

การพัฒนาระบบควบคุม
สำหรับเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกไอโซว่า
The Development of Control System
for ISOWA Corrugated Cardboard Printing Machine

พัชรภูมิ คนสะอาด*, กิตติพงษ์ เจาจารีก

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

โทร 66-34-281075, แฟกซ์ 66-34-355310

* โทร 081-1921782, E-mail: patcharapoom.kh@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ยี่ห้อ ไอโซว่า เพื่อแก้ไขปัญหาเครื่องจักรเก่าให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเกิดการชำรุดเสียหาย ไม่สามารถหาอุปกรณ์มาทดแทนได้ ซึ่งเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ยี่ห้อ ไอโซว่า ประกอบด้วย เครื่องป้อน, เครื่องพิมพ์สี 1, เครื่องพิมพ์สี 2, เครื่องพิมพ์สี 3, เครื่องตัดช่อง, เครื่องพับรอยและตัดขอบ โดยแต่ละเครื่องประกอบไปด้วยกลไกต่างๆ เช่น ตัวป้อนกระดาษ, ตัวนับกระดาษ, ตัวตั้งระยะกระดาษ, ตัวตั้งใบมีด และตัวตั้งน้ำหนักการกดแม่พิมพ์ เป็นต้น มีจำนวนอินพุตเอาต์พุตทั้งหมด 134 จุด ซึ่งงานวิจัยศึกษาหาลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละเครื่อง และหาความสัมพันธ์อินพุตเอาต์พุตที่เครื่องจักรสามารถทำงาน จากการศึกษากลไกการควบคุมจะถูกนำไปเขียนเป็นโปรแกรมควบคุม โดยการนำระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) รุ่นใหม่ ใช้แทนระบบรุ่นเก่า เพื่อให้สามารถใช้งานได้, มีความรวดเร็ว, สะดวกสบายในการใช้งาน ติดตั้งจอสัมผัส (Touch Screen) เพื่อช่วยในการควบคุม, แสดงผล และตรวจสอบความผิดพลาดของเครื่องจักร ซึ่งทำให้เครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ลดการผิดพลาดของการผลิตผลิตภัณฑ์และสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามที่โรงงานกำหนดคือความคลาดเคลื่อนจากต้นแบบไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

คำหลัก:ระบบควบคุม, โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์, เครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก

Abstract

The study is about the development of a control system to replace the damaged control system of an ISOWA corrugated cardboard printing machine due to unavailability of spare parts. It consists of a feeder, a printing unit (3), a rotary and a slotter wherein each of which was equipped with various mechanisms such as a cardboard sheet feeder, counter, sheet dimension, blade dimension and weight pressing mold. There are 153 input and output control points on the machine to study the sequence as well as the relationship between the input and output during the machine's operation. The control mechanisms were programmed to a programmable logic controller (PLC) driver which then serves as the new model control system replacing the previous one. This will enable a faster and more convenient way of operating the machinery. A touchscreen was also installed to display, control and check the errors of the machinery. This corrugated printer can be used more effectively. It can reduce production errors less than 3mm which is the maximum standard error set by the factory.

Keywords: Control System, Programmable Logic Controller (PLC), Corrugated Cardboard Printing Machine

1. บทนำและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตและการพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกปัจจุบัน เครื่องจักรและอุปกรณ์ส่วนใหญ่เป็นของมือสองที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่ใช้มานานมากกว่า 20 ปี เพราะมีราคาที่ถูกกว่าสินค้ามือหนึ่งค่อนข้างมาก แต่ก็พบปัญหาของคุณภาพเครื่องจักร ประสิทธิภาพเครื่องจักร และความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรเสื่อมลง ชิ้นส่วนอุปกรณ์เกิดการชำรุด เสียหายบ่อยครั้งไม่สามารถใช้งาน ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดซ่อมแซม ส่งผลให้เสียเวลาและเกิดปัญหาทางด้านการผลิตที่ไม่ทันกับจำนวนความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงได้มีโครงการที่จะนำเครื่องจักรเก่ามาปรับปรุง ซ่อมแซม เพื่อเพิ่มจำนวนการผลิต ลดความเสียหายของผลิตภัณฑ์ และให้ความทันสมัย สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ถูกต้อง และแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำมาให้เกิดงานวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

โดยทั่วไป เครื่องจักรในการผลิตและพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกมีความแตกต่างในการพิมพ์ลวดลายของกล่องและการตัดแต่งขึ้นรูปของกล่องในแบบที่ต่างกันออกไป โดยในแต่ละเครื่องย่อยมีขั้นตอนการทำงานและกระบวนการทำงานของเครื่องจักรที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งการพัฒนาต้องศึกษาหน้าที่ของแต่ละเครื่องย่อย และการทำงานในแต่ละขั้นตอน แล้วนำมาเขียนขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำให้เครื่องจักรนั้นสามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น และคิดวิธีการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องจักร แต่ยังคงให้มีความสอดคล้องกับการทำงานแบบเดิมของเครื่องจักรนั้นๆ

ในปัจจุบันการใช้ระบบการควบคุมโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรล เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย มีการเดินสายที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามเงื่อนไขการควบคุมระบบหรือเครื่องจักรได้ง่ายและรวดเร็ว การเขียนโปรแกรมควบคุมแบบแลตเตอร์มีส่วนคล้ายคลึงกับวงจรรีเลย์ จึงทำให้เขียนได้ง่าย [1] มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงทำได้ง่าย สามารถลดเวลาในการหยุดเครื่องจักรลงได้ ประหยัดการใช้พื้นที่การทำงานของเครื่องจักรได้ และสามารถใช้งานในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น สามารถต่อขยายระบบจำนวนอินพุตและเอาต์พุตได้ง่าย รองรับการทำงานเชื่อมต่อบนโครงข่ายสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆเช่น เครื่องอ่าน

บาร์โค้ด (Barcode Reader) จอแสดงผลแบบสัมผัส (Touch Screen) ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อการทำงานจำเป็นต้องต่ออุปกรณ์รีเลย์ และไทม์เมอร์ ลดเวลาในการออกแบบวงจรและการประกอบตู้ควบคุม มีขนาดเล็กและเป็นมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์ซีเควนซ์ ที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์มากกว่า ป้องกันปัญหาในเรื่องของหน้าสัมผัส ปัญหาสายไฟหลุดของวงจรรีเลย์ ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีโปรแกรมตรวจสอบตัวเอง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความผิดปกติและความผิดพลาดของเครื่องได้ ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย [8] จึงเป็นเหตุผลที่นำมาใช้ในงานวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนและกระบวนการการทำงานของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกไอโซว่า
2. เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรล (PLC) ในการออกแบบการควบคุมของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกไอโซว่า
3. เพื่อลดการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์และลดเวลาในการซ่อมบำรุงของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า
4. เพื่อลดระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูกไอโซว่าเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการผลิตมากยิ่งขึ้น
5. เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานแก่ผู้ควบคุมมากยิ่งขึ้นโดยออกแบบจอแสดงผลสัมผัสเพื่อช่วยในการควบคุม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีความสัมพันธ์แบบตรรกะ (Logic Function) เป็นทฤษฎีพื้นฐานทางลอจิก ที่นำมาใช้ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบคอนโทรล
2. ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกันซึ่งตามมาตรฐาน IEC 1131-3
3. ระบบระบบเลขฐานเป็นการนำตัวเลขมารวมกันเพื่อให้เกิดความหมายเป็นค่าที่ต้องอาศัยวิธีการกำหนดหลักของตัวเลขซึ่งเรียกว่า Positional Notation ค่าหลักประจำตำแหน่งหาได้จากค่าของเลขจำนวนนั้น (Absolute Value) คูณกับค่าประจำหลักเลขฐานที่ยกกำลังตามหลักที่ปรากฏ

4. ระบบสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) เป็นระบบสื่อสารที่ใช้สายสื่อสารมาตรฐานเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ที่เรียกกันว่าพอร์ตสื่อสาร RS232C (Port Comm.) โดยกำหนดให้ใช้มาตรฐาน RS232 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดย Electrical Industrial Association

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทนง ทองด้วง[9] ได้เสนอการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงโดยการวางโปรแกรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรหยุดในระหว่างการผลิต รวมทั้งการจัดทำแผนภาพการวินิจฉัยเพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาสาเหตุของปัญหาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง เมื่อนำผลที่ได้หลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเทียบกับผลก่อนปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงพบว่าในระยะเวลาที่เท่ากัน ค่าใช้จ่ายและเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรทั้งสองลดลง
2. สุธรรมศิวาวุธ[10] ศึกษาพบว่าสาเหตุต่างๆของปัญหาเวลาสูญเสียในการผลิตนั้นมีจากหลายสาเหตุแต่สาเหตุที่ทำให้เวลาสูญเสียมากที่สุดคือเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรจึงได้ทำการศึกษาระบบการปรับตั้งเครื่องจักรโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือการปรับตั้งเครื่องจักรเบื้องต้น การตรวจสอบและการปรับแก้จนได้เสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆทางการบริหารจัดการและสถิติเพื่อใช้ในการแก้ไขปรับปรุงผลจากการทำโครงการวิจัยอุตสาหกรรมในครั้งนี้พบว่าหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอไว้ทำให้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลง
3. รัชมงคล และคณะ [11] ได้วิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรโดยการจำลองด้วยโปรแกรม Automation Studio 5.6 และนำไปวิเคราะห์และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อหาตัวอินพุต เอาต์พุตของระบบ PLC เพื่อนำแลตเตอร์ไดอะแกรมที่ได้ไปจำลองการทำงานของระบบ PLC เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้
4. พรเพชรและคณะ [12] ได้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรล ให้สามารถเขียนได้สะดวก รวดเร็ว และง่ายขึ้น ด้วยการออกแบบระบบจัดการข้อตกลงในการติดต่อสื่อสาร (Protocol) และออกแบบหน้าต่างปฏิบัติการเพื่อสร้างเงื่อนไขในแบบแลตเตอร์และบูลีน

อย่างไรก็ตามสามารถนำงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น มาเป็นแนวทางในการศึกษาออกแบบระบบ

ควบคุมเครื่องจักรที่ควบคุมด้วย PLC และสามารถติดต่อสื่อสารผ่าน RS-232 กับจอแสดงผลแบบสัมผัสได้

3. หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก

เครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า แบ่งออกเป็น 6 เครื่องย่อย คือ

1. เครื่องป้อน (Feeder) เป็นเครื่องแรก ทำหน้าที่รับกระดาษ จัดการให้แผ่นกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องที่ละแผ่น และควบคุมกระดาษลูกฟูกให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการก่อนเข้าเครื่องพิมพ์อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องนี้ คือ ตัวกันข้างซ้าย-ขวาตัวกันกระดาษหลัง ตัวตบกระดาษลดกระดาษเป็นต้น
2. เครื่องพิมพ์สี 1-3 (Color 1-3) ทำหน้าที่พิมพ์สีจากแม่พิมพ์ให้ติดกับแผ่นกระดาษลูกฟูกตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่องสามารถใช้ได้สีเดียว ถ้ากล่องใช้สีในการพิมพ์ 3 สี ต้องใช้เครื่องพิมพ์สี 3 เครื่อง อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องนี้ คือ ตัวตั้งน้ำหนักการกดแม่พิมพ์ตัวตั้งตำแหน่งแม่พิมพ์ เป็นต้น
3. เครื่องตัดช่อง (Rotary) ทำหน้าที่ตัดช่องบนแผ่นกระดาษลูกฟูก ตามแม่แบบที่ได้ติดตั้งไว้ อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องนี้คือ ตัวตั้งตำแหน่งการตัดช่อง เป็นต้น
4. เครื่องพับรอยและตัดขอบ (Slotter) ทำหน้าที่สร้างรอยพับ ตัดฝาและก้นของกล่องกระดาษลูกฟูก อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องนี้ คือ ตัวตั้งระยะการพับรอยและตัดขอบ ตัวตั้งน้ำหนักการตัด เป็นต้น

เครื่องตัดช่อง และเครื่องพับรอยและตัดขอบสามารถใช้งานพร้อมกันหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์

4. วิธีการและอุปกรณ์

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบการควบคุมเครื่องพิมพ์กระดาษลูกฟูก ไอโซว่า ซึ่งงานวิจัยศึกษาหาลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละเครื่องย่อย และหาความสัมพันธ์อินพุต เอาท์พุตที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ โดยการจำลองเครื่องพิมพ์ด้วยโปรแกรม SolidWorks จากการศึกษาหลักการทำงานของกล่องกระดาษลูกฟูกจะนำไปเขียนเป็นโปรแกรมควบคุม โดยการนำระบบควบคุมโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) รุ่นใหม่ ใช้แทนระบบรุ่นเก่า เพื่อให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น มีความรวดเร็ว สะดวกสบายในการใช้งาน มีระบบป้องกันความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ ออกแบบโปรแกรมควบคุมด้วย

โปรแกรม GX-Work2 และออกแบบจอแสดงผลสัมผัสด้วยโปรแกรม KincoHMIware เพื่อช่วยในการควบคุมแสดงผล และตรวจสอบความผิดพลาดของเครื่องจักร

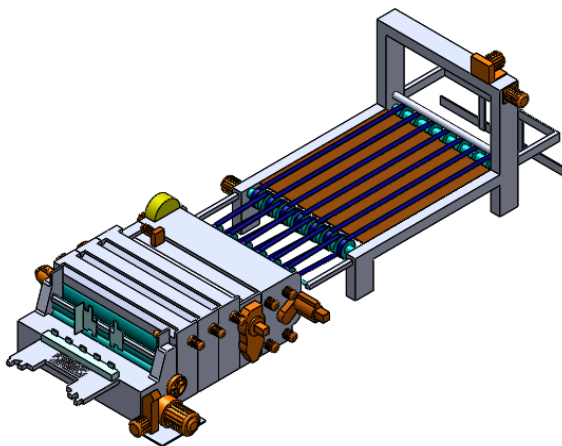
4.1 อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ :CPU i7 ,RAM 8 GB
2. โปรแกรม SolidWorks
3. โปรแกรม GX-Work2
4. โปรแกรมออกแบบจอแสดงผลแบบสัมผัส KincoHMIware
5. เครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า
6. PLC Mitsubishi Electric รุ่น Q00JCPU
7. จอแสดงผลแบบสัมผัส EView รุ่น ET070

4.2 วิธีการ

1. แบบจำลองเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า

สร้างแบบจำลองเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า โดยใช้โปรแกรม SolidWorks ซึ่งมีความกว้าง 3,400 mm ความยาว 5,540 mm ความสูง 1,700 mm ประกอบด้วย เครื่องป้อน เครื่องพิมพ์สี 1 เครื่องพิมพ์สี 2 เครื่องพิมพ์สี 3 เครื่องตัดช่อง เครื่องพับรอยและตัดขอบ จากนั้นทำการกำหนดจุดที่อยู่ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์ วาล์วโซลินอยด์ ลิมิทสวิตช์ โปรโตอิเล็กทรอนิกส์



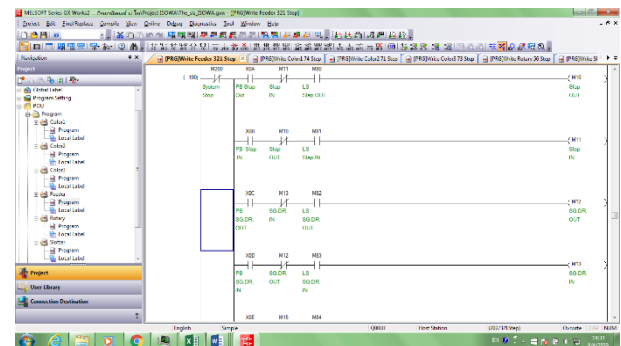
รูปที่ 4.1 แสดงแบบจำลองเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า

2. ศึกษาขั้นตอนการทำงาน ความสัมพันธ์ของอินพุต เอาท์พุต

ทำการศึกษาหาลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละเครื่องย่อย และหาความสัมพันธ์อินพุต เอาท์พุตที่สามารถทำให้เครื่องจักรทำงานได้และทำการเขียน LogicDiagram, Electric Diagram, Input-Output Diagram เพื่อใช้ในการอ้างอิงในการซ่อมบำรุง

3. เขียนลำดับขั้นตอนการทำงานและกลไกในการควบคุม

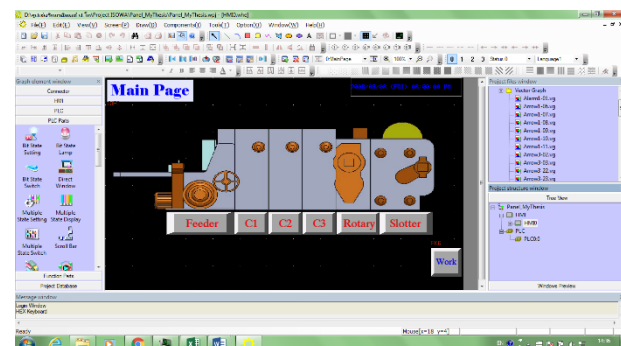
ทำการเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละเครื่องย่อย ออกแบบระบบควบคุมให้อยู่ในรูปแบบของแลตเตอร์ไดอะแกรม และนำมาเขียนลงในโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) โดยใช้ PLC Mitsubishi Electric รุ่น Q00JCPU ด้วยโปรแกรม GX-Work2



รูปที่ 4.2 แสดงการออกแบบโปรแกรมแลตเตอร์ด้วยโปรแกรม GX-Work2

4. ออกแบบหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส

ออกแบบหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสให้มีความสัมพันธ์กับแลตเตอร์ไดอะแกรม โดยใช้จอแสดงผลแบบสัมผัส EView รุ่น ET070 ด้วยโปรแกรมออกแบบจอแสดงผลแบบสัมผัส KincoHMIware



รูปที่ 4.3 แสดงการออกแบบหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสด้วยโปรแกรมออกแบบจอแสดงผลแบบสัมผัส KincoHMIware

5. เดินวงจรไฟฟ้าและออกแบบแผงปุ่มควบคุม

เดินวงจรไฟฟ้าในตู้คอนโทรล ออกแบบแผงปุ่มกดที่ใช้ในการควบคุมต่างๆ และติดตั้งเข้ากับเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ไอโซว่า

6. ทดสอบการทำงาน

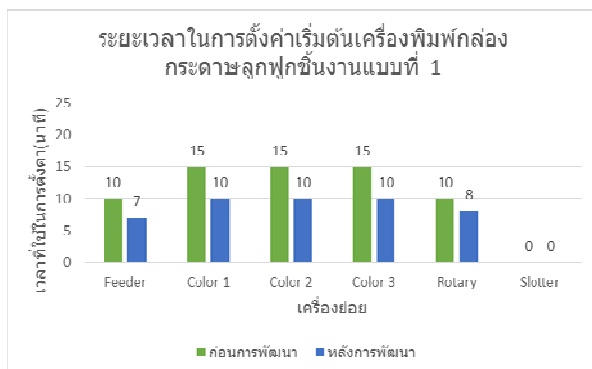
ทดสอบการทำงานของเครื่องจักรและปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบควบคุมและให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามที่โรงงานกำหนด

5. การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบระยะเวลาการตั้งค่าในการเริ่มต้นการทำงาน

ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตั้งค่าในการเริ่มต้นการทำงานของเครื่องพิมพ์กล่องกระดาษลูกฟูก ก่อนการพัฒนา หลังการพัฒนาและคำนวณเวลาการตั้งค่าที่ลดลง โดยการแบ่งตามการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของแบบงานภายในโรงงานได้ 3 แบบ

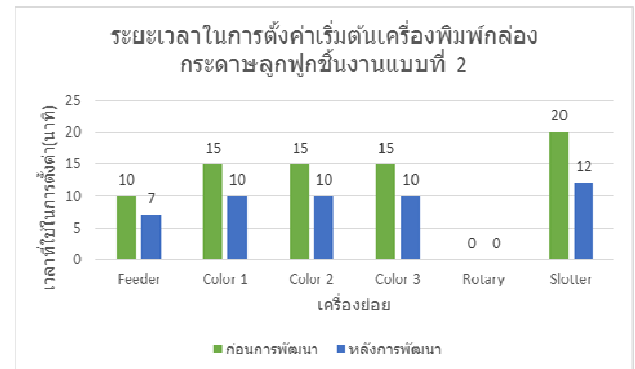
1. ชิ้นงานแบบที่ 1 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดช่อง ไม่พับรอยและตัดขอบ)



รูปที่ 5.1 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาของชิ้นงานแบบที่ 1

ผลการเปรียบเทียบการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของชิ้นงานแบบที่ 1 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดช่อง ไม่พับรอยและตัดขอบ) มีระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานรวมทั้งหมด 65 นาที เหลือ 45 นาที ลดลงทั้งหมด 20 นาที

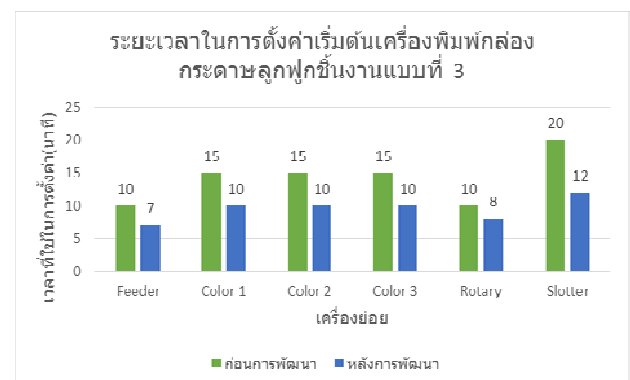
2. ชิ้นงานแบบที่ 2 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดขอบ และพับรอย ไม่ตัดแบบตัดช่อง)



รูปที่ 5.2 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาของชิ้นงานแบบที่ 2

ผลการเปรียบเทียบการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของชิ้นงานแบบที่ 2 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดขอบและพับรอย ไม่ตัดแบบตัดช่อง) มีระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานรวมทั้งหมด 75 นาที เหลือ 49 นาที ลดลงทั้งหมด 26 นาที

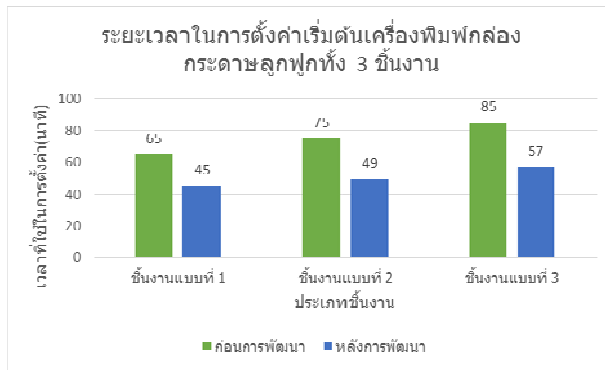
3. ชิ้นงานแบบที่ 3 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดช่อง ตัดขอบและพับรอย)



รูปที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาของชิ้นงานแบบที่ 3

ผลการเปรียบเทียบการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของชิ้นงานแบบที่ 3 (ชิ้นงานมี 3 สี ใช้การตัดแบบตัดช่อง ตัดขอบและพับรอย) มีระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานรวมทั้งหมด 85 นาที เหลือ 57 นาที ลดลงทั้งหมด 28 นาที

4. เปรียบเทียบชิ้นงานทั้ง 3 แบบ

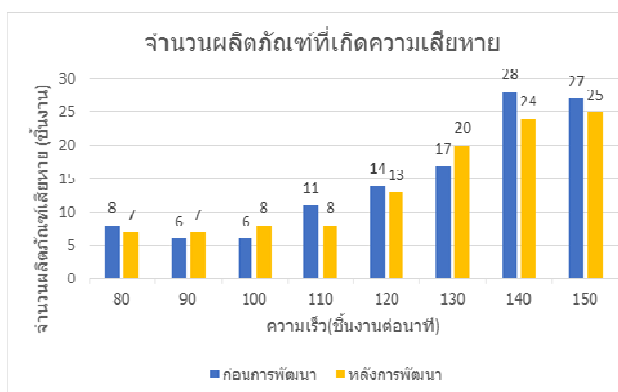


รูปที่ 5.4 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาของชิ้นงานทั้ง 3 แบบ

ผลการเปรียบเทียบการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของชิ้นงานทั้ง 3 แบบ จะได้เวลาที่ลดลงเฉลี่ย 25 นาที ซึ่งได้เวลาที่ลดลงคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประมาณ 33.33 เปอร์เซ็นต์

5.2 การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบการเสียหายของผลิตภัณฑ์

ทำการเปรียบเทียบจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียหายระหว่างก่อนการพัฒนาหลังการพัฒนาและคำนวณผลิตภัณฑ์ที่เสียหายลดลงวิเคราะห์ปัญหา ที่มาของการเสียหายของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 5.4 แสดงผลการเปรียบเทียบชิ้นงานที่เกิดความเสียหายระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาจากชิ้นงานทั้งหมด 1,000 ชิ้นงาน

ผลการเปรียบเทียบจำนวนการเสียหายของผลิตภัณฑ์จากชิ้นงานทั้งหมด 1,000 ชิ้นงาน มีค่าการเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยการเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาเครื่องพิมพ์ฟลักซ์กระดาษลูกฟูกสามารถลดเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานได้เฉลี่ย 25 นาที ซึ่งเวลานี้สามารถไปเพิ่มเวลาในการผลิตได้ โดยใช้ความเร็วมาตรฐานในการผลิต 100 ชิ้นงานต่อนาที จะทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นได้ทั้งหมด 2,500 ชิ้นงานต่อการตั้งค่าการเริ่มต้นการทำงาน 1 ครั้ง และการพัฒนาระบบควบคุมไม่มีผลกระทบกับจำนวนการเสียหายของผลิตภัณฑ์อีกทั้งสามารถลดการหยุดทำงานของเครื่องจักรจากความผิดพลาดของระบบควบคุมและลดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องได้ดียิ่งขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานควรเพิ่มหรือติดตั้ง เซอร์โว มอเตอร์ (Servo Motor) หรือ สเต็ปเปอร์ มอเตอร์ (Stepper Motor) แทนการใช้มอเตอร์ธรรมดาจะสามารถทำงานได้แบบกึ่งอัตโนมัติ (Half Automatic) ช่วยลดเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานได้
2. ความคลาดเคลื่อนของเวลาเกิดจากความชำนาญในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของแต่ละบุคคล ถ้ามีความชำนาญมากจะสามารถลดเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานได้มากขึ้น
3. ซ่อมแซมชิ้นส่วนอุปกรณ์ด้านแม่คานิกส์เพิ่มเติมเนื่องจากการใช้งานเป็นเวลานานทำให้เกิดการสึกหรอ

7. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทุกท่านสำหรับการแนะนำและให้ความรู้ในสาขาวิชาการควบคุมระบบคอนโทรลต่างๆ ให้คำปรึกษาทั้งด้านทฤษฎีและการใช้โปรแกรมการควบคุมการคอนโทรลต่างๆ ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณบริษัทวี.เอส.เอส. อินดัสเตรียล จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์การทำวิจัย รวมทั้งทุนวิจัยและรถยนต์เพื่อใช้ในการโดยสารในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกล่าวขอบพระคุณแต่คุณพ่อคุณแม่ พี่ๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจ

ชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประเทศไทย, 2543.

8. เอกสารอ้างอิง

[1]<http://www.star-circuit.com/article/PLC1.html>.
STAR CIRCUIT LIMITED PARTNERSHIP.

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักการเขียนโปรแกรม.**
ดร.ศรีไพโร ศักดิ์รุ่งไพศาลกุล และคณะ. เทคโนโลยี
สารสนเทศ ม.6.

[3] **การใช้งาน PLC ระดับ 1.** บริษัท ออมรอน
อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด พ.ศ.2552.

[4] **การพัฒนาโปรแกรม LabVIEW ในระบบอัตโนมัติขั้น**
ในอุตสาหกรรม. อ.เสนีย์ ตั้งสถิตย์ ภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ.2548.

[5] **ระบบ PLC (Programmable Logic Controller)**
ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-
ญี่ปุ่น). พ.ศ.2543.

[6] **ระบบควบคุม.** สุชาติ จันทร์จรมานิตย์ สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พ.ศ.2555

[7] **เรียนรู้ PLC ขั้นกลางด้วยตนเอง.** รศ.ธีรศิลป์ ทุม
วิภาต และสุภาพร จำปาทอง

[8] http://automation999.blogspot.com/2013/12/plc_17.html

[9] ทนง ทองด้วง **การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงใน**
โรงงานผลิตถุงมือยาง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (การ
จัดการงานวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2544.

[10] สุธรรมศิริ วาไร การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรใน
สายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วิศวกรรมศาสตร์
(วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี.

[11] นายรัชมณกุลชัย พัฒนาสกุล และ อ.ดร.จักรพันธ์
อร่ามพงษ์พันธ์ **การจำลองการทำงานของเครื่องชั่ง**
ส่งกะสีด้วยระบบ PLC โดยใช้โปรแกรม Automation
Studio. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[12] พรเพชร กิจสิริสินชัย และคณะ **โปรแกรมสนับสนุน**
การเขียนโปรแกรมควบคุม PLC. ปริญญาานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม