



การพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี สำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น Development of PLC control apparatus for flexible manufacturing systems

ธนยศ อริสริยวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

ติดต่อ: Tanayos.Swu@gmail.com

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตสมัยใหม่เพื่อลดเวลาและต้นทุนการผลิตจึงมีการคิดค้นระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นขึ้น โดยระบบนี้จะเป็นการบูรณาการระหว่างเครื่องจักรกล หุ่นยนต์ และระบบขนถ่ายวัสดุให้สามารถทำงานประสานกันได้อย่างอัตโนมัติโดยผ่านตัวควบคุมและคอมพิวเตอร์ ซึ่งตัวควบคุมที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมคือตัวควบคุมแบบ พี แอล ซี งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น โดยชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยโมดูลตัวควบคุม โมดูลรับส่งสัญญาณดิจิทัล และ โมดูลรับส่งสัญญาณอนาล็อก ผู้ทดลองสามารถเลือกได้ว่าชุดทดลองโมดูลต่างๆจากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลองหรือจะนำสัญญาณต่างๆไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จากผลการทดลองพบว่าชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานตัวควบคุม พี แอล ซี และ ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นได้ดียิ่งขึ้น

คำหลัก: พี แอล ซี, การผลิตแบบยืดหยุ่น

Abstract

In the modern manufacturing process, Flexible Manufacturing System (FMS) have developed to reduce the time and cost of production. FMS is the integration of machines, robots and material handling systems that work together automatically by controller and computer which the controller is widely used in industrial is PLC. This research proposes the development of PLC control apparatus to use in teaching the flexible manufacturing system. The apparatus consist of a control module, digital signal module and analog signal module. The students can choose to test various modules of PLC from the equipment provided in the apparatus or using various signals to the external devices. The result showed that the developed apparatus is function as designed and can help the students to understand the contents of the flexible manufacturing system better.

Keywords: PLC, Flexible Manufacturing System

1. บทนำ

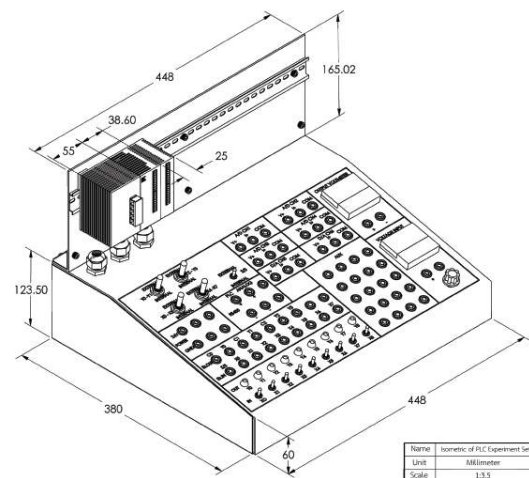
การผลิตสินค้าในปัจจุบันมีความต้องการความหลากหลายของสินค้ามากขึ้น รวมถึงความต้องการในการลดเวลาและต้นทุน เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวจึงมีการพัฒนาระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นขึ้น โดยระบบนี้จะเป็นการบูรณาการระหว่างเครื่องจักรกลหุ่นยนต์ และ ระบบขนถ่ายวัสดุ ให้สามารถทำงานประสานกันได้อย่างอัตโนมัติโดยผ่านตัวควบคุมและคอมพิวเตอร์ [1-2] ซึ่งตัวควบคุมที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมคือตัวควบคุมแบบ พี แอล ซี ดังนั้นเพื่อให้สินค้าที่เรียนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์มีความเข้าใจระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นและตัวควบคุมแบบ พี แอล ซี มากขึ้น การเรียนการสอนจึงควรประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ภาควิทยุทธศาสตร์ และ ภาควิทยุทธศาสตร์ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์แนวคิดทางยุทธศาสตร์ไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง [3-4] โดยทั่วไปในส่วนของภาคปฏิบัติชุดทดลองและเครื่องมือวัดทั้งหมดจะเป็นฮาร์ดแวร์ที่มีขนาดใหญ่ ราคาแพง อุปกรณ์ต่างๆไม่สามารถปรับเปลี่ยนหรือเคลื่อนย้ายได้สะดวกทำให้ชุดทดลองไม่ยืดหยุ่น [5-6] ซึ่งชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นที่ผลิตจากต่างประเทศก็มีปัญหาเช่นเดียวกันคือเซ็นเซอร์และต้นกำลังต่างๆของชุดทดลองจะถูกเชื่อมต่อกับตัวควบคุม พี แอล ซี โดยตรงไม่สามารถนำ พี แอล ซี ออกมาทดสอบการเขียนโปรแกรมหรือทดสอบการทำงานได้ ถ้าต้องการทดสอบจะต้องสั่งให้กระบวนการทั้งหมดทำงานซึ่งอาจสร้างความเสียหายกับชุดทดลองหรือเป็นอันตรายกับผู้ทดลองได้ถ้าหากเขียนโปรแกรมผิดพลาด จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี ให้อิสระจากกระบวนการที่จะควบคุม [7-8] โดยจะสนใจเฉพาะกระบวนการที่มีสัญญาณแบบดิจิตอลเท่านั้น

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น โดยชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นจะสามารถใช้ร่วมกับกระบวนการที่มีทั้งสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณ

อนาล็อก โดยผู้ทดลองสามารถเลือกได้ว่าจะทดลองการทำงานของ พี แอล ซี จากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลองหรือจะนำสัญญาณต่างๆของ พี แอล ซี ไปต่อกับอุปกรณ์ในชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นก็ได้เพื่อจะให้เห็นการทำงานจริงของกระบวนการที่เกิดขึ้น

2. การออกแบบชุดทดลอง

ชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี ที่พัฒนาขึ้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 1 โครงสร้างทำมาจากเหล็กพับขึ้นรูปมีขนาด กว้าง 380 mm ยาว 448 mm สูง 288.52 mm



(ก)

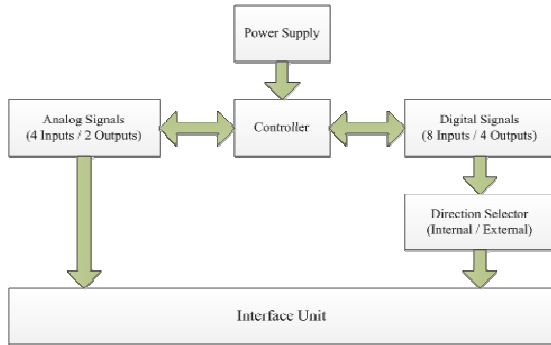


(ข)

รูปที่ 1 (ก) ภาพวาดชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี

(ข) ภาพถ่ายชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี

ส่วนประกอบของชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของชุดทดลองตัวควบคุม พี แอล ซี

จากรูปที่ 2 ส่วนประกอบของชุดทดลองจะเริ่มจากส่วนที่เป็นชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดบนชุดทดลองถัดมาจะเป็นในส่วนของโมดูลตัวควบคุม (Controller) ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมสัญญาณต่างๆให้เป็นไปตามที่ต้องการโดยจะเชื่อมต่อกับโมดูลดิจิตอลเพื่อควบคุมสัญญาณที่เป็นแบบดิจิตอล (Digital Signals) และ โมดูลอนาล็อกเพื่อควบคุมสัญญาณอนาล็อก (Analog Signals) โดยกำหนดให้โมดูลดิจิตอลสามารถรับอินพุตได้จำนวน 8 ช่องและส่งสัญญาณเอาต์พุตได้จำนวน 4 ช่อง ส่วนโมดูลอนาล็อกสามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้จำนวน 4 ช่องและส่งสัญญาณอนาล็อกได้จำนวน 2 ช่อง ต่อมาจะเป็นส่วนของตัวเลือกทิศทางการใช้งาน (Direction Selector) ซึ่งจะทำหน้าที่เลือกว่าต้องการให้สัญญาณดิจิตอลต่อไปใช้งานเฉพาะบนชุดทดลองเท่านั้นหรือจะต่อออกไปใช้งานภายนอก แต่ในส่วนของสัญญาณอนาล็อกไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเลือกทิศทางการใช้งานเนื่องจากจะทำการเชื่อมสายสัญญาณเหมือนกันทั้งแบบทดลองภายในชุดทดลองหรือใช้งานภายนอก จากนั้นสัญญาณทั้งหมดจะถูกส่งมายังส่วนเชื่อมต่อ (Interface Unit) เพื่อใช้

ติดต่อกับผู้ใช้งาน รายละเอียดของแต่ละส่วนสามารถแสดงได้ดังหัวข้อต่อไป

2.1 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า

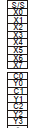
ในที่นี้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟของบริษัท DELTA รุ่น DVP-PS02 ซึ่งจะแปลงไฟจาก 110-240 VAC, 50/60 Hz ไปเป็น 24 VDC , 2A [9] ลักษณะของแหล่งจ่ายไฟสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3



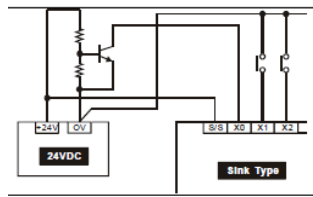
รูปที่ 3 แหล่งจ่ายไฟฟ้ารุ่น DVP-PS02 [9]

2.2 โมดูลตัวควบคุมและโมดูลดิจิตอล

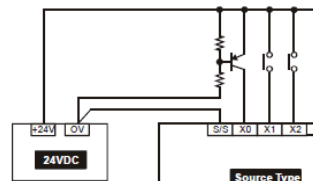
ในส่วนนี้เลือกใช้ พี แอล ซี ของบริษัท DELTA รุ่น DVP-12SA11T [10] ซึ่งมีข้อดีคือมีทั้งโมดูลตัวควบคุมและโมดูลดิจิตอลอยู่ในชุดเดียวกันทำให้ประหยัดพื้นที่คุณสมบัติด้านเทคนิคแสดงได้ดังรูปที่ 4 ส่วนวิธีการต่อสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตสามารถดูได้จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ส่วนรูปที่ 7 แสดงลักษณะของ พี แอล ซี รุ่น DVP-12SA11T

Model	Input / Output						Profile reference	I/O Configuration
	Power	Input Unit		Output Unit				
		Point	Type	Point	Type			
DVP12SA11R	24VDC	8	DC Sink or Source	4	Relay			
DVP12SA11T		8		4	Transistor			

รูปที่ 4 คุณสมบัติของ พี แอล ซี รุ่น DVP-12SA11T [10]



(ก)



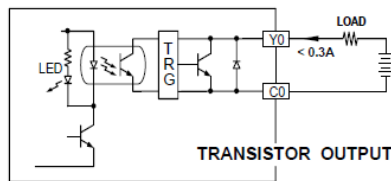
(ข)

รูปที่ 5 (ก) การต่อสัญญาณอินพุตแบบ Sink Type

[10]

(ข) การต่อสัญญาณอินพุตแบบ Source Type

[10]



รูปที่ 6 การต่อสัญญาณเอาต์พุต [10]



รูปที่ 7 แสดงลักษณะของ พี แอล ซี รุ่น DVP-12SA11T

[10]

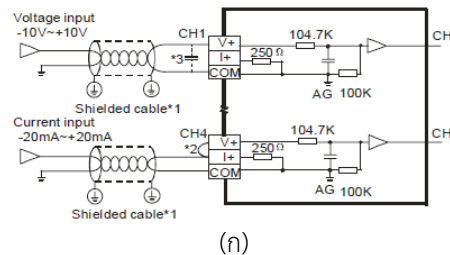
2.3 โมดูลอนาล็อก

ในส่วนนี้เลือกใช้โมดูลอนาล็อกของบริษัท DELTA รุ่น DVP-06XA [11] ซึ่งโมดูลนี้สามารถรับส่งสัญญาณอนาล็อกได้ทั้งในรูปแบบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

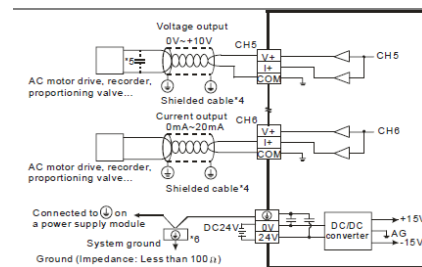
โดยรับสัญญาณอนาล็อกได้จำนวน 4 ช่องและส่งสัญญาณอนาล็อกได้จำนวน 2 ช่อง ส่วนคุณสมบัติด้านเทคนิคแสดงได้ดังรูปที่ 8 วิธีการต่อสัญญาณสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9 ส่วนรูปที่ 10 แสดงลักษณะของโมดูลอนาล็อกรุ่น DVP-06XA

Mixed analog/digital (A/D) module	Voltage input	Current input
Power supply voltage	24VDC (20.4VDC ~ 28.8VDC) (-10% ~ +20%)	
Analog input channel	4 channels per module	
Analog input range	0 ~ 10V	0 ~ 20mA
Digital data range	0 ~ 4,000	0 ~ 1,000
Resolution	12 bits (1/4096V)	11 bits (1/2048mA)
Input impedance	200KΩ and above	250Ω
Overall accuracy	±0.5% of full scale of 25°C (77°F), ±1% of full scale during 0 ~ 55°C (32 ~ 131°F)	±1% of full scale of 25°C (77°F), ±1% of full scale during 0 ~ 55°C (32 ~ 131°F)
Response time	3ms × Number of channels	3ms × Number of channels
Isolation method	DVP06XA-S: The analog circuit and the digital circuit are grounded together. There is no isolation. DVP06XA-S2: The analog circuit is isolated from the digital circuit by an optocoupler, but the analog channels are not isolated from one other.	
Isolation input range	0 ~ 10V	0 ~ 20mA
Digital data format	16-bit 2's complement	12 bits
Average function	Yes (CR#2 ~ CR#5 can be set and the range is K1 ~ K20)	
Self diagnostic function self detection	Upper bound and lower bound detection per channel	
Mixed digital/analog (D/A) module	Voltage output	Current output
Analog output channels	2 channels per module	
Analog output range	0 ~ 10V	0 ~ 20mA
Digital data range	0 ~ 4,000	0 ~ 1,000
Resolution	12 bits (1/4096V)	12 bits (1/2048mA)
Output impedance	0 Ω or lower	250Ω
Overall accuracy	±0.5% of full scale of 25°C (77°F), ±1% of full scale during 0 ~ 55°C (32 ~ 131°F)	±1% of full scale of 25°C (77°F), ±1% of full scale during 0 ~ 55°C (32 ~ 131°F)
Response time	3ms × Number of channels	3ms × Number of channels

รูปที่ 8 คุณสมบัติของโมดูลอนาล็อกรุ่น DVP-06XA [11]



(ก)



(ข)

รูปที่ 9 (ก) วิธีการต่อสัญญาณเข้าของโมดูลอนาล็อก [11]

(ข) วิธีการต่อสัญญาณออกของโมดูลอนาล็อก

[11]



รูปที่ 10 ลักษณะของโมดูลอนาล็อกกรุ่น DVP-06XA [11]

เมื่อนำส่วนของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า โมดูลตัวควบคุม โมดูลดิจิตอล และ โมดูลอนาล็อก มาต่อร่วมกันจะแสดงได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การต่อรวมกันของโมดูลต่างๆของ พี แอล ซี

2.4 ตัวเลือกทิศทางการใช้งานและส่วนเชื่อมต่อ

การนำสัญญาณเข้าและออกจาก พี แอล ซี ไปทดลองนั้นจะกระทำผ่านส่วนเชื่อมต่อซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดทดลองดังแสดงในรูปที่ 12 โดยเริ่มต้นผู้ทดลองจะต้องเลือกก่อนว่าต้องการให้สัญญาณดิจิตอลต่อไปใช้งานเฉพาะบนชุดทดลองเท่านั้นหรือจะต่อออกไปใช้งานภายนอกโดยเลือกจากส่วนตัวเลือกทิศทางซึ่งอยู่ด้านบนซ้ายมือของส่วนเชื่อมต่อดังรูปที่ 13 แต่ในส่วนของสัญญาณอนาล็อกไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเลือกทิศทางการใช้งานเนื่องจากจะใช้การเชื่อมสายสัญญาณเหมือนกันทั้งแบบทดลองภายในชุดทดลองหรือใช้งานภายนอก จากรูปที่ 13 ผู้ทดลองสามารถเลือกได้ว่าจะใช้สัญญาณ s/s ของ พี แอล ซี, สัญญาณอินพุต X0-X3 หรือ X4-X7, สัญญาณเอาต์พุต Y0-Y1 หรือ Y2-Y3 จากภายในชุดทดลองหรือจากภายนอกได้อย่างอิสระผ่านการกดสวิทช์ขึ้นหรือลง



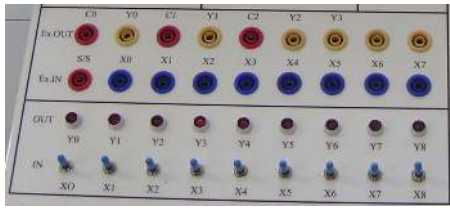
รูปที่ 12 ส่วนเชื่อมต่อของชุดทดลอง



รูปที่ 13 ส่วนเลือกทิศทางการใช้งานของสัญญาณดิจิตอล

2.5 ส่วนสัญญาณดิจิตอล

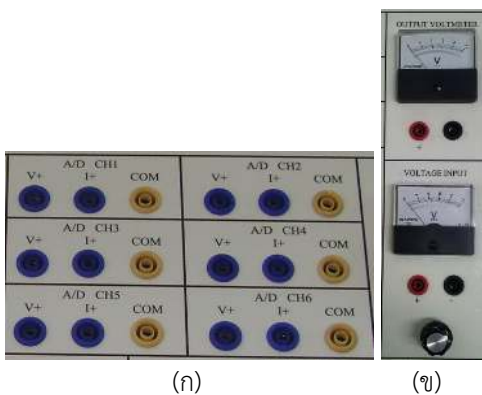
ส่วนทดลองสัญญาณดิจิตอลบนชุดทดลอง พี แอล ซี สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 14 ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อย คือ ส่วนแรกที่ใช้สัญญาณภายนอกจากรูปที่ 14 จะอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมด้านบนโดยส่วนนี้สัญญาณทั้งหมดจะถูกเชื่อมต่อไปยัง พี แอล ซี โดยตรงตามสัญลักษณ์ที่พิมพ์ไว้โดยใช้แจ็คเสียบแบบ safety banana jack เพื่อความปลอดภัย ส่วนที่สองจะใช้ทดลองกับอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้บนชุดทดลองจากรูปที่ 14 คือกรอบสี่เหลี่ยมด้านล่าง โดยอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้คือหลอดไฟไวด์ทดสอบ เอาท์พุทและสวิทช์แบบสองทิศทางคือกดขึ้นจะค้างแต่ถ้ากดลงจะไม่ค้างไวด์ทดสอบอินพุทโดยสัญญาณทั้งหมดจากอุปกรณ์ดังกล่าวจะเชื่อมต่อไปยัง พี แอล ซี ตามสัญลักษณ์ที่พิมพ์ไว้



รูปที่ 14 ส่วนทดลองสัญญาณดิจิทัล

2.6 ส่วนสัญญาณอนาล็อก

ส่วนของการทดลองสัญญาณอนาล็อกบนชุดทดลอง พี แอล ซี สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 15 โดยจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือส่วนเชื่อมต่อกับสัญญาณอนาล็อกผ่านโมดูลอนาล็อกรุ่น DVP-06XA โดยตรงตามสัญลักษณ์ที่พิมพ์ไว้ดังรูปที่ 15 (ก) โดยใช้แจ๊คเสียบแบบ safety banana jack เพื่อความปลอดภัย ส่วนที่สองคืออุปกรณ์ทดลองสัญญาณอนาล็อกซึ่งมีอยู่สองอุปกรณ์คือโวลต์มิเตอร์ขนาด 0-10 VDC ไว้ทดสอบสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุท และ อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0-10 VDC ไว้ทดสอบสัญญาณอนาล็อกอินพุท ดังรูปที่ 15 (ข) โดยผู้ทดลองจะต้องทำการเชื่อมสัญญาณอนาล็อกจากแจ๊คเสียบไปยังอุปกรณ์ทดลองผ่านทางสายเสียบด้วยตนเองซึ่งจะทำให้ผู้ทดลองได้เห็นภาพวิธีการเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อกจากอุปกรณ์ภายนอกเข้าและออกจาก พี แอล ซี ได้อย่างชัดเจน



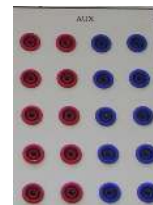
รูปที่ 15 (ก) จุดเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อกจาก พี แอล ซี
 (ข) อุปกรณ์ทดลองสัญญาณอนาล็อก

2.7 ส่วนสัญญาณอื่นๆ

นอกเหนือจากสัญญาณหลักที่ได้กล่าวมาในหัวข้อก่อนหน้านี้ ในชุดทดลองยังได้จัดเตรียมช่องสัญญาณอื่นๆของ พี แอล ซี ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นสูงต่อไปได้แก่ช่องสัญญาณสื่อสาร RS485 และ ช่องภาคจ่ายไฟขนาด 24 VDC ดังรูปที่ 16 ส่วนรูปที่ 17 แสดงช่องสัญญาณสำรองเพื่อเอาไว้ใช้ในกรณีมีการต่อโมดูลเพิ่มเติมเข้ามาในชุดทดลองภายหลัง



รูปที่ 16 ช่องสัญญาณสื่อสาร RS485 และ ช่องภาคจ่ายไฟขนาด 24 VDC

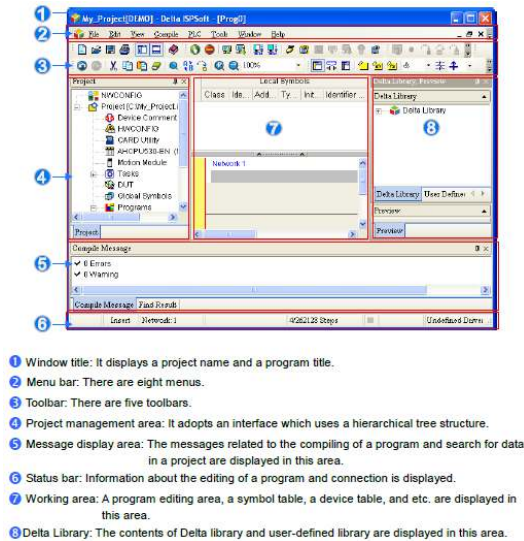


รูปที่ 17 ช่องสัญญาณสำรอง

3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในชุดทดลอง

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ พี แอล ซี จะใช้ซอฟต์แวร์ชื่อ ISPSOFT [12-13] ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ของบริษัท DELTA ผู้ผลิต พี แอล ซี ที่ใช้ในชุดทดลองนี้ ซึ่งมีจุดเด่นคือ รองรับ พี แอล ซี ของบริษัท DELTA ทุกรุ่น สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายซึ่งจุดนี้เป็นปัจจัยหลักในการเลือกใช้ พี แอล ซี ยี่ห้อนี้มาเป็นอุปกรณ์ในชุดทดลอง และ รองรับการเขียนโปรแกรม พี แอล ซี ตามมาตรฐาน IEC 61131-3 ซึ่งเป็นมาตรฐานการเขียนโปรแกรมสำหรับ พี แอล ซี ในยุคปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ทดลองเขียนโปรแกรม พี แอล ซี ตามมาตรฐานสากล โดยไม่ยึดติดกับยี่ห้อของ พี แอล ซี

เหมือนในอดีตที่ผ่านมา รูปที่ 18 แสดงหน้าต่างและส่วนประกอบของโปรแกรม ISPSOft



รูปที่ 18 แสดงหน้าต่างและส่วนประกอบของโปรแกรม ISPSOft [12]

4. การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองการทำงานของชุดทดลองจะแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ คือ ทดลองการทำงานของชุดทดลองจากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลอง และทดลองการทำงานของชุดทดลองเมื่อนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

4.1 การทดลองการทำงานของชุดทดลองจากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลอง

4.1.1 การทดลองสัญญาณดิจิทัล

การทดลองจะเริ่มจากปรับสวิตช์เลือกทิศทางการใช้งานของสัญญาณดิจิทัลไปที่ INTERNAL ทั้งหมด จากนั้นเขียนโปรแกรม พีแอลซี เพื่อรับค่าอินพุตจากสวิตช์ทุกตัว (X0-X7) จากนั้นตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถอ่านค่าสถานะของสวิตช์ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

ถัดมาเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้เอาต์พุต (Y0-Y3) คือหลอดไฟติดแล้วสังเกตการทำงานของหลอดไฟว่าติดตามที่ต้องการหรือไม่

4.1.2 ผลการทดลองสัญญาณดิจิทัล

จากการทดลองตามหัวข้อ 4.1.1 พบว่าโปรแกรมสามารถอ่านค่าสถานะของสวิตช์ได้อย่างถูกต้องและสามารถสั่งให้หลอดไฟติดดับได้ตามที่ต้องการ แสดงว่าการเชื่อมต่อสายไฟภายในชุดทดลองจากอุปกรณ์ต่างๆไปยัง พีแอลซี สามารถทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

4.1.3 การทดลองสัญญาณอนาล็อก

ในการทดลองสัญญาณอนาล็อกจะต้องทำการเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อกจากแจ๊คเสียบไปยังอุปกรณ์ทดลองผ่านทางสายเสียบโดยการทดลองรับสัญญาณอนาล็อกจะเชื่อมต่อสัญญาณจากอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0-10 VDC ไปยังช่องสัญญาณ CH1 – CH4 ที่ละช่อง จากนั้นทดลองจ่ายแรงดันไปยังค่าต่างๆแล้วเขียนโปรแกรม พีแอลซี เพื่ออ่านค่าแรงดันไฟฟ้าว่าตรงกับที่จ่ายหรือไม่ รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างการต่อสายไฟเพื่อทดลองการรับสัญญาณอนาล็อก ส่วนการทดลองส่งสัญญาณอนาล็อกจะเชื่อมต่อสัญญาณจากช่องจ่ายสัญญาณอนาล็อกแบบแรงดันคือช่องสัญญาณ CH5 และ CH6 ไปยังอุปกรณ์โวลต์มิเตอร์ที่ละช่องโดยเขียนโปรแกรม พีแอลซี ให้สร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0-10 VDC จากนั้นสังเกตจากโวลต์มิเตอร์ว่าอ่านค่าได้ตรงหรือไม่ รูปที่ 20 แสดงตัวอย่างการต่อสายไฟเพื่อทดลองการส่งสัญญาณอนาล็อก



รูปที่ 19 การต่อสายไฟเพื่อทดลองการรับสัญญาณ
อนาล็อก



รูปที่ 20 การต่อสายไฟเพื่อทดลองการส่งสัญญาณ
อนาล็อก

4.1.4 ผลการทดลองสัญญาณอนาล็อก

จากการทดลองรับส่งสัญญาณอนาล็อกของทุกช่องสัญญาณตามหัวข้อ 4.1.3 พบว่า พี แอล ซี สามารถรับส่งสัญญาณได้อย่างถูกต้องทุกช่องสัญญาณ แสดงว่าการเชื่อมต่อสายไฟภายในชุดทดลองของระบบอนาล็อกทำได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

4.2 การทดลองการทำงานของชุดทดลองเมื่อนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

การทดลองในหัวข้อนี้จะนำชุดทดลอง พี แอล ซี ที่พัฒนาขึ้นไปทำการเชื่อมต่อกับชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ ซึ่งในชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นจะมีอยู่หลายสถานีดังรูปที่ 21 แต่ในที่นี้เลือกใช้สถานีแจกจ่ายและทดสอบในการทดลอง โดยเริ่มจากที่ชุดทดลอง พี แอล ซี ปรับสวิตช์เลือกทิศทางการใช้งานของสัญญาณดิจิตอลไปที่ EXTERNAL ทั้งหมดจากนั้นเชื่อมต่อสัญญาณจากเซ็นเซอร์และตัวขับจากสถานีแจกจ่ายและทดสอบซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าไปยังส่วนรับส่งสัญญาณดิจิตอลในชุดทดลอง พี แอล ซี

ดังรูปที่ 22 จากนั้นทดลองเขียนโปรแกรม พี แอล ซี เพื่อดูการทำงานว่าถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้เพื่อเป็นการทดสอบการรับส่งสัญญาณอนาล็อกกับอุปกรณ์ภายนอก จึงได้นำชุดทดลอง พี แอล ซี ไปทดลองเชื่อมต่อกับชุดทดลองการควบคุมระดับน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ดังรูปที่ 23 ซึ่งจะเชื่อมต่อสัญญาณอนาล็อกจากเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำและอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ จากนั้นเขียนโปรแกรม พี แอล ซี และ สังเกตการทำงานของ พี แอล ซี ว่าทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่



รูปที่ 21 ชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น



รูปที่ 22 การเชื่อมต่อสัญญาณจากเซ็นเซอร์และตัวขับ
จากสถานีแจกจ่ายและทดสอบไปยังชุดทดลอง

พี แอล ซี



รูปที่ 23 การนำชุดทดลอง พี แอล ซี ไปเชื่อมต่อกับชุด
ทดลองการควบคุมระดับน้ำ

4.2.1 ผลการทดลองการทำงานของชุดทดลองเมื่อนำ เมื่อนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

จากการทดลองเชื่อมต่อชุดทดลอง พี แอล ซี กับชุดทดลองระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นและชุดทดลองการควบคุมระดับน้ำ พบว่าชุดทดลอง พี แอล ซี ที่พัฒนาขึ้นสามารถรับส่งสัญญาณทั้งแบบดิจิทัลและแบบอนาล็อกได้อย่างถูกต้อง สามารถควบคุมการทำงานของชุดทดลองที่นำมาเชื่อมต่อให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ แสดงว่าการเชื่อมต่อสายไฟและสายสัญญาณต่างๆภายในชุดทดลองเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกทำได้เป็นอย่างดีสมบูรณ์

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการทำงานของชุดทดลอง พี แอล ซี ที่พัฒนาขึ้นทั้งแบบทดลองจากอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลองและจากการนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอก พบว่าชุดทดลองสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามที่ออกแบบไว้ โดยชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายได้ สามารถทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้กับอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บนชุดทดลองได้ก่อนนำไปต่อกับอุปกรณ์ภายนอกซึ่งจะ

ช่วยลดความเสียหายในกรณีเขียนโปรแกรมผิดพลาด และยังปลอดภัยกับผู้ทดลองอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่และมีน้ำหนักมาก ดังนั้นในการพัฒนาต่อไปควรมีการออกแบบให้ชุดทดลองมีขนาดกะทัดรัดและน้ำหนักเบา

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2559

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Cavalcante A., Pereira C. and Barata J., "Component-based approach to the development of self-x automation systems", IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Lisboa., pp. 239-244, 2010.
- [2] Nicole Beatriz Portilla, Max H. de Queiroz and José E. Cury, "Integration of supervisory control with SCADA system for a flexible manufacturing cell", 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Brazil, pp. 261 – 266, 2014.
- [3] Wellsted P.E., "Teaching control with laboratory scale models", IEEE Transactions on Education, vol.33, no.3, pp.286, 1990.
- [4] Grega W. and Doughty D., "Open architecture environment for control engineering education", Computer in Education, Chapman & Hall, London, pp.517-530, 1995.
- [5] Peter Horacek, "Laboratory experiments for control theory courses: a survey", Annual Reviews in control, Pergamon, vol.24, pp.151-162, 2000.



- [6] Jovan V. and Petrovic J., “Process Laboratory – A necessary resource in control engineering education”, Computer Chem. Eng, vol.20, pp.S1335-S1340, 1996.
- [7] Ismail Coskuna and Mehmet Fatih, “Design and application of the technical training set for plc- based power supply unit developed for industrial applications”, Procedia Social and Behavioral Sciences 1, pp. 1658–1662, 2009.
- [8] A. F. Kheiralla, “Design and Development of a Low Cost Programmable Logic Controller Workbench for Education Purposes”, International Conference on Engineering Education, September 3 – 7, 2007.
- [9] Delta DVPPS02 Power Output Module Instruction Sheet, Delta Electronics, Inc., 2004.
- [10] Delta DVP-SA Instruction Sheet, Delta Electronics, Inc., 2006.
- [11] Delta DVP-06XA Instruction Sheet, Delta Electronics, Inc., 2015.
- [12] Delta ISPSOFT User Manual, Delta Electronics, Inc., 2016.
- [13] Delta DVP-PLC Application Manual (Programming), Delta Electronics, Inc., 2014.