

## ชุดสาธิตกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดใส่กระป๋อง

นายจรเพชร เลื่อนนักรบ  
นายพลากร อนุวารีพงษ์  
นายสุรพงษ์ น้อยสอาด

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง ชุดสาธิตการบรรจุอาหารเม็ดใส่กระป๋อง เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดสาธิตบรรจุอาหารเม็ด ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระบบอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติ และสามารถประยุกต์การใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้ ชุดสาธิตนี้ประกอบไปด้วยส่วนควบคุมออกแบบโดยใช้พีแอลซีรับค่าจากส่วนอินพุตซึ่งใช้ชุดตรวจจับด้วยแสงและโพลลเซลล์ แล้วทำการส่งไปยังส่วนเอาต์พุตที่เป็นสายพานลำเลียงและชุดจ่ายอาหารเม็ด ซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นชุดขับเคลื่อนจำนวน 2 ตัว ระบบจะเริ่มทำงานเมื่อกระป๋องถูกลำเลียงไปบนสายพานลำเลียง โดยมีชุดตรวจจับด้วยแสงทำการตรวจจับกระป๋อง แล้วชุดจ่ายอาหารเม็ดจะปล่อยอาหารเม็ดลงมา จนได้ค่าน้ำหนักที่ต้องการตามการตั้งค่าของโพลลเซลล์ จากนั้นกระป๋องก็จะถูกเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งสุดท้าย จากการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานและค่าความแม่นยำของเครื่องทำการทดลองทั้งหมดรวม 20 ครั้ง ผลปรากฏว่า ชุดสาธิตมีประสิทธิภาพการทำงานเป็น 100 % และค่าความแม่นยำ เป็น 85 % ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น มีสาเหตุมาจาก โพลลเซลล์ที่ใช้ในชุดสาธิตนี้ มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ

### 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีต่างๆทางด้านอุตสาหกรรม ได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแข่งขันกับบริษัทได้ดียิ่งขึ้น โดยกลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยให้ผู้ประกอบการแข่งขันได้ในตลาดโลก คือ อาศัยความสามารถเชิงเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุน โดยเฉพาะด้านการออกแบบการผลิตขั้นต้นของกระบวนการผลิต ซึ่งในปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมมากในโรงงานอุตสาหกรรม และยังสามารถลดจำนวนแรงงานของคนลงได้มาก ลดอัตราการเสียชีวิตในงานที่มีอันตรายสูง อย่างไรก็ตามพบว่าที่ผ่านมายังมิได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร แต่ส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่มีราคาแพง และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง ทำให้ต้นทุนการผลิต

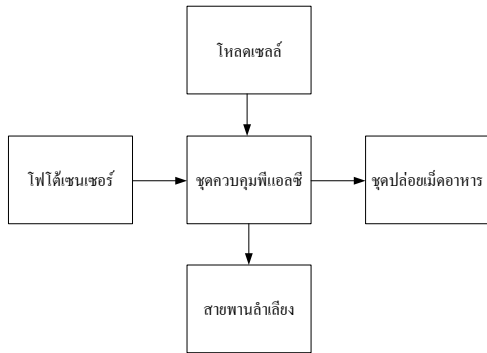
สูงตามไปด้วย ดังนั้นการคิดเทคโนโลยีขึ้นมาใช้เองจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้จัดทำวิจัยเรื่อง ชุดสาธิตกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดใส่กระป๋อง โดยชุดสาธิตนี้จะเป็นต้นแบบในการแสดงขั้นตอนของกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดใส่กระป๋อง โดยใช้ระบบ พีแอลซี และควบคุมการบรรจุด้วยน้ำหนักโดยใช้โพลลเซลล์

### 2 การออกแบบชุดสาธิต

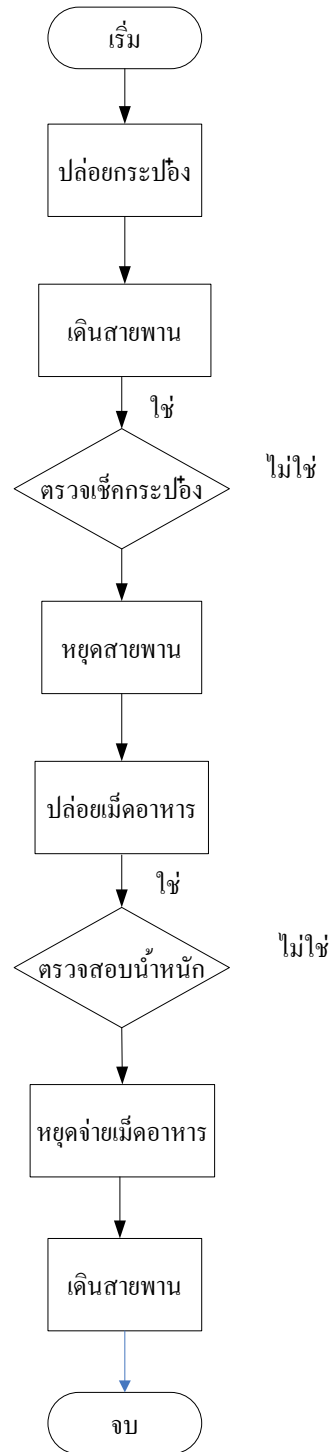
เมื่อทำการป้อนกระป๋องใส่อาหาร สายพานจะเลื่อนไป ตำแหน่งที่เซ็นเซอร์ตรวจจับ จากนั้นจะทำการหยุดสายพาน และเม็ดถูกบรรจุลงไปยัง

ในกระป๋อง เมื่อเมล็ดคอกอาหารลงในกระป๋องจะมี โหลดเซลล์ (Load cell) เป็นตัวทำการวัดน้ำหนักของอาหารที่บรรจุลงไป ในกระป๋อง และจะแสดงค่าน้ำหนักออกมายังตัวอ่านค่าน้ำหนัก โหลดเซลล์ อินดิเคเตอร์ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังพีแอลซี เพื่อประมวลผลการทำงาน

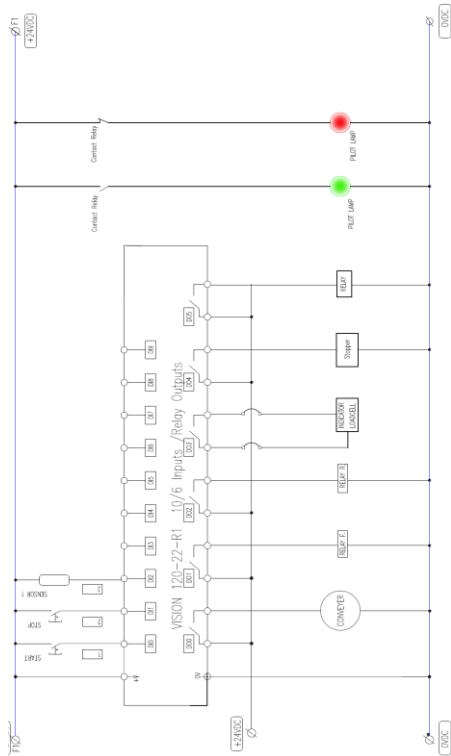


รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดสาริต

จากรูปที่ 2.1 เมื่อทำการสตาร์ทจากนั้น จะทำการหน่วงเวลา แล้วทำการปล่อยกระป๋องลงมายังสายพาน จากนั้นสายพานจะทำการหมุนและทำการตรวจสอบเงื่อนไข โดยมีเซนเซอร์ตรวจสอบว่ามีหรือไม่ ถ้ามีจะทำการหน่วงเวลาและหยุดสายพาน แต่ถ้าไม่มี (False) สายพานจะทำการหมุนต่อไป ถ้ามี (True) การตรวจพบว่ามีวัตถุจะทำการหยุดสายพาน กระป๋องจะต้องกับช่องปล่อยเมล็ดอาหาร เมื่อทำการปล่อยเมล็ดอาหาร จะมีการตรวจเช็คเงื่อนไข ถ้า น้ำหนักยังไม่ถึง (Not Equal) ค่าที่ตั้งไว้ จะทำการปล่อยเมล็ดต่อไป แต่ถ้า น้ำหนักถึงค่าที่ตั้งไว้ (Greater Equal) จะสั่งให้ปิดการปล่อย และหน่วงเวลาให้สายพานเดินต่อ



รูปที่ 2.2 โพลัวชาร์ตการทำงาน



รูปที่ 2.3 วงจรไฟฟ้าการทำงานของระบบควบคุม

**2.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์**

จากรูปที่ 2.3 เป็นวงจรถูกควบคุมการทำงานของระบบ โดยมีตัวประมวลผลเป็น พีแอลซี Unitronics รุ่น V120-22-R1 โดยมีอินพุตเป็นตัว โฟโตเซ็นเซอร์ สำหรับตัวจับวัตถุที่เป็นกระป๋องอาหาร และมีตัวอ่านค่าน้ำหนัก โหลดเซลล์ สำหรับทำการวัดค่าน้ำหนัก ในส่วนของเอาต์พุต จะมีรีเลย์ ในการสั่งให้มอเตอร์สายพานลำเลียงทำงาน และมีมอเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นชุดจ่ายเม็ดอาหาร

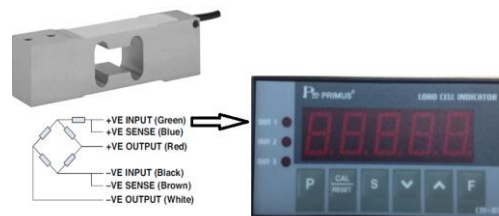
**2.2 โฟโตเซ็นเซอร์**

เป็นโฟโตเซ็นเซอร์ ออปเทค รุ่น OP ZR-350P โดยมีระยะเวลาตรวจวัตถุ ประมาณ 10 เซนติเมตรโดยอาศัยการส่งสัญญาณ ไปตรวจจับวัตถุ และทำการสะท้อนกลับมายังตัวเอง



รูปที่ 2.4 อุปกรณ์โฟโตเซ็นเซอร์

**2.3 โหลดเซลล์**

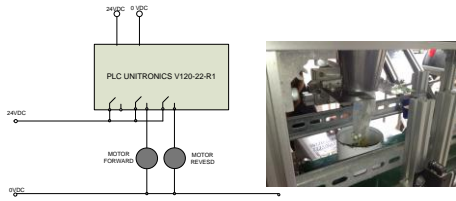


รูปที่ 2.5 ตัวอ่านค่าน้ำหนักโหลดเซลล์

จะมีตัวโหลดเซลล์รุ่น TedeA - 1042 ซึ่งมีโครงสร้างเป็นความต้านทานแบบบริดจ์ และทำการส่งความสัญญาณที่ได้จากการกระทำของวัตถุ ส่งไปยังตัวอ่านค่าน้ำหนักซึ่งเป็น รุ่น CM-013 ซึ่งทำการอ่านค่าน้ำหนัก และส่งค่าน้ำหนักที่ได้จากการวัดไปยังพีแอลซี โดยมีการสื่อสารแบบ RS 485

**2.4 ชุดจ่ายเม็ดอาหาร**

เป็นชุดจ่ายเม็ดอาหาร โดยใช้มอเตอร์ 24 Vdc เป็นตัวสั่งการเปิด ปิด ชุดจ่าย โดยเมื่อถ้าต้องการเปิดชุดจ่าย จะทำการสั่งมอเตอร์ทำงานแบบหมุนไปข้างหน้า (Forward) แล้วถ้าต้องการสั่งปิดจะสั่งมอเตอร์ทำงานแบบหมุนกลับไปข้างหลัง (reverse)



รูปที่ 2.6 วงจรและอุปกรณ์ชุดจ่ายเม็ดอาหาร

2.5 ชุดสายพานลำเลียง



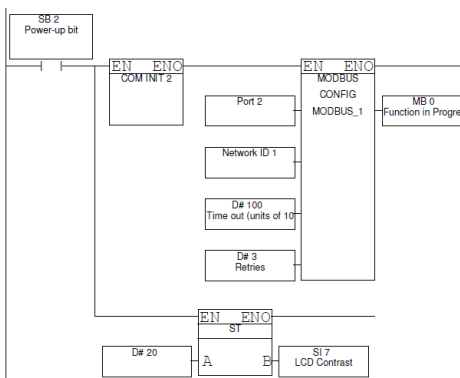
รูปที่ 2.7 วงจรสายพานลำเลียง และรูปสายพานลำเลียง

เป็นการสั่งงานโดยถ้าต้องการให้สายพานลำเลียงหมุน จะต้องทำการจ่ายแรงดันไฟ 24 Vdc จะทำให้มอเตอร์ทำการหมุน และถ้าหยุดจ่ายไฟสายพานก็จะหยุดการทำงาน

2.6 การออกแบบโปรแกรมควบคุม

โดยใช้พีแอลซี ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

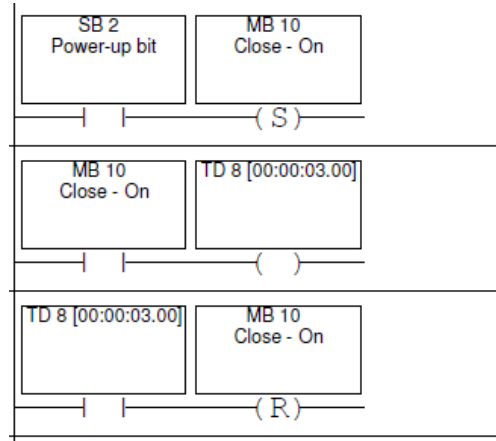
2.6.1 ขั้นตอนที่ 1



SB 2 เป็นคำสั่งในการทำงานตอนเปิดเครื่อง เพื่อ Config. Port 2 ของ พีแอลซี ให้เป็น

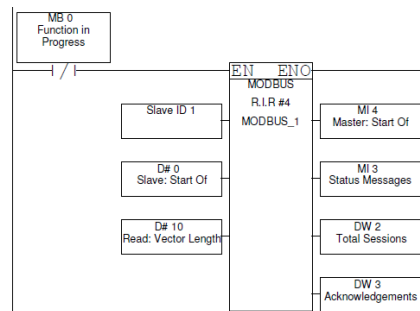
RS 485 baud rate 9600, none,1 แล้วทำการ Config Fuction Modbus RTU

2.6.2 ขั้นตอนที่ 2



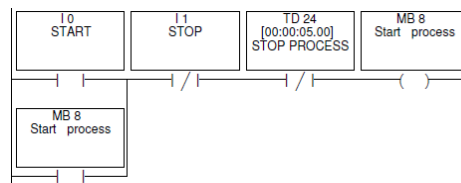
เป็นชุดคำสั่งให้ชุดปล่อยอาหารเม็ดเปิดตอนเปิดเครื่อง และหน่วงเวลา 3 วินาที

2.6.3 ขั้นตอนที่ 3



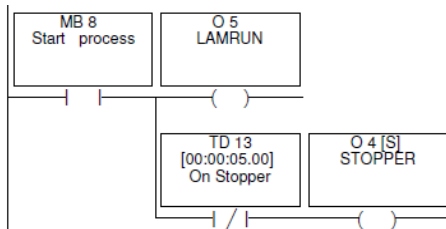
เป็นชุดฟังก์ชันในการอ่านข้อมูลจากตัวโพลลเซลล้อนดิเคเตอร์ แล้วนำค่าที่อ่านมา ใน MI4

3.3.4 ขั้นตอนที่ 4



เป็นชุดคำสั่งในการทำงานของระบบ โดยมีเมื่อสตาร์ท (I0) จะไปทำการสั่งให้ (MB8) เริ่มงานของระบบ แล้วทำการอินเตอร์ล๊อค (I0)

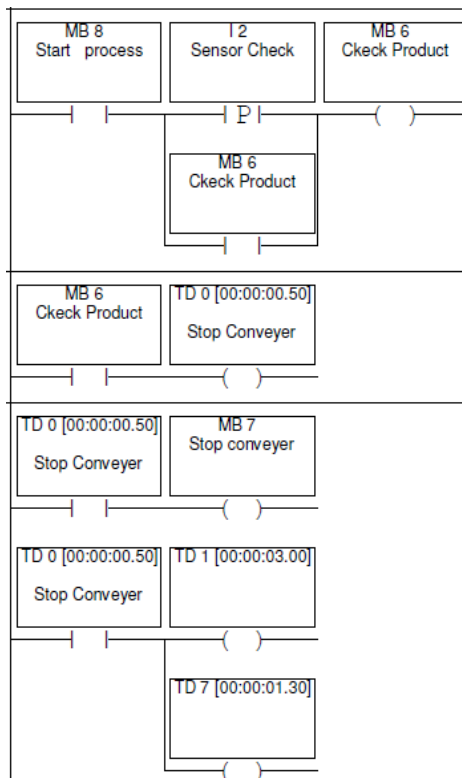
2.6.5 ขั้นตอนที่ 5



เมื่อทำการสั่งสตาร์ททำงานแล้ว จะมีเอาต์พุต ( O5 ) ทำงาน โดยจะมีไฟสีเขียวติดที่เครื่อง แล้วจะหน่วงเวลาประมาณ 5 วินาที เพื่อไปสั่งให้ สต๊อปเปอร์ ( O4 ) ปลดยกกระโปรงลงมายังสายพาน

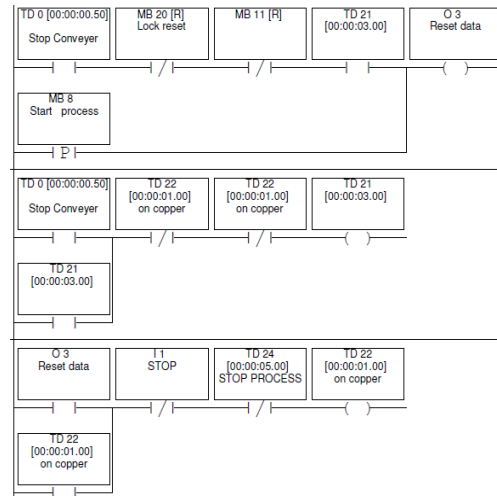
เมื่อปลดยกกระโปรงเสร็จ จะหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วจะสั่งให้ สายพานจะทำการเคลื่อนที่

2.6.6 ขั้นตอนที่ 6



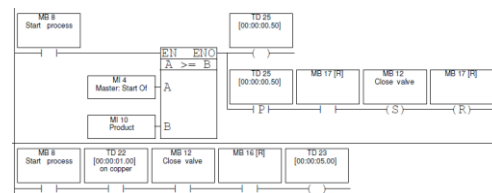
เมื่อเซ็นเซอร์ มีการตรวจจับวัตถุ จะหน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที จะทำการสั่งให้สายพานหยุด

2.6.7 ขั้นตอนที่ 7



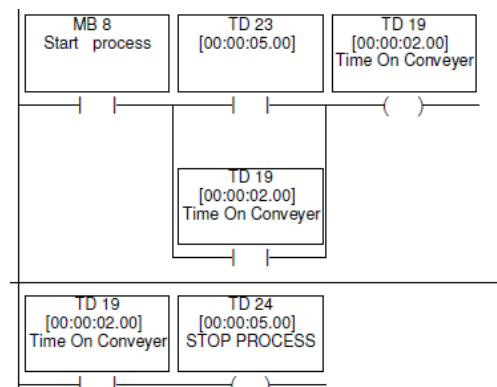
เมื่อสายพานหยุด จะหน่วงเวลา 3 วินาที จากนั้น ทำการรีเซ็ตค่าน้ำหนัก ของ โหลดเซลล์ ทำการหน่วงเวลา 1 วินาที จากนั้นทำการเปิดชุดปล่อยอาหารเม็ดเพื่อทำการปล่อยวัตถุ

2.6.8 ขั้นตอนที่ 8



เมื่อทำการปล่อยวัตถุ น้ำหนักจริง ( MI4 ) => ค่าที่ตั้งไว้ ( MI10 ) จะทำการปิด ชุดปล่อย

3.3.9 ขั้นตอนที่ 9



เมื่อทำการปิดชุดปล่อยอาหารเม็ดแล้ว จะทำการหน่วงเวลาประมาณ 2 วินาที แล้วทำการ

หมุนสายพานต่อไป 5 วินาที และทำการหยุดระบบเพื่อจบกระบวนการ

### 3. ผลการทดลอง

ในการทดลองชิ้นงานนั้นจะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพิ่มขึ้น โดยจะมีเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 1 ถุง และกระป๋องจำนวน 2 กระป๋อง นำมาใช้เป็นตัวทดสอบโพลีเอสเตอร์เพื่อให้โพลีเอสเตอร์อ่านค่าน้ำหนักของอาหารเม็ดได้

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ชุดสาธิตกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดได้กระป๋องสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการทดลองทั้งหมด จำนวน 20 ครั้ง กำหนดให้บรรจุค่าน้ำหนัก 50 กรัมวัดผลค่าความคลาดเคลื่อน มีค่าไม่เกิน  $\pm 2.5$  กรัม หรือ  $\pm$  ไม่เกิน 5 % ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.1

จำนวนครั้ง	ค่าของน้ำหนักที่ได้(กรัม)	ผลการทำงานแบบอัตโนมัติ	ผลการทดลอง
1	50	ทำงาน	✓
2	48	ทำงาน	✓
3	50	ทำงาน	✓
4	44	ทำงาน	✗
5	50	ทำงาน	✓
6	52	ทำงาน	✓
7	51	ทำงาน	✓
8	51	ทำงาน	✓
9	50	ทำงาน	✓
10	47	ทำงาน	✗
11	48	ทำงาน	✓
12	52	ทำงาน	✓
13	52	ทำงาน	✓
14	44	ทำงาน	✗
15	48	ทำงาน	✓
16	50	ทำงาน	✓
17	50	ทำงาน	✓
18	50	ทำงาน	✓
19	51	ทำงาน	✓
20	50	ทำงาน	✓
ค่าเฉลี่ย	49.9	-	-
ร้อยละ	-	100	85

หมายเหตุ ✓ คือ ทำงานถูกต้องตามเงื่อนไข ✗ คือ ไม่ผ่านเงื่อนไข

จากผลการทดลองจะเห็นว่า โปรแกรมสามารถควบคุมวงจรการทำงานได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ และมีประสิทธิภาพสูงไม่น้อยกว่า 85% ซึ่งมากกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ และในการทดลองจะเห็นได้ว่าทำงานของพีแอลซี เซนเซอร์

และโพลีเอสเตอร์ นั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ชุดทดลอง สามารถรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ต สามารถควบคุมกระบวนการทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ และยังสามารถ หยุดกระบวนการทำงานแบบฉุกเฉินได้ โดยที่ชุดทดลองนั้น สามารถแก้ไข โปรแกรมพีแอลซีผ่านพอร์ตจากการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

### 4. สรุปผลการทดลอง

ชุดสาธิตกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดได้กระป๋องได้จัดทำขึ้นเพื่อแสดงรูปแบบการทำงานของระบบสายพานที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งควบคุมด้วยโปรแกรม พีแอลซีนั้นสามารถทำงานได้ดีตามที่สมมติฐาน และที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้นั้น เป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่ำ การทำงานโดยการเขียนโปรแกรมพีแอลซีสามารถส่งคำสั่งทำงานผ่านพอร์ตและควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์และโพลีเอสเตอร์ได้ตามรูปแบบที่ได้โปรแกรมไว้จนถึงคำสั่งสุดท้าย และสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสั่งให้หยุดการทำงานขณะทำงานอัตโนมัติได้และเริ่มการทำงานใหม่ ได้และมีประสิทธิภาพพอสมควร ไม่ว่าจะเป็นวงจรการทำงานต่างๆที่ได้สร้างขึ้นมา ต้องใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้ในการทดลองจนได้วงจรที่เหมาะสมกับการทำงานของวงจรต่างๆ ตรงตามเป้าหมาย ที่ตารางเล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบกับตัวชิ้นงาน

ชุดสาธิตกระบวนการบรรจุอาหารเม็ดประกอบไปด้วยส่วนประมวลผล คือ พีแอลซี ยูนิทคอนโทรล รุ่น V120-22-R1 มีอุปกรณ์ทางด้านอินพุต คือ ไฟโต้เซ็นเซอร์ โพลีเอสเตอร์ และ อินดิเคเตอร์ แสดงน้ำหนัก ส่วนทางด้านเอาต์พุต จะไปกอบประกอบได้ ชุดสายพานลำเลียง และชุดจ่ายเม็ดอาหาร

หลักการการทำงาน เมื่อทำการสตาร์ท ระบบกระป๋องจะไหลมาตามสายพานลำเลียง เมื่อเจอ

เซ็นเซอร์ชี้ว่ามีกระเบื้อง จะสั่งหยุดสายพาน และทำการปล่อยเม็ดอาหารลงในกระเบื้อง จนถึงค่าน้ำหนักที่ตั้งไว้ จากนั้นทำการหยุดจ่ายเม็ดอาหาร และสั่งให้สายพานลำเลียง เดินหน้าต่อไป

การทดลอง จะทำการตั้งค่าน้ำหนักตามค่าที่จะทดสอบ ให้สั่งให้ระบบการทำงานอัตโนมัติ จากนั้นจะดูค่าที่บารรจอาหารลงในกระเบื้องว่าถูกต้องตามความต้องการหรือไม่ และถ้าค่าไม่ถูกต้องก็จะทำการแก้ไข ทางแมคคาณิกส์ และโปรแกรมควบคุมระบบชุดสาริต

จากผลการทดลองจะเห็นว่า โปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งในการทดลองทั้งหมดจำนวน 20 ครั้ง โดยกำหนดให้บรรจุค่าน้ำหนัก 50 กรัม  $\pm$  แล้ว มีค่าไม่เกิน 2.5 กรัม หรือ  $\pm$  ไม่เกิน 5 % การทำงาน การทดลอง ผลการทดลอง

## 5. ข้อเสนอแนะ

ควรใช้โพลีคาร์บอเนตและเซ็นเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีการตรวจจับ และรับค่าอย่างแม่นยำ แต่อุปกรณ์ดังกล่าวจะมีราคาค่อนข้างสูง และควรออกแบบโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน เพราะจะทำให้หาเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่มีใช้โดยทั่วไปซึ่งจะทำให้ชิ้นงานสามารถทำงานได้ตามความต้องการ

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมนึก รัชญาวินิชกุล ที่เป็นที่ปรึกษาของงานวิจัย และให้คำแนะนำต่างๆในการทำงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และต้อง

ขอขอบคุณ อาจารย์อภิชาติ หาจตุรัส อาจารย์สัมพันธ์ แหล่งป่าหมื่น และ อาจารย์ภัทรารุช บุญประคอง ที่เป็นคณะกรรมการในการสอบงานวิจัย และให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ บริษัท ไพรมัส จำกัด และ บริษัท สเกลส์ อินเตอร์เนชั่นแนลแอนเซอร์วิส จำกัด ที่สนับสนุน อุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องมือในการทดลอง ทดสอบ และควบคุมระบบการทำงาน ของงานวิจัย

สุดท้ายหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้คงเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ และแนวคิดด้านการค้าเชิงพาณิชย์ได้