

การพัฒนาแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติ ควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน

Development of an Automatic Pneumatics Robotic Arm for Gripping Workpieces Controlled and Displayed via Web Server Functions

อานาจ ประจง พัสกร บุญล้อม รัฐพรพรช นวลเกษา เทิดพันธุ์ ชูกร และ สุริยา อติเรก

สาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

398 หมู่ 9 ถ.สวรรค์วิถี ต.นครสวรรค์ตก อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000 โทรศัพท์ 056-219100

Email: amnaj.p@nsru.ac.th

Manuscript Received October 28, 2024

Revised November 22, 2024

Accepted December 15, 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาแขนกลเพื่อใช้ในการตรวจจับชิ้นงานโดยอาศัยหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์แบบอัตโนมัติ สามารถควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชันการออกแบบโครงสร้างของแขนกลมีขนาดและสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับระบบควบคุมแบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม โดยมีการเขียนแบบโครงสร้างแขนกลนิวแมติกส์ด้วยโปรแกรม SketchUp แบบ 3 มิติ พร้อมจำลองการทำงานของวงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์ผ่านโปรแกรม Automation Studio 5.0 เพื่อยืนยันการทำงานใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบตรรกะที่โปรแกรมได้ PLC รุ่น MELSEC IQ FX5U 32 I/O ที่สามารถควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน (Web Server Functions) ผลการทดสอบระบบแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตัวตรวจจับชิ้นงานทั้ง 3 ชนิด พบว่า Fiber Optic Proximity Sensor มีค่าเฉลี่ย โลหะ 6.80 วินาที อโลหะ 7.62 วินาที Optical Proximity Sensor โลหะ 7.13 วินาที อโลหะ 7.62 วินาที และ Photo Proximity Sensor โลหะ 6.39 วินาที อโลหะ 6.90 วินาที ตามลำดับ ผลการทดสอบยืนยันการทำงานระบบแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติ สามารถประยุกต์ใช้

งานเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : ตัวตรวจจับ ระบุควบคุมพีแอลซี เว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน

ABSTRACT

This article presents the development of a robotic arm designed for object detection based on the principles of an automated pneumatic system. The system is capable of being controlled and monitored through web server functions. The structural design of the robotic arm is proportionally modeled to resemble automatic control systems used in industrial applications. The robotic arm's pneumatic structure was designed in a 3D format using SketchUp, and the pneumatic control circuit was simulated using Automation Studio 5.0 to verify its functionality. The control system utilizes a programmable logic controller (PLC) model MELSEC IQ FX5U with 32 I/O points, which supports control and monitoring via web server functions. Performance tests of the automated pneumatic robotic arm for object detection compared three types of object detection sensors. The results indicate that the Fiber Optic Proximity Sensor achieved average detection times of 6.80 seconds for metallic objects and 7.62 seconds for non-metallic objects. The Optical Proximity Sensor recorded 7.13 seconds for metallic

objects and 7.62 seconds for non-metallic objects, while the Photo Proximity Sensor achieved 6.39 seconds for metallic objects and 6.90 seconds for non-metallic objects. The testing results confirm the functionality of the designed automated pneumatic robotic arm, demonstrating its suitability for use as a learning aid in educational settings.

Keywords: Sensor, PLC control system, Web server function

1. บทนำ

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งที่มีระบบการใช้เครื่องจักรให้ทำงานแทนมนุษย์ โดยสามารถทำงานได้อย่างหลากหลายต่อเนื่อง สามารถทำงานแบบซ้ำ ๆ ตลอดเวลาและงานที่ต้องการความแม่นยำ หรือจะเป็นงานที่เสี่ยงอันตรายในด้านสารเคมีและด้านพื้นที่เสี่ยง โดยปัจจุบันการพัฒนาแขนกลมีวิวัฒนาการก้าวหน้า[1] – [4] ซึ่งเข้ามามีบทบาทมากมายในชีวิตประจำวันของมนุษย์

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตไม่ว่าจะเป็น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ได้มีการนำ (Programmable Logic Controller, PLC) [5] – [10] ใช้สำหรับการควบคุมเครื่องจักรในสายการผลิต เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงและได้งานที่มีคุณภาพ สามารถทดแทนแรงงานคน ทำให้ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตได้ เนื่องจากการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่เป็นลำดับนั้น จะมีขั้นตอนการทำงานเป็นวัฏจักรหรือวนซ้ำไปมาอย่างแม่นยำ ซึ่งเป็นที่ต้องการทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ถ้าใช้แรงงานคนจะมีความเมื่อยล้าจึงส่งผลต่อความแม่นยำในแต่ละรอบการทำงานไม่เท่ากัน หรือความแม่นยำในการทำงานอาจจะลดลงเมื่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น ดังนั้น PLC จึงเป็นตัวควบคุมที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นลำดับขั้นตอนที่มีความแม่นยำในรอบการผลิตเท่ากัน เนื่องจากไม่มีความเมื่อยล้าในการทำงานเหมือนแรงงานคน แม้กระทั่งในวงการศึกษานำ PLC มาพัฒนาร่วมกับชุดทดลองและชุดสถิติ[11] – [17] ให้กับนักเรียนนักศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ลดการจินตนาการในการเรียนรู้ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และลดการนำเข้าเทคโนโลยี แต่ชุดทดลองและชุดสถิติดังกล่าว ยังมี

ข้อจำกัดในการพัฒนาร่วมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตค่อนข้างน้อย ในการควบคุมและแสดงผลในระยะไกล

จากปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าวผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาแขนกลจับชิ้นงานนิวส์เมติกส์อัตโนมัติ ควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน (Web Server Functions) เพื่อใช้เป็นสื่อและตัวอย่างการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาในรายวิชาระบบควบคุมอัตโนมัติ ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาได้เป็นอย่างดีทันสมัย มีความเข้าใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตลอดจนผู้เรียนได้รับทักษะปฏิบัติ นำไปสู่การต่อยอดในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการพัฒนาประเทศสืบไป

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะแบ่งหลักการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังต่อไปนี้

2.1 ฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์ส่วนควบคุมจะใช้ตัวควบคุมแบบตรรกะที่โปรแกรมได้ (Programmable logic Controller, PLC) รุ่น MELSEC IQ F SERIES FX5U 32 I/O โดยการขับเคลื่อนชิ้นงานจะใช้สายพานลำเลียงชิ้นงานจากต้นทางไปยังปลายทาง ส่งผ่านต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24VDC แบบทอรอบ โดยใช้ฟันเฟืองขับเคลื่อน ฟันเพื่อลดความเร็วรอบ 72 ตามขนาดฟันและฟันเฟือง 19 และเพิ่มแรงบิดในการหมุน การตรวจจับ (Sensor) ชิ้นงานแบบไม่สัมผัสจะใช้การตรวจจับ 3 ชนิด ที่จุดเดียวกัน ได้แก่ 1. Fiber Optic proximity Sensor 2. Optical proximity Sensor และ 3. Photo proximity Sensor โดยอุปกรณ์ตรวจจับ ทั้ง 3 ชนิดนี้จะให้สัญญาณเอาต์พุต 24VDC และแขนกลจับชิ้นงานจะใช้ระบบนิวแมติกส์ควบคุมโซลินอยด์วาล์วต่าง ๆ ให้ทำงานตามลำดับประกอบไปด้วย Vacuum Pneumatics Switch สำหรับดูดและปล่อยชิ้นงานใช้วาล์วเดี่ยวขนาด 24 ช่อง 2/5VDC ขนาดแรงดันลม 0.15-0.7MPa ในส่วนของ Twins Pneumatics Cylinder ทำหน้าที่ยกชิ้นงาน ขึ้น-ลง 24 ช่อง 2/5 ลง ใช้วาล์วเดี่ยวขนาด VDC ขนาดแรงดันลม 2-8 bar และ Rotary Pneumatics Double Acting Cylinder ทำหน้าที่หมุนแขนให้โค้งงอเชิงมุมเพื่อนำชิ้นงานวาง โดยใช้วาล์วเดี่ยว 90

24 ช่อง 2/5 ขนาดVDC ขนาดแรงดันลม 2-8 bar

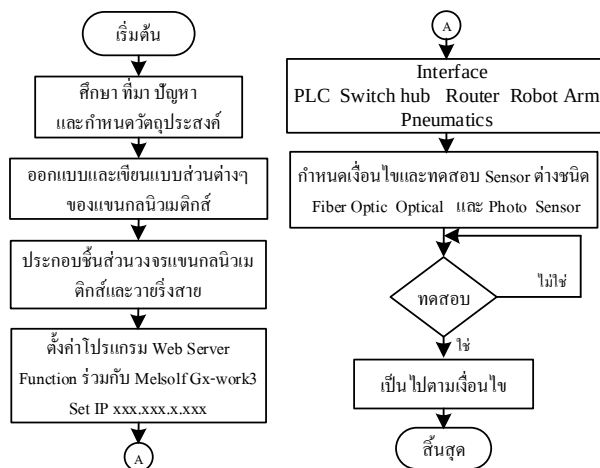
2.2ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาร่วมกับแขนกลจับชิ้นงานนิวส์เมติกอัตโนมัติ ควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน (Web Server Functions) แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาในบทความนี้

No	Description	Software Support (Trial Version)
1	PLC	MELSOFT GX-WORK 3
2	Pneumatics Control	Automation Studio 5.0
3	Electrical Power	Visio
4	Machine Drawing	SketchUp
5	Web Server Function	Ethernet Communication URL FX5U CPU Modul

จากการแบ่งหลักการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ดังข้างต้นผู้วิจัยสามารถแสดงแนวคิดได้ดังภาพต่อไปนี้



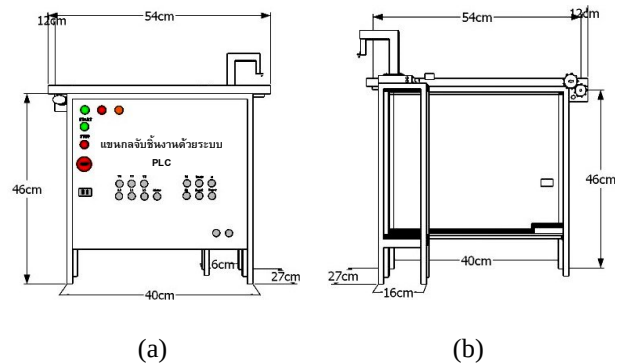
รูปที่ 1 แนวคิดแขนกลจับชิ้นงานนิวส์เมติกอัตโนมัติ

3. วิธีการดำเนินการ

ผู้วิจัยจะลำดับการออกแบบในส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบส่วนโครงสร้างแขนกล

การออกแบบส่วนโครงสร้างแขนกลผู้วิจัยได้คำนึงถึงขนาดและสัดส่วนของโครงสร้างให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์การจริงมากที่สุดของการควบคุมระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม โดยเขียนแบบโครงสร้างแขนกลนิวเมติกส์ด้วยโปรแกรม SketchUp แบบ 3 มิติ ขนาด กว้างxยาวxสูง ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 2 แบบโครงสร้างแขนกลนิวเมติกส์
(a) ด้านหน้า (b) ด้านหลัง (c) ด้านบน

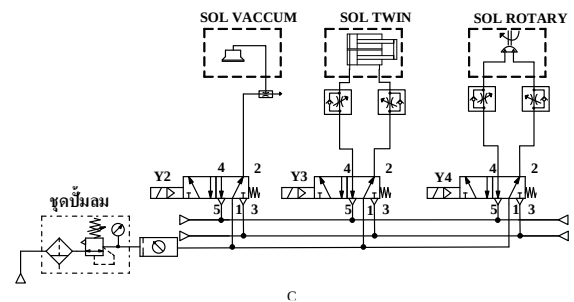
3.2 กำหนดตาราง I/O

เพื่อสร้างเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC เพื่อให้ควบคุมแขนกลนิวเมติกส์ทำงานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กำหนด Input/output ให้กับ PLC

Input Relay	Equipment	Coil	Output Equipment	Coil Relay
START		X0	Lamp1(Green)	Y0
STOP		X1	Lamp2(Red)	Y1
RS1 (Reed1)		X2	SOL Vacuum	Y2
RS2 (Reed2)		X3	SOL Twins	Y3
3 Proximity Sensor		X4	SOL ROTARY	Y4
			Motor	Y5

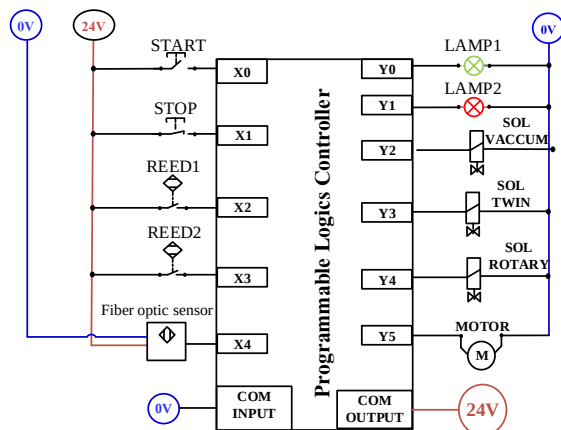
ตำแหน่ง/ 2 ช่อง แบบ Spring Return ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 4 วงจรชุดกระบอกลนิวแมติกส์

3.3 เขียนแบบวงจรกำลัง (Power Circuit) ด้วยโปรแกรม Visio

เพื่อใช้เป็นแบบสำหรับวางเรียงสายให้กับแขนกลนิวแมติกส์ ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 3 วงจรกำลังแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกอัตโนมัติ

3.4 ชุดควบคุมแขนกลนิวแมติกส์จับชิ้นงาน

ผู้วิจัยจะทำการเขียนแบบและจำลองการทำงานวงจรควบคุมระบบนิวแมติกส์ผ่านโปรแกรม Automation Studio 5.0 ก่อน เพื่อเป็นการยืนยันการทำงานเบื้องต้นว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ ก่อนนำไปต่อใช้งานจริง ซึ่งประกอบไปด้วย 1. SOL VACCUM จะใช้โซลินอยด์วาล์ว Y2 ควบคุม 2. SOL TWIN จะใช้โซลินอยด์วาล์ว Y3 ควบคุม และ 3. SOL ROTARY จะใช้โซลินอยด์วาล์ว Y4 ควบคุม โดยโซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 3 ชุดจะเป็นโซลินอยด์วาล์วไฟฟ้า 24VDC ขนาด 5

3.5 ประกอบชิ้นส่วนแขนกลนิวแมติกส์และวางเรียงสาย

จากการออกแบบส่วนโครงสร้างแขนกล วงจรกำลัง (Power Circuit) และชุดควบคุมแขนกลนิวแมติกส์ สามารถประกอบชิ้นส่วนแขนกลนิวแมติกส์และวางเรียงสายดังภาพต่อไปนี้



(a)



(b)



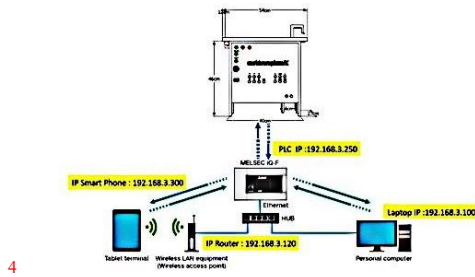
(c)

รูปที่ 4 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแขนกลนิวแมติกส์และวางเรียงสาย

(a) ติดตั้งสายพานบนราง (b) ติดตั้งชุด Rotation Pneumatics

(c) แขนกลนิวแมติกส์และวางเรียงสายเสร็จสมบูรณ์

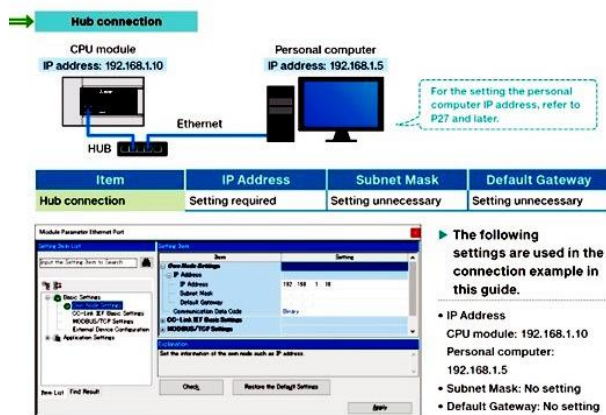
3.6การตั้งค่าโปรแกรม Web Server Function ร่วมกับ MELSOFT Series GX Works3



4

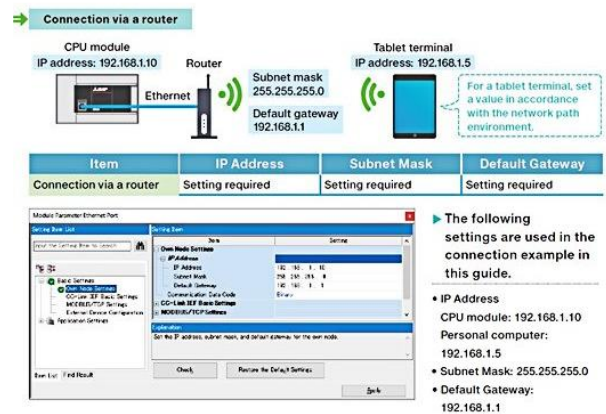
รูปที่ 5 จำลองการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกับ Switch Hub เพื่อติดต่อสื่อสารผ่าน Web Server Function

รูปที่ 5 จำลองการเชื่อมต่อ Switch Hub ร่วมกับ PLC, Router, Laptop และ Smart Phone โดยตั้งค่าผ่าน โปรแกรม MELSOFT Series GX Works3 หรือสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ (Manual Web Server Function Application Guide Introduction) ดังภาพต่อไปนี้

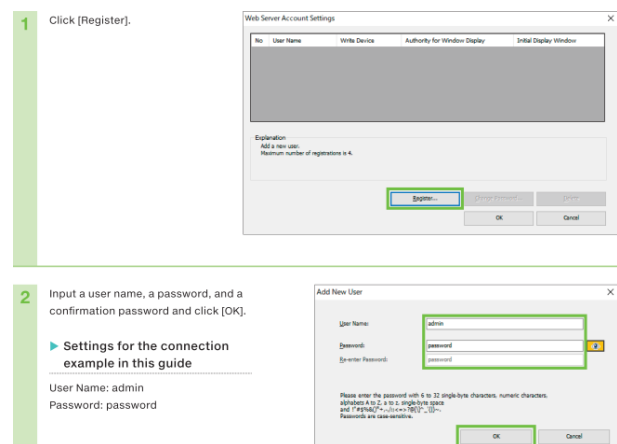


(a)

รูปที่ 6 ตั้งค่า IP.192.168.3.xxx ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ (a) CPU module (b) Personal computer (c) Account Settings (Cont.)



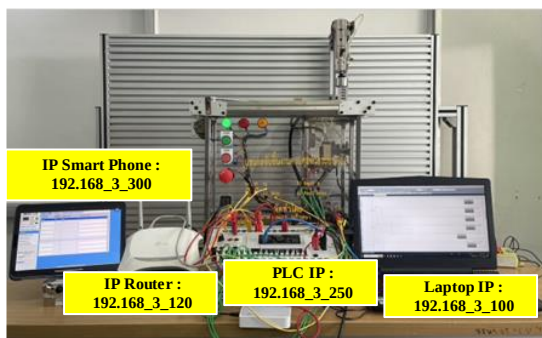
(b)



(c)

รูปที่ 6 ตั้งค่า IP.192.168.3.xxx ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ (a) CPU module (b) Personal computer (c) Account Settings

จากการตั้งค่าโปรแกรม Web Server Function ร่วมกับ MELSOFT Series GX Works3 โดยกำหนด IP Address ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงแลนเดียวกัน เพื่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะได้แกนกลจับชิ้นงานนิวเมติกส์อัตโนมัติ ควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซอร์เวอร์ฟังก์ชันที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 7 และสามารถนำไปทดลองและเก็บผลการทดลองได้ในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 7 แขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติ ควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชันที่ประกอบสมบูรณ์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เว็บเซิร์ฟเวอร์ฟังก์ชัน โดยกำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ใน IP Address หรือวงแลนเดียวกัน เพื่อให้สื่อสารและทำงานร่วมกันได้โดยจะมีการทดลองและเก็บผลดังต่อไปนี้

.4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

เข้าผ่าน Web Server Function โดยกำหนด URL เป็น 192.168.3.250 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 8 โดย รูปที่ 8 (a) และ รูปที่ 8 (b) จะปรากฏหน้าต่างเพื่อให้ ป้อน User Name และ Password ที่ได้ตั้งค่าไว้ก่อนหน้ารูปที่ 6 (c) เมื่อทำการ login แล้ว จะแสดงแถบเมนูในรูปที่ 8 (c) เป็นข้อมูลของ Module Information ขณะเดียวกันจะทำการเลือก Watch ในรูปที่ 8 (d) ซึ่งจะเป็นการกำหนด Device Memory Start (X0) และ Stop (X1) โดย ถ้าต้องการให้แขนกลจับชิ้นงานนิวส์เมติกส์อัตโนมัติทำงาน Start (X0 = ON) ให้กำหนด Current Value = 1, ถ้าต้องการให้หยุดทำงาน Stop (X1 = OFF) ให้กำหนด Current Value = 0 ในรูปที่ 8 (e และ f)

FX5U CPU Module

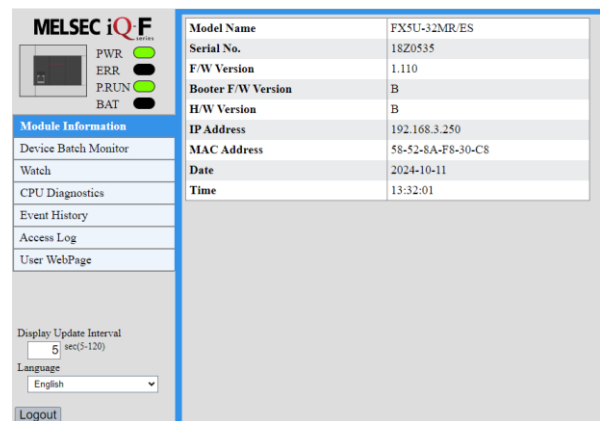
User Name:
Password: Login

(a)

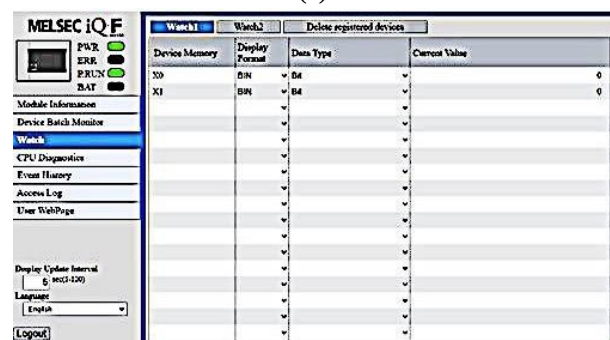
FX5U CPU Module

User Name: amnaj
Password: Login

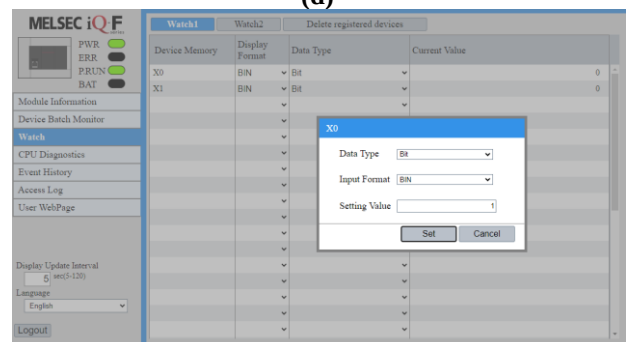
(b)



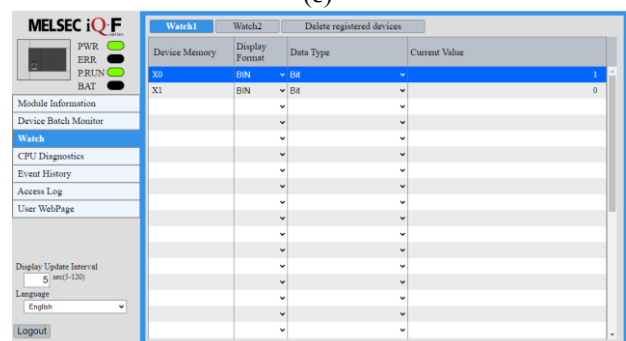
(c)



(d)

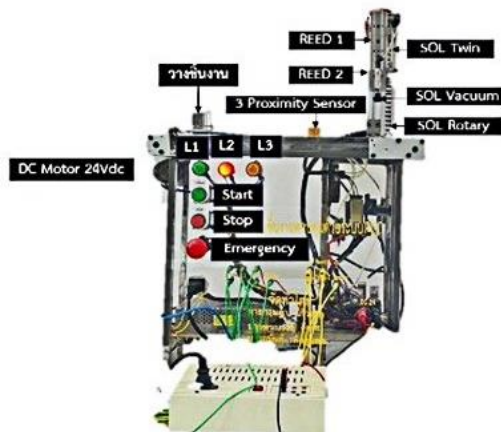


(e)



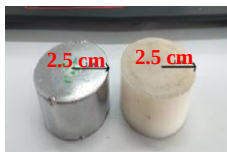
(f)

รูปที่ 8 เข้าการตั้ง Web Server Function



รูปที่ 9 แขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติหยุดทำงาน ที่ 0 องศา

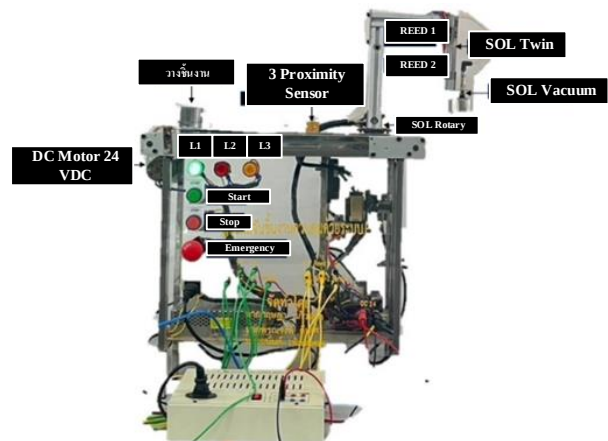
ในรูปที่ 9 เริ่มต้นจากการนำชิ้นงานโลหะ (เหล็ก) และอโลหะ (พลาสติก) ชั้นที่ 1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 cm ดังรูปที่ 11 อย่างละ 10 ชิ้น โดยวางที่จุดวางชิ้นงานครั้งละ 1 ชิ้น



รูปที่ 11 ชิ้นงาน โลหะ และอโลหะที่ใช้ในการทดลอง

จากนั้นจะทำการ ป้อนค่าลอจิก Current Value $X0 = 1$ ในเมนู Watch ดังรูปที่ 8f) เมื่อ Start เครื่อง หลอดไฟ Lamp1 จะติด ค้าง ขณะเดียวกัน Motor จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงชิ้นงานผ่าน Fiber Optic proximity Sensor และจะหน่วงเวลา วินาที 5 Motor ที่ขับเคลื่อนสายพานจะหยุดทำงาน และกระบอกลม SOL Twins (Y3) จะเลื่อนลงมาชนกับ REED2 (X3) จากนั้น REED2 จะสั่งให้กระบอกลม SOL Vacuum (Y2) ดูดชิ้นงาน เมื่อดูดชิ้นงานเสร็จแล้ว กระบอกลม SOL Twins จะเลื่อนขึ้นไปชนกับ REED1 (X2) ขณะเดียวกัน REEDจะสั่งให้กระบอกลม 1 SOL ROTARY)Y4(หมุนทำมุม องศา 90ดังภาพที่ 10 จากนั้น กระบอกลม SOL Twins จะเคลื่อนที่ลงสุดแล้ววางชิ้นงาน และเมื่อวางชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว SOL Twins จะเลื่อนขึ้น และกระบอกลม SOL ROTARY จะหมุนกลับเข้าสู่ตำแหน่ง องศา 0ดังภาพที่ 9 จากนั้น Motor ก็จะขับเคลื่อน

สายพานลำเลียงชิ้นงานอีกครั้งเป็นชิ้นงานที่ 2 และจะทำงานซ้ำเหมือนกับกระบวนการชิ้นงานที่ ชิ้น 10 จนกระทั่งครบ 1ทั้งโลหะและอโลหะ ซึ่งแสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 3 ขณะที่เครื่องจักรทำงานอยู่ ถ้าเราต้องการให้เครื่องจักรหยุดทำงานเราสามารถป้อนค่าตัวเลขใน เมนู Watch และให้ Current Value $X1 = 0$ เครื่องจักรจะหยุดทำงานทันที โดยหลอดไฟ Lamp1 จะดับ และหลอดไฟ Lamp2 จะติดทันที เมื่อทดสอบในส่วนของ Fiber Optic proximity Sensor จนครบจำนวนชิ้นงานแล้ว จากนั้นจะทำการเปลี่ยน ตัวตรวจจับ เป็น Optical proximity Sensor และ Photo proximity Sensor ที่จุด 3 Proximity Sensor จากนั้นจะทำการทดลอง เหมือนกับตัวตรวจจับดังกล่าวข้างต้น โดยจะมีผลการทดลอง ดังตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 10 แขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติทำงาน หมุน 90 องศา

4.2สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติควบคุม และแสดงผลผ่านเว็บเซอร์เวอร์ฟังก์ชัน พบว่า สามารถตรวจจับชิ้นงานได้ดูดและวางชิ้นงานได้ตรงตำแหน่งที่ถูกต้อง โดย Fiber Optic Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย โลหะ 7.13 วินาที อโลหะ 7.62 วินาที Optical Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย โลหะ 6.80 วินาที อโลหะ 7.30 วินาที และ Photo Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงานมีค่าเฉลี่ย โลหะ 6.39 วินาที อโลหะ 6.69 วินาที

ตารางที่ 3 ผลทดลองที่ใช้ Fiber Optic Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงาน

ลำดับ	เวลาที่ใช้ (วินาที) โลหะ	เวลาที่ใช้ (วินาที) อโลหะ	Fiber Optic ตรวจจับ ชิ้นงาน (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง จุดและ วาง ชิ้นงาน (ถูกต้อง, ไม่ ถูกต้อง)
1	7.29	7.78	ได้	ถูกต้อง
2	6.56	7.06	ได้	ถูกต้อง
3	7.28	7.78	ได้	ถูกต้อง
4	7.02	7.52	ได้	ถูกต้อง
5	6.90	7.40	ได้	ถูกต้อง
6	7.15	7.65	ได้	ถูกต้อง
7	7.09	7.59	ได้	ถูกต้อง
8	7.29	7.79	ได้	ถูกต้อง
9	7.44	7.94	ได้	ถูกต้อง
10	7.28	7.78	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	7.13	7.62		

ตารางที่ 4 ผลทดลองที่ใช้ Optical Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงาน

ลำดับ	เวลาที่ใช้ (วินาที) โลหะ	เวลาที่ใช้ (วินาที) อโลหะ	Optical ตรวจจับ ชิ้นงาน (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง จุดและ วาง ชิ้นงาน (ถูกต้อง, ไม่ ถูกต้อง)
1	6.64	7.14	ได้	ถูกต้อง
2	7.24	7.74	ได้	ถูกต้อง
3	6.91	7.41	ได้	ถูกต้อง
4	6.89	7.39	ได้	ถูกต้อง
5	6.88	7.38	ได้	ถูกต้อง
6	6.96	7.46	ได้	ถูกต้อง
7	6.71	7.21	ได้	ถูกต้อง
8	6.56	7.06	ได้	ถูกต้อง
9	6.64	7.14	ได้	ถูกต้อง
10	6.63	7.13	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	6.80	7.30		

ตารางที่ 5 ผลทดลองที่ใช้ Photo Proximity Sensor ตรวจจับชิ้นงาน

ลำดับ	เวลาที่ใช้ (วินาที) โลหะ	เวลาที่ใช้ (วินาที) อลูมิเนียม	Photo Proximity Sensor ตรวจจับ ชิ้นงาน (ได้, ไม่ได้)	ตำแหน่ง จุดและ วาง ชิ้นงาน (ถูกต้อง, ไม่ ถูกต้อง)
1	6.59	7.09	ได้	ถูกต้อง
2	5.66	6.16	ได้	ถูกต้อง
3	6.68	7.18	ได้	ถูกต้อง
4	6.58	7.08	ได้	ถูกต้อง
5	6.64	7.14	ได้	ถูกต้อง
6	5.49	5.99	ได้	ถูกต้อง
7	6.09	6.69	ได้	ถูกต้อง
8	6.84	7.34	ได้	ถูกต้อง
9	6.71	7.21	ได้	ถูกต้อง
10	6.64	7.14	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย —) X (	6.39	6.90		

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษา บทความ งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจนนำไปสู่การสร้างสรรค์ นวัตกรรมในการพัฒนาแขนกลจับชิ้นงานนิวแมติกส์อัตโนมัติควบคุมและแสดงผลผ่านเว็บเซอร์เวอร์ฟังก์ชัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้ประกอบการเรียนการสอนเกี่ยวกับงานระบบควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม โดยเริ่มต้นจากการออกแบบโครงสร้างแขนกลนิวส์เมติกส์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สนับสนุนการออกแบบโครงสร้าง 3 มิติ ผู้เรียนได้รับรู้และลดจินตนาการในการออกแบบและสร้างเครื่องจักร จากการออกแบบโครงสร้าง 3 มิติทำให้คณะผู้วิจัยทราบถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเครื่องจักร เช่น ระบบเซ็นเซอร์ ระบบนิวแมติกส์

วงจรกำลัง ชุดควบคุมการแสดงผล ซอฟต์แวร์และการเชื่อมต่อผ่านเว็บเซอร์เวอร์ฟังก์ชัน เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1.1 ขณะสายพานลำเลียงชิ้นงานจะเกิดเสียงดังที่มอเตอร์ DC 24V เนื่องจากมอเตอร์เป็นแบบทดเกียร์และทดอบจากเฟืองขับทำให้เกิดเสียงดังขณะเครื่องจักรทำงาน แนวทางแก้ไข ใช้มอเตอร์ DC 24V แบบรอบต่ำและใช้สายพานต่อกับพูลเลย์เพื่อขับ Conveyor ลำเลียงชิ้นงาน

5.1.2 วัสดุอุปกรณ์บางประเภท คณะผู้วิจัยได้ทำการซ่อมและนำมาใช้ใหม่ซึ่งมีอายุการใช้งานมานานแล้วทำให้การทำงานเกิดข้อผิดพลาด เช่น Solenoid Valve ลื่นวาล์ว เปิด/ปิด ไม่สนิท ทำให้อัตราการเข้า/ออก ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้เกิดการจับและปล่อยชิ้นงานไม่แม่นยำ แนวทางแก้ไข เปลี่ยน Solenoid Valve ใหม่หรือเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ผ่านการใช้นานน้อย

REFERENCES

- [1] S. Chanthong, C. Panyawaraporn, "Robot Arm Control System for Production Line Machinery," Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Association of Thailand, pp. 54-62, 15 th ECTI-CARD 2023.
- [2] N. TOM, D. Kumar , V. Kumar ,V. Narayana, "Design and Implementation of Mobile Robotic Manipulator for Welding Using PLC," Sensors & Transducers, Vol. 188, Issue 5, pp. 96-101, May 2015.
- [3] Z. Jianlin, W. Xinxin, "Research and Implementation of the Micro-robot Control System," Sensors & Transducers, Vol. 164, Issue 2, pp. 302-307, February 2014.
- [4] H. Fuwen, "Loading and Unloading Manipulator Controlled by Built-in PLC in CNC System," Sensors & Transducers, Vol. 159, Issue 11, pp. 212-217, November 2013.
- [5] A. Banaulikar, D. Sutar, N. Bhat, N. Shetye, A. Deshmukh , "Real Time Monitoring and Control for Industrial Automation using PLC," international Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET) , Vol 08, pp.1193-1200, July-2020.
- [6] N. Phannoi, D. Lekyoomadan, P.atipol Saptaweepanya, "Prototype Conveyor System for Automatic Bottled Water Filling Machine using PLC," ENGINEERING TRANSACTIONS, VOL. 24, NO.1 (50) pp. 28-36, JAN-JUN 2021.
- [7] K.Manhas, M.Dogra, R.Tiwari, J.Sharma, "Design and Implementation of Bottle Filling Automation System for Food Processing Industries using PLC," In 2019 International Journal of Power Electronics Controllers and Converters, ISSN: 2456-1614 Vol. 4: Issue 1, pp.1-9.
- [8] C. Gabriela, I. Drago, "PLC Based Automated Object Sorting System," in 2019 4th International Electrical Engineering Conference (IEEC 2019), pp.55-65, Jan 2019.
- [9] C. Gabriela, I. Drago, "PLC Based Object Sorting Automation,"

International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) ,Vol 03, pp.103-108, July-2016.

- [10] Y. Xiao, X. Meng, Y. Li, Y. Sun, "Research of Control System and Fault Diagnosis of the Sound-absorbing Board Production Line," Sensors & Transducers, Vol. 176, Issue 8, pp. 244-248, August 2014.
- [11] N. Kaewsakul, K.Chalermwong, P.Soros, "Conveyor belt Control Unit sort out Objects by PLC," 15 th ECTI-CARD 2023 , Hua Hin, Thailand , pp.189-192, 2-3 May 2013.
- [12] P.Sritram, N. Buhga, W. Boonperm, and S. Deesom, "Automatic Material Separator in Conveyor by PLC Controlled System," FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL, pp.49-59, January – June 2021.
- [13] C. Gabriela, I. Drago, "Educational Platform Dedicated to the Study of Programmable Logic Controllers and the Human-Machine Interface," THE 11th INTERNATIONAL SYMPOSIUM N ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING, pp.101-110, 28-30 March 2019.
- [14] R. Aravind, M. Arun Kumar, S. Dharshan Manjunath, R. Kalaiselvan, "Automatic Sorting in Process Industries using PLC," GRD Journals- Global Research and Development Journal for Engineering, Vol 3, pp.8-13, February 2018.
- [15] K.Prewthaisong "Automatic Sorting Machine with Conveyor Belt," Research Journal, Volume 7, Issue 1, pp.88-96, January - June 2014.
- [16] P.Georgi, S. Kostadin, S.Grigor, "Automation Control For Sorting Station Based On Iec 61499 Function Blocks," The 8th International Conference on Electrical and Control Technologies , pp.13-18, 2-3 May 2013.
- [17] LIANG, J. XIAO, "Design of Automatic Production Line Training System Based on PLC," Sensors & Transducers, Vol. 155, Issue 8, pp. 271-277, August 2013.



อำนาจ ประจง นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้า
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
สาขางานวิจัยที่สนใจได้แก่ Analog circuit design
PLC Pneumatics Automation Sensor IIOT.



พัศกร บุญล้อม นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้า
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.



จิรพร นวลเกษ นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้า
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์



เท็ดพันธุ์ ชูกร ประจง อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้า
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
สาขางานวิจัยที่สนใจได้แก่ Analog circuit
design PLC Pneumatics Automation
Sensor IIOT.



สุริยา อติเรก อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้า
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
สาขางานวิจัยที่สนใจได้แก่ analog to digital
converter, microcontroller