

การประยุกต์ใช้พีแอลซีในการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล

APPLICATION OF PLC FOR MACHINES EFFICIENCY



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากฎเกณฑ์มาตรฐานปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974 - 648 - 525 - 3

การประยุกต์ใช้พีแอลซีในการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล

APPLICATION OF PLC FOR MACHINES EFFICIENCY



เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 41498
วัน, เดือน, ปี..... 19 ก.พ. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

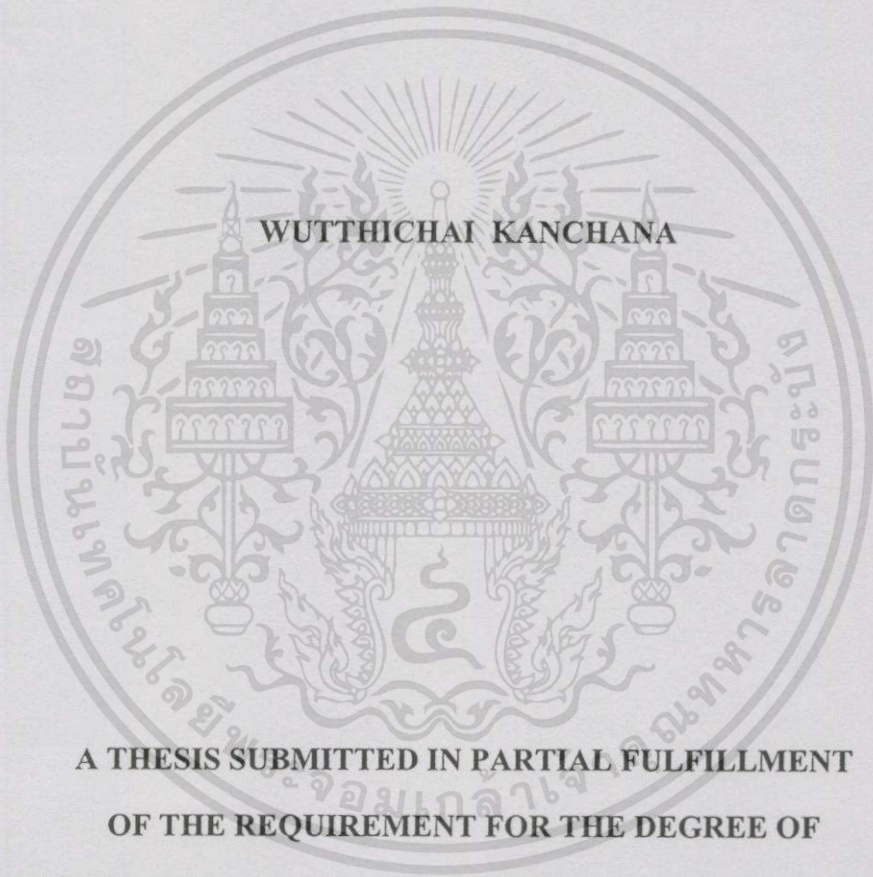
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-525-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF PLC FOR MACHINES EFFICIENCY



WUTTHICHAJ KANCHANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2001

ISBN 974-648-525-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้พีแอลซีในการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล
APPLICATION OF PLC FOR MACHINES EFFICIENCY

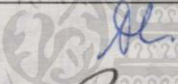
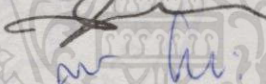

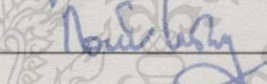
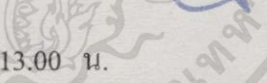
ชื่อนักศึกษา นายวุฒิชัย กาญจนา

รหัสประจำตัว 37061177

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สมผล	โกศลวิตร	
ดร.สุทธิชัย	นพนาถิพงษ์	
รศ.สมยศ	กฤษณะปิยะ	
รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวิสุวิทย์	
รศ.ดร.กอบชัย	เดชหาญ	

วัน/เดือนปี ที่สอบ 30 ตุลาคม 2544 เวลา 12.00-13.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-401)


บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว
(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัคร) 
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

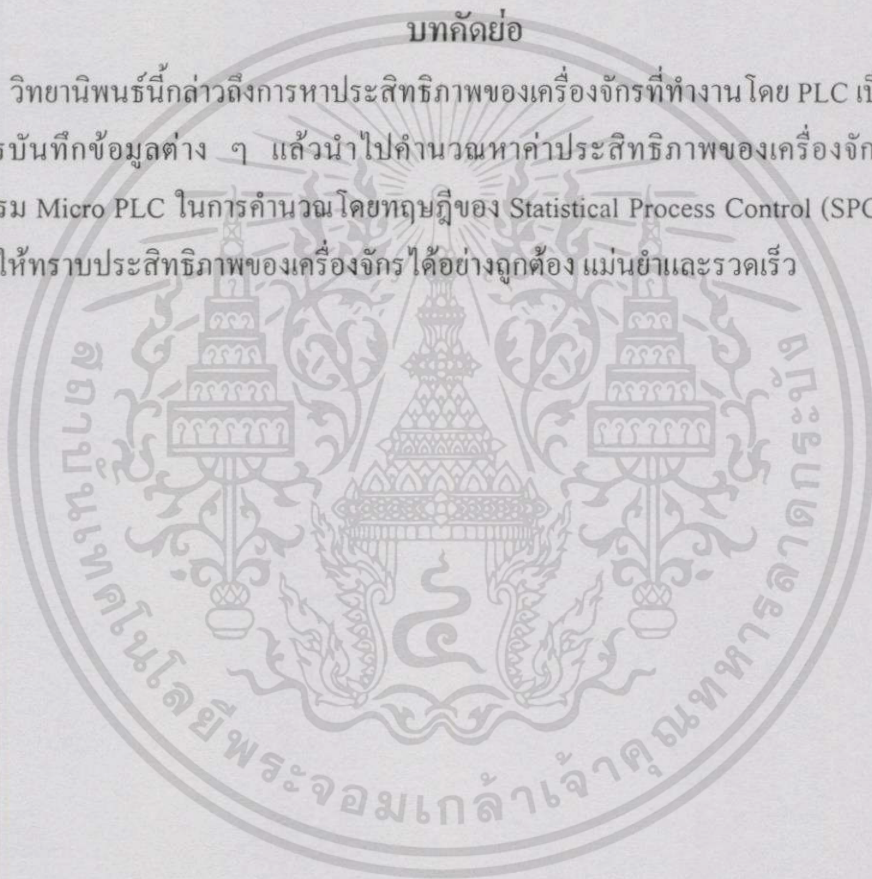
วันที่..... ๑๐.....เดือน..... ธันวาคม..... พ.ศ. ๒๕๔๔.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้พีแอลซีในการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล
นักศึกษา	นายวุฒิชัย กาญจนานา
รหัสประจำตัว	37061177
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

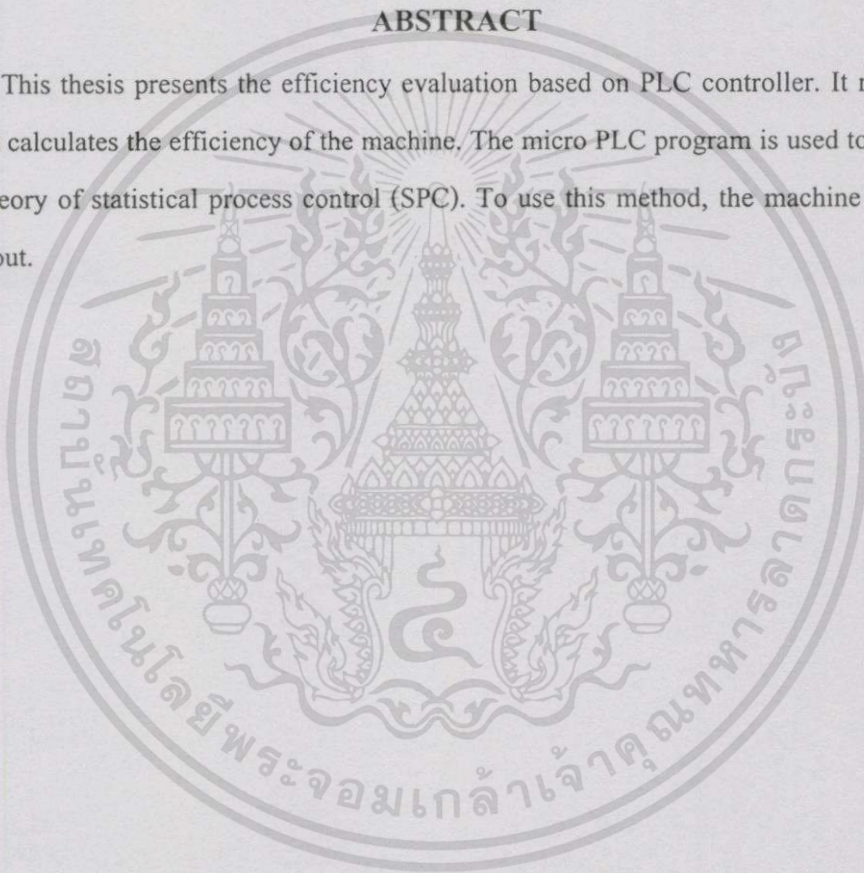
วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ทำงานโดย PLC เป็นตัวควบคุม จากการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรม Micro PLC ในการคำนวณโดยทฤษฎีของ Statistical Process Control (SPC) ด้วยวิธีการนี้จะทำให้ทราบประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว



Thesis Title	Application of PLC for Machines Efficiency
Student	Mr. Wutthichai Danchana
Student ID.	37061177
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Kobchai Dejhan

ABSTRACT

This thesis presents the efficiency evaluation based on PLC controller. It records all of data and calculates the efficiency of the machine. The micro PLC program is used to calculate by using theory of statistical process control (SPC). To use this method, the machine efficiency is carried out.



กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์จนทำให้ผู้วิจัยเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ บุพการี และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนจนผู้วิจัยเกิดความมานะจนสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ได้ลุล่วง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมของสถาบันที่ได้เอื้ออำนวยความสะดวกในการเขียนวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยในการทำวิจัยและนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

วุฒิชัย กาญจนานา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 กล่าวนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
1.4 วิธีการวิจัย.....	2
1.5 รายละเอียดในการทำวิทยานิพนธ์.....	2
บทที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร.....	3
2.1 เทคนิคทางด้านสถิติควบคุมกระบวนการ (Statistical Process Control)	3
2.2 ความหมายของความน่าเชื่อถือ (Reliability).....	3
2.3 อัตราความล้มเหลว (Failure).....	4
2.4 การวัดอัตราความล้มเหลว.....	5
2.4.1 รูปแบบของความล้มเหลว (The Bathtub Curve).....	5
2.4.2 อัตราความล้มเหลวของชิ้นส่วน.....	6
2.5 เวลาใช้งาน (Operating Time) และ เวลาหยุดงาน (Down Time).....	8
2.5.1 เวลาวางแผนหยุดเครื่องจักร (Planned Down Time).....	9
2.5.2 การหยุดเครื่องจักรไม่ได้วางแผน (Unplanned Down Time).....	9
2.5.2.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance).....	10
2.5.3 เวลา (Logistic Time).....	10
2.5.4 ค่าเฉลี่ยเวลาทำงาน (Mean Operating Time)	11
2.5.5 เวลาเฉลี่ยการชำรุดและเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTTF and MTBF).....	12
2.5.6 แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) และ Bathtub Curve.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance).....	12
2.7 ค่าความล้มเหลวกับเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว.....	13
2.7.1 เวลาเฉลี่ยซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair).....	13
2.7.2 เวลาเฉลี่ยระหว่างความช่วยเหลือ (Mean Time Between Assist) และ เวลาเฉลี่ยความช่วยเหลือ (Mean Time to Assist).....	13
2.8 การนำเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF) มาใช้กับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM).....	14
2.9 ความพร้อมปฏิบัติหน้าที่ (Availability).....	15
2.10 การใช้อัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ในสถานะการณ์การวิจัย.....	16
2.11 ดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability Index).....	16
2.12 วิธีการปรับปรุงความน่าเชื่อถือ (Reliability).....	18
2.12.1 กำหนดเป้าหมายของความน่าเชื่อถือ (R) เพื่อการปรับปรุง.....	18
2.12.2 การนำดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability Index) ไปใช้งานส่วนใหญ่จะนำ ดัชนีความน่าเชื่อถือไปคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรือระบบ (System Effectiveness).....	18
2.12.3 การใช้ประโยชน์ดัชนีความน่าเชื่อถือ.....	19
บทที่ 3 พีแอลซี	20
3.1 พีแอลซี.....	20
3.1.1 ความหมายของพีแอลซี.....	20
3.1.2 หลักการทำงานและโครงสร้างของพีแอลซี.....	20
3.1.3 ภาษาพีแอลซี.....	22
3.2 หลักการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC TSX 3722 Telemecanique	23
3.2.1 บทนำ.....	23
3.2.2 คุณลักษณะทั่วไปของ PLC TSX 3722 Telemecanique.....	23
3.2.3 การเข้าตำแหน่ง I/O โมดูลของ PLC TSX 3722.....	24
3.2.4 การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นเวิร์ด (Addressing words).....	25
3.2.5 บล็อกจะใช้บิตและเวิร์ดอย่างเฉพาะเจาะจง.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.6 การใช้หน่วยความจำ (User memory).....	29
3.2.6.1 ที่ว่างของหน่วยความจำของ TSX 3722 PLC.....	29
3.2.6.2 หน่วยความจำบิต (Bit memory).....	29
3.2.7 โหมดการทำงานของ PLC.....	30
3.2.8 กระบวนการกระตุ้นการเริ่มสตาร์ท (Warm restart processing).....	31
3.2.8.1 การเอ็ชคิวค่าโปรแกรมขณะเริ่มสตาร์ท (Restart program execution).....	32
3.2.8.2 การเริ่มสตาร์ทของเครื่องเขียน.....	32
3.2.9 โครงสร้างของโปรแกรมและการทำงานของโปรแกรม.....	32
3.2.9.1 รอบการทำงานของ PLC (Cyclic execution).....	32
3.2.10 คาบเวลาการทำงานของ PLC.....	33
3.2.11 โครงสร้างซอฟต์แวร์หลายๆ ส่วนงาน.....	33
3.2.11.1 รายละเอียด.....	33
บทที่ 4 การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร.....	40
4.1 การเก็บข้อมูล.....	40
4.1.1 ประโยชน์ของข้อมูลการบำรุงรักษา.....	40
4.1.2 วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล.....	40
4.1.2.1 เพื่อให้ผลิตได้ตามแผน.....	40
4.1.2.2 เพื่อรักษาและเพิ่มคุณภาพ.....	40
4.1.2.3 เพื่อการลดต้นทุน.....	40
4.1.2.4 เพื่อส่งมอบตามกำหนด.....	40
4.1.2.5 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม.....	40
4.1.2.6 เพื่อให้ขวัญและกำลังใจบุคลากร.....	40
4.2 ข้อมูลในการบำรุงรักษา.....	41
4.2.1 ข้อมูลการบำรุงรักษา.....	41
4.2.2 ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ.....	41
4.3 ประเภทต่าง ๆ ของการรวบรวมข้อมูล.....	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 วิธีการเก็บข้อมูล.....	41
4.4.1 วิธีการบันทึกเหตุขัดข้อง.....	41
4.4.1.1 อาการของเหตุขัดข้อง.....	41
4.4.1.2 สภาพผิดปกติ.....	41
4.4.1.3 การวาดรูป.....	42
4.4.2 การใช้ประโยชน์จากข้อมูล.....	42
4.5 แผนการบำรุงรักษา.....	42
4.5.1 ความจำเป็นของแผนการบำรุงรักษา.....	42
4.5.2 ข้อควรคำนึงในการวางแผนการบำรุงรักษา.....	42
4.6 ชนิดของแผนการบำรุงรักษา.....	42
4.6.1 การแบ่งตามระยะเวลา.....	42
4.7 การควบคุมเหตุขัดข้อง.....	43
4.8 การประเมินผลของแผนการบำรุงรักษา.....	43
4.9 วิธีการในการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือ.....	43
4.9.1 วิธีการในการเพิ่มความน่าเชื่อถือ.....	43
4.9.2 วิธีการ.....	43
4.10 ความน่าเชื่อถือของการควบคุมระบบ (System Operational Reliability, SOR).....	44
4.11 สภาพพร้อมใช้งาน (System Availability, A).....	44
4.12 สภาพไม่พร้อมใช้งาน (System Unavailability, B).....	44
4.13 ทำไมต้องมีการวางแผนบำรุงรักษา.....	45
4.14 การบำรุงรักษาที่ประหยัด.....	45
4.15 วิธีการในการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือ.....	45
4.15.1 วิธีการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือ (ลดการเกิดเหตุขัดข้อง).....	45
4.15.2 วิธีการ.....	46
บทที่ 5 เครื่องควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร	47
5.1 โครงสร้างและหลักการทำงาน.....	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 โปรแกรมการทำงาน.....	49
5.3 การคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือ.....	50
5.4 ผลการหาความน่าเชื่อถือ.....	51
5.5 วงจรชุดควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร.....	52
5.6 ลำดับการทำงานของโปรแกรม.....	53
5.7 การแสดงผล.....	54
5.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	54
5.9 ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF).....	57
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	59
6.1 บทสรุป.....	59
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	59
เอกสารอ้างอิง.....	60
ภาคผนวก.....	61
ภาคผนวก ก.....	62
ภาคผนวก ข.....	68
ประวัติผู้เขียน.....	75

สารบัญตาราง

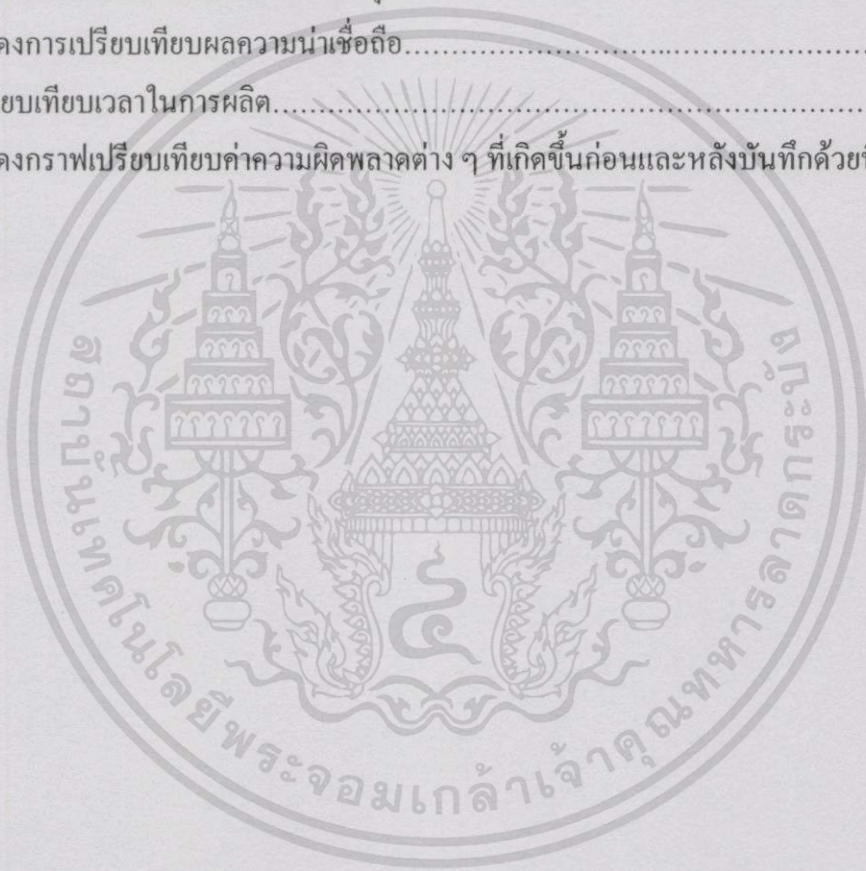
ตารางที่	หน้า
2.1 รูปแบบของความล้มเหลว.....	6
2.2 การกำหนดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สำหรับระบบที่มีความเชื่อมั่นต่ำ.....	15
3.1 ตารางตัวการกระทำแบบบิทของ PLC TSX 3722.....	24
3.2 แสดงตำแหน่งและหมายเลขชั้นแนล.....	25
3.3 ตารางกำหนดกลุ่มของเวอร์คและบิทข้อมูลของฟังก์ชันบิตล็อก.....	28
3.4 แสดงการเข้าถึงข้อมูล โดยการบ่งชี้.....	29
3.5 ตารางแสดงหน่วยความจำแบบบิท.....	30
5.1 แสดงรหัสสาเหตุของเครื่องจักรเสีย.....	49
5.2 แสดงจำนวนการขัดข้องและเวลาของแต่ละผู้ปฏิบัติงาน.....	51
5.3 แสดงการบันทึกค่าความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นก่อนการบันทึกด้วยพีแอลซี.....	51
5.4 แสดงการบันทึกค่าความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นหลังการบันทึกด้วยพีแอลซี.....	52
5.5 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของพนักงาน.....	55
5.6 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของพีแอลซี.....	55

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการวัดอัตราความล้มเหลวของระบบ.....	5
2.2 แสดงอัตราความล้มเหลวของเครื่องจากสาเหตุต่าง ๆ.....	6
2.3 แสดงระยะเวลาการใช้งานและหยุดงาน.....	8
2.4 แสดงค่าเฉลี่ยในการทำงาน	11
2.5 แสดงการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ.....	14
3.1 โครงสร้างของพีแอลซี.....	20
3.2 โครงสร้างของ CPU	20
3.3 ลักษณะการใช้งานควบคุมด้วยพีแอลซี.....	20
3.4 แสดงการเข้าถึง I/O โมดูลของ PLC TSX 3722.....	24
3.5 แสดงการเข้าถึงข้อมูลแบบเวิร์ด.....	25
3.6 แสดงการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นเวิร์ด.....	25
3.7 รูปแบบของเวิร์ดข้อมูล.....	26
3.8 รูปแบบของดับเบิลเวิร์ดข้อมูล.....	27
3.9 แสดงบิตข้อมูลและเวิร์ด.....	27
3.10 แสดงการใช้คำสั่งบล็อกข้อมูล.....	28
3.11 โครงสร้างของเมมโมรีเวิร์ดแบบ ไม่มีเมมโมรีการ์ดกับแบบมีเมมโมรีการ์ด.....	30
3.12 แสดงโหมดการทำงานของ PLC.....	31
3.13 กระบวนการกระตุ้นการเริ่มสตาร์ท.....	31
3.14 กระบวนการเริ่มสตาร์ทของเครื่องขณะเครื่องหยุดหลังจากปิดเครื่องไม่จ่ายไฟเลี้ยง.....	32
3.15 รอบการทำงานของ PLC.....	32
3.16 วัฏจักรการสแกน.....	33
3.17 แสดงคาบเวลาการทำงานของ PLC.....	34
3.18 วัฏจักรคาบเวลาการทำงาน.....	35
3.19 การจัดการของทาสท์.....	36
3.20 แสดงความสำคัญของการทำงานในแต่ละทาสท์.....	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 การทำงานของเครื่องควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร	48
5.2 รูปชุดควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องเป่าพลาสติก.....	52
5.3 โพรโตชาร์ฟแสดงการทำงาน.....	53
5.4 แสดงหน้าจอ MMI ที่ใช้ในการป้อนรหัสดัชนี	54
5.5 แสดงการเปรียบเทียบผลอัตราการชำรุด.....	56
5.6 แสดงการเปรียบเทียบผลความน่าเชื่อถือ.....	56
5.7 เปรียบเทียบเวลาในการผลิต.....	57
5.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นก่อนและหลังบันทึกด้วยพีเอสซี....	58



บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในยุคปัจจุบัน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์หากชำรุดกระทันหันหรือเครื่องจักรอุปกรณ์มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงไปทันที และอาจเกิดความเสียหายอื่น ๆ ตามมามากมาย ดังนั้น จึงมีการหาวิธีการบำรุงรักษาสมัยใหม่ในการดูแลเครื่องจักร

ปัจจุบันมีโรงงานจำนวนมากที่ใช้เครื่องจักรในการทำงานเป็นจำนวนมาก และโรงงานส่วนใหญ่ยังขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีอายุการใช้งานที่ยาวนานควรจะได้รับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก่อนที่จะเกิดการชำรุดของเครื่องจักร และปัจจุบันนี้มีเครื่องจักรที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Control; PLC)

ความน่าเชื่อถือ (Reliability) เป็นโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ของสิ่งที่เราสนใจ สามารถปฏิบัติงานได้ตามที่มุ่งหมายในช่วงเวลาที่กำหนดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ความไว้วางใจในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จึงขึ้นอยู่กับผู้ควบคุมเครื่องจักร และประสิทธิภาพของผู้ช่วยอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้จะเป็นการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเก็บสถิติการชำรุดของเครื่องจักรเป็นการนำหลักการของวิศวกรรมด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability) มาประยุกต์ใช้ในการบำรุงรักษา จึงเป็นการนำเทคนิคทางด้านสถิติมาควบคุมกระบวนการ (Statistical Process Control, SPC) โดยนำพีแอลซีที่มีอยู่แล้วในเครื่องจักร ไปใช้เก็บค่าสถิติการทำงานเพื่อผลทางด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องจักร

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาและพัฒนาให้พีแอลซีสามารถนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีพีแอลซีอยู่แล้วให้สามารถเก็บค่าการเกิดความผิดพลาดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร (Reliability)

1.4 วิธีการวิจัย

1. ค้นคว้าทฤษฎีจากเอกสาร บทความ และตำราทางวิชาการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักร และวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร
2. วิเคราะห์ระบบการควบคุมจากสมการทางคณิตศาสตร์ และเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการเก็บค่า คำนวณค่าความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพเครื่องจักร
3. สร้างประกอบชุดพีแอลซีและเขียน โปรแกรมที่ใช้ในการเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องจักร
4. สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์

1.5 รายละเอียดในการทำวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษาวิจัยเพื่อออกแบบ โปรแกรมสำหรับให้พีแอลซีมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยใช้พีแอลซีซึ่งมีอยู่แล้วในเครื่องจักรในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หลักการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร กล่าวถึงวิธีการหาค่าความน่าเชื่อถือ อัตราความล้มเหลว ความพร้อม การบำรุงรักษาเครื่องจักร การวางแผนการ ซ่อมบำรุง พีแอลซี กล่าวถึงหลักการการทำงานของพีแอลซี และการทำโปรแกรมของพีแอลซีเทเลแมคเทคนิค รุ่น TSX 3722 ไมโครพีแอลซี การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร กล่าวถึงการหาค่าความน่าเชื่อถือ ความล้มเหลว ด้วยพีแอลซี

บทที่ 2

การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร

การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยตรง และเป็นส่วนสำคัญที่สุด หากมีการเสียหายเกิดขึ้นกระทันหันหรือเครื่องจักรอุปกรณ์มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ลดประสิทธิภาพการผลิตลงไปทันทีและอาจเกิดความเสียหายอื่น ๆ ตามมาอีกมาก

2.1 เทคนิคทางด้านสถิติควบคุมกระบวนการ (Statistical Process Control)

การนำหลักการของวิศวกรรมด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability) มาประยุกต์ใช้ในงานซ่อมบำรุง จึงเป็นการนำเทคนิคทางด้านสถิติมาควบคุมกระบวนการ (SPC) หรือ เครื่องจักรให้มีความสามารถที่จะปฏิบัติการได้ตามความคาดหวัง

ใช้เทคนิคทางด้านสถิติควบคุมกระบวนการ (SPC) เพื่อวัดประสิทธิภาพของกระบวนการ กระบวนการจะถูกนำมาควบคุมทางสถิติโดยการตรวจสอบ และแยกแยะโดยสาเหตุของตัวแปร ประสิทธิภาพของกระบวนการสามารถทำนายได้ และสามารถจะบรรลุถึงความคาดหวังของลูกค้า วัตถุประสงค์หลักของ SPC คือการจัดเตรียมสัญญาณทางสถิติเมื่อมีการกำหนดสาเหตุแห่งตัวแปรที่กระทำ ดังนั้นสัญญาณนี้ต้องกระทำอย่างรวดเร็วในการลดสาเหตุของความเสียหายหรือชำรุด

2.2 ความหมายของความน่าเชื่อถือ (Reliability)

เป็นโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ของสิ่งที่สนใจ สามารถปฏิบัติงานได้ตามที่มุ่งหมายในช่วงเวลาที่กำหนดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ดังนี้

1. โอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ เป็นระดับความมั่นใจที่จะบอกว่าสิ่งที่สนใจ ปราศจากความล้มเหลว (Failure) ในช่วงเวลาที่กำหนดเช่น Reliability 90% หมายถึง โอกาสที่จะไม่เกิดความล้มเหลว เป็น 90% ในช่วงเวลาที่กำหนด

2. ช่วงเวลาที่กำหนด Reliability เป็นฟังก์ชันของเวลา ช่วงเวลาที่เรารู้จักระดับของผลการปฏิบัติงาน เช่น 8 ชม. 24 ชม. หรือ ต่อเดือน (25 วัน)

3. ปฏิบัติงานได้ตามที่มุ่งหมาย ต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการยอมรับได้ เช่น การขัดข้องของเครื่องจักร จนทำให้ต้องหยุดกระบวนการ

4. ภายใต้งื่อนไขที่กำหนดไว้ เป็นปัจจัย (Factor) ที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน ปัจจัยที่เป็นเงื่อนไขได้แก่

- ความคมของใบมีด
- แรงดันของลม

ต้องมีการใช้เทคนิคของการออกแบบทางการทดลอง (Design of Experiment) เพื่อทำการเพิ่ม Reliability

2.3 อัตราความล้มเหลว (Failure)

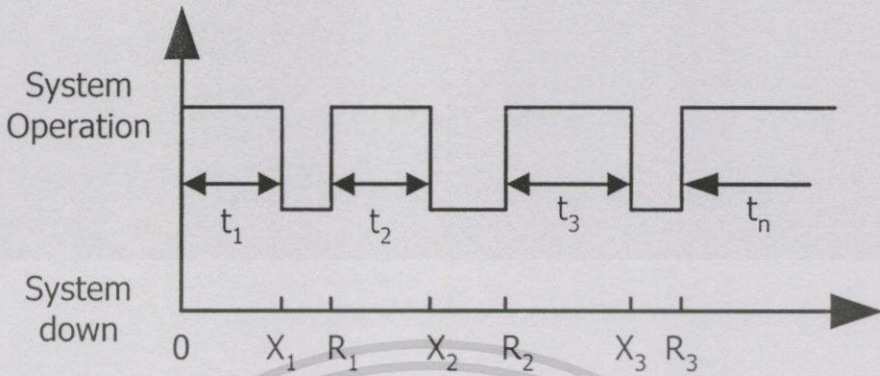
การที่เราจะบอกว่าเครื่องจักรนั้นดีหรือไม่ดีต้องพิจารณา

1. ความพร้อม (Availability) หมายความว่าเมื่อเราคปุมสตาร์ทเครื่องจักรจะต้องพร้อมใช้งานไม่มีการเกิดเหตุขัดข้อง หรือการปรับแต่ง หากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวถือว่าเป็นการเสียเวลาเครื่องจักร เวลาที่เสียคือเป็น Down Time (เสียเวลาเครื่องจักร) ทั้งหมด
2. สมรรถนะ (Performance) เครื่องจักรนอกจากจะมีความพร้อมแล้ว ยังต้องแสดงคุณสมบัติที่ดีด้วย คือ เครื่องจักรจะต้องมีสมรรถนะตามข้อกำหนด หรือความสามารถในการผลิต ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณที่ผลิตจริงต่อความสามารถในการผลิตในเวลาเท่ากัน
3. ปลอดภัย (Safety) เครื่องจักรที่ดีนอกจากจะมีความปลอดภัยตามที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องมีความปลอดภัยด้วย
4. คุณภาพผลิตภัณฑ์ (Rate of Quality Product) นอกจากจะผลิตได้ตามปริมาณที่เครื่องจักรจะทำได้แล้วผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ควรมีคุณภาพตามกำหนดด้วยคือ ไม่ควรมีของเสียเลย ซึ่งสามารถคำนวณได้เช่นกัน

ความล้มเหลวเป็นการแสดงถึงชิ้นส่วนใด ๆ ของเครื่องจักร หรือกระบวนการที่ไม่สามารถปฏิบัติการได้ตามที่เราได้คาดหวังไว้ ซึ่งแบ่งอัตราความล้มเหลวได้เป็น 2 ชนิดได้

1. อัตราความล้มเหลวสำหรับชิ้นส่วนที่ซ่อมแซมได้ (Repairable) เรียกว่า Failure Rate หรือ Rate of Occurrence of Failure (ROCOF)
2. อัตราความล้มเหลวสำหรับชิ้นส่วนที่ซ่อมแซมไม่ได้ (Non - Repairable) เรียกว่า Hazard Rate

2.4 การวัดอัตราความล้มเหลว



รูปที่ 2.1 แสดงการวัดอัตราความล้มเหลวของระบบ

X = ครั้งที่ของการเกิดความล้มเหลว

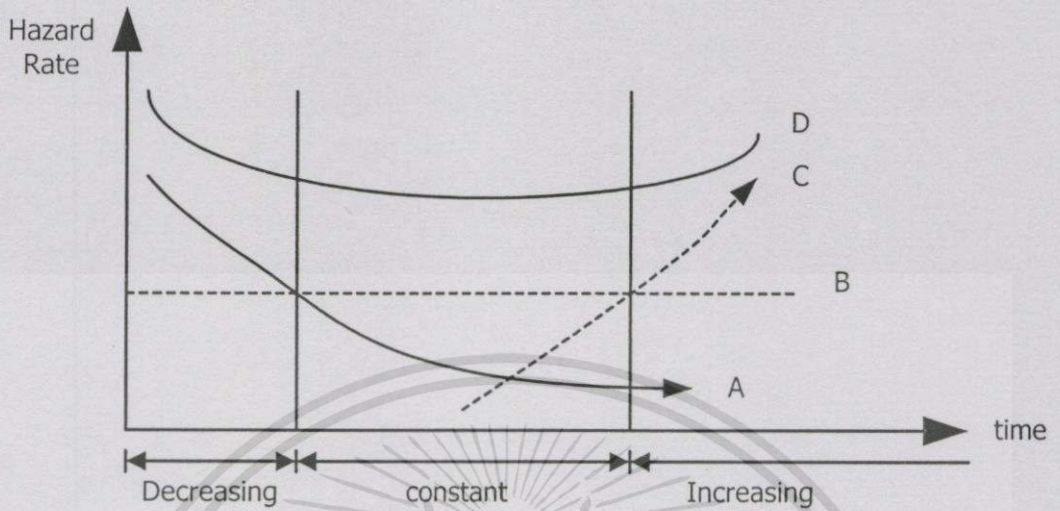
R = ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง

n = ระยะเวลาที่เกิดความล้มเหลวครั้งที่ 1, 2, 3, ...

Failure Rate, FR = $\frac{\text{จำนวนครั้งของความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในช่วงที่สนใจ}}{\text{ช่วงเวลาที่เรากำลังสนใจ}}$

ช่วงเวลาที่เรากำลังสนใจ = $t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$

2.4.1 รูปแบบของความล้มเหลว (The Bathtub Curve)



รูปที่ 2.2 แสดงอัตราความล้มเหลวของเครื่องจากสาเหตุต่างๆ

- A : อัตราความล้มเหลวที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนที่อ่อนแอ (weak)
 B : อัตราความล้มเหลวที่เกิดจากปัจจัยภายนอกซึ่งเกิดแบบสุ่ม (Random) เช่น การปรับเครื่องที่ไม่ดี
 C : อัตราความล้มเหลวที่เกิดจากการสึกหรอของชิ้นส่วน
 D : อัตราความล้มเหลวรวม

ตารางที่ 2.1 รูปแบบของความล้มเหลวสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน

ส่วนที่	แนวโน้มของอัตรา การเกิดความล้มเหลว	ชื่อ	สาเหตุ	การแก้ไข
1	ลดลง (Decreasing) มีทิศทางที่ลดลงอย่าง รวดเร็ว	- Initial Use Failure - Infant mortality - Start up Failure - Early Failures	ชิ้นส่วนที่ไม่ดี (Weak) กว่าที่ปะปนอยู่ในชิ้น ส่วนทั้งหมดมีการคัด เลือกชิ้นส่วนที่ไม่ดี ออก อยู่ในวงการ เรียนรู้มักเป็นชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์	- การคัดเลือกโดย Burn - In - มีโปรแกรมตรวจ สอบ Reliability ที่ดี เพื่อแก้ไขการออก แบบ - มีการ Test Run ที่ดี ก่อนนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ส่วนที่	แนวโน้มของอัตรา การเกิดความล้มเหลว	ชื่อ	สาเหตุ	การแก้ไข
2	คงที่	- Useful Life Period - Steady State	-ช่วงที่ระบบสามารถปฏิบัติตามที่เราคาดหวังได้อย่างเต็มที่จึงเป็นการเกิดแบบสุ่ม -เกิด Overload เกิน Strength ที่ได้ออกแบบไว้หรือเกิดอุบัติเหตุ	- มีวิธีการพยากรณ์ที่ดี -มีการทำ Preventive Maintenance -ใช้เทคนิคขอ Design of Experiment
3	เพิ่มขึ้น (Increasing)	- Wear Out Failure	-ชิ้นส่วนหมดอายุการใช้งาน -การสึกหรอของชิ้นส่วน -ความแข็งแรงของชิ้นส่วนที่มีปัญหาเนื่องจากความล้า (Fatigue) หรือ Cyclic loading	-เปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ -ลดความรุนแรงโดยการมี Preventive-Maintenance (PM) -เลือกชิ้นส่วน/ระบบที่มีคุณภาพและมี Reliability สูง

2.4.2 อัตราความล้มเหลวของชิ้นส่วน

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ มีอายุการใช้งาน และการเสื่อมคุณภาพซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น

1. การขัดข้องระยะเริ่มแรก (Early Failure Period) หรือ Burn – In Period หมายถึง ระยะแรกเริ่มการใช้นั้น อัตราการชำรุดจะมีโอกาสที่เกิดขึ้นได้มาก เช่น การใช้วัสดุไม่ถูกต้อง การออกแบบไม่ดี อัตราการชำรุดจึงมีโอกาที่จะเกิดขึ้นได้สูงมาก
2. ระยะคงที่ (Useful Period) หมายถึง เมื่อผ่านการใช้งานในขั้นเริ่มแรก คือ ช่วงที่มีการปรับแต่งหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ที่มีคุณภาพดีมาแล้ว อัตราการชำรุดจะไม่ค่อยมีและจะคงที่อยู่เช่นนี้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

3. ช่วงระยะเวลาเสื่อมคุณภาพ (Wear – Out Period) เมื่อผ่านช่วงระยะคงที่มาแล้ว เครื่องจักร หรืออุปกรณ์นั้น ๆ จะเริ่มเสื่อมคุณภาพ เช่น สึกหรือ หรือสึกกร่อน เมื่อเสื่อมมากขึ้น ๆ อัตราการชำรุดก็จะมากหรือสูงขึ้นด้วย ซึ่งอัตราการชำรุด (Failure rate) หาได้จากสูตร

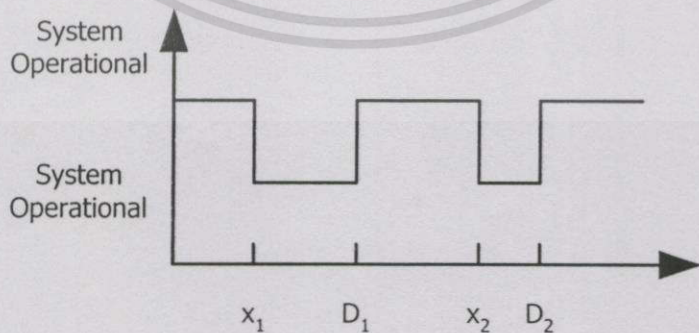
$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \tag{2.1}$$

ซึ่ง MTBF คือ Mean Time Between Failure คือเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดหนึ่งต่อการชำรุดหนึ่ง วิธีการหาค่า MTBF ได้ดังนี้ คือ สมมติว่าในช่วงระยะเวลาใช้งานช่วงหนึ่ง (Operating Time) ปกติจะถือเวลา 1 ปี หรือ 3-5 ปี สุดแล้วแต่จะได้อัตราค่า Failure Rate คือ อัตราการชำรุดกี่ครั้งในช่วงเวลาที่เรากำหนดซึ่งในเรื่องของการบำรุงรักษาส่วนมากกำหนดในระยะ 1 ปี มี 8,760 ชม. สมมติว่าใน 8,670 ชม. เกิดการชำรุด 4 ครั้ง ฉะนั้นค่าของ MTBF จะเท่ากับ

$$\begin{aligned} MTBF &= \frac{1}{4} \times 8,760 \\ &= 2,190 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

2.5 เวลาใช้งาน (Operating Time) และ เวลาหยุดงาน (Down Time)

ระยะเวลาใช้งาน (OT) หมายถึง ระยะเวลาที่เครื่องจักรหรือ กระบวนการอยู่ในสถานะที่ปฏิบัติงานได้จนเกิด Failure หรือหยุด



รูปที่ 2.3 แสดงระยะเวลาการใช้งานและหยุดงาน

Operating Time, OT = $X_1, X_1 D_1, X_i - D_i - 1$

Down Time, D = (Scheduled Down Time) + (Unscheduled Down Time)

2.5.1 เวลาวางแผนหยุดเครื่องจักร (Planned Down Time)

เป็นช่วงเวลาที่เครื่องจักรไม่สามารถปฏิบัติงานได้ อันเนื่องมาจากการซ่อมบำรุงที่ได้วางแผนไว้ และการปรับแต่งเครื่องได้แก่

1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)
2. การหยุดเครื่องเพื่อทำการเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง เช่น เปลี่ยนสารเคมีเมื่อหมดอายุ การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ครบกำหนดเปลี่ยน
3. การทำความสะอาดเครื่อง เช่น ช่วงปลายกะ การทำ 5 ส
4. การเริ่มต้น (Start Up) ตอนเริ่มกะ หรือ หลังจากหยุดงานหลายวันติดต่อกัน เพื่อเป็นการลองเครื่อง
5. การหยุดเครื่อง (Shutdown) เครื่องจักรก่อนที่จะหยุดงานปลายกะ หรือหยุดหลายวันติดต่อกัน
6. การทบทวนคุณภาพ (Verification Time) เนื่องจากทำการทวนสอบคุณภาพ เช่น QA
7. การติดตั้ง (Setup) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการหรือเริ่มงาน Lot ใหม่
8. ช่วงเวลาพัก
9. ช่วงเวลาเปลี่ยนกะ
10. ช่วงเวลาที่เผื่อไว้ (Back Up)

2.5.2 การหยุดเครื่องจักรไม่ได้วางแผน (Unplanned Down Time)

เป็นช่วงเวลาที่เครื่องจักรไม่สามารถปฏิบัติงานได้ อันเนื่องมาจากความขัดข้องที่ไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า อันเป็นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) ซึ่งเป็นการบำรุงรักษาที่รวมเอาการปฏิบัติการ (Action) ทุกอย่างในอันที่จะทำให้ระบบล้มเหลวให้กลับไปสู่สถานะที่ปฏิบัติการได้ความถี่ของการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข จะบางครั้งหรือน้อยครั้งก็ขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบนั้น ๆ

2.5.2.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance)

1. สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้
2. เวลาเตรียมการ (Preparation Time) หรือ Delay Time เป็นเวลาที่ใช้ในการเตรียมการซ่อมบำรุงได้แก่
 - การตามหาบุคลากรเพื่อการซ่อมบำรุง
 - เวลาที่ใช้ในการเดินทางของช่างซ่อมบำรุง
 - การหาเครื่องมือ และเครื่องทดสอบ
3. เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง (Active Maintenance Time, AMT) ถ้าเรานำ AMT แต่ละครั้งมารวมกันแล้วเฉลี่ยเรียกว่า Mean Active Maintenance Time, MAMT)
4. เวลาที่ใช้ในการทวนสอบความได้ผลของการซ่อม และงานเอกสาร เช่น การบันทึกรายละเอียดของการซ่อมบำรุงลงบนแบบฟอร์ม

กิจกรรมของ Corrective Maintenance ทั้ง 3 ส่วนข้างต้นเริ่มต้นนับเวลา Down Time เมื่อเจ้าของเครื่องหรือช่างเริ่มเข้าไปในพื้นที่ของปัญหา ส่วน Down Time นับตั้งแต่เครื่องเริ่มขัดข้องจนกระทั่งถึงช่วงที่การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขจะเริ่มขึ้น เรียกช่วงเวลานั้นว่า Break Down

2.5.3 เวลา (Logistic Time)

มีเวลาบางชนิดส่งผลถึงประสิทธิภาพได้เหมือนกัน แต่ไม่นำมาคิดเป็น Down Time

1. เวลาทดสอบกระบวนการ (Process Test Time) ถือว่าเป็น Uptime เนื่องจากเครื่องจักรยังอยู่ในสภาพที่ปฏิบัติงานได้ เป็นหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องต้องทำให้ช่วงเวลาทดสอบนี้ง่าย และมีความรวดเร็ว
2. เวลา Logistic คือ
 - การติดตั้งเครื่องจักร
 - การปรับปรุงเครื่องจักร
 - การทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ไม่ใช่ การทำประจำวันหรือใช้เวลามากกว่า 1 วันต่อครั้ง
 - การยกเครื่อง (Overhauls)
 - การรื้อสวกรตรวจรับเครื่องจักร

2.5.4 ค่าเฉลี่ยเวลาทำงาน (Mean Operating Time) คำนวณได้จาก

$$\text{Operating Time} = X_1, X_2 - D_1, \dots, X_i - D_i - 1$$

$$\text{ผลรวมของ OT} = X_1 + (X_2 - D_1) + \dots + (X_i - D_i - 1)$$

$$= \text{Uptime}$$

$$= \text{Total Operating Time}$$

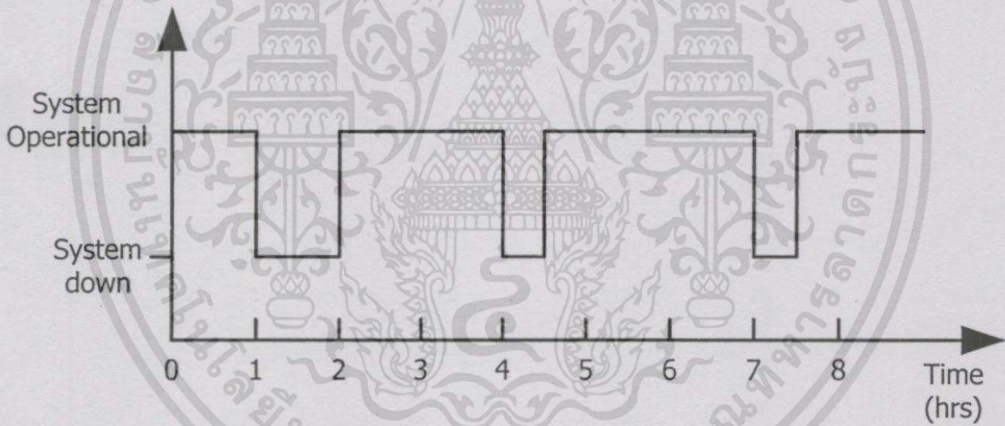
$$= \text{Total Available Time} - \text{Total Downtime}$$

$$\text{Available Time} = (\text{จำนวนชั่วโมงหรือนาทีที่มีได้ต่อวัน}) - (\text{Logistic Time})$$

$$= 24 \text{ ชั่วโมงต่อวัน}$$

$$= 1,440 \text{ นาทีต่อวัน}$$

$$\text{Total Available Time} = AV_1 + AV_2 + \dots + AV_n$$



รูปที่ 2.4 แสดงค่าเฉลี่ยในการทำงาน

$$OT = 1, 2, 2.5$$

$$D = 1, 0.5, 0.5$$

$$\text{Total Operating Time} = \text{Total Available Time} - \text{Total Downtime}$$

$$= 7.5 - 2$$

$$= 5.5 \text{ hrs.}$$

$$\text{Mean Operating Time} = \frac{5.5}{3} = 1.8 \text{ hrs.}$$

2.5.5 เวลาเฉลี่ยการชำรุดและเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTTF and MTBF)

ค่าเฉลี่ยการชำรุด (Mean Time To Failure , MTTF) ใช้กับระบบหรือชิ้นส่วนที่ซ่อมแซมไม่ได้

ค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (Mean Time Between Failure, MTBF) ใช้กับระบบหรือชิ้นส่วนที่ซ่อมแซมได้

ทั้ง MTTF และ MTBF ต่างก็มีความหมายเดียวกับ MOT ต่างกันที่ $MTTF > MTBF$ เนื่องจาก MTBF มี MAMT เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

$$MTBF = \frac{\text{Total Operating Time}}{\text{Frequency of Failure}} \quad (2.2)$$

2.5.6 แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) และ Bathtub Curve

ค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) เทียบได้กับช่วงใช้งานได้ (Useful life) เราสามารถยืดเวลาของช่วงเวลาใช้งานได้ โดยการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ดังนั้นค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) ยังมีค่ามากยิ่งขึ้น

2.6 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การรักษาให้ระบบอยู่ในสถานะที่ปฏิบัติการได้โดยทำการป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวที่พาลังจะก่อตัวขึ้นเช่น การทำการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่ หากการปรับเทียบ (Calibration)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีผลกระทบต่อความสามารถ (Reliability) ของระบบโดยตรงเป็นสิ่งที่วางแผนได้เพราะจะเกิดขึ้น ได้ก็ต่อเมื่อเราต้องการให้เกิด

เราสามารถกำหนดช่วงเวลาของการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ได้ด้วยเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (Mean Time Between Failure) การที่จะทำการบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสมได้นั้นต้องทราบ

1. MTBF ของความล้มเหลวที่สำคัญ ๆ (Failure Modes)
2. ผลกระทบของความล้มเหลวแต่ละชนิด
3. ค่าใช้จ่ายของความล้มเหลวต่าง ๆ
4. ค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่

2.7 ค่าความล้มเหลวกับเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว

$$\text{Failure Rate, } = \frac{\text{จำนวนครั้งของ Failure}}{\text{ระยะเวลาที่เครื่องจักรทำงาน}}, \text{ ครั้ง/ชั่วโมง}$$

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

2.7.1 เวลาเฉลี่ยซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair; MTTR)

สนใจเฉพาะเวลาที่เป็นการซ่อมบำรุงจริงๆ ดังนั้น จะได้

$$\begin{aligned} \text{MAMT} &= \text{MTTR} \\ &= \frac{\text{จำนวนเวลาในการซ่อมทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งในการซ่อม}} \end{aligned}$$

2.7.2 เวลาเฉลี่ยระหว่างความช่วยเหลือ (Mean Time Between Assist) และ เวลาเฉลี่ยความช่วยเหลือ (Mean Time to Assist)

สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการให้ความช่วยเหลือ (Assist) กับความล้มเหลว (Failure) ได้ดังนี้

การให้ความช่วยเหลือ หมายถึง การหยุดชะงักของ Operation ที่สามารถแก้ไขได้โดย การที่คนเข้าไปช่วยเหลือ โดยไม่ต้องซ่อมแซม

ความล้มเหลว หมายถึง การหยุดชะงักของการทำงาน เนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง ซึ่งต้องมีการซ่อมแซมบำรุง

ในกรณีที่แยกแยะไม่ได้ว่า การหยุดชะงักใดเป็น การให้ความช่วยเหลือ หรือ ความล้มเหลว ให้ใช้เวลาของ Down Time เป็นเกณฑ์ในการคิด เช่น ถ้ามานานกว่า 1 นาที ถือเป็น ความล้มเหลว และ น้อยกว่า 10 นาที ให้ถือเป็น การให้ความช่วยเหลือ

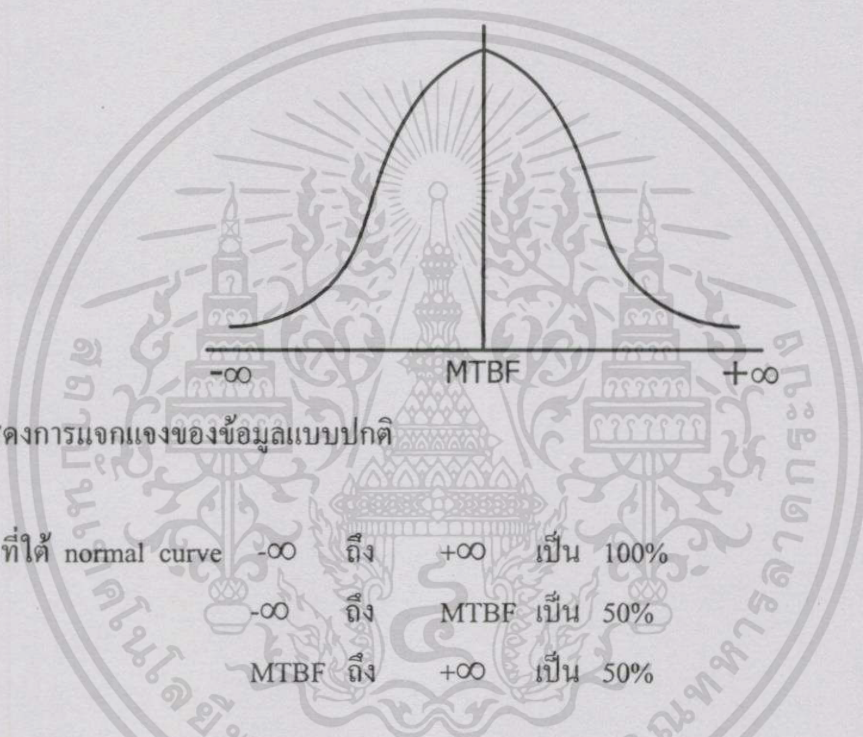
$$\text{MTBA} = \frac{\text{จำนวนเวลาทำงานทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งในการให้ความช่วยเหลือ}}$$

$$\text{MTTA} = \frac{\text{จำนวนเวลาให้ความช่วยเหลือทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งของให้ความช่วยเหลือ}}$$

2.8 การนำเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF) มาใช้กับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)

จากสูตร
$$MTBF = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งของความล้มเหลว}}$$

ถ้านำเวลาการทำงานทั้งหมด (Operation time) แต่ละครั้งมาทำเป็น ตารางแจกแจงความถี่ (Histogram) ก็จะได้การแจกแจงของข้อมูลเป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)



หากทำ PM ที่ $t = TMBF$ หมายความว่าระดับความมั่นใจเป็น 50%

$t > TMBF$ หมายความว่าระดับความมั่นใจน้อยกว่า 50%

$t < TMBF$ หมายความว่าระดับความมั่นใจมากกว่า 50%

เหตุผลที่ไม่กำหนดให้ช่วงเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เท่ากับ MTBF

1. MTBF เป็นค่าที่ได้มาโดยการเฉลี่ย
2. ต้องการเพิ่มระดับความมั่นใจ และเพื่อให้ระบบอยู่ในสถานะที่ปฏิบัติการได้ตลอดเวลา
3. ข้อเสียคือ ทำให้ Loss of Quality ในเชิงการป้องกันจะสูงขึ้น

ตารางที่ 2.2 การกำหนดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สำหรับระบบที่มีความเชื่อมั่น (Reliability) ต่ำ

เดือนที่	เวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF)	MTBF - MTBF	(MTBF - MTBF) ²
1	1,200	180	32,400
2	1,000	-20	400
3	700	-320	102,400
4	800	-220	48,400
5	1,100	80	6,400
6	1,200	180	32,400
7	1,400	380	144,000
8	900	-120	14,400
9	1,000	-20	400
10	900	-120	14,400

$$\text{MTBF เฉลี่ย} = 1,020$$

$$\sum (\text{MTBF} - \text{MTBF})^2 = 396,000$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{396,000}{10}}$$

$$= 199$$

2.9 ความพร้อมปฏิบัติหน้าที่ (Availability)

เป็นการบอกโอกาสที่เป็นไปได้ที่ระบบหรือเครื่องจักรสามารถปฏิบัติงานได้ตามที่คาดหวังได้มากน้อยแค่ไหน ในช่วงระยะเวลาที่ดูนำมาใช้งาน ซึ่งสัมพันธ์กับความน่าเชื่อถือ และการซ่อมบำรุงโดยตรง

แบ่งความพร้อมปฏิบัติหน้าที่ได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ความพร้อมปฏิบัติหน้าที่แท้จริง (Intrinsic Availability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_1 = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$

โดย A_0 สัมพันธ์กับความน่าเชื่อถือ (Reliability)

2. ความพร้อมปฏิบัติหน้าที่ทางการทำงาน (Operational Availability)

$$A_0 = \frac{MTBF}{MTBF+MDT}$$

โดย A_0 สัมพันธ์กับความสามารถทางการซ่อมบำรุง (Maintainability)

ประโยชน์ที่ได้รับเมื่อนำความพร้อมปฏิบัติหน้าที่ไปใช้งาน

1. ใช้เป็นตัวบอกความสามารถของเครื่องจักร
2. ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนซื้อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์โดยเป็นตัวแปรหนึ่งของการออกแบบ
3. ใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตซึ่งต้องใช้

2.10 การใช้อัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ในสถานะการณ์การวิจัย

การที่จะเลือกใช้ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว (MTBF) หรืออัตราความล้มเหลว (Failure Rate) นั้นขึ้นอยู่กับว่าอย่างไรให้ภาพที่ชัดเจนมากกว่ากัน โดยปกติแล้วจะใช้

1. ในสถานะการณ์ของการแสดงความสามารถของระบบงานแนะนำให้ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความล้มเหลว
2. ในสถานะการณ์ของการแสดงผลของการวิจัยแนะนำให้ใช้อัตราความล้มเหลว

2.11 ดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability Index)

ดัชนีความน่าเชื่อถือ เป็นการบอกโอกาสที่เป็นไปได้ หรือความสามารถของอุปกรณ์ 1 ชิ้น ส่วน หรือระบบที่สามารถปฏิบัติงานได้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และภายใต้เวลาที่กำหนดโดยไม่เกิดความล้มเหลว เช่น

ดัชนีความน่าเชื่อถือ, $R = 0.95$ ที่ $t = 8$ ชั่วโมง หมายความว่า ภายในระยะเวลา 8 ชั่วโมง โอกาสที่ระบบจะไม่เกิดความล้มเหลวเป็น 95% หรือ

- ปราศจากความล้มเหลวของระบบเป็น 95% หรือ
- ความน่าจะเป็นของความสำเร็จ, $P(s)$ เป็น 95% หรือ
- โอกาสของความล้มเหลว $= 1 - 0.95 = 0.05$ หรือ 5%
- ความไม่น่าเชื่อถือ (Unreliability) = 5%

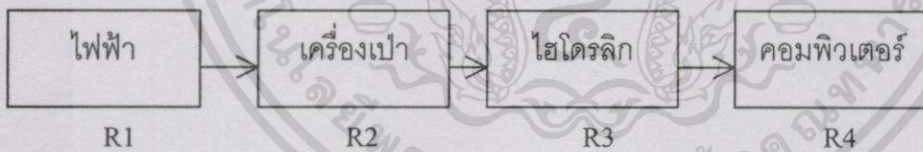
สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R = e^{-\lambda t} = e^{-t/MTBF} \tag{2.3}$$

โดย $t =$ ช่วงระยะเวลาที่กำหนด หรือสนใจที่ระบบปราศจากความล้มเหลว (Failure Free) ซึ่งเป็น 8 ชั่วโมง หรือ 1 วัน

$$\lambda = \text{อัตราความล้มเหลว (Failure Rate)} = 1/MTBF$$

ตัวอย่าง การหาความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องจักรในช่วงระยะเวลา 8 ชั่วโมง



ส่วนของเครื่องจักร	MTBF	λ	$= e^{-t/MTBF}$
ไฟฟ้า	22.7	0.044	0.70
เครื่องเป่า	54.4	0.018	0.86
ไฮโดรลิก	32.0	0.031	0.78
คอมพิวเตอร์	181.3	0.006	0.95
ความน่าเชื่อถือ	10.07	0.009	0.45

ในกรณีที่ระบบประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

$$\begin{aligned} \text{ความน่าเชื่อถือของระบบ} , R_s &= R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4 \\ &= (0.70) (0.86) (0.78) (0.095) \\ &= 0.45 \end{aligned}$$

เรียกการประกอบกันเป็นระบบแบบนี้ว่า ต่อกันแบบอนุกรม หรือ Series Reliability ซึ่งหมายความว่า

1. หากระบบยังมีระบบย่อยมาก R_s ก็จะยิ่งน้อยลงไปมากด้วย
2. เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบระบบต้องออกแบบให้ระบบมีระบบย่อยน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้

2.12 วิธีการปรับปรุงความน่าเชื่อถือ (Reliability)

1. ทางอ้อม ทำโดยการลดช่วงระยะเวลาที่สนใจ (t)
2. ทางตรง โดยการปรับปรุงความสามารถของระบบ ซึ่งส่งผลให้ MTBF เพิ่มขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากตารางของ e^{-x} จะได้ว่าหากค่า $X = \lambda/\text{MTBF}$ ยิ่งลดลงค่า R จะเพิ่มมากขึ้น

2.12.1 กำหนดเป้าหมายของความน่าเชื่อถือ (R) เพื่อการปรับปรุง

1. เริ่มจาก $t = 8$ ชั่วโมง
2. ทำการกำหนดเป้าหมายของ MTBF
3. ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วน = 0.999
4. ความน่าเชื่อถือของระบบ = 0.9 หรือ 0.8 เป็นอย่างน้อย
5. เมื่อความน่าเชื่อถือของระบบได้ตามเป้าหมายแล้วก็ทำการเปลี่ยน t จาก 8 ชั่วโมง เป็น 24 ชั่วโมง เพื่อการปรับปรุง MTBF ต่อไป

2.12.2 การนำดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability Index) ไปใช้งานส่วนใหญ่จะนำดัชนีความน่าเชื่อถือไปคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรือระบบ (System Effectiveness)

$$P_{\text{sys}} = P_A \times P_B \times P_c$$

- P_{sys} = ความน่าจะเป็นของความสามารถทั้งหมดของระบบ
- P_A = ความน่าจะเป็นของระบบที่พร้อมจะนำไปใช้งาน
- P_B = ความน่าจะเป็นของระบบที่จะนำเชื่อถือ
- P_c = ความน่าจะเป็นของระบบที่สามารถที่จะปฏิบัติงานได้ตามหน้าที่การทำงาน

2.12.3 การใช้ประโยชน์ดัชนีความน่าเชื่อถือ

1. ประเมินผลประโยชน์ที่ได้โดยรวมของเครื่องจักรหรือระบบเกี่ยวกับเป้าหมาย
2. ประเมินผลประโยชน์รวมของแต่ละเครื่องจักรหรือระบบเทียบกับเครื่องจักรหรือระบบอื่นที่ต้องการเปรียบเทียบ
3. เปรียบเทียบการออกแบบ
4. แสดงผลของการปรับปรุง

ตารางที่ 2.3 System effectiveness

	Model A	Model B	Model C
MTBF	50	60	70
MTTR	1	2	1.5
Yield (Qty out / Qty in	98.1%	99.4%	98.5%
$P_A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	0.9804	0.9677	0.9790
$P_R = e^{-\frac{t}{MTBF}}$, t = 8 ชม.	0.8521	0.8721	0.8958
$P_e = \frac{Yield}{100}$	0.981	0.994	0.985
P_{sys}	0.8195	0.8446	0.8638

จากตารางควรเลือก Model C เพราะมีค่าผลประโยชน์ของระบบสูงที่สุด คือ 0.8638

บทที่ 3

พีแอลซี

3.1 พีแอลซี

3.1.1 ความหมายของพีแอลซี

พีแอลซี หรือ Programmable Logic Controller ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าที่ใช้รีเลย์ซึ่งติดตั้ง คัดแปลง และแก้ไขลำบากมากมาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์และใช้การเขียน โปรแกรมทำงานองเดียวกับการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไขการควบคุมแทนการเดินสายเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่า

3.1.2 หลักการทำงานและโครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุม ผ่านทางหน่วยอินพุต/เอาต์พุต โครงสร้างของพีแอลซีประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

- (1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)
- (2) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)



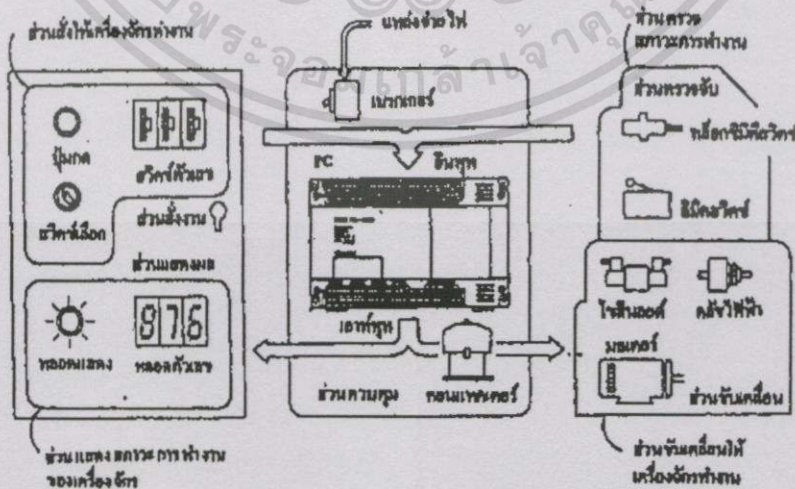
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของพีแอลซี



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ CPU

โดยซีพียูจะทำหน้าที่ตัดสินใจและควบคุมการทำงานทั้งหมดของพีแอลซี โดยรับค่าสถานะต่างๆ ของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่างๆ ผ่านหน่วยอินพุตเข้ามาประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ หรือส่งผลที่ได้ผ่านช่องทางหน่วยเอาต์พุตเพื่อไปควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ภายนอกต่างๆ

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างพีแอลซีกับเครื่องจักรกระบวนการผลิต หรืออุปกรณ์ภายนอก โดยหน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตในรูปแบบต่างๆ จากภายนอก เช่น สวิตช์กดปุ่ม สวิตช์ตัวเลข สวิตช์เลือก หรืออุปกรณ์ตรวจจับ เช่น ฟลักซ์มิตีสวิตช์ หรือลิมิตสวิตช์ ส่วนหน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์ และคลัตช์แม่เหล็กไฟฟ้า หรือขับพวกหลอดแสดงตัวเลข ดังในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะการใช้งานควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ภาษาพีแอลซี

การเขียนโปรแกรม (ลำดับขั้นการทำงาน) ให้กับพีแอลซีนั้น จะเขียนด้วยภาษา 4 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลีน ภาษาบล็อค และคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ ซึ่งมีวิธีใช้แตกต่างกัน

1. ภาษาแลดเดอร์ เป็นภาษาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัส คล้ายวงจรรีเลย์ การเขียนจึงทำได้ง่าย ระดับงานที่สามารถควบคุมมีทั้งจากวงจรแบบธรรมดา จนถึงแบบซีเควนซ์ในลักษณะเปิด-ปิด

2. ภาษาบูลีน เป็นภาษาพื้นฐานของพีแอลซีเช่นกัน คำสั่งมีลักษณะคล้ายกับสัญลักษณ์ของพีชคณิตบูลีน ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งเช่นเดียวกับภาษาแลดเดอร์ คือวงจรรีเลย์และปฏิบัติการ จิก การหนดเวลาและนับจำนวน การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การจัดการข้อมูล การเคลื่อนย้ายข้อมูลและคำสั่งควบคุมโปรแกรมหรือโปรแกรมย่อย

3. ภาษาบล็อค เป็นการเขียนโปรแกรมคำสั่งโดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ คล้ายกับภาษาแลดเดอร์ แต่จัดไว้ในบล็อคปกติเหลี่ยม ภาษาบล็อคนี้จะใช้กับคำสั่งหรือการควบคุมที่ค่อนข้างซับซ้อน หรือมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขเกี่ยวข้อง เช่น การควบคุมที่มีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการควบคุมตำแหน่งเครื่องจักร โดยปกติภาษาบล็อคมักใช้ควบคู่กับภาษาแลดเดอร์ คำสั่งในภาษาบล็อคแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

- คำสั่งหน่วยเวลาและนับจำนวน
- คำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- คำสั่งการเคลื่อนย้ายข้อมูล
- คำสั่งการจัดการข้อมูล
- คำสั่งควบคุมโปรแกรม/โปรแกรมย่อย

4. คำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ ถูกดัดแปลงมาจากภาษาระดับสูงของคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษาเบสิก และภาษาปาสคาล ทำให้การเขียนโปรแกรมมีความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โปรแกรมที่เขียนสามารถอ่านและเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับการตรวจสอบและแก้ไขในภายหลัง พีแอลซีที่ใช้คำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ มักเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ที่มีการคำนวณหาซับซ้อน และการจัดการข้อมูลจำนวนมาก

ปัจจุบันภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมพีแอลซี มีลักษณะดังนี้

1. ภาษาแลดเดอร์เพียงอย่างเดียว
2. ภาษาบูลีนเพียงอย่างเดียว
3. ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อค
4. ภาษาแลดเดอร์และคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ
5. ภาษาบูลีนและภาษาบล็อค
6. ภาษาบูลีนและคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ

3.2 หลักการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC TSX 3722 Telemecanique

3.2.1 บทนำ

PLC โดยทั่ว ๆ ไป จะสามารถทำโปรแกรมโดยเวลาสแกนจะขึ้นอยู่กับการทำโปรแกรม และการเขียนโปรแกรมยังไม่มีฟังก์ชันพิเศษที่สามารถทำการคำนวณได้เหมือนการกระทำทางคณิตศาสตร์จริงๆ โดยเหตุนี้จึงมี PLC รุ่นใหม่ ๆ มาช่วยทดแทนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการดีที่จะมาทำความรู้จักกับการใช้งานของ PLC TSX 3722 ของ TELEMECANIQUE

3.2.2 คุณลักษณะทั่วไปของ PLC TSX 3722 Telemecanique

ลักษณะทั่วไปของ PLC TSX 3722 ประกอบด้วย

อินพุท/เอาต์พุทบิต (Input/output bits) เป็นแบบโลจิคอล อิมเมจ โดยสถานะทางไฟฟ้าของอินพุท/เอาต์พุท จะถูกเก็บลงในหน่วยความจำข้อมูล (data memory) และถูกปรับให้ใหม่ทุกๆ การสแกนของโปรแกรมของแต่ละทาสท์

บิตข้อมูลภายใน (Internal bits) เช่น %Mi เป็นการเก็บสถานะในทันทีภายในโปรแกรมระหว่างการเอ็กซ์คิวต์ของโปรแกรม และไม่สามารถใช้ I/O เป็นข้อมูลภายในได้

บิตข้อมูลกระทำต่อระบบ (System bits) เช่น %SO ถึง % S127 เป็นการควบคุมการทำงานที่ถูกต้องของ PLC และต่อการประยุกต์ใช้โปรแกรม ซึ่งแต่ละตัวจะมีบทบาทต่อการนำไปใช้ต่อระบบต่างๆ กัน

บิตฟังก์ชันบล็อกซ์ (Function block bits) จะเป็นเหมือนกับเอาต์พุทของบล็อกซ์โดยเอาต์พุทนี้เป็นได้กับการต่อสายในโดยตรง หรือทั้งใช้วัตถุอื่นๆ

การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นบิตแยกออกจากเวิร์ด (Word extract bits) ในซอฟต์แวร์ โปรแกรมนี้สามารถกำหนดบิตที่ละบิตของเวิร์ดได้

บิตข้อมูลจากสถานะสเต็ปกราฟเซท (Grafcet step status bits) %Xi เป็นการบอกสถานะการทำงานของกราฟเซทสเต็ปที่ i ในตารางที่ 1 เป็นการแสดงรายการทั้งหมดของตัวกระทำทางบูลีน

ตารางที่ 3.1 ตารางตัวการกระทำแบบบิตของ PLC TSX 3722

ชนิด	ตำแหน่ง (ค่า)	จำนวนสูงสุด (2)		Access in write mode (1)
		TSX 37	TSX 57	
ค่าโดยตรง	0 หรือ 1 (ผิดหรือถูก)	-	-	-
อินพุทบิต	%Ix.i หรือ %Ixx.i	328	1024	ไม่ใช่
เอาต์พุทบิต	%Qx.i หรือ %Qxx.i			ใช่
บิตภายใน	%Mi หรือ %Mxi	256	4096 (3)	ใช่
บิตระบบ	%Si	128	128	ขึ้นอยู่กับ i
บิตฟังก์ชันบล็อกซ์	Eg ; %Tmi.Q %DRIF.....	-	-	ไม่ใช่
บิตสเต็ป	%Xi	96	128	ใช่
บิตเวิร์ดเอ็กซ์เชก	Eg ; %MW10:X5	-	-	ขึ้นกับชนิดของเวิร์ด

3.2.3 การเข้าตำแหน่ง I/O โมดูลของ PLC TSX 3722

การเข้าถึงตำแหน่งในแต่ละโมดูลของ PLC TSX 3722 แสดงตามลักษณะดังนี้

%	I หรือ Q	X, W หรือ D	x	.	I
สัญลักษณ์	ชนิด หรือวัตถุ	รูปแบบ	ตำแหน่ง		จำนวนช่อง
	I = อินพุท Q = เอาต์พุท	X = บูลีน W = เวิร์ด D = ดับเบิลเวิร์ด	X = ตำแหน่งของ จำนวนในซั้ว		i = 0-127 หรือ MOD

รูปที่ 3.4 แสดงการเข้าถึง I/O โมดูลของ PLC TSX 3722

ชนิดของแต่ละโมดูล (Type of object) I และ Q เป็นอินพุทและเอาต์พุททางกายภาพของแต่ละโมดูล โดยแต่ละครั้งของการสแกนของทาสที่โปรแกรม จะต้องผูกติดการสแกนดู I และ Q ทุกครั้ง

ตำแหน่งชั้นแนลและหมายเลข (Channel position and number) การกำหนดโมดูลพื้นฐานทั่วไปของ TSX 3722 แสดงดังไดอะแกรมต่อไปนี้

%	M, K หรือ S	B, W, D หรือ F	i
สัญลักษณ์	ชนิดของวัตถุ	รูปแบบ	จำนวน
	M = ภายใน	B = บูลีน	
	K = ค่าคงที่	W = เวิร์ด	
	S = ระบบ	D = ดับเบิลเวิร์ด	
		F = จุดลอยตัว	

รูปที่ 3.5 แสดงการเข้าถึงข้อมูลแบบเวิร์ด

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งและหมายเลขชั้นแนล

โมดูล	รูปแบบ 1/2			รูปแบบมาตรฐาน			
	4Q	8Q	12I	28I/Q	32I	32Q	64I/Q
หมายเลขชั้นแนล : i	0-3	0-7	0-11	0-15 0-11	0-15 0-15	0-15 0-15	0-31 0-31
ตำแหน่งและ หมายเลขชั้นแนล X=ตำแหน่ง	x.0-x.3	x.0-x.7	x.0-x.11	x.0-x.15 (x+1).0- (x+1).11	x.0-x.15 (x+1X.0- (x+1).15	x.0-x.15 (x+1).0- (x+1).15	x.0-x.31 (x+1).0- (x+1).31

3.2.4 การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นเวิร์ด (Addressing words)

การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นเวิร์ดในการใช้ภาษาของ PL7 คือการเข้าถึงข้อมูลดังแสดงต่อไปนี้

%	M, K หรือ S	B, W, D หรือ F	i
สัญลักษณ์	ชนิดของวัตถุ	รูปแบบ	จำนวน
	M = ภายใน	B = บูลีน	
	K = ค่าคงที่	W = เวิร์ด	
	S = ระบบ	D = ดับเบิลเวิร์ด	
		F = จุดลอยตัว	

รูปที่ 3.5 แสดงการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นเวิร์ด

ชนิดของข้อมูล

- M เป็นเวิร์ดภายในซึ่งจะเก็บค่าข้อมูลระหว่างที่ทำการเอ็กซิคิวต์โปรแกรม โดยจะเก็บไว้ใน โชนของข้อมูล
- K เป็นเวิร์ดค่าคงที่ โดยจะเก็บค่าคงที่หรือประกอบด้วยสัญลักษณ์อักษรและตัวเลข โดยค่าเหล่านี้สามารถที่จะเขียนหรือเปลี่ยนแปลงได้ และจะเก็บไว้ในที่เดียวกันกับโปรแกรม และยังสามารถใช้หน่วยความจำแฟลชอีพริอม (Flash Eprom) เป็นการขยายเพิ่มเติมได้อีกด้วย
- S เป็นเวิร์ดในการกระทำกับระบบ ซึ่งจะมีหน้าที่หลายอย่าง เช่น
-บางที่เป็นการแสดงให้เห็นสถานะของระบบ โดยการอ่าน %swi
-ส่วนการใช้อื่นๆ โดยการแสดงให้เห็นการทำงานที่การประยุกต์ใช้งานต่างๆ

รูปแบบของเวิร์ดข้อมูล (Format)

เจตนาของเวิร์ดข้อมูล คือ เป็นการเข้าถึงข้อมูลโดยซอฟต์แวร์ PL7 โดยการใช้รูปแบบที่แตกต่างกัน

- B ไบท์ หมายถึง รูปแบบที่ใช้ในรูปของอักขระ
- W ความยาวของข้อมูล เป็น 16 บิต โดยสามารถเก็บเป็นค่าของพีชคณิต ระหว่าง -32768 จนถึง 32767

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
รูปแบบ 16 บิต	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0

บิตที่สำคัญสูงสุด บิตที่สำคัญต่ำ

รูปที่ 3.6 รูปแบบของเวิร์ดข้อมูล

- D ความยาวของข้อมูลเป็น 2 เท่าของเวิร์ด โดยความยาวของข้อมูลจะเป็น 32 บิต สามารถเก็บค่าพีชคณิตระหว่าง -2147483648

	บิตที่สำคัญต่ำสุด																
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
รูปแบบ 32 บิต	0 1 0 1				0 0 1 1				1 1 1 1				0 1 1 1				ตำแหน่ง n
	0 0 1 1				0 1 1 0				0 1 0 1				0 0 1 0				ตำแหน่ง n+1
	บิตที่สำคัญสูงสุด																

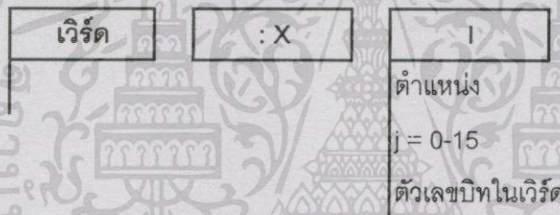
รูปที่ 3.7 รูปแบบของคัมเบิ้ลเวิร์ดข้อมูล.

F โพลตดิ่งพอยท์ เป็นการใช้รูปของวิทยาศาสตร์ของตัวเลข ตัวอย่างเช่น

1.285.28

12.8528 E2

การเข้าถึงข้อมูลเป็นบิตที่ออกมาจากเวิร์ด (Word extract bits) ซอฟต์แวร์ของ pL7 สามารถนำบิต 1 ใน 16 บิต มาใช้ได้เป็นไปตามการแสดง ดังนี้



รูปที่ 3.8 แสดงบิตข้อมูลและเวิร์ด

ตัวอย่างเช่น

%MW10:X4 = บิตที่ 4 ของเวิร์ดภายใน %MW10

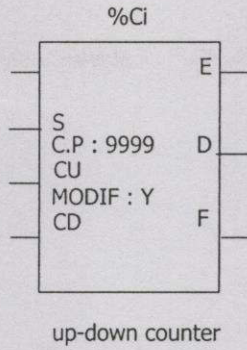
%QW5.1X10 = บิตที่ 10 ของเอาต์พุทเวิร์ด %QW5.1

3.2.5 บล็อกซ์จะใช้บิตและเวิร์ดอย่างเฉพาะเจาะจง ดังต่อไปนี้

บิต ใช้อย่างสอดคล้องตามเอาต์พุทของบล็อกซ์ โดยสามารถเข้าถึงได้โดยการทดลองใช้คำสั่งทางบูลีน

เวิร์ด เป็นไปตาม

- a. ลักษณะของพารามิเตอร์ของบล็อกซ์ ส่วนโปรแกรมอาจเข้าถึงและอาจไม่เข้าถึงพารามิเตอร์
- b. ค่าปัจจุบัน (ตัวอย่าง % Ci.V เป็นค่าเค้านเตอร์)



รูปที่ 3.9 แสดงการใช้คำสั่งบล็อกข้อมูล

ตารางที่ 3.3 ตารางกำหนดกลุ่มของเวิร์ดและบิตข้อมูลของฟังก์ชันบล็อก

รายการฟังก์ชัน บล็อกซ์	กลุ่มของเวิร์ดและบิต		ตำแหน่ง	โหมดการเขียน
ไทม์เมอร์ %Tmi (i=0-63)(1)	เวิร์ด	ค่าหมุนเวียน	%Tmi.V	ไม่ใช่
		ค่าที่ทำไว้ล่วงหน้า	%Tmi.P	ใช่
	บิต	ไทม์เมอร์ เอ้าท์พุท	%Tmi.Q	ไม่ใช่
อัฟ-คาวน์ เคาน์เตอร์ %Ci (i=0-31)	เวิร์ด	ค่าหมุนเวียน	%Ci.V	ไม่ใช่
		ค่าที่ทำไว้ล่วงหน้า	%Ci.P	ใช่
	บิต	อันเตอร์โพลว เอ้าท์พุท (ว่าง)	%Ci.E	ไม่ใช่
		เอ้าท์พุทที่มาถึงก่อน	%Ci.D	ไม่ใช่
		อันเตอร์โพลว เอ้าท์พุท (เต็ม)	%Ci.F	ไม่ใช่
มอนสเตเบิล %Mni (i=0-7)	เวิร์ด	ค่าหมุนเวียน	%Mni.V	ไม่ใช่
		ค่าที่ทำไว้ล่วงหน้า	%Mni.P	ใช่
	บิต	เอ้าท์พุทวงรอบโมโนสเตเบิล	%Mni.R	ไม่ใช่
รีจิสเตอร์ %Ri (i=0-3)	เวิร์ด	รีจิสเตอร์ อินพุท	%Ri.I	ใช่
		รีจิสเตอร์ เอ้าท์พุท	%Ri.O	ใช่
	บิต	การบันทึกเอ้าท์พุทติ่มอัตโนเมติ	%Ri.F	ไม่ใช่
		การบันทึกเอ้าท์พุทว่างอัตโนเมติ	%Ri.E	ไม่ใช่
ดรัม คอนโทรลเลอร์ %Dri (i=0-7)	เวิร์ด	รอบของชั้นจำนวน	%Dri.S	ใช่
		สถานะของสแต็ป j	%Dri.Wj	ไม่ใช่
	บิต	เวลากระทำการของสแต็ป	%Dri.V	ไม่ใช่
		ชั้นของรอบต่ำสุดที่ถูกจำกัด	%Dri.F	ไม่ใช่
ซีรีส์ 7 ไทม์เมอร์ %T(i=0-63)	เวิร์ด	ค่าหมุนเวียน	%Ti.V	ไม่ใช่
		ค่าที่ทำไว้ล่วงหน้า	%Ti.P	ใช่
	บิต	การเดินเวลาของเอ้าท์พุท ไทม์เมอร์	%Ti.R	ไม่ใช่
		การกระทำของเอ้าท์พุท ไทม์เมอร์	%Ti.D	ไม่ใช่

การเข้าถึงของข้อมูลโดยการบ่งชี้

การเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct addressing) เป็นการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงโดยการกำหนดค่าคงที่ตายตัวในการเข้าถึง และเมื่อเข้าถึงโปรแกรมสามารถเขียนใหม่ได้อีก ตัวอย่างเช่น : %MW26 เป็นเวิร์ดภายในที่ตำแหน่ง 26

การเข้าถึงโดยการบ่งชี้ (Indexed addressing) เป็นการเข้าถึงโดยการบ่งชี้ การเข้าถึงข้อมูลโดยตรงเป็นการกำหนดค่าให้เกิดการเข้าถึงโดยทางอ้อม ตัวอย่างเช่น : %MW108 (%MW2) หมายถึง การเข้าถึงโดยตรงของเวิร์ด 108 + ค่าที่อยู่ใน %MW2 ถ้าค่าที่อยู่ใน %MW2 เท่ากับ 12 การเขียน %MW108 (%MW2) จะเป็นการเขียนถึง %MW120

ตารางที่ 3.4 แสดงการเข้าถึงข้อมูลโดยการบ่งชี้

ชนิด	รูปแบบ	ตำแหน่ง	ขนาดสูงสุด	การเข้าถึงโดยการเขียน
อินพุท บิต	บูลีน	%Li[MWj]	$0 \leq +\%MWj \leq m(1)$	ไม่ใช่
เอาต์พุท บิต	บูลีน	%Qi[MWj]		ใช่
อินเทอนอล บิต	บูลีน	%Mi[MWj]		ใช่
อินเทอนอล เวิร์ด	Single length	%MWi[%MWj]		ใช่
	Double length	%MDi[%MWj]		ใช่
	Floating length	%MFi[%MWj]		ใช่
คอนสแตนท์ เวิร์ด	Single length	%KWi[%MWj]		ไม่ใช่
	Double length	%KDi[%MWj]		ไม่ใช่
	Floating length	%KFi[%MWj]		ไม่ใช่
เวิร์ด เทเบิล	<Object> [%MWj]:L	%MWi[%MWj]:L		ใช่

ถ้ามีการบ่งชี้เลขเกิดไปจากโปรแกรม จะมีตัวบิตข้อมูลกระทำต่อระบบ %S20 เป็นตัวบอกถ้าปรกติ การอ้างข้อมูลอยู่ในขีดจำกัด ค่า%S20 จะเป็น 0 แต่ถ้าเลขเกิดออกไป %S0 จะเป็น 1

3.2.6 การใช้หน่วยความจำ (User memory)

3.2.6.1 ที่ว่างของหน่วยความจำของ TSX 3722 PLC ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยการใช้ความแตกต่างที่เห็นเด่นชัดของ

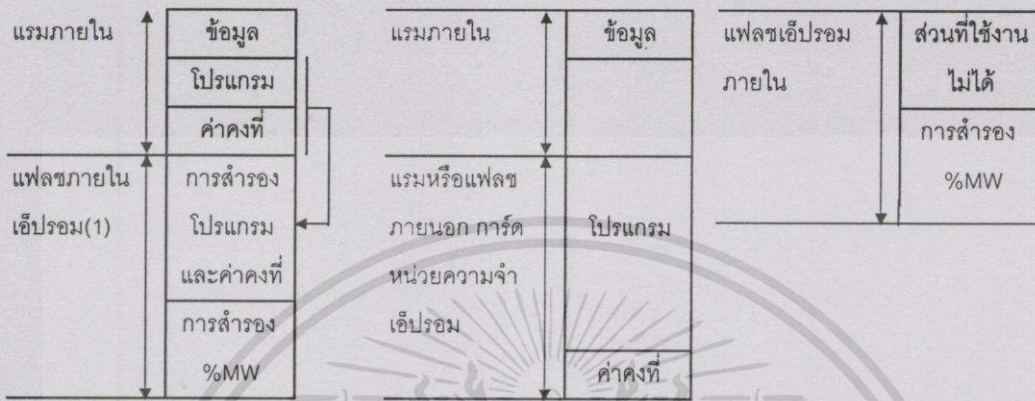
หน่วยความจำบิต (Bit memory) ถ้ารวมทั้งในแรมของโปรเซสเซอร์ สามารถกำหนดได้ 1280 บิต

หน่วยความจำเวิร์ด (Word memory) เวิร์ดสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการใช้แรม เป็นตัวเสริมหน่วยความจำ หรือเรียกว่าแฟลช อีพริ้อม โดยใช้เป็นการจัดหน่วยความจำ และสามารถขยายได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32 หรือ 64K เวิร์ด ในตัว PLC เองจะมี 16K เวิร์ดหน่วยความจำแฟลช อีพริอม อยู่แล้ว ใช้ได้กับ โปรแกรม 15K เวิร์ด และ 1000 เวิร์ดภายใน ส่วนถ้าขยายเป็น 32 หรือ 64K เวิร์ด จะใช้การ์ด PCMCIA ซึ่งสามารถเพิ่มหน่วยความจำในส่วนโปรแกรม และค่าคงที่ได้เพิ่มมากขึ้นอีก

ในรูปที่ 3.10 เป็นการจัดหน่วยความจำโดยไม่ได้ใช้การ์ด PCMCIA และใช้การ์ดนี้



รูปที่ 3.10 โครงสร้างของเมมโมรี่เวิร์ด แบบไม่มีเมมโมรี่การ์ด กับแบบมีเมมโมรี่การ์ด

3.2.6.2 หน่วยความจำบิต (Bit memory)

การนำส่วนต่างๆ มาประกอบกัน ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นส่วนประกอบต่างๆ ของหน่วยความจำบิตของ PLC TSX 57

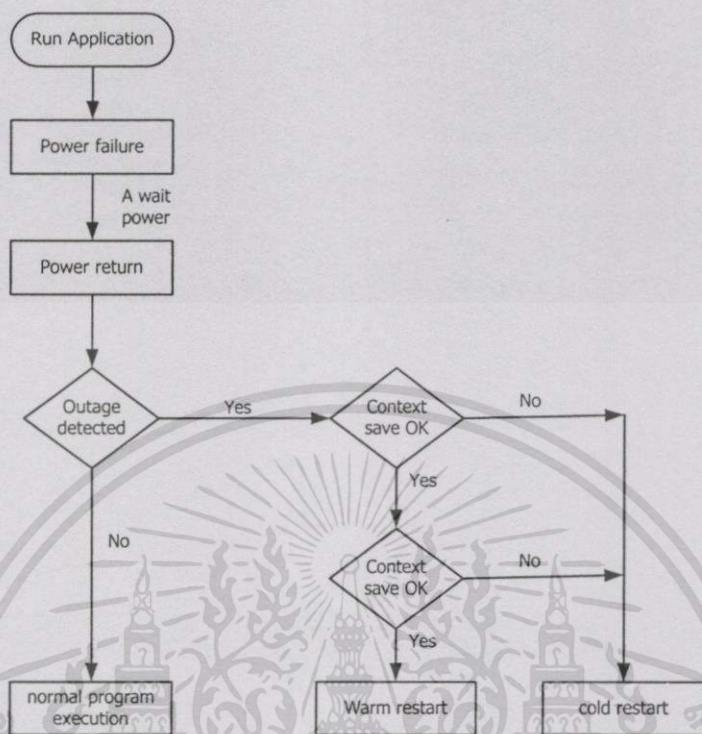
ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงหน่วยความจำแบบบิต

		TSX 37-10	TSX 37-21/22	TSX 57-10	TSX 57-20
ระบบของบิต	%SI	128	128	128	128
บิต I/O	%I/Qx	408(1)	472(1)	512	1024
บิตภายใน	%Mi	256	256	4096(2)	4096(2)
บิตสเต็ป	%Xi	96	128	128	128

3.2.7 โหมดการทำงานของ PLC

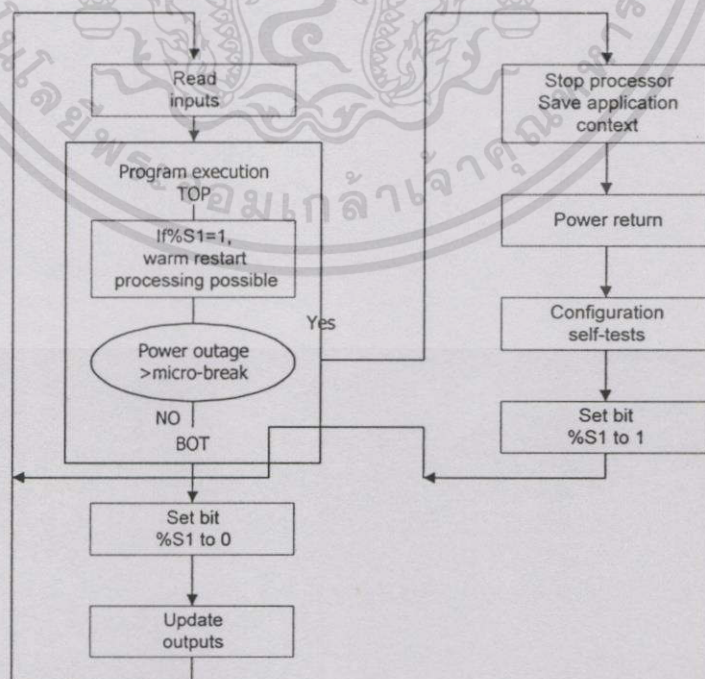
เมื่อกำลังงานทางเข้าทพุทเกิดขึ้นระบบจะเก็บการใช้งานทางเข้าทพุทและเวลาลงไปด้วย เพราะเมื่อมีการนำมาใช้ชิ้นใหม่จากการเปิดเครื่องใหม่ระบบจะได้นำสถานะเข้าทพุทเดิมลงมาแต่สามารถกำหนดการสตาร์ทโดยการกำหนดการสตาร์ทที่ชุด โคลรีสตาร์ทและวอลุ่มรีสตาร์ทเพื่อทำ

การเริ่มต้นระบบใหม่ในทันทีที่เริ่มเปิดเครื่องใหม่เพื่อเป็นการเปลี่ยนเอาทพุทใหม่ไม่ให้มีผลกับระบบ



รูปที่ 3.11 แสดงโหมดการทำงานของ PLC

3.2.8 กระบวนการกระตุ้นการเริ่มสตาร์ท (Warm restart processing)



รูปที่ 3.12 กระบวนการกระตุ้นการเริ่มสตาร์ท

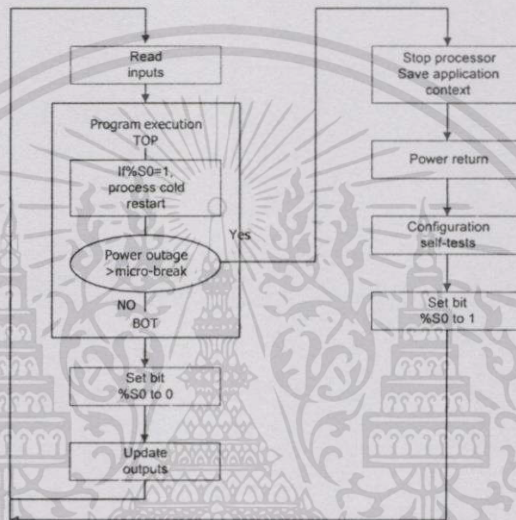
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8.1 การเอ็ชคิวค่าโปรแกรมขณะเริ่มสตาร์ท (Restart program execution)

การเอ็ชคิวโปรแกรมขณะเริ่มสตาร์ทนั้น ในช่วงเวลาที่กำลังงานยังไม่สมบูรณ์ PLC จะเข้าสู่การเอ็ชคิวโปรแกรมขณะเริ่มสตาร์ท ในช่วงเวลานี้กำหนดโดยใช้บิต %S1 ซึ่งจะเซ็ทเป็น 1 เวลาสแกน ซึ่งในช่วงเวลานี้จะไม่มีการทำงานในส่วนของเขาที่พุท

กระบวนการกระตุ้นการเริ่มสตาร์ทในการทำการกระตุ้นตอนแรกในขณะเริ่มสตาร์ท

3.2.8.2 การเริ่มสตาร์ทของเครื่องเย็น

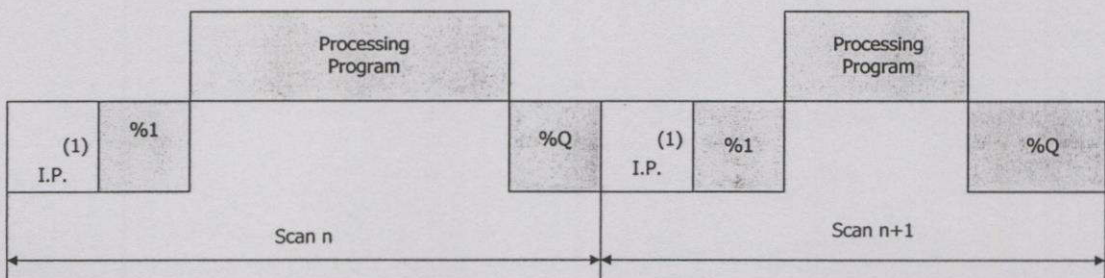


รูปที่ 3.13 กระบวนการเริ่มสตาร์ทของเครื่องขณะเครื่องหยุดหลังจากปิดเครื่องโดยไม่จ่ายไฟเลี้ยง

3.2.9 โครงสร้างของโปรแกรมและการทำงานของโปรแกรม

3.2.9.1 รอบการทำงานของ PLC (Cyclic execution)

ในการทำงานลักษณะนี้ จะมีความสอดคล้องกับการสแกนโดยปกติของ PLC (default option) ซึ่งจะประกอบไปด้วยการเชื่อมโยงวงจรของมาสเตอร์ทาส หลังจากการเซ็ทข้อมูลเข้าที่พุทให้เป็นปัจจุบัน ระบบจะมีกระบวนการเฉพาะและจะเชื่อมไปสู่การสแกนทาสอื่นๆ



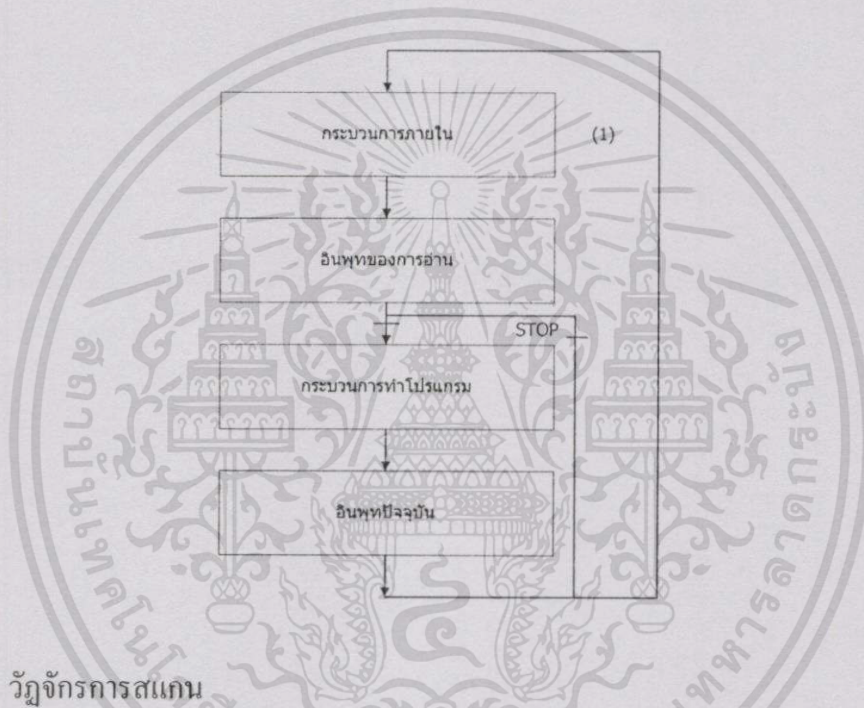
รูปที่ 3.14 รอบการทำงานของ PLC

I.P. กระบวนการภายใน (Internal processing) ระบบจะชี้ให้เห็นการติดตามการทำงานของ PLC และความต้องการของกระบวนการจากจุดต่อวงจร

%I การอ่านข้อมูลอินพุต เขียนลงในหน่วยความจำ สถานะข้อมูลอินพุตของ discrete และของแต่ละ โมดูลที่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละงาน

กระบวนการทำโปรแกรม : เป็นส่วนของการทำโปรแกรมซึ่งเกิดขึ้นได้จากการที่มีผู้เขียนโปรแกรมเข้าไป

%Q การแสดงสถานะปัจจุบันของเอาต์พุต : สามารถเขียนความสัมพันธ์ที่เป็นบิต / เวิร์ด ได้ หรือความสัมพันธ์ที่เป็น โมดูลได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะของโปรแกรมการใช้งาน



รูปที่ 3.15 วัฏจักรการสแกน

PLC ขณะทำงาน : โปรเซสเซอร์จะแสดงรายการของกระบวนการภายใน, การอ่านอินพุต, กระบวนการต่างๆ ในการใช้โปรแกรมและการปรับเอาต์พุตให้เป็นปัจจุบัน

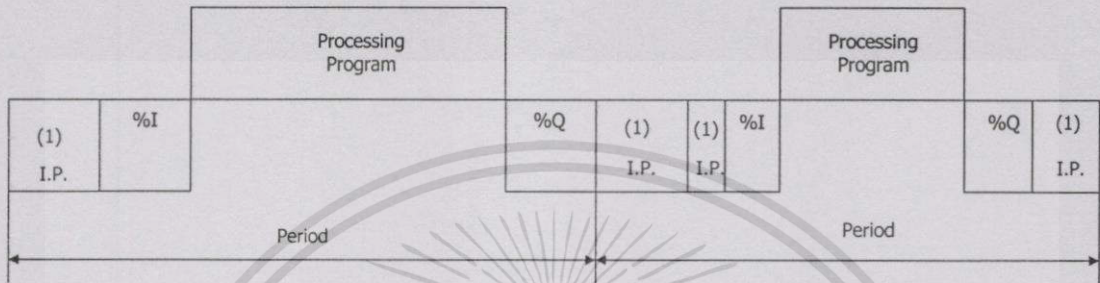
PLC ขณะหยุดทำงาน : โปรเซสเซอร์จะแสดง

1. กระบวนการภายในของ PLC
2. การอ่านอินพุต
3. และขึ้นอยู่กับทางเลือกการติดตั้งของ PLC เอง

3.2.10 คาบเวลาการทำงานของ PLC

โหมดการทำงานนี้จะอ่านอินพุตและกระบวนการของโปรแกรม โดยการทำเอาท์พุทให้เป็นปัจจุบัน ซึ่งจะกำหนดให้มีคาบเวลาดังแต่ 1-255 ms

ณ จุดที่ PLC เริ่มสแกนและเวลาเริ่มต้น ค่าของเวลาจะลดลงไปและจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของโปรแกรม แต่คาบเวลาการทำงานนี้จะแสดงเท่ากันทุกๆ คาบของเวลา



รูปที่ 3.16 แสดงคาบเวลาการทำงานของ PLC

I.P. กระบวนการภายใน (Internal processing) ระบบจะชี้ให้เห็นการติดตามการทำงานของ PLC และความต้องการของกระบวนการจากจุดต่อวงจร

%I การอ่านข้อมูลอินพุต เขียนลงในหน่วยความจำ สถานะข้อมูลอินพุตของ discrete และของแต่ละโมดูลที่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละงาน

กระบวนการทำโปรแกรม : เป็นส่วนของการทำโปรแกรมซึ่งเกิดขึ้นได้จากการที่มีผู้เขียนโปรแกรมเข้าไป

%Q การแสดงสถานะปัจจุบันของเอาท์พุท : สามารถเขียนความสัมพันธ์ที่เป็นบิต / เวิร์ดได้ หรือความสัมพันธ์ที่เป็น โมดูลได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะของ โปรแกรมการใช้งาน

ในกรณีที่อยู่ในช่วงการทำงานของ PLC ตัวโปรเซสเซอร์จะสั่งการให้กระทำกระบวนการภายใน การอ่านทางอินพุทกระบวนการทางโปรแกรม ตลอดจนการปรับเอาท์พุทให้เป็นปัจจุบัน

ถ้าคาบเวลายังเหลืออยู่ตัว โปรเซสเซอร์จะสั่งให้วัฏจักรการทำงานจนกระทั่งสิ้นสุดคาบเวลาผ่านทางกระบวนการภายใน

ถ้าเวลาการทำงานมากกว่าคาบเวลาของ PLC จะแสดง OVERRUN โดยบิต %S19 จะเป็น 1 ถึงแม้การทำงานจะเต็มที่แต่กระบวนการยังคงดำเนินต่อไป

ในกรณีอยู่นช่วง PLC ไม่กระทำการ ตัวโปรเซสเซอร์จะแสดง

a. กระบวนการภายใน

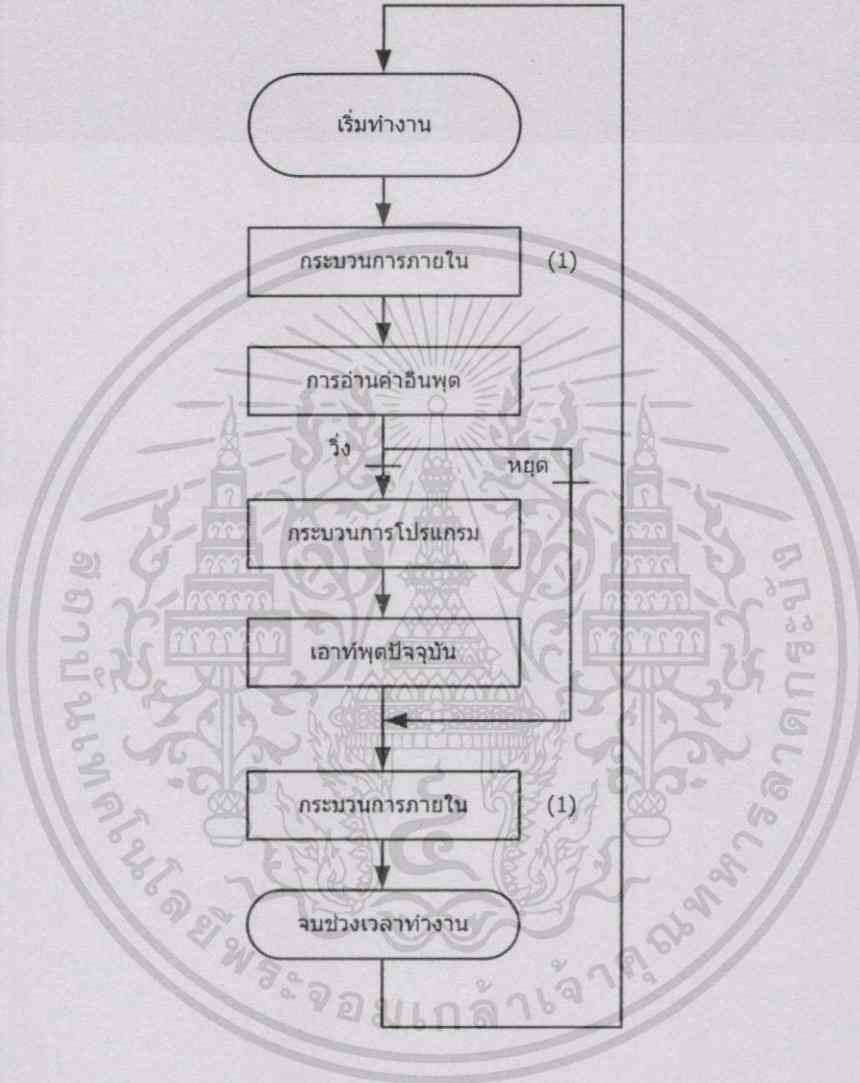
b. อินพุทที่อ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c. และกรณีอื่นๆ ที่ได้เลือกไว้เพื่อการใช้งาน

วิธีการการแสดงผลควบคุมกระบวนการ มีด้วยกัน 2 ระบบ คือ

- แสดงคาบเวลา OVERRUN
- แสดงผลผ่านทางวอร์ชดอ



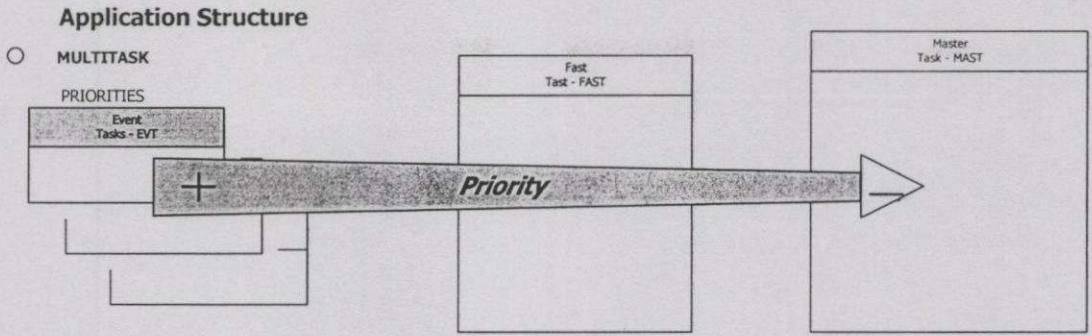
รูปที่ 3.17 วิธีการควบคุมเวลาการทำงาน

3.2.11 โครงสร้างซอฟต์แวร์หลายๆ ส่วนงาน

3.2.11.1 รายละเอียด โครงสร้างของภาระงานแสดงให้เห็น ดังนี้

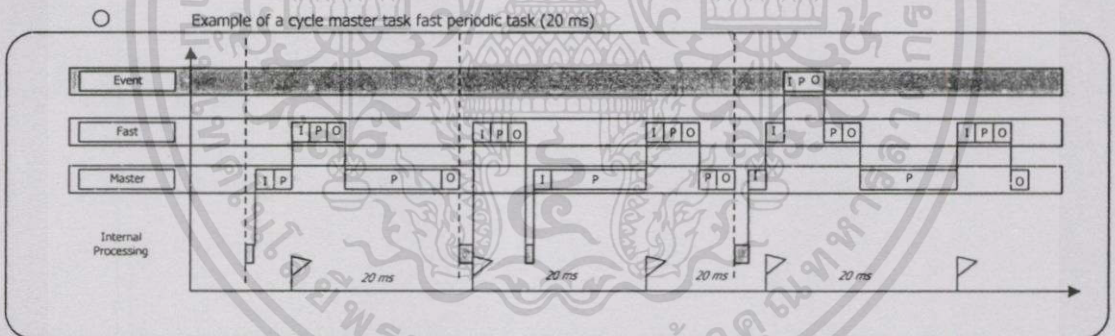
- มาสเตอร์ทาส MAST ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งการสแกนแบบวัฏจักร หรือคาบเวลา
- ฟาสต์ทาส EVT_i จะทำงานเมื่อ I/O มีเหตุการณ์เกิดขึ้น โดยมีการเลือก I/O นั้นๆ ไว้เป็นเหตุการณ์ที่ต้องเข้าไปตอบสนองการทำงานนำได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การจัดการของทาสท์

จากรูปที่ 3.17 ในขณะที่ทำงานที่มาสเตอร์ทาสท์ รับอินพุตและดำเนินการทางกระบวนการของโปรแกรมอยู่ ถ้าถึงคาบเวลาของการสร้างในส่วนเฟาสท์ทาสท์ ก็จะสลับไปดำเนินการทางอินพุตกระบวนการโปรแกรม ตลอดจนเอาท์พุต ดังนั้นจึงกลับมาทำงานในส่วนของมาสเตอร์ทาสท์ต่อไป แต่ถ้าในกระบวนการต่อมา นอกจากจะทำงานมาสเตอร์ทาสท์และมีมาสเตอร์ทาสท์แทรกแล้ว ถ้ามีอีเวนท์ ทริกเกอร์ ทาสท์ เข้ามาแทรกโปรเซสเซอร์จะทำให้โปรแกรมในส่วนนี้ก่อน จึงกลับมาทำเฟาสท์ทาสท์และมาสเตอร์ทาสท์ต่อ



รูปที่ 3.19 แสดงความสำคัญของการทำงานในแต่ละทาสท์

Master Task

เป็นส่วนองงานซึ่งมีลำดับความสำคัญน้อยที่สุดของการจัดการ โปรแกรมการประยุกต์ใช้งาน ไม่ว่าจะกรณีใดโหมดการทำงานเป็นทั้งแบบคาบเวลาหรือวัฏจักรเวลา ภาระงานนี้จะถูกมอนิเตอร์โดยวอร์ทซ์ดอกภายใน PLC ซึ่งจะใช้วิธีตรวจจับความผิดปกติระหว่างโปรแกรมการประยุกต์ใช้งานในส่วนเหตุการณ์ที่เกิดการทำงานที่เลขถัดขึ้น บิทควบคุมระบบ%S11 จะเป็น 1 ซึ่งจะทำให้ PLC หยุดการทำงาน

Fast Task

ส่วนการทำงานนี้ ซึ่งจะมีลำดับความสำคัญสูงกว่ามาสเตอร์ ทาสท์ คือการทำงานเป็นแบบคาบเวลา ในทันทีที่ออกจากเวลา สำหรับการกระทำของภาระงานลำดับความสำคัญที่ต่ำกว่า ก็คือมาสเตอร์ ทาสท์


คาบเวลาของฟาสท์ทาสท์ สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 1-255 ms โดยคาบเวลาอาจจะยาวกว่าการทำงานของคาบเวลาฟาสท์ทาสท์ แต่ต้องระวังการเกิดการกระทำที่เลยเถิดของภาระงานที่มีลำดับความสำคัญที่ต่ำกว่า

การทำงานของฟาสท์ทาสท์จะถูกลบออกโดยวอร์ชด็อก ซึ่งจะใช้ตรวจจับความผิดปกติระหว่างโปรแกรมการประยุกต์ใช้งาน โดยถ้าเกิดเหตุการณ์ผิดปกติของการทำงานแล้ว บิทควบคุมระบบ %S11 จะเป็น 1 ซึ่งจะเป็นการประกาศการใช้งานโปรแกรมที่ผิดพลาด ซึ่ง PLC จะหยุดทำงาน


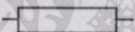
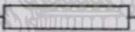


ตำแหน่ง	สัญลักษณ์	หน้าที่ทำงาน
การทดสอบ พื้นฐาน	* คอนแทคแบบ ปกติเปิด	--- --- คอนแทคจะถูกปิดเมื่อบิตของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมเป็น 1
	* คอนแทคแบบ ปกติปิด	--- /--- คอนแทคจะถูกปิดเมื่อบิตของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมเป็น 0
	* คอนแทคแบบ ตรวจจับขอบขา ของสัญญาณ	--- P --- ขอบขาขึ้น : คอนแทคจะถูกปิดเมื่อบิตของคำสั่งที่ใช้ในการ ควบคุมเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1
		--- N --- ขอบขาลง : คอนแทคจะถูกปิดเมื่อบิตของคำสั่งที่ใช้ในการ ควบคุมเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0
การเชื่อมโยง พื้นฐาน	* ทางแนวนอน	--- --- โดยการให้การเชื่อมโยงระหว่างจุดสองจุดที่ต่อเนื่องกัน
	* ทางแนวตั้ง	--- การเชื่อมโยงที่ขนานกัน
การกระทำ พื้นฐาน	* คอยล์โดยตรง	---()--- สภาวะของคอยล์ซึ่งเป็นผลจากค่าโดยตรงของผลจากการที่ บิตแต่ละส่วนที่ส่งต่อมายังเข้าทั้งหมด
	* คอยล์โดยตรงข้าม	---(/)--- สภาวะของคอยล์ซึ่งเป็นผลจากค่าโดยตรงกันข้ามของผลจาก การที่บิตแต่ละส่วนที่ส่งต่อมายังเข้าทั้งหมด
	* แลชคอยล์	---(S)--- สภาวะของคอยล์ซึ่งเป็นผลของค่าบิตซึ่งกำหนดให้เป็น 1 และที่ ขอบเขตใช้งานกำหนดให้เป็น 1
	* อินแลชคอยล์	---(R)--- สภาวะของคอยล์ซึ่งเป็นผลของค่าบิตซึ่งกำหนดให้เป็น 1 และที่ ขอบเขตใช้งานกำหนดให้เป็น 0
	* การกระโดดไปยัง วงอื่นๆ	--> \%Li ยอมติดต่อไปยังลาเบลวงอื่นๆ ทั้งด้านบนและล่าง โดยมีผล ในโปรแกรมเท่านั้น
	* คอยล์ที่ใช้ในการ ส่งผ่านสภาวะ	---(#)--- จะทำในกรณีเป็นภาษากราฟเซ็ท(Grafset) คือโปรแกรมจะ แสดงสภาวะการส่งผ่านไปยังสเต็ปต่อไป
	* คอยล์ที่ใช้เรียก โปรแกรมย่อย	---(C)--- โดยจะต่อไปยังจุดเริ่มต้นของโปรแกรมย่อยเมื่อขอบเขตเป็น 1
	* การกลับออกจาก โปรแกรมย่อย	<RETURN> เมื่อไปยังโปรแกรมย่อยใดๆ การกลับมาจากโปรแกรมย่อยนั้น เมื่อขอบเขตเป็น 1
	* การหยุดโปรแกรม	<HALT> จะหยุดโปรแกรมเมื่อขอบเขตที่กำหนดเป็น 1

ฟังก์ชัน บล็อก

	สัญลักษณ์	หน้าที่ทำงาน
การทดสอบ พื้นฐาน	* บล็อก : ไทม์เมอร์ เคาท์เตอร์ โมโนสเตเบิล รีจิสเตอร์ ดรัมคอนโทรลเลอร์	 มาตรฐานของฟังก์ชันบล็อกแต่ละตัวจะใช้อินพุทและเอาต์พุท โดยสามารถเชื่อมโยงกับพื้นฐานอื่นๆ ได้

โอเปอร์เรชั่นบล็อก

	* บล็อกเปรียบเทียบ ทางแนวตั้ง		เปรียบเทียบระหว่างตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 2 ตัว โดยขึ้นกับผลที่สอดคล้องซึ่งทำให้เอาต์พุทเปลี่ยนเป็น 1
	* บล็อกเปรียบเทียบ ทางแนวนอน		เปรียบเทียบระหว่างตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 2 ตัว ซึ่งผลที่ถูกเช็คจะทำให้เอาต์พุทเป็น 1
การกระทำ พื้นฐาน	* โอเปอร์เรชั่นบล็อก		เป็นการกระทำทางคณิตศาสตร์ซึ่งผลที่ออกมาขึ้นอยู่กับการนำค่าคณิตศาสตร์เหล่านั้นมาใช้ เป็นผลทางเอาต์พุท

บทที่ 4

การหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร

4.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในงานบำรุงรักษาเพื่อใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น รวมถึงการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขเพื่อลดงานบำรุงรักษาลงไปด้วยการเก็บข้อมูลควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ควรจะเก็บให้น้อยที่สุดแต่มีข้อมูลพอใช้งาน ควรเป็นแบบฟอร์มง่าย ๆ สำหรับผู้ปฏิบัติงานและช่างกรอกข้อมูลควรมีการตรวจสอบเพื่อความถูกต้อง มิฉะนั้นหากนำข้อมูลที่ผิดมาใช้วางแผน จะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายหลังได้ ในการเก็บข้อมูลบำรุงรักษาหากมิได้นำมาใช้ จะเสียเวลาเก็บข้อมูล โดยเปล่าประโยชน์ จึงควรมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์และใช้งานอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อการพัฒนางานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.1.1 ประโยชน์ของข้อมูลการบำรุงรักษา

การกำหนดมาตรฐานของการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นรากฐานของแผนการบำรุงรักษา การช่วยเหลือ แนะนำทางเทคนิคเพื่อการปฏิบัติ การบำรุงรักษา รวบรวมผลของการบำรุงรักษา เพื่อนำไปกำหนดแผนการปรับปรุง ใช้แผนการปรับปรุง

4.1.2 วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

4.1.2.1 เพื่อให้ผลิตได้ตามแผน

ทั้งนี้เพื่อทำให้เหตุขัดข้องฉับพลันหมดสิ้นไปโดยการดำเนินการอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับการซ่อม ตรวจสอบ เติมน้ำมันให้เป็นไปตามข้อกำหนด

4.1.2.2 เพื่อรักษาและเพิ่มคุณภาพ

เป็นการรักษาไว้และเพิ่มสมรรถนะการใช้งาน ทั้งนี้โดยการตรวจสอบ ตรวจสอบวัดซ่อมแซม และปรับปรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ควรทำ

4.1.2.3 เพื่อการลดต้นทุน

การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องจักร การดัดแปลงสร้างใหม่ หรือเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักร การประหยัดแรงงานด้วยการเปลี่ยนระบบอัตโนมัติ การประหยัดพลังงาน

4.1.2.4 เพื่อส่งมอบตามกำหนด

การทำให้เหตุขัดข้องฉับพลันหมดสิ้นไป การเพิ่มขีดความสามารถ การซ่อมแซมโดยทางเทคนิคและรวดเร็ว

4.1.2.5 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม

4.1.2.6 เพื่อให้ขวัญและกำลังใจบุคลากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อมูลในการบำรุงรักษา

4.2.1 ข้อมูลการบำรุงรักษา

1. เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง
2. เรื่องที่เป็นต้นเหตุเป็นผลเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์นั้นชัดเจน
3. ความจำเป็นและจุดประสงค์ของการปฏิบัตินั้นชัดเจน

4.2.2 ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

1. การคำนวณที่รวดเร็ว สามารถทำงานได้หลายประเภท
2. สามารถคำนวณข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้ในปริมาณมาก
3. สามารถดึงข้อมูลออกมาแสดงได้ตลอดเวลา
4. ถูกนำมาใช้เพื่อให้เกิดความแน่นอนทางธุรกิจ

4.3 ประเภทต่าง ๆ ของการรวบรวมข้อมูล

1. บันทึกรายวัดสำหรับการบำรุงรักษา
2. ตารางควบคุมการตรวจสอบประจำ
3. ตารางประมวลผลข้อมูล EDPS (Electronic Data Processing)
4. รายงานอุบัติเหตุของเครื่องจักรอุปกรณ์
5. ตารางบันทึกการบำรุงรักษา
6. ใบบันทึกสำหรับงานบำรุงรักษา

4.4 วิธีการเก็บข้อมูล

4.4.1 วิธีการบันทึกเหตุขัดข้อง

การบันทึกเหตุขัดข้องนับเป็นการบันทึกที่มีความสำคัญ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนปรับปรุง แก้ไข เพื่อลดเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้นอีกในภายหน้า หรือการซ่อมแซมแก้ไขเหตุขัดข้องให้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น สำหรับวิธีการบันทึกนั้นมีสิ่งที่ควรระวังคือ

4.4.1.1 อาการของเหตุขัดข้อง

อาการของเหตุขัดข้องคือลักษณะที่ปรากฏของเหตุขัดข้องและตำแหน่ง ซึ่งจะต้องทราบถึงอาการที่เกิดขึ้นอย่างเข้าใจ เช่นการบิดเบี้ยว สายไฟขาด

4.4.1.2 สภาพผิดปกติ

เหตุขัดข้องนั้น ถึงแม้ว่าอาจจะเกิดขึ้นได้ทุกอย่างอย่างฉับพลันก็ตาม ก่อนที่จะเกิดขึ้นนั้นส่วนมากมักจะมีสิ่งบอกเหตุ ซึ่งเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นมาก่อน เช่น เสียงที่ผิดปกติ อุณหภูมิสูง

ผิดปกติ หรือเกิดการสั้นสะเทือนที่ผิดปกตินั้น ดังนั้นถ้าไม่เข้าใจถึงสภาพเหล่านี้แล้ว การตีความถึงสาเหตุของเหตุขัดข้องนี้ก็จะง่ายขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการป้องกันการเกิดเหตุขัดข้องได้

4.4.1.3 การวาดรูป

เป็นการยกย่องที่จะอธิบายถึงตำแหน่งที่เกิดเหตุขัดข้องนั้น ด้วยข้อความ ดังนั้นการใช้การวาดรูป (Sketch) ซึ่งเป็นการแสดงตำแหน่งและลักษณะอาการของเหตุขัดข้องได้โดยง่าย และผู้มาดูที่หลังก็สามารถเข้าใจได้ง่าย วิธีการก็คือทำการสำเนาแผนผังของอุปกรณ์นั้น จากนั้นก็บันทึกตำแหน่งและลักษณะของเหตุขัดข้องลงไป ซึ่งจะเป็นการสะดวกและเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้ที่จะดูภายหลัง

4.4.2 การใช้ประโยชน์จากข้อมูล

1. กำหนดมาตรฐานและแผนการบำรุงรักษา
2. ซ่อมแซมปรับแต่ง ตรวจสอบ
3. บันทึกและวิเคราะห์ผล
4. ป้อนข้อมูลกลับและประยุกต์ข่าวสารข้อมูลในการวางแผนครั้งต่อไป

4.5 แผนการบำรุงรักษา

การจะทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานในสภาพปกติอยู่เสมอจำเป็นต้องมีกิจกรรมการบำรุงรักษา เช่น การซ่อมแซมเครื่องจักรอุปกรณ์ การเปลี่ยนชิ้นส่วน การจัดเตรียมชิ้นส่วนให้พร้อม

4.5.1 ความจำเป็นของแผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษาเป็นสิ่งพื้นฐานที่ทำให้กิจกรรมการผลิตดำเนินไปด้วยดีโดยติดตามสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ ซึ่งจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษา เข้ากับเครื่องจักรอุปกรณ์และทำแผนการกิจกรรมบำรุงรักษา วางมาตรฐานและเพิ่มประสิทธิภาพ ความดีและไม่ดีของแผนการบำรุงรักษา จะเป็นสิ่งกำหนดระดับของกิจกรรมการบำรุงรักษา

4.5.2 ข้อควรคำนึงในการวางแผนการบำรุงรักษา

แบ่งลำดับความสำคัญของเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดในโรงงาน โดยดูว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดจะมีผลต่อการผลิต (จำนวนและคุณภาพ) มากน้อยเพียงใด

4.6 ชนิดของแผนการบำรุงรักษา

4.6.1 การแบ่งตามระยะเวลา

1. แผนการบำรุงรักษาระยะยาวและรายปี
2. แผนการบำรุงรักษาคาบสี่เดือน
3. แผนการบำรุงรักษารายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แผนงานรายสัปดาห์

5. แผนงานพิเศษ

เป็นแผนงานพิเศษขนาดใหญ่ ซึ่งต้องวางแผนประจำวันเป็นพิเศษ เช่นเดียวกับการซ่อมประจำเดือนหรือการซ่อมใหญ่

4.7 การควบคุมเหตุขัดข้อง

เวลาขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นหัวข้อการควบคุมที่สำคัญในการวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้เวลาขัดข้องน้อยลง โดยทั่วไปแผนการบำรุงรักษาจึงมักจะมีแนวโน้มที่ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องเตรียมอะไหล่มากขึ้นและการซ่อมต้องเร็วขึ้น

4.8 การประเมินผลของแผนการบำรุงรักษา

โดยพื้นฐานแล้ว แผนการบำรุงรักษาที่ดีคือ

1. สามารถรักษาสมรรถนะของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้เป็นปกติ
2. อยู่ในระดับที่ประหยัดเสมอ
3. ใช้ประโยชน์จากบทเรียนของเหตุขัดข้องให้มาก โดยให้มีผลสะท้อนถึงเรื่องคล้าย ๆ กัน
4. ทำมาตรฐานการบำรุงรักษาให้สมบูรณ์และเห็นความสัมพันธ์กับแผนการบำรุงรักษาได้ชัดเจน

4.9 วิธีการในการเพิ่มความน่าเชื่อถือ

4.9.1 วิธีการในการเพิ่มความน่าเชื่อถือ (การลดจำนวนครั้งของเหตุขัดข้อง) มีจุดที่ควรใส่ใจดังนี้

1. จำแนกอาการของเหตุขัดข้องตามลักษณะที่เกิดขึ้นคือ เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นในช่วงแรกหรือเหตุขัดข้องที่เกิดโดยบังเอิญหรือเหตุขัดข้องจากการสึกหรอ
2. จำแนกลักษณะของเหตุขัดข้อง ว่าเป็นแบบทำให้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์หยุดการทำงานหรือเป็นแบบทำให้ความสามารถเสื่อมลง
3. กิจกรรมที่ควรทำเพื่อป้องกันความเสื่อม การดูแลบำรุงรักษาประจำวัน การตรวจ การเติมน้ำมันหล่อลื่น การตรวจทำความสะอาด การซ่อมแซมแก้ไข

4.9.2 วิธีการ

1. กำหนดวิธีการและมาตรฐานการตรวจสอบ ตลอดจนการแก้ไข
2. ควบคุมการหล่อลื่น กำหนดวิธีการเติมน้ำมัน ระยะเวลาการเติมน้ำมัน เป็นต้น

3. เพิ่มพูนเทคนิคในการตรวจสอบให้ทราบ
4. การยึดอายุการใช้ชิ้นส่วน คู่หัวข้อที่ควรสนใจแล้วสังเกต

4.10 ความน่าเชื่อถือของการควบคุมระบบ (System Operational Reliability, SOR)

ความน่าเชื่อถือหรือความไว้วางใจในการใช้งานของระบบ ว่าใช้ได้คืออย่างที่ได้อ้างใจยอมหรือไม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อถือของตัวระบบเองว่าจะทำให้ไว้วางใจ หรือแน่นอนใจได้แค่ไหน โดยต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นอีกคือ ผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ว่าควบคุมเครื่องหรือใช้เครื่องได้ดีแค่ไหนและขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของผู้ซ่อมอีกด้วย

$$\text{ความน่าเชื่อถือของการควบคุมระบบ (SOR)} = \text{ความน่าเชื่อถือของระบบ} \times \text{ประสิทธิภาพของผู้ควบคุม} \times \text{ประสิทธิภาพของผู้ซ่อม} \quad (4.1)$$

4.11 สภาพพร้อมใช้งาน (System Availability, A)

หมายถึงสภาพที่ระบบหรืออุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมที่จะปฏิบัติหน้าที่ได้ทันทีที่ต้องการ และทุกเวลาซึ่งเขียนเป็นสมการได้

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + T_m} \quad (4.2)$$

โดยที่ $T_m = T_p + T_o =$ เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา
 $T_p =$ เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
 $T_o =$ เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาแบบไม่มีการกำหนดล่วงหน้า

ถ้าคิดต่อเวลา 1 ปี หรือ 8,760 ชั่วโมง

$$T_m = \frac{mT_m}{8760 - T_m} \quad (4.3)$$

$$A = 1 - \frac{T_m}{8760}$$

4.12 สภาพไม่พร้อมใช้งาน (System Unavailability, B)

หมายถึงสภาพที่อุปกรณ์หรือระบบไม่สามารถจะใช้งานได้ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากสาเหตุอะไร ซึ่งเขียนเป็นสมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A + B = 1 \text{ หรือ}$$

$$B = 1 - A$$

$$= \frac{T_m}{8760} \quad (4.4)$$

4.13 ทำไมต้องมีการวางแผนบำรุงรักษา

การทำงานใด ๆ นั้นถ้าต้องการให้บรรลุผลสำเร็จ ต้องมีการวางแผน การวางแผนที่ดีและรอบคอบจะอำนวยความสะดวกให้งานนั้นสำเร็จรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย ดังนั้นการวางแผนเป็นกิจกรรมอันสำคัญในระบบควบคุมงาน

การวางแผนบำรุงรักษา เพื่อรักษาสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์หรือระบบให้มีระดับคุณภาพสูงตามที่ต้องการคือ

1. ประสิทธิภาพ (effectiveness)
2. สมรรถนะ (Performance)
3. ความน่าเชื่อถือ (Reliability)
4. ความปลอดภัย (Safety)

เพื่อให้เครื่องจักรมีสภาพพร้อมใช้งาน (Availability) สูงสุดเท่าที่จะทำได้และพร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา

4.14 การบำรุงรักษาที่ประหยัด

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาหยุดเครื่อง (Down Time) กับค่าบำรุงรักษา (Maintenance cost) มีดังนี้คือ ถ้าจะลดอัตราการขัดข้องให้หมดสิ้นไป โดยสมบูรณ์จะต้องเสียค่าใช้จ่ายมหาศาล การแก้ไขข้อขัดข้องให้กลับคือสู่สภาพปกติ คือสภาพเดิมโดยไม่มีค่าใช้จ่ายนั้นเป็นไปได้ ถ้าไม่มีค่าใช้จ่าย เวลาหยุดเครื่องก็จะยาวนาน (Infinity) ดังสมการ

$$\text{ค่าบำรุงรักษา (e)} = K_{cd} \times \frac{1}{\text{Down Time}} \quad (4.5)$$

K_{cd} คือสัมประสิทธิ์ค่าใช้จ่ายและเวลาหยุดเครื่องเป็นฟังก์ชันของการปฏิบัติการบำรุงรักษา และค่าความน่าเชื่อถือ

4.15 วิธีการในการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือ

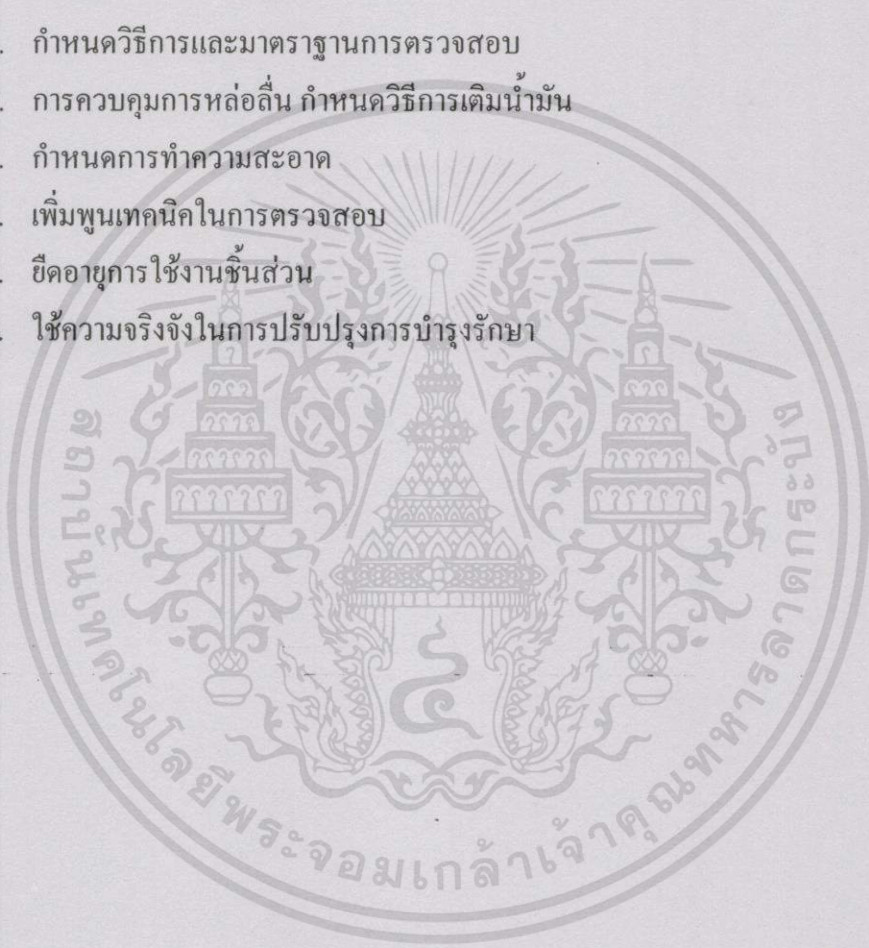
4.15.1 วิธีการเพิ่มค่าความน่าเชื่อถือ (ลดการเกิดเหตุขัดข้อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จำแนกอาการของเหตุขัดข้อง ตามลักษณะที่เกิดคือการเกิดขึ้นในช่วงแรกหรือเหตุขัดข้องที่เกิดโดยบังเอิญหรือเกิดจากการสึกหรอ
2. จำแนกลักษณะของเหตุขัดข้อง ว่าเป็นแบบทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานหรือเป็นแบบทำให้ความสามารถเสื่อมคุณภาพลง
3. กิจกรรมที่ควรทำเพื่อป้องกันความเสื่อม การดูแลบำรุงรักษาประจำวัน การวัดอัตรา การเสื่อม โดยตรวจสอบอุปกรณ์

4.15.2 วิธีการ

1. กำหนดวิธีการและมาตรฐานการตรวจสอบ
2. การควบคุมการหล่อลื่น กำหนดวิธีการเติมน้ำมัน
3. กำหนดการทำความสะอาด
4. เพิ่มพูนเทคนิคในการตรวจสอบ
5. ชี้อายุการใช้งานชิ้นส่วน
6. ใช้ความจริงจูงในการปรับปรุงการบำรุงรักษา



บทที่ 5

เครื่องควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร

5.1 โครงสร้างและหลักการทำงาน

พีแอลซีในชุดควบคุมจะคอยเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรตลอดระยะเวลาที่เครื่องจักรเริ่มทำงาน โดยจะทำการเก็บค่าที่จำเป็นในการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร คือ

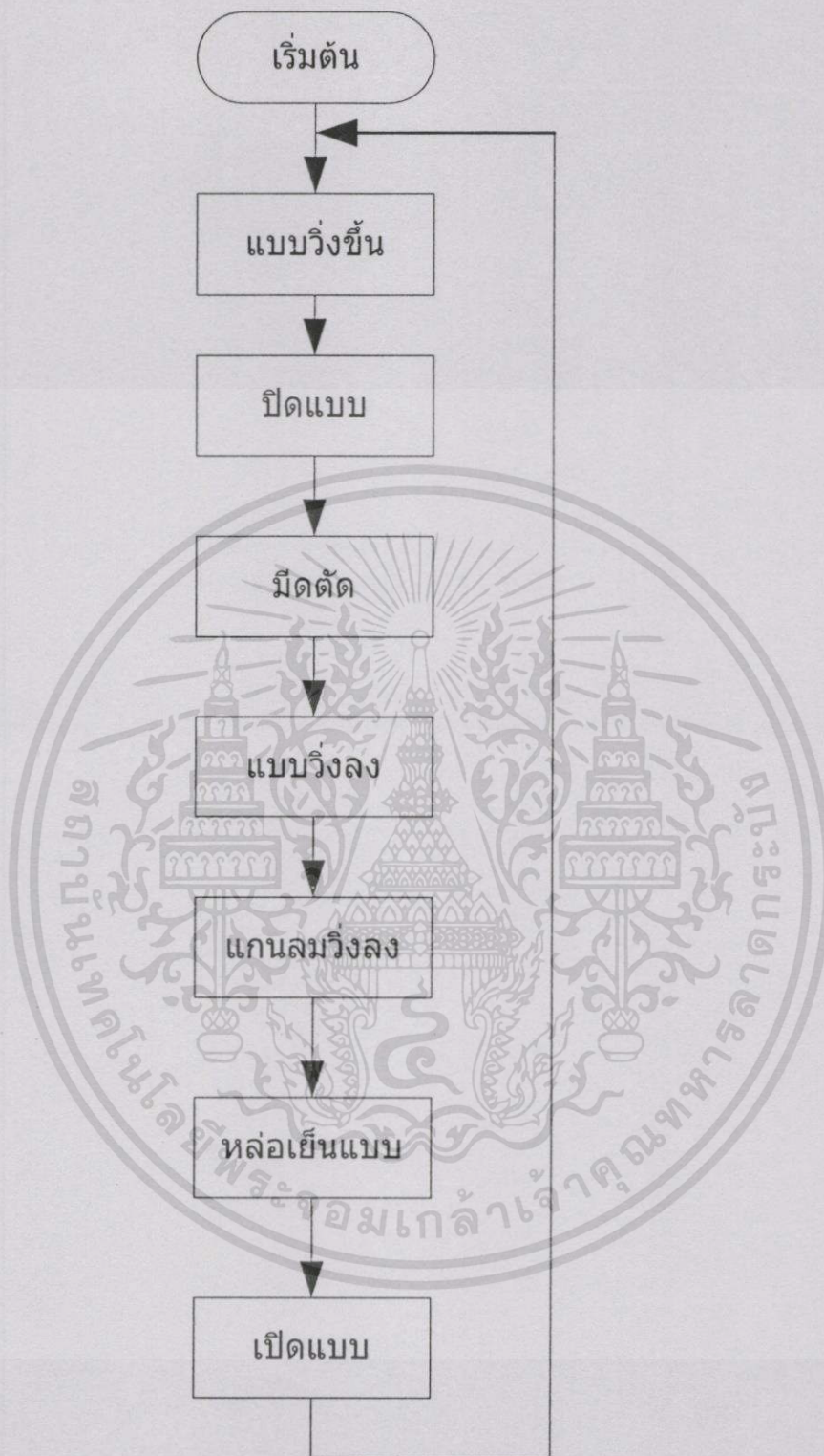
1. เวลาการทำงาน (Available time)
2. เวลาที่ทำงาน (Operating time)
3. จำนวนครั้งของความล้มเหลว (Failure)
4. ระยะเวลาที่เกิดการล้มเหลว

เนื่องจากสาเหตุของการขัดข้องมีหลายสาเหตุ ดังนั้น วิธีการเก็บสาเหตุจะใช้วิธีการใส่ข้อมูลลงไปที่หน้าจอ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1. ผู้ปฏิบัติงาน (Production)
คือ ผู้ที่ทำการควบคุมเครื่องจักรที่ใช้งาน
2. ช่างซ่อมบำรุง (Maintenance)
คือ ผู้ที่ทำการแก้ไข ซ่อมแซมสาเหตุการชำรุดของเครื่องจักร
3. ช่างแม่แบบ (Technician)
เป็นผู้คอยดูแลแม่แบบที่ใช้สำหรับเครื่องจักร

ฉะนั้นจึงมีรหัสให้ผู้เกี่ยวข้องในการบันทึกค่าความขัดข้องโดยบุคคล 4 กลุ่ม เพื่อใช้ในการรายงานผลการขัดข้องตามที่เครื่องจักรใช้งานอยู่ก่อนแล้วดังตาราง

เนื่องจากการนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องเป่าพลาสติกในโรงงาน
จึงจะแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 การทำงานของเครื่องควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร

การทำงานโดยการนำอุปกรณ์มาติดตั้งเพิ่มเติม คือ อุปกรณ์ติดตั้งค่าตัวแปรของพีแอลซี (Main Machine Interface , MMI) ต่ออยู่เพื่อตัวค่าตัวแปรตามรุ่นในที่นี้คือรุ่น TSX 3722 และต่อเครื่องพิมพ์แบบอนุกรมต่อเพิ่มเติมกับ พีแอลซี เพื่อให้พีแอลซีสั่งให้พิมพ์รายการตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 โปรแกรมการทำงาน

เพื่อให้การเก็บข้อมูลเป็นไปโดยถูกต้องและแม่นยำ ได้ทำการเขียนโปรแกรมให้พีแอลซีทำงานโดยการเก็บค่าเวลาในขณะต่าง ๆ ไว้ โดยให้ผู้ที่บันทึกสาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรเป็นไปโดยอิสระต่อกัน คือ โดยการให้รหัสของแต่ละคน ในที่นี้ประกอบด้วยบุคคล 4 หน่วยงานคือ

1. ผู้ปฏิบัติงาน (Production) จะเป็นผู้บันทึกสาเหตุการขัดข้องที่เกี่ยวกับรหัสของเสีย
2. ช่างซ่อมบำรุง (Maintenance) คือ ผู้ที่ทำการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าและไฮดรอลิก
3. ช่างแม่แบบ (Technician) คือ ผู้คอยดูแลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 5.1 แสดงรหัสสาเหตุของเครื่องจักรเสีย

สาเหตุของเครื่องเสีย	สาเหตุของเสีย
Sφφ1 เปลี่ยนแบบ	R211 จุดดำ
Sφφ2 เปลี่ยนสี	R212 สีเพี้ยน รั้วสี
Sφφ3 ทดลองแม่พิมพ์	R213 เศษ ครีป
Sφφ4 ไม่มีงาน	R214 รอยขีดข่วน
	R215 คราบน้ำมัน สกปรก
Mφφ1 ทำความสะอาด	R221 เป่าไม่เต็ม
Mφφ2 อื่น ๆ	R222 ชิ้นงานโค้ง บิดงอ
	R223 ขนาดไม่ได้
	R224 แดก หัก
Tφφ1 ระบบลม	R225 ชิ้นงานบาง
Tφφ2 ระบบไฮดรอลิก	R226 กอขวดเอียง ตัน
Tφφ3 ระบบไฟฟ้า	R227 น้ำหนัก หนัก เบา
Tφφ4 แม่พิมพ์	R228 รั่ว
Tφφ5 ตู้ความถี่สูง	R229 อื่น ๆ
Tφφ6 บำรุงรักษาเครื่อง	
Tφφ7 ปัญหาเทคนิคอื่น ๆ	

จากตารางจะพบว่าตามการบันทึกค่าของเดิมที่ทางโรงงานเป่าพลาสติกทำไว้แยกได้ 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สาเหตุของเสีย เป็นการแสดงสาเหตุการเสียจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ไม่เกี่ยวกับเครื่องจักร
2. สาเหตุเครื่องเสีย เป็นการขัดข้องจากการทำงานของเครื่องจักร

5.3 การคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือ

วิธีการคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ คือ การเก็บค่าเวลาต่าง ๆ คือเวลาใช้งาน (Up time) เวลาหยุดงาน (Down time) จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้องในระยะเวลารวมทั้งหมด (Number of Failure) เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \text{MTBF} &= \frac{\text{Total Up Time}}{\text{Number of Failure}} \\
 &= \frac{N_T - \sum_{j=1}^{NF} T_{d_j}}{NF}
 \end{aligned} \tag{5.1}$$

N_T = ช่วงเวลาทั้งหมดของทุกเครื่องจักรทุกเครื่องรวมกันเป็นช่วงเวลาที่น่าสนใจ (นาทีก)

$\sum_{j=1}^{NF} T_{d_j}$ = เป็นค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักรรวมในช่วงเวลาที่สนใจ (นาทีก)

NF = จำนวนครั้งที่เกิดการหยุดของเครื่องจักร (Number of Failures)

ค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability, R) คำนวณได้จากสูตร

$$R = e^{-\lambda t} \tag{5.2}$$

เมื่อ

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

T = ระยะเวลาทั้งหมดรวมกัน

5.4 ผลการหาความน่าเชื่อถือ

ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรสามารถแสดงออกทางเครื่องพิมพ์ได้ตามความต้องการ และแสดงเวลาแต่ละความขัดข้องได้อย่างถูกต้องเนื่องจากรหัสความขัดข้องแต่ละชนิดผู้ใช้งานจะต้องสามารถใส่รหัสผ่าน (Password) ของแต่ละผู้ใช้งานก่อนที่จะใส่รหัสการขัดข้องของเครื่องจักร ดังนั้นจึงทำให้การเก็บบันทึกข้อมูลทำได้ถูกต้อง

ตารางที่ 5.2 แสดงจำนวนการขัดข้องและเวลาของแต่ละผู้ปฏิบัติงาน

TOTAL Up TIME	Number of Failures & Time of Maintenance	Number of Failures & Times of Technician	Number of Failures & Times of PM
..... mins	T001 Mins	T004 Mins	S001 Mins
	T002 Mins	T007 Mins	S002 Mins
	T003 Mins		S003 Mins
	T005 Mins		S004 Mins
	T006 Mins		

ตารางที่ 5.3 แสดงการบันทึกค่าความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นก่อนการบันทึกด้วยพีแอลซี

สัปดาห์ที่	รหัส/สาเหตุ(ระยะเวลา,(นาท))					
	ระบบไฟฟ้า	ระบบลม	ระบบไฮดรอลิก	บำรุงรักษาเครื่องจักร	ระบบแม่พิมพ์	ปัญหาเทคนิคอื่นๆ
1	220	10	100	120	10	0
2	100	0	50	50	5	0
3	150	5	90	50	20	0
4	80	0	30	100	0	0
5	60	0	10	120	0	0
6	110	20	50	50	10	10
7	50	0	20	50	5	0
8	120	10	30	100	10	0
9	500	5	300	120	10	0
10	10	0	15	50	10	5
11	30	0	20	50	20	0
12	205	10	80	120	0	0
รวม	1635	60	795	980	100	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

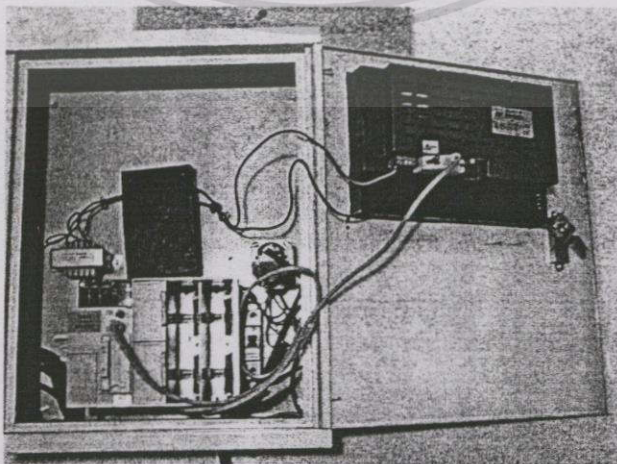
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 แสดงการบันทึกค่าความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นหลังการบันทึกด้วยพีแอลซี

ลำดับที่	รหัส/สาเหตุ(ระยะเวลา,(นาที))					
	ระบบไฟฟ้า	ระบบลม	ระบบไฮดรอลิก	บำรุงรักษาเครื่องจักร	ระบบแม่พิมพ์	ปัญหาเทคนิคอื่นๆ
1	120	5	50	120	0	0
2	50	0	30	50	10	0
3	80	5	50	50	10	0
4	60	0	40	100	5	0
5	0	0	20	120	0	0
6	20	10	30	50	10	0
7	100	5	20	50	5	0
8	120	8	30	100	5	0
9	360	0	230	120	8	0
10	20	10	10	50	10	0
11	40	0	10	50	10	0
12	155	10	55	120	0	0
รวม	1125	53	575	980	73	0

จากการนำไปคำนวณหาสาเหตุการขัดข้องจะไม่ทำค่าการขัดข้องเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน (Production) ไปคำนวณด้วย

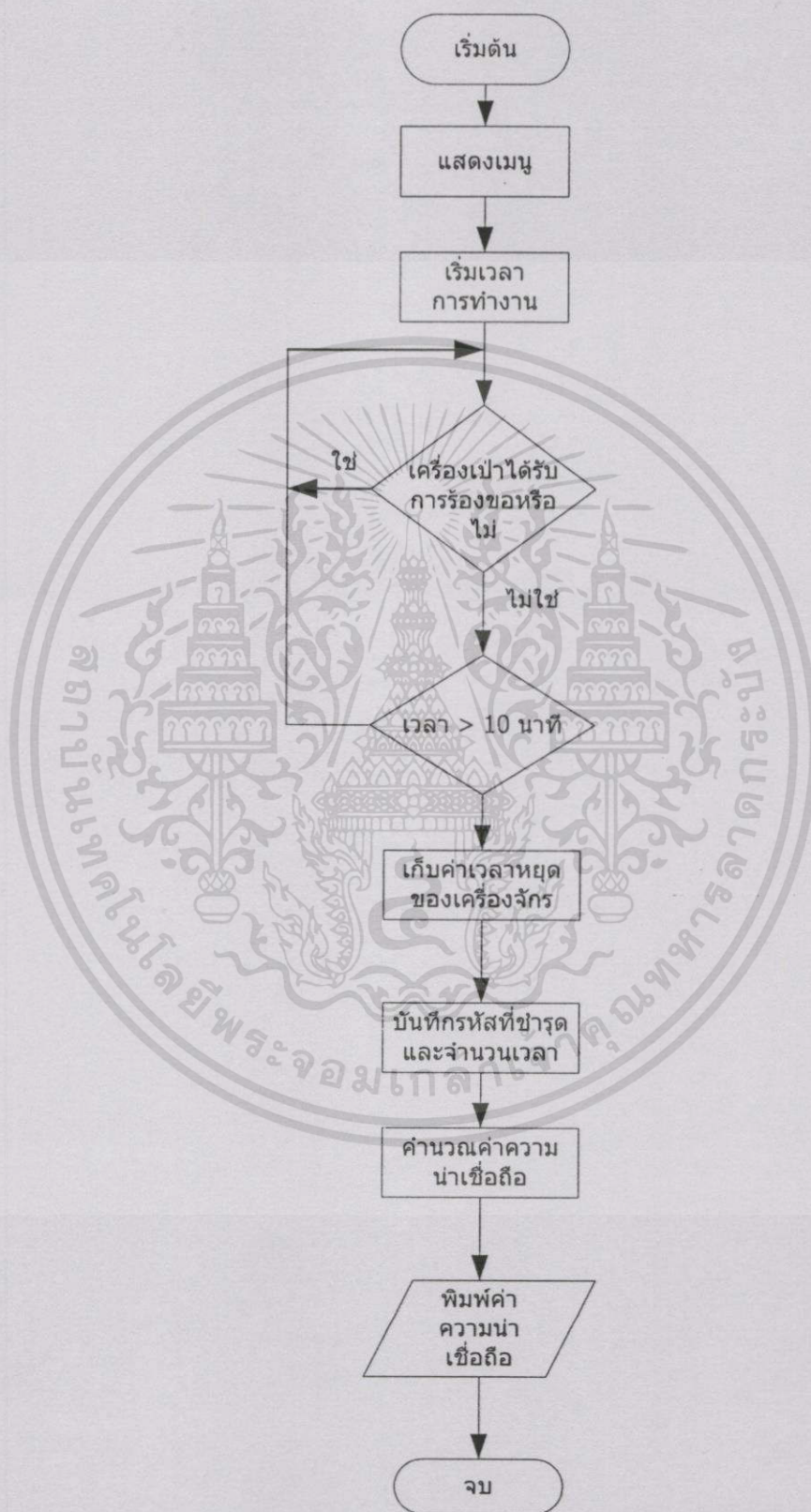
5.5 วงจรชุดควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร



รูปที่ 5.2 รูปชุดควบคุมการหาประสิทธิภาพของเครื่องเป่าพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ลำดับการทำงานของโปรแกรม

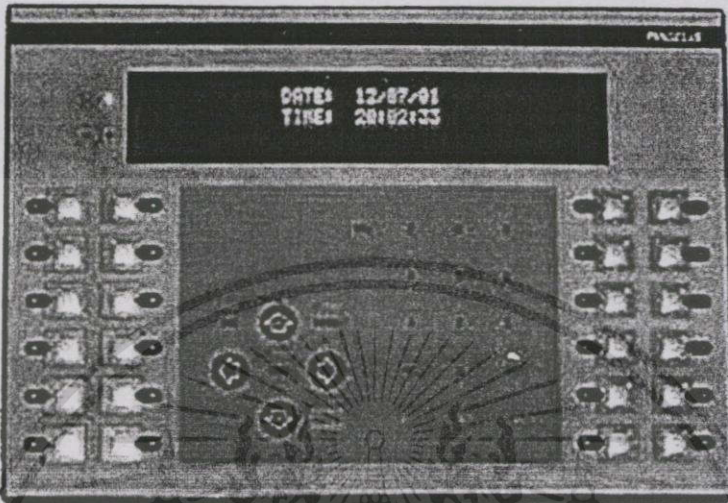


รูปที่ 5.3 โปรแกรมแสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 การแสดงผล

พีแอลซีจะแสดงผลการบันทึกความขัดข้องออกมาได้ทางจอ Man Machine Interface (MMI) โดยมีจำนวนเวลาเป็นนาทีซึ่งจะแสดงออกมาได้ทุก ๆ วัน ดังแสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงหน้าจอ MMI ที่ใช้ในการป้อนรหัสขัดข้อง

5.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดลองได้นำไปใช้ติดตั้งกับเครื่องเป่าขวดพลาสติกของบริษัทรอสตี (มาลา) เครื่องจะทำงานในตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในแต่ละวัน เป็นเวลา 90 วัน โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งสองวิธีเพื่อทำการเปรียบเทียบผล โดยการเก็บข้อมูลแบบใช้คนงานเก็บด้วยวิธีเดิมจะบันทึกค่าลงใน ตารางที่ 5.5 ส่วนการเก็บข้อมูลด้วยพีแอลซีจะบันทึกไว้ใน ตารางที่ 5.6

จากข้อมูลที่เก็บด้วยพนักงานจากวิธีเดิม (ตามตารางที่ 5.5) และข้อมูลที่ได้จากพีแอลซี (ตามตารางที่ 5.6) นำมาหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร (R) ตามสมการที่ 2.1 หาค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักร (λ) ตามสมการที่ 2.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7

จากข้อมูลที่จากตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.6 จะพบเกิดความแตกต่างของค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักร รวมทั้งจำนวนครั้งในการหยุดเครื่องจักรในสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 10 ที่มีกรหยุดเครื่องเนื่องจากแม่พิมพ์แต่ไม่มีการบันทึกข้อมูลเอาไว้ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ไม่ตรงกับความเป็นจริง

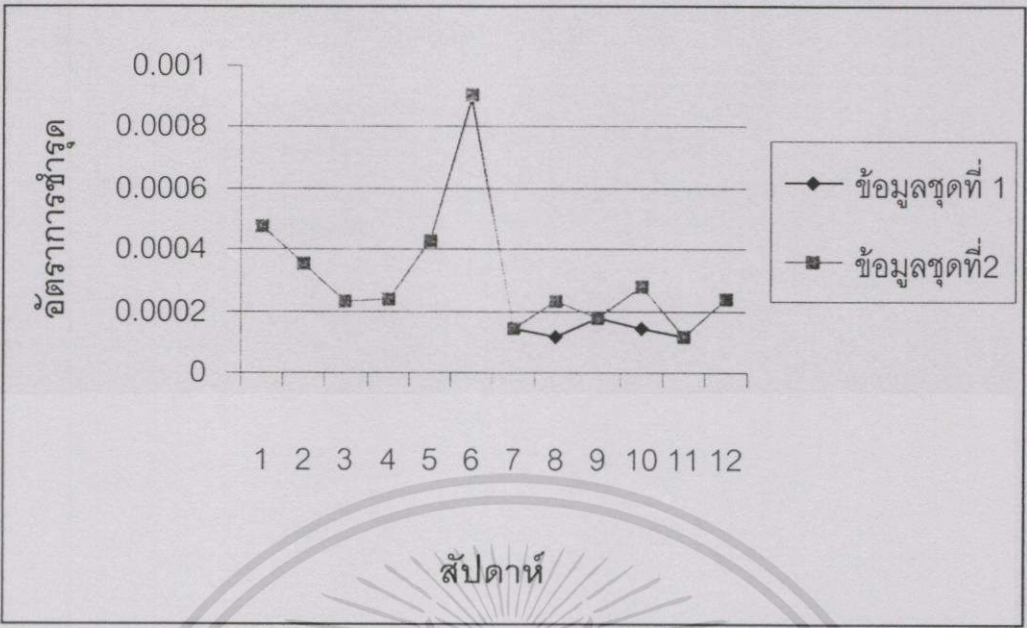
ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของพนักงาน

สัปดาห์	NT (นาที)	เวลาและรหัสการชำรุดของเครื่องจักร					Total up time (นาที)	N _F (ครั้ง)	λ	R
		ไฟฟ้า	ลม	ไฮดรอลิกส์	PM	แม่พิมพ์				
1	8640	22	10	100	120	0	8388	4	0.000477	0.016242
2	8640	100	0	0	50	0	8490	3	0.000353	0.047217
3	8640	0	5	0	50	0	8585	2	0.000233	0.133612
4	8640	0	0	30	100	0	8510	2	0.000235	0.131263
5	7200	60	0	0	120	0	7020	3	0.000427	0.046101
6	5760	100	20	5	50	0	5585	5	0.000895	0.005761
7	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
8	8640	0	0	0	100	0	8540	1	0.000117	0.363597
9	5760	0	0	0	120	0	5640	1	0.000177	0.360135
10	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
11	8640	0	0	0	50	0	8590	1	0.000116	0.365744
12	8640	0	10	0	120	0	8510	2	0.000235	0.131263

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของพีแอลซี

สัปดาห์	NT (นาที)	เวลาและรหัสการหยุดเครื่องจักร					Total up time (นาที)	N _F (ครั้ง)	λ	R
		ไฟฟ้า	ลม	ไฮดรอลิกส์	PM	แม่พิมพ์				
1	8640	25	20	105	120	0	8370	4	0.000478	0.016098
2	8640	110	0	0	50	0	8480	3	0.000354	0.047047
3	8640	0	10	0	50	0	8580	2	0.000233	0.133456
4	8640	0	0	30	100	0	8510	2	0.000235	0.131263
5	7200	75	0	0	120	0	7005	3	0.000428	0.045798
6	5760	130	25	9	50	0	5546	5	0.000902	0.005556
7	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
8	8640	0	0	0	100	5	8535	2	0.000234	0.132046
9	5760	0	0	0	120	0	5640	1	0.000177	0.360135
10	7200	0	0	0	50	8	7142	2	0.00028	0.133155
11	8640	0	0	0	50	0	8590	1	0.000116	0.365744
12	8640	0	25	0	120	0	8495	2	0.000235	0.130793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

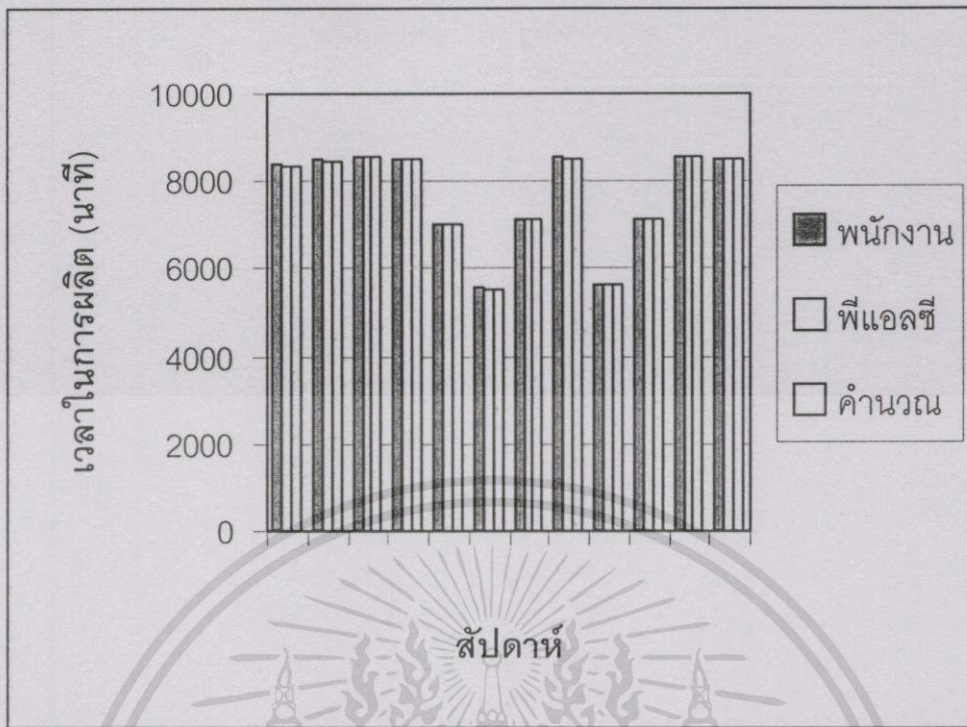


รูปที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบผลอัตราการชำรุด(λ)



รูปที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบผลความน่าเชื่อถือ (R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 เปรียบเทียบเวลาในการผลิต

จากข้อมูลที่จากตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.6 จะพบเกิดความแตกต่างของค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักร รวมทั้งจำนวนครั้งในการหยุดเครื่องจักรในสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 10 ที่มีการหยุดเครื่องเนื่องจากแม่พิมพ์แต่ไม่มีการบันทึกข้อมูลเอาไว้ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรไม่ตรงกับความเป็นจริง

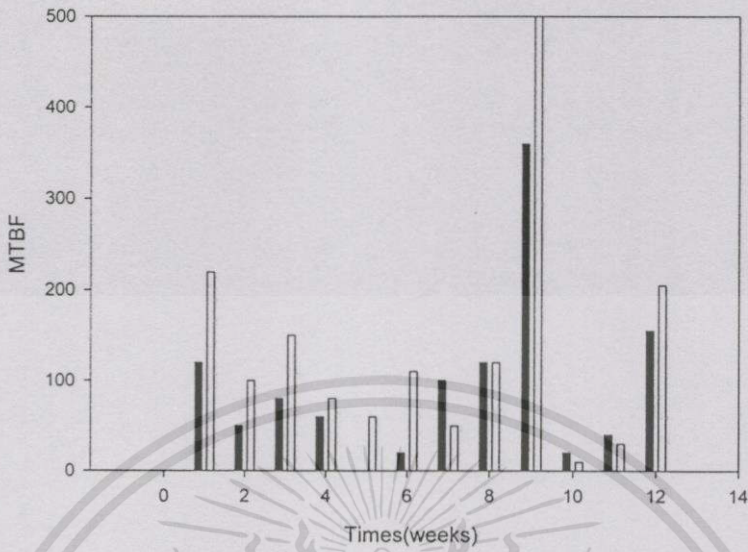
จากความแตกต่างที่ได้จากวิธีการเก็บข้อมูลทั้งสองวิธีก็จะเกิดข้อสงสัยว่าวิธีการไหนที่ให้ค่าเวลาที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการเก็บข้อมูลของเวลาได้จากช่วงเวลาในการผลิต(Total up time) โดยสามารถคิดช่วงเวลาในการผลิตได้จากขอดในการผลิตในแต่ละสัปดาห์โดยคิดจากขอดการผลิตคูณด้วยรอบการทำงานของเครื่องจักรซึ่งในที่นี้จะเท่ากับ 13 วินาที เมื่อคำนวณค่าช่วงเวลาในการผลิตจากจำนวนสินค้าจะพบว่ามีความใกล้เคียงกับค่าช่วงเวลาในการผลิตที่ได้จากการเก็บข้อมูลการหยุดเครื่องจากพีแอลซีดังแสดงในรูปที่ 5.7

เวลาในการผลิตที่ได้จากการคำนวณมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์จะมีค่าต่ำกว่าเนื่องจากการสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนกะของพนักงาน

5.9 ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF)

เมื่อได้ค่า MTBF แล้วสามารถนำมาคำนวณแสดงได้ต่อระยะเวลา 1 สัปดาห์ ทำให้มองเห็นแนวโน้มเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องได้ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นก่อนและหลังบันทึกด้วยพีเอสซี

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาและวิจัยเพื่อสร้างเครื่องหาประสิทธิภาพของเครื่องจักร ที่ทำงานโดยพีแอลซี สำหรับใช้ในการอำนวยความสะดวกในการวางแผนการซ่อมบำรุง หรือวางแผนการผลิตโดยลดขั้นตอนต่าง ๆ ในการเก็บค่าเวลา และรหัสเสียของเครื่องจักร โดยคนซึ่งมีข้อผิดพลาดได้มากอีกทั้งยังไม่สะดวกในการคำนวณหาค่า ความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรอีกด้วย

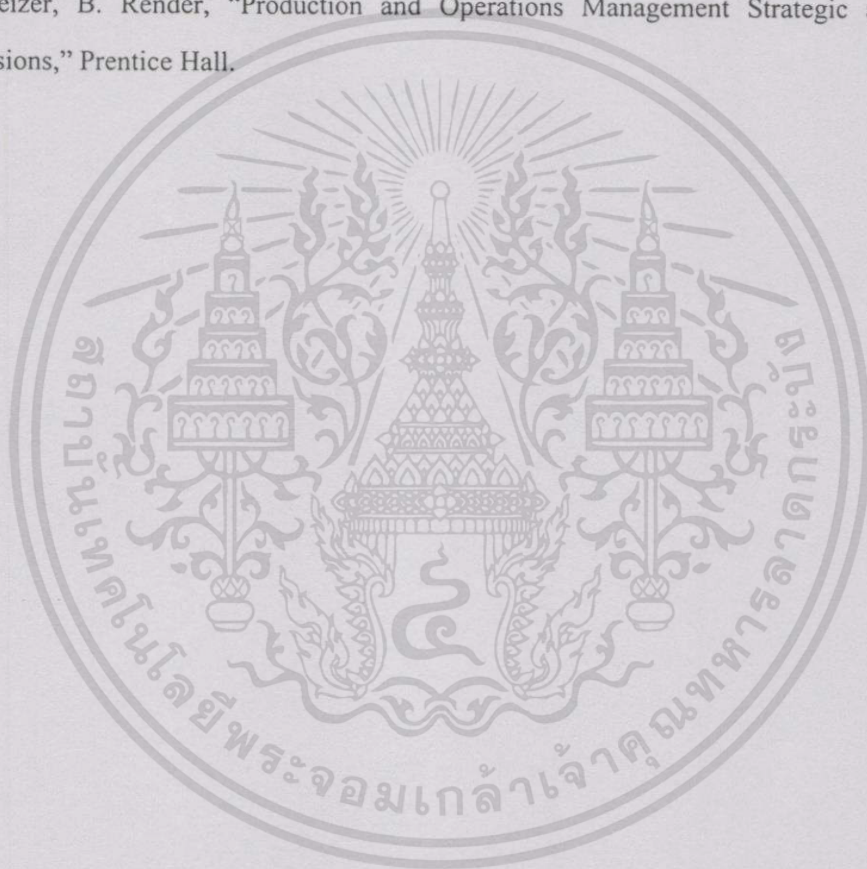
จากการทดลองนำเครื่องหาประสิทธิภาพ ของเครื่องจักร ไปใช้งานกับเครื่องจักรที่ทำงานโดยพีแอลซีนั้นสามารถเก็บค่าเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการคือเวลาทั้งหมด เวลาที่เครื่องทำงานเวลาที่เครื่องหยุด รหัสที่เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร รวมทั้งคำนวณค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) และค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ได้อีกด้วย

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

เครื่องหาประสิทธิภาพของเครื่องจักรนี้เป็นการนำพีแอลซีที่มีใช้กับเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป อยู่แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการอำนวยความสะดวกในการหาค่าเวลาอื่น ๆ ได้อีก จึงประโยชน์ใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์หรือเครื่องจักรตลอดจนวางแผนการผลิตได้อีกด้วย ซึ่งในอนาคตอาจพัฒนาไปเป็นการรวบรวม ข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องจักรทุก ๆ เครื่องในโรงงานไปยังผู้ดูแลโดยรวมได้ยังประโยชน์เป็นอย่างมากในการควบคุมประสิทธิภาพของเครื่องจักร

เอกสารอ้างอิง

- [1] พูลพร แสงบางปลา, “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการบำรุงรักษา TPM,” สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2538
- [2] กล้าหาญ วรพุทธพร, “การรักษาทีผล,” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ 2524
- [3] J. P. Bentley, “Reliability and Quality Engineering,” Longman Scientific & Technical, 1993.
- [4] Group Schneider, “PL7 Micro/Junior,” User’s manual, 1997.
- [5] J. Heizer, B. Render, “Production and Operations Management Strategic and tactical Decisions,” Prentice Hall.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมพีเอสซี

APPLICATION PAGE No. 2 : PAGE 2 (ENGLISH)

MACHINE HAVE BEEN PROBLEM ,
PLEASE PRESS F1 TO F24 FOLLOW PROBLEMS ,
F1 = S001 F2 = S002 F3 = S003
F4 = S004 F5 = M001 F6 = M002
F7 = T001 F8 = T002 F9 = T003
F10 = T004 F11 = T005 F12 = T006
F13 = T007 F14 = D001 F15 = D002
F16 = D003 F17 = D004 F18 = D005

Occurrence Type: View

S001 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

Occurrence Type: View

PAGE No. 3 : Fields

No.	Characteristics	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1		9999	MASTER %MW1			-	R/W

APPLICATION PAGE No. 4 : PAGE 4 (ENGLISH)

S002 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

PAGE No. 7 : Fields

No.	Characteristic	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	9999	MASTER	%MW5			-	R/W

APPLICATION PAGE No. 8 : PAGE 8 (ENGLISH)

T002 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

Occurrence Type: View

PAGE No. 8 : Fields

No.	Characteristic	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	9999	MASTER	%MW6			-	R/W

T001 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

Occurrence Type: View

PAGE No. 9 : Fields

No.	Characteristic	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	9999	MASTER	%MW7			-	R/W

APPLICATION PAGE No. 10 : PAGE 10 (ENGLISH)

T002 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

PAGE No. 13 : Fields

No.	Characteristic	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	9999	MASTER	%MW11			-	R/W

APPLICATION PAGE No. 14 : PAGE 14 (ENGLISH)

T006 IN PROGRESS
PLEASE ENTER PASSWORD WHEN FINISH

Occurrence Type: View

PAGE No. 14 : Fields

No.	Characteristic	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	9999	MASTER	%MW12			-	R/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

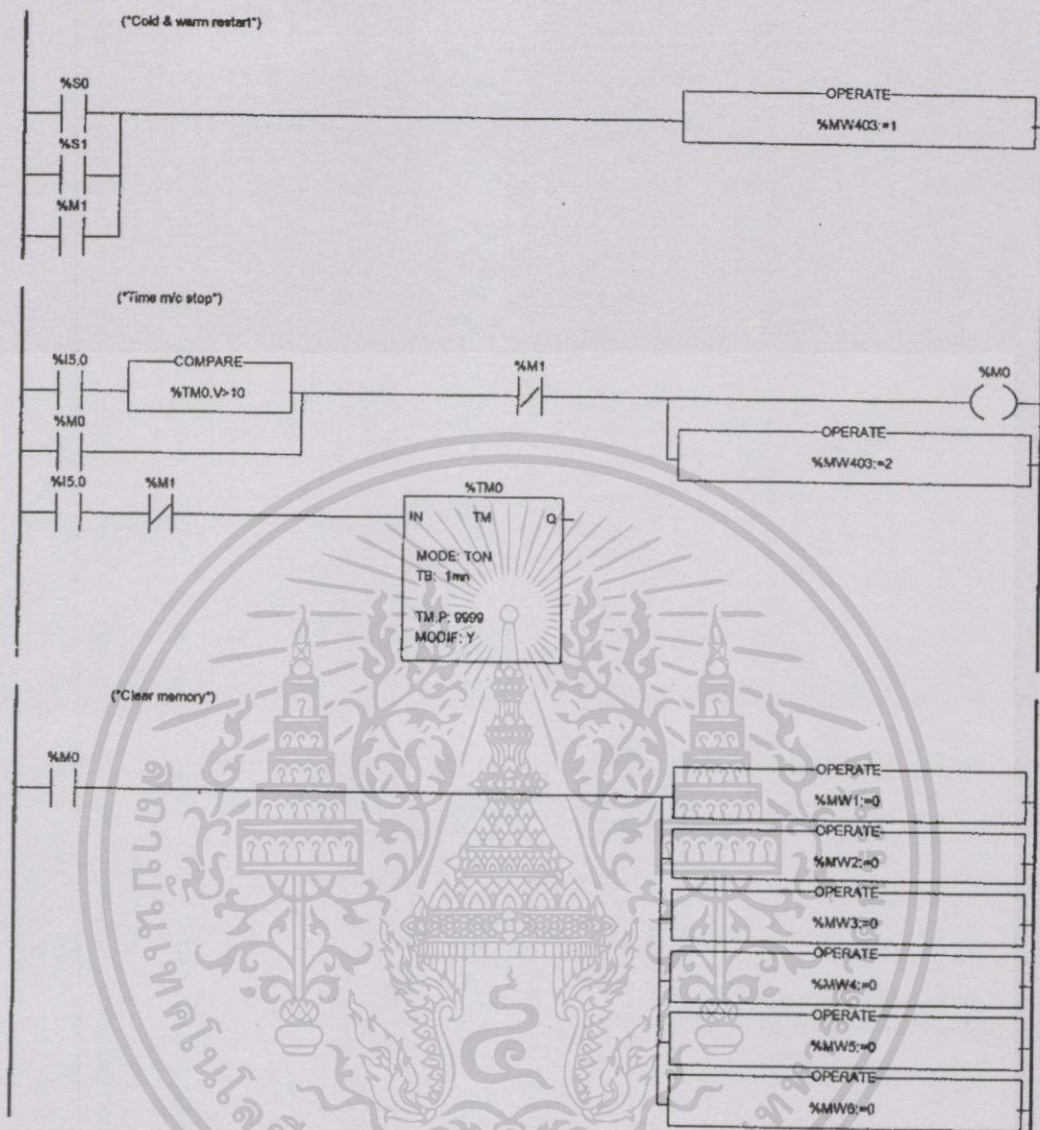
PRODUCTION DAILY REPORT							
S 0 0 1	1		min	S 0 0 2	2		min
S 0 0 3	3		min	S 0 0 4	5		min
M 0 0 1	4		min	M 0 0 2	6		min
T 0 0 1	7		min	T 0 0 2	13		min
T 0 0 3	8		min	T 0 0 4	14		min
T 0 0 5	9		min	T 0 0 6	15		min
T 0 0 7	10		min	D 0 0 1	16		min
D 0 0 2	11		min	D 0 0 3	17		min
D 0 0 4	12		min	D 0 0 5	18		min

Occurrence Type: View

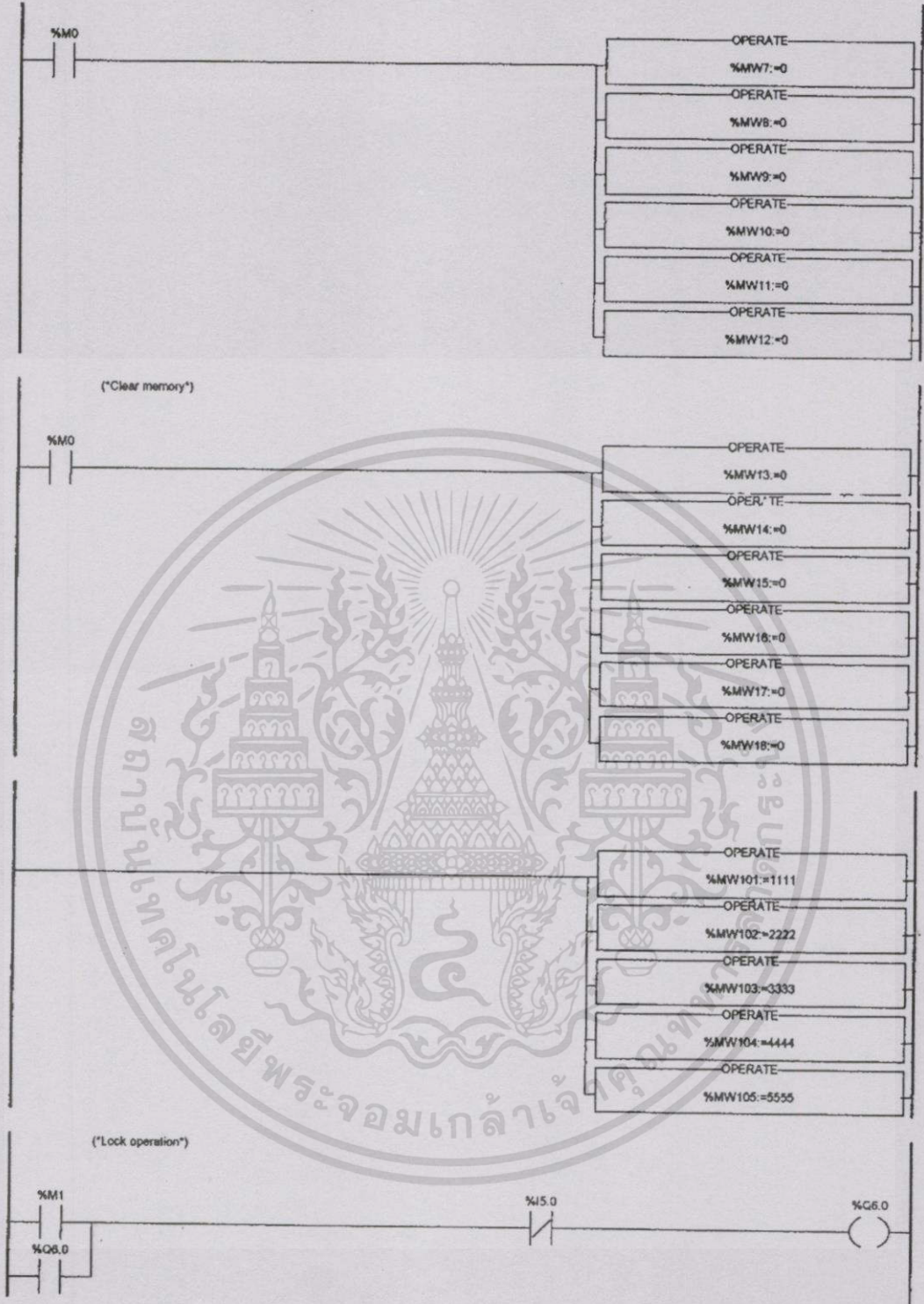
PAGE No. 21 : Fields

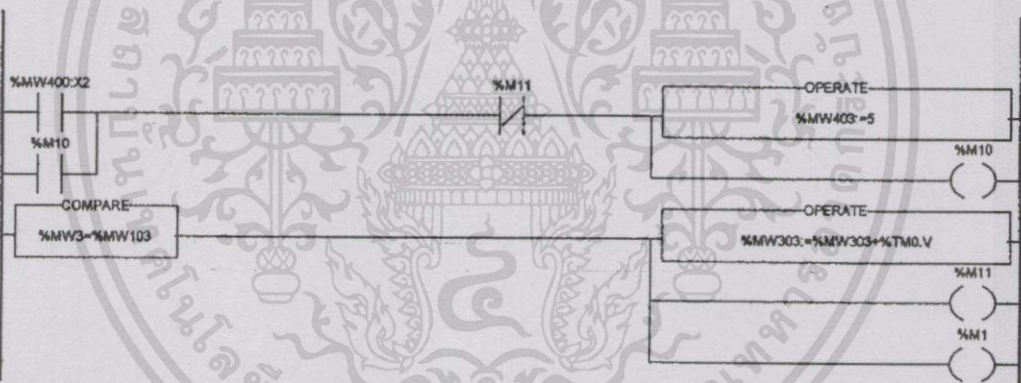
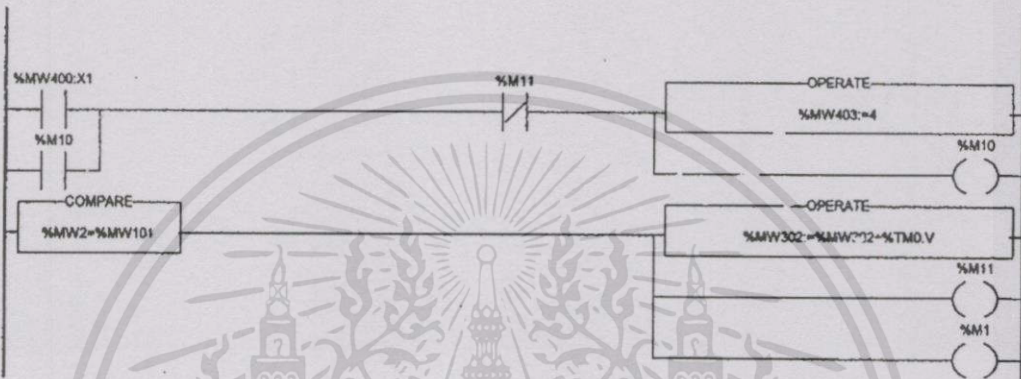
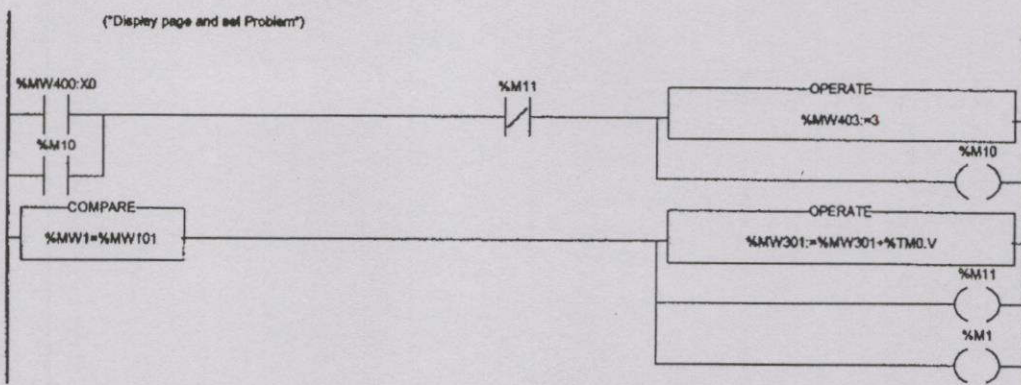
No.	Characteristics	Equipment	Variable	Min	Max	A/B/C (A/Bx+C)	Access
1	99999	MASTER	%MW301	-	-	-	R
2	99999	MASTER	%MW302	-	-	-	R
3	99999	MASTER	%MW303	-	-	-	R
4	99999	MASTER	%MW305	-	-	-	R
5	99999	MASTER	%MW304	-	-	-	R
6	99999	MASTER	%MW306	-	-	-	R
7	99999	MASTER	%MW307	-	-	-	R
8	99999	MASTER	%MW309	-	-	-	R
9	99999	MASTER	%MW311	-	-	-	R
10	99999	MASTER	%MW313	-	-	-	R
11	99999	MASTER	%MW315	-	-	-	R
12	99999	MASTER	%MW317	-	-	-	R
13	99999	MASTER	%MW308	-	-	-	R
14	99999	MASTER	%MW310	-	-	-	R
15	99999	MASTER	%MW312	-	-	-	R
16	99999	MASTER	%MW314	-	-	-	R
17	99999	MASTER	%MW316	-	-	-	R
18	99999	MASTER	%MW318	-	-	-	R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาคผนวก ข
ผลงานที่ตีพิมพ์

1. วุฒิชัย กาญจนานา เชื้อ นกอยู่ กอบชัย เศษหาญ, “การใช้พีแอลซีช่วยในการหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร,” วิศวกรรมลาดกระบัง ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 หน้าที่ 37-42 กันยายน 2544



การใช้พีแอลซีช่วยในการหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร

Machine Reliability Based PLC

วุฒิชัย กาญจนนา

เชื้อ นกอยู่

กอบชัย เคชหาญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการนำเอาพีแอลซีที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรมาทำโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถที่จะเก็บค่าข้อมูลเวลาในการหยุดเครื่อง และเวลาในการเดินเครื่องของแต่ละวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ แทนคน ซึ่งข้อมูลนี้จะนำมาใช้คำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร (Machine Reliability) ของแต่ละวัน เดือน ปี พร้อมทั้งพิมพ์รายการเวลาในการหยุดเครื่องด้วยสาเหตุต่างๆ และเวลาในการเดินเครื่องของแต่ละวันผ่านทางเครื่องพิมพ์

Abstract

This paper presents an application of PLC to calculate the efficiency of the machines. This reliability is a statistical method by using PLC to record all data of the machine in order to increase the efficiency of recording data by human for using to calculate the reliability index. It will be useful to use in industries and services.

1. บทนำ

ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร (Machine Reliability, R) เป็นดัชนีที่จะเป็นตัวชี้ถึงความสามารถของเครื่องจักรที่จะสามารถผลิตสินค้าได้ต่อเนื่อง ได้นานเท่าใดภายในระยะเวลาที่กำหนด[1] ซึ่งจะมีประโยชน์ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร การบริหารการผลิต และการบริหารงานซ่อมบำรุงเครื่องจักร อีกทั้งยังสามารถนำไปวิเคราะห์หาช่วงเวลาในการทำ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ให้เหมาะสมได้

การหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ต้องมีการเก็บข้อมูลช่วงเวลาและสาเหตุการหยุดเครื่อง ช่วงเวลาการเดินเครื่องจักร โดยทั่วไปแล้วการที่จะเก็บข้อมูลมักจะมีคนงานเก็บข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จากรายงานการแจ้งซ่อมและรายงานการผลิตประจำวัน ย่อมทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ข้อมูลเหล่านี้จะนำมาใช้คำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ถ้าข้อมูลที่ได้อาจผิดพลาดย่อมทำให้ผลลัพธ์การคำนวณผิดพลาดไปด้วย ในปัจจุบันเมื่อพิจารณาเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ มักจะมี พีแอลซี

(Programmable logic control, PLC) เป็นอุปกรณ์ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอยู่แล้ว

ดังนั้นในบทความนี้ จะเสนอวิธีการนำเอาพีแอลซี ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอยู่แล้ว นำมาทำโปรแกรมเพิ่มเติมให้กับพีแอลซี เพื่อให้ทำการเก็บข้อมูลเวลาการหยุดเครื่อง จำนวนครั้งของการหยุดเครื่อง สาเหตุของการหยุดเครื่องจักร เวลาของการเดินเครื่อง และให้พีแอลซีทำการรายงานผลของช่วงเวลาต่างๆ ออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ในแต่ละวันแต่ละเดือน หรือทั้งปีได้

2. ทฤษฎี

วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering) คือความน่าจะเป็นของอุปกรณ์ที่สามารถบรรลุผลตามหน้าที่การทำงานที่คาดหมายไว้[1] ดังนั้น เมื่อนำมาใช้กับการทำงานของเครื่องจักรในสายการผลิต จะหมายถึงความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรก่อนเกิดการขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ความน่าเชื่อถือ (Reliability, R)

ความน่าเชื่อถือ (Reliability, R) คือผลคูณที่ถูกกำหนด โดยความน่าจะเป็นที่ผลผลิตเป็นไปต่อเนื่องได้ตามความต้องการ

ค่าความน่าเชื่อถือจะมีค่า[1]

$$R = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

เมื่อ

R เป็นค่าดัชนีความน่าเชื่อถือ (Reliability)

λ เป็นอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) หรือ

อัตราการหยุดเครื่องขณะผลิตสินค้า

t เป็นช่วงระยะเวลาที่กำหนดหรือที่สนใจในการที่จะเดินเครื่องจักร เช่น เวลา 8 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง หรือ 1 เดือน (Total available time)

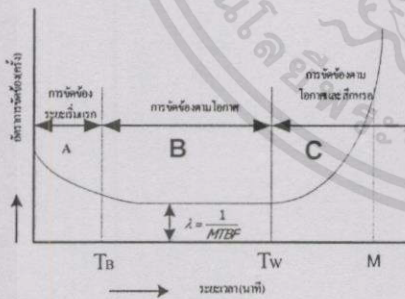
ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรจะขึ้นกับค่า λ

ในแต่ละช่วงเวลาที่สนใจ

2.2 อัตราการชำรุด (Failure Rate, λ)

การเสื่อมคุณภาพ หรือการเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ และเครื่องจักร ที่ใช้งาน ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 3 ระยะ

[3]



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากับอัตราการชำรุด

1. ระยะเริ่มแรก Early Failure Period หรือ Burn-in Period (ช่วงA) หมายถึงในระยะแรกเริ่มการทำงานนั้น อัตราการชำรุดจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก เช่น การใช้วัสดุไม่ถูกต้อง การออกแบบไม่ดีและการควบคุมคุณภาพไม่ดีพอ ฯลฯ ดังนั้นอัตราการชำรุดจึงมีโอกาที่จะเกิดขึ้นได้สูงมาก

2. ระยะคงตัว (Life Time Period หรือ Useful Period) (ช่วงB) หมายถึงเมื่อผ่านการใช้งานในขั้น A คือช่วงที่มีการปรับแต่งหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ที่มีคุณภาพดีมาแล้ว อัตราการชำรุดจะไม่ค่อยมี แต่ในบางโอกาสก็จะมีเกิดขึ้นได้ (chance failure) และจะคงอยู่เช่นนั้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

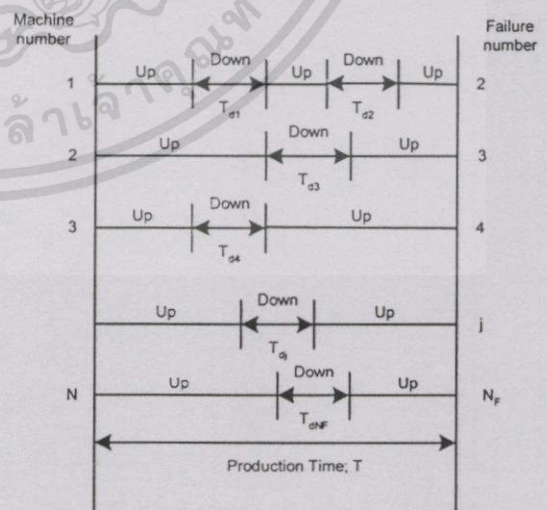
3. ระยะเวลาเสื่อมคุณภาพ (wear-out period) (ช่วงC) เมื่อผ่านช่วง B มาแล้ว อุปกรณ์นั้น ๆ จะเริ่มเสื่อมคุณภาพ เช่น สึกหรือ เมื่อเสื่อมมากขึ้น อัตราการชำรุดก็จะมากขึ้นด้วย

อัตราการชำรุด (Failure Rate) หาได้จากสูตร [1]

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (2)$$

MTBF หมายถึง Mean Time Between Failure คือเวลาเฉลี่ยระหว่างการผลิตต่อการชำรุดหนึ่งครั้ง โดยทั่วไป การบำรุงรักษานั้น ผู้วางแผนจะต้องจดข้อมูลค่า ช่วงเวลาเฉลี่ยของการบำรุงรักษา (MTBF) และค่าช่วงเวลาเฉลี่ยที่ทำการบำรุงรักษา (Mean Time To Repair, MTTR) เพื่อนำมาพัฒนาให้งานบำรุงรักษาลดลงโดยให้ค่า MTBF ขาวขึ้น และค่า MTTR ลดลง

โดยที่ MTBF เป็นค่าเฉลี่ยของเวลาที่สามารถเดินเครื่องผลิตงานก่อนที่จะเกิดการชำรุดหรือหยุดเครื่องเนื่องจากการเสียของเครื่องจักร



รูปที่ 2 แสดงการชำรุดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในช่วงเวลาการผลิต T.

$$MTBF = \frac{\text{Total up time}}{\text{Number of failures}}$$

$$MTBF = \frac{NT - \sum_{j=1}^{j=N_f} T_{\phi}}{N_f} \quad (3)$$

เมื่อ

NT ช่วงเวลาทั้งหมดของทุกเครื่องจักรทุกเครื่องรวมกัน เป็นช่วงเวลาที่สนใจ (นาทีก)

$\sum_{j=1} T_{\phi}$ เป็นค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักรรวมทั้งหมดทุกเครื่องในเวลาที่น่าสนใจ (นาทีก)

N_f จำนวนครั้งที่เกิดการหยุดของเครื่องจักร (Number of failures)

ฉะนั้นในการหาค่าความเชื่อถือของเครื่องจักรอยู่ที่การเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของเครื่องจักรและเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานของแต่ละช่วงเวลาที่ต้องการทราบ เพื่อนำมาคำนวณหาค่า R ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องหรือทั้งสายการผลิต อีกทั้งข้อมูลระยะเวลาการชำรุดของเครื่องจักรยังสามารถนำไปใช้วิเคราะห์หาช่วงเวลาในการทำการบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน (PM) ได้อีกด้วย

3. หลักการออกแบบ

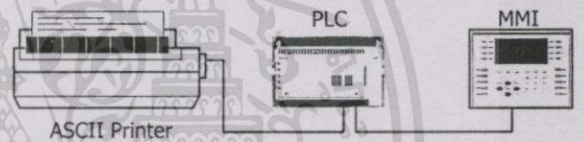
เมื่อพิจารณาถึงการหยุดของเครื่องจักรแล้วจะมีสาเหตุอยู่หลายประการ คือ หยุดเครื่องเนื่องจากการชำรุดของเครื่องจักร หยุดเครื่องเนื่องจากการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หยุดเครื่องเนื่องจากการปรับแต่งเครื่องขณะทำการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ หรือ เปลี่ยน ให้กับเครื่องจักรและหยุดเครื่องเนื่องจากการหยุดพักของพนักงาน ช่วงเปลี่ยนกะหรือวันหยุด

แต่ในบทความนี้ จะสนใจการหยุดเครื่องเนื่องจากการหยุดเครื่องตามกำหนดเวลาเพื่อทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) และการหยุดแบบกะทันหัน (Break Down) เท่านั้น และในการที่เครื่องหยุดแบบกะทันหันนี้ยังมีสองลักษณะคือ การหยุดเนื่องจากเครื่องจักรชำรุดจริงๆ และหยุดเนื่องจากการสะดุดของชิ้นงานซึ่งพนักงานประจำเครื่องช่วยเหลือนิดหน่อยเครื่องชิ้นงานซึ่งพนักงานประจำ

เครื่องช่วยเหลือนิดหน่อยเครื่องก็สามารถเดินต่อไปได้ ในการจะพิจารณาว่าเครื่องหยุดเนื่องจากการชำรุดจริงๆ จะคิดเมื่อเครื่องหยุดทำงานนาน 3 นาทีขึ้นไปจึงจะนับว่าเครื่องจักรหยุดทำงาน เครื่องและในการทดสอบจะใช้การทำงาน of เครื่องฉีดพลาสติกแบบเป่าของบริษัทออสตี้ (มาลา) จำกัด [4]

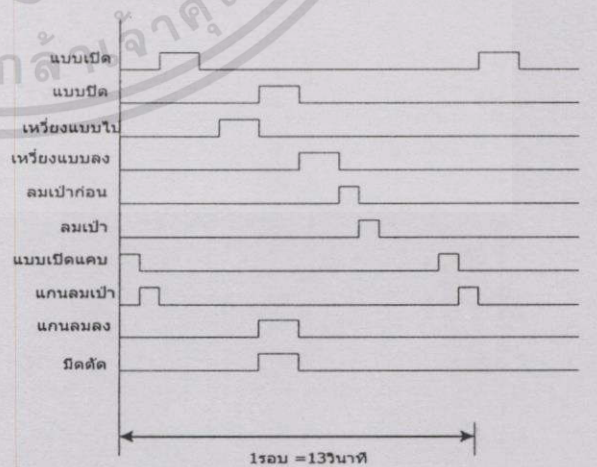
3.1 วงจรการต่อสำหรับวงจรควบคุม

ในที่นี้จะใช้พีแอลซีของ Modicon รุ่น CPU162-00 เป็น พีแอลซี ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกแบบเป่า โดยมีอุปกรณ์ตั้งค่าตัวแปรของพีแอลซี (Man Machine Interface, MMI) ต่ออยู่เพื่อตั้งค่าตัวแปรตามรุ่นที่ต้องการ และมีการนำเอาเครื่องพิมพ์แบบอนุกรมต่อเพิ่มเติมเข้ากับพีแอลซี เพื่อให้พีแอลซีส่งพิมพ์รายการตามที่ทำโปรแกรมไว้



รูปที่ 3 แสดงวงจรการต่อของพีแอลซี

โดยที่พีแอลซีของ Modicon จะมีคำสั่ง COMM ซึ่ง เป็นคำสั่ง ส่งข้อมูลแบบ ASCII ออกทางพอร์ต RS-232C ของพีแอลซี และพีแอลซีจะควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้ทำงานตามลำดับการดังรูป



รูปที่ 4 ลำดับการทำงาน of เครื่องฉีดพลาสติกแบบเป่า

จากลำดับการทำงานของเครื่องจักร จะสามารถแบ่งสาเหตุการชำรุดของเครื่องจักร เป็นกลุ่ม มีระบบไฟฟ้า ระบบลม ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบแม่พิมพ์ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) และปัญหาอื่นๆเช่นการรื้อตัวดูดิบ

3.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการเก็บข้อมูล

ในการออกแบบโปรแกรมสำหรับการเก็บข้อมูล จะมีการใช้คำสั่งพิเศษของพีแอลซีที่เป็นคำสั่งที่เก็บค่า วัน/เดือน/ปี/ช.ม./นาท/วินาที ของแต่ละวันมาเป็นคำสั่งช่วยในการตรวจสอบเวลาในการทำงานของเครื่องจักร เมื่อพิจารณาลำดับการทำงานของเครื่องจักรตามรูปที่ 4 ในลำดับการทำงานของเครื่องจักร 1 รอบการทำงาน 13 วินาที ทุก 1 รอบการทำงานจะนำเอาสัญญาณที่ส่งมาแล้วเพื่อเปิดแบบ มาเป็นสัญญาณตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร โดยการนำเอาสัญญาณนี้ไปทำการรีเซ็ต Timer ที่ใช้เป็นเงื่อนไขการหยุดเครื่องใน 3 นาที ถ้าไม่มีการรีเซ็ต Timer ภายใน 3 นาที Timer จะไปสั่งหยุดการทำงานของระบบอัตโนมัติ ทำให้พนักงานไม่สามารถเดินเครื่องได้อีกนอกจากว่าจะต้องมีการระหัสสาเหตุการหยุดเครื่องให้กับพีแอลซีก่อน(ใส่รหัสการหยุดเครื่อง ที่ MMI ที่ต่อไว้กับพีแอลซี) เครื่องจักรจึงจะสามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้อีกครั้ง

ทุกครั้งที่ Timer ทำงานที่แอลซีจะบันทึกค่าจำนวนครั้งการหยุดของเครื่องจักร เวลาในการหยุดเครื่องจักรและสาเหตุการหยุดเครื่องจากรหัสการหยุดเครื่องที่ใส่เข้าไป โดยที่ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำของพีแอลซีพร้อมทั้งพิมพ์รายการออกมาที่เครื่องพิมพ์

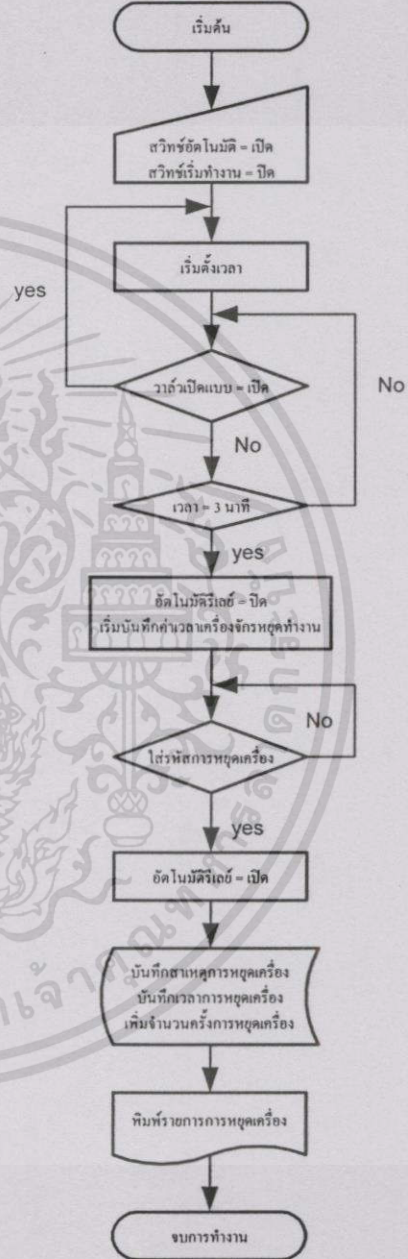
4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองได้นำไปใช้ติดตั้งกับเครื่องเป่าขวดพลาสติกของบริษัทรอสตี (มาลา) [4] เครื่องจะทำงานในตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในแต่ละวัน เป็นเวลา90วัน โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งสองวิธีเพื่อทำการเปรียบเทียบผล โดยการเก็บข้อมูลแบบใช้คนงานเก็บด้วยวิธีเดิมจะบันทึกค่าลงในตารางที่ 1 ส่วนการเก็บข้อมูลด้วยพีแอลซีจะบันทึกไว้ในตารางที่ 2

4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

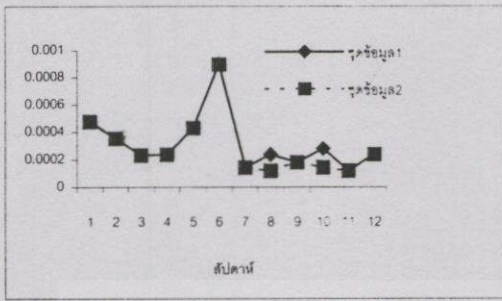
จากข้อมูลที่เก็บด้วยพนักงานจากวิธีเดิม (ตามตารางที่ 1) และข้อมูลที่ได้จากพีแอลซี (ตามตารางที่ 2) นำมาหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร (R) ตามสมการที่(1) หาค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักร(λ) ตามสมการที่(2) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ดังรูปที่ 6 และ รูปที่ 7



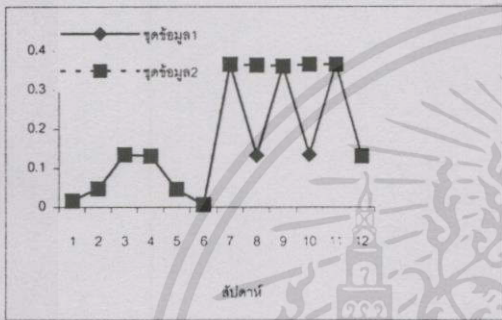
รูปที่ 5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของ พีแอลซี

จากข้อมูลที่จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะพบเกิดความแตกต่างของค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักร รวมทั้งจำนวนครั้งในการหยุดเครื่องจักรในสัปดาห์ที่ 8 และ สัปดาห์ที่ 10 ที่มีการหยุดเครื่องเนื่องจากแม่พิมพ์แต่ไม่มี

การบันทึกข้อมูลเอาไว้ทำให้ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ไม่ตรงกับความเป็นจริง



รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบผลอัตราการชำรุด(λ)



รูปที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบผลความน่าเชื่อถือ (R)

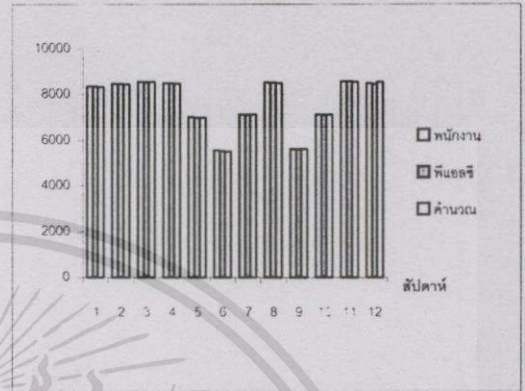
จากความแตกต่างที่ได้จากวิธีการเก็บข้อมูลทั้งสองวิธี ก็จะทำให้เกิดข้อสงสัยว่าวิธีการ ไหนที่ให้ค่าเวลาที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการเก็บข้อมูลของเวลาได้จากช่วงเวลาในการผลิต(Total up time) โดยสามารถคิดช่วงเวลาในการผลิตได้จากขอดในการผลิตในแต่ละสัปดาห์โดยคิดจากขอดการผลิตคูณด้วยรอบการทำงานของเครื่องจักรซึ่งในที่นี้จะเท่ากับ 13 วินาที เมื่อคำนวณค่าช่วงเวลาในการผลิตจากจำนวนสินค้าจะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าช่วงเวลาในการผลิตที่ได้จากการเก็บข้อมูลการหยุดเครื่องจากพีแอลซีดังแสดงในรูปที่ 8

เวลาในการผลิตที่ได้จากการคำนวณมาจากจำนวนผลิตภัณฑ์จะมีค่าต่ำกว่าเนื่องจากการสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนกะของพนักงาน

5. บทสรุป

จากการที่ทำโปรแกรมเพิ่มให้กับพีแอลซี เพื่อเก็บข้อมูลการเวลาการหยุดของเครื่องจักร จะพบว่าเวลาในการหยุดเครื่องจักรจริงจะมากกว่าการรายงานผลจากเอกสารที่พนักงานฝ่ายต่างรายงานขึ้นมา และยังสามารถตรวจสอบ

การทำงานของพนักงานซ่อมบำรุง และการทำงานของพนักงานประจำเครื่องจักรว่ามี การปล่อยให้เครื่องจักรเดินตัวเปล่าหรือไม่ อันจะมีประโยชน์ต่อการบริหารงานของอุตสาหกรรม



รูปที่ 8 เปรียบเทียบเวลาในการผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

[1] P Bentley, "Reliability and Quality Engineering," Longman Scientific & Technical, UK. 1993.
 [2] กล้าหาญ วรพุทธพร, "การบำรุงรักษาที่ผล," สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2524
 [3] พูลพร แสงบางปลา, "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการบำรุงรักษา," สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 2538

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของพนักงาน

ลำดับ	NT (นาที)	เวลาและรหัสการชำรุดของเครื่องจักร					Total up time (นาที)	N _F (ครั้ง)	λ	R
		ไฟฟ้า	ลม	ไฮดรอลิก	PM	แม่พิมพ์				
1	8640	22	10	100	120	0	8388	4	0.000477	0.016242
2	8640	100	0	0	50	0	8490	3	0.000353	0.047217
3	8640	0	5	0	50	0	8585	2	0.000233	0.133612
4	8640	0	0	30	100	0	8510	2	0.000235	0.131263
5	7200	60	0	0	120	0	7020	3	0.000427	0.046101
6	5760	100	20	5	50	0	5585	5	0.000895	0.005761
7	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
8	8640	0	0	0	100	0	8540	1	0.000117	0.363597
9	5760	0	0	0	120	0	5640	1	0.000177	0.360135
10	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
11	8640	0	0	0	50	0	8590	1	0.000116	0.365744
12	8640	0	10	0	120	0	8510	2	0.000235	0.131263

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลและค่าความน่าเชื่อถือที่ได้จากการเก็บข้อมูลของทีแอลซี

ลำดับ	NT (นาที)	เวลาและรหัสการหยุดเครื่องจักร					Total up time (นาที)	N _F (ครั้ง)	λ	R
		ไฟฟ้า	ลม	ไฮดรอลิก	PM	แม่พิมพ์				
1	8640	25	20	105	120	0	8370	4	0.000478	0.016098
2	8640	110	0	0	50	0	8480	3	0.000354	0.047047
3	8640	0	10	0	50	0	8580	2	0.000233	0.133456
4	8640	0	0	30	100	0	8510	2	0.000235	0.131263
5	7200	75	0	0	120	0	7005	3	0.000428	0.045798
6	5760	130	25	9	50	0	5546	5	0.000902	0.005556
7	7200	0	0	0	50	0	7150	1	0.00014	0.365316
8	8640	0	0	0	100	5	8535	2	0.000234	0.132046
9	5760	0	0	0	120	0	5640	1	0.000177	0.360135
10	7200	0	0	0	50	8	7142	2	0.00028	0.133155
11	8640	0	0	0	50	0	8590	1	0.000116	0.365744
12	8640	0	25	0	120	0	8495	2	0.000235	0.130793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายวุฒิชัย กาญจนา เกิดวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2507 ที่จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งวิศวกรอากาศยาน (ดูแลระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการทดลองเครื่องบินอากาศยาน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้