เครื่องชั่งอัตโนมัติเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

AUTOMATIC WEIGHING MACHINE FOR IMPROVING COMPETITIVENESS OF THAI SMEs IN SEAFOOD COLD STORAGE BUSINESS

บัญญัติ นิ่มสิริวังโส
BANYAT NIMSIRIWANGSO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

KMITL-2016-EN-M-257-052

เครื่องชั่งอัตโนมัติเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

AUTOMATIC WEIGHING MACHINE FOR IMPROVING COMPETITIVENESS OF THAI SMEs IN SEAFOOD COLD STORAGE BUSINESS

บัญญัติ นิ่มสิริวังโส

BANYAT NIMSIRIWANGSO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-EN-M-257-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC WEIGHING MACHINE FOR IMPROVING COMPETITIVENESS OF THAI SMEs IN SEAFOOD COLD STORAGE BUSINESS

BANYAT NIMSIRIWANGSO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016

KMITL-2016-EN-M-257-052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องชั่งอัตโนมัติเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

Thesis Title Automatic Weighing Machine for Improving Competitiveness of Thai SMEs in Seafood Cold Storage Business

นักศึกษา นายบัญญัติ นิ่มสิริวังโส

รหัสประจำตัว 54613418

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2016-EN-M-257-052

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ไสว	พงษ์สวัสดิ์	
รศ.ดร.อัมพวัน	จุลเสรีวงศ์	
รศ.ดร.จิระศักดิ์	ชาญวุฒิธรรม	
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	เทพมณี	
รศ.ประภาษ	อุคคกิมาพันธุ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 เวลา 13.00-15.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)
คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องชั่งอัตโนมัติเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล
นักศึกษา	นายบัญญัติ นิ่มสิริวังโส
รหัสประจำตัว	54613418
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องชั่งอัตโนมัติเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมหรือเอสเอ็มอีของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล โดยเครื่องชั่งอัตโนมัติถูกที่สร้างขึ้นเพื่อลดจำนวนคนงานในกระบวนการชั่งและบรรจุปลาทูสดลงถุงที่มีขนาดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม นอกจากนี้ เครื่องชั่งที่นำเสนอถูกออกแบบไม่เพียงแค่เพื่อติดตั้งในสภาพแวดล้อมที่เปียกชื้น แต่ก็ยังเพื่อให้ง่ายในการใช้งานและการซ่อมบำรุงอีกด้วย เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอมีค่าใช้จ่ายในการสร้างถูกกว่าประมาณ 1 ใน 5 ของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเครื่องชั่งนำเข้าจากต่างประเทศ เครื่องชั่งที่นำเสนอได้ทำการติดตั้งและทดสอบที่ห้องเย็นวีเอสไอ ปลาทู ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ผลการทดสอบการทำงานของกระบวนการชั่งและบรรจุถุงอัตโนมัติเมื่อเทียบกับกระบวนการชั่งและบรรจุถุงที่ทำโดยคนงานแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น 1.6 เท่า และค่าจ้างแรงงานลดลง 0.625 เท่า ยิ่งกว่านั้น ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1.14 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Weighing Machine for Improving Competitiveness of Thai SMEs in Seafood Cold Storage Business
Student	Mr. Banyat Nimsiriwangso
Student ID.	54613418
Degree	Master of Engineering
Program	Automation Engineering
Year	2016
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Prapart Ukakimaparn

Abstract

This thesis presents an automatic weighting machine for improving competitiveness of Thai SMEs in seafood cold storage business. The automatic weighting machine is implemented to reduce the number of workers in weighting and packaging processes for fresh mackerel product with package weight of 10 kilograms. In addition, the proposed weighting machine is designed not only to install in wet environments, but also to provide ease of operation and maintenance. Its total cost is about one-fifth cheaper than imported machines. The implemented machine has been installed and tested at VSI Union Thai & Platoo Siam, a seafood cold storage in Mahachai, Samut Sakhon. Experimental results show that the productivity can be increased by more than 1.6 times, while the labor cost can be reduced to 0.625 times, compared to manual operations. Moreover, a payback period is approximately equal to 1.14 years.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ให้แนวคิด ให้คำแนะนำตลอดจนให้การดูแลและความช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ ห้องเย็นวีเอสไอ ปลาทู ที่ให้โอกาส และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษา และทำการทดลองใช้เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ ที่คอยดูแลห่วงใย เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนข้าพเจ้ามาโดยตลอด และขอขอบคุณ เพื่อนๆ ญาติพี่น้องทุกคน รวมถึงภรรยาที่น่ารักของข้าพเจ้า ที่คอยถามไถ่และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

บัญญัติ นิ่มสิริวังโส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1
1.3 แนวคิดที่ใช้ในการศึกษา.....2
1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์.....2
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์.....3

บทที่ 2 แนวคิดในการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....4
2.1 กล่าวนำ.....4
2.2 กระบวนการชั่งและบรรจุปลาที่ทำโดยคนงานในกรณีศึกษา.....4
2.3 หลักการออกแบบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....6
2.4 แนวคิดในการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....9
2.4.1 สถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุง.....9
2.4.2 สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน.....13

บทที่ 3 รายละเอียดการออกแบบวิศวกรรมเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....16
3.1 กล่าวนำ.....16
3.2 ถังชั่งปลา.....16
3.2.1 โหลดเซลล์.....17
3.2.2 กล่องรวมสัญญาณ (Summing Box).....17
3.3 ประตูเปิด-ปิด ถังปลา.....18
3.4 ระบบประมวลผลและควบคุมการทำงาน.....18
3.4.1 การติดตั้ง.....20
3.4.2 การต่อไฟฟ้ากำลัง.....20
3.4.3 การต่อโหลดเซลล์.....21
3.4.4 สัญญาณควบคุม.....21
3.5 ระบบสายพานลำเลียง.....22
3.5.1 โครงสร้างสายพานลำเลียงหลัก.....22
3.5.2 โครงสร้างสายพานลำเลียงย่อย.....24
3.5.3 การหาค่าความเร็วของสายพาน.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5.4 การควบคุมการไหล 3 ระดับอัตราเร็ว สูง ปานกลาง และต่ำ 29
3.6 ระบบปิดผนึกถุงด้วยความร้อน.....31
3.7 โครงสร้างสแตนเลส.....33
3.8 วงจรไฟฟ้าและวงจรควบคุม.....35
3.9 โปรแกรมอัตโนมัติที่ใช้ควบคุมการทำงาน 35

บทที่ 4 การติดตั้ง การใช้งาน และการทดสอบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....40
4.1 กล่าวนำ.....40
4.2 การติดตั้งเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....40
4.3 การสอบเทียบเครื่องชั่งก่อนการใช้งาน.....41
4.4 การใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ.....42
4.4.1 สวิตช์เลือก CONVEYOR 42
4.4.2 สวิตช์เลือก WASHING 43
4.4.3 ปุ่มกด START 43
4.5 การกำหนดค่าเริ่มต้นในการใช้งาน.....43
4.5.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ 43
4.5.2 การกำหนดค่า SETTING POINT 48
4.5.3 การกำหนดค่าฟังก์ชันทั่วไป 49
4.6 การทดสอบการใช้งานและการประเมินผล.....56
4.6.1 การเปรียบเทียบการลงทุนด้วยหลักการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 58
4.6.2 การเปรียบเทียบการนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งาน 59

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....61
5.1 สรุปผลวิจัย.....61
5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อ.....61

เอกสารอ้างอิง.....62

ภาคผนวก.....64

ประวัติผู้เขียน.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วสายพานกับค่าน้ำหนักการตกแบบอิสระ 8
3.1 การคำนวณหาความเร็วรอบมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงหลัก 23
3.2 การคำนวณหาความเร็วรอบมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงย่อย 25
3.3 ค่าความเร็วสายพานลำเลียงย่อย 27
3.4 ความน่าจะเป็นในการเกิดการไหลแต่ละแบบของสายพานลำเลียงย่อย 27
3.5 ความน่าจะเป็นในการเกิดการไหลแต่ละแบบของสายพานลำเลียงหลัก 28
3.6 ค่าความเร็วรอบมอเตอร์ของการไหลของสายพานลำเลียงหลัก 29
3.7 ค่าพารามิเตอร์ของ Unidrive M100 ที่ใช้ขับสายพานลำเลียงย่อย 30
3.8 สถานะของขาของอินเวอร์เตอร์ที่ความเร็วต่ำ กลาง และสูง 31
3.9 สถานะของเอาต์พุตเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง 35
4.1 ค่าเริ่มต้นที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ 40
4.2 ค่า SET POINT ของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 48
4.3 สัญลักษณ์ของฟังก์ชันทั่วไป 49
4.4 ฟังก์ชันความสามารถในการทำงานพื้นฐาน 50
4.5 ฟังก์ชันเกี่ยวข้องกับขบวนการชั่ง (SQF) 52
4.6 ฟังก์ชันเกี่ยวข้องกับสัญญาณอินพุต (IN) 54
4.7 ฟังก์ชันเกี่ยวข้องกับสัญญาณเอาต์พุต (OUT) 55
4.8 ข้อมูลการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 57
4.9 ข้อมูลการทำงานของเครื่องชั่งที่นำเข้าจากต่างประเทศ 58
4.10 ข้อมูลเปรียบเทียบการทำงานทั้ง 3 วิธี 59
4.11 ข้อมูลเปรียบเทียบเครื่องชั่งที่นำเข้ากับเครื่องชั่งที่นำเสนอ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ผังกระบวนการชั่งและบรรจุปลาด้วยคนงาน 8 คน สำหรับกรณีศึกษา 5
2.2 สภาพภาพทำงานชั่งปลาทูของห้องเย็น วีเอสไอ ปลาทู ก่อนนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งาน.....6
2.3 ผังการจัดวางกระบวนการชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 7
2.4 น้ำหนักการตกแบบอิสระ (Free Fall) 8
2.5 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่สภาวะเริ่มต้นการทำงาน 10
2.6 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดแรก 11
2.7 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดที่ 2 12
2.8 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดที่ 3 12
2.9 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดปล่อยปลาลงสู่ถุงบรรจุ 13
2.10 แนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ. จุดที่พร้อมทำการปิดผนึก 14
2.11 แนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ. จุดที่ทำการปิดผนึกถุงปลา 15
3.1 ถังชั่งปลา 16
3.2 หลักการเลือกใช้ Load Cell 17
3.3 กล่องรวมสัญญาณ Load Cell 17
3.4 การควบคุมการเปิด-ปิดประตูถังชั่ง 18
3.5 AD-4401 Weighing Indicator 19
3.6 การติดตั้ง AD-4401 เข้ากับตู้ควบคุม 20
3.7 การต่อ Load Cell เข้ากับ AD-4401 21
3.8 สัญญาณอินพุต/เอาต์พุตสำหรับควบคุมการทำงาน 21
3.9 ผังการทำงานของระบบสายพานลำเลียง 22
3.10 การจัดวางมุมเอียงของสายพานลำเลียงหลัก 23
3.11 สายพานลำเลียงย่อย 24
3.12 การควบคุมความเร็วสายพานหลักสัมพันธ์กับสายพานย่อย 25
3.13 อุปกรณ์เกลี่ยปลาบนระบบชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 26
3.14 อินเวอร์เตอร์ Unidrive M100 30
3.15 การต่อสัญญาณควบคุมอินเวอร์เตอร์ Unidrive M100-101 31
3.16 ระบบปิดผนึกถุงปลาด้วยความร้อน 32
3.17 วงจรควบคุมการทำงานระบบปิดผนึกถุงบรรจุปลาด้วยความร้อน 32
3.18 ภาพไอโซเมตริกของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 33
3.19 ภาพด้านข้างของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 33
3.20 ภาพฉายแสดงขนาดของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ (มิลลิเมตร) 34
3.21 ถังรับปลาปริมาณ 500 กิโลกรัม 34
3.22 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอระบบที่ 1 (LH) 36
3.23 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอระบบที่ 1 (RH) 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.24 ผังควบคุมการทำงานของ AD-4401 Weighing Mode CALF = 3 39

4.1 ขาปรับระดับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 41

4.2 CAL สวิทช์ของ AD-4401 41

4.3 ตู้ควบคุมการทำงานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ 42

4.4 ปุ่มควบคุมและจอแสดงผลของ AD-4401 43

4.5 เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ ติดตั้งใช้งานที่ห้องเย็น วี เอส ไอ ปลาทู 56

4.6 เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเข้าจากต่างประเทศ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยหรือเอสเอ็มอี (Small and Medium Enterprise : SME) ก็ไม่ต่างจากประเทศกำลังพัฒนาทั่วไป [1] ปัจจัยพื้นฐานที่กระทบกระบวนการทำงานของเอสเอ็มอี ได้แก่ ทรัพยากรมนุษย์ เงินทุน นวัตกรรมทางเทคโนโลยี และ สภาวะแวดล้อมของธุรกิจ [2] นอกเหนือจากผลกระทบพื้นฐานแล้ว การเพิ่มขึ้นของการแข่งขันในระบบโลกาภิวัตน์เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผลักดันให้เอสเอ็มอีต้องพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตัวเองเพื่อให้สามารถอยู่รอดในธุรกิจได้ [6]-[9] ในปัจจุบันอุตสาหกรรมประมงและอาหารทะเล ของประเทศไทยต้องอาศัยแรงงานจากประเทศเพื่อนบ้านเช่นเดียวกันกับอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากการขาดแคลนแรงงานคนไทยด้อยฝีมือในกิจการเหล่านี้ แม้ว่าการทำงานในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่เยือกแข็งไม่จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีระดับการศึกษาสูง ความรู้ที่จำเป็นในการทำงานสามารถเรียนรู้ได้จากการทำงานเพียง 2- 3 ครั้งแรกเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การปรับขึ้นค่าแรงขั้นต่ำเป็นวันละ 300 บาทในปี พ.ศ. 2552 ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนต้นทุนแรงงานสูง นอกจากนี้ การพัฒนาตัวเองให้มีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะได้ทำงานในสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้น ก็ส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนแรงงานในอุตสาหกรรมแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

การที่ค่าแรงสูงขึ้นและการขาดแคลนแรงงานเป็นปัจจัยหลักตัวหนึ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมแช่เยือกแข็งอาหารทะเลประสบปัญหาการว่าจ้างแรงงานในการประกอบธุรกิจ เพื่อที่จะทำให้ธุรกิจสามารถดำเนินต่อไปได้และสามารถรักษาความเป็นอิสระในการดำเนินการ อุตสาหกรรมแช่เยือกแข็งอาหารทะเลจึงมีความต้องการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในกระบวนการทำงานเพื่อลดการใช้แรงงาน และเพิ่มคุณภาพในการทำงานให้สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ดี การนำเข้าเครื่องจักรอัตโนมัติจากต่างประเทศมาใช้งานมีต้นทุนที่สูงมาก ทำให้การลงทุนมีระยะเวลาคืนทุนยาวหลายปี จึงมีวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมไม่มากนักที่พร้อมจะลงทุน ดังนั้นการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติที่ออกแบบและสร้างขึ้นภายในประเทศด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล พบว่าในปัจจุบันผู้ประกอบการหลายรายเริ่มมีการปรับตัวในการประกอบธุรกิจ โดยการนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้ในกระบวนการชั่งและบรรจุเพื่อลดความต้องการในการใช้แรงงานให้น้อยลง ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกกำหนดกระบวนการชั่งและบรรจุปลาทูในขนาด 10 กิโลกรัมต่อถุงของห้องเย็น วี เอส ไอ ปลาทู ที่ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นศูนย์กลางธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเลของไทยเป็นกรณีศึกษา เพื่อนำเสนอแนวคิดและรายละเอียดในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งวิธีการสร้าง การติดตั้ง และการใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติในกระบวนการชั่งและบรรจุถุงปลาทูแทนคนงาน โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องชั่งอัตโนมัติสำหรับกระบวนการชั่งและบรรจุปลาทู ขนาดถุงละ 10 กิโลกรัม และมีค่าคลาดเคลื่อนของการชั่งในแต่ละถุงที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.1 กิโลกรัม เพื่อลดการใช้แรงงานในกระบวนการชั่งและบรรจุให้น้อยลง

2. เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอสามารถสร้างได้โดยการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่มีจำหน่ายอยู่โดยทั่วไปในตลาดสินค้าเครื่องชั่งและอุปกรณ์ควบคุม เพื่อทำให้เครื่องชั่งอัตโนมัติมีคุณภาพและประสิทธิภาพตามที่ผู้ประกอบการต้องการในราคาที่ต่ำกว่าราคาเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเข้าจากต่างประเทศ

1.3 แนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้ใช้แนวคิดในการวิจัยว่า “ความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักที่ชั่งได้จะน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าการตกแบบอิสระที่เกิดจากอัตราการไหล”

ค่าการตกแบบอิสระ (Free Fall) แปรตามอัตราการไหล ถ้าอัตราการไหลสูงจะได้ว่าค่าการตกแบบอิสระก็มีค่าสูงด้วยซึ่งส่งผลทำให้ความแม่นยำในการชั่งลดลง เพื่อให้เครื่องชั่งสามารถชั่งได้ในอัตราเร็วและมีความแม่นยำของน้ำหนักที่ชั่งได้ตามที่ต้องการ ระบบจึงถูกออกแบบให้มีการลำเลียงปลาก่อนเข้ากระบวนการชั่งด้วยอัตราการไหล 3 ระดับ ดังนี้

1. อัตราการไหลสูงสุด (Full Flow) เป็นอัตราการไหลความเร็วสูงใช้ในช่วงเริ่มต้นกระบวนการ อัตราการไหลนี้ทำให้ระบบสามารถส่งปลาลงสู่ถังชั่งได้เร็ว เพื่อทำให้ระบบสามารถทำงานได้ทันตามเวลาที่กำหนด

2. อัตราการไหลปานกลาง (Medium Flow) ใช้ในช่วงที่ปลาในถังชั่งใกล้ถึงปริมาณที่ต้องการ ระบบจะทำการลดอัตราการไหลลงมาที่ความเร็วปานกลางก่อนที่จะลงสู่อัตราการไหลต่ำสุด เพื่อให้ระบบมีความราบเรียบในการทำงาน ลดการลื่นไถลของปลาลงสู่ถังชั่งเนื่องจากการลดความเร็วอย่างกะทันหัน และยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของสายพานลำเลียงให้นานขึ้นอีกด้วย

3. อัตราการไหลต่ำ (Dribble Flow) ใช้ในช่วงที่น้ำหนักของปลาในถังชั่งมีค่าเข้าใกล้ค่าที่ต้องการ อัตราการไหลนี้มีความสำคัญมากต่อความแม่นยำในการชั่ง

การวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้แสดงการคำนวณหาค่าและเลือกใช้ความเร็วที่ทำให้ค่าการตกแบบอิสระมีค่าน้อยกว่าค่าคลาดเคลื่อนที่ผู้ประกอบการยอมรับได้

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ได้ออกแบบให้มี 2 ถังชั่ง ด้านซ้ายและขวาของจุดเริ่มต้นในการลำเลียงปลาก่อนเข้าสู่กระบวนการชั่ง โดยแต่ละถังชั่งสามารถชั่งปลาทูเพื่อบรรจุถุง ๆ ละ 10 กิโลกรัม ความผิดพลาดของน้ำหนักของปลาแต่ละถุงที่ชั่งได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.1 กิโลกรัม เวลาที่ใช้ในการชั่งแต่ละถุง 12 วินาที โดยผลการทดลองที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ได้จากกระบวนการชั่งปลาทูสดที่มีขนาดโดยเฉลี่ย 12 ตัวต่อกิโลกรัม ที่ห้องเย็น วี เอส ไอ ปลาทู ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา แนวคิดที่ใช้ในการศึกษา ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ และรายละเอียดของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 แนวคิดในการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ เป็นการกล่าวถึงหลักการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งที่นำเสนอ โดยใช้พื้นฐานการทำงานจากกระบวนการทำงานโดยคนงาน แล้วเพิ่มฟังก์ชันการทำงานที่ผู้ประกอบการต้องการ นำมาสร้างเป็นแนวทางการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติ

บทที่ 3 รายละเอียดการออกแบบวิศวกรรมเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ เป็นการกล่าวถึงการสร้างระบบย่อยแต่ละส่วนให้มีความสามารถตามที่ข้อกำหนดในการออกแบบดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 แล้วนำระบบย่อยต่าง ๆ มาประกอบรวมกันให้เป็นเครื่องชั่งอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้ตามต้องการ

บทที่ 4 การติดตั้ง การใช้งาน และการทดสอบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ เป็นการกล่าวถึงข้อจำกัด และข้อควรระวังในการติดตั้ง การใช้งาน รายละเอียดในการกำหนดค่าเริ่มต้น และการทดสอบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ รวมถึงการเปรียบเทียบการลงทุนด้วยหลักการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

บทที่ 5 เป็นบทสุดท้ายซึ่งกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในส่วนสุดท้ายของวิทยานิพนธ์เป็นส่วนของภาคผนวก ที่ได้แสดงบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ ‘International Symposium on System Integration’ (SII 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดในการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึง กระบวนการชั่งและบรรจุปลาที่ทำโดยคนงานในกรณีศึกษา และคุณสมบัติของระบบที่ผู้ประกอบการต้องการ เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการชั่งโดยใช้เครื่องชั่งอัตโนมัติ รวมทั้งกำหนดฟังก์ชันการทำงานของเครื่องชั่งที่ต้องการออกแบบ หลักการในการออกแบบ ตลอดจนอธิบายถึงวิธีการคำนวณหาค่าน้ำหนักการตกอย่างอิสระ (Free Fall) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแม่นยำในการชั่ง

2.2 กระบวนการชั่งและบรรจุปลาที่ทำโดยคนงานในกรณีศึกษา

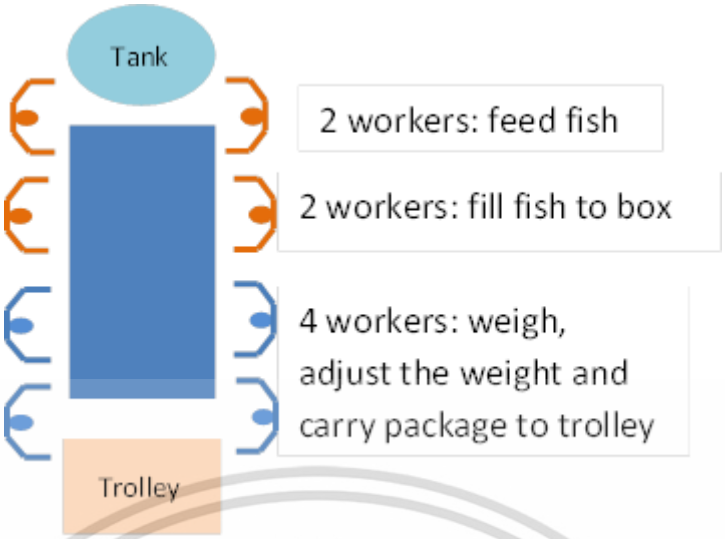
ในกระบวนการชั่งและบรรจุปลาที่ได้เลือกกำหนดเป็นกรณีศึกษามีกระบวนการคัดชนิดและขนาดของปลาที่ทำด้วยคนงานและเป็นความรับผิดชอบของเรือประมง เนื่องจากราคาขายขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของปลา เมื่อปลาถูกแยกประเภทและขนาดเรียบร้อยแล้ว จะทำการชั่งแบ่งใส่ถาดโดยปลาในแต่ละถาดมีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่นิยมซื้อขายกันในตลาด จากนั้นก็นำถาดที่มีปลาแล้วเข้าแช่เยือกแข็งในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -28 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการชั่งและบรรจุปลาด้วยคนงาน 8 คน โดย 2 คนทำการตักปลาและลำเลียงปลาที่อยู่ในถังพัก ส่งให้คนงาน 2 คนบรรจุปลาใส่ถาดแล้วทำการส่งต่อให้คนงาน 4 คนทำการชั่งและปรับน้ำหนักในแต่ละถาดให้ปลามีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมตามที่ต้องการ หลังจากนั้นทำการยกถาดไปวางบนรถเข็นเพื่อลำเลียงเข้าห้องเย็นต่อไป โดยคนงาน 8 คนสามารถชั่งและบรรจุปลาได้ประมาณ 2,500 ถึง 3,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อได้รับการสั่งซื้อก็จะนำปลาจากห้องเย็นออกมาแช่น้ำอุณหภูมิปกติเพื่อให้ปลาหลุดจากถาด แล้วนำปลาไปบรรจุถุงและกล่องเพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไป

จากการทำงานที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นกระบวนการทำงานได้ดังนี้

- ตักปลาจากถังพักสู่โต๊ะชั่งและบรรจุ โดยคนงาน 2 คน
- ตักปลาใส่ถาด โดยคนงาน 2 คน
- ชั่งปลาและปรับน้ำหนักปลาให้เท่ากับ 10 กิโลกรัม ยกถาดปลาใส่รถเข็น โดยคนงาน 4 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ผังกระบวนการชั่งและบรรจุปลาด้วยคนงาน 8 คน สำหรับกรณีศึกษา

รูปที่ 2.2 แสดงสภาพการทำงานจริงในกระบวนการชั่งและบรรจุปลาของห้องเย็น วีเอสไอ ปลาทูก่อนการนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งาน จะเห็นได้ว่าสภาวะในการทำงานมีสภาพที่เปียกชื้น และคนงานต้องยกปลาที่มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมตลอดเวลา ปริมาณปลาที่เรือประมงจับได้ในแต่ละวันก็ไม่แน่นอน ไม่ว่าจะมีปลาเข้ามาที่ห้องเย็นมากแค่ไหนก็ต้องทำการชั่งจนกว่าจะแล้วเสร็จ คนงานจะรู้สึกเหนื่อยมากในวันที่มีปริมาณปลาที่ต้องชั่งและบรรจุเข้ามามาก และการที่ปริมาณปลาที่เข้ามาในแต่ละวันก็ไม่เท่ากัน หากวันใดที่มีปลาเข้ามากแต่ผู้ประกอบการมีการจ้างคนงานอยู่จำนวนน้อย การทำงานก็จะยาวนานเกินไป ทำให้คนงานมีความเครียดและเหนื่อยล้า ซึ่งส่งผลให้การชั่งมีความแม่นยำต่ำลงกว่าการทำงานในสภาวะปกติ และยังส่งผลให้คุณภาพของปลาต่ำลง อันเนื่องมาจากการที่ปลาต้องอยู่นอกห้องเย็นเป็นเวลานาน แต่หากเตรียมคนงานไว้จำนวนมากซึ่งก็ทำได้ยากในปัจจุบัน ทางผู้ประกอบการก็ต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็น ประกอบกับการทำงานโดยคนงานความเร็วในการทำงานขึ้นอยู่กับความชำนาญและความกระตือรือร้นของพนักงาน ความแม่นยำของน้ำหนักที่ชั่งแต่ละครั้งยังขึ้นอยู่กับความล้าจากการทำงานและความเอาใจใส่ในการทำงานของคนงานแต่ละคน ซึ่งยากที่จะควบคุมได้

เพื่อให้ความแม่นยำของน้ำหนักปลาที่บรรจุถุงมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความเบี่ยงเบนจากค่าที่ต้องการน้อยที่สุด และสามารถคงคุณภาพของปลาให้สดใกล้เคียงกับคุณภาพปลาที่ได้รับจากเรือประมง กระบวนการชั่งและบรรจุปลาทูจะต้องทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความต้องการนี้เป็นแรงผลักดันให้มีการนำเครื่องชั่งและบรรจุปลาอัตโนมัติมาใช้ในกระบวนการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 สภาพการทำงานชั่งปลาทูของห้องเย็น วีเอสไอ ปลาทู ก่อนนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งาน

2.3 หลักการออกแบบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

จากการศึกษาการทำงานของคนงานและการสอบถามความต้องการของผู้ประกอบการ ทำให้ได้ข้อมูลการทำงานพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเครื่องชั่งและบรรจุปลาอัตโนมัติ ดังนี้

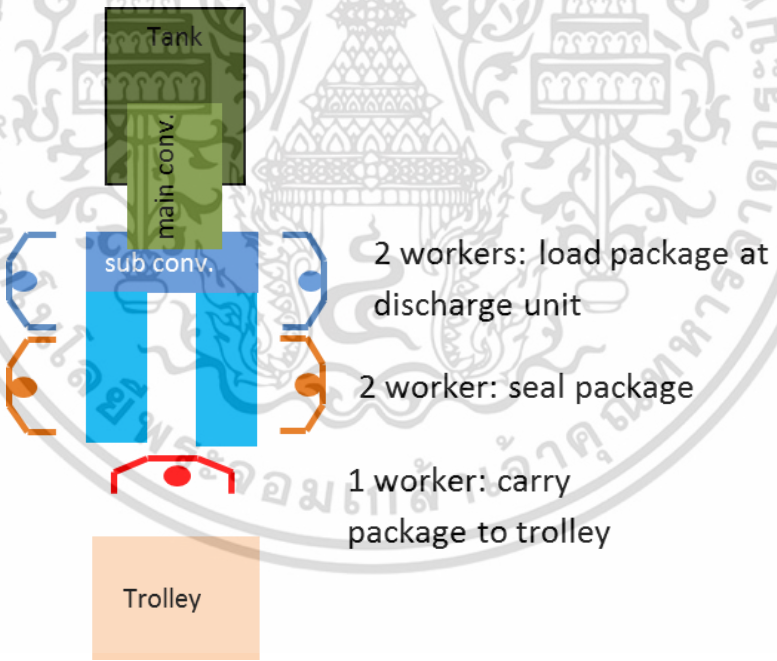
1. สามารถชั่งปลาทูที่มีขนาด 8, 10, 12, 14 และ 16 ตัวต่อกิโลกรัม โดยมีค่าน้ำหนักที่ชั่งครั้งละ 10 กิโลกรัม
2. ความผิดพลาดในการชั่งที่ยอมรับได้ คือ
   สำหรับปลาขนาด 8 และ 10 ตัวต่อกิโลกรัม ความผิดพลาดที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.2 กิโลกรัม
   สำหรับปลาขนาด 12 , 14 และ 16 ตัวต่อกิโลกรัม ความผิดพลาดที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.1 กิโลกรัม
3. ความสามารถในการชั่ง 5,000 – 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
4. ต้องการให้มีกระบวนการปิดผนึกถุงด้วยความร้อนหลังจากกระบวนการบรรจุปลาใส่ถุงแล้ว
5. การเสิร์ฟถุงพลาสติก ถาดใส่ปลา และป้ายบอกขนาดปลา ทำโดยคนงาน เพื่อไม่ให้ต้นทุนการสร้างเครื่องชั่งอัตโนมัติสูงเกินไป จึงตัดงานในส่วนที่ไม่ต้องตัดสินใจ และไม่ทำให้เครียดและล้าเกินไปให้ทำโดยคนงาน

จากรูปแบบกระบวนการทำงานโดยคนและคุณสมบัติของระบบที่ความต้องการ นำมาทำการออกแบบกระบวนการผลิตที่ต้องการในการชั่งดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยเริ่มต้นจาก การเตรียมปลาให้มีปริมาณที่ทำให้การผลิตต่อเนื่อง การลำเลียงปลาจากถังรับปลาขึ้นสายพานย่อยเพื่อที่จะแยกส่งปลาลงถังชั่งทางด้านซ้าย-ขวา แล้วทำการชั่งปลาให้มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมตามที่ต้องการ หลังจากนั้นทำการเปิดประตูถังชั่งปล่อยปลาลงบรรจุถุงที่มีถาดประคองเพื่อให้สะดวกในการขนย้าย ปิดผนึกถุงและยกถาดปลาวางบนรถเข็นเพื่อลำเลียงเข้าห้องเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการทำงานที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- ลำเลียงปลาจากถังรับปลา
- กระจายปลาบนสายพานย่อย
- ลำเลียงปลาที่กระจายแล้วสู่ถังชั่ง
- ชั่งปลาและประมวลผลน้ำหนักที่อยู่ในถังชั่ง (W_f) เปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักที่ต้องการ (SV)
  - SV-W_f > Option Prelim(=1กิโลกรัม) ควบคุมให้อัตราการไหลเต็มกำลัง
  - Prelim (=0.5กิโลกรัม) < SV - W_f < Option Prelim ควบคุมให้อัตราไหลปานกลาง
  - Free Fall(=0.1กิโลกรัม) < SV-W_f < Prelim ควบคุมให้อัตราไหลต่ำ
  - SV-Wf =< Free Fall ควบคุมการไหลให้หยุด แล้วเปิดประตูปล่อยปลา
- บรรจุปลาที่ชั่งน้ำหนักแล้วใส่ถุงบรรจุโดยใช้คนงาน 2 คน
- ปิดผนึกถุงบรรจุปลาโดยใช้คนงาน 2 คน
- ยกถาดพร้อมถุงที่บรรจุปลาแล้ววางบนรถเข็นลำเลียงปลาเข้าห้องเย็นโดยใช้คนงาน 1 คน



รูปที่ 2.3 ผังการจัดวางกระบวนการชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

วิธีการคำนวณหาค่าการตกแบบอิสระ (Free Fall) อธิบายได้ดังนี้

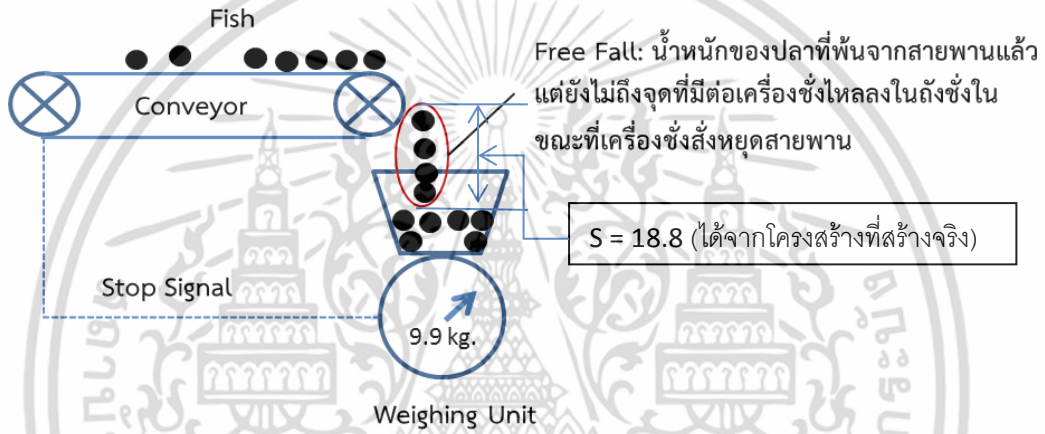
เนื่องจากอัตราการไหลของปลาไม่สม่ำเสมอ เมื่อสั่งหยุดสายพานจะมีปริมาณของปลาที่จะหล่นตามมาหลังจากสายพานหยุดแล้วในที่นี้ เรียกว่า “ค่าการตกแบบอิสระ” (Free Fall) ซึ่งมีค่าไม่แน่นอนขึ้นกับการกระจายตัวของปลาบนสายพานในขณะนั้น การหาค่าการตกแบบอิสระทำโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ค่าการกระจายของปลาบนสายพานเท่ากับ 50% และปลาบนสายพานไม่มีการซ้อนทับกัน และกำหนดให้ปลาที่หลุดจากสายพานที่ตำแหน่งปลายสุดของสายพานมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากับสายพานทิศทางในแนวดิ่ง (u) จากอุปกรณ์ที่ออกแบบสามารถหาระยะทางระหว่างจุดที่ปลาหลุดจากสายพานถึงระดับปลาที่อยู่ในถังชั่งในขณะที่น้ำหนักเท่ากับค่าที่กำหนด-ค่าการตกแบบอิสระได้โดยการวัด มีค่าโดยประมาณเท่ากับ 18.8 เซนติเมตร (S) การศึกษาและออกแบบจะใช้ค่านี้ในการคำนวณหาค่าการตกแบบอิสระ โดยใช้กฎข้อสองของนิวตัน ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$S = ut + 1/2gt^2 \qquad (2.1)$$

จากสมการที่ (2.1) สามารถหาค่าเวลาที่ปลาจะไหลต่อเนื่องหลังจากสายพานหยุดทำให้สามารถหาค่าหนักการตกแบบอิสระของแต่ละอัตราการไหลดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.4 น้ำหนักการตกแบบอิสระ (Free Fall)

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของสายพานกับค่าน้ำหนักการตกแบบอิสระ

Conveyor velocity			Free fall	
frequency	u(cm./sec)	t(sec.)	volume(cc.)	weight(kg.)
50	73.27	0.2233	613.4091	0.411
40	58.61	0.2629	577.9545	0.387
30	43.96	0.3162	521.2713	0.349
20	29.31	0.3888	427.2661	0.286
10	14.65	0.4877	267.9811	0.180
5	7.33	0.5491	150.8782	0.101
4	5.86	0.5625	123.6342	0.083
3	4.40	0.5762	94.9831	0.064
2	2.93	0.5902	64.8663	0.043
1	1.47	0.6046	33.2251	0.022

Average cross section of fish flow = 37.5 cm.^{2}
Specific Mass(kg)/Volume(cc) of Mackerel fish = 0.00067 kg./cc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.1 เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการชั่งไม่เกิน +/- 0.1 กิโลกรัม การออกแบบเลือกใช้ค่าอัตราการไหลต่ำ (Dribble Flow) ที่ทำให้เกิดน้ำหนักการตกแบบอิสระมีค่าน้อยกว่าค่าความผิดพลาดในการชั่งที่ยอมรับได้ จึงเลือกใช้ค่าความเร็วของสายพานเท่ากับ 5.86 เซนติเมตรต่อวินาที หรือเท่ากับอัตราการไหล 0.147 กิโลกรัมต่อวินาที การเลือกอัตราการไหลสูงและอัตราการไหลปานกลาง ต้องพิจารณา ค่าการตกแบบอิสระและเวลาในการลำเลียงปลา โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาดังนี้

1. ค่าการตกแบบอิสระของอัตราการไหลสูง จะต้องมีค่าน้อยกว่า ปริมาณปลาที่ลำเลียงโดยอัตราการไหลปานกลาง

2. ค่าการตกแบบอิสระของอัตราการไหลปานกลาง จะต้องมีค่ามากกว่า ปริมาณปลาที่ลำเลียงโดยอัตราการไหลต่ำ

3. เวลารวมที่ใช้ในการลำเลียงปลาทุกอัตราการไหล จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 9 วินาที ซึ่งเมื่อรวมกับเวลาที่ต้องใช้ในการประมวลผลและเวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดประตูปล่อยปลาสู่ถุงบรรจุอีก 3 วินาที จะทำให้เครื่องชั่งอัตโนมัติอัตโนมัติที่ออกแบบสามารถชั่งปลาได้ 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.4 แนวคิดในการออกแบบการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

จากการศึกษาการทำงานที่จำเป็นสำหรับกระบวนการชั่งและบรรจุปลาทูข้างต้น ได้ถูกนำมาออกแบบแนวคิดการทำงานของเครื่องชั่งและบรรจุปลาทูโดยแบ่งการทำงานเป็น 2 สถานีดังนี้

1. สถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุง
2. สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

2.4.1 สถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุง

สถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุง ทำหน้าที่ชั่งปลาให้ได้น้ำหนัก 10 กิโลกรัม ภายในเวลา 12 วินาที และน้ำหนักที่ชั่งได้จะต้องมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 0.1 กิโลกรัม ตามแนวคิดในการออกแบบกำหนดให้สถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุง ประกอบด้วย

- ถังชั่ง ซึ่งมีโหลดเซลล์ติดอยู่ด้านข้าง 2 ตัว ทางด้านซ้ายและขวา ทำหน้าที่ตรวจวัดน้ำหนักปลาในถังชั่งในรูปสัญญาณแรงดันไฟฟ้าไปให้อุปกรณ์อ่านค่าน้ำหนัก (Weighing Indicator)
- ประตูถังชั่ง ที่ควบคุมการเปิด-ปิดด้วยสัญญาณลม
- ชุดประมวลผลและควบคุมการทำงาน ซึ่งเป็นอุปกรณ์อ่านค่าน้ำหนักและควบคุมการทำงานของระบบ โดยการอ่านค่าน้ำหนักที่อยู่ในถังชั่งแล้วสั่งงานให้ เปิด-ปิดการไหลทั้งสามระดับได้แก่ อัตราการไหลสูงสุด ปานกลาง และต่ำ รวมถึงประมวลผลเพื่อสั่ง เริ่มต้นกระบวนการ สิ้นสุดรอบการทำงาน เปิด-ปิดประตูและปล่อยปลาลงถุงบรรจุ

การไหลของปลาลงสู่ถังชั่ง ตามแนวคิดในการออกแบบเครื่องชั่งอัตโนมัตินี้กำหนดให้มีการลำเลียงปลาเข้าสู่เครื่องชั่งด้วยอัตราการไหลสามระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อัตราการไหลสูงสุด (Full Flow) เป็นอัตราการไหลความเร็วสูงใช้ในช่วงเริ่มต้นกระบวนการด้วยอัตราการไหลนี้ระบบจะสามารถส่งปลาลงสู่ถังชั่งได้เร็วเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ทันตามเวลาที่กำหนด

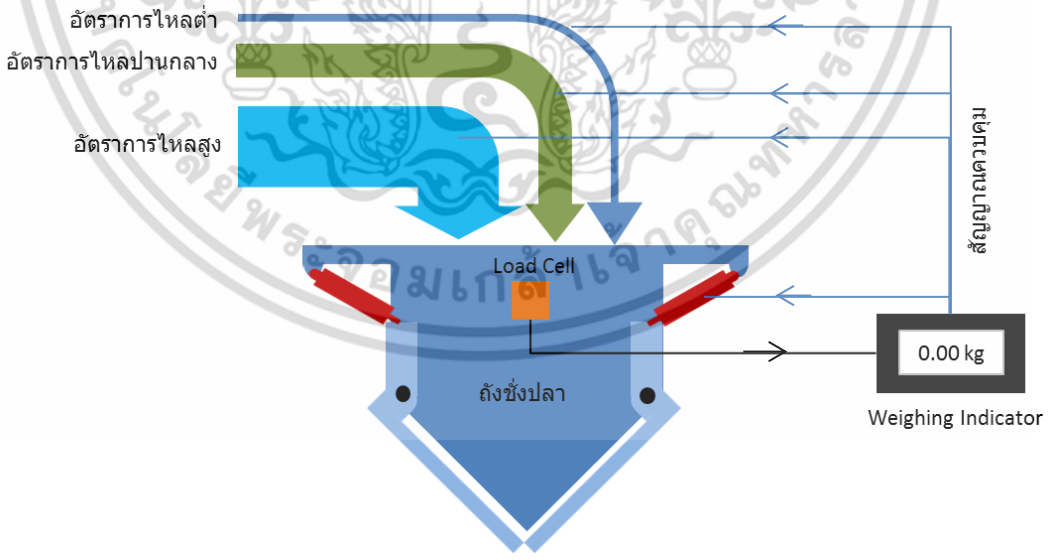
2. อัตราการไหลปานกลาง (Medium Flow) ใช้ในช่วงที่ปลาในถังชั่งใกล้ถึงปริมาณที่ต้องการ ระบบจะทำการลดอัตราการไหลลงมาที่ความเร็วปานกลางก่อนที่จะลงสู่อัตราการไหลต่ำสุดเพื่อให้ระบบมีความราบเรียบในการทำงาน ลดปริมาณปลาที่ลื่นไถลลงสู่ถังชั่งเนื่องจากการลดความเร็วอย่างกะทันหัน และทำให้สายพานลำเลียงมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

3. อัตราการไหลต่ำ (Dribble Flow) ใช้ในช่วงที่น้ำหนักของปลาในถังชั่งมีค่าเข้าใกล้ค่าเป้าหมายที่ต้องการ โดยอัตราการไหลนี้มีความสำคัญมากต่อความแม่นยำในการชั่ง

อัตราการไหลทั้งสามระดับนี้ถูกควบคุมโดยน้ำหนักของปลาในถังชั่งผ่านทาง Weighing Indicator โดยมีการกำหนดแนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาในแต่ละช่วงน้ำหนักของปลาในถังชั่งดังนี้

2.4.1.1 สถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะเริ่มต้นการทำงานที่มีอัตราการไหลสูงสุด

แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะเริ่มต้นการทำงานแสดงได้ดัง รูปที่ 2.5 โดยสภาวะการทำงานที่จุดเริ่มต้นการทำงานมีค่าน้ำหนักสุทธิในถังชั่งเท่ากับศูนย์ สัญญาณศูนย์สั่งให้ระบบเริ่มทำงานด้วยการสั่งปิดประตูปล่อยปลา และทำการสั่งเปิดการไหล อัตราการไหลสูงสุด ปานกลาง และ ต่ำ ปลาจะถูกลำเลียงสู่ถังชั่งด้วยอัตราการไหลสูงสุดและมีความแม่นยำในการชั่งต่ำสุด เนื่องจากในสภาวะช่วงน้ำหนักนี้ระบบถูกออกแบบให้มีความต้องการในด้านความรวดเร็วในการชั่งมากกว่าความแม่นยำในการชั่ง

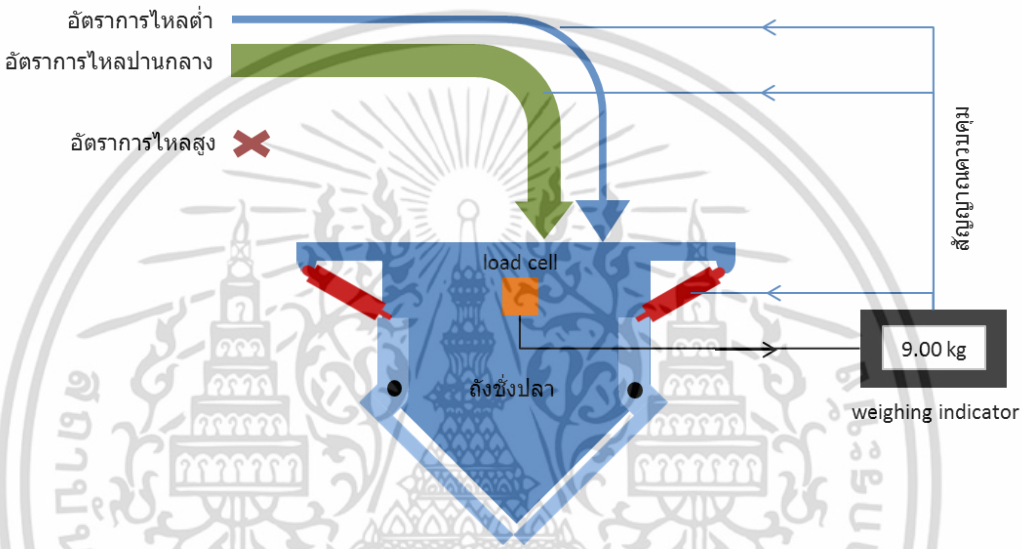


รูปที่ 2.5 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่สภาวะเริ่มต้นการทำงาน

2.4.1.2 สถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะอัตราการไหลปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะน้ำหนักในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Option Prelim ซึ่งระบบจะใช้เป็นจุดตรวจสอบจุดที่ 1 ในช่วงน้ำหนักนี้อัตราการไหลของปลาสู่ถังชั่งจะมีอัตราการไหลปานกลาง และอัตราการไหลต่ำ รูปที่ 2.6 แสดงสภาวะการทำงานที่จุดตรวจสอบจุดที่ 1 เมื่อน้ำหนักของปลาในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Option Prelim ระบบจะทำการปิดการไหลอัตราการไหลสูงสุด เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมในการลดระดับความเร็วสูงเข้าสู่โหมดการควบคุมความแม่นยำของการชั่งน้ำหนัก และเป็นการป้องกันการลื่นไถลของปลาลงสู่ถังชั่งอันเนื่องจากการลดความเร็วของการไหลอย่างกะทันหัน ซึ่งส่งผลให้ความแม่นยำในการชั่งลดลง

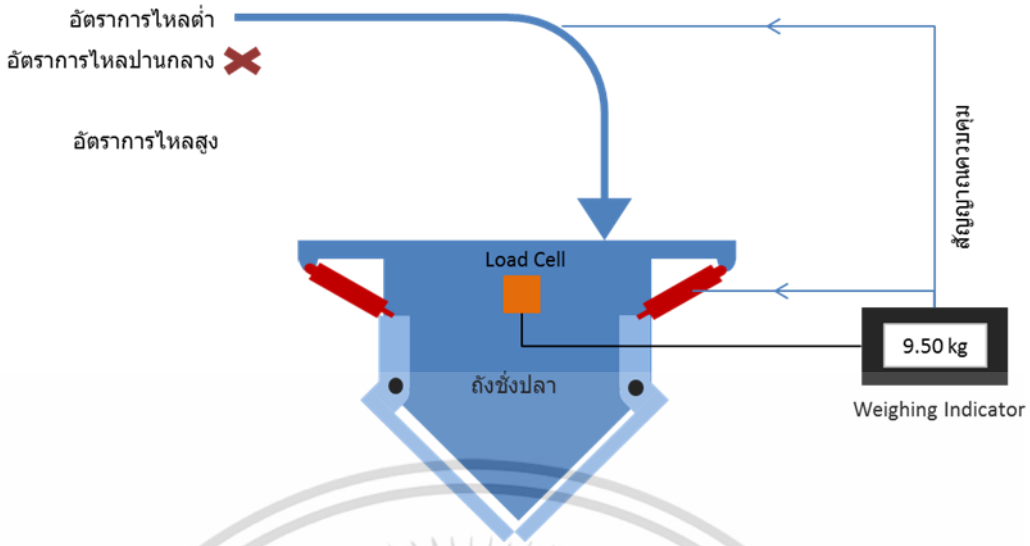


รูปที่ 2.6 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดแรก

2.4.1.3 สถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะอัตราการไหลต่ำ

แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลา ที่สภาวะน้ำหนักในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Prelim ซึ่งระบบจะใช้เป็นจุดตรวจสอบจุดที่ 2 ในช่วงน้ำหนักนี้อัตราการไหลของปลาสู่ถังชั่งจะมีแต่อัตราการไหลต่ำ รูปที่ 2.7 แสดงสภาวะการทำงานที่จุดตรวจสอบจุดที่ 2 เมื่อน้ำหนักของปลาในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Prelim ระบบจะทำการปิดการไหลอัตราการไหลปานกลาง จะเหลือเพียงอัตราการไหลต่ำ ในช่วงน้ำหนักนี้ระบบต้องการความแม่นยำในการชั่งมากกว่าความเร็วในการชั่งจึงใช้อัตราการไหลของปลาสู่ถังชั่งต่ำ และค่าการตกแบบอิสระที่เกิดจากการไหลนี้ต้องมีค่าน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการชั่งที่ยอมรับได้

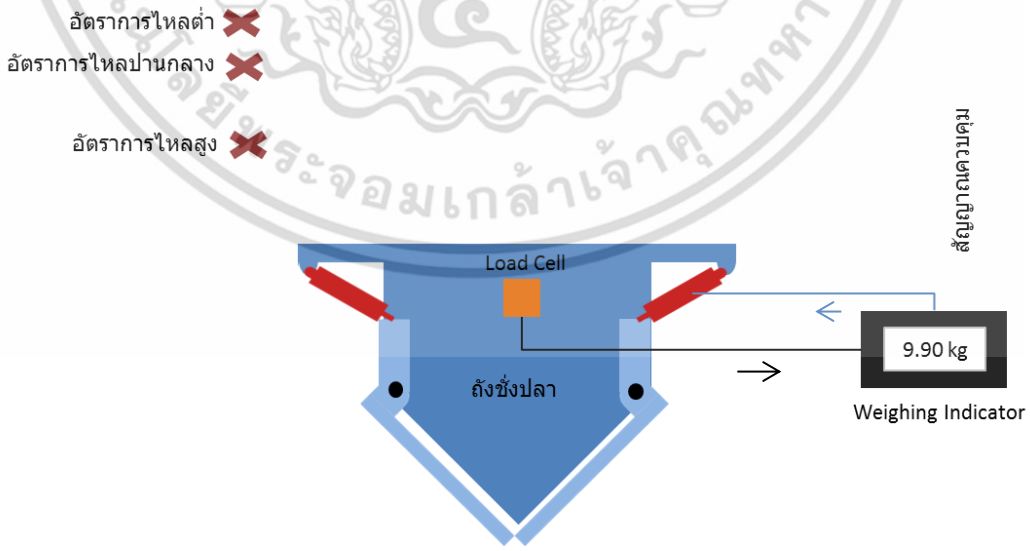
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดที่ 2

2.4.1.4 สถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะไม่มีอัตราการไหล

แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลา ที่สภาวะที่น้ำหนักในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการ น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Free Fall ซึ่งระบบจะใช้เป็นจุดตรวจสอบจุดที่ 3 ในช่วงน้ำหนักนี้จะไม่มีการไหลของปลาสู่ถังชั่ง รูปที่ 2.8 แสดงสภาวะการทำงานที่จุดตรวจสอบจุดที่ 3 เมื่อน้ำหนักของปลาในถังชั่งต่างจากน้ำหนักที่ต้องการน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Free Fall ระบบจะทำการปิดการไหลอัตราการไหลต่ำ ณ.จุดนี้จะไม่มีการไหล จะมีเพียงปลาที่ตกอย่างอิสระลงมาในถังชั่งเท่านั้น



รูปที่ 2.8 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดตรวจสอบจุดที่ 3

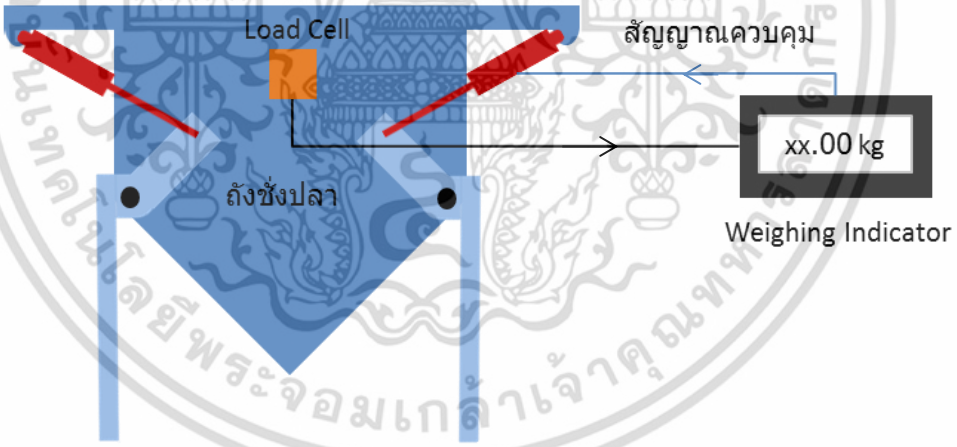
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 สถานีชั่งและบรรจุปลาที่สภาวะประมวลผลและปล่อยปลาลงสู่ถุงบรรจุ

แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลา ณ.จุดที่ปล่อยปลาจากถังชั่งสู่ถุงบรรจุปลา กำหนดให้น้ำหนักของปลาในถังชั่งต่างจากค่าที่ต้องการน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Free Fall เพื่อทำให้มั่นใจว่าน้ำหนักที่ระบบชั่งได้จะไม่มีแรงกระแทกที่เกิดจากการตกแบบอิสระของปลาโดยระบบจะทำการหยุดรอเวลาตามค่าที่กำหนด ก่อนที่จะทำการประเมินผล รูปที่ 2.9 แสดงการปล่อยปลาจากถังชั่งลงถุงบรรจุโดยที่

1. ถ้าน้ำหนักของปลาน้อยกว่าน้ำหนักต่ำสุดที่ยอมรับได้ระบบส่งสัญญาณแจ้งเตือน Lower Limit
2. ถ้าน้ำหนักของปลามากกว่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือน Over Limit
3. ถ้าน้ำหนักของปลามีค่าอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและ ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ระบบจะไม่มีการส่งสัญญาณแจ้งเตือน Lower Limit และ Over Limit
4. ถ้าน้ำหนักของปลาในถังชั่งมีค่าต่างจากค่าเป้าหมายที่ต้องการมากกว่าค่า Free Fall ระบบจะทำการเปิดการไหลอัตราต่ำ และเริ่มกระบวนการประเมินการชั่งใหม่

เมื่อปลาจากถังชั่งถูกปล่อยสู่ถุงบรรจุเรียบร้อยแล้ว ประตูถังชั่งก็จะถูกปิด ทำให้ถังชั่งว่างเปล่าน้ำหนักของปลาในถังชั่งจึงเท่ากับศูนย์ สัญญาณศูนย์นี้จะสั่งให้ระบบเริ่มต้นการชั่งในรอบต่อไปเป็นวัฏจักรไปเรื่อยจนกว่าจะเสร็จสิ้นการทำงานและปิดระบบ



รูปที่ 2.9 แนวคิดในการออกแบบสถานีชั่งและบรรจุปลาลงถุงที่จุดปล่อยปลาสู่ถุงบรรจุ

2.4.2 สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

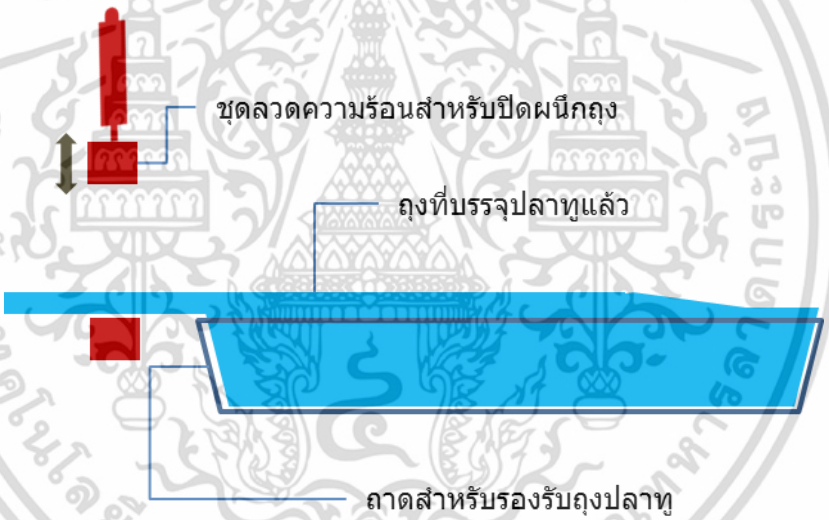
สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ทำหน้าที่ปิดผนึกถุงปลาเพื่อป้องกันปลาหล่นจากถุงในขณะที่มีการเคลื่อนย้ายปลาเข้าห้องเย็นโดยเฉพาะเวลายกถาดปลาวางบนชั้นสูง การทำงานของชุดปิดผนึกด้วยความร้อนมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลื่อนถาดที่มีถุงบรรจุปลาน้ำหนัก 10 กิโลกรัม มาที่ตำแหน่งที่ปิดผนึก
- จัดถุงให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- เปิดการทำงานระบบ
    - ระบบปิดผนึกทำการกดลวดความร้อนลงที่ตำแหน่งปากถุง
    - ระบบให้ความร้อนกับลวดเพื่อทำให้ถุงเชื่อมติดกัน
    - ระบบยกลวดความร้อนขึ้นเมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดไว้
- ยกถาดปลาที่ปิดผนึกแล้วไปวางบนรถลำเลียงเตรียมส่งเข้าห้องเย็น

2.4.2.1 สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ. จุดเริ่มต้นทำงาน

หลังจากที่ปลาที่มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมถูกปล่อยลงถุงบรรจุแล้ว คนงานทำการเลื่อนถาดปลามาที่สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อนซึ่งอยู่ติดกับสถานีชั่งน้ำหนักและบรรจุ จากนั้นทำการจัดปากถุงให้วางอยู่บนตำแหน่งปิดผนึก รูปที่ 2.10 แสดงแนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุง เมื่อระบบมีสถานะพร้อมจะทำการปิดผนึกถุงของสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

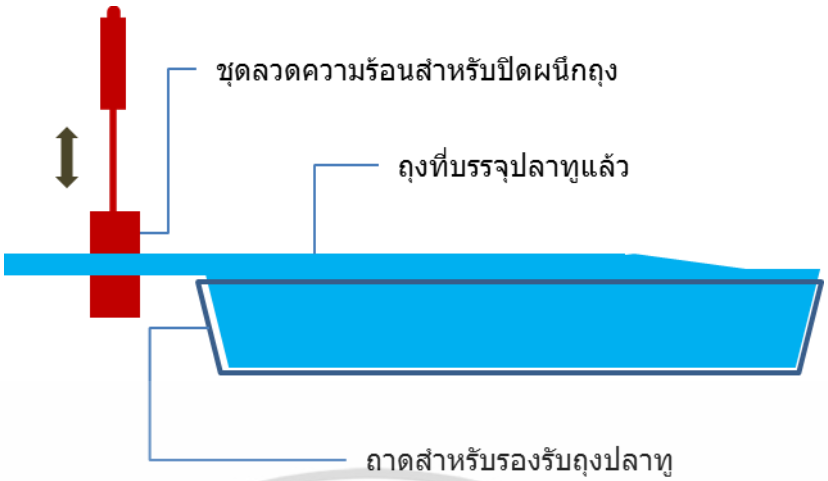


รูปที่ 2.10 แนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ. จุดที่พร้อมทำการปิดผนึก

2.4.2.2 สถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ.ขณะปิดผนึกถุง

หลังจากถุงปลาถูกจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพร้อมจะทำการปิดผนึกเรียบร้อยแล้ว คนงานทำการส่งสัญญาณผ่านทางเซนเซอร์แสง เพื่อสั่งให้ระบบทำการกดชุดลวดทำความร้อนเพื่อให้ปากถุงแนบสนิทกันแล้วปล่อยกระแสไฟให้ความร้อนกับลวดทำความร้อนทำให้ปากถุงเชื่อมติดกัน รูปที่ 2.11 แสดงแนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน เมื่อระบบมีสถานะการกดจะทำการปิดผนึกถุงปลาของสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แนวคิดในการออกแบบสถานีปิดผนึกถุงด้วยความร้อน ณ. จุดที่ทำการปิดผนึกถุงปลา

จากแนวคิดในการทำงานทั้งสองสถานีถูกนำมาทำการศึกษารายละเอียดเพื่อทำการออกแบบวิศวกรรม จากนั้นเป็นขั้นตอนการสร้างและทดสอบการใช้งานของเครื่องชั่งอัตโนมัติสำหรับชั่งและบรรจุปลาทูขนาดถุงละ 10 กิโลกรัมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
รายละเอียดการออกแบบวิศวกรรมเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

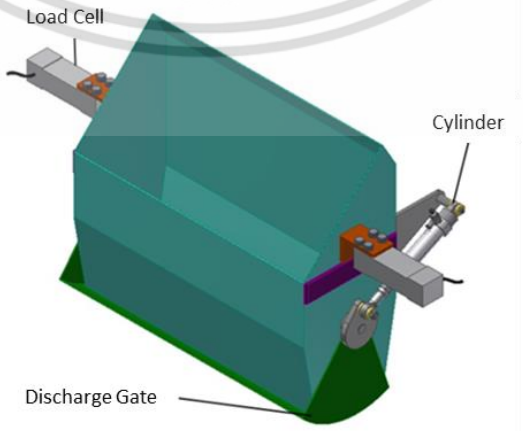
ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำแนวคิดในการออกแบบที่ได้จากบทที่ 2 มาศึกษารายละเอียดเพื่อทำการออกแบบวิศวกรรมให้สามารถนำแนวคิดที่ได้กำหนดมาสร้างเป็นเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำไปใช้งานจริงได้ตามที่ต้องการ โดยมีส่วนประกอบหลักของเครื่องชั่งอัตโนมัติ ดังนี้

1. ถังชั่ง
2. ประตูเปิด-ปิด ถังชั่ง
3. ชุดประมวลผลและควบคุมการทำงาน
4. ระบบสายพานลำเลียงที่สามารถควบคุมให้มีอัตราการไหลทั้ง 3 อัตรา สูง ปานกลาง ต่ำ
5. ชุดปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

นอกจากการเปลี่ยนแนวคิดในการออกแบบให้เป็นเครื่องจักรที่ทำงานได้ยังมีการกล่าวถึงอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย ซึ่งได้แก่ ชุดเกลี่ยปลา กล่องรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์ โครงสร้างเครื่องชั่ง และถังรับปลา

3.2 ถังชั่งปลา

ถังชั่งปลาถูกออกแบบให้วางไว้ตรงตำแหน่งปลายของสายพานย่อยเพื่อคอยรับปลาดังแสดงในรูปที่ 3.1 ส่วนด้านข้างติดกับโหลดเซลล์ข้างละตัว โดยโหลดเซลล์จะยึดติดกับโครงสร้างของเครื่องชั่ง โดยลักษณะดังรูปที่ 3.1 ด้านที่รับปลาที่ไหลมาจากสายพานจะมีระดับขอบต่ำเพื่อติดตั้งไว้ใต้ระดับสายพาน ส่วนขอบด้านตรงข้ามจะถูกออกแบบให้มีขอบสูงเพื่อป้องกันปลาไหลออกนอกถังชั่งที่ระดับอัตราการไหลสูง เมื่อมีปลาไหลลงสู่ถังชั่งจะทำให้เกิดแรงกดที่โหลดเซลล์ ทำให้ค่าความต้านทานของสเตรนเกจบนโหลดเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวสเตรนเกจมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย จากการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันสามารถนำมาคำนวณเป็นค่าน้ำหนักของปลาที่อยู่ในถังปลาได้ ในการออกแบบได้เลือกใช้โหลดเซลล์รุ่น PTASP6-E3-50kg



รูปที่ 3.1 ถังชั่งปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 โหลดเซลล์ [10]

โหลดเซลล์ PTASP6-E3-50kg เป็นโหลดเซลล์ที่ทำด้วยอลูมิเนียมอัลลอยด์ชุบผิวด้วยการอะโนไดส์ ขนาดมิติ 45 x 45 x 150 มิลลิเมตร มีการใส่กล่องห่อหุ้ม (Encloses) เพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้นตามมาตรฐาน IP65 ระดับชั้นความละเอียด C3 ซึ่งเป็นระดับชั้นความละเอียดที่สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องชั่งสำหรับการค้าได้ ตามหลักการในการเลือกใช้โหลดเซลล์ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 หลักการเลือกใช้โหลดเซลล์

3.2.2 กล่องรวมสัญญาณ (Summing Box) [11]

เนื่องจากถังชั่งประกอบด้วยโหลดเซลล์จำนวน 2 ตัว ดังนั้นจึงต้องทำการรวมสัญญาณจากโหลดเซลล์ทั้งสองก่อนที่จะส่งให้ตัวแปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเป็นน้ำหนัก ในการออกแบบได้เลือกใช้กล่องรวมสัญญาณ PT รุ่น PT100SBE-4 เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณจากโหลดเซลล์ทั้งสองตัวเพื่อให้เป็นสัญญาณชุดเดียวส่งไปยัง Weighing Indicator รุ่น AD-4401 โดยสัญญาณที่จะนำมารวมกันจะต้องมาจากโหลดเซลล์ ที่มีขนาด (Capacity) และมีความไวในการตอบสนองสัญญาณ (Sensitivity mV/V) เท่ากัน และในการรวมสัญญาณจะต้องมีการปรับแต่งขนาดของสัญญาณเพื่อลดค่าความผิดพลาดที่เกิดจากความแตกต่างของขนาดสัญญาณของโหลดเซลล์แต่ละตัวที่ต่างกัน ดังนี้

รูปที่ 3.3 กล่องรวมสัญญาณโหลดเซลล์

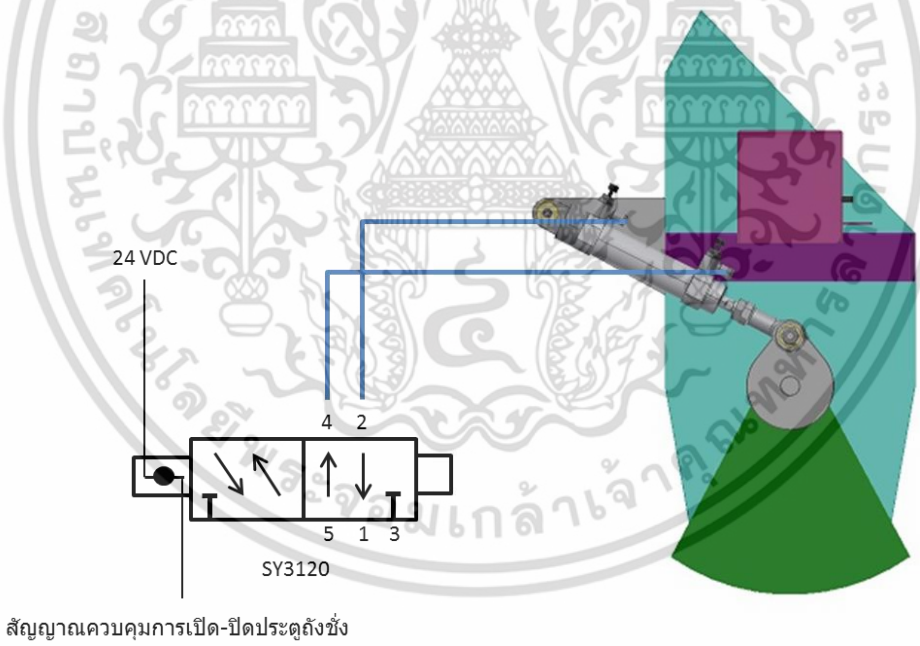
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก่อนที่จะทำการปรับแต่งต้องแน่ใจว่า jumper J1 , J2 , J3 & J4 ถูกถอดออก
- ให้ไขสกรูตัดสัญญาณ VR1(T1) & VR2(T2) ทวนตามเข็มให้สุด และ VR3(T3) & VR4(T4) ตามเข็มนาฬิกาให้สุด ซึ่งจะประมาณ 20รอบ ซึ่งจะได้ยินเสียง คลิกเมื่อหมุนสุด
- ให้สังเกตว่า เมื่อไข VR1(T1) & VR2(T2) ตามเข็มนาฬิกา และไข VR3(T3) & VR4(T4) ทวนเข็มนาฬิกาขนาดของสัญญาณจะลดลง

นำตุ้มน้ำหนักที่รู้ค่าวางที่แต่ละมุมอ่านค่าน้ำหนักและจดไว้ กลับมาวางตุ้มน้ำหนักที่มุมที่อ่านค่าได้สูงสุดแล้วปรับค่าให้เท่ากลับมุมที่ต่ำสุด ทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนทุกมุมอ่านได้ใกล้เคียงกัน

3.3 ประตูเปิด-ปิด ถังปลา

ประตูเปิด-ปิด ถังชั่งปลา ทำหน้าที่ปิดไม่ให้ปลาออกจากถังชั่งในขณะที่น้ำหนักปลาในถังชั่งมีค่าน้อยกว่าค่าน้ำหนักที่ต้องการ และทำหน้าที่เปิดเพื่อปล่อยปลาลงสู่ถุงบรรจุเมื่อน้ำหนักปลาในถังชั่งมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าน้ำหนักที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.4 ประตูเปิด-ปิดถังชั่งปลาถูกติดตั้งไว้ด้านใต้ของถังชั่ง การเปิด-ปิด โดยใช้น้ำหนักปลาในถังชั่งเป็นสัญญาณสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว SY3120 [12] เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของลมควบคุมการทำงานของกระบอกลมเปิด-ปิดประตูถังชั่ง



รูปที่ 3.4 การควบคุมการเปิด-ปิดประตูถังชั่ง

3.4 ระบบประมวลผลและควบคุมการทำงาน

ชุดประมวลผลและควบคุมการทำงาน เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของสเตรนเกจบนโหลดเซลล์เมื่อมีแรงกดให้เป็นค่าน้ำหนัก นำค่าที่ได้ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการที่กำหนดไว้ แล้วสั่งเปิด-ปิดสัญญาณที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยชุดประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งที่ได้ออกแบบในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ควบคุมอัตราการไหลของปลา สูงสุด ปานกลาง ต่ำ โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ขับสายพาน
2. ควบคุมการเปิด-ปิดประตูปล่อยปลาลงถุงบรรจุ
3. ควบคุมการแจ้งเตือนน้ำหนักมากกว่าหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนด
4. ควบคุมการส่งสัญญาณเริ่มการทำงานรอบใหม่

จากการศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดเครื่องชั่ง พบว่า Weighing Indicator ยี่ห้อ AND รุ่น AD-4401 [13] มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ จึงเลือกใช้ AD-4401 เป็นชุดประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

รูปที่ 3.5 AD-4401 Weighing Indicator

คุณสมบัติโดยทั่วไปของชุดแสดงน้ำหนัก AD-4401 สามารถสรุปได้โดยย่อ ดังนี้

- ขนาดหน้าจอ 138 x 68 มิลลิเมตร สะดวกในการติดตั้งในตู้ควบคุม
- หน้าจอป้องการกระเด็นของน้ำได้
- อัตราการแปลงข้อมูลจากแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Sampling Rate) 100 ครั้ง/วินาที
- ความละเอียดในการคำนวณข้อมูล 1/16000
- ความไวในการตอบสนองต่อสัญญาณ 0.3 μV/D
- Load cell Excitation 10VDC ± 5% , 230 mA

นอกจากคุณสมบัติที่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้รวดเร็วและแม่นยำตามที่ต้องการแล้ว AD-4401 ยังมีโปรแกรมการชั่งมากับเครื่องอีกด้วย ซึ่งโปรแกรมที่เหมาะกับการนำมาใช้กับเครื่องชั่งที่ศึกษาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Normal Batch / No Supplementary Flow (Weighing Mode CALF-14 = 3) หลักการทำงานของโปรแกรมสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. เมื่อเริ่มต้นการทำงาน AD-4401 สั่งให้ ON สัญญาณ Full Flow , Medium Flow และ Dribble Flow และสั่ง OFF สัญญาณการไหลในแต่ละระดับความเร็วดังนี้

OFF Full Flow เมื่อ น้ำหนักในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ต้องการ – Option PreLim

OFF Medium Flow เมื่อ น้ำหนักในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ต้องการ – PreLim

OFF Dribble Flow เมื่อ น้ำหนักในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ต้องการ – Free Fall

2. จากนั้น AD-4401 จะทำการเปรียบเทียบน้ำหนักในถังชั่งกับค่าน้ำหนักต่ำสุด และ สูงสุดที่ยอมรับได้แล้วดำเนินการตามแต่ละกรณีที่เกิดขึ้นดังนี้

ถ้าน้ำหนักอยู่ระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุด AD-4401จะ ON สัญญาณ Batch Finish

ถ้าน้ำหนัก < ค่าต่ำสุด AD-4401จะ ON สัญญาณ Batch Finish และ Under Limit

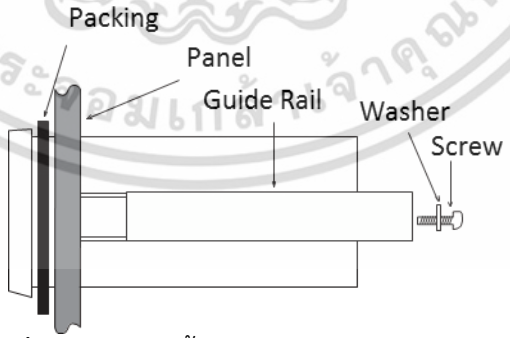
ถ้าน้ำหนัก > ค่าต่ำสุด AD-4401จะ ON สัญญาณ Batch Finish และ Over Limit

เครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษาถูกออกแบบให้ใช้สัญญาณ Batch Finish เป็นสัญญาณ Discharge Start ทำการเปิดประตูปล่อยปลาสู่ถุงบรรจุ ซึ่งสามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิดประตูปล่อยปลาได้จากการกำหนดค่าเริ่มต้นการทำงาน SQF-19 และ SQF-20

3. เมื่อครบเวลาเปิดประตูปล่อยปลาตามที่กำหนดค่าไว้แล้วประตูปล่อยปลาก็จะถูกปิดและถังชั่งก็ว่างเปล่า AD-4401 ก็จะทำการ ON สัญญาณ Zero Range เครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษาถูกออกแบบให้ใช้สัญญาณ Zero Range เป็นสัญญาณ Batch Start เป็นการสั่งให้เริ่มต้นกระบวนการชั่งครั้งใหม่ต่อไป

3.4.1 การติดตั้ง

เนื่องจาก AD-4401 เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ที่มีความละเอียดสูง จึงต้องใช้ความระมัดระวังในการสัมผัส การติดตั้งสามารถเจาะหน้ากล่องควบคุมขนาด 139+1.0/-0 x 68+0.7/-0 มิลลิเมตร และยึดกับกล่องควบคุมดังรูปที่ 3.6 นอกจากนี้ AD-4401 สามารถทำงานได้ในสภาวะแวดล้อมอุณหภูมิ -5 ถึง 40 °C และไม่สามารถใช้งานกลางแจ้งได้



รูปที่ 3.6 การติดตั้ง AD-4401 เข้ากับตู้ควบคุม

3.4.2 การต่อสายไฟฟ้ากำลัง

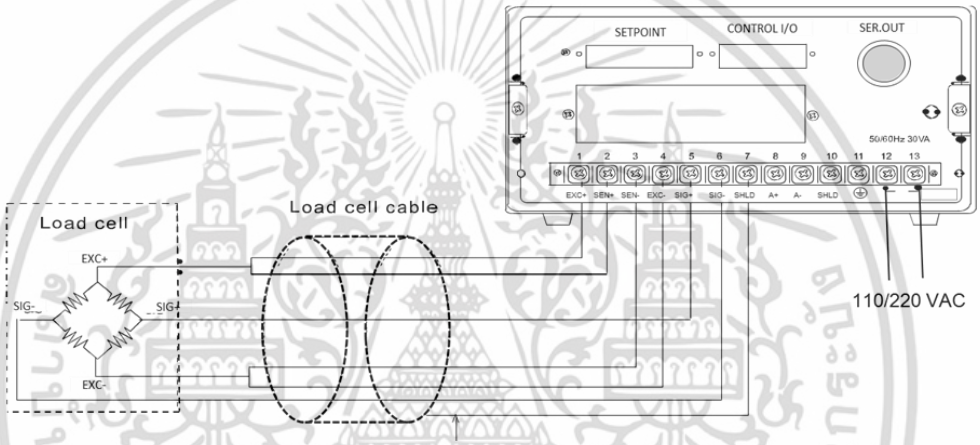
1. AD-4401 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับได้ทั้ง 100-120 VAC +10%/-15% หรือ 200-240 VAC +10%/-15% ความถี่ 50 ถึง 60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต้องต่อสายดิน ไม่ควรใช้สายดินร่วมกับอุปกรณ์ที่มีสัญญาณรบกวน
3. เนื่องจากสัญญาณจากโหลดเซลล์เป็นสัญญาณที่มีความไวต่อสัญญาณรบกวนสูง ห้ามติดตั้งอุปกรณ์ที่มีสัญญาณรบกวนไว้ใกล้ โหลดเซลล์ หรือ สายสัญญาณของโหลดเซลล์
4. สายสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต จะต้องมีตัวป้องกันการรบกวน และให้ต่อสายป้องกันสัญญาณรบกวน (Shield) ที่ขั้วต่อ 7 และ 10

3.4.3 การต่อโหลดเซลล์

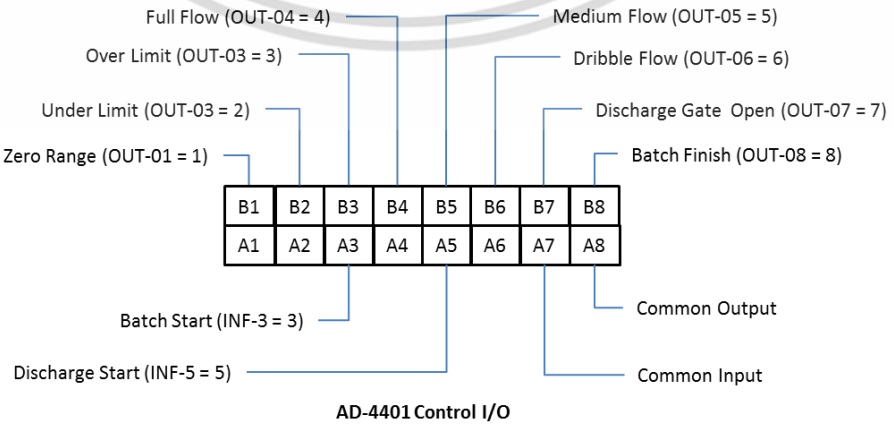
สายของโหลดเซลล์ Load Cell PTASP6-E3-50kg ที่นำมาใช้งานเป็นแบบที่มีสาย 4 เส้น การต่อสายแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 โดยมีการต่อขั้ว 1 เข้ากับขั้ว 2 และขั้ว 3 เข้ากับขั้ว 4



รูปที่ 3.7 การต่อ Load Cell เข้ากับ AD-4401

3.4.4 สัญญาณควบคุม

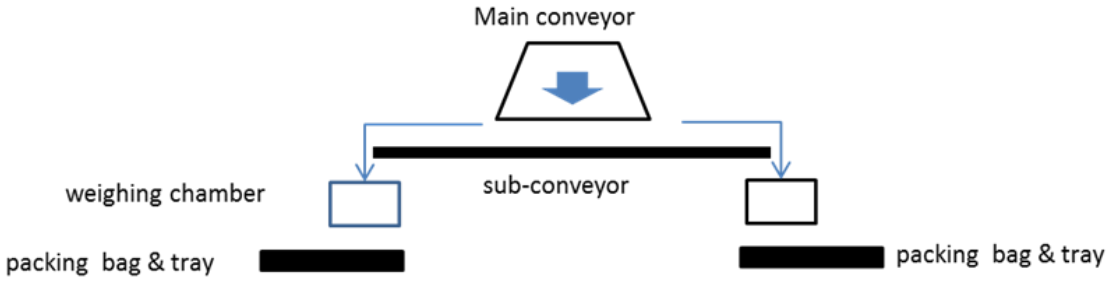
AD-4401 มีขารับสัญญาณอินพุต 6 ขา และมีขาส่งสัญญาณเอาต์พุตเพื่อควบคุมสวิทช์จำนวน 8 ขา ระบบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษาเลือกใช้สัญญาณควบคุมดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 สัญญาณอินพุต/เอาต์พุตสำหรับควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระบบสายพานลำเลียง



รูปที่ 3.9 ผังการทำงานของระบบสายพานลำเลียง

ระบบสายพานลำเลียงของเครื่องชั่งประกอบด้วยสายพานลำเลียงหลัก (Main Conveyor) และสายพานลำเลียงย่อย (Sub-Conveyor) โดยสายพานลำเลียงหลักทำหน้าที่ลำเลียงปลาจากถังรับปลาส่งให้สายพานลำเลียงย่อย 2 ชุด ซึ่งจะลำเลียงปลาสู่ชุดชั่งซ้าย-ขวา ดังรูปที่ 3.9 โดยที่ค่าความเร็วของสายพานจะแปรผันตามน้ำหนักของปลาที่ต่างจากค่าน้ำหนักที่ต้องการ ดังนี้

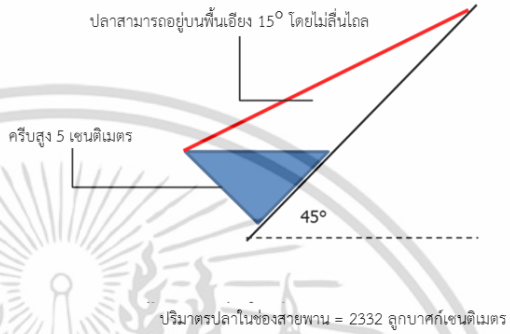
ความเร็วสายพาน $\propto$ (น้ำหนักที่ต้องการ – น้ำหนักในถังชั่ง)

ในขณะเริ่มต้นน้ำหนักของปลาในถังชั่งเป็นศูนย์ น้ำหนักของปลาที่ต้องการคือ 10 กิโลกรัม ความเร็วของสายพานลำเลียงจะเร็วที่สุด และเมื่อน้ำหนักปลาในถังชั่งเพิ่มขึ้นความเร็วของสายพานก็จะลดลงจนหยุดเมื่อน้ำหนักของปลาในถังชั่งเท่ากับน้ำหนักที่ต้องการ จากนั้นชุดชั่งก็จะปล่อยปลาที่มีน้ำหนักที่ต้องการลงถุงบรรจุ

3.5.1 โครงสร้างสายพานลำเลียงหลัก

โครงสร้างสายพานลำเลียงหลักถูกออกแบบให้มีรูปร่างคล้ายตัว Z เพื่อให้มีพื้นที่ในการรับปลาด้านล่างตามความยาวของถังรับปลามากพอที่จะทำให้การลำเลียงปลาขึ้นสู่สายพานย่อยป้อนปลาลงถังชั่งสม่ำเสมอ สายพานหลักถูกออกแบบให้ยกปลาขึ้นสูงจึงจำเป็นต้องใช้สายพานโมดูลาร์แบบมีครีบ โดยที่ครีบจะพาปลาขึ้นไปตามความลาดเอียงของสายพานได้ และช่องว่างของสายพานจะเป็นตัวระบายน้ำออกจากปลา ความลาดเอียงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยที่จะต้องพิจารณา ถ้าสายพานมีความชันมากปริมาณปลาที่ขนได้ในแต่ละช่องก็จะน้อยต้องใช้ช่องที่มีขนาดเล็กลงหรือใช้ความเร็วสายพานสูงขึ้น ซึ่งจากรูปทรงตัว Z ก็ไม่สามารถใช้ความเร็วสูงมากได้เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงและเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ระบบที่ศึกษาใช้ความชันของสายพาน 45 องศา เทียบจากพื้นราบ และความสูงของครีบ 5 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การจัดวางมุมเอียงของสายพานลำเลียงหลัก

การหาขนาดและความเร็วของสายพานหลักสามารถอธิบายได้ดังนี้

จากการคำนวณขนาดของสายพานที่สามารถลำเลียงปลาจำนวน 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาดความกว้างของสายพานที่เหมาะสมคือ 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างครีบ 30 เซนติเมตร ความสูงของครีบ 5 เซนติเมตร รูปที่ 3.10 แสดงปริมาตรของปลาในช่องของสายพานหลัก การเลือกขนาดของสายพานทำได้โดยการกำหนดความเร็วประมาณค่ากลาง ๆ ของระบบให้สามารถขนปลาจำนวนที่ต้องการได้ ซึ่งเป็นการทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นสามารถปรับเพิ่มหรือลดอัตราการทำงานได้ สายพานลำเลียงหลักถูกขับด้วยมอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ที่สามารถปรับรอบได้ ผ่านเกียร์ทดรอบอัตราทด 15:1 ระบบต้องการสายพานที่มีความสามารถในการลำเลียงปลาจำนวน 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการหาค่าความสัมพันธ์ของน้ำหนักกับปริมาตรของปลาทูได้ค่าโดยเฉลี่ยปลา 1 กิโลกรัมมีปริมาตรเท่ากับ 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในการออกแบบระบบที่ศึกษาใช้ค่านี้ในการคำนวณทั้งโครงงาน การหาค่าความเร็วของสายพานสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การคำนวณหาความเร็วรอบมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงหลัก

อัตราการขนปลา 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เท่ากับ	150,000	ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
ปริมาตรต่อช่องสายพาน (กว้าง x ยาว = 50 x 30 ซม.)	2,332	ลูกบาศก์เซนติเมตร
สายพานจะต้องเคลื่อนที่ 64.3 ช่อง หรือเท่ากับ	1929	เซนติเมตรต่อนาที
ระยะที่สายพานเคลื่อนที่/รอบมอเตอร์ (ตามขนาดของเฟืองขับสายพานหลัก)	31.416	เซนติเมตร
อัตราทดของมอเตอร์เกียร์:สายพาน	15:1	
ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ต้องการเฉลี่ย	922	รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่ออกแบบเลือกใช้มอเตอร์ที่สามารถปรับความเร็วรอบได้จาก 0 ถึง 1400 รอบต่อนาที จากการคำนวณค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ต้องการเฉลี่ย 922 รอบต่อนาที จะเห็นได้ว่ามอเตอร์และเกียร์ที่ถูกเลือกมามีความเหมาะสมสำหรับใช้ลำเลียงปลาจำนวน 6,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 100 กิโลกรัมต่อนาทีจากถังรับปลาสู่สายพานย่อย นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นโดยผู้ใช้สามารถปรับความเร็วให้สูงขึ้นหรือต่ำลงจากค่าที่คำนวณได้

3.5.2 โครงสร้างสายพานลำเลียงย่อย

สายพานลำเลียงย่อยที่เลือกใช้เป็นสายพานโมดูลาร์โครงสร้างแบบตรงดังแสดงในรูปที่ 3.11 ซึ่งมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร จากโครงสร้างตรงทำให้สามารถหมุนที่ความเร็วสูง ๆ ได้

รูปที่ 3.11 สายพานลำเลียงย่อย

สายพานลำเลียงย่อยจึงถูกออกแบบให้สามารถปรับความเร็วในการป้อนปลาลงถังชั่งได้ จากที่กล่าวข้างต้นแล้วว่า ความเร็วของสายพานจะแปรตามค่าความแตกต่างระหว่างน้ำหนักที่ต้องการกับน้ำน้ำหนักปลาในถังชั่ง ดังนี้

ความเร็วสายพาน $\propto$ (น้ำหนักที่ต้องการ – น้ำหนักในถังชั่ง)

สายพานลำเลียงย่อยถูกนำมาใช้ในการลำเลียงปลาสู่ถังชั่ง ซึ่งต้องการให้ปลากระจายไม่มีการซ้อนทับกันเพื่อให้ได้ความแม่นยำในการชั่ง สายพานแบบไม่มีครีบจึงถูกนำมาใช้งาน จากสายพานหลัก 1 ชุด ป้อนปลาให้สายพานย่อย 2 ชุด ดังนั้นสายพานย่อยแต่ละชุดจะต้องสามารถป้อนปลาสู่ถังชั่งได้ 50 กิโลกรัมต่อนาที ข้อจำกัดและเงื่อนไขในการออกแบบสายพานย่อยมีดังนี้

- ปลาไม่มีการซ้อนทับกัน
- การกระจายตัวของปลาบนสายพานเท่ากับ 50 % ของพื้นที่ของสายพาน
- ความหนาของปลาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร

การหาความเร็วรอบของมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงย่อยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

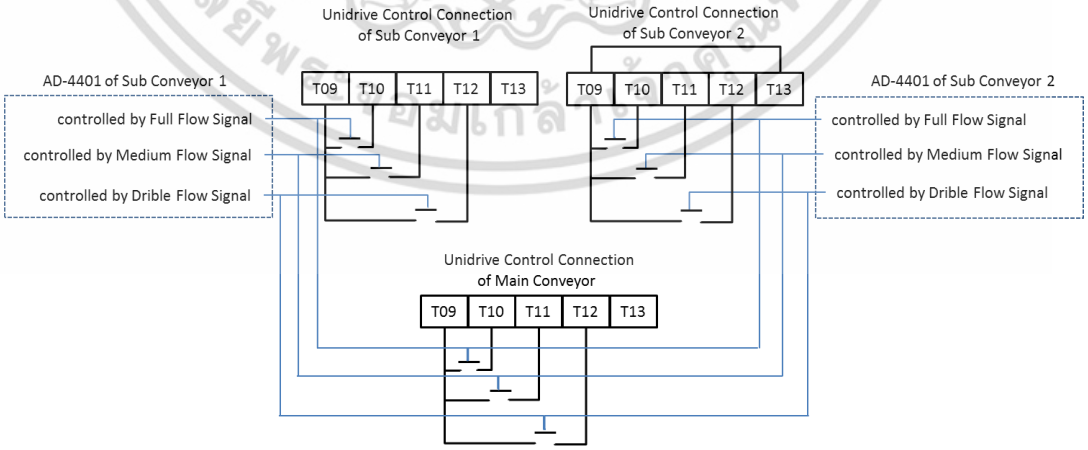
ตารางที่ 3.2 การคำนวณหาความเร็วรอบมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงย่อย

อัตราการขนปลาที่ระบบต้องการ 50 กิโลกรัมต่อนาที	75,000	ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที
การกระจายตัวของปลาบนสายพาน	50	%
ความหนาของปลา	2.5	เซนติเมตร
สายพานกว้าง ระยะทางที่สายพานต้องเคลื่อนที่	30 2,000	เซนติเมตร เซนติเมตร
ระยะที่สายพานเคลื่อนที่เมื่อมอเตอร์หมุน 1 รอบ (ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองขับสายพานหลัก)	31.416	เซนติเมตร
อัตราทดของมอเตอร์เกียร์:สายพาน	10:1	
ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ต้องการเฉลี่ย	637	รอบต่อนาที

ในการควบคุมความเร็วของสายพาน จากตารางที่ 3.2 จะได้ความเร็วเฉลี่ยของมอเตอร์สายพานย่อยเท่ากับ 637 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นค่ากลาง ๆ ของความเร็วรอบมาตรฐานของมอเตอร์ที่ระบบเลือกใช้ ความเร็วรอบสูงสุดของมอเตอร์เท่ากับ 1,400 รอบต่อนาที ซึ่งพิจารณาแล้วพบว่า มอเตอร์และเกียร์ทดที่เลือกใช้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในระบบที่ออกแบบสำหรับการชั่งปลาที่ 50 กิโลกรัมต่อนาที เพื่อทำให้ระบบสามารถชั่งปลาจำนวน 10 กิโลกรัม ได้ 5 ครั้ง ภายในเวลา 1 นาที

3.5.3 การหาค่าความเร็วของสายพาน

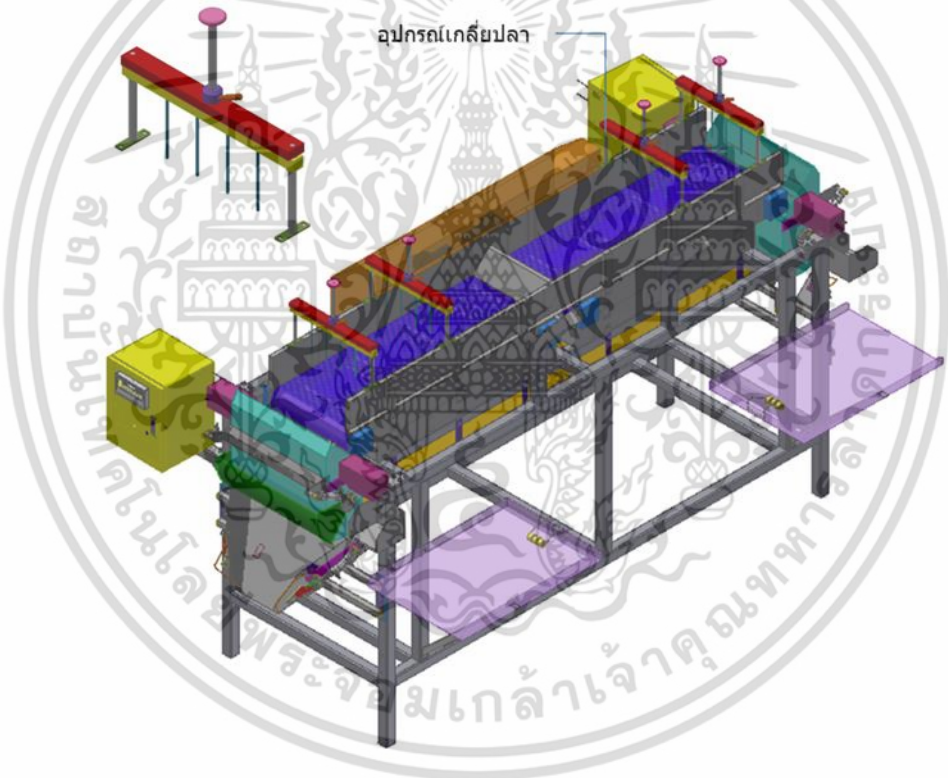
สายพานลำเลียงหลักและสายพานลำเลียงย่อยจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน เนื่องจากการทำงานของสายพานลำเลียงย่อยทั้งสองมีการทำงานอย่างอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน สายพานลำเลียงหลักทำหน้าที่ลำเลียงปลาส่งให้สายพานลำเลียงย่อย ดังนั้นการทำงานของสายพานลำเลียงหลักจะต้องสอดคล้องกับทุกสถานการณ์ที่สายพานลำเลียงย่อยจะเกิดขึ้น การศึกษาใช้ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ต่างของสายพานลำเลียงย่อยแล้วนำมาหาความเร็วของสายพานลำเลียงหลัก



รูปที่ 3.12 การควบคุมความเร็วสายพานหลักสัมพันธ์กับสายพานย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 ในการออกแบบได้มีการใช้สัญญาณ Full Flow, Medium Flow และ Dribble Flow ของสายพานลำเลียงย่อย 1 และ 2 มาขนานกันก่อน แล้วจึงนำไปควบคุมสายพานลำเลียงหลัก การที่ออกแบบลักษณะนี้ ทำให้ไม่เกิดปัญหาการรอปลาของสายพานลำเลียงย่อย ทำให้การทำงานได้เร็ว แต่จะเกิดปัญหาการที่ปลาจากสายพานลำเลียงหลักส่งปลามามากกว่าปริมาณที่สายพานลำเลียงย่อยลำเลียงลงถังชั่งได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้จุดที่สายพานลำเลียงหลักส่งปลาลงสายพานลำเลียงย่อยจะต้องสามารถรับปลาที่สายพานลำเลียงหลักส่งมาเกินได้ และเมื่อระบบส่งปลาลงถังชั่งด้วยความเร็วต่ำครบจำนวนแล้ว สายพานลำเลียงย่อยก็จะเริ่มส่งปลาลงถังชั่งด้วยความเร็วสูง ปริมาณปลาที่สะสมจะซ้อนกันซึ่งหากมีปริมาณเกิน 10 กิโลกรัม ระบบก็จะชั่งได้มากกว่าปริมาณที่กำหนด เนื่องจากปริมาณ Free Fall มีค่าสูงกว่าที่ออกแบบไว้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้ปริมาณสะสมของปลาในระบบต้องไม่เกิน 10 กิโลกรัม และจะต้องออกแบบอุปกรณ์เกลี่ยปลาเพื่อไม่ให้เกิดการซ้อนทับของปลาในขณะที่ปลาไหลลงถังชั่ง จากการทดลองใช้อุปกรณ์เกลี่ยปลาหลาย ๆ แบบ สามารถหาแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบที่นำเสนอดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์เกลี่ยปลาที่ใช้สำหรับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

3.5.3.1 ความเร็วของสายพานลำเลียงย่อย

การเลือกความเร็วของสายพานลำเลียงย่อยทำได้โดยการพิจารณาความเร็วสูงสุดที่มีค่า Free Fall ต่ำกว่าค่าความแม่นยำที่ต้องการในแต่ละช่วงการลำเลียงปลาสู่ถังชั่ง การศึกษาเลือกความเร็วของสายพานย่อยดังตารางที่ 3.3 ซึ่งหากพิจารณาจากช่วงเวลาในการไหลแต่ละอัตราการไหลสามารถหาความน่าจะเป็นในการเกิดของอัตราการไหลแต่ละอัตราการไหลสรุปได้ในดังตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ค่าความเร็วสายพานลำเลียงย่อย

เวลาที่ใช้สำหรับ Full Flow, Medium Flow และ Dripper Flow ใน 1 รอบการชั่ง				
รูปแบบการไหล	ความถี่ของอินเวอร์เตอร์ (Hz)	อัตราการไหล (kg/sec)	ปริมาณปลาที่ลำเลียง (kg)	เวลา (sec)
Full Flow	50	1.832	9	4.913
Medium Flow	10	0.366	0.5	1.366
Dribble flow	4	0.147	0.4	2.721
เวลาที่ใช้สำหรับการลำเลียงปลา = 9 วินาที , การตัดสินใจ และ เปิดประตูปล่อยปลา 3 วินาที				

ตารางที่ 3.4 ความน่าจะเป็นในการเกิดการไหลแต่ละแบบของสายพานลำเลียงย่อย

รูปแบบการไหล	เวลา (วินาที)	ความน่าจะเป็นในการเกิด
Full Flow	4.913	0.4094
Medium Flow	1.366	0.1138
Dribble Flow	2.721	0.2268
No Flow	3	0.2500
Total	12	1.0000

3.5.3.2 ความเร็วของสายพานลำเลียงหลัก

การเลือกความเร็วของสายพานหลัก จากการขนานสัญญาณของสายพานลำเลียงย่อยเพื่อไปสั่งควบคุมสายพานลำเลียงและหลักการทำงานของสายพานย่อยทั้งสองข้างเป็นอิสระต่อกัน การไหลของสายพานลำเลียงหลักจะเป็น Full Flow, Medium Flow และ Dribble Flow หรือหยุดไม่มีการไหล เกิดจากความน่าจะเป็นที่สายพานลำเลียงย่อยแต่ละตัวมีการไหลเป็นการไหลแบบใด โดยการไหลที่มีอัตราการไหลสูงกว่ามีลำดับความสำคัญสูงกว่าดังตารางที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ความน่าจะเป็นในการเกิดการไหลแต่ละแบบของสายพานลำเลียงหลัก

รูปแบบการไหลของสายพานลำเลียงย่อย 1	รูปแบบการไหลของสายพานลำเลียงย่อย 2	ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์	รูปแบการไหลของสายพานลำเลียงหลัก
Full Flow	Full Flow	0.1676	Full Flow
Full Flow	Medium Flow	0.0466	Full Flow
Full Flow	Dribble Flow	0.0928	Full Flow
Full Flow	No Flow	0.1024	Full Flow
Medium Flow	Full Flow	0.0466	Full Flow
Medium Flow	Medium Flow	0.0130	Medium Flow
Medium Flow	Dribble Flow	0.0258	Medium Flow
Medium Flow	No Flow	0.0285	Medium Flow
Dribble Flow	Full Flow	0.0928	Full Flow
Dribble Flow	Medium Flow	0.0258	Medium Flow
Dribble Flow	Dribble Flow	0.0514	Dribble Flow
Dribble Flow	No Flow	0.0567	Dribble Flow
No Flow	Full Flow	0.1024	Full Flow
No Flow	Medium Flow	0.0285	Medium Flow
No Flow	Dribble Flow	0.0567	Dribble Flow
No Flow	No Flow	0.0625	No Flow
โอกาสที่จะเกิด Full Flow เท่ากับ 0.65 คิดเป็นเวลา			7.81 วินาที
โอกาสที่จะเกิด Medium Flow เท่ากับ 0.12 คิดเป็นเวลา			1.46 วินาที
โอกาสที่จะเกิด Dribble Flow เท่ากับ 0.16 คิดเป็นเวลา			1.98 วินาที
โอกาสที่จะเกิด No Flow เท่ากับ 0.06 คิดเป็นเวลา			0.75 วินาที
รวมเวลา 1 รอบการชั่ง			12.00 วินาที

จากตารางที่ 3.5 จะได้ช่วงเวลาโดยประมาณในการเกิด Full Flow, Medium Flow, Dribble Flow และ No Flow จากนั้นนำช่วงเวลาดังกล่าวนี้ไปใช้ในการกำหนดอัตราการไหลของแต่ละระดับการไหลซึ่งทำให้ปริมาณการลำเลียงปลาของสายพานลำเลียงหลักเท่ากับ 20 กิโลกรัม ภายใน 1 รอบการชั่งหรือเท่ากับ 12 วินาที สามารถกำหนดได้หลายค่าขององค์ประกอบของแต่ละการไหลเบื้องต้นเพื่อให้สอดคล้องกับการไหลของสายพานลำเลียงย่อย โดยมีการได้กำหนดอัตราการไหลของ Full Flow, Medium Flow, Dribble Flow และ Free Fall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ค่าความเร็วรอบมอเตอร์ของการไหลของสายพานลำเลียงหลัก

รูปแบบการไหล	ความถี่ของอินเวอร์เตอร์ (Hz)	ความเร็วรอบมอเตอร์ (RPM)	อัตราการไหล (kg/sec)	ปริมาณปลาที่ลำเลียง (kg)	เวลา(sec)
Full Flow	45	1,260	2.3	18	7.81
Medium Flow	15	420	0.69	1	1.46
Dribble Flow	7	196	0.40	0.8	1.98
Free Fall	0	0	0	0.2	0

จากข้อมูลสายพานลำเลียงหลักเคลื่อนที่ระยะทาง 30 เซนติเมตร สามารถใช้ในการลำเลียงปลาได้ 2,332 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 1.55 กิโลกรัม เฟืองขับหมุนหนึ่งรอบเป็นระยะทาง 31.416 เซนติเมตร อัตราทดรอบ 15:1 จะทำให้ได้ค่าความเร็วรอบ อัตราการไหล ปริมาณปลาที่ลำเลียง และเวลาที่ใช้ของแต่ละอัตราการไหลของสายพานหลักดังสรุปในตารางที่ 3.6

3.5.4 การควบคุมการไหล 3 ระดับอัตราเร็ว สูง ปานกลาง และต่ำ

ในระบบเครื่องชั่งอัตโนมัติการควบคุมการไหลของปลาลงสู่ถังชั่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อให้ได้ความแม่นยำและความรวดเร็วในการชั่งตามที่ต้องการ ระบบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษาต้องทำการควบคุมการไหลทั้ง 3 ระดับความเร็วให้สอดคล้องเหมาะสมในแต่ละช่วงน้ำหนักในถังชั่ง การออกแบบให้อัตราการไหลของปลาสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วด้วยการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ขับสายพาน รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะของสายพานย่อยลำเลียงปลาสู่ถังชั่ง

การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อควบคุมความเร็วของการไหลของปลาสู่ถังชั่ง การออกแบบเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ Emerson รุ่น M100 สำหรับมอเตอร์ขับสายพานย่อยขนาด 750 วัตต์ และ ใช้รุ่น M101 สำหรับมอเตอร์ขนาด 1500 วัตต์สำหรับขับสายพานหลักลำเลียงปลาสู่สายพานย่อย ซึ่งอินเวอร์เตอร์ทั้งสองรุ่นมีวิธีการใช้งานเหมือนกันแต่จะมีความแตกต่างกันเฉพาะในส่วนของกำลังของมอเตอร์ที่สามารถควบคุมได้เท่านั้น

3.5.4.1 อินเวอร์เตอร์ Emerson รุ่น Unidrive M100-101 [14]

อินเวอร์เตอร์ Emerson รุ่น Unidrive M100-101 ดังแสดงในรูปที่ 3.14 เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับสายพานลำเลียงที่สามารถกำหนดความถี่ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์โดยการเชื่อมต่อสัญญาณจาก T9 ไปยังขารับสัญญาณที่ T10 และ T11 เพื่อกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ส่วน T12 เป็นตัวกำหนดให้มอเตอร์หมุน และ T13 เป็นตัวกำหนดให้มอเตอร์หมุนกลับทาง เนื่องจากระบบมีสายพานลำเลียงย่อย 2 ชุดสำหรับลำเลียงปลาสู่ถังชั่งด้านซ้ายและขวาทำให้ต้องควบคุมให้มอเตอร์ของสายพานลำเลียงย่อยหมุนในทิศทางตรงกันข้าม โดยการเชื่อมต่อขาสัญญาณ T9 กับ ขาสัญญาณ T13 ของ Unidrive M100-M101 ดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 อินเวอร์เตอร์ Unidrive M100

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้อินเวอร์เตอร์ทำงานตามที่ออกแบบได้ดังนี้ (รายละเอียดสำหรับวิธีการป้อนค่าให้กับอินเวอร์เตอร์ให้ทำตามคู่มือ Unidrive M100/M101 ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 หน้าที่ 50-52)

ตารางที่ 3.7 ค่าพารามิเตอร์ของ Unidrive M100 ที่ขับสายพานลำเลียงย่อย

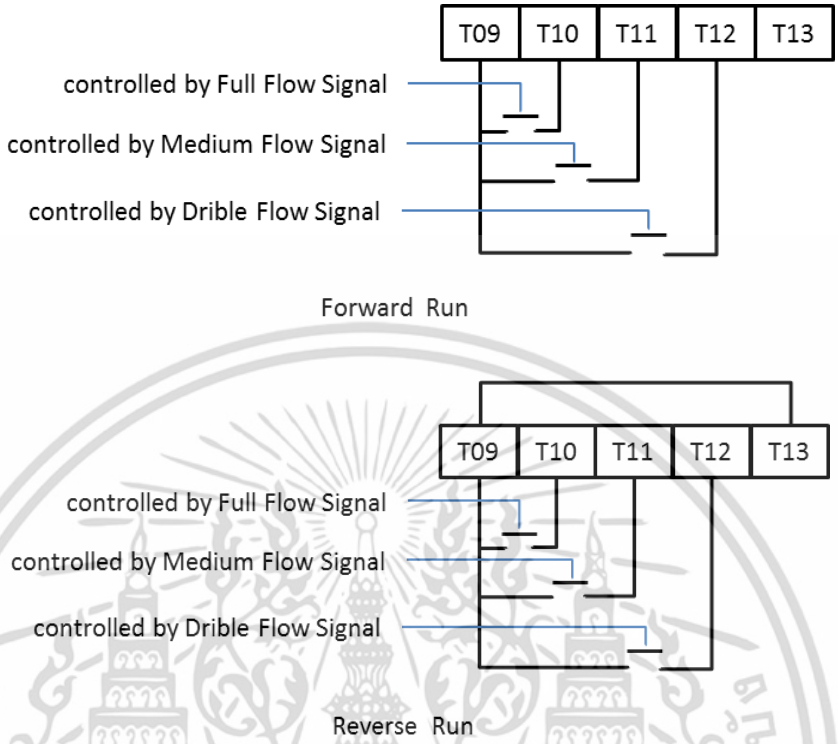
พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด	การทำงาน
00.005	PRESET	การกำหนดค่า
00.006	1.12	กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องการ
00.007	1400	ความเร็วรอบมอเตอร์
00.008	380	แรงดันไฟฟ้าที่ขับมอเตอร์
00.010	ALL	กำหนดสถานะความปลอดภัย
01.021	4	ความถี่เมื่อ T10 & T11 = OFF
01.022	10	ความถี่เมื่อ T10 = ON , T11 = OFF
01.024	50	ความถี่เมื่อ T10 & T11 = ON
02.014	1	กำหนดความเร่งของสายพาน จาก 0 ถึง 50 Hz (วินาที)
02.021	0.1	กำหนดความหน่วงของ Dripple Flow สู่ การหยุดหมุน
02.022	0.1	กำหนดความหน่วงของ Medium Flow สู่ Dribble Flow
02.024	0.1	กำหนดความหน่วงของ Full Flow สู่ Medium Flow
08.021	1.046	กำหนด T10 = 1.046
08.022	1.045	กำหนด T11 = 1.045
08.023	6.030	กำหนด T12 = ON = หมุนเดินหน้า/= OFF = หยุด
XX.000	SAVE	บันทึกค่าที่เปลี่ยนลงในอินเวอร์เตอร์

XX = ชุดของพารามิเตอร์

การกำหนดความเร็วของสายพานโดยการควบคุมอัตราการหมุนของมอเตอร์มีการใช้สัญญาณควบคุมไปยังขา T10, T11 และ T12 เพื่อเป็นการกำหนดการหมุนของสายพาน และใช้สัญญาณ Full

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow, Medium Flow และ Dribble Flow จาก Weighing Indicator AD-4401 ในการควบคุมความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ส่งมาขับมอเตอร์



รูปที่ 3.15 การต่อสัญญาณควบคุมอินเวอร์เตอร์ Unidrive M100-101

ตารางที่ 3.8 สถานะของขาของอินเวอร์เตอร์ที่ความเร็วต่ำ กลาง และสูง

ความเร็วสายพาน	ขา T10	ขา T11	ขา T12	ความถี่	พารามิเตอร์
หยุด	off	off	off	0	
ความเร็วต่ำ	off	off	on	4	1.021
ความเร็วกลาง	off	on	on	10	1.022
ความเร็วสูง	on	on	on	50	1.024

3.5.4.2 มอเตอร์ และ เกียร์ทดรอบ

ระบบสายพานลำเลียงหลักถูกออกแบบให้ใช้มอเตอร์ 3 เฟส แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ กำลัง 1500 วัตต์ ขับผ่านเกียร์ทดรอบอัตราทด 15:1 เป็นตัวขับสายพาน

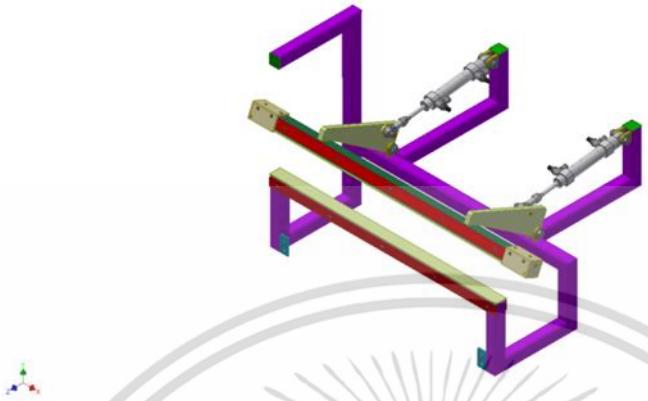
ระบบสายพานย่อยถูกออกแบบให้ใช้มอเตอร์ 3 เฟส แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ กำลัง 750 วัตต์ ขับผ่านเกียร์ทดรอบอัตราทด 10:1 เป็นตัวขับสายพาน

3.6 ระบบปิดผนึกถุงด้วยความร้อน

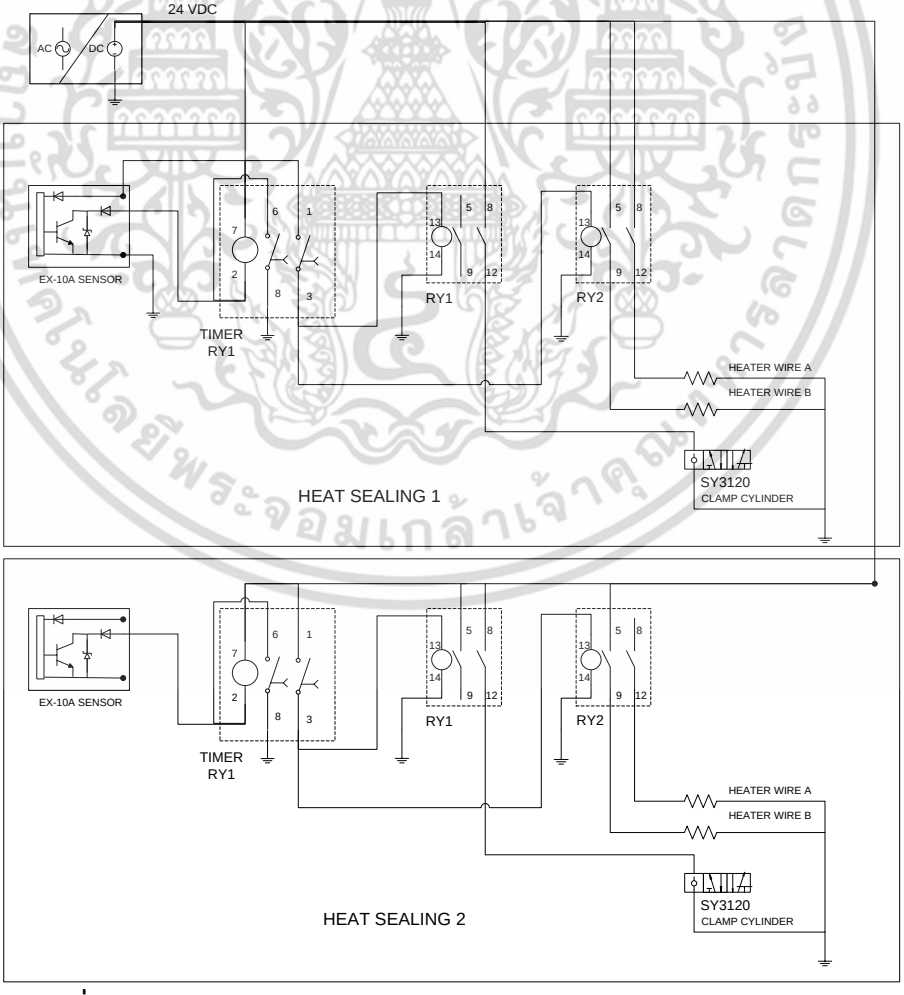
ระบบถูกออกแบบให้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง แรงดัน 24 โวลต์ ผ่านลวดความร้อนเป็นอุปกรณ์ปิดผนึกปากถุง ความร้อนที่ใช้สามารถปรับตั้งได้ผ่านไทเมอร์รีเลย์ (Timer Relay) โดยที่การเปิด-ปิดชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิดผนึกถุงถูกควบคุมด้วยกระบอกลม รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะของชุดปิดผนึกถุงปลาด้วยความร้อน และรูปที่ 3.17 แสดงวงจรควบคุมการทำงานของชุดปิดผนึกถุงบรรจุปลาด้วยความร้อน



รูปที่ 3.16 ชุดปิดผนึกถุงบรรจุปลาด้วยความร้อน

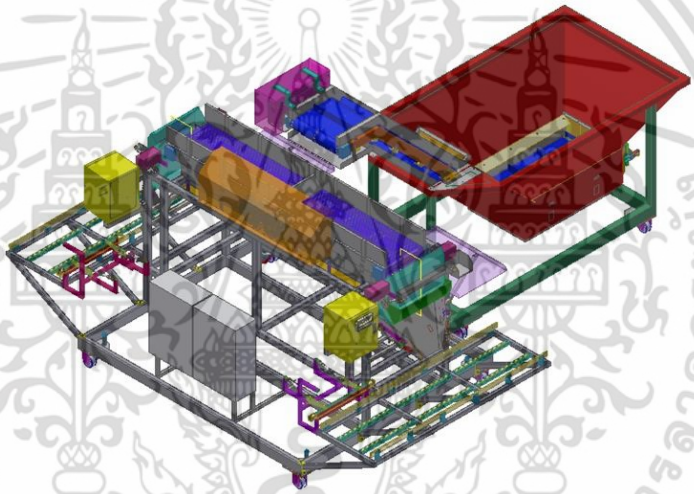


รูปที่ 3.17 วงจรควบคุมการทำงานระบบปิดผนึกถุงบรรจุปลาด้วยความร้อน

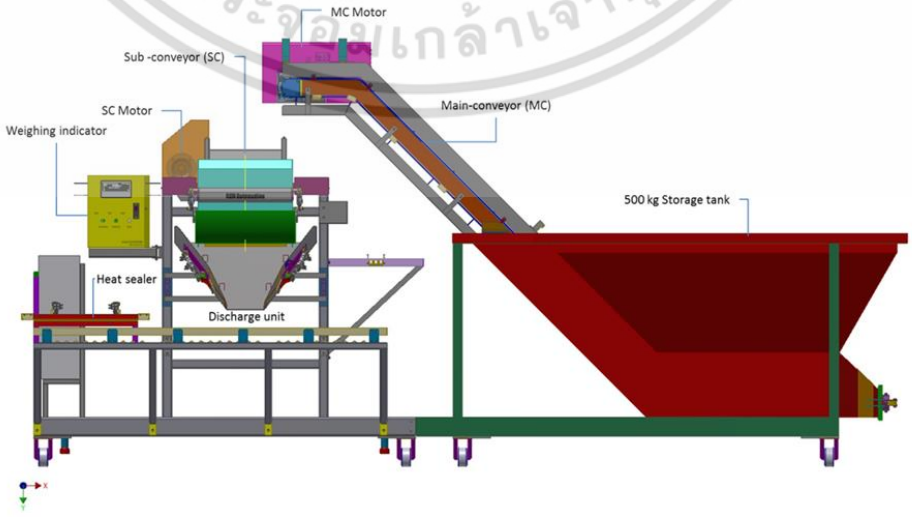
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 โครงสร้างสแตนเลส

โครงสร้างของเครื่องชั่งถูกออกแบบโดยเลือกใช้วัสดุเป็นสแตนเลส 304 ซึ่งมีความสามารถทนการกัดกร่อนของน้ำกร่อยได้พอสมควร แต่ราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสแตนเลส 316 หรือ 316L ที่ทนการกัดกร่อนของน้ำทะเลได้ดี แต่ราคาสูงกว่ามากและหาซื้อก็ยาก นอกจากนี้รูปแบบก็มีให้เลือกใช้น้อยกว่า โดยโครงสร้างของระบบมีความสำคัญมากในการสร้างเครื่องชั่งอัตโนมัติ รูปทรงของเครื่องชั่งจะต้องได้รับการออกแบบให้ระบบย่อยแต่ละส่วนสามารถทำงานได้ตามที่การออกแบบต้องการ โครงสร้างสแตนเลสที่ติดตั้งบนเครื่องชั่งอัตโนมัติประกอบด้วย ถังรับปลาขนาด 500 กิโลกรัม โครงสร้างของสายพานลำเลียง ชุดถังชั่งปลาและชุดรับปลาเพื่อบรรจุถุง จากนั้นนำระบบย่อยต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันโดยติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19 ส่วนขนาดของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง (หน่วยมิลลิเมตร) ดังรูปที่ 3.20

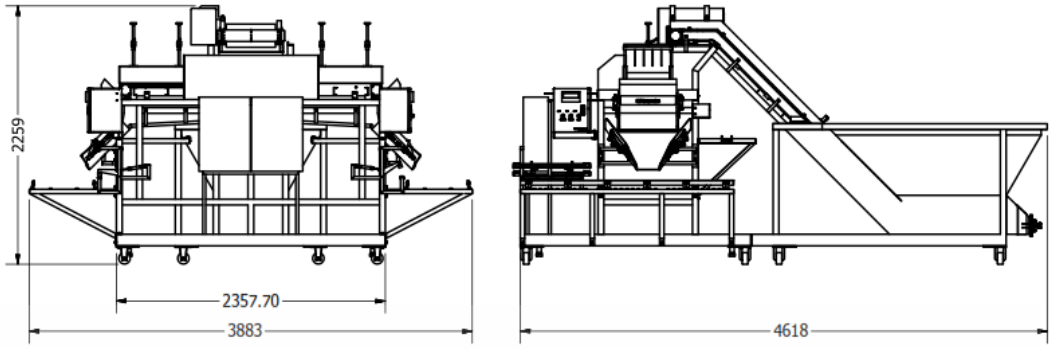


รูปที่ 3.18 ภาพไอโซเมตริกของเครื่องชั่งและบรรจุปลาอัตโนมัติที่นำเสนอ



รูปที่ 3.19 ภาพด้านข้างของเครื่องชั่งและบรรจุปลาอัตโนมัติที่นำเสนอ

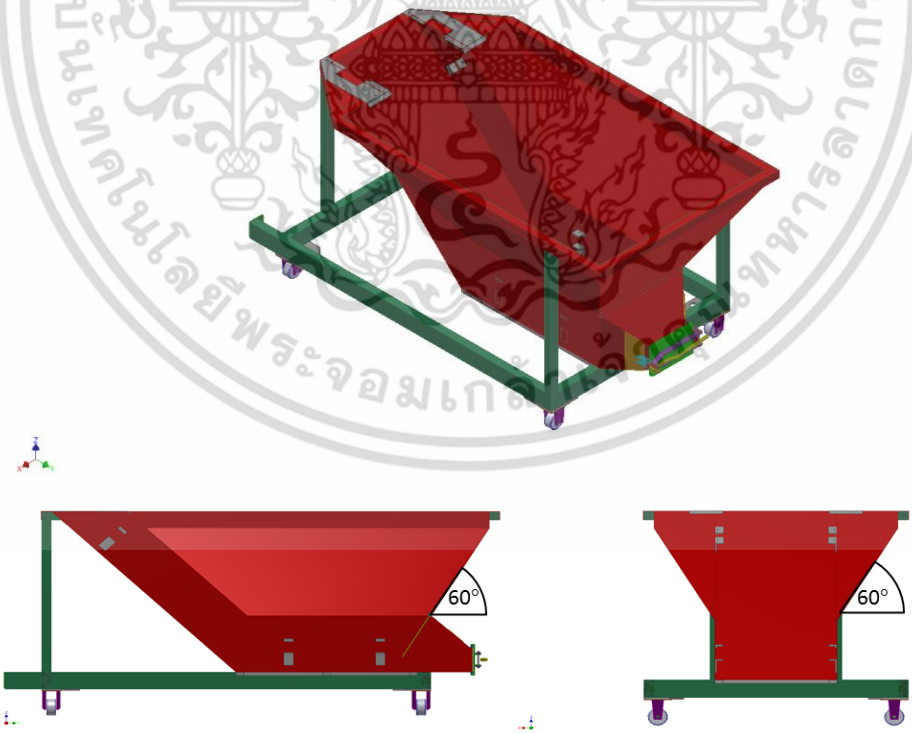
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ภาพฉายแสดงขนาดของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ (มิลลิเมตร)

ในส่วนถังรับปลาปริมาณ 500 กก. มีสิ่งที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

จุดสำคัญในการออกแบบคือต้องมีปริมาตรที่เพียงพอในการบรรจุปลาได้ไม่น้อยกว่า 750,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความชันของผนังด้านข้างต้องไม่ต่ำกว่า 60 องศาจากพื้นราบ ดังแสดงในรูปที่ 3.21 เนื่องจากปลาทูมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับน้ำ หากถังมีความชันน้อยกว่านี้ปลาบางส่วนจะไม่ไหลลงสายพาน ทำให้ต้องใช้คนค่อยดันให้ปลาให้ลงไปบนสายพานในช่วงที่ปลาในถังมีปริมาณน้อย ซึ่งทำให้ระบบต้องใช้คนงานมากขึ้นในการทำงาน และส่งผลทำให้ระยะเวลาในการคืนทุนของการลงทุนนานขึ้น



รูปที่ 3.21 ถังรับปลาปริมาณ 500 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรไฟฟ้าและวงจรควบคุม

ระบบเครื่องชั่งอัตโนมัติศึกษาทำงานด้วยไฟฟ้า 3 เฟส แรงดัน 380 โวลต์ ในการขับมอเตอร์ อุปกรณ์อื่นใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์เป็นแหล่งพลังงานเพื่อความปลอดภัย เนื่องจากสภาวะแวดล้อมการทำงานเปียกชื้น ระบบที่ศึกษาประกอบด้วยวงจร

วงจรไฟฟ้ากำลัง เป็นวงจรหลักในการขับมอเตอร์ และการแปลงกระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นกระแสตรง 24 โวลต์

วงจรควบคุมการทำงาน AD-4401 เป็นตัวควบคุมหลักของระบบ ซึ่งทำการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ควบคุมโซลินอยด์วาวล์เปิด-ปิดประตูปล่อยปลา ดังรูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23

วงจรหน่วงเวลาจ่ายกระแสไฟให้ลวดความร้อนเครื่องปิดผนึกถุงด้วยความร้อน เครื่องนี้ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์เป็นแหล่งพลังงาน ใช้เวลาเป็นตัวกำหนดค่าความร้อนที่ใช้ในการปิดผนึกถุง เนื่องจากมีการเปลี่ยนชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุปลาจึงต้องมีการปรับปริมาณความร้อนที่ใช้โดยการปรับระยะเวลาในการจ่ายไฟให้ลวดความร้อน ดังที่แสดงแล้วในรูปที่ 3.17

3.9 โปรแกรมอัตโนมัติที่ใช้ควบคุมการทำงาน

หลังจากที่ออกแบบโครงสร้างเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการออกแบบระบบควบคุมการทำงานให้เครื่องชั่งสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ ในการศึกษานี้เลือกใช้โปรแกรมอัตโนมัติ Normal Batching / No Supplementary Flow (Weighing Mode CALF-14 = 3) ที่บริษัทผู้ผลิต AD-4401 พัฒนาขึ้นมาสำหรับ Weighing Indicator รุ่นนี้โดยเฉพาะซึ่งมีผังการควบคุมทำงานดังรูปที่ 3.24

ตารางที่ 3.9 สถานะของเอาต์พุตเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง

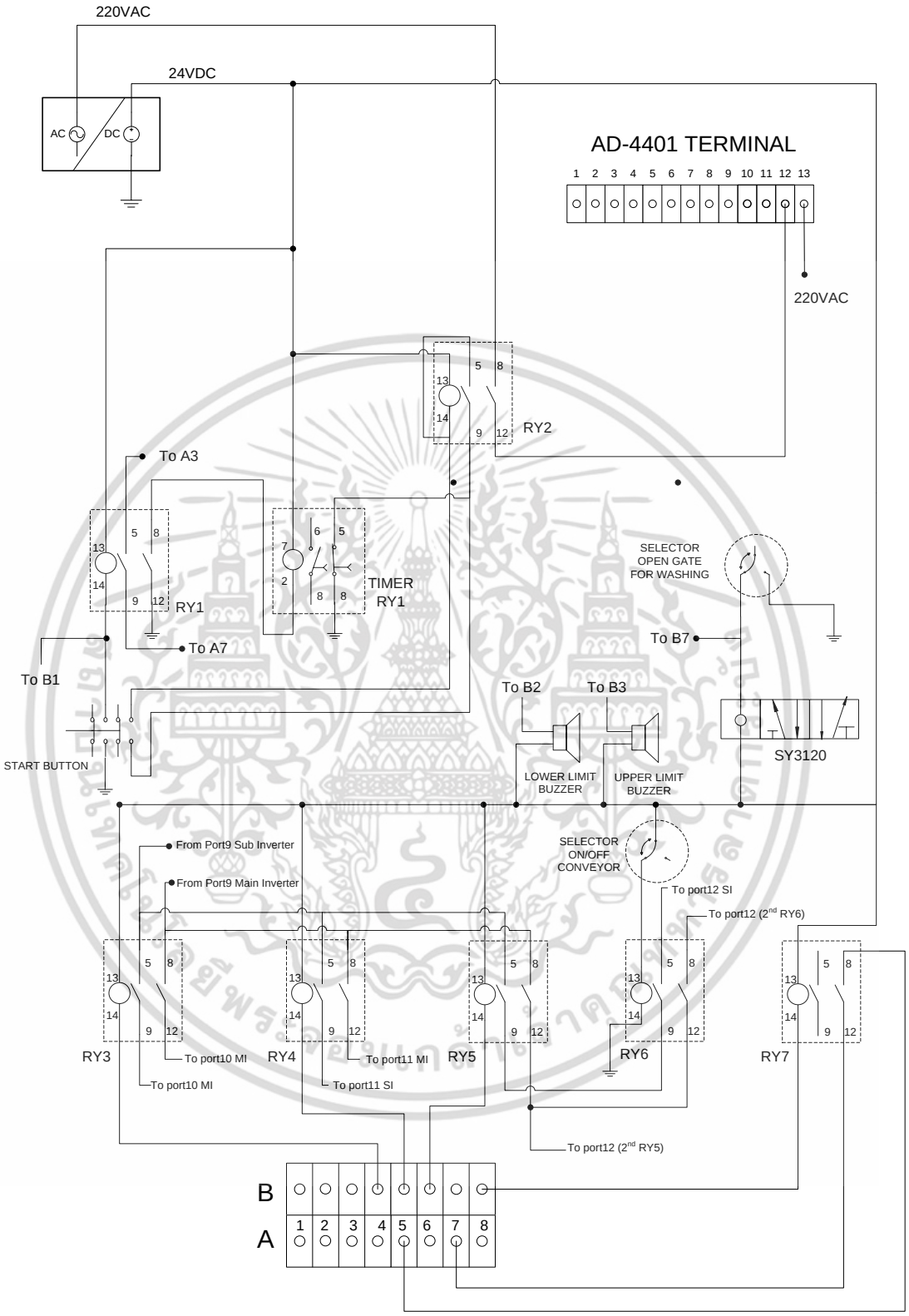
เอาต์พุต	เงื่อนไข	สถานะเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง
Zero Band	Gross <= Zero Band	ON
Full Flow	Net >= Final – Option Prelim	OFF
Medium Flow	Net >= Final - Prelim	OFF
Dribble Flow	Net >= Final – Free Fall	OFF
Over Limit	Net > Final + Over Limit	ON
Under Limit	Net < Final – Under Limit	ON

การทำงานของโปรแกรม

1. เมื่อเปิดระบบเริ่มต้นทำงาน ระบบจะรอสัญญาณเริ่มการทำงาน (batch start) โดยระบบถูกออกแบบให้ใช้สัญญาณจาก สวิตช์กด (start) จากหน้ากล่องควบคุม หรือสัญญาณศูนย์ (zero band) เมื่อถังชั่งปลาว่าง AD-4401 จะส่งสัญญาณศูนย์ออกมา และระบบใช้สัญญาณนี้เพื่อสั่งเริ่มต้นทำงาน ในแต่ละรอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการทำงานของชุดชั่งชุดที่1

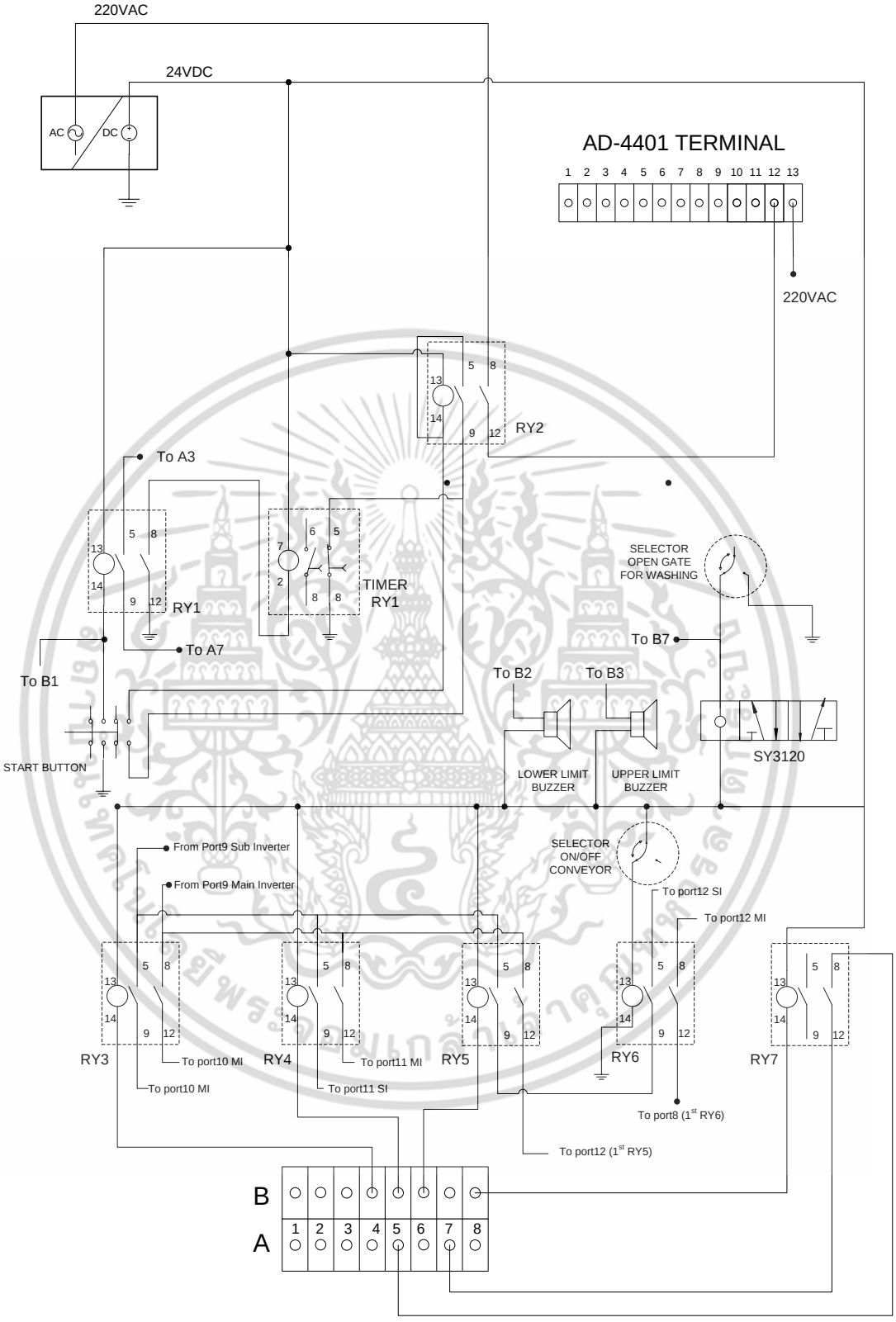


AD-4401 CONTROL I/O

รูปที่ 3.22 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอระบบที่ 1 (LH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมการทำงานของชุดชั่งชุดที่2



AD-4401 CONTROL I/O

รูปที่ 3.23 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอระบบที่ 2 (RH)

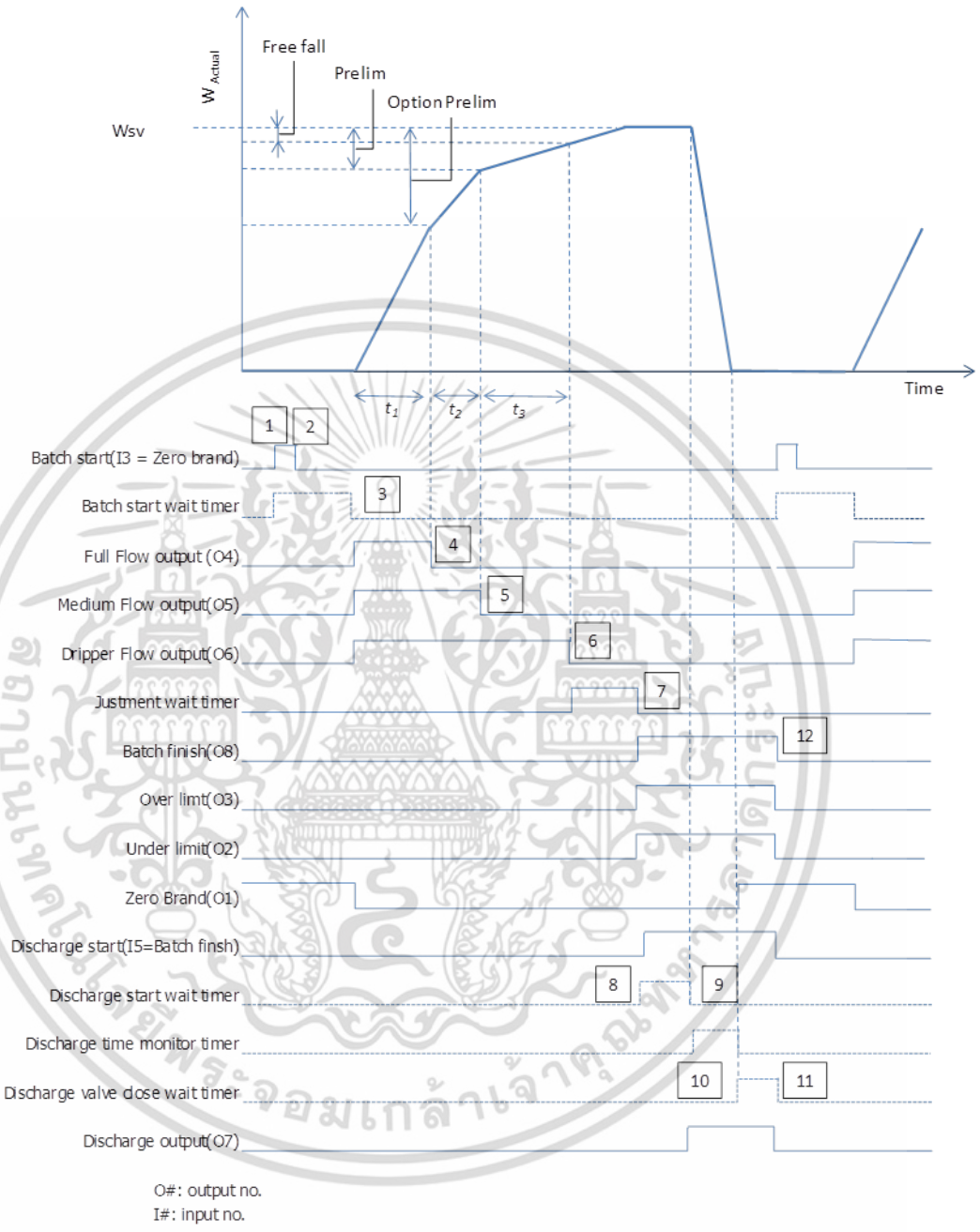
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อระบบได้รับสัญญาณเริ่มต้น เวลารอในการเริ่มงานเริ่มจับเวลา

2. เมื่อครบเวลารอเริ่มการทำที่ตั้งไว้
    - สัญญาณ Full Flow , Medium Flow และ Dribble Flow = ON
3. เมื่อน้ำหนักปลาในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ตั้งค่าไว้(W_{SV}) – Option Prelim
    - สัญญาณ Full Flow = OFF
4. เมื่อน้ำหนักปลาในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ตั้งค่าไว้(W_{SV}) – Prelim
    - สัญญาณ Medium Flow = OFF
5. เมื่อน้ำหนักปลาในถังชั่ง >= น้ำหนักที่ตั้งค่าไว้(W_{SV}) – Free Fall
    - สัญญาณ Dribble Flow = OFF
    - เวลารอการตัดสิน (Judgment Wait Timer) เริ่มนับ
6. เมื่อน้ำหนักในถังชั่งไม่เปลี่ยนแปลง หลังจากเวลารอในการตัดสินหมดลง
    - สัญญาณจบรอบการชั่ง (Batch Finish Signal) ON
    - ถ้าน้ำหนักเกิน สัญญาณ น้ำหนักเกิน (Over Limit) ON ถ้าน้ำหนักขาด สัญญาณน้ำหนักขาด (Under Limit) ON
    - รีเซ็ตเวลาในการติดตามรอบการชั่ง
7. ระบบใช้สัญญาณจบรอบการชั่งเป็นสัญญาณเริ่มปล่อยปลา (Discharge Start Signal) เมื่อระบบได้รับสัญญาณสั่งปล่อยปลา ระบบจะรอเวลาตามเวลาที่ตั้งไว้ก่อนจึงเริ่มทำงาน
8. เมื่อเวลารอในการสั่งปล่อยปลาถึงค่าที่ตั้งไว้
    - สัญญาณปล่อยปลา (Discharge Output Signal) ON ระบบใช้สัญญาณนี้ในการสั่งกระบอกลมเปิดประตูปล่อยปลา
    - เริ่มต้นจับเวลาในการติดตามสัญญาณการปล่อยปลา (Discharge Time Monitor Timer)
9. เมื่อน้ำหนักรวมต่ำกว่า ช่วงศูนย์ (zero range)
    - เวลารอในการปิดประตูปล่อยปลาเริ่มจับเวลา
    - รีเซ็ตเวลารอในการติดตามการปล่อยปลา (Discharge Time Monitor Timer)
10. เมื่อครบเวลาในการรอการปิดประตูปล่อยปลา (Discharge Valve Close Wait Timer) สัญญาณปล่อยปลา OFF ประตูปล่อยปลาก็จะถูกปิด
11. เมื่อสัญญาณเริ่มต้นการชั่งใหม่ ส่งสัญญาณเข้าระบบ
    - สัญญาณจบรอบการทำงาน (Batch Finish Output Signal) OFF
    - สัญญาณแสดงผล น้ำหนักเกิน น้ำหนักขาด (Over Limit / Under Limit) OFF

หมายเหตุ ในกรณีที่ใช้โปรแกรมที่มากับ AD-4401 ค่าที่ตั้งจะยังไม่มีผลจนกว่าจะเริ่มต้นรอบการทำงานใหม่ ค่าที่เปลี่ยนแปลงระหว่างรอบการทำงานจะมีผลในรอบการทำงานรอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 ผังการควบคุมการทำงานของ AD-4401 Weighing Mode CALF = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การติดตั้ง การใช้งาน และการทดสอบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

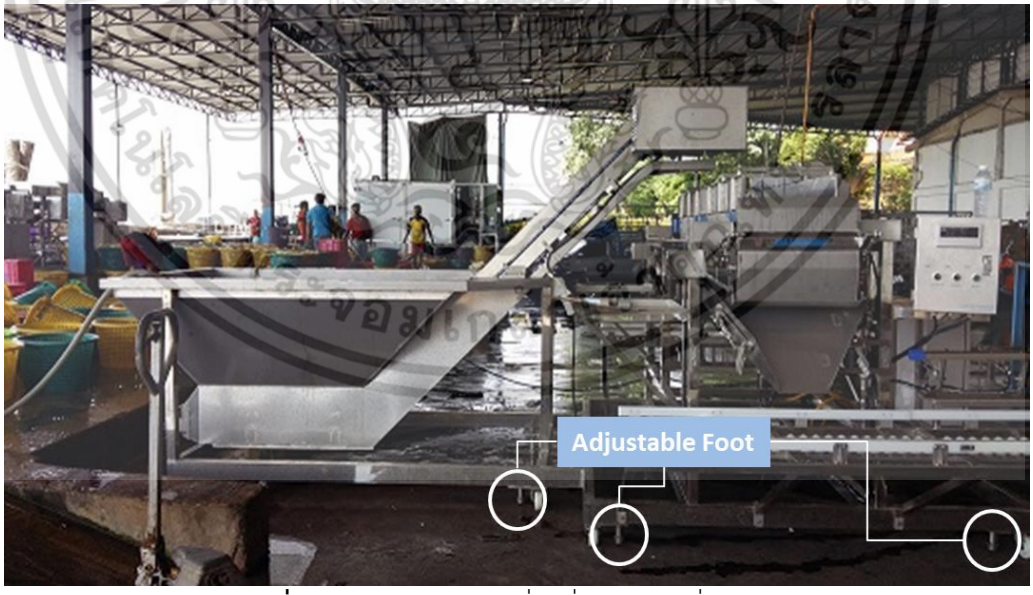
4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการติดตั้ง การสอบเทียบเครื่องชั่งก่อนการใช้งาน การใช้งาน และการทดสอบเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ เพื่อที่จะได้ใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอได้ถูกต้อง เต็มประสิทธิภาพ และไม่ทำเกิดความเสียหาย นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการกำหนดค่าเริ่มต้นการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละตัว ตลอดจนถึงที่มาของค่าเริ่มต้นแต่ละค่าที่กำหนด วิธีการใช้งาน การทดสอบ และประเมินผลเครื่องชั่งที่นำเสนอ

4.2 การติดตั้งเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

หลังจากที่เครื่องชั่งอัตโนมัติถูกสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว และถูกนำไปใช้งานที่ห้องเย็น ขั้นตอนการขนย้าย การติดตั้ง การสอบเทียบค่า เป็นสิ่งที่สำคัญมาก หากมีขั้นตอนใดที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลให้เครื่องชั่งเสียหายได้ เมื่อเครื่องชั่งถูกส่งมาถึงสถานที่ใช้งานแล้วจะต้องมีกระบวนการที่ทำให้เครื่องชั่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนี้

1. การปรับระดับเครื่องชั่งให้ขนานกับระดับพื้นอ้างอิงโดยใช้ระดับน้ำเป็นตัวตรวจสอบ เครื่องชั่งที่นำเสนอมีขาปรับ 8 ขา ที่ใช้ในการปรับระดับ



รูปที่ 4.1 ขาปรับระดับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

2. การต่อสายดิน หากระบบเดิมมีสายดินอยู่แล้วก็สามารถต่อเข้ากับตำแหน่งสายดินของเครื่องชั่งที่นำเสนอได้เลย แต่ถ้าหากระบบเดิมไม่มีสายดินหรือสายดินอยู่ไกลจากตำแหน่งตั้งเครื่องชั่งที่นำเสนอมาก ต้องปักหลักดินในบริเวณที่ไม่ไกลจากเครื่องชั่งมากนัก เพื่อให้ศักย์ไฟฟ้าที่เครื่องชั่งมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้ศูนย์มากที่สุด มาตรฐานการทำสายดินและการทำหลักดินของการไฟฟ้า สามารถหาข้อมูลได้จาก www.mea.or.th หัวข้อความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3. การต่อไฟ แรงดัน 380 โวลต์ 3 เฟส ให้เครื่องชั่งที่นำเสนอ โดยต่อสายไฟทั้ง 3 เส้นเข้าที่เบรคเกอร์ 3 เฟส สายนิวตรอลต่อเข้าที่เบรคเกอร์ 1 เฟส และต่อสายไฟจากเบรคเกอร์ 3 เฟส มา 1 เส้น เข้าที่ เบรคเกอร์ 1 เฟส เพื่อนำไฟแรงดัน 220 โวลต์มาใช้งาน

4. การต่อลมเข้าที่อุปกรณ์ควบคุมการไหลของลมที่เครื่องชั่งที่นำเสนอเตรียมไว้ และ ปรับความดันลมให้มีค่าประมาณ 3-4 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5. สภาวะพร้อมใช้งาน เมื่อจ่ายไฟ และ ลมเรียบร้อยแล้ว เครื่องชั่งพร้อมที่จะใช้งาน

4.3 การสอบเทียบเครื่องชั่งก่อนการใช้งาน

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการชั่งสูงสุดการศึกษานี้เลือกใช้วิธีการสอบเทียบด้วยการใช้น้ำหนักมาตรฐานขนาด 10 กิโลกรัมในการสอบเทียบ หลังจากที่เครื่องชั่งได้รับการติดตั้งแล้วก่อนการใช้งานจะต้องทำการสอบเทียบเครื่องชั่งก่อนโดยมีขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 4.2 CAL สวิทช์ของ AD-4401

1. ที่กล่องควบคุมทำการถอดหน้ากากอลูมิเนียมที่ปิด Weighing Indicator AD-4401 ออก ที่มุมล่างซ้ายมือจะมีแผ่นปิดสวิตซ์ CAL อยู่ ให้ทำการถอดแผ่นปิดนี้ออก จะเห็นสัญลักษณ์ CAL กดปุ่มนี้ จะมี CAL แสดงที่หน้าจอ เป็นการแสดงว่า AD-4401r กำลังจะเข้าสู่โหมดการสอบเทียบ (หากต้องการออกจากโหมดการสอบเทียบ สามารถทำได้โดยการกด ESC)
2. กด ENTER AD-4401 เข้าสู่โหมดการสอบเทียบและข้อความ“CAL Set”แสดงที่หน้าจอและตัวขวาสุดกระพริบ แสดงสถานะพร้อมสำหรับการสอบเทียบ ในการสอบเทียบจะต้องมั่นใจว่าถังชั่งต้องสะอาดและไม่มีน้ำหนักส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องมามีผลกระทบต่อโหลดเซลล์ที่จะทำการสอบเทียบ
3. เป็นการสอบเทียบสภาวะไม่มีน้ำหนัก (ZERO CALIBRATION) โดยการกด ENTER หน้าจอหลักจะแสดง “CAL 0”
4. กด ENTER จะมีสัญลักษณ์ “-------“ ที่หน้าจอบรรทัดล่างนานประมาณ 2 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ที่หน้าจอบรรทัดบนจะแสดงข้อความ “CAL SPn” และบรรทัดล่างแสดงน้ำหนักที่ใช้สอบเทียบซึ่งจะแสดงค่าเท่ากับค่า Capacity ระบุใน CALF-04 หากไม่ตรงกับน้ำหนักมาตรฐานที่มี ต้องเปลี่ยนให้ตรงกับน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้
6. วางน้ำหนักมาตรฐานลงในถังชั่งควรวางไว้บริเวณกลางถังชั่ง กด ENTER ที่หน้าจอบรรทัดล่างแสดง “---------“ เป็นเวลาประมาณ 2 วินาที
7. หน้าจอหลักแสดง “CAL End” แสดงว่าการสอบเทียบเสร็จเรียบร้อย
8. กด ESC หน้าจอหลักแสดง “CAL Set” และน้ำหนักก็ถูกเก็บไว้ใน EEPROM
9. กด ESC อีกครั้ง AD-4401 จะกลับสู่โหมดการทำงานปกติ (จะต้องเอาน้ำหนักมาตรฐานออกก่อนเพราะหากมีน้ำหนัก 10 กก. อยู่ในถังชั่ง ระบบจะประมวลผลว่ามีน้ำหนักตามที่กำหนดแล้วและจะสั่งเปิดประตูปล่อยน้ำหนักออกมา ซึ่งอาจทำให้เครื่องชั่งเสียหายหรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้

4.4 การใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

หลังจากที่ติดตั้ง จ่ายไฟฟ้า ลม ให้กับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ และทำการสอบเทียบแล้ว เครื่องชั่งพร้อมที่จะใช้งาน ซึ่งเครื่องชั่งที่นำเสนอสามารถใช้งานได้ง่าย ชุดควบคุมการทำงานแต่ละด้านมีปุ่มควบคุมการทำงานด้านละ 3 ปุ่มดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ตู้ควบคุมการทำงานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

4.4.1 สวิตช์เลือก CONVEYOR

สวิตช์เลือก CONVEYOR มีหน้าที่เปิด-ปิด การทำงานของสายพานลำเลียงย่อยด้านที่ตู้ควบคุมติดตั้งอยู่ และสายพานลำเลียงหลัก

หน้าที่หลักของสวิตช์เลือก CONVEYOR คือ กรณีที่คนงานทำงานไม่ทัน เช่นนำถุงพลาสติกบรรจุปลามาไว้ที่ตำแหน่งปล่อยปลาไม่ทัน หรือมีบางอย่างมาขัดจังหวะการทำงาน ให้หมุนสวิตช์เลือกมาที่ตำแหน่ง OFF เพื่อหยุดการลำเลียงปลาสู่ถังชั่งด้านที่ทำงานและหยุดการลำเลียงปลาจากถังรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาสู่สายพานย่อยด้วย ทำให้สายพานย่อยอีกด้านที่ทำงานอยู่มีปลาที่สามารถลำเลียงสู่ถังชั่งเพียงแค่ปลาที่อยู่บนสายพานย่อยในขณะนั้นเท่านั้น ดังนั้นในขณะทำการชั่งจะต้องเลือกให้สวิตช์อยู่ที่ตำแหน่ง ON ทั้งสองด้านเสมอ

4.4.2 สวิตช์เลือก WASHING

สวิตช์เลือก WASHING ทำหน้าที่เปิด-ปิด ประตูปล่อยปลา ถ้าเลือกสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON ประตูจะเปิด ซึ่งจะเลือกให้ประตูเปิดเมื่อทำการล้างทำความสะอาดเครื่องชั่งหลังการใช้งาน ในขณะทำงานจะต้องเลือกให้สวิทช์อยู่ในตำแหน่ง OFF ซึ่งเครื่องชั่งจะทำการเปิด-ปิด อัตโนมัติตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้

4.4.3 ปุ่มกด START

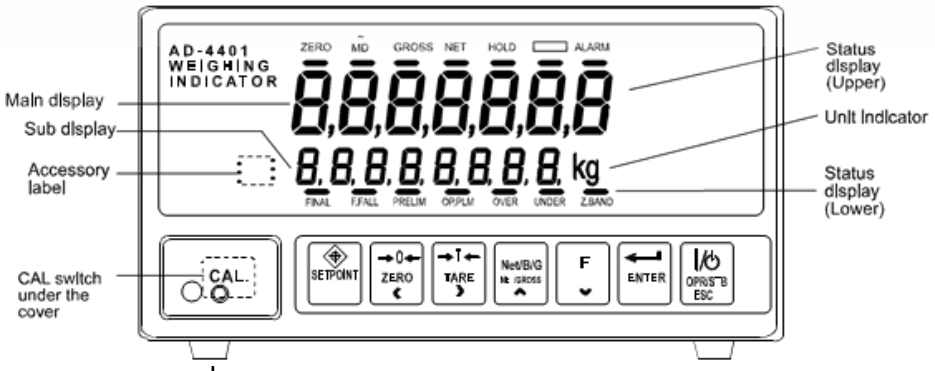
เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอถูกออกแบบให้ต้องกด ปุ่มกด START หลักจากเปิดเครื่องครั้งแรก เครื่องชั่งจึงจะเริ่มทำงาน และหากไม่มีการใช้เครื่องชั่งโดยที่ไม่มีปลาในถังชั่งเป็นเวลา 5 นาที (สามารถปรับตั้งได้) เครื่องชั่งก็จะปิดตัวเองโดยอัตโนมัติ และหากต้องการให้เครื่องชั่งกลับมาทำงานใหม่ก็สามารถทำได้โดยการกดปุ่มกด START

4.5 การกำหนดค่าเริ่มต้นในการใช้งาน

สำหรับ Weighing Indicator AD-4401 มีค่าเริ่มต้นที่ต้องกำหนดค่า

- ค่าที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ (CALIBRATION RELATED FUNCTION)
- จุดกำหนดการทำงาน (SETTING POINT)
- ฟังก์ชันทั่วไป (GENERAL FUNCTION) ที่ใช้งานในการศึกษานี้มี 4 ฟังก์ชัน
  - ความสามารถในการทำงานพื้นฐาน (BASIC CAPABILITIES RELATED)
  - กระบวนการในการชั่ง (WEIGHING SEQUENCE RELATED)
  - สัญญาณอินพุต (CONTROL I/O INPUT RELATED)
  - สัญญาณเอาต์พุต (CONTROL I/O OUTPUT RELATE)

4.5.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ



รูปที่ 4.4 ปุ่มกดควบคุมและจอแสดงผลของ AD-4401

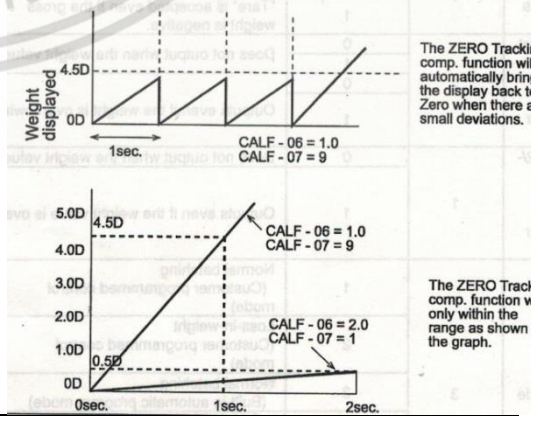
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าคงที่เบื้องต้นสำหรับเครื่องชั่ง ซึ่งจะต้องทำเป็นสิ่งแรกพร้อม ๆ กับการติดตั้งเครื่องชั่ง สามารถกำหนดค่าได้ตามขั้นตอนง่าย ๆ ดังนี้

1. เปิดฝาครอบ CAL switch ที่อยู่ทางมุมล่างซ้ายมือออก กดปุ่ม CAL ที่อยู่ด้านใน เครื่องชั่งกำลังจะเข้าสู่โหมด CAL โดยมี “CAL” กระพริบอยู่ที่จอแสดงผล
2. กด ENTER เครื่องชั่งจะเข้าสู่โหมดสอบเทียบ(Calibration mode) ที่จอจะมี “CAL Set” แสดงอยู่
3. กด ^ “CAL Fnc” จะปรากฏที่หน้าจอ
4. กด ENTER เครื่องชั่งจะเข้าสู่โหมดการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ (Calibration Related Function Mode) ที่หน้าจอแสดงผลหลักจะมีข้อความ “CALF-01” ที่จอแสดงผลรองด้านล่างจะแสดงค่าที่กำหนดของฟังก์ชั่นนั้น
5. ใช้ปุ่ม < , > , ^ , v เลือกฟังก์ชั่นที่ต้องการกำหนดค่า และกำหนดค่า กด ENTER
6. เมื่อกำหนดค่าที่ต้องการจนครบทุกค่าแล้ว กด ESC เครื่องจะทำการบันทึกค่าลงใน EPROM กด ESC อีกครั้งเครื่องจะกลับสู่โหมดใช้งานปกติ สำหรับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษาให้กำหนดค่าตามตารางที่ 4.1

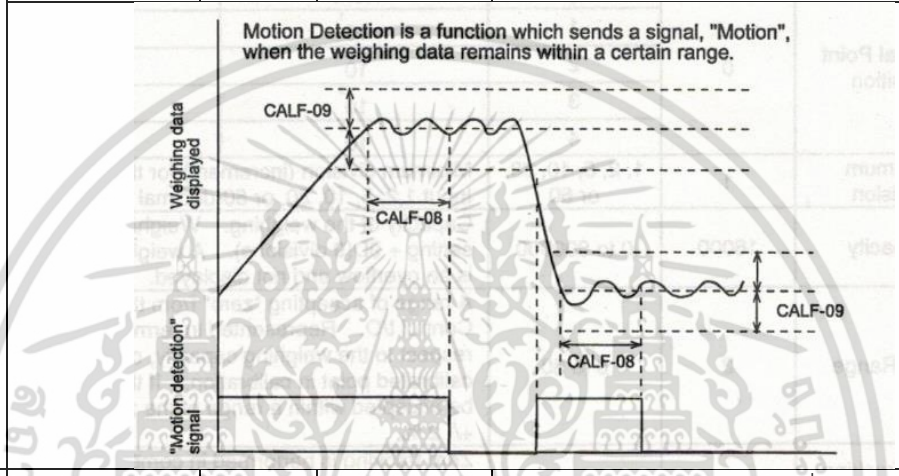
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าเริ่มต้นที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ

CALF -	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด	
01	Weighing Unit	2	0	ไม่มีหน่วย	
			1	g กรัม	
			2	kg กิโลกรัม	
			3	t ตัน	
			4	lb ปอนด์	
02	Decimal Point Position	2	0	ไม่มี	12345
			1	10^1	1234.5
			2	10^2	123.45
			3	10^3	12.345
			4	10^4	1.2345
03	Min. Division	1	1,2,5,10,20 or 50	ความละเอียดในการวัดค่า สามารถใส่ 1,2,4,10,20 หรือ 50(ไม่มีจุดทศนิยมถ้ากำหนด50)	
04	Capacity	12	0 to 800000	น้ำหนักสูงสุดในการชั่ง เครื่องชั่งจะยอมให้ชั่งได้เกินกว่าค่าที่กำหนดอีก 9 ช่องการอ่านค่า	
05	Zero Range		0 to 30	เป็นช่วงที่เครื่องยอมรับว่าเป็นค่า ศูนย์ หน่วยเป็น % ของ capacity	
06	Zero Tracking Time	0.0	0.0 to 5.0	เวลาในการหาค่า 0 กำหนดเท่า 0.0 จะไม่มีผลในการประมวลผลของ indicator	
07	Zero Tracking Width	0	0-9	จำนวนช่องการอ่านในการหาค่า ศูนย์ พารามิเตอร์ใช้คู่กับ CALF-06 กำหนดค่าเท่ากับ 0 จะไม่มีผลในการประมวลผลของ indicator	
					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

CALF-	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด
08	Motion Detect Time	1.0	0.0-5.0	หน่วยเป็นวินาที ทำงานร่วมกับฟังก์ชั่น CALF-09 ถ้ากำหนดค่า 0 จะไม่มีการจับค่าการสั่นสะเทือนของระบบ
09	Motion Detect Range	2	0 to 9	หน่วยเป็นช่องการอ่านค่า อย่างน้อยต้องใส่ค่าเท่ากับ 1 ทำงานร่วมกับฟังก์ชั่น CALF-08
				
10	Tare and Zero at Unstable Weight Value	0	0	ไม่ยอมรับค่า tare ในขณะที่นน.ไม่เสถียร
			1	ยอมรับค่า tare ในขณะที่นน.ไม่เสถียร
11	Tare at Negative Gross	1	0	ไม่ยอมรับค่า tare ในขณะที่นน.รวมมีค่าเป็นลบ
			1	ยอมรับค่า tare ในขณะที่นน.รวมมีค่าเป็นลบ
12	Standard Serial Output; Output When Weight Value is Overflowing or Unstable	1	0	ไม่ส่งค่าออกเมื่อนน. มีค่าสูงเกิน หรือ ไม่เสถียร
			1	ส่งค่าออกถึงแม้ ค่านน. มีค่าสูงเกิน หรือ ไม่เสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

CALF-	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด
13	RS-232C/-422/-485; Output When Weight Value is Overflow or Unstable	1	0	ไม่ส่งค่าออกเมื่อนน. มีค่าสูงเกิน หรือ ไม่เสถียร
			1	ส่งค่าออกถึงแม้ ค่านน. มีค่าสูงเกิน หรือ ไม่เสถียร
14	Weighing Mode	3	1	Normal Batch Weighing (Customer p/g Control Mode)
			2	Loss-in-Weight (Customer p/g Control Mode)
			3	Normal Batching (Build-in Automatic p/g Mode)
			4	Loss-in-Weight (Build-in Automatic p/g Mode)
			5	Check Weighing 1
			6	Check Weighing 2
			7	Check Weighing 3
			8	Check Weighing 4
			1-4 is batch weighing for the hopper scale use 5-8 is checking weighing for platform scale use	
15	Zero Input Voltage	0.000	0.000 to 2.2000	ค่า mV/V จากโหลดเซลล์ ซึ่งค่าโวลต์จะพิจารณาจาก zero calibration
16	Span Input Voltage	3.2	0.0000 to 3.20000	ค่า mV/V จากโหลดเซลล์ ซึ่งค่าโวลต์จะพิจารณาจาก span calibration
17	Weight against Span Input Voltage	16000	0 to 800000	กรณีที่ไม่มีการสอบเทียบด้วย ตุ้มน้ำหนัก ทำโดยการกำหนดค่าของ CALF-15 & 16 ค่านี้จะเปลี่ยนไปเป็นค่า Capacity (CALF-04) หลังจาก Calibration เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การกำหนดค่า SETTING POINT

ค่า SETTING POINT เป็นค่าที่กำหนดให้เครื่องชั่งสำหรับนำไปประเมินผล และเมื่อได้ผลลัพธ์แล้ว ก็จะทำงานตามผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานได้ตามต้องการ หรือเลือกใช้การทำงานที่มากับเครื่องก็ได้

1. เมื่อเปิด (ON) เครื่อง AD-4401 เครื่องจะอยู่ในโหมดปกติเพื่อที่จะกำหนดค่า FINAL, F.FALL, PRELIM, OP.PLM, OVER, UNDER, Z.BAND ให้กดปุ่ม SETPOINT เครื่องจะเข้าสู่ โหมดการตั้งค่า สามารถสังเกตได้จากสัญลักษณ์ “-“ กระพริบอยู่เหนือ FINAL และแสดงค่า FINAL การเปลี่ยนค่าที่ต้องการกำหนดสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม SETPOINT หรือ < , >
2. กด ENTER เพื่อทำการกำหนดค่า SETTING POINT ที่ตำแหน่ง “-“ กระพริบอยู่
3. ในการกำหนดค่าของค่าที่ต้องการกำหนดแต่ละค่าสามารถใช้ปุ่ม < , > , ^ , v ในกรณีเปลี่ยนค่า
4. กด ENTER ค่ากำหนดจะถูกบันทึก แต่เครื่องยังคงแสดงค่าเดิมอยู่ ค่าที่กำหนดใหม่จะมีผลหลังจากที่ปิดเครื่องแล้วเปิดเครื่องใหม่

ตารางที่ 4.2 ค่า SETPOINT ของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

Set point	ค่าที่กำหนด	รายละเอียด
FINAL	10	น้ำหนักที่เราต้องการชั่งในแต่ละครั้ง (กิโลกรัม)
F.FALL	0.1	จุดตรวจสอบจุดสุดท้าย เป็นจุดที่น้ำหนักขาดอีกจำนวน F.FALL นี้จะถึงค่าที่ต้องการ
PRELIM	0.5	จุดตรวจสอบจุดที่2 เป็นจุดที่น้ำหนักขาดอีกจำนวน PRELIM นี้จะถึงค่าที่ต้องการ
OP.PLM	1.0	จุดตรวจสอบจุดแรก เป็นจุดที่น้ำหนักขาดอีกจำนวน OP.PLM นี้จะถึงค่าที่ต้องการ
OVER	0.1	เป็นค่าเกินพิกัดบน ถ้าน้ำหนักที่ชั่งมากกว่าค่าที่ต้องการเกินค่า OVER ระบบจะส่งสัญญาณออกมา พร้อมสัญญาณจบรอบการทำงาน
UNDER	0.1	เป็นค่าพิกัดล่าง ถ้าน้ำหนักที่ชั่งได้ต่ำกว่าค่าที่ต้องการมากกว่าค่า UNDER ระบบจะส่งสัญญาณออกมา พร้อมสัญญาณจบรอบการทำงาน
Z.BAND	.02	การกำหนดช่วงค่า 0 ของเครื่องชั่ง ถ้าน้ำหนักรวมของถังชั่งน้อยกว่าค่า Z.BAND สัญญาณจะ ON ไฟแสดงสถานะจะติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การกำหนดค่าฟังก์ชันทั่วไป

ฟังก์ชันทั่วไปจะเป็นตัวกำหนดการทำงานของเครื่องชั่ง ซึ่งถูกเก็บไว้ใน EEPROM ฟังก์ชันทั่วไปถูกแบ่งเป็น 9 กลุ่มตามหน้าที่การควบคุมการทำงานของแต่ละกลุ่ม และมีสัญลักษณ์ของแต่ละกลุ่มดังนี้สรุปในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สัญลักษณ์ของฟังก์ชันทั่วไป

ชื่อกลุ่ม	สัญลักษณ์
เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานพื้นฐาน	FNC
เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการชั่งน้ำหนัก	SQ
เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินพุต	IN
เกี่ยวข้องกับสัญญาณเอาต์พุต	OUT
เกี่ยวข้องกับสัญญาณขาออกอนุกรมมาตรฐาน	SI (ไม่ได้ใช้งานบนเครื่องชั่งอัตโนมัติ)
เกี่ยวข้องกับสัญญาณขาออกBCDแบบขนาน	BCD (ไม่ได้ใช้งานบนเครื่องชั่งอัตโนมัติ)
เกี่ยวข้องกับ RS I/O	RS (ไม่ได้ใช้งานบนเครื่องชั่งอัตโนมัติ)
เกี่ยวข้องกับการป้อนค่าจุดที่กำหนด	SP (ไม่ได้ใช้งานบนเครื่องชั่งอัตโนมัติ)
เกี่ยวข้องกับการส่งค่าน้ำหนักเป็นสัญญาณแอนะล็อค	AN (ไม่ได้ใช้งานบนเครื่องชั่งอัตโนมัติ)

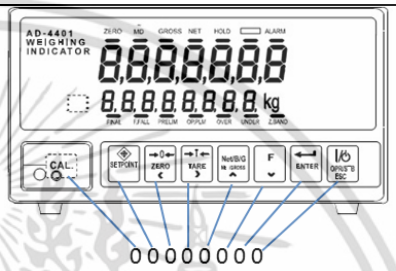
วิธีการตั้งค่า

1. กด ENTER ไว้แล้วกด SETPOINT ที่หน้าจอจะแสดง Fnc แสดงว่าเครื่องชั่งกำลังเข้าสู่โหมดฟังก์ชันทั่วไป (ไม่ต้องการเข้าสู่โหมดนี้ให้กด ESC เพื่อออกสู่โหมดปกติ)
2. เลือกกลุ่มของฟังก์ชันทั่วไปที่ต้องการกำหนดค่าด้วยปุ่ม ^ , v จากนั้นกด ENTER เพื่อเข้าสู่การกำหนดค่าของฟังก์ชันทั่วไปนั้นๆ
3. ใช้ปุ่ม < , > , ^ , v ในการเลือกหมายเลขของฟังก์ชันทั่วไป กด ENTER เพื่อเข้าสู่การกำหนดค่า ใช้ปุ่ม < , > , ^ , v ในการกำหนดค่า เมื่อได้ค่าที่ต้องการกำหนดแล้ว กด ENTER
4. เมื่อต้องการย้อนกลับกระบวนการให้กด ESC เครื่องชั่งจะกลับไปยังโหมดการทำงานก่อนหน้า จากโหมดการกำหนดค่าหากกด ESC สองครั้ง เครื่องชั่งจะกลับไปโหมดปกติ และค่าที่กำหนดจะถูกบันทึกไว้ใน EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

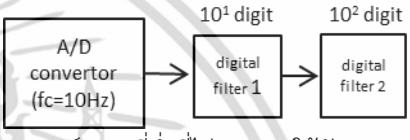
ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำงานพื้นฐาน (FNCF) เป็นการกำหนดการทำงานของ คีย์สวิตท์ อัตราเร็วในการประมวลผลของจอแสดงผล การเลือกค่ามาแสดงที่จอรอง (Sub Display) การกรองค่าสัญญาณดิจิตอลของโหลดเซลล์ การเลือกการแสดงค่าน้ำหนักของจอแสดงผล และมีการเปรียบเทียบน้ำหนักหรือไม่ในระหว่างที่จอแสดงผลทำการ peak hold จากการศึกษาและทดลองได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับเครื่องชั่งที่นำเสนอดัง ค่าที่กำหนด ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องความสามารถในการทำงานพื้นฐาน

FNCF	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด	
1	Key Switch Disable	0	00000000 to 11111111		ทุกบิตจะสัมพันธ์กับปุ่มกดตามเส้นที่โยงใช้ได้เฉพาะในโหมดปกติเท่านั้น
				0: Not disable	
				1: Disable	
2	Capacities of “F” Key	0	0	ไม่กำหนด	พิเศษสำหรับ Build-in Automation Program
			1	สั่งพิมพ์	
			2	หยุด(Hold)	
			3	เริ่มวงรอบการทำงาน	
			4	หยุดฉุกเฉิน	
			5	เคลียร์ค่าให้เป็น 0	
			6	เคลียร์ค่าชดเชย (tare)	
			7	เคลียร์ค่า นน. สะสม	
			8	สลับหน่วย ปอนด์ – กิโลกรัม	
3	Display Rewrite Rate	1	1	20 ครั้ง/วินาที	
			2	10 ครั้ง/วินาที	
			3	5 ครั้ง/วินาที	
4	Display Content of Sub-Display Section	6 หรือที่ต้องการ	0	ไม่แสดง	
			1	นน. รวม (Gross)	
			2	นน. สุทธิ (Net)	
			3	นน. ของถังชั่ง (Tare)	
			4	นน. ที่ต้องการ (Final)	
			5	นน. รวมที่ชั่งแล้ว (Accumulated Weight)	
			6	จำนวนรอบที่ทำงาน (Accumulated Count)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

<table>
<tr><th>FNCF</th><th>ชื่อ</th><th>ค่าที่กำหนด</th><th>พารามิเตอร์</th><th colspan="2">รายละเอียด</th></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td rowspan="3">□
Status Display Capability</td><td rowspan="3">0</td><td>0</td><td>ไม่แสดง</td><td rowspan="3">Discharge มีเฉพาะใน Normal Batching</td></tr>
<tr><td>1</td><td>การปล่อยน้ำหนัก (Discharging)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>สัญญาณ 0 (Zero Tracking)</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Digital Filter (Series Connection of Two Digits Filter.)</td><td>46</td><td colspan="3">ค่าของ Cut Off Frequency ของแต่ละ Digit
00 to 79
0:ไม่มี
1: 11.0 Hz
2: 8.0 Hz
3: 5.6 Hz
4: 4.0 Hz
5: 2.8 Hz
6: 2.0 Hz
7: 1.4 Hz
8: 1.0 Hz
9. 0.7 Hz
ตัวกรองดิจิตอลถูกออกแบบสำหรับลดการกระจายตัวของสัญญาณจากโหลดเซลล์
 

อุปกรณ์ความถี่ต่ำที่ไม่สามารถใช้ตัวกรองดิจิตอลกำหนดค่าสามารถใช้ FncF-7 ตัดสัญญาณความถี่ต่ำได้</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Sampling Frequency Dividing Ratio</td><td>1</td><td>1 to 10</td><td colspan="2">การตัดสัญญาณความถี่ต่ำของตัวกรองดิจิตอลโดยการลดเวลาในลดความถี่ในการอ่านสัญญาณมาที่1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">Hold Operation</td><td rowspan="2">1</td><td>1</td><td>Normal Hold</td><td rowspan="2">Peak Hold จะเป็นการแสดงค่าสูงสุดที่เป็นค่าบวก</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Peak Hold</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Comparison Stop at Hold</td><td>0</td><td>0</td><td>ไม่มีการหยุด</td><td>ใน Build-in Automatic ห้ามกำหนดค่า 1 เพราะจะทำให้กระบวนการชั่งหยุดเมื่อการเปรียบเทียบหยุด</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการชั่ง (SQF) เป็นค่าที่ใช้กำหนดการทำงานของโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติที่มากับ AD-4401 โดยเริ่มตั้งแต่การเลือก ค่าน้ำหนักที่นำมาเปรียบเทียบ การหาค่าน้ำหนักการตกแบบอิสระ ความเสถียรภาพของน้ำหนักในขณะตัดสิน (Stability at Judgment) เวลาในการปฏิบัติการ และเวลาในการรอการทำงานในแต่ละขั้นตอนกระบวนการชั่ง จากการศึกษาและทดลองได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ฟังก์ชันเกี่ยวข้องกับกระบวนการชั่ง (SQF)

SQF	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด	
1	Selection of Comparison Weight	1	1	ค่าที่ได้จากภายในเครื่อง	CALF-3 = 1; min. division=1 ค่าทั้งสองเป็นค่าเดียวกัน
			2	ค่าจากจอแสดงผล	
2	Automatic Accumulation	0	0	ไม่มีการรวมค่า	
			1	รวมเฉพาะน้ำหนักที่อยู่ในพิกัด	
			2	รวมทุกค่าที่ชั่ง	
3	Automatic Free Fall Compensation	0	0	ไม่ใช้	มีเฉพาะในโหมด Batch Weighing
			1	ใช้ Moving Average	
			2	ใช้แบบfuzzy มีเฉพาะ Build-in Program	
4	Automatic Free Fall Effective Width	0	0 to 99999999	การชดเชย Free Fall แบบอัตโนมัติจะทำงานเมื่อค่านน.อยู่ระหว่างค่า Final+/- Automatic Free Fall Effective Width มีผลเฉพาะในโหมด Batch Weighing	
5	Unstable Dribble Flow Timer	3.0	0.0 to 25.5 (step 0.1 s)	ถ้า Dribble Flow ไหลเป็นเวลาน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้โปรแกรมจะใช้ค่า Free Fall กำหนดไว้แทน Automatic Free Fall	
6	Over Limit/Under Limit Operation	2	1	ประมวลผลตลอดเวลา	
			2	ประมวลผลพร้อมสัญญาณจบรอบการทำงาน	
7	Stability at Judgment	1	0	ไม่ต้องการ	
			1	ต้องการ	
8	Max. no. of Supplementary Flow Times	0	0-255	0: ไม่ใช้	
				อื่นๆ: กำหนดจำนวนการเติม นน.	
หมายเหตุ SQF-5 to 8 มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program เท่านั้น					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

SQF	ชื่อ	ค่าที่กำหนด	พารามิเตอร์	รายละเอียด
9	Batch Start Wait Timer	0.2	0.0 to 25.5 (step 0.1 s)	มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program
10	Full Flow Comparator Inhibiter Timer	0		มีเฉพาะ Normal Batching (Build-in Automatic Program)
11	Medium Flow Comparator Inhibiter Timer	0		มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program
12	Dribble Flow Comparator Inhibiter Timer	0		
13	Judgment Wait Timer	0.1		
14	Batch Finish Complete Output Width	0.2		0: until next batch start not-0: กำหนดเวลา (มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program)
15	Batch Monitor Timer	0	0-255 (step 1 s)	0: ไม่ใช้ Not 0: กำหนดเวลา (มีเฉพาะใน build-in Automatic Program)
16	Supplementary Flow open timer	0.1	0.01 to 2.55 (step0.01s)	มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program
17	Supplementary Flow Close Timer	0.1	0.0 to 25.5 (step 0.1 s)	มีเฉพาะใน Build-in Automatic Program
18	Discharge Start Wait Timer	0		มีเฉพาะ Normal Batching (Build-in Automatic Program)
19	Discharge Valve Close Wait Timer	0.5		
20	Discharging Time Monitor Timer	1		
21	Add The Final to Zero Band Set	0	0:ไม่ต้องรวม 1: รวมFinalให้กับ Zero Band	มีเฉพาะ Loss-in-Weight
22	Add The Final to Full Setting	0	0: ไม่ต้องรวม 1: รวม Final ให้กับ Full Setting	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินพุต (IN) ใช้ในการกำหนดค่าสัญญาณอินพุตของแต่ละขาสัญญาณ AD-4401 มีขารับสัญญาณอินพุต 6 ขา A1 ถึง A6 มีสัญญาณอินพุต 14 สัญญาณ สามารถเลือกสัญญาณอินพุตที่ต้องการ โดยการกำหนดให้ขารับสัญญาณมีค่าเท่ากับหมายเลขพารามิเตอร์ของสัญญาณนั้น เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอออกแบบให้ขารับสัญญาณ A3 เป็นสัญญาณอินพุต Batch Start และขารับสัญญาณ A5 เป็นสัญญาณอินพุต Discharge Start โดยการกำหนด A3 = 3 และ A5 = 5 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอินพุต (IN)

INF-						พารามิเตอร์	รายละเอียด
1 (A1)	2 (A2)	3 (A3)	4 (A4)	5 (A5)	6 (A6)		
ค่าที่กำหนด						0	No capability
0	0	3	0	5	0	1	Zero
						2	Tare
						3	Batch Start
						4	Emergency Stop
						5	Discharge Start
						6	Key Enable
						7	Automatic Free Fall Command
						8	Disable Thumbwheel Switch Read
						9	Clear Tare
						10	Accumulation Command
						11	Cancel Previous Accumulation
						12	Clear Accumulation
						13	Hold
						14	Print Command for Manual Print

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเอาต์พุต (OUT) ใช้ในการกำหนดค่าสัญญาณเอาต์พุตของแต่ละขาสัญญาณ AD-4401 มีขารับสัญญาณอินพุต 8 ขา B1 ถึง B8 มีสัญญาณอินพุต 16 สัญญาณ สามารถเลือกสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ โดยการกำหนดให้ขารับสัญญาณมีค่าเท่ากับหมายเลขพารามิเตอร์ของสัญญาณนั้น เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอมีสัญญาณเอาต์พุต 8 สัญญาณดังที่แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเอาต์พุต (OUT)

OUTF								พารามิเตอร์	รายละเอียด
1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)	4 (B4)	5 (B5)	6 (B6)	7 (B7)	8 (B8)		
ค่าที่กำหนด								0	No Capability
1	2	3	4	5	6	7	8	1	Zero Range
								2	Underlimit
								3	Overlimit
								4	Full Flow
								5	Medium Flow
								6	Dribble Flow
								7	Discharge Gate Open
								8	Batch Finish
								9	Stability
								10	On Line
								11	Weighing Sequence Running
								12	Weighing Sequence Error
								13	Input Acknowledge
								14	Zero Aange Error
								15	Weighing Capacity Overflow
								16	Low Battery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบใช้งานและการประเมินผล

หลังจากที่ทำการออกแบบ สร้าง กำหนดค่าที่ใช้ในการควบคุมเสร็จเรียบร้อย เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอถูกส่งไป ใช้งานที่ห้องเย็น วี เอส ไอ ปลาทู มหาชัย สมุทรสาคร สภาวะแวดล้อมการทำงานเปียกชื้น และน้ำที่ใช้มีความเค็มสูง ซึ่งการที่เลือกใช้วัสดุที่เป็นสแตนเลส 304 ถือได้ว่าเหมาะกับสภาพแวดล้อมการใช้งาน คนงานเป็นชาวพม่า หัวหน้างานสามารถสื่อสารภาษาไทยได้เป็นอย่างดี

รูปที่ 4.5 เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ ติดตั้งใช้งานที่ห้องเย็น วี เอส ไอ ปลาทู

จากการเข้าไปร่วมทำงานพบว่าคนงานไม่ค่อยใส่ใจเรื่องความสะอาด ความเรียบร้อยในการทำงาน ไม่มีความระมัดระวัง ความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องชั่ง ดังนั้นจึงมีการออกแบบปรับปรุงใหม่อยู่หลายครั้งเพื่อให้เครื่องชั่งสามารถใช้งานได้ในสภาวะที่คนงานทำงานกันอยู่ตามปกติ เช่นประตูปล่อยปลาสามารถกันน้ำกระเด็นได้ ตัวเกลี่ยปลาสามารถปรับระดับได้ง่าย จนสุดท้ายเครื่องชั่งสามารถใช้งานได้ ทำการทดสอบโดยการชั่งปลาทู และจับเวลา บันทึกน้ำหนักของแต่ละรอบการทำงาน ผลการทดสอบเป็นดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ

ผลการทดลองชั่งและบรรจุปลาทูโดยเครื่องชั่งอัตโนมัติที่ศึกษา					
หมายเลข	นน. ปลา	เวลาที่ใช้	หมายเลข	นน.ปลา	เวลาที่ใช้
1	9.96	12.00	16	9.91	11.70
2	9.95	11.91	17	9.90	11.40
3	9.91	11.8	18	9.91	11.56
4	10.02	11.10	19	9.92	11.63
5	10.00	12.50	20	9.90	11.65
6	10.07	12.40	21	9.99	11.73
7	10.10	11.60	22	9.97	11.45
8	9.94	11.75	23	10.01	11.59
9	9.93	11.1	24	10.06	11.45
10	9.91	11.60	25	9.97	11.35
11	9.94	10.50	26	9.99	11.23
12	9.92	12.00	27	9.93	11.14
13	9.95	11.90	28	10.04	11.72
14	9.96	12.00	29	10.00	11.34
15	9.97	11.65	30	10.07	11.66
Average package weigh = 9.97 kg., Standard Deviation = 0.06					
Average batch time = 11.61 seconds, Standard Deviation = 0.39					

เพื่อเป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอกับเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเข้าจากต่างประเทศทำการเก็บข้อมูลการทำงานเช่นเดียวกันได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.8

รูปที่ 4.6 เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเข้าจากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการทำงานของเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ผลการทดลองชั่งและบรรจุปลาทูโดยเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ					
หมายเลข	นน. ปลา	เวลาที่ใช้	หมายเลข	นน.ปลา	เวลาที่ใช้
1	9.95	11.58	16	9.93	11.85
2	10.07	11.80	17	9.97	11.24
3	9.96	11.96	18	9.91	11.47
4	10.10	11.44	19	9.96	10.95
5	9.98	12.08	20	10.02	12.04
6	10.03	12.10	21	9.91	12.06
7	10.01	11.97	22	9.91	11.82
8	9.90	11.72	23	10.03	11.28
9	10.08	11.86	24	10.01	12.05
10	9.95	11.57	25	9.93	12.74
11	9.98	11.07	26	10.05	11.59
12	9.92	11.93	27	9.98	11.86
13	10.04	11.74	28	10.06	11.77
14	9.98	12.05	29	10.03	11.61
15	9.94	11.87	30	9.97	12.04
Average package weigh = 9.99 kg., Standard Deviation = 0.08					
Average batch time = 11.77 seconds, Standard Deviation = 0.36					

จากข้อมูลที่เก็บได้จากการทำงานของเครื่องชั่งทั้งสองพบว่าความแม่นยำและความเร็วในการชั่งมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากประสิทธิภาพที่เท่ากันแล้วเครื่องชั่งที่ทำเองภายในประเทศยังได้เพิ่มอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานหลายตัวเช่น เครื่องปิดผนึกถุง ที่วางถุงบรรจุให้สามารถหยิบได้ง่ายขึ้น รางเลื่อนสำหรับส่งถาดปลา ทำให้ใช้แรงน้อยลงในการขนถาดปลาจากจุดรับปลาไปยังจุดปิดผนึกถุงปลา เครื่องสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้น ซึ่งทำให้คนงานมีความเครียดในการทำงานน้อยลง

4.6.1 การเปรียบเทียบการลงทุนด้วยหลักการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

โดยพิจารณา ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เป็นวิธีที่ค่อนข้างง่ายที่สามารถสื่อให้คนทั่วไปเข้าใจ เวลาในการคืนทุนยิ่งเร็วยิ่งดี ถ้าหากสามารถคืนทุนได้ภายใน1ปีก็จะทำให้ผู้ที่ลงทุนกล้าที่จะลงทุนมากขึ้นโดยที่ตารางที่ 4.10 และ 4.11 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการทำงานด้วยระบบเดิม (ใช้คนงาน) การใช้เครื่องจักรนำเข้า และ การใช้เครื่องจักรที่นำเสนอ

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / รายได้ที่ได้รับจากการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลเปรียบเทียบการทำงานทั้ง 3 วิธี

	ทำงานระบบเดิม	เครื่องชั่งนำเข้า	เครื่องชั่งที่นำเสนอ
คนงาน (คน)	8	5	5
อัตราการทำงาน (ตัน/ชม.)	2.5-3	5-6	5-6
ความแม่นยำ (%)	-	1	1
เวลาในการแก้ปัญหา (วัน)	-	7-30	1
เงินลงทุน (บาท)		4,000,000.00	750,000.00

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเปรียบเทียบเครื่องชั่งนำเข้ากับเครื่องชั่งที่นำเสนอ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	เครื่องชั่งนำเข้า	เครื่องชั่งที่นำเสนอ
กำลังผลิตในการชั่งปลา บรรจุปลาใส่ถุงและปิดผนึก 10 กิโลกรัมต่อถุง (ตัน/ชั่วโมง)	6	6
จำนวนคนงานที่ลดลงจากการทำแบบเดิม (คน)	6	6
ค่าแรงที่ประหยัดได้ คำนวณที่ค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาท/วัน (บาท)	1,800	1,800
เงินลงทุนในเครื่องชั่งอัตโนมัติ (บาท)	4,000,000.00	750,000.00
ระยะเวลาคืนทุน (วัน)	2,222	417
(ปี)	6.09	1.14

4.6.2 การเปรียบเทียบการนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งาน

หลังจากที่ทดลองใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี การใช้งานง่าย เรียนรู้การใช้งานได้เร็ว การใช้แรงงานในการทำงานไม่รวมการยกไม่ต้องการแรงหรือกำลังมาก ทำให้สามารถทำงานได้นาน และแรงงานผู้หญิงก็สามารถทำได้ แต่อย่างไรก็ดีการนำเครื่องชั่งอัตโนมัติมาใช้งานก็มีทั้งข้อดีและข้อเสีย การศึกษาได้รวบรวมข้อดี-ข้อเสียไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบในการตัดสินใจดังนี้

ข้อดี ของการใช้เครื่องชั่งอัตโนมัติ

1. คนงานลดลง 6 คนต่อการผลิต 1 ครั้ง สามารถประหยัดได้ 300 บาท * 6 คน เป็นเงิน 1,800 บาท/วัน
2. กำลังการผลิตของคนได้ 2.5 – 3 ตันต่อชั่วโมง เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอสามารถผลิตได้ 5-6 ตันต่อชั่วโมง
3. ความแม่นยำของน้ำหนักที่ชั่งได้สูงขึ้น
4. ความสวยงามของสินค้าจากการใช้เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอมีความสวยงามเรียบร้อยกว่าการทำงานระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ประหยัดค่าใช้จ่ายทางอ้อมเกี่ยวกับบุคลากร อาทิเช่น เงินประกันสังคม ค่ารักษาพยาบาล โบนัส ค่าล่วงเวลา เป็นต้น
6. สภาวะการทำงานดีกว่า คนงานแค่ค่อยใส่ถุงที่ช่องปล่อยปลา ไม่ต้องตักปลา แทบไม่ต้องสัมผัสปลา ไม่ต้องออกแรงตักปลา ทำให้คนงานสามารถทำงานต่อเนื่องได้นานกว่า

ข้อเสีย ของการใช้เครื่องชั่งอัตโนมัติ

1. ต้องมีการลงทุนเพิ่ม
2. ต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร
3. เคลื่อนย้ายได้ยากกว่า ต้องมีพื้นที่ตั้งเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอตลอดเวลา ไม่สามารถเอาพื้นที่ไปใช้งานอื่นได้ในเวลาที่ไม่มีการผลิต
4. ต้องมีรถโฟล์คลิฟท์ในการยกปลาเทใส่ถังรับปลา โดยปกติแพปลามักจะมีใช้กันอยู่แล้ว แต่หากไม่มีจะทำให้การลงทุนสูงขึ้นเป็นล้านบาท การใช้เครื่องจักรนี้จึงไม่เหมาะสำหรับแพปลาขนาดเล็กที่ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต เช่น รถโฟล์คลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการสร้างเครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ ออกแบบโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เบื้องต้นเป็นตัวกำหนดค่าความแม่นยำ และความสามารถในการชั่ง รวมถึงศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป เพื่อนำมาประกอบรวมกันเป็นเครื่องชั่งอัตโนมัติตามที่ผู้ประกอบการแช่เยือกแข็งอาหารทะเลต้องการ ซึ่งการใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อโดยทั่วไปจะทำให้ได้ประโยชน์ด้านราคา การมีอยู่ของอะไหล่ในอนาคต และทำให้สามารถประมาณการระดับของคุณภาพของเครื่องชั่งที่นำเสนอได้จากชื่อเสียงของอุปกรณ์ที่ทำมาสร้างเครื่องชั่ง จากจุดเด่นเหล่านี้ทำให้สามารถผลิตเครื่องชั่งอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพระดับเดียวกับเครื่องชั่งที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในราคาที่เอสเอ็มอีสามารถลงทุนได้ รวมถึงการซ่อมบำรุง การเปลี่ยนอะไหล่ก็สามารถทำได้โดยอิสระสามารถเลือกซื้อจากผู้ขายรายใดก็ได้

การออกแบบและการใช้งานเครื่องชั่งอัตโนมัติสำหรับชั่งปลาที่นำเสนอ ทำการชั่งและบรรจุปลาใส่ถุงๆ ละ 10 กิโลกรัม สามารถทำงานได้ในอัตราความเร็ว 6 ตันต่อชั่วโมง และมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.1 กิโลกรัม ตามที่สถานประกอบการต้องการ และยังใช้เงินลงทุนต่ำเพียง 750,000.00 บาท ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนเพียง 1.14 ปี

เครื่องชั่งอัตโนมัติที่นำเสนอ สามารถสร้างขึ้นภายในประเทศได้ทำให้มีข้อดีด้านราคา และการบริการหลังการขาย ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยในธุรกิจแช่เยือกแข็งอาหารทะเล

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อ

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาเฉพาะการชั่งปลาทู โดยใช้ ฟังก์ชันที่ให้มากับเครื่องชั่งเป็นตัวประมวลผล ซึ่งยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างประการเช่นจำนวนอินพุตและเอาต์พุต การแสดงค่าน้ำหนักที่ชั่งได้จะเปลี่ยนไปทันทีที่มีการปล่อยปลาออกจากถังชั่ง ถ้าหากมีการศึกษาโดยการใช้ตัวประมวลผลชนิดอื่น เช่น PLC (Programmable Logic Controller) หรือ คอมพิวเตอร์ ก็น่าจะทำให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Nupap, N. Chakpitak, P. Sureephong, R. Derrouiche, and G. Neubert, “A Framework to lead SMEs to fit International Business Requirement”, International Conference on Logistics, 2011, pp.418-423

[2] M. F. Hilmi, T. Ramayah, S. H. Hassan, Y. Mustapha, “Exploring Human Capital of Malaysian SMEs”, IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications, 2010, pp. 242-247.

[3] H. Liu and S. Guo, “A Research on Promotion of Core Financial Competence for Small and Medium-size Enterprises (SMEs) in Guangdong Province”, International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic, 2011 pp. 4528-4531.

[4] B. Dong, “Research on The Independent Innovation and Motivation Mechanism of SMEs in China”, International Conference and Service Science, 2014, pp. 1-4.

[5] T. H. Nguyen, Q. Alam, D. Prajogo, A. N. Duong, “The Evolving Relationships between The State, Quality of Business Support Services, H/R Training Technology, and SMEs’ Development in Vietnam”, International Conference on Service System and Service Management, 2008, pp. 1-6.

[6] Z. Bo, “Research on SME’s Transformation and Upgrading Strategies”, International Conference on Logistics System and Intelligent Management, 2010,ppl 404-407.

[7] N. H. Abu, B. M. Deros, and M. F. Mansor, “CSF in Product Innovation Process: A Comparative Study of Three Malaysian Manufacturing SMEs”, IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2014, pp.169-173.

[8] I. R. Malawige and L. D. J. F. Nanayakkara, “SME EIS adoption: Towards development of EIS for SME in Sri Lanka”, International conference on Advances in ICT for Emerging Region, 2014, pp.172-178.

[9] S. Phuttima, W. Rueangsirasak, and R. Chaisricharoen, “Fraud Detection System for Steel Logistic SME Business on Cloud Services Model”, Joint International Conference on Information and Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering, 2014, pp. 1-7.

[10] PTASP6-E3 Aluminium Single Point Speicification available at www.ptglobal.com/files/247 .

[11] API 13.082 PT100SBE Installation available at www.ptglobal.com/products/EP100SBE004XX .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] SMC Pneumatic Solenoid Valves Serial Transmission System All Air System book no.1 Ver.1 page 101 -125.

[13] AD-4401 Weighing Indicator Instruction Manual 1386-2A-IE available at www.aandd.jp/products/manual/indicators/ad4401.pdf .

[14] Unidrive M100/101 Model size 1 to 4 User Guide available at www.controltechniques.com .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติในวิทยานิพนธ์นี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

[1] Banyat Nimsiriwangso, Sart Kummool, Amphawan Julsereewong, and Prapart Ukakimaparn, “Automation Weighing Machine for Improving Competitiveness of Thai SMEs in Seafood Cold storage Business”, 2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration Meijo University, Nagoya, Japan, December 11-13, 2015, pp.771-776

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2015 IEEE/SICE

International Symposium on System Integration

Meijo University, Nagoya, Japan, December 11-13, 2015

SII 2015

IEEE SICE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)
December 11-13, 2015. Meijo University, Nagoya, Japan

Automatic Weighing Machine for Improving Competitiveness of Thai SMEs in Seafood Cold Storage Business

Banyat Nimsiriwangso, Sart Kummool, Amphawan Julsereewong, and Prapart Ukakimaparn

Abstract—**Due to sharply rising labor costs in Thailand, many small and medium sized enterprises (SMEs) in various industrial sectors including seafood industry need to improve their competitive capability. The aim of proposed system is to replace workers with automatic machine for upgrading Thai SMEs in seafood cold storage business to survive and maintain their independence. A technique to design and implement an automatic weighing machine for packaging process of fresh whole fish products is presented. The proposed machine is not only specially developed for use in wet environments but also simple to operate and easy to maintain. Its total cost is about one-fifth cheaper than imported machines. Performances of the implemented machine have been observed at a seafood cold storage in Mahachai, Samut Sakhon, Thailand. With automatically weighting operations, the productivity can be increased by more than 1.6 times, while the labor cost can be reduced to 0.625 times, compared to manual operations. In addition, a payback period is approximately equal to 1.14 years.**

I. Introduction

FACTOR impacting performances of Thai small and medium enterprises (SMEs) are not different from those of other developing countries [1]. Common factors that affect SME operations are human capital, working capital, technological innovation, and business environment [2]-[5]. Moreover, increasing global competition forces SMEs to adapt and change in order to survive [6]-[9]. Nowadays, fishing and seafood industry as well as construction industry in Thailand often depends on workers from neighboring countries, since careers in these industrial sections generally do not required a high level of formal education. Most of knowledge in these jobs is gained through firsthand experience. Employment of temporary foreign workers to fill low-skilled jobs has been allowed. However, the rise of the minimum wage to 300 Bath per day from government's policy in 2009 directly affects the production costs, especially SMEs in the labor-intensive industries. The rise in minimum wage also indirectly affects costs passed through via other businesses in supply chain. Additionally, high turnover rates of new employees in the first career year can lead to lower worker productivity. Most of workers who have more experience at a certain company move into larger industries. As a result, many businesses that heavily rely on informal and unskilled labors have been reduced their operations or closed down.

In order to survive and maintain their independence, most owners in seafood cold storage business, one of Thai SMEs having been affected by rising labor costs, need to use automatic machines to replace workers. However, imported machines from oversea countries are not only expensive but also lumpy investment. The aim of this paper is to present a machine design and implementation at a reasonable price in response to business owner demands. The proposed automatic weighing machine is designed for fixed weight packaging of fresh whole fish products. Every sealed package is within the desired weigh tolerance. The machine performances were experimentally tested at a seafood cold storage at Mahachai, Samut Sakhon province, the key distribution center of Thai seafood industry. Experimental results of the proposed machine to weigh mackerel for package weight of 10 kg are also included in this paper.

This paper is organized as follows. The next section begins with a conceptual design of the proposed machine, followed by an implementation of the proposed machine. The succeeding section describes experimental results. The last section concludes this paper.

II. Design of Proposed Machine

A. Traditional Manual Weighing Station

At the studied cold storage, sorting the fish by species or on the basis of freshness and physical damage as well as grading the fish by sizes is still manual process. After grading process, similar sized fish are carried into the beginning of weighing and packaging process. Fig. 1 shows a process layout of traditional manual weighing station operated by eight workers. The station is fed by two workers, and sorted fish are filled into boxes by two workers. Fish contained in the boxes are then weighed and packed into plastic bags by four workers. Each sealed package is placed on a tray for carrying to a trolley. The operating capacity for mackerel package weight of 10 kg is about 2.5-3 ton/hr. The amount of time spent for weighing

Manuscript received September 7, 2015. This work was supported by Can Automation Company Limited.

B. Nimsiriwangso is with Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520 (e-mail: banyat@cn-eng.com).

S. Kummool is with the Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520 (e-mail: kksart@kmitl.ac.th).

A. Julsereewong is with Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520 (e-mail: kcamphaw@kmitl.ac.th).

P. Ukakimaparn is with Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520 (phone: 662-329-8348; fax: 662-329-8349; e-mail: kuprapar@kmitl.ac.th).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

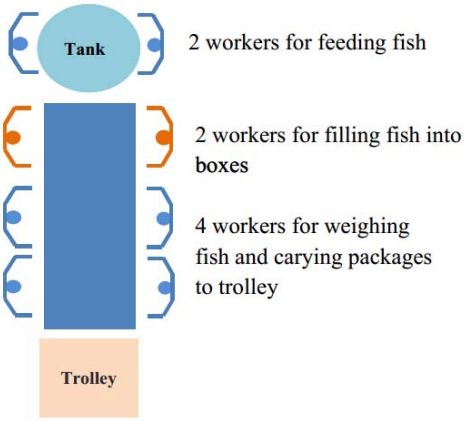


Fig. 1. Process layout of manual weighing station.

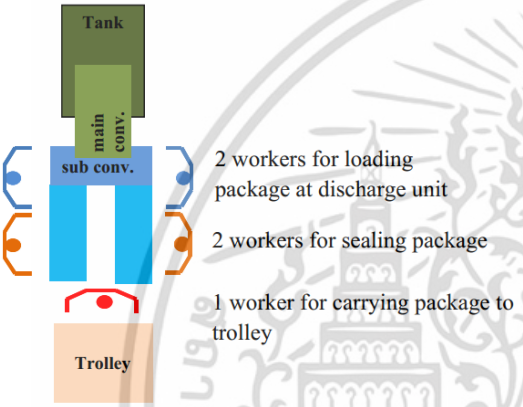
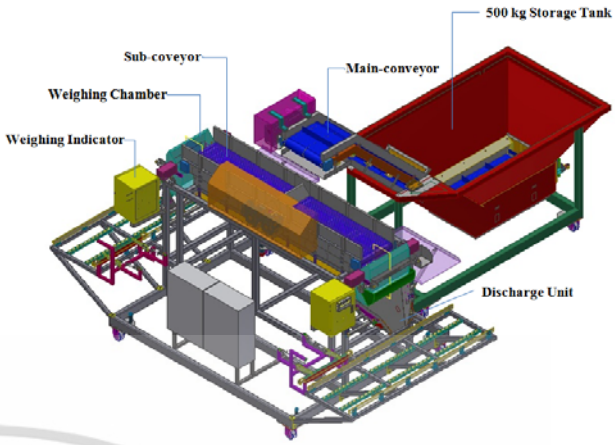
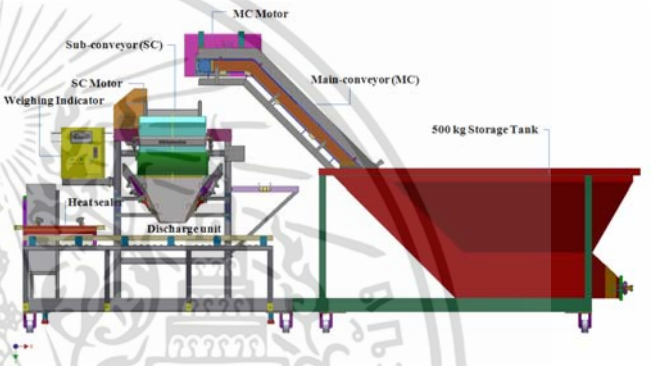


Fig. 2. Process layout of automatic weighing station.



(a) Isometric Drawing



(b) Side-View Drawing

Fig. 3. Drawings of the proposed weighing machine.

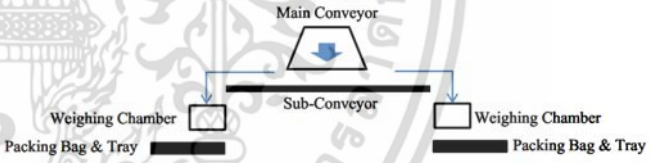


Fig. 4. Conveyor layout for automatic weighing station.

whole fish is dependent on the skill of workers. Since fresh fish can be stored only for the short time, the need for higher productivity has also driven the development of automatic weighing machine.

B. Automatic Weighing Station

Fig. 2 displays a process layout for using the proposed automatic machine with two sets of weighing units as depicted in Fig. 3 to reduce the number of workers required from 8 to 5 persons and to increase the productivity. A key concept to design the proposed machine is based on the use of plug-in modules for ease of maintenance and minimization of repair and downtime. For automatic weighing station, two workers load the package bags at discharge units to receive the weighed fish. Two workers seal the packages, and the other one carries the sealed packages to the trolley. For batch weighing system, a controller providing a means to process finite quantities of objects being measured by subjecting them to an ordered set of processing activities over a finite period of time is chosen for use in the proposed machine.

C. Belt Conveyor System of Proposed Machine

There are two types of belt conveyor system to transport sorted fish for weighting process of the proposed machine; main conveyor and sub-conveyor. The former is a 45-degree incline conveyor with large hopper for feeding fish at the beginning of the process. The latter is used for conveying fish falling at the top end of the main conveyor to weighting chambers as illustrated in Fig. 4. A technique to control the speed of each conveyor is based on a difference between the target weight or set value (W_{SV}) and actual value of the weighting chamber (W_{ACTUAL}). Four different conveyor speeds are defined as follows.

- *Full Flow*: a full flow is the maximum speed to fill up fish in the weighing chamber. The conveyor speed is set by the full flow value when starting the batch weighing system. Until the difference between the W_{SV} and the W_{ACTUAL} is equal to (or less than) the first condition parameter called '*Option Prelim*' value. Then the conveyor speed is reduced from the full flow to medium flow.

- *Medium Flow*: a medium flow is the speed that used for stepping down from the full flow to the next slower speed, or dribble flow. The parameter called '*Prelim*' value is used as the second condition value for reducing the conveyor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed. If the difference between the W_{SV} and the W_{ACTUAL} is equal to (or less than) the '*Prelim*' value, the conveyor speed becomes a dribble flow.

- *Dribble Flow*: the dribble flow is the slowest speed that the conveyor speed can be controlled. The slower conveyor speed provides the less free fall value with the longer cycle time. The third parameter called '*Free Fall*' is used as the condition for last control action. If the difference between the W_{SV} and the W_{ACTUAL} is equal to (or less than) the '*Free Fall*' value, the conveyor will be stopped.

- *Free Fall*: the free fall is the uncontrolled flow. It causes that the fish are passed out of the stopper or gate, but they are still in the air. The desired weight for a package is equal to the sum of the weight values at stopped conveyor and the free fall. Thus, the accuracy of the weighing machine is dependent on the free fall predication. The free fall is varied by the speed of the conveyor and the height between the end point of sub-conveyor and the weighing chamber. If the dribble flow is constant, the free flow could be predicted. In practice, it is very difficult to control the dribble flow, so a technique by reducing conveyor speed to minimize the free fall value to be less than the tolerance is employed for implementing the proposed machine.

D. Weighting Sequence of Proposed Machine

Fig. 5 shows a sequence diagram of the proposed machine. The functional descriptions can be discussed as follows.

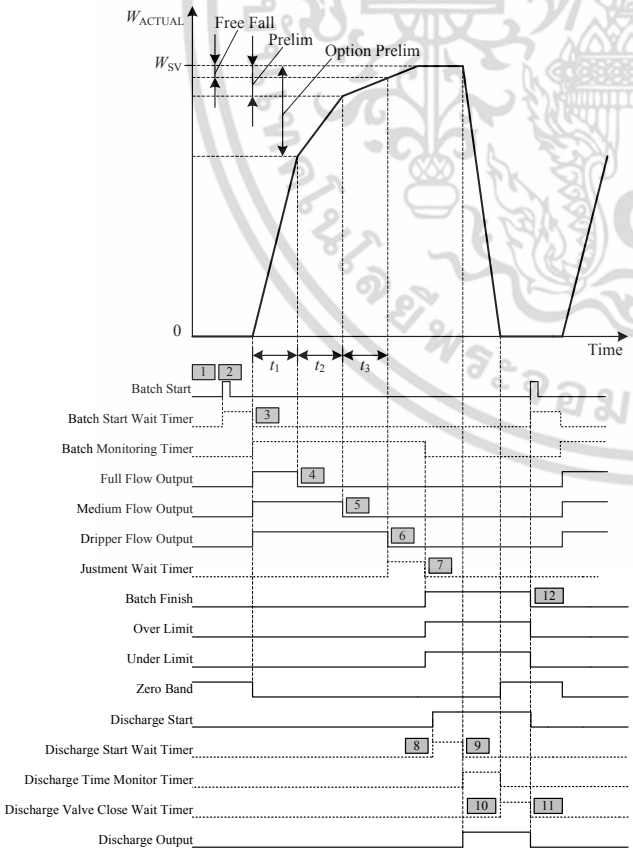


Fig. 5. Sequence diagram of the proposed machine.

1. The machine is waiting for the batch start signal.
2. When the '*Batch Start*' signal is input, then the '*Batch Start Wait Timer*' starts.
3. When the '*Batch Start Wait Timer*' completes the set time. The '*Batch Monitoring Timer*' starts. The '*Full Flow*', '*Medium Flow*', and '*Dripple Flow*' output signals are turned on.
4. When the weight reaches the optional preliminary '*Option Prelim*' setting, then the '*Full Flow*' output is turned off.
5. When the weight reaches the preliminary '*Prelim*' setting, then the '*Medium Flow*' output is turned off.
6. When the weight reaches the '*Free Fall*' setting, then the '*Dripple Flow*' output is turned off, and the '*Justment Wait Timer*' starts.
7. When the weight stabilized after the '*Justment Wait Timer*' completes the set time. Then the '*Batch Finish*' output signal is turned on, and the '*Batch Monitoring Timer*' is reset. If the weight is excess or lack of the target value, the '*Over Limit*' or '*Under Limit*' output signal will be turned on, respectively.
8. If the '*Discharge Start*' signal is input, the '*Discharge Start Wait Timer*' will start.
9. When the '*Discharge Start Wait Timer*' completes the set time. The '*Discharge Output*' signal is turned on, and the '*Discharge Time Monitor Timer*' starts.
10. When the gross is lower than the zero range, then the '*Discharge Valve Close Wait Timer*' starts, and the '*Discharge Time Monitor Timer*' is reset.
11. When the '*Discharge Time Monitor Timer*' completes the set time, the '*Discharge Output*' signal is turned off.
12. When the '*Batch Start*' signal for the next cycle is input, the 'Batch Finish' output signal is turned off, and the judgment result output signal (the '*Over Limit*' or '*Under Limit*' signal) is turned off. Then the weighting sequence has cycled and the operation restarts from Step 2.

E. Calculations of Major Parameters

The target capacity of the proposed machine is specified at 6 ton/hr for package weight of 10 kg, and the target accuracy is ± 1%. To meet the target performance, the cycle time per weighting chamber must be equal to 12 s or 5 batch/min/weighing chamber, and the '*Free Fall*' condition value should be less than 0.1 kg. The criteria factors are listed as follows.

- Fish thickness for size grading is 2.5 cm.
- Maximum conveyor speed is 80 cm/s.
- Fish scattering on the conveyor is 50% and a stacking is not allowed.
- Specific weight of sorted mackerel is 0.00067 kg/cm^3.

Three major parameters for machine design are calculated as follows.

- *Conveyor size and speed*

The belt conveyor sizes as well as induction motors and inverters for driving conveyors can be selected from

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

commercially available products to match the system requirements. For implementing the proposed machine, the conveyor size of 32 cm in wide and 100 cm in length is preferred. To control the conveyor speed, 0.5 hp induction motors with reducing gear ratios of 15:1 and 10:1 for driving the main conveyor and the sub-conveyor, respectively. Thus the sub-conveyor speed can be adjusted in the range of 1.5-73 cm/s. The volumetric flow rate of conveyed fish on the conveyor can be given by

$$Q = T \times W \times FS \times V \quad (1)$$

where Q is the flow rate of conveyed fish (cm^3/s).
T is the fish thickness for size grading (cm).
W is the belt conveyor width (cm).
FS is the fish scattering on the conveyor (0.5).
V is the conveyor speed (cm/s).

From (1), the maximum and minimum values of the flow rate of conveyed fish are equal to 60 cm^3/s and 2,920 cm^3/s respectively.

- *'Free Fall' value*

The '*Free Fall*' value is the weight of the conveyed fish that fills up to the weighing chamber after the feed conveyor is stopped. If the flow rate of conveyed fish is constant, then the '*Free Fall*' value can be stated as

$$Free\,Fall = Q \times t_{FF} \quad (2)$$

where t_{FF} is the time for conveyed fish to fall down from the conveyor to the weighting point within the chamber (s).

Based on Newton's second law of motion, the time t_{FF} can be calculated for given distance (between conveyor and the weighing point within the chamber) and velocity (or conveyor speed) traveled by the falling fish.

From our design, the distance between conveyor and the weighing point within the chamber is 18.8 cm. Table I gives the calculated values of major parameters for design of the proposed machine. It can be seen that for the given conveyor speed of 5.86 cm/s, the '*Free Fall*' value is 0.082 kg, which is less than the acceptable error of 0.1 kg. This means that the selected conveyors and the driving components can be used to meet the target accuracy of the machine operations.

TABLE I
CALCULATED VALUES OF MAJOR PARAMETERS FOR MACHINE DESIGN

Inverter Frequency (Hz)	Conveyor Speed (cm/s)	Fish Mass Flow Rate (kg/s)	Time t_{FF} (s)	Free Fall (kg)
50	73.27	1.832	0.223	0.409
40	58.61	1.465	0.263	0.385
30	43.96	1.099	0.316	0.348
20	29.31	0.732	0.389	0.285
10	14.65	0.366	0.487	0.178
5	7.33	0.183	0.549	0.101
4	5.86	0.147	0.562	0.082

TABLE II
ESTIMATED TIME PERIODS FOR CONTROLLING CONVEYOR SPEEDS DURING ONE CYCLE OF WEIGHING SEQUENCE

Conveyor Speed Control Mode	Inverter Frequency (Hz)	Fish Mass Flow Rate (kg/s)	ΔW_{ACTUAL} (kg)	Time Required (s)
Full Flow	50	1.832	9	$t_1 = 4.913$
Medium Flow	10	0.366	0.5	$t_2 = 1.366$
Dripper Flow	4	0.147	0.4	$t_3 = 2.721$

TABLE III
UNITS EQUIPMENTS USED FOR IMPLEMENTATION OF PROPOSED MACHINE

Equipment	Model	Vendor	Number
Load Cell	PTASP6-E3	EDA	2
Weighing Indicator	AD-4401	A&D	2
Motor with Gear Reducer	OTS M50	Haitec	3
Inverter	Unidrive M100	Emerson	3
Solenoid Valve	SY3120-5YZ	SMC	2
Pneumatic Cylinder	CDM2B25-50Z	SMC	2

F. Estimated Batch Time for Weighing Sequence

From Table I, the inverter frequencies of 50 Hz, 10 Hz, and 4 Hz, are used to control the conveyor speed in the '*Full Flow*' mode, '*Medium Flow*' mode, and '*Dribble Flow*' mode, respectively. If the condition parameters, '*Option Prelim*', '*Prelim*', and '*Free Fall*' are chosen as 1 kg, 0.5 kg, and 0.1 kg, respectively.

The time periods for controlling the conveyor speed during one cycle of weighing sequence (see Fig. 5) can be summarized in Table II. From Table II, the set time values for the '*Batch Start Wait Timer*', the '*Justment Wait Timer*', the '*Discharge Start Wait Timer*', the '*Discharge Time Monitor Timer*', and the '*Discharge Valve Close Wait Timer*' are equal to 0.2 s, 1 s, 0.2 s, 0.8 s, and 0.8 s, respectively. Then the batch time for one cycle for weighing sequence of the proposed machine is approximately equal to 12 s.

III. IMPLEMENTATION OF PROPOSED MACHINE

The hardware structure of the proposed machine is manufactured by using the stainless steel as construction material. Since the machine is operated in wet environments. The belt conveyor system used in the proposed machine is designed for gravity delivery. The maximum difference in height between the top end of the main conveyor and the belts of two sub-conveyors should be considered to reduce mechanical damage to the conveyed fish falling down. From our experience in design, this maximum difference is about 0.4 m for conveying the fish with soft flesh like mackerel. The machine dimensions are about 3.9 m in width, 4.6 m in length, and 2.3 m in height. The total machine cost is 750,000 Bath

Table III gives a summarization of equipments used in the machine implementation. Fig. 6 shows the proposed machine installed at the seafood cold storage at Mahachai, Samut Sakhon province, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)

(b)

Fig. 6. Proposed machine installed at the studied seafood cold storage.

IV. Experimental Results

After machine installation and commissioning, the proposed machine was needed to test its operations controlled by the AD-4401. For configuring the weighting indicator, the condition parameters, '*Option Prelim*', '*Prelim*', and '*Free Fall*' were set to 1 kg, 0.5 kg, and 0.1 kg, respectively. The performances of the proposed machine were studied through weighing mackerel for package weight of 10 kg. Experimental results obtained from the proposed machine for weighing 30 packages are given in Table IV.

TABLE IV
EXPERIMENTAL RESULTS OBTAINED FROM THE PROPOSED MACHINE FOR WEIGHING AND PACKAGING 30 PRODUCTS

No.	Product Weight (kg)	Batch Time (s)	No.	Product Weight (kg)	Batch Time (s)
1	9.96	12.00	16	9.91	11.70
2	9.95	11.91	17	9.90	11.40
3	9.91	11.80	18	9.91	11.56
4	10.02	11.10	19	9.92	11.63
5	10.00	12.50	20	9.90	11.65
6	10.07	12.40	21	9.99	11.73
7	10.10	11.60	22	9.97	11.45
8	9.94	11.75	23	10.01	11.59
9	9.93	11.10	24	10.06	11.45
10	9.91	11.60	25	9.97	11.35
11	9.94	10.50	26	9.99	11.23
12	9.92	12.00	27	9.93	11.14
13	9.95	11.90	28	10.04	11.72
14	9.96	12.00	29	10.00	11.34
15	9.97	11.65	30	10.07	11.66

Average Product Weight = 9.97 kg, Standard Deviation = 0.06
Average Batch Time = 11.61 s., Standard Deviation = 0.39

Fig. 7. Imported machine installed at the studied seafood cold storage.

TABLE V
EXPERIMENTAL RESULTS OBTAINED FROM THE MACHINE OF FIG. 7 FOR WEIGHING AND PACKAGING 30 PRODUCTS

No.	Product Weight (kg)	Batch Time (s)	No.	Product Weight (kg)	Batch Time (s)
1	9.95	11.58	16	9.93	11.85
2	10.07	11.80	17	9.97	11.24
3	9.96	11.96	18	9.91	11.47
4	10.10	11.44	19	9.96	10.95
5	9.98	12.08	20	10.02	12.04
6	10.03	12.10	21	9.91	12.06
7	10.01	11.97	22	9.91	11.82
8	9.90	11.72	23	10.03	11.28
9	10.08	11.86	24	10.01	12.05
10	9.95	11.57	25	9.93	12.74
11	9.98	11.07	26	10.05	11.59
12	9.92	11.93	27	9.98	11.86
13	10.04	11.74	28	10.06	11.77
14	9.98	12.05	29	10.03	11.61
15	9.94	11.87	30	9.97	12.04

Average Product Weight = 9.99 kg, Standard Deviation = 0.08
Average Batch Time = 11.77 s., Standard Deviation = 0.36

TABLE VI
COMPARISON RESULTS FOR WEIGHING AND PACKAGING MACKEREL FOR PACKAGE WEIGHT OF 10 KG

Item	Manual Operation	Imported Machine (Fig. 7)	Proposed Machine (Fig. 6)
Worker required (person)	8	5	5
Operating capacity (ton/hr)	2.5-3	5-6	5-6
Average cycle time (s.)	-	11.77	11.61
Accuracy (%)	N/A	±1%	±1%
Installation/Commissioning Service (day)[*1]	-	7-30[*2]	1
Total Machine Cost (Bath)	-	4,000,000	750,000

[*1] Information from the owner of the studied seafood cold storage.
[*2] 30 days are waiting period for the arrival of spare parts from oversea supplier.

From Table IV, it can be seen that the average batch time of experimental results obtained from the proposed automatic weighing machine is closely matched the calculated value, and the average weight of products is also within tolerance limits.

In order to compare the performances, the imported machine installed at the studied seafood cold storage (see Fig.7) was also tested through weighing mackerel for package weight of 10 kg. Experimental results obtained from the imported machine as illustrated in Fig. 7 are given in Table V. As compared to the manual weighing operations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE VII
SIMPLE PAYBACK ANALYSIS

Parameter	Value
Max. Operating Capacity for weighing mackerel for package weight of 10 kg	6 ton/hr
Saving in manpower	6 persons
Saving in labor cost when calculating with the minimum wage of 300 Bath/day	1,800 Bt/day
Total cost of the proposed machine	750,000 Bt
Simple payback on the proposed machine installation	417 days (1.14 years)

and the imported machine installed at the studied cold storage, Table VI summarizes the comparison results. It is seen that the proposed weighing machine can be operated with high speed and accuracy like the imported machine. Moreover, the imported machine is five times more expensive than the proposed machine.

Table VII gives the simple analysis of payback period for using the proposed weighting machine to replace of the manual operation. By using the proposed automatic machine, the productivity can be increased by more than 1.6 times, whereas the labor cost can be reduced to 0.625 times. Additionally, the payback period is about one and a half years when replacing manual weighting.

V. CONCLUSION

A design and implementation of automatic weighing machine for fresh fish products has been presented. Its weighting operations can be controlled accurately. In addition, the proposed weighing machine requires small investment of 750,000 Bath with a payback period of 1.14 years. The proposed automatic weighing machine, therefore, will be useful for the SMEs in seafood cold storage business for improving their own competitiveness in globalized market.

REFERENCES

[1] S. Nupap, N. Chakpitak, P. Sureephong, R. Derrouiche, and G. Neubert, "A Framework to lead Thai SMEs to fit International Business Requirement", International Conference on Logistics, 2011, pp. 418-423.

[2] M. F. Hilmi, T. Ramayah, S. H. Hassan, Y. Mustapha, "Exploring Human Capital of Malaysian SMEs", IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications, 2010, pp. 242-247.

[3] H. Liu and S. Guo, "A Research on Promotion of Core Financial Competence for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Guangdong Province", International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic, 2011, pp. 4528-4531.

[4] B. Dong, "Research on the Independent Innovation and Motivation Mechanism of SMEs in China", International Conference and Service Science, 2014, pp. 1-4.

[5] T. H. Nguyen, Q. Alam, D. Prajogo, A. N. Duong, "The evolving relationships between the State, quality of business support services, H/R training, technology, and SMEs' development in Vietnam", Internaitonal Conference on Service Systems and Service Management, 2008, pp. 1-6.

[6] Z. Bo, "Research on SME's Transformation and Upgrading Strategies", International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management, 2010, ppl 404-407.

[7] N. H. Abu, B. M. Deros, and M. F. Mansor, "CSF in Product Innovation Process: A Comparative Study of Three Malaysian Manufacturing SMEs", IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2014, pp. 169-173.

[8] I. R. Malawige and L. D. J. F. Nanayakkara, "SME EIS adoption: Towards development of EIS for SME in Sri Lanka", International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions, 2014, pp. 172-178.

[9] S. Phuttima, W. Rueangsirasak, and R. Chaisricharoen, "Fraud Detection System for Steel Logistic SME Business on Cloud Services Model", Joint International Conference on Information and Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering, 2014, pp. 1-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายบัญญัติ นิ่มสิริวังโส
วัน เดือน ปีเกิด 2 ธันวาคม 2506 ที่จังหวัดสมุทรปราการ
ที่อยู่ 39 หมู่ที่2 ตำบลบางปู อำเภอเมือง สมุทรปราการ 10280
โทร.081-819-4824

ประวัติการศึกษา
2529 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2545 บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์การทำงาน
พ.ศ.2532 – ปัจจุบัน ผู้ก่อตั้งและบริหารห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี แอนด์ เอ็น เอ็นจิเนียริ่ง
ผลิต high precision parts & fixture for HDD industry
พ.ศ.2555 – ปัจจุบัน ผู้ก่อตั้งและบริหารบริษัท แคน ออโตเมชั่น จำกัด
สร้างระบบอัตโนมัติให้อุตสาหกรรมHDD และ อื่นๆตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้