

การควบคุมเครื่องจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

Cylindrical Part Storage Control with Programmable Logic Controller

สิทธิเดช มั่งมี¹ ฤทธิศักดิ์ อุดมศรี¹ ธนกฤต เขมสุขสำราญ¹ อนันต์ เต็มเปี่ยม¹ พิเชษฐ์ บุญญาลัย¹ กุญศ สุวันทโรจน์¹ และ ภูภูมิ พ่วงเจริญชัย¹
¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: anan.t@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติได้มีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมการผลิตเพื่อที่จะทำให้ขบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และให้ได้อัตราการผลิตที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีความต้องการที่จะสร้างแบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ สร้างชุดจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอกควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และปรับปรุงการทำงานของชุดลำเลียงชิ้นงานควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เช่นกัน การออกแบบให้เครื่องมีลักษณะกะทัดรัดเหมาะสมกับชุดจัดเก็บชิ้นงานและการติดตั้งเซ็นเซอร์จะติดตั้งให้ชิ้นงานวิ่งผ่านจะลดเวลาและลดขั้นตอนมากกว่าการนำไปวางแล้วให้เซ็นเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน สามารถจัดเก็บชิ้นงานได้ 3 ประเภทคือ อลูมิเนียม พลาสติกสีแดงและสีดำ แต่ละประเภทมีจำนวนถาดวางชิ้นงาน 2 ถาด จากการทำวิจัยชุดจัดเก็บชิ้นงาน ตามมาตรฐานความดันใช้งานลมอัดอยู่ที่ 5-6 บาร์ หลังจากทดลอง หาค่าความดันลมที่เหมาะสม ที่ความดันลม 0.5-6 บาร์ เมื่อทดลองพบว่าความดันลมที่ 3-6 บาร์ ชิ้นงานอลูมิเนียมและสีดำทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ชิ้นงานสีแดงไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากชิ้นงานสีแดงอยู่ตรงกลางกระบอกสูบ แกนเอียงทำให้ชุดกระบอกสูบไม่ทันเนื่องจากการระบายลมที่ช้าทำให้เลขตำแหน่งการวางชิ้นงาน ที่ความดันลม 2.5 บาร์ ชิ้นงานอลูมิเนียมและสีดำทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ชิ้นงานสีแดงทำงานได้แต่ไม่แม่นยำ เนื่องจากการระบายลมที่ช้าเช่นกัน ที่ 2 บาร์ ชิ้นงานทั้งหมดทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ที่ 0.5-1.5 บาร์ ชิ้นงานไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากหัวจับสูญญากาศไม่ทำงาน ดังนั้นจึงใช้ความดันลมที่ 2 บาร์ ที่มีความเหมาะสมที่สุด ความแม่นยำของการวางชิ้นงานทำให้ชุดจัดเก็บชิ้นงานสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ มีการทำงานผิดพลาดน้อยมาก และสามารถทำงานร่วมกับชุดลำเลียงชิ้นงานได้อย่างสอดคล้องกัน

คำสำคัญ: การควบคุม, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

Abstract

At present, the automated system technologies has been implemented which the automatic control system has adopted

the programmable logic controller to control production. In order to make the production process it with maximum efficiency and quality, therefore there is no need to build the model is divided into 2 sections: Creating a Cylindrical Part Storage controlled by Programmable Logic Controller (PLC) and improving the performance of conveyors controlled by Programmable Logic Controller as well. The design is compact and suitable for cylindrical parts. The sensor is installed where cylindrical part can run through it which can reduce time and procedures instead of putting it up and let the sensor detects the cylindrical part. This Storage can store 3 types of cylindrical parts which are aluminum, red plastic and black plastic. Each category has 2 cylindrical part trays. According to our Cylindrical Part Storage project, the standard of compressed air pressure is at 5-6 bar. According to the experiment, the appropriate pressure value of the air pressure is at 0.5-6 bar. We found from the experiment that aluminum and black cylindrical parts work accurately well at the air pressure of 3-6 bar. But the red cylindrical part does not work because the red part storage is located in the center of horizontal axis which unable the pump to stop in time due to slow cooling ventilation and causes it to pass beyond the location of the cylindrical part. At 2.5 bar of air pressure, the aluminum and black part storages work accurately. The red part storage is able to work but not accurately because of the slow cooling ventilation as well. At 2 bar, all cylindrical parts work accurately. But at 0.5-1.5 bar, the cylindrical parts are unable to work because the vacuum pad does not work. Therefore, we use the air pressure at 2 bar which is the most accurate. The accuracy of the cylindrical parts placing makes the part storage to work accurately, have very minimum defects and be able to work with conveyors consistently.

Keywords: Control, Programmable Logic Controller

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบควบคุมอัตโนมัติมีการนำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic controller) มาใช้ในการควบคุมการผลิต เพื่อที่จะทำให้ขบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดและให้ได้งานที่มีคุณภาพ เป็นการประหยัดต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้เข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ สามารถลดงานของแรงงาน ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้เนื่องจากปัจจุบันการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอนโดยมีการทำงานเป็นวัฏจักรหรือวนซ้ำไปมาเหมือนเดิมอย่างแม่นยำมีความต้องการเป็นอย่างมากทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ถ้าจะใช้แรงงานของคนจะไม่ค่อยเหมาะสมเท่าไรเพราะคนมีความเมื่อยล้าจึงส่งผลความแม่นยำ จากที่กล่าวคุณสมบัติของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมโรงงาน

M.M. Rashid และคณะ [1] ได้เสนอการออกแบบใหม่ของระบบจัดเก็บและกู้คืนอัตโนมัติ (ASRS) โดยใช้การสื่อสารไร้สาย จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการช่วยเหลือและปรับปรุงระบบการจัดการคลังสินค้าที่ใช้กำลังคนบันทึกข้อมูลบนกระดาษและใช้เครื่องที่ไม่ฉลาดในการดำเนินการ สำคัญที่สุดคือการใช้เทคโนโลยีไร้สายในการควบคุมระบบ ASRS. การเคลื่อนไหวของระบบขึ้นอยู่กับมอเตอร์กระแสตรงสามตัว สำหรับแต่ละทิศทางของการเคลื่อนที่ X, Y และ Z ควบคุมผ่าน PIC ไมโครคอนโทรลเลอร์ การทดลองกับต้นแบบประสบความสำเร็จในการวางวัตถุไปยังปลายทางที่ถูกต้องตามที่ผู้ใช้ร้องขอภายในเวลาอันสั้นซึ่งแสดงให้เห็นความสำเร็จของการศึกษานี้ Xiaowei Xu และคณะ [2] ได้พัฒนาวิธีการออกแบบตัวแบบใหม่สำหรับ AS / RS ซึ่งสามารถแสดงสถานะได้อย่างชัดเจน จำลองพฤติกรรมตามเวลาจริงและออกแบบการควบคุมได้อย่างง่ายดาย เขานำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทรัพยากร สี เวลา และสัญญาณของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง Petri Nets และแบบจำลองนี้ถูกนำไปใช้อย่างสะดวกในการออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุมพีแอลซี M. Dotoli และคณะ [3] เสนอกรอบการสร้างแบบจำลองแบบรวมและแบบครบวงจรสำหรับระบบจัดเก็บและเรียกคืนแบบอัตโนมัติต่างกัน ประกอบไปด้วยยานพาหนะที่มีรางนำทางและรถเครนทางเดินแคบๆ โดยใช้ Petri Nets เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองพฤติกรรมของระบบแบบไดนามิก สามารถนำไปใช้ในการจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องเพื่อขึ้นนโยบายการควบคุมเพื่อแก้ปัญหาการตั้งเวลารวมถึงหลีกเลี่ยงการหยุดชะงักและการชนที่เกิดขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเพื่อให้ผู้ที่มาศึกษาเข้าใจการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และสามารถใช้โปรแกรมในการ

ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตอื่นๆ ที่ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมได้ คณะผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะสร้างแบบจำลองชุดจัดเก็บชิ้นงาน ที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษาความดันลวมอดใช้งานที่เหมาะสมสำหรับควบคุมตำแหน่งของกระบอบสูบแบบไร้ก้าน

2. การออกแบบและติดตั้ง

2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของอุปกรณ์นิวเมติกส์ ระบบไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการดำเนินงาน

ออกแบบอุปกรณ์ เพื่อเป็นแนวทางและวางแผนดำเนินการสร้างอุปกรณ์ให้เป็นขั้นตอน

ดำเนินการปรับปรุงการชุดจัดเก็บชิ้นงาน และชุดลำเลียงชิ้นงานได้อย่างสมบูรณ์แบบ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของการควบคุมเครื่องจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอบด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

สรุปผลการดำเนินการ

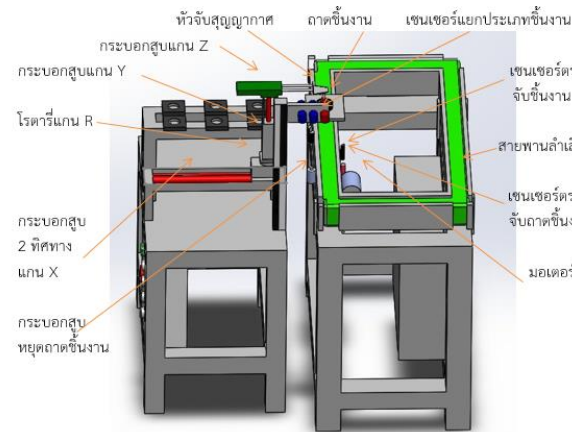
2.2 การออกแบบชุดจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอบชุดลำเลียงชิ้นงาน

จากรูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานเมื่อกดปุ่มสตาร์ทของชุดลำเลียงสายพานจะลำเลียงถาดชิ้นงานเมื่อเจอเซ็นเซอร์ตรวจจับถาดชิ้นงาน กระบอบสูบหยุดถาดชิ้นงานจะทำงานและเมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับว่ามีชิ้นงานจะส่งสัญญาณไปยังชุดจัดเก็บชิ้นงานเมื่อกดปุ่มสตาร์ทของชุดจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอบสูบแกน Y จะเคลื่อนที่ลง จากนั้นหัวจับชิ้นงานสูญญากาศจะจับชิ้นงานและกระบอบสูบแกน Y จะเคลื่อนที่ขึ้นหลังจากนั้นกระบอบสูบแกน Z จะเคลื่อนที่เข้าเพื่อนำชิ้นงานผ่านเซ็นเซอร์แยกประเภทของชิ้นงานจากนั้นจะหมุน 90 องศา ด้วยโรตารีแกน R เมื่อหมุนเสร็จแล้วจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งของหลุมจัดเก็บชิ้นงานที่ตั้งไว้ด้วยกระบอบสูบแกน X และจะวางที่หลุมจัดเก็บชิ้นงานด้านในหรือหลุมที่ติดกับกระบอบสูบแกน X ให้กระบอบสูบแกน Y จะเคลื่อนที่ลงและหัวจับชิ้นงานสูญญากาศจะปล่อยชิ้นงาน แต่ถ้าจะวางด้านนอกให้กระบอบสูบแกน Z เคลื่อนที่ออกและให้กระบอบสูบแกน Y จะเคลื่อนที่ลงและหัวจับชิ้นงานสูญญากาศจะปล่อยชิ้นงานและกระบอบสูบแกน Y จะเคลื่อนที่ขึ้นหลังจากนั้นจะหมุน 90 องศา ด้วยโรตารีแกน R เมื่อหมุนเสร็จแล้วจะเคลื่อนที่ไปยังชุดลำเลียงโดยกระบอบสูบแกน X และกระบอบสูบแกน Z เคลื่อนที่ออกจากนั้นรอสัญญาณจากชุดลำเลียงชิ้นงานเพื่อจัดเก็บชิ้นงานอีกครั้งโดยการจัดเก็บชิ้นงานจะแยกประเภท

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
 Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

ชิ้นงานอยู่ 3 ประเภท คืออลูมิเนียมแถวแรกหลุมด้านนอกและด้านใน พลาสติกสีแดงด้านนอกและด้านใน พลาสติกสีดำด้านนอกและด้านใน ซึ่งชิ้นงานแต่ละประเภทจะวางสลับกันไปมาระหว่างด้านนอกและด้านใน เมื่อชุดลำเลียงส่งสัญญาณไปยังจัดเก็บและจัดชุดจัดเก็บจับชิ้นงานออกไปแล้วเซ็นเซอร์ตรวจจับว่าไม่มีชิ้นงานกระบอกสูบหยุดชิ้นงานจะปล่อยถาดชิ้นงานและรอถาดชิ้นงานเข้าอีกครั้ง



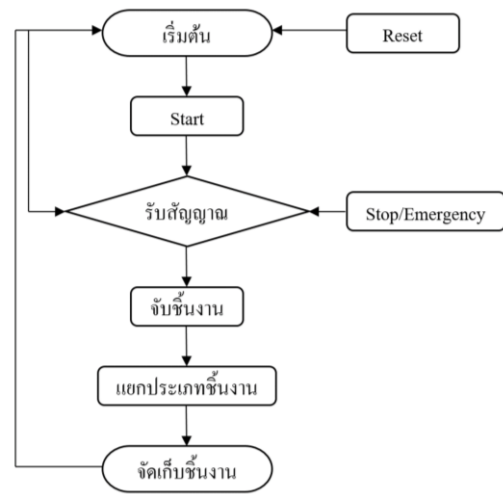
รูปที่ 1 ชุดจัดเก็บจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอกและชุดลำเลียงชิ้นงาน

2.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดจัดเก็บชิ้นงาน

การออกแบบวงจรของชุดจัดเก็บชิ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีสองระบบ คือ ฮาร์ดแวร์และเมฆนาวล มีอัลกอริทึม (Algorithms) และ ฟัง (Flowchart) ดังนี้

อัลกอริทึม ฮาร์ดแวร์ของชุดจัดเก็บ

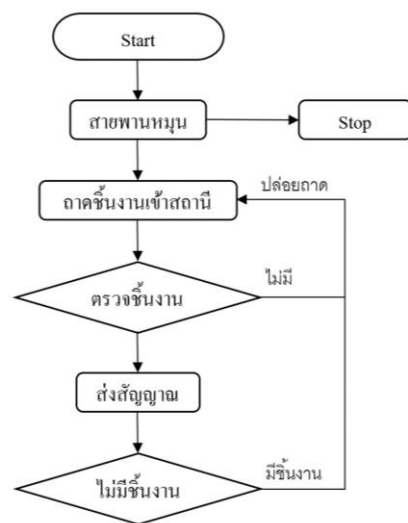
1. เริ่มต้นทำงาน ต้องอยู่ที่จุดเริ่มต้น (ถ้าไม่อยู่ที่จุดเริ่มต้นให้ กดปุ่ม Reset)
2. กดปุ่ม Start รอรับสัญญาณจากชุดลำเลียงชิ้นงาน (รอบต่อไปไม่ต้องกด)
3. ถ้ามีชิ้นงานแขนจะเคลื่อนที่ไปยังจุดจับชิ้นงาน
4. จับชิ้นงานด้วยหัวจับสัญญาณ
5. เซ็นเซอร์แยกประเภทชิ้นงาน อลูมิเนียม พลีแดงหรือ สีดำ
6. จัดเก็บชิ้นงานตามที่กำหนดคือ แถวที่ 1 อลูมิเนียม แถวที่ 2 สีแดง (พลาสติกสีแดง) แถวที่ 3 สีดำ (พลาสติกสีดำ) เมื่อเสร็จแล้วจะกลับไปยังจุดเริ่มต้น
7. เมื่อกดปุ่ม Stop หรือ Emergency จะหยุดทำงาน ถ้าจะทำต่อให้กดปุ่ม Start



รูปที่ 2 ฟังฮาร์ดแวร์ของชุดจัดเก็บ

อัลกอริทึม (Algorithms) ของชุดลำเลียง

1. กดปุ่ม Start
2. สายพานทั้ง 4 เส้นต้องหมุน (เมื่อกด Stop สายพานต้องหยุด)
3. ถาดชิ้นงานเข้าสถานี และล็อกถาดชิ้นงานไว้
4. ตรวจสอบว่ามีชิ้นงานหรือไม่ (แต่ถ้าไม่มีชิ้นงานปลดล็อกถาดชิ้นงานและรอรับถาดใหม่)
5. เมื่อมีชิ้นงานส่งสัญญาณเพื่อให้ชุดจัดเก็บชิ้นงานมาจับชิ้นงาน
6. Sensor ตรวจจับไม่พบสัญญาณจะปลดล็อกถาดชิ้นงานและรอรับถาดใหม่



รูปที่ 3 ฟังฮาร์ดแวร์ของชุดจัดเก็บ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
 Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบการทำงานของชุดการควบคุมเครื่องจักรขับเคลื่อนขึ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์ เขียนโปรแกรมการทำงานควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ทำการปรับปรุงขึ้นมาใหม่ ซึ่งชุดการควบคุมเครื่องจักรขับเคลื่อนขึ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อยู่ 2 ชุดด้วยกันและแยกทดสอบเป็นชุด การทดสอบนี้จะหาความดันที่ใช้ได้และแม่นยำที่สุด ตามมาตรฐานโรงงานจะใช้ความดันลมอยู่ที่ 5-6 บาร์ ดังนั้นจะมีการทดสอบตั้งแต่ 6 บาร์ ลดไปยัง 0.5 บาร์

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบชุดขับเคลื่อนขึ้นงานที่ค่าความดัน 5-6 บาร์

รายการขึ้นงานทดสอบ	ที่ 6 บาร์					ที่ 5.5 บาร์					ที่ 5 บาร์				
	จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. อลูมิเนียม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. พลาสติกสีแดง	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. พลาสติกสีดำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบชุดขับเคลื่อนขึ้นงานที่ค่าความดัน 3.5-4.5 บาร์

รายการขึ้นงานทดสอบ	ที่ 4.5 บาร์					ที่ 4 บาร์					ที่ 3.5 บาร์				
	จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. อลูมิเนียม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. พลาสติกสีแดง	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. พลาสติกสีแดง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบชุดขับเคลื่อนขึ้นงานที่ค่าความดัน 2-3 บาร์

รายการขึ้นงานทดสอบ	ที่ 3 บาร์					ที่ 2.5 บาร์					ที่ 2 บาร์				
	จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง					จำนวนครั้ง				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. อลูมิเนียม	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. พลาสติกสีแดง	x	x	x	x	x	/	/	/	x	/	/	/	/	/	/
3. พลาสติกสีดำ	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ โดยจะให้เครื่องหมาย/คือถูกต้องและ X คือผิดพลาด

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ความดันที่ 2 บาร์ จะให้ผลที่เหมาะสมและแม่นยำมากกว่าค่าความดันค่าอื่น

4. สรุปผลการทดลอง

ตามมาตรฐานความดันใช้งานลมอัดอยู่ที่ 5-6 บาร์ หลังจากทดลองชุดควบคุมเครื่องจักรขับเคลื่อนขึ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ หากค่าความดันลมที่เหมาะสม ที่ความดันลม 0.5-6 บาร์ เมื่อทดลองพบว่าความดันลมที่ 3-6 บาร์ ขึ้นงานอลูมิเนียม(ตำแหน่งแรก)และพลาสติกสีดำ(ตำแหน่งหลัง)ทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ขึ้นงานพลาสติกสีแดง(ตำแหน่งกลาง)ไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากขึ้นงานสีแดงอยู่ตรงกลางกระบอกสูบแกนเอียงทำให้หยุดกระบอกสูบไม่ทันเนื่องจากการระบายลมที่ช้าทำให้เลยตำแหน่งการวางขึ้นงาน ที่ความดัน

ลม 2.5 บาร์ ขึ้นงานอลูมิเนียม(ตำแหน่งแรก)และพลาสติกสีดำ(ตำแหน่งหลัง)ทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ขึ้นงานพลาสติกสีแดง(ตำแหน่งกลาง)ทำงานได้แต่ไม่แม่นยำเนื่องจากการระบายลมที่ช้าเช่นกัน ที่ 2 บาร์ ขึ้นงานทั้งหมดทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่ที่ 0.5-1.5 บาร์ ขึ้นงานไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากหัวจับสูญญากาศไม่ทำงาน ดังนั้นจึงใช้ความดันลมที่ 2 บาร์ ที่มีความเหมาะสมที่สุดและเมื่อทดสอบหาความแม่นยำของการวางขึ้นงานทำให้ชุดขับเคลื่อนขึ้นงานสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ มีการทำงานผิดพลาดน้อยมาก และสามารถทำงานร่วมกับชุดลำเลียงขึ้นงานได้อย่างสอดคล้องกัน การปรับปรุงการทำงานของชุดลำเลียงขึ้นงานทำให้ชุดลำเลียงขึ้นงานสามารถใช้งานได้และทำงานสอดคล้องกับชุดควบคุมเครื่องจักรขับเคลื่อนขึ้นงานทรงกระบอกด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาใหม่ของชุดขับเคลื่อนขึ้นงานทรงกระบอกและชุดลำเลียงขึ้นงานทำงานสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] M.M. Rashid, Banna Kasemi, Mahmudur Rahman, "New Automated Storage and Retrieval System (ASRS) using wireless communications," 2011 4th International Conference on Mechatronics (ICOM). Kuala Lumpur, Malaysia, 17-19 May 2011.
- [2] Xiaowei Xu, Zhiyan Wang, Yanyan Wang, Xiaoye Cao, Yinghong Liang, Yaohua Wu, "A Novel Modeling Design Method for Automated Storage and Retrieval System Based on Petri Nets," Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics August, Jinan, China, pp. 2046-2051, 2007.
- [3] M. Dotoli, and M.P. Fanti, "Modeling of an AS/RS serviced by rail-guided vehicles with colored Petri nets: a control perspective" IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Vol.3, pp.6, 2002