



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การปรับเปลี่ยนระบบควบคุมอัตโนมัติจากพีแอลซีราคาประหยัดเทียบเคียง Mitsubishi FX3U เป็น Siemens LOGO!: กรณีศึกษาระบบสายพานบรรจุขวด
Replacing a Affordable Mitsubishi FX3U-Compatible PLC Control System with Siemens LOGO!: A Case Study of a Bottle Packaging Conveyor System

ชัชชล เปรมชัยสวัสดิ์¹⁾ ณรงค์ บุญเสนอ¹⁾ กฤช ตราชู¹⁾Shutchon Premchaisawatt¹⁾ Narong Boonsaner¹⁾ and Krit Tashoo¹⁾¹⁾ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น¹⁾ Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

Received: 1 December 2024

Revised: 22 December 2024

Accepted: 22 December 2024

Available online: 26 December 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการปรับเปลี่ยนระบบควบคุมอัตโนมัติในกระบวนการบรรจุน้ำจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ราคาประหยัด LE3U-48MR6AD2DA ที่เทียบเคียง Mitsubishi FX3U ไปเป็น Siemens LOGO! โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ความสามารถ และความคุ้มค่าระหว่างระบบควบคุมทั้งสองแบบ การศึกษาเริ่มจากการเก็บข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตของระบบเดิม วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน และออกแบบแผนภูมิสถานะใหม่ สำหรับ Siemens LOGO! ผู้วิจัยต้องใช้โมดูลขยาย DM16 24R 8DI/8RO เพื่อรองรับจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังได้พัฒนาส่วนต่อประสานผู้ใช้ (HMI) โดยใช้ SK-102QS-G เพื่อเพิ่มความสามารถในการควบคุมและติดตามระบบผลการศึกษพบว่า Siemens LOGO! มีความสามารถในการขยายระบบ การเชื่อมต่อ และการใช้งานที่ยืดหยุ่นกว่า PLC ราคาประหยัด แต่มีข้อเสียคือมีราคาที่สูงกว่าและใช้เวลาในการเริ่มต้นระบบนานขึ้น ข้อดีที่สำคัญของ Siemens LOGO! คือ การออกแบบที่

กระทัดรัด การติดตั้งง่าย รองรับการสื่อสารผ่าน Ethernet และมีซอฟต์แวร์ที่ใช้งานง่าย การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า Siemens LOGO! เป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็กถึงกลาง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ต้องการความยืดหยุ่นและง่ายต่อการพัฒนา อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ควรคำนึงถึงความต้องการเฉพาะของแต่ละระบบ บงบประมาณ และความซับซ้อนของกระบวนการควบคุม

คำสำคัญ: การเขียนโปรแกรมระบบอัตโนมัติ แผนภูมิสถานะเครื่องจักร LOGO! พีแอลซี

Abstract

This research aims to study the adaptation of an automatic control system for water packaging processes from an affordable Mitsubishi FX3U-Compatible PLC (LE3U-48MR6AD2DA) to a Siemens LOGO! system. The primary objectives were to compare the performance, capabilities, and cost-effectiveness of both control systems. The study began by collecting input and output data from the original system, analyzing its operational steps, and designing a new state diagram. For the Siemens LOGO! implementation, the researchers utilized a DM16 24R 8DI/8RO expansion module to accommodate the increased input and output requirements. Additionally, they developed a Human-Machine Interface (HMI) using an SK-102QS-G to enhance system control and monitoring capabilities. The research findings revealed that the Siemens LOGO! offered superior system expansion, connectivity, and operational flexibility compared to the low-cost PLC. However, this came with some trade-offs, including a higher purchase price and longer system initialization time. The key advantages of the Siemens LOGO! included its compact design, easy installation, Ethernet communication support, and user-friendly software. The research demonstrates that Siemens LOGO! presents an attractive option for small to medium-sized automatic control systems, particularly in industries requiring flexibility and ease of development. Nevertheless, system selection should carefully consider specific system requirements, budget constraints, and the complexity of the control process.

Keywords: Automation system programming: State machine diagram: LOGO!: PLC:

*ติดต่อ: shutchon.pr@rmuti.ac.th

1. บทนำ

การพัฒนาทางประวัติศาสตร์: PLC ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในช่วงปลายทศวรรษ 1960 เพื่อแทนที่ระบบ

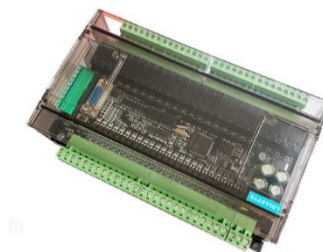
ควบคุมแบบรีเลย์ ซึ่งให้ความยืดหยุ่นและความน่าเชื่อถือมากขึ้นสำหรับการควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรมจีน และประเทศไทย [1] ตามลำดับ

การใช้งาน: PLC ถูกใช้อย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรม [2] เช่น การผลิต การแปรรูปอาหาร และการควบคุมการเคลื่อนไหว สิ่งพวกนี้มีความสำคัญต่อการควบคุมสภาพแวดล้อม การทดสอบอัตโนมัติ และการทำงานของเครื่องจักร PLC สมัยใหม่รองรับภาษาการเขียนโปรแกรมหลายภาษา รวมถึง ladder logic ซึ่งเป็นภาษาที่โดดเด่นที่สุดสำหรับการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีพีเจอาร์ขั้นสูงเช่นการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์และการบูรณาการกับระบบควบคุมอุตสาหกรรมอื่นๆ การพัฒนาของ PLC มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับความก้าวหน้าใน Industry 4.0 [3] ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการผลิตอัจฉริยะและการควบคุมอัตโนมัติในอุตสาหกรรม [4] รวมถึงการใช้ IoT, AI และการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการอุตสาหกรรม [5] การศึกษาล่าสุดเน้นถึงความสำคัญของ PLC ในการพัฒนาความยั่งยืนในอุตสาหกรรม และช่วยให้อุตสาหกรรมเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดและบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนผ่านการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ

ในประเทศไทยได้มีการใช้ PLC อย่างหลากหลายในอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็น Mitsubishi, Siemens หรือ Omron ที่มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพสูง เช่น [6] ทำสมาร์ตฟาร์มด้วย PLC [7] การใช้อุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง [8] การใช้ในการควบคุมการถึงนมในอุตสาหกรรมการผลิตนม [9] ใช้ควบคุมเครื่องบรรจุหนังปลากะพงปูลงรส หรือแม้แต่ในงานวิจัยด้านอื่น ปัจจุบันมีงานวิจัยนำ PLC มาใช้ในการสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติหลากหลายงาน [10] ใช้ PLC ในการ

ควบคุมหุ่นยนต์จับชิ้นงาน [11] ใช้ PLC ควบคุมการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดฟาง หรือ [12] จะเป็นงานวิจัยที่แนะนำแนวทางในการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อให้พัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ซึ่งมักจะเป็น PLC ราคาประหยัด

แม้กระทั่งโรงงานขนาดเล็กก็มักจะใช้ PLC ในการควบคุมเครื่องจักร [13] เช่น ระบบรอกน้ำ เครื่องตัดหรือบดเป็นต้น ซึ่งงานเหล่านี้มักจะใช้ PLC ที่มีราคาประหยัดและเป็นของเทียบเคียง (compatible) เช่น PLC ของ Lollette เช่น เทียบเท่า Mitsubishi FX3U [14] ดังรูปที่ 1 ซึ่งยังเป็นเทคโนโลยีเก่า ทำให้มีข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ เช่น ระบบการสั่งการและแสดงผลผ่าน HMI ที่ทำได้ยากผ่าน ModbusRTU [15] และอีกปัจจัยคือความเสถียรและความน่าเชื่อถือที่เป็นรองบริษัทใหญ่



รูปที่ 1 Lollette PLC ที่เทียบเคียง Mitsubishi FX3U

โดยปัจจุบันบริษัท Siemens ได้ออก PLC รุ่น LOGO! [16] มาเพื่อใช้กับระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก ซึ่งมีราคาประหยัดกว่าตระกูล S7-1200 อยู่มาก อีกทั้งค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ก็ถูกกว่าตระกูล TIA Portal เช่นกัน ทำให้เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือการทำงานวิจัย มีงานวิจัยหลากหลายที่ทำการทดลองกับ LOGO! เพื่อสนับสนุนศักยภาพของ LOGO! เช่น ทำการเปรียบเทียบการใช้ LOGO! กับ

industrial timer [17] พบว่า สามารถใช้แทน industrial timer ได้หลากหลายชนิด ด้วยการเขียนควบคุมที่ง่ายกว่า [18] โรงบำบัดน้ำ แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ LOGO! ในการควบคุมเครื่องสูบน้ำในระบบชลประทานอัจฉริยะ โดยแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถจัดการการกระจายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน [19] LOGO! ยังถูกใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทำความร้อน การระบายอากาศ และปรับอากาศ (HVAC) ซึ่งการออกแบบแบบมอดูลาร์ช่วยให้สามารถรวมเข้ากับส่วนประกอบการควบคุมอื่นๆ เพื่อให้ได้การควบคุมอากาศที่มีประสิทธิภาพด้านการจัดการพลังงาน [20] ใช้ Siemens LOGO! เพื่อทำให้ระบบสายพานลำเลียงขนาดเล็กเป็นอัตโนมัติ โดย PLC รับผิดชอบในการตรวจสอบเงื่อนไขการเริ่มต้นและหยุดการทำงาน รวมถึงการตรวจจับข้อผิดพลาดภายในระบบ ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ล้วนใช้ LOGO! ในเป็นระบบควบคุม

2. Siemens LOGO!

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ในบรรดา ระบบ PLC ต่างๆ ซีรีส์ Siemens LOGO! ได้รับความนิยม เนื่องจากการออกแบบที่กะทัดรัด อินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่าย และความคุ้มค่า จากเดิมที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับงานอัตโนมัติขนาดเล็ก ซีรีส์ LOGO! ได้ขยายความสามารถเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายในอุตสาหกรรม รวมถึงการบูรณาการ IoT และการเชื่อมต่อกับคลาวด์ [16] Siemens ได้เปิดตัว LOGO! ในปี 1996 เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานง่ายแต่มีเสถียรภาพสำหรับโครงการอัตโนมัติขนาดเล็ก การ

ออกแบบดั้งเดิมมีเป้าหมายเพื่อแทนที่ระบบรีเลย์และตัวจับเวลาทั่วไป และมีฟังก์ชันการทำงานของลอจิกที่ตั้งโปรแกรมได้ ผ่านโปรแกรม LOGO! Soft Comfort ด้วยการใช้เวลาในการเรียนรู้ระยะสั้น [21] PLCs รุ่นแรกของ LOGO! มีฟังก์ชันลอจิกพื้นฐานและจอแสดงผลในตัวสำหรับการตั้งค่าและการตรวจสอบ [13] รุ่นต่อมาได้เห็นความอัปเดตอย่างต่อเนื่อง เช่น LOGO! 6 (2004): เพิ่มความจุหน่วยความจำและการสื่อสาร Ethernet ในตัว [21] ใน LOGO! 8 (2014): มีเริ่มใส่ความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์และตัวเลือกเครือข่ายที่ขยายออกไป รวมถึงการทำงานรวมเข้ากับ Siemens TIA Portal [3] ในปี 2020: ได้ทำการรองรับแอปพลิเคชัน IoT ผ่านการเชื่อมต่อกับคลาวด์และโปรโตคอล MQTT สอดคล้องกับมาตรฐาน Industry 4.0 [16] ในรุ่น 8.4

โดยสามารถสรุปข้อดีของ Siemens LOGO! เป็นข้อๆ ได้ดังนี้ :

1. ขนาดกะทัดรัด Siemens LOGO! มีขนาดเล็ก ดังรูปที่ 2 ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย เหมาะสำหรับงานระบบควบคุมในอาคารหรืองานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก
2. การติดตั้งง่าย ออกแบบให้ใช้งานง่ายด้วยระบบ Plug-and-Play พร้อมหน้าจอแสดงผล (HMI) ในตัว
3. โปรแกรมได้หลากหลาย รองรับการใช้งานโปรแกรมสำหรับการควบคุมหลากหลายประเภท เช่น ระบบแสงสว่าง การควบคุมมอเตอร์ และระบบจัดการพลังงาน

4. ซอฟต์แวร์ LOGO! Soft Comfort มีโปรแกรมออกแบบการควบคุมที่ใช้งานง่ายผ่านฟังก์ชันลาก-วาง (Drag-and-Drop)
5. รองรับการสื่อสาร มีฟังก์ชันรองรับการสื่อสารผ่าน Ethernet และเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้ เช่น Modbus
6. การประหยัดพลังงาน LOGO! ถูกออกแบบให้ใช้พลังงานต่ำ เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการความคุ้มค่า
7. ความยืดหยุ่นสูง มีตัวเลือกโมดูลเสริม เช่น โมดูลขยาย I/O และโมดูลสื่อสารที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ดังรูปที่ 2
8. ราคาประหยัด LOGO! เป็นโซลูชัน PLC ที่มีราคาคุ้มค่าเมื่อเทียบกับระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดใหญ่
9. เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ระบบมีความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งานใหม่ สามารถเรียนรู้การโปรแกรมและใช้งานได้อย่างรวดเร็ว
10. รองรับการทำงานระยะไกล รองรับการควบคุมและตรวจสอบระบบจากระยะไกลผ่านอุปกรณ์สมาร์ท เช่น มือถือหรือคอมพิวเตอร์.

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอยากจะนำเสนอขั้นตอนการปรับเปลี่ยนจากระบบกรอกน้ำเดิมที่ใช้ PLC ที่เทียบเท่ากับ FX3U เปลี่ยนเป็น Siemens LOGO! เพื่อปรับปรุงให้ระบบมีความทันสมัยมากขึ้น

งานวิจัยนี้จึงอยากจะเสนอแนวทางการปรับเปลี่ยนจากระบบเดิมที่ใช้ PLC ราคาประหยัดเป็น Siemens LOGO! พร้อมทั้งการเชื่อมต่อผ่าน HMI โดยจะทำการปรับเปลี่ยนระบบกรอกน้ำจากเดิมใช้ PLC ราคาประหยัดมาเป็น LOGO! และสรุปผลเปรียบเทียบข้อดี

และข้อเสียในเกณฑ์ด้านราคา ด้านเทคโนโลยี และด้านความสามารถในการขยายระบบ



รูปที่ 2 Siemens LOGO! ต่อส่วนขยายเพื่อเพิ่มความสามารถ

3. ระบบบรรจุน้ำที่ใช้ในการทดลอง

เป็นชุดสาธิตการบรรจุน้ำลงในขวด 50 ml. และปิดฝาขวด โดยเคลื่อนที่ด้วยสายพานลำเลียงขับเคลื่อนด้วย มอเตอร์ AC และบรรจุน้ำด้วยกระบอกลม ที่เดิมควบคุมด้วย Lollette LE3U-48MR6AD2DA ดังรูปที่ 3 โดยมีอุปกรณ์อินพุตดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 3 ระบบบรรจุน้ำที่ควบคุมด้วย PLC

ตารางที่ 1

อุปกรณ์อินพุตในระบบ

ลำดับ	อุปกรณ์
1	ปุ่ม stop (bt_stop)
2	ปุ่ม start (bt_start)
3	ปุ่ม reset (bt_reset)
4	สวิตช์ Emergency (bt_emg)
5	เซนเซอร์กันขวด (sn_1)
6	เซนเซอร์จับขวด (sn_2)
7	เซนเซอร์หมุนฝา (sn_3)
8	เซนเซอร์ปลายสายพาน (sn_4)

ตารางที่ 2

อุปกรณ์เอาต์พุตในระบบ

ลำดับ	อุปกรณ์
1	สายพาน (mt_conv)
2	ที่กันขวด (bottle_stopper)
3	ที่จับขวด (bottle_holder)
4	ที่กรอกน้ำ (bottle_filler)
5	ที่หมุนปิดฝา (bottle_closecap)
6	หลอดสีแดง (สถานะหยุดทำงาน) (pl_red)
7	หลอดสีเหลือง (สถานะรีเซ็ต) (pl_yellow)
8	หลอดสีเขียว (สถานะทำงาน) (pl_green)

4. แนวทางการปรับเปลี่ยน

เนื่องจากเป็นพีแอลซีคนละบริษัทและใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนโปรแกรมไม่เหมือนกัน ทางผู้ทำวิจัยได้เสนอแนวทางการปรับเปลี่ยนดังนี้:

- เก็บข้อมูลของ I/O ทั้งหมด เพื่อนำไปเลือกอุปกรณ์เพื่อขยายของ LOGO
- ศึกษาขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร
- จากขั้นตอนที่ได้ นำไปเขียนแผนภูมิสถานะเครื่องจักร
- นำมาเขียนโปรแกรมควบคุม
- ทดสอบระบบ
- พัฒนาส่วนเสริม HMI
- ทดสอบทั้งหมด

5. ผลของการปรับเปลี่ยน

จากตารางที่แสดงอินพุตเอาต์พุต พบว่ามีอินพุตจำนวน 8 ตัวและเอาต์พุตจำนวน 9 ตัวซึ่งเป็นดิจิทัลทั้งหมด ทำให้การใช้ LOGO! เพียงอย่างเดียวไม่สามารถรองรับได้ เนื่องจากมี 8 ดิจิตอลอินพุต และ 4 ดิจิตอลเอาต์พุต ทำให้ต้องต่อโมดูลเสริมเพื่อเพิ่มจำนวนเอาต์พุต ในที่นี้ใช้ LOGO! DM16 24R 8DI/8RO ที่เพิ่มอินพุตและเอาต์พุตอีกอย่างละ 8 ทำให้รวมเป็น 16 อินพุตและ 12 เอาต์พุต แต่พวกสวิตช์ (ยกเว้น Emergency switch) และไฟแสดงสถานะ จะถูกปรับให้ไปอยู่ใน HMI และใช้ Memory Flag แทน ทำให้เหลืออินพุตที่จะใช้เท่ากับ 4 และเอาต์พุตเท่ากับ 10 ซึ่งเพียงพอกับระบบ

ระบบมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้:

เริ่มต้นเครื่อง เมื่อไฟสีน้ำเงินติด กดปุ่ม start สายพานจะทำงาน ถ้าเซนเซอร์กันขวดตรวจจับเจอขวด ขวดจะถูกกั้นไว้ 5 วินาที เพื่อสร้างระยะห่างระหว่างแต่ละขวด ถ้าเซนเซอร์จับขวดตรวจจับเจอขวด ขวดจะถูกจับไว้และจะปล่อยน้ำจำนวน 40 ml ภายใน 3 วินาที หลังจากนั้นจะปล่อยไปตามสายพาน

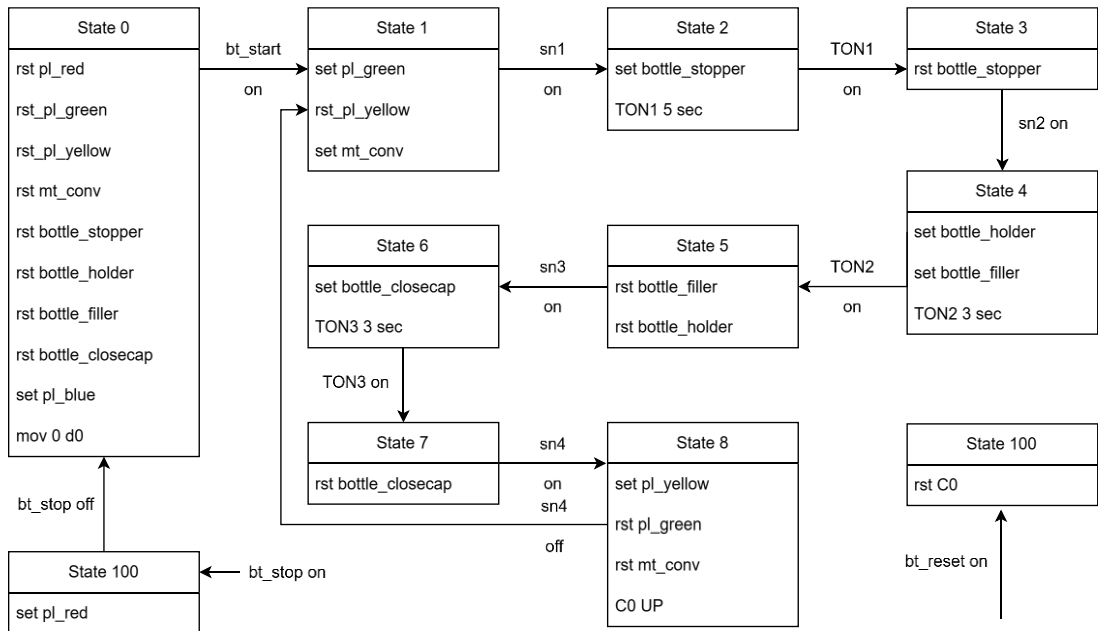
ต่อไป ถ้าเซนเซอร์ปลายสายพานตรวจจับเจอขวด จะนับจำนวนขวดหนึ่ง ระบบจะหยุดรอจนขวดออกถึงจะทำงานต่อ ถ้ากดปุ่ม stop ระบบจะหยุดทำงานและกลับเข้าสู่สถานะเริ่มต้น ยกเว้นการนับที่ยังคงเดิม ถ้ากดปุ่ม reset จะทำการรีเซ็ตการนับเป็นค่าเป็นศูนย์

ขั้นตอนการแปลงขั้นตอนการทำงานเป็นแผนภูมิสถานะ: ผู้ทดลองได้ทำการออกแบบแผนภูมิสถานะตามการนำเสนอของ [12] ได้ผลของการออกแบบดังลักษณะในรูปที่ 4

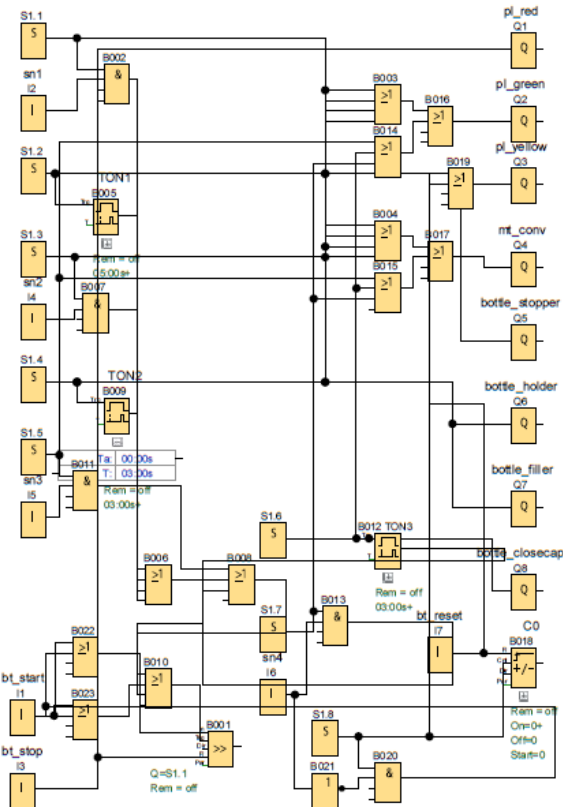
ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม: จากแผนภูมิสถานะนำมาเขียนโปรแกรมผ่าน LOGO! comfort โดยไม่สามารถเขียนได้ตรงๆ อย่างในงานวิจัย [12] เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านซอฟต์แวร์ที่ไม่สามารถใช้หน้าสัมผัสตัวเดียวกันซ้ำกันได้ จึงมีความยุ่งยากในการเขียน ต้องใช้หลักการในการออกแบบแผนภูมิสถานะแบบใหม่ซึ่งองค์ความรู้ทางผู้วิจัยจะนำเสนอในโอกาสต่อไป แต่สรุปหลักการได้ว่าแต่ละสถานะต้องต่อกับหน้าสัมผัสที่เป็น coil ทำให้ไม่สามารถใช้ set หรือ rst ได้ และการเปลี่ยนสถานะใช้การ shift registers แทน if condition แต่ข้อดีคือ GUI ที่มีความง่าย และสามารถจัดอุปกรณ์ลงบน canvas ได้ตามต้องการ ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5

ทดสอบระบบ: หลังจากเขียนโปรแกรมสำเร็จได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีผลการทำงานเหมือนกับการใช้ PLC ราคาประหยัดทุกประการเนื่องจากอุปกรณ์ทางกลยังเป็นชุดเดิมต่างกันเพียงชุดควบคุมอัตโนมัติ

พัฒนาส่วนเสริม HMI: LOGO! มีความสะดวกในการต่อ HMI ได้ง่ายกว่า PLC ราคาประหยัดด้วย Modbus TCP/IP ทำการเชื่อมต่อผ่านสาย Ethernet ต่างจาก PLC ราคาประหยัดมักจะใช้ Modbus RTU ซึ่งเชื่อมต่อโดยสายไฟสองเส้น โดยที่ในทดลองนี้ใช้ HMI ของ SK-102QS-G ซึ่งมีความสามารถในการใช้งาน Modbus TCP/IP เช่นกัน การเปลี่ยนอินพุตและเอาต์พุตที่จะอยู่บน HMI มาเป็นเมมโมรี (M) และดูตารางอินพุต (I) เอาต์พุต (Q) ที่เหลือแทนด้วย Modbus address ตามรูปที่ 6 ถ้าจะใช้ตัวที่ 0 ต้องลบ address ด้วย 1 เช่น Q0 จะมี address ที่ 8192 (8193 - 1) จากนั้นแทน address ของส่วนต่างในโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วย SKTOOL จะได้หน้าต่างการควบคุมดังรูปที่ 7 ซึ่งสามารถขยายการนำเสนอข้อมูลได้ในอนาคต เช่น runtime, net runtime หรือ OEE ที่จะมีส่วนในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ



รูปที่ 4 แผนภูมิสถานะของระบบบรรจุน้ำ



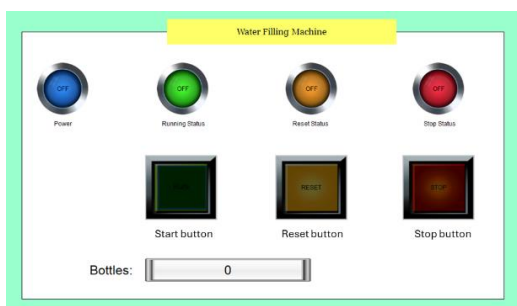
รูปที่ 5 โปรแกรม Function Block ของ LOGO ที่ได้จากแผนภูมิสถานะ

ตารางที่ 3
ผลเปรียบเทียบระหว่าง PLC ราคาประหยัด (Lollette LE3U) กับ LOGO!

หัวข้อ	PLC ราคาประหยัด	Siemens LOGO!
ราคา	มีราคาประหยัดมาก เริ่มต้นที่ 1,000 บาท	มีราคาประหยัด เริ่มต้นที่ 3,000 บาท
คุณสมบัติ	มีคุณสมบัติหลักๆ เช่น การควบคุมอินพุต/เอาต์พุต, การตั้งเวลา, การนับ	มีคุณสมบัติหลักๆ เช่น การควบคุมอินพุต/เอาต์พุต, การตั้งเวลาที่ยืดหยุ่น, การนับ, การควบคุมมอเตอร์
ความสามารถในการเชื่อมต่อ	มีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน RS-232/RS-485	มีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน Ethernet เป็นหลัก
Modbus	RTU	TCP/IP
ซอฟต์แวร์	ใช้ซอฟต์แวร์เก่าไม่มีการอัปเดต และต้องใช้เวลาในการเรียนรู้	มีการอัปเดตซอฟต์แวร์ ใช้การเรียนรู้การทำงานที่เร็วกว่า
ภาษาโปรแกรมมิ่ง	มีภาษาโปรแกรมมิ่งแบบ Ladder Diagram (LD) เป็นหลัก	มีภาษาโปรแกรมมิ่งแบบ Function Block Diagram (FBD) เป็นหลัก
ความสามารถในการขยาย	ขยายไม่ได้	สามารถขยายได้
ความสามารถในการรองรับอุปกรณ์เสริม	ส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์เสริม	รองรับอุปกรณ์เสริม เช่น I/O, GSM Module, IoT, Power Supply
ความทนทาน	ใช้งานได้ดีในสภาพแวดล้อมปกติ	ใช้งานได้ดีในอุตสาหกรรมทั่วไป
เป็นมิตรกับผู้พัฒนา	เอกสารคู่มือมักไม่ละเอียด	เอกสารคู่มือและชุมชนผู้ใช้ที่กว้างขวาง

Address Type	Range	Mapped Modbus Address	Direction	Unit
I	1 - 24	Discrete Input (DI) 1 - 24	R	bit
Q	1 - 20	Coil 8193 - 8212	R/W	bit
M	1 - 64	Coil 8257 - 8320	R/W	bit
V	0.0 - 850.7	Coil 1 - 6808	R/W	bit
AI	1 - 8	Input Register (IR) 1 - 8	R	word
VW	0 - 850	Holding Register (HR) 1 - 425	R/W	word
AQ	1 - 8	Holding Register (HR) 513 - 520	R/W	word
AM	1 - 64	Holding Register (HR) 529 - 592	R/W	word

รูปที่ 6 ตาราง Modbus address ของ LOGO



รูปที่ 7 GUI ที่ออกแบบบน HMI

ทำการทดสอบระบบทั้งหมด: จากการทดสอบพบว่าระบบที่เพิ่มส่วนของ HMI เข้าไปทำงานได้ผลลัพธ์เช่นเดิม แต่อาจจะมีข้อเสียในขั้นตอนการเตรียมระบบที่ต้องใช้เวลามากกว่า เนื่องจาก HMI ใช้เวลาในการเริ่มต้นระบบและเชื่อมต่อกับ LOGO! ยาวนานเกือบสามนาที โดยที่ระบบเดิมใช้ตู้คอนโทรลใช้เวลาเริ่มต้นได้ภายใน 10 วินาที เมื่อทำการเปลี่ยนเอา LOGO! มาใช้แทน PLC ราคาประหยัด ทำให้พบข้อเปรียบเทียบดังตารางที่ 3 ที่ทางผู้วิจัยคิดว่าเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการเลือกเพื่อนำมาใช้ในระบบแต่ละระบบ โดยสรุปคือ LOGO! ยังมีราคาสูงกว่า PLC ราคาประหยัด แต่แลกมากับความยืดหยุ่นในการขยายระบบ และมีความเป็นมิตรกับผู้พัฒนา

6. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับเปลี่ยนระบบควบคุมการบรรจุน้ำจาก PLC ราคาประหยัดไปเป็น Siemens LOGO! เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความทันสมัยของระบบ โดยมีสาระสำคัญดังนี้ การปรับเปลี่ยนระบบมีขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเก็บข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต การศึกษาขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร การสร้างแผนภูมิสถานะ การเขียนโปรแกรมควบคุม การทดสอบระบบ และการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ (HMI) ผลการศึกษาพบว่า Siemens LOGO! มีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับ PLC ราคาประหยัด ได้แก่ มีความยืดหยุ่นในการขยายระบบสูงกว่า มีซอฟต์แวร์ที่ทันสมัยและง่ายต่อการใช้งาน รองรับการเชื่อมต่อ Ethernet และ Modbus TCP/IP มีอุปกรณ์เสริมที่หลากหลาย และเป็นมิตรต่อผู้พัฒนามากขึ้น อย่างไรก็ตาม Siemens LOGO! มีราคาสูงกว่า PLC ราคาประหยัดประมาณ 3 เท่า และมีระยะเวลาเริ่มต้นระบบที่นานกว่า ข้อสรุปสำคัญคือ การเปลี่ยนมาใช้ Siemens LOGO! ให้ประโยชน์ในด้านความยืดหยุ่นและความทันสมัยของระบบ เมื่อเทียบกับ Lollette LE3U แม้จะมีต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งเหมาะสมสำหรับโครงการที่ต้องการระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพและสามารถขยายได้ในอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Segovia VR, Theorin A. History of Control History of PLC and DCS. University of Lund. 2012; 44:45.
- [2] Yao KC, Lin CL, Pan CH. Industrial Sustainable Development: The

- Development Trend of Programmable Logic Controller Technology. Sustainability. 2024. doi:10.3390/su16146230. [8]
- [3] Sehr MA, Lohstroh M, Weber M, Ugalde I, Witte M, Neidig J, Hoeme S, Niknami M, Lee EA. Programmable Logic Controllers in the Context of Industry 4.0. IEEE Trans Ind Inform. 2021;17:3523-3533. [9]
- [4] Nan W. Research on the Development Trend of Industrial Automation Control Technology. 2020. [10]
- [5] Tabassum M, Perumal S, Mohanan S, Suresh P, Cheriyan S, Hassan W. IoT, IR 4.0, and AI Technology Usability and Future Trend Demands. 2021. [11]
- [6] Mahamad K, Khamtree S, Chuvanich S. Implementation of Smart Farm System for Schizophyllum commune Production. J Adv Dev Eng Sci. 2023 Aug;12(33):56-74.
- [7] Thanasin K, Singkhleewon N, Khambun A, Putthala S, Pankang T. Prototype System PLC Machine in Shrimp Farming Industrial: ระบบต้นแบบเครื่อง PLC ในอุตสาหกรรมบ่อเลี้ยงกุ้ง. AdvSciJ [Internet]. 2023 Aug. 8 [cited 2024 Dec. 4];23(2):R156-R174. Available from: <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/adscij/article/view/523>
- Srichat A. Development of the automatic pouring raw milk storage tank machine. FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL. 2020 Jun.;6(1):21-28.
- สุขแก้ว อ, บุญรอด ว. การออกแบบเครื่องบรรจุหนังปลากระพงปรุงรสโดยใช้ระบบนิวเมติกส์. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 2019 ก.ย.;9(2):49-60.
- Srutram P. Robot Arm Picked Up the Material From the Automatic Sorting Machine with Conveyor Belt. FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL. 2018 Jan.;4(1):19-27.
- Vengsungnle P, Srisorn W, Chaibundit K, Jongpluempiti J. Development of A Semi-Automatic Straw Mushroom Substrate Briquetting Machine. FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL. 2021 Jun. ;7(1):10-20. Available from: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/featkku/article/view/2289873>
- [12] Premchaisawatt S, Boonsaner N, Tashoo K, Laoha C, Buarapha P.

- Programming Guidelines for Sequential Automation Tasks in Low-Cost Systems. FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL. 2024 Jun.;10(1). Available from: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/featkku/article/view/249275>
- [13] Schubert H, Thiele C. Programmable Logic Controllers: A Focus on Small-Scale Automation. *Industrial Automation Journal*. 2017;29(4):45–56
- [14] Lerdwongpaisan A. Automated tyre sorting system using Mitsubishi FX3U PLC controller. In: *Proceedings of the 2013 Conference*. 2013. Available from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:196125687>
- [15] Millinger D, Nossal R. *The Industrial Communication Technology Handbook*. Zurawski, Ed. Boca Raton, FL: CRC; 2005.
- [16] Siemens AG. LOGO! as the Smart Mini Controller for Industry 4.0. White Paper. Siemens AG; 2020.
- [17] MURSHALIN M, et al. Efficient Control and Automation: Exploring Siemens LOGO PLC and PLC-Based Industrial Timer Controllers. *Asian Journal of Applied Science and Technology* (AJAST), 2024, 8.2: 34-43. DOI: <https://doi.org/10.38177/ajast.2024.8204>
- [18] Haider Z, Shah M, Qureshi, A. Water Pump Control using Siemens LOGO! in Smart Irrigation Systems. *Environmental Control Engineering*, 2021; 32(5): 106-112
- [19] Sato, T, Inoue Y. HVAC System Control with Siemens LOGO! PLC. *Automation and Control Technology*, 2019; 29(8): 77-83
- [20] Sato H, Tanaka T, Kato Y. Design and Implementation of a Conveyor System with Siemens LOGO! PLC. *Journal of Automation Engineering*, 2019; 24(6): 312-318.
- [21] Siemens AG. LOGO! Manual for LOGO! 8.3. Siemens Documentation Portal [Internet]. 2023 [cited 2024 Nov 21]. Available from: <https://support.industry.siemens.com>