



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การใช้ CANCEUBE OPTIMIZER สำหรับปรับปรุงค่าผลลัพธ์การผลิตของ
เครื่องจักรอัตโนมัติ ไลน์การผลิต GV2

CANCEUBE OPTIMIZER for GV2 Autoline yield improvement

นายณัฐภัทร กัณฐวิจิตร

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การใช้ Cancube optimizer สำหรับปรับปรุงค่าผลลัพธ์การผลิตของเครื่องจักร
อัตโนมัติ ไลน์การผลิตGV2

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายณัฐภัทร กัญฐวิจิตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายอนุวัฒน์ แซ่หล่อ

สถานประกอบการ บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด แผนก
คุณภาพและวิศวกรเทคนิค ซึ่งได้รับมอบหมายให้ศึกษาและค้นคว้าเพื่อนำระบบปัญญาประดิษฐ์มาใช้
วิเคราะห์ข้อมูลปรับปรุง และพัฒนาการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมอเตอร์เซอร์กิตเบรก
เกอร์ ประเภท GV2 รุ่น GV2ME32 และพัฒนาองค์รวมของระบบกระบวนการผลิต โดยเครื่องมือระบบ
ปัญญาประดิษฐ์ที่จะนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์นั้น ใช้ชื่อว่า “Cancube Optimizer” โดยมี
เป้าหมายคือการนำ parameter ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องมือดังกล่าวมาใช้เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์
ผลลัพธ์การผลิต (Yield) ของการผลิตจาก 72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2562
ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2562 ให้ขึ้นไปอยู่ที่ 79 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์พารามิเตอร์โดย Cancube
Optimizer จึงได้ค่าที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตซึ่งสามารถเพิ่มผลลัพธ์การผลิตของ
เครื่องจักรขึ้นไปได้ถึง 83.25 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดจำนวนงานเสียที่เป็นประเภทที่เยอะที่สุดได้ 10
เปอร์เซ็นต์ ทำให้ลดต้นทุนในการผลิตได้ 6120 ยูโร/ปี หรือ 206,194 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Cancube optimizer for GV2 Autoline yield improvement

Student Intern Name: Mr. Nattapat Kanthavichit

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Assoc. Prof. Dr.Atthapol Ngaopitakkul

Mentor Name: Anuwatch Sealor

Company: Schneider (Thailand) Limited

ABSTRACT

The cooperative education report has been supported by Schneider Electric (Thailand) Limited, quality and technical engineer department. Assigned to research an artificial intelligence system to use for data analysis, improvement and development of machine operation in manufacturing process of motor circuit breaker type GV2, GV2ME32 generation. Including holistic development of manufacturing process. Artificial intelligence system used for parameter analysis is named "Cancube Optimizer". The goal is to increase percent yield of manufacturing from 72% yield, which is an average value of January, 2019 until July, 2019, to 79% yield. Cancube Optimizer will analyze accumulated parameter data and provide recommend parameter value that affect to use yield. After receiving the recommended parameter value, design the control for practical use. The result is an 83.25% increase in yield and a 10% reduction in the top defect product resulting in reducing manufacturing costs by 6120 euro/year or 206,194 baht/year.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนจาก บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด แผนก คุณภาพและวิศวกรรมเทคนิค ซึ่งได้ถ่ายทอดประสบการณ์ ความรู้ความสามารถต่างๆ ให้คำแนะนำ แนวคิด จนโครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นักศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ช่วยเหลือ และให้ คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้ จนโครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้า และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทำให้ข้าพเจ้า สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษา มาใช้ในการทำโครงการครั้งนี้

ณัฐภัทร กัญฐวิจิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้นฉบับอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ	III
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2.....	9
2.1.1 ความแตกต่างภายนอกของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละโมเดล.....	10
2.1.2 ชิ้นส่วนภายในของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2และหลักการทำงาน.....	11
2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับฉลากของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2.....	20
2.1.4 มาตรฐานที่มอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2รองรับ	20
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine).....	21
2.2.1 เครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine).....	21
2.2.2 หลักการจ่ายกระแสสำหรับการทดสอบของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)	21
2.3 การทดสอบการทริปแบบใช้เวลานาน (Ciblage test).....	23
2.3.1 การทดสอบCiblage	23
2.3.2 เกณฑ์การยอมรับผลการทดสอบCiblage	24
2.4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแพลตฟอร์ม ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ Edge box.....	25

สารบัญ(ต่อ)

2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับแพลตฟอร์ม.....	25
2.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์.....	25
2.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับซอฟต์แวร์.....	26
2.5 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์.....	26
2.5.1 MINITAB 2019.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	9
3.1 การเก็บข้อมูล.....	32
3.2 วิเคราะห์ข้อมูล.....	35
3.2.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหา.....	35
3.2.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์.....	36
3.2.3 การวิเคราะห์การควบคุมพารามิเตอร์.....	37
3.3 การออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตำแหน่งใบเมทอล.....	42
3.4 การทดลองใช้งานการควบคุม.....	50
3.5 การทำการแสดงผลการผลิตแบบ Real time ผ่านโปรแกรม Tableau.....	53
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	55
4.1 ผลลัพธ์การผลิตจากการเริ่มใช้การควบคุมใบเมทอลในการผลิตจากการใช้การวิเคราะห์พารามิเตอร์ จากโปรแกรมCancube.....	55
4.2 การลดลงของของเสียประเภทWBRC MINI<และBRC MINI>>.....	59
4.3 ผลการควบคุมพารามิเตอร์ตำแหน่งใบเมทอล.....	60
4.4 การคำนวณการลดต้นทุน.....	61
บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ.....	63
5.1 สรุป.....	63
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตัวอักษรอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก I	67
ภาคผนวก II	72



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตัว VI อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 ผลลัพธ์การผลิตที่ค่าต่ำกว่าเป้าหมาย.....	1
รูปที่ 1-2 ผลลัพธ์การผลิตของแต่ละโมเดล.....	2
รูปที่ 1-3 โมเดลของเซอร์กิตเบรกเกอร์.....	2
รูปที่ 1-4 ผลลัพธ์การผลิตของแต่ละรุ่นของโมเดลMEช่วงเดือน มกราคมถึงกรกฎาคมปี 2019	3
รูปที่ 1-5 ขั้นตอนกระบวนการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)	3
รูปที่ 1-6 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละสแตชันของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine) ช่วงเดือน มกราคมถึงกรกฎาคมปี 2019	4
รูปที่ 1-7 ปริมาณของแต่ละประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในสแตชันการจำลองจ่ายกระแส (Simulation station)ของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine).....	4
รูปที่ 1-8 ตารางเวลาการทำงาน	7
รูปที่ 2-1 โมเดลของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2	9
รูปที่ 2-2 ระดับกระแสและโวลต์ที่รองรับของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2แต่ละโมเดล	9
รูปที่ 2-3 ลักษณะตัวเปิด/ปิดของGV2	10
รูปที่ 2-4 ลักษณะฝาครอบของGV2.....	10
รูปที่ 2-5 ลักษณะกรอบฐานของGV2.....	11
รูปที่ 2-6 ชิ้นส่วนภายในของGV2.....	11
รูปที่ 2-7 ฟังก์ชันการทำงานของการตัดวงจรโอเวอร์โวลต์.....	12
รูปที่ 2-8 เลเซอร์มาร์กที่ฝาครอบ.....	12
รูปที่ 2-9 รูปส่วนประกอบของฝาครอบ	13
รูปที่ 2-10 รูปส่วนประกอบMid-enclosure	14
รูปที่ 2-11 รูปการประกอบMid-enclosure	14
รูปที่ 2-12 รูปส่วนประกอบ Mechanism	15
รูปที่ 2-13 รูปการประกอบ Mechanism.....	15
รูปที่ 2-14 รูปส่วนประกอบ Thermal-Magnetic Element.....	16

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ 2-15 รูปการประกอบ Thermal-Magnetic Element	16
รูปที่ 2-16 รูปการเคลื่อนที่ของแกนเหล็กในขดลวด	17
รูปที่ 2-17 รูปแบบการเคลื่อนที่คันโยก	17
รูปที่ 2-18 รูปแบบการทริปเมื่อไบเมทอลเบนตัว	17
รูปที่ 2-19 รูปการปรับตั้งชุดBRC.....	18
รูปที่ 2-20 รูปส่วนประกอบและการประกอบชุดกรอบฐาน.....	18
รูปที่ 2-21 รูปส่วนประกอบและการประกอบชุดMid-enclosureเข้ากับกรอบฐาน.....	19
รูปที่ 2-22 ตัวอย่างฉลากระบุคุณสมบัติ.....	20
รูปที่ 2-23 ลำดับการจ่ายกระแส.....	22
รูปที่ 2-24 ตัวอย่างการตั้งค่าพารามิเตอร์จ่ายกระแส.....	22
รูปที่ 2-25 พารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดตายตัว.....	23
รูปที่ 2-26 การจ่ายกระแสเพื่อทดสอบCiblage	23
รูปที่ 2-27 เกณฑ์การยอมรับผลของการทดสอบCiblage.....	24
รูปที่ 2-28 EcoStruxure Platform.....	25
รูปที่ 2-29 Datasheet IoT-Edge Box.....	25
รูปที่ 2-30 Flow and Node of Node-Red	26
รูปที่ 3-1 ผังงานลำดับการทำงาน	29
รูปที่ 3-2 ลำดับการประกอบและชิ้นส่วนของเซอร์กิตเบรกเกอร์ GV2 ในส่วนของไลน์การประกอบย่อย	30
รูปที่ 3-3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ	31
รูปที่ 3-4 ลำดับขั้นตอนการหามุมปรับตั้งตัดกระแสต่ำของเครื่องจักรอัตโนมัติ.....	32
รูปที่ 3-5 ลำดับขั้นตอนการหามุมปรับตั้งตัดกระแสสูงของเครื่องจักรอัตโนมัติ.....	33
รูปที่ 3-6 โครงสร้างการสื่อสารของการเก็บฐานข้อมูลระหว่าง PLC และ Edge box.....	34
รูปที่ 3-7 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ Edge box.....	35
รูปที่ 3-8 ตำแหน่งข้อมูลที่ใช้ในการบันทึกค่าพารามิเตอร์ดูผ่านโปรแกรม PL7pro.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ 3-9 โฟลวการดึงข้อมูลจาก PLC โดยบันทึกลงใน excel file	36
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกบันทึกก่อนส่งให้ทีมเขียนโปรแกรม.....	36
รูปที่ 3-11 Fishbone Diagram	37
รูปที่ 3-12 ค่าพารามิเตอร์เทคนิคจากการวิเคราะห์ของโปรแกรม Cancube.....	37
รูปที่ 3-13 ค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม Cancube.....	38
รูปที่ 3-14 ลำดับกระบวนการที่ส่งผลต่อตำแหน่งไบเมทอล	39
รูปที่ 3-15 ตำแหน่งที่ทำการวัดระยะ 5.5+/-0.4	39
รูปที่ 3-16 ตารางบันทึกผลการวัดค่าการเบน 5.5+/-0.4	40
รูปที่ 3-17 ข้อมูลการกระจายตัวของตำแหน่งไบเมทอลโพลทั้ง 3 โพล.....	42
รูปที่ 3-18 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักร	43
รูปที่ 3-19 Fitted Line Plot bimetal position pole 1-3.....	46
รูปที่ 3-20 Histogram data compare Bimetal position pole 1-3	50
รูปที่ 3-21 Tableau monitoring	54
รูปที่ 4-1 กราฟแท่งแสดงผลลัพธ์การผลิตจากการควบคุมตำแหน่งเลเซอร์ไบเมทอล	58
รูปที่ 4-2 แผนภูมิภาพรวมยอดการผลิตและผลลัพธ์ของการผลิตในแต่ละเดือน	58
รูปที่ 4-3 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์งานเสียBRC MINI<ตามยอดรายเดือน	59
รูปที่ 4-4 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์งานเสียBRC MINI>>ตามยอดรายเดือน.....	59
รูปที่ 4-5 ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลโพลที่1ถึง3หลักจากการใช้การควบคุม	61

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3-1	ผลบันทึกค่าตำแหน่งไบเมทอล	44
ตารางที่ 3-2	ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียหลังทดลองควบคุมการเลเซอร์	48
ตารางที่ 3-3	ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่ 1	51
ตารางที่ 3-4	ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่ 2	52
ตารางที่ 3-5	ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่ 3	53
ตารางที่ 4-1	ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่1	55
ตารางที่ 4-2	ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่2	56
ตารางที่ 4-3	ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่3	57



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ X องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

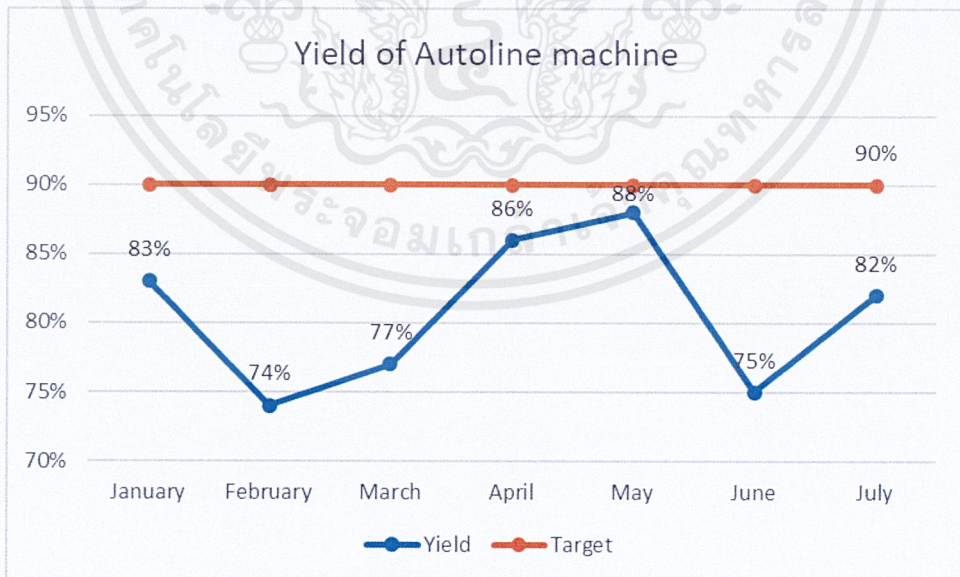
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงงานชไนเดอร์ อิเล็กทริก ประเทศไทยที่บางปูเป็นโรงงานผลิตอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าแรงดันต่ำและแรงดันกลาง รวมถึงตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตและตู้โหลดเซนเตอร์ ที่มีคุณภาพมาตรฐานระดับโลก สำหรับลูกค้าภายในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งยังจัดหาโซลูชันดิจิทัลด้านพลังงานและระบบอัตโนมัติเพื่อประสิทธิภาพและความยั่งยืน ให้ได้ใช้พลังงานและทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าที่สุด เพื่อให้มั่นใจว่าทุกชีวิตได้ใช้ไฟฟ้าในทุกที่และทุกสถานการณ์

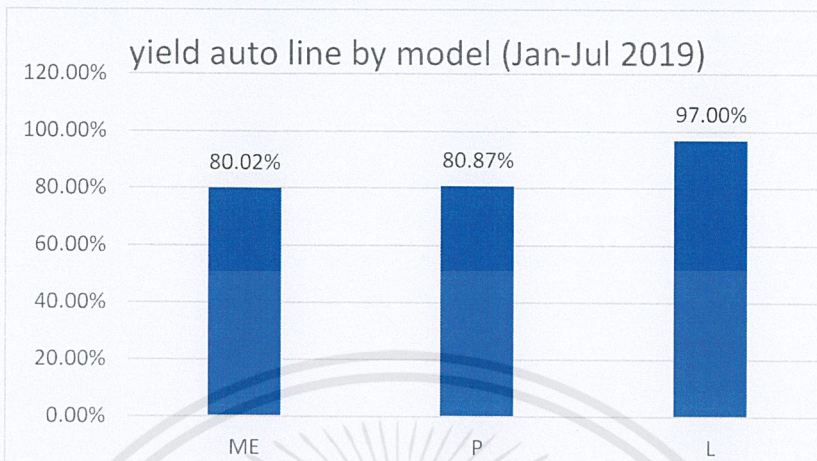
นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในฝ่ายวิศวกรประกันคุณภาพซึ่งมีหน้าที่ในการดูแลและปรับปรุงคุณภาพของระบบการผลิตและตัวผลิตภัณฑ์ โดยได้รับมอบหมายศึกษาและค้นหาแนวทางการนำระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ในการกำหนดควบคุมเครื่องจักรสำหรับการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยจะทำงานร่วมกับทีมซึ่งเป็นคนเขียนโปรแกรม ส่วนตัวนักศึกษานั้นจะเป็นผู้นำข้อมูลจากเครื่องจักรเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ให้โปรแกรม และหากการทดลองใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมมาใช้งานจริงกับเครื่องจักรเพื่อดูผลลัพธ์ว่าโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นมามีอัลกอริทึมการวิเคราะห์ถูกต้องหรือไม่ อีกทั้งนักศึกษายังได้รับหน้าที่มอบหมายในการสร้างวิธีการตรวจสอบคุณภาพการผลิตของเครื่องจักรแบบเรียลไทม์

นักศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบกระบวนการผลิตและส่วนประกอบของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ชนิดมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ GV2 ปัญหาที่พบคือคุณภาพระบบกระบวนการผลิตของเครื่องจักรมีผลลัพธ์ในการผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด



รูปที่ 1-1 ผลลัพธ์การผลิตที่ค่าต่ำกว่าเป้าหมาย

จากรูปแสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตการผลิตของเครื่องจักรซึ่งคิดจากจำนวนงานที่ผลิตด้วยจำนวนงานที่ผลิตทั้งหมดบ่งบอกว่าผลผลิตการผลิตมีค่าต่ำกว่าเป้าหมาย เมื่อแยกข้อมูลตามโมเดลของผลิตภัณฑ์ทำให้พบว่า มี 3 โมเดลที่เป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิต ซึ่งแต่ละโมเดลมีค่าผลผลิตในการผลิตที่แตกต่างกันออกไป

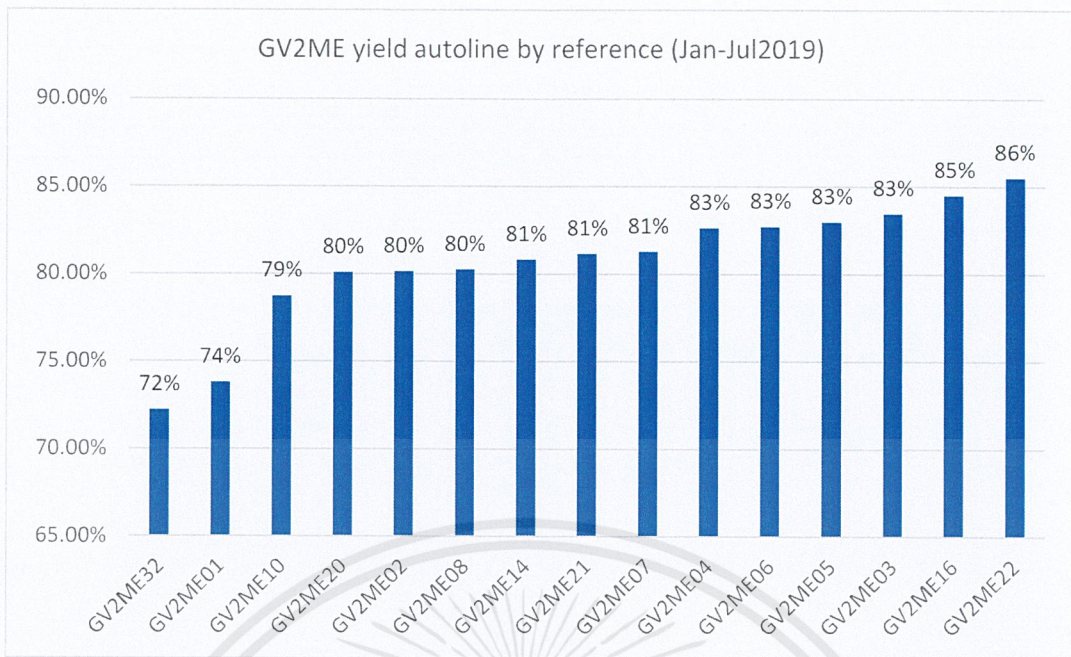


รูปที่ 1-2 ผลลัพธ์การผลิตของแต่ละโมเดล

จากรูปที่ 1-2 จะทำให้เห็นว่าโมเดล ME นั้นมีผลผลิตในการผลิตต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับโมเดลอื่น ๆ แต่ในความเป็นจริงประส่วนประกอบภายในของการตัดวงจรนั้นมีลักษณะที่เหมือนกัน เพียงแต่แตกต่างกันที่รูปร่างหน้าตาภายนอกที่เกี่ยวกับการเปิดและปิดของตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์ ยกเว้นโมเดล L จะไม่มีจุดปรับตั้งกระแส ทำให้มีผลผลิตการผลิตที่สูงกว่า

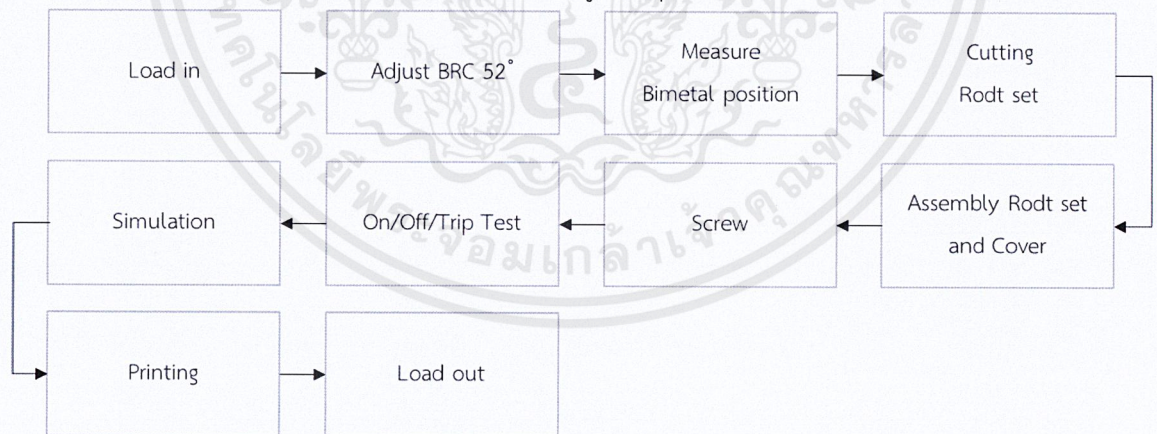


รูปที่ 1-3 โมเดลของเซอร์กิตเบรกเกอร์



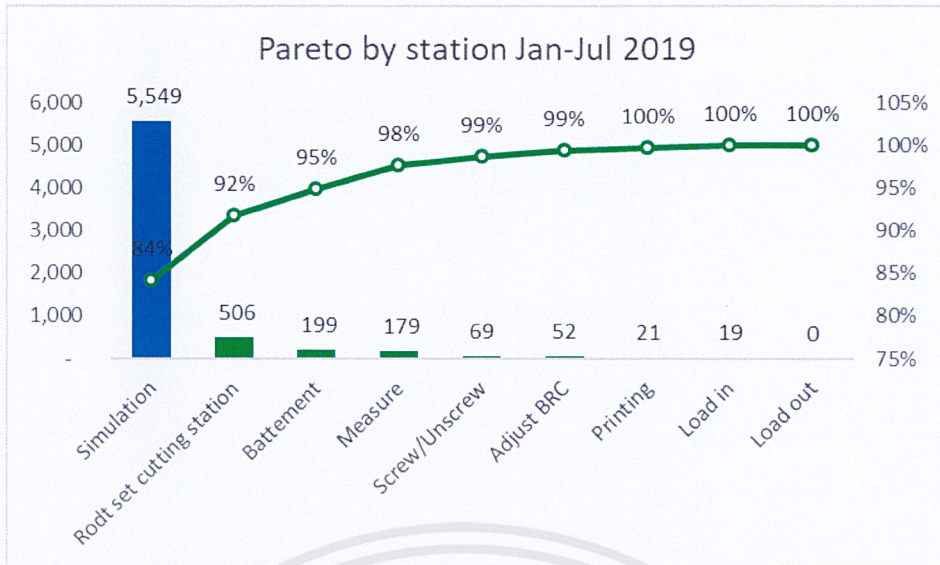
รูปที่ 1-4 ผลลัพธ์การผลิตของแต่ละรุ่นของโมเดลMEช่วงเดือน มกราคมถึงกรกฎาคมปี 2019

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โมเดลME พบว่ามีรุ่นทั้งหมด15รุ่น ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ GV2ME32 เป็นรุ่นที่มีผลลัพธ์ในการผลิตต่ำที่สุด ทำให้ส่งผลกระทบต่อภาพรวมของผลลัพธ์การผลิตทั้งหมดของเครื่องจักร อาจกล่าวได้ว่าถ้าหากเราสามารถปรับปรุงคุณภาพของรุ่นผลิตภัณฑ์นี้ได้จะทำให้ภาพรวมของผลลัพธ์การผลิตนั้นดีขึ้นมาได้ อีกทั้งยังสามารถใช้วิธีการปรับปรุงนำไปใช้กับรุ่นอื่นได้อีกด้วย เพราะกระบวนการผลิตรุ่นGV2ME32 นั้นมีความยากสูงกว่ารุ่นอื่น ๆ



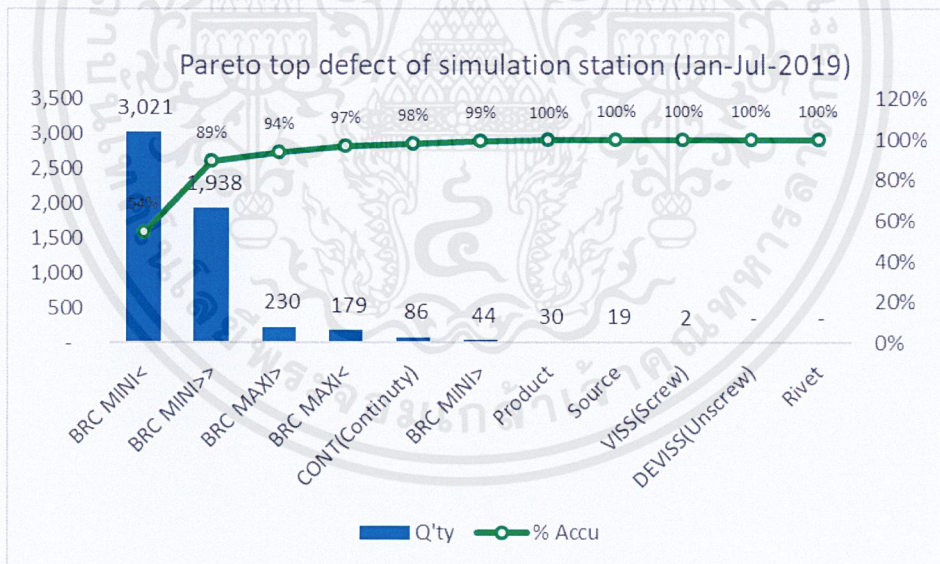
รูปที่ 1-5 ขั้นตอนกระบวนการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)

จากรูปแสดงถึงขั้นตอนกระบวนการทำงานของแต่ละสเตชันในเครื่องจักร แต่ละสเตชันจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไปและมีผลต่อค่าผลลัพธ์การผลิตเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านแต่ละสเตชันของเครื่องจักรจะมีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ทำให้เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นไม่อยู่ในคุณภาพที่กำหนดจะทำการคัดผลิตภัณฑ์ตัวนั้นออกโดยตัวผลิตภัณฑ์จะไม่ถูกกระทำต่อในสเตชันถัดไปจากสเตชันที่เกิดงานเสีย



รูปที่ 1-6 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละสเตชันของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine) ช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคมปี 2019

จากรูปแสดงให้เห็นจำนวนของงานเสียที่ถูกคัดออกในแต่ละสเตชันของเครื่องจักรจะสังเกตได้ว่าปริมาณของงานเสียกว่าร้อยละ 84 เกิดที่สเตชันการจำลองจ่ายกระแส (Simulation station) ซึ่งเป็นสเตชันในการจำลองจ่ายกระแสเพื่อหาจุดปรับตั้งชุดปรับกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์



รูปที่ 1-7 ปริมาณของแต่ละประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในสเตชันการจำลองจ่ายกระแส (Simulation station) ของเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)

จากภาพแสดงให้เห็นถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นที่ในสเตชันการจำลองจ่ายกระแส (Simulation station) ซึ่งเราสามารถเจาะจงลงไปได้ว่าปริมาณของเสียประเภท BRC MINI< และ BRC MINI>> ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การผลิตเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นร้อยละ 89 ของประเภทของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด

โดยแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิตของเครื่องจักรนั้นมีแนวทางการจากฝ่ายผลิตอยู่แล้วคือการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรเพื่อเป็นการชดเชยให้กับการผลิตแต่ละชุด ซึ่งจะมีสูตรในการปรับชดเชยพารามิเตอร์ ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาจากปัญหาจริงและการสอบถามถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาพบว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาคือการควบคุมให้งานแต่ละชุดมีค่าพารามิเตอร์ในการผลิตที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้การวิเคราะห์เพื่อหาจุดเหมาะสมของพารามิเตอร์มาควบคุมการผลิตแต่ละชุดเพื่อดูผลของการคำนวณว่ามีอัลกอริทึมที่ถูกต้องหรือไม่ และสามารถทำการควบคุมการผลิตตามผลการคำนวณได้หรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2

1.2.2 เพื่อออกแบบการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อประยุกต์ใช้กับระบบปัญญาประดิษฐ์

1.2.3 เพื่อเพิ่มผลผลิตการผลิตของเครื่องจักรอัตโนมัติในการผลิตรุ่นGV2ME32

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตการผลิตของเครื่องจักรอัตโนมัติที่ผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่น GV2ME32 โดยมีเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตจากเดิมที่มีผลผลิตภาพรวมช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคมอยู่ที่ร้อยละ72ให้มีภาพรวมผลผลิตการผลิตที่ร้อยละ79 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมCandube เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาออกแบบการควบคุมให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ซึ่งแบ่งได้เป็น การเก็บข้อมูลและศึกษาปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบการทดลอง การทดลองใช้งานจริง โดยส่วนการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการเก็บข้อมูลการค่าพารามิเตอร์การผลิตของแต่ละชุดการผลิตเพื่อส่งให้ทีมเขียนโปรแกรม การวิเคราะห์ข้อมูลจะเริ่มทำการวิเคราะห์ว่าสามารถนำผลจากโปรแกรมมาใช้อย่างไรกับกระบวนการจริง การออกแบบการทดลองเพื่อดูผลว่าสามารถเพิ่มผลผลิตการผลิตได้จริง การทดลองใช้งานจริงเพื่อยืนยันผลว่าสามารถใช้วิธีจากการทดลองใช้ได้จริง การใช้งานจริงเพื่อเพิ่มผลผลิตการผลิตของเครื่องจักรและตรวจสอบปัญหาเพิ่มเติม

การเก็บข้อมูลเริ่มจากการดึงข้อมูลจากเครื่องจักรโดยทำการบันทึกข้อมูลที่บ่งบอกว่างานชิ้นนั้นเป็นงานดีหรือการเสียและค่าพารามิเตอร์ที่ถูกปรับตั้งและพารามิเตอร์ที่เป็นการกระทำของเครื่องจักรกระทำต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (IoT Box) ต่อเข้ากับโปรแกรมเมเบิลโลจิกส์คอนโทรลเลอร์ (PLC) และใช้โปรแกรมNode-redในการติดต่อสื่อสารเพื่อเก็บข้อมูล ในช่วงของเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 2019 แล้วจึงนำเสนอให้กับทีมเขียนโปรแกรม หลังจากทีมเขียนโปรแกรมส่งผลของการวิเคราะห์จึงได้เริ่มการวิเคราะห์ว่าสามารถใช้พารามิเตอร์ตัวใดบ้างมาทำการควบคุม โดยเลือกค่าความผลกระทบบต่อค่าผลผลิตการผลิตว่าค่าใดที่ส่งผลกระทบสูงสุดและค่าที่สามารถใช้ในการควบคุมได้จริง การออกแบบการทดลองเพื่อหาการควบคุมโดยการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตว่าค่าพารามิเตอร์นั้นได้มาอย่างไรและมีกระบวนการใดบ้างที่ส่งผลให้เกิดค่าพารามิเตอร์นั้น จึงได้เริ่มการทดลองควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม เมื่อได้ผลผลิตการผลิตที่เพิ่มขึ้นจึงได้เริ่มการทดลองใช้งานจริงเพื่อยืนยันว่าการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ5องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตจริงและเพิ่มผลลัพท์การผลิตได้จริงเมื่อทำการผลิตในจำนวนการที่มากขึ้น

โดยการดำเนินงานวิจัยนี้ออกแบบจากการสอบถามและเรียนรู้ระบบการทำงานของบริษัท ซึ่งจะออกแบบในพื้นฐานของระบบเดิมและพัฒนาปรับปรุงเพิ่มขึ้นตามความเหมาะสมของแต่ละกระบวนการซึ่งได้ทำการวัดผลออกมาในเชิงของผลลัพท์การผลิต และความเสถียรของกระบวนการจะทำการวัดออกมาในเชิงของค่าเฉลี่ยและการกระจายตัวของพารามิเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 6 องค์อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน	สภากิจศึกษา																			
	ส.ค.-62					ก.ย.-62					ต.ค.-62					พ.ย.-62				
	1	2	3	4		1	2	3	4	5	1	2	3	4		1	2	3	4	
1.เรียนรู้ระบบกระบวนการผลิต																				
2.เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต ส่งต่อให้ทีมเขียนโปรแกรม																				
3.วิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์และการนำไปใช้																				
4.ออกแบบการทดลองการใช้งานพารามิเตอร์																				
5.การทดลองใช้งานจริง																				
6.สรุปผล																				
7.ทำแสดงผลลัพธ์การผลิตแบบเรียลไทม์																				

รูปที่ 1-8 ตารางเวลาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 7 องค์อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะบริษัทจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32
2. สามารถออกแบบการควบคุมการผลิตเพื่อประยุกต์ใช้กับระบบปัญญาประดิษฐ์
3. สามารถทำระบบตรวจสอบผลลัพธ์การผลิตแบบเรียลไทม์ได้

1.5.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะนักศึกษาจะได้รับ

1. เรียนรู้ระบบการทำงานจริงของกระบวนการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์
2. เรียนรู้ระบบการทำงานของเครื่องจักรและการออกแบบ
3. เรียนรู้การออกแบบและทดลองการควบคุมกระบวนการผลิต



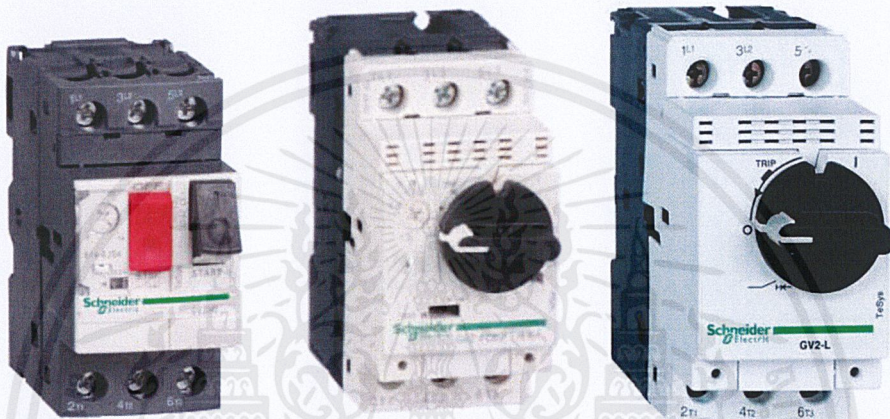
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2

เซอร์กิตเบรกเกอร์ คือ อุปกรณ์สวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากโอเวอร์โหลดหรือลัดวงจรโดยพื้นฐานการทำงานคือตรวจจับความผิดปกติ และทำการตัดขบวนการเชื่อมต่อระหว่างวงจรทันทีเพื่อปิดกั้นการไหลของกระแส

GV2 คือ อุปกรณ์ป้องกันที่ถูกเรียกว่ามอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ใช้เพื่อป้องกันมอเตอร์จากโอเวอร์โหลดและการลัดวงจร



ก.) GV2ME

ข.) GV2P

ค.) GV2L

รูปที่ 2-1 โมเดลของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2

GV2- ME / GV2-P				
No	Model	Rated 3 Phase Motor (380 VAC)		Current Overload Adjustable Range (A)
		kWatt	HP	
1	GV2-ME/P01	0.02	0.027	0.10 - 0.16
2	GV2-ME/P02	0.04	0.055	0.16 - 0.25
3	GV2-ME/P03	0.06	0.08	0.25 - 0.40
4	GV2-ME/P04	0.12	0.17	0.40 - 0.63
5	GV2-ME/P05	0.18	0.25	0.63 - 1.00
6	GV2-ME/P06	0.37	0.5	1.00 - 1.60
7	GV2-ME/P07	0.75	1	1.60 - 2.50
8	GV2-ME/P08	1.5	2	2.50 - 4.00
9	GV2-ME/P10	2.2	3	4.00 - 6.30
10	GV2-ME/P14	4	5.5	6.00 - 10.00
11	GV2-ME/P16	5.5	7.5	9.00 - 14.00
12	GV2-ME/P20	7.5	10	13.00 - 18.00
13	GV2-ME/P21	9	12	17.00 - 23.00
14	GV2-ME/P22	11	15	20.00 - 25.00
15	GV2-ME/P32	15	20	24.00 - 32.00

GV2-L Model				
No	Model	Rated 3 Phase Motor (380 VAC)		Current Overload Adjustable Range (A)
		kWatt	HP	
1	GV2-L03	0.06	0.08	0.40
2	GV2-L04	0.12	0.17	0.63
3	GV2-L05	0.37	0.5	1
4	GV2-L06	0.55	0.75	1.6
5	GV2-L07	0.75	1	2.5
6	GV2-L08	1.5	2	4
7	GV2-L10	2.2	3	6.3
8	GV2-L14	4	5.5	10
9	GV2-L16	5.5	7.5	14
10	GV2-L20	7.5	10	18
11	GV2-L22	11	15	25
12	GV2-L32	15	20	32

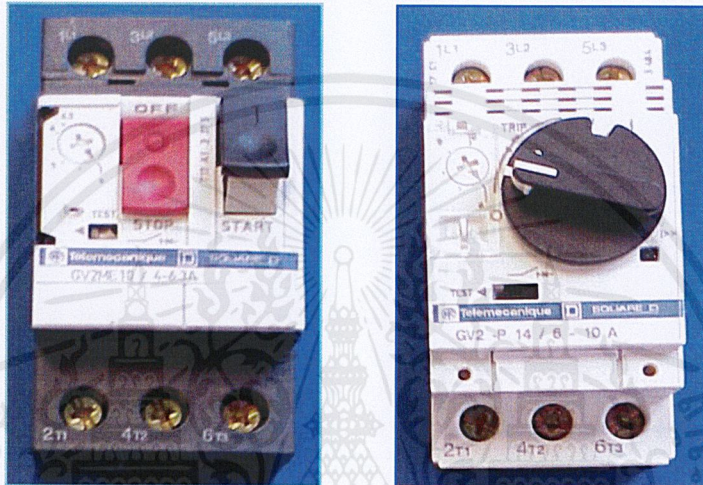
รูปที่ 2-2 ระดับกระแสและโหลดที่รองรับของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2แต่ละโมเดล

2.1.1 ความแตกต่างภายนอกของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละโมเดล

ความแตกต่างของแต่ละโมเดลของGV2ที่ผลิตในโรงงาน ซีไนเตอร์ (บางปู) ไทยแลนด์ สามารถสังเกตได้จาก
รูปลักษณะภายนอก

- 1.) ลักษณะของตัวเปิด/ปิด
- 2.) ฝาครอบ
- 3.) กรอบฐาน

รูปลักษณะของตัวเปิด/ปิด

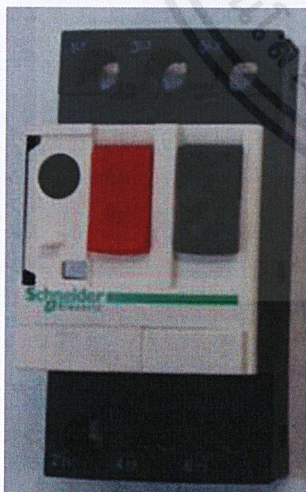


ก.) ปุ่มกด (GV2ME)

ข.) หมุน (GV2P&GV2L)

รูปที่ 2-3 ลักษณะตัวเปิด/ปิดของGV2

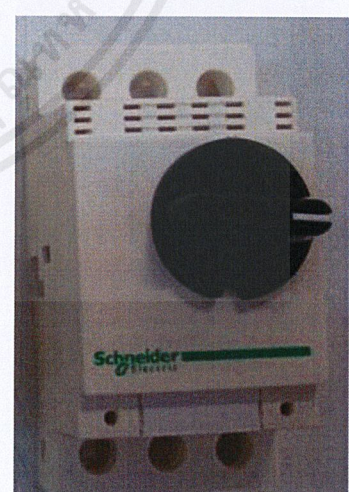
รูปลักษณะของฝาครอบ



ก.) GV2ME



ข.) GV2P

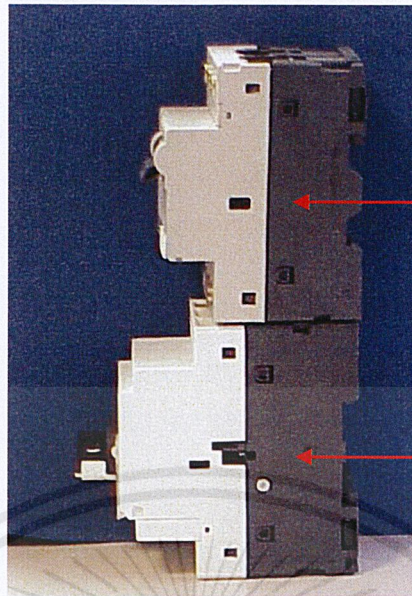


ค.) GV2L

รูปที่ 2-4 ลักษณะฝาครอบของGV2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปลักษณะของกรอบฐาน



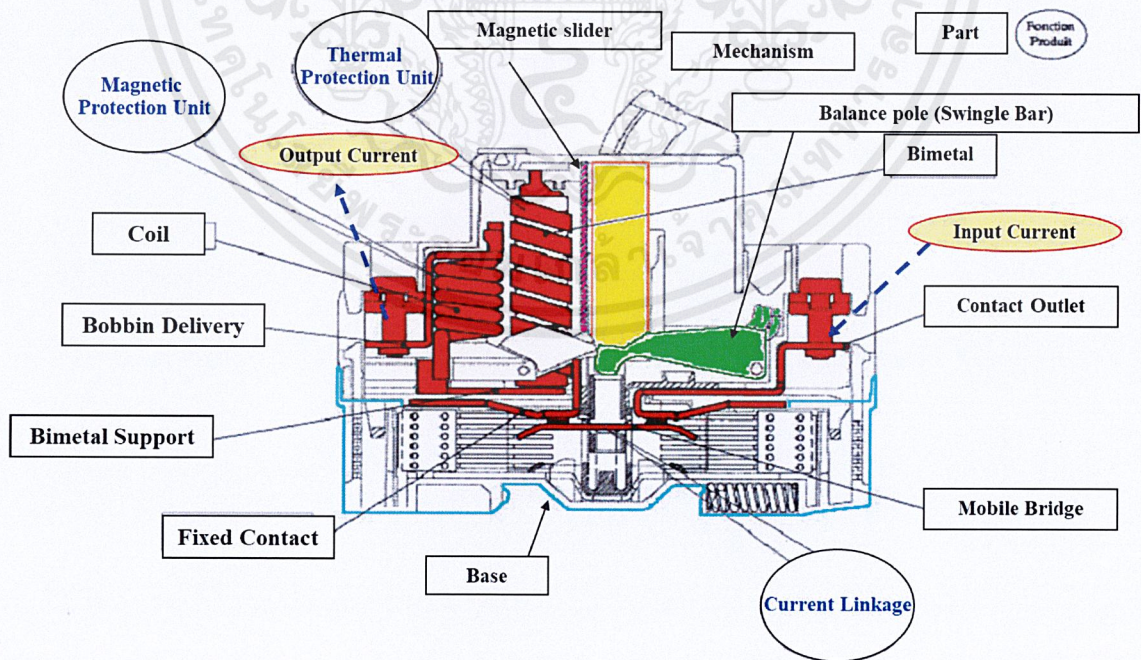
GV2ME

GV2P&L

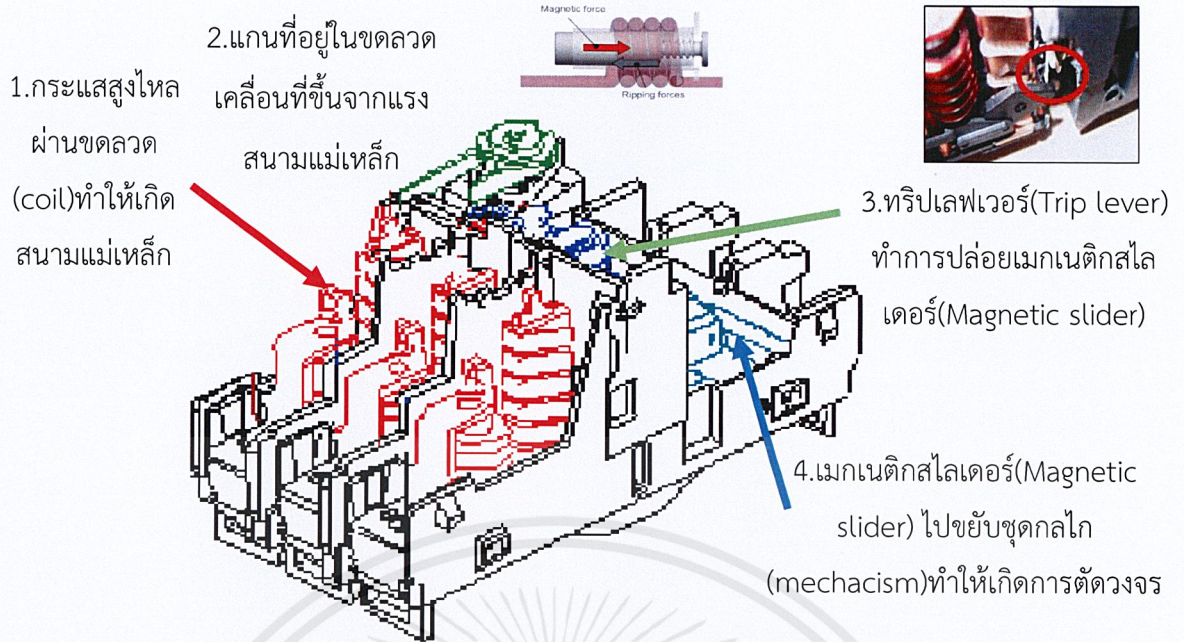
รูปที่ 2-5 ลักษณะกรอบฐานของGV2

Model	Handel	Short Circuit Indicator	Breaking Capacity
GV2ME	ปุ่มมือกด	ไม่มี	15kA
GV2P	มือหมุน	มี	50kA
GV2L	มือหมุน	ไม่มี	50kA

2.1.2 ชิ้นส่วนภายในของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2และหลักการทำงาน

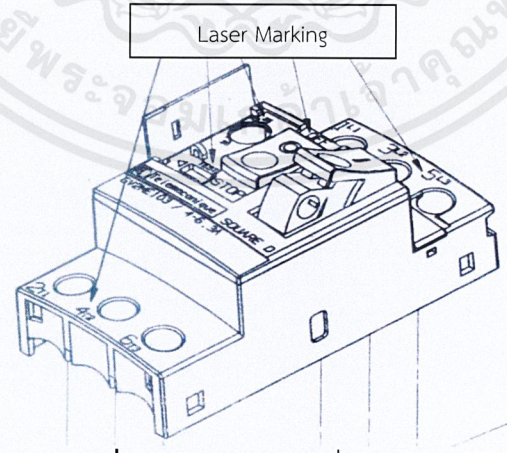


รูปที่ 2-6 ชิ้นส่วนภายในของGV2

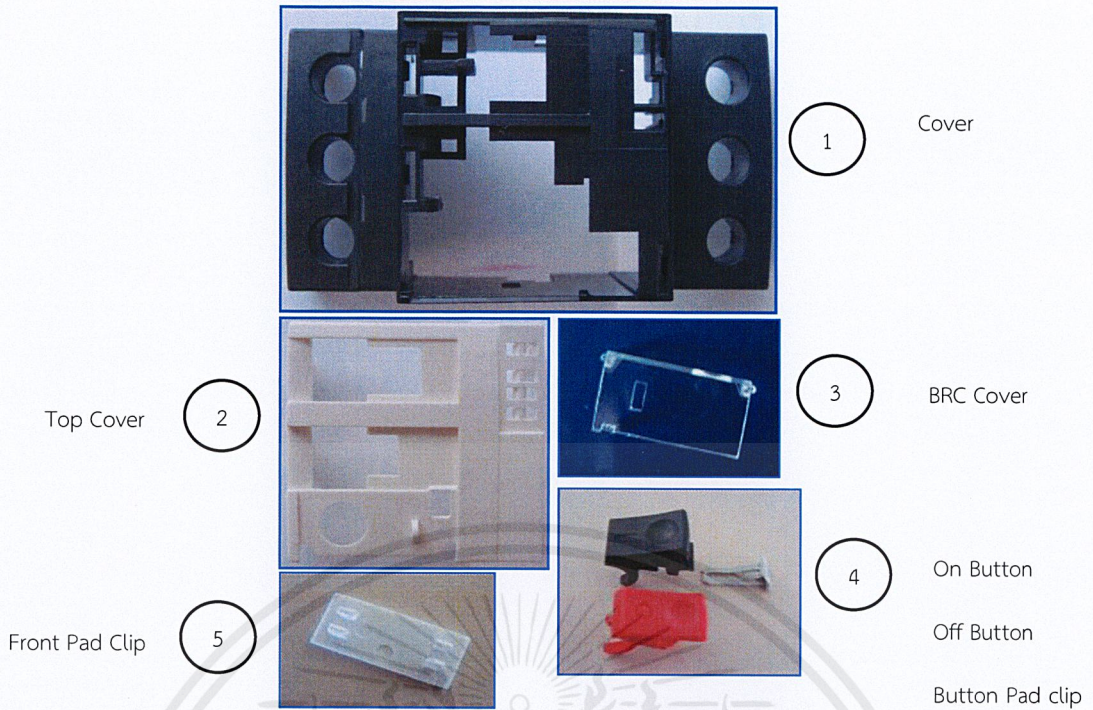


รูปที่ 2-7 ฟังก์ชันการทำงานของ การตัดวงจรโอเวอร์โวลต

ชุดประกอบฝาครอบ

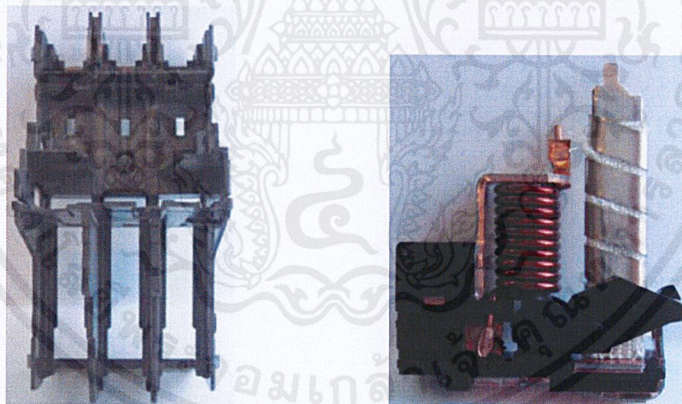


รูปที่ 2-8 เลเซอร์มาร์กที่ฝาครอบ



รูปที่ 2-9 รูปส่วนประกอบของฝาครอบ

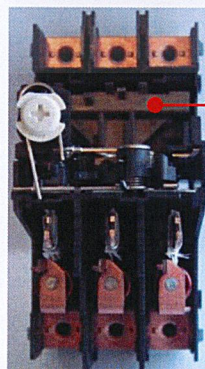
ชุดประกอบ Mid Enclosure



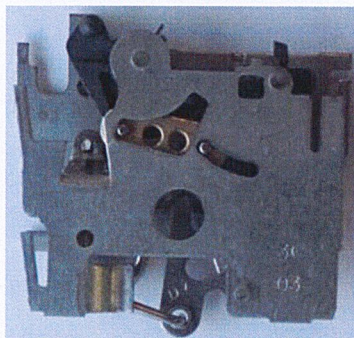
ก.) Mid-enclosure ข.) Thermal-magnetic Elements.



ค.) Contact outlet



ง.) Balance pole bar



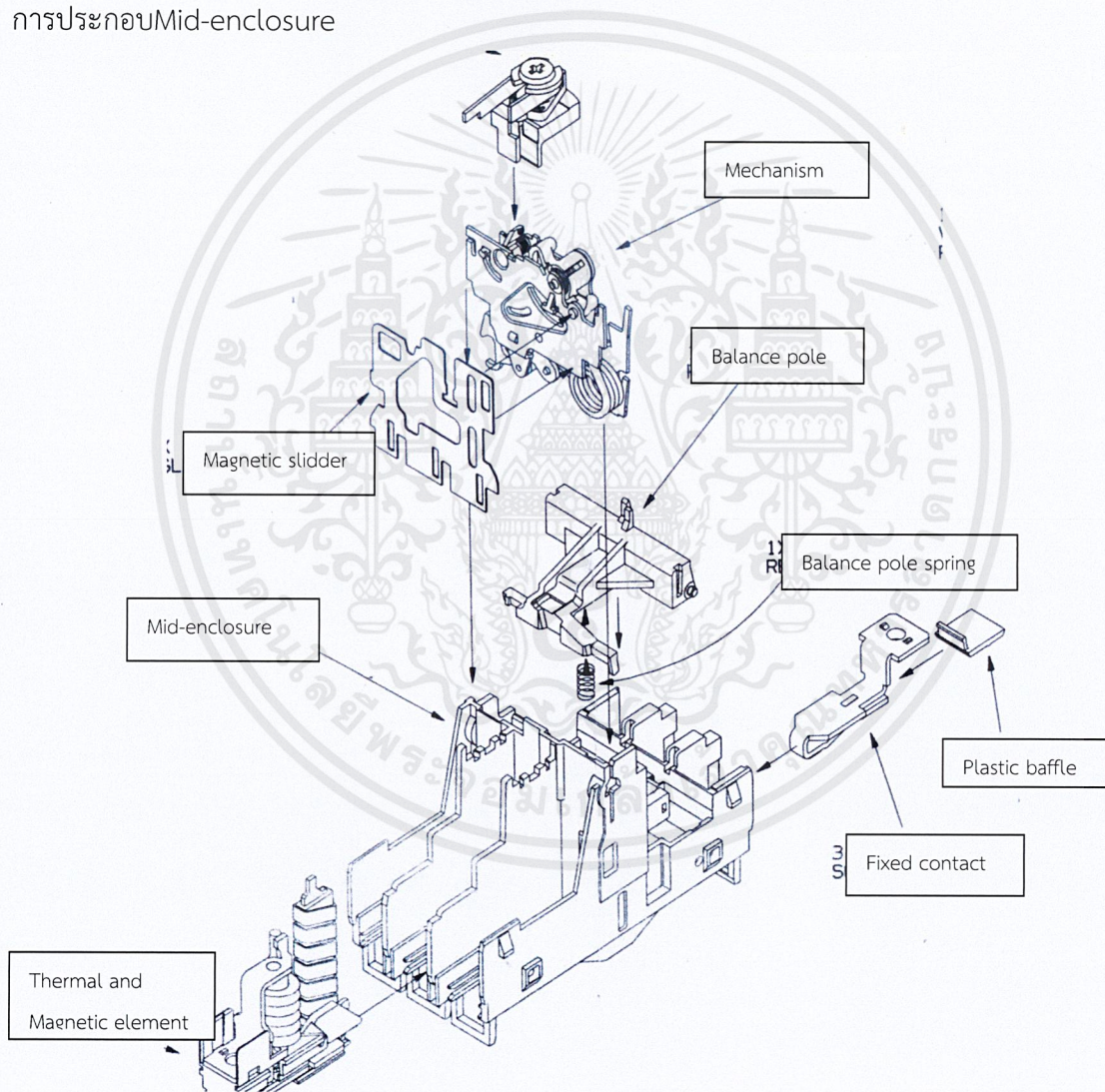
จ.) Mechanism



ฉ.) BRC

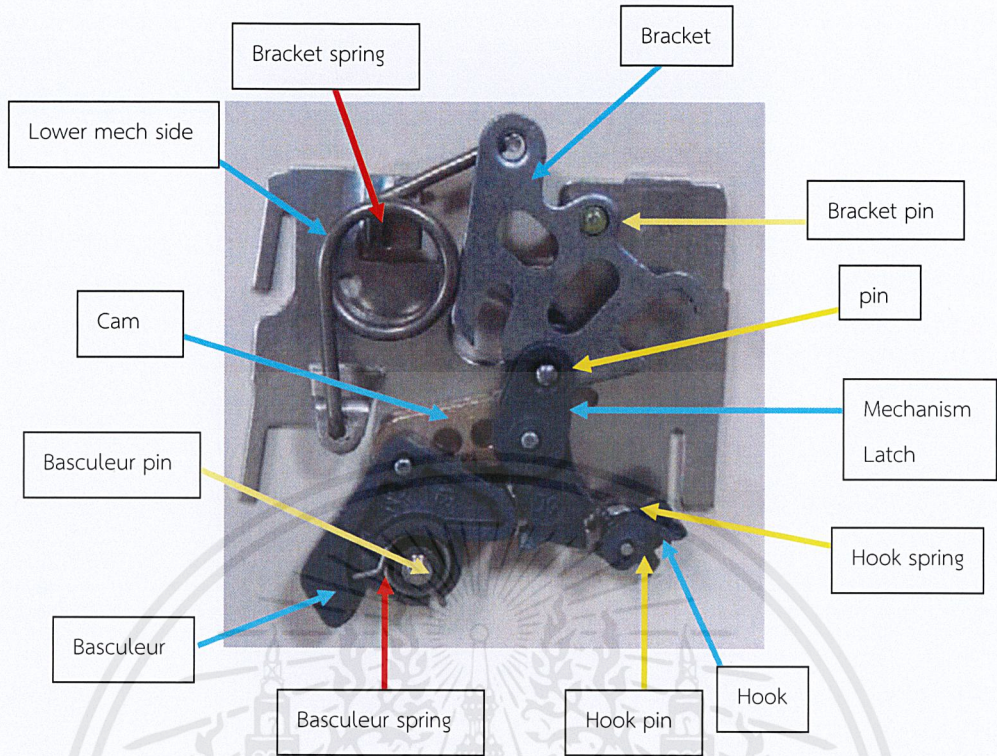
รูปที่ 2-10 รูปส่วนประกอบMid-enclosure

การประกอบMid-enclosure



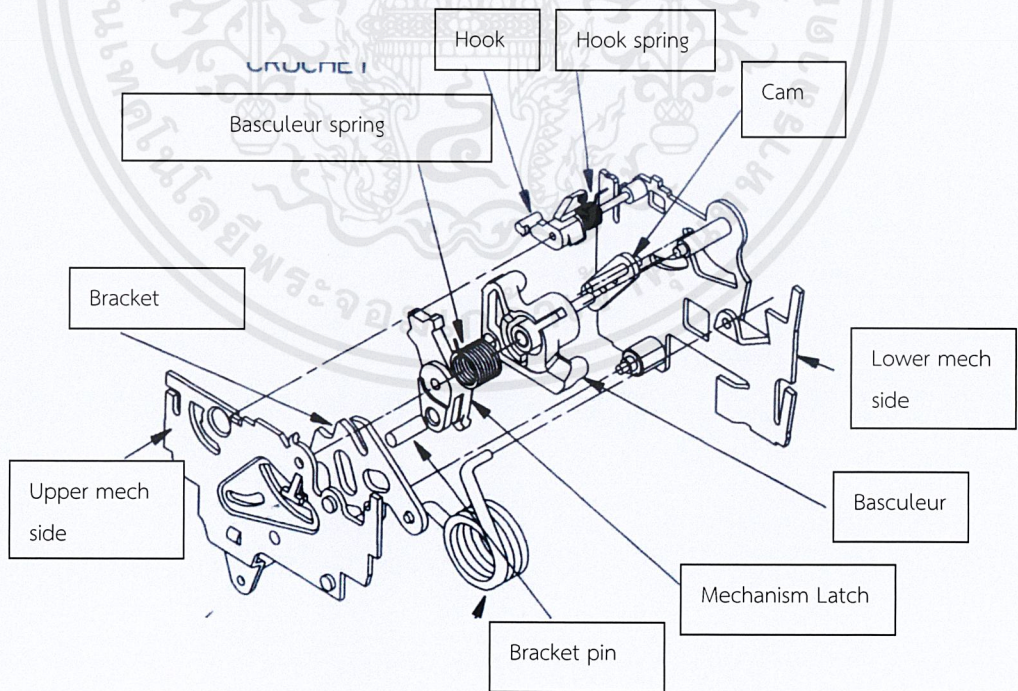
รูปที่ 2-11 รูปการประกอบMid-enclosure

ชุดประกอบ Mechanism



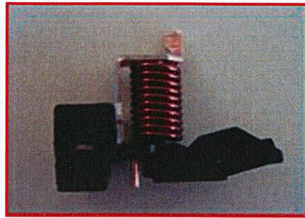
รูปที่ 2-12 รูปส่วนประกอบ Mechanism

การประกอบชุด Mechanism



รูปที่ 2-13 รูปการประกอบ Mechanism

ชุดประกอบ Thermal-Magnetic Element



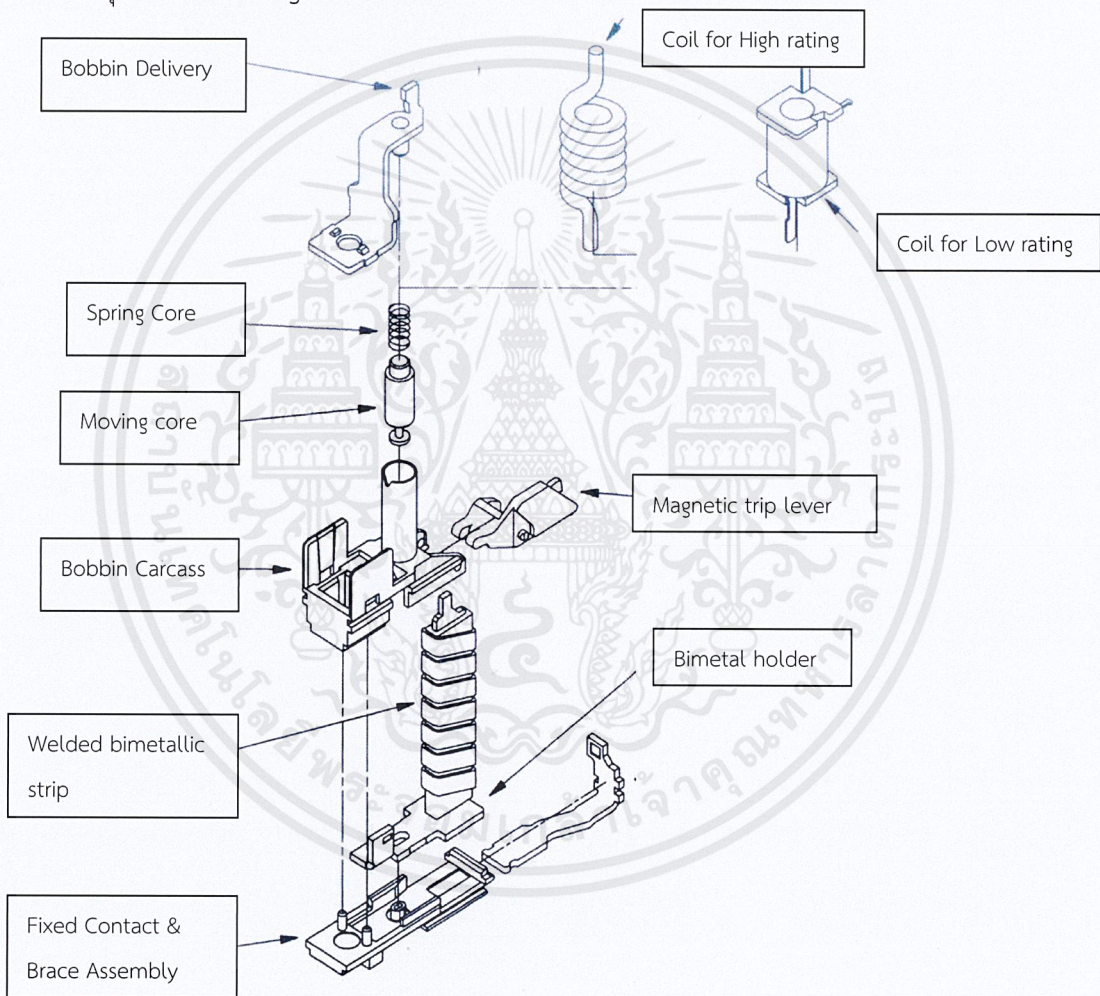
ก.) Magnetic Element



ข.) Thermal Element

รูปที่ 2-14 รูปส่วนประกอบ Thermal-Magnetic Element

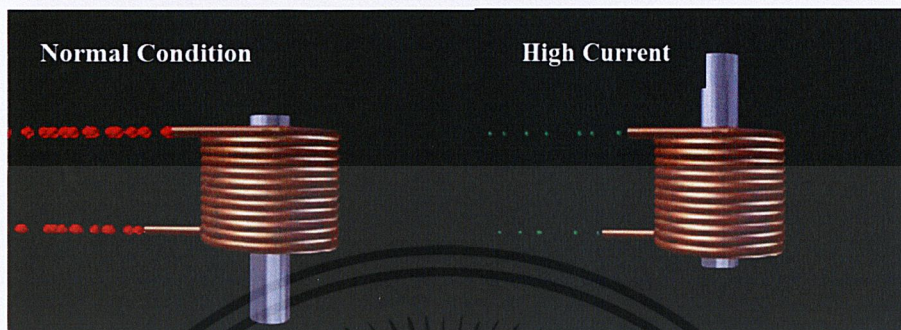
การประกอบชุด Thermal-Magnetic Element



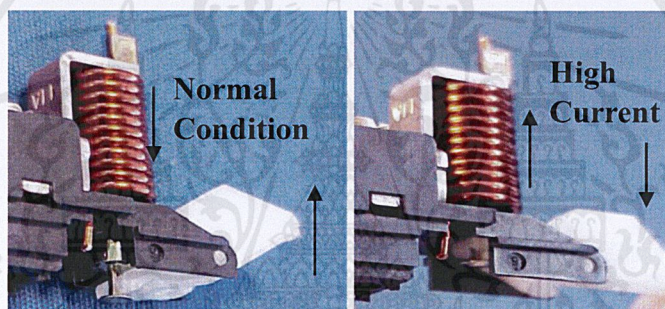
รูปที่ 2-15 รูปการประกอบ Thermal-Magnetic Element

หลักการทำงานของMagnetic element

เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กทำให้แกนแม่เหล็กที่อยู่ภายในขดลวดเคลื่อนที่จากแรงสนามแม่เหล็กไปยังด้านบนทำให้คานที่ต่ออยู่กับแกนเคลื่อนที่ไปขยับเมกเนติกสไลเดอร์ทำให้ชุดกลไก (Mechanism) เกิดการทริป



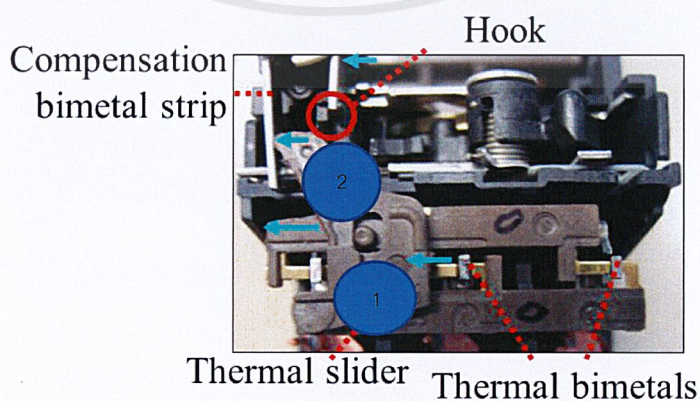
รูปที่ 2-16 รูปการณ์เคลื่อนที่ของแกนเหล็กในขดลวด



รูปที่ 2-17 รูปแบบการเคลื่อนที่คั่นโยก

หลักการทำงานของไบเมทอล

- 1.เมื่อมีกระแสไหลผ่านเพิ่มขึ้นทำให้เกิดความร้อนไบเมทอลจึงเบนตัวไปกระทบกับThermal slider
- 2.Thermal slider มีส่วนที่ประกบอยู่กับBimetal compensation strip เมื่อเกิดการเคลื่อนที่จะทำให้Bimetal compensation strip ปลดปล่อยให้Hookที่เกี่ยวข้องไว้หลุดแล้วMechanism จึงเกิดการทริป

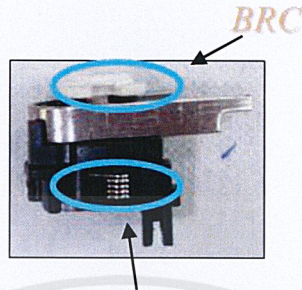


รูปที่ 2-18 รูปแบบการทริปเมื่อไบเมทอลเบนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและเที่ยงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compensation bimetal strip ยอมรับให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมอยู่ที่ระหว่าง -15 องศาเซลเซียส ถึง +55 องศาเซลเซียส

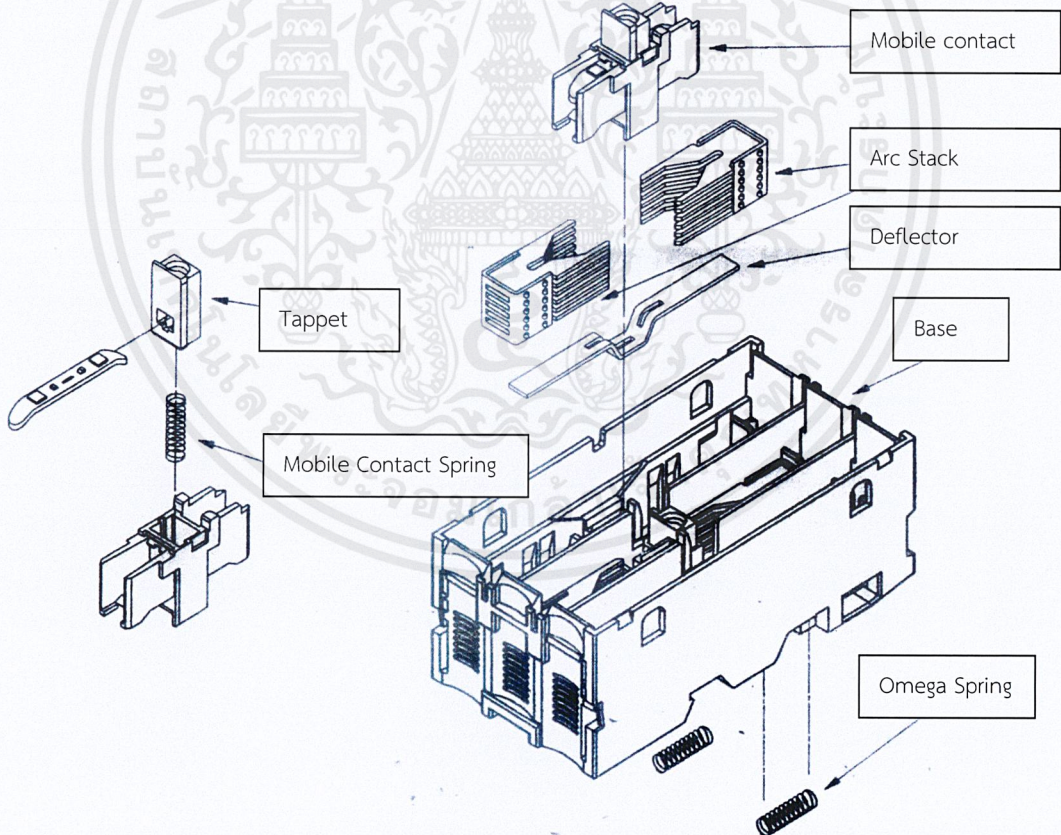
BRCเป็นส่วนปรับตั้งสำหรับผู้ใช้งานเมื่อต้องการปรับตั้งกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์โดยการปรับตั้งจุดเริ่มต้นของcompensation bimetal strip



Compensation spring

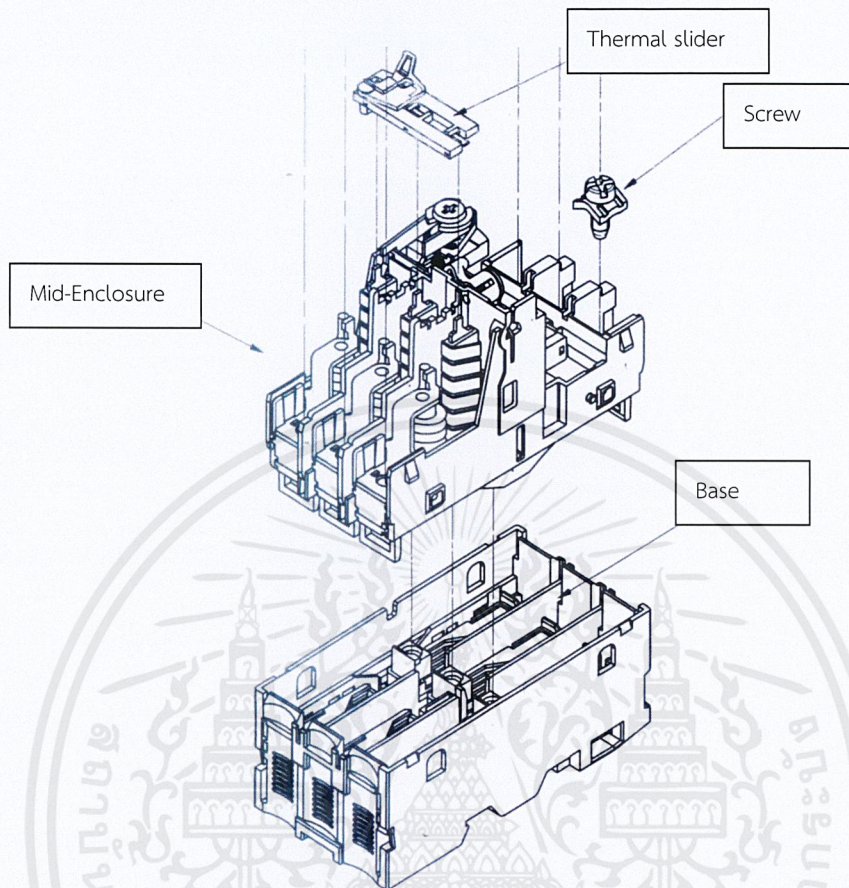
รูปที่ 2-19 รูปการณปรับตั้งชุดBRC

ส่วนประกอบและการประกอบชุดกรอบฐาน



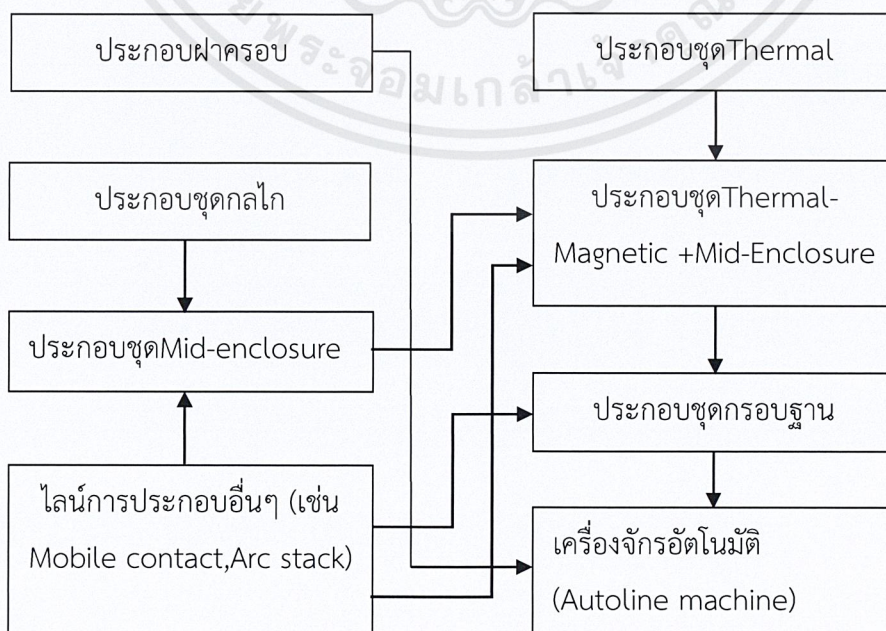
รูปที่ 2-20 รูปส่วนประกอบและการประกอบชุดกรอบฐาน

การประกอบชุดMid-Enclosure เข้ากับกรอบฐานและประกอบThermal slider และScrew



รูปที่ 2-21 รูปส่วนประกอบและการประกอบชุดMid-enclosureเข้ากับกรอบฐาน

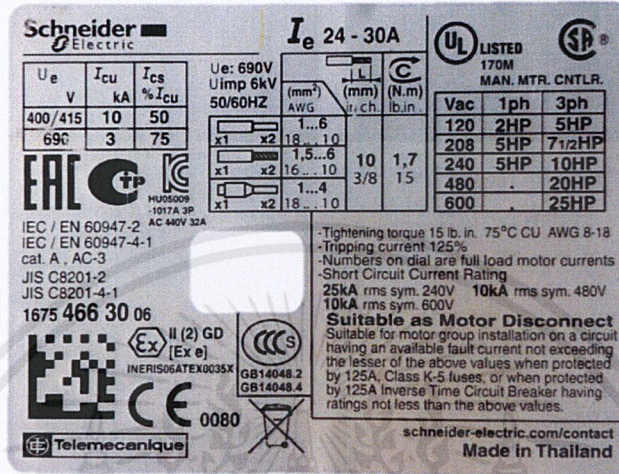
ภาพรวมขั้นตอนการประกอบมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับฉลากของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2

ฉลากระบุคุณสมบัติจะบ่งบอกถึงกระแสที่รองรับในการตัดวงจรและกระแสที่ทำให้เกิดการเสียหายของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ และบ่งบอกถึงมาตรฐานที่รองรับ และพิกัดมอเตอร์ที่ใช้งานร่วมกันด้วยได้ ขนาดของสายไฟและลักษณะที่สามารถทำการต่อเข้าด้วยกัน



รูปที่ 2-22 ตัวอย่างฉลากระบุคุณสมบัติ

I_{cu} (Rated ultimate short-circuit breaking capacity) หมายถึง ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ สามารถป้องกันหรือตัดวงจรได้สำเร็จ 2 ครั้งติดกัน โดย MPCB ไม่เสียหาย มีหน่วยเป็น (kA) r.m.s.

I_{cs} (Rated service breaking capacity) หมายถึง ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่ MPCB สามารถป้องกันหรือตัดวงจรได้สำเร็จ 3 ครั้งติดกัน โดย ที่ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ไม่เสียหาย โดยจะระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า I_{cu} เช่น 25, 50, 75 และ 100% อุปกรณ์ที่ดีควรมีค่า I_{cu} = I_{cs}

2.1.4 มาตรฐานที่มอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2รองรับ

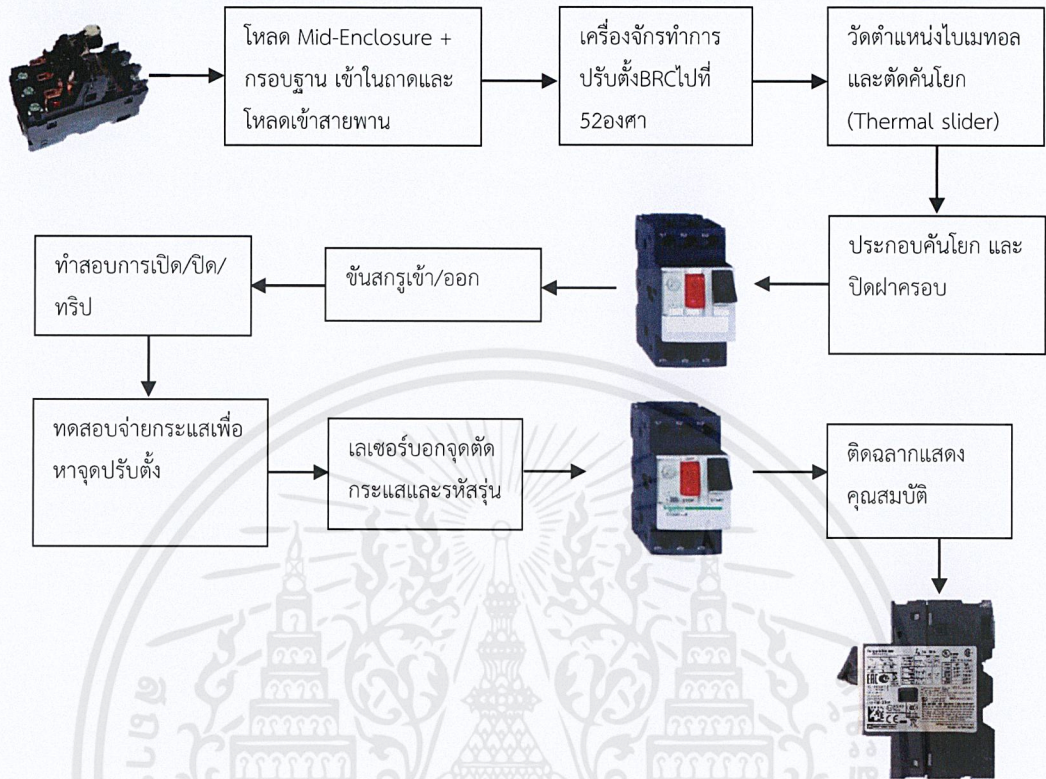
IEC /EN 60947-2 สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถปรับค่า I_c คือ ความสามารถในการตัดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกันได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ทำให้อุปกรณ์ป้องกันนั้นเสียหายหรือไหม้ลุกลามได้

IEC /EN 60947-4-1 เมื่อเกิดการลัดวงจร จำทำให้ไม่เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานและอุปกรณ์ข้างเคียง อุปกรณ์ทุกชนิดในชุดสตาร์ทมอเตอร์ ต้องไม่เกิดความเสียหายยกเว้นหน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ อาจมีการหลอมละลายติดกันได้เล็กน้อย แต่ก็แยกออกได้ อุปกรณ์ในชุดมอเตอร์สตาร์ทเตอร์ยังสามารถทำงานได้ต่อไปหลังจากเกิดการลัดวงจร และก่อนสตาร์ทครั้งต่อไปควรตรวจก่อนเล็กน้อย

2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)

2.2.1 เครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine)

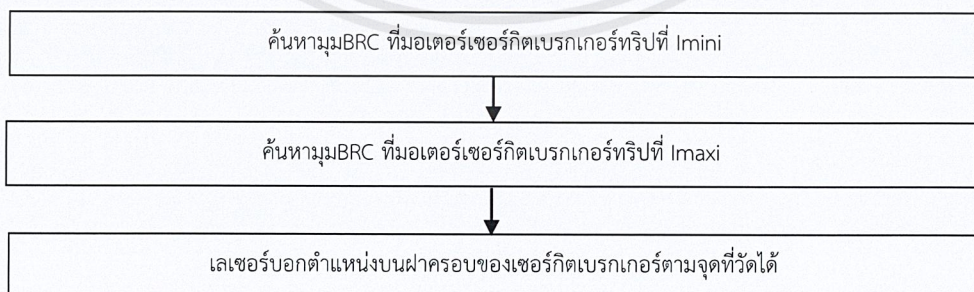
เป็นไลน์การประกอบมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2 โดยมีกระบวนการทำงานดังนี้



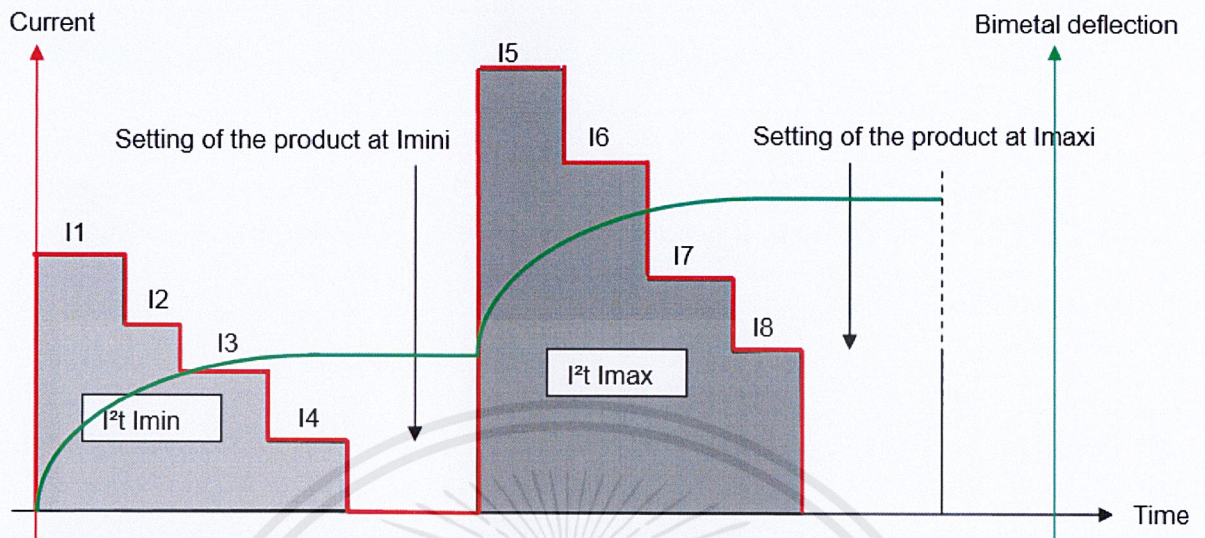
ในกรณีที่เกิดงานเสียในแต่ละกระบวนการงานชิ้นนั้นจะถูกคัดแยกออกแล้วจะมีกระบวนการคัดแยกโดยดูจากประเภทของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทำจากนั้นจึงนำไปกำจัดทิ้งหรือนำไปเข้าไปโพลด์เข้าเครื่องจักรใหม่ ถ้าหากเป็นอาการเสียบางประเภทซึ่งจะต้องรอให้ไบเมทอลเย็นตัวลงก่อนใช้เวลาประมาณ30นาที

2.2.2 หลักการจ่ายกระแสสำหรับการทดสอบของเครื่องจักรAutoline

มอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์GV2 ถูกตั้งที่กระแส Imini และ Imaxi โดยใช้การจ่ายกระแสระยะสั้นๆ โดยมีหลักการดังนี้



ลำดับการจ่ายกระแสให้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์



รูปที่ 2-23 ลำดับการจ่ายกระแส

การค้นหามุมหริบของมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกทำเมื่อใบเมทอลอยู่ในตำแหน่งที่คงที่ ระหว่าง2การทดสอบในเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวเดียวกันจะต้องใช้เวลาในการทำให้เย็นประมาณ30นาที (หรือ20นาทีต่ำที่สุด)

ตัวอย่างการตั้งค่าพารามิเตอร์

	GV2ME14 Imini = 6 A		Imaxi = 10 A			
	Coefficient	Courant	Temps	I²t		
Mini	K1	5,4	32,4 A	T1	6,0 s	6298,6 A²s
	K2	3,5	21,0 A	T2	2,0 s	882,0 A²s
	K3	2,5	15,0 A	T3	2,0 s	450,0 A²s
	K4	1	6,0 A	T4	4,5 s	162,0 A²s
		0	0,0 A	T5	8,0 s	0,0 A²s
maxi	K5	5,3	53,0 A	T6	3,5 s	9831,5 A²s
	K6	2,2	22,0 A	T7	3,0 s	1452,0 A²s
	K7	1,6	16,0 A	T8	3,0 s	768,0 A²s
	K8	1	10,0 A	T9	4,5 s	450,0 A²s
	0	0,0 A	T10	6,0 s	0,0 A²s	

$I^2t_{mini} = \min 1,2,3,4$	7792,6 A²s
$I^2t_{max} = \min 1,2,3,4 + \max 1,2,3,4$	20294,1 A²s

รูปที่ 2-24 ตัวอย่างการตั้งค่าพารามิเตอร์จ่ายกระแส

ช่วงเวลาในการจ่ายกระแสจะถูกกำหนดตายตัว พารามิเตอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้นั้นคือ

K1,K2,K3,K5,K6และK7

พารามิเตอร์จะรับรองการกระจายของI²t

-82% ของ I²t ในขั้นแรก

-12% ของ I²t ในขั้นที่สอง

-6% ของ I²t ในขั้นที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดตายตัว

Rating	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
01	4,0 s	2,0 s	4,0 s	1,0 s	7,0 s	2,0 s	3,5 s	3,5 s	1,0 s	6,0 s
02	2,5 s	3,0 s	4,0 s	1,0 s	7,0 s	2,5 s	2,5 s	2,0 s	1,0 s	6,0 s
03	4,5 s	3,0 s	2,5 s	1,0 s	8,0 s	2,5 s	3,0 s	3,0 s	1,0 s	6,0 s
04	4,5 s	3,0 s	3,0 s	5,0 s	7,0 s	3,5 s	2,0 s	2,0 s	7,0 s	6,0 s
05	6,0 s	3,0 s	3,0 s	5,0 s	7,0 s	4,0 s	2,0 s	2,0 s	5,0 s	6,0 s
06	4,0 s	4,0 s	4,0 s	3,2 s	7,0 s	2,7 s	3,0 s	3,0 s	3,1 s	6,0 s
07	4,0 s	4,0 s	3,0 s	4,0 s	7,0 s	4,0 s	2,0 s	2,0 s	4,0 s	6,0 s
08	4,0 s	4,0 s	3,0 s	4,5 s	7,0 s	3,5 s	2,0 s	2,0 s	7,0 s	6,0 s
10	5,0 s	2,8 s	2,6 s	5,0 s	8,0 s	2,5 s	1,9 s	1,9 s	4,3 s	6,0 s
14	6,0 s	2,0 s	2,0 s	4,5 s	8,0 s	3,5 s	3,0 s	3,0 s	4,5 s	6,0 s
16	5,0 s	3,0 s	2,0 s	4,0 s	8,0 s	4,0 s	2,0 s	2,0 s	4,0 s	6,0 s
20	4,0 s	4,0 s	3,0 s	5,0 s	8,0 s	4,0 s	2,0 s	2,0 s	6,0 s	6,0 s
21	4,0 s	2,1 s	2,5 s	5,0 s	8,0 s	3,0 s	2,4 s	2,3 s	7,0 s	6,0 s
22	6,0 s	3,0 s	2,0 s	3,0 s	8,0 s	4,0 s	1,5 s	1,5 s	5,0 s	6,0 s
32	8,5 s	2,6 s	2,6 s	5,0 s	8,0 s	6,0 s	1,5 s	1,5 s	5,0 s	6,0 s

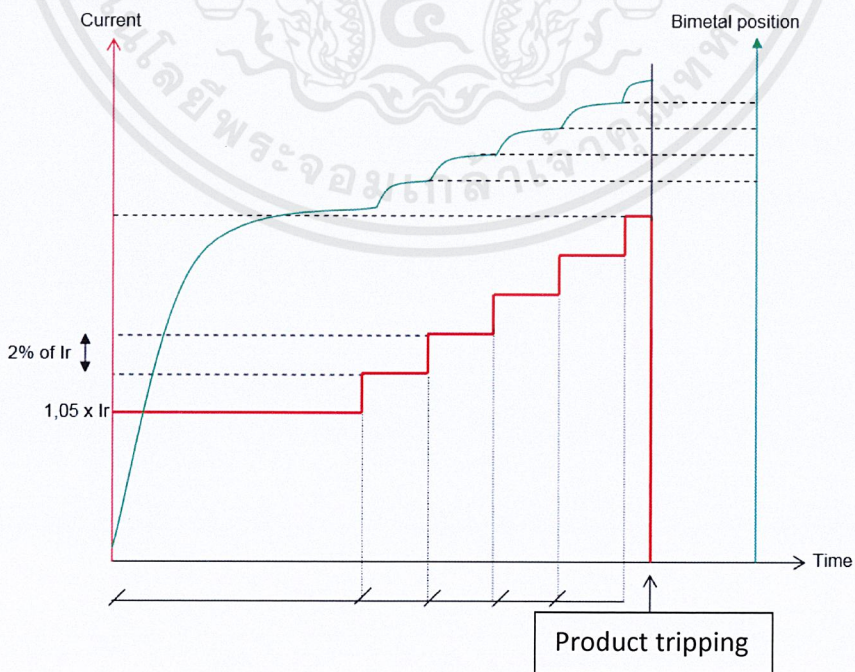
รูปที่ 2-25 พารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดตายตัว

2.3 การทดสอบการทริปแบบใช้เวลานาน (Ciblage test)

จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อวัดผลระดับการทริปของแต่ละเซอร์กิตเบรกเกอร์ เพื่อช่วยในการยืนยันสำหรับการใช้พารามิเตอร์ที่จะปรับตั้งในการผลิตจริง โดยการทดสอบจะใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ 12 ตัวสำหรับจุด Imini (โดยปรับตั้งจุดแบบอัตโนมัติจากเครื่องจักร) และเซอร์กิตเบรกเกอร์ 12 ตัวสำหรับจุด Imaxi (โดยปรับตั้งจุดแบบแมนนวล)

2.3.1 การทดสอบ Ciblage

หลังจากการรักษาเสถียรภาพโดยการจ่ายกระแสที่ $1.05 \times I_r$ พิกัดกระแส จะเพื่อระดับของกระแสขึ้นอีก 2% ทุกๆ 3 นาทีจนกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเกิดการทริป



รูปที่ 2-26 การจ่ายกระแสเพื่อทดสอบ Ciblage

2.3.2 เกณฑ์การยอมรับผลการทดสอบCiblage

ขึ้นอยู่กับผลการทดสอบCiblage (ค่ามัธยฐานและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน),และรวมกับเกณฑ์ตามต่อไปนี้

-95% ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปอยู่ในช่วง [1.08-1.31]

-ไม่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปในช่วงต่ำกว่า 1.05

-ไม่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปในช่วงสูงกว่า 1.35

-ต้องอยู่ในช่วงตามมาตรฐานIEC 60947-4-1 [1.05-1.20] สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่ทดสอบ

		Standard deviation																		
		0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060								
Median	1,08																			
	1,09																			
	1,1	98																		
	1,11	100	98																	
	1,12	100	100																	
	1,13	100	100	99																
	1,14	100	100	100																
	1,15	100	100	100	100															
	1,16	100	100	100	100															
	1,17	100	100	100	100	100														
	1,18	100	100	100	100	100	100													
	1,19	100	100	100	100	100	100	100												
	1,2	100	100	100	100	100	100	100												
	1,21	100	100	100	100	100	100	100	99											
	1,22	100	100	100	100	100	100	99	99											
	1,23	100	100	100	100	100	99	98	96											
	1,24	100	100	100	100	99	98	96												
	1,25	100	100	100	99	98	96													
	1,26	100	100	99	98	95														
	1,27	100	100	98																
1,28	100	98																		
1,29	98																			
1,3																				
1,31																				
1,32																				
1,33																				
1,34																				

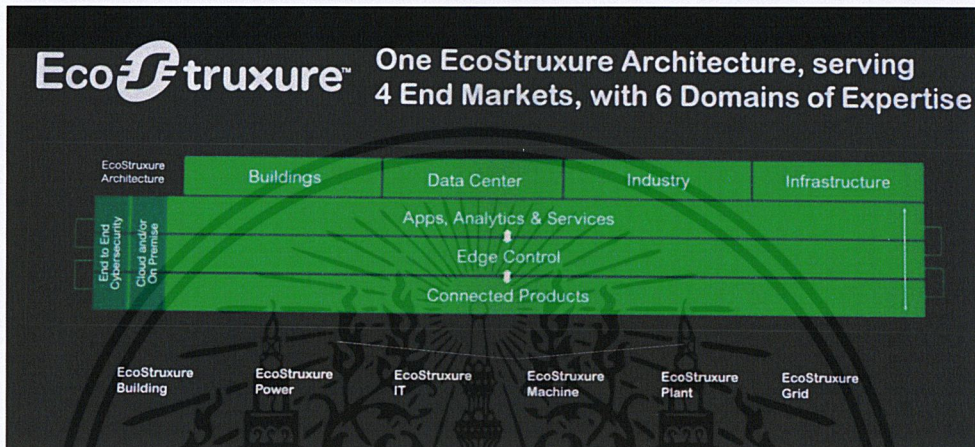
100	OK for production
99	Average to be adjusted
	Correction mandatory

รูปที่ 2-27 เกณฑ์การยอมรับผลของการทดสอบCiblage

2.4 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแพลตฟอร์ม ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ Edge box

2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับแพลตฟอร์ม

EcoStruxure เป็นแพลตฟอร์มและสถาปัตยกรรมที่ใช้งานร่วมกันได้ เป็นแบบเปิด พร้อมใช้งานได้ทันที และมีการใช้ IoT ของซินเนอร์จี้ อิเล็กทรอนิกส์ ที่พบได้ในบ้าน, อาคาร, ศูนย์ข้อมูล, โครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมต่างๆ นวัตกรรมในทุกๆระดับ ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ที่เชื่อมต่อกันไปจนถึงการควบคุมเอ็ดจ์ และแอปพลิเคชันวิเคราะห์ และบริการ



รูปที่ 2-28 EcoStruxure Platform

2.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์

Product data sheet
Characteristics

HMIBMIEA5DD1E01
IIoT Edge Box Smart eMMC DC Windows TPM



Main	
Range of product	Magelis iPC
Product or component type	Modular box PC
Device short name	Modular BOX PC basic Optimized
Operating system	Windows 10 IoT Enterprise 64 bit multi-language
Software package	Node-RED and system nodes restore IIoT Wiring Operating System Restore McAfee white listing installer cyber security license not included EcoStruxure secure connect advisor annual subscription cyber security license not included EcoStruxure Operator Terminal Expert run time HMI license not included EcoStruxure machine SCADA expert run time HMI/SCADA on configured offer only EcoStruxure augmented operator advisor server augmented operator license not included

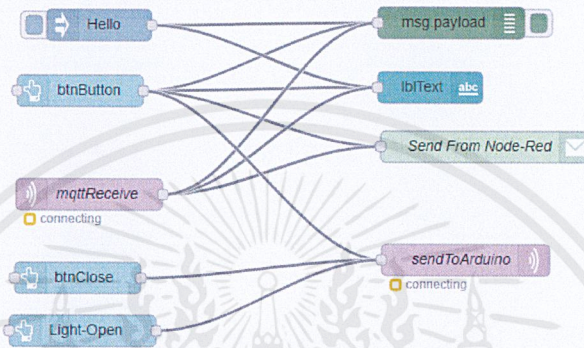
liability of these products for specific use applications

รูปที่ 2-29 Datasheet IoT-Edge Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับซอฟต์แวร์

Node-RED เป็นเครื่องมือในการพัฒนา IOT ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท IBM Emerging Technology และส่วนหนึ่งของทีมงาน JS Foundation ลักษณะของ Node-RED จะเป็น Virtual Tool ซึ่งเชื่อมโยงฮาร์ดแวร์ Service และ API ต่าง ๆ เข้าด้วยกันในลักษณะ Flow-Base ซึ่งฮาร์ดแวร์ Service หรือ API ต่าง ๆ ที่อยู่ใน Flow จะถูกแสดงผลในรูปแบบ Node และ Node แต่ละ Node จะทำงานได้ด้วยตัวเอง (Blackbox) ทำให้ผู้พัฒนา Application โดยไม่ต้องเขียน Code



รูปที่ 2-30 Flow and Node of Node-Red

จากรูปที่ 2-48 Node-RED จะเป็นทางออกที่ดีที่สุดสำหรับผู้พัฒนา IOT ที่ต้องการจะลดการเขียนโค้ดแต่ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Node-RED เช่น

- การส่ง Email เพื่อพยากรณ์อากาศจาก Weather Sensor
- การแสดงข้อมูลจาก Sensor ต่าง ๆ ใน Twitter
- การแสดง Dashboard จาก Sensor ภายในบ้าน

2.5 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

2.5.1 MINITAB 2019

Minitab เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้ประมวลผลข้อมูลทางด้านสถิติ โดยพัฒนาจากกลุ่มนักวิชาการทางสถิติมากกว่า 30 ปีแล้ว โดยปัจจุบันได้พัฒนาปรับปรุงมาจนถึงเวอร์ชัน 19 ซึ่งสามารถใช้กับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดย Minitab เข้ามามีบทบาทสำหรับผู้ใช้งานสถิติในส่วนของ การประมวลผลและการแสดงผลข้อมูล ในลักษณะของตัวเลขและผลในลักษณะของกราฟ ประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนา และมีบทบาทต่อชีวิตประจำวัน

ดังนั้น Minitab จึงถูกเลือกใช้ด้วยเหตุผลหลัก 3 ประการ คือ

1. ความซับซ้อนในการประมวลผล (Complexity)
2. ความเที่ยงตรงและแม่นยำในการประมวลผลข้อมูล (Accuracy)
3. ความรวดเร็วและความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)

Minitab เป็นโปรแกรมที่มีความโดดเด่นในด้านการใช้งานที่ง่ายและมีการพัฒนาปรับปรุงฟังก์ชันต่างๆ ให้สอดคล้องกับความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงการประยุกต์ทางด้านสถิติโดยเฉพาะในงานด้านคุณภาพอย่างต่อเนื่องดังนั้น Minitab จึงเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีสำหรับกลุ่มผู้ที่พัฒนาปรับปรุงคุณภาพด้วยหลักการ “ซิกซ์ ซิกมา” เนื่องจาก Minitab เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับกลุ่มผู้ใช้กลุ่มนี้ แต่ไม่ได้หมายความว่าเฉพาะกลุ่มผู้ใช้กลุ่มนี้เท่านั้น Minitab ยังเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในกลุ่มนักวิชาการ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ และผู้ใช้สถิติทั่วไป ถึงแม้ว่าโปรแกรม Minitab จะเป็นโปรแกรมที่ช่วยให้การทำงานของเราระดับขึ้นมาก แต่ความรู้ความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมก็ยังคงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ใช้งานเสมอ ในบทนี้จะขออธิบายภาพรวมและการทำงานของโปรแกรมโดยทั่วไป

ความสามารถด้านฟังก์ชันทางสถิติและกราฟ

- Basic Statistics เป็นฟังก์ชันพื้นฐานทางสถิติซึ่งประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive) และสถิติเชิงอนุมาน (inferential) เช่น การหาค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (mean), ค่าความแปรปรวน (variance), ค่าพิสัย (range) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีชุดคำสั่งในการหาช่วงความเชื่อมั่นและการทดสอบสมมติฐาน (confidence interval และ hypothesis testing) โดยผลการคำนวณจะให้ทั้งผลลัพธ์บน Session และกราฟ
- Regression Analysis เป็นฟังก์ชันการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นได้ทั้งรูปแบบสมการเส้นตรง (linear) และสมการกำลัง (polynomial) หรือรูปแบบอื่นๆที่ต้องการ รวมถึงการเก็บค่าเศษเหลือ (residual) และกราฟประกอบการวิเคราะห์
- ANOVA เป็นฟังก์ชันการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยตั้งแต่ 1 ปัจจัย (one-way) 2 ปัจจัย (two-way) หรือมากกว่า (genera) รวมถึงการแสดงผลกราฟปัจจัยอิทธิพลหลัก (main effect plot) และปัจจัยอิทธิพลร่วม (interaction effect plot) และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- Statistical Quality Tools เป็นฟังก์ชันสนับสนุนงานด้านการวิเคราะห์ด้านคุณภาพ ประกอบด้วยหัวเรื่องหลัก 4 เรื่อง คือ Quality Tools สามารถทำการสร้างกราฟพาเรโต (pareto), รันชาร์ต (run chart) เป็นต้น ,Control Charts ชุดคำสั่งสร้างแผนภูมิควบคุมมากมายหลากหลายครอบคลุมข้อมูลทุกประเภท รวมถึงคำสั่งเพิ่มเติมช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลผิดปกติ,
- Capability Analysis เป็นคำสั่งวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการโดยการนำเอาความผันแปรข้อมูลเทียบกับข้อกำหนด (specification) ซึ่งสามารถจัดการได้ทั้งกรณีข้อมูลเป็นปกติ (normal)หรือไม่ปกติ (non-normal) และ Measurement System เป็นคำสั่งวิเคราะห์และประเมินความสามารถกระบวนการวัด เช่น Stability Bias Linearity และ Gage R&R
- Design of Experiment เป็นชุดคำสั่งในการออกแบบการทดลองประกอบด้วย factorial, response surface, mixture และ taguchi สำหรับคำสั่งการออกแบบการทดลองในโปรแกรม Minitab จะช่วยเหลือตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การจัดเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ผลที่ได้และกราฟประกอบการแปลผล รวมถึงการหาการตั้งค่าเพื่อผลลัพธ์ที่ต้องการ (response optimizer)

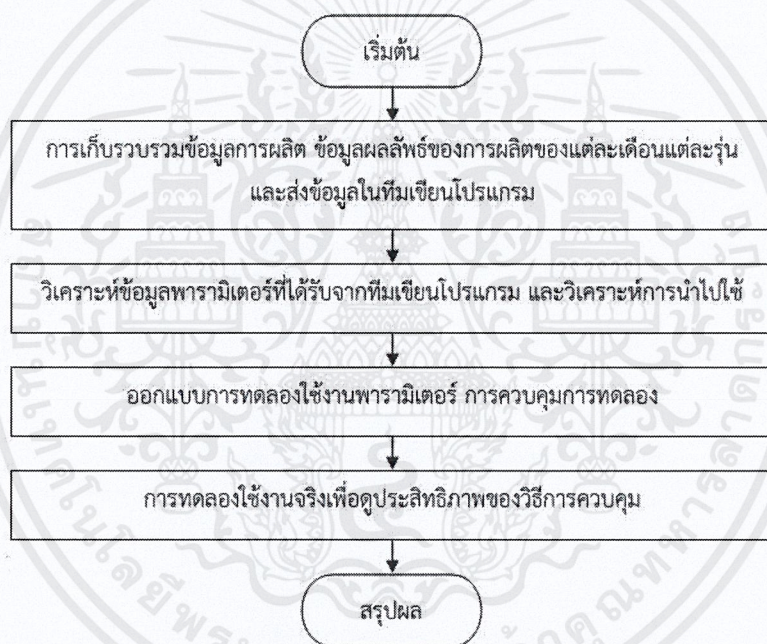
- Reliability เป็นฟังก์ชันสำหรับวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์โดยอาศัยหลักการทางสถิติ โดยมีฟังก์ชันช่วยในการหาฟังก์ชันความน่าจะเป็น (fit distribution) แบบต่างๆ และทำการวิเคราะห์ผ่านฟังก์ชันโดยอาศัยหลักการความน่าจะเป็น
- Power and Sample Size เป็นฟังก์ชันเพื่อช่วยในการหาขนาดทดสอบ (sample size) หรือความเชื่อมั่นในการทดสอบ (power) สำหรับการทดสอบสมมติฐานแต่ละแบบ
- Multivariate Analysis เป็นฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวแปร เช่น คำสั่ง Principal Component, factor analysis, cluster analysis เป็นต้น
- Time Series and Forecasting เป็นฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูลแปรผันตามเวลาเพื่อดูแนวโน้ม ลักษณะกราฟหรือทิศทาง เพื่อใช้ในการทำนาย
- Nonparametric เป็นฟังก์ชันการวิเคราะห์โดยไม่ใช้พารามิเตอร์
- Tables เป็นฟังก์ชันที่จัดการข้อมูลที่เป็นอยู่ในรูปแบบของตารางของข้อมูลนับจำนวนความถี่ พร้อมคำสั่งการวิเคราะห์ Chi-square
- Simulation and Distribution เป็นคำสั่งช่วยในการสุ่มชุดข้อมูลผ่านฟังก์ชันความน่าจะเป็น (distribution) เพื่อประโยชน์ในการทำการทดสอบโมเดลหรือการวิเคราะห์ที่ต้องการ
- EDA (explore data analysis) เป็นหมวดฟังก์ชันในการประเมินข้อมูลเพื่อดูลักษณะการกระจายของข้อมูล เช่นคำสั่ง Stem-and leaf หรือ boxplot เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยเป็นงานวิจัยที่ทำร่วมกับ 4 ฝ่าย คือ ฝ่ายวิศวกรประกันคุณภาพซึ่งเป็นผู้ดูแลในส่วนของคุณภาพของการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ฝ่ายวิศวกรเทคนิคซึ่งเป็นผู้ดูแลในส่วนของคุณภาพพารามิเตอร์ในการผลิตต่าง ๆ รวมถึงคุณสมบัติและขนาดของผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการผลิตซึ่งเป็นผู้ทำการประกอบผลิตภัณฑ์ ฝ่ายเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นผู้เขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์การผลิต ซึ่งตัวนักศึกษาจะอยู่ในฝ่ายของวิศวกรประกันคุณภาพ ซึ่งจะเป็นผู้ดูแลและออกแบบโครงการงาน โดยการเริ่มดำเนินการวิจัยแบ่งออกได้เป็นทั้งหมด 5 ส่วน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาปัญหา การวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบการทดลอง การทดลองใช้งานจริง การใช้งานจริง

ผังลำดับการทำงาน



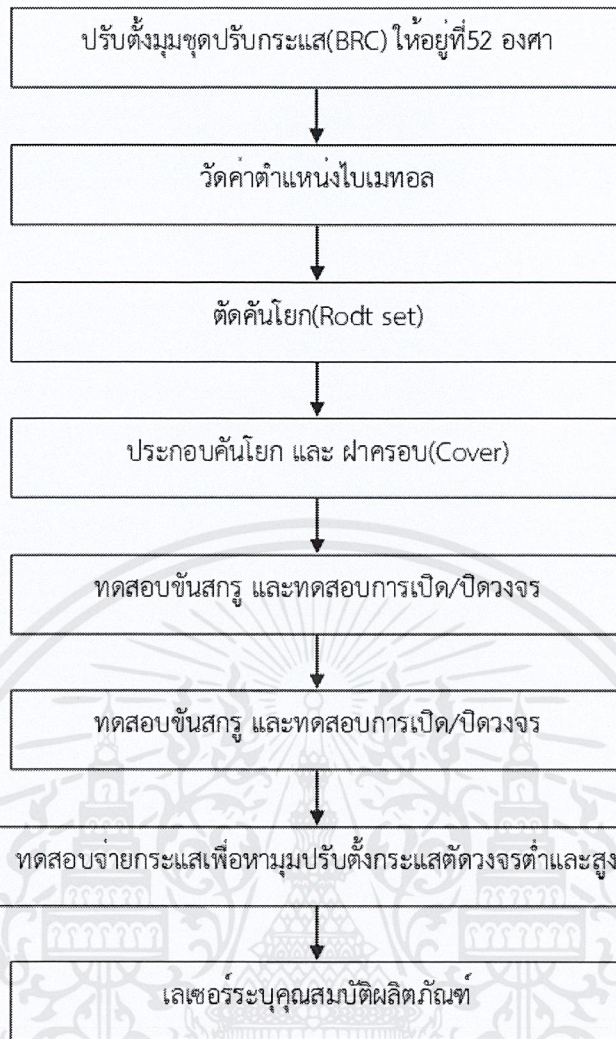
รูปที่ 3-1 ผังงานลำดับการทำงาน

ก่อนที่จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลนั้นนักศึกษาได้เริ่มทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบกระบวนการผลิตและประกอบ การแบ่งแยกประเภทของดีและของเสีย การควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพ รวมถึงการทดสอบ คุณสมบัติชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ เพื่อแบ่งแยกและให้ลำดับความสำคัญของกระบวนการที่ส่งผลต่อ ผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการผลิตแบ่งออกได้เป็น2ส่วนหลักคือ การผลิตในไลน์การประกอบย่อยไม่มีการจ่าย กระแสให้กับผลิตภัณฑ์ การผลิตในไลน์เครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine) ซึ่งมีการจ่ายกระแส ให้กับผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3-2 ลำดับการประกอบและชิ้นส่วนของเซอร์กิตเบรกเกอร์GV2ในส่วนของไลน์การประกอบย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ

ช่วงทำการทดสอบจ่ายกระแสเพื่อหามุมปรับตั้งกระแสตัดดวงจรต่ำและสูงจะมีลำดับการทำงานและแยกประเภทงานดีและงานเสีย โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้



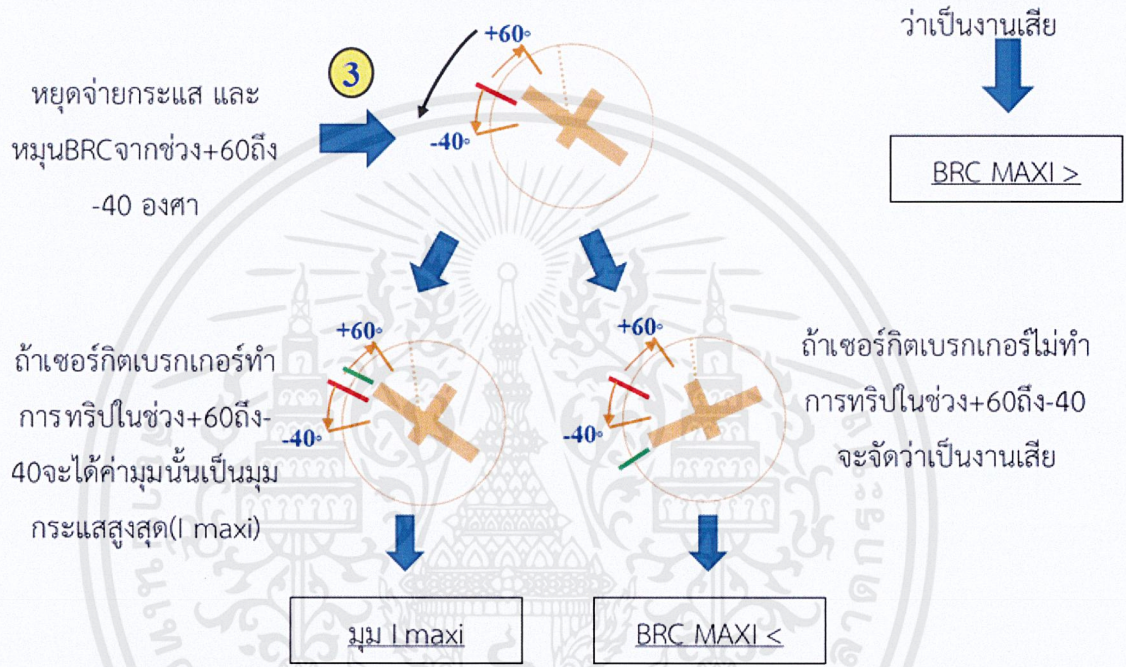
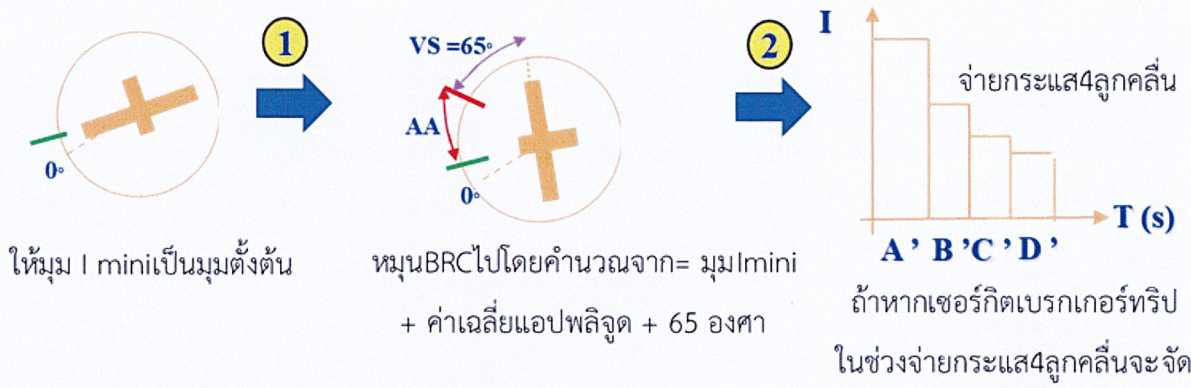
รูปที่ 3-4 ลำดับขั้นตอนการหามุมปรับตั้งตัดกระแสต่ำของเครื่องจักรอัตโนมัติ

มุมองศาที่หมุน BRC ไปอยู่ที่ 45 องศาในขั้นตอนที่ 2 จะใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ในรุ่น GV2ME01-GV2ME08 แต่ถ้าเป็นรุ่น GV2ME10-GV2ME32 จะมีมุมไปที่ 65 องศา และจะให้เบรกเกอร์ตัดดวงจรในช่วง -40 ถึง +60 องศา โดยสามารถแบ่งประเภทงานเสียได้เป็น 3 ประเภทจากขั้นตอนการหามุมปรับตั้งกระแสต่ำตามขั้นตอนการทดสอบ

BRC MINI > เกิดจากการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปขณะทำการจ่ายกระแส

BRC MINI >> เกิดจากการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปขณะอยู่ในช่วง +45 ถึง +40 หรือ +65 ถึง +60

BRC MINI < เกิดจากการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ทริปในช่วงมุม +40 ถึง -40 หรือ +60 ถึง -40



รูปที่ 3-5 ลำดับขั้นตอนการหามุมปรับตั้งตัดกระแสสูงของเครื่องจักรอัตโนมัติ

โดยสามารถแบ่งงานเสียจากขั้นตอนการหามุมปรับตั้งกระแสสูงได้อีก 2 ประเภทคือ
 BRC MAXI > เกิดจากการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปในช่วงจ่ายกระแส 4 ลูกคลื่น
 BRC MAXI < เกิดจากการที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ทริปในช่วง +60 ถึง -40

ทำการศึกษาเกี่ยวกับการค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่ใช้ในการปรับตั้ง โดยพารามิเตอร์นั้นผู้ที่ทำหน้าที่ดูแลคือวิศวกรฝ่ายเทคนิค ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของแต่ละรุ่นของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันตามค่าลำดับกระแสที่ใช้ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการเก็บออกมาจากเครื่องจักรนั้นจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พารามิเตอร์ประเภทที่เป็นการกระทำของเครื่องจักร (Process parameter) และ พารามิเตอร์ที่เป็นการปรับตั้งของวิศวกรฝ่ายเทคนิค (Technical parameter) ค่าพารามิเตอร์ที่จะทำการเก็บออกมาจากเครื่องจักรนั้นได้แก่

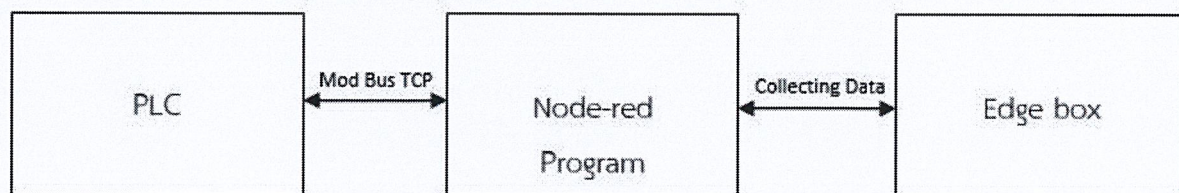
- เวลาที่ทำการผลิต (Time)
- เลขรหัส (Serial number)
- รุ่น (Reference)
- เลขระบุแท่นวาง (Pallet ID)
- ผลลัพธ์การผลิต (Result)
- ตำแหน่งไบเมทัล ที่ 1 2 3(Bimetal position)
- ค่าชดเชยการตัดคั้นโยก (Course electric)
- ค่ามุมระบุกระแสตัดวงจรถ้าสุด (Angle BRC mini)
- ค่ามุมระบุกระแสตัดวงจรถ้าสูงสุด (Angle BRC max)
- ค่ากระแสต่ำลำดับแรกถึงลำดับสี่ (Imin 1-4)
- ค่ากระแสสูงลำดับแรกถึงลำดับสี่ (Imax 1-4)
- ค่าความต่างมุมกระแสต่ำและสูง (Amplitude)

พารามิเตอร์จากการกระทำของเครื่องจักร (process parameter)

พารามิเตอร์ทางเทคนิค (Technical parameter)

3.1 การเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ที่จากเครื่องจักรอัตโนมัติ

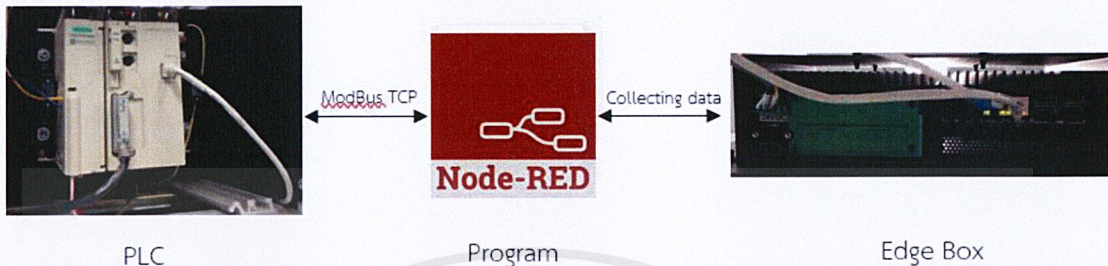
การเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรอัตโนมัตินั้นทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Edge box) เข้ากับตัวโปรแกรมเมเบิลโลจิกส์คอนโทรลเลอร์ (Programable logic controller:PLC) และใช้การดึงข้อมูลจากภายในด้วยโปรแกรมNode-red และข้อมูลจะถูกบันทึกอยู่ภายในของEdge box ในรูปแบบของไฟล์.csv โดยจะทำการดึงข้อมูลออกมาใช้ในช่วงของเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม ปี2019 เพื่อส่งให้กับทีมเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3-6 โครงสร้างการสื่อสารของการเก็บฐานข้อมูลระหว่างPLCและEdge box

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการผลิตจากเครื่องจักร

สร้างการเชื่อมต่อระหว่างPLC และตัวEdge box โดยการเชื่อมต่อพอร์ทEthernet ของ PLC และEdge box เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3-7 การเชื่อมต่อระหว่างPLC และ Edge Box

หลังจากทำการเชื่อมต่อกันระหว่าง PLC และ Edge box แล้วจำเป็นต้องทำการสร้างการดึงข้อมูลของโปรแกรมNode-red เพื่อทำการดึงและบันทึกข้อมูล โดยสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ของข้อมูลภายใน PLC คือ ตำแหน่งการเก็บข้อมูล (Memory Address) ซึ่งสามารถค้นหาได้จากโปรแกรม PL7pro ซึ่งมีให้ใช้ได้ในแล็ปท็อปของฝ่ายซ่อมบำรุง เมื่อทราบถึงตำแหน่งข้อมูลจึงได้เริ่มทำการสร้างโพล์และโค้ดในโปรแกรม Node-red โดยเข้าไปที่ wthtiotse0002d:1880/# ซึ่งเป็นเลขเซิร์ฟเวอร์ของตัวEdge boxที่ต่อเข้ากับระบบเซิร์ฟเวอร์ของบริษัทชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด

โดยข้อมูลที่บันทึกออกมาจะอยู่ในรูปไฟล์Excel (.csv) โดยทำการบันทึกไฟล์อยู่ในชื่อGV2L1_yyyymmdd ซึ่งจะเปลี่ยนชื่อไฟล์ใหม่ทุกวันเวลาต้องการส่งให้ทีมเขียนโปรแกรมจึงต้องทำการรวบรวมข้อมูลจากทุกไฟล์มาอยู่ในไฟล์เดียวกัน

A	C	D	E	F	I	J	K	L	M	N	O	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	Time	SN	Referer	PalletId	Result	p_B1	p_B2	p_B3	p_CR	p_angle	p_angle	p_num	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min	t_min
2	2019-01-1	00154119	GV2ME06	14	0	3851	17049	31049	1502	10	223	1	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
3	2019-01-1	00154119	GV2ME06	14	0	3851	17049	31049	1502	10	223	1	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
4	2019-01-1	00154119	GV2ME06	10	0	4004	17052	31016	1502	4	220	1	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
5	2019-01-1	00154119	GV2ME06	27	0	3686	17142	31184	1502	12	228	4	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
6	2019-01-1	00154119	GV2ME06	3	0	3899	17187	30927	1502	7	212	2	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
7	2019-01-1	00154119	GV2ME06	13	0	3509	17331	30802	1502	1	230	5	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
8	2019-01-1	00154119	GV2ME06	26	0	3749	16743	30921	1502	7	231	4	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
9	2019-01-1	00154119	GV2ME06	8	0	3816	17540	31085	1502	27	217	1	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
10	2019-01-1	00154119	GV2ME06	24	0	3532	17119	30950	1497	11	217	4	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
11	2019-01-1	00154119	GV2ME06	16	0	3998	17102	30966	1502	23	258	2	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
12	2019-01-1	00154119	GV2ME06	20	0	3925	16815	30620	1497	0	220	1	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
13	2019-01-1	00154119	GV2ME06	8	0	3895	16930	30993	1497	32	248	2	51	40	20	40	14	40	10	32	53	27
14	2019-01-1	00213937	GV2ME05	15	0	3827	17085	30975	1250	1	215	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
15	2019-01-1	00213937	GV2ME05	8	0	3636	17068	30807	1250	15	197	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
16	2019-01-1	00213937	GV2ME05	17	0	3716	17128	30762	1250	30	218	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
17	2019-01-1	00213937	GV2ME05	18	0	3890	17014	30893	1250	8	211	3	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
18	2019-01-1	00213937	GV2ME05	2	0	3653	17319	30866	1285	8	206	4	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
19	2019-01-1	00213937	GV2ME05	14	0	3527	16902	31035	1285	12	209	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
20	2019-01-1	00213937	GV2ME05	27	0	3741	17043	30835	1285	0	205	5	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
21	2019-01-1	00213937	GV2ME05	15	0	3706	16858	30694	1285	25	199	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
22	2019-01-1	00213937	GV2ME05	20	0	3689	17162	30992	1285	2	197	5	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
23	2019-01-1	00213937	GV2ME05	5	0	3617	17397	30838	1285	8	187	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
24	2019-01-1	00213937	GV2ME05	7	0	3850	17344	30985	1285	26	205	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
25	2019-01-1	00213937	GV2ME05	13	0	4150	17447	31147	1285	28	218	4	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
26	2019-01-1	00213937	GV2ME05	9	0	3690	17094	30968	1285	17	221	4	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
27	2019-01-1	00213937	GV2ME05	11	0	3616	16994	30702	1285	13	197	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
28	2019-01-1	00213937	GV2ME05	16	0	4309	17121	31035	1285	31	195	5	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
29	2019-01-1	00213937	GV2ME05	8	0	4158	17571	31290	1285	27	214	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
30	2019-01-1	00213937	GV2ME05	17	0	3760	17091	30970	1285	17	211	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
31	2019-01-1	00213937	GV2ME05	6	0	4000	17439	31174	1285	4	234	4	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
32	2019-01-1	00213937	GV2ME05	25	0	3712	17148	31001	1285	18	202	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
33	2019-01-1	00213937	GV2ME05	12	0	3770	17124	30880	1285	5	219	5	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
34	2019-01-1	00213937	GV2ME05	9	0	3770	17056	30890	1285	3	240	4	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
35	2019-01-1	00213937	GV2ME05	24	0	3996	17284	31114	1285	25	212	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
36	2019-01-1	00213937	GV2ME05	1	0	4095	17418	31219	1285	15	210	3	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
37	2019-01-1	00213937	GV2ME05	26	0	3493	16925	30643	1285	8	223	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
38	2019-01-1	00213937	GV2ME05	20	0	3656	16964	30970	1285	7	213	5	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
39	2019-01-1	00213937	GV2ME05	5	0	3828	17302	31015	1285	2	204	3	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
40	2019-01-1	00213937	GV2ME05	7	0	3694	17033	30896	1285	20	198	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
41	2019-01-1	00213937	GV2ME05	13	0	3864	17267	31226	1285	0	218	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
42	2019-01-1	00213937	GV2ME05	12	0	3770	17164	31114	1285	9	205	3	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
43	2019-01-1	00213937	GV2ME05	9	0	3607	16932	30737	1283	38	236	2	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40
44	2019-01-1	00213937	GV2ME05	21	0	3832	17123	31011	1283	23	198	1	38	60	21	30	15	30	10	50	45	40

รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกรับบันทึกก่อนส่งให้ทีมเขียนโปรแกรม

ทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมปี2019ถึงเมษายนปี2019เพื่อส่งต่อไปให้กับทีมเขียนโปรแกรม

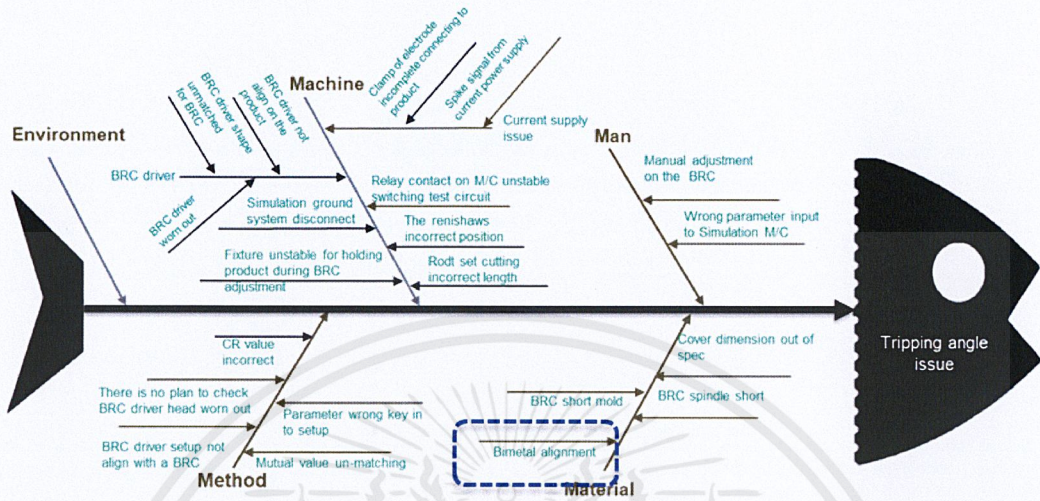
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหา

การวิเคราะห์สาเหตุเพื่อเริ่มต้นการเข้าใจในการใช้และควบคุมพารามิเตอร์เข้ามาแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง โดยหลังจากวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากรูปที่1-6 ทำให้เห็นถึงปริมาณงานเสียBRC MINI < และBRC MINI >> ที่มีปริมาณสูงถึงร้อยละ89ของงานเสียทั้งหมด

เมื่อได้สืบหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่าเกิดที่สเตชันจำลองการจ่ายกระแส (Simulation station) ซึ่งการจะเกิดของเสียประเภทเกิดจากตอนที่เครื่องจักรกำลังทดสอบหาจุดตัดวงจรของกระแสต่ำสุดที่เบรกเกอร์จะตัดวงจร จะทำจ่ายกระแส4ลูกคลื่นและหมุนชุดBRCเพื่อให้ไบเมทอลร้อนแล้วจึงเบนไปขยับคันโยกไปกระทบกับชุดBRC ให้กลไกตัดวงจรออก แต่พบว่าเมื่อจ่ายกระแส4ลูกคลื่นและหมุนชุดBRC แล้วแต่ชุดกลไกยังไม่ทำการตัดวงจรออก ซึ่งสาเหตุเกิดได้จากไบเมทอลยังเบนไม่พอที่จะไปดันให้ตัวคันโยกไปกระทบกับชุดBRCให้กลไกตัดวงจรออกได้เรียกปัญหานี้ว่าBRC MINI< ส่วนBRC MINI >> นั้นเมื่อเครื่องจักรเริ่มทำการจ่ายกระแสแล้วเบรกเกอร์ทำการตัดวงจรทันทีก่อนที่จะถึงจุดกำหนด การแก้ไขสาเหตุปัญหานี้ฝ่ายผลิตจะทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ขดเคเบิลการตัดคันโยก (Course electric) เพื่อปรับตั้งการตัดคันโยกให้เหมาะสมกับตำแหน่งไบเมทอลมากขึ้น แต่ว่าการแก้ไขปัญหานี้เป็นการแก้ไขปัญหาลำดับต้น

สำหรับหน้าที่เครื่องจักร ปัญหาที่ส่อบอดจากพนักงานฝ่ายผลิตจริงคือทิศทางของตำแหน่งไบเมทัล ทั้ง3ตำแหน่งนั้น จำเป็นจะต้องสอดคล้องกันคือมีทิศทางการเบนไปในรูปแบบเดียวกัน



รูปที่ 3-11 Fishbone Diagram

3.2.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์

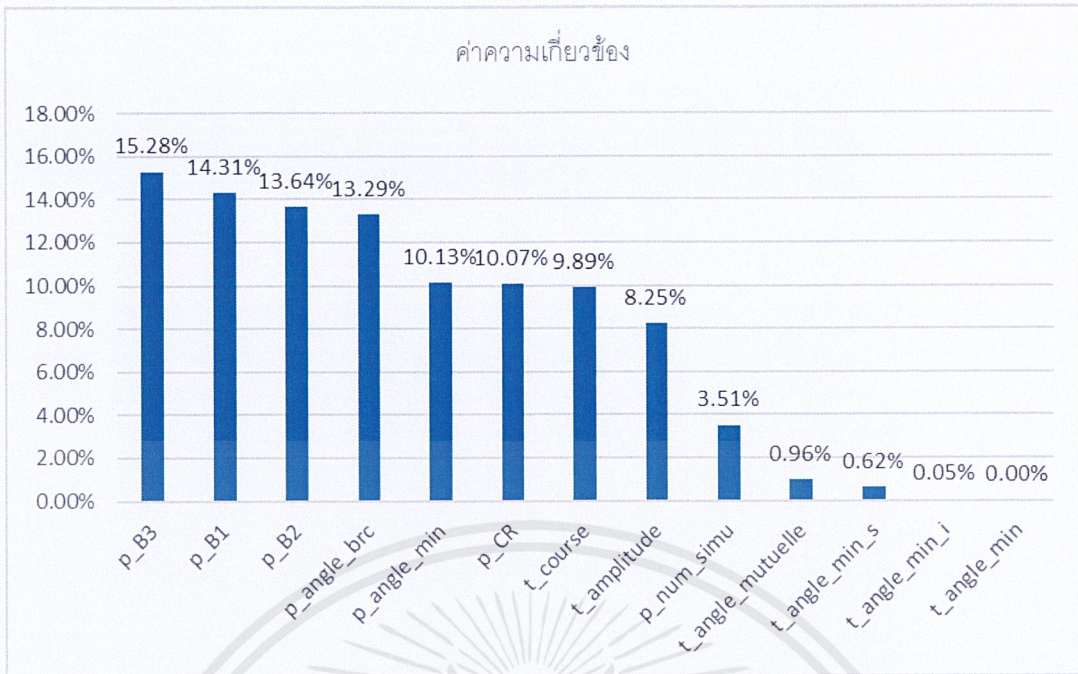
การวิเคราะห์ข้อมูลเริ่มต้นจากหลังที่ทีมเขียนโปรแกรมได้ส่งข้อมูลพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมมาซึ่งจะเป็นค่าพารามิเตอร์ดังแสดงด้านล่าง

Model	p_B1	p_B2	p_B3	p_CR	p_angle_brc	p_angle_min	p_num_simu
GV2ME32	3875	16982	30825	1205	204	50	5.72-6.14
Model	t_amplitude	t_angle_min	t_angle_min_i	t_angle_min_s	angle_mutuel	t_course	
GV2ME32	172	0	-40	60	100	1205	

รูปที่ 3-12 ค่าพารามิเตอร์เทคนิคจากการวิเคราะห์ของโปรแกรมCancube

จากรูปแสดงให้เห็นถึงค่าพารามิเตอร์ซึ่งมีทั้งพารามิเตอร์ซึ่งมาจากเครื่องจักร (Process parameter) และพารามิเตอร์จากการปรับตั้งของฝ่ายเทคนิค (Technical parameter)

การจะเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์นั้นจะเลือกจากค่าความเกี่ยวข้องที่ส่งผลกระทบต่อค่าผลลัพธ์การผลิตที่ได้รับมาจากการวิเคราะห์ของโปรแกรม และพารามิเตอร์ที่สามารถควบคุมได้จริง

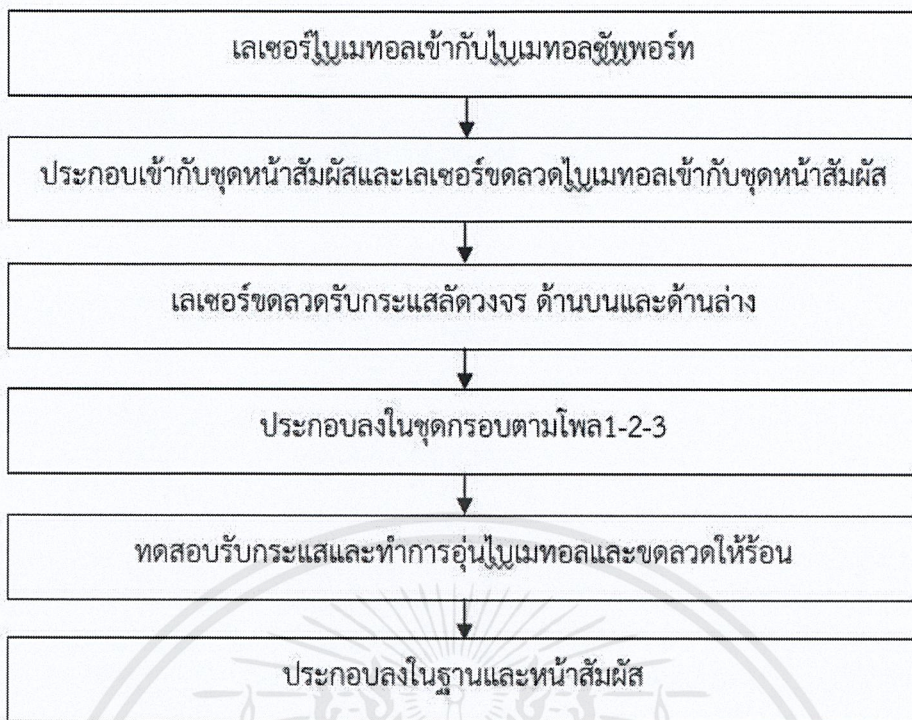


รูปที่ 3-13 ค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมCancube

นักศึกษานักศึกษาจึงได้ทำการปรึกษาร่วมกับทีมฝ่ายผลิตและฝ่ายเทคนิคเพื่อสอบถามถึงข้อมูลพารามิเตอร์ว่าแต่ละค่าสามารถทำการควบคุมได้ด้วยวิธีใดบ้าง และได้ข้อสรุปว่าในการจะควบคุมค่าพารามิเตอร์ที่เครื่องจักรอัตโนมัติ นั้นสามารถควบคุมได้แค่ค่าพารามิเตอร์เทคนิค ส่วนค่าพารามิเตอร์โปรเซสที่สามารถทำการควบคุมได้นั้นจะต้องทำการควบคุมที่ไลน์การประกอบย่อย

3.2.3 การวิเคราะห์การควบคุมพารามิเตอร์

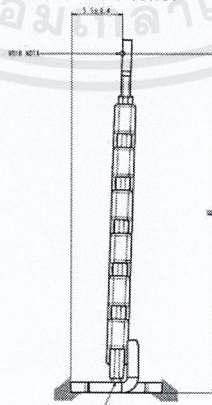
จุดประสงค์ในการควบคุมพารามิเตอร์ของเราคือการควบคุมค่าตำแหน่งไบเมทอล จากการศึกษากระบวนการผลิตในหัวข้อที่ 3.1.1 และ 3.1.2 ค่าที่ส่งผลต่อค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลมีได้หลายส่วน เริ่มต้นมาตั้งแต่กระบวนการประกอบชุดรับกระแสไบเมทอล จนถึงกระบวนการประกอบเข้ากับชุดรับกระแสตัวจริง โดยจะเรียงลำดับกระบวนการที่ส่งผลต่อค่าตำแหน่งไบเมทอลไว้ดังนี้



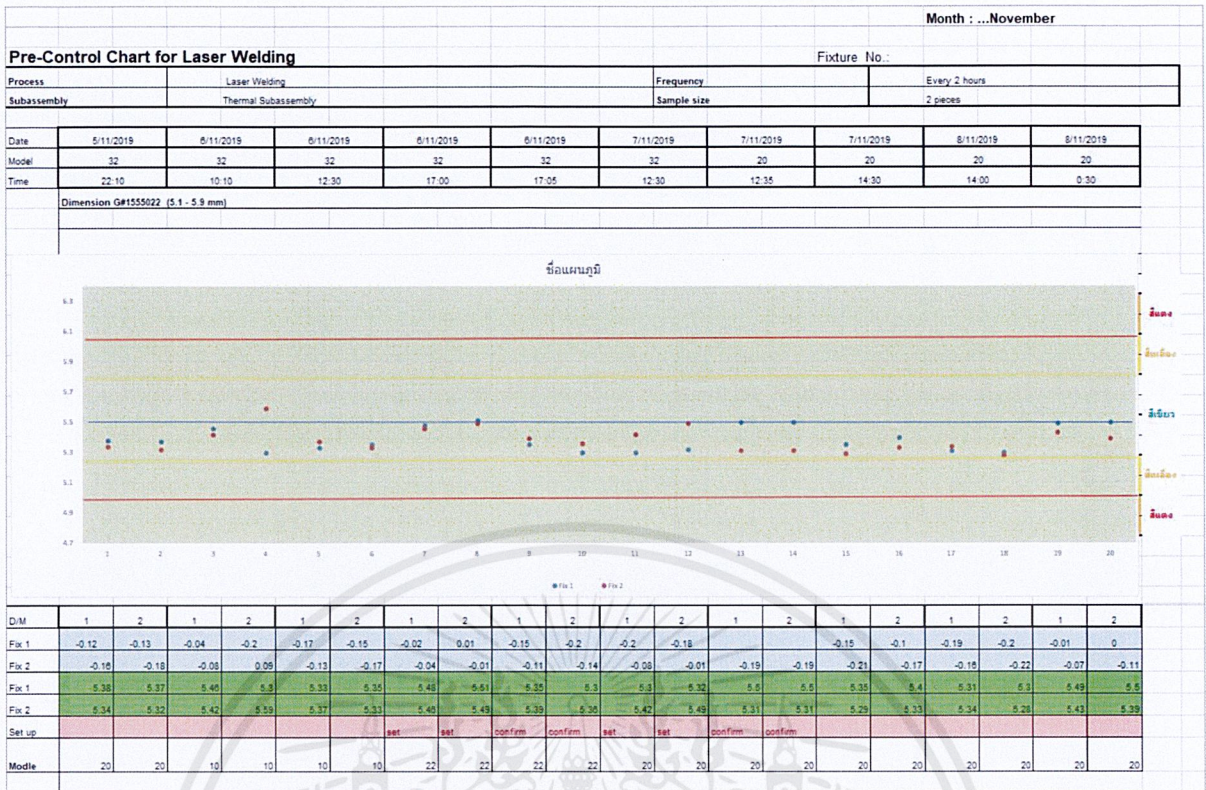
รูปที่ 3-14 ลำดับกระบวนการที่ส่งผลต่อค่าตำแหน่งไบนเมทอล

เมื่อเห็นถึงลำดับและกระบวนการทั้งหมดภายในไลน์การประกอบย่อยที่ส่งผลต่อค่าตำแหน่งไบนเมทอลแล้วนั้น จึงได้ศึกษาดูว่าในแต่ละกระบวนการฝ่ายคุณภาพนั้นได้ทำการกำหนดควบคุมค่าใดบ้างให้ จึงพบค่าที่ทำการควบคุมที่กระบวนการเลเซอร์ไบนเมทอลเข้ากับตัวไบนเมทอลซัพพอร์ต จะมีค่าระยะการเบนของไบนเมทอลอยู่ที่ 5.5 ± 0.4 โดยเป็นระยะโดยการวัดเทียบจากตำแหน่งของไบนเมทอลซัพพอร์ตกับระยะปลายของไบนเมทอล ทำการวัดโดยใช้เกจวัด และจะมีจำนวนครั้งในการวัดเป็นสุ่ม 1 ตัวทุก 2 ชั่วโมงมาทำการวัดผลดูว่าค่ายังอยู่ในช่วงที่ทำการควบคุมหรือไม่

5.5 ± 0.4 mm



รูปที่ 3-15 ตำแหน่งที่ทำการวัดระยะ 5.5 ± 0.4

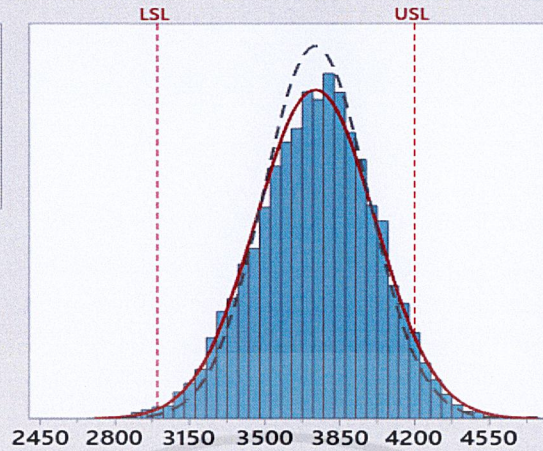


รูปที่ 3-16 ตารางบันทึกผลการวัดค่าการเบน 5.5 ± 0.4

ซึ่งกระบวนการในการควบคุมเมื่อค่า 5.5 ± 0.4 นั้นเปลี่ยนแปลงออกจากที่กำหนดฝ่ายคุณภาพจะแจ้งไปยังฝ่ายซ่อมบำรุงเพื่อให้ทำการปรับตั้งตัวฐานชุดประกอบ (Fixture) ใหม่และทำการผลิตเพื่อนำไปทำการวัดค่าจนกว่าค่าจะกลับเข้ามาอยู่ในช่วงที่ทำการกำหนดไว้ นักศึกษาจึงได้นำข้อมูลพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลของเซอร์กิตเบรกเกอร์ GV2ME32 ที่ได้ทำการบันทึกจากเครื่องจักร Autoline ว่ามีการกระจายตัวแบบใด โดยใช้ข้อมูลในช่วงของเดือนมกราคมปี 2019 ถึงกรกฎาคมปี 2019 จึงได้ข้อมูลการกระจายตัวของตำแหน่งไบเมทอลออกมาดังนี้

Process Capability Report for p_B1_Jan-Jul

Process Data	
LSL	3000
Target	*
USL	4200
Sample Mean	3737.51
Sample N	9954
StDev(Overall)	277.926
StDev(Within)	245.162



Overall Capability	
Pp	0.72
PPL	0.88
PPU	0.55
Ppk	0.55
Cpm	*
Potential (Within) Capability	
Cp	0.82
CPL	1.00
CPU	0.63
Cpk	0.63

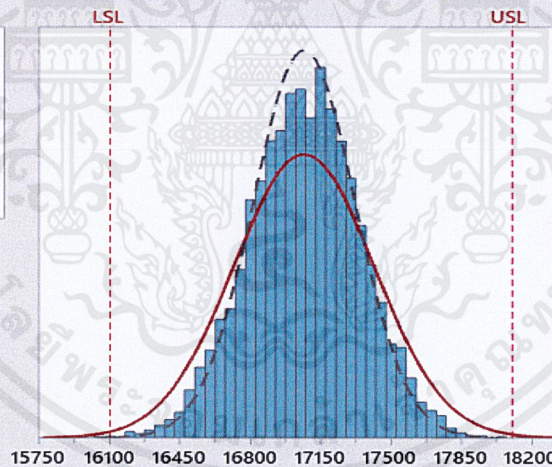
	Performance		
	Observed	Expected Overall	Expected Within
PPM < LSL	5625.88	3981.67	1313.75
PPM > USL	41892.71	48049.16	29616.39
PPM Total	47518.59	52030.83	30930.14

The actual process spread is represented by 6 sigma.

ก.)

Process Capability Report for p_B2_Jan-Jul

Process Data	
LSL	16100
Target	*
USL	18100
Sample Mean	17066.9
Sample N	9954
StDev(Overall)	348.219
StDev(Within)	254.492



Overall Capability	
Pp	0.96
PPL	0.93
PPU	0.99
Ppk	0.93
Cpm	*
Potential (Within) Capability	
Cp	1.31
CPL	1.27
CPU	1.35
Cpk	1.27

	Performance		
	Observed	Expected Overall	Expected Within
PPM < LSL	602.77	2745.44	72.53
PPM > USL	602.77	1504.67	24.60
PPM Total	1205.55	4250.12	97.13

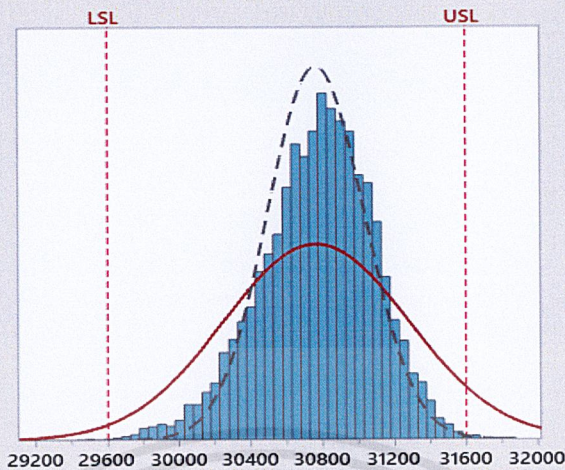
The actual process spread is represented by 6 sigma.

ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process Capability Report for p_B3_Jan-Jul

Process Data	
LSL	29600
Target	*
USL	31600
Sample Mean	30762.7
Sample N	9954
StDev(Overall)	514.188
StDev(Within)	269.443



—	Overall
- - -	Within

Overall Capability	
Pp	0.65
PPL	0.75
PPU	0.54
Ppk	0.54
Cpm	*
Potential (Within) Capability	
Cp	1.24
CPL	1.44
CPU	1.04
Cpk	1.04

	Performance		
	Observed	Expected Overall	Expected Within
PPM < LSL	703.23	11872.17	7.97
PPM > USL	1406.47	51721.13	943.33
PPM Total	2109.70	63593.30	951.30

The actual process spread is represented by 6 sigma.

ค.)

รูปที่ 3-17 ข้อมูลการกระจายตัวของตำแหน่งไบเมทอลโพลทั้ง3โพล

จะเห็นได้ว่าข้อมูลตำแหน่งมีการกระจายตัวของตำแหน่งไบเมทอลมีการกระจายตัวที่สูงมากถึงแม้จะทำการควบคุมอยู่ในช่วงของ 5.5 ± 0.4 เมื่อเราต้องการที่จะควบคุมค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลนักศึกษาจึงได้เริ่มออกแบบการทดลองควบคุมค่า 5.5 ± 0.4 เพื่อทดสอบหาว่าแต่ละช่วงที่ควบคุมค่าจะส่งผลให้ตำแหน่งไบเมทอลเปลี่ยนไปอย่างไร

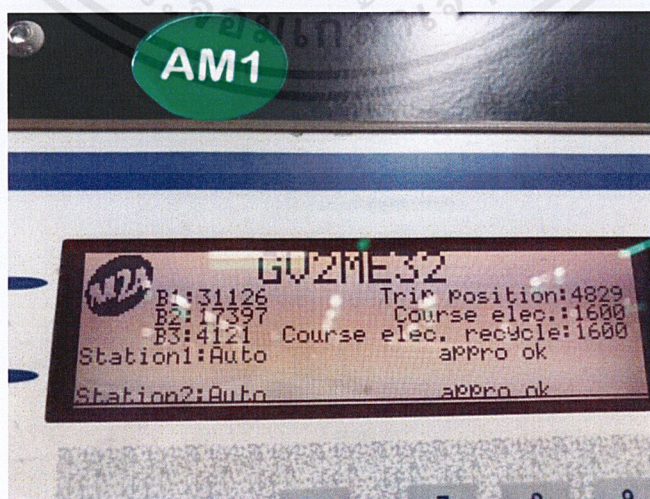
3.3 การออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตำแหน่งใบเมทอล

ขั้นตอนการทดลอง

ทำการประกอบเบรกเกอร์ทั้งหมด30ตัวโดยควบคุมตัวแปรดังนี้

- 1.ปรับตั้งFixture ให้มีค่าเมื่อเลเซอร์ใบเมทอลให้เบนไปที่ระยะในช่วง5.1-5.2
- 2.ทำการเลเซอร์ใบเมทอลเข้ากับใบเมทอลซัพพอร์ตจำนวน30ชิ้น
- 3.วัดค่าความเบนของใบเมทอลทุกตัว
- 4.ทำการจัดเรียงค่าที่จากน้อยไปมากเพื่อเตรียมประกอบต่อไปโดยทำการเรียงลำดับตามโพล
- 5.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.2-5.3และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 6.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.3-5.4และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 7.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.4-5.5และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 8.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.5-5.6และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 9.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.6-5.7และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 10.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.7-5.8และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 11.ปรับตั้งFixture ตามข้อ1.แต่เปลี่ยนเป็นช่วง5.8-5.9และทำการทดลองซ้ำในข้อที่2-4
- 12.เมื่อประกอบชุดเบรกเกอร์ครบทั้ง30ตัว นำไปโหลดเข้าเครื่องจักรAutoline โดยเรียงลำดับจากค่าตำแหน่งจากต่ำไปสูง
- 13.บันทึกค่าใบเมทอลที่เครื่องจักรได้ทำการวัดทุกตัว
- 14.นำข้อมูลบันทึกเรียงในโปรแกรมMINITAB เพื่อทำการพอร์ทกราฟRegression module
- 15.ใช้กราฟRegression และสมการที่ได้แทนค่าหาว่าตำแหน่งพารามิเตอร์ต้องทำการควบคุมที่เท่าใด

เมื่อจัดตั้งขั้นตอนการทดลองได้จึงส่งต่อให้ฝ่ายผลิตเป็นผู้ดำเนินการต่อ ในขั้นตอนที่1-12 เมื่อถึงขั้นตอนที่13นักศึกษาจะเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ต่อ

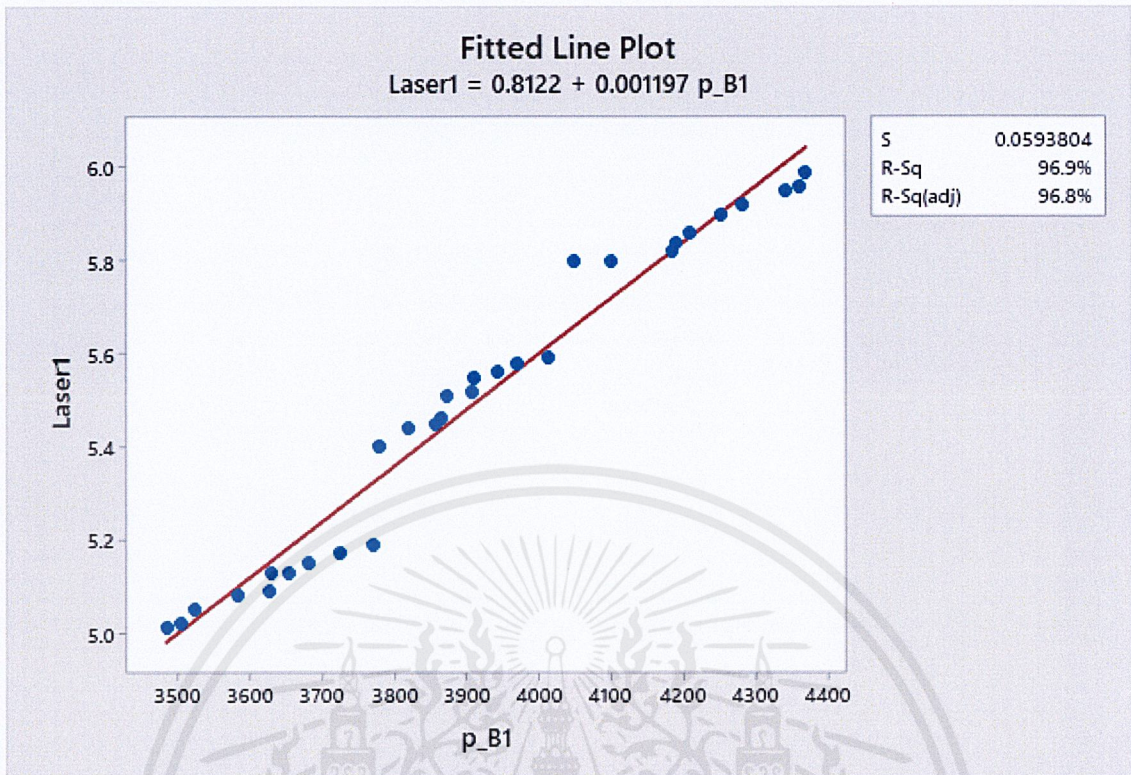


รูปที่ 3-18 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักร

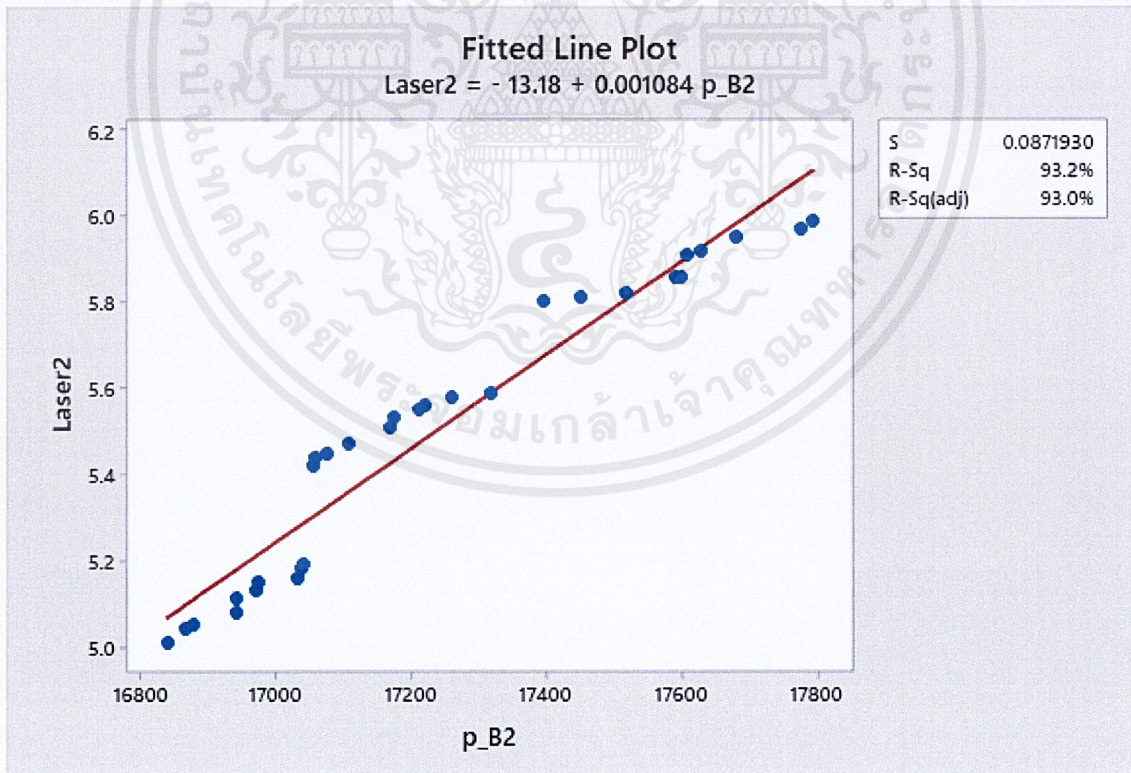
ตารางที่ 3-1 ผลบันทึกค่าตำแหน่งไบนเมทอล

Laser measure	p_B1	Laser measure	p_B2	Laser measure	p_B3
5.01	3483	5.01	16838	5.02	30506
5.02	3502	5.04	16865	5.04	30560
5.05	3522	5.05	16875	5.07	30638
5.08	3582	5.08	16939	5.09	30644
5.09	3626	5.11	16939	5.12	30674
5.13	3628	5.13	16969	5.13	30693
5.13	3652	5.15	16971	5.15	30811
5.15	3680	5.16	17030	5.17	30862
5.17	3724	5.18	17036	5.19	30864
5.19	3770	5.19	17040	5.2	30867
5.4	3778	5.42	17055	5.43	30899
5.44	3819	5.44	17056	5.44	30933
5.45	3856	5.45	17073	5.46	30937
5.46	3865	5.47	17105	5.5	30939
5.51	3872	5.51	17168	5.52	30939
5.52	3909	5.53	17174	5.55	30990
5.55	3912	5.55	17210	5.55	30993
5.56	3944	5.56	17218	5.57	31036
5.58	3971	5.58	17259	5.58	31051
5.59	4013	5.59	17317	5.6	31052
5.8	4049	5.8	17397	5.8	31062
5.8	4101	5.81	17451	5.82	31237
5.82	4184	5.82	17517	5.83	31258
5.84	4191	5.86	17591	5.86	31260
5.86	4209	5.86	17600	5.88	31306
5.9	4254	5.91	17608	5.91	31333
5.92	4282	5.92	17630	5.92	31394
5.95	4344	5.95	17682	5.96	31418
5.96	4362	5.97	17777	5.97	31598
5.99	4971	5.99	18195	5.99	31680

จากตารางที่ 3-1 นำข้อมูลมาพลอตเป็น Regression module โดยใช้โปรแกรม MINITAB 2019

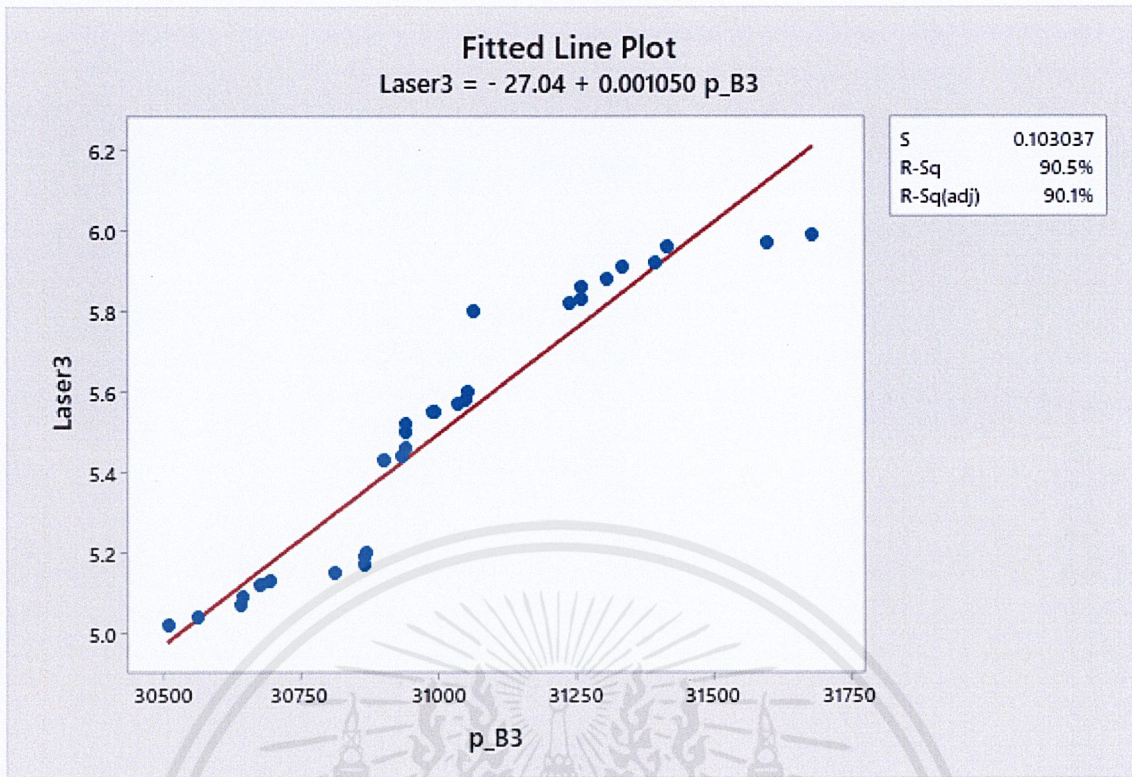


ก.)



ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค.)

รูปที่ 3-19 Fitted Line Plot bimetal position pole 1-3

จากกราฟแสดงให้เห็นถึงค่า R-sq ซึ่งบ่งบอกว่าสามารถนำสมการที่ได้จากกราฟมาใช้ในการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ในการควบคุมค่าตำแหน่งไบเมทัลโดยการควบคุมระยะเลเซอร์ระหว่างตัวไบเมทัลและไบเมทัลซัพพอร์ต โดยแต่ละกราฟมีค่าที่เพียงพอสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งควรมีค่าเกินร้อยละ 85

คำนวณระยะเลเซอร์ที่ต้องการควบคุมโดยการแทนค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทัลที่ต้องการโดยใช้สมการจากรูปที่ 3-21 Fitted Line Plot bimetal position pole 1

$$\text{ระยะเลเซอร์} = 0.8122 + 0.001197 \times \text{ตำแหน่งไบเมทัลที่ 1}$$

โดยที่ตำแหน่งไบเมทัลที่ได้รับจากโปรแกรม Cancube เท่ากับ 3875 เมื่อแทนค่าจะได้ระยะเลเซอร์เท่ากับ 5.45

คำนวณระยะเลเซอร์ที่ต้องการควบคุมโดยการแทนค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทัลที่ต้องการโดยใช้สมการจากรูปที่ 3-22 Fitted Line Plot bimetal position pole 2

$$\text{ระยะเลเซอร์} = -13.18 + 0.001084 \times \text{ตำแหน่งไบเมทัลที่ 2}$$

โดยที่ตำแหน่งไบเมทัลที่ได้รับจากโปรแกรม Cancube เท่ากับ 16982 เมื่อแทนค่าจะได้ระยะเลเซอร์เท่ากับ 5.22

คำนวณระยะเลเซอร์ที่ต้องการควบคุมโดยการแทนค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทัลที่ต้องการโดยใช้สมการจากรูปที่ 3-23 Fitted Line Plot bimetal position pole 3

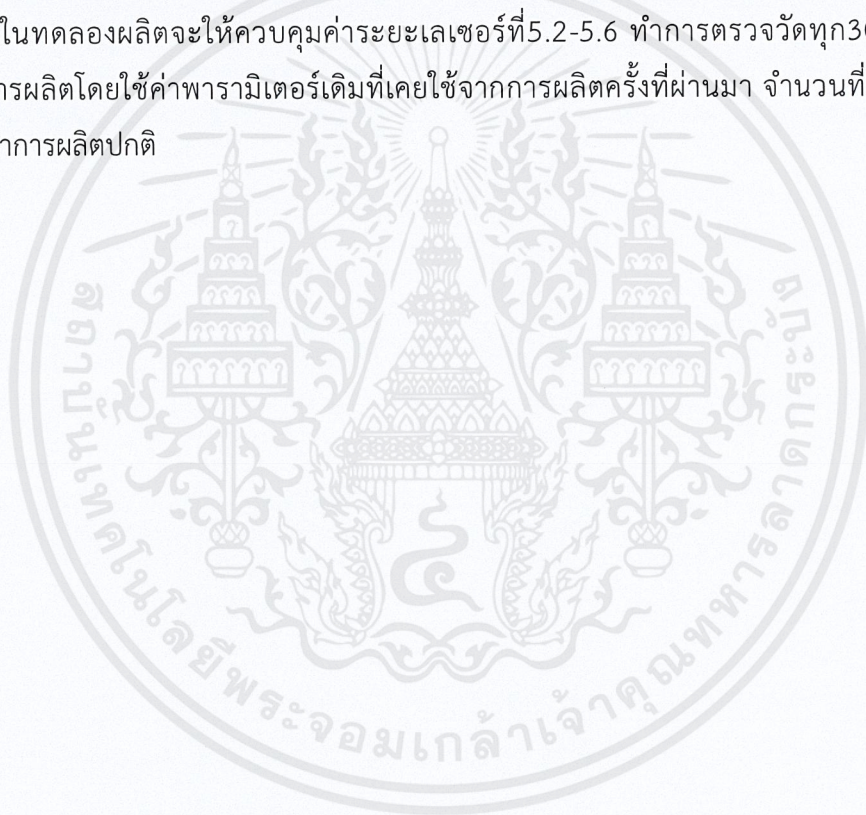
$$\text{ระยะเลเซอร์} = -27.04 + 0.001050 \times \text{ตำแหน่งไบเมทัลที่ 3}$$

โดยที่ตำแหน่งใบเมทอลที่ได้รับจากโปรแกรม Cancube เท่ากับ 30825 เมื่อแทนค่าจะได้ระยะ
เลเซอร์เท่ากับ 5.32

เมื่อได้ระยะทั้ง3ทำให้ทราบว่าควรคุมค่าอยู่ในช่วง5.22-5.45 ซึ่งจากกระบวนการผลิตนั้นเราไม่สามารถระบุได้ว่าแต่ละตัวมีค่าเบนไปในระยะเท่าใดจึงทำการสุ่มวัด โดยปกติจะวัดทุก2ชั่วโมง นักศึกษาจึงได้ให้ทำการเปลี่ยนเป็นวัดทุก30นาที เพื่อเพิ่มการควบคุมให้เวลาการผลิตนั้นมีความกระชับและได้ค่าการผลิตที่เสถียรมากยิ่งขึ้น

เพื่อยืนยันผลของการทดลองที่ทำขึ้นว่าส่งผลให้ค่าผลลัพธ์การผลิตดีขึ้นหรือไม่จึงได้เริ่มทดลองการใช้งานโดยให้ฝ่ายผลิตทดลองใช้การควบคุมโดยให้ทำการควบคุมที่ระยะ5.2-5.6 เพราะเนื่องจากในการทดลองและการใช้งานยังนั้นแตกต่างกัน หากควบคุมให้มีค่าแคบไปจะทำให้ฝ่ายผลิตนั้นเกิดปัญหาในความล่าช้าเนื่องจากถ้าค่าออกนอกค่าที่ควบคุมจำเป็นต้องปรับตั้งFixtureใหม่จนกว่าจะได้ค่าใกล้เคียง

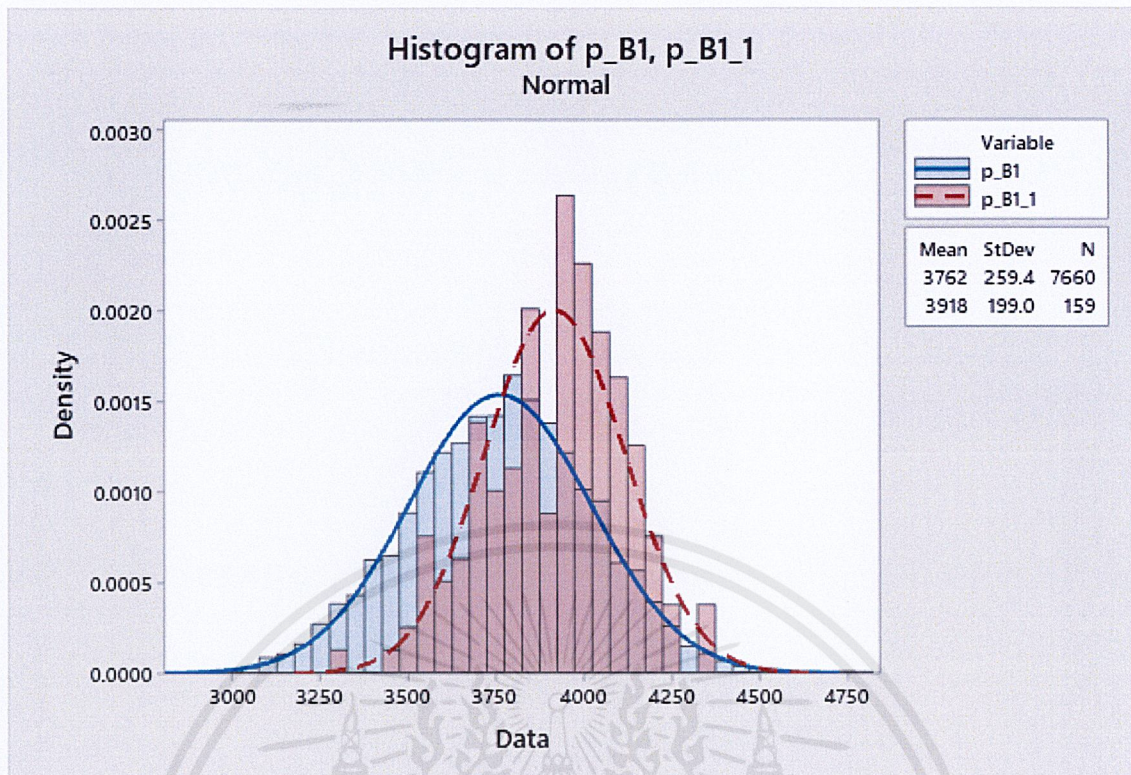
โดยในทดลองผลิตจะให้ควบคุมค่าระยะเลเซอร์ที่5.2-5.6 ทำการตรวจวัดทุก30นาที และให้ทดลองทำการผลิตโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เดิมที่เคยใช้จากการผลิตครั้งที่ผ่านมา จำนวนที่ผลิตให้ใช้เป็นจำนวนต่ำกว่าการผลิตปกติ



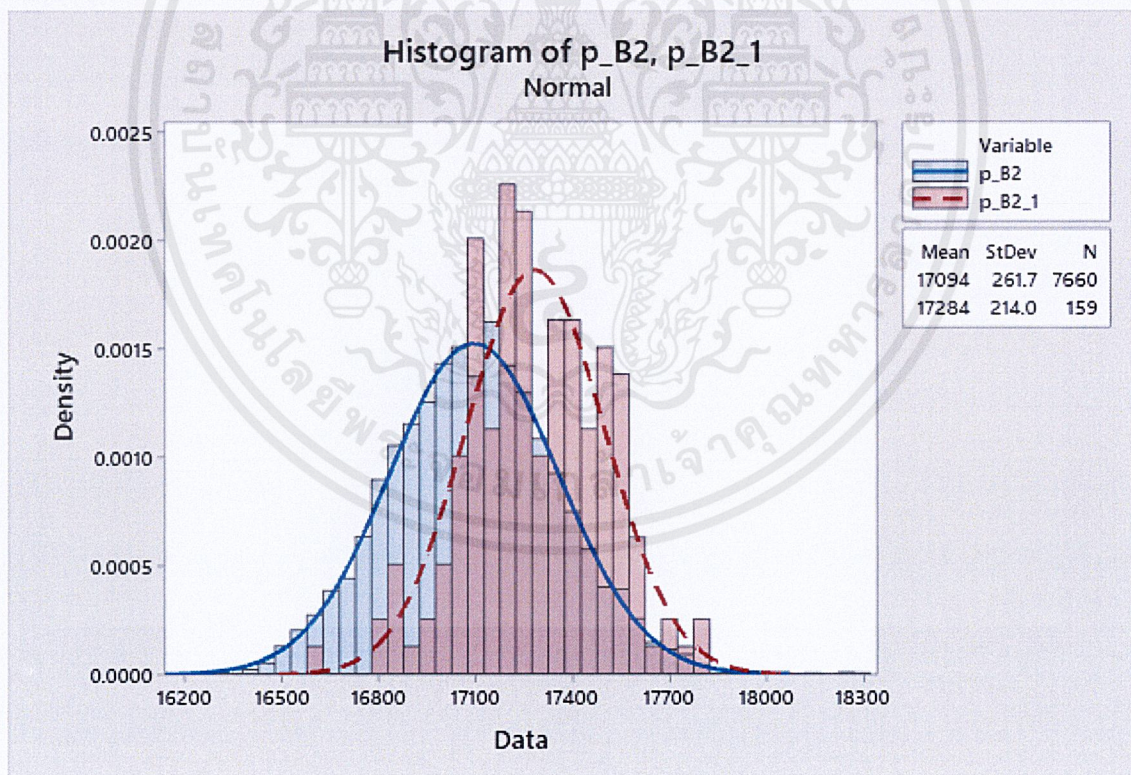
ตารางที่ 3-2 ตารางผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียหลังทดลองควบคุมการเลเซอร์

Auto line station	Defect Quantity
Loading station	0
Adjust BRC station	0
Unloading station	0
Measure station	5
Cut Rodt set station	0
Put Rodt set station	0
Put cover station	21
Screw/Unscrew station	0
Battement station	1
Printing station	0
Simulation station	56
Total produce(Simu)	356
Total Produced All	384
Total defect SIMU	56
Overall Defect	83
Yield autoline	78.39%

โดยสูตรในการคำนวณYield autoline คัดจาก 1- (จำนวนงานเสีย/จำนวนงานดี) เมื่อนำผลลัพธ์ไปเทียบกับการผลิตก่อนหน้าแล้วพบว่ามียอดที่เพิ่มขึ้น และเมื่อได้สังเกตถึงความกระจายตัวข้อค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลว่ามีการกระจายตัวสูงขึ้นหรือต่ำลง จึงได้นำข้อมูลตำแหน่งไบเมทอลแต่ละpoleไปเทียบกับข้อมูลของช่วงเดือนมกราคมปี2019ถึงกรกฎาคมปี2019 โดยให้ชื่อพารามิเตอร์เก่าคือ p_B1,p_B2,p_B3 ส่วนพารามิเตอร์ใหม่คือ p_B1_1,p_B2_1,p_B3_1

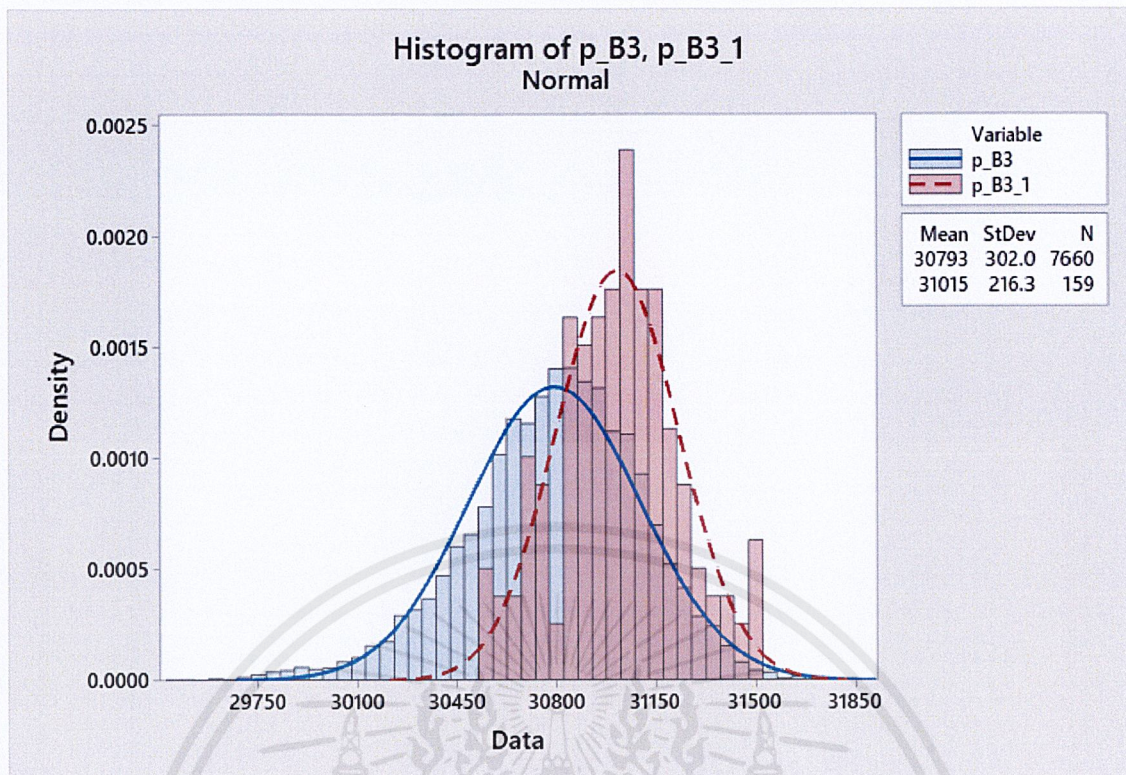


ก.)



ข.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 50 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค.)

รูปที่ 3-20 Histogram data compare Bimetal position pole 1-3

จากรูปภาพที่ 3-21 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยและค่าการกระจายตัวที่แตกต่างกันโดยบ่งชี้ได้ว่าการควบคุมระยะเลเซอร์ของเราและเพิ่มจำนวนครั้งในการตรวจสอบทำให้ตำแหน่งของไบเมทัลมีการกระจายตัวที่น้อยลง

3.4 การทดลองใช้งานการควบคุม

ทำการควบคุมตามการทดลองคือควบคุมค่าเลเซอร์ไบเมทอล ให้อยู่ในช่วง5.2-5.6 และทำการตรวจวัดทุก30นาที ทดลองใช้กับทั้งหมด3ชุดการผลิตออกมาได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3-3 ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่1

Auto line station	Defect Quantity
Loading station	0
Adjust BRC station	2
Unloading station	0
Measure station	5
Cut Rodt set station	0
Put Rodt set station	0
Put cover station	9
Screw/Unscrew station	3
Battement station	9
Printing station	0
Simulation station	82
Total produce (Simu)	639
Total Produced All	755
Total defect SIMU	82
Overall Defect	110
Yield autoline	85.43%

ตารางที่ 3-4 ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่2

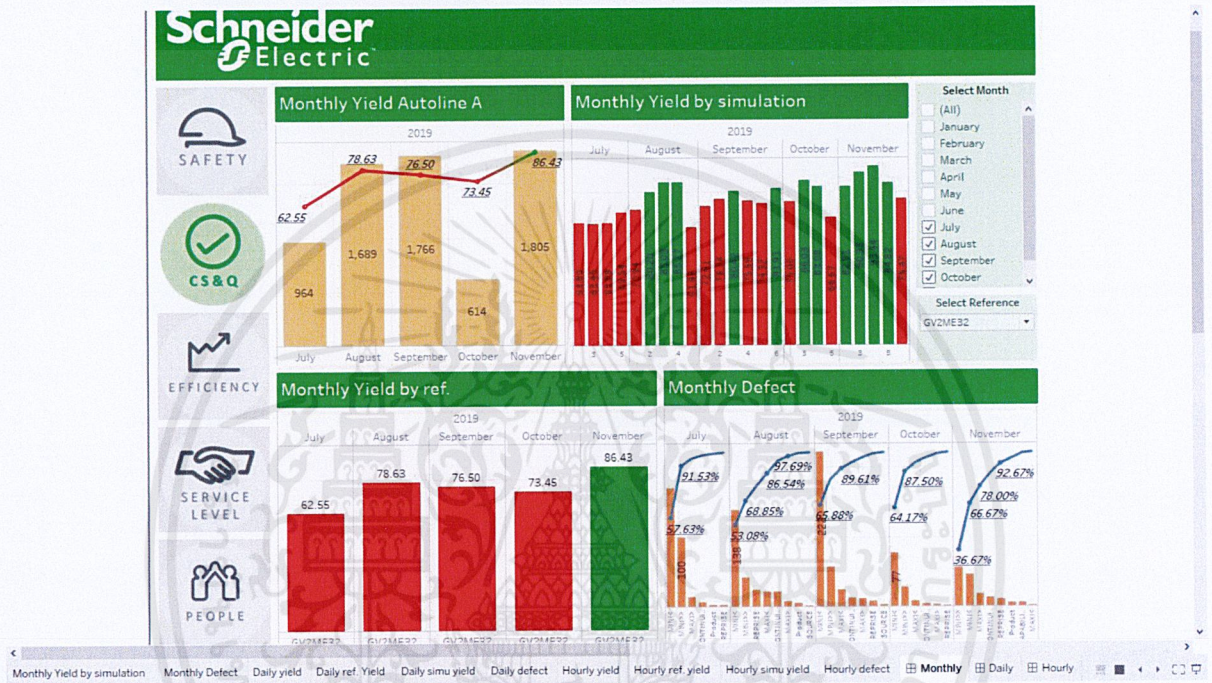
Auto line station	Defect Quantity
Loading station	0
Adjust BRC station	0
Unloading station	0
Measure station	3
Cut Rodt set station	0
Put Rodt set station	0
Put cover station	3
Screw/Unscrew station	2
Battement station	14
Printing station	0
Simulation station	51
Total produce (Simu)	362
Total Produced All	426
Total defect SIMU	51
Overall Defect	73
Yield autoline	82.86%

ตารางที่ 3-5 ผลบันทึกค่าผลลัพธ์การผลิตและจำนวนของของเสียการทดลองใช้การควบคุมครั้งที่3

Auto line station	Defect Quantity
Loading station	0
Adjust BRC station	1
Unloading station	0
Measure station	7
Cut Rodt set station	0
Put Rodt set station	0
Put cover station	21
Screw/Unscrew station	0
Battement station	13
Printing station	0
Simulation station	258
Total produce (Simu)	1316
Total Produced All	1617
Total defect SIMU	258
Overall Defect	300
Yield autoline	81.45%

3.5 การทำการแสดงผลการผลิตแบบReal Time ผ่านโปรแกรมTableau

สามารถทำได้โดยการใช้ข้อมูลที่ถูกดึงออกมาจากเครื่องจักรต่อเข้ากับการดึงข้อมูลของโปรแกรมโดยตรง โดยต้องทำการตั้งชื่อไฟล์ที่ดึงข้อมูลมาให้มีตัวบ่งบอกว่าต้องการดึงข้อมูลชุดนั้น ซึ่งไฟล์ที่บันทึกออกมาจากเครื่องจักรนั้นจะมีชื่อเป็นGV2L1yyyyymmdd อยู่แล้วสามารถใช้GV2L1เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าเป็นข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นจึงไปสร้างฟังก์ชันการคำนวณภายในของโปรแกรม Tableau เพื่อกำหนดว่าต้องการแสดงค่าอะไรบ้าง และมีรูปแบบการคำนวณอย่างไร



รูปที่ 3-21 Tableau monitoring

โดยรูปแบบที่ได้ทำการออกแบบมาเป็นการแสดงค่าYield ภาพรวมของเครื่องจักรรายเดือน และย่อยออกไปในแต่ละรุ่นของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และแสดงจำนวนและประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในรูปแบบของ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลลัพธ์การผลิตจากการเริ่มใช้การควบคุมไบเมทอลในการผลิตจากการใช้การวิเคราะห์พารามิเตอร์จากโปรแกรมCancube

ผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรAutoline เทียบกับผลลัพธ์รวมจากช่วงเดือนมกราคม-กรกฎาคมปี2019

ตารางที่ 4-1 ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่1

Auto line station	Jan-Jul	Implement1	%Difference
Loading station	0.08%	0.00%	-0.08%
Adjust BRC station	0.22%	0.26%	+0.04%
Unloading station	0.00%	0.00%	0.00%
Measure station	0.74%	0.66%	-0.08%
Cut Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put cover station	2.09%	1.19%	-0.90%
Screw/Unscrew station	0.29%	0.40%	+0.11%
Battement station	0.82%	1.19%	+0.37%
Printing station	0.09%	0.00%	-0.09%
Simulation station	22.99%	10.46%	-12.53%
-BRC MINI <	12.52%	5.70%	-6.82%
-BRC MINI >>	8.03%	3.58%	-4.45%
Total produce (Simu)	23131	639	
Total Produced All	24136	755	
Total defect SIMU	5549	82	
Overall Defect	6575	110	
Yield autoline	72.76%	85.43%	+12.67%

จากตารางที่4-1 เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตระหว่างชุดการทดลองใช้งานที่ครั้งที่1กับการผลลัพธ์การผลิตตลอดช่วงเดือนมกราคมปี2019ถึงกรกฎาคมปี2019 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของของเสียประเภทBRC MINI < และBRC MINI >>จากการควบคุมระยะเลเซอร์ไบเมทอล ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพมีมากขึ้น 12.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและ 56 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-2 ตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่2

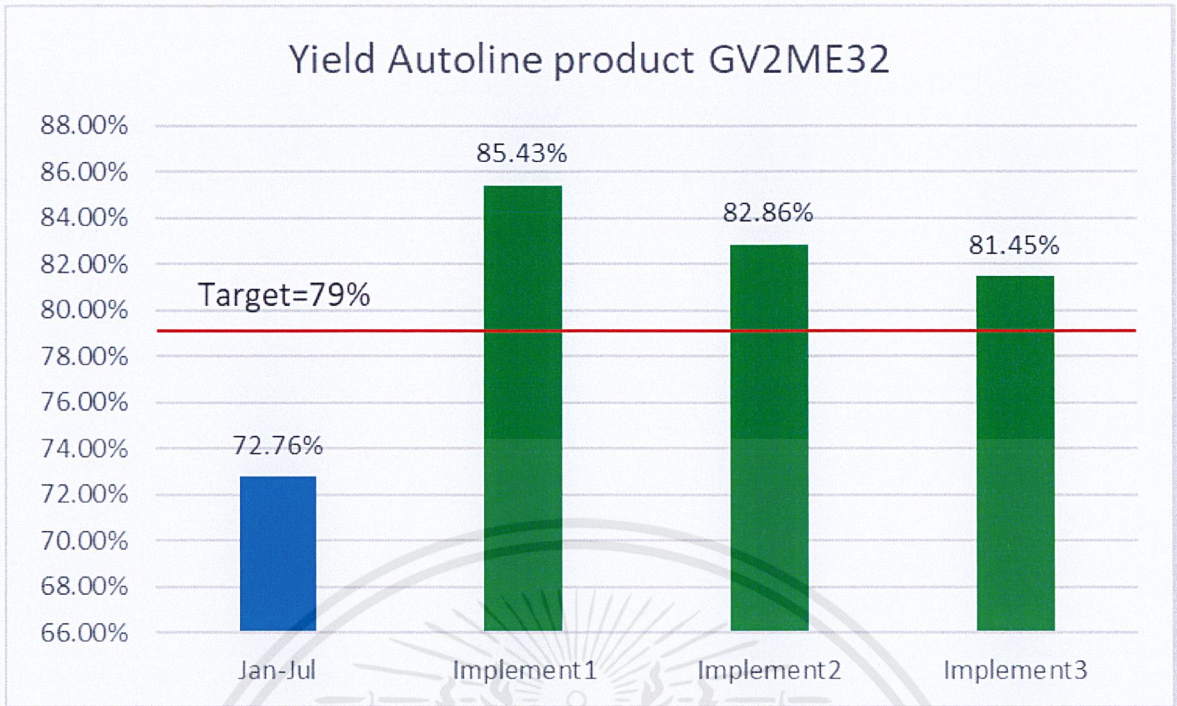
Auto line station	Jan-Jul	Implement2	%Difference
Loading station	0.08%	0.00%	-0.08%
Adjust BRC station	0.22%	0.00%	-0.22%
Unloading station	0.00%	0.00%	0.00%
Measure station	0.74%	0.70%	-0.04%
Cut Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put cover station	2.09%	0.70%	-1.39%
Screw/Unscrew station	0.29%	0.47%	+0.18%
Battement station	0.82%	3.29%	+2.46%
Printing station	0.09%	0.00%	-0.09%
Simulation station	22.99%	10.56%	-12.43%
-BRC MINI <	12.52%	3.29%	-9.23%
-BRC MINI >>	8.03%	6.10%	-1.93%
Total produce (Simu)	23131	362	
Total Produced All	24136	426	
Total defect SIMU	5549	51	
Overall Defect	6575	73	
Yield autoline	72.76%	82.86%	+10.1%

จากตารางที่4-2 เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์การผลิตระหว่างชุดการทดลองใช้งานที่ครั้งที่1กับการผลิตการผลิตตลอดช่วงเดือนมกราคมปี2019ถึงกรกฎาคมปี2019 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของของเสียประเภทBRC MINI < และBRC MINI >>จากการควบคุมระยะเลเซอร์ไบเมทอล ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพมีมากขึ้น 10.1 เปอร์เซ็นต์

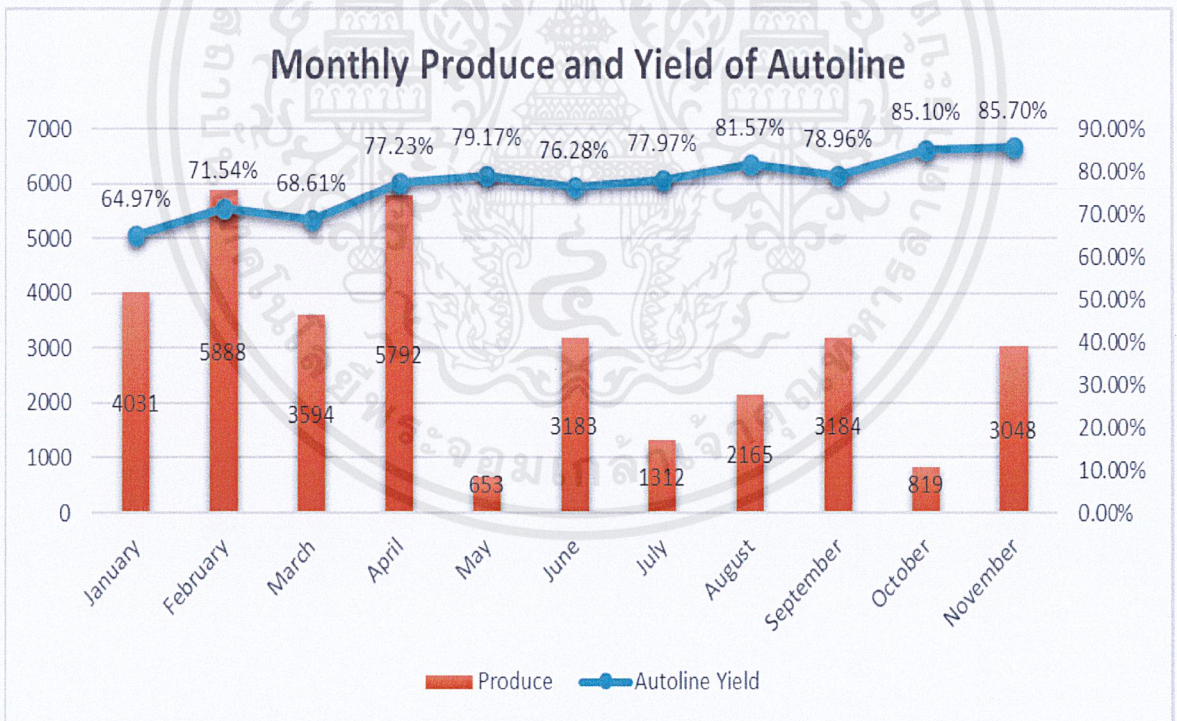
ตารางที่ 4-3 ตารางเปรียบเทียบผลลัพท์การผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32ของเครื่องจักรครั้งที่3

Auto line station	Jan-Jul	Implement3	%Difference
Loading station	0.08%	0.06%	-0.02%
Adjust BRC station	0.22%	0.00%	-0.15%
Unloading station	0.00%	0.00%	0.00%
Measure station	0.74%	0.43%	-0.04%
Cut Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put Rodt set station	0.00%	0.00%	0.00%
Put cover station	2.09%	1.3%	-1.39%
Screw/Unscrew station	0.29%	0.00%	+0.18%
Battement station	0.82%	0.8%	+2.46%
Printing station	0.09%	0.00%	-0.09%
Simulation station	22.99%	15.09%	-7.9%
-BRC MINI <	12.52%	6.86%	-5.65%
-BRC MINI >>	8.03%	6.49%	-1.54%
Total produce (Simu)	23131	1316	
Total Produced All	24136	1617	
Total defect SIMU	5549	258	
Overall Defect	6575	300	
Yield autoline	72.76%	81.45%	+8.69%

จากตารางที่4-3 เป็นการเปรียบเทียบผลลัพท์การผลิตระหว่างชุดการทดลองใช้งานที่ครั้งที่1กับการผลลัพท์การผลิตตลอดช่วงเดือนมกราคมปี2019ถึงกรกฎาคมปี2019 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของของเสียประเภทBRC MINI < และBRC MINI >>จากการควบคุมระยะเลเซอร์ไบเมทอล ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพมีมากขึ้น 8.69 เปอร์เซ็นต์



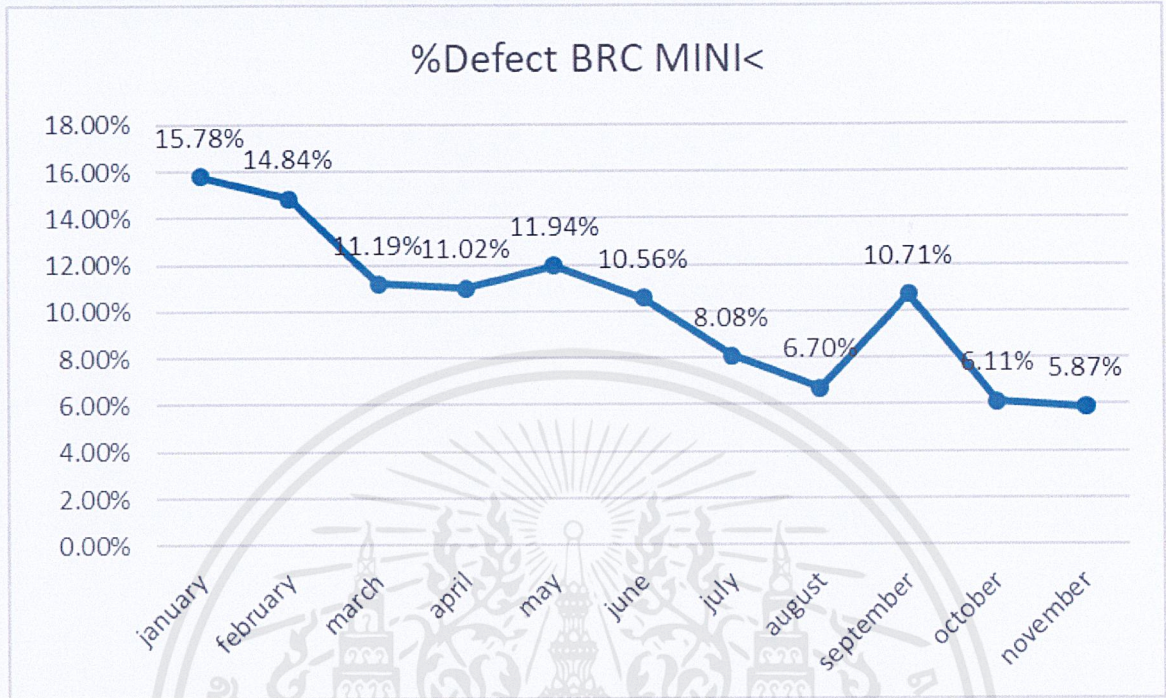
รูปที่ 4-1 กราฟแท่งแสดงผลลัพธ์การผลิตจากการควบคุมตำแหน่งเลเซอร์ใบเมทอล



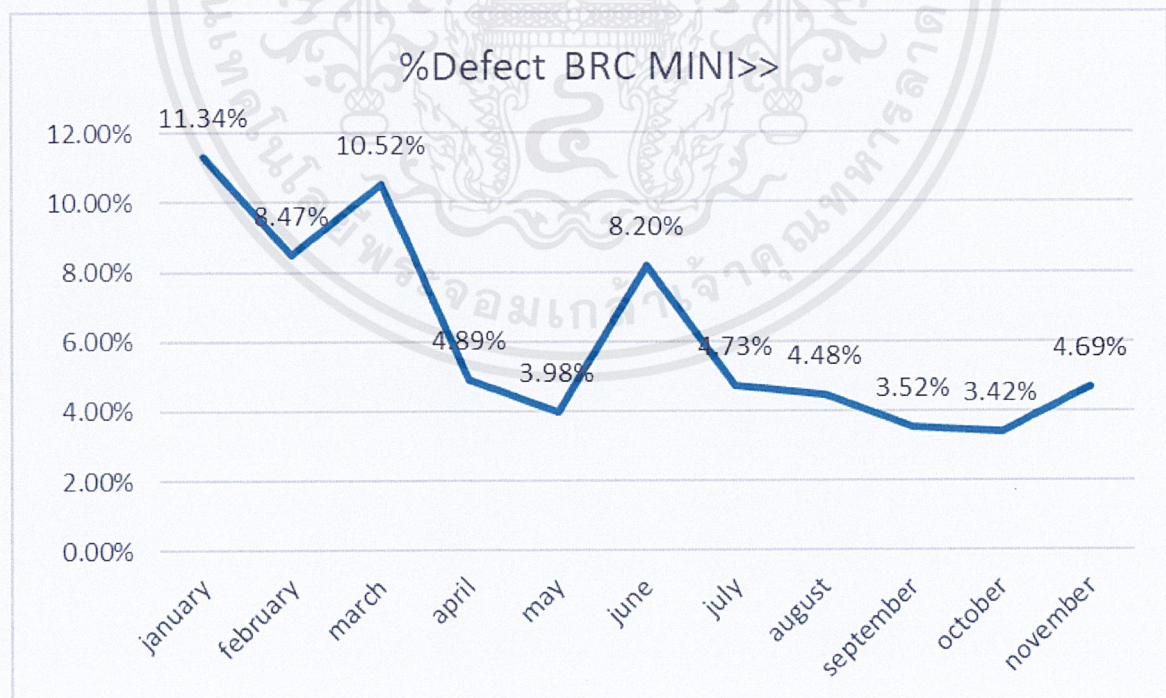
รูปที่ 4-2 แผนภูมิภาพรวมยอดการผลิตและผลลัพธ์ของการผลิตในแต่ละเดือน

4.2 การลดลงของของเสียประเภทBRC MINI<และBRC MINI>>

รูปแสดงการลดลงของของเสียประเภทBRC MINI < และBRC MINI>> จากการเริ่มการควบคุม ในช่วงเดือน ตุลาคมถึงพฤศจิกายน แสดงในรูปที่ 4-3 และ 4-4 ตามลำดับ



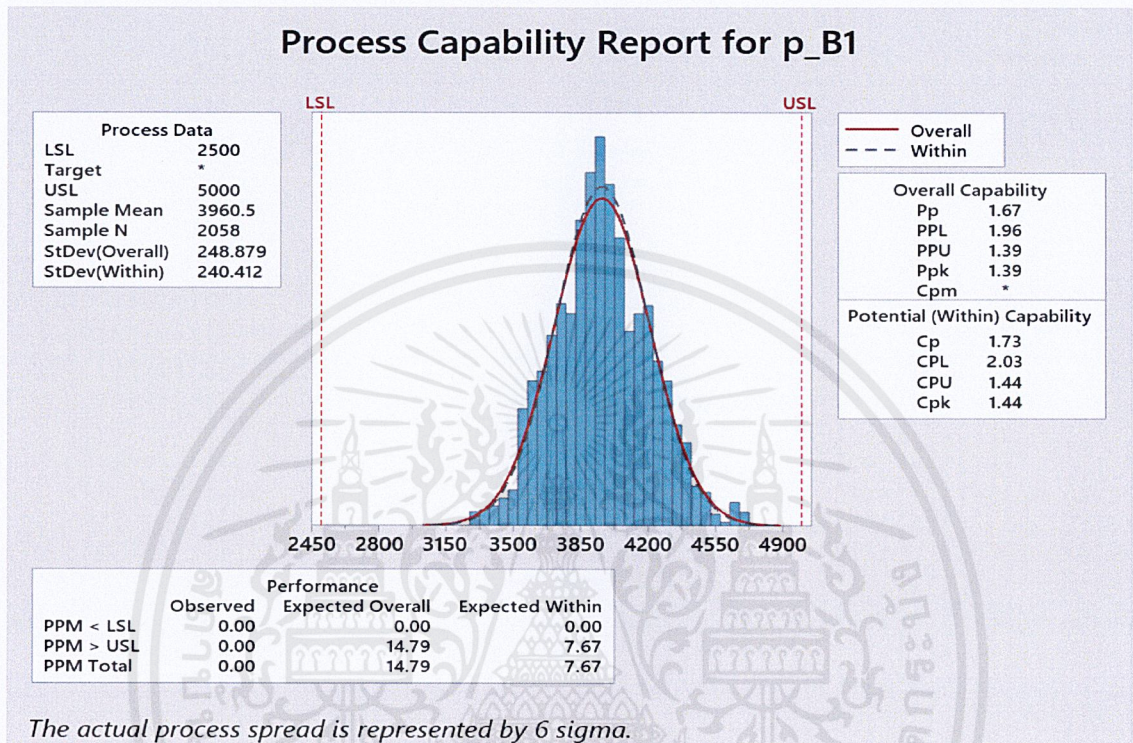
รูปที่ 4-3 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์งานเสียBRC MINI<ตามยอดรายเดือน



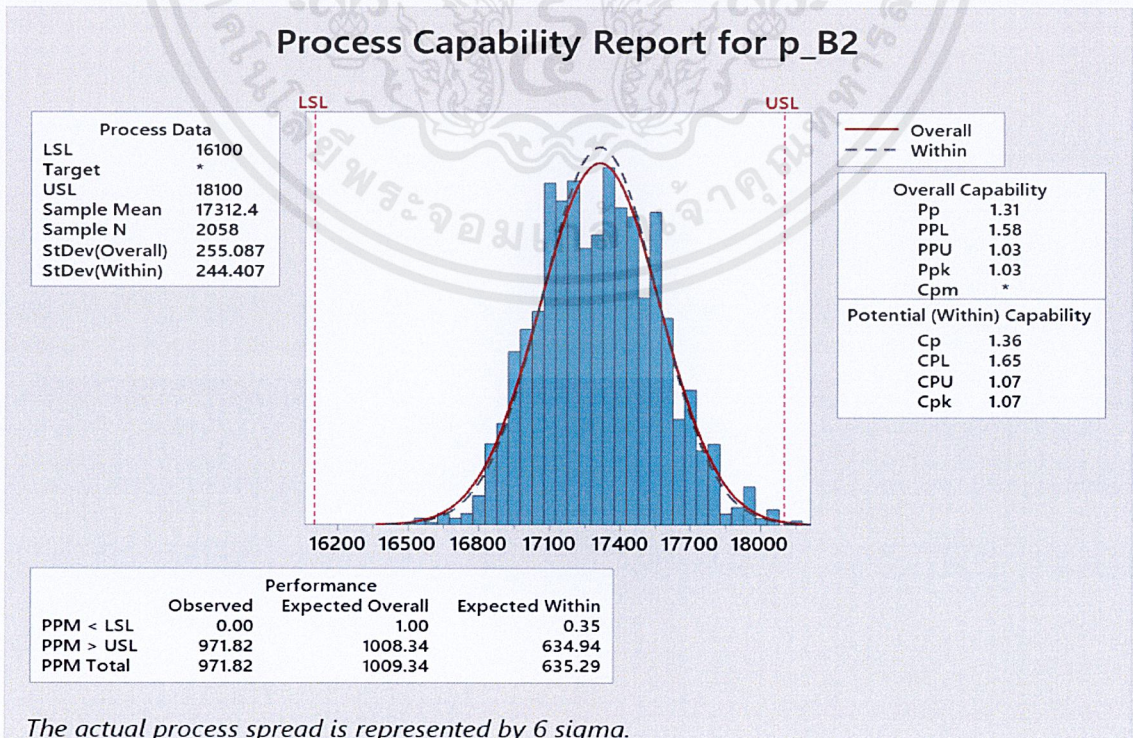
รูปที่ 4-4 แผนภูมิเปอร์เซ็นต์งานเสียBRC MINI>>ตามยอดรายเดือน

4.3 ผลการควบคุมพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอล

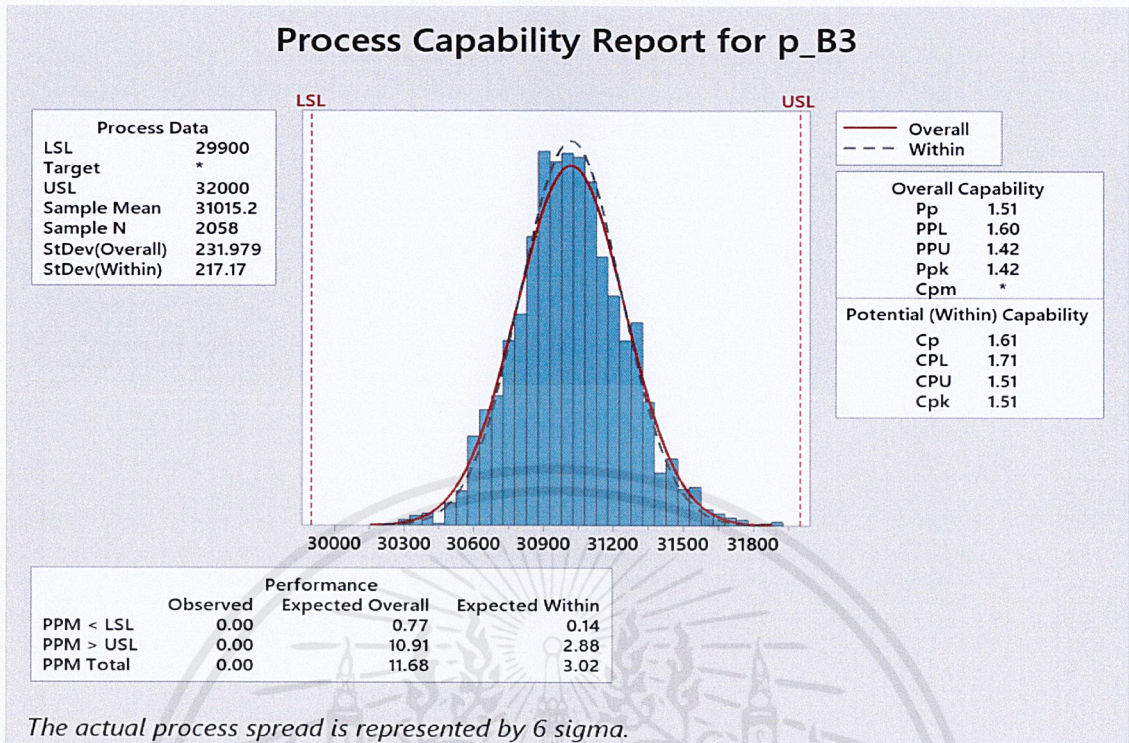
ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ ตำแหน่งไบเมทอลที่ 1 ถึง 3 แสดงในรูปที่ 4-5 แสดงให้เห็นถึงผลการควบคุมระยะตำแหน่งเลเซอร์ไบเมทอลทำให้การกระจายตัวมีค่าน้อยลงจากการใช้ข้อมูลในช่วงของการทดลองใช้งานจริงมาวิเคราะห์



ก.) ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลโพสที่ 1 หลักจากการใช้การควบคุม



ข.) ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลโพลที่2หลักจากการใช้การควบคุม



ค.) ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลโพลที่3หลักจากการใช้การควบคุม

รูปที่ 4-5 ค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลโพลที่1ถึง3หลักจากการใช้การควบคุม

จากการใช้การควบคุมระยะตำแหน่งเลเซอร์ไบเมทอลที่ 5.2-5.6 จากเดิม 5.1-5.9 ช่วยให้งานเสียประเภท BRC MINI < และ BRC MINI >> ลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลลัพท์การผลิตนั้นเพิ่มมากขึ้นโดยเฉลี่ยจากเดิมช่วงเดือนมกราคมปี2019ถึงกรกฎาคมปี2019นั้นอยู่ที่ 72.76 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 83.25 เปอร์เซ็นต์ จากช่วงการทดลองใช้งานจริง 3 ครั้ง โดยที่การเพิ่มขึ้นของผลลัพท์การผลิตประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ นำมาคำนวณการประหยัดต้นทุน ได้ผลลัพท์การประหยัดต้นทุนอยู่ที่ 6120 ยูโร/ปี หรือประมาณ 206,194 บาท/ปี ซึ่งสามารถดูการคำนวณได้ในหัวข้อที่4.4

บทที่ 5

สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

นักศึกษาได้ทำโครงการร่วมกับบริษัท ซีโนเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด แผนกคุณภาพและวิศวกรเทคนิค (Quality Assurance & Technical Engineer , QA&TE) ในส่วนของสายการผลิต Low voltage (LV) ซึ่งผลิตสินค้ามอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2 โดยได้รับมอบหมายงานในตำแหน่งวิศวกรคุณภาพ (Quality Assurance , QA) โดยมีหน้าที่ศึกษาและค้นหาแนวทางในการปรับปรุง พัฒนาและแก้ไข ในส่วนของการทำงานของเครื่องจักรที่ผลิตและทดสอบเบรกเกอร์ในสายการผลิต (Production line) โดยวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงในโครงการนี้คือ 1.) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2.2.) เพื่อออกแบบการควบคุมการผลิตโดยประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบปัญญาประดิษฐ์โปรแกรม Cancube 3.) เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลผลิตการผลิต (Yield) ของกระบวนการผลิตมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32จากเดิม72เปอร์เซ็นต์ไปที่79เปอร์เซ็นต์ โดยนำข้อมูลเชิงสถิติจากการติดตั้งEdge box เข้ากับPLC เพื่อทำการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม Node-red ซึ่งถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา JAVA

จากการศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์และพารามิเตอร์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลผ่านEdge boxนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาด้วย แผนภูมิแก๊งปลา (Fish bone diagram) และโปรแกรม CANCEUBE บ่งชี้ในทิศทางเดียวกันว่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อค่าผลผลิตการผลิตของเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่นGV2ME32นั้นคือตำแหน่งไบเมทอลโพลที่ 1-2-3 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นจากการประกอบที่ไลน์การประกอบย่อย จึงต้องออกแบบการควบคุมที่ไลน์การประกอบย่อยโดยมุ่งไปที่การควบคุมค่าเลเซอร์ไบเมทอลซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการเบนและส่งผลกระทบกับพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลมากที่สุด โดยได้เริ่มออกแบบการทดลองควบคุมค่าเลเซอร์ไบเมทอลจากเดิมควบคุมให้อยู่ในช่วง5.1-5.9 จึงได้ทำการทดลองโดยเลเซอร์ไบเมทอลออกเป็น8ช่วงเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเลเซอร์ไบเมทอลกับค่าพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลจึงได้ความสัมพันธ์ออกมาเป็นกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ และจึงได้นำค่าพารามิเตอร์แนะนำ (Recommend Parameter) แทนค่าลงในสมการหาความสัมพันธ์จึงได้ช่วงในการควบคุมใหม่อยู่ในช่วง5.2-5.6 เมื่อเริ่มทำการควบคุมระยะเลเซอร์ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ของไบเมทอลนั้นมีการกระจายตัวที่ลดลงจากเดิม และได้เพิ่มการตรวจสอบการวัดตำแหน่งไบเมทอลจากเดิม2ชั่วโมงเป็นทุก30นาทีเพื่อให้มีความเสถียรของค่าระยะมากขึ้น

ซึ่งการควบคุมระยะเลเซอร์ไบเมทอลนั้นช่วยให้ผลผลิตการผลิตที่เครื่องจักรอัตโนมัติ (Autoline machine) จากเดิมมีภาพรวมผลผลิตการผลิตจากช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคมปี2019อยู่ที่72.76 เปอร์เซ็นต์ สามารถปรับปรุงขึ้นไปอยู่ที่85.43เปอร์เซ็นต์ในการใช้งานจริงครั้งแรกและ82.86เปอร์เซ็นต์ในการใช้งานจริงครั้งที่สองและ81.45เปอร์เซ็นต์ในการใช้งานจริงครั้งที่สามและสามารถลดเปอร์เซ็นต์งานเสียประเภทBRC MINI< และBRC MINI>> ได้ประมาณ6-10เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการลดลงของงานเสียและของ

เสียที่ต้องกำจัดทิ้ง (Scrap) สามารถช่วยลดต้นทุนลงได้ประมาณ 6120 ยูโร/ปี หรือ 206,194 บาท/ปี และสามารถลดการกระจายตัวของพารามิเตอร์ตำแหน่งไบเมทอลลงได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหา

- 1) กระบวนการผลิตมีความซับซ้อนสูงทำให้ใช้เวลานานในการเรียนรู้
- 2) การผลิตและการทดลองจำเป็นต้องใช้เวลาในการทำงาน
- 3) ยังไม่สามารถระบุระยะเลเซอร์ของชิ้นงานทุกชิ้นได้

แนวทางแก้ไข

- 1) จัดทำแบบแผนผังการสอนและเอกสารให้ชัดเจน
- 2) วางผังเวลาการผลิตที่ชัดเจนมากขึ้นเพื่อให้สามารถดูตารางเวลาการผลิตแต่ละรุ่นได้
- 3) จัดทำระบบการตรวจสอบชิ้นงานให้มีความละเอียดมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการนี้จำเป็นต้องทำร่วมกับทีมเขียนโปรแกรมซึ่งอยู่ที่ต่างประเทศทำให้การสื่อสารข้อมูลของกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ยาก ควรจะให้ทีมเขียนโปรแกรมเข้าใจในระบบกระบวนการผลิตและประเภทของข้อมูลพารามิเตอร์แต่ละชนิดก่อน

บรรณานุกรม

- [1] มาตรฐานที่คุณต้องรู้ เมื่อ Start Motor [Online].
Available : <https://www.factomart.com/th/factomartblog/standard-for-motor-starter>
- [2] ซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ Minitab [Online].
Available :
http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/news_preview.php?cid=13107
- [3] WHAT IS ECOSTRUXURE FROM SCHNEIDER ELECTRIC? [Online].
Available : <https://news.bpx.co.uk/what-is-ecostruxure-from-schneider-electric/> .2560
- [4] Node-Red [Online]. Available : <https://nodered.org/>.2562
- [5] HMIBMIEA5DD1E01 IIoT Edge Box Smart eMMC DC Windows TPM [Online].
Available : <https://www.se.com/ww/en/product/HMIBMIEA5DD1E01/iiot-edge-box-smart-emmc-dc-windows-tpm/>.2562



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล 67 อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก I



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 68 ภาษาอังกฤษถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำ Gage Repeatability & Reproducibility (Gage R&R)

GR&R of laser welding position

% GR&R = 15.93%

NDC = 8

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0017055	2.54
Repeatability	0.0009115	1.36
Reproducibility	0.0007940	1.18
Operator	0.0007940	1.18
Part-To-Part	0.0654896	97.46
Total Variation	0.0671950	100.00

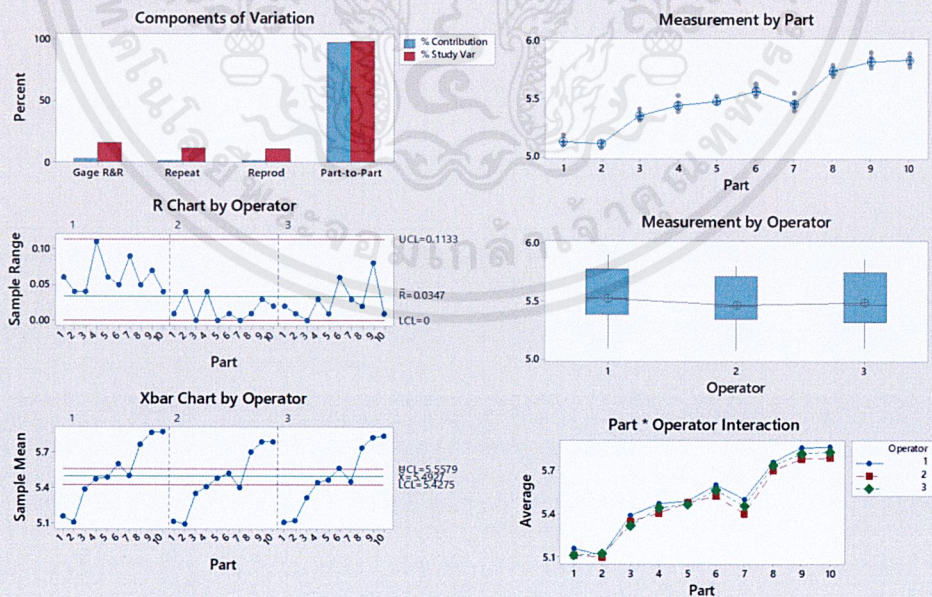
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.041297	0.21268	15.93
Repeatability	0.030190	0.15548	11.65
Reproducibility	0.028178	0.14512	10.87
Operator	0.028178	0.14512	10.87
Part-To-Part	0.255909	1.31793	98.72
Total Variation	0.259220	1.33498	100.00

Number of Distinct Categories = 8

GR&R Laser welding position 5.5

Gage name:
Date of study:

Reported by:
Tolerance:
Misc:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 69 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GR&R of Bimetal position (p_B1)

% GR&R = 9.88%

NDC = 13

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	529.8	1.01
Repeatability	529.8	1.01
Reproducibility	0.0	0.00
Operator	0.0	0.00
Part-To-Part	51780.6	98.99
Total Variation	52310.4	100.00

Process tolerance = 1200

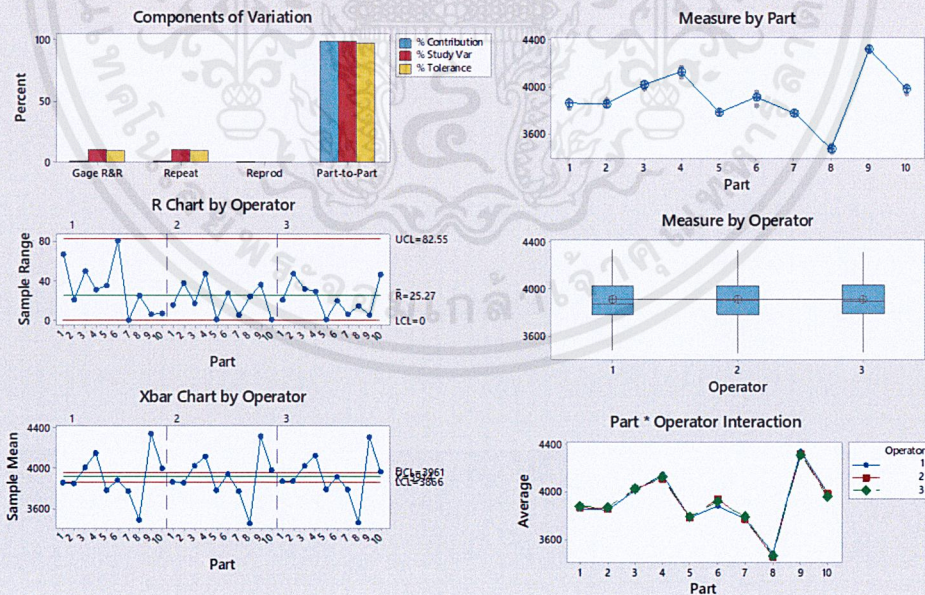
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	23.016	118.53	10.06	9.88
Repeatability	23.016	118.53	10.06	9.88
Reproducibility	0.000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	227.554	1171.90	99.49	97.66
Total Variation	228.715	1177.88	100.00	98.16

Number of Distinct Categories = 13

GR&R BP_1 (Bimetal position#1)

Gage name:
Date of study:

Reported by:
Tolerance:
Misc:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 70 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GR&R of Bimetal position (p_B2)

% GR&R = 5.92%

NDC = 12

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	529.4	1.28
Repeatability	529.4	1.28
Reproducibility	0.0	0.00
Operator	0.0	0.00
Part-To-Part	40983.1	98.72
Total Variation	41512.5	100.00

Process tolerance = 2000

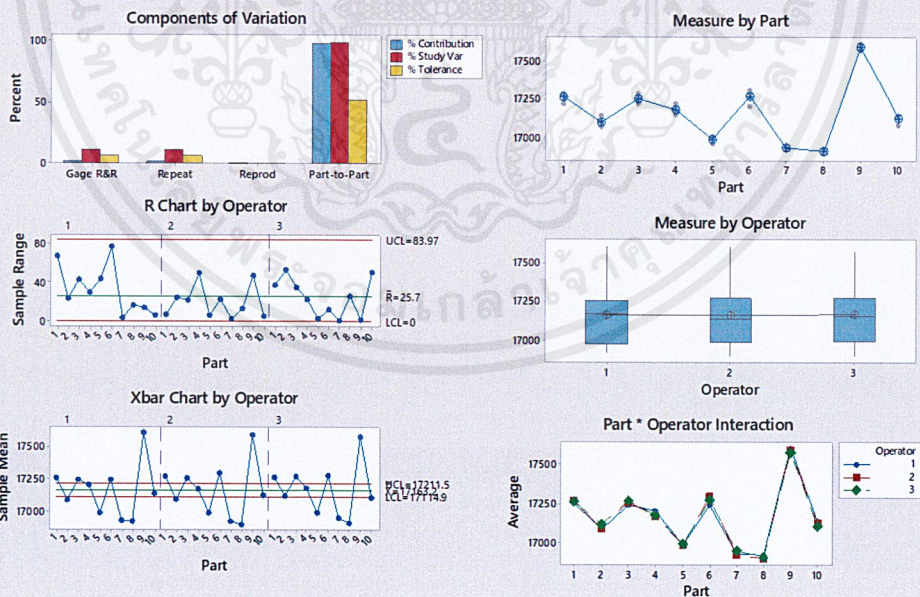
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	23.009	118.50	11.29	5.92
Repeatability	23.009	118.50	11.29	5.92
Reproducibility	0.000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	202.443	1042.58	99.36	52.13
Total Variation	203.746	1049.29	100.00	52.46

Number of Distinct Categories = 12

GR&R BP_2 (Bimetal position#2)

Gage name:
Date of study:

Reported by:
Tolerance:
Misc:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 71 ภาษาอังกฤษถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GR&R of Bimetal position (p_B3)

% GR&R = 6.07%

NDC = 14

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	555.7	0.92
Repeatability	555.7	0.92
Reproducibility	0.0	0.00
Operator	0.0	0.00
Part-To-Part	59753.7	99.08
Total Variation	60309.3	100.00

Process tolerance = 2000

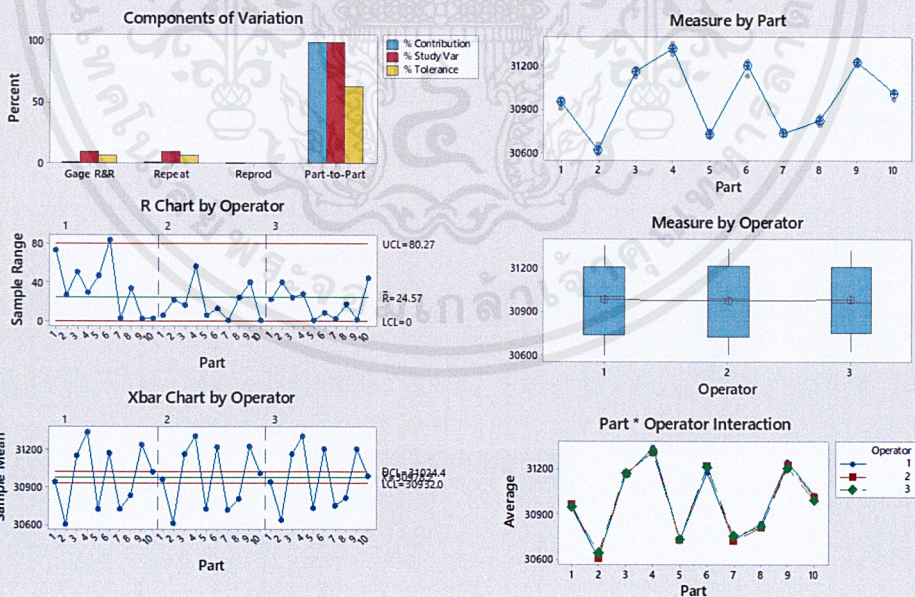
Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15 x SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	23.573	121.40	9.60	6.07
Repeatability	23.573	121.40	9.60	6.07
Reproducibility	0.000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	244.446	1258.89	99.54	62.94
Total Variation	245.580	1264.73	100.00	63.24

Number of Distinct Categories = 14

GR&R BP_3 (Bimetal position#3)

Gage name:
Date of study:

Reported by:
Tolerance:
Misc:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 72 ข้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 73 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Main

Range of product	Magelis iPC
Product or component type	IIoT Edge Box Core
Device short name	IIoT Edge Box Core
Free slots	1 SD card SD 3.0, max raw transfer rate 104 MBps . Supports SD,SDHC,SDXC (Standard 32 mm x 24 mm)
Operating system	Linux Yocto (Linux Yocto project Krogoth 2.1) Linux Yocto (BitBake branch 1.30.0) Linux Yocto (Linux Kernel 4.4.38)
Software package	Node-RED and system nodes default IIoT Wiring

Complementary

Range compatibility	HMIYMIN4GUS1 Interface Mini PCIe 4G US for iPC HMIYMIN4GEU1 Interface Mini PCIe 4G EU for iPC HMIYMIN8AI1 Interface Mini PCIe 8x Analog Input 0-10V HMIYBIN2AIM21 Interface M.2 2x Analog Input 0-10V/4-20mA
Accessory / separate part destination	Celullar 4G and analog Inputs
Mounting location	Book mounting Flat mounting Wall mounting
Processor name	ARM Cortex-A53 Quad core 1.2 GHz Qualcomm Snapdragon 410
Data storage equipment	64 GB eMMC (soldered)
Memory description	2 GB RAM LPDDR3 internal (not expandable)
Number of slots	1 slot(s) for mini PCI Express full-size with optional interface plate, 1 slot(s) for M.2 not for storage,
Display resolution	1920 x 1080 pixels at 60 Hz
Watchdog timer	1...255 ms
Type of cooling	Fanless
Electrical connection	Screw connector, connector type: pin, 1 way, circuit application: ground - location: bottom Connector, connector type: SMA - location: top
Integrated connection type	HDMI for For configuration only with 1 on bottom Ethernet with 2 RJ45 SMSC LAN7500, transmission rate: 10/100/1000 Mbps on bottom IEEE 1588 not supported COM1 serial link for battery backup with 1 male SUB-D 9 RS232/422/485 non-isolated USB 2.0 port with 2.0 USB type A, transmission rate: 480 Mbit/s on bottom TPM connector Ver 2.0 for cyber security - hardware encryption TPM module HMIYMINATPM201 to be installed/default installed on motherboard

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications



Communication network type	1.0 WCN3620 Wi-Fi 2.4 GHz conforming to IEEE 802.11 b/g/n 1.0 WCN3620 Bluetooth 4.1
Cyber secured boot	Secure password boot
Connector type	1.0 GPIO Pin, 8 pins bottom(Software utility provided)
[Us] rated supply voltage	24 V DC power supply 100...240 V AC power supply
Supply voltage limits	12...24 V
Inrush current	0.43 A
Power consumption in W	16 W
Control type	Resettable
Depth	46 mm
Height	150 mm
Width	157 mm
Net weight	1 kg
Impregnation material	Conformal coated
Main type	IIoT Edge Box Core
Number of slots available for expansion	1.0 slot(s) for mini PCIe 1.0 slot(s) for M.2 (not for storage)

Environment

Standards	Class A group 1 EN 55011 EN 61000-6-4 EN 61131-2 FCC Part 15 UL 60950
Product certifications	CE CULus UL 60950 for IT equipments CCC RCM EAC RED FCC RF IC SRRC TELEC FAC ANATEL
Quality labels	CE
Directives	2004/108/EC - electromagnetic compatibility 2006/95/EC - low voltage directive
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
Electromagnetic compatibility	Immunity to high frequency interference conforming to IEC 61000-4 Disturbing field emission class A conforming to EN 55011 Conducted and radiated emissions class A conforming to EN 55022
Ambient air temperature for storage	-20...60 °C conforming to IEC 60068-2-2 -20...60 °C conforming to IEC 60068-2-14
Relative humidity	10...95 % non-condensing conforming to EN/IEC 60068-2-30
Ambient air temperature for operation	0...50 °C (by default) conforming to EN/IEC 60068-2-2 0...50 °C flat mounting 0...45 °C on mini PCIe 0...45 °C flat mounting on mini PCIe
Operating altitude	2000 m conforming to EN/IEC 60664-1
Vibration resistance	2 gn (f = 5...500 Hz)eMMC

Offer Sustainability

REACH Regulation	REACH Declaration
EU RoHS Directive	Pro-active compliance (Product out of EU RoHS legal scope) EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes

ประวัติผู้เขียน

นายณัฐภัทร กัณฐวิจิตร

เกิดวันที่ 20 กรกฎาคม 2541

ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา : ม.1-ม.6 โรงเรียนสารวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร



ปัจจุบันศึกษาที่อยู่ในระดับ ปริญญาตรี ปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 76 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้