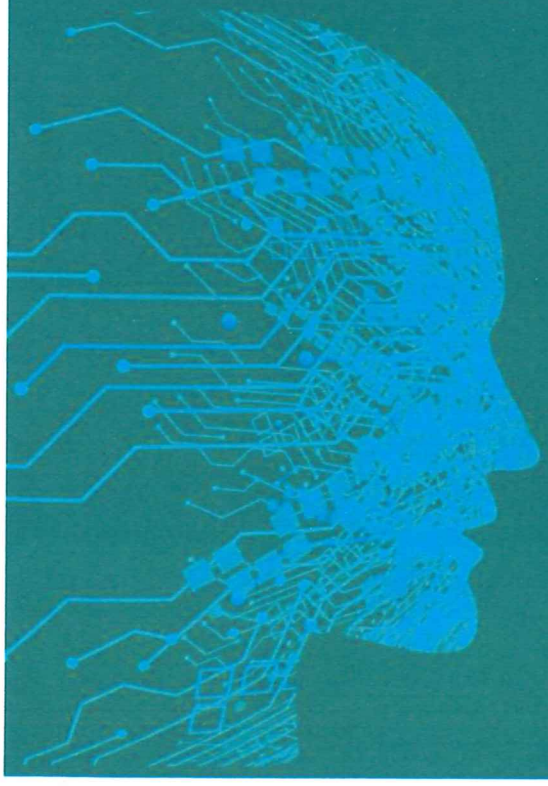
# 2nd National Conference of Innovative Technology and Vocational Education & Training T-VET

# รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเทคโนโลยีนวัตกรรม และอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่2

IVEN.3
Institute of Vocational Education
Northern Region 3

## "การพัฒนาเทคโนโลยี ด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ การจัดการเรียนการสอน และการบริหารด้านอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ด้านอาชีวศึกษาอย่างยั่งยืน"



**การประชุมวิชาการฯ**
วันที่ 24 - 25 มีนาคม 2566
ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ วิทยาลัยพณิชยการบึงพระ

**สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3**
410 หมู่ 1 ตำบึงบึงพระ อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก 65000 055-337611

AP005

# การสร้างและหาประสิทธิภาพแขนผลักอัตโนมัติ

# CREATING AND DETERMINING THE EFFICACY OF AN AUTOMATIC PUSH REJECTOR

นายวรวิทย์ ศรีจันทร์ , นายพิสุทธิศักดิ์ กล่อมนาค , นางสาวศิวาพร สะอาดลออ
Mr. Woravit Srijan , Mr. Pisuttisak Klomnak , Miss siwaporn sa-ard-ra-or

**บทคัดย่อ**

คณะผู้ศึกษาได้ทำการศึกษา ชุดแขนผลักอัตโนมัติ ซึ่งเป็นแนวคิดจากการศึกษาต่อยอดของเครื่องเอกซเรย์สินค้าที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะที่ปะปนในสินค้า ในการส่งมาตามสายพานลำเรียงมาทำการศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ เพื่อต่อยอดและหาคุณภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติ และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานร่วมระหว่างเครื่องเอกซเรย์และชุดแขนผลักอัตโนมัติ ซึ่งประชากร แหล่งผู้ให้ข้อมูลครั้งนี้ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถในด้านระบบนิวเมตริก และไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 3 ท่าน ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย การออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ และแบบประเมินชุดแขนผลักอัตโนมัติ สถิติในการใช้ในการศึกษา ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการประเมินคุณภาพของการทำงานของชุดแขนผลักอัตโนมัติ โดยการประเมินจากการตั้งค่าทามเมอร์กับเกจปรับแรงดันลมที่ช่วยให้การทำงานเป็นไปได้ดีที่สุดอยู่ที่ตั้งทามเมอร์ที่ 0.25 ms และตั้งเกจปรับแรงดันลมเป็น 0.7 bar และมีผลการทดสอบทางด้านประสิทธิภาพในการ ตรวจจับโลหะ หรือเหล็ก สามารถตรวจจับและสามารถผลักชิ้นงานที่มีโลหะ หรือเหล็กได้ถึงร้อยละ 96 % ของการผลักสินค้า 100 ครั้งถือว่าการทำงานมีประสิทธิภาพมาก

**คำสำคัญ** : ระบบควบคุม, ชุดแขนผลักอัตโนมัติ , การตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์
Nakhonsawan Technical College
*Corresponding Author, E-mail: woravit56@gmail.com , Pisuttisak.k@ovec.moe.go.th , siwaporn.iven4@gmail.com

Abstract

The researcher studied an automatic push rejector, which was inspired by further research of the X-ray detector, which detected metal objects mixed in the goods sent along the conveyor belt. The purposes of this study were to design and build an automatic push rejector for further development, as well as to determine the efficiency of the performance between the x-ray machine and the automatic push rejector. The population of this informant was 3 pneumatic and electrical-electronic system experts. The research instruments used in this study were the design and construction of an automatic push rejector and the evaluation form for an automatic push rejector. The statistics in the study were descriptive statistics included mean and standard deviation. To determine the efficiency of the performance of the automatic push rejector by setting a timer with an air regulator for the best performance was the timer set at 0.25 ms. and set the air regulator to 0.7 bar and the effectiveness in detecting metal or iron was tested, which was able to detect and push workpieces containing metal or iron up to 96% of the time when pushing products 100 times, which is considered very efficient work.

**Keywords:** Control System, Push Rejector, Metal Detector

**บทนำ**

ปัญหาสำหรับเครื่องเอกซเรย์ไฮเทค จะเป็นปัญหาเรื่องการทำงานของอุปกรณ์ และการจัดวางอุปกรณ์ที่ไม่เข้าที่ ซึ่งการทำงานของเครื่องเอกซเรย์ที่ไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ ซึ่งเครื่องเอกซเรย์รุ่นเก่าจะเป็นการทำงานที่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมเครื่อง หรืออยู่ประจำเครื่องเพราะในขณะทำงานเวลาเครื่องเอกซเรย์รุ่นเก่าตรวจพบ หรือเจอสิ่งเจือปน เช่น โลหะ หรือเหล็ก เครื่องจะหยุดการทำงานของสายพานทันที และจะมีเสียงเตือนจากเครื่องเอกซเรย์รุ่นเก่า ซึ่งจะต้องให้คนประจำเครื่องนำสินค้าออกจากสายพานแล้วกดเริ่มต้นการทำงานของเครื่องใหม่อีกครั้ง ซึ่งทำให้เสียเวลามากในการนำสินค้าออก จากนั้นต้องกดเริ่มการทำงานใหม่ ทั้งนี้จึงเกิดแนวคิดที่จะต่อยอดการทำงานของเครื่องเอกซเรย์ โดยการเพิ่มแขนผลักอัตโนมัติเข้าไปแทนการหยิบสินค้าจากเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมเครื่อง โดยการทำงานของแขนผลักอัตโนมัติจะทำงานเมื่อเครื่องเอกซเรย์ตรวจพบสิ่งเจือปนประเภทโลหะ หรือเหล็ก และการปรับค่าความเร็วของสายพานจะเป็นการควบคุมสั่งงานโดยอินเวอร์เตอร์ ส่วนการทำงานของแขนผลักจะถูกควบคุมโดยวงจรตั้งเวลา เพราะตัวตั้งเวลานั้นจะเป็นตัวสั่งงานแขนผลักอัตโนมัติ เช่น ความเร็วในการผลักของแขนผลักอัตโนมัติได้

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ

1.2 เพื่อหาคุณภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติ

1.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติ

**แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การศึกษาเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพแขนผลักอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพแขนผลักอัตโนมัติ ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมเอกสาร ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง ดังนี้

2.1 ระบบควบคุมชุดแขนกลอัตโนมัติ

2.2 ระบบนิวเมติกส์

2.3 ระบบสายพานลำเลียง

**2.1 ระบบควบคุมชุดแขนผลักอัตโนมัติ**

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ ( Converter Circuit ) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นไซน์ แต่เอาท์พุตของInverterจะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3-phase Induction motor

ทรามเมอร์รีเลย์ (Timer Relay) เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟเข้าไปสู่ Timer Relay ก็จะทำให้ สัญญาณไฟ (ON) ติด แสดงว่าแผงอิเล็กทรอนิกส์กำลังทำการควบคุมให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด เมื่อถึงเวลาตามที่ได้ตั้งไว้ สัญญาณไฟ (UP) จะติด แสดงว่า Timer Relay ได้เริ่มทำงาน เมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัสที่ปิดก็จะเปิด หน้าสัมผัสที่เปิดก็จะปิด และเมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟ ก็จะกลับไปสู่สภาพเดิม จึงสามารถเริ่มทำการตั้งเวลาใหม่ได้อีกครั้ง

โซลินอยด์วาวล์ (Solenoid Valve) คือ วาล์วที่ทำงานด้วยไฟฟ้ามันมีทั้งชนิด 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ในบทความนี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะวาล์วชนิด 2/2 ซึ่งใช้ควบคุมการ เปิดปิด ของเหลว และ ก๊าซเท่านั้น ส่วนวาล์วชนิด 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับระบบนิวเมติกส์ และระบบไฮดรอลิกส์

**2.2 ระบบนิวเมติกส์**

ระบบนิวเมติกส์ คือหลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์ คือระบบที่ใช้การอัดอากาศเพื่อส่งไปตามท่อที่ประกอบร่วมกับเครื่องจักร ทำให้เกิดพลังงานกลในการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งหลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์สามารถนำประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายมาก ตั้งแต่ระบบกระบอกสูบลม ระบบมอเตอร์ ไปจนถึงสามารถทำงานร่วมกับเครื่องจักรขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีระบบการทำงานอัตโนมัติ ทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับเครื่องจักรที่มีความทันสมัยได้

อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์จะเป็นตัวทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัด ให้เป็นพลังงานกล และมีการทำงานในแนวเส้นตรงนั้น คือ กระบอกสูบจะประกอบไปด้วย ลูกสูบก้านสูบ ฝาครอบหัวท้าย บูชกานสูบ และสปริง กระบอกสูบที่ใช้กันมากในระบบนิวเมติกส์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ กระบอกสูบทำงานทางเดียว และกระบอกสูบทำงานสองทาง

**2.3 ระบบสายพานลำเลียง**

ระบบสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System) คือ อุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้สายพานเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญในการนำพาวัสดุซึ่งระบบสายพานลำเลียงนั้นจะทำหน้าที่ในการย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยโรงงานอุตสาหกรรมสายการผลิตส่วนมากจะต้องอาศัยระบบสายพานลำเลียงในขั้นตอนกระบวนการผลิต

ระบบสายพานลำเลียงสำหรับเครื่องตรวจโลหะ เป็นระบบสายพานลำเลียงที่ลำเลียงวัสดุเข้าเครื่องตรวจโลหะโดยมีระบบสายพานลำเลียง 2 แบบ คือ ระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก และสายพานลำเลียงแบบ PVC

**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ หาคุณภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติและทดสอบประสิทธิภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษา ดังนี้

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ

**3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง**

3.1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของระบบควบคุมชุดแขนผลักอัตโนมัติ คือผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านระบบนิวเมตริก หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี เป็นผู้ที่ทำงานในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดใกล้เคียง

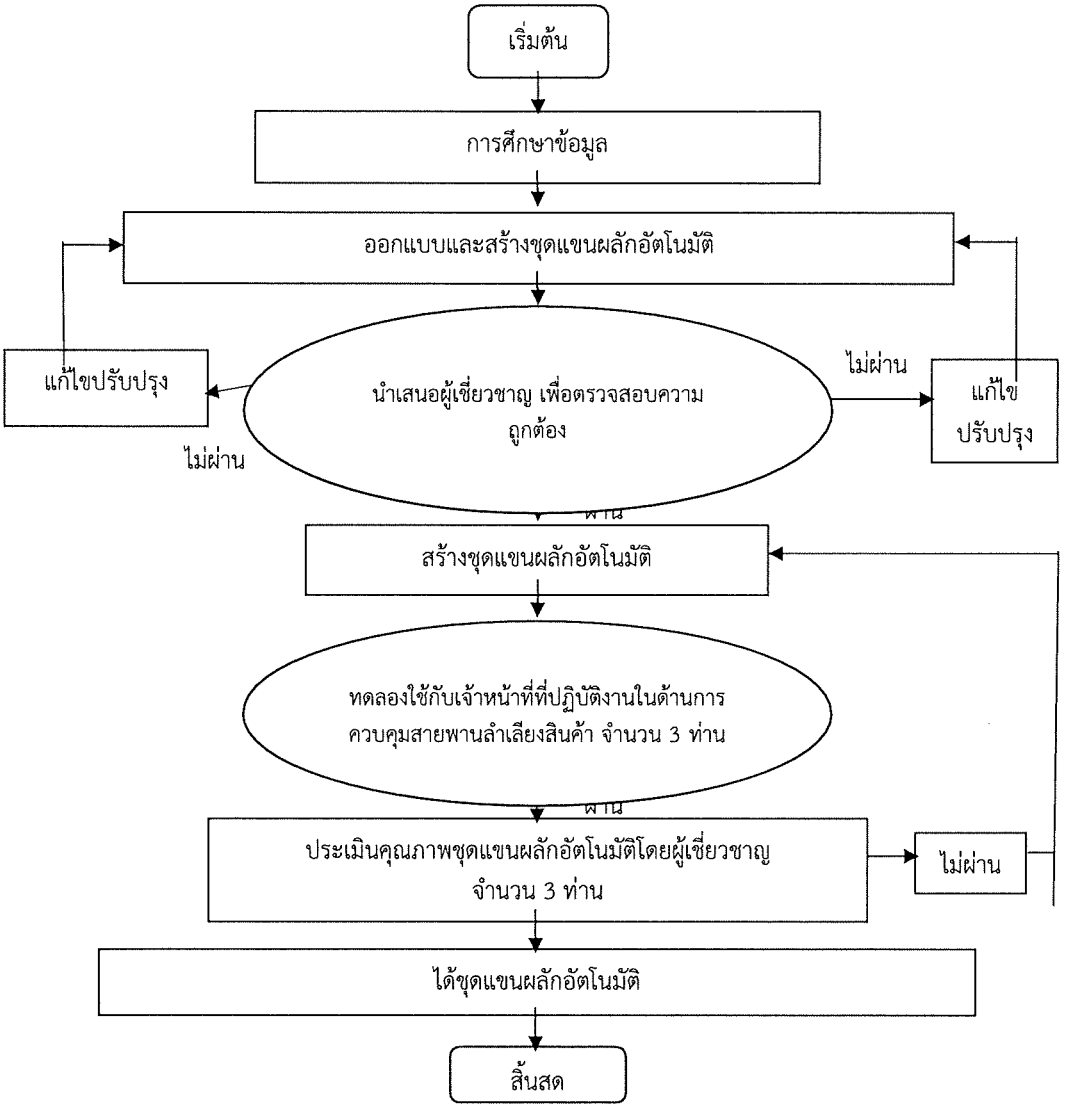
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีดังนี้

เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในด้านการควบคุมสายพานลำเลียงสินค้า จำนวน 3 ท่าน

**3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา**

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชุดแขนผลักอัตโนมัติ และแบบประเมินคุณภาพ ประสิทธิภาพของการออกแบบ และสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนวิธีการสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ โดยผู้ศึกษาได้ดำเนินการออกแบบและสร้างตามขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนการสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการออกแบบและสร้างตามขั้นตอน ดังนี้**




**ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ**

จากภาพที่ 3.1 ขั้นตอนแรกศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาปัจจุบัน เพื่อที่จะรวบรวมเป็นข้อมูลในการนำมาออกแบบชุดแขนผลักอัตโนมัติ แล้วนำมาเสนอ ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม จึงดำเนินการสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติจากนั้นนำไปทดลองการทำงานของชุดแขนผลักอัตโนมัติว่าสามารถทำงานได้ตามขอบเขตการศึกษาหรือไม่ เพื่อจะนำไปประเมินคุณภาพ และประเมินประสิทธิภาพ ตามแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญว่าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ได้กำหนดไว้ในสมมติฐานหรือไม่ ก่อนนำไปใช้งานจริงต่อไป

**3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

แบบประเมินคุณภาพลักษณะของแบบประเมินคุณภาพชุดแขนผลักอัตโนมัติ เป็นแบบมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| 5 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายถึง | ระดับคุณภาพดี |
| 3 | หมายถึง | ระดับคุณภาพพอใช้ |
| 2 | หมายถึง | ระดับคุณภาพควรปรับปรุง |
| 1 | หมายถึง | ระดับคุณภาพต้องปรับปรุง |

**3.4 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากแบบประเมิน โดยการประเมินความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน จากการทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเห็นที่มีต่อระบบควบคุมชุดแขนผลักอัตโนมัติ

**3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ**

การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอโดยผู้ทำการศึกษาจะสรุปข้อมูลเป็นตารางหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ในแต่ละข้อ และทำในภาพรวมโดยดำเนินการ ดังนี้

3.5.1 นำแบบประเมินที่ได้ไปประเมินค่าคะแนนเฉลี่ย โดยใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ ควรปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายความว่า อยู่ในเกณฑ์ ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้ โดยใช้วิธีการคำนวณทางสถิติ จากสูตร

สูตร $$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

3.5.2 นำแบบประเมินไปหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยการนำข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมิน โดยใช้วิธีการคำนวณทางสถิติจากสูตร

สูตร S.D. $$= \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

3.5.3 การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมิน

เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้อง เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

0 = ไม่แน่ใจ แบบประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

-1 = ไม่สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าแบบประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

3.5.4 การนำเสนอข้อมูล โดยข้อมูลมี 2 ส่วนในการนำเสนอคือ

1) ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ สถานที่ทำงานประสบการณ์ทำงาน คุณวุฒิ โดยนำเสนอในตารางการนำเสนอข้อมูล

2) ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยนำเสนอในตารางการนำเสนอข้อมูล

**ผลการวิจัย**

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่องการออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติโดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ เพื่อหาคุณภาพระยะเวลา และแรงดันลม ที่ทำให้ชุดแขนผลักอัตโนมัติทำงาน และเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ของชุดแขนผลักอัตโนมัติ ผู้ศึกษาได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

**4.1 การหาคุณภาพระยะเวลาทำงาน และแรงดันลม ที่ทำให้ชุดแขนผลักอัตโนมัติทำงาน**

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพการทำงานที่ดีที่สุดของชุดแขนผลักอัตโนมัติ

| ครั้งที่ | การตั้งทามเมอร์ | เกจปรับแรงดันลม | ผลการทดลอง |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.1 ms | 0.2 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 2 | 0.5 ms | 0.3 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 3 | 0.10 ms | 0.4 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 4 | 0.15 ms | 0.5 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 5 | 0.20 ms | 0.6 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 6 | 0.25 ms | 0.7 bar | สามารถผลักสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด |
| 7 | 0.30 ms | 0.8 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 8 | 0.35 ms | 0.9 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 9 | 0.40 ms | 1 bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |
| 10 | 0.45 ms | 1.1bar | ไม่สามารถผลักสินค้าได้ |

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ในการประเมินคุณภาพการทำงานของชุดแขนผลักอัตโนมัติโดยการประเมินจากการตั้งค่าทามเมอร์กับเกจปรับแรงดันลมเพื่อหาค่าที่มีคุณภาพต่อการทำงานของชุดแขนผลักอัตโนมัติมากที่สุด และช่วยให้การทำงานเป็นไปได้ดีที่สุดอยู่ที่การตั้งทามเมอร์ที่ 0.25 ms และตั้งเกจปรับแรงดันลมที่ 0.7 bar เพื่อประสิทธิภาพที่สูงสุดในการทำงาน

4.1.1 คณะผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลจากการประเมินคุณภาพเอกสารประกอบ แบ่งเป็น

4.1.1.1 ด้านการพิมพ์และการจัดรูปเล่น

4.1.1.2 ด้านเนื้อหา

4.1.1.3 ด้านประโยชน์ของเอกสารประกอบชุดสาธิตผลการวิเคราะห์ดีมาก

**4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้ชุดแขนผลักอัตโนมัติ**

ตารางที่ 4.2 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพการใช้ชุดแขนผลักอัตโนมัติประเมินประสิทธิภาพโดยการเพิ่มขนาดความหนาของชิ้นงานขึ้นครั้งละ 1 ซ.ม. จนถึง 25 ซ.ม. เพื่อตรวจหาการทำงานในความหนาที่แตกต่างกันเพื่อหาประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องและตรวจสอบการทำงานของชุดแขนผลักอัตโนมัติ

| ครั้งที่ | ขนาดความหนาของสินค้า | ผลการทดลอง |
|---|---|---|
| 1 | 1 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 2 | 2 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 3 | 3 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 4 | 4 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 5 | 5 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 6 | 6 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 7 | 7 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 8 | 8 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 9 | 9 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 10 | 10 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 11 | 11 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 12 | 12 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 13 | 13 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลัก |

| | | |
|---|---|---|
| | | ทำงาน |
| 14 | 14 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 15 | 15 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 16 | 16 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 17 | 17 ซ.ม. | สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักทำงาน |
| 18 | 18 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 19 | 19 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 20 | 20 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 21 | 21 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 22 | 22 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 23 | 23 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 24 | 24 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |
| 25 | 25 ซ.ม. | ไม่สามารถตรวจจหาโลหะเจอและแขนผลักไม่ทำงาน |

สรุปผลการทดลองตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาความหนาที่เครื่องจะไม่สามารถสแกนเพื่อตรวจหาสิ่งเจือปน เช่นโลหะหรือเหล็ก เป็นต้น การทดลองโดยการเพิ่มขนาดขึ้นไปครั้งละ 1 ซ.ม.ไปจนถึง 17 ซ.ม. เครื่องสามารถตรวจหาโลหะพบซึ่งแขนผลักทำงานปกติ และที่ความหนาตั้งแต่ 18
ซ.ม. ไปจนถึง 25 ซ.ม. ไม่สามารถตรวจหาโลหะพบ ฉะนั้นแขนผลักจึงไม่ทำงาน ซึ่งความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมจะอยู่ที่ 1 ซ.ม. ถึง 17 ซ.ม. จึงเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานของเครื่อง

**การอภิปรายผลการวิจัย**

การอภิปรายผลการศึกษา เรื่องการออกแบบและสร้างชุดแขนผลักอัตโนมัติ สามารถแบ่งประเด็นการอภิปรายผลการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ด้านคุณภาพ และด้านประสิทธิภาพ สำหรับรายละเอียดปรากฏดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทั้ง 2 ด้าน เฉลี่ยรวม อยู่ในระดับดี โดยจำแนกเป็นรายข้อ ได้ ดังนี้ ด้านคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก ผลการศึกษาพบว่า ด้านคุณภาพของชุดแขนผลักอัตโนมัติมี

ความทนทาน ไม่เกิดปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรได้ง่ายซึ่งมีสาเหตุมาจากน้ำเข้าไปในชุดควบคุมหลักได้ จึงมีการป้องกันโดยใช้ตู้คอลโทรลเป็นสแตนเลทเพื่อทนต่อการกัดกร่อนของสนิมและมีการใส่ขอบยางไปที่ฝาปิดตู้คอลโทรลเพื่อกันไม่ให้น้ำเข้าไปทำให้ไฟลัดวงจรได้ และมีคุณภาพที่ดีมาก ส่วนเรื่อง ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเลเซอร์ตรวจจับโลหะ หรือเหล็กสามารถตรวจจับได้อย่างมีประสิทธิภาพและแขนผลักอัตโนมัติสามารถผลักชิ้นงานที่มีโลหะ หรือเหล็กได้ถึงร้อยละ 96 % ของการผลักสินค้า 100 ครั้งถือว่าการทำงานมีประสิทธิภาพมาก

**ข้อเสนอแนะจากการวิจัย**

5.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

5.1.1 เพิ่มชุดสายพานด้านหน้าเครื่อง

5.1.2 เพิ่มเติมชุดสายพานฝั่งตรงข้ามกับชุดแขนผลัก

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาปัญหา อุปสรรค โอกาส ของการสร้างและออกแบบเกี่ยวกับ การออกแบบและสร้างระบบชุดแขนผลักอัตโนมัติ เพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนางานศึกษา ต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**


ชวลิต หินแสง, ขัติพงษ์ จิโนสุวัตร์ และธีระยุทธ ขอดแก้ว, **เครื่องสกีนผิวโค้งด้วยระบบลมอัดอากาศ** (2556).

อานนท์ นิยมผล, **การสร้างโปรแกรมคำนวณหากระแสลัดวงจรในระบบไฟฟ้าสำหรับใช้เพื่อการศึกษา** (2558).

รุ่งโรจน์ แก้วศรีงาน และจันทิมา หิรัญอ่อน, **การพัฒนาเครื่องต้นแบบการตัดกล้วยแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยระบบนิวเมติกส์** (2559).

สิทธิโชค ผูกพันธุ์ และนพรัตน์ สีหะวงษ์, **ระบบนิวเมติกส์เพื่อเป็นเครื่องต้นแบบประยุกต์พัฒนาเทคโนโลยีการผลิต** (2552).

บุญชู เกตุยงค์, **เครื่องยนต์ลมอัดใช้ลมทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม** (2557).