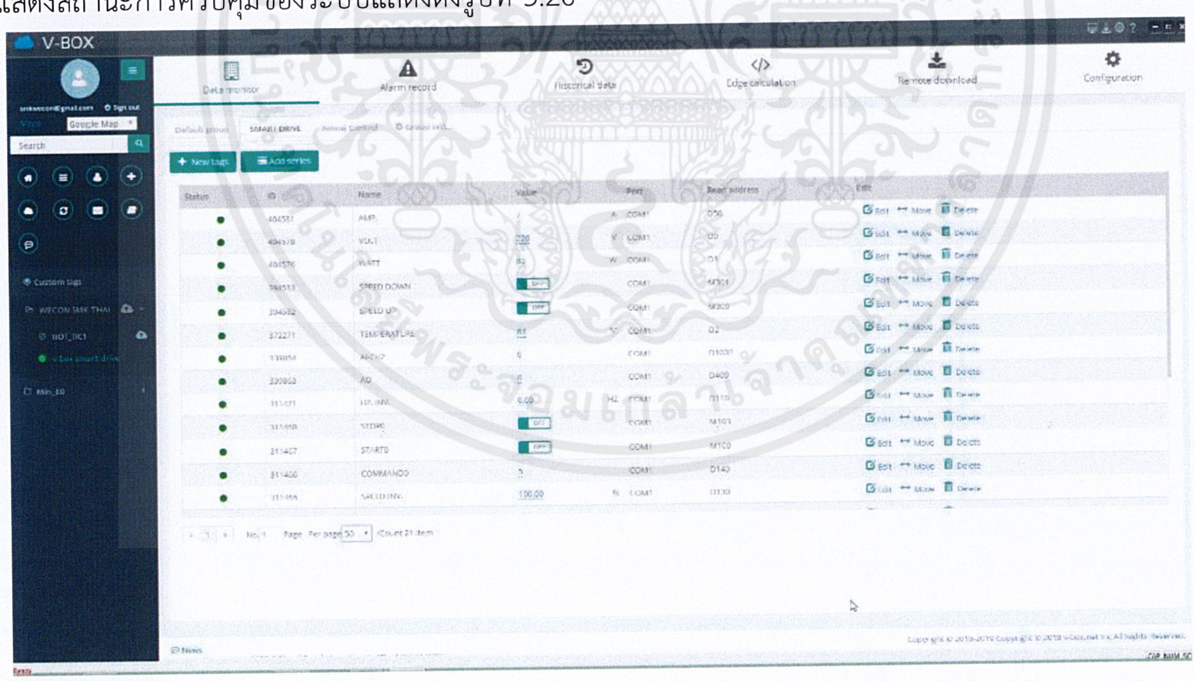


รูปที่ 3.24 แสดงหน้าต่างการสร้าง Project



รูปที่ 3.25 แสดงหน้าต่างการ Add ข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปใน Project

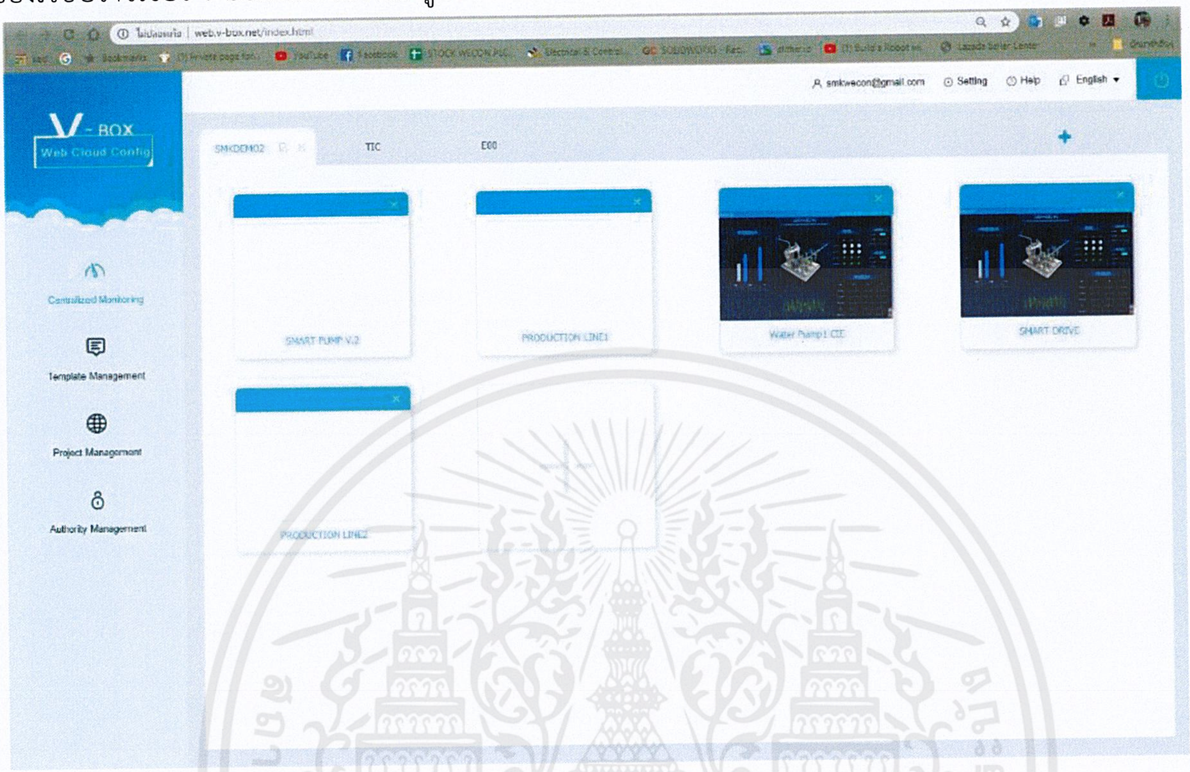
ขั้นตอนที่ 3. เมื่อทำการ Add Address สำหรับควบคุมการทำงานต่างเสร็จสิ้นแล้ว จะได้หน้าต่างแสดงสถานะการควบคุมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 หน้าต่างแสดงสถานการณ์ควบคุมของระบบ

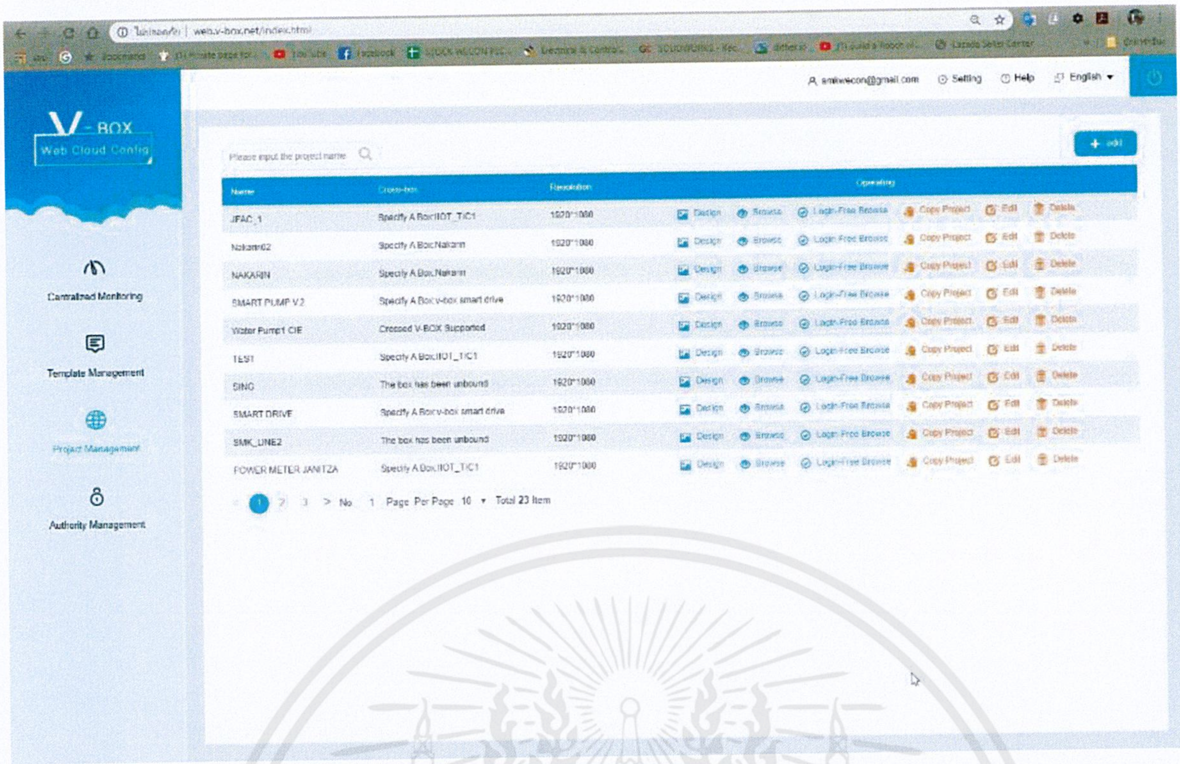
3.6 การออกแบบหน้าต่างการทำงานของระบบ ผ่านเว็บบราวเซอร์ (V-box.net) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ทำการคลิกที่ มุมบนซ้ายมือ โปรแกรม V-BOX จะเด้งออกไปสู่หน้าต่างการทำการของเว็บบราวเซอร์ v-box.net แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 หน้าต่างการทำการของเว็บบราวเซอร์ v-box.net

ขั้นตอนที่ 2. จากนั้นเลือกหัวข้อ Project Management คลิกที่ + add เพื่อทำการตั้งชื่อ และกำหนดขนาดของหน้าต่างการทำงาน จากนั้นจะได้หัวข้อ Project หรือ หน้าต่างของการควบคุมระบบ แสดงดังรูปที่ 3.28 และ รูปที่ 3.29



รูปที่ 3.28 แสดงการ Add หัวข้อหน้าต่างของการทำงาน

รูปที่ 3.29 แสดงหัวข้อและการกำหนดขนาด

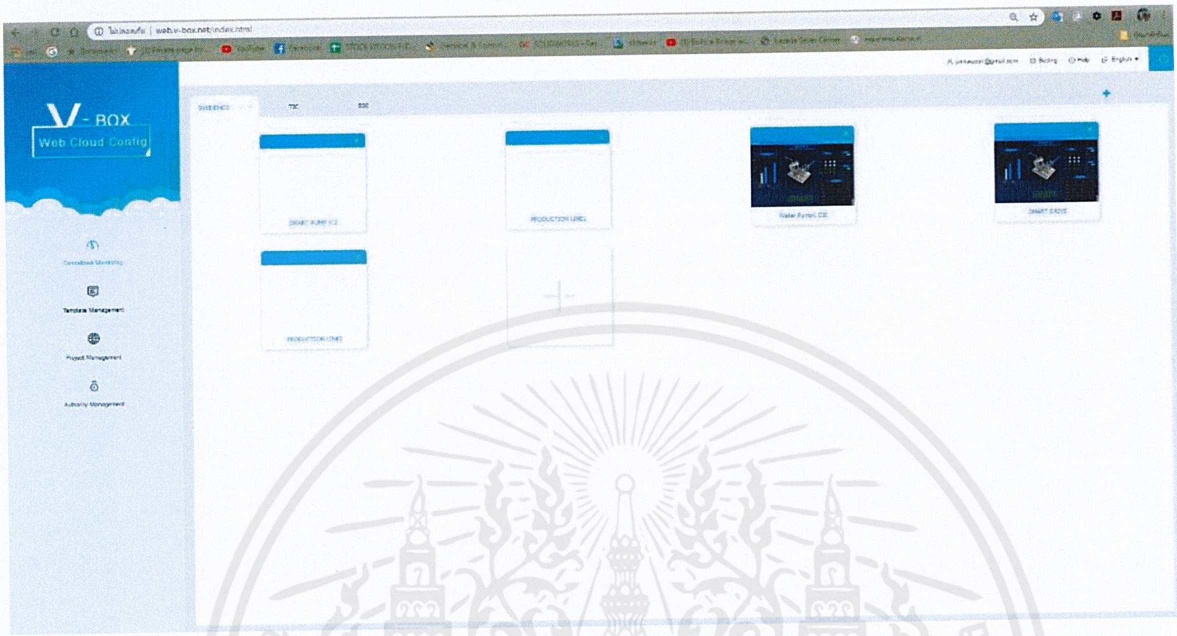
ขั้นตอนที่ 3. หลังจากทำการ Add Project และได้ชื่อ Project มาแล้ว ให้เราทำการเลือก Design ที่ชื่อ Project หลังจากนั้นจะแสดงหน้าต่างการออกแบบ สำหรับไว้ใช้ในการ Monitor ควบคุมการทำงานของระบบ แสดงรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 หน้าต่างแสดงการออกแบบสำหรับ Monitor ควบคุมการทำงานของระบบ

ขั้นตอนที่ 4. เมื่อเราทำการสร้างรูปแบบการทำงานเสร็จสิ้นแล้วให้เราทำการ คลิกที่ฟังก์ชั่นสถานะที่เราต้องการให้แสดงการทำงาน แสดงรูปที่ 3.31 จากนั้นทำการ Add Address ของการทำงานให้สัมพันธ์กับรูปแบบที่เราได้ออกแบบไว้ ที่ได้จากหน้าต่างแสดงสถานการณ์ควบคุมของระบบ แสดงรูปที่ 3.26 เพื่อทำให้หน้าต่างการทำงานมีความสัมพันธ์ หรือเชื่อมต่อกันด้วย Address

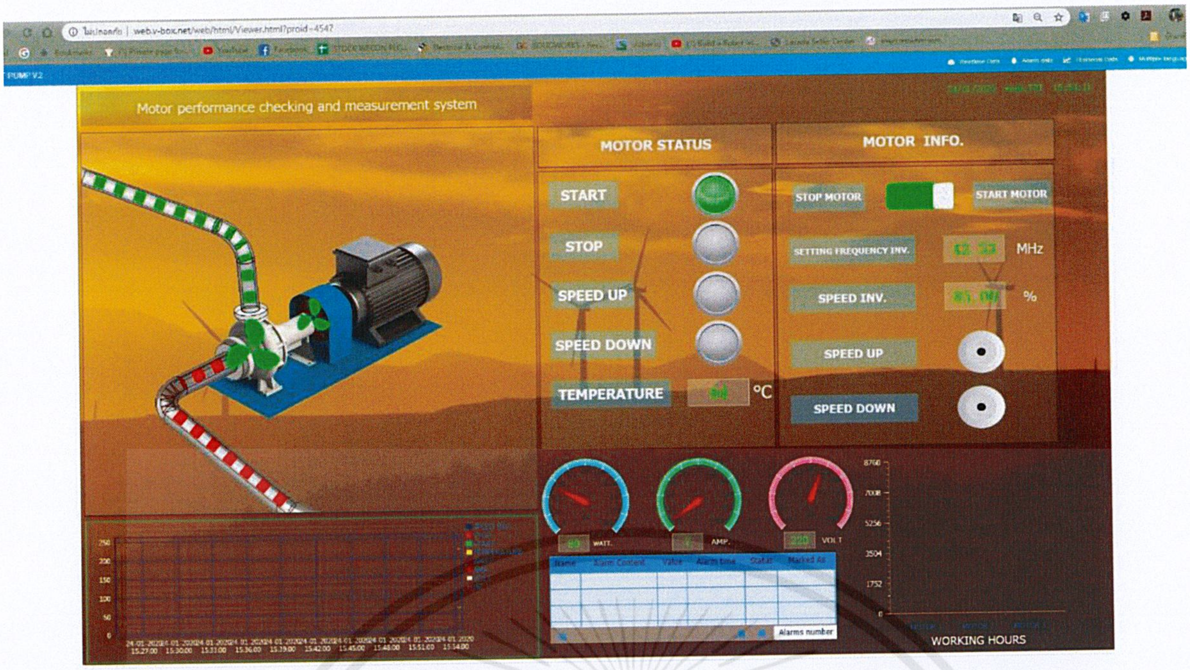
รูปที่ 3.31 แสดงหน้าต่างการ Add Address เข้าไฟที่ฟังก์ชั่นที่สร้างไว้

ขั้นตอนที่ 5. เมื่อเราได้ทำการออกแบบและ Add Address เสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำการย้อนกลับไปที่หน้าต่าง ของเว็ปบราวเซอร์ v-box.net อีกครั้ง กดเลือก Centralized Monitoring จะพบชื่อหน้าต่างการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ แสดงรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 แสดงหน้าต่างการทำการที่ได้ออกแบบไว้

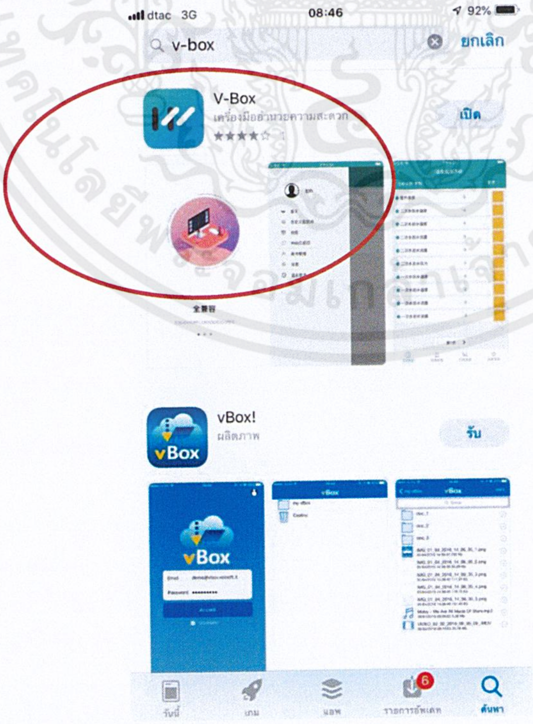
ขั้นตอนที่ 6. จากนั้นทำการคลิกที่ชื่อ Project ที่สร้างไว้ จะพบหน้าต่างการทำงานแสดงสถานะและระบบ การควบคุมต่าง ๆ ที่เราได้ออกแบบไว้ ในหน้าต่างนี้ เราสามารถควบคุมการทำงานได้ทุกอย่างตามที่เราได้ออกแบบไว้ เช่น สามารถสั่งปิดหรือเปิดมอเตอร์ หรือดูค่ากระแสทางไฟฟ้าต่าง ๆได้ที่ หน้าต่างนี้ เป็นต้น แสดงรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของระบบที่สามารถควบคุมได้

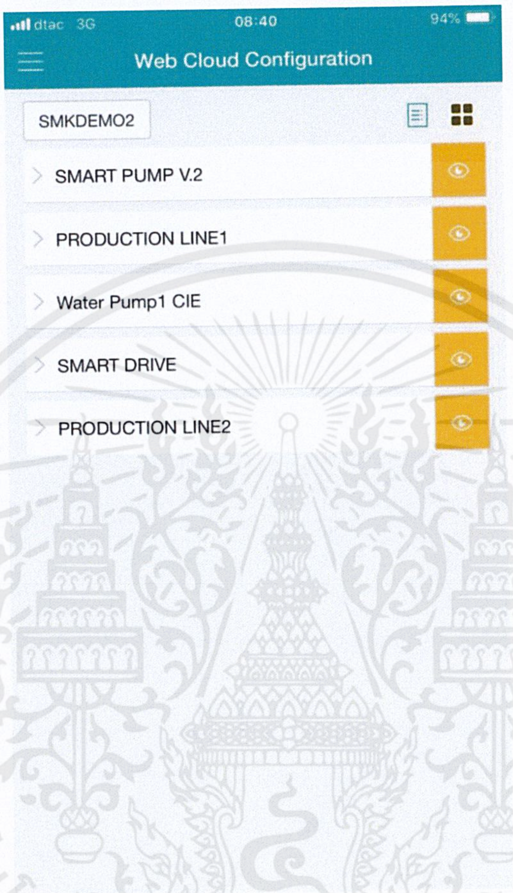
3.7 การใช้งาน Application V-BOX ผ่าน Smartphone มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. สำหรับระบบ iOS หรือ Android สามารถดาวโหลด Application V-BOX ได้ทาง App store และ Play store แสดงรูปที่ 3.34

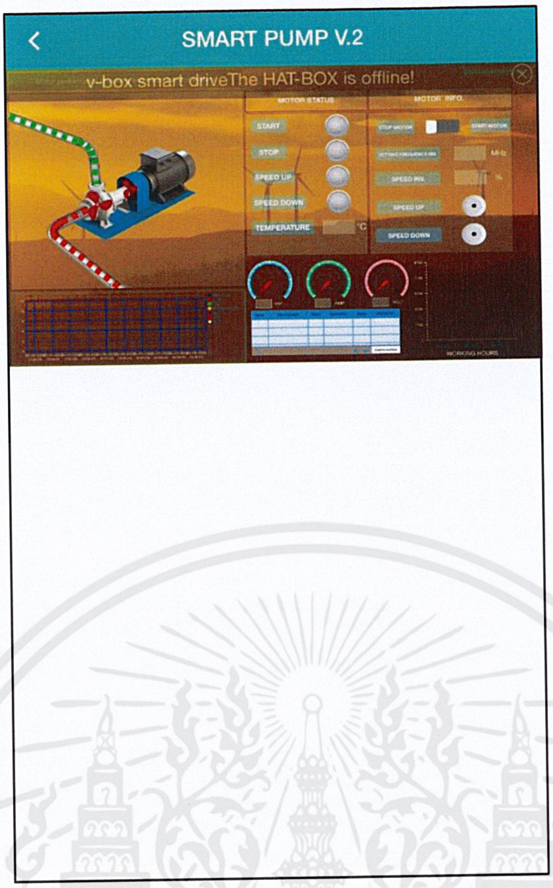


รูปที่ 3.34 Application V-BOX ของระบบ IOS

ขั้นตอนที่ 2. เมื่อทำดาวโหลด Application V-BOX แล้ว ให้ทำการใส่ชื่อและรหัสผ่าน ชื่อเดียวกันกับที่ สมัครใช้งานไว้ข้างต้น เมื่อเข้ามาจะพบหน้าต่างแสดงหัวข้อของระบบที่เราสร้างไว้ แสดงรูปที่3.35 จากนั้นกดเข้าไปที่หัวข้อจะพบหน้าต่างการควบคุมเดียวกันกับใน Computer ที่สามารถตั้งค่าควบคุม และดูสถานะการทำงานต่าง ๆได้เช่นกัน แสดงรูปที่ 3.36

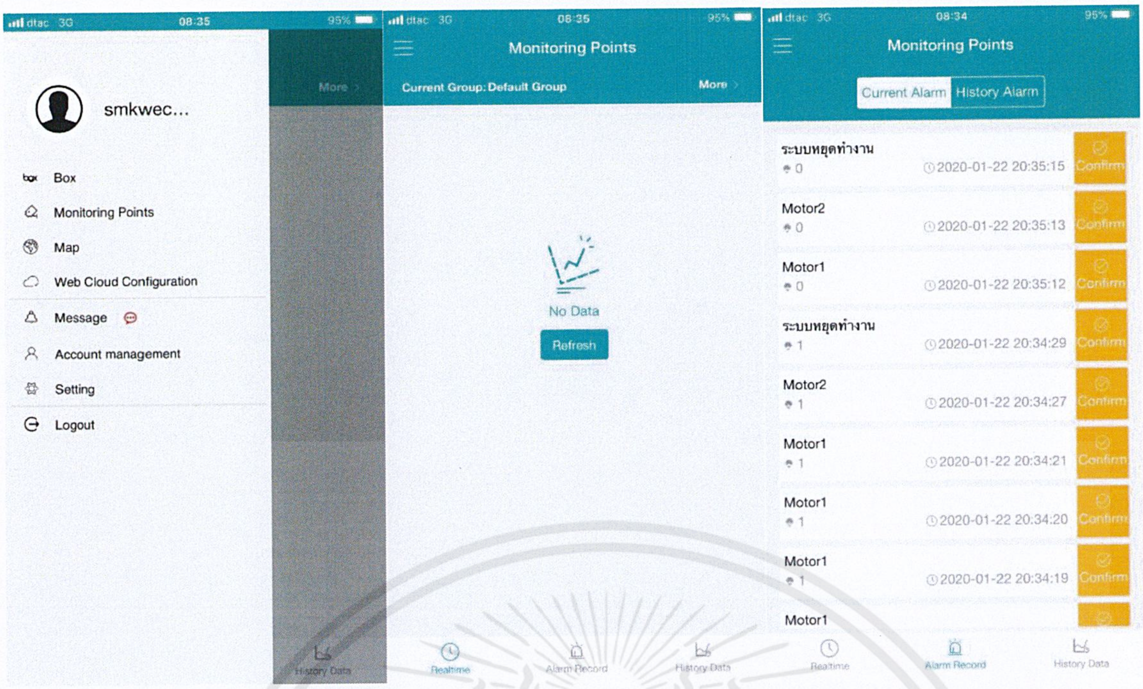


รูปที่ 3.35 หน้าต่างแสดงชื่อ Project ที่สร้างไว้



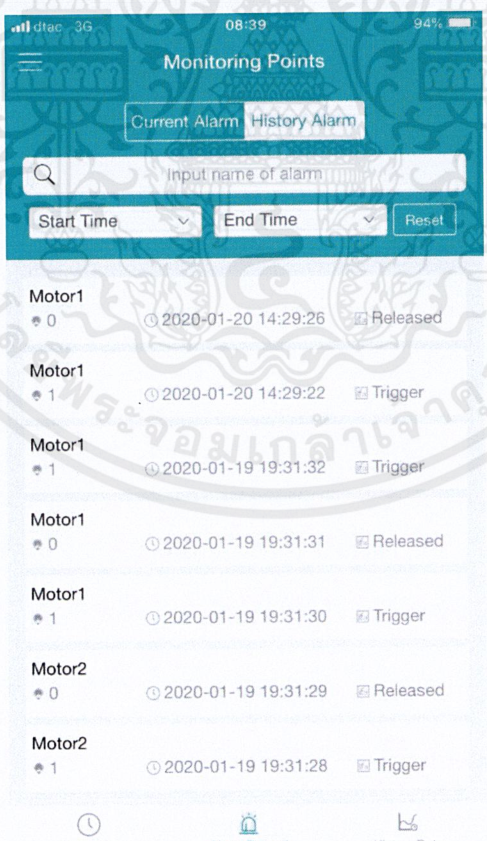
รูปที่ 3.36 หน้าต่างแสดงสถานการณ์ทำงาน

ขั้นตอนที่ 3. จะมีแถบสามขีดอยู่ด้านบนซ้ายมือของจอเมื่อทำการกดเข้าไปจะพบหน้าต่างไว้สำหรับดูการทำงานย้อนหลังของมอเตอร์ (ทั้งนี้ขอแสดงหน้าต่างดูการทำงานย้อนหลังของมอเตอร์เป็นหลัก) กดเลือก Monitoring Points แสดงรูปที่ 3.37 (ก) จากนั้นจะพบหน้าต่าง Monitoring Pointsรูปที่ 3.37 (ข) ให้ทำการกดที่ Alarm Record จะพบหน้าต่างแสดงข้อมูล วันและเวลาการ ทำงานของมอเตอร์ล่าสุด แสดงรูปที่ 3.37 (ค) รวมถึงที่หน้าต่าง History Alarm ยังสามารถดู สถานะการ Alarm ของมอเตอร์ย้อนหลังได้ตั้งแต่ทำการเริ่มติดตั้งระบบ แสดงรูปที่ 3.38

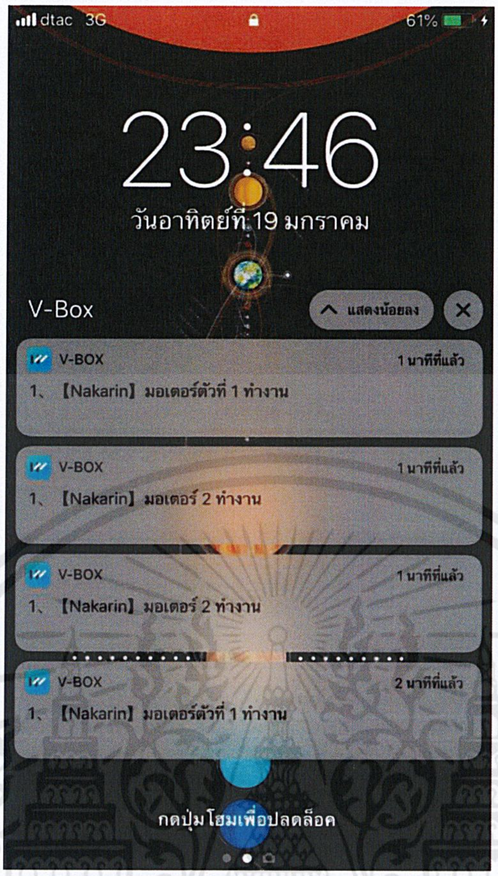


(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.37 แสดงหน้าต่าง Monitoring



รูปที่ 3.38 แสดงหน้าต่างดูการทำงานย้อนหลังของอุปกรณ์



รูปที่ 3.39 แสดงการแจ้งเตือน แบบ Realtime จาก Application V-BOX

ในด้านของการแจ้งเตือนการ Alarm ของมอเตอร์เมื่อเกิดปัญหา ทาง Application V-BOX จะส่งข้อมูลการ Alarm ไปยัง Smartphone โดยอัตโนมัติ เมื่อเราทำการ login ระบบค้างไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรม PLC ตั้งแต่ขั้นต้นสำหรับเลือกฟังก์การทำงาน และการแจ้งเตือนการ Alarm ในรูปแบบต่าง ๆ แสดงรูปที่ 3.39

3.8 ต้นทุนในการสร้างระบบตรวจสอบและวัดประสิทธิภาพมอเตอร์

3.8.1 ตารางรายการรายละเอียดและจำนวนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง

ลำดับ	รายการ	รายละเอียด	จำนวน	ราคา(บาท)
1	PLC	WECON PLC รุ่น LX2E-0806 MR-A	1 ชิ้น	2,097
2	V-BOX	WECON V-BOX-S00	1 ชิ้น	7,862
3	INVERTER	WECON INVERTER รุ่น ATV13-2SR4GH-NP	1 ชิ้น	3,375
4	ANALOG MODULE	WECON รุ่น LX3V-2TC-BD	1 ชิ้น	2,621
5	POWER SUPPLY	MEANWELL รุ่น LRS-35-24	1 ชิ้น	500
6	THERMOCOUPLE	SPL รุ่น TJS/116	1 ชิ้น	300
7	ACCESSORY	โครงสร้างและอุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งหมด	1 ชุด	1,500
8	Software	V-BOX, V-BOX.NET	-	FREE
		รวมราคาอุปกรณ์ทั้งหมด	18,255	บาท

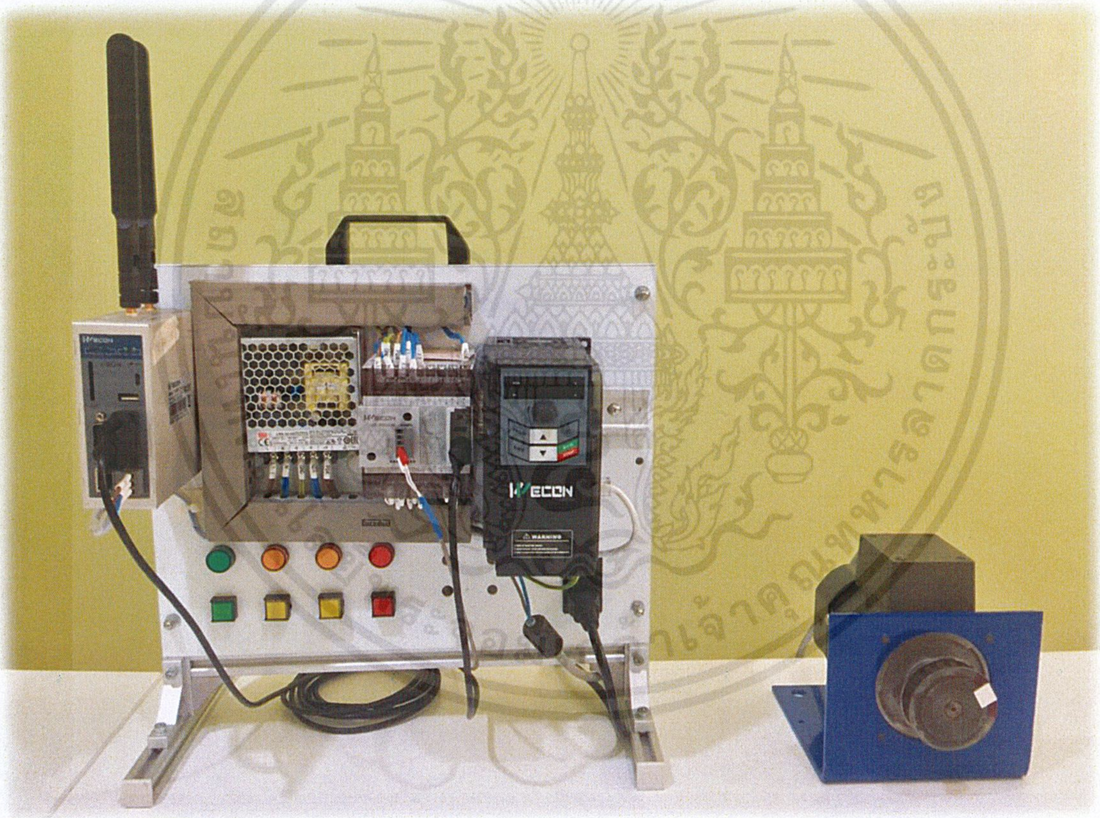
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

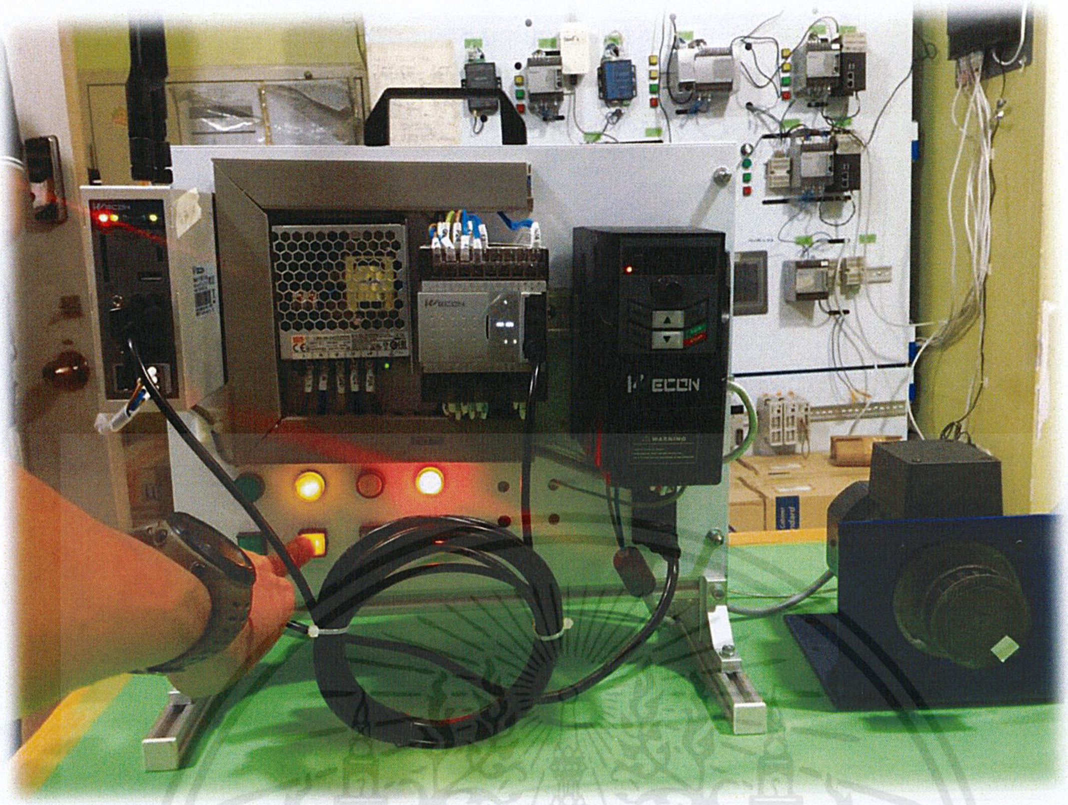
4.1 ผลการออกแบบการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์

1 ประกอบชุดทดลองการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ขั้นต้นผลเป็นที่น่าพอใจเพราะมีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย แสดงรูปที่ 4.1

2 ชุดทดลองสามารถสั่งงานการควบคุมมอเตอร์ให้เริ่มหรือหยุดทำงาน และสามารถปรับเพิ่มหรือลดความเร็วรอบได้ด้วยระบบ Manual แสดงรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ชุดอุปกรณ์การควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์



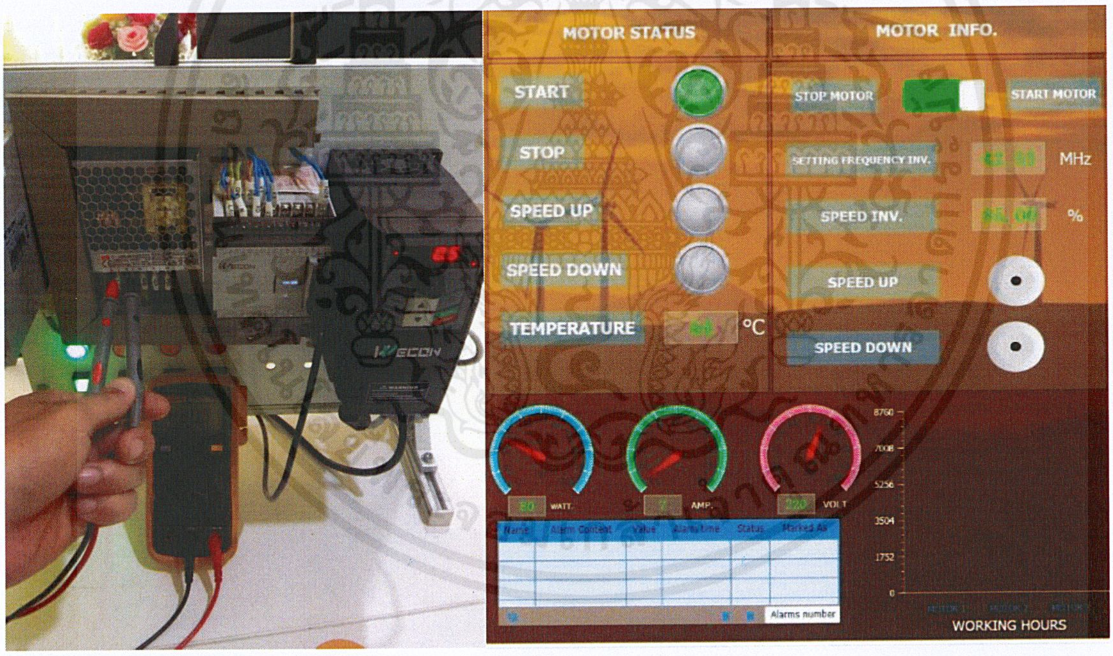
รูปที่ 4.2 สามารถสั่งงานมอเตอร์ด้วยระบบ Manual

4.2 ทำการเทียบวัดค่าที่ได้จากอุปกรณ์กับเครื่องมือวัด

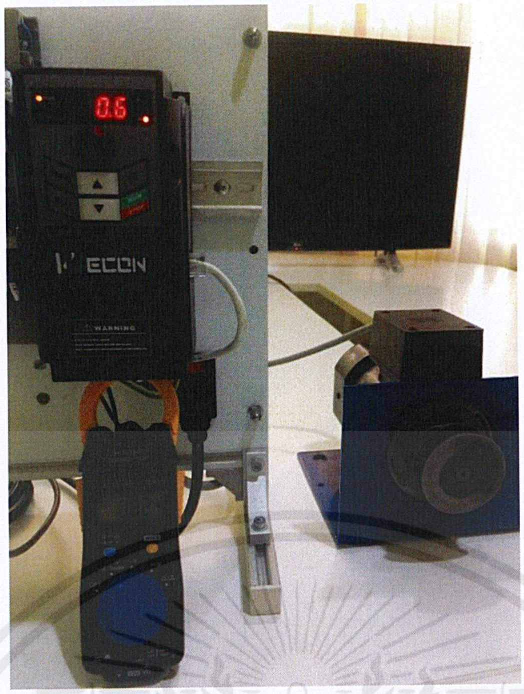
ใช้ Multimeter ยี่ห้อ Fluke 111 กับ แคลมป์มิเตอร์แบบดิจิตอลในการวัดกระแส ยี่ห้อ Hioki รุ่น 3280-10F อุปกรณ์ 2 ตัวนี้วัดค่าที่ได้ เทียบกับ อินเวอร์เตอร์และข้อมูลที่ส่งมายัง PLC ค่าที่ได้ตรงกับอุปกรณ์การวัดเกือบ 100% แสดงรูปที่ 4.3, รูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5

รูปที่ 4.3 Multimeter Fluke 111

รูปที่ 4.4 แคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Hioki รุ่น 3280-10F



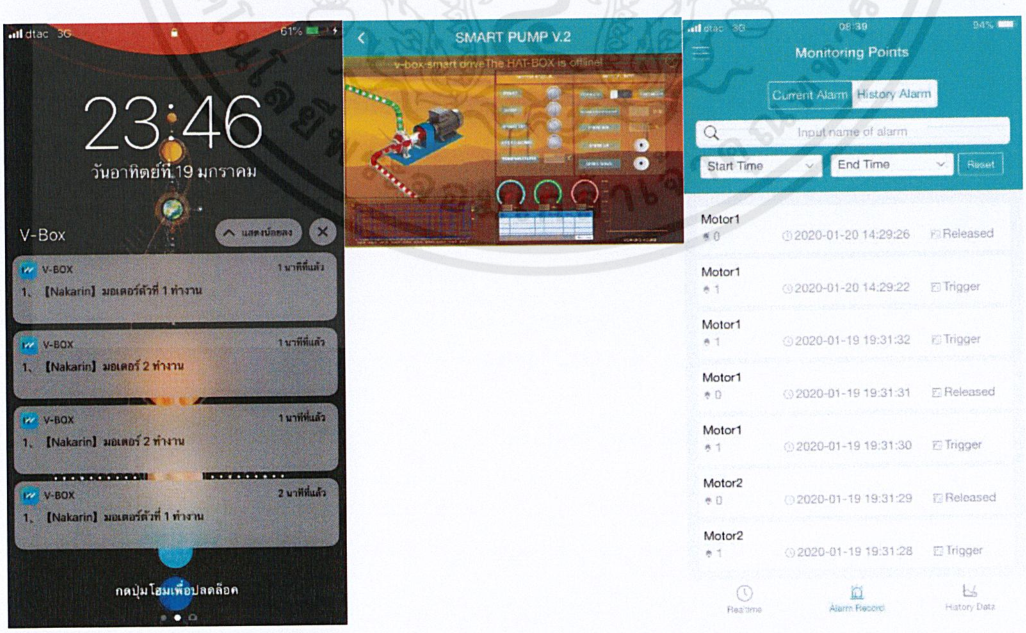
รูปที่ 4.5 เทียบการวัดกระแสจาก Multimeter กับ หน้าต่าง Monitor ผลที่ได้ใกล้เคียงกัน



รูปที่4.6 เทียบการวัดกระแสด้วยแคลมป์มิเตอร์ กับ อินเวอร์เตอร์

4.3 การแจ้งเตือนการทำงานด้วย Application V-BOX

การแจ้งเตือนการทำงานด้วย Application V-BOX ที่ส่งไปยัง Smartphone สามารถแสดงการทำงานได้ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถแจ้งเตือน สามารถดูการทำงาน สามารถควบคุมการทำงาน และสามารถดูการทำงานย้อนหลังได้ แสดงรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.7 แสดงการทำงานของระบบผ่าน Smartphone

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสร้างระบบการควบคุมและตรวจสอบมอเตอร์ด้วยระบบออนไลน์ ซึ่งผลจากดำเนินงานสามารถทำได้ตามที่ตั้งจุดประสงค์ไว้ ซึ่งใช้อุปกรณ์หลักที่สำคัญสำหรับการรับและส่งข้อมูล (V-BOX) สามารถตอบโจทย์ต่อความต้องการได้ทั้งหมด เช่น การสร้างหน้าต่างสำหรับควบคุมและดูการทำงาน การสร้างช่องทางในการเข้าถึงอุปกรณ์มอเตอร์เพียงแค่มีอินเตอร์เน็ตในพื้นที่นั้น ๆ การสร้างช่องทางการส่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งใน Computer และ Smartphone ด้วย Application V-BOX รวมถึงการแจ้งเตือนการ Alarm ของมอเตอร์ที่จะถูกส่งมายัง Smartphone เพื่อเตือนสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา และยังสามารถดูการทำงานย้อนหลังนับตั้งแต่ติดตั้งอุปกรณ์ได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับในการจัดสร้างระบบตรวจสอบและวัดประสิทธิภาพมอเตอร์ในครั้งนี้เป็นการสร้างในรูปแบบของบอร์ดทดลอง ถ้ามีการนำไปพัฒนาต่อยอดควรนำอุปกรณ์ไปใส่ไว้ในกล่องหรือตู้ไฟ เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลรักษา ไม่ให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้ง่าย

2. V-BOX สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในงานระบบออโตเมชั่นอื่น ๆ ได้อีกมากมาย ผู้ใช้งานสามารถออกแบบระบบการทำงานได้เอง แต่ควรต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม PLC

3. ระบบนี้เหมาะสำหรับภาคอุตสาหกรรมเกษตรขนาดใหญ่ ที่ใช้งานมอเตอร์มากกว่าหนึ่งตัว เพราะเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูงค่อนข้างสูง ผู้ใช้งานควรคำนวณจุดคุ้มทุนก่อนการใช้งาน

บรรณานุกรม

[1] แผนภาพของการออกแบบที่มีวงจรป้อนกลับที่มา: วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2544)

[2] มอเตอร์มีปัญหา รู้ร่วงหน้าด้วยเครื่องจับแรงสั่นสะเทือน

Available: https://mall.factomart.com/monitor-motor-health-with-vibration-detection/

[3] WECON Technology Co., Ltd.

Available: http://www.we-con.com.cn/en/

[4] Wecon Thai

Available:

https://web.facebook.com/wecon.thai?ref=br_tf&epa=SEARCH_BOX&_rdc=1&_rdr

[5] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC

Available: http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC

[6] อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คืออะไร

Available:

http://www.inverter.co.th/Home/index.php?option=com_content&view=article&id=110:inverter&catid=46:news-info&Itemid=83

[7] Supremelines Co,Ltd

Available: http://www.xn--42c1bna1als2dxb6a9ihv3l.com/thermocouple