การวิจัยในชั้นเรียน

การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม ในวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี

ไชยวัฒน์ ทองช้อย

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ชื่อผู้วิจัย : นายไชยวัฒน์ ทองช้อย

ชื่อเรื่อง : การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมในวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี

ปีการศึกษา : ภาคเรียนที่ 2/2567

บทคัดย่อ

การวิจัยในชั้นเรียนเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์หลักในการเพิ่มทักษะทางทฤษฎีให้กับนักศึกษาในสายงานพีแอลซี โดยเนื้อหาจะเกี่ยวกับการนำพีชคณิตบูลีนมาทำการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยดังกล่าวคือนักศึกษาชั้นปี 4 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ หมู่เรียน 641147701 ซึ่งในปีการศึกษาที่ 2/2567 นี้ลงเรียนวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซี กับผู้ทำวิจัยจำนวน 11 คน

วิธีการทำวิจัยคือ จะทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งแรกจะให้นักศึกษาทำใบงานที่โจทย์จะเป็นออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมตามความเข้าใจและประสบการณ์ของนักศึกษาแต่ละคน ส่วนครั้งที่ 2 จะทำแบบทดสอบเหมือนกับครั้งที่ 1 ต่างกันที่จะออกแบบโดยใช้พีชคณิตบูลีน ซึ่งทั้งสองครั้งนี้ จะทำในห้องปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม TIA Portal STEP 7 ของบริษัทซีเมนส์ ร่วมกับชุดทดลอง

จากนั้นจะประเมินผลที่ได้ทั้ง 2 ครั้งซึ่งจะอยู่ในรูปของคะแนน มาคำนวณหาค่าทางสถิติ พร้อมทั้งพล็อตกราฟให้เข้าใจมากขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีนเหมาะสำหรับนักศึกษาที่ต้องผ่านการเรียนวิชาดิจิตอลลอจิกมาก่อน สอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบครั้งที่ 1 ที่มากกว่าครั้งที่ 2 มาก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

สารบัญ ข

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียน 3

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี 4

2.3 ความสำคัญของพีแอลซี 5

2.4 โปรแกรมและชุดฝึกวิชาพีแอลซี 7

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากร / กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย 10

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 11

3.3 วิธีการและขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 11

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 13

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูล 14

4.2 การแสดงค่าทางสถิติในรูปของกราฟ 16

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 18

5.2 ข้อเสนอแนะ 18

บรรณานุกรม 21

ภาคผนวก ก. ใบงานการทดสอบ ก-1

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

วิชาเทคโนโลยีพีแอลซีเป็นวิชาที่เน้นปฏิบัติเป็นหลัก แต่การที่นักศึกษาจะสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้พีแอซีทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องเข้าใจในส่วนของภาคทฤษฎีในหลากหลายสาขาวิชา ซึ่งพอจะสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

1.1.1 ส่วนประกอบต่างๆตลอดจนการทำงานของแต่ละส่วนในพีแอลซี

1.1.2 ทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้าตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆในโรงงานที่ใช้ไฟสลับ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) รีเลย์ และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

1.1.3 ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้แก่ ไดโอด ทรานส์ซิสเตอร์ (ไบโพลาร์ หรือ มอสเฟต) และไตแอก เป็นต้น

1.1.4 ทฤษฎีและอุปกรณ์ทางดิจิตอล ได้แก่ เลขฐานต่างๆ (2, 8, 10 และ 16) ลอจิกเกต และที่สำคัญมากโดยเฉพาะการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมก็คือ “พีชคณิตบูลีน”

แลดเดอร์ไดอะแกรมคือภาษาของการเขียนโปรแกรมชนิดหนึ่ง เหมือนกับภาษาซี เบสิก หรือ แอสเซมบลี (Assembly Language) เป็นต้น ต่างกันตรงที่แลดเดอร์เป็นภาษาสัญลักษณ์กล่าวคือจะใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อาทิ รีเลย์ มอเตอร์ และตัวจับเวลา (Timer) เป็นต้น ทำได้โดยใช้เมาส์คลิกและลากสัญลักษณ์เหล่านี้มาต่อกันเหมือนขั้นบันได (Ladder) บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนที่ไปก็คือ ทำการคอมไพล์ (Compile) หรือการแปลงให้เป็นภาษาเครื่อง (0 กับ 1) หากไม่เกิดความผิดพลาดใดๆ จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายคือส่งโค้ดไปยังเครื่องพีแอลซีเพื่อประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ตามโปรแกรมที่เขียน

อย่างไรก็ตาม แลดเดอร์ไดอะแกรมที่กำลังจะวาดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องได้รับการออกแบบและตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อน เพื่อลดเวลาในการแก้ไขให้น้อยที่สุดกรณีที่เคอมไพล์ไม่ผ่าน การออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความถนัดของนักพัฒนาโปรแกรมแต่ละคน โดยเฉพาะคนที่มีประสบการณ์สูง จะเขียนโปรแกรมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และคอมไพล์จนกระทั่งตรงตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยทั้งหมดนั้นจะใช้เวลาไม่นานเลย

อีกวิธีหนึ่งซึ่งการออกแบบต้องใช้ความรู้ในวิชาดิจิตอลเป็นหลัก อาทิ เลขฐานต่างๆ ตัวนับ (Counter) ลอจิกเกต และที่สำคัญที่สุดก็คือ “พีชคณิตบูลีน” ซึ่งเป็นวิธีที่นำเสนอในการวิจัยในชั้นเรียนปีการศึกษาที่ 2/2567

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้หลักการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมทางทฤษฎีโดยใช้พีชคณิตบูลีน

1.2.2 เพื่อติดตามและตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ว่ามากหรือน้อยแค่ไหน

1.2.3 เพื่อใช้เปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆในส่วนของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นรวมทั้งเวลาที่ใช้ในการออกแบบ

1.2.4 เพื่อให้นักศึกษาใช้เป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาตนเองในพีแอลซีระดับที่สูงขึ้นต่อไป

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ทำการทดสอบก่อนเรียนหัวข้อการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีน นักศึกษาทุกคนจะได้หัวข้อสำหรับทำการออกแบบและทดสอบในห้องปฏิบัติการพีแอลซี

1.3.2 สอนทฤษฎีการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีนและให้นักศึกษาลงภาคปฏิบัติทดลองวงจรที่ออกแบบโดยใช้โปรแกรม TIA Portal STEP 7 ของซีเมนส์

1.3.3 ทำการทดสอบกับนักศึกษาอีกครั้งโดยใช้แบบทดสอบเหมือนกับกรณีก่อนเรียนหัวข้อการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีน

1.3.4 นำผลที่ได้จากข้อที่ 1.3.1-1.3.3 มาทำการสรุปและประเมินประสิทธิภาพในรูปของตารางและกราฟทางสถิติ

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักศึกษาได้เรียนรู้การออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยวิธีพีชคณิตบูลีนและนำไปใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ

1.4.2 เข้าใจการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมหลากหลายวิธีและสามารถนำมาบูรณาการกันได้หลังจากจบการศึกษาแล้วไปทำงานจริง

1.4.3 ช่วยพัฒนาความรู้ของผู้วิจัยในการนำไปใช้แก้ปัญหาในการสอนวิชาเทคโนโลยีพีแอลซีในเทอมถัดไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียน [1]

การวิจัยในชั้นเรียนเริ่มเข้ามามีบทบาทอย่างจริงจังในแวดวงการศึกษาตั้งแต่มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ซึ่งกำหนดให้สถานศึกษาส่งเสริมให้ครูสามารถทำวิจัยในชั้นเรียนได้ การทำวิจัยในชั้นเรียนของครูผู้สอน มีเป้าหมายหลักเพื่อเป็นการแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ โดยการใช้กระบวนการวิจัยเข้ามาช่วยในการค้นหาคำตอบในประเด็นที่ครูสงสัยหรือต้องการจะพัฒนาผู้เรียน ซึ่งต้องอาศัยนวัตกรรมทางการศึกษาที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ครูได้กำหนดไว้ตามหลักสูตร มีผู้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนไว้หลายท่านดังนี้

2.1.1 *พิสณุ ฟองศรี (2551: 4)* ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนว่า “การวิจัยที่มีขอบเขต ขั้นตอน และกระบวนการที่น้อยกว่าการวิจัยทั่วไป หรือยืดหยุ่นกว่า มีลักษณะเป็นทางการน้อยกว่า ทำโดยครูผู้สอนภายในห้องเรียนหรือภายใต้ความรับผิดชอบของตน เน้นการนำผลไปใช้จริงเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนานักเรียน

2.1.2 *รัตนะ บัวสนธ์ (2552: 94)* ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนว่า “การวิจัยที่มุ่งค้นหาความจริงเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนในชั้นเรียนหนึ่ง ๆ โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อ นำความรู้ที่ได้รับ มาใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการสอนของครู”

2.1.3 *อนุวัติ คุณแก้ว (2555: 37)* ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนว่า “การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีลักษณะเป็นการวิจัยและพัฒนา ทำโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน การวิจัยประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุด”

2.1.4 *พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2557: 23)* ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนว่า “การวิจัยปฏิบัติการที่มีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสาคัญในการวางแผนแก้ปัญหา โดยศึกษาสภาพการณ์หรือปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และครูแสวง หาวิธีการหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสังเกต ผลหรือตรวจสอบผลการแก้ปัญหา และสะท้อนผลกลับต่อการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้ เรียนเพื่อหาทางปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนบรรลุผลสำเร็จของการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการ เรียนรู้ของผู้เรียน

2.1.5 *สุวิมล ว่องวาณิช (2559: 21)* ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนว่า

"การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้เกิดประโยชน์ สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการ ปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและผู้เรียน"

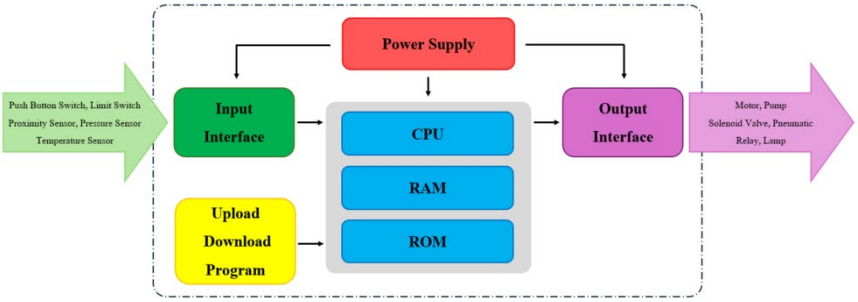
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี [2]

พีแอลซีคือ อุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ พีแอลซีเป็นระบบควบคุมทางอุตสาหกรรมหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่องานเฉพาะกิจ (Special Purpose Computer) ซึ่งก็คือเครื่องประมวลผลข้อมูลที่ถูกออกแบบตัวเครื่องและโปรแกรมควบคุมให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ (Inflexible) โดยทั่วไปมักใช้ในงานควบคุม หรืองานอุตสาหกรรมที่เน้นการประมวลผลแบบรวดเร็ว ที่ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อินพุตหรืออุปกรณ์ป้อนข้อมูล (Input Devices) อย่างต่อเนื่อง และทำการออกคำสั่งตามโปรแกรมเพื่อควบคุมสถานะของอุปกรณ์เอาต์พุต (Output Devices) ถึงแม้ว่าจะเรียกว่าคอมพิวเตอร์ก็ตาม พีแอลซีนั้นไม่มีจอแสดงผล คีย์บอร์ด เครื่องพิมพ์ หรือฮาร์ดไดรฟ์ และยังถูกซ่อนอยู่ในแผงควบคุม

2.2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซีประกอบด้วย [3]

- *หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)* หรือ CPU ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพีแอลซี โดยอ่านคำสั่งจากหน่วยควบคุม (Control Unit) และประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากช่องรับสัญญาณเข้า (Input) จากนั้นจะส่งคำสั่งควบคุมไปยังช่องส่งสัญญาณออก (Output) ต่อไป
- *หน่วยความจำ (Memory)* หน่วยความจำในพีแอลซีได้แก่
    - *แรม (Random Access Memory : RAM)* หน่วยความจำชนิดนี้ภายในจะมีแบตเตอรี่ขนาดเล็กเพื่อเป็นไฟเลี้ยงข้อมูลขณะเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนโปรแกรมจะทำการลงใน RAM ก่อนเพราะสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วจึงเหมาะกับการทดลองโปรแกรมบ่อยๆ หากมีความมั่นใจในโปรแกรมแล้วจึงค่อยลงในรอมทีหลังเพื่อให้โปรแกรมข้อมูลอยู่ถาวร
    - *รอม (Read-Only Memory : ROM)* จะถูกใช้เป็นหน่วยความจำสำหรับต้องการเก็บข้อมูลแบบถาวรแม้ว่าไฟจะดับก็ตาม แต่ข้อเสียของรอมนั้นคือความเร็วในการประมวลผลจะช้ากว่าแรมมาก รวมทั้งยังมีการจำกัดจำนวนครั้งในการเขียนข้อมูลอีกต่างหาก

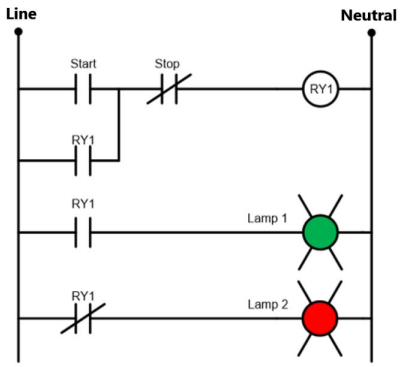
- *หน่วยอินพุต (Input Unit)* จะเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากสวิตซ์และเซนเซอร์ต่างๆ ในรูปดิจิตอล (Digital) เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม พีแอลซีบางรุ่นจะมีการรับข้อมูลแบบแอนาล็อค (Analog) ได้ด้วย
- *หน่วยเอาต์พุต (Output Unit) จะเป็นส่วนที่ส่งข้อมูลการทำงานต่างๆ ในรูปดิจิตอล (Digital) เป็นหลักไม่ว่าจะเป็นรีเลย์ (Relay) ควบคุมมอเตอร์ (Motor) รวมไปถึงไฟแสดงสถานะการทำงานต่างๆ ซึ่งบางรุ่นสามารถส่งข้อมูลแบบแอนาล็อค (Analog) ได้*
- *หน่วยป้อนโปรแกรม (Programming Device)* เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สำหรับให้ผู้ใช้งานติดต่อกับพีแอลซีในรูปแบบของการเขียนโปรแกรม จากนั้นจะแปลงโปรแกรรมดังกล่าวเป็นภาษาเครื่องในรูปแบบเลขฐานสองส่งไปเก็บที่หน่วยความจำของพีแอลซีเพื่อให้ซีพียูประมวลผลต่อไป
- *หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply)* ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหน่วยต่างๆภายในพีแอลซี



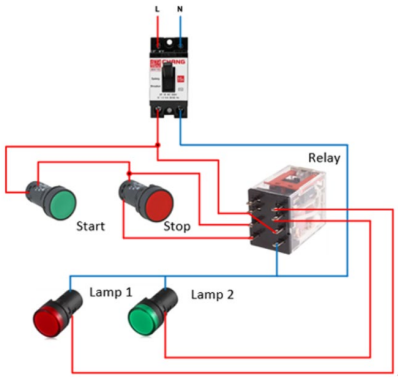
รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซี

2.3 ความสำคัญของพีแอลซี [4]

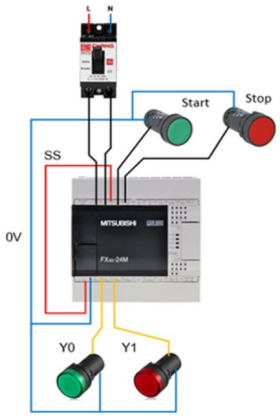
ในอดีตก่อนที่จะมีจะเปลี่ยนมาใช้งานพีแอลซีอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จะใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์หลัก การควบคุมให้เครื่องจักรต่างๆทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้นั้นต้องใช้วงจรควบคุมที่เกิดจากการนำรีเลย์หนึ่งตัวหรือหลายตัวมาเชื่อมต่อกัน เพื่อให้เห็นภาพความแตกต่างระหว่างระบบควบคุมที่ใช้รีเลย์กับพีแอลซี สามารถแสดงตัวอย่างให้เห็นดังรูปที่ 2.2



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.2 วงจรรีเลย์ควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์และเปิด/ปิดหลอดไฟ (ก) แผนภาพวงจรทางไฟฟ้า (ข) วงจรรีเลย์ในทางปฏิบัติ และ (ค) ใช้พีแอลซีควบคุม

จากวงจรในรูปที่ 2.2 สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียของวงจรรีเลย์ได้ดังนี้

- *ข้อดี*
  - วงจรมีความเรียบง่ายไม่ซับซ้อน ทำการตรวจซ่อมได้ง่ายตรงไปตรงมา นอกจากนี้รีเลย์ระบบเครื่องกลไฟฟ้ายังได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นเวลาหลายทศวรรษ
  - มีความคุ้มค่าเพราะราคาถูก ในงานที่วงจรควบคุมที่ไม่ซับซ้อน (ตัวอย่างในรูปที่ 2.2) ตลอดจนไม่ต้องการแก้ไขวงจรมากมาย การใช้รีเลย์สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าการใช้พีแอลซี ที่ตัวเครื่องมีราคาสูง อีกทั้งยังต้องจ้างโปรแกรมเมอร์มาเขียนโปรแกรมควบคุมอีก

- *ข้อเสีย*
  - เพิ่มค่าใช้จ่ายให้สูงขึ้น ในกรณีที่เราต้องการเปลี่ยนฟังก์ชั่นการทำงานเนื่องจากต้องการผลิตสินค้าตัวใหม่ ทำให้จำเป็นต้องรื้อสายไฟเพื่อแก้ไขวงจรให้ทำงานตามการควบคุมที่เปลี่ยนแปลงไป
  - ใช้พื้นที่ในการติดตั้งมากขึ้น สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กจะเกิดปัญหานี้ขึ้นมาทันทีหากระบบมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากระบบที่ใหญ่ขึ้นหมายถึงจำนวนรีเลย์และสายเชื่อมต่อจะมากขึ้นตามไปด้วย
  - ไม่เหมาะกับปรับขนาดและการขยายตัวในอนาคต หากพิจารณาเรื่องศักยภาพการเติบโตของธุรกิจที่คาดว่าจะเติบโตอย่างมาก การเลือกใช้งานพีแอลซีจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่าการใช้รีเลย์เนื่องจากพีแอลซีสามารถปรับขยายได้ง่ายมากกว่า การปรับเปลี่ยนขบวนการ สามารถทำได้โดยเขียนโปรแกรมควบคุมใหม่เท่านั้น

2.4 โปรแกรมและชุดฝึกวิชาพีแอลซี [5]

ในการเรียนพีแอลซีนอกจากจะภาคทฤษฎีแล้วยังมีภาคปฏิบัติที่ต้องฝึกเขียนโปรแกรมและทดลองกับชุดฝึกควบคู่ไปด้วยกันถึงจะทำให้การเรียนวิชาดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงสุด พีแอลซีมีให้เลือกใช้งานมากมายหลายบริษัท ได้แก่ OMRON [6] , Mitsubishi [7] , Allen Bradley [8] และ SEIMENS [9] เป็นต้น

(ก)

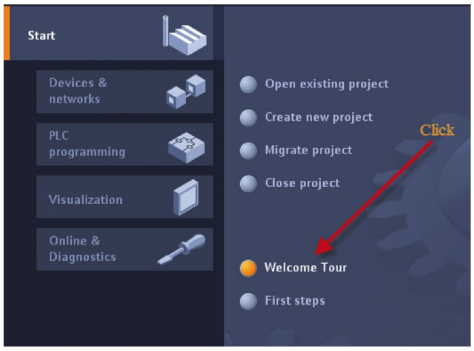
(ข)

(ค)

(ง)

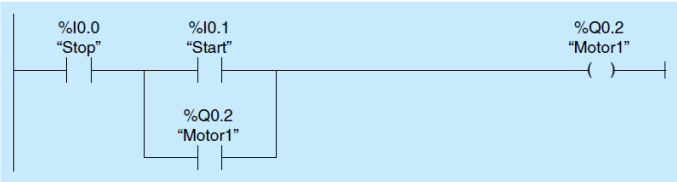
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างพีแอลซีของบริษัทต่างๆ (ก) OMRON CP1L-EM30DT1-D (ข) Mitsubishi FX3GE FX3GE-24MT-ESS (ค) Allen Bradley Micro 830 PLC และ (ง) SEIMENS SIMATIC S7-1200, CPU 1214C

สำหรับหัวข้อนี้จะกล่าวเฉพาะพีแอลซีของบริษัท สอนในวิชาพีแอลซีเป็นของบริษัทซีเมนต์ (SIEMENS) อย่างเดียว เนื่องจากทางผู้ทำวิจัยใช้ของบริษัทนี้ทำการสอนทั้งภาคทฤษีและปฏิบัติ พีแอลซีที่ใช้ทดลองคือรุ่น “S7-1200, CPU 1214C” (รูปที่ 2.3) ซึ่งเป็นพีแอลซีขนาดเล็ก เหมาะกับผู้ที่จะเริ่มต้นเรียนรู้การใช้งาน PLC เบื้องต้นและพัฒนาต่อยอดไปถึงรุ่นใหญ่ได้ต่อไป การเขียนโปรแกรมจะกระทำบนโปรแกรมที่ใช้มีชื่อว่า “STEP7 Basic (TIA Portal)” ซึ่งหน้าจอเมื่อเปิดโปรแกรมจะเห็นดังรูปที่ 2.4

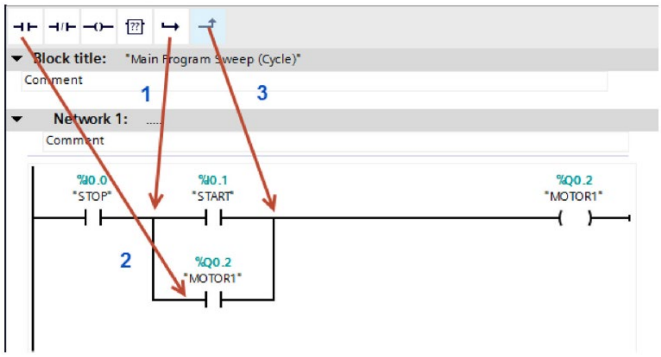


รูปที่ 2.4 หน้าจอของโปรแกรม STEP7

การพัฒนาโปรแกรมจะใช้ภาษาแลดเดอร์ โดยในโปรแกรม STEP7 จะมีไอคอนแสดงสัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ หน้าสัมผัส (Contact) และคอยล์ (Coil) การสร้างแลดเดอร์สามารถทำได้ง่ายๆโดยการลากมาและวางลง (Drag and Drop) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



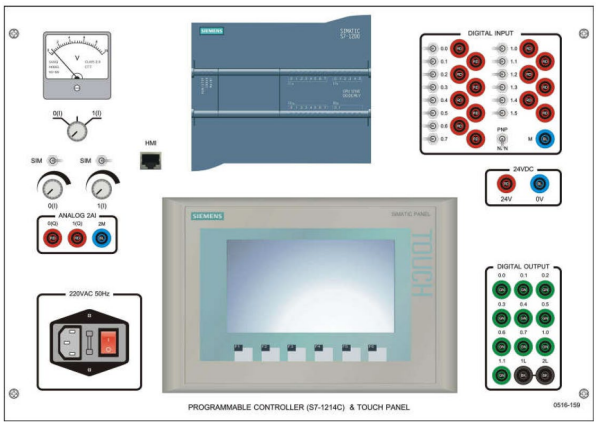
(ก)



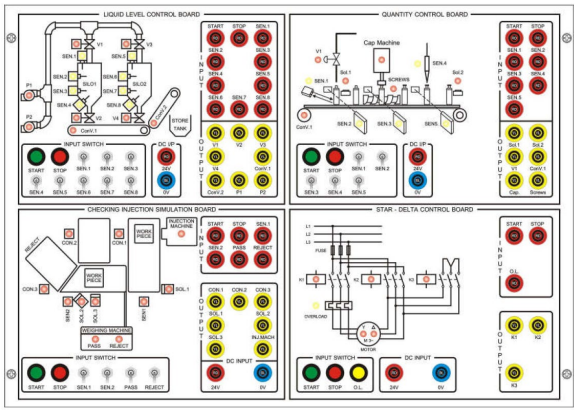
(ข)

รูปที่ 2.5 (ก) วงจรควบคุมมอเตอร์ และ (ข) หน้าจอของ STEP7

ในส่วนของชุดฝึกนั้นจะสื่อสารข้อมูลกับโปรแกรม STEP7 ผ่าน PROFINET (Process Field Net) ซึ่งเป็นโปรโตคอลการสื่อสารสำหรับระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์, แอคทูเอเตอร์, คอนโทรลเลอร์ (PLC), และอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบเครือข่ายการควบคุมอุตสาหกรรม



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.6 บอร์ดชุดฝึกที่ต่อร่วมกับโปรแกรม STEP7 (ก) ส่วนควบคุมประกอบด้วยพีแอลซี S7-1200, CPU 1214C และจอแสดงผล และ (ข) ส่วนการทดลองต่างๆ

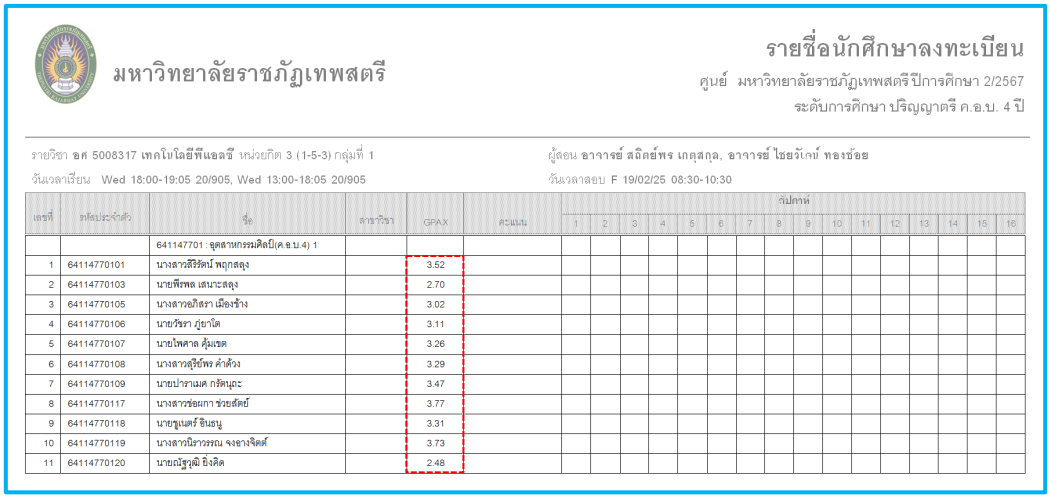
บทที่ 3
การออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย

สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัยในชั้นเรียนของวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซี หัวข้อเรื่องชื่อ “การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมในวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี” ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนวิจัยดังนี้

3.1 ประชากร / กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้คือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาชั้นปี 4 สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หมู่เรียน 641147701 ปี การศึกษาที่ 2/2567 จำนวน 11 ดังรายชื่อในรูปที่ 3.1



มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

รายชื่อนักศึกษาลงทะเบียน

ศูนย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ปีการศึกษา 2/2567

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี ค.อ.บ. 4 ปี

รายวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซี หน่วยกิต 3 (1-5-3) กลุ่มที่ 1 ผู้สอน อาจารย์ สถิตย์พร เกตุสกุล, อาจารย์ ไชยวัเกษ์ ทองช้อย

วันเวลาเรียน Wed 18:00-19:05 20/905, Wed 13:00-18:05 20/905 วันเวลาสอบ F 19/02/25 08:30-10:30

เลขที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ	สาขาวิชา	GPAX	คะแนน	สัปดาห์ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		641147701 : อุตสาหกรรมศิลป์(ค.อ.บ.4) 1																			
1	64114770101	นางสาวสิริรัตน์ พฤกสลุง		3.52																	
2	64114770103	นายพีรพล เสนาะสลุง		2.70																	
3	64114770105	นางสาวอภิเธรา เมืองช้าง		3.02																	
4	64114770106	นายวัชรา ภูยาโต		3.11																	
5	64114770107	นายโพคาล คุ้มเขต		3.26																	
6	64114770108	นางสาวสุรีย์พร คำด้วง		3.29																	
7	64114770109	นายปาราเมศ กรัตนุถะ		3.47																	
8	64114770117	นางสาวช่อผกา ช่วยอัศย์		3.77																	
9	64114770118	นายชูเมศร์ ชินธนู		3.31																	
10	64114770119	นางสาวนิราวรรณ จงอางจิตต์		3.73																	
11	64114770120	นายณัฐวุฒิ ยิ่งคิด		2.48																	

รูปที่ 3.1 รายชื่อนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ หมู่เรียน 641147701 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซี

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการสอนและสไลด์การสอนวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซี บทที่ 1-4 คือ

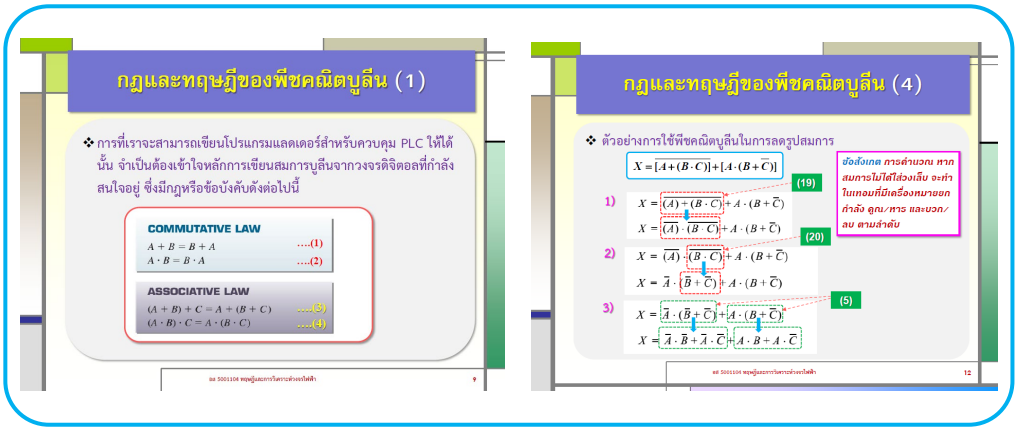
บทที่ 1 *แนะนำให้รู้จัก PLC*
บทที่ 2 *หน่วยอินพุตและเอาต์พุต*
บทที่ 3 *ระบบตัวเลขและลอจิก*
บทที่ 4 *โปรแกรมแลดเดอร์*

3.2.2 ชุดฝึกพีแอลซีของบริษัทซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการพีแอลซี โดยซีพียูที่ใช้งานคือ S7-1200, CPU 1214C พัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมไพล์และอัพโหลดข้อมูลไปที่ชุดฝึกโดยซอฟต์แวร์ (Software) TIA Portal STEP 7

3.2.3 ใบงานให้นักศึกษาทำการออกแบบโจทย์ที่ง่ายและยากอย่างละหนึ่งข้อ หลังจากนั้นให้ทดสอบความถูกต้องโดยใช้ซอฟต์แวร์ TIA Portal STEP 7 ร่วมกับชุดฝึกภาคในห้องปฏิบัติการ

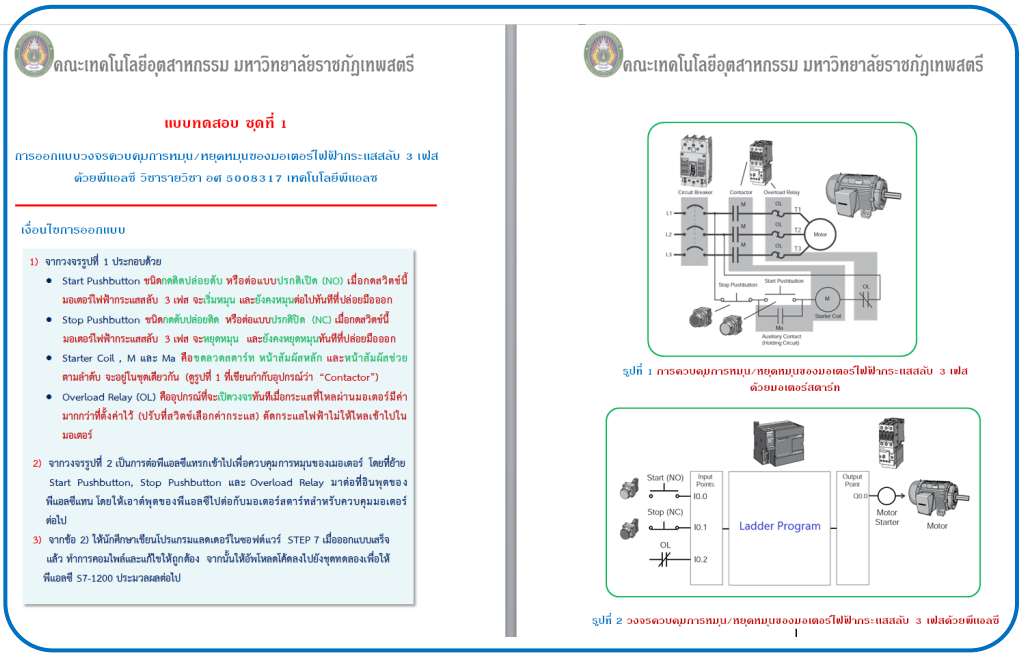
3.3 วิธีการและขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดทั้งหมดเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ โดยนักศึกษาเรียนจบบทที่ 4 เรื่อง *โปรแกรมแลดเดอร์* เรียบร้อยแล้ว ยกเว้นหัวข้อย่อยของบทที่ 3 เรื่อง *กฎและทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน* ซึ่งจะสอนหลังจากที่นักศึกษาทำการออกแบบตามใบงานโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ในห้องปฏิบัติการเสร็จ



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างสไลด์บทที่ 3 หัวข้อย่อยเรื่อง *กฎและทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน*

3.3.2 ผู้วิจัยออกแบบใบงานสำหรับใช้ทดสอบจำนวน 2 ชุด ประกอบด้วยใบงานที่ใช้โจทย์ที่ค่อนข้างง่าย และอีกชุดจะใช้โจทย์เริ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น ดังรูปที่ 3.3



คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบ ชุดที่ 1

การออกแบบวงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยพีแอลซี วิชารายวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซ

เงื่อนไขการออกแบบ

1) จากวงจรรูปที่ 1 ประกอบด้วย
- Start Pushbutton ชนิดกดติดปล่อยดับ หรือต่อแบบปรกติเปิด (NO) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะเริ่มหมุน และยังคงหมุนต่อไปทันทีที่ปล่อยมือออก
- Stop Pushbutton ชนิดกดดับปล่อยติด หรือต่อแบบปรกติปิด (NC) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะหยุดหมุน และยังคงหยุดหมุนทันทีที่ปล่อยมือออก
- Starter Coil , M และ Ma คือขดลวดสตาร์ท หน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วย ตามลำดับ จะอยู่ในชุดเดียวกัน (ดูรูปที่ 1 ที่เขียนกำกับอุปกรณ์ว่า "Contactor")
- Overload Relay (OL) คืออุปกรณ์ที่จะเปิดวงจรทันทีเมื่อกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์มีค่ามากกว่าที่ตั้งค่าไว้ (ปรับที่สวิตช์เลือกค่ากระแส) ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลเข้าไปในมอเตอร์

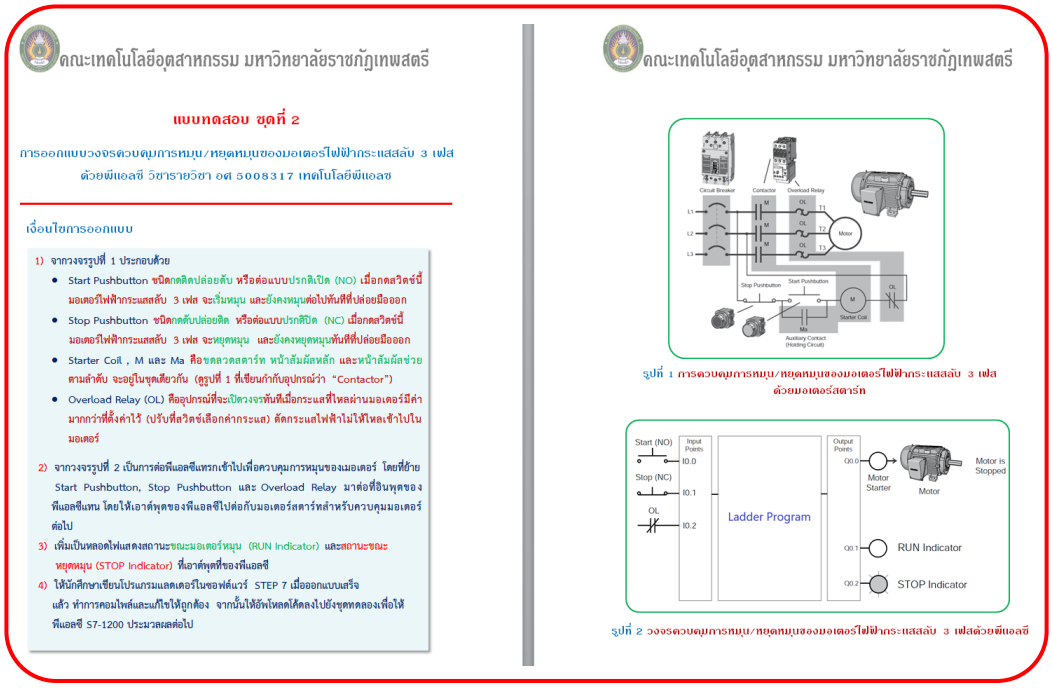
2) จากวงจรรูปที่ 2 เป็นการต่อพีแอลซีแทรกเข้าไปเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ โดยที่ย้าย Start Pushbutton, Stop Pushbutton และ Overload Relay มาต่อที่อินพุตของพีแอลซีแทน โดยให้เอาต์พุตของพีแอลซีไปต่อกับมอเตอร์สตาร์ทสำหรับควบคุมมอเตอร์ต่อไป

3) จากข้อ 2) ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในซอฟต์แวร์ STEP 7 เมื่อออกแบบเสร็จแล้ว ทำการคอมไพล์และแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นให้อัพโหลดโค้ดลงไปยังชุดทดลองเพื่อให้พีแอลซี S7-1200 ประมวลผลต่อไป

รูปที่ 1 การควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยมอเตอร์สตาร์ท

รูปที่ 2 วงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยพีแอลซี

(ก)



คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบ ชุดที่ 2

การออกแบบวงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยพีแอลซี วิชารายวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซ

เงื่อนไขการออกแบบ

1) จากวงจรรูปที่ 1 ประกอบด้วย
- Start Pushbutton ชนิดกดติดปล่อยดับ หรือต่อแบบปรกติเปิด (NO) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะเริ่มหมุน และยังคงหมุนต่อไปทันทีที่ปล่อยมือออก
- Stop Pushbutton ชนิดกดดับปล่อยติด หรือต่อแบบปรกติปิด (NC) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะหยุดหมุน และยังคงหยุดหมุนทันทีที่ปล่อยมือออก
- Starter Coil , M และ Ma คือขดลวดสตาร์ท หน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วย ตามลำดับ จะอยู่ในชุดเดียวกัน (ดูรูปที่ 1 ที่เขียนกำกับอุปกรณ์ว่า "Contactor")
- Overload Relay (OL) คืออุปกรณ์ที่จะเปิดวงจรทันทีเมื่อกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์มีค่ามากกว่าที่ตั้งค่าไว้ (ปรับที่สวิตช์เลือกค่ากระแส) ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลเข้าไปในมอเตอร์

2) จากวงจรรูปที่ 2 เป็นการต่อพีแอลซีแทรกเข้าไปเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ โดยที่ย้าย Start Pushbutton, Stop Pushbutton และ Overload Relay มาต่อที่อินพุตของพีแอลซีแทน โดยให้เอาต์พุตของพีแอลซีไปต่อกับมอเตอร์สตาร์ทสำหรับควบคุมมอเตอร์ต่อไป

3) เพิ่มเป็นหลอดไฟแสดงสถานะขณะมอเตอร์หมุน (RUN Indicator) และสถานะขณะหยุดหมุน (STOP Indicator) ที่เอาต์พุตที่ของพีแอลซี

4) ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในซอฟต์แวร์ STEP 7 เมื่อออกแบบเสร็จแล้ว ทำการคอมไพล์และแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นให้อัพโหลดโค้ดลงไปยังชุดทดลองเพื่อให้พีแอลซี S7-1200 ประมวลผลต่อไป

รูปที่ 1 การควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยมอเตอร์สตาร์ท

รูปที่ 2 วงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยพีแอลซี

(ข)

รูปที่ 3.3 แสดงใบงานแบบทดสอบ 2 ชุด สำหรับโจทย์ (ก) ค่อนข้างง่าย และ (ข) เมื่อเพิ่มความซับซ้อนเข้าไป

3.3.3 สรุปผลการประเมินแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดในรูปของตาราง กราฟ ตลอดจนตัวเลขทางสถิติ ซึ่งจะใช้โปรแกรมสเปรดชีต (Spread Sheet) เช่น Microsoft Excel

3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในชั้นเรียนหัวข้อนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหัวข้อที่ 3.3 ในรูปแบบของตัวเลขทางสถิติต่อไปนี้

3.4.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) มีสูตรคำนวณดังนี้ [8]

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{3.1}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i คือเซตของข้อมูล $\{x_1, x_2, x_3, ..., x_n\}$

n คือจำนวนข้อมูล

3.4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : σ) มีสูตรคำนวณดังนี้ [9]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}} \tag{3.2}$$

เมื่อ σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i คือเซตของข้อมูล $\{x_1, x_2, x_3, ..., x_n\}$

n คือจำนวนข้อมูล

ความหมายของค่า σ จะแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลแต่ละตัวนั้นอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยมากหรือน้อย เช่น สมมุติว่ามีข้อมูล 2 ชุด ชุดแรกมีสมาชิกเขียนในรูปเซตคือ {1, 4, 7, 10, 13} คำนวณหาค่า $\bar{x}$ และ σ ได้เท่ากับ 7 และ 4.2 ตามลำดับ เปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่สองคือ {5, 6, 7, 8, 9} จะได้ $\bar{x}$ เท่ากับ 7 เท่ากันกับข้อมูลชุดแรก แต่ค่า σ จะน้อยกว่ามากคือ 1.4 นั่นแสดงว่าข้อมูลชุดที่ 1 จะมีกากระจายตัวรอบๆค่าเฉลี่ย (ในที่นี้คือ 7) มากกว่าข้อมูลชุดที่สองมากแสดงดังรูปที่ 3.4

(ก) (ข)

รูปที่ 3.4 แสดงการกระจายตัวของข้อมูล (σ หรือ SD) รอบๆค่าเฉลี่ย (Mean) เปรียบเทียบระหว่าง (ก) ค่า SD มาก กับ (ข) ค่า SD น้อย [10]

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยในชั้นเรียนหัวข้อเรื่อง “การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมในวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี” สำหรับนักศึกษานักศึกษาชั้นปี 4 สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หมู่เรียน 641147701 ปี การศึกษาที่ 2/2567 จำนวน 11 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 สำเร็จเรียบร้อยแล้ว สำหรับเนื้อหาในบทนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.1 การคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูล

4.2 การแสดงค่าทางสถิติในรูปของกราฟ

4.1 การคำนวณหาค่าทางสถิติของข้อมูล

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบให้นักศึกษาออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมและทดสอบวงจรที่ออกแบบได้ในห้องปฏิบัติการพีแอลซี โดยแบบทดสอบที่จะมีทั้งหมด 2 ชุดด้วยกัน (ดูภาคผนวก ก) การทดสอบจะกระทำทั้งหมด 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะใช้ข้อสอบ 2 ชุด กล่าวคือ แบบง่ายและเพิ่มความซับซ้อนเข้าไป การออกแบบแต่ละครั้งจะแตกต่างกันดังนี้

4.1.1 ครั้งที่ 1 *ออกแบบตามความเข้าใจในวงจรที่กำลังออกแบบ ร่วมกับหลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่เรียนมา* ผลการทดสอบครั้งที่ 1 สรุปได้ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ*ครั้งที่ 1*

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน (เต็ม 50)	
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2
1	นางสาวสิริรัตน์ พฤกสลุง	28	20
2	นายพีรพล เสนาะสลุง	15	10
3	นางสาวอภิสรา เมืองช้าง	23	15
4	นายวัชรา ภู่ยาโต	24	16
5	นายไพศาล คุ้มเขต	34	25
6	นางสาวสุรีย์พร คำด้วง	38	30
7	นายปาราเมศ กรัตนุกะ	39	28
8	นางสาวช่อผกา ช่วยสัตย์	42	34

9	นายชูเนตร์ อินธนู	17	9
10	นางสาวนิราวรรณ จงอางจิตต์	40	33
11	นายณัฐวุฒิ ยิ่งคิด	23	11
คะแนนรวม		**323**	**231**

ใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 คำนวณหาค่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\bar{x}$ ได้จากสูตรในสมการที่ 3.1

ข้อมูลชุดที่ 1 :

$\bar{x}_{11} = (28+15+23+24+34+38+39+42+17+40+23)/11 = 29.36$ คะแนน

และชุดที่ 2 :

$\bar{x}_{12} = (20+10+15+16+25+30+28+34+9+33+11)/11 = 21$ คะแนน

ต่อไปใช้สมการที่ 3.2 คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

ข้อมูลชุดที่ 1 :

$$\sigma_{11} = \sqrt{\frac{(28-29.36)^2+(15-29.36)^2+...+(23-29.36)^2}{11}} = 9.21$$

และชุดที่ 2 :

$$\sigma_{12} = \sqrt{\frac{(20-21)^2+(10-21)^2+...+(11-21)^2}{11}} = 8.97$$

4.1.2 ครั้งที่ 2 *ออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีน* ผลการทดสอบครั้งที่ 2 สรุปได้ตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ*ครั้งที่ 2*

ลำดับที่	**ชื่อ-สกุล**	**คะแนน (เต็ม 50)**	
		ชุดที่ 1	**ชุดที่ 2**
1	นางสาวสิริรัตน์ พฤกสลุง	22	10
2	นายพีรพล เสนาะสลุง	8	7
3	นางสาวอภิสรา เมืองช้าง	16	5
4	นายวัชรา ภู่ยาโต	13	4
5	นายไพศาล คุ้มเขต	26	12
6	นางสาวสุรีย์พร คำด้วง	30	25
7	นายปาราเมศ กรัตนุกะ	29	28
8	นางสาวช่อผกา ช่วยสัตย์	38	26
9	นายชูเนตร์ อินธนู	9	4

10	นางสาวนิธาวธรณ จงอางจิตต์	42	22
11	นายณัฐวุฒิ ยิ่งคิด	15	6
คะแนนรวม		**248**	**149**

ใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.2 คำนวณหาค่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\bar{x}$ ได้จากสูตรในสมการที่ 3.1

ข้อมูลชุดที่ 1 :

$\bar{x}_{21} = (22+8+16+13+26+30+29+38+9+42+15)/11 = 22.54$ คะแนน

และชุดที่ 2 :

$\bar{x}_{22} = (10+7+5+4+12+25+28+26+4+22+6)/11 = 13.54$ คะแนน

ต่อไปใช้สมการที่ 3.2 คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

สำหรับข้อมูลชุดที่ 1 :

$$\sigma_{21} = \sqrt{\frac{(22-22.54)^2 + (28-22.54)^2 + \ldots + (15-22.54)^2}{11}} = 10.92$$

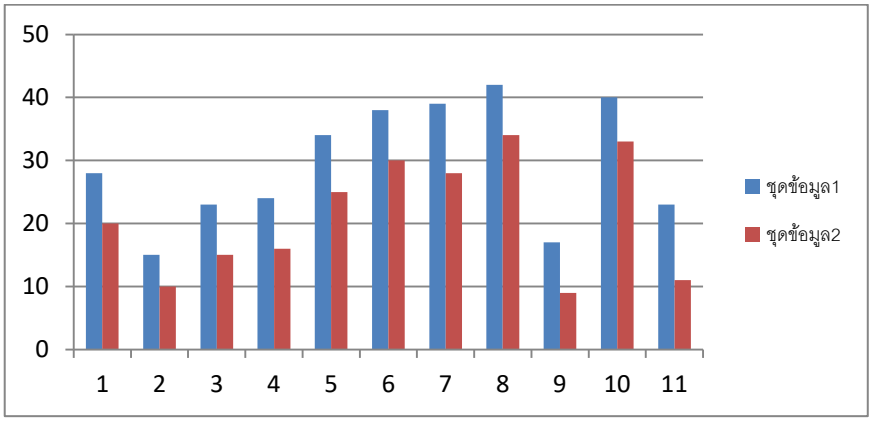
และชุดที่ 2 :

$$\sigma_{22} = \sqrt{\frac{(10-13.54)^2 + (7-13.54)^2 + \ldots + (6-13.54)^2}{11}} = 9.23$$

4.2 การแสดงค่าทางสถิติในรูปของกราฟ

4.2.1 *การทดสอบครั้งที่ 1*

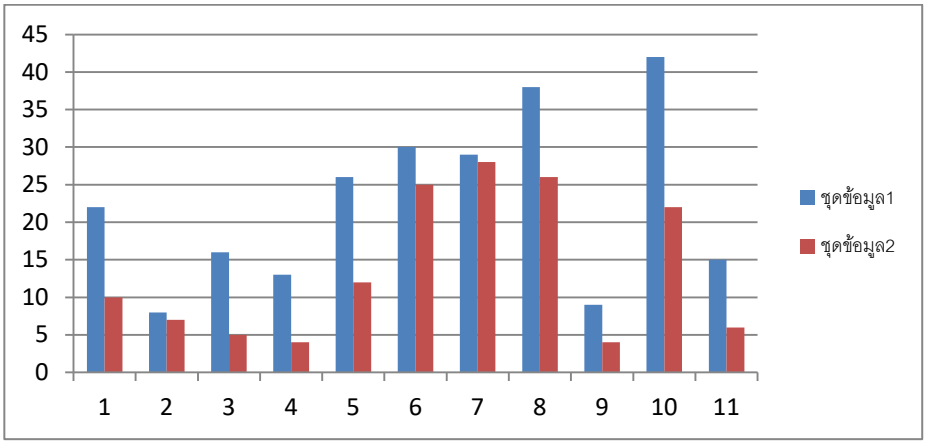
จากข้อมูลทางสถิติที่ได้จากตารางที่ 4.1 เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น จะทำการพล็อตกราฟโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแท่งแสดงคะแนนของนักศึกษา 11 คน สีน้ำเงิน (ชุด 1) และสีน้ำตาล (ชุด 2) ของการทดสอบครั้งที่ 1 (ออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมตามความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาแต่ละคน)

4.2.1 *การทดสอบครั้งที่ 2*

เช่นเดียวกับหัวข้อ 4.2.1 ใช้ข้อมูลทางสถิติที่ได้จากตารางที่ 4.2 ทำการพล็อตกราฟโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงคะแนนของนักศึกษา 11 คน สีน้ำเงิน (ชุด 1) และสีน้ำตาล (ชุด 2) ของการทดสอบครั้งที่ 2 (ออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยใช้พีชคณิตบูลีน)

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในชั้นเรียนหัวข้อเรื่อง การวิจัยในชั้นเรียนหัวข้อเรื่อง “การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีนออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมในวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี” ที่ได้ในบทที่ 4 นั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบที่ได้ทั้ง 2 ครั้งที่ได้ในบทที่ 4 จะสรุปแยกกันก่อนเพื่อเปรียบกับผลที่ได้ระหว่างชุดที่ 1 กับชุดที่ 2 หลังจากจากนั้นจะเปรียบการทดสอบระหว่างครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของงานวิจัยเรื่องนี้

5.1.1 สรุปผลการทดสอบครั้งที่ 1 (*ออกแบบวงจรโดยใช้ความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา*)

- เมื่อนำผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 มาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยได้ค่าเท่ากับ 29.36 คะแนน สำหรับชุดที่ 1 และ 21 คะแนน สำหรับชุดที่ 2 (จะเห็นภาพชัดเจนในกราฟแท่งที่ได้ในรูปที่ 4.1) ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นั้น ไม่ได้เกินไปจากการคาดหมายไว้ก่อนทำการทดสอบแต่อย่างใด เนื่องจากใบงานของชุดที่ 1 นั้น จะออกแบบและทำการทดสอบได้ง่ายกว่าชุดที่ 2 ซึ่งเพิ่มเอาต์พุตซึ่งเป็นหลอดไฟ 2 ตัวเข้ามา
- สอดคล้องกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าไม่ต่างกันมาก กล่าวคือ 9.21 กับ 8.97 สำหรับชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้บอกให้รู้ว่า ไม่ว่าโจทย์ที่ทำจะยากหรือง่ายก็ตาม นักศึกษาที่ตั้งใจเรียน (โดยทั่วไปจะมีผลการเรียนดีดูได้จากใบรายชื่อในรูปที่ 3.1) จะได้คะแนนของทั้ง 2 ชุดมากกว่านักศึกษาไม่ตั้งใจเรียน (โดยทั่วไปจะได้เกรดเฉลี่ยปานกลางถึงต่ำ)

5.1.2 สรุปผลการทดสอบครั้งที่ 2 *(ออกแบบวงจรโดยใช้พีชคณิตบูลีน)*

- การทดสอบครั้งนี้ ใช้คะแนนของนักศึกษาทั้ง 11 คน จากตารางที่ 4.2 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของชุดที่ 1 และ 2 คือ 22.54 คะแนน และ 13.54 คะแนน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของชุดที่ 1 ก็ยังคงมากกว่าชุดที่ 2 เหมือนกรณีการทดสอบครั้งที่ 1 เหตุผลก็เพราะว่าชุดที่ 2 นั้นจะเพิ่มเอาต์พุตที่เป็นหลอดไฟแสดงสถานะเข้าไป 2 หลอด ทำให้สมการบูลีนที่ได้จะเพิ่มจาก 1 เป็น 3 สมการทันที
- สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแทบจะไม่ต่างกันเท่าไรกล่าวคือ 10.92 และ 9.23 สำหรับชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกถึงการกระจายของคะแนนของนักศึกษา

ทั้งสองชุดไม่ได้แตกต่างกัน จะต่างกันตรงที่ค่าเฉลี่ยเท่านั้นซึ่งก็ไม่แปลกเพราะชุดที่ 2 จะยากกว่าชุดแรก

5.1.3 เปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบ*ชุดที่ 1* ของการทดสอบครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

- จะทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัว คือค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแรกและตัวที่สอง คือค่าเบี่ยงเบนมาตฐานของการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง
- สำหรับค่าเฉลี่ยของชุดที่ 1 (29.36 คะแนน) ทดสอบครั้งที่ 1 พบว่ามีค่ามากกว่าคะแนนของชุดเดียวกัน (22.54 คะแนน) สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 ทำให้พอสรุปได้ว่านักศึกษาไม่ชอบการออกแบบโดยใช้พีชคณิตบูลีน อาจเป็นเพราะต้องใช้ความรู้ทางวิชาดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ค่อนข้างมากในการออกแบบ และด้วยปัญหาหลักเป็นที่ตัวนักศึกษาเอง ที่ขาดความตั้งใจในการเรียนรู้ (น้อยมากที่ตั้งใจเรียน) รวมทั้งพื้นฐานความรู้ของนักศึกษาส่วนใหญ่ยังค่อนข้างต่ำ จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยชุดที่ 1 ของการทดสอบครั้งแรกมากกว่าครั้งที่ 2
- พิจารณาพารามิเตอร์ตัวที่สองคือค่าเบี่ยงเบนมาตฐาน พบว่าค่าดังกล่าวชุดที่ 1 ระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 (9.21) ไม่ต่างจากครั้งที่ 2 (10.92) มากเท่าไร เพราะคนที่ทำคะแนนได้สูงและต่ำในการทดสอบครั้งที่ 1 ต่างก็ได้น้อยลงเหมือนกัน (ชุดที่ 1 โจทย์เดียวกัน ต่างกันที่ครั้งที่ 1 ออกแบบตามความเข้าใจ ขณะที่ครั้งที่ 2 จะใช้พีชคณิตบูลีน ซึ่งยากกว่า)

5.1.4 เปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบ*ชุดที่ 2* ของการทดสอบครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2

- ผลการคำนวณที่ได้นั้น มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวเช่นกับข้อ 5.1.3 (ชุดที่ 1) กล่าวคือ ค่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบครั้งที่ 1 (21 คะแนน) จะมากกว่าครั้งที่ 2 (13.54 คะแนน) เหมือนเดิม จะต่างจากชุดที่ 1 ตรงที่คะแนนของชุดที่ 2 จะน้อยกว่า ซึ่งเป็นเพราะโจทย์ที่ยากกว่านั่นเอง
- สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตฐาน ค่าที่ได้ของการทดสอบทั้งสองครั้งเกือบจะเท่ากัน กล่าวคือ 8.97 และ 9.23 สำหรับครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งแนวโน้มยังคงเหมือนกับค่าดังกล่าวในข้อ 5.1.3 เหตุผลที่ได้แบบนี้จึงอธิบายได้ทำนองเดียวกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องการการออกแบบโดยใช้พีชคณิตบูลีนนั้น เป็นวิธีที่ตรงไปตรงมาใช้หลักการที่สามารถอ่านและทำตามได้ แต่นักศึกษาต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านดิจิตอลลอจิกมาก่อน แต่จากการสอบถามนักศึกษาห้องที่สอน กลับพบว่าไม่เคยลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนเลย ซึ่งต้องกลับไปปรับปรุงหลักสูตรหลังจากนี้

5.2.2 อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติที่ผู้วิจัยได้สอนนักศึกษาเสาร์-อาทิตย์ซึ่งวันธรรมดาทำงานเกี่ยวกับการเขียนโค้ดพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ ซึ่งนักศึกษาคนดังกล่าวเขียน

สามารถเขียนแลดเดอร์ได้โดยไม่ต้องใช้พีชคณิตบูลีน ซึ่งจะทำได้ยากมากขึ้นหากอินพุตและเอาต์พุตมีจำนวนมาก เนื่องจากจะต้องใช้ตารางความจริงที่ความน่าจะเป็นมากขึ้นตามไปด้วย เช่น ตัวแปรอินพุตมีทั้งหมด 3 ตัว หมายความว่าต้องใช้ความน่าจะเป็นทั้งหมด $2^3 = 8$ เงื่อนไข เช่นเดียวกัน จำนวนเอาต์พุตจะบอกว่าจะต้องมีสมการบูลีนทั้งหมดเท่าไร เช่น เอาต์พุตมีทั้งหมด 3 ตัว จะต้องตั้งสมการบูลีน 3 สมการนั่นเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอว่า การออกแบบตามความเข้าใจนั้นจะใช้เวลาน้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับใช้พีชคณิตบูลีน แต่ผู้ออกแบบจะต้องมีประสบการณ์ออกแบบวงจรแลดเดอร์มาอย่างช่ำชองเพราะแค่เห็นโจทย์ก็สามารถเขียนแลดเดอร์ได้ทันที

บรรณานุกรม

1. กรรณิการ์ ภิรมรัตน์. “บทที่ 12 การวิจัยในชั้นเรียน”. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2567. จาก https://eledu.ssru.ac.th/kannika_bh/pluginfile.php/35/course/section/9/บทที่ 12.pdf
2. บริษัท ฟลูเทค จำกัด. “PLC หรือ Programmable Logic Controller คืออะไร”. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2568. จาก https://flutech.co.th/what-is-a-plc-or-programmable-logic-controller/
3. บริษัท PLANT EQUIPMEN จำกัด. “PLC คืออะไร?”. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2568. จาก https://plantequipment.co.th/what-is-plc/
4. บริษัท พีแอลซี เอ็กซ์ ออโตเมชั่น (ไทยแลนด์) จำกัด. “วงจรรีเลย์ เมื่อเทียบกับ PLC”. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2568. จาก https://plcxautomation.com/วงจรรีเลย์-เมื่อเทียบกั/
5. Automation 360. “Siemens S7-1200”. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2568. จาก https://automation360blog.wordpress.com/plc/
6. Omron Industrial Automation. “OMRON CP1L-EM30DT1-D”. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2568.จาก https://industrial.omron.co.uk/en/products/CP1L-EM30DT1-D
7. Mitsubishi Electric Corporation. “Mitsubishi FX3GE FX3GE-24MT-ESS”. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2568. จาก https://www.mitsubishielectric.com/fa/products/cnt/plc_fx/pmerit/contents/plc/index.html
8. Croft, A. et al, “Engineering Mathematics - A Foundation for Electronic, Electrical, Communications and Systems Engineers”, 5th edition, Pearson, New York, 2017.
9. Bird, J., “Bird’s Comprehensive Engineering Mathematics”, 2nd edition, Routledge, New York, 2018.
10. Singh, K. “Engineering Mathematics Through Applications”, 2nd edition, Palgrave Macmillan, Hampshire, 2011

ภาคผนวก ก

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบ ชุดที่ 1

การออกแบบวงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยพีแอลซี วิชารายวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซ

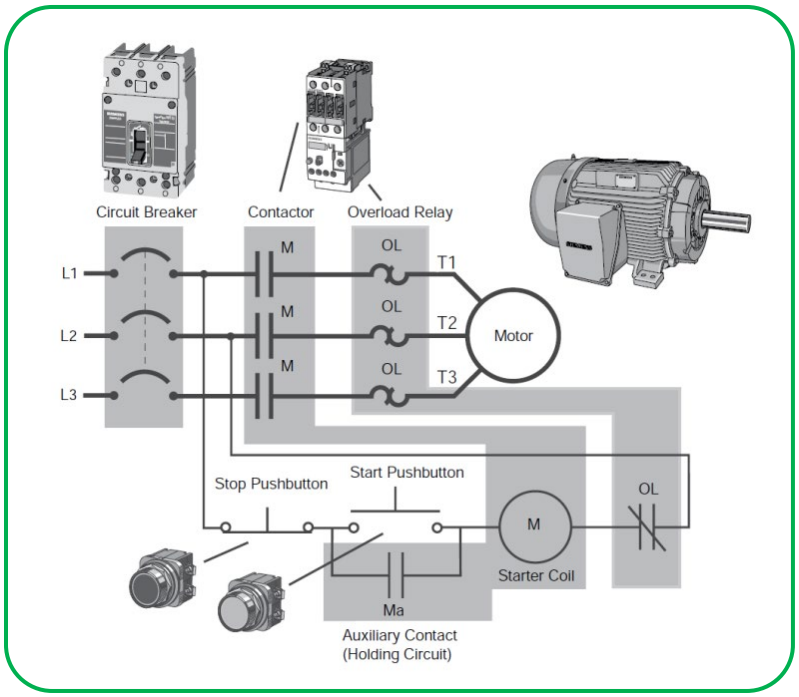
เงื่อนไขการออกแบบ

1) จากวงจรรูปที่ 1 ประกอบด้วย
   - Start Pushbutton ชนิดกดติดปล่อยดับ หรือต่อแบบปรกติเปิด (NO) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะเริ่มหมุน และยังคงหมุนต่อไปทันทีที่ปล่อยมือออก
   - Stop Pushbutton ชนิดกดดับปล่อยติด หรือต่อแบบปรกติปิด (NC) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะหยุดหมุน และยังคงหยุดหมุนทันทีที่ปล่อยมือออก
   - Starter Coil , M และ Ma คือขดลวดสตาร์ท หน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วย ตามลำดับ จะอยู่ในชุดเดียวกัน (ดูรูปที่ 1 ที่เขียนกำกับอุปกรณ์ว่า “Contactor”)
   - Overload Relay (OL) คืออุปกรณ์ที่จะเปิดวงจรทันทีเมื่อกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์มีค่ามากกว่าที่ตั้งค่าไว้ (ปรับที่สวิตช์เลือกค่ากระแส) ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลเข้าไปในมอเตอร์

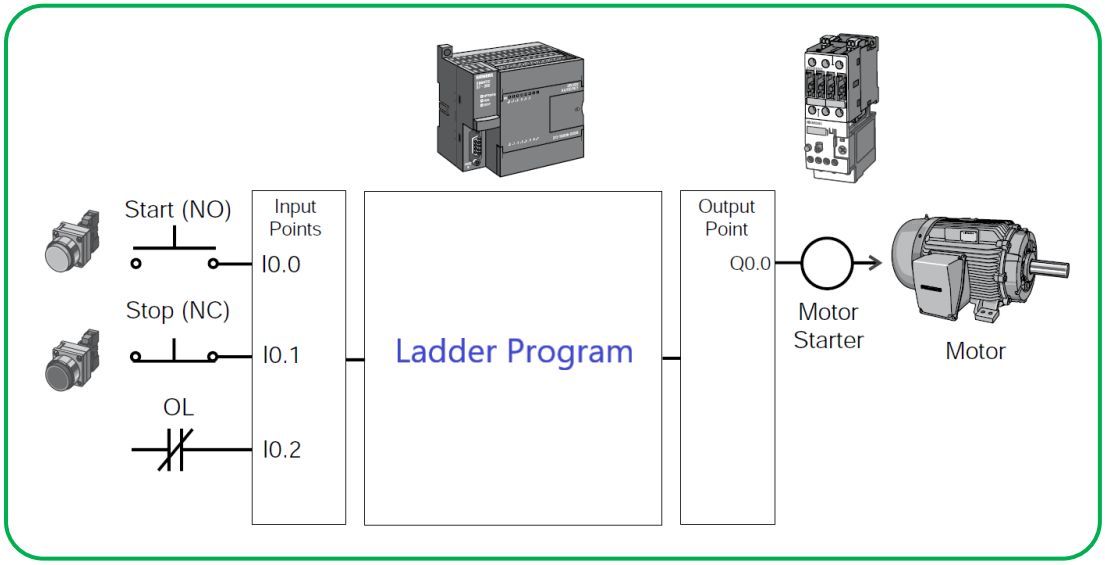
2) จากวงจรรูปที่ 2 เป็นการต่อพีแอลซีแทรกเข้าไปเพื่อควบคุมการหมุนของเมอเตอร์ โดยที่ย้าย Start Pushbutton, Stop Pushbutton และ Overload Relay มาต่อที่อินพุตของพีแอลซีแทน โดยให้เอาต์พุตของพีแอลซีไปต่อกับมอเตอร์สตาร์ทสำหรับควบคุมมอเตอร์ต่อไป

3) จากข้อ 2) ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในซอฟต์แวร์ STEP 7 เมื่อออกแบบเสร็จแล้ว ทำการคอมไพล์และแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นให้อัพโหลดโค้ดลงไปยังชุดทดลองเพื่อให้พีแอลซี S7-1200 ประมวลผลต่อไป

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี



รูปที่ 1 การควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยมอเตอร์สตาร์ท



รูปที่ 2 วงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยพีแอลซี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบ ชุดที่ 2

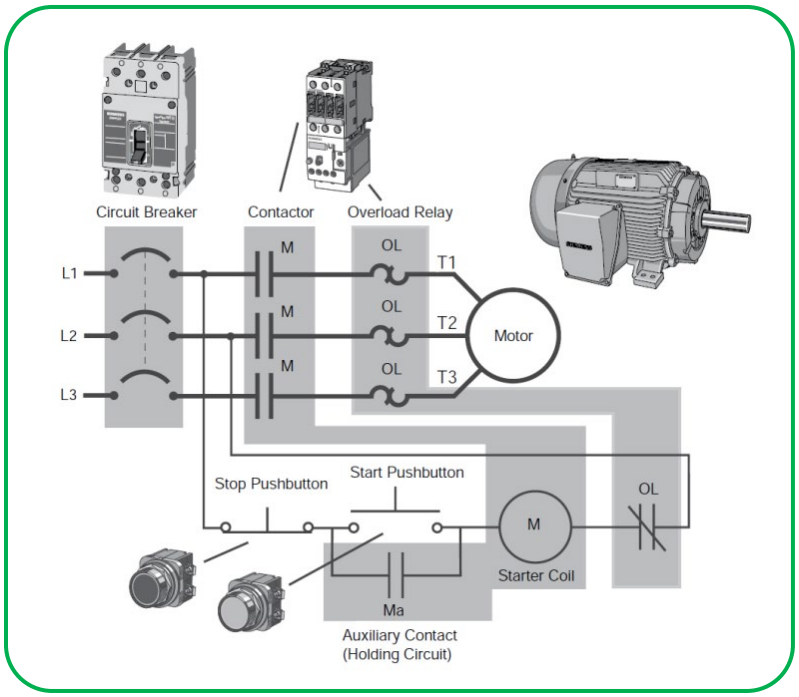
การออกแบบวงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยพีแอลซี วิชารายวิชา อศ 5008317 เทคโนโลยีพีแอลซ

เงื่อนไขการออกแบบ

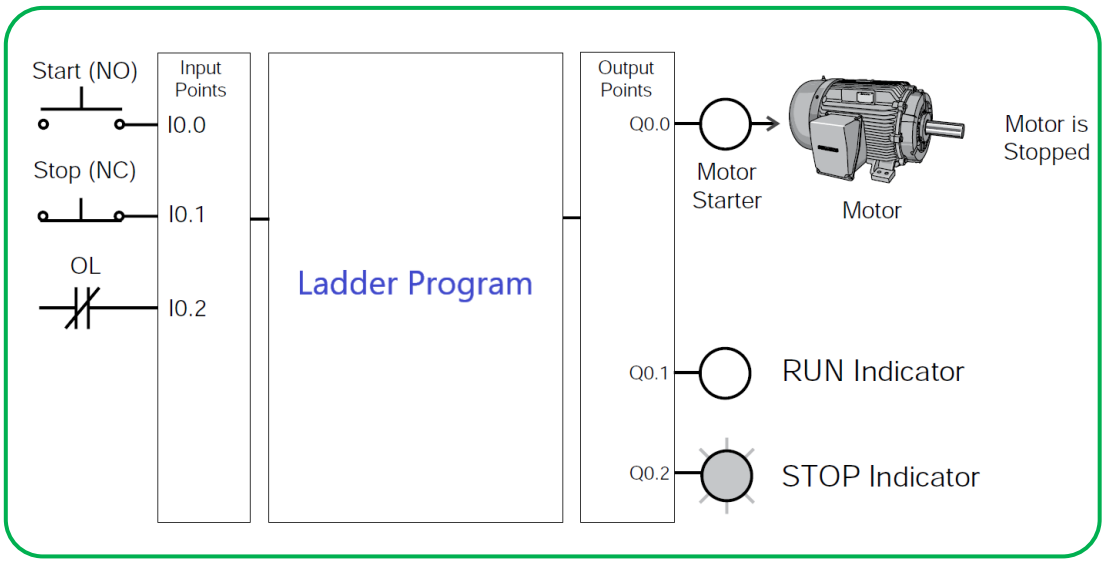
1) จากวงจรรูปที่ 1 ประกอบด้วย
   - Start Pushbutton ชนิดกดติดปล่อยดับ หรือต่อแบบปรกติเปิด (NO) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะเริ่มหมุน และยังคงหมุนต่อไปทันทีที่ปล่อยมือออก
   - Stop Pushbutton ชนิดกดดับปล่อยติด หรือต่อแบบปรกติปิด (NC) เมื่อกดสวิตช์นี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะหยุดหมุน และยังคงหยุดหมุนทันทีที่ปล่อยมือออก
   - Starter Coil , M และ Ma คือขดลวดสตาร์ท หน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วย ตามลำดับ จะอยู่ในชุดเดียวกัน (ดูรูปที่ 1 ที่เขียนกำกับอุปกรณ์ว่า “Contactor”)
   - Overload Relay (OL) คืออุปกรณ์ที่จะเปิดวงจรทันทีเมื่อกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์มีค่ามากกว่าที่ตั้งค่าไว้ (ปรับที่สวิตช์เลือกค่ากระแส) ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลเข้าไปในมอเตอร์

2) จากวงจรรูปที่ 2 เป็นการต่อพีแอลซีแทรกเข้าไปเพื่อควบคุมการหมุนของเมอเตอร์ โดยที่ย้าย Start Pushbutton, Stop Pushbutton และ Overload Relay มาต่อที่อินพุตของพีแอลซีแทน โดยให้เอาต์พุตของพีแอลซีไปต่อกับมอเตอร์สตาร์ทสำหรับควบคุมมอเตอร์ต่อไป
3) เพิ่มเป็นหลอดไฟแสดงสถานะขณะมอเตอร์หมุน (RUN Indicator) และสถานะขณะหยุดหมุน (STOP Indicator) ที่เอาต์พุตที่ของพีแอลซี
4) ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในซอฟต์แวร์ STEP 7 เมื่อออกแบบเสร็จแล้ว ทำการคอมไพล์และแก้ไขให้ถูกต้อง จากนั้นให้อัพโหลดโค้ดลงไปยังชุดทดลองเพื่อให้พีแอลซี S7-1200 ประมวลผลต่อไป

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี



รูปที่ 1 การควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยมอเตอร์สตาร์ท



รูปที่ 2 วงจรควบคุมการหมุน/หยุดหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยพีแอลซี