

การปรับปรุงเครื่องจักรและการพัฒนาระบบควบคุม เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษ ลูกฟูก

The Mechanical Improvement and Control System Development for the Feeder of a Corrugated Board Printing Machine

เชาวลิต ดีฉ่ำ* และ กิตติพงษ์ เชาจารักษ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (กำแพงแสน) ม.เกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน), ตำบลกำแพงแสน, อำเภอกำแพงแสน, นครปฐม, 73140

*ติดต่อ E-mail: chawalit.de@ku.th, โทร 66-34-281075, แฟกซ์ 66-34-355310

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาถึงการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ของเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก ปัญหานี้เกิดจากต้องการที่จะใช้กระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกแบบอัตโนมัติตลอดกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการออกแบบและปรับปรุงจากเครื่องมัดกระดาษรุ่นเก่ามาเป็นเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ (feeder) โดยทำงานร่วมกันกับหุ่นยนต์แขนกล (robot-arm) โดยเครื่องมัดกระดาษรุ่นเก่านั้นไม่สามารถป้อนบรรจุภัณฑ์ให้กับหุ่นยนต์แขนกลได้ จึงได้มีการออกแบบและสร้างชุดป้อนบรรจุภัณฑ์แล้วนำมาประกอบเข้ากับเครื่องมัดกระดาษรุ่นเก่าแล้วเปลี่ยนมาเป็นเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถทำงานได้ร่วมกับหุ่นยนต์แขนกล โดยชุดป้อนบรรจุภัณฑ์นั้นประกอบไปด้วยเสาชุดยกทั้งหมด 4 ชุด โดยการใช้ มอเตอร์สเตปเปอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งระยะการยกเพื่อให้มีความแม่นยำและปลอดภัยในการยกบรรจุภัณฑ์ ในการทำงานของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถป้อนบรรจุภัณฑ์ได้ 2 ชั้น ซึ่งทำให้กระบวนการผลิตสามารถผลิตได้เร็วขึ้นและในการป้อนบรรจุภัณฑ์ให้แก่หุ่นยนต์แขนกลนั้น จำเป็นต้องใช้ตำแหน่งที่แม่นยำจึงได้มีการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรทุกเครื่องที่อยู่ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ทำงานเข้ากับเครื่องพิมพ์กระดาษและหุ่นยนต์แขนกลได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

คำหลัก: หุ่นยนต์แขนกล, เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์, ระบบควบคุม

Abstract

The research study is about the design and development of a feeder for the packing arrangement of printer machines. The aim was to automate the whole manufacturing processes thereby reducing the involvement of manual labor procedures during the operation. Since the existing machine's feeder was not suitable to work with the robot-arm mover, a feeder package machine was designed, built, and assembled in replace of the previous one. The designed feeder package machine includes 4 post lift kit which is controlled by a stepper motor to precisely control the positioning of the packages. The feeder was also designed to feed two pieces of packages in a row thereby speeding up the process and performance of the machine. A control system was also built using a programmable logic controller (PLC) to work with the robot-arm mover which will improve the positioning accuracy and safety of the manufacturing process.

Keywords: robot-arm, feeder package machine, system control

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการนำเข้าเครื่องจักรกลมาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นเครื่องจักรใหม่และเครื่องจักรเก่า โดยนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมภายในประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีสถิติการนำเข้าเครื่องจักรกลจากต่างประเทศ มากที่สุดในปี พ.ศ. 2555 มีมูลค่าถึง 809803.8 ล้านบาท และเฉลี่ย 9 ปี ย้อนหลังมีมูลค่าเฉลี่ยถึงปีละ 595188.4 ล้านบาท ดังนั้นจึงได้มีการหาแนวทางในการลดการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศที่มีราคาแพง โดยการนำเครื่องจักรเก่าที่มีอยู่และไม่สามารถใช้งานได้มาดัดแปลงปรับปรุงเพื่อให้เกิดเป็นเครื่องจักรชนิดใหม่ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในกลุ่มงานอุตสาหกรรมกระดาชลูกฟูกขึ้นมา [5]

ในปัจจุบันอุตสาหกรรม มีความต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูกเป็นจำนวนมาก รวมไปถึงในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องอุปโภคและเครื่องบริโภค ล้วนมีความต้องการที่จะบรรจุผลิตภัณฑ์นั้นลงในบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม มีความคงทนและราคาถูก จึงนิยมเลือกใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูก เพราะกระดาชลูกฟูกมีความแข็งแรงคงทนและสามารถพิมพ์ลวดลายหรืออักษรลงไปได้ ทำให้สามารถบ่งบอกถึงผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในได้

เนื่องจากมีความต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูกเป็นจำนวนมาก แต่ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูกนั้นมีกระบวนการที่ค่อนข้างซับซ้อนทำให้ใช้เวลาในการผลิตค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการที่มีจำนวนมาก เพราะเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูกนั้นประกอบไปด้วยเครื่องจักรหลายเครื่องได้แก่ เครื่องป้อนแผ่นกระดาช เครื่องพิมพ์ที่ 1 เครื่องพิมพ์ที่ 2 เครื่องพิมพ์ที่ 3 เครื่องทบรอย เครื่องตัด เครื่องทากาว เครื่องปิดกาวและสุดท้ายคือเครื่องมัดและเข้าสู่การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งที่กระบวนการนี้มีความล่าช้าเพราะเป็นการจัดเรียงโดยใช้แรงงานมนุษย์ ซึ่งในบางครั้งมนุษย์ทำงานผิดพลาดอันเนื่องมาจากความเหนื่อยล้า ความประมาท ซึ่งความผิดพลาดนั้นทำให้เกิดผลเสียกับกระบวนการผลิต ทำให้การผลิตได้ไม่ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้มีความล่าช้าและบางรายการอาจถูกยกเลิกจากลูกค้าเนื่องมาจากความล่าช้าและการจัดเรียงไม่ถูกต้องตามความต้องการของลูกค้า จึงมีความต้องการที่จะทำให้ระบบการผลิตทั้งหมดเป็นแบบ

อัตโนมัติเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการนำเครื่องจักรแขนกล (robot) เข้ามาใช้ทดแทนแรงงานมนุษย์ แต่เครื่องจักรแขนกลนั้นไม่สามารถหนีบหรือจับผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูกได้เพราะผลิตภัณฑ์ไม่หยุดอยู่กับที่ทำให้ตำแหน่งการหนีบหรือจับไม่แน่นอน ยากต่อการออกแบบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแขนกล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ป้อนบรรจุภัณฑ์ให้แก่เครื่องจักรแขนกล เพื่อให้เครื่องจักรแขนกลหนีบหรือจับได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

ในงานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Works ในการออกแบบ เมื่อออกแบบเสร็จได้มีการสร้างเครื่องจักรที่ออกแบบขึ้นมาและมีชื่อว่าเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก (feeder) ซึ่งได้มีการออกแบบการทำงานของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก ให้มีการทำงานสอดคล้องกับกระบวนการผลิตและการทำงานของเครื่องจักรแขนกล คือมีหน้าที่ป้อนบรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากกระดาชลูกฟูกให้แก่เครื่องจักรแขนกล ซึ่งในการควบคุมการทำงานของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก ได้มีการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า PLC (programmable logic controller) เข้ามาควบคุมระบบการทำงานทำให้มีความแม่นยำของตำแหน่งในการป้อน อีกทั้งยังสามารถจดจำและบันทึกการตั้งค่าการทำงานของเครื่องสำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆได้อีกด้วยทำให้สะดวก รวดเร็ว และถูกต้องในการตั้งค่าสำหรับขนาดของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ และเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก นั้นสามารถป้อนกระดาชได้ 2 ชั้น ทำให้สามารถป้อนบรรจุภัณฑ์ให้แก่ เครื่องจักรแขนกล ได้ทันตามความเร็วที่ต้องการคือสามารถป้อนบรรจุภัณฑ์ได้ 200 ชิ้น ภายใน 1 นาที ทำให้การทำงานของกระบวนการผลิตมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น

ในท้ายที่สุดการสร้างเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก สามารถนำเครื่องจักรนี้มาใช้งานได้จริงในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ในการสร้างเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาชลูกฟูก จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาการสร้างเครื่องจักรอุตสาหกรรมภายในประเทศ นำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อออกแบบระบบควบคุมการทำงานให้สามารถทำงานได้ด้วยความเร็ว บรรจุภัณฑ์ 20 ชิ้น ภายใน 6 วินาที เนื่องจากหุ่นยนต์แขนกลสามารถทำงานได้ด้วยความเร็ว 6 วินาที ต่อ หนึ่งรอบการทำงาน

2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก ขึ้นมาทดแทนการใช้แรงงานมนุษย์ที่สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้ 80 ชิ้นต่อนาทีซึ่งช้ากว่าความเร็วในการผลิตที่ 200 ชิ้นต่อนาที

2.3 เพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติตลอดกระบวนการผลิต ทำให้กระบวนการผลิตมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น

2.4 เพื่อออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกให้สามารถจดจำและบันทึกการตั้งค่าต่างๆของบรรจุภัณฑ์จากกระดาษลูกฟูกขนาดต่างๆ เพื่อความรวดเร็วในการทำงานของกระบวนการผลิต

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้ออกแบบจะเริ่มต้นด้วยการขีดเขียนและสร้างสรรค์แบบใหม่ๆ ขึ้นมา แม้ว่าในการสร้างเครื่องจักรกลชนิดใหม่ที่ไม่เคยมีใช้มาก่อน จะต้องใช้ความคิดโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ต่างๆ อาศัยประสบการณ์และใช้เวลาามากหรือน้อยก็ตาม ผู้ออกแบบจะได้ผลกำไรจากความชำนาญทางด้านวิศวกรรมและด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นหลายประการ การออกแบบส่วนมากจะทำตามแบบอย่างที่มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรม เช่น เครื่องกลึง รุ่นใหม่ก็มี ลักษณะคล้ายกับเครื่องกลึงรุ่นเก่า รถยนต์รุ่นใหม่ก็คล้ายกับรถยนต์รุ่นเก่า เพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงให้ดีขึ้น เพราะมีความรู้มากขึ้น มีประสบการณ์มากขึ้น ในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงจะทำเมื่อต้องการประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อเพิ่มหรือรักษาระดับราคาหรือเพิ่มผลการแข่งขันทางการตลาด [1]

การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเป็นศิลปะของการพัฒนาทางด้านความคิดใหม่ๆ ทางด้านเครื่องจักรกล แล้วแสดงความคิดเห็นนั้นลงบนกระดาษใน

รูปของแบบ เครื่องจักรกลใหม่ๆเกิดขึ้นได้ก็เพราะความต้องการในการใช้งาน และเกิดจากมโนภาพที่ได้จากบุคคลหลายฝ่าย เช่น ผู้ใช้เครื่องจักรกล ผู้ผลิตเครื่องจักรกล ดังนั้นด้วยผลจากความคิดเห็นต่างๆทำให้เกิดการดัดแปลงปรับปรุงเครื่องจักรกลอยู่ตลอดเวลา ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมากจนกระทั่งพบวิธีที่ดีที่สุด [2]

ทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์แท้จริง คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เดียวกันต่างตรงที่เราจะกล่าวถึงหลักการการทำงานหรือกล่าวถึงลักษณะการใช้งาน ปัจจุบันทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์เป็นคำกลาง ๆ ที่ใช้ร่วมกัน โดยทรานสดิวเซอร์อาจจะรวมทั้งตัวเซนเซอร์และวงจรการปรับแต่งสัญญาณต่าง ๆ เข้าเป็นหน่วยเดียวกัน แล้วนำไปใช้ได้ทันที เช่น ทรานสดิวเซอร์ความดัน (Pressure Transducer) เมื่อมีความดันเข้ามาจะทำให้เป็นแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสที่ด้านทางออก (Output) ที่แปรเป็นสัดส่วนกับความดันที่ต้องการวัด เป็นต้น [3]

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

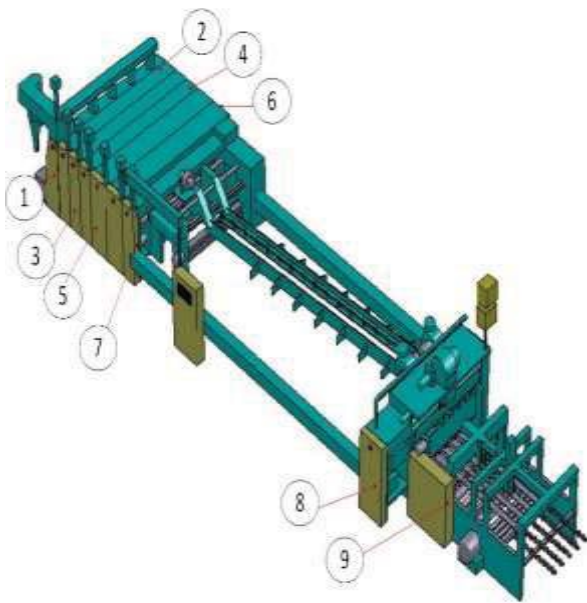
ในการออกแบบและสร้างเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก (feeder) ที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกระดาษลูกฟูก ให้เป็นกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติตลอดกระบวนการผลิตนั้น มีขั้นตอนในการออกแบบอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ศึกษากระบวนการทำงานและออกแบบเครื่องจักร
2. ออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม
3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษากระบวนการทำงานและออกแบบเครื่องจักร

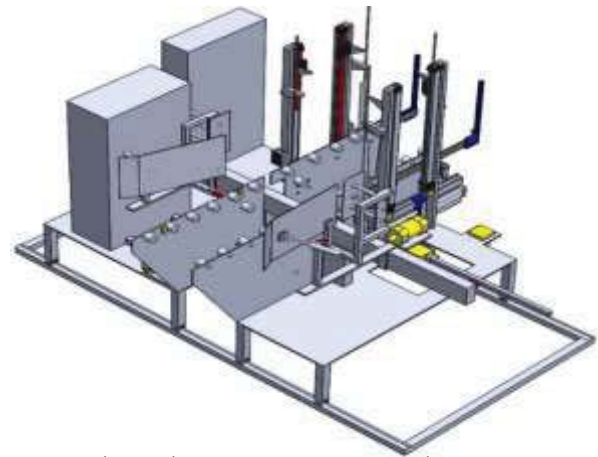
การศึกษากิจกรรมการทำงานของกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นจนมาเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์มีขั้นตอนการผลิตดังนี้ แผ่นกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องจักรที่ 1 เพื่อจัดแผ่นกระดาษให้ตรงกับตำแหน่งการพิมพ์ เข้าสู่เครื่องจักรที่ 2 3 และ 4 เป็นเครื่องพิมพ์ ที่สามารถพิมพ์สีลงไปได้ตามแบบที่เราติดไว้ที่ ตัวติดแม่แบบแต่เครื่องสีแต่ละเครื่องสามารถพิมพ์ได้แค่สีเดียวในหนึ่งรอบการทำงาน ต่อมาเข้าเครื่องจักรที่ 5 และ 6 เป็นเครื่องตัดแผ่นกระดาษเพื่อพับเป็นบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ เข้าเครื่องจักรที่ 7 เพื่อทากาวในชิ้นส่วนที่ต้องการพับติดกันเข้าเครื่องที่ 8 เพื่อพับชิ้นส่วนในบริเวณที่ทากาวไว้ให้

ติดกัน เครื่องจักรที่ 9 เครื่องจักรนี้ทำหน้าที่นับบรรจุภัณฑ์และซ้อนบรรจุภัณฑ์เป็นชุด ชุดละ 10 ชิ้น เพื่อส่งเข้าเครื่องจักรที่ 10 เครื่องจักรนี้ทำหน้าที่มัดบรรจุภัณฑ์เป็นชุดๆ ทั้งนี้เครื่องจักร 1-9 แสดงดัง รูปที่ 1 ซึ่งทั้ง 9 เครื่องนี้ต้องทำงานสอดคล้องกันเมื่อออกจากเครื่องนี้จะเข้าสู่การจัดเรียงโดยแรงงานมนุษย์ ซึ่งแรงงานมนุษย์นั้นสามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้ด้วยความเร็วสูงสุด 80 ชิ้นต่อนาทีซึ่งช้ากว่าประสิทธิภาพความเร็วในการผลิตของเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก คือสามารถผลิตได้ด้วยความเร็วสูงสุด 200 ชิ้นต่อนาที ถ้าใช้แรงงานมนุษย์จำเป็นต้องลดความเร็วในการผลิตลงเหลือ 80 ชิ้นต่อนาที เพื่อให้เครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกทำงานเต็มประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนมาเป็นแบบอัตโนมัติโดยไม่ใช้แรงงานมนุษย์จึงได้มีการออกแบบและสร้างเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก ขึ้นมา



รูปที่ 1 เครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกและเครื่องจักรย่อยแต่ละเครื่อง

เมื่อศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกและปัญหาของกระบวนการผลิตจึงได้ทำการออกแบบเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก ด้วยโปรแกรม Solid Work เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและให้สามารถทำงานสอดคล้องกับ เครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก โดยทำการออกแบบฐานโครงสร้างของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก เป็นลำดับแรก ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก (feeder)

เมื่อทำการออกแบบเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์แต่ละตัวโดยการคำนวณกำลังไฟฟ้าและแรงบิดที่ต้องการใช้ จากสมการ

$$P = F \times v \times sf \quad (1)$$

$$P = 2 \times \pi \times T \times \frac{N}{60} \quad (2)$$

$$F = ma \quad (3)$$

P = กำลังไฟฟ้า (kw)

F = แรงกระทำ (N)

v = ความเร็ว (m/s)

sf = Safety factor

π = 3.14

T = แรงบิด ($N.m$)

N = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)

m = มวลของโหลด (kg)

a = ความเร่ง (m/s^2)

ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์
พิจารณามอเตอร์ตรงตำแหน่งการยกซึ่งประกอบไปด้วยมอเตอร์ 4 ตัว โดยการคำนวณจะคำนวณในกรณีที่โหลดมากที่สุด เพื่อหา กำลังไฟฟ้าและแรงบิด โดยมีปัจจัยดังต่อไปนี้

v = ความเร็วสูงสุดที่ใช้ $2 m/s$

sf = Safety factor 1.3

π = 3.14

N = 1000 rpm คิดที่ความเร็วสูงสุด

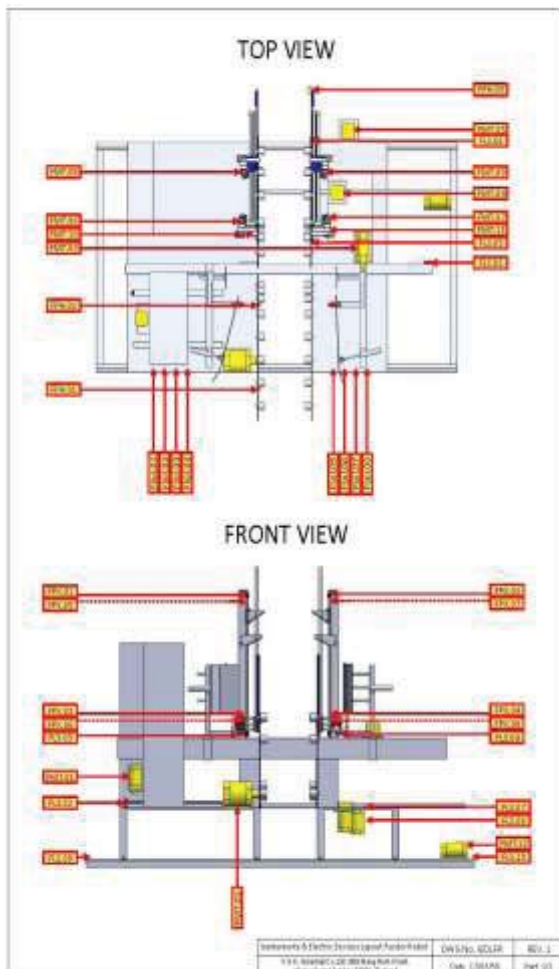
m = 5 kg (มอเตอร์ 1 ตัว) คิดที่บรรจุภัณฑ์ที่มีมวลมากที่สุด

$a = 9.81 \text{ m/s}^2$ เป็นการเคลื่อนที่แนวขึ้นลง

จากข้อมูลที่ปรากฏ ทำให้สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าได้ 127.53 watt แล้วนำมาคำนวณหาค่าแรงบิดได้เท่ากับ 1.22 นิวตันเมตร ทำให้ต้องเลือกใช้ขนาดของมอเตอร์ที่มีแรงบิดมากกว่า 1.22 นิวตันเมตรจึงจะสามารถทำงานได้

3.2 ออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม

ในการควบคุมการทำงานเครื่องจักรนี้ได้นำ PLC (programmable logic controller) มาใช้ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งต้องมีการออกแบบระบบการทำงานงานของเครื่องจักรโดยมีการกำหนดสัญญาณเข้า (INPUT) และสัญญาณออก (OUTPUT) และรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้และติดตั้งที่เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกนี้ ได้มีการใช้จำนวนอุปกรณ์ดังนี้ มอเตอร์ (motor) 12 ตัว ลิ้มิตสวิตช์ (limit switch) 10 ตัว โฟโตสวิตช์ (photo switch) 3 ตัว พร็อกซิมิตี (proximity) 16 ตัว โซลินอยด์วาล์ว (solenoid valve) 8 ตัว ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

เมื่อวางตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเดินสายคอนโทรล ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเดินสายตู้คอนโทรล

เมื่อทำการเลือกขนาดของมอเตอร์ ติดตั้ง sensor ที่ตำแหน่งต่างๆ และเดินตู้คอนโทรลเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรโดยมีการทำงานดังนี้ เมื่อกดปุ่มเปิดเครื่อง มอเตอร์ FMT.06 – FMT.09 จะเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งเริ่มต้นการทำงาน เมื่อกดปุ่มเริ่มต้นการทำงานจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานของมอเตอร์สายพานลำเลียง (FMT.02) เพื่อลำเลียงบรรจุภัณฑ์เข้าสู่เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก เมื่อบรรจุภัณฑ์ผ่าน FPH.01 ระบบจะสั่งให้ FSol.01 และ FSol.05 ทำงานโดยกระบอกลมเคลื่อนที่เข้ามาเพื่อปรับให้บรรจุภัณฑ์อยู่ในแนวเส้นตรง เมื่อบรรจุภัณฑ์ผ่าน FPH.02 ระบบจะสั่งให้ FSol.02 และ FSol.06 ทำงานโดยกระบอกลมอีกชุดเคลื่อนที่เข้ามาเพื่อทำให้บรรจุภัณฑ์สมดุล เมื่อบรรจุภัณฑ์มาถึง FPH.03 ระบบจะสั่งให้ FSol.03 และ FSol.07 ทำงานโดยกระบอกลมอีกชุดเคลื่อนที่เข้ามาเพื่อรักษาสมดุลของบรรจุภัณฑ์และที่ FPH.03 ทำงานระบบจะสั่งให้มอเตอร์ FMT.02 หยุดการทำงานและมอเตอร์ FMT.06 – FMT.09 ทำงาน เคลื่อนที่ยกบรรจุภัณฑ์เพื่อเตรียมป้อนให้แก่หุ่นยนต์แขนกล

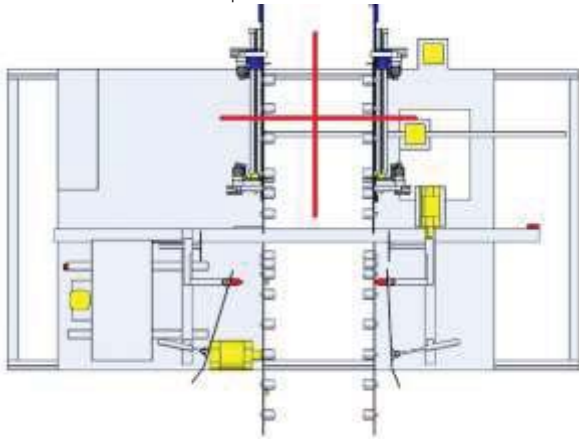
3.3 วิธีการทดลอง

การทดลองมีอยู่ด้วยกัน 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อหาความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่ถูกลำเลียงเข้าสู่ตำแหน่งการยกว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร จึงจะสามารถยอมรับได้ โดยทำการวัดทุกๆ 100 รอบการทำงาน การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์ที่ถูกยกขึ้นว่ามี

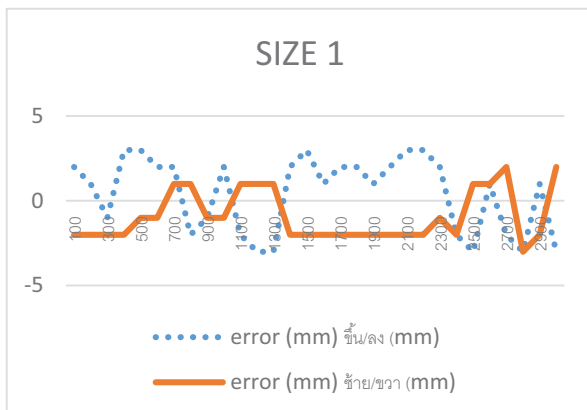
ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร จึงจะสามารถยอมรับได้ โดยทำการวัดทุกๆ 100 รอบการทำงาน

4. การทดลองและผลการทดลอง

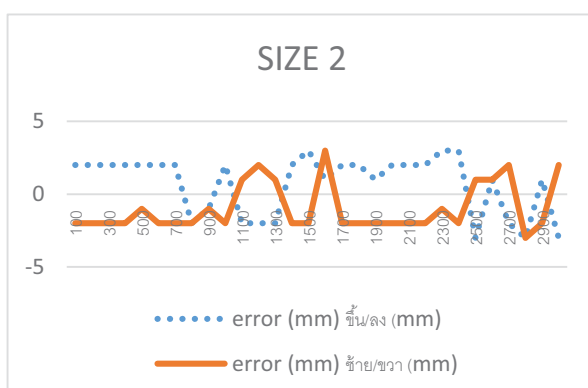
4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองการป้อนบรรจุภัณฑ์โดยการป้อนบรรจุภัณฑ์ไปตามสายพานลำเลียงและทำการวัดความคลาดเคลื่อนโดยสุ่มวัดทุกๆ 100 รอบการทำงาน โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ โดยทำการทดลองกับบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด 3 ขนาด



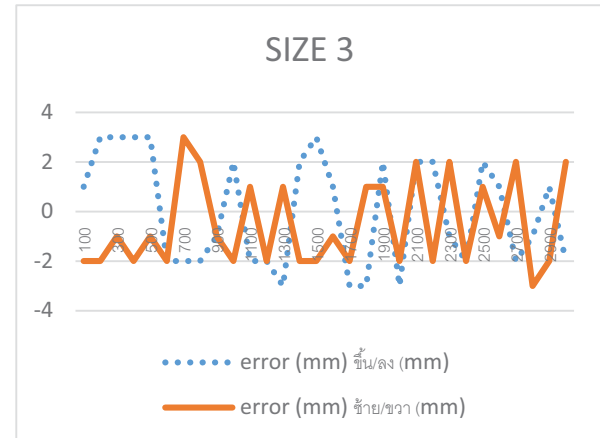
รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งศูนย์กลางของบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 6 กราฟแสดงการป้อนบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 1



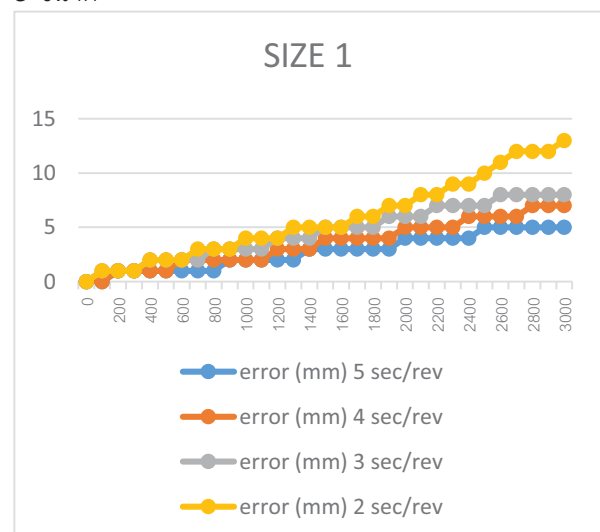
รูปที่ 7 กราฟแสดงการป้อนบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 2



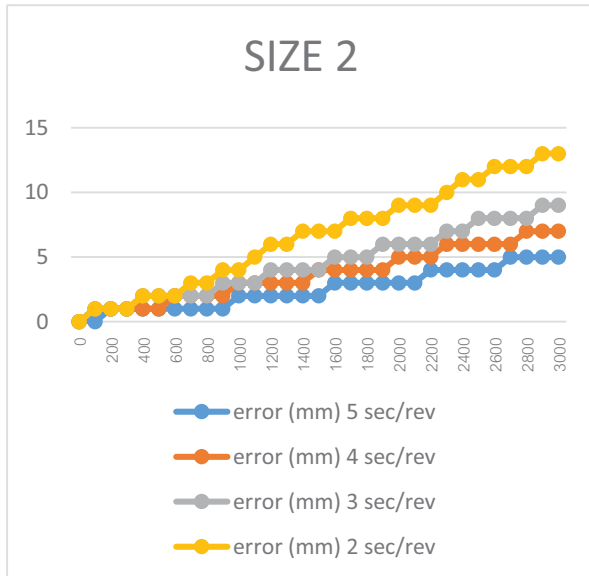
รูปที่ 8 กราฟแสดงการป้อนบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 3

จากกราฟแสดงผลการทดลองป้อนบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ขนาดพบว่า บรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 1 นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดคือ 3 มิลลิเมตร บรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดคือ 3 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 1 และสุดท้ายบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 3 มีค่าความคลาดเคลื่อน 3 มิลลิเมตร เช่นเดียวกัน จากผลการทดลองของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ขนาดนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ คือการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งศูนย์กลางของบรรจุภัณฑ์นั้นไม่เกิน 10 มิลลิเมตร

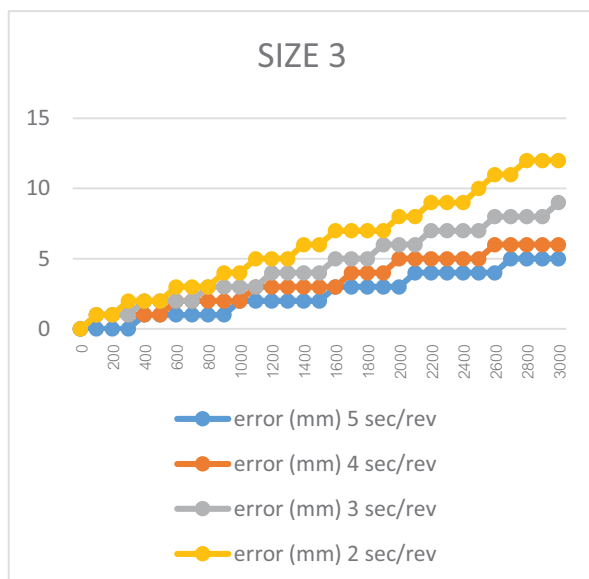
4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองยกบรรจุภัณฑ์ที่ความเร็วในการทำงาน 4 ความเร็ว คือ 2 3 4 และ 5 วินาที/รอบการทำงาน โดยให้บรรจุภัณฑ์ผ่านสายพานลำเลียงเข้าสู่ตำแหน่งของการยกและทำการวัดความคลาดเคลื่อนโดยสุ่มวัดทุกๆ 100 รอบการทำงานโดยวัดจากตำแหน่งความสูงที่ต้องการยก โดยทำการทดลองกับบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด 3 ขนาด



รูปที่ 9 กราฟแสดงการยกบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 1



รูปที่ 10 กราฟแสดงการยกบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 2



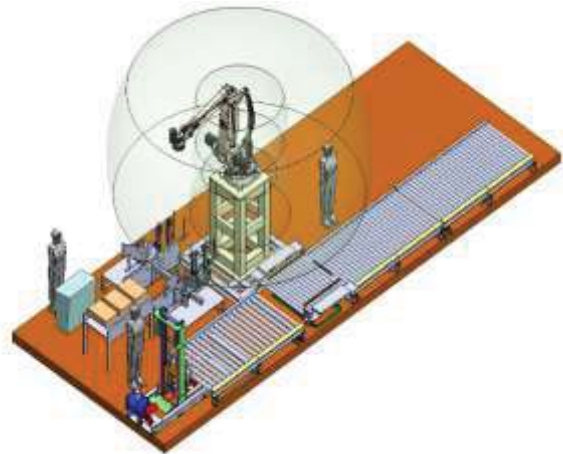
รูปที่ 11 กราฟแสดงการยกบรรจุภัณฑ์ขนาดที่ 3

จากกราฟผลการยกบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ขนาด พบว่าที่ความเร็วในการทำงาน 5 วินาที/รอบการทำงาน นั้น ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยมาก จึงทำการทดลองซ้ำที่ความเร็ว 4 วินาที/รอบการทำงาน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าแต่ยังสามารถยอมรับได้ จึงทำการทดลองต่อที่ความเร็ว 3 วินาที/รอบการทำงาน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่า 4 และ 5 วินาทีแต่ยังสามารถยอมรับได้ และทดลองต่อที่ความเร็ว 2 วินาที/รอบการทำงานพบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนเร็วและคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงเกินกว่าที่จะยอมรับได้

จากการทดลองที่ 1 สามารถทำให้ทราบว่าไม่ว่าบรรจุภัณฑ์จะถูกถ่วงน้ำหนักในลักษณะ ที่ไม่ได้สมมาตรกับ

จุดกึ่งกลางของสายพานลำเลียงก็จะมีระบอบกลมคอยช่วยดันทั้งสองฝั่งให้บรรจุภัณฑ์สมมาตรกัน แต่ในการทำงานของกระบอกนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่จะเห็นได้ว่าบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ขนาดมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยคือคลาดเคลื่อนมากที่สุด 3 มิลลิเมตร แต่ก็สามารถยอมรับให้ใช้งานได้

จากการทดลองที่ 2 สามารถทำให้ทราบความเร็วที่ดีที่สุดในการทำงานและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่สามารถยอมรับได้คือคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ใน 3000 รอบการทำงาน ความเร็วที่ดีที่สุดคือ 3 วินาที/รอบการทำงาน และสามารถปรับความเร็วลดลงได้ตามความเร็วการผลิตของเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก โดยที่ความเร็วในการยกสูงสุดอยู่ที่ 200 ขึ้นต่ออนาที



รูปที่ 12 ตำแหน่งการวางของเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูกกับหุ่นยนต์แขนกล

5. สรุปผลจากโครงการ

จากการผลการทดลองพบว่าเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก สามารถทำงานได้ที่ความเร็วสูงสุดคือ 3 วินาที/หนึ่งรอบการทำงาน (หนึ่งรอบการทำงาน = บรรจุภัณฑ์ 10 ชิ้น) ซึ่งภายใน 6 วินาทีสามารถป้อนบรรจุภัณฑ์ได้ 20 ชิ้นซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์สามารถทำงานได้ทันความเร็วหนึ่งรอบการทำงานของหุ่นยนต์แขนกล คือ 6 วินาที

จากการเก็บข้อมูลแรงงานมนุษย์สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้ 80 ชิ้น/นาที ไม่สามารถทำได้มากกว่านี้และเมื่อนำเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก และหุ่นยนต์แขนกล มาแทนที่แรงงานมนุษย์และใช้ที่ความเร็ว 3 วินาที/รอบการทำงานของ

เครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก จะสามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้กว่า 200 แผ่น/นาที เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถทำงานได้มากกว่าเดิมถึง 250 เปอร์เซ็นต์ ทำให้กระบวนการผลิตสามารถผลิตได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

จากการทดลองใส่ค่าการตั้งเครื่องของ มอเตอร์ สเตปเปอร์ ภายในโปรแกรมควบคุมการทำงาน พบว่าเครื่องป้อนบรรจุภัณฑ์ในเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง สำหรับบรรจุภัณฑ์ขนาดต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ทำลดเวลาในการตั้งเครื่อง ซึ่งในการตั้งเครื่องแต่ละครั้งจะไม่เกิน 30 วินาที

6. วิจัยผลการทดลอง

จากผลการทดลองเมื่อระบบทำงานที่ความเร็วสูงสุดพบว่าบรรจุภัณฑ์เกิดการกระดอนเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากยกด้วยความเร็วสูงเมื่อถึงเป้าหมายมอเตอร์ก็หยุดและเคลื่อนที่ลงทันที ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร แต่การเกิดการกระดอนทำให้ระบบยังไม่สมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อนุเคราะห์พื้นที่ในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท วี.เอส.เอส อินดัสเทรียล ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ จนการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรวิทย์ อังภากรณ์, ชาญ ถนังงาน. ซีเอ็ด ยูเคชั่น. 2522. การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1.
- [2] อนันต์ วงศ์กระจ่าง 2533. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
- [3] พจนานฎ สุวรรณมณี 2554. เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น
- [4] MITSUBISHI. Programmable Controllers
- [5] การค้าไทย <http://www2.ops3.moc.go.th/#>