รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบการผลิตน้ำดื่มและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต
Production of drinking system and Efficiency increment of line production

นายวสุวิชย์ เฉิดละออ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบการผลิตน้ำดื่มและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต

Production of drinking system and Efficiency increment of line production

นายวสุวิชย์ เฉิดละออ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ระบบการผลิตน้ำดื่มและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิต

นายวสุวิชย์ เฉิดละออ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา

คุณอดิเทพ คงดี พนักงานที่ปรึกษา

คุณวรปรัชญ์ มีธรรม พนักงานที่ปรึกษา

บริษัท โครเนส (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้ได้ดำเนินการศึกษาที่บริษัท โครเนส (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกขนาด 600 มิลลิลิตร และเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการผลิตให้มากขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพในระบบการผลิตจริงมีน้อยกว่าเป้าหมายที่ต้องการ พบว่าประสิทธิภาพในระบบการผลิตที่ลดลงนั้นเกิดจากปัญหาความขัดข้องของเครื่องจักรจนทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานแล้วส่งผลทำให้ระบบการผลิตหยุดการทำงาน หลังจากการแก้ไขปัญหาความขัดข้องของเครื่องจักรเสร็จแล้วจะต้องทำการระบายออกจากสายพานจนถึงระดับหนึ่งจึงจะสามารถเริ่มเดินเครื่องจักรได้ จึงได้เขียนโปรแกรม Fast restart ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่สร้างขึ้นมาเพื่อลดระยะเวลาในการเริ่มเดินเครื่องจักร หลังจากเกิดจากปัญหาความขัดข้องของเครื่องจักร โดยนำความเร็วของเครื่องในระบบการผลิตมาเปรียบเทียบกันเพื่อเริ่มเดินเครื่องจักร หลังจากนำ Fast restart มาใช้ในระบบการผลิตทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการผลิตสูงกว่าระบบการสตาร์ทแบบเดิม 3.48% หรือสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้เฉลี่ย 27,187 ขวด/วัน

Production of drinking system and Efficiency increment of line production

Mr.Wasuwit Cherdla-or

Department of Electrical Engineering

Associate Professor Dr.Atthapol Ngaopitakkul Advisor

Mr.Aditep Kongdee Mentor

Mr.Warrapart Meetham Mentor

Krones (Thailand) Company Limited

Abstract

This cooperative project was conducted at Crones (Thailand) Co., Ltd. Student aim to study 600 ml bottled water processing and increase the efficiency of the production system and increase the efficiency in the production system to higher. Which the efficiency in the production system is less than the target. Moreover it was found that the efficiency of the production system was reduced due to the problem of mechanical failure, which caused the machine to stop working and consequently the production system stopped working. After the problem is resolved, the machine must be drained from the belt until it can be started. Fast restart, a function created to reduce the time to start the machine. After the problem of mechanical failure. The speed of the machine in the production system is compared to start the machine. After Fast restart is used in the production system, the efficiency of the production system is higher than that of the conventional starter system by 3.48% or the average production rate is 27,187 bottles/ day.

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ โครเนส (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 7 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 24 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา
2. คุณอดิเทพ คงดี Head of National LCS Management Thailand
3. คุณภนิดา อุณหประเสริฐกุล Human resources Business
4. คุณวรปรัชญ์ มีธรรม Blow Mould Team Leader

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ขอขอบคุณบริษัท โครเนส (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้โอกาสเข้าร่วมสหกิจศึกษาและขอขอบคุณบริษัท บุญรอด เอเชีย เบเวอเรส จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาในครั้งนี้

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ไว้ ณ ที่นี้

นายวสุวิชย์ เฉิดละออ

ผู้จัดทำรายงาน

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีพื้นฐานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC)	5
2.1.1 ความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	5
2.1.2 ชนิดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	9
2.1.3 อุปกรณ์การโปรแกรม	10
2.1.4 ความสามารถของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	11
2.1.5 ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์	11
2.1.6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร	11
2.1.7 การเขียนโปรแกรม	12
2.1.8 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์รุ่น เอส7-300 (S7-300)	12
2.2 หลักการควบคุมการทำงานของระบบการผลิต	14
2.2.1 การเชื่อมต่อสื่อสารภายในระบบการผลิต	14

สารบัญ (ต่อ)

2.2.1.1 ระบบ Ethernet 14

2.2.1.2 ระบบ Profibus 15

2.2.1.3 ระบบ AS-Interface 17

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาหลักการทำงานกระบวนการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก 18

3.1.1 เครื่องเป่าขวดพลาสติก 19

3.1.2 เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ 20

3.1.3 เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด 21

3.1.4 เครื่องติดฉลาก 23

3.1.5 เครื่องแพคขวด 24

3.1.6 เครื่องจัดเรียงแพค 25

3.1.7 วัตถุดิบในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก 26

3.2 ศึกษารูปแบบการทำงานของระบบการผลิต 28

3.2.1 ความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต 28

3.2.2 การควบคุมการสตาร์ท การหยุด และความเร็วของเครื่องจักร 30

3.3 วิเคราะห์หาจุดบกพร่องในการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก 37

3.3.1 สาเหตุความขัดข้องที่เกิดในระบบการผลิต 37

3.3.2 ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้องจนหยุดการทำงาน 39

3.3.3 การหาแนวทางเพื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิต 44

3.3.4 Fast Restart ฟังก์ชันเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 45

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ประสิทธิภาพของระบบการผลิตเมื่อนำ Fast restart มาประยุกต์ใช้งาน 51

4.1.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ตั้งค่าใน Fast restart 51

4.1.2 เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรเมื่อนำ Fast restart function มาประยุกต์ใช้ 52

4.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการผลิตเมื่อนำ Fast restart function มาประยุกต์ใช้ 54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา 56

5.2 ข้อเสนอแนะ 56

เอกสารอ้างอิง 57

ประวัติผู้เขียน 58

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน 3

ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตสูง 34

ตารางที่ 3.2 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 1 35

ตารางที่ 3.3 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 2 35

ตารางที่ 3.4 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 3 36

ตารางที่ 3.5 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 3 37

ตารางที่ 3.6 เวลาที่สายพานแต่ละช่วงสามารถรับขวดที่มาจากกระบวนการผลิตได้เมื่อเกิด Down time 40

ตารางที่ 3.7 เวลาที่เครื่องจักรแต่ละชนิดรอการระบายออกจากสายพานจนถึง Back up machine sensor 2 44

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาในการสตาร์ทของเครื่องจักรแต่ละชนิดที่ลดลงเมื่อใช้ Fast restart 52

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสตาร์ทของเครื่องเติมผลิตภัณฑ์กรณีเครื่องจักรชนิดอื่นหยุดการทำงานจนส่งผลต่อเครื่องเติมผลิตภัณฑ์หยุดทำงาน 53

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการสตาร์ทแบบเดิมกับ Fast restart function 54

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ 6

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต 6

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของซีพียู 7

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์และหน่วยความจำ 8

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาท์พุต 8

รูปที่ 2.6 แสดงโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดบล็อก 9

รูปที่ 2.7 แสดงโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์โมดูล 9

รูปที่ 2.8 แสดงตัวป้อนโปรแกรมมือถือ 10

รูปที่ 2.9 แสดงวิธีการต่อพีซีกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ 10

รูปที่ 2.10 วงจรแลดเดอร์ (PLC Ladder Logic Diagram) 12

รูปที่ 2.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างพีซีกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ รุ่น เอส7-300 13

รูปที่ 2.12 โปรแกรม SIMATIC STEP Version 5.5 13

รูปที่ 2.14 แผนผังแสดงการเชื่อมต่อสื่อสารในระบบ 14

รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อระหว่าง hup กับ Automation PC 15

รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อระหว่าง hup กับ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ 15

รูปที่ 2.17 Bus Distribution 17

รูปที่ 3.1 แบบจำลองแสดงระบบการผลิตเครื่องดื่มแบบแบบขวดพลาสติก 18

รูปที่ 3.2 แบบจำลองเครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder) 19

รูปที่ 3.3 กระบวนการขึ้นรูปขวดพลาสติก 20

รูปที่ 3.4 กระบวนการเติมผลิตภัณฑ์ 21

รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเติมแล้ว 21

รูปที่ 3.6 เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด (Inspector) 22

รูปที่ 3.7 การตรวจสอบฝาขวดด้วยการถ่ายรูป 22

รูปที่ 3.8 กระบวนการติดฉลากผลิตภัณฑ์ 23

รูปที่ 3.9 กระบวนการแพคผลิตภัณฑ์ 24

รูปที่ 3.10 กระบวนการการจัดเรียงแพคผลิตภัณฑ์ 26

รูปที่ 3.11 วัตถุดิบในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก 26

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 3.12 แผนผังแสดงกระบวนการการผลิตเครื่องดื่ม 27

รูปที่ 3.13 แผนผังแสดงความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต 28

รูปที่ 3.14 แผนผังแสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ของเครื่องจักร 30

รูปที่ 3.15 แสดงตำแหน่งเซนเซอร์ที่ใช้ในการสตาร์ทและหยุดเครื่องจักร 31

รูปที่ 3.16 เงื่อนไขการสตาร์ทเครื่องจักร 32

รูปที่ 3.17 เงื่อนไขเครื่องจักรหยุดการทำงาน 33

รูปที่ 3.18 เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตสูง 34

รูปที่ 3.19 เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง 36

รูปที่ 3.20 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตช้า 36

รูปที่ 3.21 การแจ้งเตือนผ่านหน้าจอเมื่อเกิดความขัดข้อง 38

รูปที่ 3.22 ปัญหาฟิล์มใสติดขัดในเครื่องเครื่องแพคขวด 39

รูปที่ 3.23 พื้นที่สีฟ้าแสดงปริมาณขวดที่สะสมในสายพานเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง 40

รูปที่ 3.24 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องจัดเรียงแพค 41

รูปที่ 3.25 สายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องจัดเรียงแพค 41

รูปที่ 3.26 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องติดฉลาก 42

รูปที่ 3.27 สายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องติดฉลาก 42

รูปที่ 3.28 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องติดฉลากกับเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ 43

รูปที่ 3.29 สายพานระหว่างเครื่องติดฉลากกับเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ 43

รูปที่ 3.30 แนวคิดการปรับปรุงการสตาร์ทเครื่องจักร 45

รูปที่ 3.31 เงื่อนไขการทำงานฟังก์ชัน Fast restart 46

รูปที่ 3.32 Fast restart ฟังก์ชัน 48

รูปที่ 4.1 หน้าจอ Touch screen ฟังก์ชัน Fast restart 51

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการเจริญเติบโตและการแข่งทางเศรษฐกิจได้เพิ่มมากขึ้น ความต้องการของมนุษย์ที่มีอยู่อย่างไม่จำกัดเป็นเสมือนแรงขับเคลื่อนให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่และนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ อยู่ตลอดเวลา การขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมต่างๆทำให้มีการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตที่สูงขึ้นเพื่อตอบสนองการแข่งขัน อุตสาหกรรมเครื่องดื่มในประเทศไทยมีการผลิตผลิตภัณฑ์ออกมาหลากหลายชนิด เช่น น้ำดื่ม น้ำผลไม้ เครื่องดื่มชูกำลัง เป็นต้น ซึ่งมีการแข่งกันทางการตลาดที่สูงมากเช่นเดียวกัน เพื่อรองรับการจำหน่ายออกสู่ตลาดที่มีประมาณมากขึ้นเพื่อสอบสนองต่อความต้องการของผลิตภัณฑ์ จึงต้องมีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต่อเนื่องและมีการสำรองผลิตภัณฑ์ให้เพียงพอต่อการขาย ดังนั้นเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณมากขึ้นจึงได้มีการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้ในระบบการผลิตที่มีกำลังผลิตและประสิทธิภาพที่สูงขึ้น อีกทั้งมีระบบการผลิตที่มีความสะอาดปลอดภัยมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผลิตผลิตภัณฑ์ออกมามีจำนวนมากและมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นตามความต้องการของลูกค้า

บริษัทโครเนสได้ผลิตและพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแบบขวด และแบบกระป๋องหลากหลายชนิดตั้งแต่เริ่มรับบรรจุภัณฑ์เข้าในระบบ เติมผลิตภัณฑ์จนกระทั่งจัดเรียงผลิตภัณฑ์เพื่อการขนส่ง มีเครื่องจักรหลากหลายชนิดที่ทำหน้าที่การผลิตในกระบวนการที่แตกต่างกันออกไป โดยทางบริษัท โครเนส (ประเทศไทย) จำกัด ได้ให้บริการติดตั้งระบบการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มไม่ว่าจะเป็นน้ำดื่ม เครื่องดื่มชูกำลัง น้ำอัดลม เบียร์ เป็นต้น ให้แก่ลูกค้าและบริการซ่อมบำรุงเครื่องจักรหลังการติดตั้ง อีกทั้งวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาระบบการผลิตของลูกค้าที่มีประสิทธิภาพการผลิตที่ไม่ตรงตามเป้าหมาย

จากการลงพื้นที่ศึกษาระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก ขนาด 600 มิลิลิตร ที่มีกำลังการผลิต 34,000 ขวดต่อชั่วโมง ณ โรงงานบุญรอด เอเชีย เบเวอเรส จำกัด พบว่ามีประสิทธิภาพของการผลิตเฉลี่ย 86.81% ของกำลังการผลิตหรือสามารถทำการผลิตได้ประมาณ 29,200 ขวดต่อชั่วโมง ส่งผลให้ยอดการผลิตของบริษัทไม่ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดจึงทำให้บริษัทส่งออกผลิตภัณฑ์ด้วยยอดที่น้อยลง ซึ่งประสิทธิภาพของระบบการผลิตที่ลดลงนี้เกิดจากปัญหาการทำงานของระบบที่ขัดข้อง การติดขัดของวัสดุที่ใช้ในการผลิต อายุการใช้งานของเครื่องจักรที่มากและปัจจัยอื่นๆ จนส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงานและระบบการผลิตหยุดการทำงานไปด้วย เมื่อระบบการผลิตหยุดบ่อยยิ่งส่งผลต่อยอดการผลิตให้ลดน้อยลงมากยิ่งขึ้น หากสามารถปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้จะทำให้ระบบการผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้อย่างต่อเนื่องส่งผลให้ประสิทธิภาพของกำลังการผลิตสูงขึ้นสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นส่งผลดีต่อยอดการผลิต ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาระบบการผลิตหยดการทำงานบ่อยครั้ง จึงได้ศึกษารูปแบบการทำงานของ

ระบบการผลิตเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาขัดข้องที่เกิดขึ้นและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อให้ระบบการผลิตมีการทำงานที่ต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการทำงานของเครื่องจักรในระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ และโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 ในการควบคุมการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

1.2.3 วิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุงให้ระบบการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบการผลิต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษารูปแบบการทำงานของระบบการผลิตและเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบกรผลิตลดลง อีกทั้งศึกษาการใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ในการปรับปรุงการทำงานของระบบการผลิตเพื่อทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 3% ของกำลังการผลิต

14. วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ทำการศึกษาหลักการควบคุมการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

1.4.2 ทำการศึกษาการใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

1.4.3 วิเคราะห์หาจุดบกพร่องในการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

1.4.4 หาแนวทางการปรับปรุงการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกโดยใช้โปรแกรม SIMATIC Manager Step7

1.5 แผนการดำเนินงาน

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาหลักการควบคุมการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก เริ่มจากศึกษาการใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 แล้วลงพื้นที่ปฏิบัติที่หน้างานจริงเพื่อเรียนรู้ถึงหลักการทำงานของระบบที่แท้จริง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงปัญหาหรือจุดบกพร่องในการทำงานของระบบ แล้วทำการหาแนวทางพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่วันที่ 7 สิงหาคม 2560 ถึง วันที่ 24 พฤศจิกายน 2560 รวมระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 4 เดือน

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน

หัวข้องาน	ระยะเวลาการปฏิบัติ																
	สิงหาคม					กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	สัปดาห์					สัปดาห์				สัปดาห์				สัปดาห์			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. กำหนดหัวข้อโครงงาน ศึกษาหลักการและความรู้ที่ใช้ในการดำเนินงาน	แผน	←	-	-	→												
	ปฏิบัติ	←	—	—	→												
2. เรียนรู้พื้นฐานระบบการทำงานและวิธีควบคุมระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก	แผน					←	-	-	→								
	ปฏิบัติ						←	—	→								
3. เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 และเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC)	แผน					←	-	-	→								
	ปฏิบัติ						←	—	→								
4. นำทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้งานในการแก้ปัญหาและปรับปรุงระบบควบคุม	แผน									←	-	-	→				
	ปฏิบัติ										←	—	→				
5. สรุปผลการปฏิบัติงาน	แผน													↔			
	ปฏิบัติ														↔		
6. นำเสนอต่อพนักงานที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา	แผน															←	→
	ปฏิบัติ															↔	
7. จัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์และนำเสนอโครงงาน	แผน															←	→
	ปฏิบัติ															↔	

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับสามารถแบ่งเป็น 2 ด้านคือ

1.6.1 ประโยชน์ด้านบริษัทได้รับ

1.6.1.1 ลดปัญหาความขัดข้องของเครื่องจักรในระบบการผลิตที่ส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน

1.6.1.2 เพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกให้สูงขึ้นจากเดิม 3%

1.6.1.3 ทำให้บริษัทมียอดการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกที่มากขึ้นในระยะเวลาการผลิตเท่าเดิม

1.6.2 ประโยชน์ด้านวิศวกรรม

1.6.2.1 เป็นการใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพไม่ตรงตามเป้าหมาย

1.6.2.2 สามารถใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ร่วมกับโปรแกรม SIMATIC Manager Step7 ในการปรับปรุงการทำงานของเครื่องจักรและระบบการผลิตเพื่อทำให้ประสิทธิภาพของระบบการผลิตเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control: PLC)

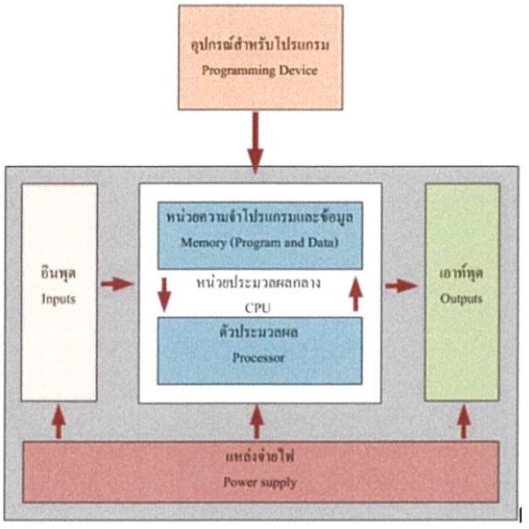
2.1.1 ความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ [2]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) คือ อุปกรณ์ชนิดโซลิต-สเตท ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์จะประกอบด้วย อุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิต-เสตท ลอจิก เอเลเมนท์ (Solid-State Digital Logic Element) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก

การใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนระบบการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่จะต้องเดินสายไฟใหม่ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์แล้วการเปลี่ยนระบบหรือลำดับการทำงานใหม่ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้วโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ในปัจจุบันได้หันมาใช้ระบบโซลิต-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนอกจากโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์จะใช้งานแบบเดี่ยวแล้วยังสามารถต่อโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ หลายๆตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์มีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่า ดังนั้นในงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์มากขึ้น

ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ขนาดเล็ก ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกมาประกอบย่อยได้ โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์จะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 2.1



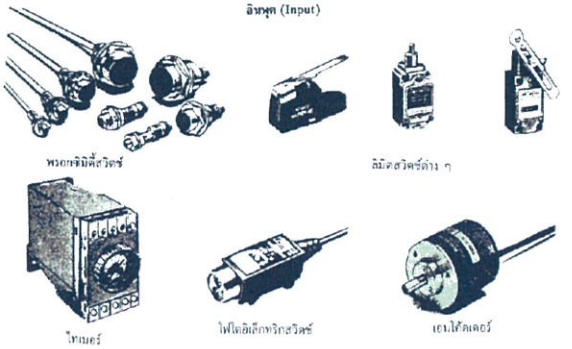
รูปที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

2.1.1.1 ภาคอินพุต

ภาคอินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปเพื่อทำการประมวลผล สัญญาณอินพุตต่างๆ ที่เข้ามาจะถูกแปลงให้เป็น สัญญาณที่เหมาะสมถูกต้องไม่เช่นนั้นซีพียูจะเสียหายได้ สัญญาณที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

- สัญญาณเข้าจะต้องได้ระดับที่เหมาะสมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์
- การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับซีพียูกระทำด้วยแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการแยกสัญญาณทางไฟฟ้าออกจากกัน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ซีพียูเสียหายเมื่ออินพุตเกิดการลัดวงจร
- หน้าสัมผัสต้องไม่สั่นสะเทือน

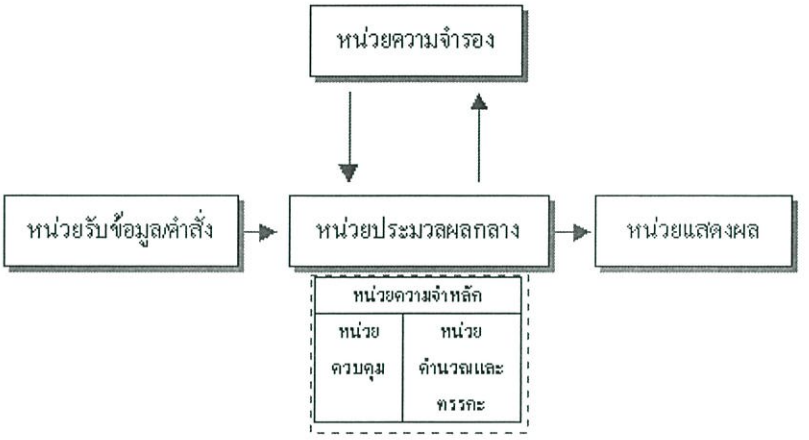
อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณออกมาในลักษณะเปิด-ปิด หรือ 0-1 จะสามารถใช้ได้กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลเท่านั้น ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อกมาตรฐานต่างๆ จะต้องต่อเข้ากับภาคอินพุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ที่สามารถรับสัญญาณอนาล็อกเท่านั้น



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต

2.1.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

ซีพียูทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุม ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของระบบภายใน ซีพียูจะประกอบไปด้วยลอจิกเกทต่างๆ และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบสเพื่อสำหรับออกแบบวงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิกซีพียูจะยอมรับข้อมูลอินพุตจากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่างๆต่อจะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงเพื่อใช้สำหรับแรงดันต่ำ



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของซีพียู

จากรูปที่ 2.3 เป็นซีพียูที่รวมแหล่งจ่ายไฟเข้าด้วยกัน ซึ่งจะแยกแหล่งจ่ายไฟออกมาต่างหาก นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่อยู่ในซีพียู อีกชุดหนึ่ง คือ โปรเซสเซอร์เมโมรีโมดูล ซึ่งถือเป็นสมองที่ควบคุมโปรแกรมภายในประกอบด้วย ไมโครเมโมรีชิพ ทำหน้าที่เก็บและเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำและติดต่อกับวงจรที่ต้องการ

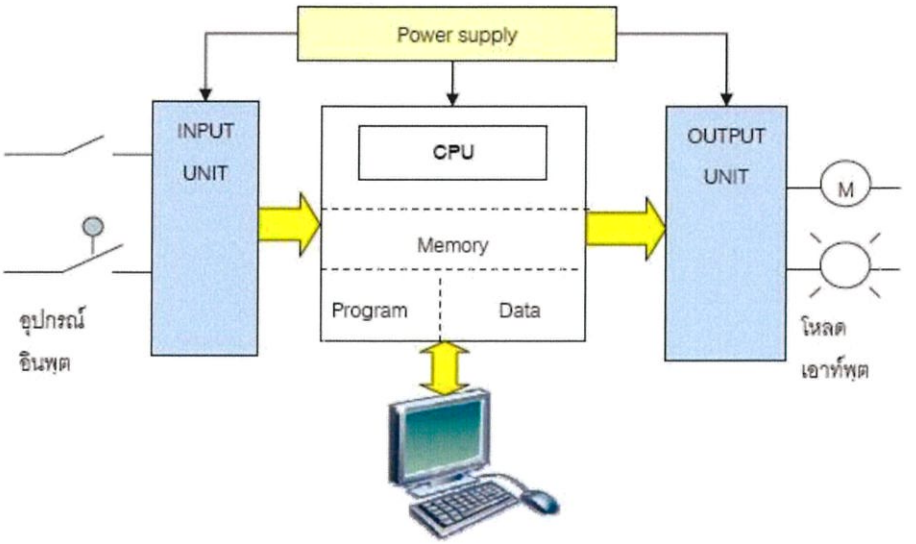
2.1.1.3 หน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

หน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกออกแบบเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต จะมีสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ แรมและรอม

- แรม (RAM:Random Access Memory) หน่วยความจำนี้มีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการแก้ไขโปรแกรมบ่อย
- อีพรอม (EPROM:Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความชนิดอีพรอมนี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต มีข้อดีตรงไฟดับแล้วข้อมูลไม่หาย

- อีอีพรอม (EEPROM:Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

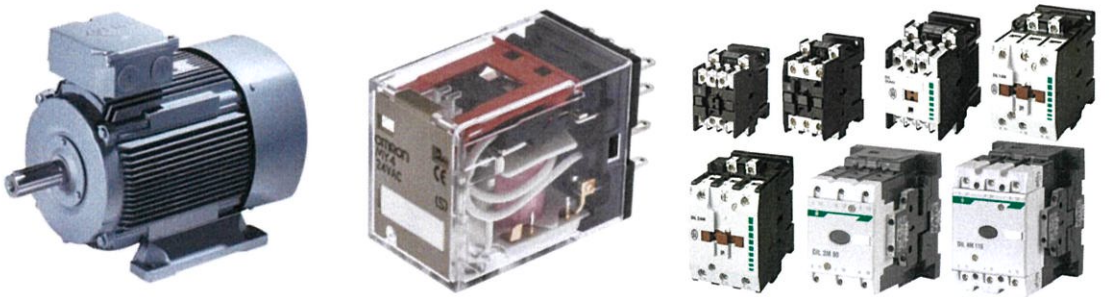
หน่วยความชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีทางไฟฟ้าเหมือนแรม ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟ รวมเอาข้อดีของแรมและอีพรอมไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์และหน่วยความจำ

2.1.1.4 ภาคเอาท์พุต

ภาคเอาท์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาท์พุตทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ ส่วนของเอาท์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน นอกจากนั้นยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู) ออกจากอุปกรณ์



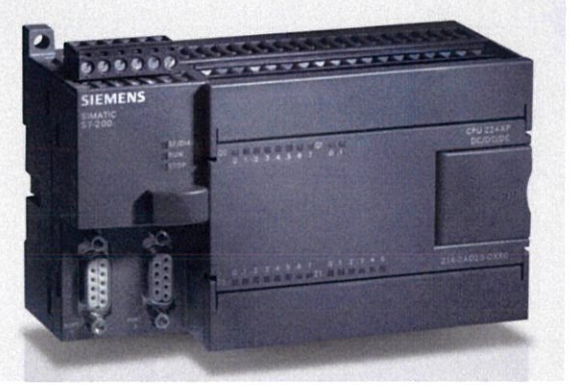
motor relay magnetic contractor

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาท์พุต

2.1.2 ชนิดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

ตามโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ สามารถจำแนกพีแอลซีออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1.2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์อยู่ในบล็อกเดียวกันทั้งหมด ในรูปที่ 2.6 จะแสดงโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดบล็อก



รูปที่ 2.6 แสดงโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดบล็อก

2.1.2.2 พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือ แร็ค (Rack Type PLCs) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้หลายแบบขึ้นอยู่กับรุ่นของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ในส่วนของหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะอยู่กับซีพียูโมดูล

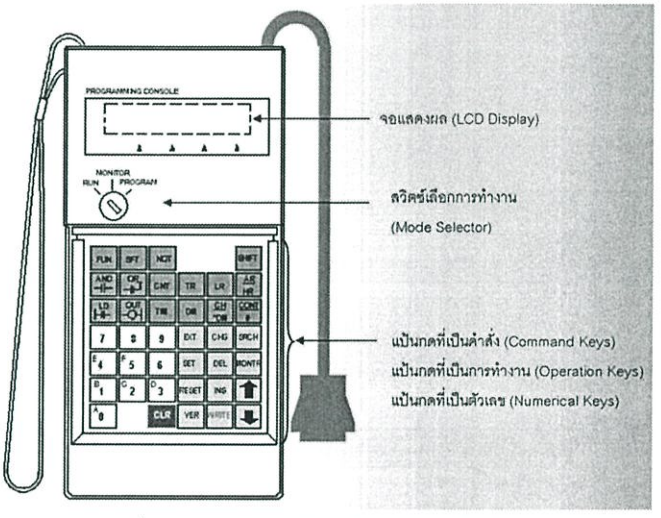
รูปที่ 2.7 แสดงโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์โมดูล

2.1.3 อุปกรณ์การโปรแกรม

การสั่งการให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ทำงานจะต้องป้อนโปรแกรมให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ก่อน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1.3.1 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer)

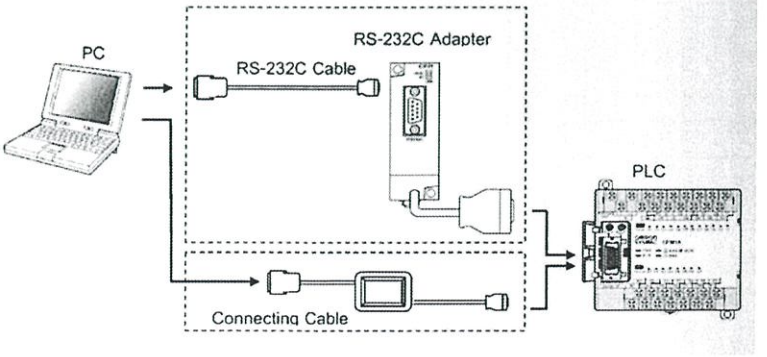
ซึ่งการเขียนโปรแกรมให้กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ โดยการใช้ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ ภาษาที่ใช้เป็นภาษาสเตทเมนต์ลิสต์ เช่นคำสั่ง โหลด (LD) แอนด์ (AND) ออร์ (OR) ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐานสามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่ที่ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชั่นอื่นๆที่มีอยู่ในโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ สามารถเรียกใช้โดยปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษ ซึ่งวิธีการใช้งานตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือต้องศึกษาจากคู่มือแต่ละรุ่น



รูปที่ 2.8 แสดงตัวป้อนโปรแกรมมือถือ

2.1.3.2 คอมพิวเตอร์ส่วนตัว (PC:Personal Computer)

พีซีสามารถใช้เขียนโปรแกรมให้กับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์เฉพาะโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ยี่ห่อนั้น ภาษาที่ใช้เขียนคือภาษาแลดเดอร์ซึ่งทำให้เข้าใจง่ายกว่าสเตทเมนลิสต์ การใช้พีซีง่ายกว่าการใช้ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ



รูปที่ 2.9 แสดงวิธีการต่อพีซีกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

2.1.4 ความสามารถของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะ คือ

2.1.4.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง เช่น

- การทำงานของระบบรีเลย์
- การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์
- การทำงานของพีซีบีการ์ด
- การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรือเครื่องจักรต่างๆ

2.1.4.2 งานควบคุมสมัยใหม่ เช่น

- การทำงานทางคณิตศาสตร์
- การควบคุมแบบอนาล็อก
- การควบคุม PID (Proportional – Integral – Derivative)
- การควบคุมมอเตอร์

2.1.4.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ เช่น

- งานสัญญาณเตือน และโปรเซสมอนิเตอร์ริง
- งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม
- งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์
- แลน (LAN:Local Area Network) และแวน (WAN:Wide Area Network)

2.1.5 ขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

2.1.5.1 ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 128 จุด

2.1.5.2 ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 1024 จุด

2.1.5.3 ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 4096 จุด

2.1.5.4 ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาท์พุตไม่เกิน 8192 จุด

2.1.6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.1.6.1 กำหนดขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.1.6.2 กำหนดอินพุตและเอาต์พุตคือการกำหนดแอดเดรสของสวิตซ์ปุ่มกด (Push Button) หรือแมกเนติก (Magnetic) ว่าอยู่ในแอดเดรสใด เช่น สวิตซ์ปุ่มกด (Push Button) จะต่อเข้าที่ขั้วสาย (Terminal) 1 ก็คือบิต 00 เป็นต้น

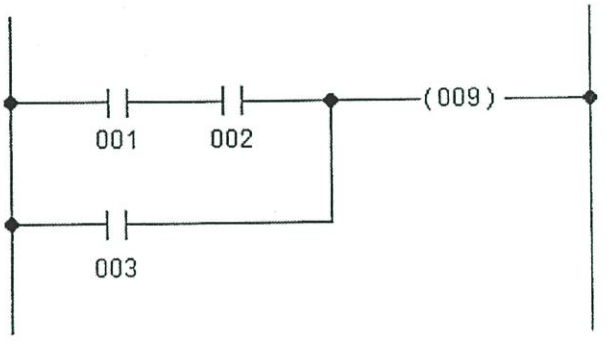
2.1.6.3 เดินสายไฟจากอินพุตเข้าที่ขั้วสายด้านอินพุต (Input Terminal) และจากขั้วต่อสายด้านเอาต์พุต (output Terminal) เข้าที่โหลดหรือรีเลย์

2.1.6.4 เขียนโปรกรมลงในซีพียูของพีแอลซี เขียนตามขั้นตอนการทำงานของเครื่อง อาจเขียนในรูปของนีมอนิก (Mnemonic) หรือแลดเดอร์

2.1.6.5 การให้พีแอลซีทำงานตามโปรแกรม และการมอนิเตอร์ (Monitor) โปรแกรมหลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้ว สั่งรัน (Run) คือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรมตามต้องการ และดูสภาวะการทำงานที่หน้าจอ (Monitor)

2.1.7 การเขียนโปรแกรม

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ จะมี 3 ชนิด ได้แก่ สเตตเมนต์ลิสต์ (Statement List :STL) ฟังชั่นบล็อกไดอะแกรม (Function Block Diagram :FBD) และแลดเดอร์ลอจิก (Ladder Logic :LAD) การเขียนโปรแกรมด้วยแลดเดอร์จะเป็นที่นิยมมากที่สุด เมื่อโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์อยู่ในสถานะพร้อมทำงานแล้ว โปรแกรมจะถูกป้อนเข้าไปยังหน่วยความจำของซีพียู ทำให้ซีพียูประมวลผลและได้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณเอาต์พุต หน้าคอนแทคซึ่งเป็นชนิดปกติเปิด เพราะฉะนั้น ถ้าหน้าคอนแทค 001 และ 002 ต่อกัน ก็จะทำให้เกิดเอาต์พุต 009 หรือหน้าคอนแทค 003 ต่อกัน ก็ทำให้เกิดเอาต์พุต 009 ได้เช่นกัน ลักษณะนี้เรียกว่า รัง (Rung) คือมีสัญญาณอินพุตหนึ่งหรือมากกว่าที่ทำให้เกิดเอาต์พุตหนึ่งหรือมากกว่า



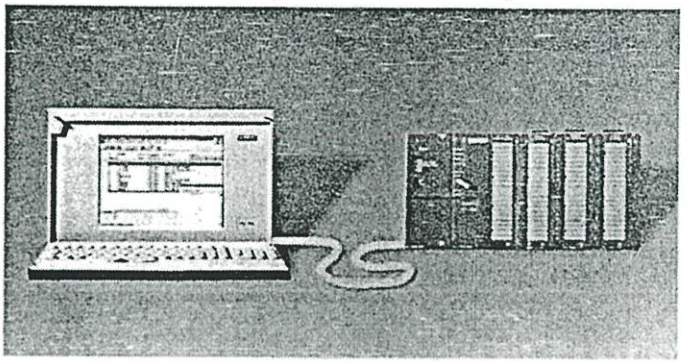
รูปที่ 2.10 วงจรแลดเดอร์ (PLC Ladder Logic Diagram)

2.1.8 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ รุ่น เอส7-300 (S7-300)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์รุ่น เอส7-300 เป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ขนาดกลาง ซึ่งผลิตโดยบริษัทซีเมนส์ประกอบด้วย 16 อินพุตโมดูล และ 16 เอาต์พุตโมดูล โดยที่การโปรแกรมจะกระทำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกต่อเข้ากับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการขียนโปรแกรมคือ สเต็ป 7 (Step 7)

2.1.8.1 การทำงานร่วมกันระหว่างฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์

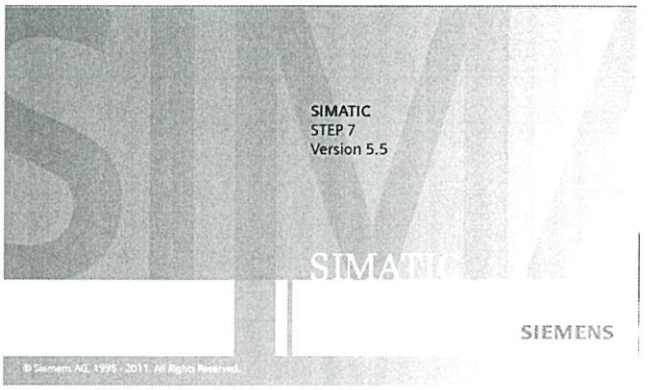
โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์รุ่น เอส7-300 ประกอบด้วย ส่วนเพาร์เวอร์ซัพพลาย ซีพียู และส่วนอินพุต-เอาต์พุต พีแอลซีจะถูกโปรแกรมด้วยซอร์ฟแวร์ผ่านทางคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ สามารถทำงานควบคุมเครื่องจักรที่ต้องการ โดยที่ส่วนอินพุต-เอาต์พุตจะถูกอ้างอิงตำแหน่งอยู่ในโปแกรม การเชื่อมต่อพีซีเข้ากับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ รุ่น เอส7-300 นั้น จะต่อผ่านสายเคเบิลเอ็มพีไอ (MPI Cable)



รูปที่ 2.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างพีซีกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ รุ่น เอส7-300

2.1.8.2 หลักการใช้สเต็ป 7

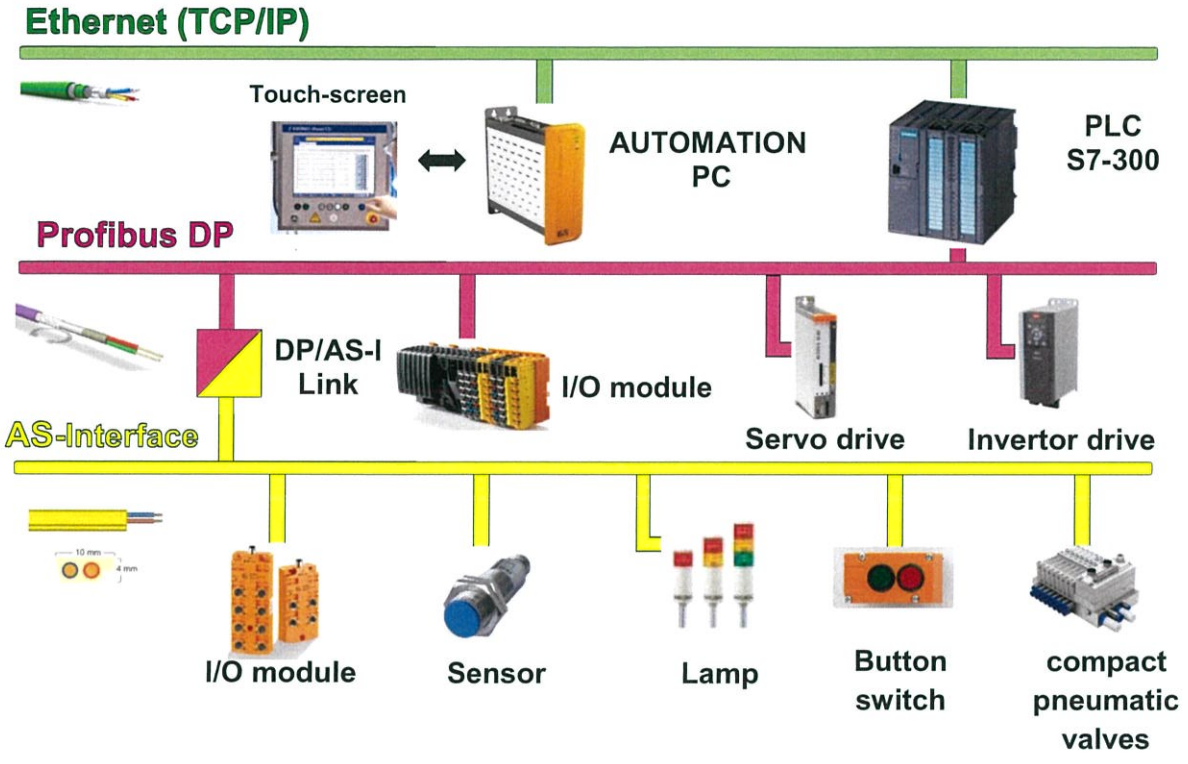
สเต็ป 7 คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ รุ่น เอส7-300 การสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ด้วยสเต็ป 7 สามารถสร้างในรูปแบบที่แตกต่างกัน แล้วแต่เฉพาะงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.12 โปรแกรม SIMATIC STEP & Version 5.5

2.2 หลักการควบคุมการทำงานของระบบการผลิต

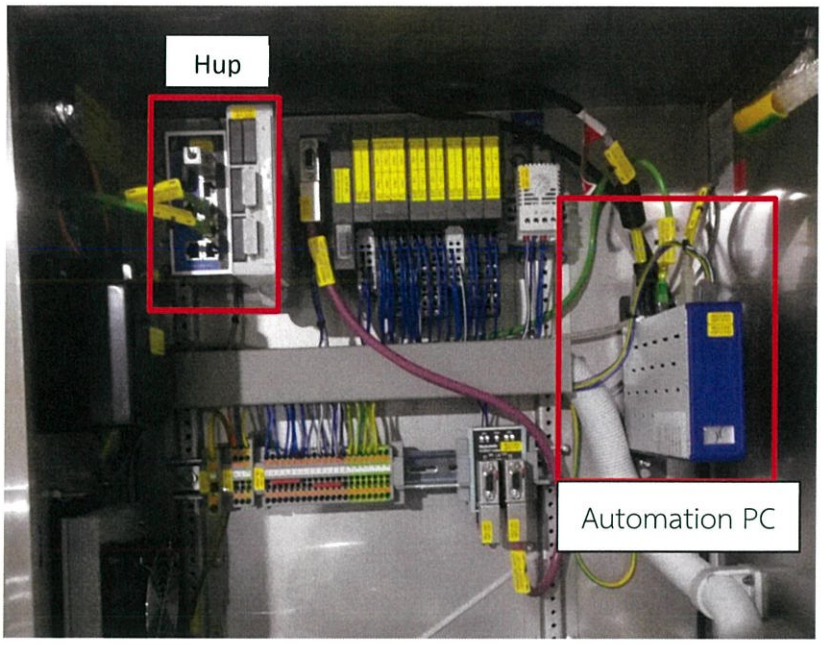
2.2.1 การเชื่อมต่อสื่อสารภายในระบบการผลิต



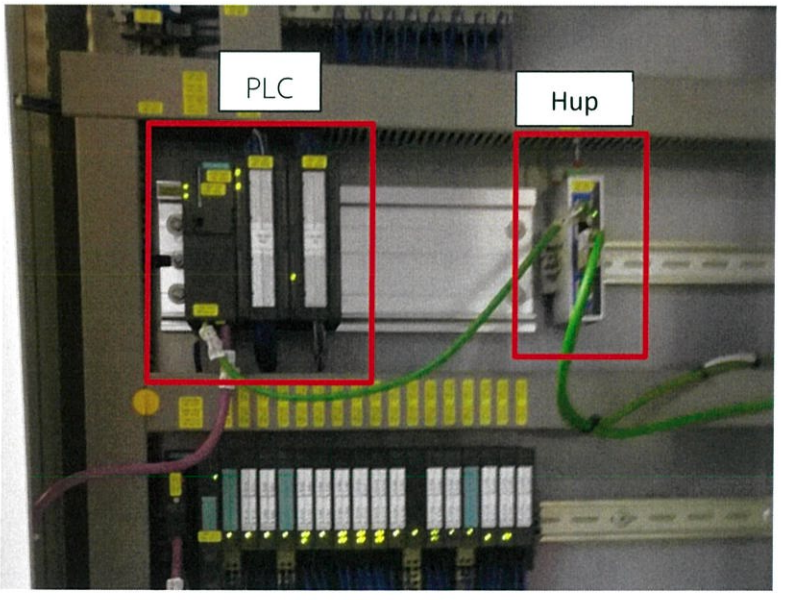
รูปที่ 2.14 แผนผังแสดงการเชื่อมต่อสื่อสารในระบบ

2.2.1.1 ระบบ Ethernet [3]

อีเธอร์เน็ต (Ethernet) คือเทคโนโลยีเครือข่าย LAN ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันเพราะเป็นการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง มีอุปกรณ์สนับสนุนเพื่อใช้งานมากที่สุดในท้องตลาด ตั้งอยู่บนพื้นฐานโทโปโลยีแบบบัส (Bus) โดยใช้สาย Coaxial ทั้งแบบหนา (Thick Ethernet Cable : RG-8) และแบบบาง (Thin Ethernet Cable : RG-58 A/U) ซึ่งต่อมาก็ได้มีการพัฒนาด้วยการนำมาใช้กับโทโปโลยีแบบดาว (Star) โดยมี ฮับ เป็นอุปกรณ์รวมสัญญาณเพื่อกระจายสัญญาณไปยังเครือข่ายในระบบการผลิตได้นำระบบ Ethernet มาใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ควบคุมของระบบคือ Automation PC กับ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controllers) เป็นการสื่อสาร ระดับเซลล์ (Cell Level) ซึ่งติดต่อสื่อสารกันโดยระบบมาตรฐาน Ethernet TCP/IP Intranet และ Internet ข้อมูลมีการส่งแบบเป็นชุดข้อมูล



รูปที่ 2.15 การเชื่อมต่อระหว่าง hup กับ Automation PC



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อระหว่าง hup กับ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์

2.2.1.2 ระบบ Profibus [4]

เป็นระบบสื่อสารที่ได้รับความนิยมมากสำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติในยุโรปและในตลาดอื่น ๆ พัฒนาโดยบริษัท Siemens ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมตรวจสอบและให้การรับรองอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สื่อสารด้วย Profibus แยกเป็น 3 แบบตามโปรโตคอล คือ DP, DPV1, DPV2 ซึ่งใช้กับมีเดียในการสื่อสารหลากหลายแบบใช้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วมาก เช่น อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (Control Drives), โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์, ระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการการเชื่อมต่อด้วยความเร็วสูง

โปรฟิบัสดีพี สื่อสารแบบ Master/Slave จะมี 1 Master (มักจะเป็น โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์) ต่อร่วมกับ Slave ได้ 31 ตัว ต่อ Segment เมื่อระบบทำงาน Master จะ Polls ไปที่ Slave แต่ละตัวตามลำดับ อุปกรณ์ในระบบโปรฟิบัสดีพีแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

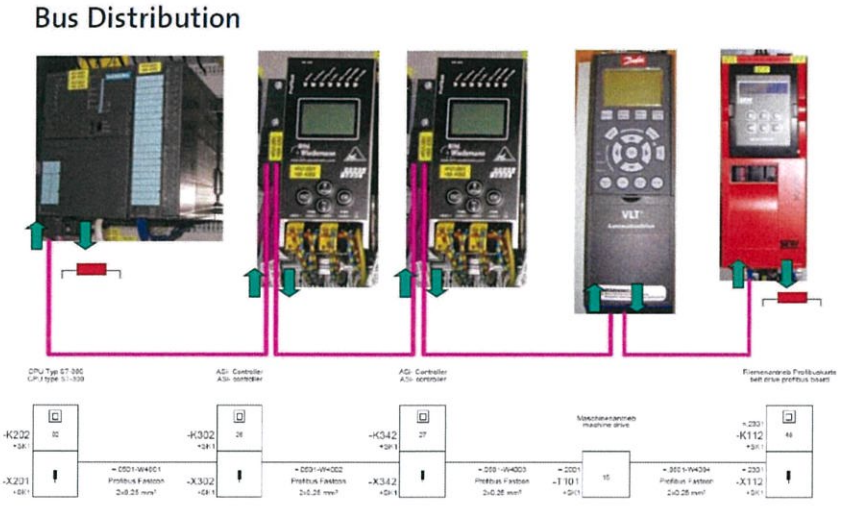
Master

เป็นผู้กำหนดข้อมูลการสื่อสารบนโปรฟิบัส โดยจะส่งข้อความที่ปราศจากการกระตุ้นจากภายนอก เนื่องจาก Master เป็นผู้ถือครองบัสจึงสามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า สถานีกระตุ้น (Active stations) แบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) DPM1 (DP Master Class 1) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Slave ภายในระบบ ตัวอย่างของ DPM1 ได้แก่ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLCs-Programmable Logic Controllers)
2) DPM2 (DP Master Class 2) ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ให้กับระบบ เช่น การตั้งค่าข้อมูล (Configuration Data) ตัวอย่างเช่น พีซี (PC-Personal Computer) โดย Masterทั้ง 2 ชนิดนี้ จะมีอำนาจในการครอบครองบัสตามช่วงเวลาที่กำหนด หลังจากผ่านช่วงเวลาดังกล่าวจะส่งอำนาจการครอบครองบัสหรือ Token ให้กับ Master ตัวถัดไปที่อยู่บนบัส โดยจะสื่อสารกันผ่านกระบวนการ Token Passing

Slave

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สถานีถูกกระทำ (Passive Station) เนื่องจากไม่มีอำนาจในการถือครองบัส มีความสามารถเพียงรับส่งข้อมูลจากการร้องขอของ Master ได้แก่ อุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทต่างๆ โดยที่ Master จะเป็นผู้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดต่างๆของรูปแบบการสื่อสารเพื่อเป็นข้อตกลงที่ใช้ระหว่างร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะวนมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.17 Bus Distribution

2.2.1.3 ระบบ AS-Interface [5]

AS-Interface (AS-i = actuator sensor interface) (ระบบการเดินสาย AS-interface) คือ ระบบการเดินสายเส้นเดียวในระบบควบคุมของโรงงานที่สามารถใช้ได้ในแทบทุกการใช้งานที่ต้องการให้ระบบควบคุมเป็นระบบออโตเมชั่น ซึ่งจุดเด่นหลักๆ ของ AS-interface ก็คือ

1) การลดจำนวนของสายจากหลายพันเส้นในโรงงานให้เหลือเพียงเส้นเดียวทั้งระบบ โดยเป็นทั้งตัวส่งทั้งข้อมูลและไฟฟ้าในเส้นเดียวกัน

2) ความสามารถในการตรวจสอบตัวเอง ทำให้การทำงานของระบบเป็นไปด้วยความถูกต้องแม่นยำ และปลอดภัย และเครื่องจักรมีประสิทธิภาพและผลผลิตที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน

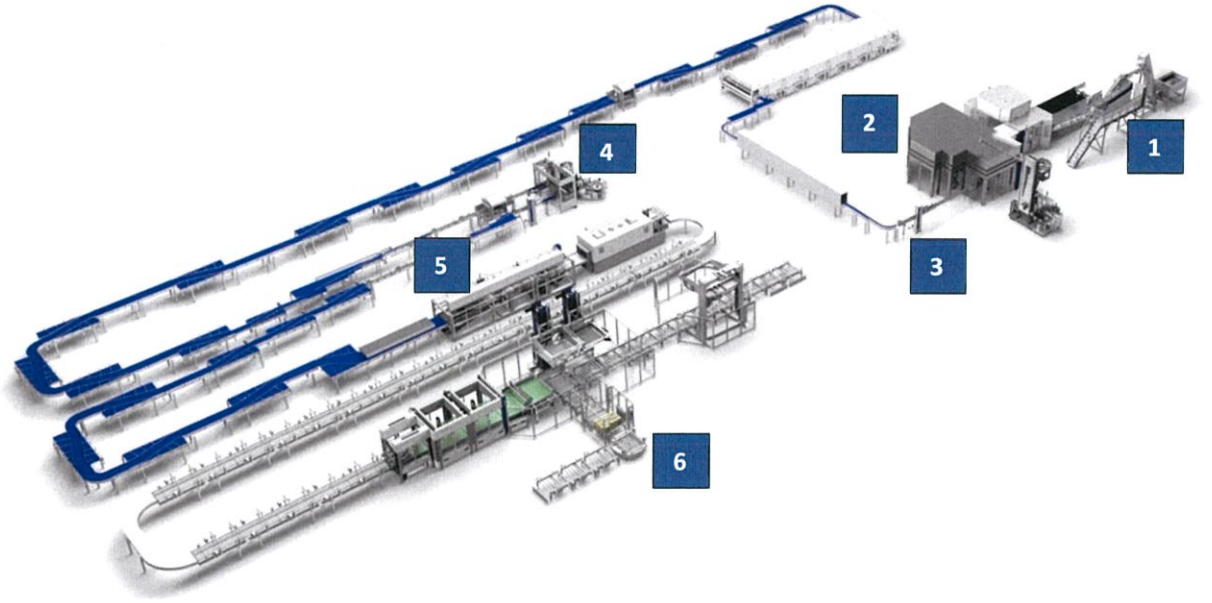
3) อัตรา Downtime ของเครื่องจักรลดลงแทบจะเป็นศูนย์

4) ระบบ AS-interface สามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบที่มีอยู่ได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องดัดแปลงใดๆ

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาหลักการทำงานกระบวนการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

เครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก ที่พบเห็นในท้องตลาดทั่วไปและขวดพลาสติกเป็นที่นิยมอย่างมากที่นำมาบรรจุเครื่องดื่ม เนื่องจากผลิตง่ายและต้นทุนในการผลิตไม่สูง โดยบริษัทโครเนสได้พัฒนาและผลิตเครื่องจักรในระบบการผลิตเครื่องดื่มขึ้นหลายชนิดและหลายระบบการผลิตโดยที่ยกมาศึกษาเป็นระบบการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดขวดพลาสติก ตั้งแต่เริ่มการผลิตจนไปถึงกระบวนการบรรจุพร้อมนำส่ง ดังรูปที่ 3.1 และมีกระบวนการผลิตแต่ละส่วนดังนี้ [1]



รูปที่ 3.1 แบบจำลองแสดงระบบการผลิตเครื่องดื่มแบบแบบขวดพลาสติก

ชนิดของเครื่องจักรในระบบการผลิตมีดังนี้

หมายเลข 1 เครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder)

หมายเลข 2 เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine)

หมายเลข 3 เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด (Inspector)

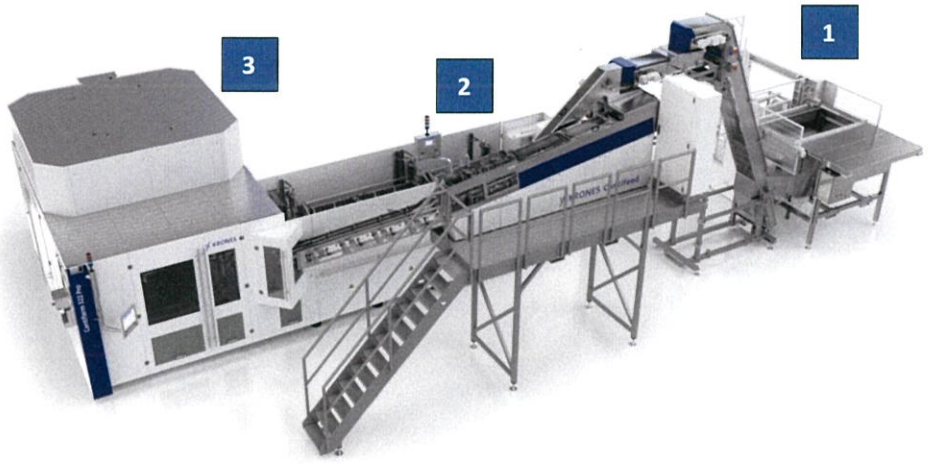
หมายเลข 4 เครื่องติดฉลาก (Labeler machine)

หมายเลข 5 เครื่องแพคขวด (Variopac machine)

หมายเลข 6 เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine)

3.1.1 เครื่องเป่าขวดพลาสติก

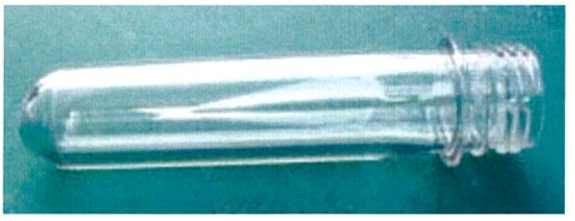
เครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder) เป็นเครื่องจักรชนิดแรกของระบบการผลิตขวดแบบขวดพลาสติก โดยขึ้นรูปขวดพลาสติกเพื่อนำไปเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยเครื่องเป่าขวดพลาสติกประกอบไปด้วย 3 ส่วนการทำงาน 1) เครื่องเทฝาขวด 2) เตาอบหลอดพรีฟอร์ม 3) ส่วนขึ้นรูปขวด ดังแสดงในรูปที่ 3.2



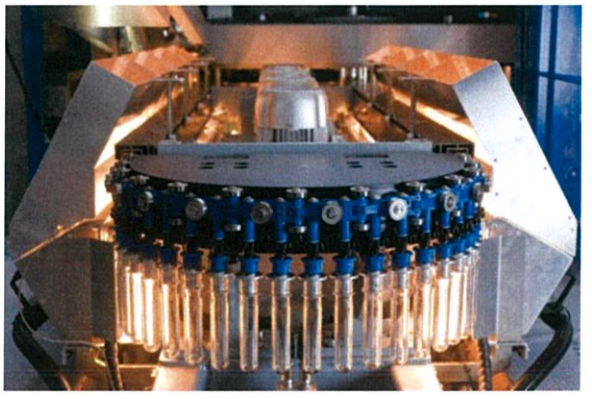
รูปที่ 3.2 แบบจำลองเครื่องเป่าขวดพลาสติก

กระบวนการทำงานของเครื่องเป่าขวดพลาสติกโดยจะนำหลอดพรีฟอร์ม (Preform) เข้าที่เครื่องเทฝาขวดแล้วลำเลียงผ่านสายพานเข้าสู่เตาอบหลอดพรีฟอร์มเพื่อให้ความร้อนโดยใช้หลอดไฟแบบหลอดหลอดโซเดียมความดันไอสูงทำให้หลอดพรีฟอร์ม (Preform) มีความนิ่มและขึ้นรูปได้ง่าย จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่ส่วนขึ้นรูปขวด เพื่อผ่านกระบวนการเป่ายืด (Stretch Blow) ด้วยลม ที่ความดันประมาณ 40 บาร์ ภายในส่วนนี้จะมีแม่พิมพ์ (Mold) เพื่อใช้ในการขึ้นรูปของพลาสติกเมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปเสร็จจะได้ขวดพลาสติกดังรูปที่ 3.3 (ก)

(ก) ขวดพลาสติกที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้ว



(ข) หลอดพรีฟอร์ม สำหรับการผลิตขวดพลาสติก



(ค) การให้ความร้อนแก่หลอดพรีฟอร์มด้วยหลอดโซเดียมความดันไอสูง

รูปที่ 3.3 กระบวนการขึ้นรูปขวดพลาสติก

3.1.2 เครื่องเติมผลิตภัณฑ์

เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) เป็นเครื่องจักรที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ลงขวดแล้วทำการปิดฝาถือว่าเป็นเครื่องที่มีความสำคัญมากในระบบการผลิตเครื่องจักร เนื่องจากเป็นเครื่องจากในการผลิตที่ส่งทำให้มีผลิตภัณฑ์ออกมา โดยเครื่องเติมบรรจุภัณฑ์ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงาน 1) ส่วนการเติมผลิตภัณฑ์ลงขวด 2) ส่วนปิดฝาขวด

(ก) เครื่องเติมบรรจุภัณฑ์ (Filler machine)

(ข) การเติมผลิตภัณฑ์ลงขวดพลาสติก

รูปที่ 3.4 กระบวนการเติมผลิตภัณฑ์

กระบวนการทำงานเครื่องเติมบรรจุภัณฑ์ เริ่มนำจากขวดที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปเสร็จแล้วเข้าสู่การเติมผลิตภัณฑ์ตามปริมาณที่กำหนดไว้แล้วส่งไปยังส่วนปิดฝาขวดจะได้ขวดผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จสิ้นแล้วดังรูปที่ 3.5 แล้วส่งเข้าสู่สายพานเพื่อเข้าสู่กระบวนการอื่นๆต่อไป

รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเติมแล้ว

3.1.3 เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด

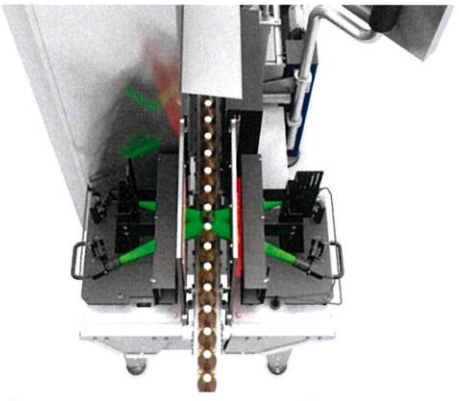
เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด (Inspector) คือเครื่องที่ใช้ตรวจสอบขวดที่ผ่านการเติมมาเรียบร้อยแล้ว โดยขวดที่ลำเลียงมาทางสายพานจะต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ขวดที่ไม่ผ่านการตรวจสอบออกไปจากระบบการผลิตและป้องกันไม่ให้สินค้าที่คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์ออกสู่ตลาด เมื่อตรวจพบขวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะถูกนำออกจากระบบการผลิต

รูปที่ 3.6 เครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด (Inspector)

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน

1) ด้านการปิดฝาขวด ตรวจสอบโดยการใช้กล้องความเร็วสูงถ่ายภายขาว-ดำ แล้วนำรูปที่ได้มาเปรียบเทียบแสงที่สะท้อนบนขวดกับรูปขวดที่ได้คุณภาพตรวจหาความคลาดเคลื่อนของภาพแล้วนำมาวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น

   - มีฝาขวดปิดทุกขวด
   - ฝาขวดที่ปิดไม่เอียงหรือเบี้ยว
   - ที่ล็อคฝาขวดไม่ขาดออกจากฝา
   - ฝาขวดสมบูรณ์ไม่แตก



รูปที่ 3.7 การตรวจสอบฝาขวดด้วยการถ่ายรูป

2) ด้านการเติมผลิตภัณฑ์ลงขวด ตรวจสอบโดยการใช้เครื่องปล่อยรังสีแกรมม่าโดยจะวัดความเข้มข้นของรังสีเมื่อขวดที่ผ่านเข้าสู่การตรวจสอบบริเวณต่างๆของขวดค่าความเข้มข้นของรังสีจะลดน้อยลง เพื่อตรวจสอบระดับน้ำที่อยู่ในขวดผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีระดับที่น้อยกว่ากำหนด

3.1.4 เครื่องติดฉลาก

เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) เป็นเครื่องจักรที่นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเติมเรียบร้อยแล้วมาติดฉลากเครื่องหมายการค้าของแต่ละผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงานเครื่องติดฉลากโดยจะนำขวดที่ลำเลียงทางสายพานเข้าสู่เครื่องจักรทีละขวดแล้วนำฉลากของผลิตภัณฑ์มาติดจากนั้นจะผ่านเครื่องตรวจสอบการติดฉลากอีกครั้งเพื่อตรวจสอบการติดฉลากที่ถูกต้อง

(ก) เครื่องติดฉลาก (Labeler machine)

(ข) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการติดฉาก

รูปที่ 3.8 กระบวนการติดฉากผลิตภัณฑ์

3.1.5 เครื่องแพคขวด

เครื่องแพคขวด (Variopac machine) ขวดที่ได้รับการติดฉลากเรียบร้อยแล้วกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์จะนำเข้าสู่การแพคขวด ใน 1 แพคมี 12 ขวด 4x3 ขวด โดยจัดเรียงขวดบนสายพานแล้วนำแผ่นฟิล์มใสมาห่อกลุ่มขวดแล้วนำเข้าสู่ตู้อบเพื่อให้แผ่นฟิล์มหดตัวและห่อเป็นแพคออกมา

(ก) เครื่องแพคขวด (Variopac machine)

(ข) ขวดน้ำที่ผ่านกระบวนการแพค

รูปที่ 3.9 กระบวนการแพคผลิตภัณฑ์

3.1.6 เครื่องจัดเรียงแพค

เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องแพคขวดสายพานจะลำเลียงแบ่งเป็น 2 เลนแล้วนำเข้าสู่เครื่อง Palletizer แล้วจะเรียงแพคตามแบบที่กำหนดไว้ชั้นละ 22 แพค จำนวน 6 ชั้น เป็นกระบวนการสุดท้ายของระบบการผลิตเครื่องดื่มและสามารถนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้เมื่อผ่านกระบวนการนี้ไป ในขั้นตอนนี้เป็นการจัดเรียงสินค้าเพื่อง่ายต่อการขนส่งและการจัดเก็บ

(ก) เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine)

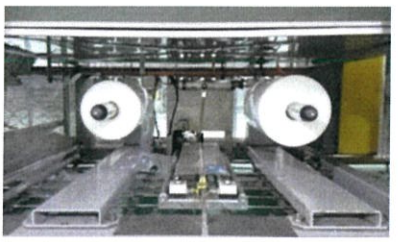
(ข) การจัดเรียงแพคบนเครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine)

(ค) แพคน้ำที่ผ่านการจัดเรียง

รูปที่ 3.10 กระบวนการการจัดเรียงแพคผลิตภัณฑ์

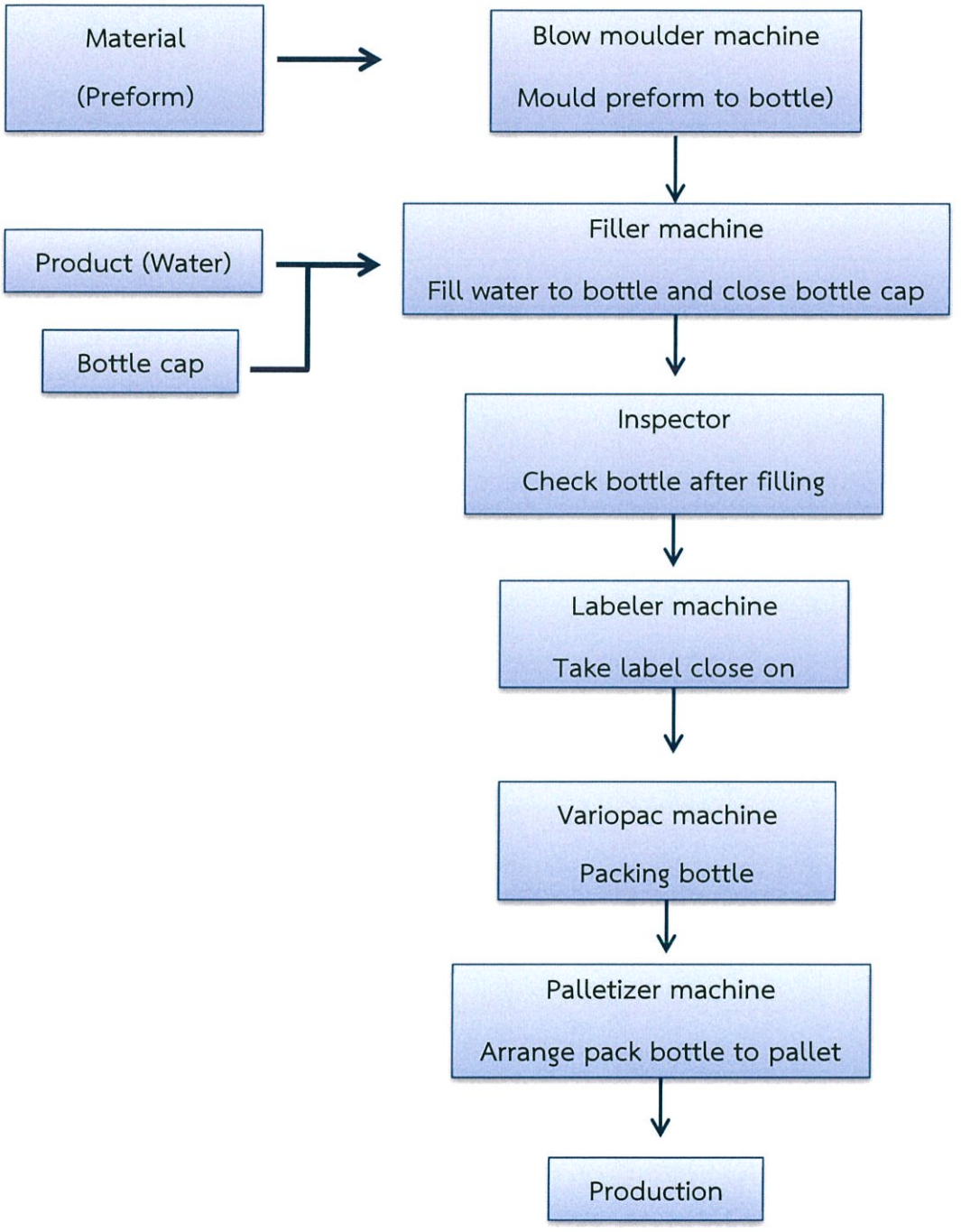
3.1.7 วัตถุดิบในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก

- ผลิตภัณฑ์หรือเครื่องดื่มที่ต้องการบรรจุ
- หลอดพรีฟอร์ม (Preform tube) คือหลอดโพลีเอทธิลีนเทเรฟทาเลต หรือ PET (Poly Ethylene Terephthalate) tube ใช้นำมาขึ้นรูปเป็นขวดที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์
- ฝาขวด (Bottle cap) ฝาเกลียวพลาสติกใช้ในการปิดขวดผลิตภัณฑ์หลังจากเติมเสร็จแล้ว
- ฉลากผลิตภัณฑ์ (Label)
- แผ่นฟิล์มใส



รูปที่ 3.11 วัตถุดิบในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก

แผนผังแสดงกระบวนการการผลิตเครื่องดื่ม

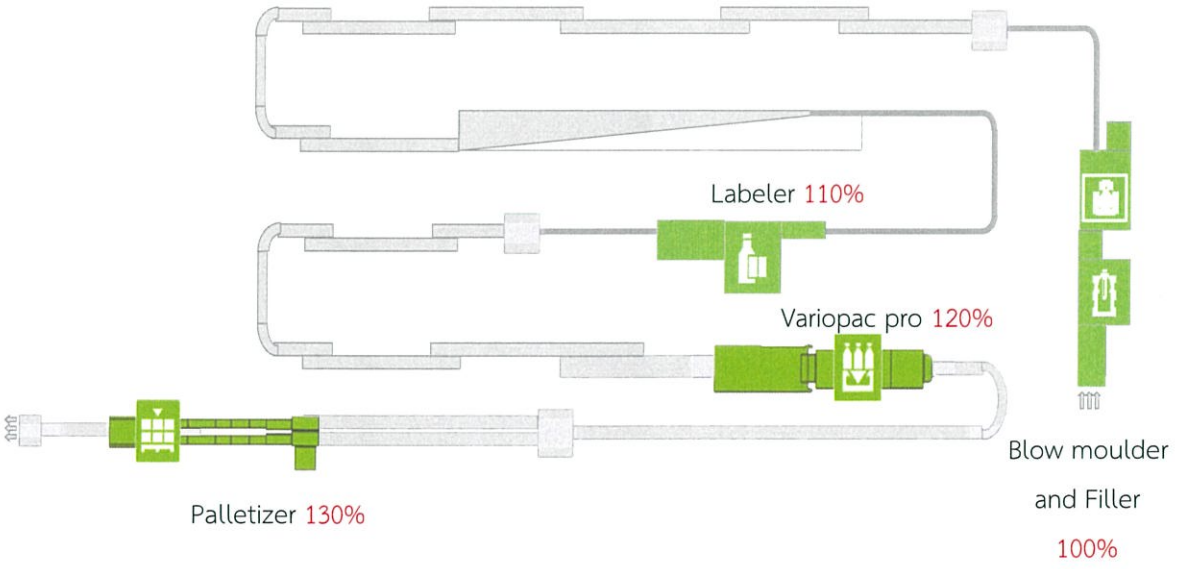


รูปที่ 3.12 แผนผังแสดงกระบวนการการผลิตเครื่องดื่ม

กระบวนการการผลิตเครื่องดื่มแบบขวดพลาสติก เริ่มจากการนำหลอดพรีฟอร์ม (Preform tube) มาให้ความร้อนเพื่อให้หลอดพรีฟอร์มมีความนุ่มและขึ้นรูปได้ง่ายง่าย จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่ส่วนขึ้นรูปขวดเพื่อผ่านกระบวนการเป่ายืด (Stretch Blow) ด้วยลม ที่ความดันประมาณ 40 บาร์ ภายในส่วนนี้จะมีแม่พิมพ์ (Mold) ที่มีแบบและปริมาตรที่ต้องการ เมื่อเสร็จกระบวนการนี้จะได้ขวดพลาสติกออกมา จากนั้นจะนำขวดที่ได้ไปทำการเติมผลิตภัณฑ์หรือเครื่องดื่มที่ต้องการแล้วทำการปิดฝาขวดจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นขวดออกมา เพื่อตรวจสอบคุณภาพของการเติมและการปิดฝาจะต้องได้รับการตรวจสอบจากเครื่องตรวจสอบคุณภาพขวด (Inspector) หากพบขวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไม่ว่าจะเป็นระดับการเติมหรือคุณภาพของขวดและฝาขวดจะถูกนำออกจากกระบวนการผลิตส่วนขวดที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกลำเลียงผ่านสายพานแล้วถูกส่งต่อไปยังการติดฉลากขวดเมื่อติดฉลากเสร็จสิ้นแล้วขวดจะได้รับการบรรจุแพคและถูกจัดเรียงขึ้นพาเลทถือว่าสิ้นสุดกระบวนการการผลิต โดยระหว่างเครื่องจักรจะเชื่อมต่อกันโดยระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ ซึ่งระบบสายพานนี้จะใช้ในการเก็บสะสมขวดเพื่อรอป้อนให้กับเครื่องจักรเพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพ

3.2 ศึกษารูปแบบการทำงานของระบบการผลิต

3.2.1 ความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต



รูปที่ 3.13 แผนผังแสดงความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต

ระบบการผลิตน้ำดื่มชนิดขวดพลาสติก ขนาด 600 มิลลิลิตร มีพิกัดกำลังการผลิต 34,000 ขวดต่อชั่วโมง วัดจากกำลังการผลิตที่เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ที่พิกัดกำลังการผลิตสูงสุด ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผลิตน้ำดื่มแต่ละเครื่องมีความเร็วในการผลิตที่แตกต่างกันเพื่อสอดคล้องกับการผลิตดังนี้

3.2.1.1 เครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder) มีความเร็วการผลิตที่ 34,000 ขวดต่อชั่วโมง และมีความเร็วคงที่ที่อัตราเดียวคิดเป็น 100 % ของระบบการผลิต เนื่องจากกระบวนการในการทำงานของเครื่องจักรชนิดนี้ต้องให้ความร้อนแก่หลอดฟรีฟอร์ม (preform) ที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอเมื่อนำหลอดฟรีฟอร์ม (preform) ไปเป่าขึ้นรูปจะได้ไม่ขุ่นและมีรูปร่างที่ได้มาตรฐาน

3.2.1.2 เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) มีความเร็วการผลิตที่ 34,000 ขวดต่อชั่วโมง และมีความเร็วคงที่ที่อัตราเดียวคิดเป็น 100 % ของความเร็วในระบบการผลิต เมื่อเครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder) เป่าขวดพลาสติกเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งต่อมายัง เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) เพื่อทำการเติมผลิตภัณฑ์โดยทันที จึงทำให้เครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder) และเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) มีความเร็วในการผลิตที่เท่ากัน

3.2.1.3 เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) มีความเร็วการผลิตที่ 37,400 ขวดต่อชั่วโมง สามารถปรับความเร็วให้ลดลงได้ คิดเป็น 110% ของความเร็วในระบบการผลิต โดยความเร็วในการผลิตของ เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) จะแปรผันตามจำนวนขวดที่สะสมในสายพาน

3.2.1.4 เครื่องแพคขวด (Variopac machine) มีความเร็วการผลิตที่ 40,800 ขวดต่อชั่วโมง สามารถปรับความเร็วให้ลดลงได้ คิดเป็น 120% ของความเร็วในระบบการผลิต โดยความเร็วในการผลิตของ เครื่องแพคขวด (Variopac machine) จะแปรผันตามจำนวนขวดที่สะสมในสายพาน

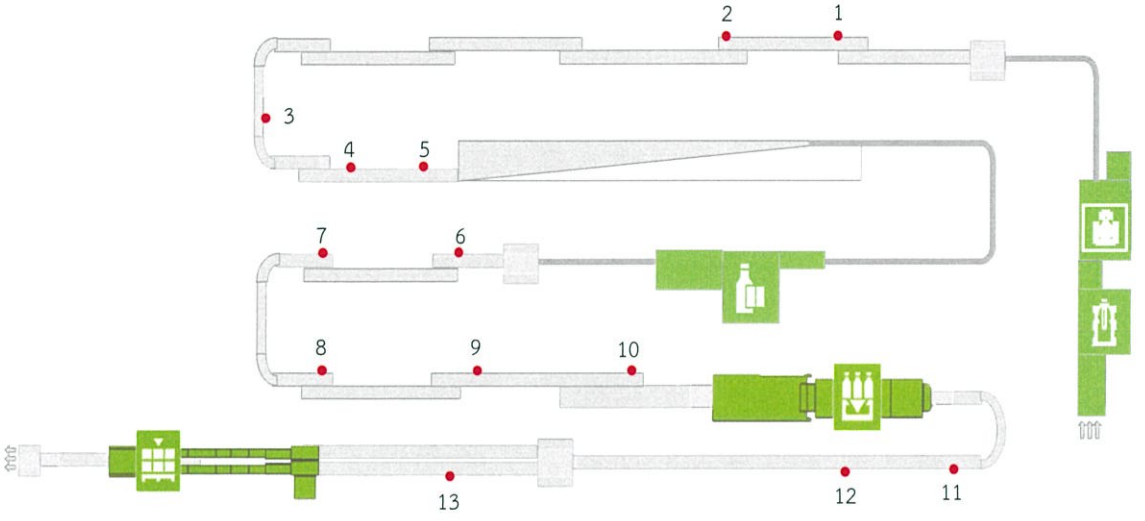
3.2.1.5 เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) มีความเร็วการผลิตที่ 44,200 ขวดต่อชั่วโมง สามารถปรับความเร็วให้ลดลงได้ คิดเป็น 130% ของความเร็วในระบบการผลิต โดยความเร็วในการผลิตของ เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) จะแปรผันตามจำนวนขวดที่สะสมในสายพาน

จากรูปที่ 3.13 แผนผังแสดงความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต จะเห็นว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดมีความเร็วในการผลิตที่แตกต่างกัน 10% ของความเร็วในระบบการผลิตโดย เครื่องเป่าขวดพลาสติกและเครื่องเติมผลิตภัณฑ์มีความเร็วในการผลิตต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นเครื่องจักรหลักในระบบการผลิตดังนั้นเครื่องจักรชนิดอื่นจึงต้องมีความเร็วในการผลิตที่สูงขึ้นเพื่อระบายขวดในสายพานไม่ให้ล้นอีกทั้ง

ยังทำให้ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง การที่เครื่องจักรมีความเร็วไม่เท่ากันเครื่องที่อยู่ในกระบวนการผลิตส่วนหลังมีความเร็วมากกว่ามีข้อดีที่ทำให้ขวดที่สะสมอยู่ในสายพานไม่ล้นและไหลได้อย่างต่อเนื่อง

3.2.2 การควบคุมการสตาร์ท การหยุด และความเร็วของเครื่องจักร

3.2.2.1 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ (Sensor) ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.14 แผนผังแสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ของเครื่องจักร

เซนเซอร์แต่ละตำแหน่งมีชื่อเรียกดังนี้

หมายเลข 1 Filler Back-up 1

หมายเลข 2 Filler Back-up 2

หมายเลข 3 Labeler Fast speed

หมายเลข 4 Labeler Medium speed

หมายเลข 5 Labeler Slow speed

หมายเลข 6 Labeler Back-up 1

หมายเลข 7 Labeler Back-up 2

หมายเลข 8 Packer Fast speed

หมายเลข 9 Packer Medium speed

หมายเลข 10 Packer Slow speed

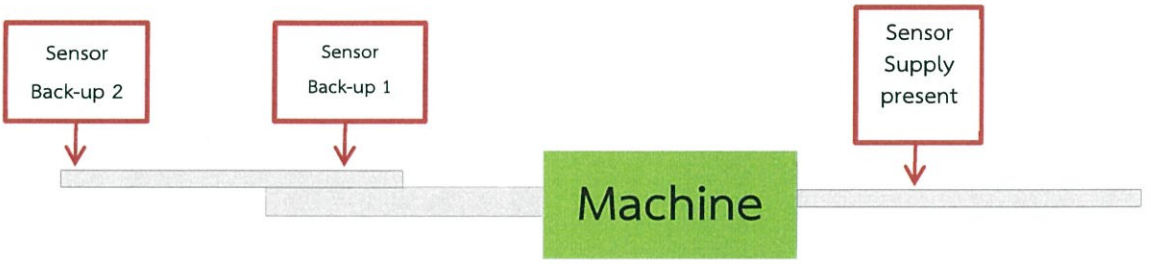
หมายเลข 11 Packer Back-up 1

หมายเลข 12 Packer Back-up 2

หมายเลข 13 Palletizer Supply sensor

การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดจะสัญญาณที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ที่ตำแหน่งต่างๆ ตามบริเวณสายพานลำเลียงโดยเซนเซอร์ที่ติดตามบริเวณสายพานทำหน้าที่สื่อสารระหว่างสายพานกับเครื่องจักรและระหว่างเครื่องจักรด้วยกันเอง ในการควบคุมความเร็วการทำงานของระบบการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการสตาร์ท การหยุด และความเร็วของเครื่องจักรเพื่อให้มีการทำงานที่ต่อเนื่องทั้งระบบการผลิต จากรูปจะเห็นได้ว่าเซนเซอร์ที่แสดงมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ Back up machine sensor มี 2 ตำแหน่ง และ speed control sensor มี 3 ตำแหน่งดังรูปที่ ซึ่งมีหน้าการทำงานที่แตกต่างกันออกไป

3.2.2.2 การสตาร์ทและการหยุดเครื่องจักร



รูปที่ 3.15 แสดงตำแหน่งเซนเซอร์ที่ใช้ในการสตาร์ทและหยุดเครื่องจักร

การสตาร์ทเครื่องจักร

การสตาร์ทเครื่องจักรเมื่ออยู่ในโหมดอัตโนมัติจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติโดยจะตรวจสอบจำนวนของขวดที่สะสมอยู่ในสายพานและจำนวนขวดที่อยู่ในสายพานจะถูกตรวจสอบโดยเซนเซอร์ที่ติดตามสายพานจะใช้เซนเซอร์ในการตรวจอยู่ 2 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.15

- Sensor supply present จะอยู่ในตำแหน่งบริเวณก่อนขวดเข้าเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบว่ามีขวดเพื่อที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิต
- Back up machine sensor 2 จะอยู่ในตำแหน่งบริเวณขวดออกจากเครื่องจักรเพื่อใช้ในการตรวจสอบพื้นที่ว่างในการสะสมขวดบนสายพาน

ในการสตาร์ทเครื่องจักรแบบอัตโนมัติของเครื่องจักรมีด้วยกัน 2 กรณี

1. มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและไม่มีขวดสะสมในสายพาน
2. มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและมีขวดสะสมในสายพาน

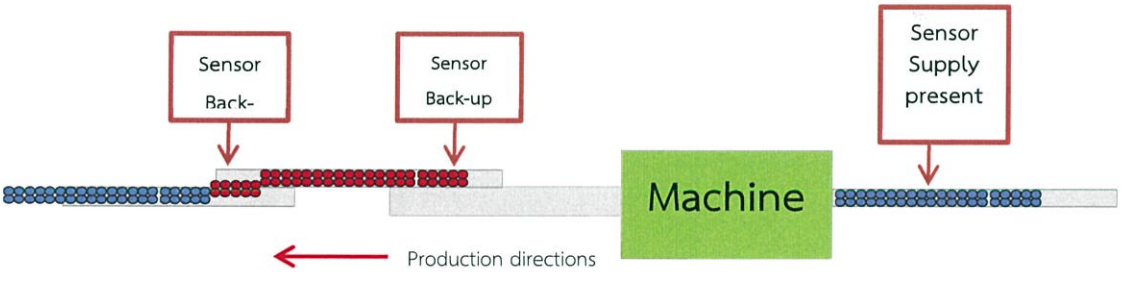
กรณีที่ 1 มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและไม่มีขวดสะสมในสายพาน เครื่องจักรจะทำงานได้ต้องมีเงื่อนไขอยู่ 2 ประการ

- Sensor supply present อยู่ในสถานะ off เพื่อแสดงมีวัตถุดิบที่พร้อมผลิต
- Back up machine sensor 2 อยู่ในสถานะ on เพื่อแสดงว่าสายพานมีพื้นที่เพียงพอที่จะรับผลิตภัณฑ์จากการผลิต

(ก) กรณีมีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและไม่มีขวดสะสมในสายพาน

กรณีที่ 2 มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและมีขวดสะสมในสายพาน เครื่องจักรจะทำงานได้ต้องมีเงื่อนไขอยู่ 2 ประการ

- Sensor supply present อยู่ในสถานะ off เพื่อแสดงมีวัตถุดิบที่พร้อมผลิต
- Back up machine sensor 2 อยู่ในสถานะ off เพื่อแสดงว่าสายพานมีพื้นที่เพียงพอที่จะรับผลิตภัณฑ์จากการผลิต



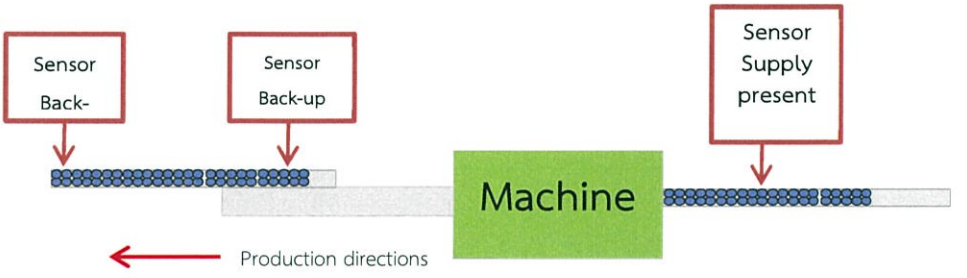
(ข) กรณีมีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตและมีขวดสะสมในสายพาน

รูปที่ 3.16 เงื่อนไขการสตาร์ทเครื่องจักร

ในกรณีนี้เครื่องจักรจะสามารถสตาร์ทได้เมื่อเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการถัดไปทำงานเพื่อนำขวดลดปริมาณขวดที่อยู่ในสายพานและล้น Back up machine sensor 2 (ส่วนสีแดงดังรูปที่ 3.16 (ข)) ให้หมดก่อนจึงจะเข้าสู่เงื่อนไข 2 ประการ

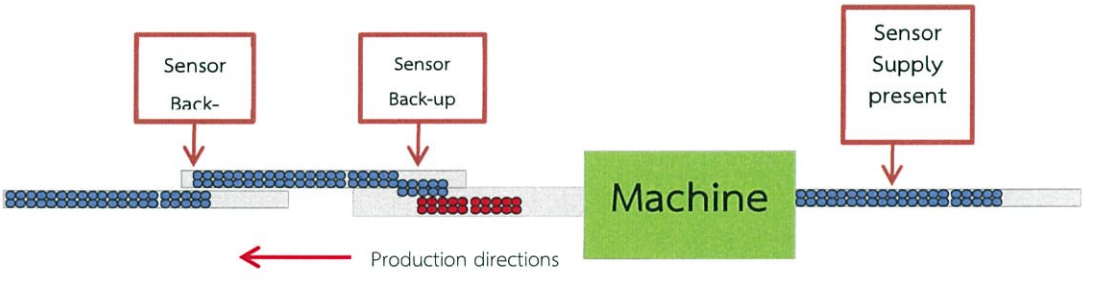
การหยุดเครื่องจักร

การหยุดเครื่องจักรเมื่ออยู่ในโหมดอัตโนมัติจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติโดยจะตรวจสอบจำนวนของขวดที่สะสมอยู่ในสายพานและจำนวนขวดที่อยู่ในสายพานจะถูกตรวจสอบโดยจะใช้ Back-up machine sensor 1 ในการตรวจสอบปริมาณขวด เมื่อขวดที่สะสมในสายพานมีปริมาณมากสะสมจนถึง Back-up machine sensor 1 ดังรูปที่ 3.17 (ก) เครื่องจักรจะหยุดการทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้ขวดล้นสายพาน



(ก) ขวดสะสมในสายพานมีปริมาณมากจนถึง Back-up machine sensor 1

เมื่อขวดสะสมจนถึง Back-up machine sensor 1 เครื่องจักรจะยังไม่หยุดการทำงานทำทีจะทำการระบายขวดที่อยู่ในเครื่องจักรออกมาไม่ให้มีขวดติดค้างอยู่ในเครื่องจะทำให้ปริมาณขวดที่สะสมอยู่ในสายพานมากกว่าระดับ Back-up machine sensor 1 ดังรูปที่ 3.17 (ข)



(ข) ขวดสะสมในสายพานมีปริมาณมากกว่า Back-up machine sensor 1

รูปที่ 3.17 เงื่อนไขเครื่องจักรหยุดการทำงาน

3.2.2.3 การควบคุมความเร็วเครื่องจักร

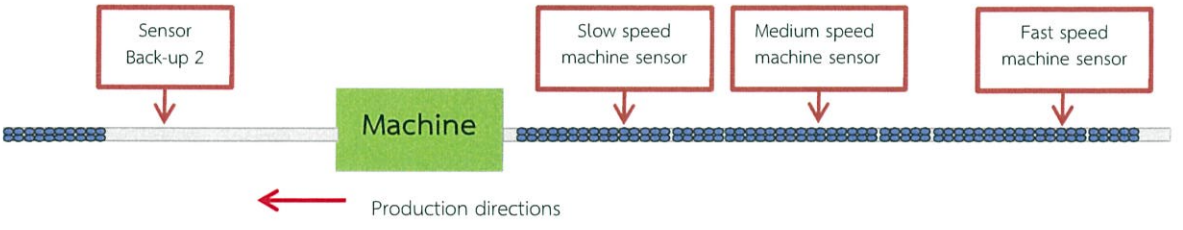
การควบคุมความเร็วของเครื่องจักรแต่ละชนิดเมื่ออยู่ในโหมดอัตโนมัติจะคล้ายกับการสตาร์ทและการหยุดเครื่องจักร จะใช้สัญญาณจากเซนเซอร์ที่ติดอยู่ตามตำแหน่งต่างๆของสายพาน เข้ามาประมวลผลการทำงาน ในระบบการผลิตน้ำดื่มจะมีเครื่องจักรอยู่ 3 ชนิดที่มีความเร็วในการผลิตที่คงที่คือ เครื่องเป่าขวดพลาสติก (Blow moulder machine) เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) และ เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) ส่วนเครื่องติดฉลาก (Labeler machine) และเครื่องแพคขวด (Variopac machine) สามารถเปลี่ยนความเร็วการทำงานได้ 3 ระดับ คือ เร็ว ปานกลาง และ ช้า มีตำแหน่งการติดตั้ง

ตามรูปที่ 3.14 ซึ่งความเร็วของเครื่องจักรแต่ละระดับสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการและมีเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมมีดังนี้

1) Back-up machine sensor 1
2) Fast speed machine sensor
3) medium speed machine sensor
4) Slow speed machine sensor

การควบคุมความเร็วของเครื่องจักรมี 3 ระดับ และมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

ระดับความเร็วในการผลิตสูง



รูปที่ 3.18 เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตสูง

จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรจะอยู่ในระดับความเร็วในการผลิตสูงได้จะต้องมีวัตถุดิบในกระบวนการผลิตที่ปริมาณมากเพื่อความต่อเนื่องของการผลิตและสายพานบริเวณรองรับผลิตภัณฑ์ด้านหน้าเครื่องจักรต้องมีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับขวดที่ออกมาจากเครื่องจักร

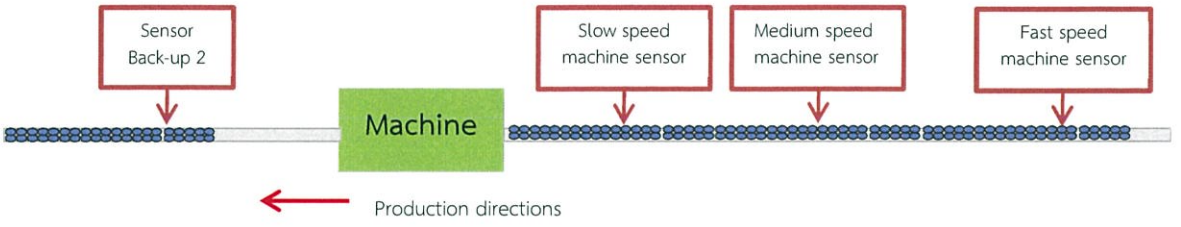
สถานะของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตสูง

ตำแหน่งเซนเซอร์	สถานะเซนเซอร์
Back-up machine sensor 1	on
Fast speed machine sensor	off
medium speed machine sensor	off
Slow speed machine sensor	off

ระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง มีด้วยกัน 3 กรณีดังนี้

ระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 1



(ก) เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตปานกลางกรณีที่ 1

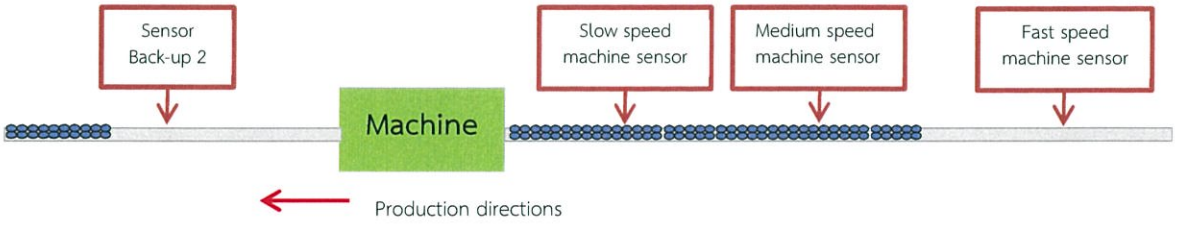
จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรจะอยู่ในระดับความเร็วในการผลิตปานกลางได้เมื่อปริมาณขวดที่สะสมในสายพานมีมากกว่า back up machine sensor 2 เนื่องจากมีพื้นที่ว่างสำหรับขวดที่ออกมาจากเครื่องจักรในปริมาณน้อยจึงลดความเร็วเครื่องจักรลง

สถานะของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 1

ตำแหน่งเซนเซอร์	สถานะเซนเซอร์
Back-up machine sensor 1	Off
Fast speed machine sensor	off
medium speed machine sensor	off
Slow speed machine sensor	Off/on

ระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 2



(ข) เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตปานกลางกรณีที่ 2

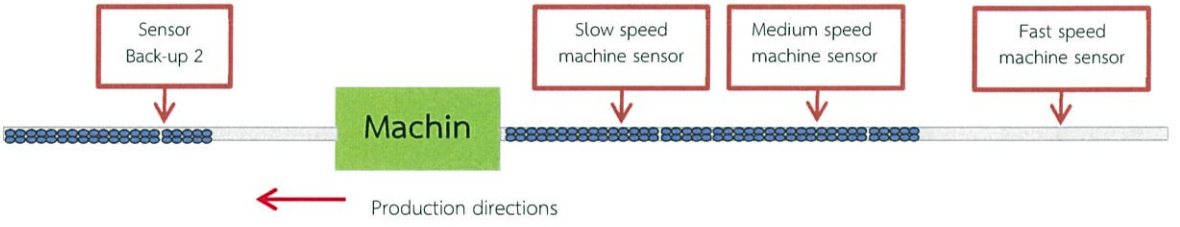
จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรจะอยู่ในระดับความเร็วในการผลิตปานกลางได้เมื่อปริมาณขวดที่สะสมในสายพานมีมากกว่า medium speed machine sensor เนื่องจากมีปริมาณขวดที่จะนำเข้าสู่เครื่องจักรในปริมาณน้อยลงจึงลดความเร็วเครื่องจักรลง

สถานะของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 2

ตำแหน่งเซนเซอร์	สถานะเซนเซอร์
Back-up machine sensor 1	on/off
Fast speed machine sensor	off
Medium speed machine sensor	off
Slow speed machine sensor	on

ระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 3



(ค) เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตปานกลางกรณีที่ 3

รูปที่ 3.19 เงื่อนไขในการควบคุมให้เครื่องจักรมีระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง

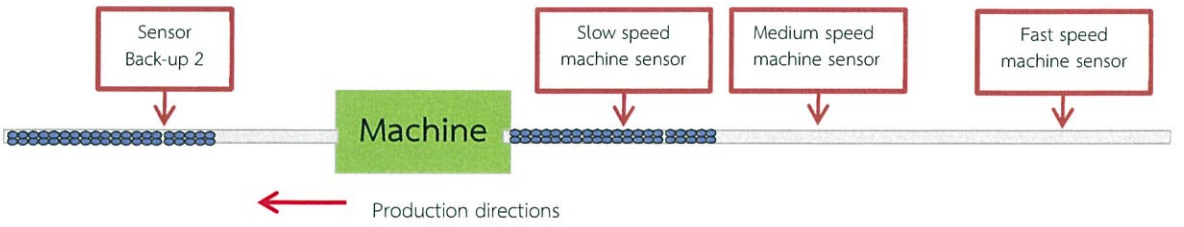
จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรจะอยู่ในระดับความเร็วในการผลิตปานกลางได้เมื่อปริมาณขวดที่สะสมในสายพานมีมากว่า medium speed machine sensor และปริมาณขวดที่สะสมในสายพานมีมากกว่า back up machine sensor 2 เนื่องจากมีปริมาณขวดที่จะนำเข้าสู่เครื่องจักรในปริมาณน้อยลงและมีพื้นที่ว่างสำหรับขวดที่ออกมาจากเครื่องจักรในปริมาณน้อยจึงลดความเร็วเครื่องจักรลง

สถานะของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 3

ตำแหน่งเซนเซอร์	สถานะเซนเซอร์
Back-up machine sensor 1	off
Fast speed machine sensor	off
Medium speed machine sensor	off
Slow speed machine sensor	on

ระดับความเร็วในการผลิตช้า



รูปที่ 3.20 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตช้า

จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรจะอยู่ในระดับความเร็วในการผลิตปานกลางได้เมื่อปริมาณขวดที่สะสมในสายพานมีมากว่า slow speed machine sensor และน้อยกว่า medium speed machine sensor เนื่องจากมีปริมาณขวดที่จะนำเข้าสู่เครื่องจักรในปริมาณน้อยลงมากจึงลดความเร็วเครื่องจักรลงในระดับช้าเพื่อเลี้ยงปริมาณขวดในสายพานให้มีระดับไม่น้อยเกินไป

สถานะของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงสถานะของเซนเซอร์ในตำแหน่งต่างๆ ของเครื่องจักรในระดับความเร็วในการผลิตปานกลาง กรณีที่ 3

ตำแหน่งเซนเซอร์	สถานะเซนเซอร์
Back-up machine sensor 1	Off/on
Fast speed machine sensor	off
Medium speed machine sensor	on
Slow speed machine sensor	on

3.3 วิเคราะห์หาจุดบกพร่องในการทำงานของระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก

กำลังการผลิตของเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของระบบการผลิตทั้งหมดเพราะเป็นเครื่องจักรที่ผลิตภัณฑ์ออกเป็นกระบวนการแรก ในการจับเวลาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบจึงวัดที่เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) จากหัวข้อที่ 3.2.1 ความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) จะมีความเร็วในการผลิตที่ต่ำที่สุดหากในกระบวนการผลิตมีการผลิตที่ต่อเนื่อง หากเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ไม่หยุดการทำงานและจะทำให้มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต 100% แต่ในความเป็นจริงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตไม่เต็ม 100% เนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องจึงทำให้ระบบการผลิตหยุดทำงานส่งผลให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตลดลง

3.3.1 สาเหตุความขัดข้องที่เกิดในระบบการผลิต

เมื่อเกิดปัญหาระบบการผลิตขัดข้องที่เครื่องจักรใดเครื่องหนึ่งหากได้รับการแก้ไขที่ไม่ทันท่วงทีอาจส่งผลกระทบทำให้ระบบหยุดการทำงานทั้งระบบได้ทำให้ประสิทธิภาพของระบบการผลิตลดลงซึ่งสาเหตุของการหยุดกระบวนการผลิตมีหลักๆ 3 ประการดังนี้

3.3.1.1 เกิดจากการทำงานของผู้ดูแลเครื่องจักร

เครื่องจักรในระบบการผลิตจะต้องมีบุคลากรประจำเครื่องเพื่อตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยกระบวนการในแต่ละกระบวนการจะมีส่วนประกอบที่แต่ต่างกันไปและต้องการวัตถุดิบที่แตกต่างกันออกไปจึงต้องทำให้มีการป้อนวัตถุดิบที่แตกต่างกัน หากเกิดบุคลากรประจำเครื่องไม่มีความชำนาญพอจะทำให้เกิดความล่าช้าในการเติมวัตถุดิบส่งผลให้ระบบหยุดการทำงานได้

วัตถุดิบที่เติมเข้าไปในแต่ละกระบวนการ

- พรีฟอร์ม (Preform) เติมผ่านเครื่องเติมหลอดพรีฟอร์มดั๊มเปอร์ (preform dumper) และถูกส่งเข้าเครื่องเป่าขวดพลาสติกเพื่อใช้ในกระบวนการเป่าขวด
- ผลิตภัณฑ์ (น้ำดื่ม) เติมเข้าเครื่องเติมผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในขวด
- ฝาขวด เติมเข้า เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ เพื่อเพื่อใช้ในกระบวนการปิดฝาขวด
- ฉลากผลิตภัณฑ์ เติมเข้า เครื่องติดฉลาก เพื่อเพื่อใช้ในกระบวนการติดฉลากผลิตภัณฑ์
- แผ่นฟิล์มบาง เติมเข้า เครื่องแพคขวด เพื่อเพื่อใช้ในกระบวนการห่อผลิตภัณฑ์

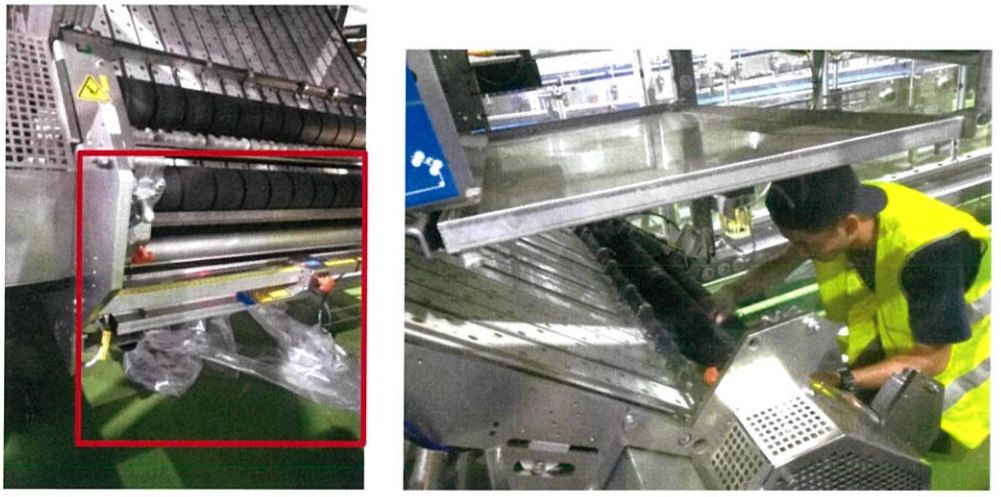
3.3.1.2 เกิดจากความขัดข้องของการทำงานของระบบ

ความขัดข้องที่เกิดจาการทำงานของระบบสามารถเกิดขึ้นได้จากหลาบปัจจัยด้วยกัน สามารถเกิดได้จากตัวอุปกรณ์ (Device) หรือเกิดขึ้นจากโปรแกรมควบคุมก็ได้ หากสาเหตุของการขัดข้องเกิดมาจากอุปกรณ์หรือโปรแกรมจะแจ้งเตือนผ่านหน้าจอควบคุมเพื่อให้ผู้ดูแลเข้าตรวจสอบบางครั้งก็อาจทำให้เครื่องจักรจักรหยุดทำงานส่งผลให้ประสิทธิภาพของกรผลิตลดลง

รูปที่ 3.21 การแจ้งเตือนผ่านหน้าจอเมื่อเกิดความขัดข้อง

3.3.1.3 ความขัดข้องที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร

เกิดจากการทำงานผิดจังหวะของเครื่องจักรหรือปัญหาทางกายภาพส่งผลต่อจังหวะการทำงานจนทำให้ติดขัดและหยุดการทำงาน เช่น เกิดปัญหาฟิล์มใสติดขัดในเครื่องแพคขวด



รูปที่ 3.22 ปัญหาฟิล์มใสติดขัดในเครื่องแพคขวด

3.3.2 ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้องจนหยุดการทำงาน

3.3.2.1 การสูญเสียเวลาในการผลิต (Down time)

เมื่อเครื่องจักรหยุดการทำงานที่เครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการก่อนหน้า เช่น เมื่อเครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) หยุดการทำงาน ขวดที่ป้อนมาจาก เครื่องแพคขวด (Variopac machine) จะสะสมในสายพานระหว่างทั้งสองเครื่องจนถึง Back up packer sensor 1 ส่งผลให้เครื่องแพคขวด (Vario pac machine) หยุดการทำงานและส่งผลทำให้ เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) และ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) หยุดทำงานจนส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต

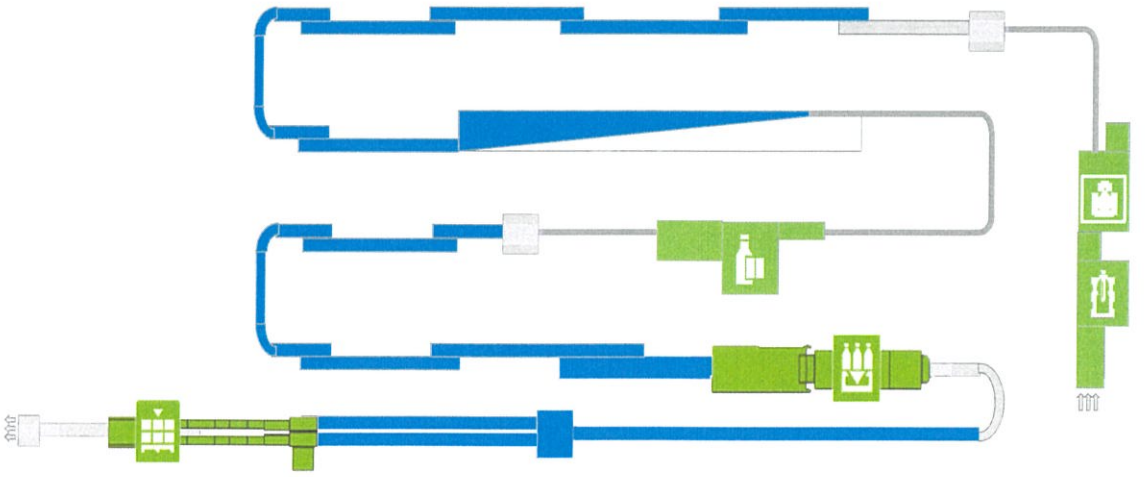
เวลาในการผลิตที่สูญเสียไปเมื่อเวลาเครื่องจักรหยุดการทำงาน (Down time) เมื่อหยุดการทำงานแล้วสายพานยังสามารถรับขวดที่ผลิตจากกระบวนการก่อนหน้าได้สักพักจังจะเต็มสายพาน เช่น เมื่อเครื่องติดฉลาก (Labeler machine) หยุดการทำงานไม่สามารถนำขวดเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ แต่เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ซึ่งอยู่ในกระบวนการผลิตก่อนหน้ายังสามารถทำการผลิตต่อได้ จนขวดที่สะสมอยู่ในสายพานระหว่าง เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) กับ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) เต็มจึงทำให้เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) หยุดทำการผลิต โดยเวลาที่สามารถสะสมขวดในช่วงเครื่องจักรต่างๆเมื่อเกิด Down time ของแต่ละช่วงมีไม่เท่ากัน สายพานแต่ละช่วงสามารถรับขวดที่ออกมาจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆได้ดังนี้

ตารางที่ 3.6 เวลาที่สายพานแต่ละช่วงสามารถรับขวดที่มาจากกระบวนการผลิตได้เมื่อเกิด Down time

ช่วงสายพานระหว่าง	เวลาที่สามารถรับขวดได้
เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ กับ เครื่องติดฉลาก	140 วินาที
เครื่องติดฉลาก กับ เครื่องแพคขวด	70 วินาที
เครื่องแพคขวด กับ เครื่องจัดเรียงแพค	30 วินาที

หากแก้ไขความขัดข้องที่เกิดขึ้นได้น้อยกว่าเวลาที่สายพานในแต่ละช่วงรับได้จะทำให้ระบบการผลิตได้อย่างต่อเนื่องแต่หากไม่สามารถแก้ไขได้ตามเวลาที่สายพานในแต่ละช่วงสามารถที่จะรับได้จะทำให้เครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิตก่อนหน้าหยุดการทำงานแล้วเกิดขวดสะสมตามสายพานเป็นจำนวนมาก

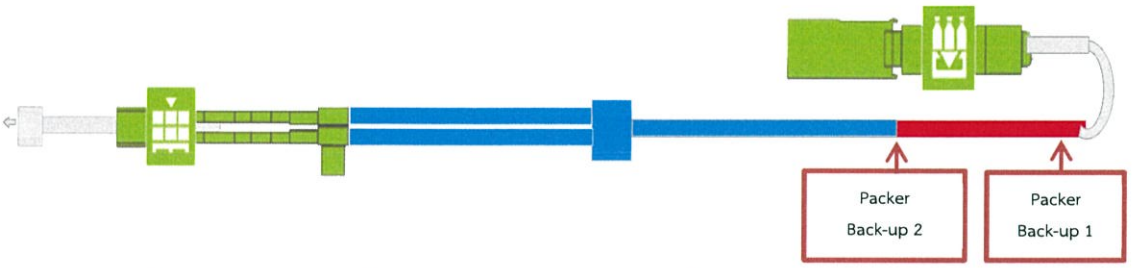
3.3.2.2 เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรหลังจากระบบเกิดความขัดข้อง



รูปที่ 3.23 พื้นที่สีฟ้าแสดงปริมาณขวดที่สะสมในสายพานเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง

จากรูปที่ 3.23 จะเห็นได้ว่าเมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาขัดข้องจนทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน จะทำให้เกิดการสะสมขวดอยู่ในสายพานแต่ละช่วงจะมีมากกว่าตำแหน่ง Back up machine sensor 1 (บริเวณสีฟ้า) เมื่อสามารถแก้ไขปัญหาขัดข้องที่เกิดขึ้นได้แล้วจะทำการเริ่มเดินระบบการผลิต จากหัวข้อ 3.2.2.4 การสตาร์ทและการหยุดเครื่องจักร โดยการสตาร์ทเครื่องจักรจะต้องให้ขวดที่สะสมอยู่ด้านหน้าเครื่องจักรลงจำนวนลงจนไปถึง Back up machine sensor 1 จึงจะทำให้เครื่องจักรเริ่มการทำงานได้ จากการได้เก็บข้อมูลจากบริเวณระบบการผลิตได้เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรดังนี้

เครื่องแพคขวด (Variopac machine)

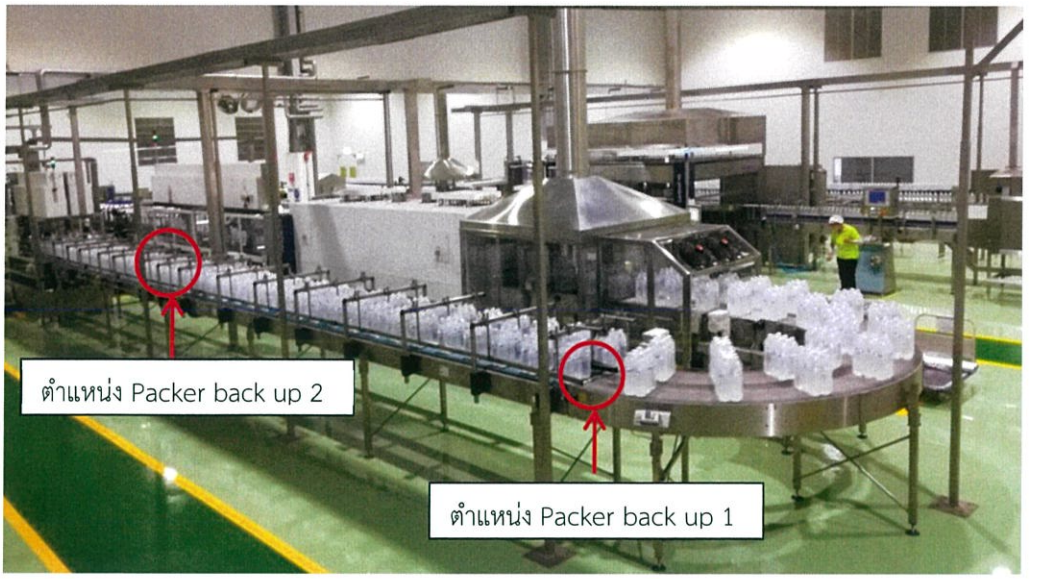


รูปที่ 3.24 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องแพคขวด

สีแดง คือ บริเวณขวดในสายพานที่มากกว่าตำแหน่ง Packer back up 2

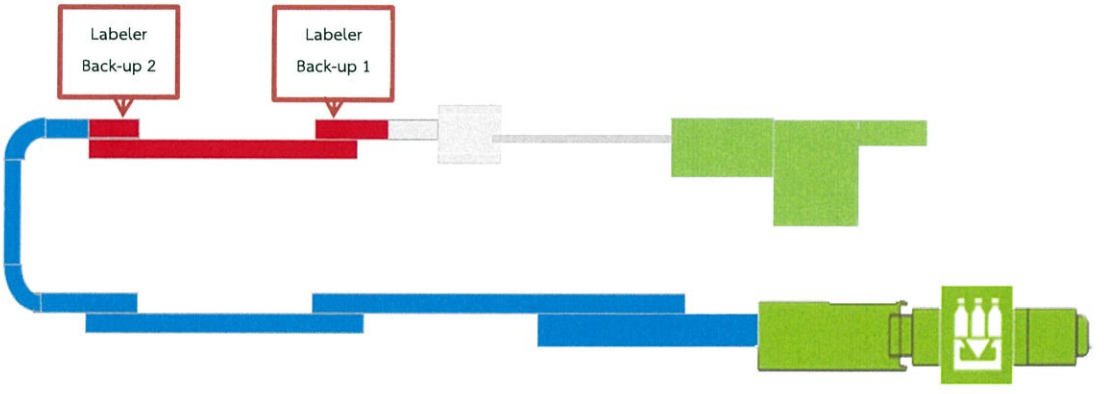
สีฟ้า คือ บริเวณขวดที่อยู่ในสายพานในสายพาน

หลังจากเครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) หยุดการทำงานจะทำให้ขวดสะสมในสายพานดังรูป 3.24 ซึ่ง เครื่องแพคขวด (Variopac machine) จะเริ่มทำงานได้ต้องให้เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) ทำงานก่อนแล้วดึงขวดที่อยู่ในบริเวณสายพาน เมื่อขวดที่อยู่ในสายพานลดน้อยลงจนพ้นจากตำแหน่งเซนเซอร์ Packer back up 2 (บริเวณสีแดงดังรูปที่ 3.24) เครื่องแพคขวด (Variopac machine) จึงจะสามารถทำงานได้ เวลาที่เครื่องแพคขวด (Variopac machine) สามารถเริ่มทำงานได้หลังจาก เครื่องจัดเรียงแพค (Palletizer machine) ทำงานคือ 22 วินาที



รูปที่ 3.25 สายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องแพคขวด

ระหว่างเครื่องจัดเรียงแพค (Variopac machine) กับเครื่องติดฉลาก (Labeler machine)



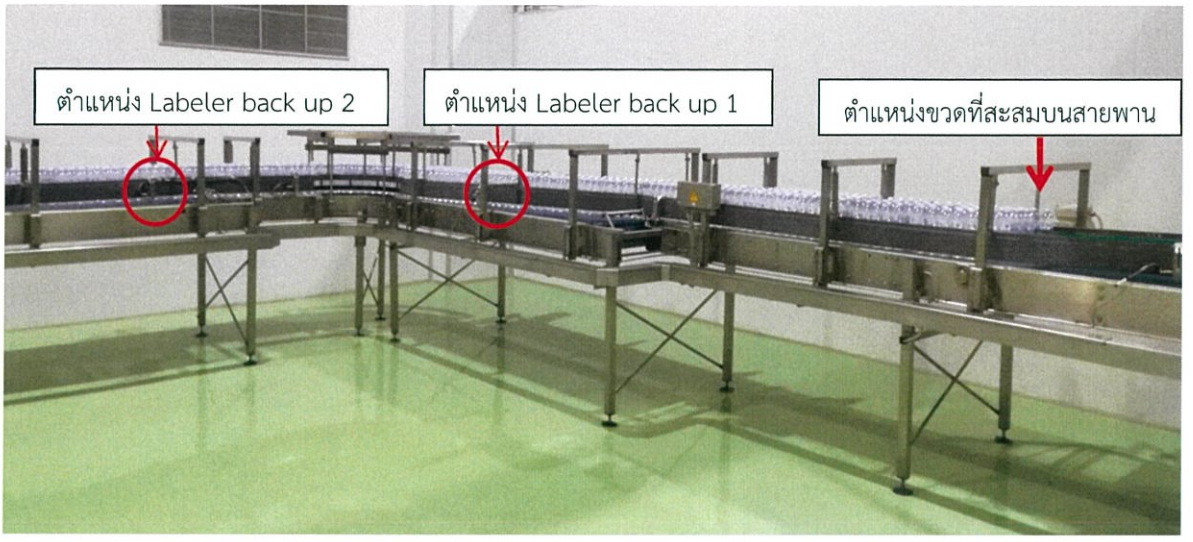
รูปที่ 3.26 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องติดฉลาก

สีแดง คือ บริเวณขวดในสายพานที่มากกว่าตำแหน่ง Labeler back up 2

สีฟ้า คือ บริเวณขวดที่อยู่ในสายพานในสายพาน

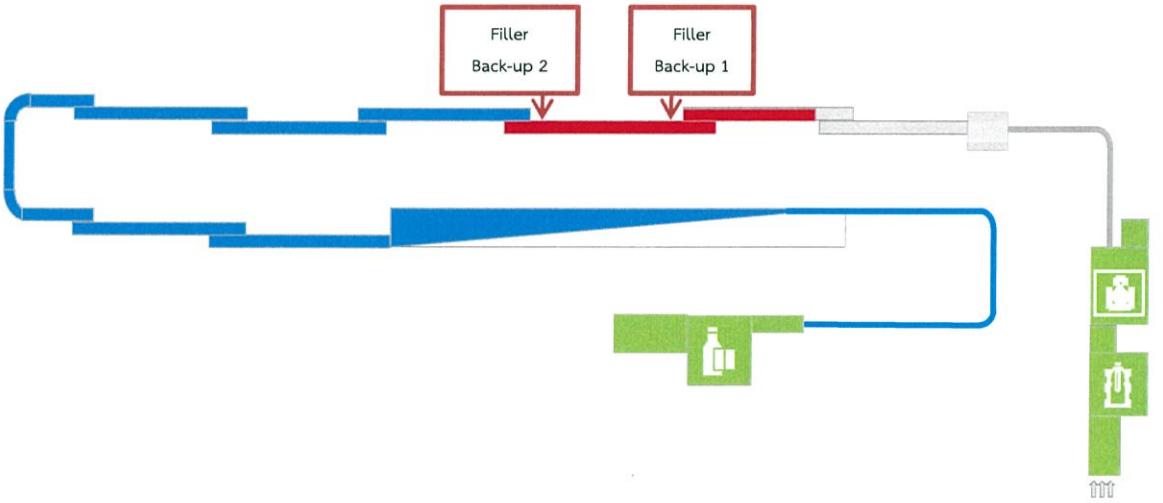
หลังจากเครื่องแพคขวด (Variopac machine) หยุดการทำงานจะทำให้ขวดสะสมในสายพานดังรูป 3.26 ซึ่ง เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) จะเริ่มทำงานได้ต้องให้ (Variopac machine) ทำงานก่อนแล้วดึงขวดที่อยู่ในบริเวณสายพาน เมื่อขวดที่อยู่ในสายพานลดน้อยลงจนพ้นจากตำแหน่งเซนเซอร์ Labeler back up 2 (บริเวณสีแดงดังรูปที่ 3.26) เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) จึงจะสามารถ

ทำงานได้ เวลาที่ เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) สามารถเริ่มทำงานได้หลังจาก เครื่องจัดเรียงแพค (Variopac machine) ทำงานคือ 40 วินาที



รูปที่ 3.27 สายพานระหว่างเครื่องจัดเรียงแพคกับเครื่องติดฉลาก

ระหว่าง เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) กับ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine)



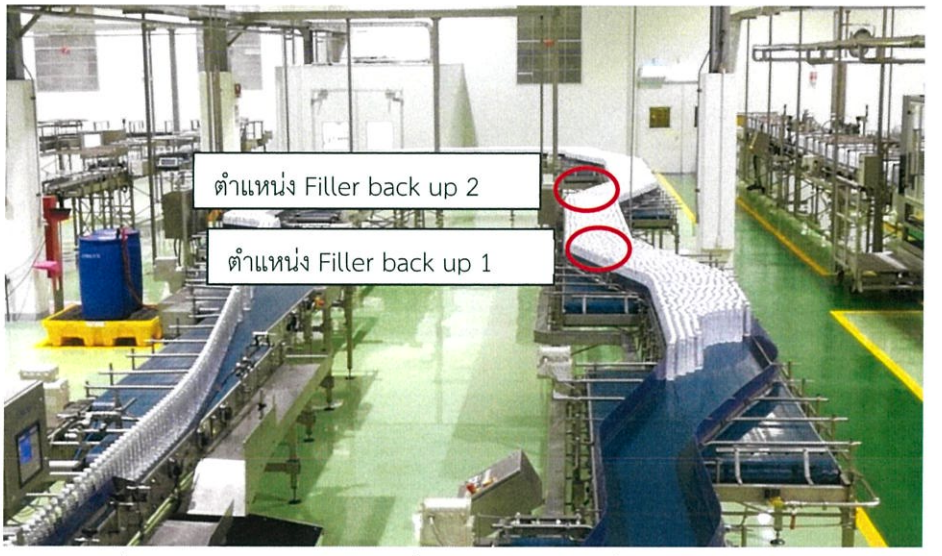
รูปที่ 3.28 บริเวณขวดที่สะสมในสายพานระหว่างเครื่องติดฉลากกับเครื่องเติมผลิตภัณฑ์

สีแดง คือ บริเวณขวดในสายพานที่มากกว่าตำแหน่ง Filler back up 2

สีฟ้า คือ บริเวณขวดที่อยู่ในสายพานในสายพาน

หลังจากเครื่องติดฉลาก (Labeler machine) หยุดการทำงานจะทำให้ขวดสะสมในสายพานดังรูป 3.28 ซึ่ง เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) จะเริ่มทำงานได้ต้องให้ เครื่องติดฉลาก (Labeler

machine) ทำงานก่อนแล้วดึงขวดที่อยู่ในบริเวณสายพาน เมื่อขวดที่อยู่ในสายพานลดน้อยลงจนพ้นจากตำแหน่งเซนเซอร์ Filler back up 2 (บริเวณสีแดงดังรูปที่3.28) เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) จึงจะสามารถทำงานได้ เวลาที่ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) สามารถเริ่มทำงานได้หลังจากเครื่องติดฉลาก (Labeler machine) ทำงานคือ 150 วินาที



รูปที่ 3.29 สายพานระหว่างเครื่องติดฉลากกับเครื่องเติมผลิตภัณฑ์

จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องจักรแต่ละชนิดต้องรอเวลาในการระบายขวดออกจาก Back up machine sensor 2 ไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อเกิดการขัดข้องของระบบขึ้นในการเดินเครื่องจักรแต่ละครั้งต้องรอเวลาซึ่งเกิดความล้าช้าและทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง

ตารางที่ 3.7 เวลาที่เครื่องจักรแต่ละชนิดรอการระบายออกจากสายพานจนถึง Back up machine sensor 2

เครื่องจักร	เวลา
เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine)	150 วินาที
เครื่องติดฉลาก (Labeler machine)	40 วินาที
เครื่องแพคขวด (Variopac machine)	22 วินาที

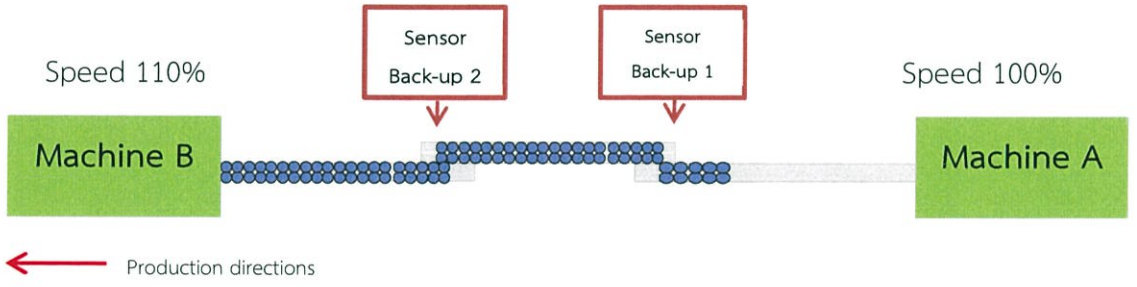
3.3.3 การหาแนวทางเพื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิต

จากสาเหตุและความขัดข้องที่เกิดขึ้นกับระบบการผลิตที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงส่งผลกระทบต่อจำนวนผลผลิตที่ออกมา จึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพการผลิตให้ดีขึ้น พบว่าปัญหาความขัดข้องของเครื่องจักรนั้นขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่อยากต่อการปรับปรุง ดั้งนั้นจึงได้หาแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการสตาร์ท

เครื่องจักรหลังจากระบบเกิดความขัดข้องให้น้อยลงเพื่อที่เครื่องจักรจะได้ทำงานได้มากยิ่งขึ้นส่งผลดีต่อยอดการผลิตทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น

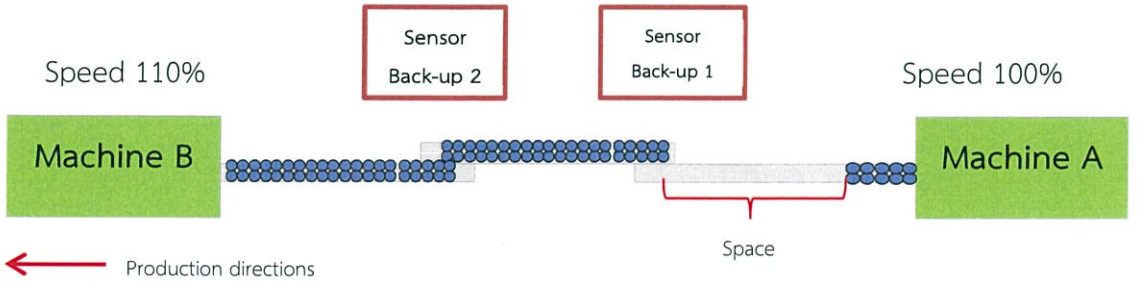
3.3.3.1 แนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรหลังจากระบบเกิดความขัดข้อง

จากหัวข้อ 3.2.1 ความเร็วของเครื่องจักรในระบบการผลิต ถ้าหากเครื่องจักรในระบบการผลิตเดินเครื่องที่ความเร็วสูงสุดตลอดเวลาโดยที่ความเร็วของ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) เป็นความเร็วพื้นฐานคิดเป็นความเร็วของระบบการผลิต แล้วเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการถัดไปจะมีความเร็วที่มากกว่ากันอยู่ 10% ซึ่งจะทำให้สายพานระหว่างเครื่องจักรนั้นไม่ได้เต็มตลอดเวลาและเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิตส่วนท้ายนั้นจะไม่ได้เดินเครื่องจักรตลอดเวลา ซึ่งจะมีพื้นที่ว่าของสายพานที่สามารถรองรับขวดได้ตลอดเวลา การสตาร์ทเครื่องจักรที่ต้องให้จำนวนขวดที่สะสมบนสายพานนั้นน้อยกว่าตำแหน่ง Back up machine sensor 2 เพื่อป้องกันไม่ให้ขวดผลิตออกมาจนล้นจึงมีพื้นที่ว่างระหว่าง Back up machine sensor 2 กับเครื่องจักร ซึ่งถ้าหากเครื่องจักรแต่ละชนิดทำงานที่ความเร็วสูงสุดแล้วจะทำให้ไม่มีขวดล้นบนสายพานและสมารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง



(ก) ความสำพันธ์ระหว่างเครื่องจักรเมื่อทำการผลิต

ดังนั้นหากเครื่องจักร B ทำงานที่ความเร็วสูงสุดของเครื่องทำงานที่มีความเร็วมากกว่า 10% ของความเร็วระบบผลิต เครื่องจักร A ก็สามารถเริ่มสตาร์ทได้โดยไม่ต้องรอให้ขวดที่สะสมอยู่ในสานพานพ้นตำแหน่ง Back up machine sensor 2



(ข) แนวคิดการปรับปรุงการสตาร์ทเครื่องจักร

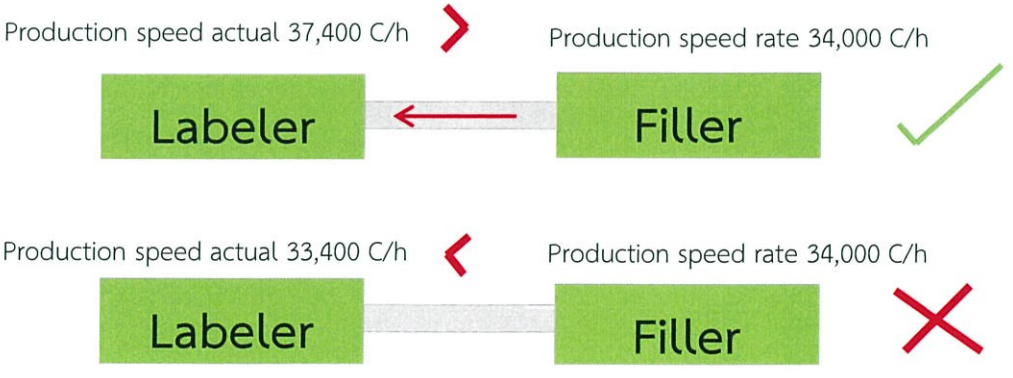
รูปที่ 3.30 แนวคิดการปรับปรุงการสตาร์ทเครื่องจักร

ในกรณีหากเครื่องจักร B สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและไม่หยุดจะทำให้ไม่มีขวดล้นบนสายพาน เครื่องจักร A ก็สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

3.3.4 Fast Restart ฟังก์ชันเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

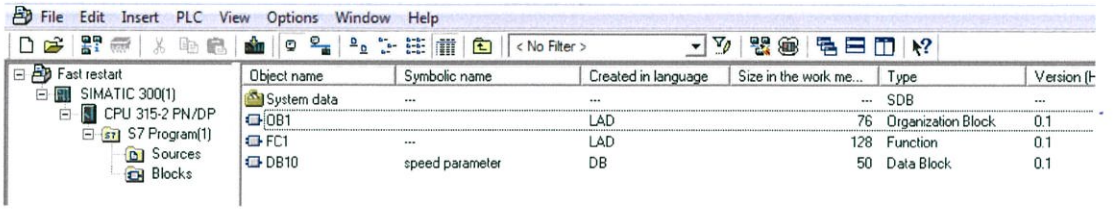
จากแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรหลังจากระบบเกิดความขัดข้องของเครื่องจักร จึงได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการปรับปรุงเวลาในการสตาร์ทของเครื่องจักรให้ลดลง โดยเขียนฟังก์ชั่นการทำงานเพิ่มเติมที่มีชื่อว่า Fast restart ขึ้นในโปรแกรม Simatic manager step7 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกันโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานของระบบการผลิต มีหลักการการทำงานของโปรแกรมดังนี้

Fast restart เป็นฟังก์ชันที่ใช้ลดเวลาในการสตาร์ทเครื่องจักรหลังจากระบบเกิดความขัดข้องจะใช้ความเร็วของเครื่องจักร 2 เครื่องมาเปรียบเทียบกัน เช่นเมื่อต้องการสตาร์ท เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ที่มีพิกัดความเร็วการผลิต 34,000 ขวดต่อชั่วโมง จะต้องให้ เครื่องติดฉลาก (Labeler machine) ทำการผลิตที่มีความเร็วมากกว่า 34,000 ขวดต่อชั่วโมง ฟังก์ชัน Fast restart จึงจะเริ่มทำงานสั่งให้ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ทำงานโดยจะไม่สนใจจำนวนขวดที่อยู่ในสายพานและตัดสัญญาณที่ส่งมาจาก Back up machine sensor 1 และ Back up machine sensor 2 และหากเมื่อเครื่องติดฉลาก (Labeler machine) มีความเร็วน้อยกว่า 34,000 ขวดต่อชั่วโมง ฟังก์ชันนี้จะหยุดการทำงาน



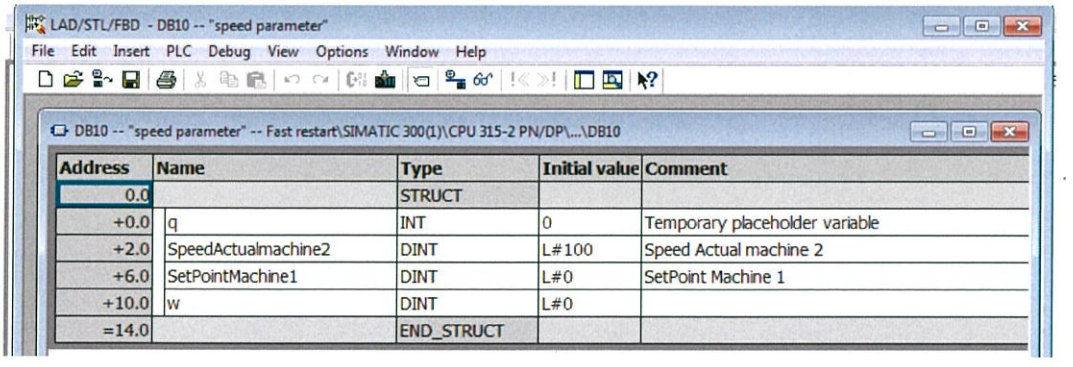
รูปที่ 3.31 เงื่อนไขการทำงานฟังก์ชัน Fast restart

Fast restart Function สามารถเขียนได้ด้วยโปรแกรม Simatic manager Step 7 เขียนเป็นภาษา Ladder diagrame โดยใช้ 1 Function block เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและ 1 Data block ในการรับค่าความเร็วของเครื่องจักรมาใช้ในโปรแกรม ดังรูปที่ 3.32 (ก)



(ก) บล็อกที่ใช้ใน Fast restart

จากรูปที่ 3.32 (ก) จะใช้ Data block (DB10) เพื่อใช้ในการรับค่าของความเร็วของเครื่องจักรมาใช้ และใช้ Function block (FC1) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม Fast restart



(ข) Data block (DB10)

ภายใน Data block (DB10) ประกอบด้วยค่าของความเร็วของเครื่องจักร 2 ชนิดเช่นหากใช้ที่ Filler machine จะใช้ค่าตัวแปรดังนี้

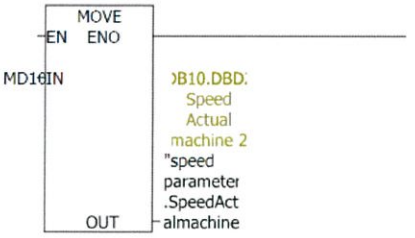
SpeedActualmachine2คือความเร็วจริงของเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการถัดไป

SetPointMachine1 คือความเร็วสูงสุดของเครื่องจักรที่ต้องการสตาร์ท

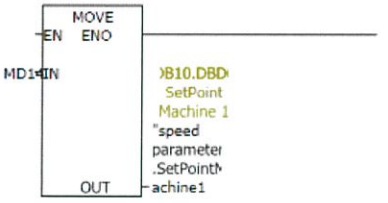
ส่วน Function block (FC1) ซึ่งเป็นบล็อกที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Fast restart ประกอบไปด้วย 6 Network ดังนี้

Block: FC1 Fast restart oporator

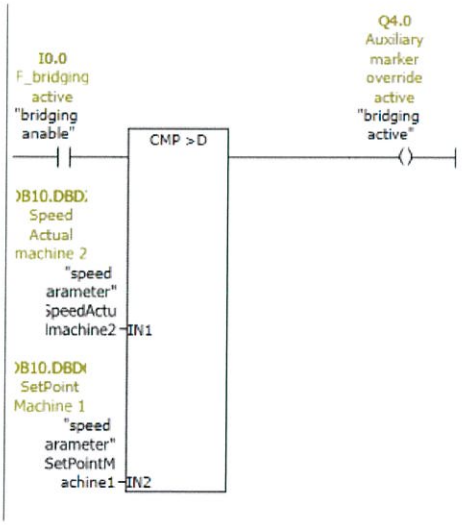
Network: 1 Speed actual form machine 2



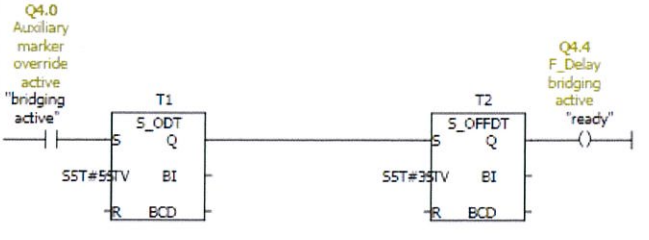
Network: 2 Set point speed machine 1

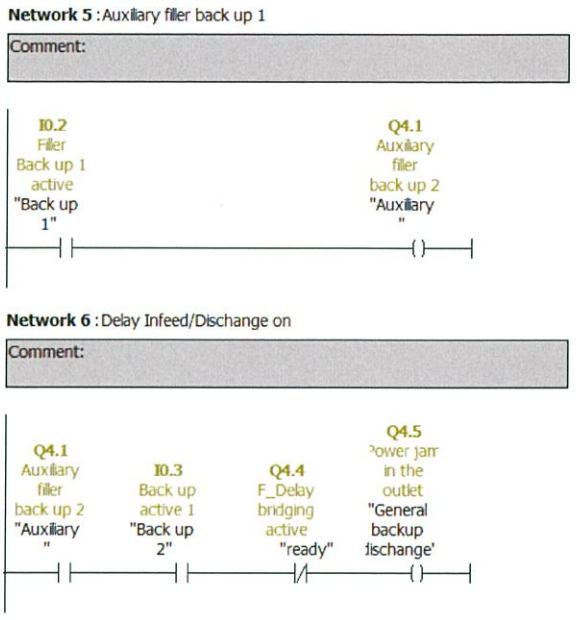


Network: 3 Comparison of the individual speeds



Network: 4 Delay bridging active





(ค) Fast restart operator

รูปที่ 3.32 Fast restart ฟังก์ชัน

หลักการทำงานของ fast restart function

สัญญาณอินพุทที่ใช้

I0.0	Function bridging active	สวิตซ์บนหน้าจอทรัชสกรีน
I0.2	Filler Back up 1 active	สัญญาณจาก Filler back up sensor 1
I0.3	Filler Back up 2 active	สัญญาณจาก Filler back up sensor 2

Network 1: Speed actual form machine 2

ใช้รับค่าความเร็วจริงของเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการถัดไปแล้วนำไปเก็บไว้ใน Data block (DB10) ที่ตัวแปร SpeedActualmachine2

Network 2: Set point speed machine 1

ใช้รับค่าของความเร็วสูงสุดของเครื่องจักที่ต้องการสตาร์ท โดยตั้งค่าได้ที่หน้าจอ Touch screen แล้วนำไปเก็บไว้ใน Data block (DB10) ที่ตัวแปร SetPointMachine1

Network 3: Comparison of the individual speeds

Network เป็นแนวคิดหลักของ Fast restart โดยนำค่าความเร็วของเครื่องจักรมาเปรียบเทียบ เมื่อเครื่องจักรในกระบวนการถัดไปทำงานจนมีความเร็วมากกว่าความเร็วสูงสุดของเครื่องจักรที่ต้องการสตาร์ท หรือทำให้ SpeedActualmachine2 มีค่ามากกว่า SetPointMachine1 จะทำให้ Q4.0

(Auxiliary marker override active) มีสถานะเป็น “1” โดย Network นี้สามารถเปิดการใช้งานหรือปิดการใช้งานของ Fast restart ได้ ซึ่งหากต้องการเปิดใช้งาน Fast restart สามารถเปิดใช้งานได้ที่ Touch screen จะทำให้ I0.0 (F_bridging active) มีสถานะเป็น “1”

Network 4: Delay bridging active

ใช้หน่วงเวลาในการสตาร์ทเครื่องจักรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขวดล้น เมื่อหน่วงเวลาในการสตาร์ทแล้วจะทำให้ Q4.4 (F_Delay bridging active) มีสถานะเป็น “1” โปรแกรม Fast restart ถือว่าสิ้นสุดที่ Network นี้โดยสามารถนำลอจิก Q4.4(F_Delay bridging active) ไปใช้งานในการสตาร์ทเครื่องจักร

Network 5: Auxiliary filler back up 1

เมื่อเครื่องจักรในกระบวนการถัดไปหยุดการทำงานจะทำให้เกิดการสะสมขวดอยู่ในสายพานเพิ่มมากขึ้น เมื่อมากจนถึงระดับ Back up sensor 2 จะทำให้ I0.2 (Filler Back up 2 active) มีสถานะเป็น “1”และทำให้ Q4.1 (Auxiliary filler back up 2) มีสถานะเป็น “1”

Network 6: Delay Infeed/Dischange on

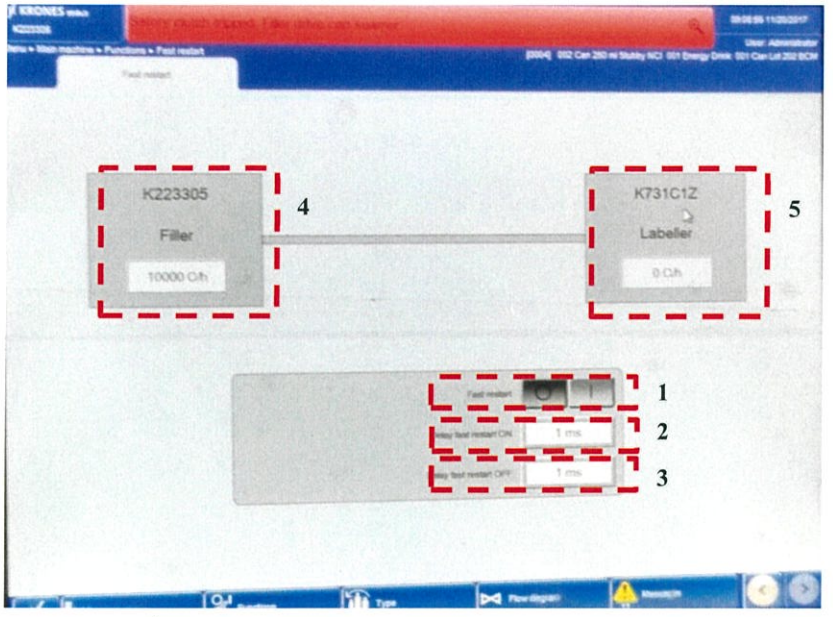
Q4.5 (Power jam in the outlet) เป็นลอจิกที่ใช้ในการหยุดเดินเครื่องจักร เมื่อมีสถานะเป็น “1” โดยหากขวดอยู่ในสายพานเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับ Back up sensor 1 จะทำให้ I0.3 (Back up active 1) มีสถานะเป็น “1” และ Back up sensor 2 จะทำให้ I0.2 (Filler Back up 2 active) มีสถานะเป็น “1” และ Q4.4 ซึ่งเป็นคอย “ปกติปิด” แต่หากเปิดใช้งาน Fast restart ที่มี Q4.4(F_Delay bridging active) มีสถานะเป็น “1” จะส่งผลให้ Q4.5 (Power jam in the outlet) เมื่อมีสถานะเป็น “0” เครื่องจักรจึงสามารถสตาร์ทเครื่องจักรได้ขณะที่ยังมีขวดสะสมในสายพาน

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ประสิทธิภาพของระบบการผลิตเมื่อนำ Fast restart มาประยุกต์ใช้งาน

4.1.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ตั้งค่าใน Fast restart

เมื่อนำ Fast restart function ติดตั้งในระบบควบคุมสามารถเรียกใช้งานหรือปิดการใช้งานบนหน้าจอ Touch screen ได้เนื่องจากเป็นฟังก์ชันเสริมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต



รูปที่ 4.1 หน้าจอ Touch screen ฟังก์ชัน Fast restart

ในหน้าต่าง Fast restart function ประกอบไปด้วย

1) Active bottom switch สวิตซ์เรียกใช้งานฟังก์ชัน
2) Delay timer on หน่วงเวลาในการเดินเครื่องจักร
3) Delay timer off หน่วงเวลาในการหยุดเครื่องจักร
4) Set point speed machin1 ความเร็วของเครื่องจักรที่ต้องการสตาร์ท
5) Speed Actual machine 2 ความเร็วจริงของเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการถัดไปขณะทำงาน

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการตั้งค่าฟังก์ชันนี้คือ ความเร็วของเครื่องจักรที่ต้องการสตาร์ท จะกำหนดไว้ที่ความเร็วสูงสุดของแต่ละเครื่อง โดยในระบบการผลิตน้ำดื่ม ขนาด 600 มิลลิลิตร มีความเร็วในการผลิต 34,000 ขวดต่อชั่วโมง จะค่าพารามิเตอร์แต่ละเครื่องดังนี้

เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine)

- Set point speed machin1 34,000 ขวด/ชั่วโมง
- Delay timer on 1 วินาที
- Delay timer off 1 วินาที

เครื่องติดฉลาก (Labeler machine)

- Set point speed machin1 37,400 ขวด/ชั่วโมง
- Delay timer on 1 วินาที
- Delay timer off 1 วินาที

เครื่องจัดเรียงแพค (Variopac machine)

- Set point speed machin1 40,800 ขวด/ชั่วโมง
- Delay timer on 1 วินาที
- Delay timer off 1 วินาที

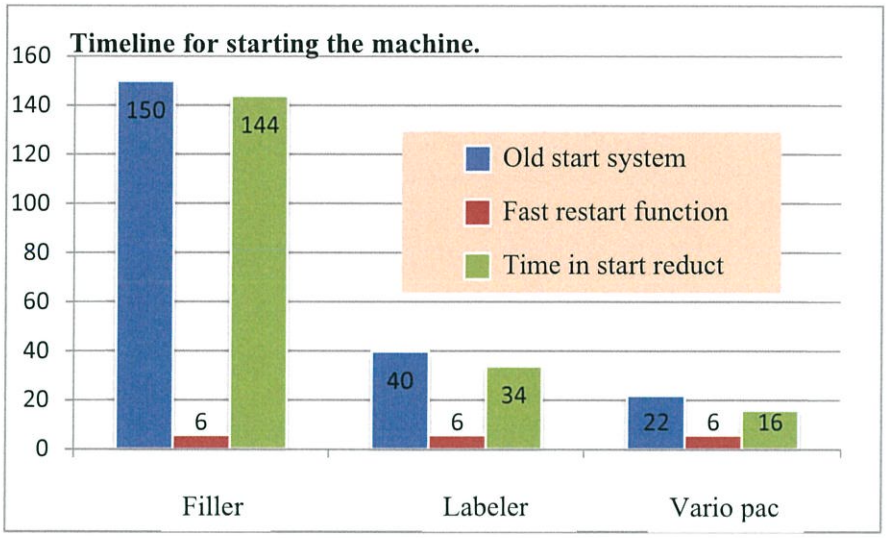
4.1.2 เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรเมื่อนำ Fast restart function มาประยุกต์ใช้

การนำ Fast restart function สามารถลดเวลาในการเริ่มเดินเครื่องจักรหลังเกิดปัญหาขัดข้องได้มาก เมื่อเครื่องจักรที่อยู่กระบวนการถัดไปทำงานด้วยความเร็วสูงสุด 5 วินาที รวมกับการหน่วงเวลา 1 วินาที ดังนั้นเมื่อเครื่องจักรที่อยู่กระบวนการถัดไปทำงานเริ่มทำงานอีก 6 วินาที เครื่องจักรที่ใช้ Fast restart function ก็จะทำงานซึ่งลดเวลาสามารถลดเวลาในการสตาร์ทได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาในการสตาร์ทของเครื่องจักรแต่ละชนิดที่ลดลงเมื่อใช้ Fast restart

ชนิดเครื่องจักรที่จะเริ่มเดิน	เครื่องจักที่อยู่ในกระบวนการถัดไป	Down Time		เวลาที่ลดลง
		เดิม	Fast restart	
เครื่องเติมผลิตภัณฑ์	เครื่องติดฉลาก	150 วินาที	6 วินาที	144 วินาที
เครื่องติดฉลาก	เครื่องแพคขวด	40 วินาที	6 วินาที	34 วินาที
เครื่องแพคขวด	เครื่องจัดเรียงแพค	22 วินาที	6 วินาที	16 วินาที

แผนผังที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเริ่มเดินเครื่องจักร



จากตารางข้างต้นพบว่าเวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องจักรแต่ละชนิดลดลง จึงนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมงเมื่อเครื่องจักรแต่ละชนิดหยุดการทำงาน โดยประสิทธิภาพในการผลิตวัดโดยเวลาในการทำงานของ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine)

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสตาร์ทของเครื่องเติมผลิตภัณฑ์กรณีเครื่องจักรชนิดอื่นหยุดการทำงานจนส่งผลต่อเครื่องเติมผลิตภัณฑ์หยุดทำงาน

กรณีเครื่องจักรแต่ละเครื่องหยุดทำงาน	ใช้ระบบการสตาร์ทแบบเดิม	ใช้ Fast restart function	เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทลดลง
กรณีที่เครื่องจัดเรียงแพคหยุดการทำงานจนส่งผลต่อเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ หยุดทำงาน	เมื่อเครื่องจัดเรียงแพคทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 212 วินาที	เมื่อเครื่องจัดเรียงแพคทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 18 วินาที	194 วินาที
กรณีที่เครื่องแพคขวด หยุดการทำงานจนส่งผลต่อเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ หยุดทำงาน	เมื่อเครื่องแพคขวดทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 190 วินาที	เมื่อเครื่องแพคขวดทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 12 วินาที	178 วินาที
กรณีที่เครื่องติดฉลาก หยุดการทำงานจนส่งผลต่อเครื่องเติมผลิตภัณฑ์ หยุดทำงาน	เมื่อเครื่องติดฉลาก ทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 150 วินาที	เมื่อเครื่องติดฉลาก ทำงาน เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ จะต้องรอเวลาในการสตาร์ท 6 วินาที	144 วินาที

4.1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการผลิตเมื่อนำ Fast restart function มาประยุกต์ใช้

ระบบการผลิตน้ำดื่ม 600 มล. มีรายละเอียดของประสิทธิภาพการผลิตโดยวัดจากเวลาในการทำงานของ เครื่องเติมผลิตภัณฑ์ (Filler machine) ดังนี้

ประสิทธิภาพในการผลิต 100%

ความเร็วในการผลิต	34,000 ขวด/ชั่วโมง หรือ 9.44 ขวด/วินาที
ใน 1 วันทำการผลิต	23 ชั่วโมง หรือ 82,800 วินาที
ใน 1 วันทำการผลิตน้ำดื่มได้จำนวน	782,000 ขวด/วัน

เมื่อระบบเกิดการทำงานผิดพลาดจนหยุดการทำงาน

เวลาในการแก้ไขระบบแต่ละครั้งโดยเฉลี่ย	6 นาที หรือ 360 วินาที
ในแต่ละวันระบบเกิดการทำงานผิดพลาดเฉลี่ย	20 ครั้ง/วัน
เวลาที่ใช้ในการแก้ไขระบบเฉลี่ย	7,920 วินาที/วัน
เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทหลังแก้ไขระบบเสร็จ	150 วินาที/ครั้ง
เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทหลังแก้ไขระบบเสร็จ	6 วินาที/ครั้ง

เมื่อใช้ Fast restart function

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการสตาร์ทแบบเดิม กับ Fast restart function ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการสตาร์ทแบบเดิม กับ Fast restart function

	ระบบการสตาร์ทแบบเดิม	Fast restart function
ระบบเกิดการทำงานผิดพลาดเฉลี่ย	20 ครั้ง/วัน	20 ครั้ง/วัน
เวลาที่ใช้ในการแก้ไขระบบเฉลี่ย	7,920 วินาที/วัน	7,920 วินาที/วัน
เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเฉลี่ย	150 วินาที/ครั้ง	6 วินาที/ครั้ง
เวลาที่ใช้ในการสตาร์ทเฉลี่ย	3,000 วินาที/วัน	120 วินาที/วัน
เวลาที่ระบบหยุดทำงานทั้งหมด	10,920 วินาที/วัน	8,040 วินาที/วัน
เวลาในการทำงานของระบบเฉลี่ย	71,880 วินาที	74,760 วินาที
จำนวนขวดที่ผลิตได้เฉลี่ย	678,547 ขวด/วัน	705,734 ขวด/วัน
ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	86.81%	90.29%

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า Fast restart function ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการผลิตสูงกว่าระบบการสตาร์ทแบบเดิม 3.48% ทำให้มีประสิทธิภาพของการผลิตอยู่ที่ 90.29% จากเดิมอยู่ที่ 86.81% ทำให้สามารถทำการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกได้เฉลี่ยจำนวน 705,734 ขวด/วัน จากเดิม 678,547 ขวด/วัน ซึ่งสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้เฉลี่ย 27,187 ขวด/วัน

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกทำให้เข้าใจในขั้นตอนและกระบวนการในการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก อีกทั้งได้เรียนรู้หลักการทำงานของเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกที่มีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป จากปัญหาประสิทธิภาพของระบบการผลิตไม่ตรงตามเป้าหมาย จึงได้ศึกษารูปแบบการทำงานและความสัมพันธ์ของเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ เพื่อนำไปวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าสาเหตุที่ประสิทธิภาพของระบบการผลิตไม่ตรงตามเป้าหมายนั้นเกิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร เช่น ขวดพลาสติกติดภาพในเครื่องจักร ขวดล้ม การเติมวัตถุดิบไม่ทัน เป็นต้น ทำให้เครื่องจักรหยุดการจนทำให้เกิดขวดสะสมในสายพานเป็นจำนวนมากแล้วส่งผลให้เครื่องจักรชนิดอื่นหยุดการทำงานไปด้วย จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นมีหลากหลายปัญหาที่แก้ไขได้ยาก จึงได้เล็งเห็นว่าหลังจากที่แก้ไขปัญหาเครื่องจักรขัดข้องเสร็จแล้วต้องระบายขวดที่ติดค้างอยู่ในสายพายออกก่อนจึงจะทำให้เครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการก่อนหน้าเริ่มทำงานได้ ซึ่งใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นจึงได้เขียนฟังก์ชันเพื่อลดเวลาในการรอเดินเครื่องจักรให้น้อยลง มีชื่อว่า Fast restart เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการเปรียบเทียบความเร็วของเครื่องจักรที่อยู่กระบวนการติดกัน โดยเมื่อเครื่องจักรที่เกิดปัญหาทำงานที่ความเร็วสูงสุดจะทำให้เครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการก่อนหน้าสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องรอการระบายขวดออกจากสายพาน

จากการได้นำฟังก์ชัน Fast restart มาใช้ในระบบการผลิตเพื่อลดเวลาในการเริ่มเดินเครื่องจักรหลังจากเกิดปัญหาขัดข้อง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบการผลิตสูงกว่าระบบการสตาร์ทแบบเดิม 3.48% ทำให้มีประสิทธิภาพของการผลิตอยู่ที่ 90.29% จากเดิมอยู่ที่ 86.81% ทำให้สามารถทำการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกได้เฉลี่ยจำนวน 705,734 ขวด/วัน จากเดิม 678,547 ขวด/วัน ซึ่งสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้เฉลี่ย 27,187 ขวด/วัน ซึ่งระบบนี้จะมีประโยชน์มากขึ้นเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ไม่สูงหรือในระบบที่มีการหยุดระบบการผลิตบ่อยๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นข้อมูลที่เก็บมาจากระบบการผลิตจริงไม่มีข้อมูลให้ศึกษาก่อนจึงทำให้ได้ข้อมูลที่ยังไม่สมบูรณ์พอ
2. ต้องทำการสอบถามจากพี่เลี้ยงให้บ่อยเพื่อที่จะเก็บข้อมูลได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Krones AG. (2560). ระบบการผลิตน้ำดื่มแบบขวดพลาสติก. เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก
https://www.krones.com/en/index.php

[2] Piyadanai Pachanapan. (2558). คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์การควบคุมด้วยพีแอลซี (PLC Control). เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก
HTTP://WWW.ECPE.NU.AC.TH/PIYADANAI/CONTENT/49_01/303407_1_49/FILE/LAB05%20PLC.PDF

[3] บริษัท ธนสาร ซิสเต็มส์ จำกัด. (2559). ระบบเครือข่าย ETHERNET. เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก
HTTP://WWW.TANASAN.CO.TH/INDEX.PHP/BLOG/CATEGORIES/ITEM/7-LAN-ETHERNET-NETWORK-SYSTEM.HTML

[4] E-Industrial Technology Center. (2559). Profibus Technology. เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก
http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=833

[5] บริษัท เอสซีเอ็ม อลีอันซ์ จำกัด. (2559). AS-interface. เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก
http://www.scmashopping.com/category/22/industry-4-0-as-i-systems

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวสุวิชย์ เฉิดละออ
รหัสนักศึกษา	57011145
วัน เดือน ปีเกิด	16 กันยายน 2538
ที่อยู่	422 หมู่ 2 บ้านสี่แยกสมเด็จ ตำบลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46150