

การออกแบบและสร้างตัวควบคุมระบบสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอลูมิเนียมโดยพีแอลซี

Design and Construction of Vacuum System Controller for Aluminum Die Casting Machine by PLC

ไวพจน์ สุภวรสติธร¹ วิชาวัลย์ นาคทรัพย์¹ และ สันติสุข สว่างกล้า¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 โทร 0894589155

E-mail: vyapote.sup@siam.edu, wipavann@gmail.com, santisuk_06@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างตัวควบคุมระบบสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอลูมิเนียมโดยพีแอลซี ระบบประกอบด้วยลิ้มิตสวิทช์และสวิทช์ความดันเป็นอินพุตให้กับพีแอลซีเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วของระบบสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอลูมิเนียม การสั่งการทำงานทำได้โดยสวิทช์กดคดปล่อยคียบหรือระบบสัมผัสที่หน้าจอ ส่วนพีแอลซีถูกใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้น โดยผลการทดสอบเป็นไปตามหลักการที่ได้นำเสนอ

คำสำคัญ: พีแอลซี ตัวควบคุมระบบสุญญากาศ เครื่องฉีดอลูมิเนียม

Abstract

This article presents the design and construction of vacuum system controller for aluminum die casting machine by PLC (Programmable Logic Controller). The system composes of the limited switches and a pressure switch as input of PLC to control on/off the valve of vacuum system controller for aluminum die casting machine. The system is operated by push button switches or touch screen system. The PLC is utilized to control the process from the start to the end. Test results of the system are according to the proposed principle.

Keywords: PLC, Vacuum Controlled System, Aluminum Die Casting Machine

1. บทนำ

อันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม [1]-[2] ของอะไหล่รถยนต์ที่ได้ผลิตขึ้นมานั้นไม่ได้ผลผลิตที่สมบูรณ์ทุกชิ้นไป บางครั้งชิ้นงานที่ได้ผลผลิตออกมานั้นมีการขึ้นรูปที่ไม่สมบูรณ์ตามแม่พิมพ์ต้นแบบหรือเป็นตามด (Internal Porosity and Pores) ในลักษณะ เป็นฟองอากาศเล็กๆ ในเนื้อหรือผิวชิ้นงานบ้าง [3] ทำให้ความแข็งแรงของชิ้นงานลดลงและทำให้เกิดความเสียหายต้องนำไปหลอมใหม่ ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการผลิต โดยเฉพาะเรื่องการเกิดตามดที่ตัวชิ้นงานทำให้เสียเวลาเป็นอย่างมาก เพราะกว่าจะถึงขั้นตอนที่จะตรวจสอบว่าชิ้นงานนั้นร่วนหรือไม่นั้น

ต้องผ่านขบวนการหลายขั้นตอน ซึ่งทำให้เสียทั้งเวลาและสูญเสียต้นทุนการผลิต รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำตามขั้นตอนที่เสียไป เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบและสร้างตัวควบคุมระบบสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอลูมิเนียมโดยพีแอลซี เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของชิ้นงาน แทนการสั่งซื้อเครื่องจักรรุ่นใหม่ที่มีการนำระบบควบคุมการทำสุญญากาศเข้ามาใช้ในขั้นตอนการผลิต ซึ่งเครื่องจักรใหม่มีมูลค่าสูงมาก ตัวควบคุมระบบสุญญากาศที่ออกแบบและสร้างนี้มีวัตถุประสงค์นี้ เป็นเครื่องต้นแบบในการแก้ไขปัญหาในการกระบวนการผลิต ลดปัญหาชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ และลดต้นทุนในการผลิต

2. การออกแบบและดำเนินการสร้าง

2.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของงานที่นำเสนอ

การออกแบบและสร้างตัวควบคุมระบบสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอลูมิเนียมโดยพีแอลซี มีบล็อกไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 1 ในการออกแบบนี้ใช้ช่วงเวลาที่จริงขึ้นรูปชิ้นงานของเครื่องฉีดอลูมิเนียมเพื่อมาทำระบบการทำสุญญากาศออกจากแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 2-4 ตามลำดับ เครื่องฉีดอลูมิเนียมมีการยิงขึ้นรูปชิ้นงานอยู่สองระดับคือ 1. ยิงช้า (Low) 2. ยิงเร็ว (High) ใช้ระยะเวลาในขั้นตอนนี้มาทำระบบสุญญากาศออกจากแม่พิมพ์ โดยใช้ช่วงเวลาที่ยิงช้า (Low) เพราะเป็นช่วงที่ปลอดภัยต่อกับอุปกรณ์การเปิด-ปิดวาล์วที่เพิ่มเข้ามาในแม่พิมพ์ ถ้าใช้ช่วงระยะเวลาไปถึงยิงเร็ว (High) จะทำให้การปิดวาล์วไม่ทันแล้วจะทำให้ น้ำอลูมิเนียมถูกดูดเข้าไปในท่อที่ต่อมาจากเครื่องเวคคัม (Vacuum) ได้ ชุดอุปกรณ์เพิ่มเติมที่จัดใส่เข้ามาใหม่ดังรูปที่ 5

ตำแหน่งที่ 1 ลิ้มิตสวิทช์ (Limit Switch)

ลิ้มิตสวิทช์ทำหน้าที่เป็นอินพุตเข้าสู่พีแอลซีใช้ในการตรวจสอบระยะของลูกสูบเครื่องฉีดอลูมิเนียมเพื่อเป็นตัวส่งงานชุดวาล์วกับกระบอกสูบนิวเมติกส์ให้เปิด-ปิดเป็นจังหวะในช่วงการยิงงานแบบช้า

ตำแหน่งที่ 2 วาล์ว (Valve)

วาล์วทำหน้าที่เปิด-ปิดการทำสุญญากาศโดยจะต่อออกจากถังพักเข้าสู่แม่พิมพ์ และถูกควบคุมการทำงานด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/3 เป็นตัวบังคับทิศทาง โดยสั่งการมาจากพีแอลซี



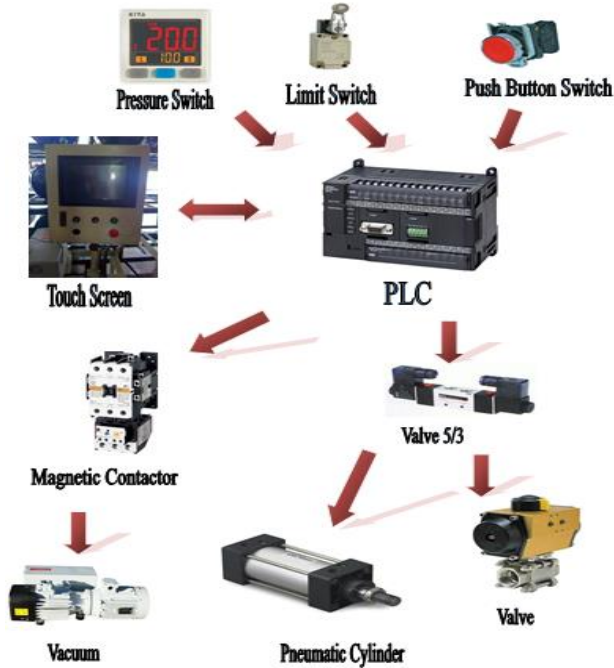
บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

Proceedings of the 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2017 (EENET 2017)

ตำแหน่งที่ 3 กระบอกลูกสูบนิวเมติกส์ (Pneumatic Cylinder)

กระบอกลูกสูบนิวเมติกส์ทำหน้าที่เป็นตัวเปิด-ปิดช่องดูดอากาศ โดยจะเชื่อมกับก้านวาล์วที่มีลักษณะคล้ายกับวาล์วไอดี-โอเลียของรถยนต์ เพื่อเปิด-ปิดช่องอากาศและเป็นตัวป้องกันไม่ให้น้ำอคูมิเนียมถูกดูดเข้าไปในระบบการทำสุญญากาศ และถูกควบคุมการทำงานด้วยโซลินอยด์วาล์ว 5/3 เป็นตัวบังคับทิศทาง โดยสั่งการมาจากพีแอลซี [4]



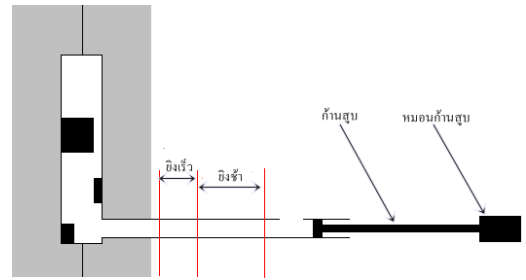
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมรวมของงานที่นำเสนอ



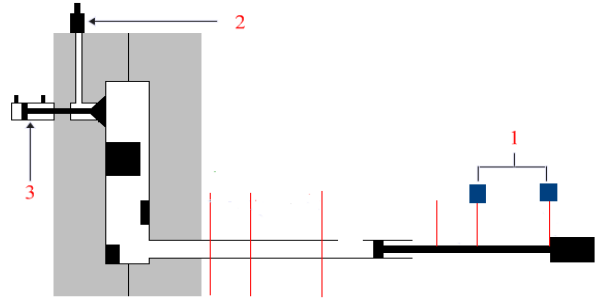
รูปที่ 2 บล็อกแม่พิมพ์



รูปที่ 3 ก้านสูบเครื่องฉีดอคูมิเนียม



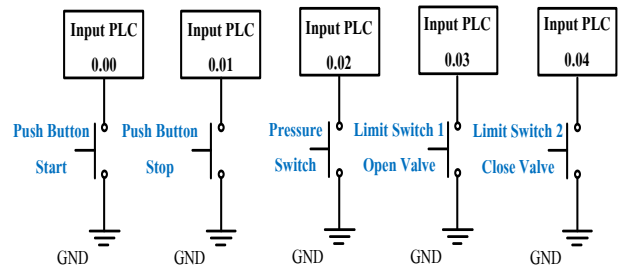
รูปที่ 4 ระดับความเร็วในการยิงชิ้นงาน



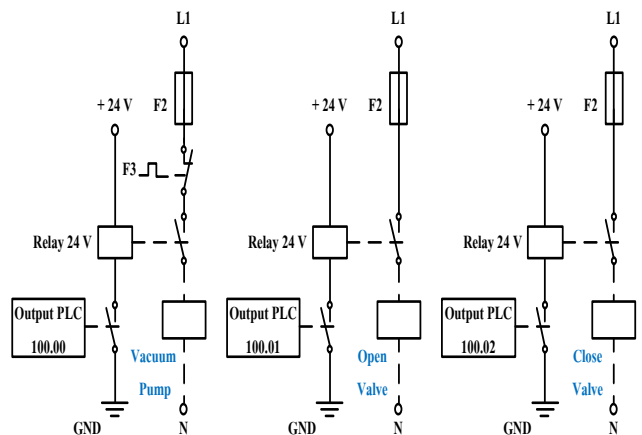
รูปที่ 5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์

2.2 การออกแบบวงจรรวมของงานที่นำเสนอ

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมการทำสุญญากาศให้กับเครื่องฉีดอคูมิเนียมโดยพีแอลซี มีวงจรการทำงานดังรูปที่ 6-7 และโปรแกรมควบคุมการทำงานดังรูปที่ 8



รูปที่ 6 วงจรอินพุตของพีแอลซี



รูปที่ 7 วงจรเอาต์พุตของพีแอลซี

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

Proceedings of the 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2017 (EENET 2017)

3. การทดลองและผลการทดลอง

3.1 โครงสร้างของเครื่องที่นำเสนอและการต่อสายระบบการทำให้สุญญากาศออกจากแม่พิมพ์

สูญญากาศออกจากแม่พิมพ์ เป็นไปดังรูปที่ 9-10



รูปที่ 9 โครงสร้างของเครื่องที่นำเสนอ



รูปที่ 10 การต่อสายระบบการทำให้สุญญากาศออกจากแม่พิมพ์

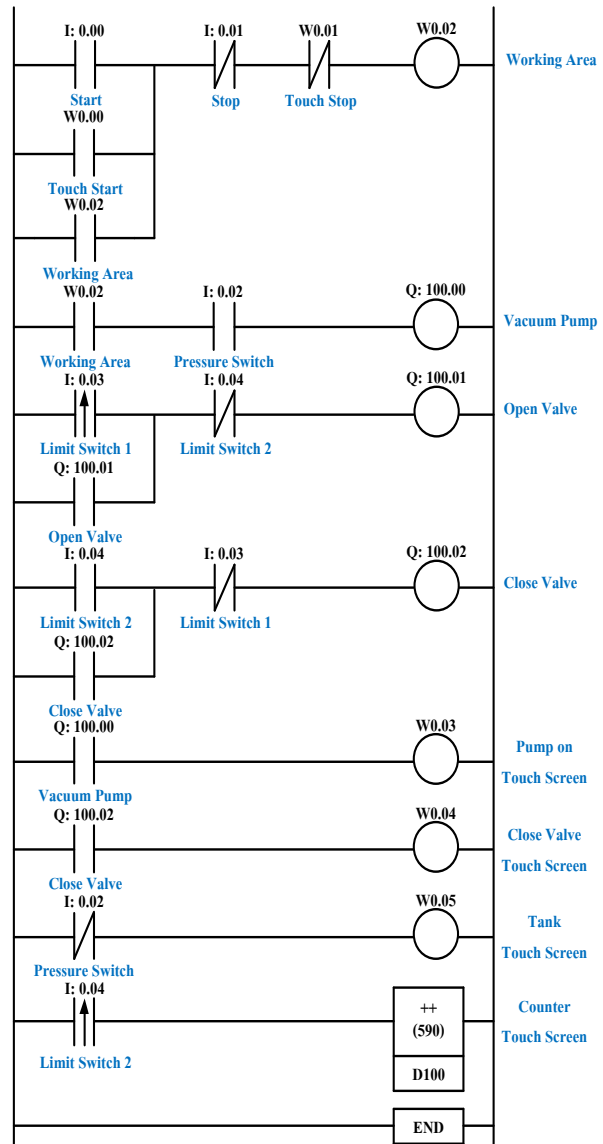
3.2 การใช้งานเครื่องฉีดอลูมิเนียมที่นำเสนอ

พิจารณาในรูปที่ 11 เป็นแผนควบคุมเครื่องฉีดอลูมิเนียมในการใช้งานเครื่องฉีดอลูมิเนียมมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 11 แผนควบคุมเครื่องฉีดอลูมิเนียม

1. หมุนปุ่ม Emergency จากนั้นกดปุ่ม Start เพื่อเดินเครื่องระบบการทำสุญญากาศออกจากแม่พิมพ์
2. เปิดเครื่องฉีดอลูมิเนียม โดยข้างคั้นให้ทำการเดินเครื่องแบบ Manual เพื่อทำการควบคุมด้วยตัวเองก่อนและให้สังเกตการทำงานของเครื่องจักรว่ามีส่วนไหนชำรุดเสียหายก่อนจึงงานขึ้นรูปอลูมิเนียม



รูปที่ 8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

3. หลังจากที่ได้ตรวจสอบเช็คการทำงานของเครื่องฉีดอลูมิเนียมว่าอยู่ในสภาพดีแล้ว ให้ทำการปรับโหมดเป็นโหมดอัตโนมัติ (Auto) เพื่อที่จะทำการยิงขึ้นรูปอลูมิเนียมต่อไป

4. เมื่อทำการเดินเครื่องแล้วบล็อกแม่พิมพ์ก็จะเคลื่อนมาเข้าหากันเพื่อปิดพิมพ์ และแขนกลก็จะดันน้ำอลูมิเนียมมาบรรจุลงในถาดสูบเพื่อเตรียมพร้อมยิงขึ้นรูปชิ้นงาน

5. หลังจากบรรจุน้ำอลูมิเนียมเข้าที่ถาดสูบแล้ว เครื่องจักรจะส่งแรงดันมาให้ลูกสูบ เพื่อทำการยิงขึ้นรูปชิ้นงานโดยในขั้นตอนนี้ ระบบการทำสุญญากาศออกจากแม่พิมพ์จะเริ่มเข้ามามีบทบาทเสริมในขั้นตอนนี้ โดยจะใช้จังหวะช่วงระยะเวลาการยิงงานแบบซ้ำ มาเป็นช่วงเวลาที่ทำ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

Proceedings of the 9th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2017 (EENET 2017)

สูญญากาศออกจากแม่พิมพ์ หลังจากสุทธระยั้งแบบซ้ำแล้ว ครอบอกในโตรเจนก็จะส่งกำลังอัดเข้าไปที่ลูกสูบเพื่อยิงขึ้นรูปชิ้นงานที่แรงอัดสูงสุด ในขณะที่เดียวกันเมื่อสิ้นสุดสุทธระยั้งซ้ำ หมอนรองก้านสูบก็จะไปสัมผัสกับลิ้นคสวิทซ์ทำให้ไปสั่งการวาล์วปิดเพื่อกันน้ำออลูมิเนียมเข้าไปในระบบ

6. เมื่อทำการยิงขึ้นรูปแล้วจะทำการกดพิมพ์ไว้ประมาณ 15 วินาที เครื่องฉีดอลูมิเนียมเปิดบล็อกแม่พิมพ์ และดันชิ้นงานออกจากพิมพ์ และจะมีแขนกลมาจับชิ้นงานออกไปยังรางเรียงชิ้นงานต่อไป แล้ววนไปทำซ้ำขั้นตอนที่ 4 วนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดปุ่ม Stop

3.3 ผลการทดลองเครื่องฉีดอลูมิเนียมที่นำเสนอ

3.3.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ เพราะไม่ได้ผ่านระบบการทำ

สูญญากาศออกจากแม่พิมพ์เป็นดังรูปที่ 12 (ก)-(ข)



(ก)

(ข)

รูปที่ 12 (ก)-(ข) ชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ

3.3.2 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้คุณภาพ เพราะผ่านระบบการทำสูญญากาศ

ออกจากแม่พิมพ์เป็นดังรูปที่ 13 (ก)-(ข)



(ก)

(ข)

รูปที่ 13 (ก)-(ข) ชิ้นงานที่ได้คุณภาพ

3.4 การทดลองเปรียบเทียบระบบการผลิตแบบเดิมกับการเพิ่มตัวควบคุมระบบสูญญากาศเข้ามาในระบบ



รูปที่ 14 เปรียบเทียบผลการผลิตต่อ 1000 ชิ้น

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการนำเอาระบบสูญญากาศเข้ามาใช้ร่วมแล้ว จะสามารถเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นงานที่สมบูรณ์ให้มากขึ้นจากเดิมถึง 16.6 % สาเหตุที่ชิ้นงานยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เกิดขึ้นมาจากวาล์วปิดไม่สนิท ทำให้เกิดอากาศรั่วไหล ซึ่งหลักสำคัญของระบบนี้คือแม่พิมพ์ต้องชิดสนิทกันที่สุดเพื่อไม่ให้อากาศรั่วไหลถึงจะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุด

4. สรุป

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าเกิดความแตกต่างของชิ้นงานที่ได้ผลิตออกมาอย่างชัดเจน กล่าวคือหลังจากได้นำระบบการทำสูญญากาศออกจากแม่พิมพ์เข้ามาใช้ร่วมกับเครื่องฉีดอลูมิเนียม ช่วยให้ลดปัญหาที่เกิดขึ้นงานได้เป็นอย่างดี เดิมเครื่องฉีดอลูมิเนียมแบบที่ยังไม่ได้นำระบบนี้เข้ามาใช้ จะต้องยิงชิ้นงานประมาณ 40-50 ครั้งกว่าจะทำให้บล็อกแม่พิมพ์ร้อนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ แต่เมื่อได้นำระบบการทำสูญญากาศออกจากแม่พิมพ์เข้ามาใช้ งานจะยิงชิ้นงานเพียง 4-5 ครั้งเท่านั้น ก็ทำให้ชิ้นงานออกมาสมบูรณ์แบบแล้ว ซึ่งในส่วนนี้จะทำให้ระยะเวลาการทำงานให้ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ชิ้นงานที่ได้มีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิตได้ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ฉะนั้นระบบการทำสูญญากาศออกจากแม่พิมพ์นี้จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะเป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาต่อออกเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] เชิดศักดิ์ อธิษฐาน และ ชานุกฤษ โกลิยะวงษ์. (2547). “การศึกษากฎพื้นฐานและหลักการออกแบบ GATE และ RUNNER ของชิ้นงาน LOCKING KNOB ในอุตสาหกรรมโคมไฟโดยใช้เทคนิคการจำลองวิธีการหล่ออลูมิเนียม” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18 “จังหวัดขอนแก่น
- [2] <http://diecastingtechnology.blogspot.com/2010/11/die-casting-machine.htm>
- [3] http://www.coezinc.com/images/column_1301886365/product_deficient.pdf (ข้อมูลสืบค้น ณ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2560.)
- [4] www.omron-ap.co.th/selection_guide/plc/main.asp