การออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก

สามารถ เดชพันธ์

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ สามารถ เดชพันธ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.....ฤฎวัลย์ จันทรสา..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร. ฤฎูวัลย์ จันทรสา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ฤฎวัลย์ จันทรสา..... ประธาน

(ดร. ฤฎูวัลย์ จันทรสา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

..... กรรมการ

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 15 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ 2555

ประกาศคุณูปการ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. ฤฎูวัลย์ จันทรสา อาจารย์ที่ปรึกษางานนิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่ง ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณทัศนัย พรหมทัศ และผู้บริหาร รวมถึงผู้จัดการแผนกต่าง ๆ ของบริษัท นิชิน โบะ สมบูรณ์ ออโตโมทีฟ จำกัด ที่กรุณาให้โอกาสในการศึกษาและให้ความรู้ ให้คำปรึกษา รวมทั้งให้คำแนะนำที่มีคุณภาพ นอกจากนั้นยังได้รับความอนุเคราะห์จากทีมงานแผนกวิศวกรรม ที่ช่วยในการออกแบบโครงสร้างและแก้ไขให้เหมาะสมกับการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญช่วย คุณแม่หอมไกล เดชพันธ์ คุณแม่สมจิตร แดงมงคล คุณจิณณพัต จำนงค์ผล และพี่ ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จตราบเท่าทุกวันนี้

สามารถ เดชพันธ์

53920673: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: การออกแบบและพัฒนาเครื่องจักร/ ก้ามเบรค/ การป้องกันการผิดพลาด/ ระบบพีเอลซี

สามารถ เดชพันธ์: การออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (DESIGN AND DEVELOPMENT OF INSPECTING MACHNINE FOR BRAKE SHOE) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ดร. ฤฎูวัลย์ จันทรสา, Ph.D., 158 หน้า, ปี พ.ศ. 2555.

งานนิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรในการตรวจสอบก้ามเบรกแทนการใช้พนักงานตรวจสอบ เพื่อป้องกันการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า การศึกษาได้ประยุกต์ใช้หลักการการป้องกันความผิดพลาด และระบบพีแอลซีควบคุมเครื่องจักร ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจักรได้แก่ บาร์โค้ดสแกนเนอร์ตรวจสอบรุ่นผลิตภัณฑ์ พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ในการตรวจสอบข้อแตกต่างระหว่างรุ่น กล้องถ่ายภาพความละเอียดสูงใช้ตรวจสอบความถูกต้องของก้ามเบรก หน้าจอสัมผัสแสดงผลการตรวจสอบ ระบบพีแอลซีในการประมวลผล ผลจากการศึกษาพบว่า ก่อนการใช้เครื่องตรวจสอบมีข้อร้องเรียนของลูกค้าจากการส่งมอบชิ้นงานเสียจำนวน 20 ครั้ง หลังจากมีการใช้เครื่องจักรตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 667,805 ชิ้น ในระยะเวลา 6 เดือน ไม่พบข้อร้องเรียนของลูกค้า และผลจากการวิเคราะห์ระบบการวัด พบว่ามีค่า %GR&R น้อยกว่า 10% แสดงว่าเรื่องจักรมีระบบการวัดที่เหมาะสม สามารถยอมรับได้

53920673: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng.
(INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORDS: MACHINE DESIGN AND DEVELOPMENT/ BRAKE SHOE/ MISTAKE PROOFING/ PLC SYSTEM

SAMART DETPHAN: DESIGN AND DEVELOPMENT OF INSPECTING MACHINE FOR BRAKE SHOE. ADVISOR: RUEPHUWAN CHANTRASA, Ph.D., 158 P. 2012.

The objective of this independent study is to design and develop an inspecting machine for brake shoes instead of using manual inspection by operators. This machine should be able to improve the inspecting process in order to prevent the submission of off-specification parts to the customer. This study applied mistake-proofing concept and PLC system in designing the machine. The important parts of this machine include a bar code scanner to inspect product models, proximity sensors to inspect the difference between various product models, high precision digital cameras to inspect the conforming parts, a touch screen monitor to show the results, and PLC system to control the machine. It was found that the number of customer complaints could be reduced after using this inspecting machine. After applying the inspecting machine to inspect 667,805 parts within 6 months, there was no complaint from the customers compared to 20 complaints before using this machine. In addition, results from the Measurement System Analysis showed that %GR&R was less than 10% which indicated that this machine had an acceptable inspection system.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

สารบัญ ฉ

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพ ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตการศึกษา 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

แผนและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ความรู้เรื่องระบบ Poka-Yoke 8

ความรู้เรื่องระบบ Programmable Logic Controller 13

ความรู้เรื่องระบบ Camera Vision เบื้องต้น 27

แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) 29

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

3 วิธีการดำเนินการวิจัย 35

การดำเนินการวิจัย 35

การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการ 36

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 40

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 43

การพัฒนาสร้างเครื่องจักรในการตรวจสอบ 50

การออกแบบส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องจักร 61

โครงสร้างของเครื่องจักร 74

การประยุกต์การทดสอบการใช้งาน 76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	สรุปแผนการดำเนินงาน	77
4	ผลการดำเนินการวิจัย	79
	ผลการดำเนินการ	79
	การเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงสาเหตุที่เกิดจากคน	80
	การเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงสาเหตุที่เกิดจากวิธีการ	81
	การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดก่อนและหลังการปรับปรุง	83
	การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)	84
5	อภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ	91
	สรุปกระบวนการวิจัย	91
	อภิปรายผลการวิจัย	92
	ปัญหาอุปสรรค และข้อจำกัดในการวิจัย	93
	ข้อเสนอแนะอื่น ๆ	94
บรรณานุกรม		95
ภาคผนวก		97
ประวัติย่อของผู้วิจัย		158

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 ของเสียที่เกิดขึ้นและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-พ.ศ. 2554 3

1-2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 7

2-1 ความสัมพันธ์ของเลข BIN, BCD และ HEX 18

2-2 สถานะระบบดิจิตอล 19

2-3 ระบบเลขฐานสอง 20

2-4 ค่าของ 2 ยกกำลังค่าลบ เป็นเลขฐานสิบ 21

2-5 อินเวอร์เตอร์ Inverter-Not 23

2-6 แอนด์เกต And Gate 24

2-7 ออร์เกต Or Gate 24

2-8 แนนด์เกต Nand Gate 25

2-9 นอร์เกต Nor Gate 25

2-10 เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต X-Or Gate 26

2-11 เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต X-Nor Gate 26

3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 44

3-2 ฟังก์ชันเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก 51

3-3 รายการอุปกรณ์ 53

4-1 ปัจจัยด้านคน และ วิธีการ ปัญหาหลักปัญหาย่อยที่เลือกมาทำการแก้ไข 80

4-2 รายงานการผลิตก้ามเบรกเดือน มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2555 82

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 ปฏิกิริยาลูกโซ่ของคุณภาพ ต้นทุนและการเพิ่มผลผลิต 2

1-2 จำนวนชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้าที่เป็นสาเหตุให้เกิดของเสีย และ ข้อร้องเรียนจากลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2554 5

2-1 ลักษณะโครงสร้างภายในของ พีแอลซี 14

2-2 หน่วยอินพุต 16

2-3 หน่วยเอาต์พุต 16

2-4 วงจรการทำงาน พีแอลซี 17

2-5 การประยุกต์ใช้งานระบบวิชั่น 27

2-6 Intelligent Digital Camera, Standard digital Camera และชุดควบคุมเฉพาะ 29

2-7 โครงสร้างแผนภาพก้างปลา 31

3-1 ผลิตภัณฑ์เบรก 37

3-2 Process Flow Chart การผลิตหลักก้ามเบรก 38

3-3 แผนผังการตรวจสอบก้ามเบรก 39

3-4 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊ม “TRW” บนก้ามเบรกอักษรระยะห่างไม่เท่ากัน 40

3-5 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรกผิดรุ่น 41

3-6 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊มชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรกไม่ชัดเจน 41

3-7 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ตรวจไม่พบว่าก้ามเบรกคนละรุ่นปะปนกัน 42

3-8 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ตรวจไม่พบปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรก 42

3-9 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ไม่ตรวจปั๊มชื่อผ้าเบรกทั้งสองด้าน 43

3-10 อุปกรณ์ใช้ประกอบควบคุมเครื่องจักร 52

3-11 Project Estimate 55

3-12 บาร์โค้ด Scanner Hyperion 1300g 57

3-13 Proximity Switch 58

3-14 Camera FZ-SC2M & Controller & Monitor 58

3-15 Touch Screen 59

3-16 Mitsubishi PLC FX3U Series 60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3-17 Main Electrical Circuit 61
3-18 Control Circuit & PLC I/O 62
3-19 การเปลี่ยนแปลงความส่องสว่าง 63
3-20 การตรวจสอบตัวเลขหรือตัวอักษร 64
3-21 ระบบการตรวจสอบบาร์โค้ด 65
3-22 Master Off Page 66
3-23 Main Manu Page 67
3-24 Auto Page 67
3-25 Manual Page 68
3-26 Inspection Fault Page 69
3-27 Machine Fault Page 69
3-28 Fault Record Page 70
3-29 Model Select Page 70
3-30 Fault Manu 71
3-31 Operation Date Page 71
3-32 Secret Page 72
3-33 Process Flow Chart เครื่องตรวจก้ามเบรก 73
3-34 โครงสร้างของเครื่องจักร 74
3-35 การปรับปรุงเพิ่มเติม ณ จุดปฏิบัติงาน 75
3-36 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน 76
3-37 มาตรฐานการตรวจสอบก้ามเบรก 77
3-38 จุดสำคัญในการตรวจสอบก้ามเบรก 78
4-1 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากพนักงานตรวจสอบ 81
4-2 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากวิธีการตรวจสอบ 81
4-3 กราฟแสดงรายงานการผลิตก้ามเบรกเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2555 83
4-4 ภาพแสดงข้อมูลเริ่มตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2555 83
4-5 ผลการวัดความโค้งของก้ามเบรก 86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-6 Gauge Repeatability and Reproducibility Report ---- 88

4-7 Gauge Repeatability and Reproducibility Graph ---- 89

5-1 จำนวนชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-พ.ศ. 2554 ---- 91

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะความผันผวนของเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน ที่มีการแข่งขันทางธุรกิจที่สูงขึ้น และรวมไปถึงต้นทุนของวัตถุดิบที่สูงขึ้น เช่น ราคาน้ำมัน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในระดับต้น ๆ ที่มีความจำเป็นในภาคอุตสาหกรรมการผลิต ดังนั้นเพื่อความอยู่รอดทางธุรกิจ และความสามารถในการคงตัวอยู่ได้ ทำให้ทุกบริษัทในภาคอุตสาหกรรมต้องปรับตัวให้มีผลกำไรจากการผลิต เพื่อที่จะสามารถยืนหยัดและเติบโตต่อไป ภายใต้ข้อจำกัดที่บีบรัดและความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน

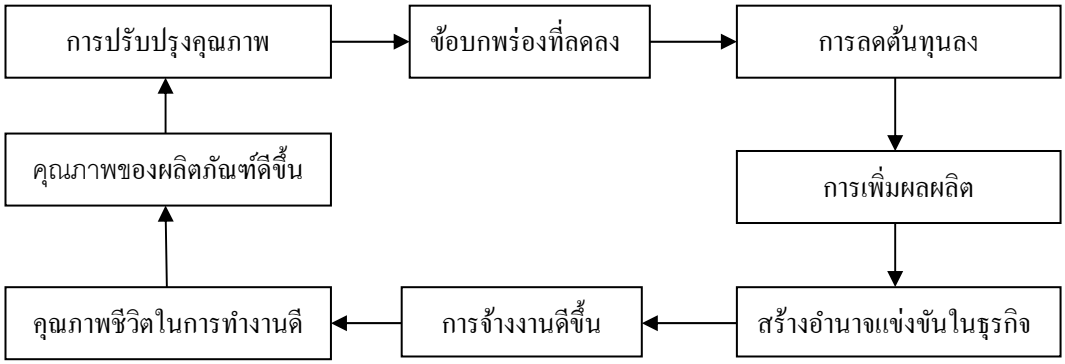
ดังนั้น ในหลาย ๆ บริษัทจะมุ่งเน้นในเรื่องของการลดต้นทุนของสินค้า เพื่อรักษาผลกำไรให้คงเดิมหรือมากว่า ในขณะที่ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่สูงขึ้น เช่น เงินค่าจ้างที่ต้องปรับขึ้นทุกปี เงินโบนัสที่ปรับสูงขึ้นในแต่ละปี แต่ละบริษัทจึงต้องหาวิธีการปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆ ของบริษัท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้น หรือลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตลง ซึ่งมาจากการแข่งขันทางธุรกิจที่สูงขึ้นตลอดเวลา ซึ่งในการสร้างผลกำไร โดยการมุ่งเน้นในการเพิ่มราคาขาย หรือการเพิ่มยอดขายนั้นเป็นไปได้ยาก รวมไปถึงการมุ่งเน้นใช้วัสดุราคาต่ำ หรือลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็นลง ซึ่งหลาย ๆ บริษัทได้นำมาเป็นแนวทางการปฏิบัติเป็นแนวทางลำดับต้น ๆ และไม่ใช่แค่เพียงวิธีการดังกล่าวเท่านั้นที่สามารถจะทำให้ต้นทุนรวมลดลง หากยังมีวิธีอื่น ๆ อีกที่สามารถทำให้ลดต้นทุนรวมลดลงอีก เช่น วิธีการการลดของเสีย การลดต้นทุนทางด้านแรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟ รวมทั้งการสูญเสียของเครื่องจักร เป็นต้น

การลดและการแก้ไขหรือการปรับปรุงของเสียให้กลายมาเป็นของดี หรือการป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย คือ การนำระบบการควบคุมมาใช้เพื่อทำให้ต้นทุนรวมลดลง และยังทำให้เกิดความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มมากขึ้น สามารถรักษากลุ่มลูกค้าไว้ได้ และยังสามารถหาลูกค้ารายใหม่ได้เมื่อมีต้นทุนที่ถูกกว่า

ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อรักษาคุณภาพให้คงอยู่และเป็นที่มั่นใจของลูกค้า ต้องดำเนินการปรับปรุงกระบวนการอย่างเป็นระบบ และมีเหตุผล โดยอาศัยความร่วมมือกันระหว่างพนักงานที่เกี่ยวข้องทุก ๆ คน ในการปรับปรุงเครื่องจักรและกระบวนการทำงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ตามแนวคิดการป้องการผิดพลาดในกระบวนการ โดย ระบบ Poka-Yoke เพื่อป้องกันการส่งงานไปประกอบในกระบวนการถัดไปได้ถูกต้อง

การเพิ่มผลผลิต การปรับปรุงคุณภาพและการลดต้นทุนคือเรื่องที่มีความสัมพันธ์กันที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ดังปฏิกิริยาลูกโซ่ แสดงดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 ปฏิกิริยาลูกโซ่ของคุณภาพ ต้นทุนและการเพิ่มผลผลิต

การปรับปรุงกระบวนการเพื่อทำการคัดกรองผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า คือ กระบวนการในการรักษาไว้ซึ่งความพึงพอใจของลูกค้า บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตเบรกรถยนต์ประสพปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ข้อมูลที่ได้นำมาจากข้อร้องเรียนของลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละปีของบริษัทตัวอย่าง ที่มีการเก็บบันทึกในทุก ๆ เดือน โดยเป็นข้อมูลจากแผนกคุณภาพซึ่งได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าทั้งภายในและลูกค้าภายนอก ที่แจ้งมาเกี่ยวกับคุณภาพของสินค้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และนำมาวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุเพื่อหาวิธีป้องกัน เพื่อลดปัญหาส่งชิ้นส่วนที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า ก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต แสดงได้ดังตารางที่ 1-1 และภาพที่ 1-3

ตารางที่ 1-1 ของเสียที่เกิดขึ้นและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – ปี พ.ศ. 2554

วันที่ตรวจพบ	วันที่แจ้งปัญหา	ชื่อผลิตภัณฑ์	ลอตที่พบปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลำดับของคุณภาพ (A,B,C)	ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	แผนก/ลูกค้า
22 ม.ค. 49	24 ม.ค. 49	Web-692N	6A11-24, 6A11-25	5	**B**	ตำแหน่งปั๊ม “TRW” ไม่ตรงตำแหน่งบน Web-692N	TOYOTA
31 ม.ค. 49	9 ก.พ. 49	ISZB-A120	6A161036	1	**B**	ปั๊มลอตบนผ้าเบรกผิด	ISUZU
18 ก.ค. 49	18 ก.ค. 49	ISZB-B50	6G110313	1	**C**	ปั๊มบนผ้าเบรกไม่ชัดเจน	FORD
14 ธ.ค. 51	2 ธ.ค. 51	WEB-X61B	8L10-10-39	504	**B**	WEB-X61B ปะปนกันกับ WEB-J97MU	NISSAN
9 ธ.ค. 51	9 ธ.ค. 51	SA-H61B	9/12/2008	1	**B**	ไม่ปั๊มลอต	NISSAN
6 ก.พ. 52	13 ก.พ. 52	DPTT-C430	9A0822,9A0933	468	**B**	ปั๊มลอตผิด	TOYOTA
17มิ.ย. 52	17มิ.ย. 52	ISZB-B50	9E162904	1	**B**	ไม่ปั๊มชื่อวัตถุดิบทั้งสองด้าน	FORD& MAZDA
3 ก.ค. 52	6 ก.ค. 52	ISZB-B50 BLTT-D100	9F160415 9F160518 9F182407 9F152306	5	**B**	ไม่ปั๊มลอต	FORD&MAZDA & TOYOTA
21 ก.ค. 52	4 ส.ค. 52	BLTT-D100	9F131515	1	**B**	ไม่ปั๊มชื่อวัตถุดิบทั้งสองด้าน	TOYOTA

ตารางที่ 1-1 ของเสียที่เกิดขึ้นและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – ปี พ.ศ. 2554 (ต่อ)

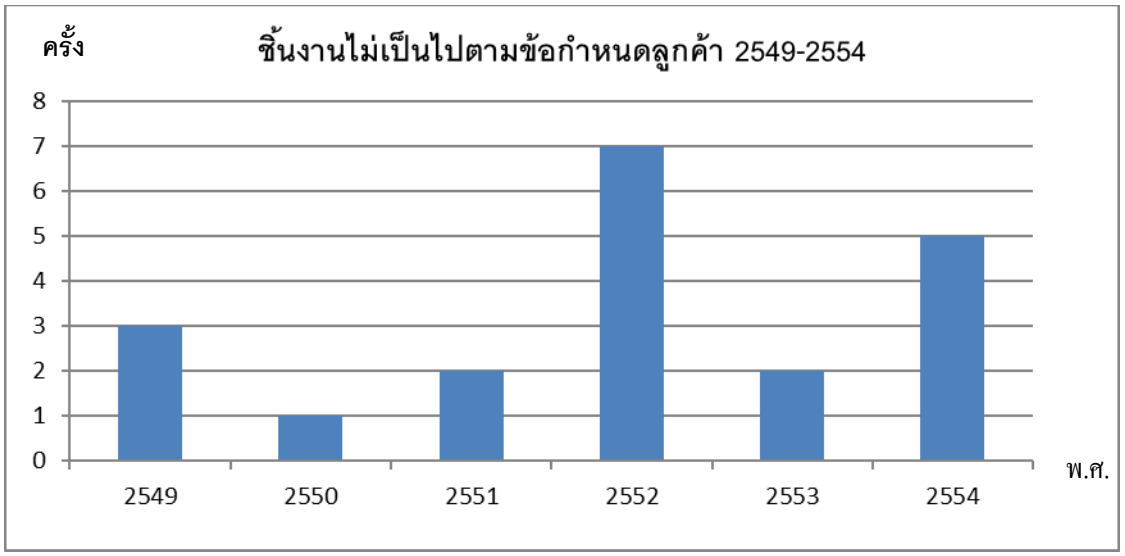
วันที่ตรวจพบ	วันที่แจ้งปัญหา	ชื่อผลิตภัณฑ์	ลอตที่พบปัญหา	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลำดับของคุณภาพ (A,B,C)	ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	แผนก/ลูกค้า
19 ก.ย. 52	22 ก.ย. 52	BLTT-D100	9J1817125	1	**C**	ไม่ปั๊มชื่อวัตถุดิบทั้งสองด้าน	TOYOTA
9 พ.ย. 52	17 พ.ย. 52	BLTT-D100	9K1827199	128	**C**	ไม่ปั๊มลอต	TOYOTA
24 พ.ย. 53	24 พ.ย. 53	WEB-X61B, BN250-32704	0L10-11-27	1	**B**	WEB-X61B ปะปนกันกับ BN250-32704	NISSAN
3 ก.พ. 54	4 ก.พ. 54	BLTT-D100	1A1827251	1	**B**	ไม่ปั๊มชื่อวัตถุดิบทั้งสองด้าน	TOYOTA
5มี.ค. 54	11 พ.ค. 54	WEB-692N	1D220444-1	9	**C**	ปั๊มไม่ครบและไม่เต็มพื้นที่	NISSAN
18 พ.ค. 54	23 พ.ค. 54	WEB-J97MU-295	1D250404	272	**C**	ปั๊ม "AAFHA" ไม่ชัดเจน	FORD
15 ก.ย. 54	16 ก.ย. 54	WEB-692N	1J69-2	1	**C**	ปั๊มไม่ครบและไม่เต็มพื้นที่	NISSAN

จาตารางที่ 1-1 ลำดับของคุณภาพ (A, B, C) หมายถึง

1. ลำดับคุณภาพ A หมายถึง ชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้ามีนัยสำคัญต่อคุณภาพของเบรกใช้งานไม่ได้ (ระดับรุนแรง)

2. ลำดับคุณภาพ B หมายถึง ชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้ามีนัยสำคัญต่อคุณภาพของเบรกแต่ยังสามารถใช้งานได้ (ระดับปานกลาง)

3. ลำดับคุณภาพ C หมายถึง ชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้ามีนัยสำคัญต่อไม่ส่งผลต่อคุณภาพของเบรกสามารถใช้งานได้ (ระดับเล็กน้อย)



ภาพที่ 1-2 จำนวนชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้าที่เป็นสาเหตุให้เกิดของเสีย และข้อร้องเรียนจากลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - พ.ศ. 2554

ภาพที่ 1-2 ปริมาณของชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้า ตั้งแต่ปี 2549-2554 จำนวนทั้งหมด 20 ครั้ง และในแต่ละครั้งก็หาวิธีการแก้ไขมาโดยตลอด แต่ก็ยังประสพกับปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำ ดังนั้นผู้วิจัย จึงนำข้อมูลเหล่านี้เพื่อหาวิธีการปรับปรุงเครื่องจักรและกระบวนการ เพื่อป้องกันการเกิดชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาเครื่องจักรในการตรวจสอบก้ามเบรกสำหรับกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้า

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการในส่วนของการผลิตก้ามเบรกที่จะต้องส่งงานที่ประกอบเสร็จแล้วส่งมอบให้กับลูกค้าทั้งลูกค้าภายใน และลูกค้าภายนอก เพื่อป้องกันข้อร้องเรียนจากลูกค้า

2. พัฒนาเครื่องตรวจสอบก้ามเบรกโดยการประยุกต์ใช้ระบบ Poka-Yoke และใช้เทคโนโลยีกล้องถ่ายภาพ, ระบบบาร์โค้ด, หน้าจอแสดงผลระบบสัมผัส และ ระบบพีแอลซีควบคุมเครื่องจักร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ลดของเสียที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการถัดไป
2. ลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
3. ป้องกันข้อร้องเรียนจากลูกค้า
4. มีการปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้มีศักยภาพที่สูงขึ้น สามารถตรวจจับชิ้นงานที่ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า
5. เพิ่มความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิตของบริษัทกับลูกค้า
6. ลดต้นทุนที่เกิดจากของเสียในกระบวนการผลิตถัดไป
7. ตอบสนองความพึงพอใจให้กับลูกค้า ทั้งลูกค้าภายในและภายนอก

แผนและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเพื่อปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิ์ภาพที่สูงขึ้นเพื่อลดการสูญเสีย และ ป้องกันข้อร้องเรียนจากลูกค้า แสดงได้ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

	2554						2555			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง										
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องของระบบ Poka-Yoke ในกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงาน										
3. วิเคราะห์และค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต										
4. กำหนดวิธีการการแก้ไขและปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักรให้มีศักยภาพสูงขึ้น										
5.ประเมินผลการแก้ไขและปรับปรุงโดยทำการเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังการปรับปรุง										
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ										
7. จัดทำรูปเล่ม										

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เรื่องระบบ Poka-Yoke

แนวความคิดเรื่อง Poka-Yoke เป็นแนวความคิดที่ถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการลืมในการทำงาน ซึ่ง ดร. ชินโกะ กล่าวว่ามี 2 ชนิดของการผิดพลาดจากการลืม ประการแรก คือ การลืมที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ ประการที่สอง คือ การลืมอันเนื่องมาจากการลืมที่จะทำนั้นโดยจริง ๆ ดังนั้น เขาจึงได้แนะนำว่าควรมีการใช้เครื่องมือในการป้องการความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น หรือการตรวจสอบความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น เครื่องมือในการตรวจสอบเหล่านี้เราเรียกว่า Poka-Yoke ซึ่งหมายถึง "การป้องกันความผิดพลาดจากความเขลา" (Fool Proof) อย่างไรก็ตาม ดร. ชินโกะ ตระหนักดีว่าคำว่า Poka-Yoke อาจจะทำให้พนักงานไม่เห็นด้วยหรือต่อต้าน ทั้งนี้เนื่องจากการแปลความหมายในคำภาษาอังกฤษออกมานั้นย่อมสื่อความหมายออกมาแล้วทำให้เสียความรู้สึกของผู้ทำงานดังนั้นเขาจึงคิดเทอมของคำ Poka-Yoke ซึ่งเป็นภาษาญี่ปุ่นหมายถึง การป้องกันการผิดพลาด (Mistake-Proofing) หรือ ความปลอดภัยจากความผิดพลาด (Fail-Safe) Poka-Yoke จึงเป็นเครื่อง มือที่ใช้ป้องกันความผิดพลาด เพื่อทำให้ความผิดพลาดน้อยลง ตัวอย่างง่าย ๆ ของการใช้ Poka-Yoke เช่น สมมติว่าคนงานต้องประกอบอุปกรณ์ที่มีปุ่ม 2 ปุ่ม ซึ่งต้องมีสปริงอยู่ข้างใต้ในแต่ละปุ่มของอุปกรณ์ บางครั้งคนงานอาจจะลืมใส่สปริงปุ่มใดปุ่มหนึ่ง การใช้หลัก Poka-Yoke ง่าย ๆ คือ การออกแบบให้นับจำนวนสปริงจากกล่องมาใส่ในจานหรือกล่องเล็ก ๆ ก่อนที่จะประกอบ เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วถ้ายังมีสปริงเหลืออยู่ในจานแสดงว่ามีความผิดพลาดในการประกอบเกิดขึ้นเป็นหลักการทำงานง่าย ๆ ของ Poka-Yoke ที่สามารถลดปัญหาของความผิดพลาดในการนับของพนักงานได้ ถึงแม้จะว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นจุดเล็ก ๆ เท่านั้น แต่ก็สามารถลดปัญหาการที่ต้องกลับมาแก้ไขงาน (Rework) ได้ทันที

Poka-Yoke เป็นวิธีการตรวจสอบที่เน้นถึงการตรวจสอบร้อยเปอร์เซ็นต์ วิธีนี้จะเน้นรวมถึง การที่เมื่อกระบวนการผลิตมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ความผิดปกติจะต้องได้รับการตอบสนองหรือแก้ไขได้ อย่างทันท่วงที นั่นคืออาจกล่าวได้ว่า Poka-Yoke นั้นจะตรวจสอบการผลิตและเตือนก่อนที่จะมีการผลิตของเสีย (Defect) ขึ้น อย่างไรก็ตามก็ยังมีความเชื่อผิด ๆ อยู่ว่าระบบนี้จะสร้างปัญหายุ่งยาก รวมถึงมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นด้วย แต่แท้ที่จริงแล้วหากมีการศึกษากันอย่างจริงจังแล้วจะพบว่าการใช้ เครื่องมือ (Device) อย่างง่ายตามแบบของ Poka-Yoke นั้นสามารถลดการสูญเสียโดยที่ไม่ต้องลงทุนมากนัก

1. ระบบ Poka-yoke จะมีหน้าที่ในการทำงานดังต่อไปนี้

1.1 วิธีการควบคุม (Control Methods) เป็นวิธีการควบคุมป้องกันความผิดปกติ ความผิดพลาด หรือการชะงักงันของกระบวนการผลิต ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ วิธีดังกล่าวนี้ เมื่อมีชิ้นงานที่ผิดปกติเกิดขึ้นเครื่องจักรจะหยุดการผลิตทันที ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรผลิตชิ้นงาน ที่ผิดปกติชิ้นต่อไป ซึ่งวิธีนี้นั้นจะเป็นการควบคุมการเกิดของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ กว่าระบบการเตือน (Warning Methods)

1.2 วิธีการเตือน (Warning Methods) คือการใช้สัญญาณ เพื่อเตือนให้ทราบถึงความผิดปกติในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการผลิตชิ้นงานผิดปกติหรือเสียออกมา ซึ่งวิธีนี้เราอาจใช้การเตือนด้วยสัญญาณเสียงหรือไฟเตือนก็ได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้อาจมีประสิทธิภาพน้อยลงหากสภาพการทำงานไม่เอื้ออำนวยผู้ปฏิบัติงานนั้นอาจไม่ได้ยินหรือไม่เห็นสัญญาณที่เตือน

2. รูปแบบการติดตั้งระบบ Poka-Yoke ในกระบวนการผลิต เราสามารถแบ่งออกได้เป็นดังนี้

2.1 วิธีการสัมผัส (Contact Methods) เป็นการใช้เครื่องมือตรวจจับชิ้นงานที่ผิดปกติอันเนื่องมาจาก รูปร่าง สัดส่วน ซึ่งชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกตรวจสอบโดยผ่านมายังเครื่องมือนี้เพื่อเช็คดูว่า ขนาด รูปร่างชิ้นงานได้มาตรฐานปกติหรือไม่

2.2 วิธีการกำหนดค่าที่แน่นอน (Fixed Value Methods) วิธีนี้จะใช้วิธีการตรวจนับชิ้นงานตามจำนวนที่กำหนดไว้และบอกความผิดพลาดเมื่อชิ้นงานไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ ซึ่งวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ในชิ้นงานที่การผลิตต้องใช้สายพานเพื่อส่งต่อชิ้นงาน

2.3 วิธีการตรวจสอบที่ขั้นตอนของการส่งชิ้นงาน (Motion Step Methods) วิธีนี้ชิ้นงานจะถูก ตรวจสอบ โดยการส่งชิ้นงานแต่ละชิ้นไปบนสายพาน การตรวจสอบจะทำโดยเทียบกับมาตรฐานที่วางไว้

3. การใช้ Poka-Yoke กับ Zero Defect การลดปริมาณของเสียในการผลิตให้เป็นศูนย์ (Zero Defect) ได้นั้นขึ้นอยู่กับ

3.1 การใช้การตรวจสอบแบบ Source inspection

3.2 การเช็ค 100% โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วย

3.3 การแก้ไขปรับปรุงการผลิตอย่างทันทีทันใดเมื่อพบปัญหา

การผสมผสานวิธีการดังกล่าวเพื่อที่จะบรรลุถึง Zero defect ได้นั้นขึ้นอยู่กับสัดส่วนดังนี้

- วิธีการตรวจสอบที่ต้นเหตุ (Source Inspection) 60%

- การเช็ค 100% โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วย
- การแก้ไขปรับปรุงการผลิตอย่างทันทีทันใดเมื่อพบปัญหา

4. ชนิดของการตรวจสอบ (Inspection)

ดร. ชินโกะ แบ่งชนิดของการตรวจสอบออกเป็น

4.1 การตรวจสอบแบบลงความเห็น (Judgment Inspection) เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ปฏิบัติกัน เป็นการตรวจสอบคุณภาพหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต โดยจะทำการแยกชิ้นงานเสีย ออกจากชิ้นงานที่ดี ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเสียส่งถึงมือลูกค้า

4.2 การตรวจสอบแบบเก็บข้อมูล (Informative Inspection) เป็นการตรวจสอบชิ้นงานและเก็บข้อมูลการตรวจสอบชิ้นงานนั้น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์เหตุของการเกิดของเสีย และนำข้อมูล มาทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต การตรวจสอบและเก็บข้อมูลมีจุดประสงค์เพื่อลดจำนวนของเสียลง โดยจะมีการเก็บข้อมูลของของเสีย และนำข้อมูลนั้นมาทำการวิเคราะห์ และทำการแก้ไขกระบวนการผลิต

การตรวจสอบแบบเก็บข้อมูลวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

4.2.1 Statistical Quality Control Systems (SQCS) เป็นการใช้สถิติในการกำหนดค่าควบคุมเพื่อใช้เป็นตัวแยกชิ้นงานที่ยอมรับได้กับชิ้นงานที่ยอมรับไม่ได้หรือชิ้นงานเสีย จำนวนของการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ จะเป็นไปตามหลักของการเก็บสถิติ

4.2.2 Successive Check Systems (SuCS) เป็นการตรวจสอบชิ้นงานแต่ละชิ้นโดยผู้ที่ไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิต ก่อนที่จะเริ่มขั้นตอนการผลิตถัดไป และทำการหยุด การผลิตเพื่อทำการแก้ไขหรือปรับปรุงสภาพการผลิตโดยอัตโนมัติ เมื่อได้รับข้อมูล ความผิดปกติในขั้นตอนการผลิต การตรวจสอบนี้รวมทั้งการที่พนักงานในกระบวนการผลิตถัดไปจะมีหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานก่อนเริ่มขั้นตอน การผลิตถัดไปทุกครั้ง

4.2.3 Self-Check Systems (SeCS) คือ ระบบการตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงาน โดยตัวของพนักงานที่ปฏิบัติงานเอง ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการตรวจสอบจะถูกนำมาใช้วิเคราะห์ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต ป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตของเสียขึ้นอีก อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะมีข้อเสียอยู่ที่การที่ผู้ทำงานนั้น ๆ อาจจะยอมผ่านชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานออกไปโดยมิได้ตั้งใจได้

4.2.4 การตรวจสอบที่ต้นเหตุ (Source Inspection) เป็นการกระตุ้นให้มีการตรวจสอบก่อนการ ผลิตทุกขั้นตอนเพื่อป้องกันกระบวนการผลิตผลิตของเสียออกมา รวมถึงการ

หยุดเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต เพื่อทำการแก้ไขหรือปรับปรุงสภาพการผลิตโดยอัตโนมัติก่อน ขั้นตอนการผลิตถัดไป ดร.ชินโกะ เชื่อว่าการตรวจสอบที่ต้นเหตุ (Source Inspection) เป็นวิธีการที่ดีที่สุดที่จะควบคุมคุณภาพและกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนให้มีการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาก่อนที่จะส่งถึงกระบวนการต่อไป

5. ความสัมพันธ์ระหว่าง เครื่องมือ Poka-Yoke, ระบบ Poka-Yoke กับระบบการตรวจสอบ (Inspection)

ดร.ชินโกะ กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ Poka-Yoke, ระบบ Poka-Yoke และระบบการตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

เครื่องมือ Poka-Yoke จะมีลักษณะ

5.1 สามารถทำการตรวจเช็คชิ้นงานแต่ละชิ้นหรือเช็คร้อยเปอร์เซ็นต์ได้

5.2 เครื่องมือ Poka-Yoke จะต้องไม่ยุ่งยากและสามารถใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานได้ทุกชิ้น

5.3 มีต้นทุนในการติดตั้งต่ำ

6. ระบบ Poka-Yoke

เมื่อเปรียบเทียบ Poka-Yoke กับระบบ SQC แล้ว ในระยะยาว Poka-Yoke จะสามารถลดจำนวนของการเกิดของเสียได้ ด้วยการจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงทีทุกครั้งที่เกิดปัญหาการผลิต Poka-Yoke จะทำหน้าที่ ดังต่อไปนี้

6.1 ระบบที่อยู่ในการควบคุม เมื่อเกิดของเสียในระหว่างกระบวนการผลิต จะต้องมีการหยุด ปฏิบัติการชั่วขณะ เพื่อให้มีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต ก่อนที่การผลิตจะดำเนินต่อไป

6.2 เมื่อเกิดความผิดปกติในการผลิต ระบบการเตือน (Warning System) จะแสดงสัญญาณ เพื่อให้ทำการแก้ไขความผิดปกติอย่างทันทีทันใด

7. ระบบ Poka-Yoke

ความมากน้อยของจำนวนอัตราของของเสียที่เกิดขึ้น ขึ้นอยู่กับระบบการตรวจสอบ (Inspection) ที่ถูกเลือกนำไปใช้ควบคู่กับระบบ Poka-Yoke หรือเครื่องมือ Poka-Yoke

7.1 Poka-Yoke ที่ใช้ควบคู่กับการตรวจสอบที่ต้นเหตุ (Source Inspection Systems) จะมี ประสิทธิภาพสูงสุด และมีความเป็นไปได้มากที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายของ Zero Defects

7.2 Poka-Yoke ที่ใช้ควบคู่กับการตรวจสอบแบบเก็บข้อมูล (Informative Inspections) แบบ Self-Check Methods จะสามารถลดจำนวนของเสียลงได้ และมีโอกาสที่จะบรรลุเป้าหมายของ Zero Defects ได้ถ้าสาเหตุของการเกิดของเสียถูกแก้ไข

7.3 Poka-Yoke ที่ใช้ควบคู่กับการตรวจสอบแบบเก็บข้อมูล (Informative Inspections) แบบ Successive Check Methods จะไม่สามารถควบคุมการเกิดของเสียที่เกิดเป็นครั้งคราวได้ วิธีนี้สามารถลดจำนวนของเสียลงได้ และมีโอกาสที่จะบรรลุเป้าหมายของ Zero Defects ได้ถ้าสาเหตุของการเกิดของเสียถูกแก้ไข อย่างไรก็ตาม ดร.ชินโกะ มีความเชื่อว่าการใช้ SQC อย่างเดียวไม่สามารถบรรลุถึง Zero Defects ได้ โดยเฉพาะการผลิตที่มีความหลากหลายและจำนวนน้อย

8. สรุป

เพื่อบรรลุเป้าหมายของการลดของเสียให้เท่ากับศูนย์ ระบบการตรวจสอบแบบ Source Inspection ควรถูกนำมาใช้ควบคู่ไปกับการใช้ระบบ Poka-Yoke

การตรวจสอบที่ต้นเหตุ (Source Inspection) คือ การตรวจสอบความผิดพลาดที่ขั้นตอนการ ผลิตที่อาจจะเกิดขึ้น โดยทำการหยุดกระบวนการผลิตและทำการแก้ไขปรับปรุงโดยอัตโนมัติก่อนที่ กระบวนการผลิตจะผลิตของเสียออกมา

การใช้เครื่องมือ Poka-Yoke และ Source Inspection จะทำให้การผลิตสามารถกำจัดหรือลดของเสียได้อย่างเห็นผล

ระบบ Poka-Yoke นั้นเป็นระบบที่ดีอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดอยู่ ที่การตรวจสอบนั้นจะเน้นถึงการตรวจสอบที่เป็นรูปร่าง หน้าตา สัดส่วน (Physical Detection Methods) ซึ่งแน่นอนว่าในสถานการณ์นั้น ๆ อาจเหมาะสม อย่างไรก็ตามยังมีชิ้นงานบางอย่างที่ไม่สามารถตรวจสอบด้วยวิธีการดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ชิ้นงานบางชนิดต้องการการตรวจสอบแบบ ใช้ความรู้สึก (Sensory Detection Methods) ซึ่งการตรวจสอบดังกล่าวนี้ Successive Checks และ Self-checks เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการตรวจสอบแบบดังกล่าวได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามจะเห็น ได้ว่า Successive Checks และ Self-Checks นั้นจะบรรลุเป้าหมายของ Zero Defect ได้ยาก ทั้งนี้เนื่อง จากวิธีดังกล่าวจะเช็คเมื่อเกิดของเสียขึ้นแล้ว อย่างไรก็ตามการใช้ Successive Checks และ Self-Checks จะช่วยในการลดเปอร์เซ็นของของเสียที่เกิดขึ้นได้

ดร. ชินโกะ เชื่อว่าระบบ Poka-Yoke จะเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก เมื่อนำมาใช้ ร่วมกับ Successive Checks และ Self-Checks โดยมีข้อแม้ว่ามันจะต้องไม่มาเป็นตัวขัดขวางหน้าที่ การทำงานของ ระบบการตรวจสอบ ดังนั้นการนำวิธีการ Poka-Yoke มาใช้นั้นจำเป็นต้องคำนึงถึง ความเหมาะสมที่จะผสมผสานกันวิธีที่มีอยู่ (ภาณุ บูรณจารุกร, 2550)

ความรู้เรื่องระบบ Programmable Logic Controller

1. Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้

พีแอลซี Programmable Logic Controller (มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกา) เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถจะโปรแกรมได้ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

ข้อแตกต่างระหว่าง พีแอลซี กับ คอมพิวเตอร์

1. พีแอลซี ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

2. การโปรแกรมและการใช้งาน พีแอลซี ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป พีแอลซี มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง จนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3. พีแอลซี ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

2. ประวัติ พีแอลซี

ค.ศ. 1969

พีแอลซีได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดย บริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicum) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในอเมริกาชื่อ General Motors Hydromantic Division บริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมโดยใช้ชื่อว่า พีแอลซี

ค.ศ. 1970-1979

ได้มีการพัฒนาให้ พีแอลซี มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor ความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง พีแอลซี กับ พีแอลซี โดยระบบแรก คือ Modbus ของ Modicon เริ่มมีการใช้อินพุท/ เอาท์พุทที่เป็นสัญญาณ Analog

ค.ศ. 1980-1989

มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ พีแอลซี โดยบริษัท General Motor ได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocol (MAP) ขนาดของ

พีแอลซี ลดลงเรื่อย ๆ ผลิตซอฟแวร์ที่สามารถโปรแกรม พีแอลซี ด้วยภาษา Symbolic โดยสามารถโปรแกรมผ่านทาง Personal คอมพิวเตอร์ แทนที่จะโปรแกรมผ่านทาง Handheld หรือ Programming Terminal

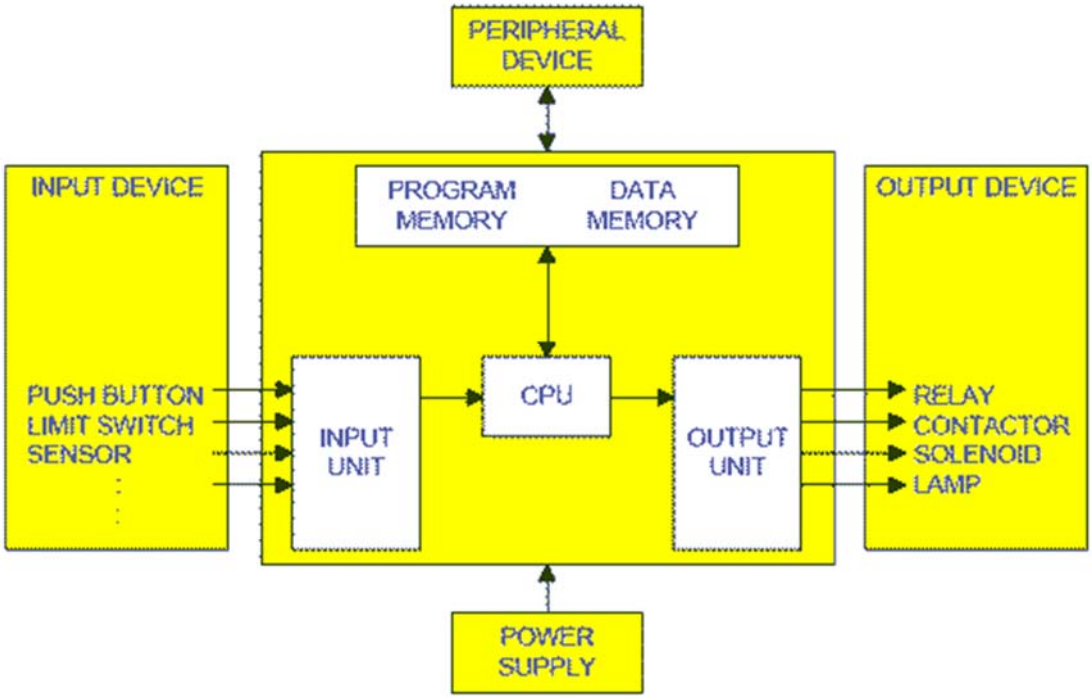
ค.ศ. 1990-ปัจจุบัน

ได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม พีแอลซี มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรม พีแอลซี ได้ด้วย

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagrams)
- FBD (Function Block Diagrams)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (Structured Text)

3. โครงสร้างโดยทั่วไปของ พีแอลซี

ลักษณะโครงสร้างภายในของ พีแอลซี แสดงได้ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ลักษณะโครงสร้างภายในของ พีแอลซี

3.1 ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ พีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิด คือ ROM และ RAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ พีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึ่งเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ

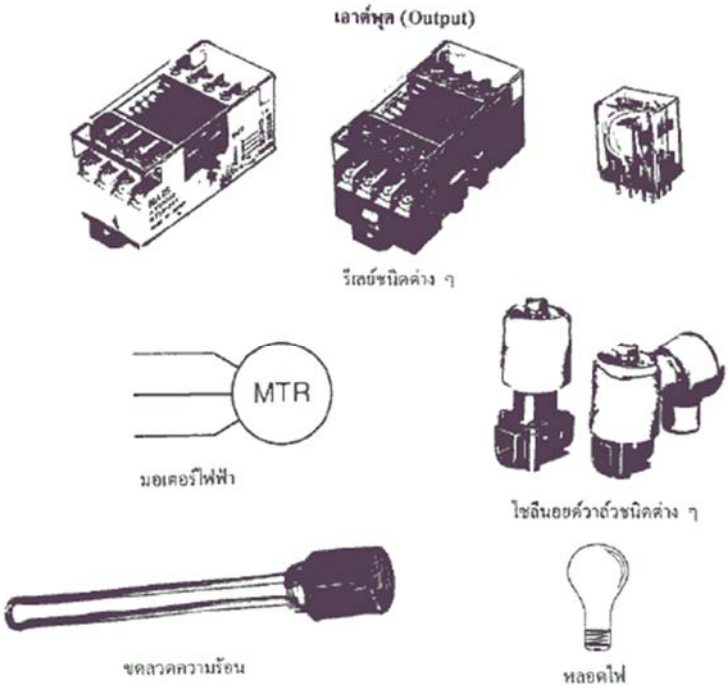
ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ พีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3.3 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

ภาพที่ 2-2 หน่วยอินพุต

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ, มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น



ภาพที่ 2-3 หน่วยเอาต์พุต

3.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท

3.5 อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

3.5.1 Programming Console

3.5.2 Eprom Writer

3.5.3 Printer

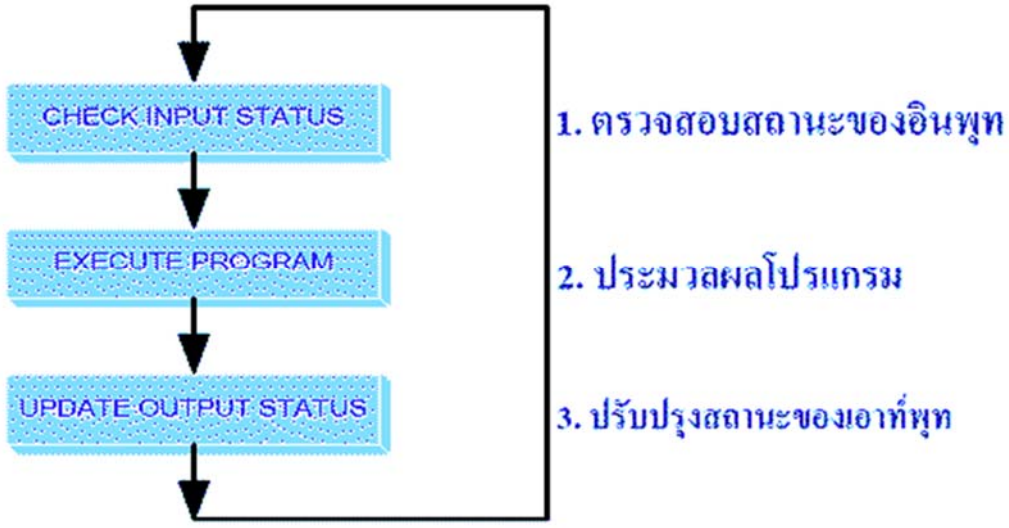
3.5.4 Graphic programming

3.5.5 CRT Monitor

3.5.6 Handheld

3.5.7 ECT

3.6 การทำงานของ พีแอลซี



ภาพที่ 2-4 วงจรการทำงาน พีแอลซี

4. ความรู้พื้นฐานด้านดิจิตอล (Number System)

ระบบเลขฐาน จัดเป็นระบบตัวเลขที่ใช้งานอยู่ใน พีแอลซี ดังนั้นผู้ใช้งาน มีความจำเป็นต้องศึกษาระบบเลขฐานให้เข้าใจประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง

ระบบเลขฐานสอง (Binary)

ระบบเลขฐานสิบ (Decimal)

ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal)

ตารางที่ 2-1 ความสัมพันธ์ของเลข BIN, BCD และ HEX

HEX	**BCD**	**Four Digit Binary**			
		2 ^ 3 = 8	**2 ^ 2 = 4**	**2 ^ 1 = 2**	**2 ^ 0 = 1**
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1
A	-	1	0	1	0
B	-	1	0	1	1
C	-	1	1	0	0
D	-	1	1	0	1
E	-	1	1	1	0
F	-	1	1	1	1

BIN (Binary) = ระบบเลขฐานสอง

BCD (Binary Code Decimal) = ระบบเลขฐานสิบ

HEX (Hexadecimal) = ระบบเลขฐานสิบหก

5. ระบบเลขฐานสอง (Binary)

ระบบเลขฐานสอง (Binary) จะเป็นระบบเลขที่ง่ายกว่าเลขฐานสิบ เนื่องจากระบบเลขฐานสอง จะใช้อักขระแทนสองตัว ระบบเลขฐานสองนี้ใช้ในระบบดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ด้วย เพราะว่าวงจรดิจิตอลจะมีเพียงสองสถานะ (Two States) หรือระดับสัญญาณสองระดับ (Two Signal Levels) โดยมีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 2 ตัว คือ 0 และ 1 หรืออาจใช้คำอื่นแทน

ตารางที่ 2-2 สถานะระบบดิจิตอล

สถานะหนึ่ง	**สถานะตรงข้าม**
0	1
Off	On
Space	Mark
Open	Closed
Low	Hi

ถ้าจะเทียบเลขฐานสองกับเลขฐานสิบแล้ว เลขฐานสองจะมีจำนวนหลักมากกว่า เพราะว่าในแต่ละหลักจะมีเลขได้สองค่า แต่ถ้าเป็นเลขฐานสิบแต่ละหลักจะมีเลขได้เก้าค่า คือ 0 – 9

ระบบเลขฐานสิบ แต่ละหลักจะมีค่าเวจต์เป็นค่าสิบยกกำลังของหลักนั้น ระบบเลขฐานสองก็เช่นเดียวกัน จะมีฐานของเลขฐานสอง (Base 2 System) การหาค่าเวจต์ในแต่ละหลักจะหาได้จากค่ายกกำลังสองของหลักนั้น ๆ

ตารางที่ 2-3 ระบบเลขฐานสอง

ฐานสอง	ฐานสิบ
2^0	1
2^1	2
2^2	4
2^3	8
2^4	16
2^5	32
2^6	64
2^7	128
2^8	256
2^9	512
2^10	1024

หมายเหตุ: ค่าของ 2 ยกกำลังต่าง ๆ เป็นฐานสิบ

ถ้าต้องการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบก็สามารถทำได้ เช่นถ้าแปลงเลข 101101 เป็นเลขฐานสิบสามารถทำได้ดังนี้

(1x2^5)+(0x2^4)+(1x2^3)+(1x2^2)+(0x2^1)+(1x2^0) = 45

ตัวเลขฐานสอง 101101 จะมีค่าเท่ากับ 45 ในระบบเลขฐานสิบ

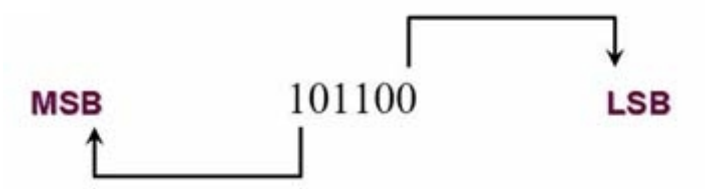
ระบบเลขฐานสองก็มีทศนิยมเช่นเดียวกับระบบเลขฐานสิบ ซึ่งเรียกว่าไบนารีพอยต์ (Binary Point) โดยจะมีเครื่องหมายจุดแบ่งตัวเลขจำนวนเต็มกับเลขทศนิยมออกจากกัน ค่าเวจต์ของเลขทศนิยมแต่ละหลักจากซ้ายไปขวาจะเป็นดังนี้ 1/2, 1/4 , 1/8 , 1/16.....ไปเรื่อย ๆ หรืออาจจะเขียนเป็นเลขยกกำลังค่าลบก็ได้

ตารางที่ 2-4 ค่าของ 2 ยกกำลังค่าลบ เป็นเลขฐานสิบ

ฐานสอง	ฐานสิบ
2^ -1	0.5
2^ -2	0.25
2^ -3	0.125
2^ -4	0.0652
2^ -5	0.03125
2^ -6	0.015625

ในระบบเลขฐานสิบนั้นแต่ละหลักจะเรียกว่าหลัก แต่ถ้าเป็นระบบเลขฐานสองแต่ละหลักจะเรียกว่าบิต (Bit) คำว่าบิต (Bit) ย่อมาจาก Binary Digit ถ้าในงานดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์จะพบคำว่า “Bit” บ่อยมาก

ในแต่ละหลักของเลขฐานสอง หลักซึ่งมีค่าเวจต์ต่ำสุดซึ่งอยู่ทางด้านขวาสุด จะเรียกว่าบิตที่มีความสำคัญต่ำสุด (LSB: Least Significant Bit) สำหรับด้านที่อยู่ซ้ายสุดจะมีค่าเวจต์สูงสุดเรียกว่าบิตที่มีความสำคัญสูงสุด(MSB: Most Significant Bit) ถ้าใช้ในระบบเลขฐานสิบจะเรียกว่า LSD (Least Significant Digit) และ MSD (Most Significant Digit) ในระบบดิจิตอลในบางครั้งเราจะเห็นเขียนว่า MSD, LSD กำกับเอาไว้ด้วย



6. ระบบเลขฐานสิบ (Decimal)

ระบบเลขฐานสิบ (Decimal) มีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 10 ตัว คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งคือ BCD Code อันนี้คงไม่ต้องกล่าวอะไรมากเพราะอยู่ในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว

7. ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal)

ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal) ฐานของมันจะมีค่าเป็น 16 ซึ่งจะมีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 16 ตัว คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F (ตัวอักษร 6 ตัว แทนตัวเลข 10 –15 ตามลำดับ)

ในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ตัวเลขที่ใช้ในการประมวลผลจะเป็นเลขฐานสอง แต่ถ้าตัวเลขมีค่ามากจะทำให้เลขฐานสองมีหลายหลัก จึงใช้เลขฐานสิบหกแทนเลขฐานสอง แล้วจะมีการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสองอีกทีหนึ่ง เลขฐานสิบหกนั้นจะนิยมใช้มากในคอมพิวเตอร์ ถ้าหากไบนารี่ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์เป็นแบบ 8 บิต ซึ่งแทนเลขฐานสิบหกได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255 แต่สามารถแทนด้วยเลขฐานสิบหกเพียงสองหลักเท่านั้น ถ้าหากเรามีเลขฐานสิบ 99,999,999 ถ้าเขียนแทนด้วยเลขไบนารีจะต้องใช้หลายบิต แต่ถ้าเขียนแทนด้วยเลขฐานสิบหกจะใช้เพียงไม่กี่หลัก

ค่าสิบหกสามารถแทนได้ด้วยสองยกกำลังสี่ หรือ 16 = 2^4 ดังนั้นเลขฐานสิบหกจึงสามารถเขียนแทนด้วยเลขฐานสองได้สี่บิต โดยมีค่าตั้งแต่ 0000 ถึง 1111 หรือแทนด้วยอักษร 0 ถึง F ความสัมพันธ์ระหว่างเลขฐานสอง ฐานสิบ และฐานสิบหกแสดงไว้ในตารางความสัมพันธ์ของเลข BIN, BCD และ HEX

การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหกก็สามารถทำได้โดยง่าย โดยจัดเลขฐานสองตั้งแต่บิตแรกจนถึงบิตสุดท้ายเป็นกลุ่ม ๆ โดยจัดกลุ่มละ 4 บิตและแทนค่าด้วยเลขฐานสิบหกแต่ละค่าให้สอดคล้องกันตัวอย่างต่อไปนี้จะเป็นการแปลงเลขฐานสองเป็นฐานสิบหก

การแปลงเลข 10101011111101 เป็นเลขฐานสิบหกสามารถทำได้โดย การแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 บิตดังนี้

0010 1010 1111 1101

จะเห็นว่าถ้าแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 บิต จะมีสองบิตบนที่จัดกลุ่มไม่ได้ ก็ให้เติม 0 ไปในกลุ่มนั้นให้ครบ 4 บิต จากนั้นแทนค่าตัวเลขแต่ละกลุ่มด้วยเลขฐานสิบหกดังนี้

2 A F D ดังนั้นจะได้ 10101011111101 มีค่าเท่ากับ 2AFD

ให้จำไว้ว่าเลขฐานสิบหกที่เรามองเห็นนั้นเป็นการใช้แทนเลขไบนารีเพราะ CPU ไม่สามารถประมวลผลเลขฐานสิบหกได้

8. ประเภทของข้อมูลเช่น บิต, ไบต์, เวิร์ด

ข้อมูลภายใน พีแอลซี จะมีคำจำกัดความที่เรียกกันคือ บิต (BIT), ไบต์ (Byte), เวิร์ด (Word) หลักการเรียกและความหมายของแต่ละคำมีดังนี้

- 1 Word = 2 Byte
- 1 Byte = 2 Digit
- 1 Digit = 4Bit

เช่น ข้อมูลขนาด 256 กิโลบิต (kBit) จะสามารถเก็บข้อมูลได้กี่กิโลไบต์ ?

8 บิต = 1 ไบต์

256 กิโลบิต = (256 x 1000)/ 8 = 32,000 ไบต์ หรือ = 32 กิโลไบต์

หน่วยความจำ ขนาด 6 kWords ถ้าจะเปลี่ยนหน่วยเป็น kB. จะได้เท่าไร?

- 1 Word = 2 ไบต์
- 6 kWord = 2 x 6 x 1000 = 12,000 ไบต์ หรือ = 12 กิโลไบต์

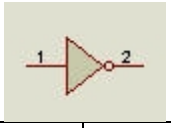
9. ลอจิกเกต (Logic Gate)

พีแอลซี ทำงานด้วยหลักการของ Binary คือ เป็นอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 สถานะ เช่น สูง หรือต่ำ ปิดหรือเปิด, 0 หรือ 1 เกตเป็นสัญลักษณ์ของวงจรที่ใช้แทนลอจิก ระบบที่เรียกว่าพีชคณิตบูลลีนใช้แสดงอินพุตและเอาท์พุต เกตพื้นฐานมีดังนี้

9.1 อินเวอร์เตอร์ Inverter-Not

อินเวอร์เตอร์เป็นเกตที่มี 1 อินพุต 1 เอาท์พุตท์ วงจรให้เอาท์พุตที่ตรงข้ามกับอินพุต เช่นถ้าอินพุตเป็น 0 เอาท์พุตจะเป็น 1 ถ้าอินพุตเป็น 1 เอาท์พุตจะเป็น 0

ตารางที่ 2-5 อินเวอร์เตอร์ Inverter-Not

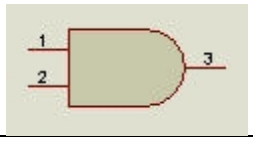


A	Y
0	1
1	0

9.2 แอนด์เกต And Gate

เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มี 1 เอาท์พุต วงจรให้เอาท์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตทุกตัวมีค่าเป็น 1 กรณีอื่น ๆ เอาท์พุตจะมีค่าเป็น 0

ตารางที่ 2-6 แอนด์เกต And Gate

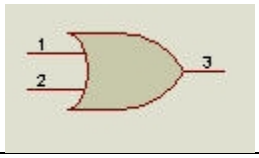


A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

9.3 ออร์เกต Or Gate

เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มี 1 เอาท์พุต วงจรให้เอาท์พุตเป็น 1 เมื่อตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่ออินพุตทุกตัวมีค่าเท่ากับ 0 เอาท์พุตจะมีค่าเป็น 0

ตารางที่ 2-7 ออร์เกต Or Gate

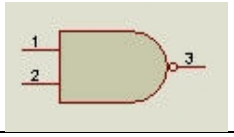


A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

9.4 แนนด์เกต Nand Gate

เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มีการทำงานตรงข้ามกับ แอนด์เกต (วงจรให้เอาท์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตทุกตัวมีค่าเป็น 1 กรณีอื่น ๆ ค่าเอาท์พุตจะมีค่าเป็น 1)

ตารางที่ 2-8 แนนด์เกต Nand Gate

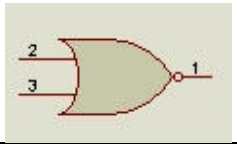


A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

9.5 นอร์เกต Nor Gate

เป็นเกตที่มีตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป มีการทำงานตรงข้ามกับออร์เกต (วงจรจะให้เอาท์พุตเป็น 0 ก็ต่อเมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น 1)

ตารางที่ 2-9 นอร์เกต NOR GATE

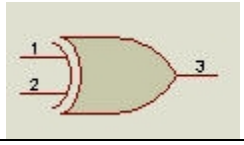


A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

9.6 เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต X-Or Gate

เป็นเกตที่มี 2 อินพุต 1 เอาท์พุต วงจรให้เอาท์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตมีค่าต่างกัน ให้เอาท์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตมีค่าเหมือนกัน

ตารางที่ 2-10 เอ็กซ์คลูซิฟออร์เกต X-Or Gate

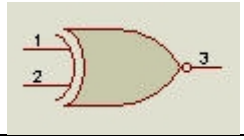


A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

9.7 เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต X-Nor Gate

เป็นเกตที่มี 2 อินพุต 1 เอาท์พุต วงจรให้เอาท์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตมีค่าเหมือนกัน ให้เอาท์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตมีค่าต่างกัน

ตารางที่ 2-11 เอ็กซ์คลูซิฟนอร์เกต X-Nor Gate



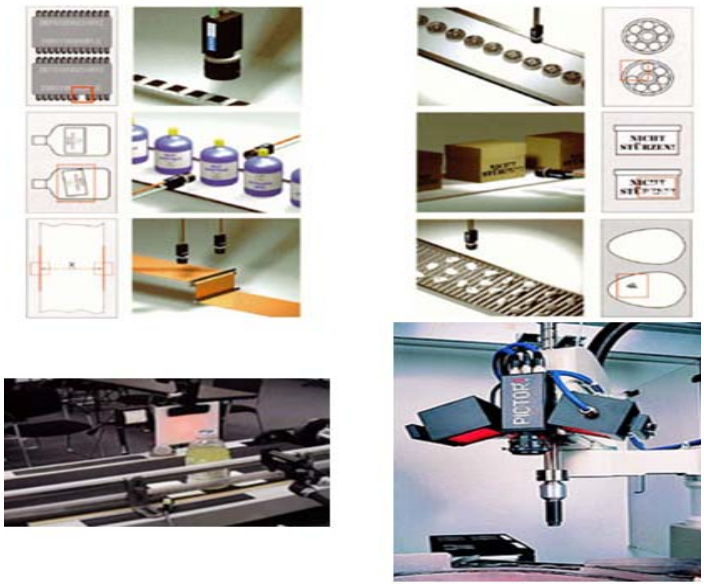
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ความรู้เรื่องระบบ Camera Vision เบื้องต้น

ระบบวิชั่น (Vision System) หรือบางคนอาจเรียกว่า แมชชีนวิชั่น (Machine Vision) จึงเข้ามามีบทบาทในการตรวจเช็คคุณภาพ เนื่องจากระบบนี้สามารถตรวจเช็คได้ 100% ของผลิตภัณฑ์ และมีความละเอียดแม่นยำกว่าสายตามนุษย์สามารถควบคุมคุณภาพได้สม่ำเสมอต่างจากสายตามนุษย์ที่อาจมีความเหนื่อยล้า เป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดเพี้ยนได้นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานได้ตั้งแต่ช่วงแรก ๆ ของกระบวนการผลิตซึ่งบางกระบวนการคนไม่สามารถเข้าไปในพื้นที่นั้น ๆ ได้ทำให้สามารถคัดแยกชิ้นงานที่เสียออกแต่เนิ่น ๆ ไม่ต้องปล่อยให้เสร็จสิ้นกระบวนการถึงจะมีการตรวจเช็ค เพราะถึงเวลานั้นชิ้นงานมีมูลค่าที่สูง (บุญลือ บุญคง, 2551)

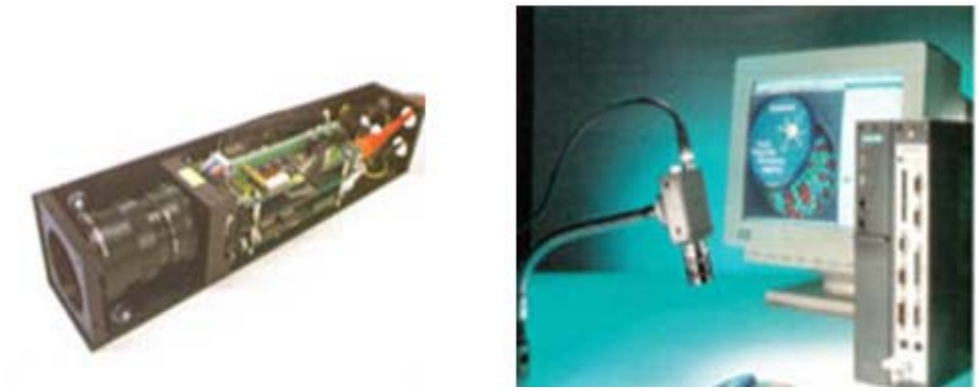
1. ระบบวิชั่นใช้งานอะไรได้บ้าง

ตรวจเช็คตำแหน่งของวัตถุเช่นตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ เป็นต้นตรวจสอบความผิดพลาดของชิ้นงาน เช่น รอยแตกร้าวที่ผิวชิ้นงาน, การติดฉลากบนภาชนะอาหาร-เครื่องดื่ม, ปริมาณหรือระดับของเครื่องดื่มที่บรรจุขวด, สีและขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ผิดเพี้ยน, การพิมพ์รูปและตัวอักษร, ตรวจเช็คสิ่งปนเปื้อนที่ผิวชิ้นงาน เป็นต้นวัดขนาดของชิ้นงานนำทางให้หุนยนต์ เช่น ในงานเชื่อมแนว, งานยกของ, งานหยอดกาว



ภาพที่ 2-5 การประยุกต์ใช้งานระบบวิชั่น

หลายท่านอาจจะเคยได้ยินเกี่ยวกับระบบวิชั่นมาบ้างแล้วแต่ก็ยังคงมีคำถามในใจมากมาย เช่น ผลิตภัณฑ์ของตนจะใช้ระบบวิชั่นตรวจเช็คได้มั้ย? หากต้องการจะใช้ควรจะเริ่มต้นอย่างไร ? เทคโนโลยีใหม่นี้ยากง่ายแค่ไหนจะมีคนในองค์กรดูแลได้มั้ย หรือมีคนภายนอกที่ไหนจะให้คำปรึกษาได้บ้าง บทความต่อไปนี้จะช่วยท่านคลี่คลายคำถามเหล่านี้ อีกทั้งช่วยให้ท่านเข้าใจและมองภาพระบบวิชั่นชัดเจนขึ้น ระบบวิชั่นหรือแปลเป็นภาษาไทยว่าระบบการมองเห็น แต่ในที่นี้ผู้เขียนจะขอใช้ทับศัพท์ทั้งนี้เนื่องจากเป็นที่คุ้นเคยและเข้าใจง่ายกว่า ระบบวิชั่นประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ สองส่วน คือ กล้องถ่ายรูป อาจจะเป็นแบบอะนาลอกหรือดิจิตอลก็ได้ และชุดประมวลผลสัญญาณภาพ ระบบวิชั่นที่เราคุ้นเคย และเห็นกันบ่อย ๆ เช่น โทรทัศน์วงจรปิดตามห้างสรรพสินค้า และร้านค้าต่าง ๆ ระบบนี้เป็นเพียงการจับสัญญาณภาพด้วยกล้องวีดีโอแบบอะนาลอกที่มีความละเอียดไม่มากนัก แล้วนำสัญญาณที่ได้แสดงออกหน้าจอในส่วนนี้ผู้เขียนจะไม่ขอกล่าวถึงในรายละเอียด แต่จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของระบบวิชั่นที่ใช้งานในอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้กล้องดิจิตอลที่มีความละเอียดสูงมีชุดประมวลผลที่สามารถโปรแกรมได้ เราสามารถแบ่งกล้องดิจิตอลที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะโครงสร้าง คือ Intelligent Digital Camera กล้องประเภทนี้จะมี CPU หรือชุดประมวลผล และชุดควบคุม (Controller) อยู่ในตัวกล้อง ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) เพื่อเขียนโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์แล้วโหลดโปรแกรมใส่ในหน่วยความจำของกล้อง ดังนั้นเวลาใช้งานจึงไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์ การใช้งานทำได้ง่ายมีฟังก์ชั่นไม่ซับซ้อน แต่จะมีข้อจำกัดกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง ๆ หรืองานที่ซับซ้อน และงานต้องเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่าย Standard Digital Camera จะเป็นกล้องดิจิตอลธรรมดาทั่วไปการใช้งานผู้ใช้ต้องเชื่อมต่อกับชุดควบคุมอีกทีหนึ่งซึ่งชุดควบคุมนั้นอาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) โดยติดตั้งการ์ดที่จะติดต่อกับกล้อง (Frame Grabber) เพิ่มเติม แบบนี้เรียกว่า PC Base Vision System ระบบนี้ต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลและวิเคราะห์สัญญาณภาพทำให้มีประสิทธิภาพสูงผู้ใช้สามารถใช้ฟังก์ชั่นการใช้งานได้หลากหลายปัจจุบันมีซอท์ฟแวร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณภาพที่มีประสิทธิภาพหลายโปรแกรม แต่ระบบนี้จะมีราคาแพง และการใช้งานค่อนข้างซับซ้อนจึงเหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูงและอัตราการประมวลผลเร็ว เช่น งานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยา อีกแบบหนึ่งเป็นชุดควบคุมเฉพาะที่บริษัทผู้ผลิตได้ผลิตขึ้นมาลักษณะคล้ายกับ พีแอลซี การใช้งานจะคล้ายกับ Intelligent Digital Camera เพียงแต่เป็นการนำชุดประมวลผลมาไว้นอกตัวกล้อง



ภาพที่ 2-6 Intelligent Digital Camera, Standard digital Camera และชุดควบคุมเฉพาะ

ระบบวิชั่นที่กำลังเข้ามามีบทบาทในงานตรวจสอบคุณภาพเป็นอย่างมากในปัจจุบันนี้ อาจเนื่องมาจากการแข่งขันกันมากขึ้นหรือถูกบังคับโดยระบบคุณภาพต่าง ๆ ก็ตามแต่ความเป็นจริงแล้วผลประโยชน์ตกกับบริษัทผู้ผลิตเองเช่นของเสียลดลงนั่นหมายถึงต้นทุนการผลิตลดลง ลูกค้ามั่นใจในคุณภาพทำให้ขายผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นทั้งนี้ตัวเทคโนโลยีระบบวิชั่นเองไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักซึ่งผู้ใช้สามารถศึกษาได้ทั่วไป

แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพ มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาถึงสาเหตุและผลของปัญหา ในกรณีนี้สามารถทำการระดมสมองเพื่อกำหนดสมมติฐานของสาเหตุในรูปของแผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และเนื่องจากแผนภาพมีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงเรียกว่าแผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram) แสดงดังภาพที่ 2-7

ความจำเป็นในการแตกสาเหตุให้จำแนกเป็นสาเหตุย่อย ๆ เพื่อระบุถึงสาเหตุที่ต้องการบ่งชี้แล้วทำการแก้ไข ทั้งนี้การจำแนกสาเหตุดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงความผันแปรให้มากที่สุดภายใต้หลักการ 3 ความจริงและความรู้จากเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (สุวัจชัย ประภัตน์, 2551)

1. แผนภาพก้างปลาแบบวิเคราะห์ความผันแปร

แผนภาพก้างปลาประเภทนี้มีความเหมาะสมกับปัญหาที่มีความผันแปร หรือการกระจาย การค้นหาสาเหตุสำหรับการสร้างแผนภาพก้างปลาจะเกิดการตั้งคำถามพื้นฐานว่า “ทำไมการกระจายนี้จึงเกิดขึ้น”

2. แผนภาพก้างปลาแบบกำหนดรายการของสาเหตุ

แผนภาพก้างปลาประเภทนี้มีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับปัญหา แบบเรื้อรัง โดยการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสาเหตุด้านระบบ โดยการระดมสมองไม่ต้องคำนึงว่าสาเหตุดังกล่าวอยู่บนแนวความคิดใดหรือกลุ่มใด

3. แผนผังก้างปลาจำแนกตามกระบวนการผลิต

แผนภาพก้างปลาประเภทนี้มีความเหมาะสมกับสาเหตุของปัญหาที่จำแนกตั้งแต่กระบวนการต้นน้ำถึงกระบวนการท้ายน้ำ โดยเริ่มต้นจากการเขียนโครงแผนภาพตามกระบวนการเพิ่มมูลค่าตั้งแต่ต้นน้ำ แล้วใส่สาเหตุที่เกี่ยวข้องลงไปทีละขั้นตอนของกระบวนการและผลจากกระบวนการต้นน้ำจะเป็นสาเหตุของปัญหาท้ายน้ำเสมอ

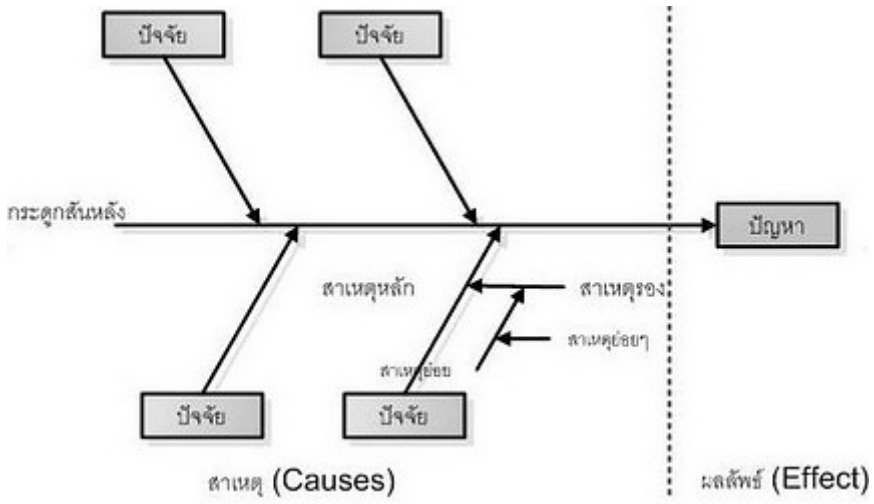
ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้มาตรการโต้ตอบมาเป็นสาเหตุ แต่ต้องใช้สภาวะที่ผิดปกติ หรือเป็นสภาวะที่ไม่ปกติที่มีระดับที่ไม่เหมาะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุในแผนภาพก้างปลา

2. ไม่ใช้ความต้องการของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ เพราะความต้องการของลูกค้า คือวัตถุประสงค์ของกระบวนการ ตลอดจนไม่ใช้พฤติกรรมของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ โดยพฤติกรรมดังกล่าวจะเป็นข้อจำกัด ของการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ แต่ต้องใช้ความผิดปกติของปัจจัยในระบบมาเป็นสาเหตุของปัญหา

3. ไม่ใช้การจำแนกสาเหตุของปัญหาตาม 4M เสมอไป แต่ต้องใช้การจำแนกสาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับอาการของปัญหาที่พิจารณา

4. ไม่ใช้แผนภาพก้างปลาเป็นจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ แต่ต้องใช้แผนภาพก้างปลาตามวิธีการระดมสมอง ซึ่งอาจจะจำแนกออกเป็นวิธีการวิเคราะห์ความผันแปรวิธีการกำหนดรายการสาเหตุ และวิธีการจำแนกตามกระบวนการ



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างแผนภาพก้างปลา

วิธีการตั้งคำถามจากปัจจัย 4M

1. Man (บุคลากร)
   - พนักงานทำตามมาตรฐานหรือไม่
   - ประสิทธิภาพงานของพนักงานเป็นที่ยอมรับหรือไม่
   - พนักงานคำนึงถึงปัญหาหรือไม่
   - พนักงานมีความรับผิดชอบหรือไม่
   - พนักงานมีความเหมาะสมหรือไม่
   - พนักงานมีประสบการณ์หรือไม่
   - พนักงานได้รับมอบหมายที่เหมาะสมหรือไม่
   - พนักงานมีความตั้งใจที่จะปรับปรุงหรือไม่
   - พนักงานมีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีหรือไม่
   - พนักงานมีสุขภาพที่ดีหรือไม่
2. Machine (เครื่องจักร)
   - ทำงานตามความต้องการในการผลิตหรือไม่
   - ทำงานเต็มกำลังหรือตามขั้นตอนหรือไม่
   - การตรวจสอบเพียงพอหรือไม่
   - การปฏิบัติงานต้องหยุดเนื่องจากปัญหาเครื่องจักรบ่อยหรือไม่

- การผลิตได้ตรงตามความต้องการอย่างถูกต้องหรือไม่
- มีสิ่งผิดปกติเกิดกับเครื่องจักรหรือไม่
- เครื่องจักรเครื่องใช้ต่าง ๆ เพียงพอหรือไม่

3. Material (วัตถุดิบ)
   - มีข้อผิดพลาดจากเกี่ยวกับปริมาณการผลิตหรือไม่
   - มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับระดับคุณภาพหรือไม่
   - มีข้อผิดพลาดเกี่ยวชื่อทางการค้าหรือไม่
   - มีส่วนผสมที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่
   - ระดับสินค้าคงคลังเพียงพอหรือไม่
   - มีของเสียอยู่ในวัตถุดิบหรือไม่
   - ที่จัดเก็บเพียงพอหรือไม่
   - วัตถุดิบหมดอายุหรือไม่
   - มาตรฐานการจัดเก็บเพียงพอหรือไม่
   - แผนการใช้วัตถุดิบเพียงพอหรือไม่
4. Method (วิธีการ)
   - มาตรฐานการทำงานเพียงพอหรือไม่
   - มีการปรับปรุงมาตรฐานการทำงานหรือไม่
   - เป็นวิธีการที่ปลอดภัยหรือไม่
   - วิธีการผลิตสินค้าที่ดีหรือไม่
   - เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพหรือไม่
   - ลำดับขั้นตอนการทำงานที่ดีหรือไม่
   - การปรับปรุงเครื่องจักรที่ดีพอหรือไม่
   - อุณหภูมิและความชื้นดีพอหรือไม่
   - แสงสว่างและการระบายอากาศดีหรือไม่
   - มีการตรวจสอบกระบวนการก่อนหน้าดีพอหรือไม่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โสภน ก้อนจันทร์ และ ปิยะวรรณ เชื้อสิงห์ (2551), การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความสามารถวัดแรงดันไฟฟ้า และสามารถแสดงผลออกทางจอ LCD

อีกทั้งยังสามารถนำค่าที่วัดได้นำมาจัดเก็บลงใน SD Card ได้ด้วย วัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงผลแบบ Real Time และยังสามารถเก็บข้อมูลได้ ด้วยการเขียนโปรแกรมให้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 LPC2148 ให้การแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วจึงประมวลผล และส่งค่าออกแสดงผลกับการบันทึกลง SD Card ตามลำดับ โดยมีชุด Conditioning Circuit ที่สร้างขึ้นสำหรับสัญญาณที่ทำการวัดแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางกายภาพใด ๆ ที่กำลังทำการวัดให้เป็นแรงดันไม่เกิน +/- 5V

กฤษณชัย ศรีวรรณ (2553), การประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่นภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีทีทัศน์ (วีดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้ได้ตามคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น การปรับความชัดเจนของภาพ รวมถึงการประมวลผลสิ่งต่าง ๆ มีความสามารถในการตัดสินใจ และกลไกต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้ประมวลผลทางภาพดิจิตอลนับว่าเป็นเทคโนโลยีที่สามารถเปรียบเสมือนตาของมนุษย์ ที่ทำงานได้ในบางกรณี การศึกษาการประมวลผลภาพดิจิตอลโดยเป็นการประยุกต์ใช้เพื่องานด้านการถอดรหัสสินค้า เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งในโครงงานนี้ประกอบไปด้วยโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลรหัสแท่ง ซึ่งถูกออกแบบใช้กับรหัสแท่งภายในประเทศเท่านั้น และถูกต้องแม่นยำในการประมวลผล

ภูวดล เสียงใส และ เอกวุธ จัตวานิล (2553), พัฒนาสร้างชุดทดลองแขนกลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และพีแอลซี ซึ่งเป็นการออกแบบการจำลองการจับสิ่งของของแขนกลและชุดทดลองแขนกลประกอบด้วยมอเตอร์ 6 ตัว เป็นต้นกำลังของแต่ละชิ้นส่วนและใช้สวิทช์จำกัดระยะขอบเขตการทำงานให้เหมาะสม การทดลองควบคุมแขนกล 3 อย่าง คือ ระบบแมนนวล ระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี และควบคุมพีแอลซีด้วยภาษาแลดเดอร์ และผลที่ได้จากการทำงานของแต่ละระบบการควบคุมเป็นไปตามคำสั่งควบคุมในส่วนของชุดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 ความเร็วในการหมุนค่อนข้างช้า และระบบมือจับสิ่งของบางครั้งไม่แน่นทำให้ของหล่น

คัง บุญ เซียง (2553), งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้เทคนิคการผลิตแบบลีนเพื่อลดการสูญเสียผลผลิตในกระบวนการและค่าใช้จ่ายในวัสดุเชื่อมต่อในระบบการระบายความร้อนอุตสาหกรรมผ้าเคลือบพลาสติก ก่อนที่งานวิจัยนี้ถูกจัดทำขึ้นมา อุตสาหกรรมเคลือบประสบปัญหาจากผลผลิตจากกระบวนการยุ่งยากและค่าใช้จ่ายสูง ในการดำเนินกิจการขาดทุน ความสูญเสียผลผลิตกระบวนการและค่าใช้จ่ายสูง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

ความหนาของสารเคลือบผิวที่ถูกกำหนดโดยลูกค้า ความหนาของสารเคลือบผิวเป็นหนึ่งในสิ่งสำคัญที่สุดกับการกำหนดคุณภาพของพารามิเตอร์ เนื่องจากปัญหานี้งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคแบบลีนและระบบ Poka Yoke โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่จะแก้ปัญหานี้ วิธีการที่ใช้กันอยู่โดยใช้เทคนิคการจัดการภาพและแสง Andon ร่วมกับเซ็นเซอร์ในการตรวจสอบและเรียกผู้ประกอบการเมื่อความหนาของการเคลือบนอกเหนือจากที่ระบุ กระบวนการผลผลิตและข้อมูลต้น ก่อนดำเนินการติดตั้ง Poka Yoke อุปกรณ์และหลังการดำเนินงานของ Poka Yoke อุปกรณ์ เมื่อเทียบดูการปรับปรุงจากการดำเนินงานของ Poka Yoke อุปกรณ์ การดำเนินการของเทคนิคเหล่านี้มีการจัดการเพื่อช่วยปรับปรุงกระบวนการที่มีต่อผลผลิตและยังลดค่าใช้จ่ายในเรื่องที่สนใจที่เกี่ยวข้องกับความหนาของสารเคลือบผิว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานงานวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ตรวจสอบคุณภาพก้ามเบรก โดยการออกแบบเครื่องจักรในการตรวจสอบให้มีความถูกต้องของผลิตภัณฑ์แทนการใช้คน และทำให้การตรวจจับขั้นสุดท้ายก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการ
   - ผลิตภัณฑ์เบรก
   - กระบวนการผลิตก้ามเบรก
   - การตรวจสอบระบบเดิม
2. การวิเคราะห์ปัญหา
   - วิเคราะห์สภาพของปัญหา
   - วิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข
3. การพัฒนาสร้างเครื่องตรวจสอบ
   - การลำดับอุปกรณ์พิเศษเป็นรายละเอียดของเครื่องจักร
4. การออกแบบส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องจักร
   - ระบบไฟฟ้า
   - ระบบกล้องตรวจสอบ
   - ระบบการตรวจสอบด้วยบาร์โค้ด
   - ระบบการแสดงผลด้วยจอสัมผัส
   - การประมวลผลด้วยพีแอลซี
5. โครงสร้างของเครื่องจักร
   - ประยุกต์การทดสอบการใช้งาน
   - สรุปแผนการดำเนินงาน

การศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

1. ผลิตภัณฑ์เบรก

ผลิตภัณฑ์เบรกของบริษัทผู้วิจัยมี 3 ประเภท หลัก คือ เบรกสำหรับรถเก๋ง, เบรกสำหรับรถปิกอัพ, เบรกสำหรับรถบรรทุก และ รถบัส โดยแยกย่อยออกเป็นดังนี้

1.1 เบรกสำหรับรถเก๋ง

- ผ้าดิสเบรก คือ ส่วนผสมระหว่างผงฝุ่นเคมีอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนกับแผ่นเหล็ก อบ และ เจียรผิว
- ผ้าเบรค คือ ส่วนผสมระหว่างผงฝุ่นเคมีอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน, อบ, ตัด และ เจียรผิว
- ดรัมเบรก คือ ส่วนประกอบระหว่างฝาครอบเหล็ก, ก้ามเบรก, ลูกสูบ, สปริง, สายเคเบิ้ล และ ส่วนประกอบย่อย

1.2 เบรกสำหรับปิกอัพ

- ผ้าเบรก คือ ส่วนผสมระหว่างผงฝุ่นเคมีอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน, อบ, ตัด และ เจียรผิว
- ก้ามเบรก คือ ส่วนประกอบระหว่างผ้าเบรกทากาว, นำไปอัดกับผ้าเบรก, อบ และนำไปเจียรผิว
- ดรัมเบรก คือ ส่วนประกอบระหว่างฝาครอบเหล็ก, ก้ามเบรก, ลูกสูบ, สปริง, สายเคเบิ้ล และ ส่วนประกอบย่อย

1.3 เบรกรถบรรทุกและเบรกรถบัส

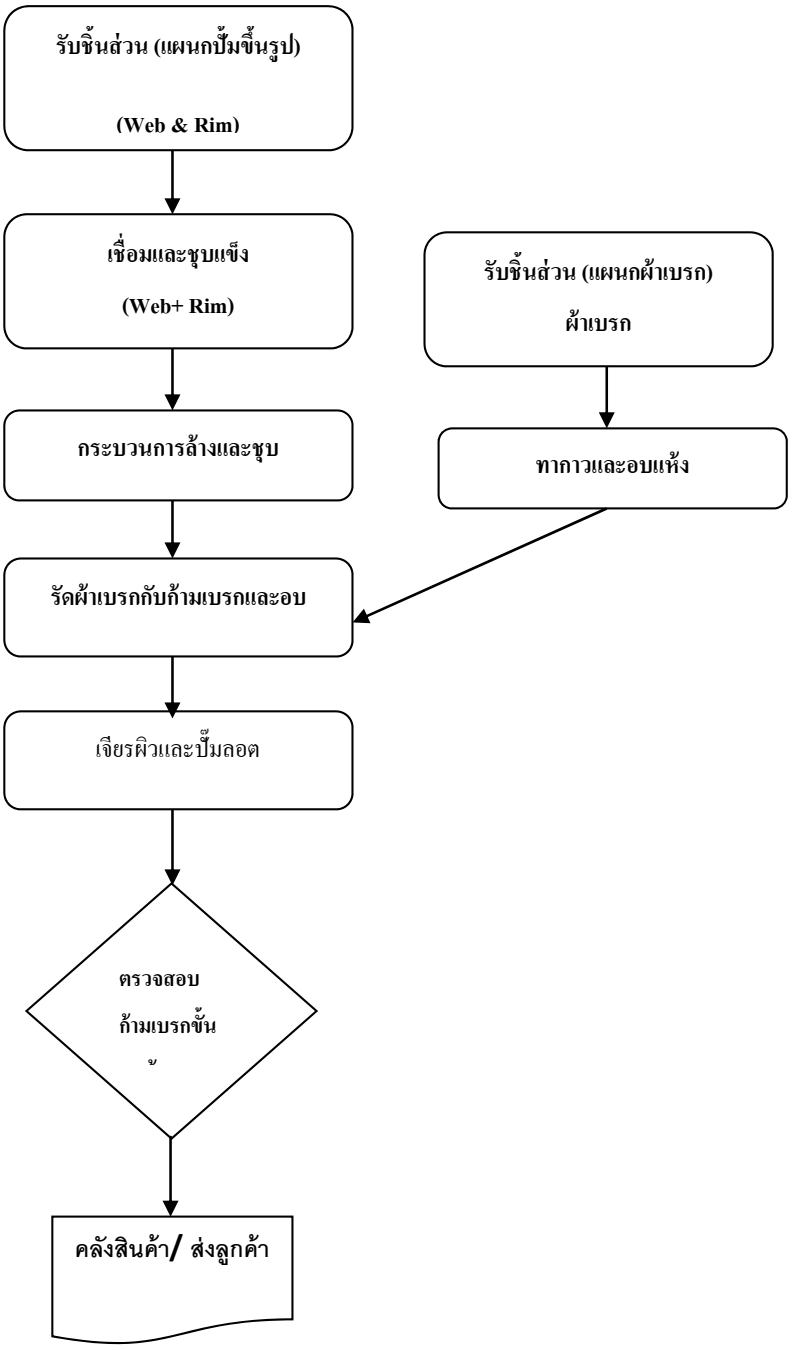
- ผ้าเบรก คือ ส่วนผสมระหว่างผงฝุ่นเคมีอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน, อบ, ตัด และ เจียรผิว
- ก้ามเบรก คือ ส่วนประกอบระหว่างผ้าเบรกทากาว, นำไปอัดกับผ้าเบรก, อบ และนำไปเจียรผิว
- ดรัมเบรก คือ ส่วนประกอบระหว่างฝาครอบเหล็ก, ก้ามเบรก, ลูกสูบ, สปริง, สายเคเบิ้ล

ผลิตภัณฑ์ที่บริษัทตัวอย่างผลิตเพื่อทำการส่งมอบให้กับลูกค้า โรงประกอบรถยนต์และเป็นอะไหล่ศูนย์ ทั้งภายในและภายนอกประเทศแสดงดังรูปภาพที่ 3-1

ภาพที่ 3-1 ผลิตภัณฑ์เบรก

2. กระบวนการผลิตก้ามเบรก

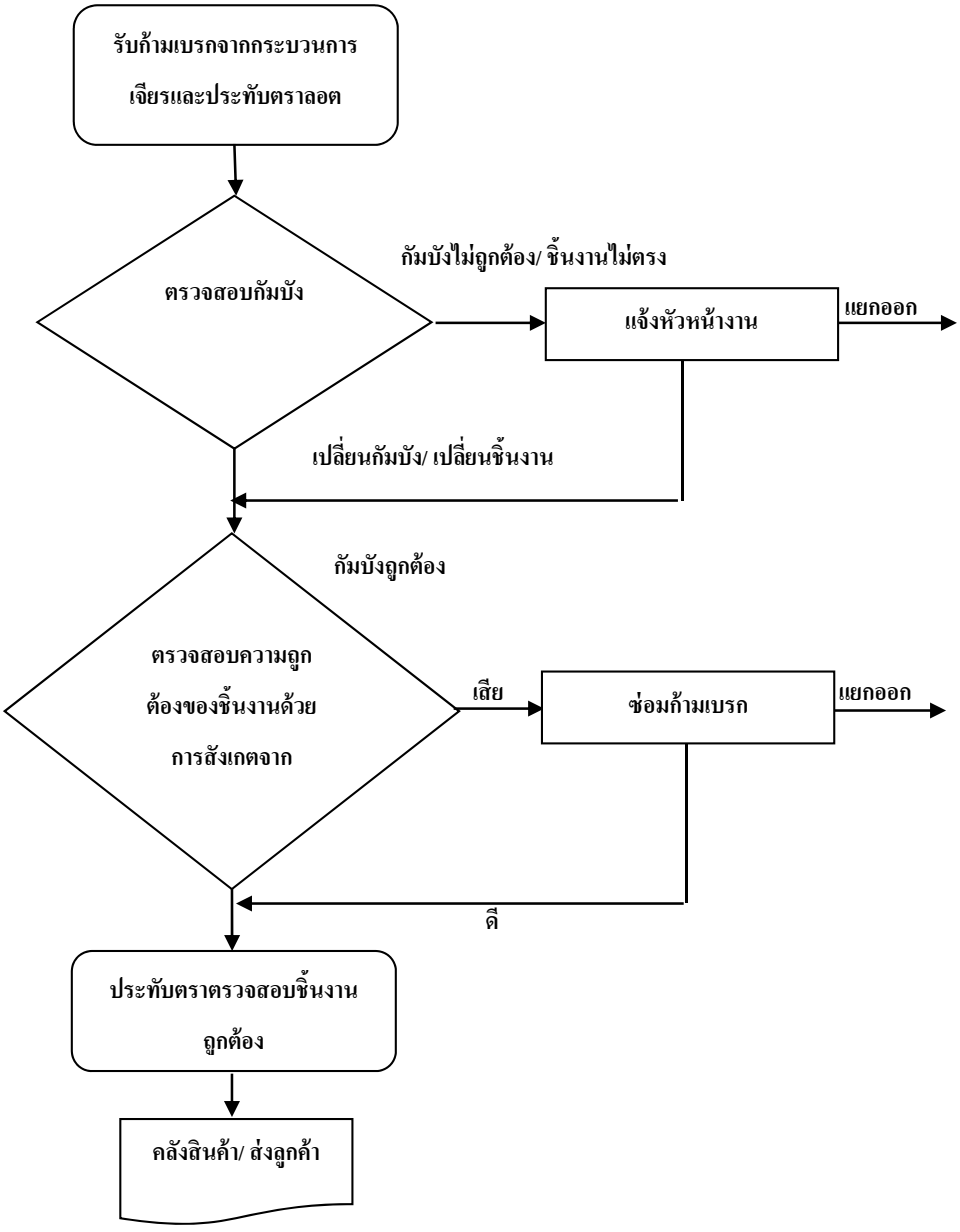
กระบวนการผลิตก้ามเบรกแสดงดังภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการผลิตก้ามเบรกสำหรับรถยนต์ของบริษัทตัวอย่างมีกระบวนการผลิตดังนี้



ภาพที่ 3-2 Process Flow Chart การผลิตหลักก้ามเบรก

3. การตรวจสอบระบบเดิม

จากข้อมูลของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ เป็นกระบวนการที่มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยใช้พนักงาน เป็นการตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์นี้มีการประกอบครบถ้วนสมบูรณ์ ก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า หรือกระบวนการประกอบดรัมเบรก แสดงแผนผังการตรวจสอบก้ามเบรกขั้นสุดท้าย

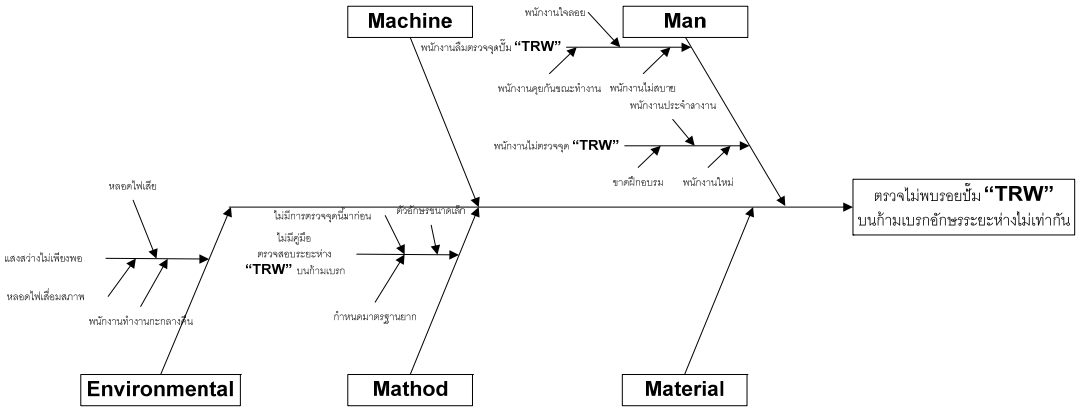


ภาพที่ 3-3 แผนผังการตรวจสอบก้ามเบรก

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

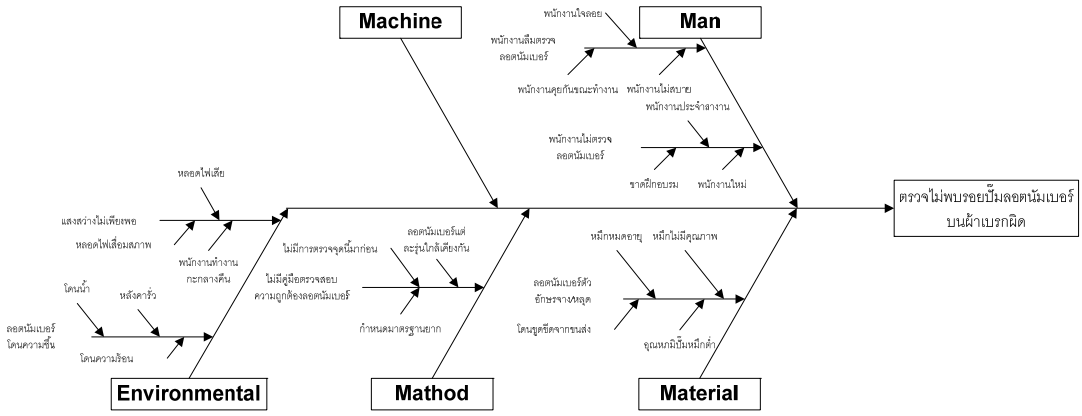
จากข้อมูลปัญหาในที่พบจากการใช้พนักงานในการตรวจสอบก้ามเบรก ที่ระบุไว้ในบทที่ 1 (ภาพที่ 1-2 จำนวน NC ที่เป็นสาเหตุให้เกิดของเสีย และ ข้อร้องเรียนจากลูกค้า ตั้งแต่ปี 2549-2554) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผิดพลาดหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ โดยใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แสดงได้ดังภาพที่ 3-4 ถึง ภาพที่ 3-10

1. วันที่ตรวจพบปัญหา 22 มกราคม 2549 ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตำแหน่งปั๊ม TRW บนก้ามเบรกอักษรระยะห่างไม่เท่ากัน



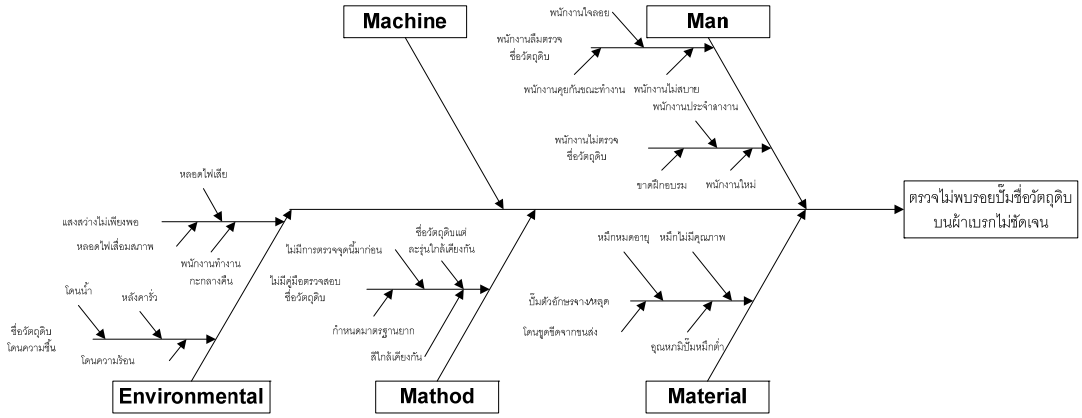
ภาพที่ 3-4 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊ม “TRW” บนก้ามเบรกอักษรระยะห่างไม่เท่ากัน

2. วันที่ตรวจพบปัญหา 31 มกราคม 2549 และ 6 กุมภาพันธ์ 2552, ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด “ปั๊มลอตนัมเบอร์บนก้ามเบรกผิด”



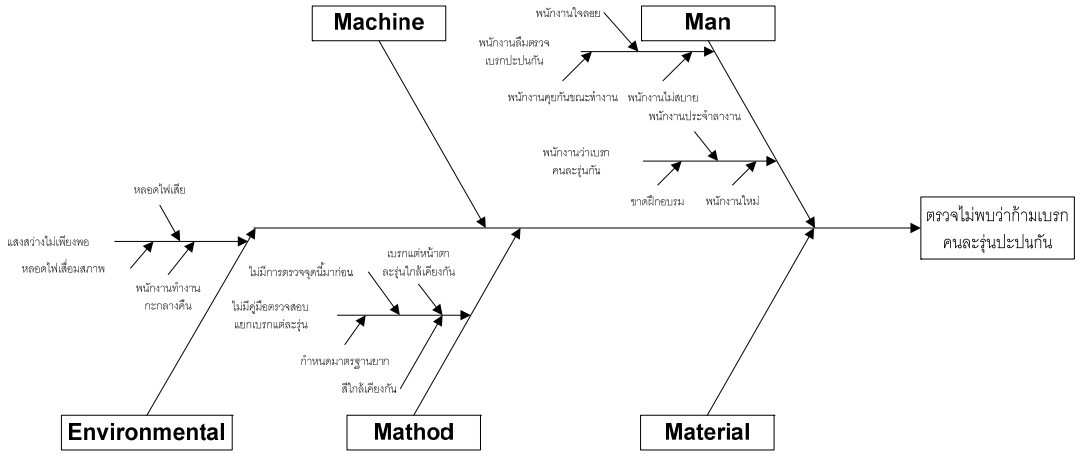
ภาพที่ 3-5 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรกผิดรุ่น

3. วันที่ตรวจพบปัญหา 18 กรกฎาคม 2549, 5 มีนาคม 2554 และ 18 พฤษภาคม 2554 และ 15 กันยายน 2554 ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด “ปั๊มชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรกไม่ชัดเจน”



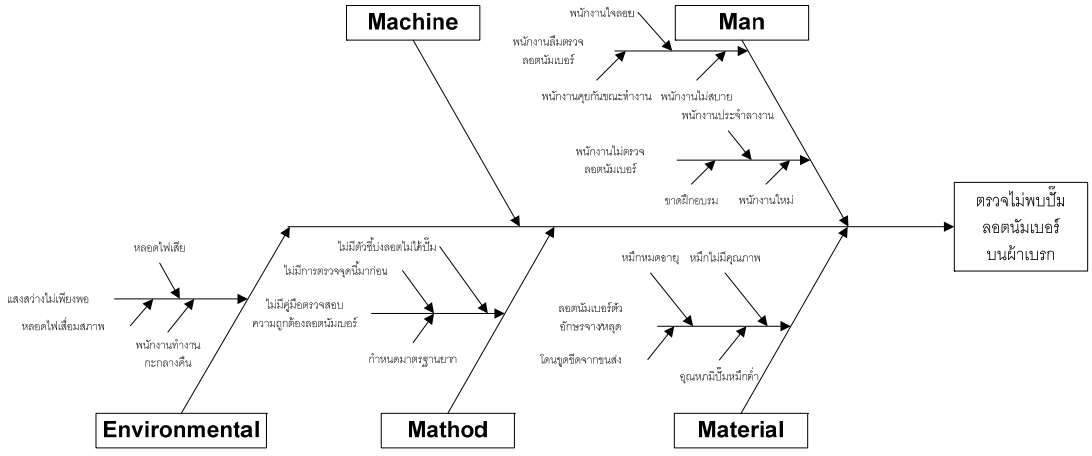
ภาพที่ 3-6 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาตรวจไม่พบรอยปั๊มชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรกไม่ชัดเจน

4. วันที่ตรวจพบปัญหา 14 ธันวาคม 2551 และ 24 พฤศจิกายน 2553 ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด “ก้ามเบรกคนละรุ่นปะปนกัน”



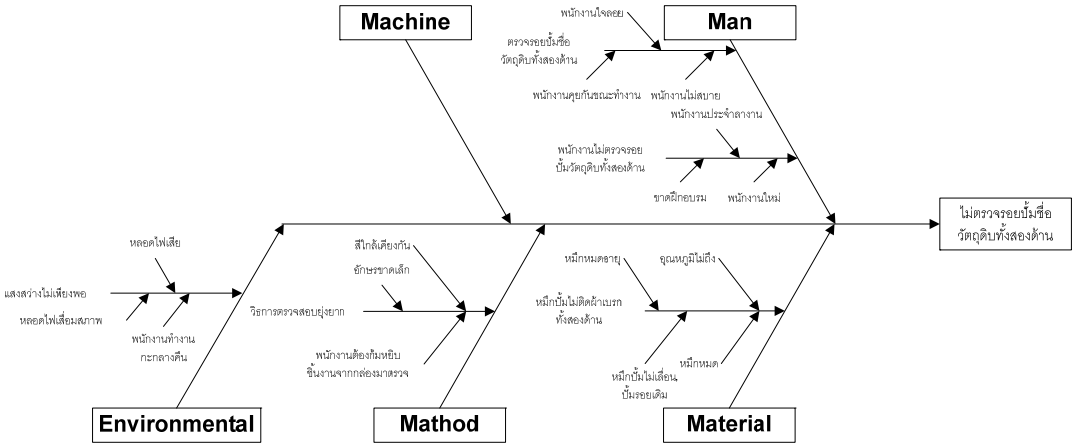
ภาพที่ 3-7 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ตรวจไม่พบว่าก้ามเบรกคนละรุ่นปะปนกัน

5. วันที่ตรวจพบปัญหา 9 ธันวาคม 2551, 3 กรกฎาคม 2552 และ 9 พฤศจิกายน 2552 ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด “ไม่ปั๊มลอตนัมเบอร์”



ภาพที่ 3-8 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ตรวจไม่พบปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรก

6. วันที่ตรวจพบปัญหา 21 กรกฎาคม 2552, 19 กันยายน2552 และ 3 กุมภาพันธ์ 2554 ข้อมูลก้ามเบรกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด “ไม่มีชื่อวัตถุดิบทั้งสองด้าน”



ภาพที่ 3-9 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ไม่ตรวจปั๊มชื่อผ้าเบรกทั้งสองด้าน

1. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

จากภาพแผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดปัญหาจากการตรวจสอบก้ามเบรก พบว่ามีสาเหตุการเกิดของปัญหา และหาวิธีการแก้ไขปัญหาสามารถสรุปได้ดัง ตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1) ตรวจไม่พบรอยปั๊ม “TRW” บนก้ามเบรกระยะห่างไม่เท่ากัน	**Man** 1) พนักงานลืมตรวจจุดปั๊ม “TRW” - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจจุดปั๊ม “TRW” - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ Machine - Method 1) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบระยะห่าง “TRW” บนก้ามเบรก - ไม่มีการตรวจจุดนี้ที่จุดตรวจสอบ - ตัวอักษรขนาดเล็ก - กำหนดมาตรฐานยาก Material - Environmetal 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ - พนักงานทำงานกะกลางคืน	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 3) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 4) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
2) ตรวจสอบไม่พบการปั๊มลอตนัมเบอร์ผิดรุ่น	Man 1) พนักงานลืมตรวจลอตนัมเบอร์ - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจลอตนัมเบอร์ - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ Machine - Mathod 1) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบลอตนัมเบอร์ - ไม่มีการตรวจสอบจุดนี้มาก่อน - ลอตนัมเบอร์แต่ละรุ่นใกล้เคียงกัน - กำหนดมาตรฐานยาก Material 1) ลอตนัมเบอร์ตัวอักษรจาง/หลุด - หมึกหมดอายุ - หมึกไม่มีคุณภาพ - โดนขูดขีดจากการขนส่ง - อุณหภูมิปั๊มหมึกต่ำ Environmental 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ - พนักงานทำงานกะกลางคืน	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 3) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 4) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	2) ลอตนัมเบอร์โดนความชื้น - โดนน้ำ - หลังคารั่ว	
3) ตรวจสอบไม่พบรอยปั๊มชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรก	<u>Man</u> 1) พนักงานลืมชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรก - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรก - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ <u>Machine</u> - <u>Mathod</u> 1) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรกไม่มีการตรวจสอบจุดนี้มาก่อน - ไม่มีการตรวจจุดนี้มาก่อน - ชื่อวัตถุดิบแต่ละรุ่นใกล้เคียงกัน - กำหนดมาตรฐานยาก - สีใกล้เคียงกัน <u>Material</u> 1) ลอตนัมเบอร์ตัวอักษรจาง/ หลุด - หมึกหมดอายุ - หมึกไม่มีคุณภาพ - โดนขูดขีดจากการขนส่ง - อุณหภูมิปั๊มหมึกต่ำ	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 3) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 4) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	Environmental 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ - พนักงานทำงานกะกลางคืน 2) ลอตนัมเบอร์โดนความชื้น - โดนน้ำ - หลังคารั่ว	
4) ตรวจสอบไม่พบว่าเบรกคนละรุ่นปะปนกัน	Man 1) พนักงานลืมตรวจเบรกปะปนกัน - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจเบรกปะปนกัน - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ Machine - Mathod 1) ไม่มีคูมือการตรวจสอบเบรกที่ปะปนกัน - ไม่มีการตรวจสอบจุดนี้มาก่อน - เบรกแต่ละรุ่นหน้าตาใกล้เคียงกัน - กำหนดมาตรฐานยาก - สีใกล้เคียงกัน Material -	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) ใช้ระบบบาร์โค้ดในการตรวจสอบ 3) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 4) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 5) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	Environmental 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ - พนักงานทำงานกะกลางคืน	
5) ตรวจสอบไม่พบปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรก	MAN 1) พนักงานลืมตรวจลอตนัมเบอร์ - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจลอตนัมเบอร์ - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ Machine - Mathod 1) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบลอตนัมเบอร์ - ไม่มีการตรวจสอบจุดนี้มาก่อน - ลอตนัมเบอร์แต่ละรุ่นใกล้เคียงกัน - ไม่มีตัวชี้บ่งลอตไม่ได้ปั๊ม - กำหนดมาตรฐานยาก Material 1) ลอตนัมเบอร์ตัวอักษรจาง/หลุด - หมึกหมดอายุ - หมึกไม่มีคุณภาพ - โดนขูดขีดจากการขนส่ง	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) ใช้ระบบบาร์โค้ดในการตรวจสอบ 3) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 4) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 5) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	- อุณหภูมิปั๊มหมึกต่ำ Environmental 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ พนักงานทำงานกะกลางคืน	
6) ไม่ตรวจจุดปั๊มก้ามเบรก รุ่น X61B, 692N, J97MU	Man 1) พนักงานลืมจุดปั๊มบนก้ามเบรก - พนักงานใจลอย - พนักงานไม่สบาย - พนักงานคุยกันขณะทำงาน 2) พนักงานไม่ตรวจจุดปั๊มบนก้ามเบรก - พนักงานประจำลา - ขาดการฝึกอบรม - พนักงานใหม่ Machine - Mathod 1) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบชื่อวัตถุดิบบนผ้าเบรกไม่มีการตรวจสอบจุดนี้มาก่อน - ไม่มีการตรวจจุดนี้มาก่อน - ลักษณะการปั๊มแต่ละรุ่นใกล้เคียงกัน - กำหนดมาตรฐานยาก - สีใกล้เหมือนกัน	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ 2) ใช้ระบบบาร์โค้ดในการตรวจสอบ 3) เพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงาน 4) ฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักการทำงานที่ถูกต้อง 5) จัดทำคู่มือการตรวจสอบที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3-1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางแก้ไข (ต่อ)

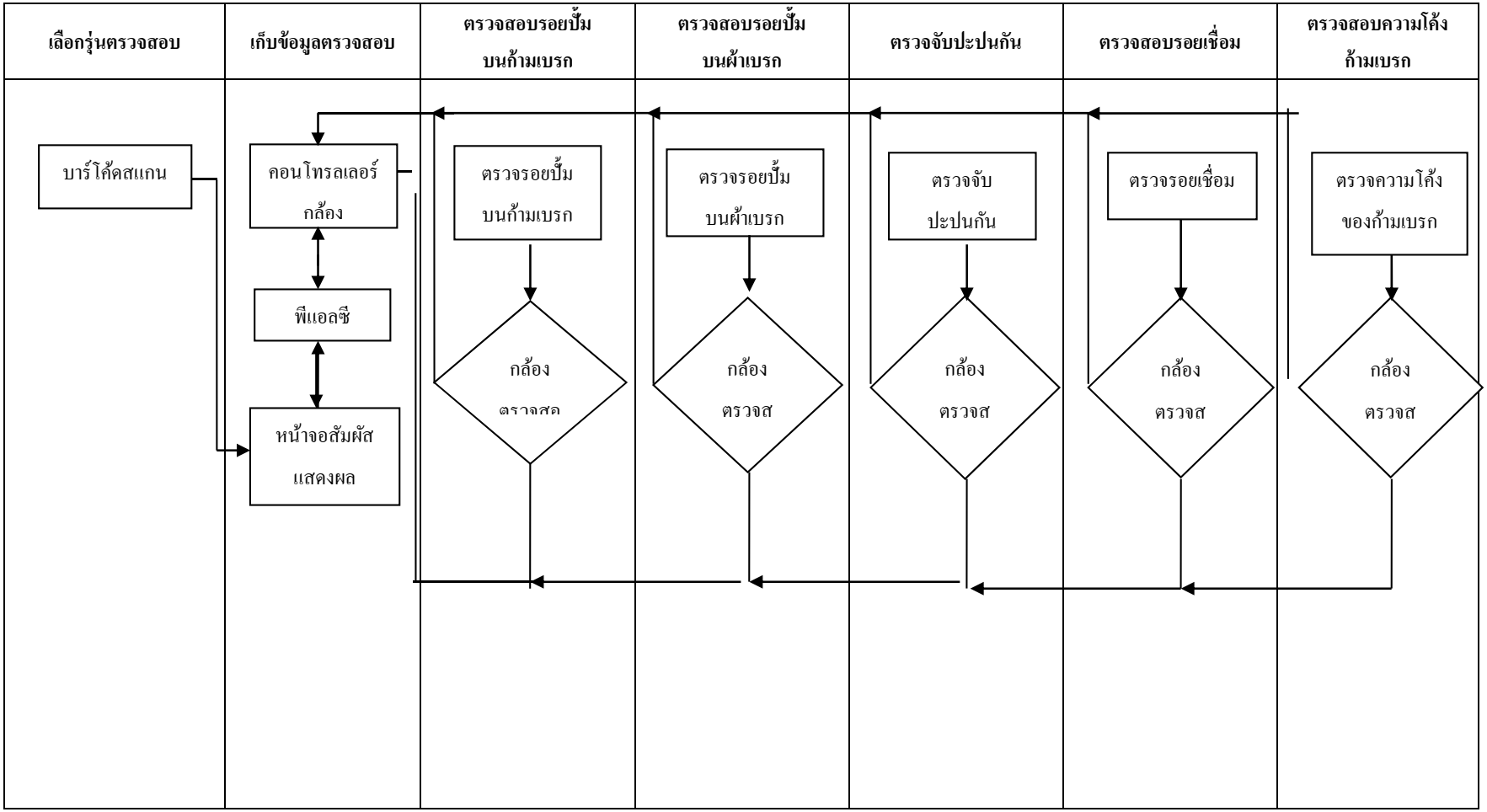
ปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุปัญหา	แนวทางการแก้ไข
	Material 1) ปั๊มตัวอักษรจาง/ หลุด - หมึกหมดอายุหมึก/ ไม่มีคุณภาพ - โดนขูดขีดจากการขนส่ง - อุณหภูมิปั๊มหมึกต่ำ Environmental 1) แสงสว่างไม่เพียงพอ - หลอดไฟเสีย - หลอดไฟเสื่อมสภาพ - พนักงานทำงานกะกลางคืน 2) ลอตนัมเบอร์โดนความชื้น - โดนน้ำหลังคารั่ว	

การพัฒนาสร้างเครื่องจักรในการตรวจสอบ

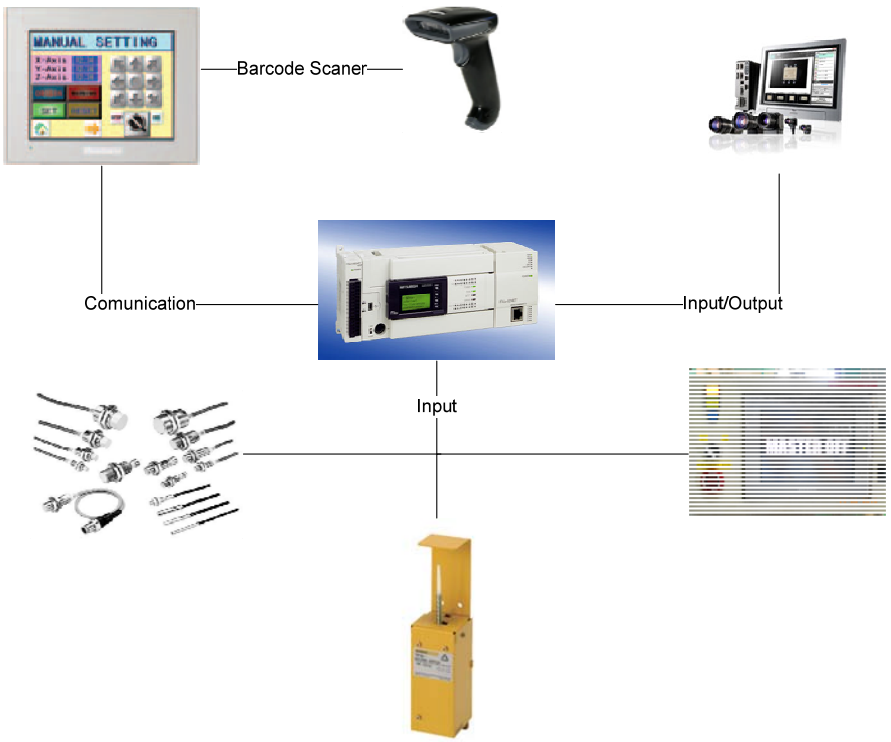
กำหนดฟังก์ชันเครื่องจักรในการตรวจสอบก้ามเบรกซึ่งเชื่อมโยงกับสาเหตุของการเกิดปัญหาการตรวจสอบก้ามเบรกและหาแนวทางการแก้ไข เพื่อป้องกันการตรวจสอบก้ามเบรกที่ผิดพลาดโดยกำหนดฟังก์ชันดังนี้

1. เลือกรุ่นตรวจสอบ
2. เก็บข้อมูลตรวจสอบ
3. ตรวจสอบรอยปั๊มบนก้ามเบรก
4. ตรวจสอบรอยปั๊มบนผ้าเบรก
5. ตรวจจับปะปนกัน
6. ตรวจสอบรอยเชื่อม
7. ตรวจสอบความโค้งก้ามเบรก

ตารางที่ 3-2 ฟังก์ชันเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก



จากตารางที่ 3-2 ฟังก์ชันเครื่องตรวจสอบก้ามเบรกผู้วิจัยได้ออกแบบและเลือกอุปกรณ์เพื่อให้สามารถใช้งานตามฟังก์ชันที่กำหนดโดยคำนึงถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ตามภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 อุปกรณ์ใช้ประกอบควบคุมเครื่องจักร

ตารางที่ 3-3 รายการอุปกรณ์

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
1	Camera	FZ-Series	Omron	1	320500	320500	
2	Breaker	NF30-CS-2P-5A	Mitsubishi	1	440	440	
3	Breaker	NF30-CP32FM/3	Fuji	1	1440	1440	
4	Breaker	NF30-CP32FM/2	Fuji	1	1440	1440	
5	Power Supply	S8VS-12024	Omron	1	6800	6800	
6	Relay	LY4N DC24V	Omron	1	360	360	
7	Socket	PTF14A-E	Omron	1	177	177	
8	Relay	MY2N DC24	Omron	1	176	176	
9	Socket	PTF08A-E	Omron	1	85	85	
10	Push Buttom	AL6H-M14-G	Idec	1	400	400	
11	Pilot Lamp	AL6H-P4W	Idec	1	260	260	
12	Push Buttom	AVLW49911-R	Idec	1	897	897	
13	Buzzer	UZ6-12-24V	Idec	1	830	830	
14	Plug	WKG-1092-250	Panasonic	1	58	58	
15	Control Box	CB-07	Tamco	1	1100	1100	

ตารางที่ 3-3 รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

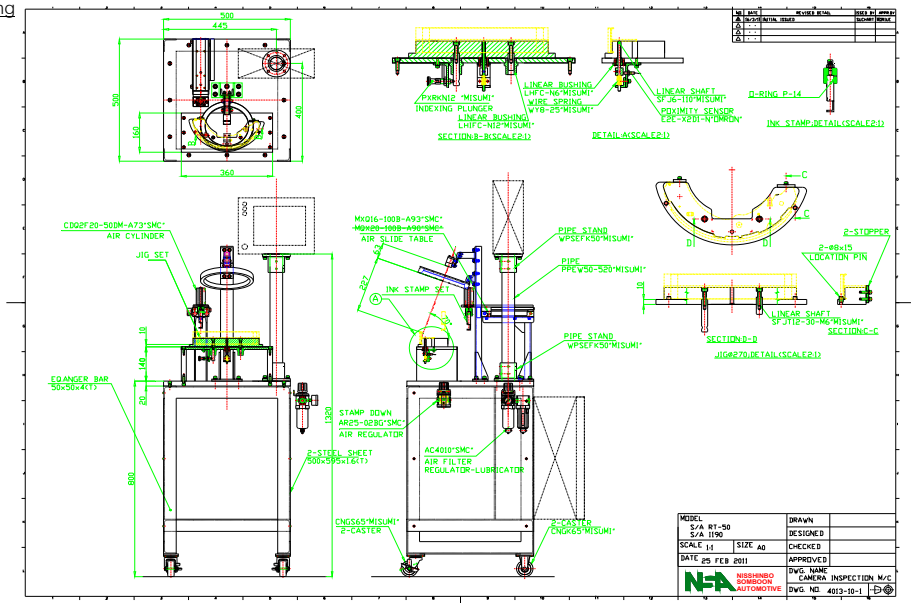
ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
16	Control panel box	300x230x120mm	Tamco	1	2700	2700	
17	Touch Screen	AST3401-T4-D24-7.5	Proface	1	52000	52000	
18	Port Adapter	GP070-MD1	Mitsubishi	1	10000	10000	
19	Adapter GP3000	CA-MDCB11	Proface	1	3000	3000	
20	Port Conversion	CA3-ADPCOM	Proface	1	1000	1000	
21	Limit Switch	TP70-1A1	Omron	1	3690	3690	
22	Proximity Switch	E2E-X2D1	Omron	4	1500	6000	
23	Noise Filter	ZAC2205-OOU	TDK	1	1500	1500	
24	Con,Terminal,Conduit,Cable	-	TBR	1	6290	6290	
25	Nut	M3,M4,M6,M8	-	1	1295	1295	
26	Standard Part	-	Mizumi	1	8458.3	8458.3	
27	Camera Light & Support	-	A-Presition	1	41270	41270	
28	DWG#4013-10-2(Body)	-	STK	1	19000	19000	
29	DWG#4013-10-3(Body)	-	STK	1	18500	18500	
					รวม	509666	บาท

NISSHINBO SOMBOON AUTOMOTIVE
PRODUCTION ENGINEERING SECTION

Project Estimation

Project Name	**S/A RT50 -GMI700-I190**	Date	**16 Dec 2011**
Project No.	**BP-26**	Work center Sec.	**BA**
Project Item	Inspection m/c	Machine Name	S/A RT50 final Inspection M/C
Project Description		Machine No.	

Picture/Drawing



Estimate Cost

No.	DWG.No.	Detail of work	Maker/Supplier	Q'ty	Estimate cost	
					Unit price	Total price(Baht)
1	4013-10-1	Machinal part	A-Precision co.ltd.	1	42,000	42,000
2		Steel for M/C Main Structure	Easturn union	1	4,000	4,000
3		Touch sreen	K&P F.A center co.,ltd.	1	67,300	67,300
4		Electrical Parts	Trisak automation co.,ltd.	1	5,200	5,200
5		Electrical Parts	Easturn Electric co.,ltd.	1	19,000	19,000
6		Pneumatic parts	SMC	1	29,000	29,000
7		Standard parts	Misumi	1	8,500	8,500
8		Camera check	Omron	1	343,000	343,000
9		Jig for Dia.254	STK Part	1	19,000	19,000
10		Jig for Dia.270	STK Part	1	18,500	18,500
11		Other	-	1	18,000	18,000
		Total				573,500

Prepared By PE - Foreman/Chief	Checked By EE - Chief	Checked By PE/EE - Manager	Approved By Engineering GM	Confirm Accounting Manager

NQSS Form : EIF-02-0513 Rev (01) June 06, 2003 : Approved EN

QRs : PE Section	Retention 1 Year

ภาพที่ 3-11 Project Estimate

จากการวิเคราะห์ปัญหาและการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและผู้วิจัยได้สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

1) สร้างเครื่องจักรในการตรวจสอบแทนพนักงาน
2) ใช้บาร์โค้ดในการตรวจสอบรุ่นผลิต
3) พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ในการตรวจสอบข้อแตกต่างระหว่างรุ่น
4) กล้องในการตรวจสอบความถูกต้องของก้ามเบรก
5) หน้าจอสัมผัสในการแสดงผลการตรวจสอบ
6) พีแอลซีในการประมวลผล
7) ติดตั้งแสงสว่างเหมาะสม ณ จุดปฏิบัติงาน และแสงสว่างถูกต้องตามกฎหมาย
8) จัดฝึกอบรมพนักงานให้ตรวจสอบงานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์
9) จัดทำคู่มือมาตรฐานผลิตภัณฑ์
10) จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก.

1. การติดตั้ง Special Parts เป็นหลักของเครื่อง

1.1 คุณสมบัติบาร์โค้ด

คุณสมบัติของบาร์โค้ดที่เลือกใช้มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 บาร์โค้ด Scanner Hyperion 1300g เครื่องอ่านบาร์โค้ด Linear-Imaging Scanner

1.1.2 ความเร็วในการอ่านบาร์โค้ด 270 สแกน/วินาที

1.1.3 ระยะการอ่านห่างจากบาร์โค้ด 18 นิ้ว สำหรับบาร์โค้ดขนาด 13 mil

1.1.4 สามารถในการถอดรหัสอ่าน 1D มาตรฐานและ GS1 Data Bar สัญลักษณ์™

1.1.5 การเชื่อมต่อ ผ่าน Keyboard, RS-232, USB

ภาพที่ 3-12 บาร์โค้ด Scanner Hyperion 1300g

1.2 คุณสมบัติพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity Switch) คือ เซนเซอร์กลุ่มที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และสัญญาณลม ส่วนการนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับ ตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง

แม็กเนติกเซนเซอร์ประเภทนี้ จะอาศัยการตัดต่อหรือให้สัญญาณโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หากมีคนถามว่าเซนเซอร์ประเภทนี้แตกต่างจากรีดสวิตซ์อย่างไร คำตอบคือเหมือนกันในส่วนที่อาศัยสนามแม่เหล็กในการทำงาน แต่ต่างกันในเรื่องความไวและอายุการใช้งาน แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์การตัดต่อสัญญาณจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกลทำให้มีความไวในการทำงานที่สูงกว่ารีดสวิตซ์ นอกจากนั้นยังส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานกว่าอีกด้วย อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจในเรื่องความแตกต่างของเซนเซอร์ทั้งสองชนิด คือ แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะใช้กับไฟกระแสตรงและต้องต่อสัญญาณไฟให้ถูกต้องตามที่กำหนด ส่วนรีดสวิตซ์หากไม่มีหลอดไฟแสดงสัญญาณ (LED) สามารถใช้ได้ทั้งไฟตรงและไฟกระแสสลับ และยังสามารถสลับขั้วการต่อได้

ภาพที่ 3-13 Proximity Switch

1.3 คุณสมบัติ Camera FZ-SC2M & Controller & Monitor

(Fastest in Its Class) 2-Million-Pixel High-Speed Camera (Color/Black & White)

ความละเอียดสูงที่ 2 ล้านพิกเซลและความเร็วในการจับภาพจาก 30 ภาพต่อวินาที (33.3 ms) เร็วที่สุดในระดับนี้ นี้กล้องมีความแม่นยำสูงให้ทั้งความละเอียดสูงและการจับภาพความเร็วสูงและยังมีขนาดกะทัดรัดที่ 1/4th ขนาดของรุ่นก่อนหน้า

ภาพที่ 3-14 Camera FZ-SC2M & Controller & Monitor

1.4 คุณสมบัติ Touch Screen (หน้าจอสัมผัส)

เป็นหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์นำเข้าด้วย หน้าจออ่อนไหวกับแรงกด ผู้ใช้ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์โดยการสัมผัสภาพหรือคำบนหน้าจอ Touch Screen แบ่งออกเป็นสามเทคโนโลยี

1.4.1 Resistive แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Resistive ได้รับการห่อหุ้มด้วยเลเยอร์โลหะทางไฟฟ้าตัวนำและตัวต้านทานบาง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในกระแสไฟฟ้า ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการสัมผัสและส่งไปยังตัวควบคุมสำหรับการประมวลผล โดยทั่วไป แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Resistive สามารถหาซื้อได้ง่ายกว่า แต่เสนอความสว่างเพียงร้อยละ 75 และเลเยอร์เสียหายโดยวัตถุแหลมได้ แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Resistive ไม่ได้รับผลโดยอนุภาคภายนอก เช่น ฝุ่นหรือน้ำ

1.4.2 Surface Wave เทคโนโลยี Surface Wave ใช้คลื่นอัลตราโซนิคที่ผ่านแผงหน้าจอสัมผัส เมื่อแผงถูกสัมผัสส่วนของคลื่นถูกดูดซับ การเปลี่ยนแปลงนี้ในคลื่นอัลตราโซนิคจะลงทะเบียนขั้วบวกของการสัมผัสและส่งสารสนเทศไปยังตัวควบคุมสำหรับการประมวลผล แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Surface Wave มีข้อได้เปรียบมากที่สุดของสามประเภท แต่สามารถเสียหายจากอนุภาคภายนอก

1.4.3 Capacitive แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Capacitive ได้รับห่อหุ้มด้วยวัสดุที่เก็บประจุไฟฟ้า เมื่อแผงถูกสัมผัส จำนวนประจุขนาดเล็กจะไหลไปสู่จุดสัมผัส วงจรตั้งอยู่ที่แต่ละมุมของแผงจะวัดประจุและส่งสารสนเทศไปยังตัวควบคุมสำหรับการประมวลผล แผงหน้าจอสัมผัสแบบ Capacitive ต้องสัมผัสด้วยนิ้ว ไม่เหมือนกับแผงหน้าจอสัมผัสแบบ Resistive และ Surface Wave ที่สามารถใช้นิ้วและเหล็กแหลม หน้าจอสัมผัสแบบ Capacitive ไม่ได้รับผลโดยอนุภาคภายนอกและความสว่างสูง

ภาพที่ 3-15 Touch Screen

1.5 คุณสมบัติพีแอลซี FX3U Base Units

Mitsubishi PLC FX3U ชุดหน่วยพื้นฐานที่สามารถใช้ได้ 16, 32, 48, 64, 80 จุด อินพุต/ เอาต์พุต ทุกหน่วยฐาน ประเภทเอาต์พุตรีเลย์ ตามคุณสมบัติพิเศษของ Mitsubishi PLC FX3U

1.5.1 การเขียนโปรแกรมอินเตอร์เฟซมาตรฐาน

1.5.2 ไฟ LED สำหรับแสดงการป้อนข้อมูลและสถานการณ์ส่งข้อมูลออก

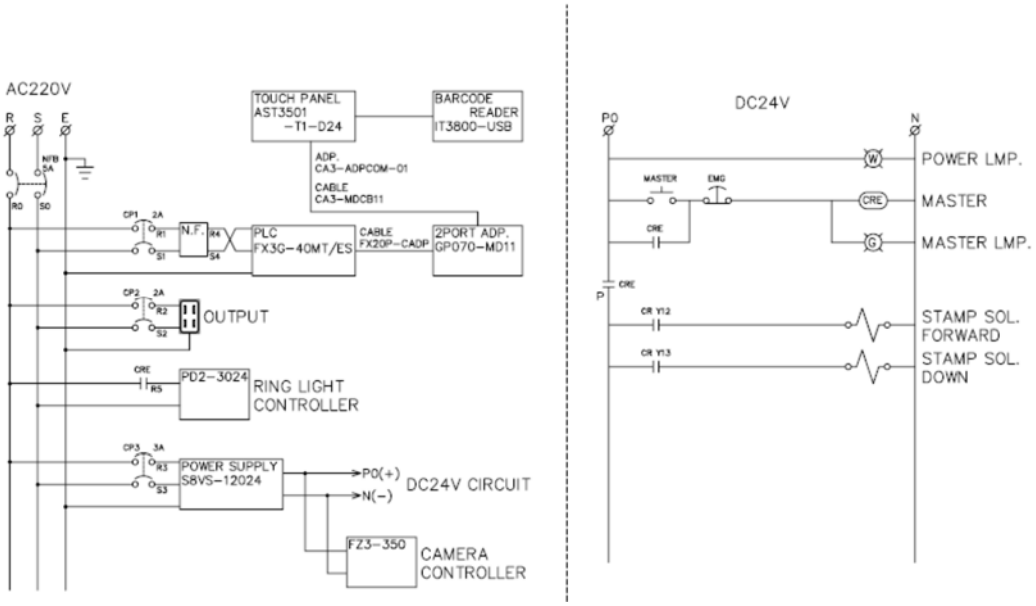
1.5.3 สล็อตสำหรับหน่วยความจำ 64k ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม PLC

1.5.4 นาฬิกาเรียลไทม์

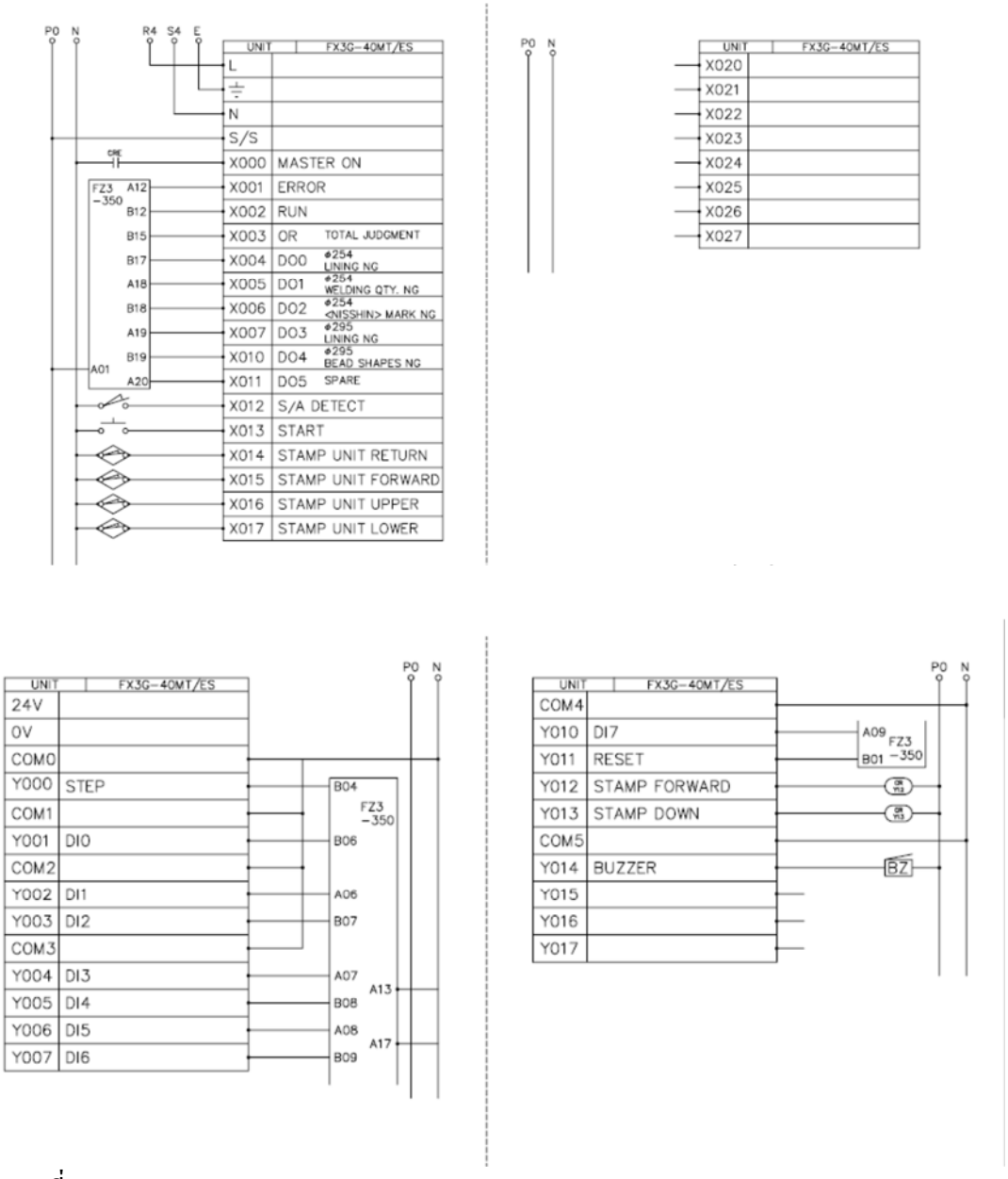
ภาพที่ 3-16 Mitsubishi PLC FX3U Series

การออกแบบส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องจักร

1. ระบบไฟฟ้า



ภาพที่ 3-17 Main Electrical Circuit



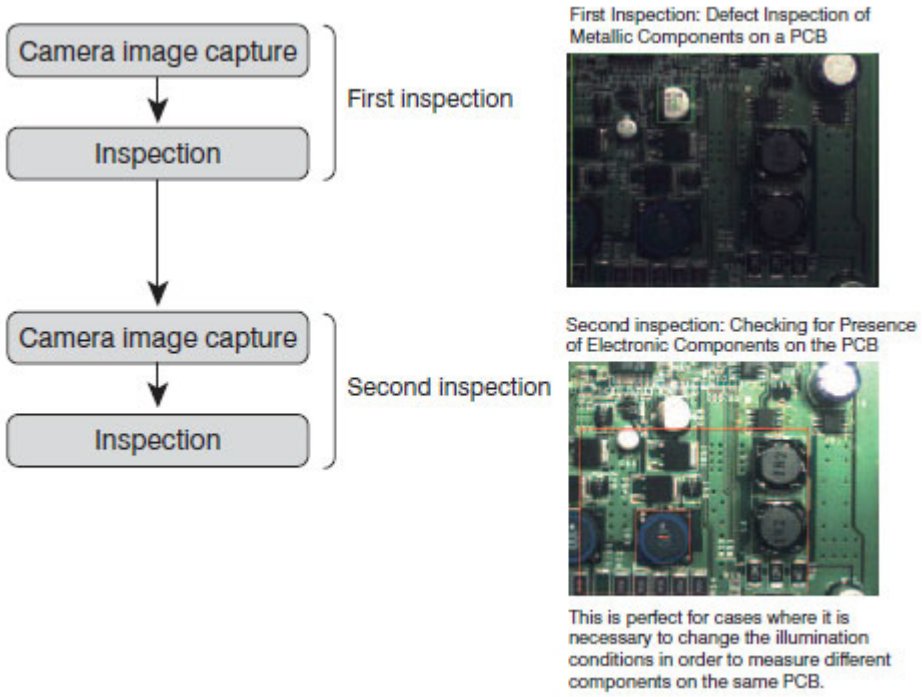
ภาพที่ 3-18 Control Circuit & PLC I/O

2. ระบบกล้องประสิทธิภาพสูงเพื่อสนับสนุนการทำงานที่มีความเร็วสูง

Camera FZ-SC2M สามารถวัดค่าการเปลี่ยนแปลงกับผลการตรวจสอบหรือเงื่อนไขการป้อนข้อมูล ให้ใช้งานง่ายเพื่อให้เทียบเท่ากับการเปลี่ยนแปลงการเขียนโปรแกรม เช่น การเปลี่ยนพื้นที่วัดสำหรับความคลาดเคลื่อนชิ้นงานหรือสลับไปที่รายการการวัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชิ้นงาน และตัวอย่างการวัดในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่าง

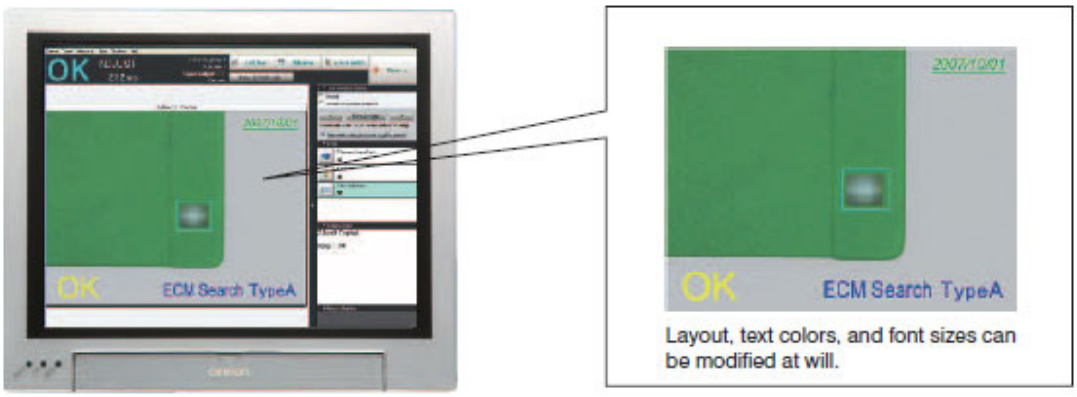
ตัวอย่าง:

เมื่อวัดวัตถุที่มีพื้นผิวที่ขรุขระมีเงื่อนไขการส่องสว่างที่ดีที่สุดมักจะขึ้นอยู่กับส่วนหนึ่งของวัตถุที่ถูกวัด ในกรณีการไหลของผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้เพื่อทำให้การประมวลผลการเลือกและการจัดเข้าพวกร่วมกัน เพื่อให้ภาพหลาย ๆ ภาพสามารถจับในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแสง โดยวิธีการของสัญญาณทริกเกอร์ แสดงได้ดังภาพที่ 3-19



ภาพที่ 3-19 การเปลี่ยนแปลงความส่องสว่าง

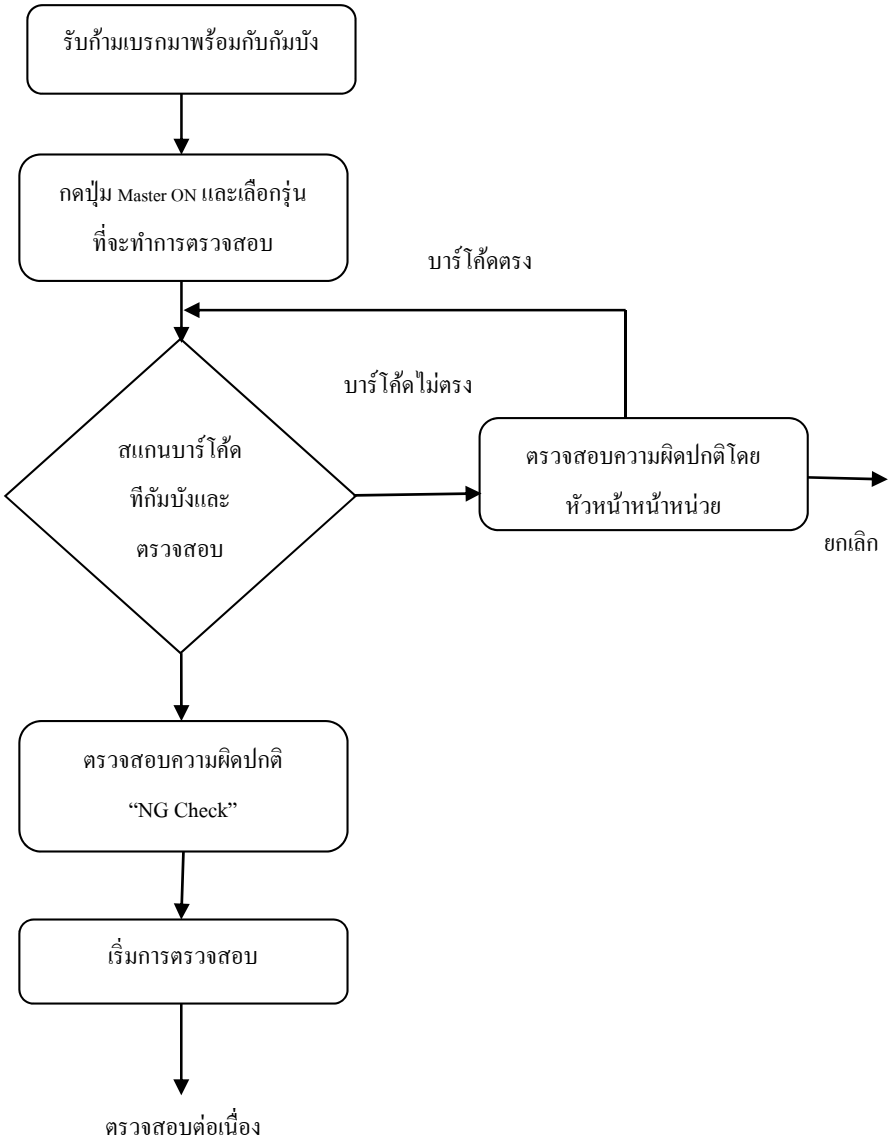
ผลการวัดแสดงเพื่อความเป็นไปได้ในการดูผลการวัดได้อย่างรวดเร็ว ตัวเลขหรือข้อความที่สามารถแสดงผลได้ตามที่ต้องการบนหน้าจอ รายการจอแสดงผลสามารถเปลี่ยนแปลงตามความต้องการ และเพื่อให้ผู้ประกอบการมีอิสระที่จะแสดงรายการเหล่านั้นตามความจำเป็นในเวลาใดก็ตามแสดงได้ดังภาพที่ 3-20



ภาพที่ 3-20 การตรวจสอบตัวเลขหรือตัวอักษร

3. ระบบการตรวจสอบด้วยระบบบาร์โค้ด

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการใช้ บาร์โค้ด ตรวจสอบก้ามเบรกโดยการตรวจสอบกัมบังเพื่อทำการยืนยันว่าตรงกับแผนการตรวจสอบและใช้ บาร์โค้ด ตรวจสอบเพื่อทำการยืนยันว่าก้ามเบรกตรงกับการเลือกรุ่นของผลิตภัณฑ์จากโปรแกรมที่ทำการติดตั้งไว้อธิบายตาม Process Flow Chart แสดงได้ดังภาพที่ 3-21



ภาพที่ 3-21 ระบบการตรวจสอบบาร์โค้ด

4. ระบบการแสดงผลหน้าจอสัมผัส

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ในการแสดงผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก้ามเบรกที่ไม่ตรงข้อกำหนดและการแสดงผลแบ่งออกเป็นหลัก 11 หน้าดังต่อไปนี้

- Master Off Page หน้าจอปิดการใช้เครื่องจักร
- Main Manu Page หน้าจอหลักเพื่อเชื่อมโยงไปยังหน้าอื่น ๆ
- Auto Page หน้าจอตรวจสอบปกติ

- Manual Page หน้าจอแมนนวลเครื่องจักร
- Inspection Fault Page หน้าจอแสดงผลความผิดปกติชิ้นงาน
- Machine Fault Page หน้าจอเครื่องจักรผิดปกติ
- Fault Record Page หน้าจอบันทึกความผิดปกติ
- Model Select Page หน้าจอเลือกรุ่นการตรวจสอบ
- Fault Menu Page หน้าจอเชื่อมโยงหน้าจอแสดงความผิดปกติ
- Operation Data Page หน้าจอแสดงเวลาทำงาน
- Secret Page สำหรับปรับตั้งโปรแกรมเครื่องจักร

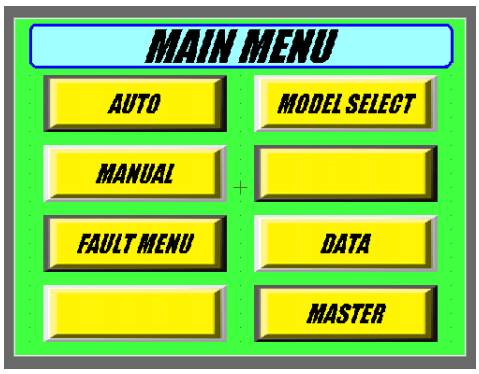
4.1 Master Off Page

ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Master Off Page เพื่อแสดงการปิดเครื่องจักร ไม่มีการใช้งานแสดงดังในภาพที่ 3-22

ภาพที่ 3-22 Master Off Page

4.2 Main Manu Page

ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Main Manu Page เพื่อแสดงการเปลี่ยนหน้าเพื่อเข้าสู่หน้าต่าง ๆ ของหน้าจอสัมผัส แสดงดังภาพที่ 3-23



ภาพที่ 3-23 Main Manu Page

4.3 Auto Page

ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Auto Page เพื่อทำการตรวจสอบก้ามเบรก แสดงดังภาพที่ 3-24

4.3.1 Diameter ขนาดเส้นผ่าศูนย์ก้ามเบรก

4.3.2 Model รุ่นที่เลือก

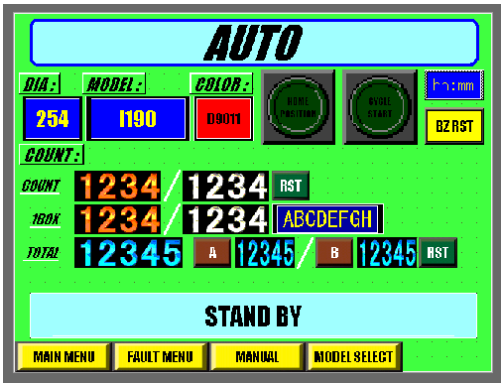
4.3.3 Color สีของหมึกปั๊มขอบผ้าเบรก

4.3.4 Count/ Setting จำนวนก้ามเบรก/ ตั้งเครื่องนับจำนวนก้ามเบรก

4.3.5 1 Box/ Setting จำนวนก้ามเบรกต่อกล่อง/ ตั้งเครื่องนับจำนวนต่อกล่อง

4.3.6 Total Counter จำนวนก้ามเบรกทั้งหมด

4.3.7 Code Number รหัสตัวเลข



ภาพที่ 3-24 Auto Page

4.4 Manual Page

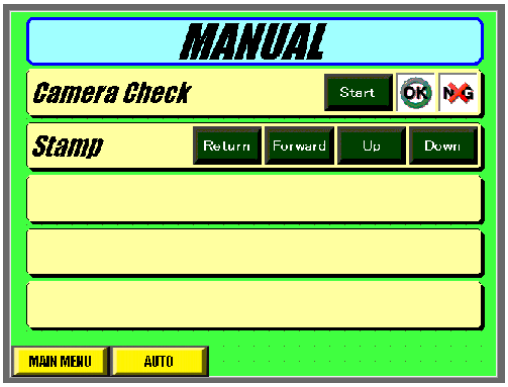
ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Manual Page เพื่อทำการ Manual เครื่องตรวจสอบก้ามเบรก แสดงดังภาพที่ 3-25

4.4.1 Camera Check Manual

4.4.2 Stamp Unit Return/ Forward and Up/ Down

4.4.3 ไปยัง Main Manu Page

4.4.4 ไปยัง Auto Page



ภาพที่ 3-25 Manual Pages

4.5 Inspection Fault Page

ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Inspection Fault Page เพื่อทำการแสดงผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แสดงดังภาพที่ 3-26

4.5.1 Lining NG และบันทึก จำนวน NG

4.5.2 Welding QTY. NG และบันทึก จำนวน NG

4.5.3 Nisshin Mark NG และบันทึก จำนวน NG

4.5.4 Bead Shapes NG และบันทึก จำนวน NG

4.5.5 Buzzer Reset

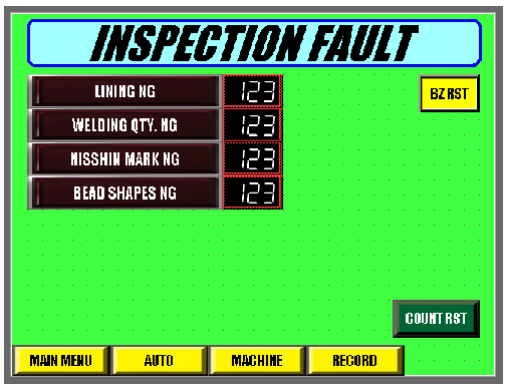
4.5.6 Count Reset

4.5.7 ไปยัง Main Manu Page

4.5.8 ไปยัง Auto Page

4.5.9 ไปยัง Machine Page

4.5.10 ไปยัง Record Page



ภาพที่ 3-26 Inspection Fault Pages

4.6 Machine Fault Page

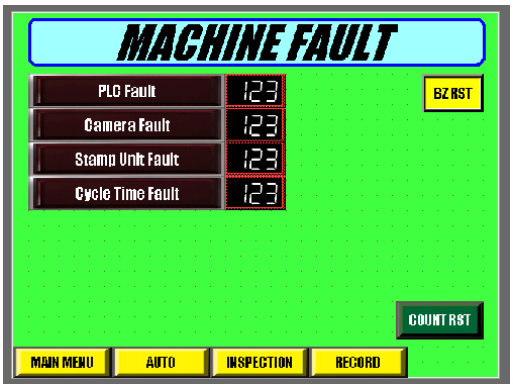
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอสัมผัสใน Machine Fault Page เพื่อทำการแสดงผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แสดงดังภาพที่ 3-27

4.6.1 PLC Fault

4.6.2 Camera Fault

4.6.3 Stamp Unit Fault

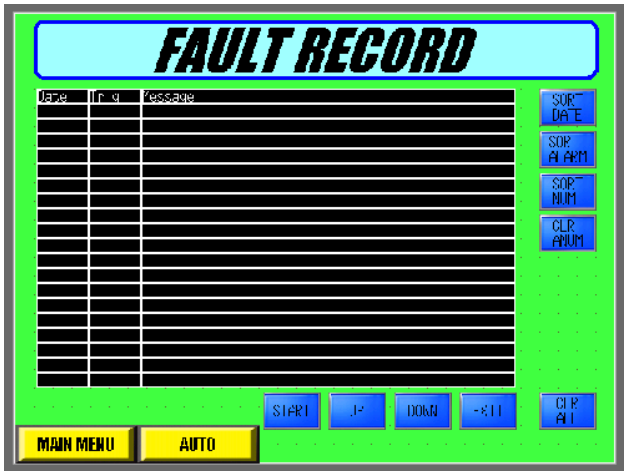
4.6.4 Cycle Time Fault



ภาพที่ 3-27 Machine Fault Pages

4.7 Fault Record Page

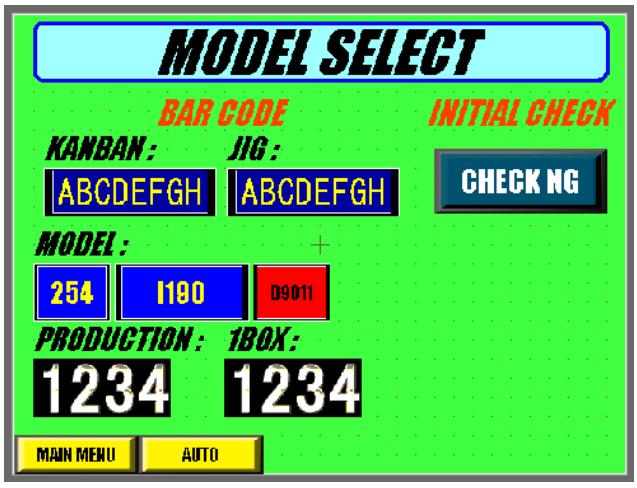
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอสัมผัสใน Fault Record Page เพื่อทำการแสดงผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แสดงดังภาพที่ 3-28



ภาพที่ 3-28 Fault Record Page

4.8 Model Select Page

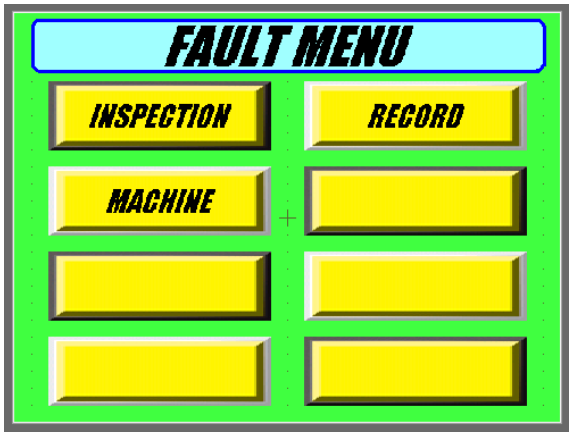
ผู้วิจัยได้ออกแบบ หน้าจอสัมผัส ใน Model Select Page เพื่อเลือกโปรแกรมจาก Memory ของ Camera และ PLC ในการตรวจสอบก้ามเบรกแสดงดังภาพที่ 3-29



ภาพที่ 3-29 Model Select Page

4.9 Fault Manu

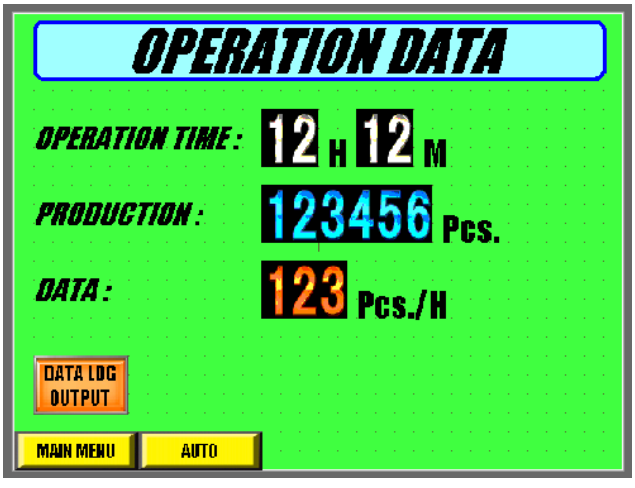
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอสัมผัสในการเชื่อมต่อไปยัง Fault Page ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเชื่อมโยงเพื่อเข้าไปดูข้อมูลที่เก็บไว้ใช้ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ แสดงดังภาพที่ 3-30



ภาพที่ 3-30 Fault Manu

4.10 Operation Data Page

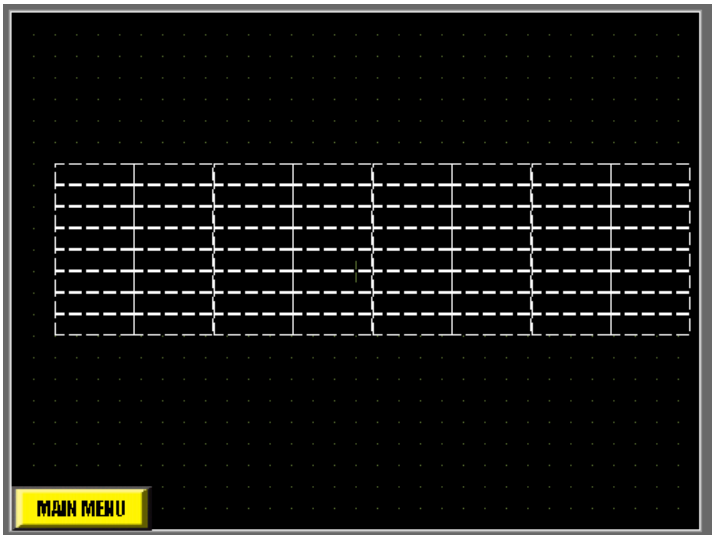
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอสัมผัสในการกำหนดข้อมูลในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการกำหนดจำนวนในการตรวจสอบ แสดงดังภาพที่ 3-31



ภาพที่ 3-31 Operation Data Page

4.11 Secret Page

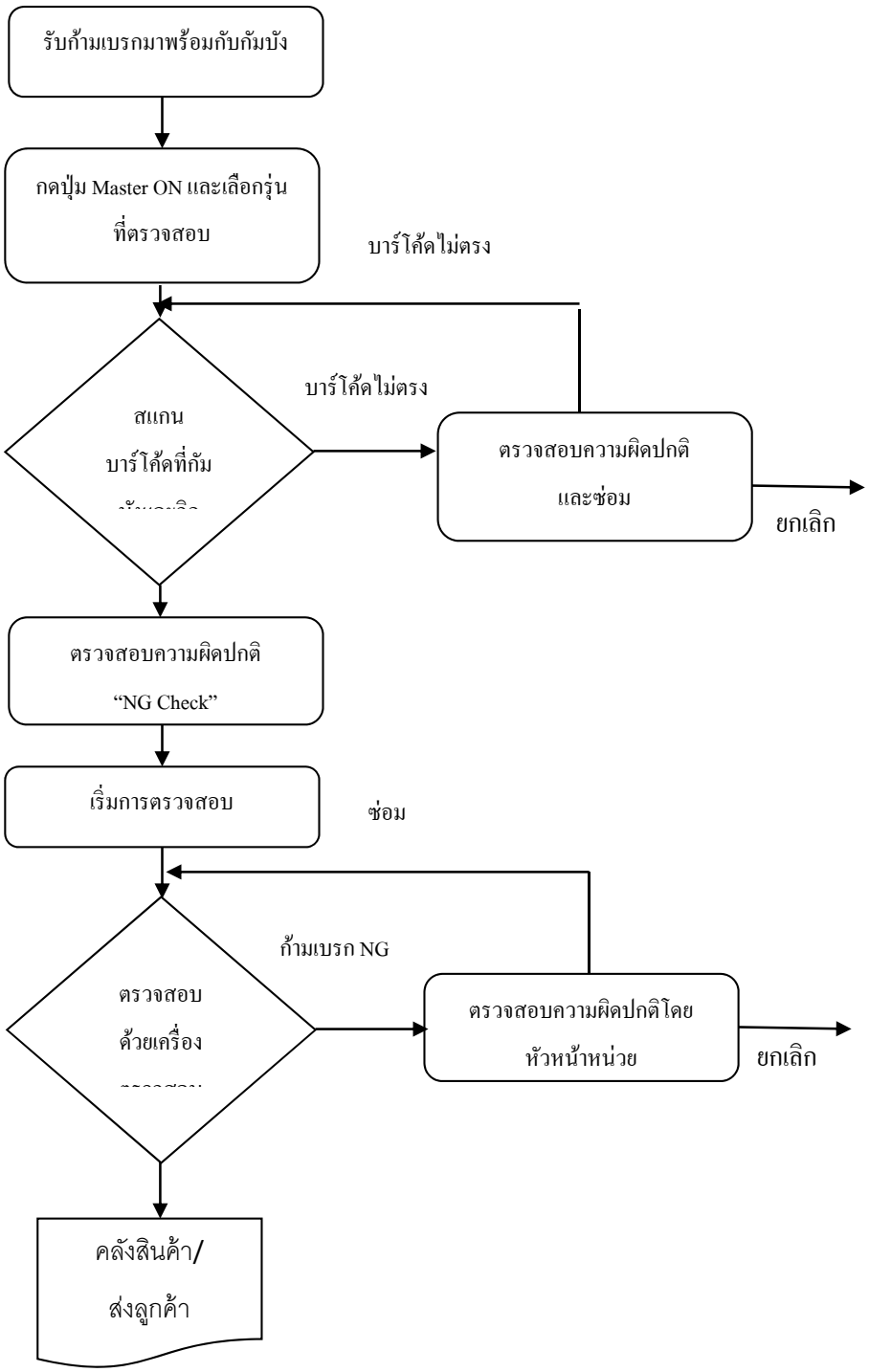
ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอสัมผัสใน Secret Page เพื่อทำการ Setup Program หรือการเพิ่มจุดในการตรวจสอบ แสดงดังภาพที่ 3-33



ภาพที่ 3-32 Secret Page

5. การประมวลผล และ Ladder Diagram

จาก Process Flow Chart ผู้วิจัยออกแบบการประมวลผลโดยใช้พีแอลซี และทำการจัดลำดับการทำงานของเครื่องตรวจสอบโดยการเขียนเป็น Ladder Diagram

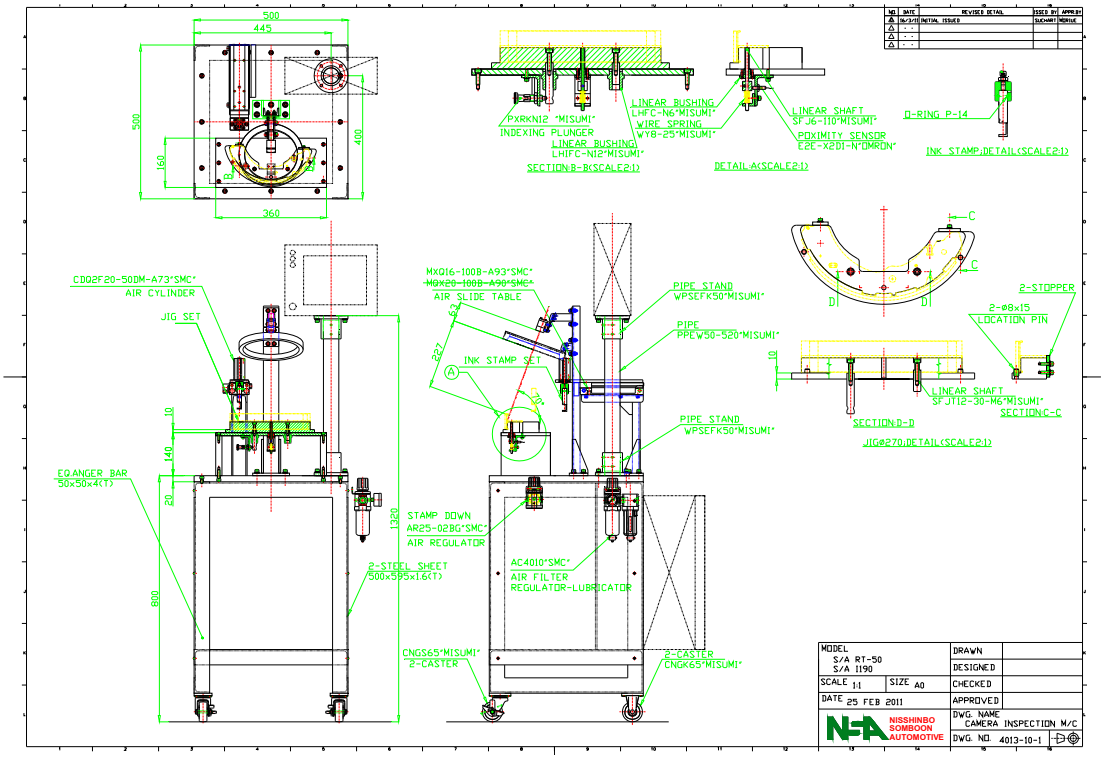


ภาพที่ 3-33 Process Flow Chart เครื่องตรวจก้ามเบรก

โครงสร้างของเครื่องจักร

โครงสร้างหลักของเครื่องจักรผู้วิจัยได้ออกแบบร่วมกับแผนก Design โดยทำการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักแสดงดังภาพที่ 3-35

1. Jig & Fixture ชุดจับวางชิ้นงาน
2. Body Machine โครงสร้างเครื่องจักร\
3. Support Camera Head ขาตั้งกล้อง



ภาพที่ 3-34 โครงสร้างของเครื่องจักร

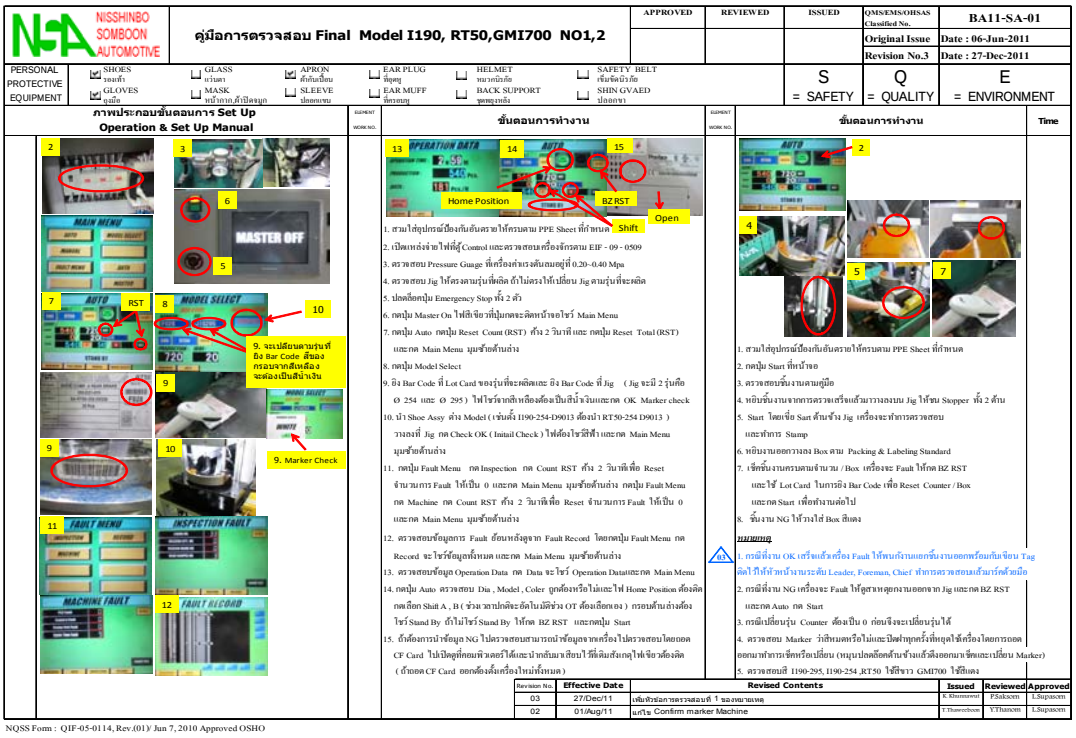
จากปัญหาและสาเหตุต่าง ๆ ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้างต้น และได้ปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้การทำงานของผู้ปฏิบัติงานง่ายขึ้น แสดงดังภาพที่ 3-36

1. เพิ่มแสงสว่าง ณ จุดปฏิบัติงาน
2. ติดตั้งพัดลม
3. เพิ่ม Lifter ช่วยพนักงานยกงาน
4. เพิ่มโต๊ะวางงานด้านข้าง

5. จัดทำ Pallet ให้หมุนได้ 360 องศาเพื่อไม่ให้พนักงานเดินอ้อม
6. เพิ่ม Box NG (สีแดง) & Box รอการตรวจสอบ (สีเหลือง)

ภาพที่ 3-35 การปรับปรุงเพิ่มเติม ณ จุดปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องตรวจสอบเสร็จแล้ว ได้ส่งมอบเครื่องให้กับทางแผนกผู้ใช้งาน และทำการฝึกอบรม On the Job Training ให้กับหัวหน้างานเพื่อทำการฝึกอบรมให้กับพนักงาน และจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน แสดงดังภาพที่ 3-37



ภาพที่ 3-36 จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน

ประยุกต์การทดสอบการใช้งาน

หลังจากดำเนินการวิจัยและทำการสร้างเครื่องตรวจสอบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานเครื่องตรวจสอบกับตรวจสอบก้ามเบรก Model GMI700 โดยทำการตรวจสอบ 1 ลอต จำนวน 720 ชิ้น หลังจากการตรวจสอบพบว่ามีการตรวจจับชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดได้อย่างรวดเร็ว และมีการกำหนดระยะเวลาในการตรวจสอบแต่ละชิ้นเร็วขึ้น เพราะว่าไม่ได้ใช้คนในการตัดสินใจ เพียงแค่หยิบงานเข้าวางและเครื่องตรวจสอบ แต่จะทำให้พนักงานจะต้องเร่งงานมากขึ้นตามความเร็วของเครื่องตรวจสอบ

จากนั้นทางผู้วิจัยได้ขยายผลการตรวจสอบสู่ Model อื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมกับชิ้นงานก้ามเบรกที่เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท ดังต่อไปนี้

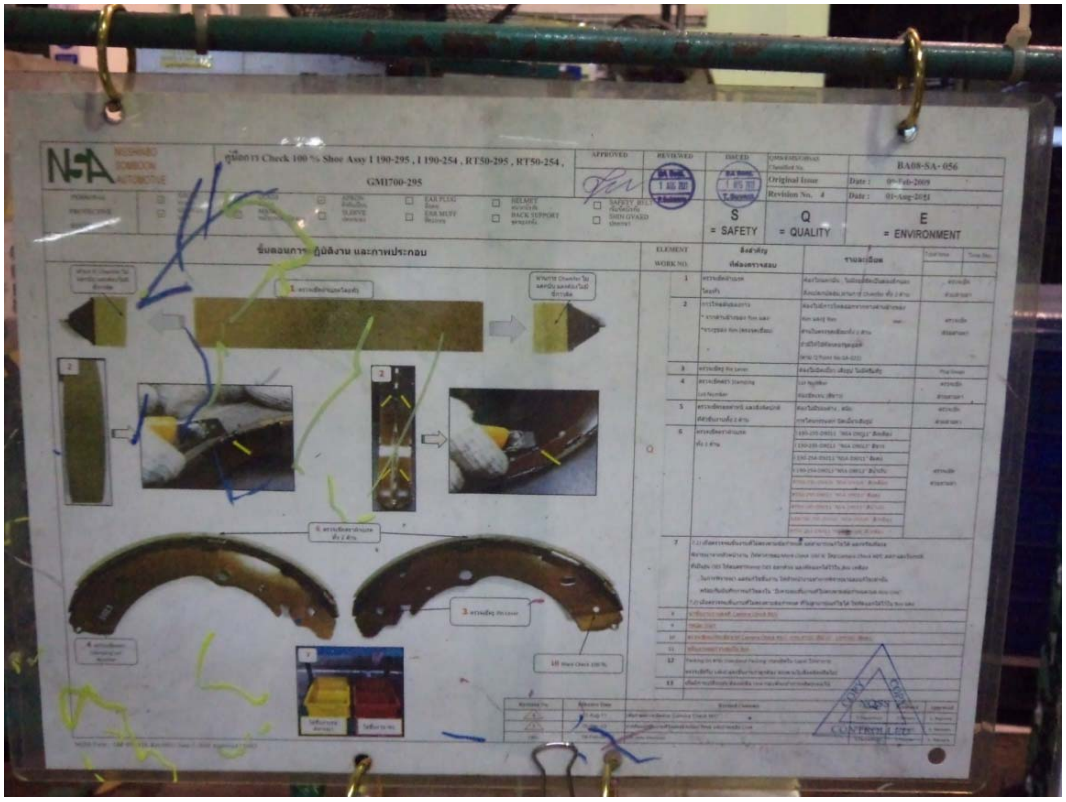
1. GMI700 (GM)
2. I190 (Toyota)
3. RT50 (Mazda)
4. 692N (Nissan)

5. ISZB (Isuzu)

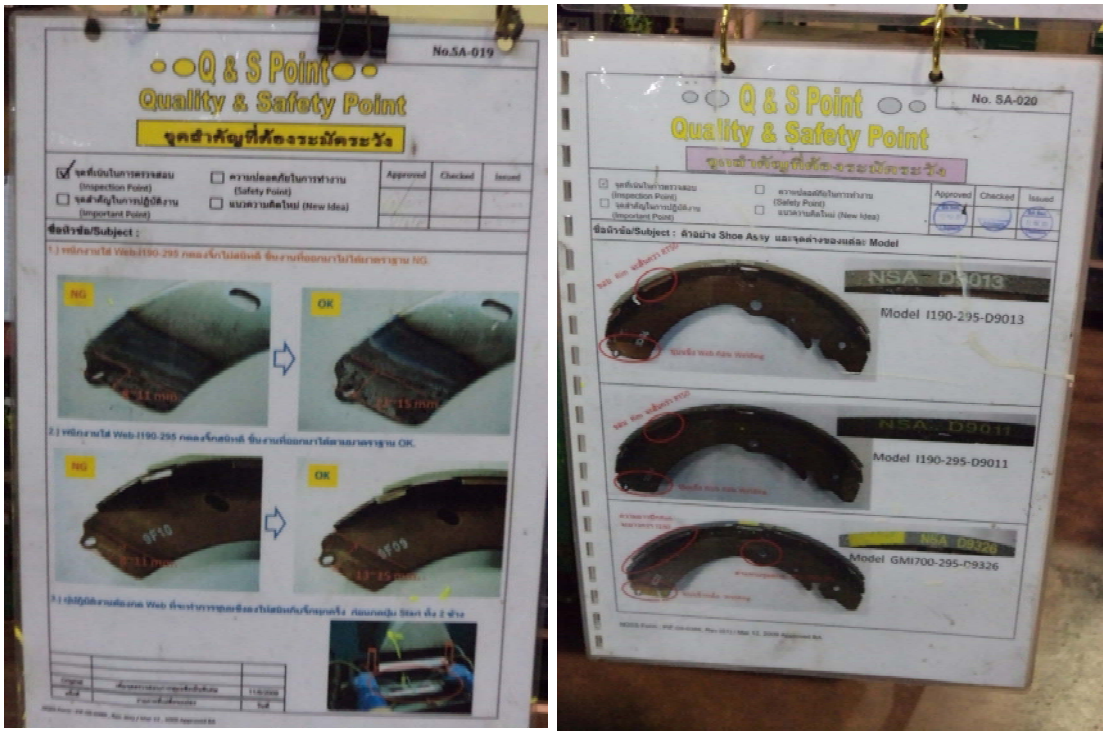
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจาการตรวจสอบก้ามเบรกที่ได้ทำการตรวจสอบยังไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดส่งมอบให้กับลูกค้าและหน่วยงานภายใน

สรุปแผนการดำเนินงาน

สรุปแผนการดำเนินงานผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามแผนงานที่วางไว้ในบทที่ 1 และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องตรวจสอบก้ามเบรกเพื่อป้องกันข้อร้องเรียน และข้อกำหนดของลูกค้า GM และได้รับการ Audit จากลูกค้าและทำการอนุมัติการให้ใช้เครื่องตรวจสอบก่อนการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้าโดยเครื่องตรวจสอบสามารถตรวจจับผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 3-37 ถึงภาพที่ 3-38



ภาพที่ 3-37 มาตรฐานการตรวจสอบก้ามเบรก



ภาพที่ 3-38 จุดสำคัญในการตรวจสอบก้ามเบรก

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

ผลการดำเนินการ

การปรับปรุงเครื่องจักรใช้ตรวจสอบก้ามเบรก ประสิทธิภาพสูง โดยปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดปัญหา คือ ชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้า 4 ปัจจัยหลัก คือ คน (Man), วิธีการ (Mathod), วัตถุดิบ (Material) และสิ่งแวดล้อม (Environmental) โดยมีแนวทางในการหาสาเหตุ โดยใช้แผนภาพก้างปลามาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำปัญหาที่ก่อให้เกิดการส่งสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้าหรือกระบวนการถัดไป ซึ่งเกิดความสูญเสีย และความน่าเชื่อถือลดลง ตามที่กล่าวมาในบทที่ 3 และเป็นปัญหาที่สามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาและปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบได้จริง ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาที่ไม่ให้กระทบกับการทำงานปกติของพนักงานที่ต้องมีความรู้สึกว่าจะต้องทำงานให้เร็วขึ้น หากแต่ต้องการเพียงแค่คัดกรอง ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับข้อกำหนดของลูกค้าเท่านั้น โดยดัชนีที่ผู้วิจัยใช้ประเมินผลการปรับปรุงระบบตรวจสอบว่าดีขึ้นเพียงใด คือ จำนวนครั้งที่ได้รับข้อร้องเรียนของลูกค้า ตั้งแต่มีการใช้เครื่องตรวจสอบ จึงจะกล่าวได้ว่าระบบการตรวจสอบมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น หรือมีการปรับปรุงสม่ำเสมอ

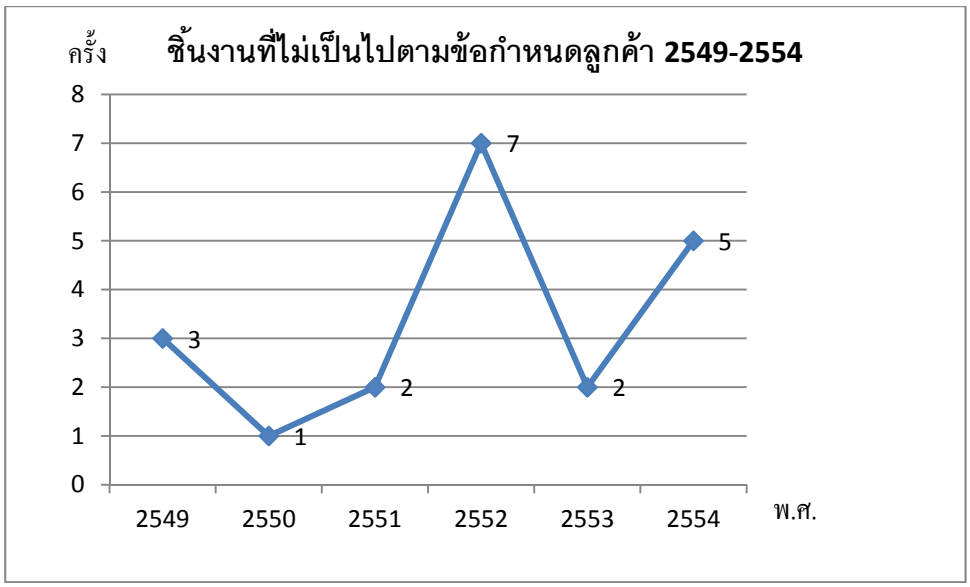
สำหรับกระบวนการตรวจสอบ ก้ามเบรกในการวิเคราะห์ปัญหาจะพบว่ามีปัจจัยที่ทำให้เกิดการตรวจสอบที่ผิดพลาด โดยมีปัจจัยหลัก คือ คน และกระบวนการ รวมไปถึงพนักงานที่ขาดการฝึกอบรมในเรื่องของข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ และความใส่ใจในการทำงานและการควบคุมคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนั้นยังมีปัญหาที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจากส่วนใดเนื่องจากพนักงานไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด

ตารางที่ 4-1 ปัจจัยด้านคน และ วิธีการ ปัญหาหลักปัญหาย่อยที่เลือกมาทำการแก้ไข

ลำดับ	ปัจจัย	ปัญหาหลักที่เลือก	ปัญหาย่อยที่เลือก	วิธีการแก้ไข
1	คน	1) พนักงานลืมตรวจงาน	1) พนักงานใจลอย 2) พนักงานไม่สบาย 3) พนักงานคุยกันขณะทำงาน	1) ใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบ
		2) พนักงานไม่ตรวจงาน	1) พนักงานประจำลา 2) ขาดการฝึกอบรม 3) พนักงานใหม่	
2	วิธีการ	3) ไม่มีคู่มือการตรวจสอบงาน	1) ไม่มีการตรวจจุดนี้มาก่อน 2) ตัวอักษรขนาดเล็ก 3) กำหนดมาตรฐานยาก 4) ลักษณะใกล้เคียงกัน 5) สีเหมือนกัน	2) จัดทำคู่มือในการตรวจสอบก้ามเบรก
3	วัตถุดิบ	4) โดนความชื้น	1) หลังคารั่ว 2) โดนน้ำ	3) ซ่อมแซม
4	สิ่งแวดล้อม	5) แสงสว่างไม่เพียงพอ	1) หลอดไฟเสีย 2) หลอดไฟเสื่อมสภาพ 3) พนักงานทำงานกะกลางคืน	4) ติดตั้งระบบแสงสว่าง ณ จุดปฏิบัติงาน ให้ผ่านตามกฎหมายกำหนด

การเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงสาเหตุที่เกิดจากคน

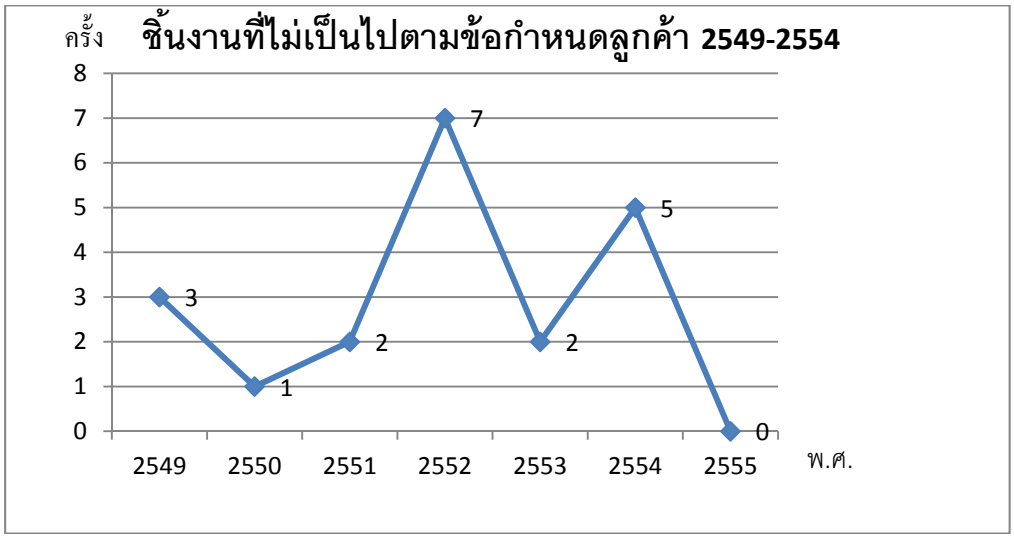
ข้อมูลการตรวจสอบก้ามเบรก ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า และส่งมอบให้กับลูกค้า ที่เกิดจากคนตรวจสอบ ข้อมูลตั้งแต่ปี 2549-2554 จำนวนทั้งหมด 20 ครั้ง แสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากพนักงานตรวจสอบ

การเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงสาเหตุที่เกิดจากวิธีการ

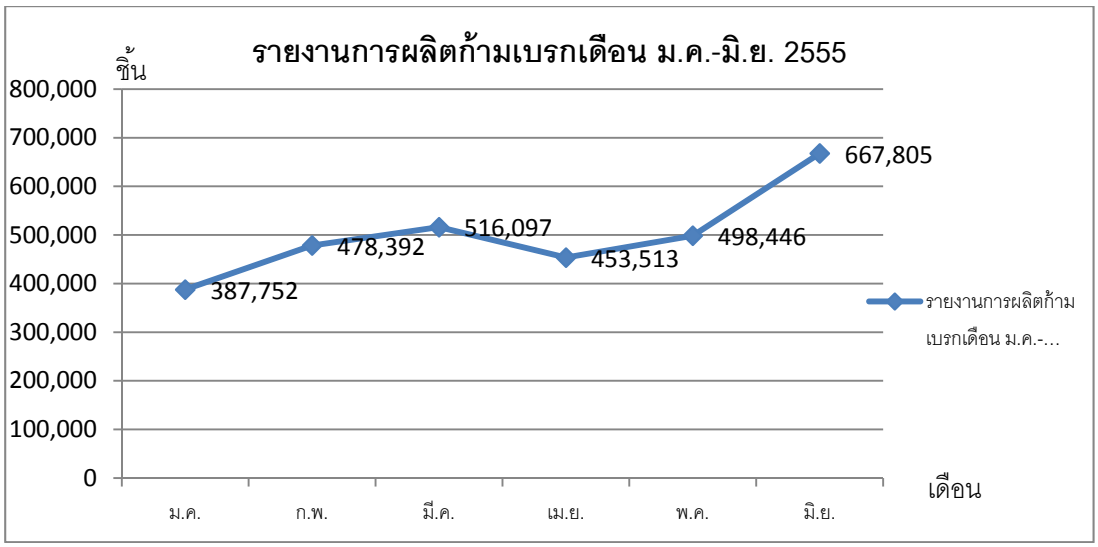
ข้อมูลการตรวจสอบก้ามเบรก ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า และส่งมอบให้กับลูกค้าที่เกิดจากวิธีการตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี 2549-2554 จำนวนทั้งหมด 20 ครั้ง แสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเนื่องจากวิธีการตรวจสอบ

ตารางที่ 4-2 รายงานการผลิตก้ามเบรกเดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2555

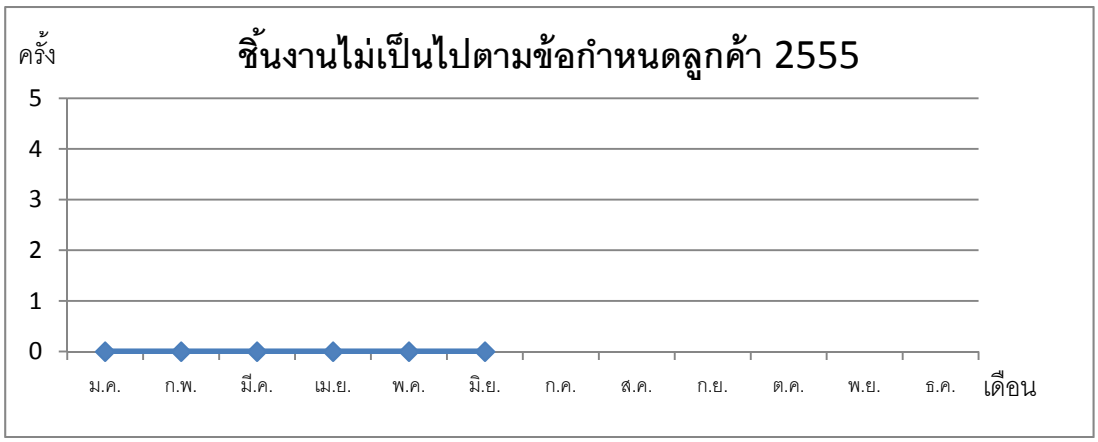
ลำดับ	รุ่นผลิต	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1	SA-T6-295T	30,222	37,494	38,076	31,603	46,883	58,345
2	SA-T6-270T	2,448	2,592	4,608	1,655	5,569	2,485
3	SA-270MU	0	972	5,940	3,200	2,709	8,995
4	SA-295MU	0	7,884	22,328	18,630	19,087	24,326
5	SA-I190-254-D9011	13,680	18,720	19,440	21,200	20,160	25,200
6	SA-I190-254-D9013	17,360	7,920	23,040	2,160	8,640	9,360
7	SA-I190-295-D9011	22,880	20,160	33,840	36,360	38,160	25,920
8	SA-I190-295-D9011	4,320	6,480	5,040	10,800	10,800	5,040
9	SA-RT50-295-D9326	45,040	60,480	49,680	30,240	45,360	43,920
10	SA-RT50-254-D9013K	9,072	19,728	12,960	6,912	13,392	181,444
11	SA-RT50-295-D9013K	0	0	4,800	18,000	10,080	15,120
12	SA-GMI700	25,240	69,600	57,600	55,944	60,480	51,840
13	SA-692NL,692NL-E	83,748	90,188	95,774	83,160	92,736	82,992
14	SA-692NTR,SA-692NTR-E	44,744	42,882	47,880	42,896	42,336	44,016
15	SA-692NTL,SA-692NTL-E	41,748	44,674	48,384	42,840	42,336	44,492
16	SA-X61B/H61B	47,250	48,618	46,707	47,913	39,718	44,310
รวม		387,752	478,392	516,097	453,513	498,446	667,805



ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงรายงานการผลิตก้ามเบรกเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2555

การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดก่อนและหลังการปรับปรุง

การเปรียบเทียบชิ้นงานที่ไม่เป็นตามข้อกำหนดของลูกค้าที่ทำการเก็บข้อมูลหลังจากที่โรงงานตัวอย่างใช้เครื่องตรวจสอบแทนการใช้คนตรวจสอบ ซึ่งข้อมูลก่อนการปรับปรุงเก็บข้อมูลจากปี 2549 ถึง 2554 หลังการปรับปรุงเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 ภาพแสดงข้อมูลเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555

การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)

จุดประสงค์สำคัญของการวิเคราะห์ระบบการวัดคือการวิเคราะห์ถึงแหล่งของความคลาดเคลื่อนในระบบการวัดออกเป็นแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ประเภทความผันแปรของระบบวัด

1.1 ความผันแปรของตำแหน่ง (Location Variation)

- Bias
- Stability
- Linearity

1.2 ความผันแปรของความกว้าง (Width Variation)

- Repeatability
- Reproducibility

2. กรณีศึกษาการวัดความโค้งของก้ามเบรก

การวิเคราะห์ระบบการวัด วิธีการหาค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย (X-bar & R) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถประมาณได้ทั้งค่า Repeatability และ Reproducibility ของระบบการวัดออกเป็น 2 ส่วน แต่ก็ยังไม่สามารถแยกกันได้อย่างชัดเจนโดยค่า Repeatability และ Reproducibility ยังมีผลกระทบซึ่งกันและกันอยู่ (การดำเนินการวิเคราะห์และการกำหนดเกณฑ์การยอมรับของ MSA ของบริษัทตัวอย่างต้องสอดคล้องกับคู่มืออ้างอิงของลูกค้า)

คำนิยาม

Gauge Repeatability ความแปรผันในการวัด เมื่อทำการวัดคุณลักษณะของชิ้นงานหนึ่งหลาย ๆ ครั้งโดยการใช้อุปกณ์ตัวเดิมในการวัด โดนคนวัดคนเดิม ซึ่งก็คือความแปรผันในกระบวนการวัด Equipment Variation

Gauge Reproducibility ความแปรผันของค่าเฉลี่ยจากการวัด ที่เกิดจากคนวัดคนละคนกัน เมื่อทำการวัดคุณลักษณะของชิ้นงานหนึ่ง หลาย ๆ ครั้งด้วยอุปกรณ์ตัวเดิม คือ ความแปรผันของผู้วัด Appraisers Variation

3. วิธีการ

3.1 นำใบบันทึกผลการวิเคราะห์ระบบการวัด วิธีการหาค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย

3.2 เตรียมงาน SA-I190-295 จำนวน 10 ชิ้น (ควรทำการคัดเลือกชิ้นงานที่มีความแตกต่างกันมากที่สุดโดยมีค่าแตกต่างกับระหว่างค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุด

3.3 กำหนดพนักงานตรวจวัด 3 คน คือ คุณดารณี, คุณมัลลิกา และคุณวินัย

3.4 วัดโดย Indicator No. QA CA61 (ควรเลือกเครื่องมือวัดผ่านการสอบเทียบไม่ควรเกิน 2 เดือน)

3.5 พนักงานทุกคนอ่านค่าจากการวัดและบันทึกลงในตาราง

3.6 คำนวณหาค่าพิสัย (R)

3.7 คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Average)

3.8 คำนวณหาค่า ($X\text{-bar}_{diff}$) ซึ่งเป็นผลต่างของ X-bar สูงสุด ลบ X-bar ต่ำสุด แล้วทำการคำนวณหาค่า R_P ซึ่งเป็นผลต่างของค่าเฉลี่ยของชิ้นงานสูงสุดลบด้วยค่าต่ำสุด

3.9 คำนวณค่าขอบเขตควบคุมของพิสัย UCL_R ตรวจดูข้อมูล ถ้ามีค่าเกินเส้นควบคุมให้วงกลมรอบค่านั้นแล้วทำการชี้หาสาเหตุและแก้ไขให้ถูกต้อง พร้อมทำการวัดซ้ำโดยผู้วัดคนเดิมจนได้ค่าพิกัดควบคุม

APPRAISER/ TRIAL #		PART 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1 A Daranee	1	147.16	147.16	147.14	147.18	147.16	147.11	147.09	147.06	147.04	147.06	147.12
2	2	147.16	147.16	147.14	147.18	147.16	147.11	147.09	147.06	147.04	147.06	147.12
3	3	147.16	147.16	147.14	147.18	147.16	147.09	147.09	147.06	147.04	147.06	147.11
4	Average	147.160	147.160	147.140	147.180	147.160	147.103	147.090	147.060	147.040	147.060	$\bar{X}_a$ = 147.115
5	Range	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	$\bar{R}_a$ = 0.002
6 B Mallika	1	147.18	147.16	147.16	147.18	147.14	147.11	147.14	147.09	147.06	147.04	147.13
7	2	147.16	147.16	147.16	147.18	147.14	147.09	147.14	147.09	147.06	147.04	147.12
8	3	147.16	147.18	147.16	147.16	147.14	147.11	147.11	147.09	147.06	147.06	147.12
9	Average	147.167	147.167	147.160	147.173	147.140	147.103	147.130	147.090	147.060	147.047	$\bar{X}_b$ = 147.124
10	Range	0.020	0.020	0.000	0.020	0.000	0.020	0.030	0.000	0.000	0.020	$\bar{R}_b$ = 0.013
11 C Winai	1	147.16	147.18	147.14	147.16	147.11	147.11	147.11	147.06	147.04	147.06	147.11
12	2	147.16	147.18	147.14	147.16	147.11	147.14	147.11	147.06	147.04	147.06	147.12
13	3	147.16	147.18	147.14	147.18	147.11	147.14	147.11	147.06	147.04	147.06	147.12
14	Average	147.160	147.180	147.140	147.167	147.110	147.130	147.110	147.060	147.040	147.060	$\bar{X}_c$ = 147.116
15	Range	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	$\bar{R}_c$ = 0.005
16	Part Average ($\bar{X}_p$)	147.162	147.169	147.147	147.173	147.137	147.112	147.110	147.070	147.047	147.056	$\bar{\bar{X}}$ = 147.120 R_p = 0.127
17	([$\bar{R}_a$ = 0.002] + [$\bar{R}_b$ = 0.013] + [$\bar{R}_c$ = 0.005]) / OF APPRAISERS = 3] =											$\bar{\bar{R}}$ = 0.007
18	[Max $\bar{X}$ = 147.124] - [Min $\bar{X}$ = 147.115] = $\bar{X}_{DIFF}$											0.008
19*	[$\bar{\bar{R}}$ = 0.007] x [D_4 = 2.58] = UCL_R											0.017
20*	[$\bar{\bar{R}}$ = 0.007] x [D_3 = 0.00] = LCL_R											0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3. UCL_R represents the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute $\bar{\bar{R}}$ and the limiting value from the remaining observations.

Notes:

ภาพที่ 4-5 ผลการวัดความโค้งของก้ามเบรก

3.10 คำนวณค่าความผันแปรของเครื่องมือวัด Equipment Variation (EV)

3.11 คำนวณค่าความผันแปรของผู้วัด Appraiser Variation (AV)

3.12 คำนวณค่า GR&R (ผลรวมของ EV&AV)

3.13 คำนวณค่าความผันแปรของชิ้นงาน Part Variation

3.14 คำนวณค่าความผันแปรรวม Total Variation (PV)

3.15 คำนวณหาค่า % ของความผันแปรต่าง ๆ โดยเทียบค่าความผันแปรของ EV, AV, R&R และPV กับค่าความผันแปร (TV)

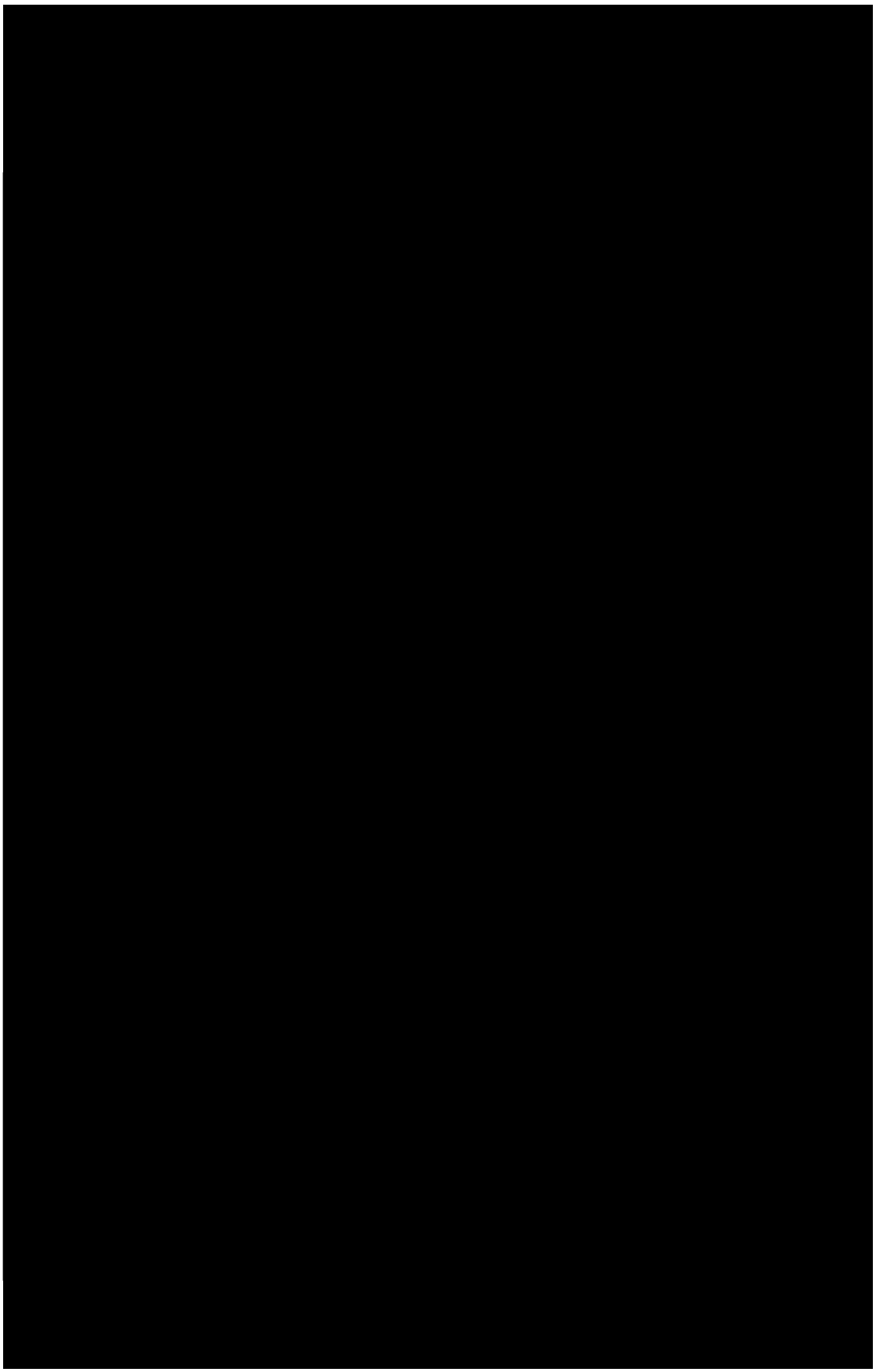
3.16 คำนวณหาค่า %ของความผันแปรต่าง ๆ โดยเทียบค่าความผันแปรของ EV, AV, R&R และ PV กับค่าพิกัดความเผื่อชิ้นงาน (Tolerance)

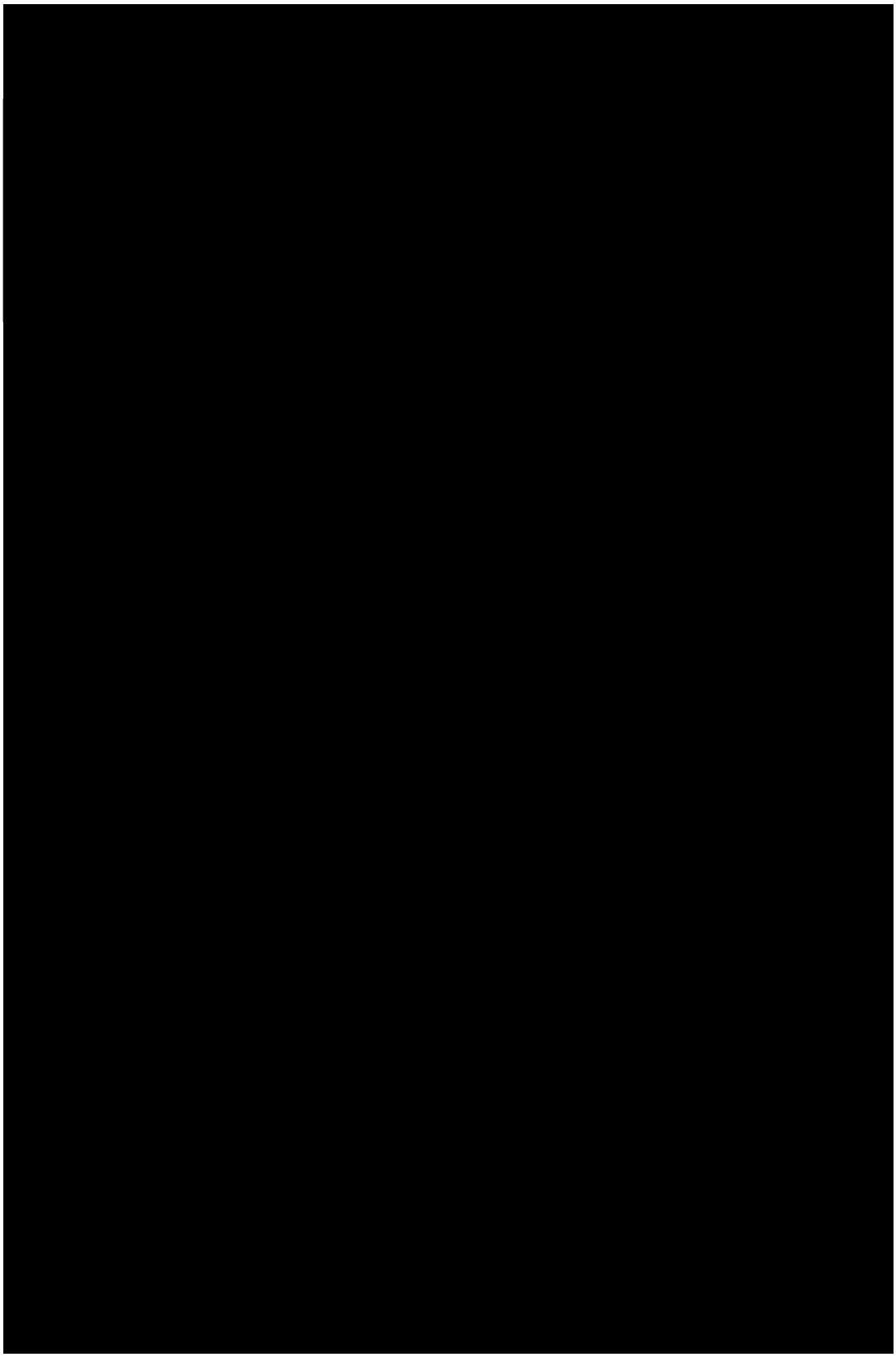
3.17 คำนวณค่า Number of District Categories (ndc) = 1.41 (PV/ GRR)

3.18 ทบทวนการคำนวณ ว่ามีความผิดพลาดหรือไม่

3.19 พิจารณากราฟ ค่าเฉลี่ย และค่าพิสัย จะต้องมีความสัมพันธ์กัน, เส้นกราฟไปในทางเดียวกันระหว่างเครื่องมือวัดและผู้วัด

3.20 ประเมินผลระบบการวัดว่ายอมรับได้หรือไม่ โดยพิจารณาที่ %GR&R ในหัวข้อที่ 3.15 เป็นหลักและในกรณีจำเป็นให้พิจารณา %GR&R ที่หัวข้อ 3.16 ช่วยในการตัดสินใจหาค่า %GR&R (TV) ข้อ 3.14 มีค่ามากเกินไปและยากในการปรับปรุง





4. การสรุปผลการวิเคราะห์ GR&R

%GR&R ไม่เกิน 10% แสดงว่าระบบมีการวัดที่เหมาะสมแล้ว %GR&R ไม่เกิน 30% แสดงว่าระบบการวัดของเรายอมรับได้ แต่ควรมีการปรับปรุงจากข้อ A และข้อ B (ถ้าหากไม่สามารถปรับปรุงได้ ให้พิจารณาความสำคัญในการใช้งาน ต้นทุน และค่าใช้จ่ายในการซ่อม) %GR&R เกิน 30% ให้ทำการพิจารณา ไม่ยอมรับ ต้องทำการแก้ไขในทุก ๆ ด้าน และหาสาเหตุว่ามาจากที่ใดและทำการประเมินใหม่ โดยทำการพิจารณาจากการคำนวณของค่าความผันแปรของเครื่องมือวัด (EV) และค่าผันแปรของผู้วัด (AV) ในข้อ A และ B

Number of District Categories (ndc) ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 เมื่อผลการวิเคราะห์การวัดหรือกราฟแสดงค่าเสถียรภาพไม่มีความแปรผันใด ๆ หลักเกณฑ์การแก้ไขเมื่อ %GR&R เกิน 30% พิจารณาไม่ยอมรับ

A เปรียบเทียบค่าความผันแปรของเครื่องมือวัด (%EV) มากกว่าค่าผันแปรของผู้วัด (%AV) สาเหตุอาจเกิดจาก

1. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต้องการการบำรุงรักษา, ซ่อมแซม
2. เครื่องมือต้องการออกแบบให้มีความแข็งแรง
3. ปรับปรุงตำแหน่งการจับยึด
4. เกิดความผันแปรจากตัวผลิตภัณฑ์
5. เครื่องมือวัดมีความละเอียดสูง

B เปรียบเทียบค่าผันแปรของผู้วัด (%AV) มากกว่าค่าความผันแปรของเครื่องมือวัด (%EV) สาเหตุอาจเกิดจาก

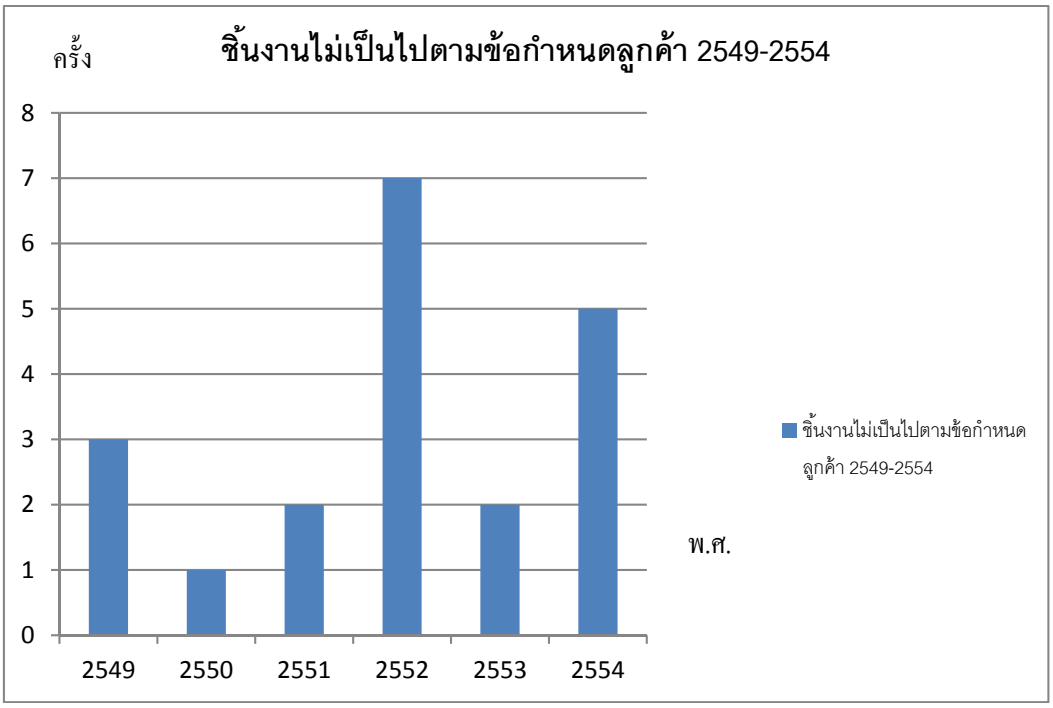
1. การฝึกอบรมไม่เพียงพอ เช่น การอ่านค่าเครื่องมือวัด
2. ค่าสอบเทียบ/ ปรับเทียบ ที่จัดทำขึ้นไม่ชัดเจน
3. พนักงานวัดงานไม่ตรงจุดที่กำหนดบนชิ้นงาน
4. อุปกรณ์จับยึดติดตั้งไม่ถูกวิธี

พิจารณา Number of District Categories (ndc) มีค่ามากกว่า 5 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความเสี่ยง พิจารณา %EV พบว่าความผันแปรของผู้วัดมีผลต่อการวัดครั้งนี้ไม่มากนักแต่ %AV มีค่าสูงกว่า สิ่งที่น่าจะมีผลต่อการวัดครั้งนี้น่าจะเป็นการฝึกอบรมไม่เพียงพอ, การจับยึดไม่ถูกวิธี, ค่าสอบเทียบ/ ปรับเทียบ ที่จัดทำขึ้นไม่ชัดเจนตามมาตรฐาน

บทที่ 5
อภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปกระบวนการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นในการป้องกันการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้าและกระบวนการภายในของบริษัท โดยการสร้างเครื่องตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ แทนการใช้คนในการตรวจสอบ จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่ผ่านการตรวจสอบเกิดจากปัจจัยหลัก คือ คน, วิธีการ, วัตถุดิบ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งก่อนการสร้างเครื่องตรวจสอบมีการส่งสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้า งานวิจัยได้เลือกปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ไข และสร้างเครื่องตรวจสอบให้สามารถป้องกันการส่งสินค้าที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้าได้ ข้อมูลจำนวนชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าก่อนการสร้างเครื่องตรวจสอบแสดงได้ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 จำนวนชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549–พ.ศ. 2554

จากภาพที่ 5-1 พบว่าก่อนการปรับปรุงสร้างเครื่องตรวจสอบ ข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม 2549 ถึง เดือนกันยายน 2554 มีข้อร้องเรียนจากลูกค้าจำนวน 20 รายการ ซึ่งโดยเฉลี่ยปีละ 4 รายการ เป็นประเด็นปัญหาอย่างมากทำให้ลูกค้าขาดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ของบริษัท หลังจากที่มีการสร้างเครื่องตรวจสอบแล้ว เริ่มมีการใช้งานตั้งแต่ เดือนเมษายน 2555 ยังไม่ปรากฏชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้กับลูกค้า

อภิปรายผลการวิจัย

1. ปัจจัยคน (Man)

1.1 พนักงานไม่ตรวจสอบปั๊ม ”TRW” บนก้ามเบรกระยะห่างไม่เท่ากัน ในการตรวจสอบการปั๊ม “TRW” บนก้ามเบรก ซึ่งระยะห่างมีขนาดเล็กและในแต่ละลอตในการตรวจสอบมีจำนวนมากและมีการตรวจสอบค่อนข้างเร็ว ทำให้อาจจะมีการหลุดลอดสายตาพนักงานที่ตรวจสอบไปได้ หรือ พนักงานไม่ได้สังเกตครบทุกจุดที่กำหนดให้ตรวจสอบ และตำแหน่งที่ทำการปั๊ม สังเกตได้ยากตัวอักษรมีขนาดเล็ก พนักงานบางส่วนมาทำงานแทนกันขาดการอบรมไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานในการตรวจสอบ

1.2 พนักงานไม่ตรวจลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรก หลังจากกระบวนการ ซึ่งกระบวนการนี้เองที่ลืมการปั๊มลอตนัมเบอร์ หรือมีการข้ามกระบวนการทำให้ชิ้นงานบางตัวไม่ถูกการปั๊มลอตนัมเบอร์ ซึ่งกระบวนการและพนักงานตรวจสอบตรวจสอบไม่พบ

1.3 พนักงานไม่ตรวจสอบลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรก หลังจากกระบวนการเจียร์ผ้าเบรกซึ่งกระบวนการนี้เองที่ลืมการปั๊มลอตนัมเบอร์บนผ้าเบรกทั้งสองด้านหรือมีการข้ามกระบวนการทำให้ชิ้นงานบางตัวไม่ถูกการปั๊มลอตนัมเบอร์ ซึ่งกระบวนการและพนักงานตรวจสอบตรวจสอบไม่พบ

1.4 พนักงานไม่ตรวจสอบรูปแบบการปั๊มด้านในของผ้าเบรก หลังจากกระบวนการเจียร์ผ้าเบรก ซึ่งกระบวนการนี้เองมีการปั๊มลอตนัมเบอร์ติดเพียงข้างเดียวอาจจะเป็นเพราะหมึกปั๊มหมุนเพียงข้างเดียว หรือหมึกปั๊มหมด ซึ่งกระบวนการและพนักงานตรวจสอบตรวจสอบไม่พบ

1.5 พนักงานไม่ตรวจสอบก้ามเบรก ที่ปะปนกันมีการข้ามกระบวนการระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งในกระบวนการมีการจัดสายการผลิตที่ใกล้กันและมีการสุ่มตรวจจากแผนกตรวจสอบคุณภาพด้วยบางส่วนทำให้ก้ามเบรกปะปนกันได้ในการะบวนการ และพนักงานตรวจสอบตรวจสอบไม่พบ

1.6 พนักงานไม่ตรวจสอบจุดปั๊มบนก้ามเบรก ในกระบวนการปั๊มของโรงงานตัวอย่างมีการผลิตชิ้นส่วนที่ส่งกันภายในบริษัททำให้บางครั้งชิ้นงานที่ผลิตออกมาจำนวนมากจะต้องนำมาใช้งานโดยใช้ระบบ Special Acceptance ในบางส่วนชิ้นงานที่เสียอาจหลุดออกมาสู่กระบวนการต่อมาได้กระบวนการและพนักงานตรวจสอบตรวจสอบไม่พบ

2. ปัจจัยวิธีการ (Method)

2.1 วิธีการตรวจสอบระยะห่าง “TRW” ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบในจุดดังกล่าวทำให้ชิ้นงานหลุดมาถึงกระบวนการตรวจสอบและตรวจสอบไม่พบ

2.2 ไม่มีวิธีการตรวจสอบปั๊มด้านใน ผ้าเบรกไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบในจุดดังกล่าวทำให้ชิ้นงานหลุดมาถึงกระบวนการตรวจสอบและตรวจสอบไม่พบ

3. ปัจจัยวัตถุดิบ (Material)

3.1 ลอตนัมเบอร์หลุดหรือจางหาย สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากหมึกเสื่อมสภาพหมดอายุการใช้งาน อุณหภูมิในการปั๊มผิดปกติ และขูดขีดจากการขนส่ง ทำให้เกิดปัญหางานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า และเกิดการปฏิเสธชิ้นงานจากลูกค้า หากตรวจไม่พบก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า

4. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม (Environmental)

4.1 ในการตรวจสอบชิ้นงานก่อนส่งมอบปัจจัยสำคัญในการตรวจสอบ คือ แสงสว่าง ซึ่งในบางจุดอาจจะมีหลอดไฟเสีย หลอดไฟเสื่อมสภาพ หรือค่าแสงสว่างไม่เพียงพอตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งอาจทำให้มีอุปสรรคในการตรวจสอบก้ามเบรกก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า

ปัญหาอุปสรรค และข้อจำกัดในการวิจัย

1. การสร้างเครื่องจักรเพื่อใช้ในการตัดสินใจคน เครื่องจักรจะทำการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็วแต่ก็มีข้อจำกัดที่ว่า ในการป้อนชิ้นงานเข้าไปตรวจสอบยังคงต้องอาศัยคนเป็นตัวป้อนอาจจะเกิดการข้ามกระบวนการได้ และเครื่องจักรที่ตรวจสอบได้ทำการกำหนดเวลาในการตรวจสอบที่รวดเร็วทำให้พนักงานต้องทำงานตามความเร็วของเครื่องเกิดความเมื่อยล้า และเกิดการต่อต้านจากพนักงาน

2. พนักงานในโรงงานตัวอย่างยังขาดความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เราทำงานได้ง่ายขึ้น สร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ซึ่งในฐานะที่โรงงานตัวอย่างเป็นบริษัทผู้ผลิต มีการแข่งขันกันสูงมากในเชิงคุณภาพและราคา

3. ในการสร้างเครื่องจักรในการตรวจสอบอุปกรณ์ส่วนใหญ่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และระยะเวลาในการสั่งซื้อระยะเวลานาน และมีราคาแพงทำให้เกิดความล่าช้ามากในการประกอบเครื่องจักร

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จากการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องจักรในการตรวจสอบคุณภาพประสิทธิภาพสูง เพื่อป้องกันของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ผู้วิจัยพบว่ามีข้อเสนอแนะบางประเด็นเพื่อให้เกิดการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในส่วนของต้นเหตุการณ์เกิดปัญหาคุณภาพ โดยเสนอรายละเอียดได้ดังนี้

1. การรับทราบข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้องกำหนดจากเครื่องตรวจที่ตรวจจับได้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปหาสาเหตุการเกิดของเสียจะทำให้ลดการเกิดหรือการป้องกันการเกิดของเสียได้ทั้งในกระบวนการผลิตจากต้นทางมาถึงปลายทางของกระบวนการผลิตหากกระทำอย่างสม่ำเสมอและจริงจัง

2. ควรมีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (FMEA) และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับกระบวนการ (PFMEA) เพื่อหาดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) มาช่วยในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์

3. ควรมีการฝึกอบรมพนักงานฝ่ายผลิตให้ตระหนักในเรื่องของการควบคุมคุณภาพภายในกระบวนการผลิตที่รับผิดชอบเป็นระยะ และฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ในทุกกระบวนการและมีการหมุนเวียน เพื่อในบางครั้งพนักงานประจำไม่มาสามารถทำงานทดแทนกันได้

4. ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สามารถกระทำตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดของเสียตั้งแต่ต้นทาง หากทำได้ตั้งแต่ต้นของกระบวนการก็ไม่มีความจำเป็นจะต้องสร้างเครื่องตรวจสอบ

5. ควรมีการตรวจสอบหรือการสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับความบกพร่องของผลิตภัณฑ์

บรรณานุกรม

กฤษณชัย ศรีวรรณ. (2553). การอ่านรหัสแท่งโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิตอล. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *หลักการควบคุมคุณภาพ.* กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

คัง บุญเซียง. (2553). *Quality Improvement Through Implementation of Poka Yoke and Six Sigma.* Faculty of Mechanical Engineering, University Technology Malaysia.

ทิพากร วงษ์นาม. (2543*). ลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยางรถจักรยานยนต์โดยเทคนิค FMEA.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรหาญ ลิลา. (2549). *เอกสารประกอบการสอน Management of Quality Engineering*. ภาควิชาวิศวกรรมอุสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัย บูรพา.

บุญลือ บุญคง. (2551). *Machine Vision คืออะไร.* บทความจาก E-Industrial Technology Center: สถาบันไทย-เยอรมัน.

ภานุ บูรณจารุกร. (2550). *การจัดทำระบบการจัดการคุณภาพร่วมกับกระบวนการผลิตที่ดีเพื่อความปลอดภัยของอาหารในอุตสาหกรรมอาหาร*. เอกสารประกอบการสอน, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูวดล เสียงใส และเอกวุธ จิตวานิล. (2553). *การสร้างชุดทดลองแขนด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และพีแอลซี (PLC).* งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วันชัย ริจิรวนิชม. (2551). *การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา.* ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัจชัย ประภัตน์. (2551). *การปรับปรุงระบบคุณภาพให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น.* งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

โสภณ ก้อนทอง และ ปิยะวรรณ เชื้อสิงห์. (2551). การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าและสามารถแสดงผลออกทางจอ LCD. งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ฮิโตชิ คูเมะ. (2542). *Management by Quality.* กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Jack R. Meredith. (2554). *Project Management a Managerial Approach.* Broy Distinguished Scholar and Chair in Operations, Wake Forest University.

Jack R. Meredith. (2554). *Project Management a Managerial Approach.* Joseph S. Stern Professor Emeritus of Operations Management, University of Cincinnati.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

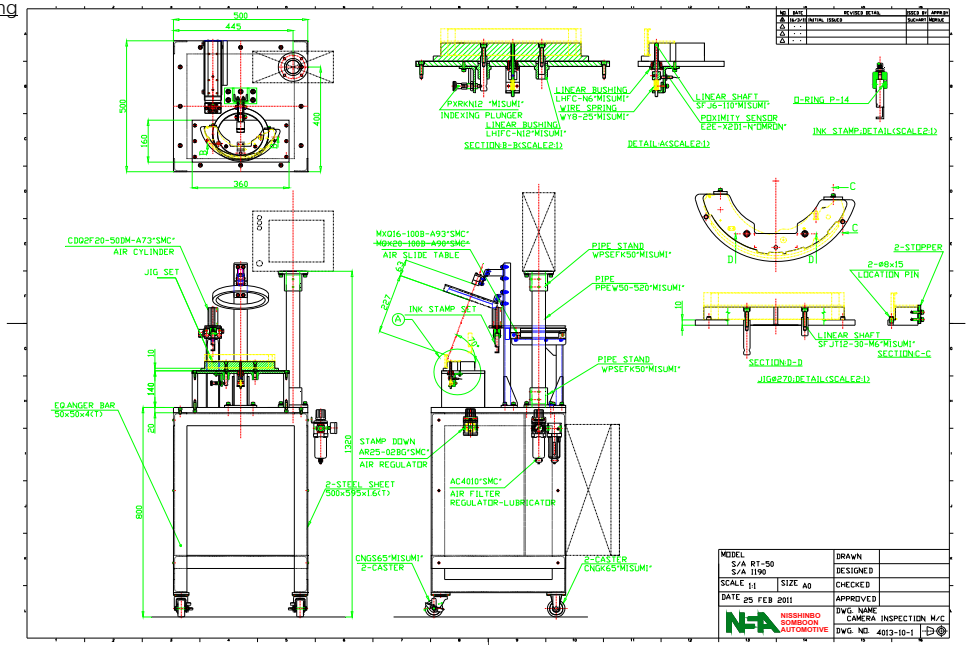
รายละเอียดโครงสร้างของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก

NISSHINBO SOMBOON AUTOMOTIVE
PRODUCTION ENGINEERING SECTION

Project Estimation

Project Name	**S/A RT50 -GMI700-I190**	Date	**16 Dec 2011**
Project No.	**BP-26**	Work center Sec.	**BA**
Project Item	Inspection m/c	Machine Name	S/A RT50 final Inspection M/C
Project Description		Machine No.	

Picture/Drawing



Estimate Cost

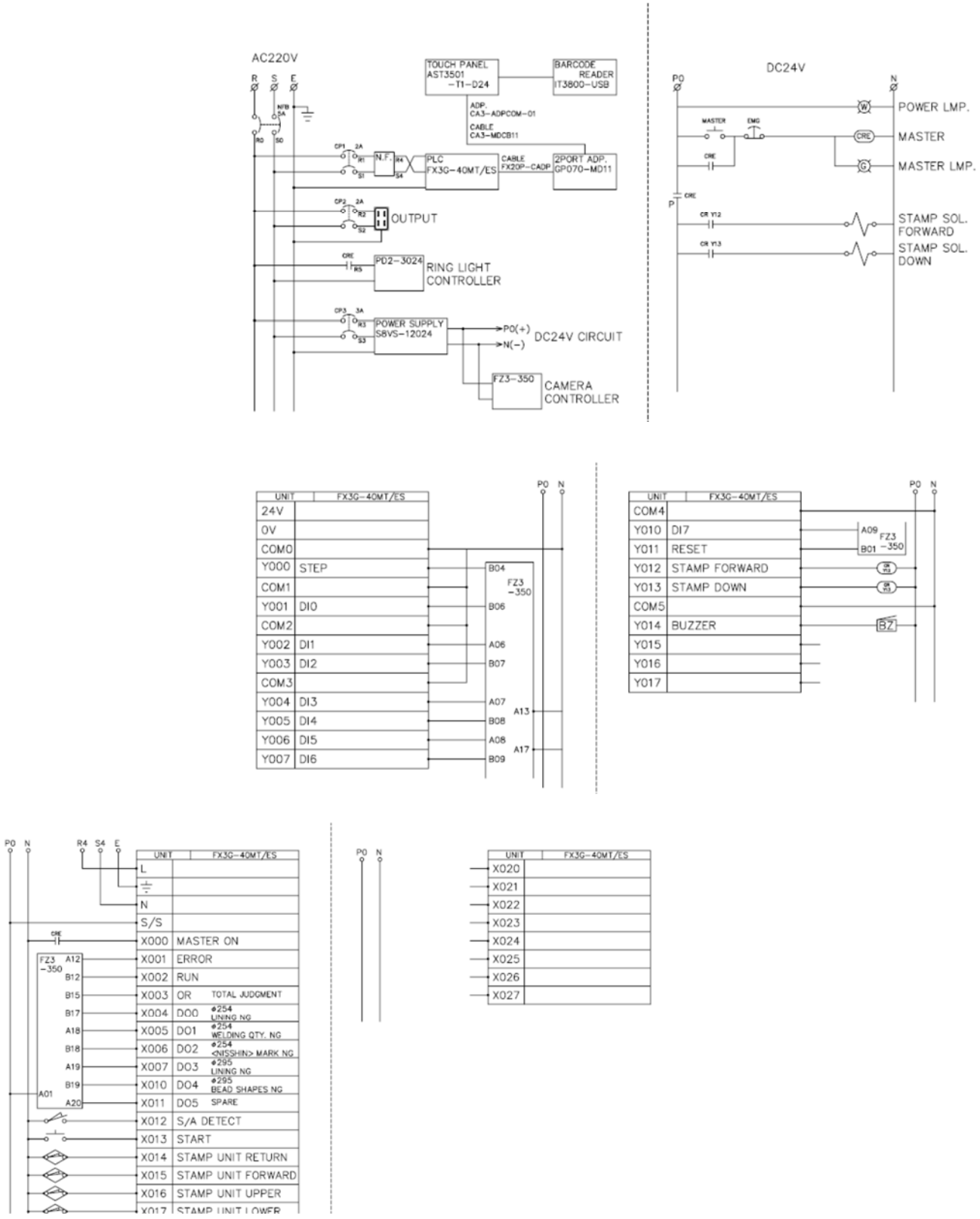
No.	DWG.No.	Detail of work	Maker/Supplier	Q'ty	Estimate cost	
					Unit price	Total price(Baht)
1	4013-10-1	Machinal part	A-Precision co.ltd.	1	42,000	42,000
2		Steel for M/C Main Structure	Easturn union	1	4,000	4,000
3		Touch sreen	K&P F.A center co.,ltd.	1	67,300	67,300
4		Electrical Parts	Trisak automation co.,ltd.	1	5,200	5,200
5		Electrical Parts	Easturn Electric co.,ltd.	1	19,000	19,000
6		Pneumatic parts	SMC	1	29,000	29,000
7		Standard parts	Misumi	1	8,500	8,500
8		Camera check	Omron	1	343,000	343,000
9		Jig for Dia.254	STK Part	1	19,000	19,000
10		Jig for Dia.270	STK Part	1	18,500	18,500
11		Other	-	1	18,000	18,000
		Total				573,500

Prepared By PE - Foreman/Chief	Checked By EE - Chief	Checked By PE/EE - Manager	Approved By Engineering GM	Confirm Accounting Manager

NQSS Form : EIF-02-0513 Rev (01) June 06, 2003 : Approved EN

QRs : PE Section	Retention 1 Year

ภาพภาคผนวก ก-1 โครงสร้างของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรกและประมาณราคา



ภาพภาคผนวก ก-2 วงจรไฟฟ้าของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก

ตารางภาคผนวก ก-1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก

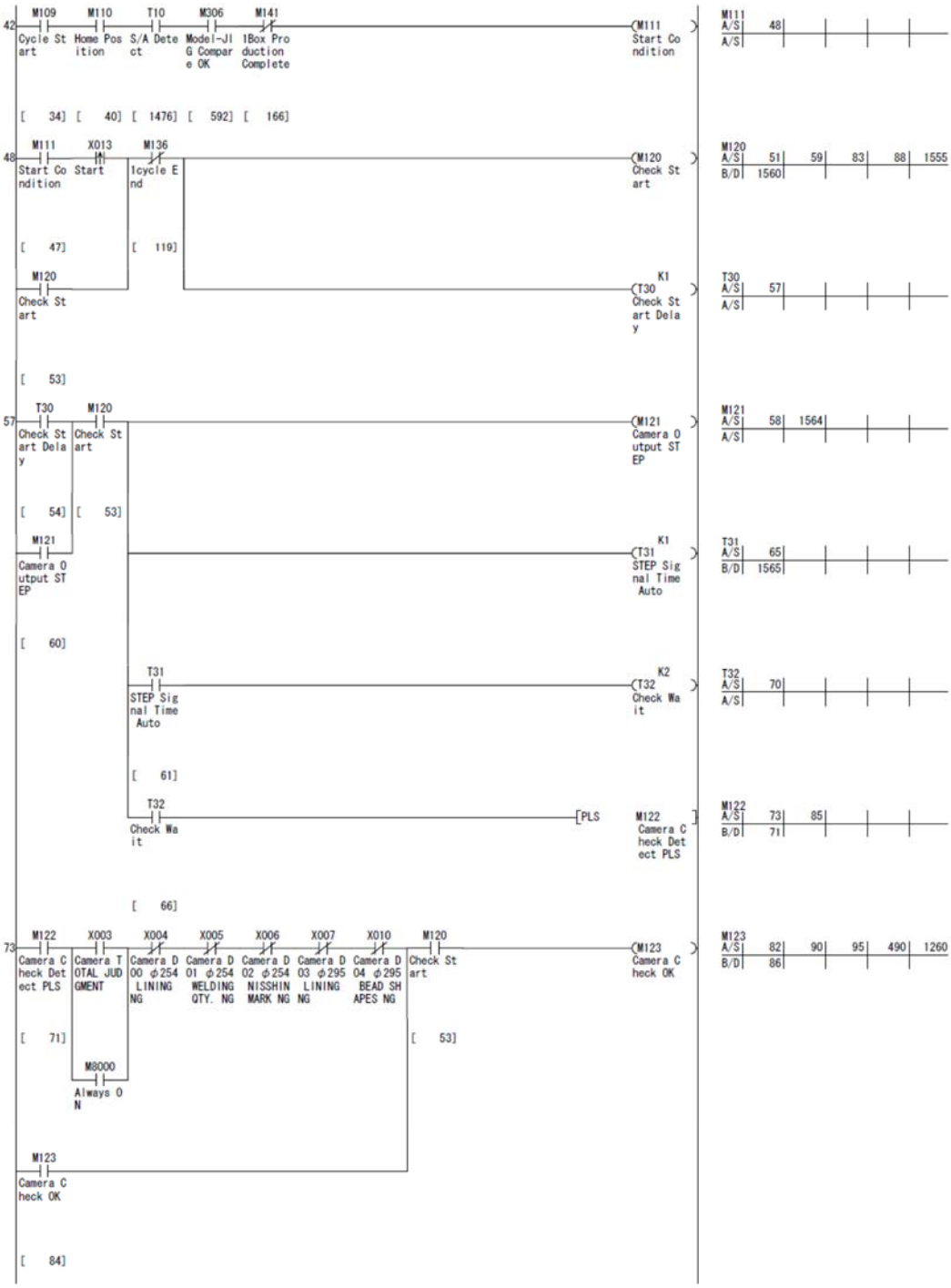
ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
1	Camera	FZ-Series	Omron	1	320500	320500	
2	Breaker	NF30-CS-2P-5A	Mitsubishi	1	440	440	
3	Breaker	NF30-CP32FM/3	Fuji	1	1440	1440	
4	Breaker	NF30-CP32FM/2	Fuji	1	1440	1440	
5	Power Supply	S8VS-12024	Omron	1	6800	6800	
6	Relay	LY4N DC24V	Omron	1	360	360	
7	Socket	PTF14A-E	Omron	1	177	177	
8	Relay	MY2N DC24	Omron	1	176	176	
9	Socket	PTF08A-E	Omron	1	85	85	
10	Push Buttom	AL6H-M14-G	Idec	1	400	400	
11	Pilot Lamp	AL6H-P4W	Idec	1	260	260	
12	Push Buttom	AVLW49911-R	Idec	1	897	897	
13	Buzzer	UZ6-12-24V	Idec	1	830	830	
14	Plug	WKG-1092-250	Panasonic	1	58	58	
15	Control Box	CB-07	Tamco	1	1100	1100	
16	Control panel box	300x230x120mm	Tamco	1	2700	2700	
17	Touch Screen	AST3401-T4-D24-7.5	Proface	1	52000	52000	
18	Port Adapter	GP070-MD1	Mitsubishi	1	10000	10000	
19	Adapter GP3000	CA-MDCB11	Proface	1	3000	3000	
20	Port Conversion	CA3-ADPCOM	Proface	1	1000	1000	
21	Limit Switch	TP70-1A1	Omron	1	3690	3690	
22	Proximity Switch	E2E-X2D1	Omron	4	1500	6000	
23	Noise Filter	ZAC2205-OOU	TDK	1	1500	1500	

ตารางภาคผนวก ก-1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

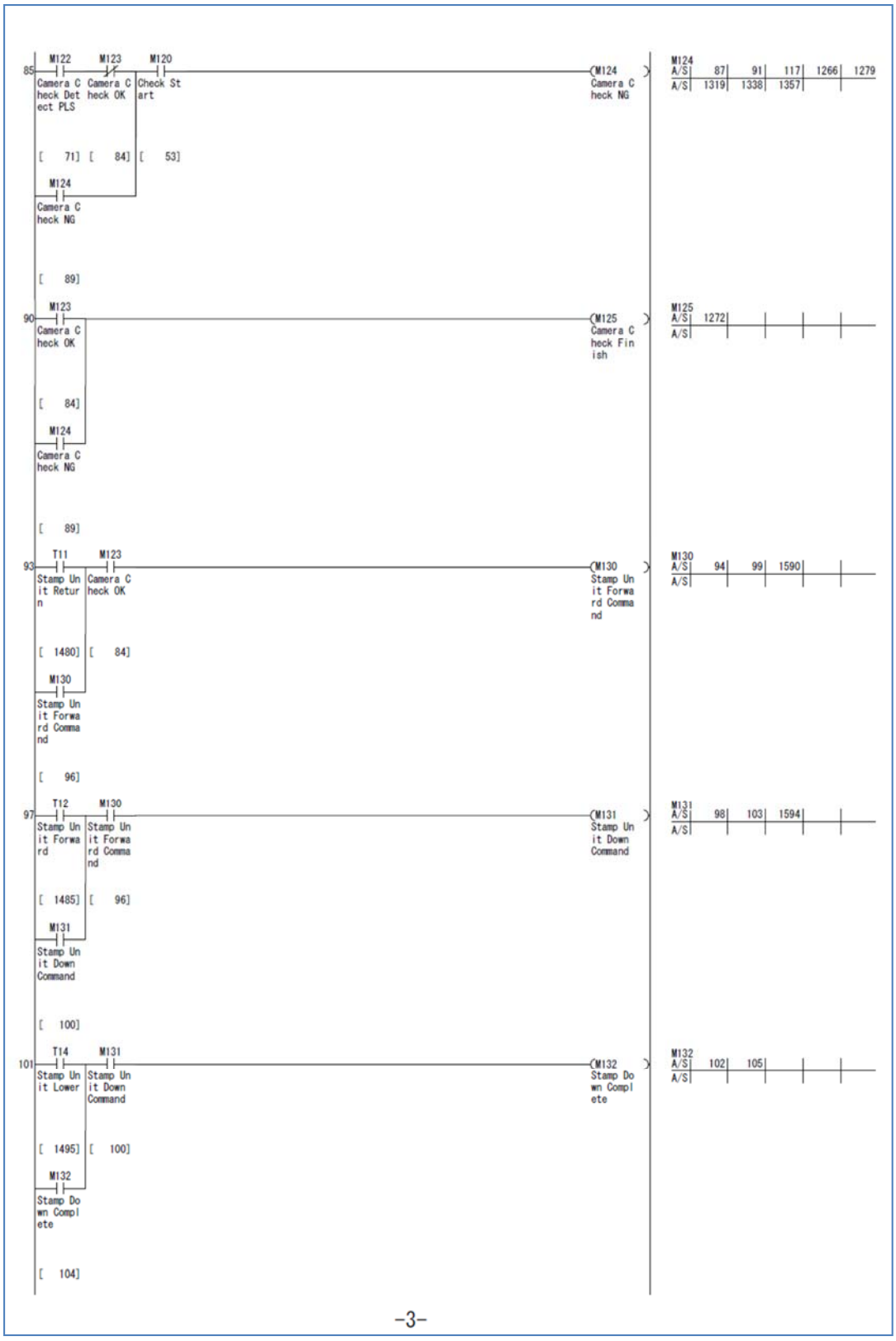
ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	รุ่น	ผู้ผลิต	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	หมายเหตุ
24	Con,Terminal, Conduit,Cable	-	TBR	1	6290	6290	
25	Nut	M3,M4,M6,M8	-	1	1295	1295	
26	Standard Part	-	Mizumi	1	8458.3	8458.3	
27	Camera Light & Support	-	A-Presition	1	41270	41270	
28	DWG#4013-10-2(Body)	-	STK	1	19000	19000	
29	DWG#4013-10-3(Body)	-	STK	1	18500	18500	
					รวม	509666	บาท

ภาคผนวก ข

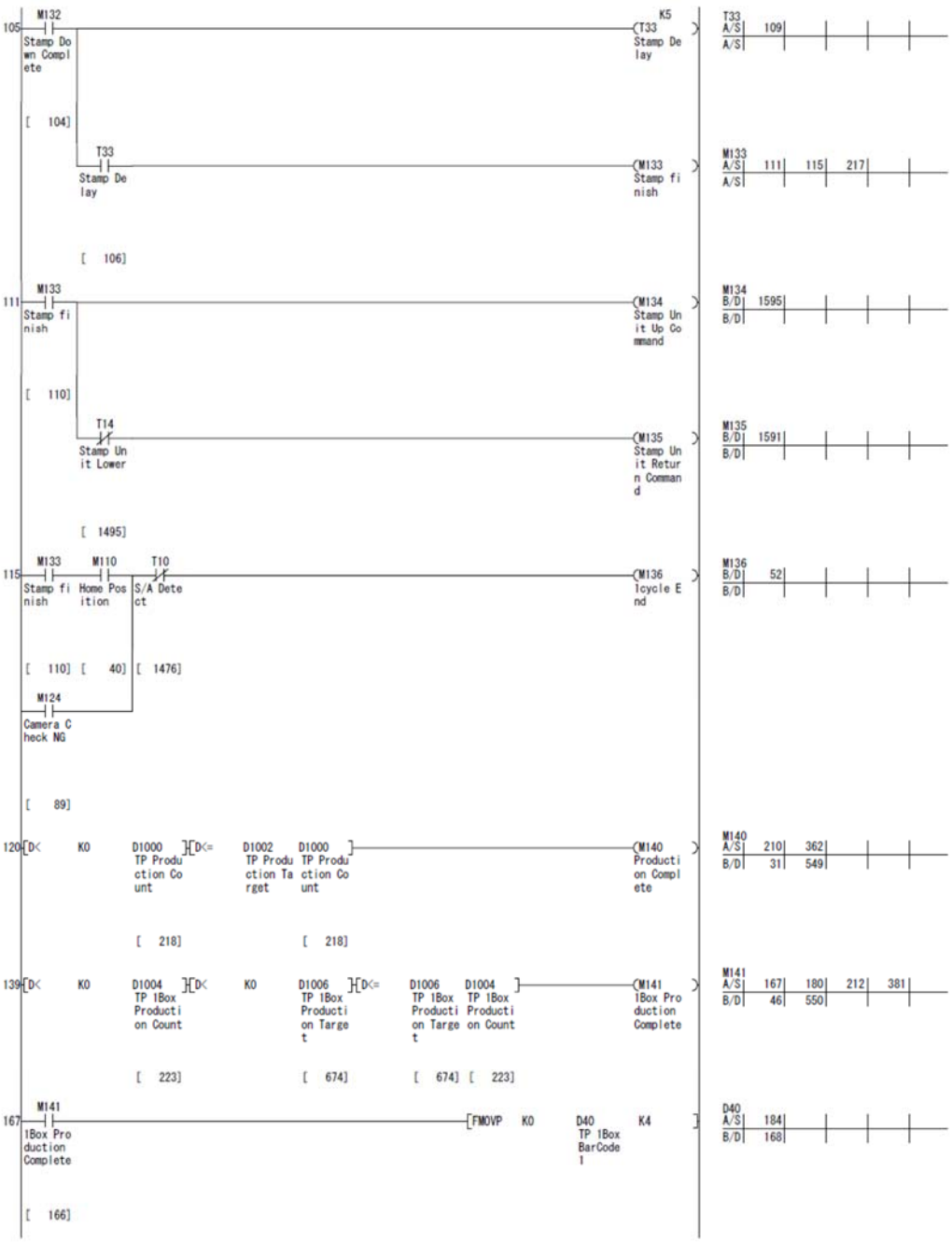
โปรแกรมพีแอลซีและโปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก



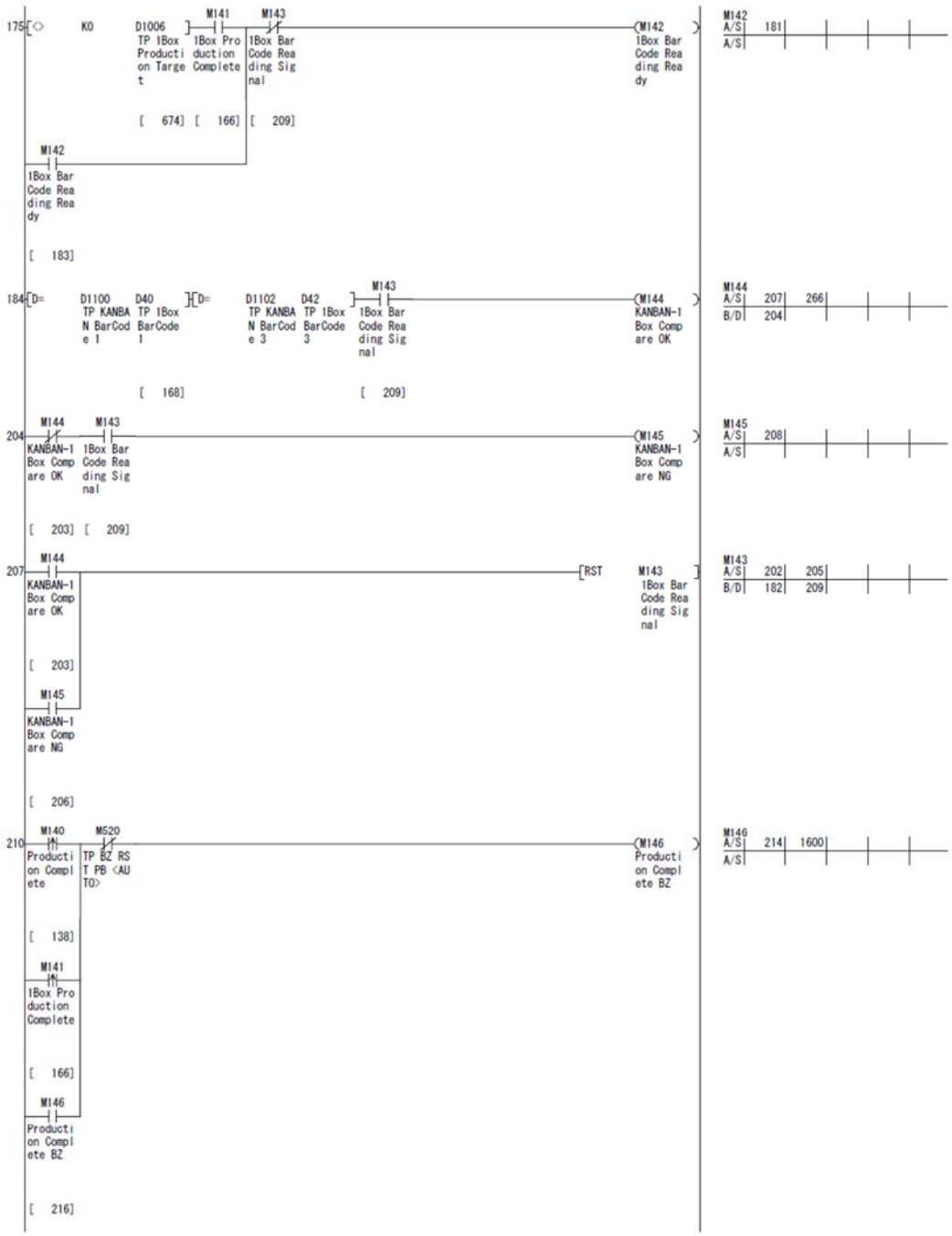
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก



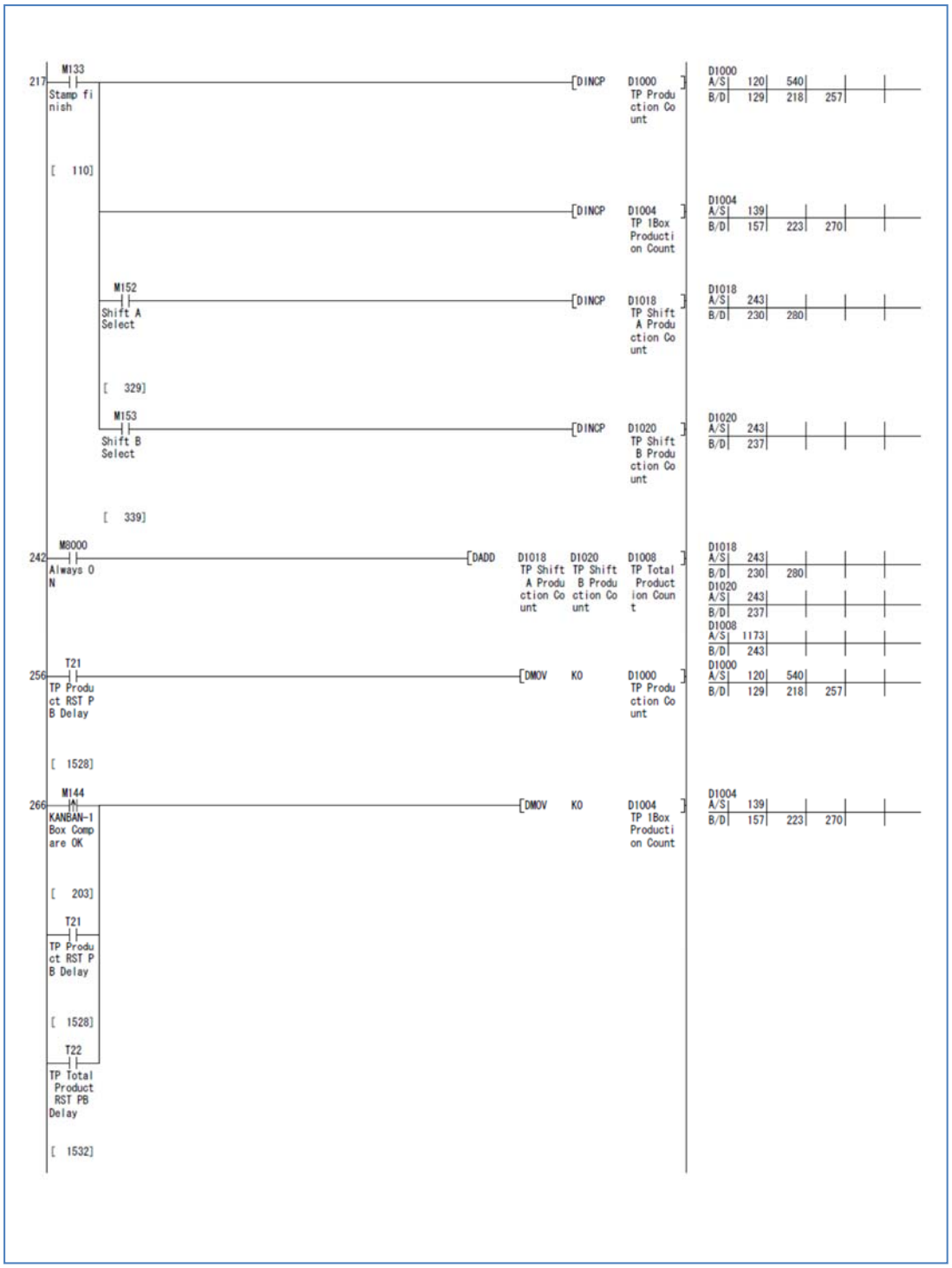
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



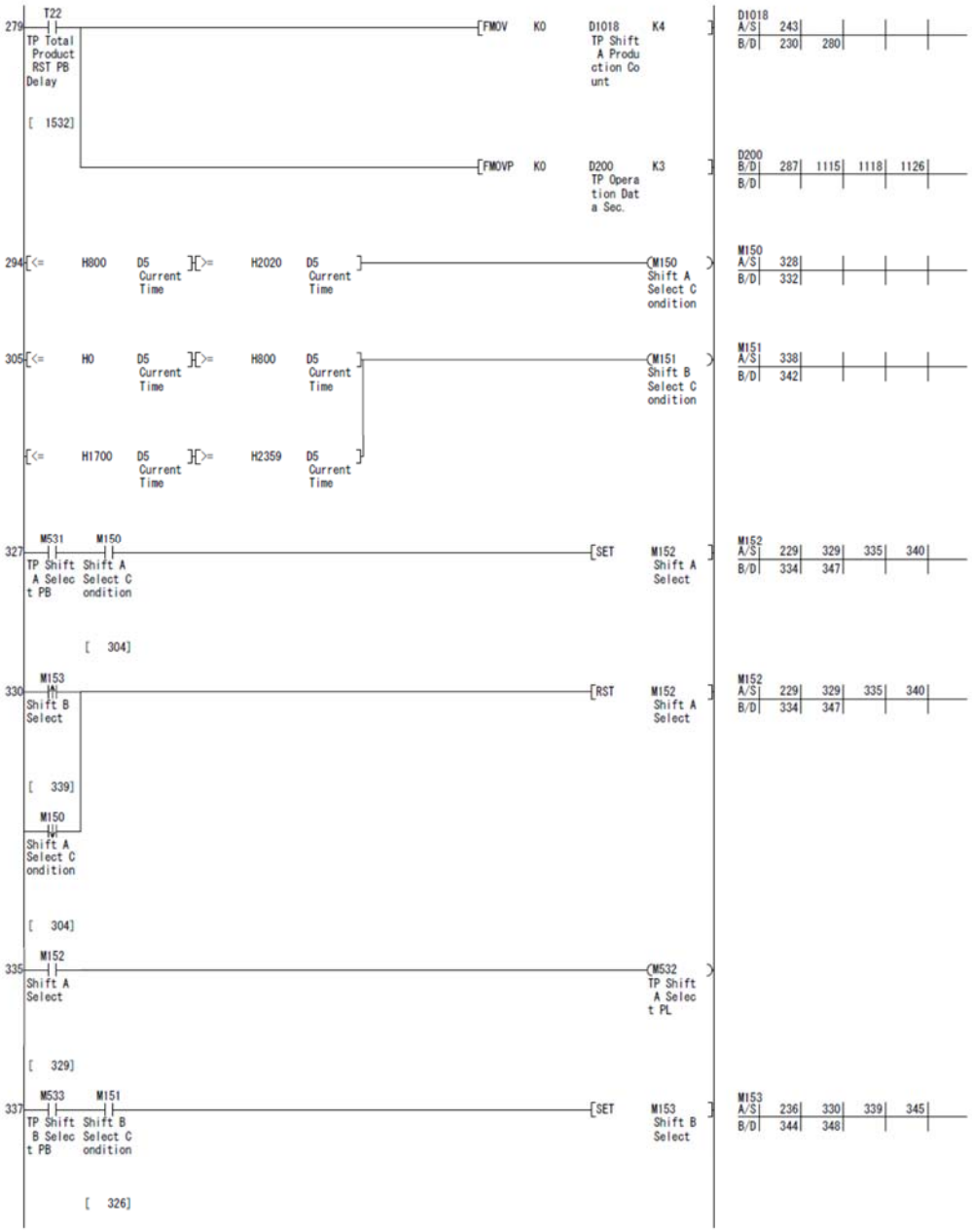
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



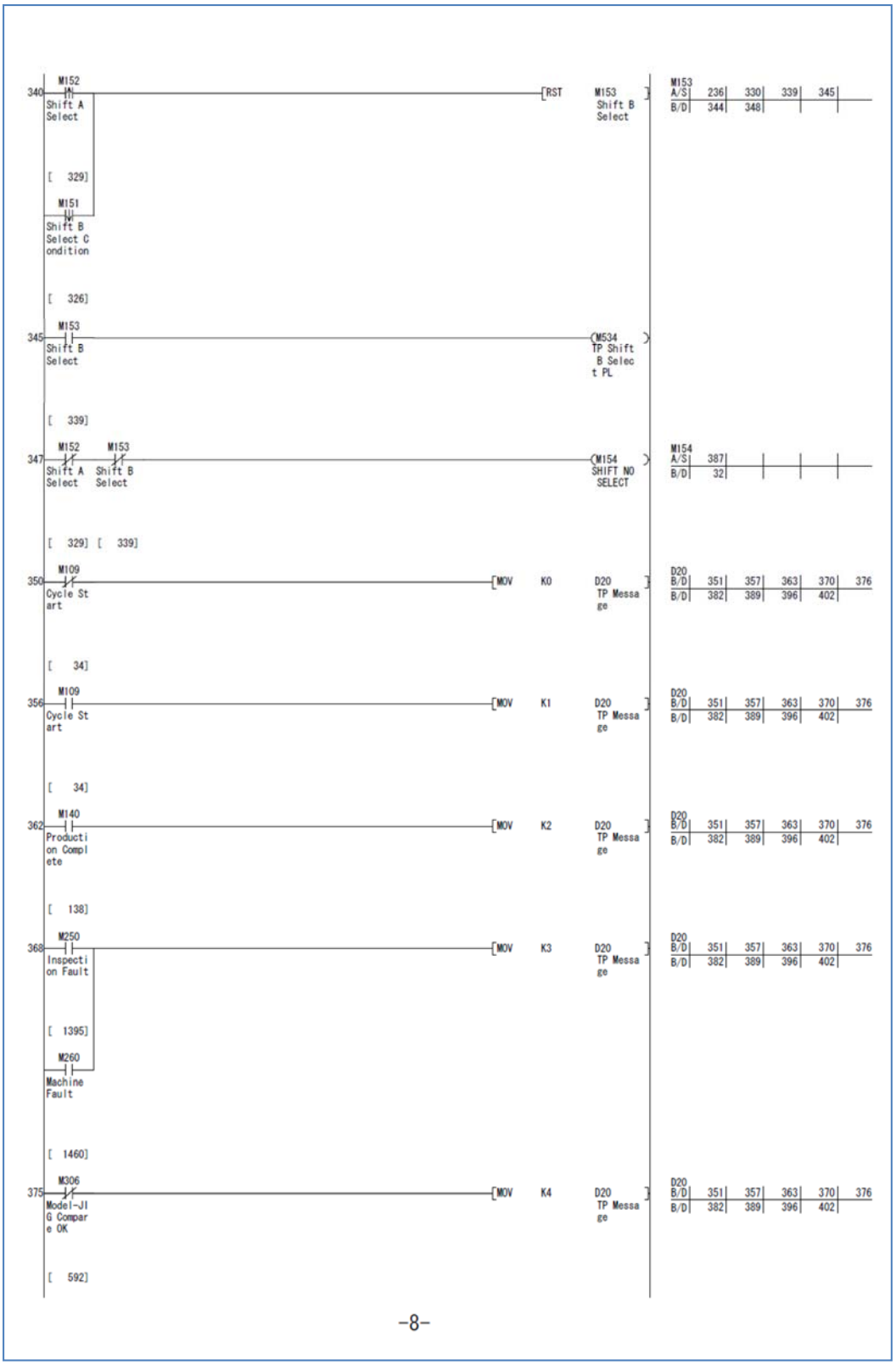
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



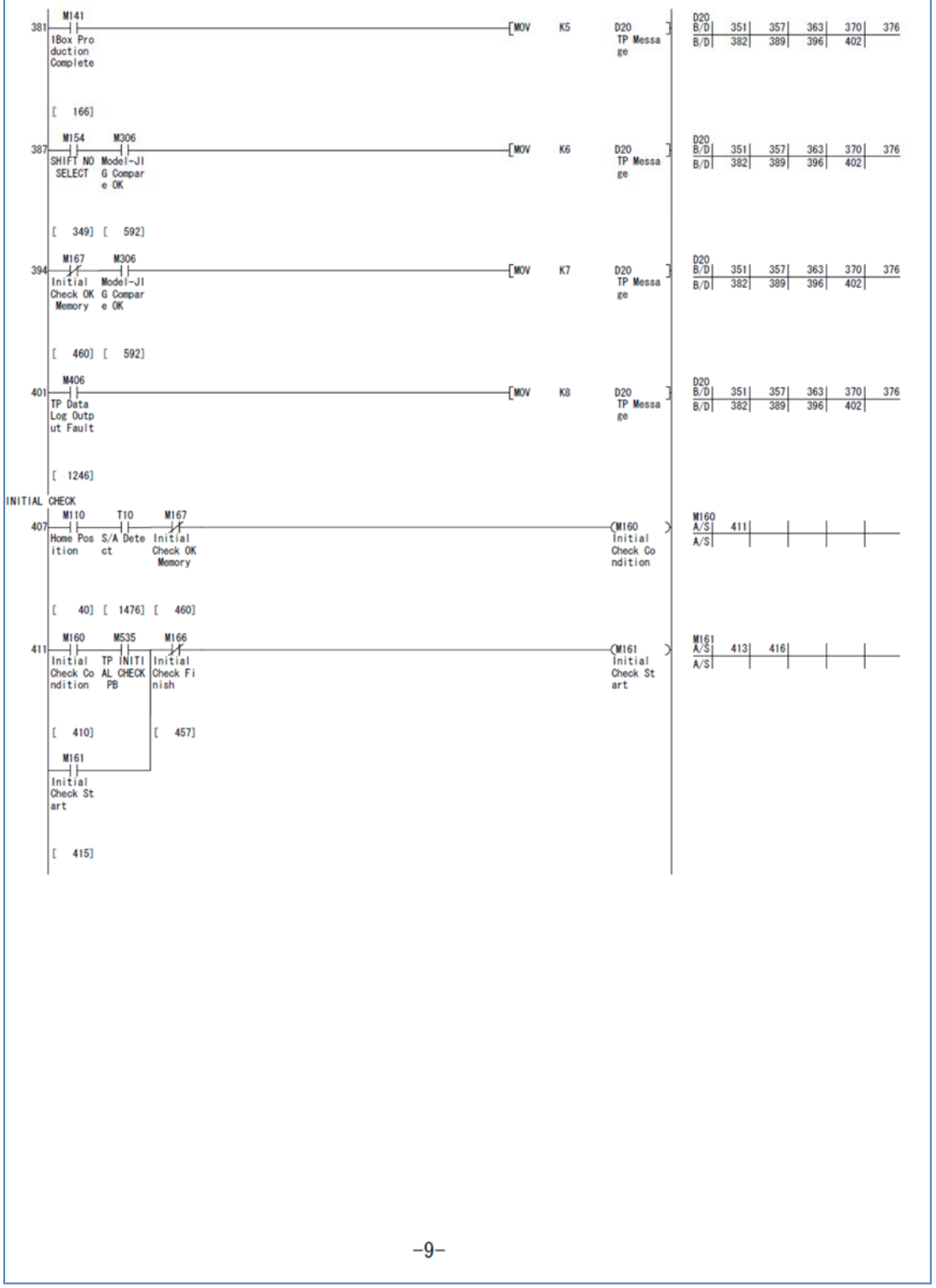
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



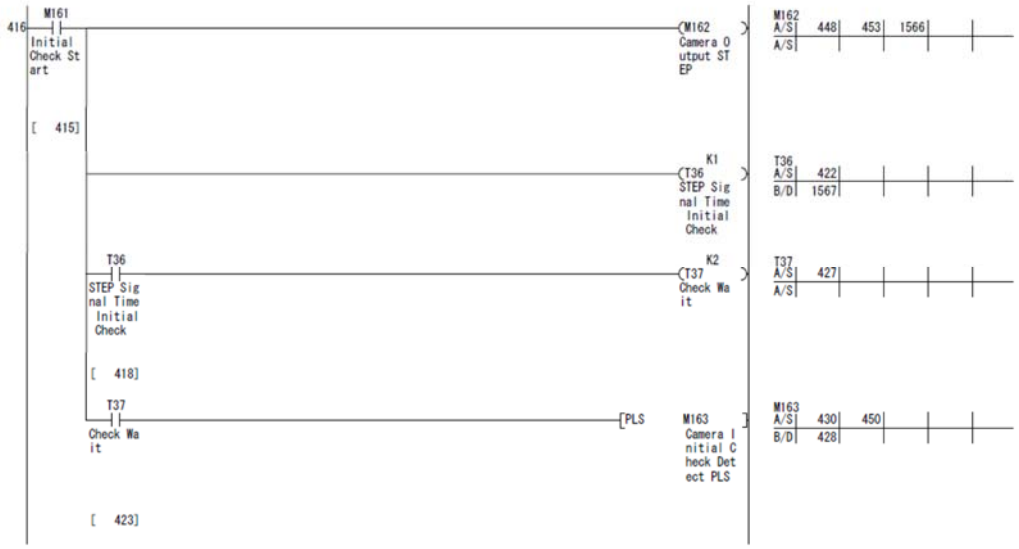
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

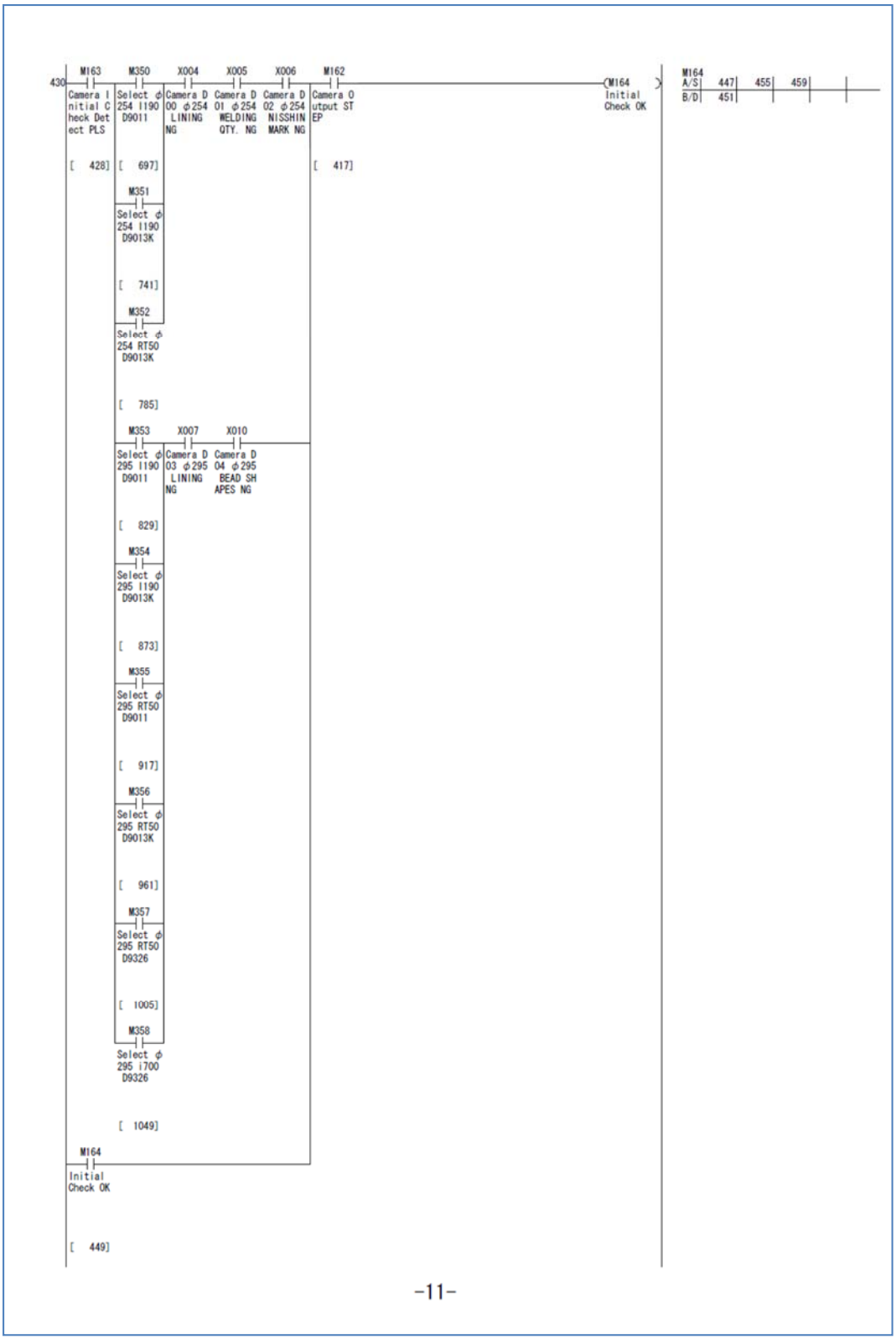


ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

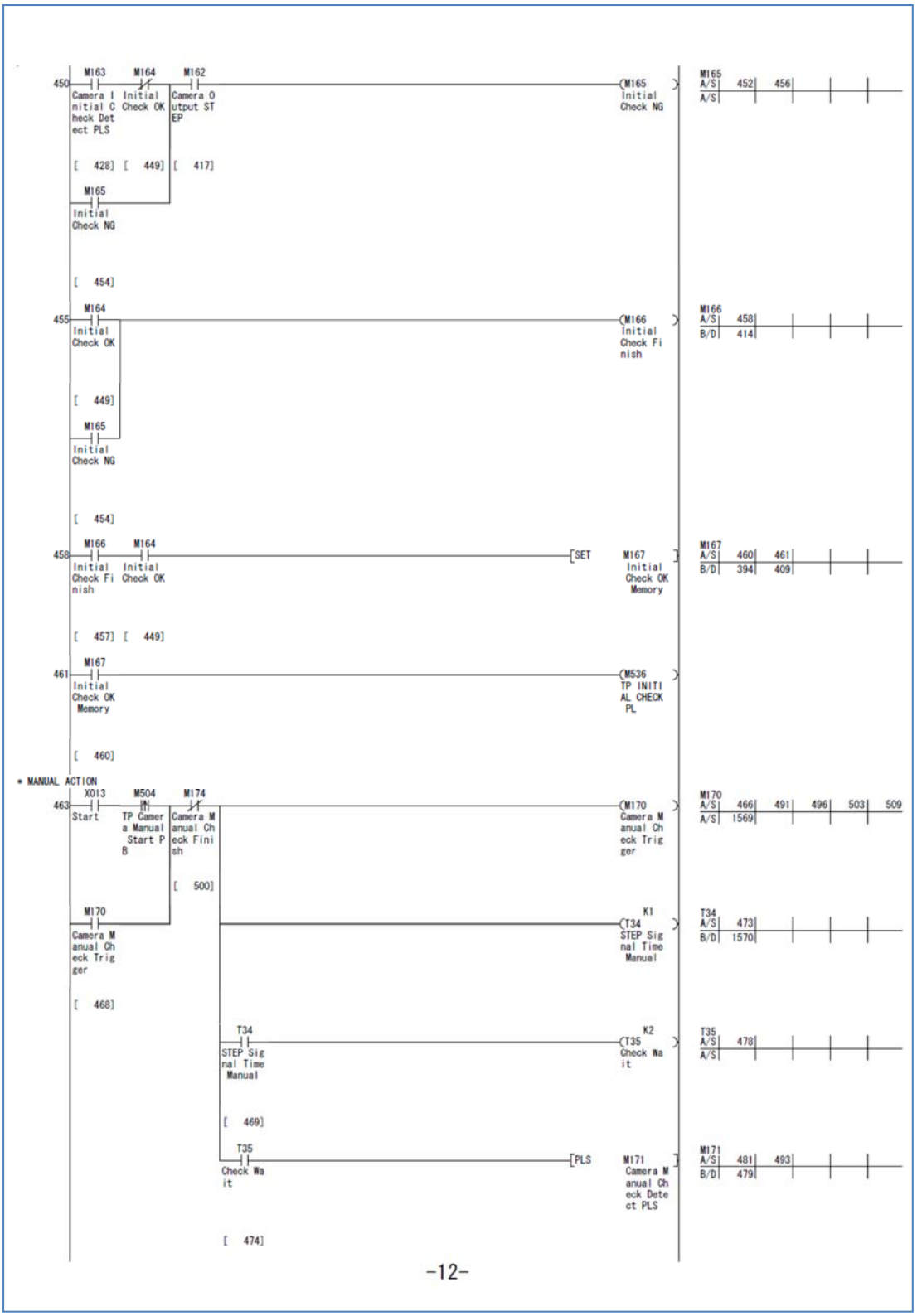


-10-

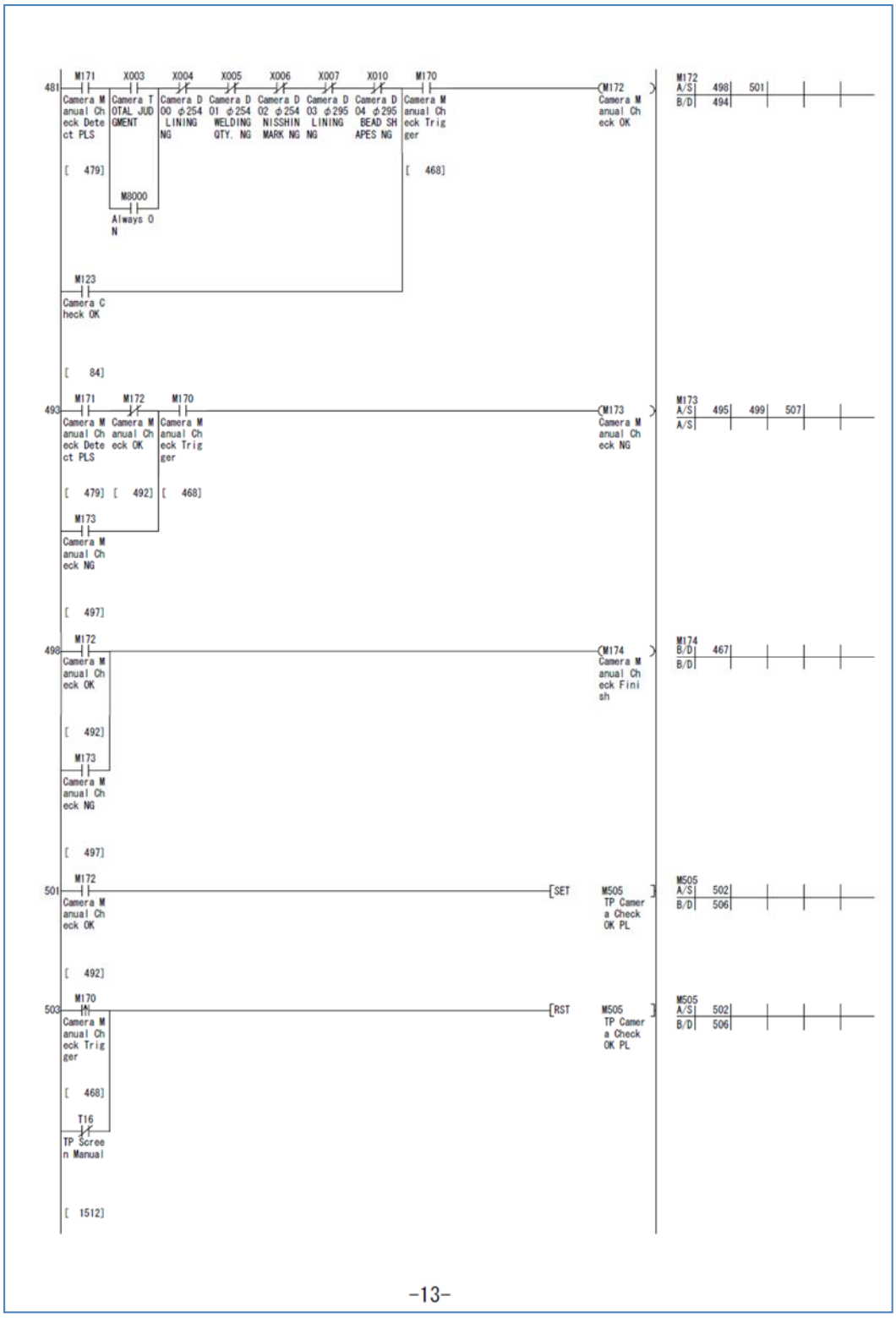
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



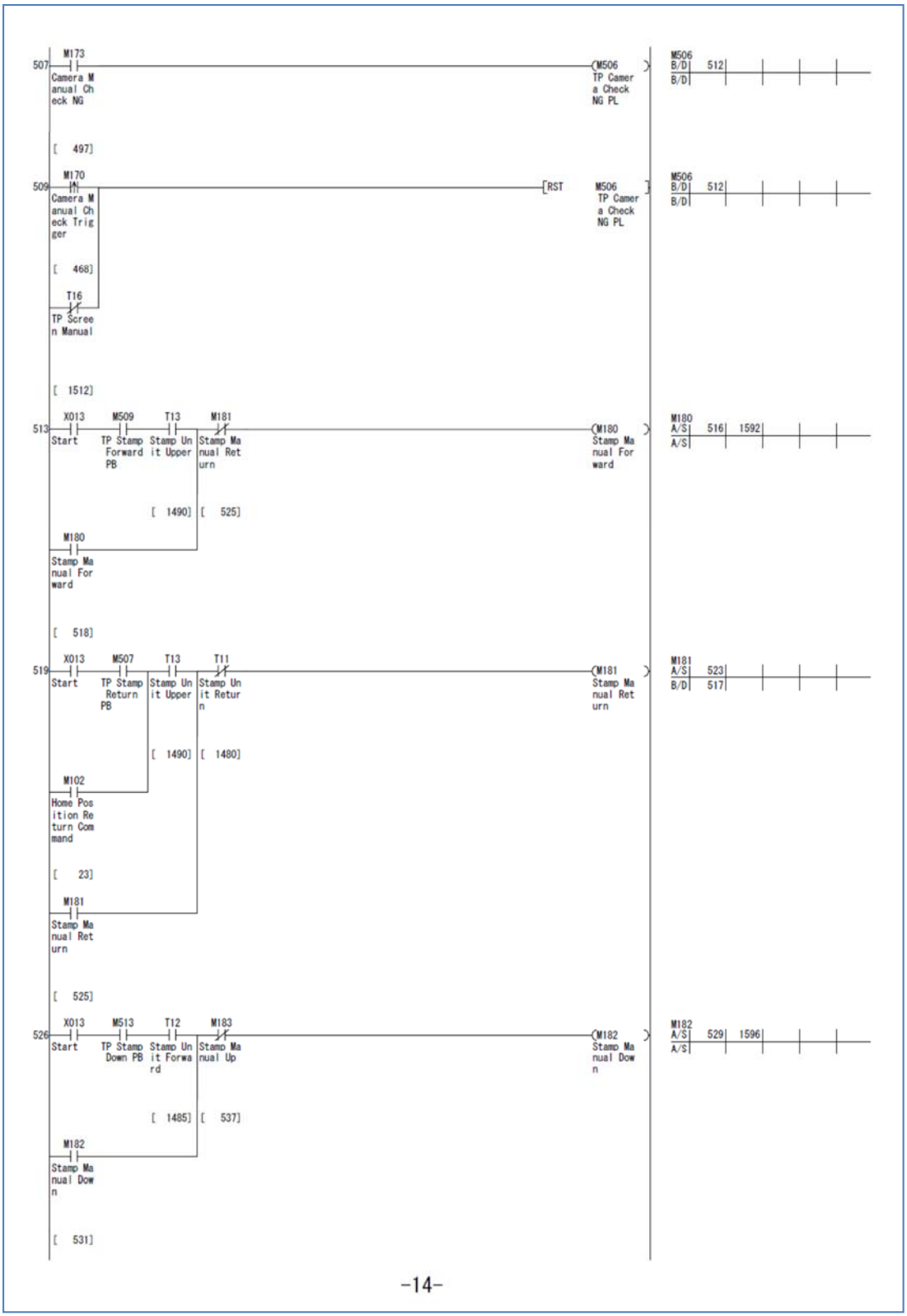
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



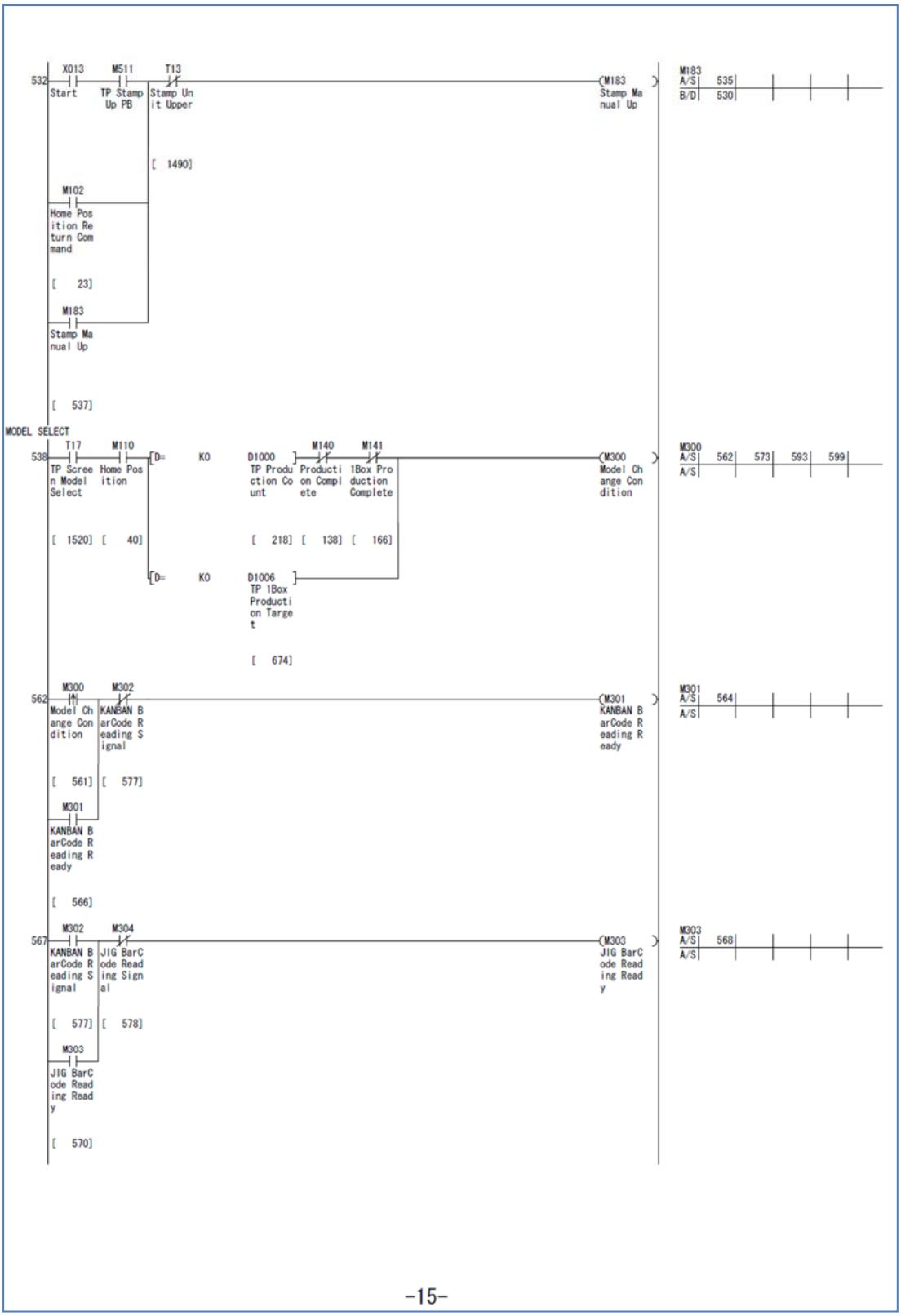
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



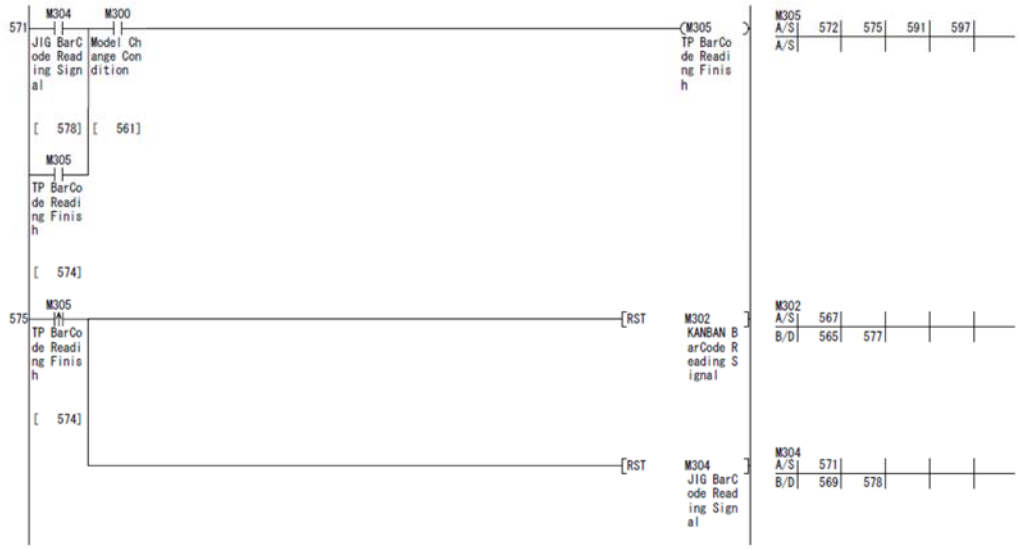
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

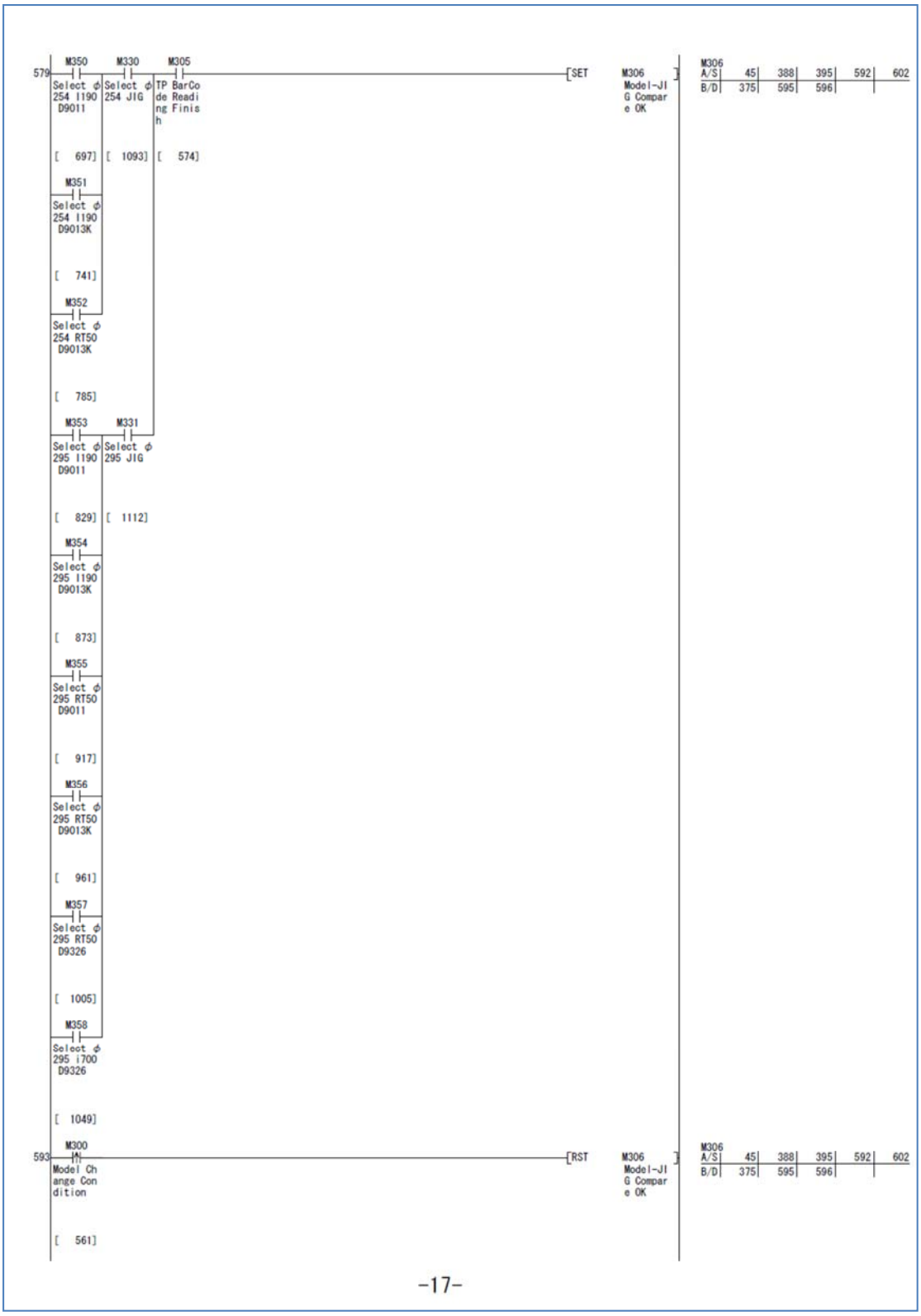


ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

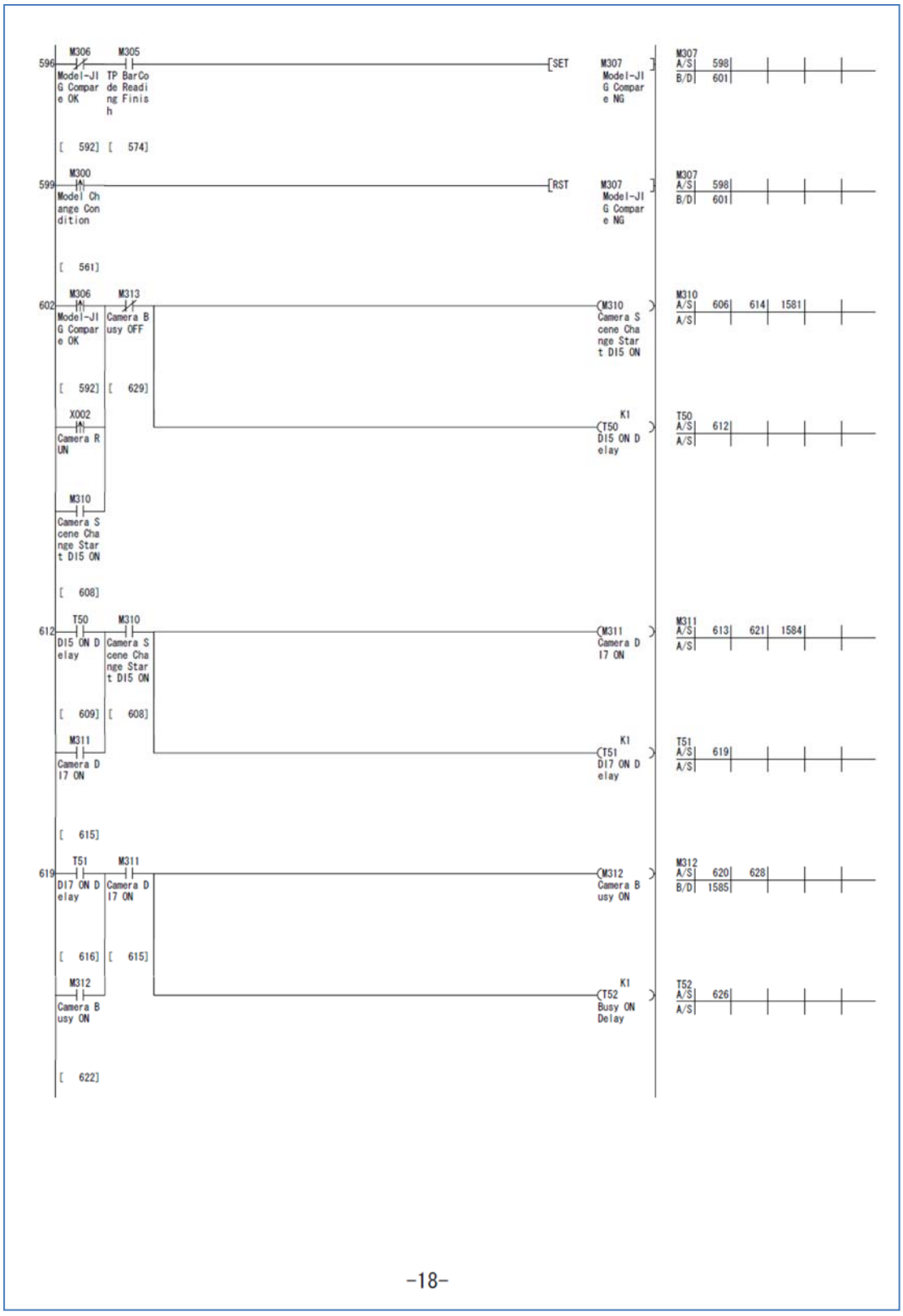


-16-

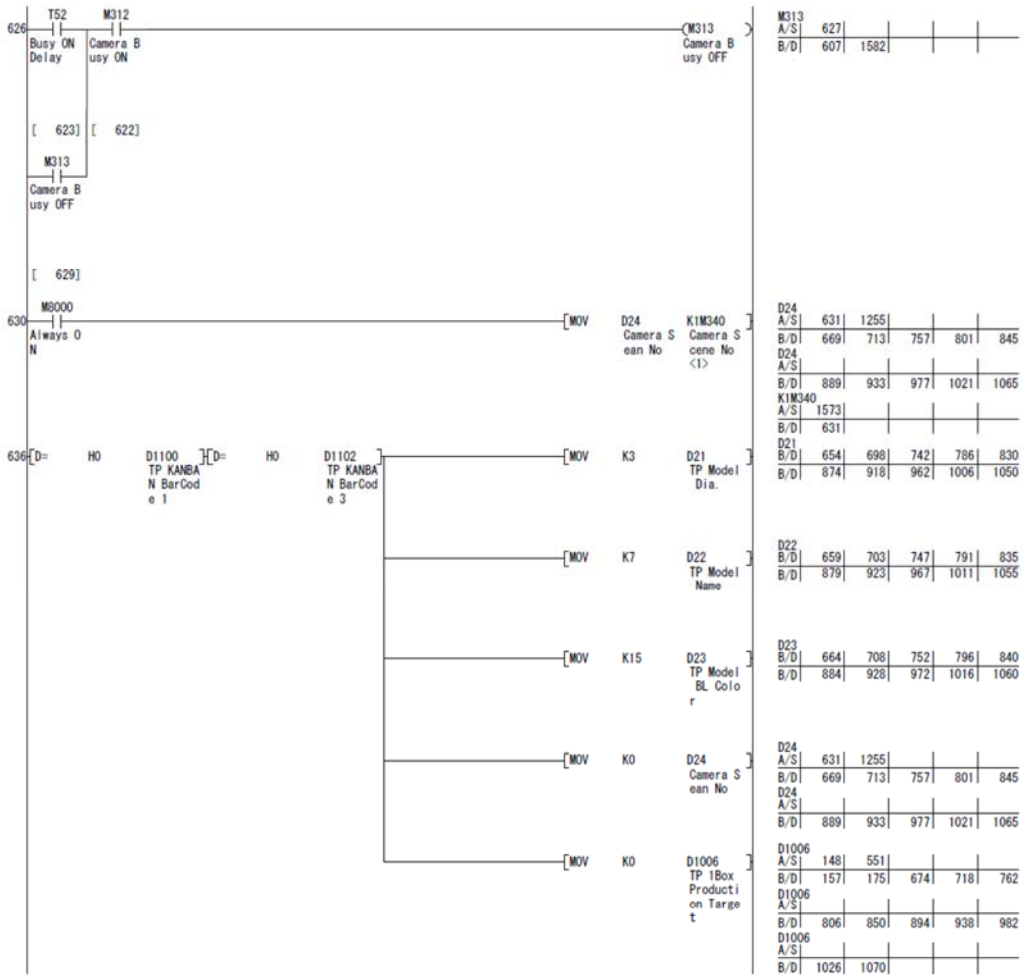
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

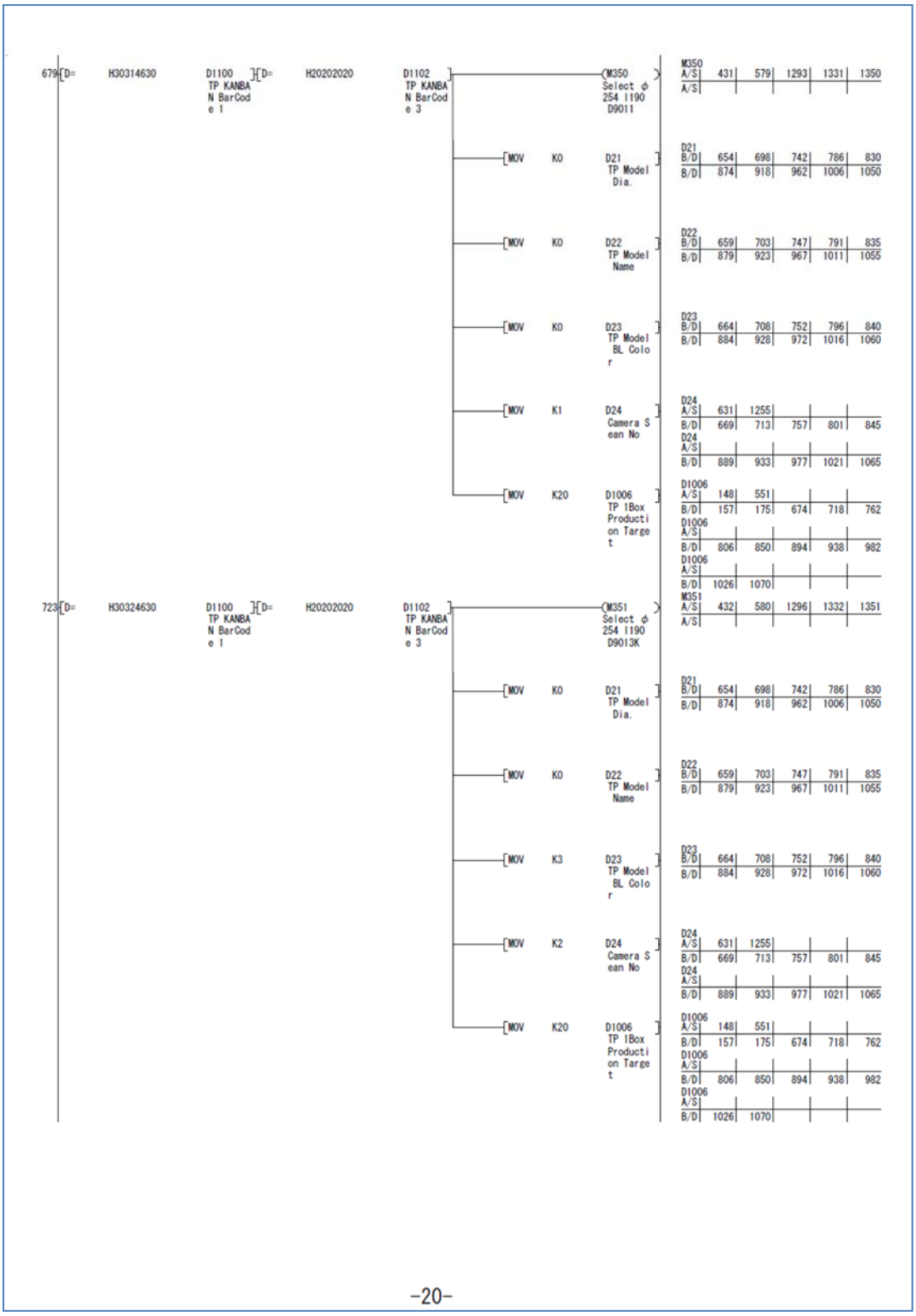


ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

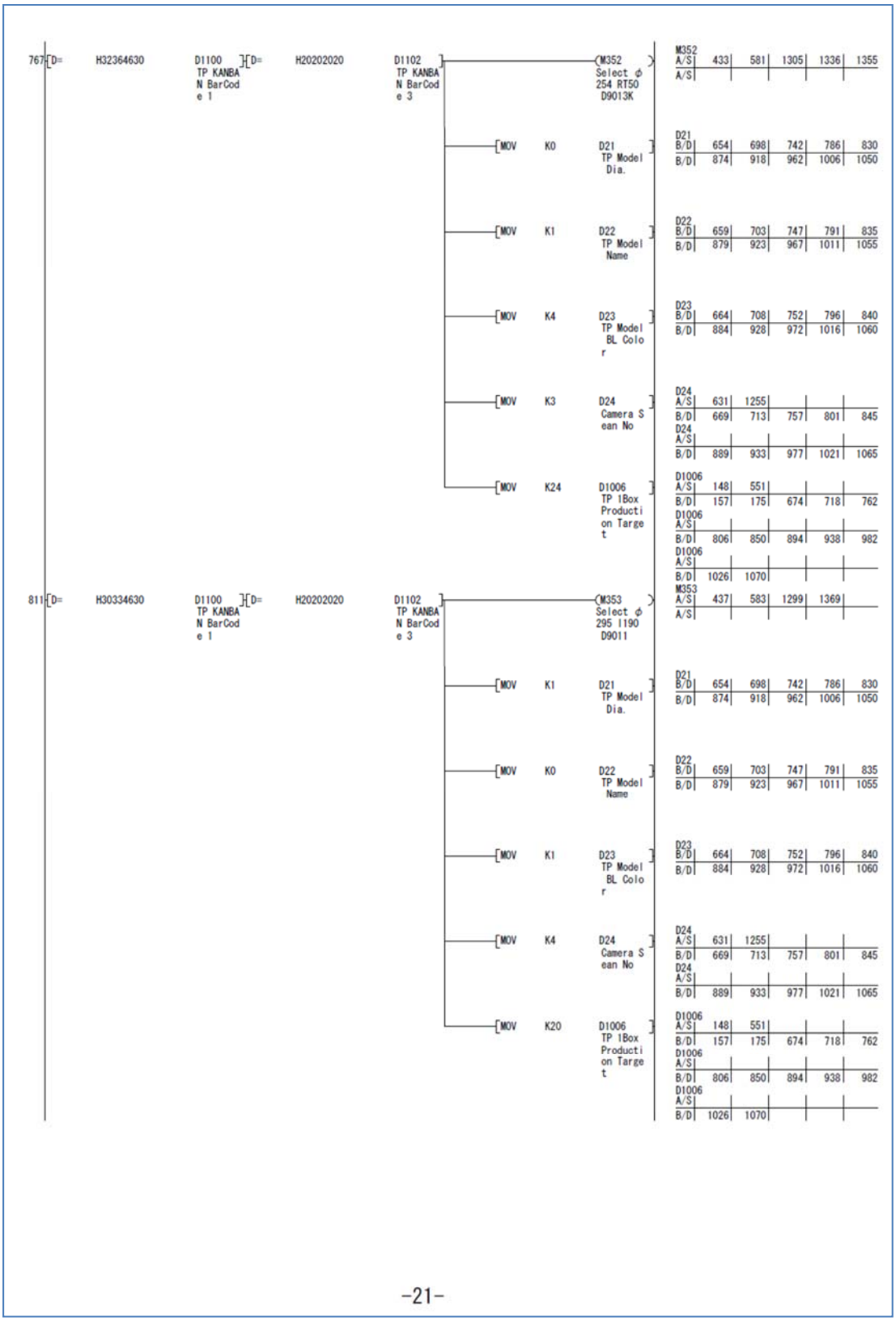


-19-

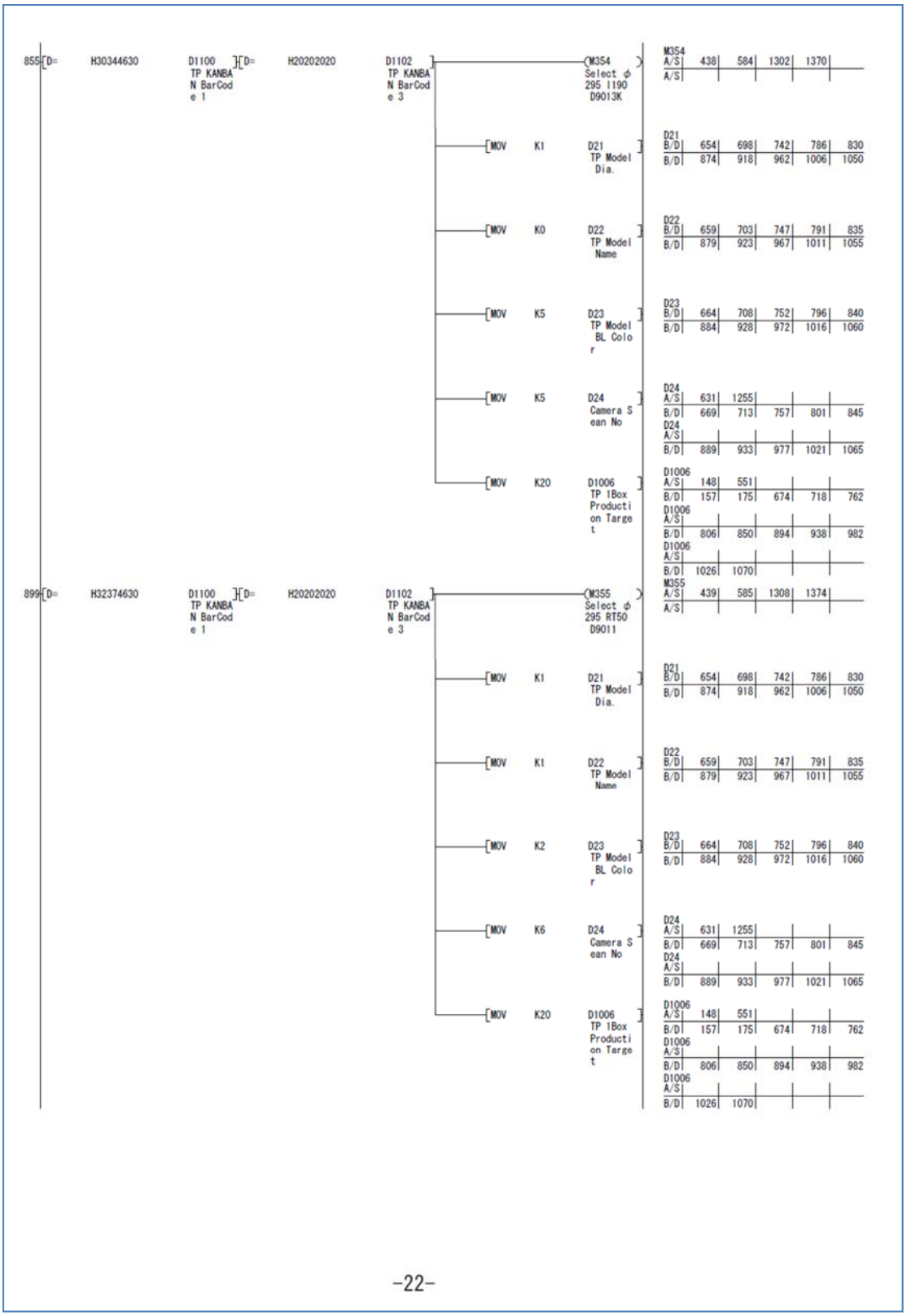
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



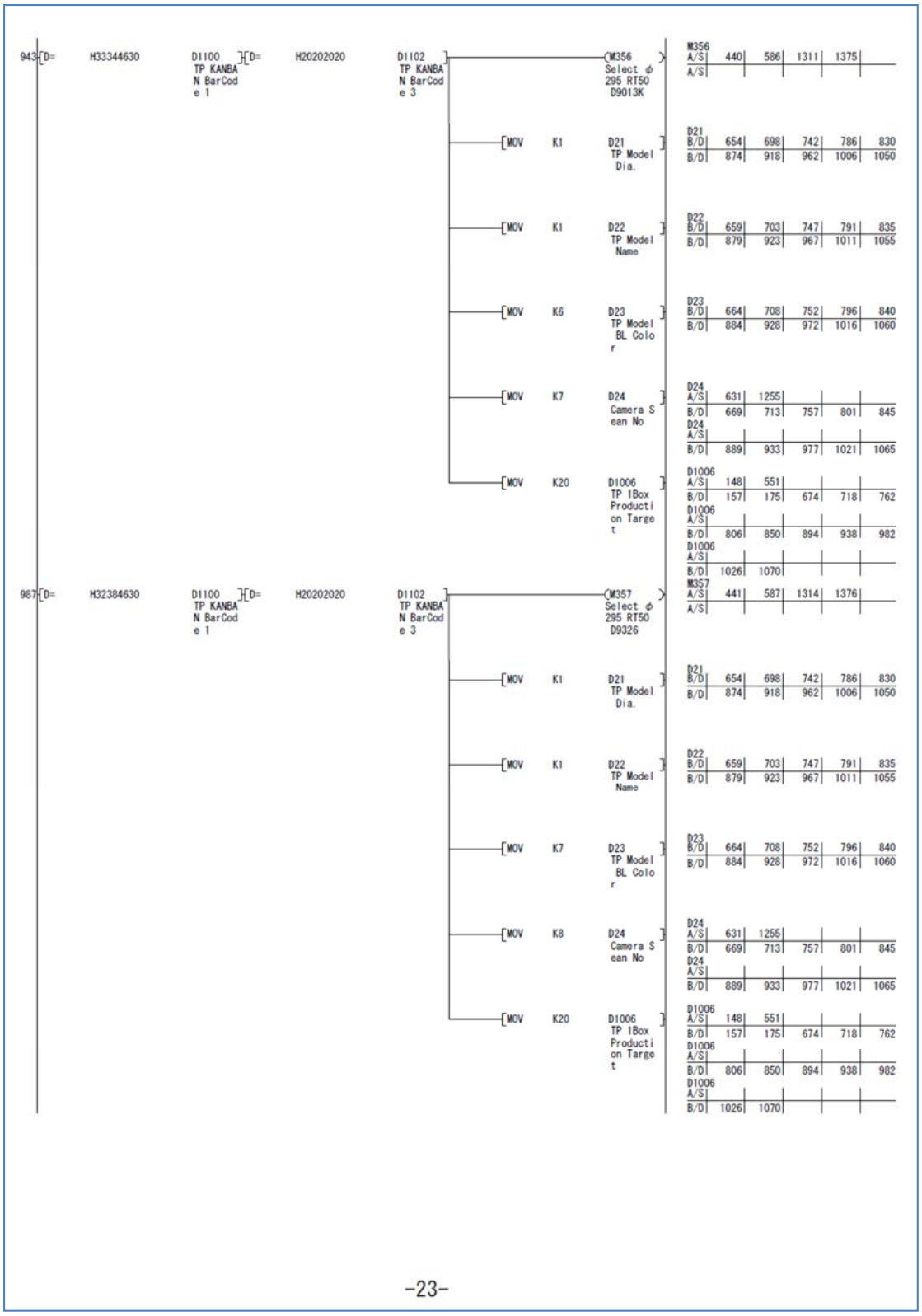
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



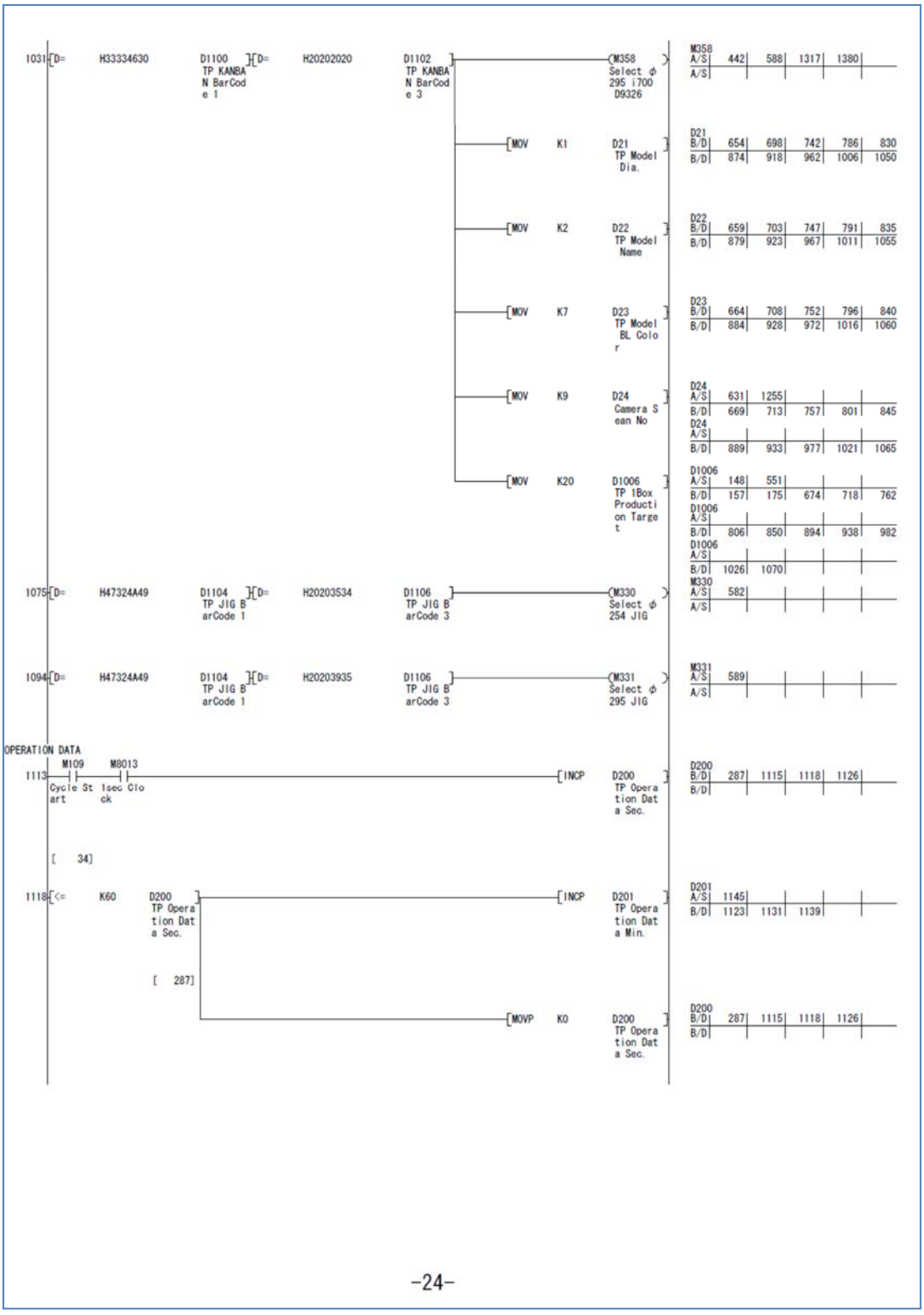
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



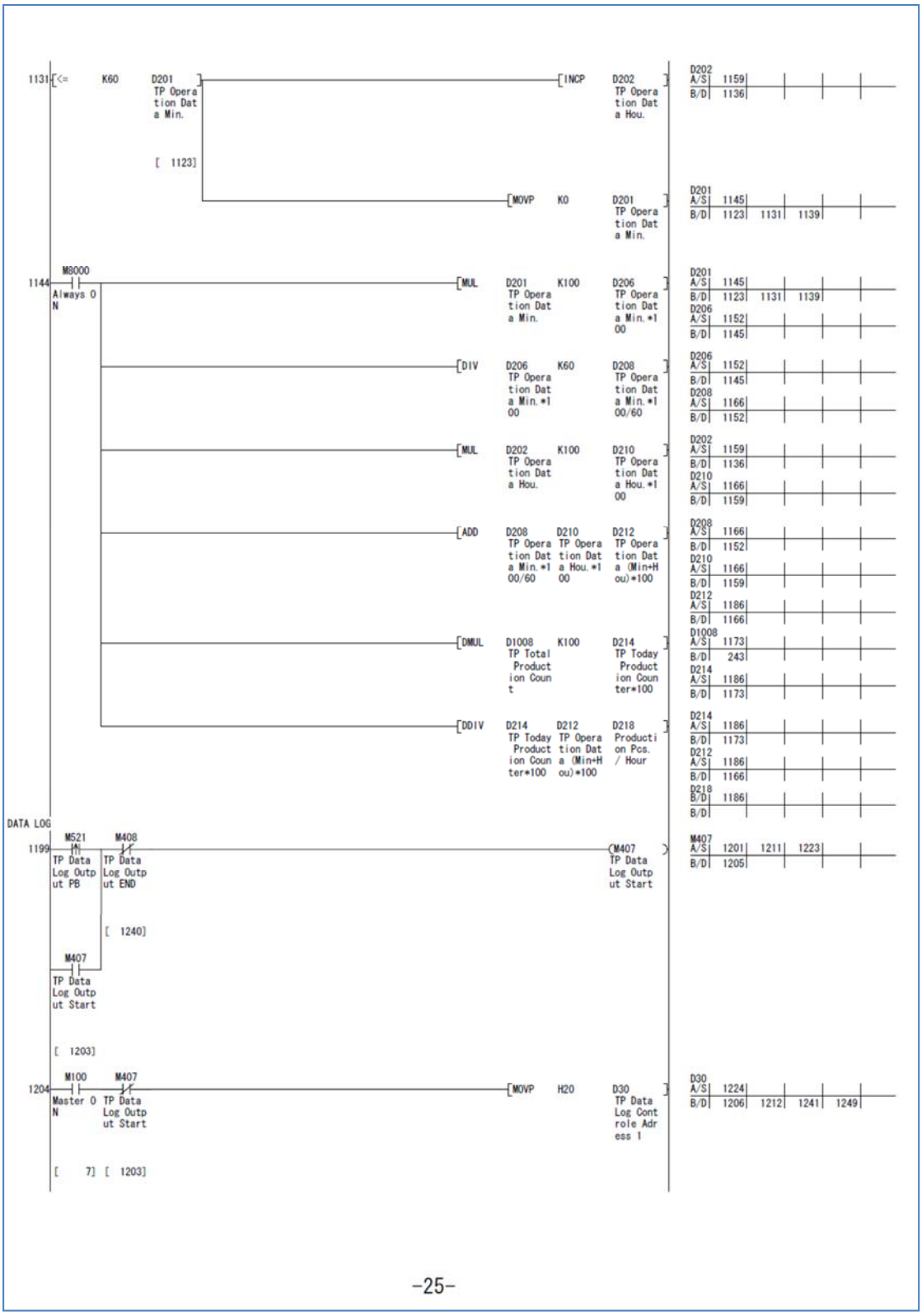
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



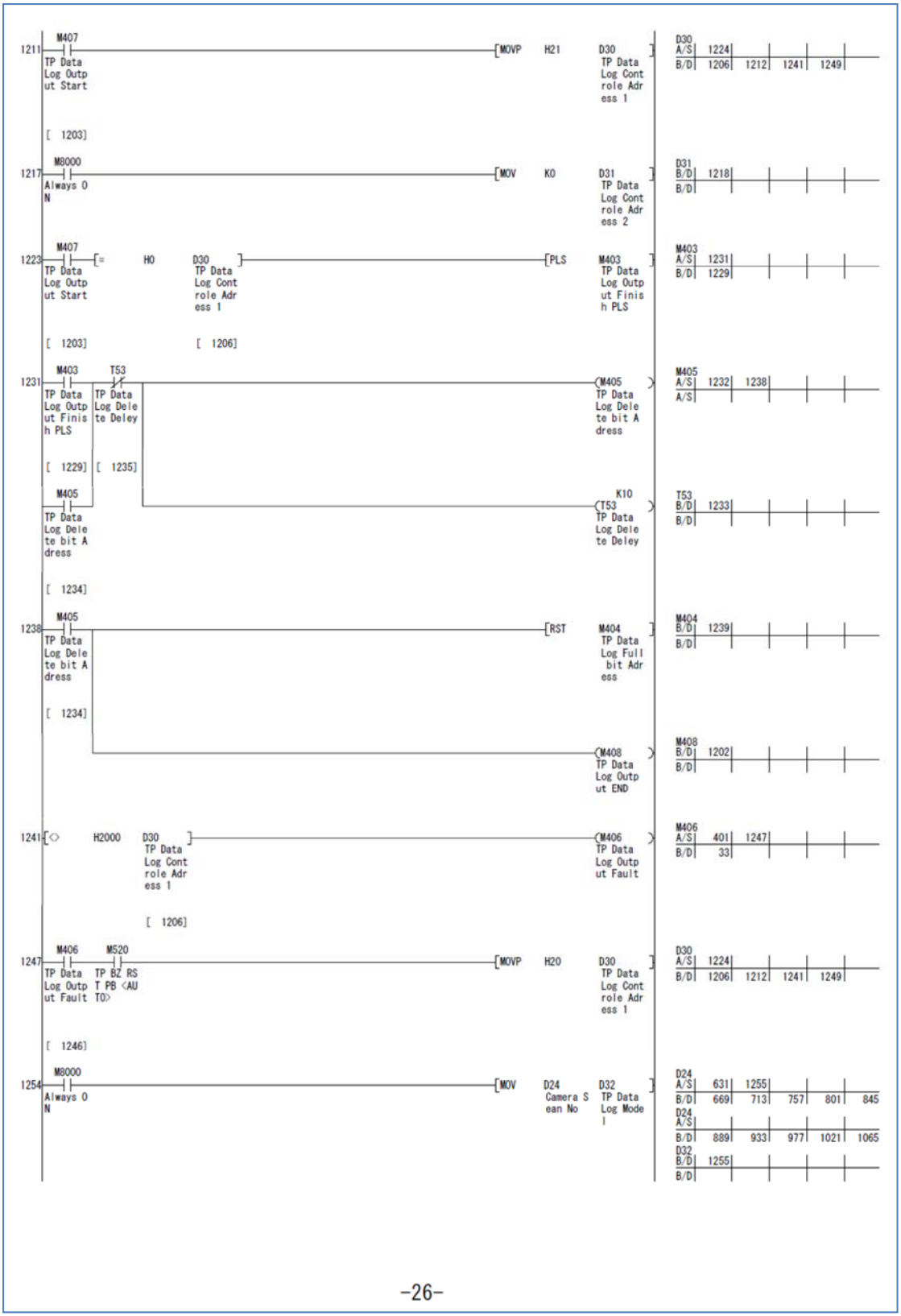
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



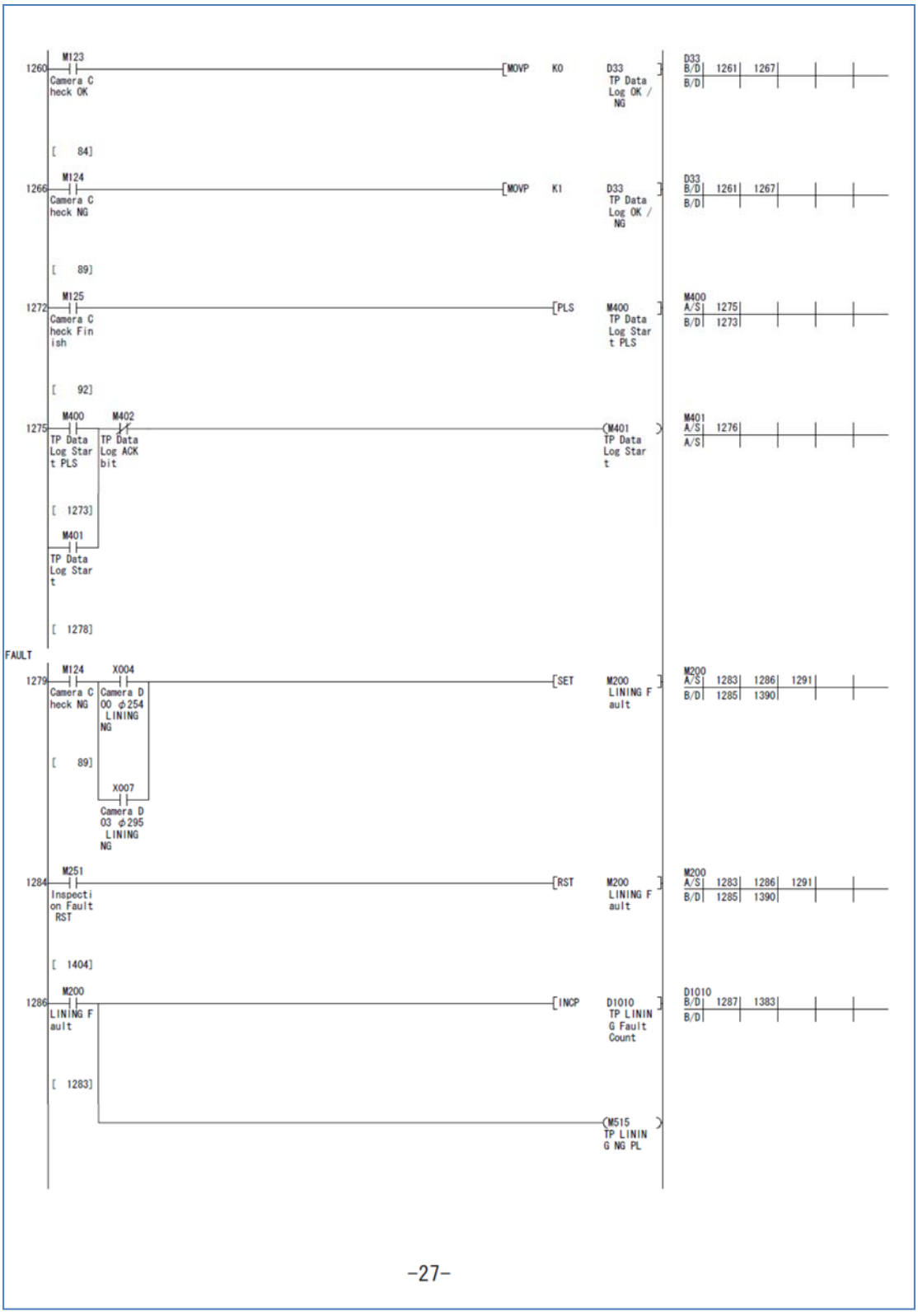
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

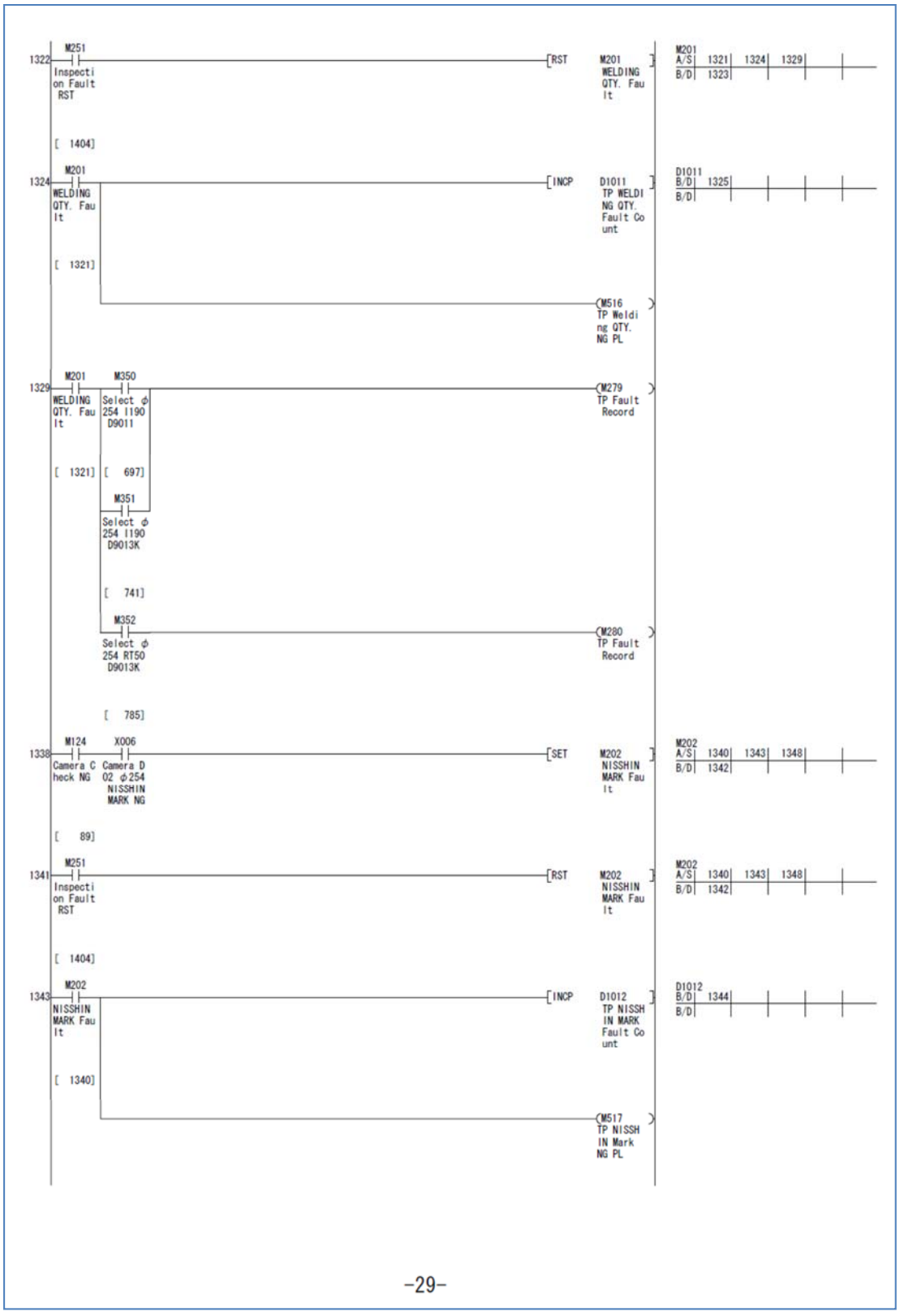


ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

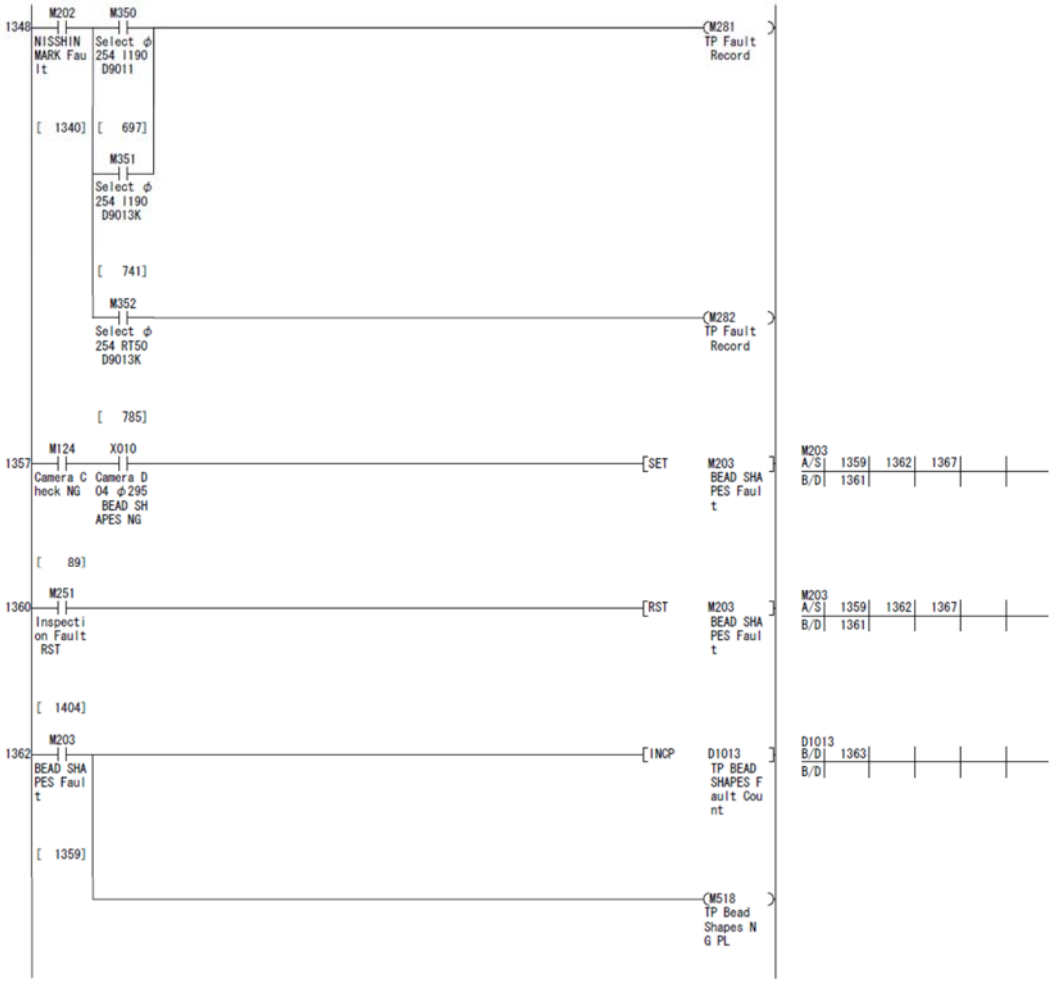


ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

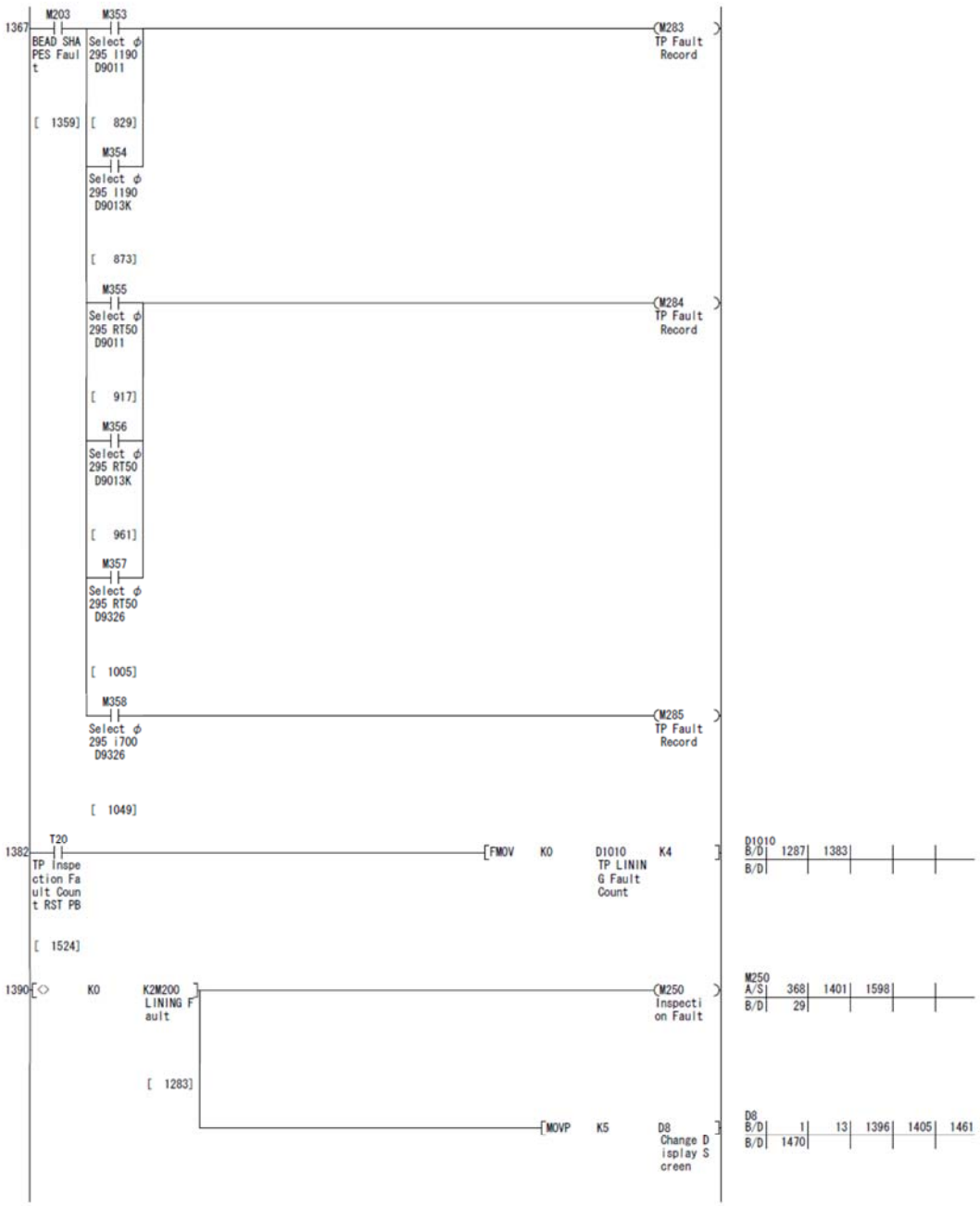
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



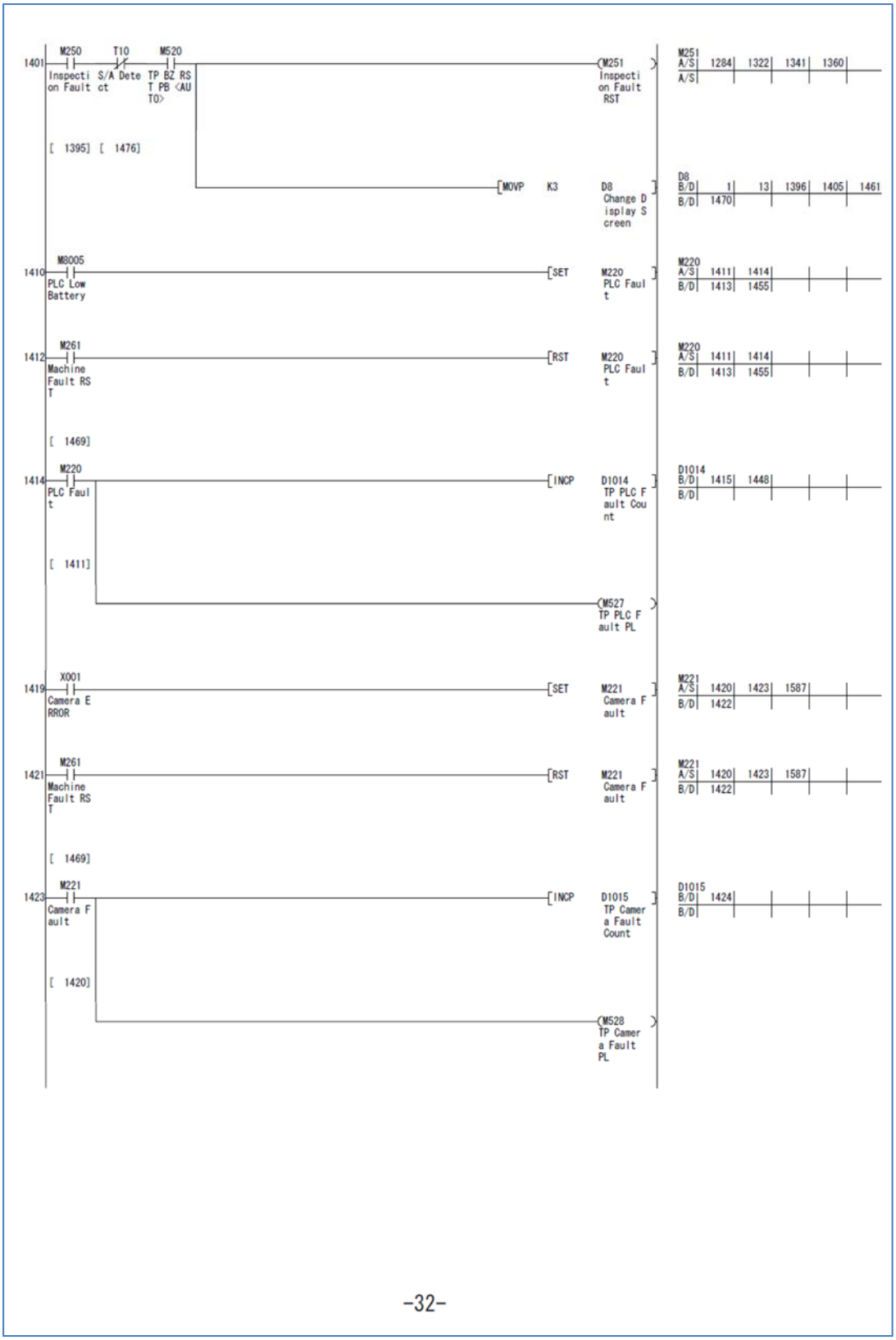
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



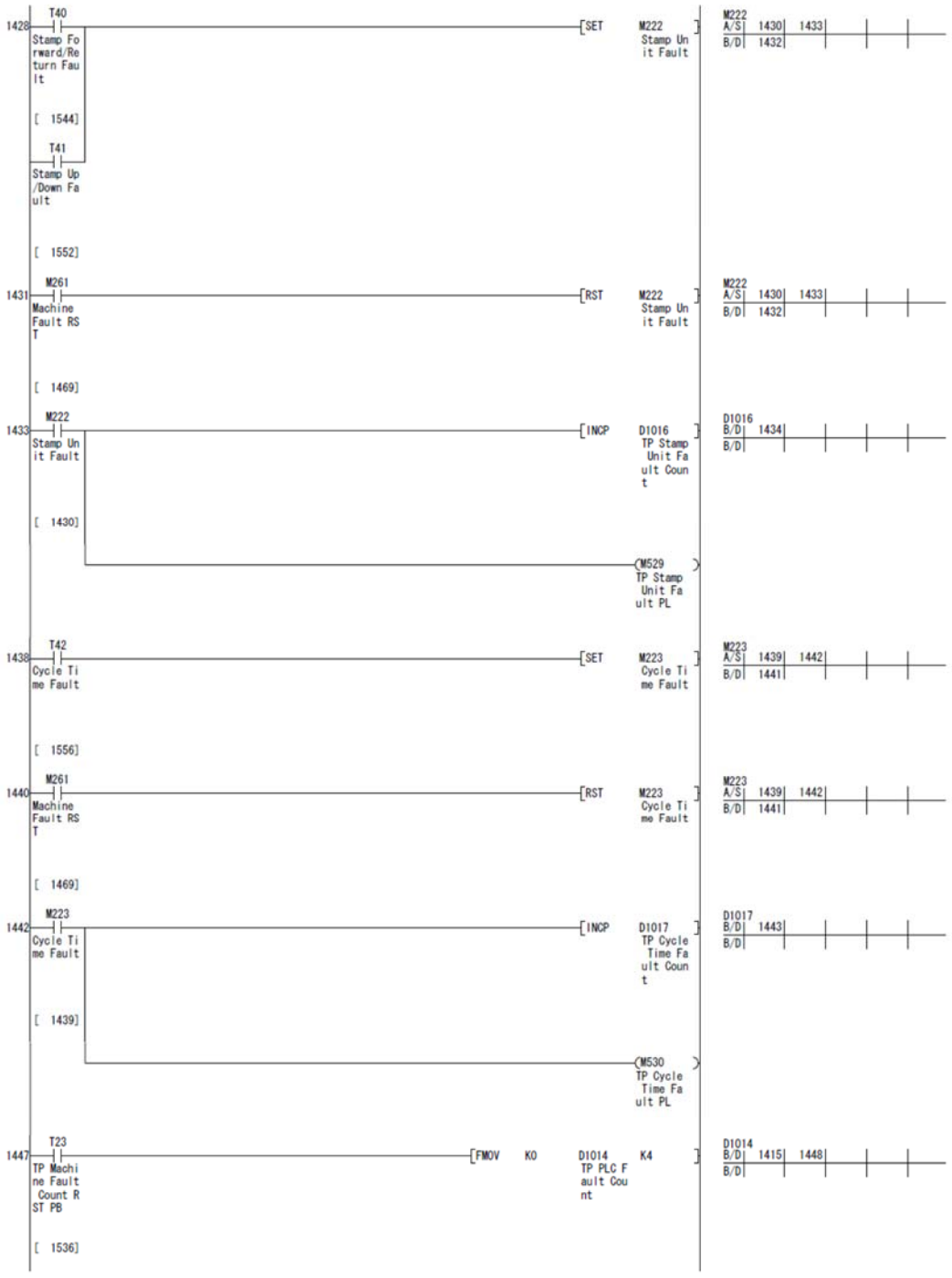
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



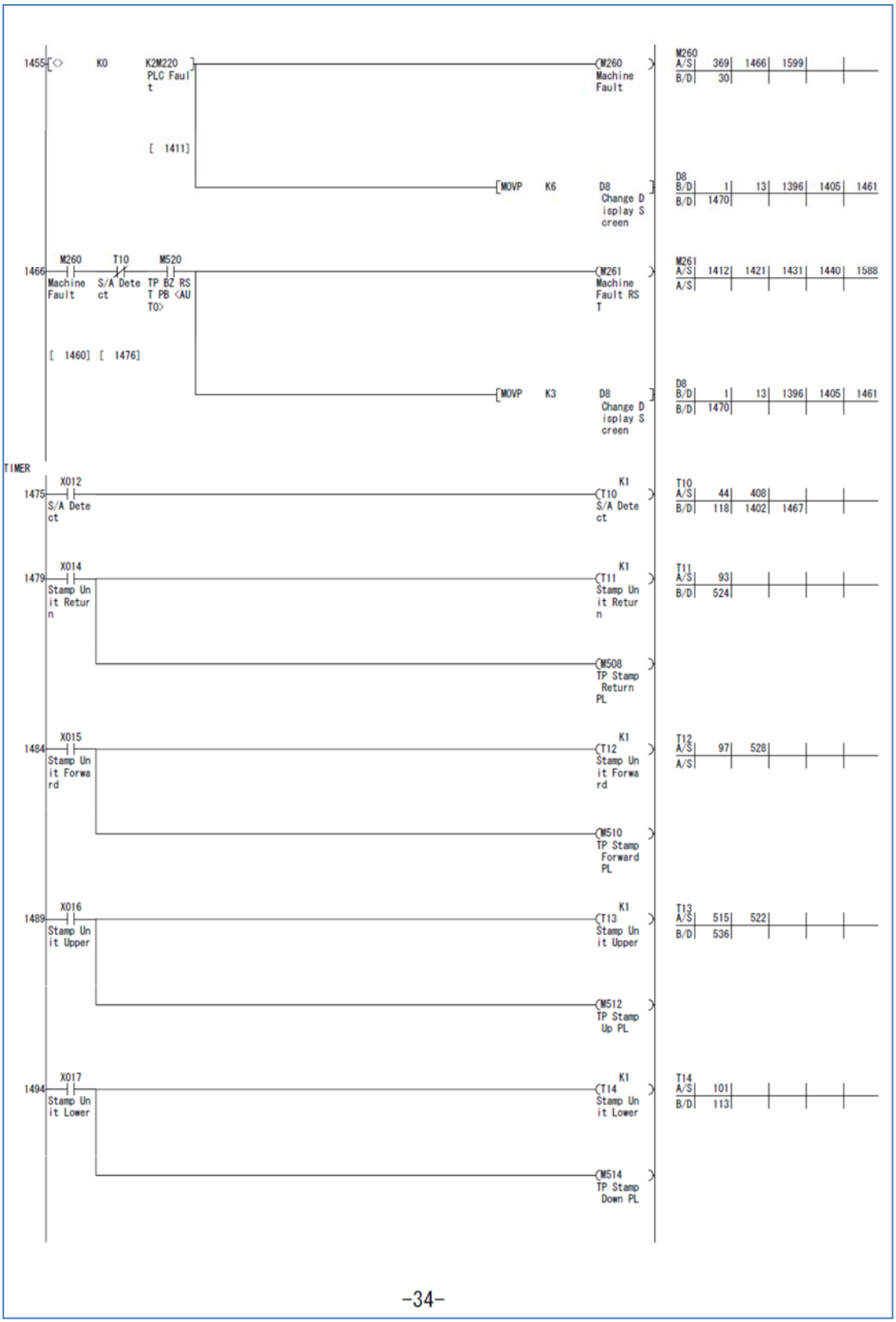
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



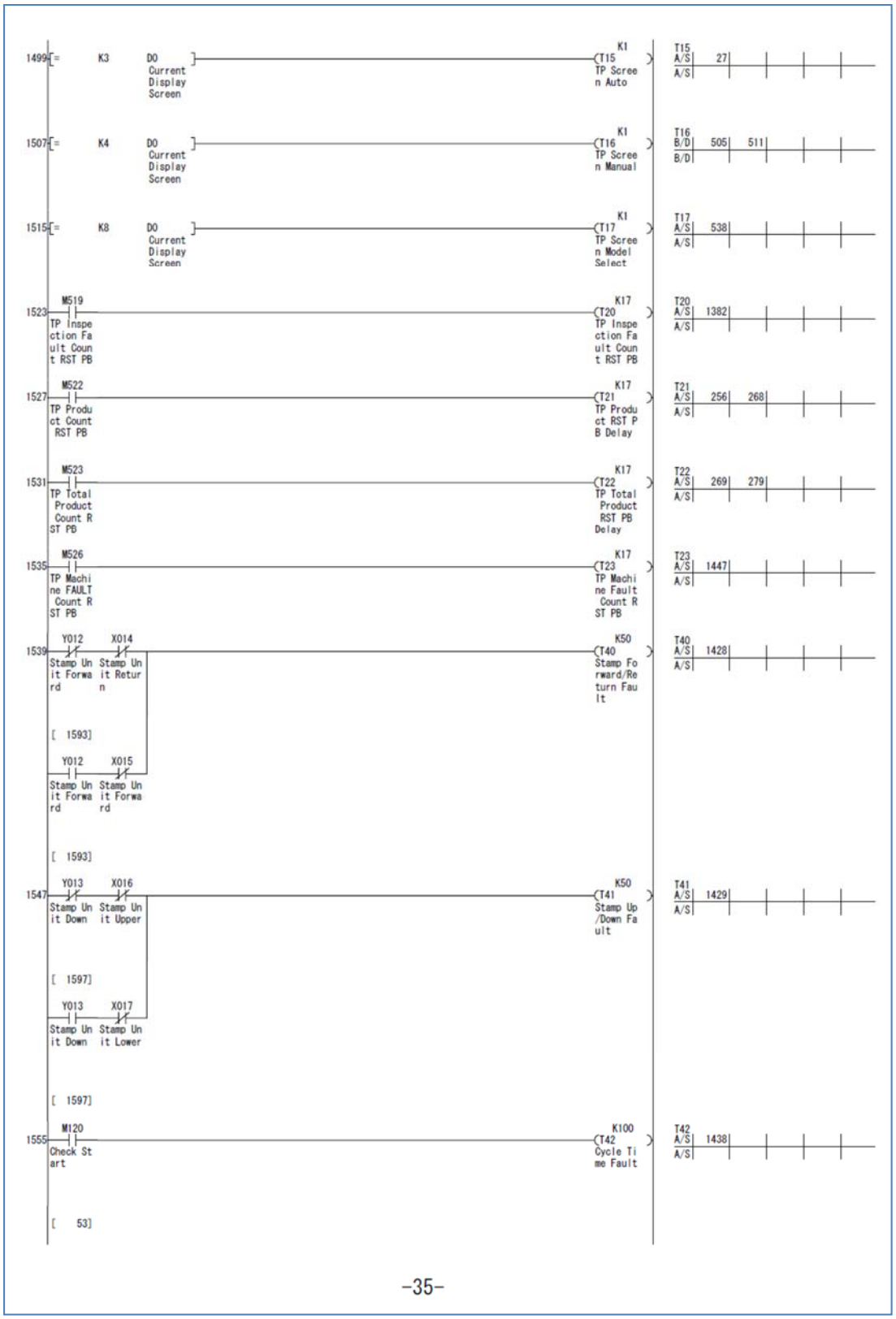
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



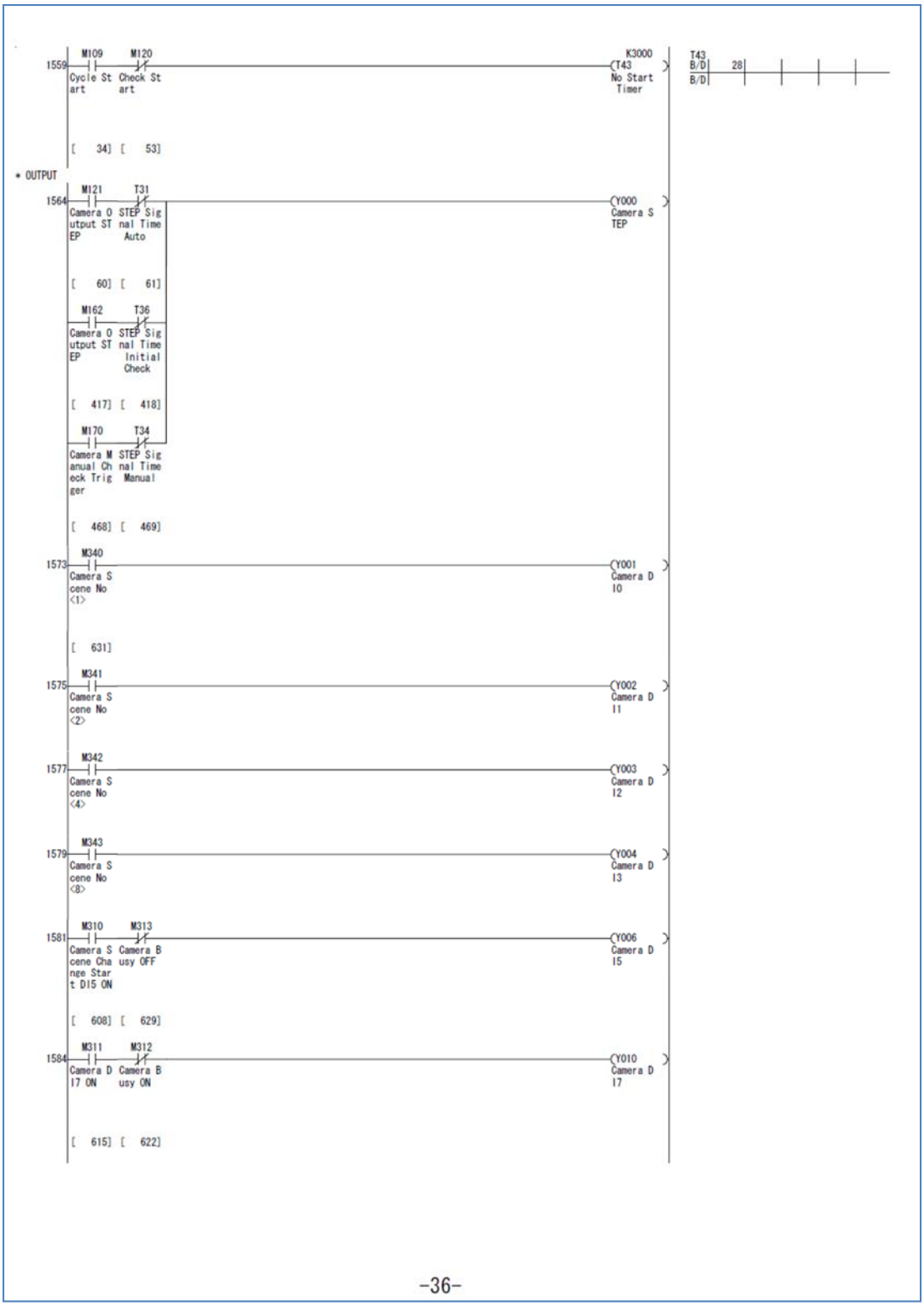
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



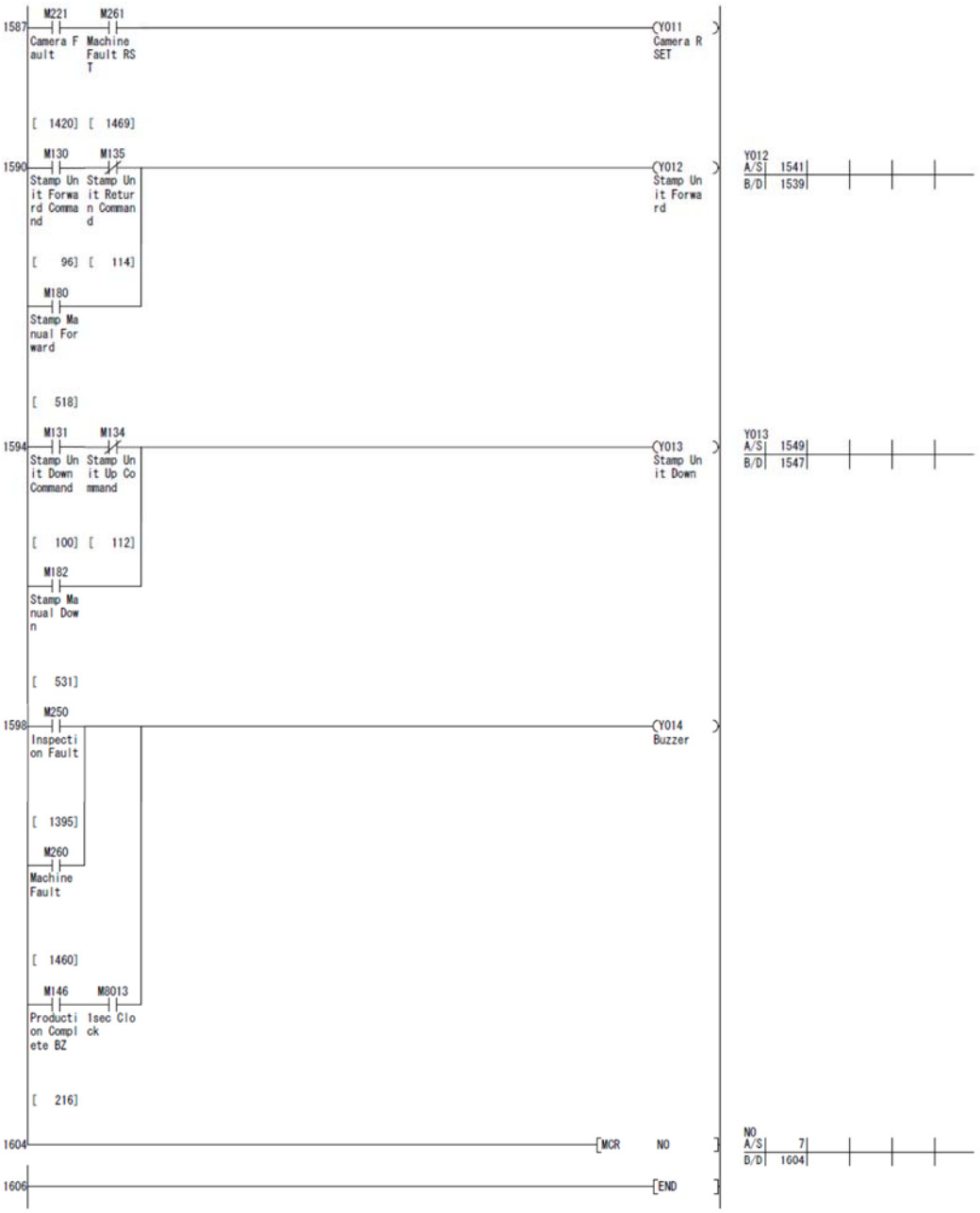
ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-1 โปรแกรมพีแอลซีของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Summary)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Summary

File Name	FI-01.prx
Last Saved Date and Time	Sun Jul 22 23:18:00 2012
Creator	0631388
Comment	110414_??????try
Lock Password	Disable
Send Data Size	352624 Bytes
Function Expansion Memory Usage	0 Bytes
Model	AST-3401T
Device/PLC 1	Mitsubishi Electric Corporation FX Series CPU Direct [COM 2]
Printer	Disable
Bar Code 1	Bar Code Reader [USB]
Bar Code 2	Disable
Remote PC Access Input	Disable
Script 1	Disable
Script 2	Disable

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก

Project Setting (System)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

System Settings

```
Display Unit - Display Settings
Screen Settings
  Initial Screen Number          1
  Screen Number Data Format      Bin
 Change Screen from Display Unit    Reflect in Device/PLC
   Start Time                    0 Seconds
   Standby Mode                  Disable
Display Settings
 Color                           64 Colors, 3 Blink Speeds
   Show Brightness/Contrast Control Bar   Enable
   Faded Color Blink             Faded Color
 D-Script_debug() Function Feature  Enable
  Text Display Language          Do not synchronize with Text Table
Menu and Error Settings
   System Language               English
   Offline Language              English
   Show System Menu              Lower Part
   Show Error Online             Clear at Recovery
 Error Display Position          Lower Part
 Auto Recovery on System Error   Disable

Display Unit - Operation Settings
System Password                  0
Touch Panel Detection            ON Detect
Touch Buzzer Sound               Enable
External Buzzer Output           Enable
Touch Panel Operation on Back Light Off Detection     Enable

Display Unit - Action Settings
Window Settings
   Global Window Operation       Disable
Backup Internal Device
  Backup                         Disable
Screen Capture Settings
  Capture Action                 Disable
Memory Card Settings
  Save Data                      Disable
  CF Card Free Space             Disable
  USB Storage Free Space         Disable
  SRAM Auto Backup               Disable
```

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

```
Project Setting (System)
                                                    2555/10/13 12:25 FI-01.prx


  Filling in Parts              Incompatible
  Window Part                   Incompatible
  Draw Using Standard Font      Disable
  Function Expansion Memory     Disable

Display Unit - Remote Viewer
Remote Viewer
  Remote Viewer                 Enable
  Screen Changes from Client    Enable
Web Server
  Web Server function           Disable
FTP
  FTP function                  Disable
Time Zone
  Difference from Greenwich Mean Time     +09:00

Video Module Window
Display Settings
  Video Input                   NTSC
  Record Size                   QVGA (384kbps)
  Camera
    Brightness                  128
    Contrast                    96
    Tone                        0
  Video
    Brightness                  8
    Contrast                    8
    Tone                        8
  Movie
    Brightness                  8
    Contrast                    8
    Tone                        8

Font
Font Used in Project
  Japanese Standard Font
  English Standard Font
  English Stroke Font
Font Size
  Font Area                     0 / 0 KB
  User Screen Area              95 / 6144 KB
Image Font
```

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (System)

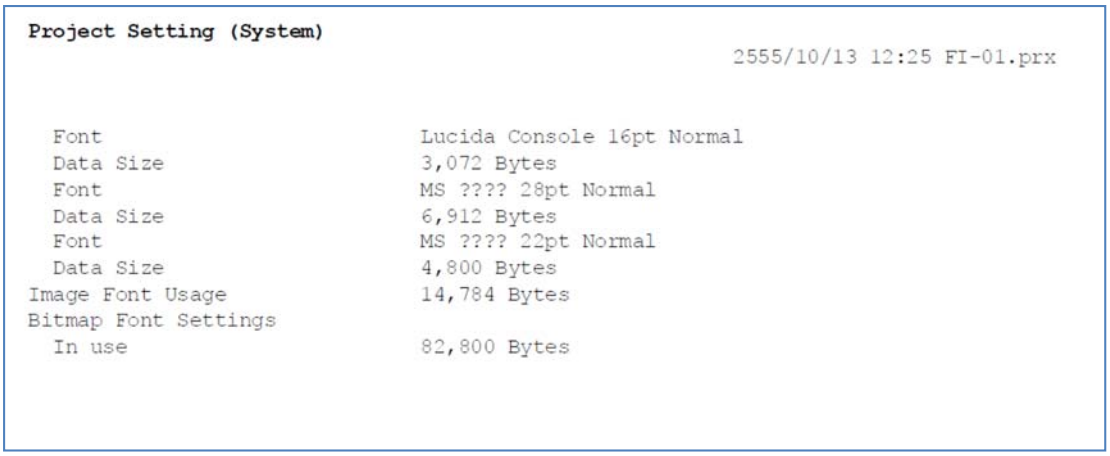
2555/10/13 12:25 FI-01.prx

```
Logic Settings
System Settings
  Scanning Method                 Constant Scan 10 ms
  Watchdog Timer                  500 ms
  Variable Update Scan            Medium
Logic Settings
  Logic Program Operation         RUN
  External Equipment Operations Synchronous
  External I/O                    Enable
  Minor Errors                    RUN

Display Unit - System Area Settings
System Data Area
  System Area Start Address       [PLC1]D0000
  Read Area Size                  0
  Enable System Data Area         Enable
  System Data Area Items
    Current Screen                Enable
    Error Status                  Enable
    Clock Data (Current)          Enable
    Status                        Enable
    Reserved (Write)              Enable
    Change-To Screen              Enable
    Screen Display ON/OFF         Enable
    Clock Data (Current)          Enable
    Control                       Enable
    Reserved (Read)               Enable
    Window Control                Disable
    Window Screens                Disable
    Window Display Position       Disable
Watchdog Settings
  Watchdog Timer Settings         0 Seconds
  Watchdog Write Address          [PLC1]D0000
Multilink
  Multilink                       Disable

Display Unit - Extended Settings
  Device Monitor Settings         Disable
  Load Text Table                 Disable
  Ethernet Multilink Settings     Disable
  Operation Lock                  Disable
  Remote PC Access Global Window Settings Disable
```

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



```
Project Setting (System)
                                                    2555/10/13 12:25 FI-01.prx


  Font                          Lucida Console 16pt Normal
  Data Size                     3,072 Bytes
  Font                          MS ???? 28pt Normal
  Data Size                     6,912 Bytes
  Font                          MS ???? 22pt Normal
  Data Size                     4,800 Bytes
Image Font Usage                14,784 Bytes
Bitmap Font Settings
  In use                        82,800 Bytes
```

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Facility)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

```
Peripheral Settings
Device/PLC
Device/PLC 1
  Maker/Series                  Mitsubishi Electric Corporation FX Series CPU
Direct
  Port                          COM2
Text Data Mode                  1
Communication Settings
  SIO Type                      RS422/485(4wire)
  Speed                         9600
  Data Length                   7
  Parity                        EVEN
  Stop Bit                      1
  Flow Control                  ER(DTR/CTS)
  Timeout                       3(sec)
  Retry                         2
  Wait To Send                  0(ms)
  Adapter                       2 Port

Device-Specific Settings
  Number of Connected Devices/PLCs  1 Unit(s)

  1. PLC1

Input Equipment Settings
Bar Code 1
  Type                          Bar Code Reader
  Port                          USB
  Save Data in                  Data Display
Communication Settings
  Key Code Settings             Japanese 106

Remote PC Access Input
  USB Keyboard                  Disable
  USB Mouse                     Disable
  Sensitivity                   3

Modem
Speed                           115200
Initialization Command

Image Unit
  Unit Model                    VM Unit (3000)
```

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Facility)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Display	
Video Control Address	Address
Video Input	NTSC
Channel0	
Brightness	8
Contrast	8
Tone	8
Mode	Color
Channel1	
Brightness	8
Contrast	8
Tone	8
Mode	Color
Channel2	
Brightness	8
Contrast	8
Tone	8
Mode	Color
Channel3	
Brightness	8
Contrast	8
Tone	8
Mode	Color
Global Video Window	
Global Video Window	Disable
Emulate Touch Output	
Emulate Touch Output	Disable

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Global Cross Reference)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Global Cross Reference

Device Address

Bit	Address	Screen
0001	[PLC1]M0142	Base3
0002	[PLC1]M0143	Base3
0003	[PLC1]M0270	Bit Monitoring
0004	[PLC1]M0271	Bit Monitoring
0005	[PLC1]M0272	Bit Monitoring
0006	[PLC1]M0273	Bit Monitoring
0007	[PLC1]M0274	Bit Monitoring
0008	[PLC1]M0275	Bit Monitoring
0009	[PLC1]M0276	Bit Monitoring
0010	[PLC1]M0277	Bit Monitoring
0011	[PLC1]M0278	Bit Monitoring
0012	[PLC1]M0279	Bit Monitoring
0013	[PLC1]M0280	Bit Monitoring
0014	[PLC1]M0281	Bit Monitoring
0015	[PLC1]M0282	Bit Monitoring
0016	[PLC1]M0283	Bit Monitoring
0017	[PLC1]M0284	Bit Monitoring
0018	[PLC1]M0285	Bit Monitoring
0019	[PLC1]M0301	Base8
0020	[PLC1]M0302	Base8
0021	[PLC1]M0303	Base8
0022	[PLC1]M0304	Base8
0023	[PLC1]M0401	Sampling1
0024	[PLC1]M0402	Sampling1
0025	[PLC1]M0404	Sampling1
0026	[PLC1]M0405	Sampling1
0027	[PLC1]M0500	Base3
0028	[PLC1]M0501	Base3
0029	[PLC1]M0502	Base3
0030	[PLC1]M0503	Base3
0031	[PLC1]M0504	Base4
0032	[PLC1]M0505	Base4
0033	[PLC1]M0506	Base4
0034	[PLC1]M0507	Base4
0035	[PLC1]M0508	Base4
0036	[PLC1]M0509	Base4
0037	[PLC1]M0510	Base4

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Global Cross Reference)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

0038	[PLC1]M0511	Base4
0039	[PLC1]M0512	Base4
0040	[PLC1]M0513	Base4
0041	[PLC1]M0514	Base4
0042	[PLC1]M0515	Base5
0043	[PLC1]M0516	Base5
0044	[PLC1]M0517	Base5
0045	[PLC1]M0518	Base5
0046	[PLC1]M0519	Base5
0047	[PLC1]M0520	Base3,5,6
0048	[PLC1]M0521	Base10
0049	[PLC1]M0522	Base3
0050	[PLC1]M0523	Base3
0051	[PLC1]M0526	Base6
0052	[PLC1]M0527	Base6
0053	[PLC1]M0528	Base6
0054	[PLC1]M0529	Base6
0055	[PLC1]M0530	Base6
0056	[PLC1]M0531	Base3
0057	[PLC1]M0532	Base3
0058	[PLC1]M0533	Base3
0059	[PLC1]M0534	Base3
0060	[PLC1]M0535	Base8
0061	[PLC1]M0536	Base8

Word	Address	Screen
0001	[#INTERNAL]LS0020	System Settings
0002	[#INTERNAL]LS0021	System Settings
0003	[#INTERNAL]LS0022	System Settings
0004	[#INTERNAL]LS0023	System Settings
0005	[#INTERNAL]LS0024	System Settings
0006	[#INTERNAL]LS0025	System Settings
0007	[#INTERNAL]LS0026	System Settings
0008	[#INTERNAL]LS0027	System Settings
0009	[#INTERNAL]LS0028	System Settings
0010	[#INTERNAL]LS0029	System Settings
0011	[#INTERNAL]LS0030	System Settings
0012	[#INTERNAL]LS0031	System Settings
0013	[#INTERNAL]LS0032	System Settings
0014	[#INTERNAL]LS0033	System Settings
0015	[#INTERNAL]LS0034	System Settings
0016	[#INTERNAL]LS0035	System Settings

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Global Cross Reference)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

0017	[#INTERNAL]LS0036	System Settings
0018	[#INTERNAL]LS0037	System Settings
0019	[#INTERNAL]LS0038	System Settings
0020	[#INTERNAL]LS0039	System Settings
0021	[#INTERNAL]LS0040	System Settings
0022	[#INTERNAL]LS0041	System Settings
0023	[#INTERNAL]LS0042	System Settings
0024	[#INTERNAL]LS0043	System Settings
0025	[#INTERNAL]LS0044	System Settings
0026	[#INTERNAL]LS0045	System Settings
0027	[#INTERNAL]LS0046	System Settings
0028	[#INTERNAL]LS0047	System Settings
0029	[#INTERNAL]LS0048	System Settings
0030	[#INTERNAL]LS0049	System Settings
0031	[#INTERNAL]LS0050	System Settings
0032	[#INTERNAL]LS0051	System Settings
0033	[#INTERNAL]LS0052	System Settings
0034	[#INTERNAL]LS0053	System Settings
0035	[#INTERNAL]LS0054	System Settings
0036	[#INTERNAL]LS0055	System Settings
0037	[#INTERNAL]LS0056	System Settings
0038	[#INTERNAL]LS0057	System Settings
0039	[#INTERNAL]LS0058	System Settings
0040	[#INTERNAL]LS0059	System Settings
0041	[#INTERNAL]LS0060	System Settings
0042	[#INTERNAL]LS0061	System Settings
0043	[#INTERNAL]LS0062	System Settings
0044	[PLC1]D0000	System Settings
0045	[PLC1]D0001	System Settings
0046	[PLC1]D0002	System Settings
0047	[PLC1]D0003	System Settings
0048	[PLC1]D0004	System Settings
0049	[PLC1]D0005	System Settings
0050	[PLC1]D0006	System Settings
0051	[PLC1]D0007	System Settings
0052	[PLC1]D0008	System Settings
0053	[PLC1]D0009	System Settings
0054	[PLC1]D0010	System Settings
0055	[PLC1]D0011	System Settings
0056	[PLC1]D0012	System Settings
0057	[PLC1]D0013	System Settings
0058	[PLC1]D0014	System Settings

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Project Setting (Global Cross Reference)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

0059	[PLC1]D0015	System Settings
0060	[PLC1]D0020	Base3
0061	[PLC1]D0021	Base3,8
0062	[PLC1]D0022	Base3,8
0063	[PLC1]D0023	Base3,8
0064	[PLC1]D0030	Sampling1
0065	[PLC1]D0032	Sampling1
0066	[PLC1]D0033	Sampling1
0067	[PLC1]D0040	Base3
0068	[PLC1]D0041	Base3
0069	[PLC1]D0042	Base3
0070	[PLC1]D0043	Base3
0071	[PLC1]D0201	Base10
0072	[PLC1]D0202	Base10
0073	[PLC1]D0218	Base10
0074	[PLC1]D1000	Base3
0075	[PLC1]D1002	Base3,8
0076	[PLC1]D1004	Base3
0077	[PLC1]D1006	Base3,8
0078	[PLC1]D1008	Base3,10
0079	[PLC1]D1010	Base5
0080	[PLC1]D1011	Base5
0081	[PLC1]D1012	Base5
0082	[PLC1]D1013	Base5
0083	[PLC1]D1014	Base6
0084	[PLC1]D1015	Base6
0085	[PLC1]D1016	Base6
0086	[PLC1]D1017	Base6
0087	[PLC1]D1018	Base3
0088	[PLC1]D1020	Base3
0089	[PLC1]D1100	Base8
0090	[PLC1]D1101	Base8
0091	[PLC1]D1102	Base8
0092	[PLC1]D1103	Base8
0093	[PLC1]D1104	Base8
0094	[PLC1]D1105	Base8
0095	[PLC1]D1106	Base8
0096	[PLC1]D1107	Base8

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

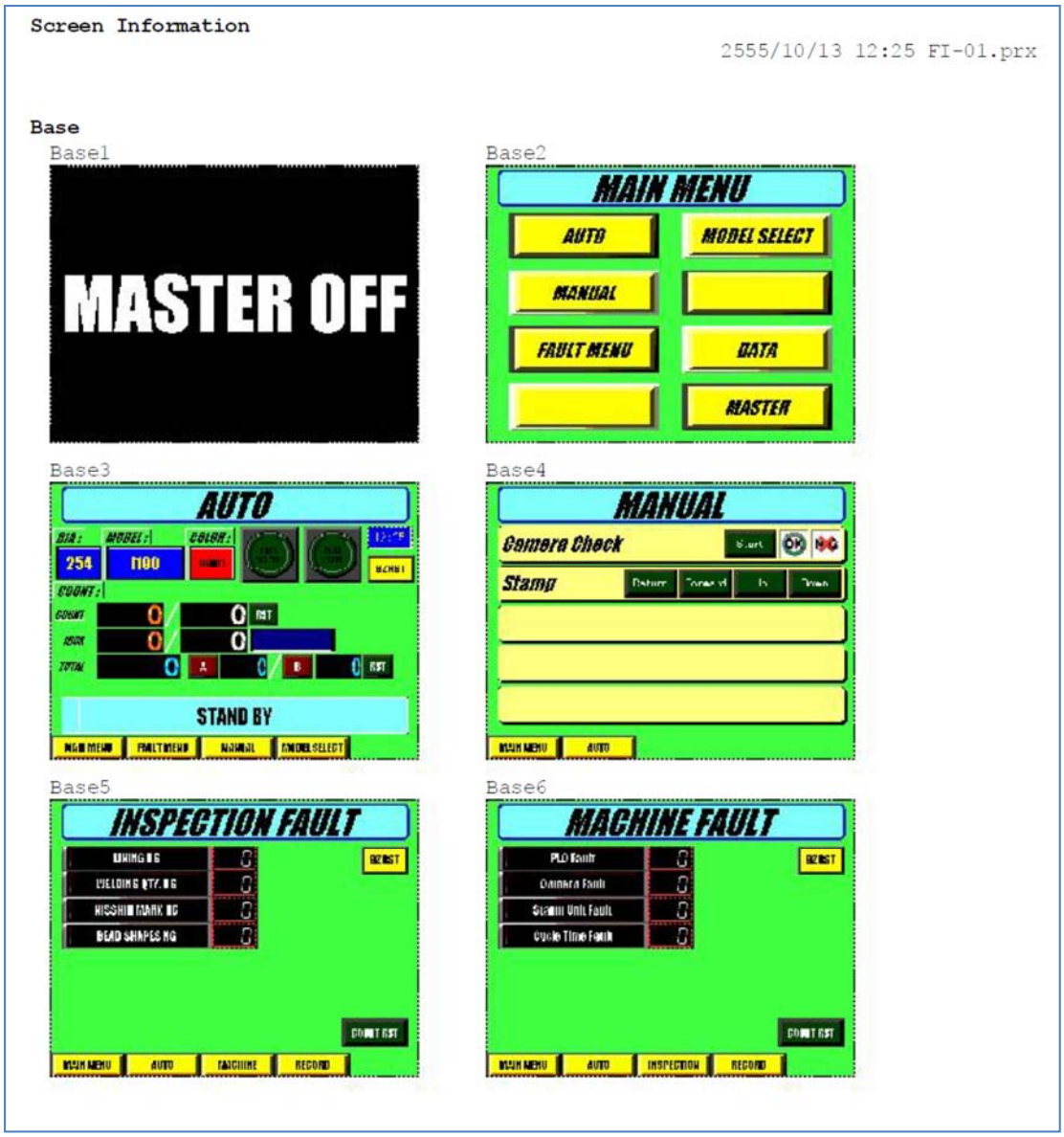
Project Setting (Global Cross Reference)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

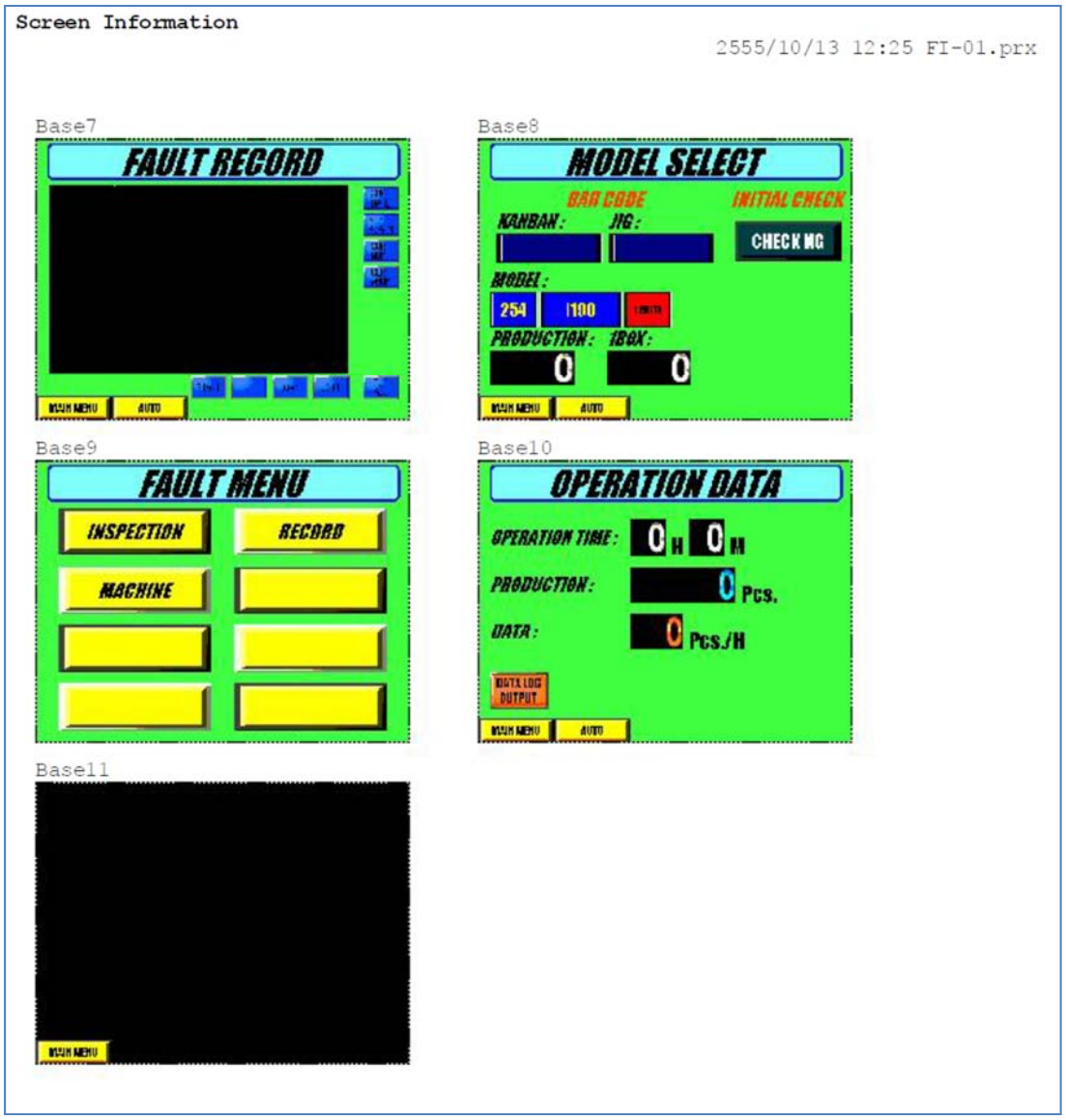
Symbol Variable

Bit Address	Screen
Word Address	Screen
Bit Variable	Screen
Integer Variable	Screen
Float Variable	Screen
Real Variable	Screen
Timer Variable	Screen
Counter Variable	Screen
Date Variable	Screen
Time Variable	Screen
PID Variable	Screen
System Variable(Bit)	Screen
System Variable(Integer)	Screen
0001 #H_CurrentDay	Logic System (Reserved)
0002 #H_CurrentDayofTheWeek	Logic System (Reserved)
0003 #H_CurrentHour	Logic System (Reserved)
0004 #H_CurrentMinute	Logic System (Reserved)
0005 #H_CurrentMonth	Logic System (Reserved)
0006 #H_CurrentSecond	Logic System (Reserved)
0007 #H_CurrentYear	Logic System (Reserved)

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)



ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Logic

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

MAIN

Common Settings (Sampling)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Sampling

Language Settings/Font Type Japanese Standard Font
Sampling (Summary)

Number	Comment	Word Address	Words	Block Execution Condition		Back Up	Write data
				Occurrences	Block		
1	????	[PLC1]D0032	2	Bit ON	5000	1 Enable	Enable
				Disable	Disable		

Common Settings (Security)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Security

Passwords	
Level1	1234
Level2	-----
Level3	-----
Level4	-----
Level5	-----
Level6	-----
Level7	-----
Level8	-----
Level9	-----
Level10	-----
Level11	-----
Level12	-----
Level13	-----
Level14	-----
Level15	-----
Notification Bit Address	None
Security Level Auto Clear Time	1min
Action on Screen Change	Input Password When Level Increases
Interlock Settings	
Use Global Interlock	None

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Common Settings (Text)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

Text

Number	Comment	Language	Max Characters	Max Rows
Text 1	????	Japanese	100	5

Common Settings (Comment List)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

System Variable Symbol	Variable Name	Comment
#L_AddressRefresh	Time	External address update rate
#L_AlwaysON		Bit always ON while logic runs
#L_AutoRunSW		Powerup enabled, bit is ON
#L_AvgLogicTime		Average of 64 scans (logic only)
#L_AvgScanTime		Avg scantime in 0.1ms units
#L_BackupCmd		Back up retentive data
#L_BatteryErr		If battery error, bit is ON
#L_CalcCarry		Bit is ON when data overflows
#L_CalcErrCode		Store error at calculation error
#L_CalcZero		Bit is ON when result is zero
#L_Clock100ms		Repeat 50ms OFF and 50ms ON
#L_Clock1min		Repeat 30s OFF and 30s ON
#L_Clock1sec		Repeat 500ms OFF and 500 ms ON
#L_Command		Logic control in bits
#L_ConstantScan		Set up Scan Time value
#L_EditCount		Number of the online edit
#L_Error		When logic error, bit turns ON
#L_ExIOAccelPlsTbl		Acceleration/deceleration pulse table
#L_ExIOCntInCtrl		Counter input control
#L_ExIOCntInExtCtrl		Counter external input control
#L_ExIOFirmVer		Extended I/O port firmware version
#L_ExIOSpCtrl		Special I/O control
#L_ExIOSpOut		Special output
#L_ExIOSpParmChg		Change Special I/O parameter
#L_ExIOSpParmErr		Special I/O parameter error
#L_Fault		Stop: ErrorHandler subr bit ON
#L_FaultLogicScreen		Screen number of error
#L_FaultStep		Store Step number at calculation error
#L_FaultStopSW		When Monitoring, bit is ON
#L_ForceCount		Number of Forces
#L_HSC1_HCV		CH1 counter current value
#L_HSC1_MOD		CH1 count format
#L_HSC1_OFP		CH1 OFF preset value
#L_HSC1_ONP		CH1 ON preset value
#L_HSC1_PLV		CH1 pre-load value
#L_HSC1_PSV		CH1 prestrobe value

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Common Settings (Comment List)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

#L_HSC2_HCV	CH2 counter current value
#L_HSC2_MOD	CH2 count format
#L_HSC2_OFP	CH2 OFF preset value
#L_HSC2_ONP	CH2 ON preset value
#L_HSC2_PLV	CH2 preload value
#L_HSC2_PSV	CH2 prestrobe value
#L_HSC3_HCV	CH3 counter current value
#L_HSC3_MOD	CH3 count format
#L_HSC3_OFP	CH3 OFF preset value
#L_HSC3_ONP	CH3 ON preset value
#L_HSC3_PLV	CH3 preload value
#L_HSC3_PSV	CH3 prestrobe value
#L_HSC4_HCV	CH4 counter current value
#L_HSC4_MOD	CH4 count format
#L_HSC4_OFP	CH4 OFF preset value
#L_HSC4_ONP	CH4 ON preset value
#L_HSC4_PLV	CH4 preload value
#L_HSC4_PSV	CH4 prestrobe value
#L_InOutSW	For I/O Settings, valid is ON and invalid is OFF
#L_IOFault	Turn ON at I/O driver error
#L_IOInfo	I/O Driver Information
#L_IOMasterDiag	Master I/O Driver Diagnostics
#L_IOMasterDrv	Master I/O Driver Extended Information
#L_IOStatus	Error flag of external I/O
#L_LatchClear	Logic stopbit ON; Volatile data=0
#L_LogicInfo	Logic Information
#L_LogicMonitor	Control logic device monitor
#L_LogicMonStep	Step number at logic monitor start
#L_LogicTime	Single scan (logic only)
#L_MaxLogicTime	Max scan (logic only)
#L_MaxScanTime	Max scantime in 0.1ms units
#L_MinLogicTime	Min scan (logic only)
#L_MinScanTime	Min scantime in 0.1ms units
#L_PercentScan	Set up Percent Scan value
#L_Platform	Display unit platform codes
#L_PLS1_ACC	CH1 acceleration/deceleration time
#L_PLS1_CPC	CH1 current value of pulse output count
#L_PLS1_LHZ	CH1 output frequency
#L_PLS1_NUM	CH1 output pulse count
#L_PLS1_SHZ	CH1 initial output frequency
#L_PLS2_ACC	CH2 acceleration/deceleration time
#L_PLS2_CPC	CH2 current value of pulse output count

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)

Common Settings (Comment List)

2555/10/13 12:25 FI-01.prx

#L_PLS2_LHZ	CH2 output frequency
#L_PLS2_NUM	CH2 output pulse count
#L_PLS2_SHZ	CH2 initial output frequency
#L_PLS3_ACC	CH3 acceleration/deceleration time
#L_PLS3_CPC	CH3 current value of pulse output count
#L_PLS3_LHZ	CH3 output frequency
#L_PLS3_NUM	CH3 output pulse count
#L_PLS3_SHZ	CH3 initial output frequency
#L_PLS4_ACC	CH4 acceleration/deceleration time
#L_PLS4_CPC	CH4 current value of pulse output count
#L_PLS4_LHZ	CH4 output frequency
#L_PLS4_NUM	CH4 output pulse count
#L_PLS4_SHZ	CH4 initial output frequency
#L_PWM1_DTY	CH1 ON Duty value
#L_PWM1_WHZ	CH1 output frequency
#L_PWM2_DTY	CH2 ON Duty value
#L_PWM2_WHZ	CH2 output frequency
#L_PWM3_DTY	CH3 ON Duty value
#L_PWM3_WHZ	CH3 output frequency
#L_PWM4_DTY	CH4 ON Duty value
#L_PWM4_WHZ	CH4 output frequency
#L_RefreshEnable	Bit ON whe using address update
#L_RunMonitorA	Bit is ON while logic runs.
#L_ScanCount	Increase count every scan
#L_ScanModeSW	Using % Scan, not Scan Time
#L_ScanTime	Latest scantime in 0.1ms units
#L_Status	Run status of logic in bits
#L_StopPending	Logic ends after #L_StopScan
#L_StopScans	Scan stopped, end after # scans
#L_SyncRunSW	At startup, operations are Synchronous when OFF, Asynchronous when ON
#L_Time	Current time (HH:MM)
#L_UnlatchClear	Logic stopbit ON; Volatile data=0
#L_Version	Display unit firmware version
#L_WatchdogTime	Major error when exceed specified time

ภาพภาคผนวก ข-2 โปรแกรมหน้าจอสัมผัสของเครื่องตรวจสอบก้ามเบรก (ต่อ)