การออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

The Design and Construction of a 3-Phase Motor Control System with an Inverter in Conjunction with a Programmable Logic Controller can be Remotely Controlled Through the Internet of Things System and Touch Screen

คมกริช แสงสุรินทร์
Komgrit Sangsurin

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 เชียงราย 57000
Field of Electrical Technology, Chiangrai Technical College, Institute of Vocational education : Northern Region 2, Chiangrai 57000

Received : 2023-04-28 Revised : 2023-05-24 Accepted : 2023-06-27

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน เพื่อสร้างสื่อนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 30104-2006 เรื่องระบบเครือข่าย และเพื่อหาความพึงพอใจระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน วิธีดำเนินการวิจัย ออกแบบวางอุปกรณ์หน้าตู้และภายในตู้ควบคุมโดยใช้โปรแกรมออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ เขียนโปรแกรมควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรม MELSOFT Series GX Work 2 ควบคุมทัชสกรีนด้วยโปรแกรม Sktool และทำการเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Smart Life เข้ากับตัวบอร์ด Smart Switch เพื่อควบคุมระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือ ซึ่งอินเวอร์เตอร์มีขนาด 0.1 kW มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 0.20 kW ผลการวิจัยพบว่า การหมุน (Forward : FWD) และการกลับทางหมุน (Reverse : REV) ความถี่ที่ 10 Hz, 25 Hz, 30 Hz และ 35 Hz จะมีกระแสไฟฟ้าที่โหลดและแรงดันไม่แตกต่างกันมาก การสั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Life ทัชกรีน และโทรศัพท์มือถือระบบสามารถสั่งการทำงานได้ตามเงื่อนไข ช่วงโอเวอร์โหลดของอินเวอร์เตอร์จะอยู่ที่ความถี่ 35 Hz ขึ้นไป ความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับที่ดี ($\overline{X}$= 4.20)

คำสำคัญ : ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส, อินเวอร์เตอร์, โปรแกรมเมเบิลลอกจิกคอนโทรลเลอร์

Abstract

The objectives of this research were to: 1) find out the efficiency of a 3-phase motor control system with an inverter, in conjunction with a remote controlled programmable logic controller through the Internet of Things and touch screen system; 2) create an innovative media for learning management in the course on control systems in industry, code 301 04-20 06, on network systems; and 3) to verify the user's satisfaction of using a 3-phase motor control system. The research was designed to place the equipment in the front of and inside the control cabinet, using a computer design program. A program was written to control the Programmable Logic Controller with the

คมกริช แสงสุรินทร์
E-mail address: komgrit.ete@gmail.com

MELSOFT Series GX Work 2 program, control the touch screen with the Sktool program, and connect the Smart Life application to the Smart Switch board for remote control via a mobile phone. The inverter size used in the test was 0.1 kW, and the motor used was 0.20 kW. The results showed that there was not much difference in load current and voltage for both forward and rotational reversal frequencies at 10 Hz, 25 Hz, 30 Hz, and 35 Hz. The system could be operated according to the conditions via smart Life application, touch green, and mobile phone. The overload range of the inverter was at a frequency of 35 Hz and above. The overall satisfaction was good with an average of ($\overline{X}$= 4.20.)

Keywords : 3- Phase Motor Control System, Inverter, Programmable Logic Controller

1.บทนำ

สภาพปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตมากขึ้น ทั้งด้านอุตสาหกรรม และด้านการเกษตร ในการสามารถที่จะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมโยงหรือรับส่งข้อมูลซึ่งกันและกันได้โดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เราสามารถควบคุม และตรวจสอบจัดการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ทั้งแบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติได้ รวมถึงการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและกระบวนการในอุตสาหกรรม นอกจากนั่นเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งยังได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดการใช้พลังงาน เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานรวมถึงผู้บริหารสามารถที่จะเข้าถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาธุรกิจและองค์กรได้ การใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ จึงมีความสำคัญในการควบคุมหรือตรวจสอบและสั่งการควบคุมระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือ การควบคุมความเร็วกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้า 3 เฟส ซึ่งการทำงานในปัจจุบันมักจะเกิดปัญหาในด้านการควบคุมหรือตรวจสอบ และการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้ควบคุมระบบนั้นทำได้ค่อนข้างยากและในปัจจุบันก็ได้มีงานวิจัยอย่างหลากหลายที่ให้ความสนใจพยายามแก้ปัญหาเหล่านี้ การใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ และทัชสกรีนในการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้า 3 เฟสจึงมีความจำเป็น อีกทั้งการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์และระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เข้าด้วยกันจึงมีความสำคัญในการแก้ปัญหาดังกล่าว

ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีนในการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าไฟฟ้า 3 เฟสโดยผ่านแอปพลิเคชั่นควบคุมผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ควบคุมระบบให้สูงขึ้น

2.วัตถุประสงค์

2.1เพื่อสร้างและประเมินผลประสิทธิภาพระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

2.2เพื่อสร้างสื่อนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม รหัส 30104-2006 เรื่องระบบเครือข่าย

2.3เพื่อหาความพึงพอใจผู้ใช้ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

3.สมมุติฐานงานวิจัย

3.1การควบคุมการหมุน (FWD) และการกลับทางหมุน (REV) ความถี่ที่ 10 Hz, 25 Hz, 30 Hz และ 35 Hz มีกระแสไฟฟ้าที่โหลดและแรงดันไม่แตกต่างกัน

3.2ความพึงพอใจผู้ใช้ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลอยู่ในระดับดีขึ้นไป

4.ขอบเขตการวิจัย

4.1ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลสามารถเชื่อมกับอินเวอร์เตอร์และพีแอลซี สั่งการทำงานไปยังโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และอินเวอร์เตอร์เพื่อการควบคุมการกลับทางหมุนและความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า ร่วมกับ IoT Smart Switch ที่สั่งการผ่านเครือข่ายไร้สาย

4.1ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรคือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ระดับชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย โดยมีการเลือกและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ด้วยแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้นคือการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

ตัวแปรตามคือประสิทธิภาพและความพึงพอใจการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

4.3เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งต่อการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน ประกอบดังนี้

4.3.1ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

4.3.2แบบประเมินความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามแนวของเบสท์ (Best) มี 5 ระดับ คือ

4.50 - 5.00 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
3.50 - 4.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
2.50 - 3.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้
1.50 - 2.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับต้องปรับปรุง
1.00 - 1.49 ผลการประเมินอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

4.4.1 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1)ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} \qquad (1)$$

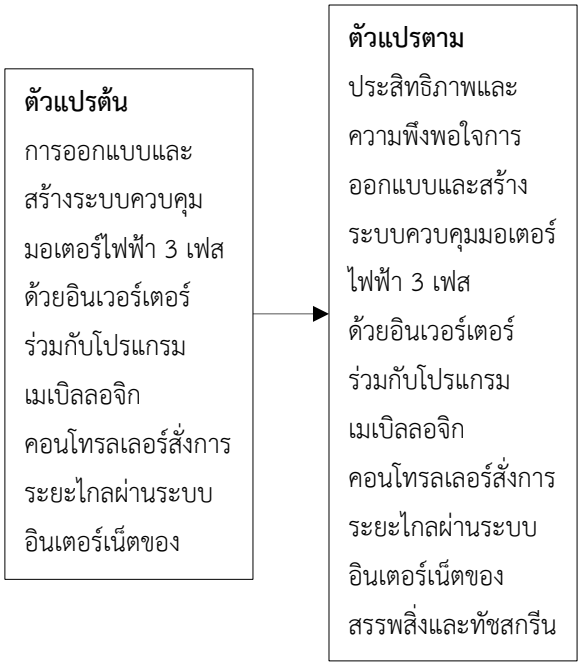
2)การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X^2)}{n(n-1)}} \qquad (2)$$

4.4ด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2565 ในระหว่างเดือนมีนาคม 2565 ถึงเดือน มีนาคม 2566

5.กรอบแนวคิดการวิจัย

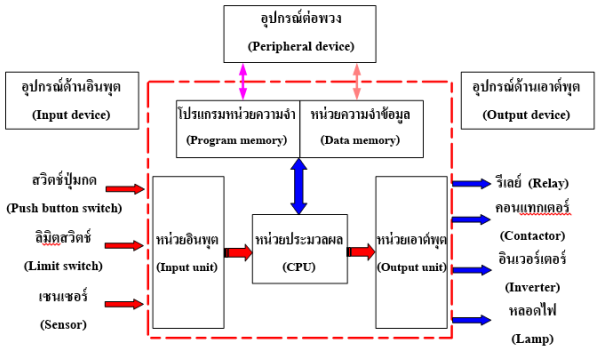


รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

6.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ชุดทดลองนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการควบคุมมอเตอร์อาทิ เช่น เซอร์กิตเปรกเกอร์ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ โอเวอร์โหลดรีเลย์ ไทม์เมอร์ รวมถึงจุดต่อเอาท์พุตรับคำสั่งจาก PLC [4]

ระบบอัตโนมัติมีส่วนช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการได้ เช่น มีความถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและชนิดของระบบอัตโนมัติซึ่งมีหลายสาขาจึงเป็นเรื่องจำเป็น โครงสร้างภายในของ พีแอลซีแต่ละส่วนนั้นจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม หรือที่เราเรียกว่าพีแอลซี ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญคือ ยูนิตทั้ง 5 ส่วน เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็นพีแอลซีชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้แต่ละยูนิตจะมีหน้าที่และคุณสมบัติดังนี้ [1] และ [8]



รูปที่ 2 ลักษณะโครงสร้างภายในของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า VSD (Variable Speed Drive) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ให้ได้ตามที่เราต้องการ ซึ่งหลักการทำงานภายในคือจะมีวงจรเรียงกระแส ทำหน้าที่แปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และก็แปลงกลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับอีกที เป็นเพราะว่าเนื่องจากการแปลงจาก AC ไปเป็น AC โดยตรงเลยนั้น ความถี่ทางด้านเอาท์พุตจะได้สูงสุดไม่เกินความถี่ทางด้านอินพุต เช่น บ้านเราใช้ไฟฟ้าความถี่ที่ 50HZ เราก็จะปรับความถี่ได้ไม่เกิน 50HZ เช่นกัน แต่ถ้าแปลงจาก AC ไปเป็น DC และแปลงกลับมาเป็น AC อีกครั้งจะทำให้อินเวอร์เตอร์สามารถสร้างความถี่ได้สูงกว่าความถี่เดิมทางด้านอินพุต อันนี้ต้องขึ้นอยู่กับสเปคของอินเวอร์เตอร์ของแต่ล่ะยี่ห้อว่าจะสามารถปรับความถี่ได้เท่าไร [2]

การควบคุมมอเตอร์คือ การทำให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งและมีความปลอดภัยต่อตัวมอเตอร์ต่ออุปกรณ์ในระบบและต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยระดับของการควบคุมแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ [2]

1)การควบคุมด้วยมือ (Manual Control)

การควบคุมด้วยมือ หมายถึง การควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน สั่งให้อุปกรณ์ควบคุมทำงาน ควบคุมการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์การควบคุมจึงถูกสั่งงานด้วยมือ ผ่านอุปกรณ์ใด ๆ เช่น ท็อกเกิ้ลสวิตช์ (Toggle Switch) เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch) ดรัมสวิตช์ (Drum Switch) ตัวควบคุมแบบหน้าจาน (Face Plate Control) เป็นต้น ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ นิยมใช้กับระบบเดี่ยว มอเตอร์ขนาดเล็กที่มีพิกัดกระแสต่าง ๆ เช่น มอเตอร์พิกัดไม่เกิน 5 แรงม้า จำพวกเครื่องเจาะ เครื่องเจียรไน เป็นต้น จึงนิยมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ด้วยวิธีการสตาร์ทโดยตรง (Direct Starter)

2)การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Control)

การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ เป็นการควบคุมโดยการใช้สวิตช์ปุ่มกด (Push Button) ใช้ควบคุมระยะไกล (Remote Control) ทำการเริ่มเดิน (Start) การหยุดเดิน (Stop) มอเตอร์โดยการใช้รีเลย์หรือคอนแทกเตอร์เป็นตัวกลางการควบคุมสั่งงานที่สวิตช์ปุ่มกด เพื่อสั่งให้คอนแทกเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงาน แล้วจึงนำหน้าสัมผัสของคอนแทกเตอร์ไปควบคุมมอเตอร์อีกต่อหนึ่ง

3)การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

การควบคุมอัตโนมัติเป็นการควบคุมที่อาศัยอุปกรณ์ชี้นำ (Pilot Device) มาตรวจจับการเปลี่ยนแปลงใดๆ เช่น โฟโต้สวิตช์ (Photo Switch) ลิมิตสวิตช์(Limit Switch) ตรวจจับตำแหน่งของวัตถุเพื่อสั่งให้อุปกรณ์เอาต์พุตใดๆทำงานหรือหยุดทำงานตามเงื่อนไขวงจรการควบคุมมอเตอร์แบบนี้เพียงแต่ใช้คนกดปุ่มเริ่มเดินในครั้งแรกเท่านั้น จากนั้นวงจรจะทำงานเองเป็นอัตโนมัติต่อเนื่องไป

PLC BOARD FX3U-24 MR 24 Input 16 Output Relay (สามารถขับโหลด 220 VAC หรือโหลดที่มีกระแสสูง ๆ ได้) มีพอร์ต RS485 รองรับการสื่อสาร Modbus RTU Analog Input Voltage 0-10 V 2 ช่องสัญญาณ Analog Input Current 0-20 mA 2 ช่องสัญญาณ Analog Output Voltage 0-10 V 2 ช่องสัญญาณมีฐานเวลาในตัว RTCRS232 [3]

การสร้างตู้ควบคุมและระบบแจ้งเตือนกระแสไฟฟ้าเกินในมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ ออนไลน์ และหาประสิทธิภาพของตู้ควบคุมและระบบแจ้งเตือนกระแสไฟฟ้าเกินในมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ

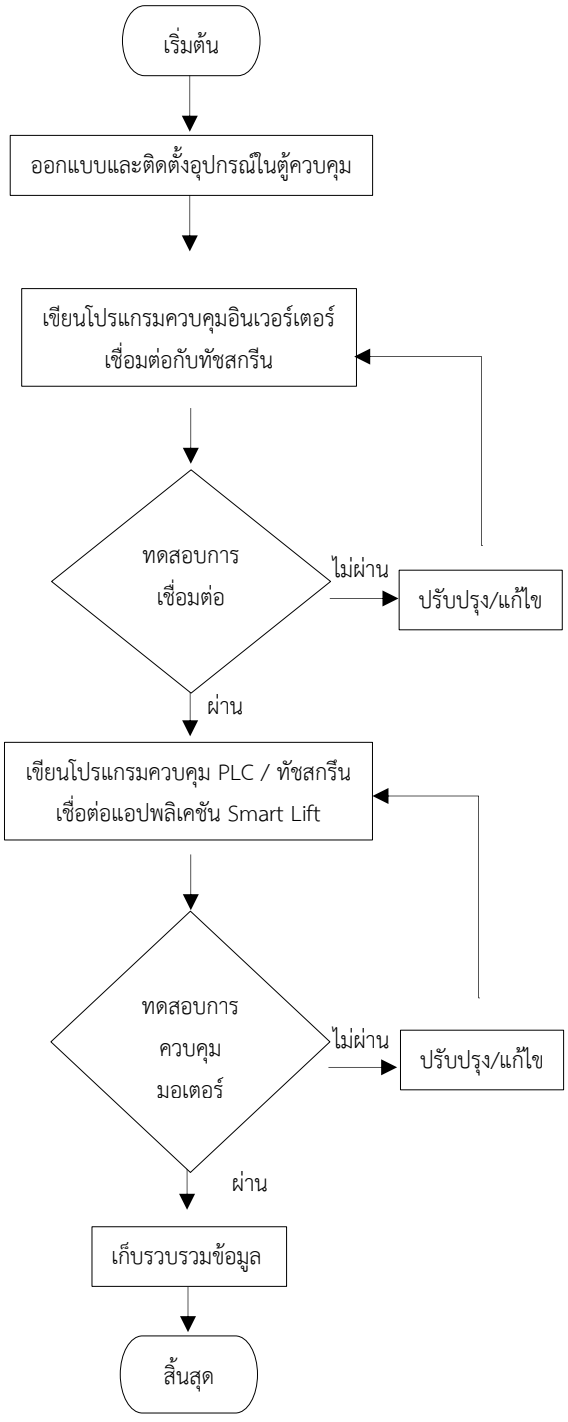
ออนไลน์ การออกแบบและสร้างตู้ควบคุม ออกแบบวงจรคอนโทรล ทดสอบหาการใช้งาน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อประสิทธิภาพของตู้ควบคุมและระบบแจ้งเตือนกระแสไฟฟ้าเกินในมอเตอร์ไฟฟ้าแบบออนไลน์ จากการทดสอบกับมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 3 แรงม้า กระแสไฟฟ้า 0.8 แอมแปร์ ตั้งค่ากระแสเกินที่ 1 แอมแปร์ จากการทดสอบพบว่าเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทางานปกติจะไม่มีการแจ้งเตือนการใช้กระแสเกินมายังโทรศัพท์มือถือแต่อย่างใด เมื่อทาการสตาร์ทมอเตอร์เพิ่มอีก 1 ตัว ทำให้การใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 1.6 แอมแปร์ จะมีการแจ้งเตือนการใช้กระแสไฟฟ้าเกินมายังโทรศัพท์อย่างต่อเนื่อง เมื่อจากโทรศัพท์มือถือการแจ้งเตือนก็หยุดทันที [5]

ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้า แสดงผลผ่านระบบไร้สายของการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟส ศึกษาการส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลผ่านระบบเน็ตเวิร์ก การดำเนินการวิจัยนำอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถวัดค่าวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลัง ได้บันทึกค่าลง Data Logger ในระยะเวลา 7 วัน และดูค่าทางไฟฟ้า ณ เวลา นั้น โดยการแสดงผลผ่านระบบเน็ตเวิร์ก ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ จากการวัดพลังงานเทียบกับเครื่องวัดที่ได้มาตรฐานที่มีราคาสูงกว่า พบว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากการทดสอบมีค่าแรงดันไฟฟ้า 0.0003% กระแสไฟฟ้า 0.0032% และกำลังไฟฟ้า 0.1372% สามารถบันทึกข้อมูลเก็บลงใน Micro SD Card เป็นสถิติของทุก ๆ วัน ได้และสามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตในรูปแบบต่าง ๆ ได้ [6]

การปรับจูนหาค่าที่พีไอที่เหมาะสมสำหรับการขับเคลื่อนความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งได้ใช้ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลเชิงตัวเลข DSP รุ่น C2000 เบอร์ TMS320F28335 เป็นบอร์ดอเนกประสงค์มีความสามารถประมวลผลได้รวดเร็วเหมาะสมสำหรับการใช้งานควบคุมมอเตอร์ร่วมกับโปรแกรม MATLAB/Simulink ซึ่งได้ออกแบบการควบคุมระบบเป็นแบบลูปปิด หลักการโดยใช้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ที่อาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้สอดคล้องกันโดยได้ทำการเปรียบเทียบความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าอ้างอิงกับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าจริงของตัวควบคุมแบบพีไอที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมครั้งนี้ ผลการทดสอบนี้ทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีผลตอบสนองทางด้านไดนามิกส์ได้ดีขึ้น ซึ่งความเร็วรอบ แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่มอเตอร์ไฟฟ้า ขณะที่มีโหลดรบกวนนั้น ยังสามารถปรับความเร็วรอบได้ตั้งแต่รอบต่ำไปจนถึงความเร็วรอบที่พิกัดสูงได้ตามความต้องการ [7]

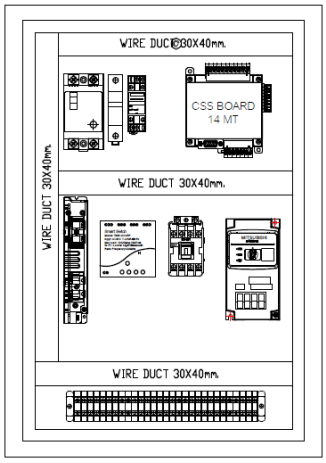
7.วิธีการดำเนินการวิจัย

7.1แผนผังการดำเนินงาน

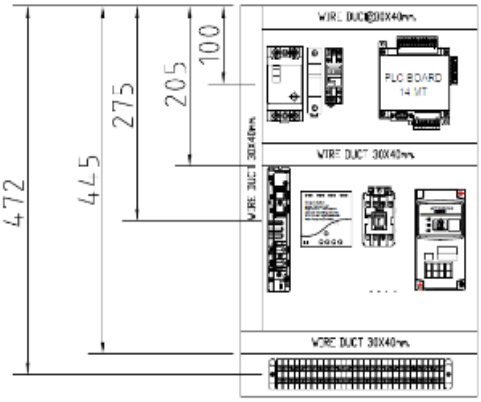


รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

7.1.1ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุม วางตำแหน่งอุปกรณ์หน้าตู้และภายในตู้ควบคุมโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4, 5, 6 และ 7

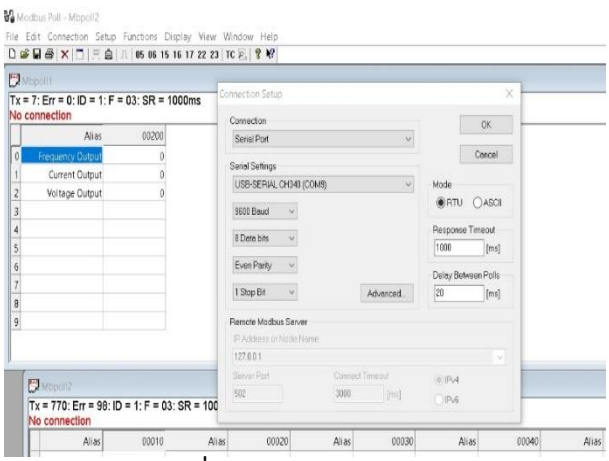


FRONT VIEW

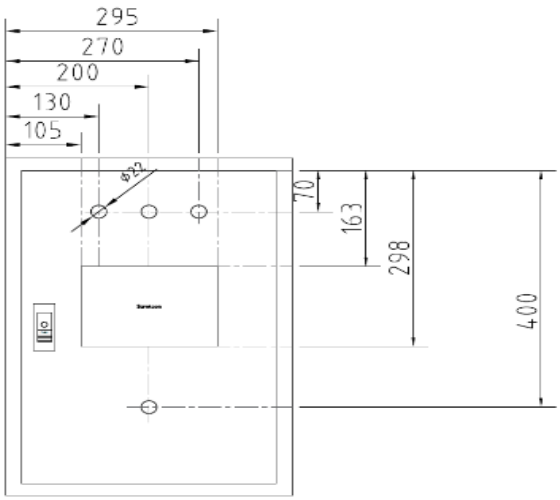


INNER VIEW

รูปที่ 4 วางตำแหน่งอุปกรณ์หน้าตู้และภายในตู้ควบคุม



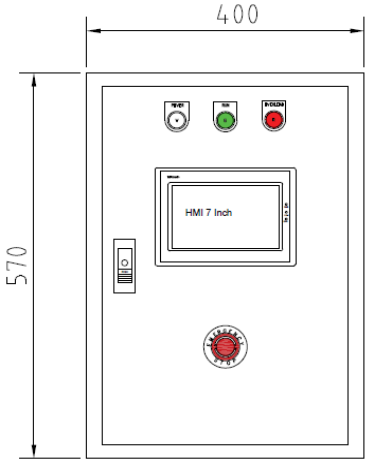
รูปที่ 5 อุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม



รูปที่ 6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

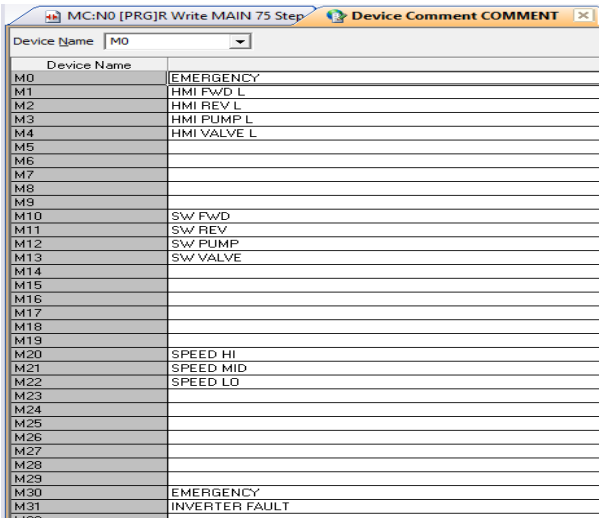
รูปที่ 7 วางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

7.1.2เขียนโปรแกรมควบคุมอินเวอร์เตอร์ให้เชื่อมต่อกับทัชสกรีน โดยตั้งค่า MODBUS RS485 ดังรูปที่ 8



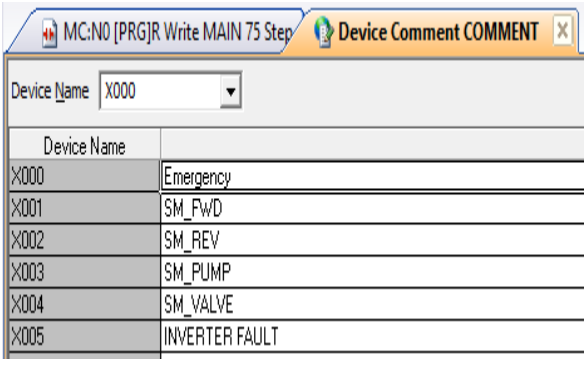
รูปที่ 8 ตั้งค่า MODBUS RS485

7.1.3ทดสอบการเชื่อมต่อ หลังจากตั้งค่า MODBUS RS485 ป้อนค่า Connection Setup ใน Communication Port Properties ของทัชกรีนให้ตรงกันเพื่อให้อินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อกับทัชกรีน ดังรูปที่ 9

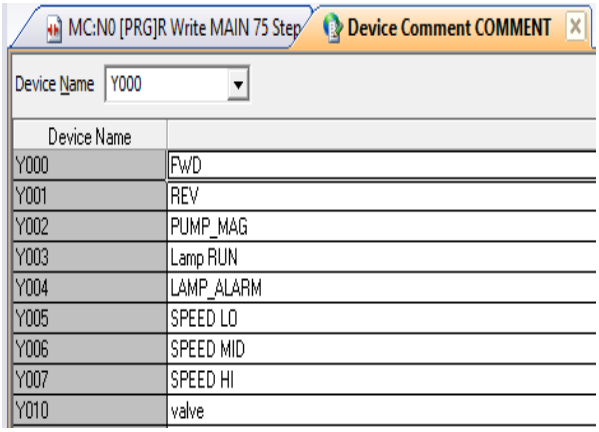


รูปที่ 9 ป้อนค่า Connection Setup ใน Communication Port Properties

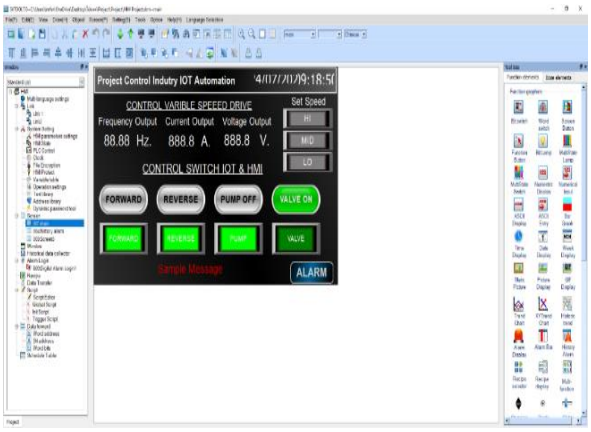
7.1.4เขียนโปรแกรม PLC และทัชสกรีนเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Smart Life โดยใช้โปรแกรม MELSOFT Series GX Work2 โดยกำหนดตำแหน่ง IO อินพุตและเอาต์พุตของอุปกรณ์ ดังรูปที่ 10, 11, 12, 13, 14 และ 15



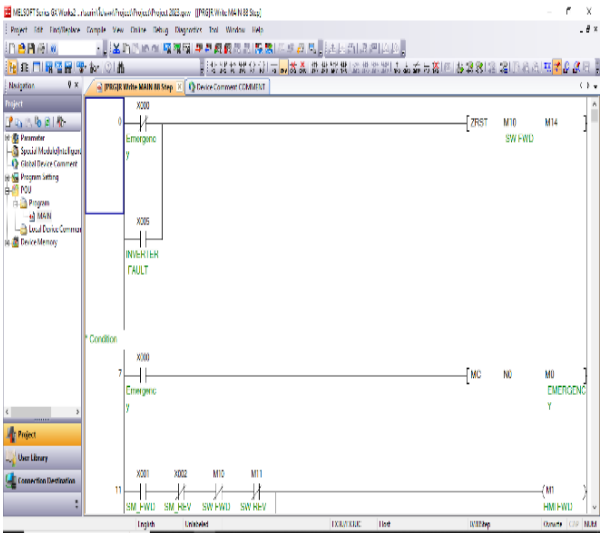
รูปที่ 10 กำหนดตำแหน่ง IO อินพุต



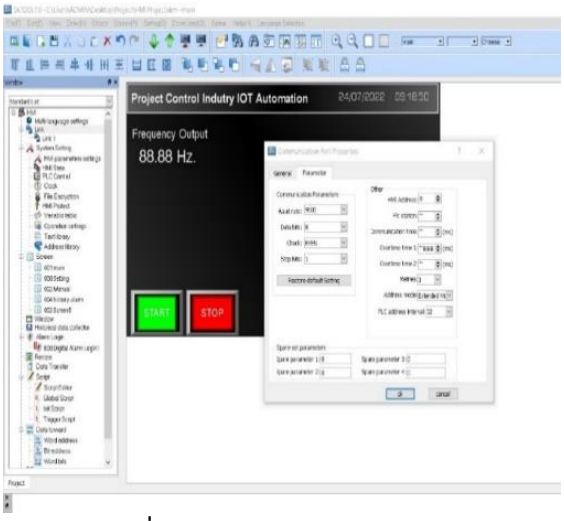
รูปที่ 11 กำหนดตำแหน่ง IO เอาต์พุต



รูปที่ 12 กำหนดMemory bit

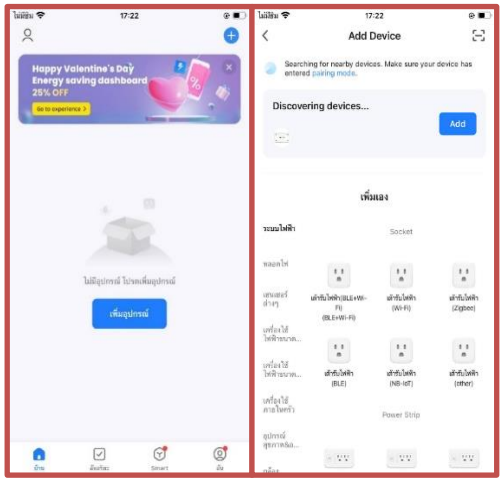


รูปที่ 13 Ladder Diagram



รูปที่ 14 เขียนโปรแกรมหน้าจอทัชกรีน

รูปที่ 16 ทดสอบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 15 แอปพลิเคชัน Smart Life

รูปที่ 17 หน้าจอทัชสกรีน

7.1.5ทดสอบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชัน Smart Life ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และควบคุมด้วยมือด้วยทัชสกรีน ดังรูปที่ 16 และ 17

7.1.6การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1)เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบการทดสอบการหมุน (FWD) และกลับทาง หมุน (REV) กระแสไฟฟ้า แรงดันด้านเอาต์พุต และความเร็วรอบ ควบคุมระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชัน Smart Life ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และควบคุมด้วยมือด้วยทัชสกรีน

2)เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นความพึงพอใจการหมุน (FWD) และกลับทางหมุน (REV) ควบคุมทางกายภาพและการใช้งาน ระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชัน Smart Life ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และควบคุมด้วยมือด้วยทัชสกรีน

8.ผลการวิจัย

8.1ประสิทธิภาพระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

ตารางที่ 1 การทดสอบการหมุน (FWD) และกลับทางหมุน (REV)

การหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า	ความถี่ (Hz)	กระแสไฟฟ้า (A)	ความเร็วรอบ (rpm)	แรงดันไฟฟ้าด้านเอาต์พุต (V)	สั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Lift	สั่งผ่านทัชสกรีน
FWD	10	0.77	615	67.0	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	25	0.52	1250	129.3	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	30	0.50	1743	148.4	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	35	0.53	-	172.5.4	โอเวอร์โหลด	โอเวอร์โหลด
REV	10	0.81	615	67.7	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	25	0.55	1250	129.1	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	30	0.52	1743	150.1	ทำงานปกติ	ทำงานปกติ
	35	0.53	-	161.5	โอเวอร์โหลด	โอเวอร์โหลด

จากตารางที่ 1 ผลจาการทดสอบพบว่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าด้านเอาต์พุต และความเร็วรอบ ควบคุมระยะไกลผ่านโทรศัพท์มือถือด้วยแอปพลิเคชัน Smart Life ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และควบคุมด้วยมือด้วยทัชสกรีนย่านความถี่ที่แตกต่างกัน สามารถควบคุมการหมุน (FWD) และการกลับทางหมุน (REV) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยการสั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Lift และทัชสกรีน

การหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า	จำนวนครั้งในการทดสอบ	ความถี่ (Hz)	การสั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Lift	การสั่งผ่านทัชสกรีน
FWD	1	10	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	2	25	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	3	30	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	4	35	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	5	40	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
REV	1	10	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	2	25	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	3	30	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	4	35	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้
	5	40	สั่งผ่านได้	สั่งผ่านได้

จากตารางที่ 2 การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบการหมุน (FWD) และการกลับทางหมุน (REV) โดยการทำการทดสอบสั่งการ จำนวน 5 ครั้ง พบว่าสามารถสั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Lift และทัชสกรีนได้ ซึ่งคิดเป็น 100 เปอร์เซนต์

8.2 ความพึงพอใจผู้ใช้ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจทางกายภาพ

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ด้านลักษณะทางกายภาพ				
1	โครงสร้างมีความแข็งแรง	4.00	0.77	ดี
2	ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน	4.20	0.74	ดี
3	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ มีคุณภาพ	4.20	0.74	ดี

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจทางกายภาพ

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ด้านลักษณะทางกายภาพ				
1	โครงสร้างมีความแข็งแรง	4.00	0.77	ดี
4	สะดวกต่อการ ใช้งาน	4.30	0.78	ดี
ค่าเฉลี่ย		4.17	0.76	ดี
ด้านลักษณะการใช้งาน				
1	สามารถสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว	4.50	0.50	ดีมาก
2	ทัชสกรีนสั่งงาน FWD และ REV ได้	4.20	0.74	ดี
3	หน้าจอทัชสกรีนสามารถปรับความถี่ได้	4.50	0.50	ดีมาก
4	สามารถใช้งานได้ง่าย	4.50	0.50	ดีมาก
5	ช่วยประหยัดเวลาการทำงาน	4.00	0.77	ดี
ค่าเฉลี่ย		4.34	0.06	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		**4.20**	**0.68**	**ดี**

จากตารางที่ 3 พบว่าภาพรวมด้านลักษณะทางกายภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$= 4.17) และภาพรวมด้านลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$= 4.34) ค่าเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$= 4.20)

9.สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

9.1สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน สรุปผลการวิจัยดังนี้

1) ประสิทธิภาพระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีนภาค การศึกษาที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2565 ในระหว่างเดือนมีนาคม 2565 ถึงเดือน มีนาคม 2566 จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ระดับชั้นปีที่ 2 จำนวน 24 คน วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย โดยเลือกแบบเจาะจง พบว่าการหมุน (FWD) และการกลับทางหมุน (REV) ความถี่ที่ 10 Hz, 25 Hz, 30 Hz และ 35 Hz จะมีกระแสไฟฟ้าที่โหลดและแรงดันไม่แตกต่างกันมาก การสั่งผ่านแอปพลิเคชัน Smart Life ทัชสกรีน และโทรศัพท์มือถือ ระบบสามารถสั่งการทำงานได้ตามเงื่อนไข ช่วงโอเวอร์โหลดของอินเวอร์เตอร์จะอยู่ที่ความถี่ 35 Hz ขึ้นไป

2) ความพึงพอใจที่มีต่อผู้ใช้ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีนภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2565 ในระหว่างเดือนมีนาคม 2565 ถึงเดือน มีนาคม 2566 จากกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ระดับชั้นปีที่ 2 จำนวน 24 คน วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย โดยเลือกแบบเจาะจงพบว่าความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับที่ดี ($\bar{X}$= 4.20)

9.2การอภิปรายผล

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ อินเวอร์เตอร์ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 0.20 kW ในความถี่ที่ไม่เกิน 35 Hz เพราะจะทำให้อินเวอร์เตอร์โอเวอร์โหลด พบว่าหากต้องการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขนาดใหญ่ขึ้นต้องเปลี่ยนอินเวอร์เตอร์ขนาดกำลังวัตที่เพิ่มขึ้นตาม ในส่วนของแอปพิเคชั่น Smart Life จะสามารถสั่งเอาต์พุตในการหมุน (FWD) และกลับทางหมุน (RVE) ระยะไกลได้โดยผ่านโทรศัพท์มือถือตัวแอปพลิเคชัน Smart Lift ร่วมกับ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง แต่จะไม่สามารถแสดงสถานะของสภาวะการทำงานต่าง ๆ เมื่อเกิดกรณีโอเวอร์โหลดหรือข้อบกพร่องกรณีอื่น ๆ และสามารถสั่งการหมุน (FWD) และกลับทางหมุน (RVE) ควบคุมด้วยมือที่จอทัชสกรีน ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมสั่งการจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

9.3ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการออกแบบและสร้างระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยอินเวอร์เตอร์ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สั่งการระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทัชสกรีน มีข้อเสนอแนะดังนี้

1) เพื่อให้ระบบการทำงานมีความเสถียรมากขึ้นควรเปลี่ยนแมกนีติกคอนแทกเตอร์เป็นโซลิตสเตตรีเลย์เนื่องจากแมกนีติกคอนแทกเตอร์การทำงานเป็นลักษณะแมกคานิกส์ทำให้การตัดต่อของคอนแทกเตอร์ช้าเมื่อได้รับสัญญาณจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

2) การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแอปพลิเคชัน Smart Lift การตอบสนองของการทำงานค่อนข้างช้า และไม่สามารถแสดงผลเมื่อเกิดข้อผิดพลาดของการทำงานของระบบ เช่น เมื่อเกิดโอเวอร์โหลดจะไม่มีการแจ้งเตือน ดังนั่นจึงควรเพิ่มระบบแสดงผลเมื่อเกิดข้อผิดพลาด แจ้งเตือนผ่านระบบมือหรืออื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 ทุกคน วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนทุนวิจัยในการดำเนินการครั้งนี้ คุณประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมไปถึงบุคคลที่เกี่ยวข้อง และรวมทั้งที่มิได้กล่าวถึง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, *แมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น*, สำนักพิมพ์ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 147 – 174, 2522.

[2] สิทธิพงศ์ ยุวจิตติ, *การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและการโปรแกรม*, ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา, หน้า 83 – 96, 2539.

[3] สุพรรณ กุลพาณิชย์, *Programmable control เทคนิคและการใช้งานเบื้องต้น*, บริษัทออมร่อนตรีศักดิ์, หน้า 56 - 89, 2533.

[4] สรศักดิ์ คำภูและคณะ, “การออกแบบและสร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซี ระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์”, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต แขนงวิชาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม, 2564.

[5] นพรัตน์ งามพ้อง, อนุวัฒน์ คำน้อยและคมกริช แสงสุรินทร์, “ตู้ควบคุมและแจ้งเตือนกระแสไฟฟ้าเกินมอเตอร์ไฟฟ้าแบบออนไลน์”, *การประชุมวิชาการด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ครั้งที่ 4*,หน้า 315-323,2563.

[6] คมกริช แสงสุรินทร์, ธนกฤต จีระยาและวีระเดช จองสุรียภาส, “การออกแบบและสร้างเครื่องวัดบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าแสดงผลผ่านระบบไร้สาย”, *การประชุมวิชาการด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ครั้งที่ 4*, หน้า 170-179, 2563.

[7] คมกริช แสงสุรินทร์, บัญญัติ พรมเลขและวิภพ ใจแข็ง, “การปรับจูนค่าแบบพีไอที่เหมาะสมที่สุดเพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิด”, *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11,* หน้า 564-570, 2562.

[8] คมกริช แสงสุรินทร์, *ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม,* สำนักพิมพ์: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, หน้า 63, 2560.