การสอบเทียบเครื่อง Automated Optical Inspection ภายในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

CALIBRATION OF AUTOMATED OPTICAL INSPECTION MACHINE OF CAL-COMP ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO.,LTD.

ณกานต์ แก้วมณี

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสอบเทียบเครื่อง Automated Optical Inspection ภายในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

CALIBRATION OF AUTOMATED OPTICAL INSPECTION MACHINE OF CAL-COMP ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO.,LTD.

T147162

ณกานต์ แก้วมณี

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 147162
วัน.เดือน.ปี 30 ก.ค. 2560

b 18849716
1.....

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALIBRATION OF AUTOMATED OPTICAL INSPECTION MACHINE OF CAL-COMP ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO.,LTD.

NAKARN KEAWMANEE

AN INTERNSHIP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การสอบเทียบเครื่อง Automated Optical Inspection ภายใน บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
นักศึกษา	นาย ณกานต์ แก้วมณี
รหัสนักศึกษา	55120009
ปริญญา	วิศวกรรมระบบการผลิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. วรวุฒิ มรรคเจริญ

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. วรวุฒิ มรรคเจริญ	
ดร. ชานนท์ วริสาร	
ดร. จตุพร ทองศรี	
นาย วิฆเนศ ซื่อวัฒนะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา (ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ)

ตามที่ข้าพเจ้า นาย ณกานต์ แก้วมณี นักศึกษาสาขาวิชา วิศวกรรมระบบการผลิต คณะ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 10 สิงหาคม 2558 ถึง วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน แผนก AOI & SPI ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และได้รับมอบหมาย จากพนักงานที่ปรึกษา (job supervisor) ให้นักศึกษาทำรายงาน ในหัวข้อเรื่อง การสอบเทียบเครื่อง Automated Optical Inspection ภายในบริษัท บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นาย ณกานต์ แก้วมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การสอบเทียบเครื่อง Automated Optical Inspection ภายใน บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
นักศึกษา	นายณกานต์ แก้วมณี
รหัสนักศึกษา	55120009
ปริญญา	วิศวกรรมระบบการผลิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์นิเทศ	ดร. วรวุฒิ มรรคเจริญ
ผู้นิเทศงาน	นาย วิฆเนศ ซื่อวัฒนะ
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ทำการผลิตอุปกรณ์ และชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจำหน่ายทั้งภายใน และภายนอกประเทศ จากการที่ได้เข้าปฏิบัติงานของโครงการสหกิจศึกษาในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในแผนก AOI & SPI ซึ่งเป็นแผนกที่มีความสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการตรวจสอบการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งในการเข้าไปปฏิบัติงานนั้น ได้ทำการศึกษา และเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการ การตรวจสอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเครื่อง Automated Optical Inspection ซึ่งในการปฏิบัตินั้นได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ และเครื่องมือเพื่อนำมาทำการตรวจสอบและสังเกตการณ์ เพื่อพัฒนาคุณภาพในการตรวจสอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเครื่อง Automated Optical Inspectionให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องได้โดยการสอบเทียบการตรวจวัดค่าแสงจากสีที่ได้ให้อยู่ในช่วงค่าที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทุกเครื่องพร้อมทั้งยังทำให้การทำโปรแกรมลดลงเนื่องมาจากเครื่องมีมาตรฐาน จึงทำให้เครื่องแต่ละเครื่องสามารถใช้โปรแกรมเดียวกันในการตรวจสอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ และยังลดพื้นที่ในการจัดเก็บโปรแกรมลงอีกด้วย

ในการปฏิบัติดังกล่าวข้างต้นส่งผลในด้านการลดเวลาในการทำโปรแกรมของวิศวกร และยังลดพื้นที่ในการจัดเก็บโปรแกรม ซึ่งส่งผลดีให้กับทางบริษัททั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CALIBRATION OF AUTOMATED OPTICAL INSPECTION MACHINE OF CAL-COMP ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO.,LTD.
Student	Mr. Nakarn Keawmanee
Student ID	55120009
Degree	Manufacturing System Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Dr. Worawut Makcharoen
Mentor	Mr. Wikkanate Suewathana
Company	CAL-COMP ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO.,LTD.

Abstract

Cal - Comp Electronics (Thailand) Ltd. (Company) is the company that manufactured the device, and electronic components for internal distribution and outside the country. From that, I was the education of cooperative projects in Cal - Comp Electronics (Thailand) Co., Ltd. (Company) has been assigned to the department AOI & SPI. AOI & SPI Department has great significance on which inspection process manufacturing electronic components which in the work. I have studied and learned about the process. Monitoring of electronic components with Automated Optical Inspection, which in practice is conducted on the equipment and to bring the monitoring and observation to improve the quality inspection of electronic components with a more powerful Automated Optical Inspection. This will improve the quality of the machine by calibration for measuring light from the color in the range of the same standard. All machines and also make the program reduced from a standard of AOI machine. It also reduces the area to store program down too.

In compliance with the above result in the reduction of working time in the program's engineers. It also reduces the storage space in the program. As a result favorable to the company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 10 สิงหาคม 2558 ถึง วันที่27 พฤศจิกายน 2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยดีได้ด้วยความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณอนุกูล อู๋หนู (Leader of AOI & SPI)
2. คุณคมสันต์ บุญเดช (Engineer)
3. คุณวิฒเนศ ซื่อวัฒนะ (Engineer)
4. คุณสมใจ ลีทนทา (Engineer)
5. คุณอาทิตย์ อร่ามเรือง (Engineer)
6. คุณดิเรก สุวรรณประทีป (Engineer)
7. คุณเชาวทิพย์ ยอดบุ่น (Engineer)
8. คุณธวัชชัย มธุกร (Engineer)
9. คุณเกียรติศักดิ์ คูณขุนทด (Engineer)
10. คุณเสริมพงษ์ จันทร์แก้ว (Engineer)
11. คุณยุทธศักดิ์ แสงฉาย (Engineer)
12. คุณสุชาดา แก้วละมัย (QC)
13. คุณพิชามญชุ์ กัญจน์ลักษณากร (Engineer)

และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	I
บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูปภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด	1
1.1.2 เป้าหมายของบริษัท	2
1.1.3 วิสัยทัศน์	3
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตงานที่รับผิดชอบ	4
1.3.1 สายการผลิต SMT: Surface Mount Technology	4
1.3.2 หน้าที่ที่รับผิดชอบ	8
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	8
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	9
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 การสอบเทียบเครื่อง	10
2.1.1 ความหมายของการสอบเทียบเครื่อง	10
2.1.2 ความสำคัญของการสอบเทียบ	10
2.1.3 การวัดและระบบการวัด	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.3.1 ระดับมาตรฐานของระบบการวัด..... 11
2.1.3.2 การทำ Calibration..... 12
2.1.3.3 การประเมินผลความเที่ยงตรง..... 12
2.1.3.4 ความเที่ยงตรง..... 13
2.2 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ..... 16
2.2.1 อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ..... 16
2.2.2 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ..... 17
2.2.3 หลักการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ..... 19
2.3 แนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 20
2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพ..... 20
2.3.2 แนวคิดในการจัดการคุณภาพ..... 21
2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง..... 21
2.3.3.1 พฤติกรรมของแสง..... 22
บทที่ 3 รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ..... 24
3.1 หลักการทำงานของเครื่อง AOI omron series VT-RNS II..... 24
3.1.1 Automated Optical Inspection..... 24
3.1.2 System Process..... 24
3.2 การสอบเทียบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II..... 33
3.2.1 วิธีการทำการการสอบเทียบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II..... 33
3.3 ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II..... 37
บทที่ 4 สรุปผลการปฏิบัติงาน..... 48
4.1 ผลการดำเนินงาน..... 48
4.2 สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 52

5.1 สรุปผล 52

5.1.1 ด้านสังคม 52

5.1.2 ด้านทฤษฎี 52

5.1.3 ด้านปฏิบัติ 52

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 53

บรรณานุกรม 54

ภาคผนวก 55

ประวัติผู้เขียน 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา..... 8

Color Highlight Image

- Chip Component..... 31
- IC Component..... 32

ตารางแสดงจุดที่เป็นของเสียจริงบนแผ่นทดสอบ..... 37

ตารางแสดงผลการตรวจสอบที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยในการตรวจสอบที่ดีขึ้น..... 48

ตารางแสดงผลการตรวจสอบที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยในการตรวจสอบที่ดีขึ้น..... 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 Line SMT 5
รูปที่ 2 Solder Paste Printing machine 5
รูปที่ 3 Solid Paste Inspection machine 6
รูปที่ 4 Mounter machine 6
รูปที่ 5 Reflow 7
รูปที่ 6 Automated Optical Inspection machine 7
รูปที่ 7 องค์ประกอบโดยรวมของเครื่อง AOI 24
รูปที่ 8 Color Highlight Technology 25
รูปที่ 9 รูปภาพหน้าจอเครื่องที่เอาไว้ใช้ทำโปรแกรมสำหรับนำไปตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีการวางอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว 28
รูปที่ 10 รูปหน้าเครื่อง AOI เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ซึ่งพบแผ่นที่มีจุดฟ้องว่าเป็นของเสีย 29
รูปที่ 11 รูปหน้าเครื่อง AOI เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ไม่พบจุดที่เป็นของเสีย 29
รูปที่ 12 รูปที่ปรากฏหน้าเครื่อง Repair ที่มี Operator เป็นผู้ตัดสินใจว่าจุดที่ฟ้องเป็นของเสียจริงหรือไม่ 30

รูปวิธีการทำการการสอบเทียบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

รูปที่ 13 ขั้นตอนที่ 1 33
รูปที่ 14 ขั้นตอนที่ 2 33
รูปที่ 15 ขั้นตอนที่ 3 34
รูปที่ 16 ขั้นตอนที่ 4 34
รูปที่ 17 ขั้นตอนที่ 5 35
รูปที่ 18 ขั้นตอนที่ 6 35
รูปที่ 19 รูปของ GIG สำหรับสอบเทียบ (Reference Standard) 36
รูปที่ 20 รูปของแผ่นทดสอบ รุ่น 100762566-E 37
รูปที่ 21 รูปของ R104 ที่เป็นของเสีย 38
รูปที่ 22 รูปของ R104 ที่ถูกต้อง 38
รูปที่ 23 รูปของ R7 ที่เป็นของเสีย 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 24 รูปของ R7 ที่ถูกต้อง..... 39
รูปที่ 25 รูปของ R21 ที่เป็นของเสีย..... 40
รูปที่ 26 รูปของ R21 ที่ถูกต้อง..... 40
รูปที่ 27 รูปของ L401 ที่เป็นของเสีย..... 41
รูปที่ 28 รูปของ L401 ที่ถูกต้อง..... 41
รูปที่ 29 รูปของ J2 ที่เป็นของเสีย..... 42
รูปที่ 30 รูปของ J2 ที่ถูกต้อง..... 42
รูปที่ 31 รูปของ U200 ที่เป็นของเสีย..... 43
รูปที่ 32 รูปของ U200 ที่ถูกต้อง..... 43
รูปที่ 33 รูปของ U201 ที่เป็นของเสีย..... 44
รูปที่ 34 รูปของ U201 ที่ถูกต้อง..... 44
รูปที่ 35 รูปของ CR100 ที่เป็นของเสีย..... 45
รูปที่ 36 รูปของ CR100 ที่ถูกต้อง..... 45
รูปที่ 37 รูปของ Q400 ที่เป็นของเสีย..... 46
รูปที่ 38 รูปของ Q400 ที่ถูกต้อง..... 46
รูปที่ 39 รูปของ Y400 ที่เป็นของเสีย..... 47
รูปที่ 40 รูปของ Y400 ที่ถูกต้อง..... 47
รูปที่ 41 ภาพเครื่อง AOI ที่เก็บโปรแกรมไว้ที่เครื่อง..... 50
รูปที่ 42 ภาพเครื่อง AOI ที่เก็บโปรแกรมไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง แล้วดึงเฉพาะโปรแกรม
ที่ใช้เท่านั้นมาไว้ในเครื่อง..... 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันความถูกต้อง และคุณภาพของสินค้า เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกๆของผู้บริโภค ซึ่งส่งผลให้การตรวจสอบความถูกต้องนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของทางภาคอุตสาหกรรมเช่นกัน ฉะนั้นเพื่อให้การตรวจสอบความถูกต้องของการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการศึกษาเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นตามไปอีกด้วย

1.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท แคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

บริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี 2543 โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า CCET ในปี 2546 บริษัทได้จดทะเบียนซื้อขาย TDR (Taiwan Depositary Receipts)ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไต้หวัน โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า 9105 บริษัทฯเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในรูปแบบของ OEM (Original Equipment Manufacturing) และ ODM (Original Design Manufacturing)ทั้งยังเป็นผู้นำด้านการบริการการผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์Electronics Manufacturing Services (EMS) ทำให้บริษัทฯ สามารถผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั่วทุกมุมโลก

มากกว่า 22 ปีที่บริษัทฯมีประสบการณ์ทางด้านการผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าชั้นนำทั่วโลก ทั้งความแม่นยำในแผนการผลิต, 6 ซิกม่า, TQM (Total Quality Control) ระบบโรงงานจำลอง ความก้าวล้ำทางด้านเทคโนโลยี, ขั้นตอนการตรวจสอบที่รัดกุมและมีคุณภาพ, วิเคราะห์อัตราความเสียหายชำรุดของผลิตภัณฑ์, ความระมัดระวังในการทำงานของพนักงาน ซึ่งทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน จึงทำให้บริษัทฯได้รับการยอมรับในด้านการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพจากสถาบันในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทเป็นผู้ผลิตรายแรกๆ ในประเทศไทยที่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9002, ISO 14001, QS 9000 และ IEC 17025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท แคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) บริษัทฯ ก่อตั้งด้วยทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 125 ล้านบาท เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 เพื่อผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Manufacturing Services: EMS) ปัจจุบันบริษัทฯ มีทุนจดทะเบียน 4,277,556,192 บาท และ มีทุนชำระแล้วทั้งสิ้น 4,085,064,192 บาท

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจผลิต (Original Equipment Manufacturing-OEM) ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บริษัทฯ ผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

• อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ชนิดพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ เครื่องพิมพ์ multi-function เครื่องพิมพ์กระดาษต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ เมนบอร์ด External Hard Disk และแผงวงจร PCสำหรับ hard disk เป็นต้น

• อุปกรณ์โทรคมนาคม ได้แก่ รับส่งสัญญาณดาวเทียม เครื่องหูฟังโทรศัพท์มือถือระบบไร้สาย (Bluetooth) เป็นต้น

ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555 บริษัทฯ มีพนักงานทั่วโลกทั้งสิ้น 16,937 คน โดยแบ่งออกเป็นพนักงานในประเทศจีนจำนวน 5,547 คน ในไทยจำนวน 6,994 คน ในไต้หวันจำนวน 1,068 คน ในมาเลเซียจำนวน 678คน ในบราซิลจำนวน1,345 คนในเม็กซิโกจำนวน 890 คน ในสหรัฐอเมริกาจำนวน 258 คน ในสิงคโปร์จำนวน 61 คนและในฟิลิปปินส์จำนวน 96 คน

1.1.2 เป้าหมายของบริษัท

อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นทางด้านเทคโนโลยีหรือรูปแบบของตัวผลิตภัณฑ์ สำหรับการผลิตแบบ Original Equipment Manufacturing (OEM) และการผลิตแบบ Original Design Manufacturing (ODM) ผู้ประกอบการต่าง ๆ จะต้องใช้ความรู้ ความชำนาญ ความเชี่ยวชาญพิเศษ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปได้เป็นอย่างดีและรวดเร็วดังนั้น (บริษัทฯ มีเป้าหมายในการเป็นผู้นำในธุรกิจผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ Electronic Manufacturing Services (EMS) โดยเน้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการที่แตกต่างสามารถตอบสนองต่อความพึงพอใจสูงสุด เน้นการมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำเพื่อเป็นจุดดึงดูดลูกค้าและเป็นผู้นำทางด้านต้นทุน โดยจะมีการประเมินผลการผลิต มีการตรวจสอบคุณภาพการผลิต (Quality control system) และมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิต เน้นการจัดการที่มีคุณภาพ และพัฒนาทรัพยากรบุคลลากรของบริษัทฯ โดยเปิดสถาบันอบรมหลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่างเทคนิคของบริษัทฯ และการจัดส่งสินค้าที่ตรงต่อเวลาให้กับลูกค้า เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของบริษัทฯ นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังมีเป้าหมายในการขยายการลงทุนไปยังภูมิภาคต่างๆทั่วโลก เพื่อเพิ่มฐานการผลิตและสามารถเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้หลากหลายขึ้น รวมถึงการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อบูรณาการผสมผสาน แหล่งทรัพยากรต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน ก่อเกิดเป็นโครงข่ายการผลิตที่แข็งแกร่งโยงใยทั่ว ทั้งภูมิภาคทำให้ระบบการผลิตของบริษัทฯสามารถเชื่อมโยงกันได้ทุกๆที่ เพื่อสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าทั้ง ด้านคุณภาพของสินค้า การบริการและการจัดการด้านเวลาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.3 วิสัยทัศน์

สามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในธุรกิจ Electronics Manufacturing Services (EMS) อีกทั้งขยายฐานธุรกิจเข้าสู่อุตสาหกรรมแบบ Original Design Manufacturing (ODM) เพื่อเพิ่มคุณภาพสินค้าและสร้างความยั่งยืนในอนาคตให้กับธุรกิจได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเข้าใจการทำงานภายในบริษัท แคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
2. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อศึกษาการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่อง AOI omron series VT-RNS II
4. เพื่อเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการตรวจสอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
5. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่อง
6. เพื่อศึกษาถึงลักษณะการทำงานของบุคลากรภายในบริษัท
7. เพื่อนำทฤษฎีที่ศึกษามา มาประยุกต์ใช้กับการทำงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตงานที่รับผิดชอบ

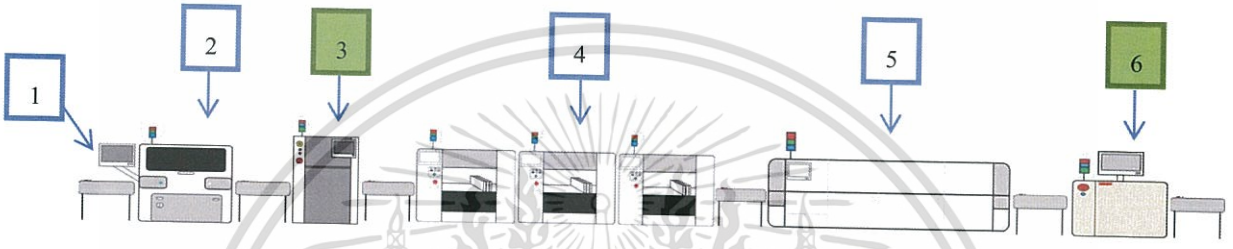
เนื่องด้วยชิ้นงานที่ผลิตภายในโรงงาน เป็นสินค้าซึ่งต้องการความถูกต้อง และคุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกๆของผู้บริโภค ซึ่งส่งผลให้การตรวจสอบความถูกต้องนั้นเป็นสิ่งสำคัญต่อการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของทางภาคอุตสาหกรรมเช่นกัน ฉะนั้นเพื่อให้การตรวจสอบความถูกต้องของการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการศึกษาเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นตามไปอีกด้วย เนื่องด้วยขอบเขตของส่วนงานที่รับผิดชอบได้อยู่ส่วนของสายการผลิต SMT (Surface Mount Technology) จึงขออธิบายถึงระบบของสายการผลิต SMT โดยพอสังเขป ดังนี้

1.3.1 สายการผลิต SMT: Surface Mount Technology

SMT ย่อมาจากคำว่า Surface Mount Technology หมายถึง เทคโนโลยีการผลิตด้วยการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนผิวงาน ซึ่งผิวงานที่ว่าจะหมายถึง แผ่นวงจร แผงวงจร ที่มีการกัดขึ้นลายวงจรการทำงานเรียบร้อยแล้ว (PCB : Printed Circuit Board) โดยตัวอุปกรณ์ที่วางนั้น จะได้แก่ ชิพ (Chip - ตัวต้านทาน ไดโอด), ไอซี (IC, QFP), สวิทช์ และอุปกรณ์อื่นๆ โดยจะมีตะกั่วเป็นตัวเชื่อมประสานตัวอุปกรณ์เหล่านั้นเข้ากับลายวงจรขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ SMT จะเริ่มจาก การนำแผ่นวงจร (PCB) เข้าสู่เครื่องพิมพ์ตะกั่ว (Solder Paste Machine) โดยการพิมพ์ตะกั่ว จะใช้วิธีปาดตะกั่วผ่านแผ่นพิมพ์ที่เปิดช่องให้ตะกั่วลงตามจุดต่างๆ บนแผงวงจร ซึ่งแผ่นพิมพ์นี้จะเรียกว่า สเตนซิล (Stencil)เมื่อตะกั่วถูกปาดลงบนแผงวงจรแล้ว ระหว่างนี้จะมีการใช้เครื่องมาตรวจสอบการพิมพ์ลายตะกั่ว เครื่องที่ใช้ตรวจสอบจะถูกเรียกว่า SPI Machine (Solder Paste Printing Machine) จากนั้นแผงวงจรก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องจักร SMT ประเภทต่างๆ เพื่อทำการวางตัวอุปกรณ์ เครื่อง Chip Shooter Machine ใช้สำหรับวางอุปกรณ์ขนาดเล็ก โดยอุปกรณ์จะถูกจับจากม้วนที่ใส่ไว้ในคาสเซทฟีดเดอร์ (Cassette Feeder) แล้วนำมาวางลงบนแผงวงจรตามตำแหน่งที่ถูกโปรแกรมไว้ (Chip Shooter Machine สามารถวางอุปกรณ์ขนาดเล็ก ได้อย่างมีความแม่นยำ และมีความเร็วในการวางระดับ 0.5-0.8 วินาที/ตัว), IC Placer Machine ใช้สำหรับวางอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ ที่ไม่สามารถวางด้วยความเร็วสูงได้ เช่น IC, QFP, Sensor, Switch, Connector เป็นต้น ซึ่งตัวอุปกรณ์เหล่านี้ จะมีทั้งบรรจุอยู่ใน Cassette Feeder หรือบรรจุอยู่ในถาด แล้วให้หัวจับไปทำการจับตัวอุปกรณ์มาวางตามตำแหน่งเนื่องจากแผงวงจรมักจะประกอบด้วยตัวอุปกรณ์หลากหลายชนิด ดังนั้น ม้วนอุปกรณ์มักจะถูกจัดเตรียมขึ้น Cassette Feeder เอาไว้ แล้วจัดเรียง Cassette Feeder เหล่านั้นรอไว้บนรถ Cart (Cassette Feeder Cart) เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ก็จะทำการยก Cassette Feeder ที่จัดเตรียมไว้บนรถ ขึ้นทำการเปลี่ยนได้ทันที เมื่อแผงวงจรถูกวางจนครบแล้ว แผงวงจรก็จะถูกส่งเข้า เตา reflowเพื่อหลอมตะกั่วให้ละลายและยึดตัวอุปกรณ์ติดกับแผงวงจร จากนั้นแผงวงจรก็จะถูกนำมาตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบด้วยเครื่อง AOI Machine, การตรวจสอบด้วยสายตาใต้เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแผงวงจรก็จะถูกบรรจุเข้าสู่ Magazine หรือกล่องเก็บ เพื่อเตรียมส่งไปยังกระบวนการถัดไป



รูปที่ 1 Line SMT

1. Loader มีหน้าที่ สำหรับให้ operator นำแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) เข้าสู่สายการผลิต
2. Solder Paste Printing มีหน้าที่ สำหรับใช้ในการพิมพ์ตะกั่วลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB)

รูปที่ 2 Solder Paste Printing machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Solid Paste Inspection (SPI) มีหน้าที่ ตรวจสอบตะกั่วบัดกรี ซึ่งผ่านการพิมพ์โดยเครื่อง Solder Paste Printing โดยจะตรวจสอบ ตำแหน่งของตะกั่วบัดกรี ขนาดของตะกั่วบัดกรี ปริมาณของตะกั่วบัดกรี และความสูงของตะกั่วบัดกรี

รูปที่ 3 Solid Paste Inspection machine (SPI)

4. Mounter มีหน้าที่ ใช้สำหรับวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์

รูปที่ 4 Mounter machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เตา Reflow มีหน้าที่ หลอมตะกั่วให้ละลายและยึดตัวอุปกรณ์ติดกับแผงวงจรพิมพ์ (PCB)

รูปที่ 5 Reflow

6. Automated Optical Inspection (AOI) มีหน้าที่ ตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านการอบมาแล้ว และนำมาตรวจสอบดูความถูกต้องของแผ่นวงจรพิมพ์ว่ามีการวางชิ้นส่วนต่างๆ และข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพ (เช่น มีข้อผิดพลาดที่ต่างจากแผ่นตัวอย่าง (Golden Sample))

รูปที่ 6 AOI machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 หน้าที่ที่รับผิดชอบ: แผนก SPI & AOI ซึ่งมีหน้าที่ในการดูแลรับผิดชอบเครื่อง AOI และเครื่อง SPI โดยจะรับหน้าที่ในการทำงาน ดังนี้

- Engineer
- Maintenance

ชิ้นงานที่มีส่วนในการรับผิดชอบ

- Programming for AOI & SPI machines
- Calibration AOI & SPI machines
- Control & Maintenance for AOI & SPI machines

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1	ปรึกษากับที่ปรึกษาในโรงงานและอาจารย์เกี่ยวกับหัวข้อการทำสหกิจศึกษา	/															
2	วางแผนและเตรียมความพร้อมสำหรับการทำสหกิจศึกษา	/	/														
3	ศึกษาถึงทฤษฎีการทำงานของเครื่อง AOI และศึกษาเกี่ยวกับการสอบเทียบเครื่องAOI	/	/	/	/												
4	ทำการสอบเทียบเครื่องและเก็บข้อมูล					/	/	/	/	/	/						
5	รวบรวมข้อมูลภายหลังการสอบเทียบ					/	/	/	/	/	/	/	/	/			
6	จัดเตรียมและเรียบเรียงข้อมูลเกี่ยวกับการทำสหกิจศึกษา												/	/	/	/	/
7	จัดทำรูปเล่มรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา													/	/	/	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. ได้เข้าใจลักษณะการทำงานภายในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
2. ได้ศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. ได้ศึกษาการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เครื่อง AOI omron series VT-RNS II
4. ได้เข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากกระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
5. ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่อง
6. ได้ศึกษาถึงลักษณะการทำงานของบุคลากรภายในบริษัท และการอยู่ร่วมกัน
7. ได้นำทฤษฎีที่ศึกษามา มาประยุกต์ใช้กับการทำงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการสอบเทียบเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการตรวจสอบของเครื่องจักร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การสอบเทียบเครื่อง

2.2 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2.3 แนวคิดและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอบเทียบเครื่อง

2.1.1 ความหมายของการสอบเทียบเครื่อง

การสอบเทียบ หมายถึง ชุดของการดำเนินการซึ่งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าการชี้บอกโดยเครื่องมือวัดหรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมนัยที่รู้ค่าของปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะเฉพาะที่บ่งไว้

2.1.2 ความสำคัญของการสอบเทียบ

ผลจากการสอบเทียบเมื่อนำมาวิเคราะห์ จะทำให้สามารถกำหนดได้ว่าเครื่องมือวัดควรจะใช้ต่อไปหรือจำเป็นต้องปรับแต่งผลจากการสอบเทียบ ทำให้ มั่นใจได้ว่าเครื่องมือวัดที่ใช้ในการสำรวจยังคงทำงานได้อย่างแม่นยำและเชื่อถือได้ ผลการสอบเทียบหลายๆ ครั้ง ยังแสดงให้เห็นคุณลักษณะทางด้านความเสถียร (Stability) ของเครื่องมือวัด

2.1.3 การวัดและระบบการวัด

ที่มา ความยาวมาตรฐาน : หน่วยเมตร

- 1800's ระยะทาง 1 เมตรเท่ากับ1ส่วน10 ล้านของระยะทาง เส้นลองติจูดที่ผาดผ่านปารีสจากขั้วโลกเหนือ ถึงเส้นศูนย์สูตร มีการคำนวณ และสร้างเป็นแท่งที่ทำจากทองคำขาวที่ยาว 1 เมตร และมีค่าความเที่ยงตรงประมาณ 0.2 มิลลิเมตร
- 1889 มีการเปลี่ยนแปลงเป็น เมตรต้นแบบนานาชาติ (International Prototype Metre) ที่ทำมาจาก โลหะผสมทองคำขาวผสม อิริเดียม และถูกเก็บรักษาไว้ที่ BIPM ฝรั่งเศส
- 1960 ในการประชุมทั่วไปของการวัดและน้ำหนัก ได้มีการกำหนด ระยะ 1 เมตร ถูก กำหนดที่มาใหม่ ให้เท่ากับ 1650763.73 เท่าของความยาวคลื่นของการแผ่รังสีในสูญกาศของก๊าซเฉื่อย (krypton) ที่มี 86 อะตอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-1983 กำหนดความยาว 1 เมตร จากความยาวของการเคลื่อนที่ของแสงระหว่างเวลาในช่วง 1/299 792 458 ของวินาที หรือ (แสงเดินทางด้วยความเร็วคงที่คือ299 792 458 เมตรต่อวินาที โดยไม่ขึ้นกับแหล่งกำเนิดและผู้สังเกต)

2.1.3.1 ระดับมาตรฐานของระบบการวัด

มาตรฐานของระบบการวัด แบ่งได้ 4 ระดับ

1. มาตรฐานนานาชาติ (International Standard) หน่วยงานคือ CIPM, BIPM,

OIML, ISO, IEC

2. มาตรฐานแห่งชาติ (National Standard/ Primary Standard) หน่วยงานคือ

-NPL (National Physical Lab.UK)

- NRLM (National Research Laboratory of Metrology, Japan)

- NIST (National Institute for Standard and Technology, USA)

- PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany)

- NML (National Metrology Lab. Australia)

- NIMT/มว. (National Institute of Metrology (Thailand)/ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ)

3. มาตรฐานขั้นรอง (Secondary Standard) หน่วยงาน คือ ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานของรัฐหรือ องค์กรสาธารณะ เช่น สวท. มจธ. การบินไทย ทอ.ศูนย์สอบเทียบของเอกชน

4. มาตรฐานใช้งานหรือ มาตรฐานโรงงาน (Working/Factory Standard) หน่วยงานคือ ห้องควบคุมเครื่องมือ/ ห้องสอบเทียบ ภายในโรงงาน หรือบริษัท การสอบเทียบเน้นการควบคุมทางมาตรวิทยาและการสอบกลับได้ของค่า โดยพิจารณาเป็นระดับขั้นดังนี้

ระดับ 1 พิกัดความเผื่อของผลิตภัณฑ์ที่มีหรือคุณภาพของการวัด เช่น พิกัดความเผื่อของเพลามีค่า ±0.01 มม.

ระดับ 2 การสอบเทียบระบบการวัดผลิตภัณฑ์ เช่นการใช้เกจก้ามปูตรวจสอบชิ้นงาน การใช้เขาควายวัดเพลา

ระดับ 3 การสอบเทียบระบบการวัดที่ใช้ในการสอบเทียบระบบการวัดผลิตภัณฑ์ เช่นการสอบเทียบเกจก้ามปูโดยใช้เวอร์เนียร์ การเอาเขาควายมาอ่านค่าโดยไม้บรรทัดหรือเวอร์เนียร์

ระดับ 4 การสอบเทียบ โดยใช้มาตรฐานในโรงงาน (เช่น เกจบล๊อก) กับระบบที่ใช้สอบเทียบกับระดับ3 การสอบเทียบเวอร์เนียร์โดยใช้ เกจบล๊อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ 5 การสอบเทียบ มาตรฐานในโรงงานกับ มาตรฐานระดับชาติ เช่นการนำเกจบล๊อกที่เป็นมาตรฐานในโรงงานไปสอบเทียบกับ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายนอก

ระดับ 6 การสอบเทียบระดับนานาชาติหรือสากล คือ การสอบเทียบกันระหว่างมาตรฐานระดับชาติกับมาตรฐานระดับชาติด้วยกัน เช่นการสอบเทียบความเร็วของตัวกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบ ระหว่าง NPL(อังกฤษ) กับ PTB(เยอรมัน) ในแต่ละระดับต้องพยายามรักษาความเที่ยงตรง และค่าความไม่แน่นอนของการวัด รวมถึงพิกัดความเผื่อที่ตอบสนองต่อความต้องการของแต่ละระดับ ความสำเร็จขึ้นกับการใช้งานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการสอบเทียบ ดังนั้นจุดมุ่งหมายทั้งหมดของการสอบเทียบ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความแน่ใจได้ว่า การวัดจะทำหน้าที่รับรองผลของความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์

2.1.3.2 การทำ Calibration

การทำ Calibration มี 2 วิธี

1. ทำเองภายในบริษัท
2. ส่งไปทำที่ภายนอกบริษัท ที่ศูนย์มาตรฐานต่างๆ

ทั้งสองวิธีต้องมีคำนึงถึง การสอบกลับได้ (Traceability) และความไม่แน่นอนในการวัด (Measurement Uncertainty) จึงเป็นประโยชน์และเป็นที่ยอมรับของผู้เกี่ยวข้องเครื่องมือวัด อุตสาหกรรมกับงานด้านมาตรวิทยาและ Calibration Accuracy ของเครื่องวัดฯ มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิตสินค้า ดังนั้น Calibration จึง

1. จะต้องปฏิบัติและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
2. ผู้ปฏิบัติจะต้องมีความรู้เรื่อง Calibration
3. รู้ Accuracy และวัตถุประสงค์ของเครื่องมือวัด
4. ต้องมีเครื่องมือมาตรฐานที่ดีพอ (ดีกว่า 4 - 10 เท่า)
5. ต้องมี Traceability
6. ต้องมีห้องปฏิบัติการมาตรฐาน

2.1.3.3 การประเมินผลความเที่ยงตรง (Evaluation Accuracy)

ค่าผิดพลาด (Error) ค่าผิดพลาดในการวัด คือ ความแตกต่างระหว่างค่า (Value) ที่แสดงบนเครื่องมือกับค่าจริงของที่วัดได้ (ค่าจริงของจำนวนที่ทำการวัดซึ่งจะรู้เป็นครั้งคราว) ค่าผิดพลาดแบ่งเป็นค่าผิดพลาดแบบสุ่ม ซึ่งเป็นการเกิดขึ้นโดยความบังเอิญ ตามธรรมชาติ ค่าต่างๆที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปและไม่สามารถที่จะทำการคาดคะเนได้จากการทำงานของการวัด ค่าผิดพลาดแบบนี้เป็นค่าผิดพลาดที่ไม่สามารถควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ แหล่งที่มาของค่าผิดพลาด อาจได้แก่ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป การสั่นสะเทือนของสถานที่ทำงาน การรบกวนของสัญญาณความถี่ทางไฟฟ้า เป็นต้น ค่าผิดพลาดที่เกิดจากตัวแปรที่ควบคุมหรือกำจัดได้ เป็นค่าผิดพลาดจากเหตุที่สามารถทำให้น้อยลงจนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์ หรือควบคุมไม่ให้มีผลต่อการวัดได้ เช่น ค่าผิดพลาดเนื่องจากการอ่านค่าของพนักงาน หรือค่าผิดพลาดจากความสกปรกของเครื่องมือ เป็นต้น

2.1.3.4 ความเที่ยงตรง (Accuracy)

ความเที่ยงตรงคือคุณภาพที่กำหนดให้เป็นไปตามรูปแบบการวัด สามารถพิจารณาแบ่งเป็น สองส่วน ตามรูปแบบของค่าผิดพลาดได้ โดยค่าผิดพลาดต่างๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์นั้นควรจะพิจารณาตามชนิดและธรรมชาติของมันเองข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของการวัด อาทิ การพิจารณาวัดขนาด น้ำหนัก เป็นต้น

องค์ประกอบพื้นฐานในการประมวลผลของความเที่ยงตรง สามารถแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ

1. มาตรฐาน (Standard)
   - 1.1 สามารถสอบกลับได้ (Traceability)
   - 1.2 สามารถเปรียบเทียบทางเรขาคณิตได้ (Geometric Compatibility)
   - 1.3 สัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion)
   - 1.4 ช่วงการสอบเทียบ (Calibration Interval)
   - 1.5 ความเสถียร (Stability)
   - 1.6 สมบัติในการยืดหยุ่น (Elastic Properties)
   - 1.7 ตำแหน่งใช้งาน (Position of Use)

2. ชิ้นงาน (Work piece)
   - 2.1 ความเป็นจริงของรูปทรงเรขาคณิตที่ซ้อนอยู่
   - 2.2 ลักษณะที่เกี่ยวข้อง เช่น ผิวสำเร็จ รอยขีดข่วน
   - 2.3 สมบัติในการยืดหยุ่น
   - 2.4 ความสะอาด
   - 2.5 ความเสียหายของผิว
   - 2.6 ความร้อน
   - 2.7 มวลที่มีผลต่อ การเปลี่ยนรูปในช่วงยืดหยุ่น (Elastic Deformation)
   - 2.8 ความจริงที่สนับสนุนรูปทรง
   - 2.9 คำจำกัดความของลักษณะที่ชัดเจน ที่ต้องการวัด
   - 2.10 จุดอ้างอิงของชิ้นงานที่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องมือ

3.1 มีอัตราการขยายตัวที่พอเหมาะเพื่อความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์

3.2 การขยายการตรวจสอบภายใต้สภาวะการใช้งาน

3.3 ผลกระทบที่เกิดจากแรงเสียดทาน และ Back lack

3.4 จุดสัมผัสทางเรขาคณิตที่ถูกต้องทั่วชิ้นงานและมาตรฐาน

3.5 ไฟฟ้า หรือระบบนิวเมติก ที่นำไปสู่ระบบขยายต้องทำงานภายใต้ขอบเขตที่กำหนด

3.6 ระบบควบคุมความดันต้องทำงานภายใต้ขอบเขต

3.7 จุดสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับทรงเรขาคณิตต้องถูกต้องและต้องมีการตรวจสอบหาจุดสึกหรอของเครื่องมือ

3.8 จุดหมุนและจุดเลื่อนต้องไม่สึกหรอและเสียหาย

3.9 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างทำให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องมือ เช่นการนำชิ้นงานที่มีน้ำหนักมากมาวัด

3.10 อุปกรณ์ช่วยในการทำงาน (เหล็กฉาก โต๊ะระดับ) มีการตรวจสอบว่าทำงานได้ดี และมีการสอบเทียบ

4. บุคลากร

4.1 การฝึกอบรม

4.2 มีทักษะ

4.3 ความรู้สึกต่อคุณค่าของความแม่นยำ

4.4 มีแนวคิดและทัศนคติต่อความเที่ยงตรงที่ได้

4.5 ต้องมีความใจกว้าง มีทัศนคติและความเชื่อมั่นโดยส่วนตัวต่อความเที่ยงตรง

4.6 มีการวางแผนเทคนิคการวัด เพื่อประหยัดและสม่ำเสมอต่อความแม่นยำที่ต้องการ

4.7 ตระหนักถึงขอบเขตของการประเมินผลที่เที่ยงตรง

4.8 มีความสามารถในการเลือกเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงและมีมาตรฐานและความต้องการทางเรขาคณิตและความสามารถที่เกี่ยวกับความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สิ่งแวดล้อม

5.1 มาตรฐานของอุณหภูมิในการวัด คือ ทางกล 20 °C (68 °F) และทางไฟฟ้า 23 °C (73.4 °F)

5.2 อุณหภูมิระหว่างชิ้นงานมาตรฐานและเครื่องมือต้องเท่ากัน ความแตกต่างเพียง 1 องศาอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้

5.3 การขยายตัวของอุณหภูมิมีผลกระทบ จาก ความร้อนที่เกิดจากแสงไฟ อุปกรณ์ทำความร้อน แสงอาทิตย์ และจากร่างกายมนุษย์

5.4 ผลกระทบจากวงจรในระบบควบคุมอุณหภูมิ

5.5 การทำความสะอาด เพื่อให้ปราศจากฝุ่น

5.6 การสั่นสะเทือนที่น้อยที่สุด ช่วยทำให้เกิดความแม่นยำสูง

5.7 การจับถือด้วยมือทำให้เกิดการผิดพลาด เนื่องจากการขยายตัว จากอุณหภูมิในตัวของมนุษย์ (37 °C) ที่สูงกว่ามาตรฐานปกติ (20 °C) อาจทำให้เหล็กที่ยาว 1 นิ้ว ขยายตัวไปได้ ถึง .0002 นิ้วหรือ 4 ไมครอน

5.8 การจัดให้มีแสงสว่างที่เพียงพอ คือ 1000 LUX

5.9 ความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือจานบันทึกแบบแข็งเป็นสื่อบันทึกข้อมูลประเภทหนึ่ง (Storage device) ถูกใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ เป็นหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลแบบถาวร ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ ระบบการใช้งานของซอฟแวร์ โปรแกรมประยุกต์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยข้อมูลเหล่านี้จะไม่สูญหายไปเมื่อปิดเครื่องไม่เหมือนกับแรมหรือหน่วยความจำชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) ซึ่งจะเก็บข้อมูลได้ชั่วคราวในระหว่างเปิดเครื่องเท่านั้น ในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสามารถพบได้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ไม่เฉพาะภายในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงสินค้าอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ อีกด้วย เช่น เครื่องเล่นเอ็มพีทรี (MP3) เครื่องบันทึกภาพดิจิตอลกล้องถ่ายรูปคอมพิวเตอร์ขนาดพกพา (Personal Digital Assistants: PDA) จนกระทั่งโทรศัพท์มือถือบางรุ่น

2.2.1 อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าการส่งออกสูงมากเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆซึ่งอุตสาหกรรมดังกล่าวเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามภาวะตลาดอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลก และกำลังซื้อจากตลาดส่งออกหลัก นอกจากผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแล้วในกลุ่มอุตสาหกรรมนี้ยังมีห่วงโซ่อุปทานที่มีขนาดใหญ่ ทั้งในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สนับสนุนในการผลิต ในการวิเคราะห์ห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เริ่มจากการทำความเข้าใจถึงขั้นตอนในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก่อน กิจกรรมหลักที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมนี้ไม่แตกต่างจากอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าประเภทอื่นที่เริ่มต้นจากการคิดค้นวิจัย การออกแบบสินค้า การหาวัตถุดิบ การผลิตชิ้นส่วนต่างๆ การประกอบสินค้า การขาย การตลาด และการบริการหลังการขาย การคิดค้นวิจัยและการออกแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นจะเกิดขึ้นในบริษัทที่เป็นผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรายใหญ่โดยเป็นงานวิจัยและการออกแบบที่ทำขึ้นเอง งานวิจัยและการออกแบบที่ทำร่วมกับผู้จัดส่งวัตถุดิบที่สำคัญ หรือเป็นงานวิจัยที่ซื้อมาจากบริษัทอื่น

การผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยทั่วไปมีกระบวนการที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ Head Disk Assembly (HDA) และ Printed Circuit Board Assembly (PCBA) ซึ่งส่วนแรกจะเป็นส่วนการประกอบชุดหัวอ่านและเขียน จานเก็บข้อมูล และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องทางกลไกการทำงานในขณะที่ส่วนที่สองจะเป็นการประกอบชิ้นส่วนทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และเชื่อมต่อสัญญาณกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้นเมื่อได้ครบทั้งสองส่วนแล้วจึงทำการประกอบเข้าด้วยกันเป็นฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Final assembly) ในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟนั้นยังมีกลุ่มวัสดุอื่นๆ และกลุ่มวัสดุทางอ้อม (Indirect materials) ที่ใช้อยู่ในทุกขั้นตอนของการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตั้งแต่การผลิตส่วนประกอบย่อยไปจนถึงการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในกลุ่มของวัสดุอื่นๆ จะเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ได้เป็นส่วนประกอบหลัก เช่น สกรูชิ้นส่วนโลหะอื่น หรือชิ้นส่วนที่ไม่สามารถบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ได้ว่าถูกใช้เป็นส่วนประกอบในกระบวนการผลิตใดอย่างแน่ชัด ในขณะที่กลุ่มของวัสดุทางอ้อมจะเป็นสิ่งที่ใช้ร่วมในการผลิตแต่ไม่ได้เป็นชิ้นส่วนในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยตรง เช่น วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ได้แก่แผ่นกรอง ถุงมือชุดทำงาน หน้ากาก รองเท้า วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการลดประจุไฟฟ้า เช่น แผ่นรองพื้น วัสดุที่ใช้การบรรจุ และบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงระบบอัตโนมัติที่จะช่วยสนับสนุนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2.2.2 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

การผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มีกระบวนการที่สำคัญ 2 ส่วน โดยในส่วนของ HDA สามารถแบ่งส่วนประกอบย่อยออกได้เป็น15 ส่วนประกอบหลัก และส่วนของ PCBA มีเพียงส่วนประกอบเดียวเท่านั้น มีรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบ ดังนี้

1. Breather filter คือ แผ่นกรองอากาศที่ผ่านเข้า-ออกระหว่างภายนอกและภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อกรองฝุ่นหรืออนุภาคภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้มีปริมาณลดลง โดยทั่วไปถูกติดตั้งอยู่กับโครงสร้างหลัก (Base plate) แต่ในบางรุ่นถูกติดตั้งอยู่ตรงฝาปิดด้านบน (Top cover) โดยปกติแผ่นกรองแบบนี้มีส่วนประกอบของถ่านเพื่อช่วยลดปริมาณของก๊าซภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วย

2. Recirculation filter คือ แผนกรองอากาศที่ไหลเวียนอยู่ ภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเพื่อกรองฝุ่นหรืออนุภาคภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ที่เกิดขึ้นจากการกร่อนของออกไซด์ที่เคลือบบนแผ่นบันทึกข้อมูล (Media) เนื่องจากการเสียดสีของหัวอ่าน-เขียน (Slider) กับแผ่นบันทึกข้อมูลแผ่นกรองแบบนี้ถูกติดตั้งอยู่ภายในโครงสร้างหลัก และอยู่ใกล้กับแผ่นบันทึกข้อมูลพื้นที่สำหรับแผ่นกรองแบบนี้ถูกออกแบบให้มีรูปทรงเป็นลักษณะเส้นทางที่บังคับให้อากาศไหลผ่านแผ่นกรอง

3. Suspension คือ แขนยึดหัวอ่าน-เขียนเข้ากับแขนยึดชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ (Head stack arm) เนื่องจากมีความจำเป็นสำหรับความคล่องตัวในแนวดิ่งและทิศทางที่กำหนดในขณะที่ยังรักษาความมั่นคงในแนวยาวและตามขวางไว้ โดยปกติทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม

4. Head stack arm คือ แขนยึดชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ มีด้านหนึ่งยึดติดกับ Suspension และอีกด้านหนึ่งติดกับขดลวดแม่เหล็ก (VCM Coil) สำหรับชิ้นส่วนนี้โดยปกติจะถูกประกอบมาพร้อมๆ กับVCM Coil

5. Voice Coil Motor (VCM Coil) คือ ขดลวดแม่เหล็กที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กให้เกิดการเคลื่อนที่ของ Head stack arm ตามแนวที่ต้องการได้โดยปกติจะถูกประกบด้วยแม่เหล็กถาวรแรงสูงจำนวน 2 ชิ้น ที่เรียกว่า“Top VCM และ Bottom VCM”

6. Head stack flex circuit คือ ชุดประกอบวงจรพิมพ์ชนิดอ่อนของหัวอ่านที่ใช้กับงานแผ่นวงจรพิมพ์ทั่วไปที่ไม่สามารถติดตั้งได้ อาจเพราะถูกกำจัดด้วยพื้นที่ในการติดตั้งหรือการใช้งานจะต้องมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา เพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่างชุดหัวอ่านภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟกับแผงวงจรพิมพ์สำเร็จรูปที่ติดตั้งอยู่ภายนอกฮาร์ดดิสก์โดยปกติทำมาจากพลาสติกแบบพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

147162

7. Motor base หรือ Spindle motor คือ ชุดมอเตอร์หลักที่หมุนแผ่นบันทึกข้อมูลให้เคลื่อนที่ไปรอบๆที่ความเร็วหนึ่ง ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์มีความสม่ำเสมอสูงในปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหลายรุ่นได้หันมานิยมใช้ Fluid Dynamic motor Bearing (FDB) ในการออกแบบมอเตอร์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ช่วยให้ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์สูงขึ้น ลดการปล่อยเสียงรบกวน และปรับปรุงด้านการสั่นสะเทือนให้ดีขึ้น การที่ความเร็วของมอเตอร์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการส่งผ่านข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามไปด้วย

8. Glass disk substrate หรือ Media คือ แผ่นบันทึกข้อมูลผลิตมาจากแผ่นแก้วที่ต้องทำเป็นพิเศษเคลือบด้วยสารแม่เหล็กแล้วทำการสร้างแท่งแม่เหล็กบนผิวหน้าโดยวางเรียงเป็นวงกลม เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ โดยแผ่นบันทึกข้อมูลจะมีขนาด และจำนวนในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแต่ละรุ่นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณความจุที่ต้องการ

9. Ramp คือ อุปกรณ์พักหัวอ่าน-เขียนในขณะที่ไม่มีการทำงาน ซึ่งเป็นวิธีแก้ปัญหาจากเดิมที่หัวอ่านจะถูกพักไว้ในบริเวณพื้นที่พักหัวอ่าน (Landing zone) ซึ่งอยู่ภายในแผ่น Mediaแต่เนื่องมาจากแผ่นบันทึกแบบใหม่ที่ถูกเคลือบผิวด้วยแก้วทำให้มีข้อจำกัดในส่วนของความยากในการทำผิวในบริเวณ Landing zone สำหรับหัวอ่านที่จะเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งนี้ไปยังแผ่นบันทึกจะทำได้หลังจากความเร็วรอบของมอเตอร์มีเพียงพอแล้วเท่านั้น

10. Latch คือ อุปกรณ์ล็อคชุดประกอบหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ (Head Stack Assembly: HSA) ให้อยู่กับที่เมื่อถูกเลิกใช้งานไว้ภายในบริเวณ Landing zone หรือ Ramp เพื่อป้องกันไม่ให้หัวอ่านเคลื่อนไปยังบริเวณแผ่น Media เพราะอาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนได้ ลักษณะการทำงานของมันจะเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งเปิด เมื่อแขนหัวอ่านมีการเคลื่อนที่ และกลับเข้าสู่ตำแหน่งปิดเมื่อไม่มีการทำงานเกิดขึ้น Latch ที่ใช้โดยทั่วไปส่วนมากมีอยู่2 แบบ คือ แบบแม่เหล็กและแบบอากาศล็อค ในแบบแรกเป็นชิ้นงานที่ประกอบด้วยชุดแม่เหล็ก เมื่อมีการเริ่มทำงานตัวขดลวดจะเอาชนะแม่เหล็กเพื่อดึงล็อคออก สำหรับอีกแบบหนึ่งเป็นชิ้นงานแบบสปริง ซึ่งใช้หลักการของแรงดันอากาศจากการหมุนของแผ่น Media ในการผลักตัว Latchออกไป

11. Crash stop คือ อุปกรณ์ป้องกันการชนของหัวอ่านทำหน้าที่ควบคุมระยะทางการเคลื่อนที่ของชุดประกอบหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ เพื่อป้องกันหรือยับยั้งไม่ให้ชิ้นส่วนนี้เคลื่อนที่เข้าใกล้กับขอบของแผ่นบันทึกข้อมูล เพราะอาจเกิดการเคลื่อนที่ตกลงจากแผ่นMedia ได้ หรือใกล้กับชุดมอเตอร์มากเกินไปเพราะอาจชนกับมอเตอร์ได้ ชิ้นส่วนนี้สามารถแยกออกจากส่วนกลไกอื่นๆหรือในบางรุ่นฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟชิ้นส่วนนี้จะถูกประกอบเป็นส่วนหนึ่งของชุดแม่เหล็ก

12. Top cover คือ ฝาปิดด้านบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อป้องกันอนุภาคฝุ่นละอองทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เข้ามาภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยปกติทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิมที่ถูกปั๊มขึ้นรูปฝาปิดด้านบนของฮาร์ดดิสก์จะใช้ประเก็นในการยึดติดซึ่งประเก็นสามารถยึดติดกับฝาด้านบนโดยใช้กาวหรือบางครั้งสามารถขึ้นรูปที่ฝาด้านบนได้เลย ในบางรุ่นของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟฝาปิดด้านบนยังเป็นที่ติดตั้งของ Breather filterด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Print Circuit Board Assembly (PCBA) คือ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และเชื่อมต่อสัญญาณกับอุปกรณ์อื่น ๆ

14. Base plate คือ โครงสร้างหลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ผลิตจากการหล่อขึ้นรูปอลูมิเนียม โดยใช้เครื่องจักรที่มีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งมีรูปทรงที่ออกแบบมาเพื่อให้มีการไหลเวียนของอากาศบริเวณโดยรอบแผ่นMedia มากที่สุดและยังทำให้อากาศส่วนหนึ่งช่วยยกหัวอ่าน-เขียนให้ลอยขึ้นจากแผ่นบันทึกข้อมูลในขณะทำงานด้วย จุดเชื่อมต่อระหว่างแผงวงจรการอ่าน-เขียนข้อมูลที่อยู่ภายในและPCBA ที่อยู่ภายนอกส่วนของการประกอบฮาร์ดดิสก์ถูกติดตั้งอยู่ในส่วนโครงสร้างหลักนี้

15. Clamp หรือ Disc clamp คือ อุปกรณ์ยึดติดชุดมอเตอร์กับแผ่น Media เข้าด้วยกันโดยทั่วไปทำมาจากอลูมิเนียมผ่านการชุบด้วยนิกเกิลแบบไม่ใช้ไฟฟ้า

16. Spacer คือ อุปกรณ์กันแผ่น Media แต่ละแผ่นออกจากกันโดยทั่วไปทำมาจากอลูมิเนียมที่ถูกปั๊มขึ้นรูป จากเครื่องจักรที่มีความเที่ยงตรงสูง ลักษณะของผิวทั้ง 2 ด้านต้องขนานกัน

2.2.3 หลักการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

ภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะมีแผ่นจานโลหะที่เรียกว่า “Media” ผลิตมาจากแก้วหรือแผ่นอลูมิเนียมเคลือบด้วยสารแม่เหล็ก ในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต้องมี Media อย่างน้อยหนึ่งแผ่นโดยถูกยึดติดอยู่บนแกนมอเตอร์ซึ่งหมุนด้วยความเร็วสูง เมื่อฮาร์ดดิสก์จะอ่าน-เขียนข้อมูล แขนหัวอ่านที่มีหัวอ่าน-เขียนอยู่ตรงปลายจะเคลื่อนที่เพื่อนำหัวอ่าน-เขียนไปยังบริเวณที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล สำหรับการเคลื่อนที่ของแขนหัวอ่านเกิดจากมอเตอร์อีกตัวหนึ่งซึ่งเรียกว่า “Stepping Motor” ซึ่งคอยหมุนเป็นจังหวะเพื่อนำหัวอ่านไปยังแทร็ก (Track) และเซกเตอร์ (Sector) ที่มีข้อมูลที่ต้องการอ่านหรือเขียน ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนจาก Stepping Motor ไปเป็นแบบ VCM Coil ซึ่งทำให้แขนของหัวอ่าน-เขียนเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลได้โดยอาศัยแรงผลักของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้สามารถที่จะอ่าน-เขียนข้อมูลได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากขึ้นหลักการบันทึกข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่ได้แตกต่างจากการบันทึกลงบนเทปคาสเซท เพราะทั้งคู่ต้องใช้สารบันทึกคือสารแม่เหล็กเหมือนกันสารแม่เหล็กนี้สามารถลบหรือเขียนได้ใหม่อยู่ตลอดเวลา โดยเมื่อบันทึกหรือเขียนไปแล้ว มันสามารถจำรูปแบบเดิมได้เป็นเวลาหลายปีสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลลงในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ข้อมูลที่เก็บจะอยู่บน Sectorและ Track มีลักษณะเป็นรูปวงกลม (แถบสีเหลือง) ส่วน Sector เป็นเสี้ยวหนึ่งของวงกลมอยู่ภายในTrack (แถบสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แนวคิด และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพ

คุณภาพ : International Organization for Standardization (ISO) ในเอกสาร ISO 9000: 2000 ได้มีการนิยามความหมายของคุณภาพไว้ดังต่อไปนี้ คุณภาพ คือ “ระดับของคุณลักษณะที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าได้อย่างสมบูรณ์ ”(Quality is “Degree to Which A Set of Inherent Characteristics Fulfills Requirements.”)ส่วนความหมายตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน กล่าวว่า คุณภาพ คือ ลักษณะที่ดีเด่นของบุคคลหรือสิ่งของนอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญได้สรุปความหมายของคุณภาพออกเป็นข้อ ๆ เช่น วิฑูรย์ สิมะโชคดี (2541, หน้า6) ได้รวบรวมความหมายคุณภาพดังนี้

1. คุณภาพ หมายถึง ความเหมาะสมกับการใช้งาน (คำจำกัดความของจูราน Juran, 1986)

2. คุณภาพ หมายถึง เป็นไปตามความต้องการ หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ “คุณภาพเป็นเรื่องที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเลย” (Quality is Free) (คำจำกัดความของคลอสบี Crosby, 1979)

3. คุณภาพ หมายถึง ความพึงพอใจของลูกค้า

4. คุณภาพ หมายถึง คุณลักษณะต่าง ๆ ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ (สินค้า) หรือบริการซึ่งแสดงถึง ความสามารถในการสนองความต้องการที่กำหนดไว้ (คำจำกัดความของคุณภาพตามมาตรฐานสากล ISO 8402:1994)

สุทัศนา นาคะพรหม (2554) ได้รวบรวมความหมายของคุณภาพไว้ดังนี้ จูราน (Juran, 1986) คุณภาพหมายถึง สิ่งที่ตรงและเหมาะสมกับการใช้งาน (Fitness to Use) และเป็นที่พึงพอใจต่อลูกค้า 2 ประการดังนี้

1. คุณภาพ หมายถึง คุณสมบัติของผลผลิตที่ได้ตามความต้องการ และเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า เพื่อเป็นการเพิ่มยอดขาย

2. ปราศจากความไม่มีประสิทธิภาพไร้ข้อบกพร่อง ไม่กลับมาทำใหม่ ลดการสูญเสียลดของเสีย ลดการตรวจสอบ ลดการร้องเรียนของลูกค้า และเพิ่มประสิทธิภาพการส่งมอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 แนวคิดในการจัดการคุณภาพ

แนวคิดการบริหารคุณภาพ (Deming's Circle หรือ PDCA: Plan-Do-Check-Act) เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพ ของการดำเนินงานอย่างมีระบบ ให้ครบวงจรอย่างต่อเนื่องหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพเพิ่มขึ้นโดยตลอด แนวคิดนี้ผู้ที่นำมาเผยแพร่ที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นคนแรก คือ Dr. Deming เมื่อ ค.ศ. 1950 โดยแนวคิดการบริหารนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การจัดทำและวางแผน (Plan) คือ การทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน หัวข้อควบคุม (Control Point) แล้วกำหนดกิจกรรมหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องการปรับปรุง โดยตั้งเป้าหมายที่ต้องการจะบรรลุ พร้อมทั้งกำหนดวิธีการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย

2. การปฏิบัติตามแผน (Do) คือ การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้และเฝ้าติดตามความคืบหน้า เก็บรวบรวมบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือผลลัพธ์นั้น ๆ

3. การติดตามประเมินผล (Check) คือ การตรวจสอบว่าการปฏิบัติงานเป็นไปตามวิธีการทำงานตามมาตรฐานหรือไม่และตรวจสอบค่าวัดต่าง ๆ ว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานและยังอยู่ในเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

4. การกำหนดมาตรการปรับปรุงแก้ไข สิ่งที่ทำให้ไม่เป็นไปตามแผน (Act) คือการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น หรือปรับมาตรฐานการทำงานใหม่

2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง เช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่นๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ แต่แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของพลังแสงจะอยู่ในรูปของคลื่นเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นของรังสีต่างๆ ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยจะมีความถี่และความยาวคลื่นเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ความยาวและความถี่จะเป็นตัวกำหนดชนิดของพลังงานเหล่านั้น (พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม 2540 : 9) หากเราพิจารณาจากพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดตั้งแต่พลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุดไปจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นสูงสุด จะพบว่าแสงจะมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.78 ไมครอน (micron) หรือ 380 ถึง 760 นาโนเมตร (nanometers) พลังงานแสงในช่วงคลื่นดังกล่าวเท่านั้นที่จะช่วยให้เกิดการมองเห็นขึ้น พลังงานอื่นๆ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ ฯลฯ และพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวกว่า 760 นาโนเมตร ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และพลังงานไฟฟ้า พลังงานเหล่านี้ไม่ได้ช่วยทำให้เกิดการมองเห็น แหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติที่สำคัญที่สุดก็คือ ดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.1 พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสง ผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่างๆ เช่น อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง จนกระทั่งวัตถุทึบแสง แสงจะมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไป คือ ทางเดินของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบกับตัวกลางเหล่านั้น สามารถจำแนกพฤติกรรมของแสงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางใดๆ ได้ดังนี้

1. การสะท้อน (Reflection)

เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบบนตัวกลางและสะท้อนออกมาโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของการสะท้อนแสงสามารถแบ่งลักษณะออกได้เป็นดังนี้

1.1. การสะท้อนแบบกระจก (Specular Reflection) เป็นลักษณะของแสงตกกระทบบนตัวกลางที่เป็นวัตถุทึบแสง (Opaque Material) มีลักษณะเป็นผิวมันเรียบ (Polish Surface) การสะท้อนจะมีลักษณะของมุมของแสงที่ตกกระทบ (Angle of Incident) เท่ากับมุมของแสงที่สะท้อน (Angle of Reflection)

1.2. การสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเกิดการตกกระทบบนวัตถุทึบแสงที่มีผิวหยาบไม่เรียบสม่ำเสมอ แสงที่สะท้อนออกมานั้นจะถูกสะท้อนออกไปในหลายๆทิศทาง หากผิววัตถุไม่เรียบนั้นมีลักษณะไม่เรียบอย่างสม่ำเสมออย่างสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้จะเป็นลักษณะการกระจายแสงแบบสมบูรณ์ (Perfectly Diffuse Reflection) เป็นการสะท้อนแสงที่ให้แสงมีความสว่างเท่าๆกันในทุกมุมสะท้อน แต่หากผิววัตถุไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอ (Semi Diffuse Surface) แสงสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเป็นแสงสะท้อนแบบกระจัดกระจาย (Semi Diffuse Reflection)

แต่โดยทั่วไปแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุจะมีลักษณะผสมกันระหว่าง การสะท้อนแสงแบบกระจกเงา (Specular Reflection) และการสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Reflection) ซึ่งในสภาพความเป็นจริงโดยทั่วไปจะพบการสะท้อนแสงในลักษณะแบบนี้มากที่สุด โดยมีชื่อเรียกว่า การสะท้อนแสงแบบผสม (Combined Specular and Diffuse Reflection)

2. การดูดกลืน (Absorption)

เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง และเกิดการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในวัตถุใดๆ มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การส่องผ่าน (Transmission)

เกิดขึ้นเมื่อแสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลาง (Medium) แล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง หากไม่พิจารณาคุณสมบัติหรือลักษณะของตัวกลางที่แสงผ่านแล้ว มุมของแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับมุมของแสงที่ทะลุผ่าน และแสงที่ทะลุผ่านจะมีปริมาณของแสงคงเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อแสงตกกระทบตัวกลางที่แสงสามารถส่องผ่านได้ แสงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนอีกส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับ และส่วนที่เหลือจะทะลุผ่าน หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบจะเท่ากับปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืนรวมกับปริมาณแสงที่สะท้อนกลับรวมกับปริมาณแสงที่ทะลุผ่านสามารถอธิบายด้วยสมการ ดังนี้

ปริมาณแสงทั้งหมด = ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืน (Absorption) + ปริมาณแสงสะท้อน(Reflection) + ปริมาณแสงที่ส่องผ่าน (Transmittance)

ลักษณะการส่องผ่านของแสงสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของตัวกลางดังนี้

1 ตัวกลางชนิดโปร่งใส (Transparent Medium)

การส่องผ่านในลักษณะนี้แสงจะเกิดการหักเห (Refracted) หรือเปลี่ยนทิศทาง (Bent) ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง และทะลุผ่านในลักษณะเดิมของลำแสงที่ตกกระทบ โดยสามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างของตัวกลางจำพวกนี้ เช่น กระจกใส เป็นต้น

2 ตัวกลางชนิดโปร่งแสง (Translucent Medium)

การส่องผ่านของแสงลักษณะนี้แสงที่ส่องผ่านจะมีลักษณะเป็นแสงแบบกระจาย (Diffuse Transmission) และในกรณีนี้จะไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงที่อีกด้านหนึ่งของตัวกลางได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

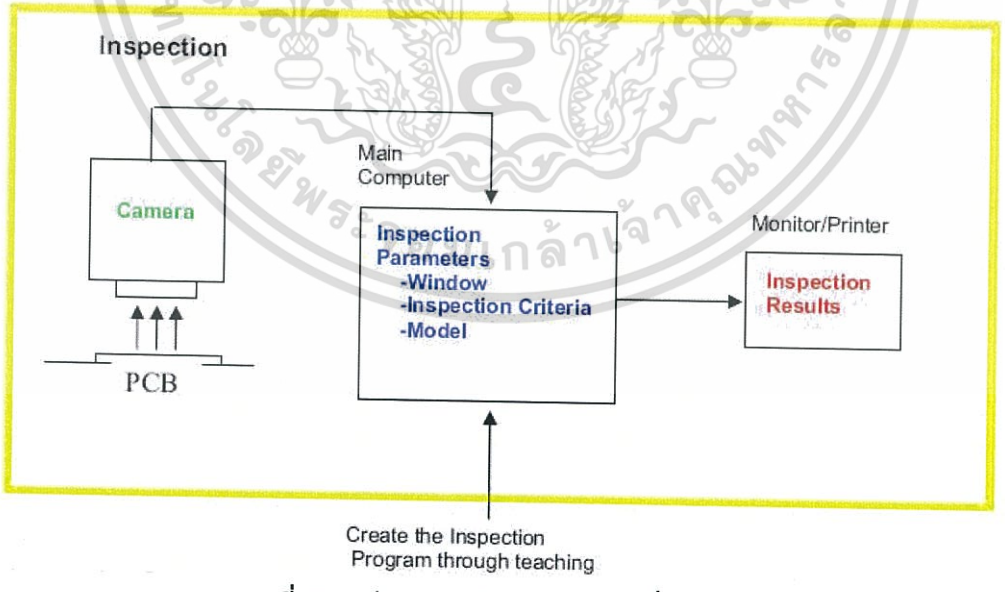
บทที่ 3
รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ

3.1 หลักการทำงานของเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

3.1.1 Automated Optical Inspection

คือการตรวจสอบโดยภาพอัตโนมัติของแผ่นวงจรพิมพ์(PCB), LCD และ ทรานซิสเตอร์ ซึ่งกล้องจะสแกนอุปกรณ์ภายใต้การทดสอบสำหรับความผิดพลาด (เช่นองค์ประกอบที่ขาดหายไป) และข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพ (เช่น เนื้อขนาด หรือรูปร่าง หรือส่วนประกอบต้นฉบับเอียง) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตเนื่องจากเป็นแบบทดสอบโดยวิธีการซึ่งไม่ทำลายชิ้นงาน มีการใช้งานในหลายขั้นตอนตลอดทั้งกระบวนการผลิตรวมทั้งตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ตำแหน่งของการวางอุปกรณ์ทั้งก่อนเข้าเตา reflow และหลังออกจากเตา reflow

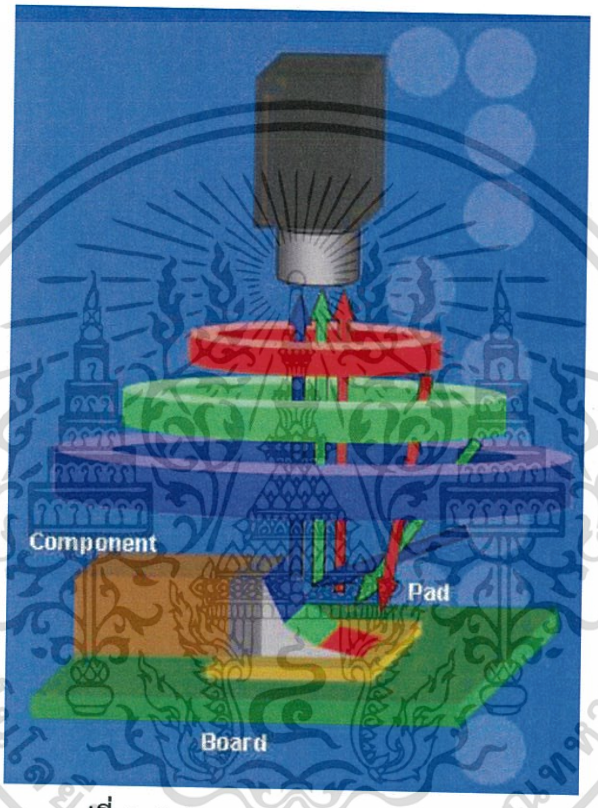
3.1.2 System Process



รูปที่ 7 องค์ประกอบโดยรวมของเครื่อง AOI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Process ในข้างต้นแสดงการทำงานของเครื่องซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักคือ Camera ทำการรับและบันทึกข้อมูล Computer ทำการประมวลผล และแสดงผลผ่านทาง Monitor/Printer ซึ่งจะขออธิบายเกี่ยวกับ Color Highlight Technology ดังนี้



รูปที่ 8 Color Highlight Technology

Color Highlight Technology

จากทฤษฎี " มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน " เมื่อ Light source RGB ซึ่งมีมุมตกกระทบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ

B (สีฟ้า) สีฟ้าจะมีมุมตกกระทบประมาณ 15-45 องศา ดังนั้นอะไรก็ตามที่มีความชันสูงจะสะท้อนกลับไปได้

G (สีเขียว) เป็นตัวเชื่อมระหว่างสีแดงกับสีฟ้า มุม 45-60 องศา

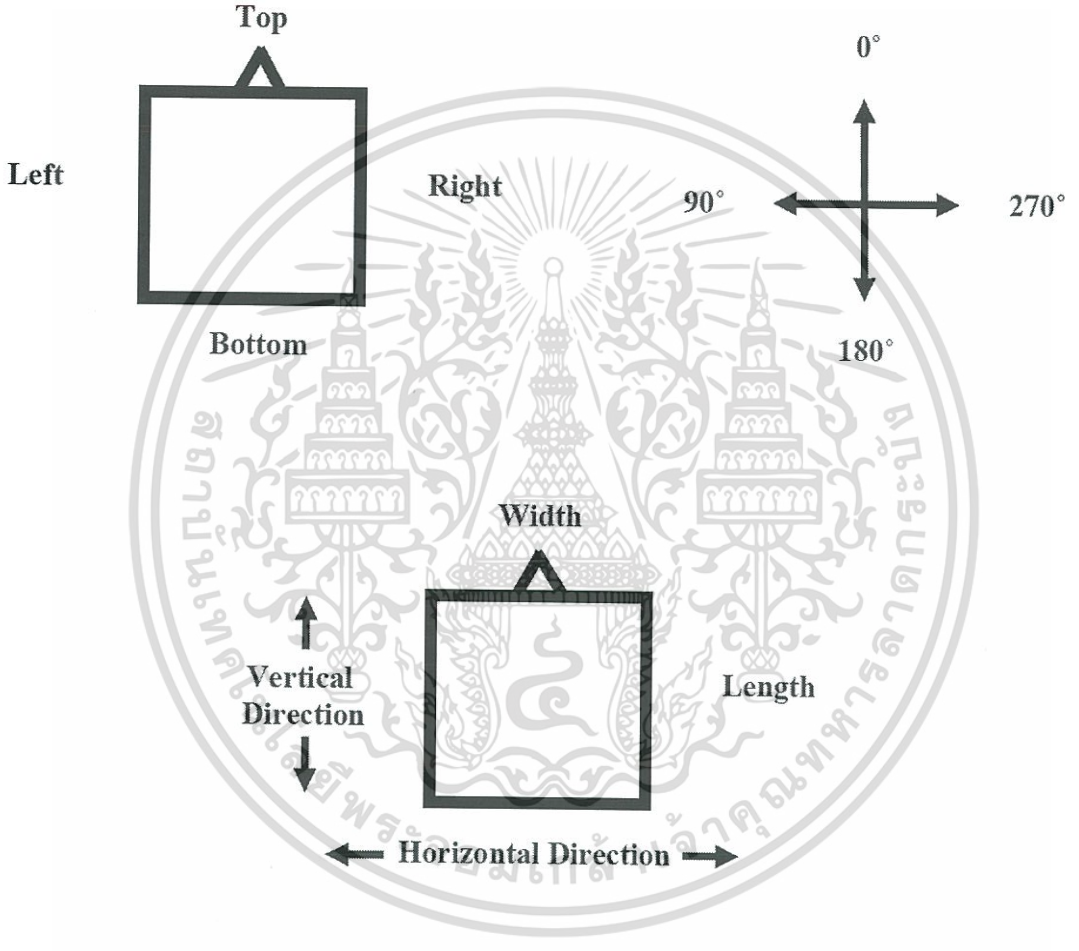
R (สีแดง) ซึ่งมีมุมตกกระทบประมาณ 60-80 องศา ดังนั้นอะไรก็ตามที่เป็นแนวระนาบหรือตั้งฉากกับกล้องจะสะท้อนได้ เช่นบริเวณ Electrode, Land เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inspection Logics

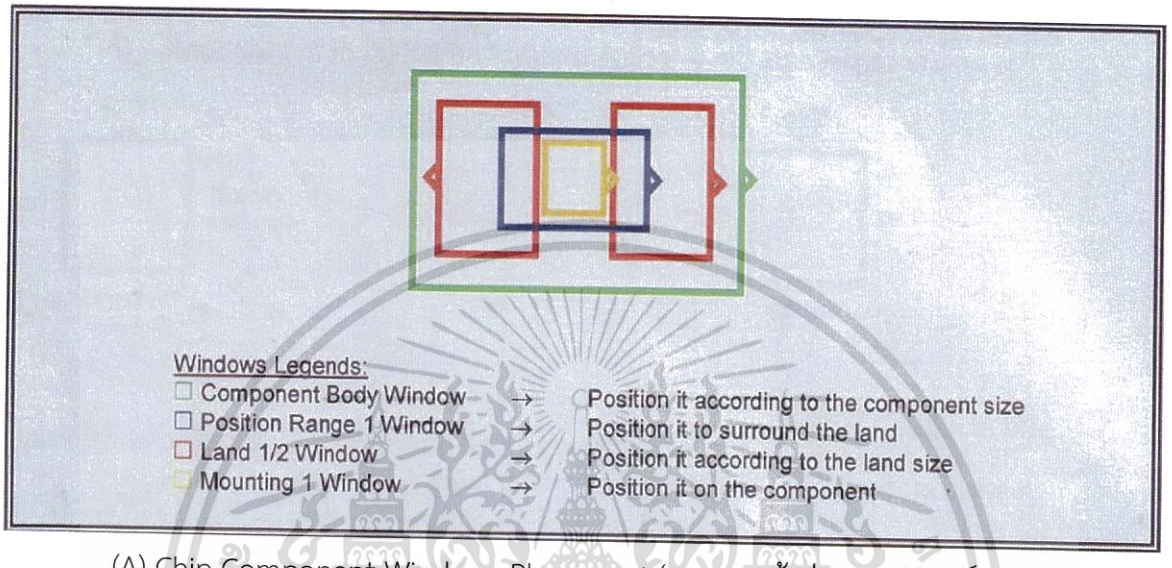
1. Windows Orientation;

เคอร์เซอร์ (Cursor)จะเป็นตัวกำหนดทิศทางของหน้าต่าง (Windows) ดังนี้

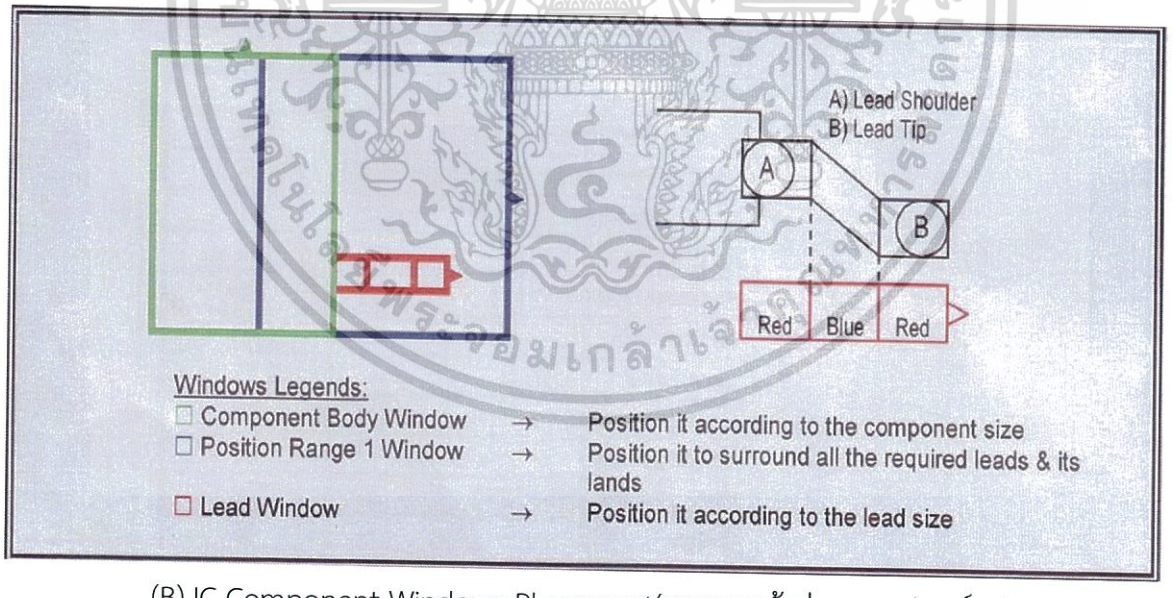


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Basic inspection of windows placement

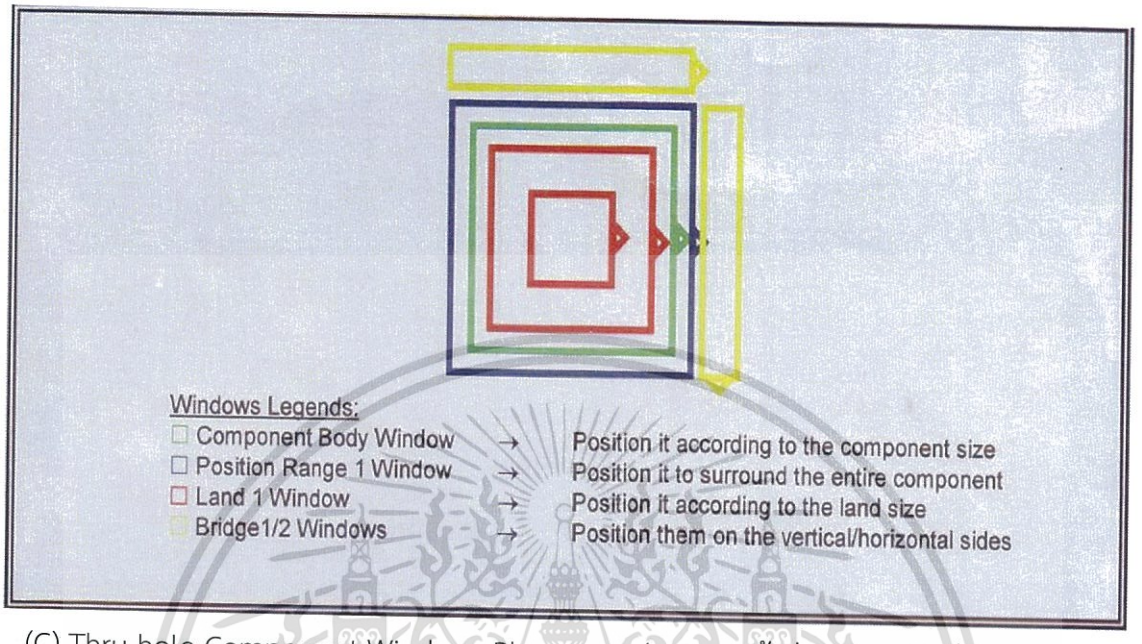


(A) Chip Component Windows Placement (การวางหน้าต่างของอุปกรณ์ Chip)

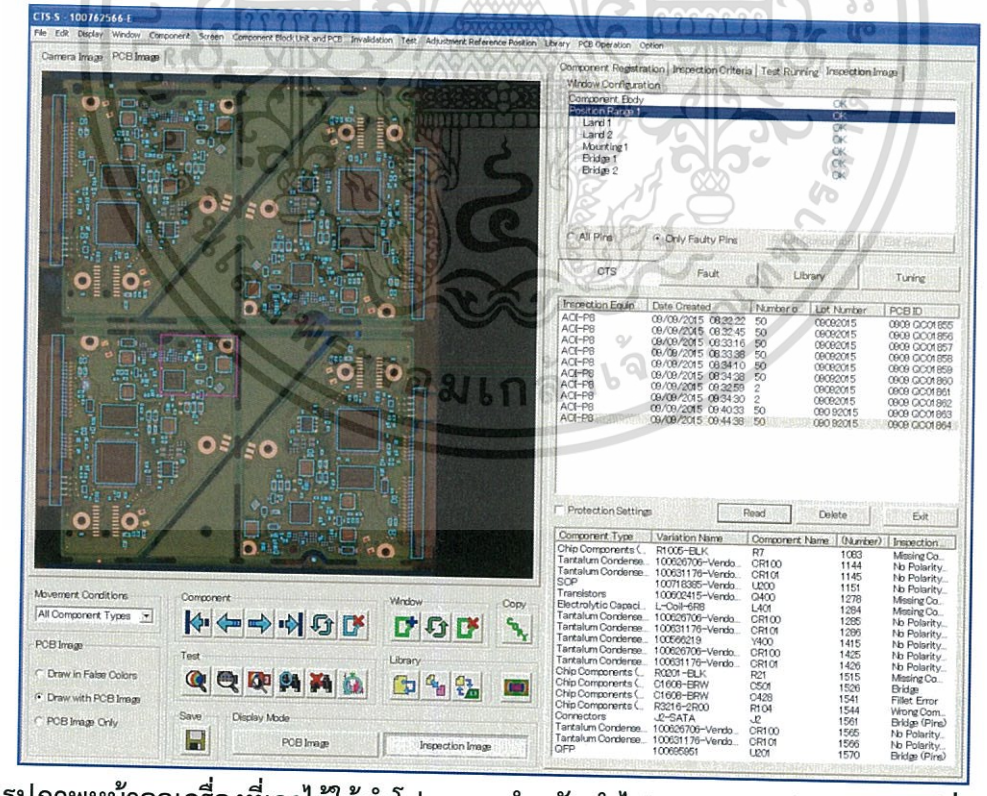


(B) IC Component Windows Placement(การวางหน้าต่างของอุปกรณ์ IC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

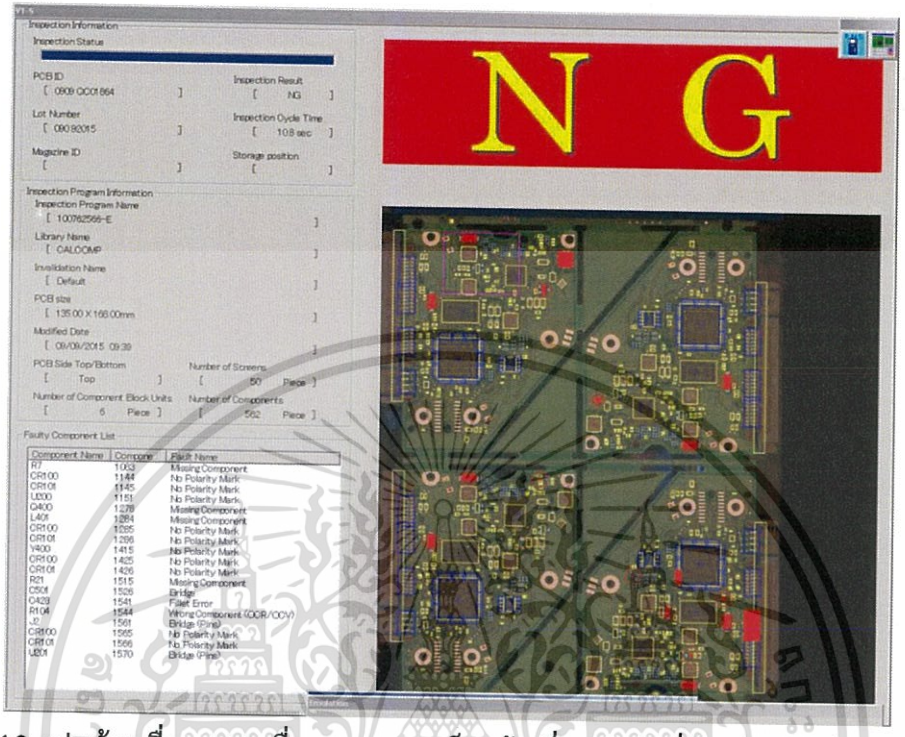


(C) Thru-hole Component Windows Placement (การวางหน้าต่างของอุปกรณ์ Thru-hole)

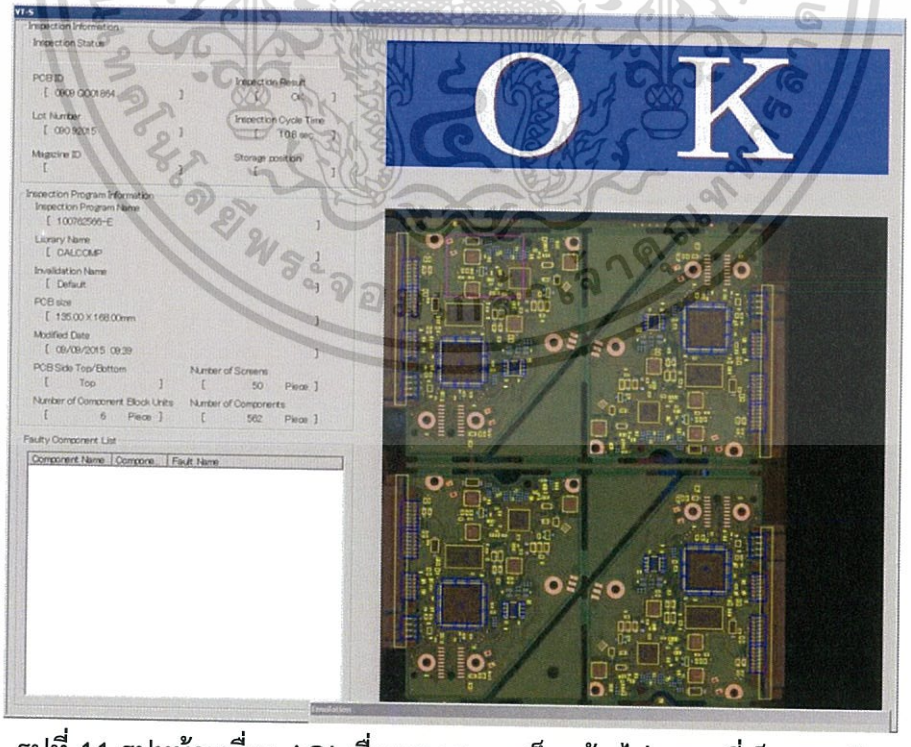


รูปที่ 9 รูปภาพหน้าจอเครื่องที่เอาไว้ใช้ทำโปรแกรมสำหรับนำไปตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีการวางอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

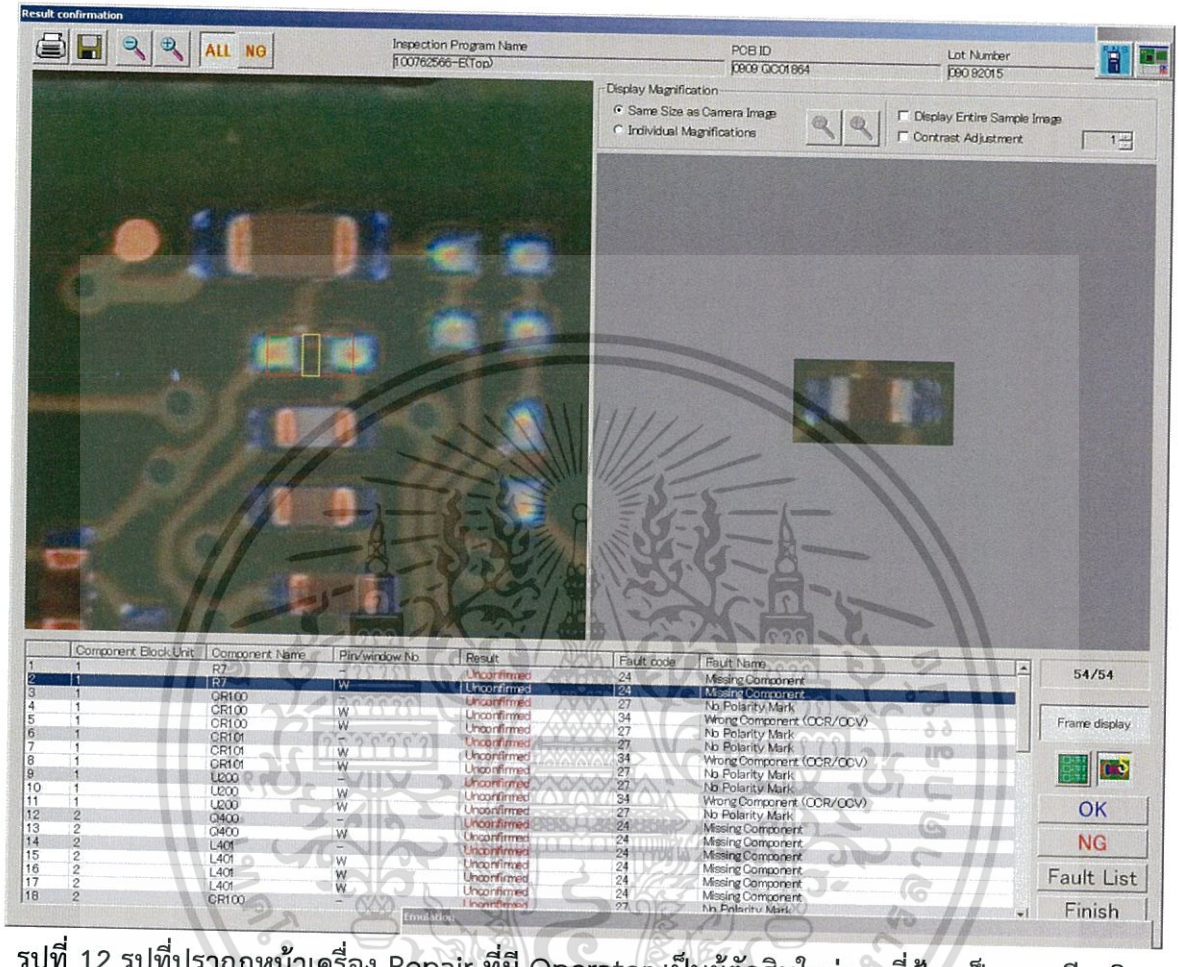


รูปที่ 10 รูปหน้าเครื่อง AOI เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ซึ่งพบแผ่นที่มีจุดฟ้องว่าเป็นของเสีย



รูปที่ 11 รูปหน้าเครื่อง AOI เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ไม่พบจุดที่เป็นของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

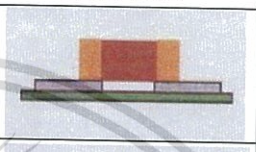
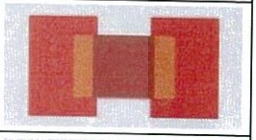
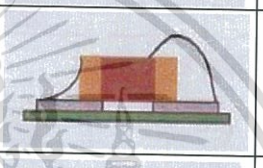
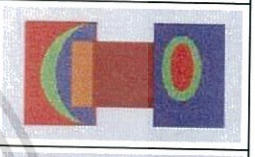
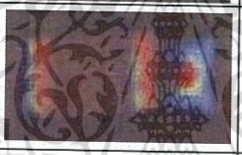
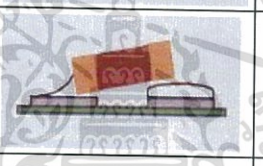
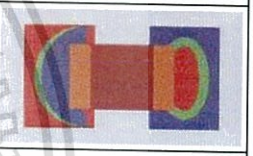
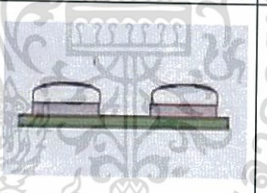
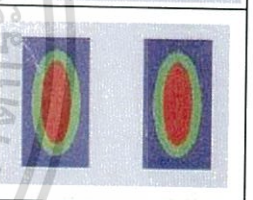
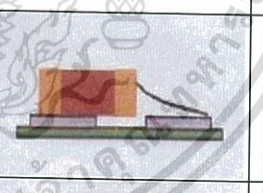
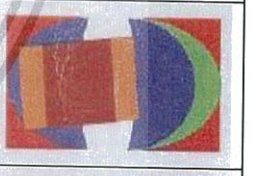
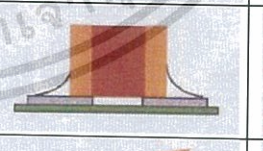
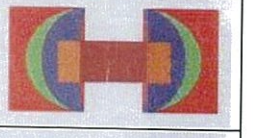
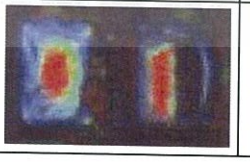
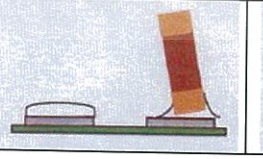


รูปที่ 12 รูปที่ปรากฏหน้าเครื่อง Repair ที่มี Operator เป็นผู้ตัดสินใจว่าจุดที่ฟ้องเป็นของเสียจริงหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color Highlight Image

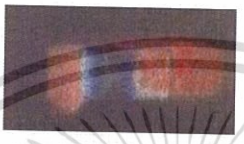
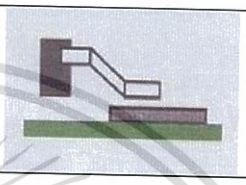
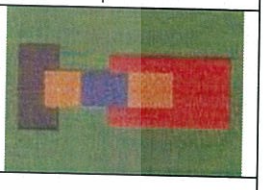
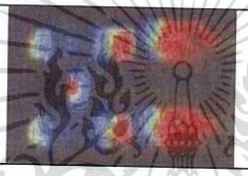
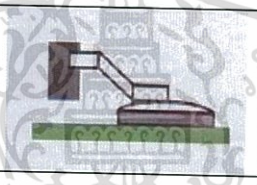
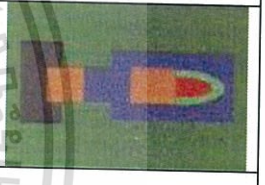
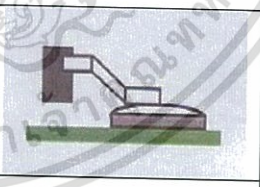
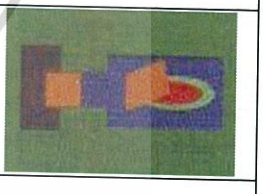
1. Chip Component

Types of Defects	Real images from VT-System		Representative From NG images	
	OK Sample	NG Sample	Side view	Top view
No solder (ไม่มีตะกั่ว)				
Excessive Solder (ตะกั่วท่วม)				
Non Wetting (ขาลอย)				
Missing Component (ไม่มีอุปกรณ์)				
Miss Alignment (ผิดตำแหน่ง)				
Billboard (อุปกรณ์ยก)				
Tombstone (อุปกรณ์ยก)				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color Highlight Image

2. IC Component

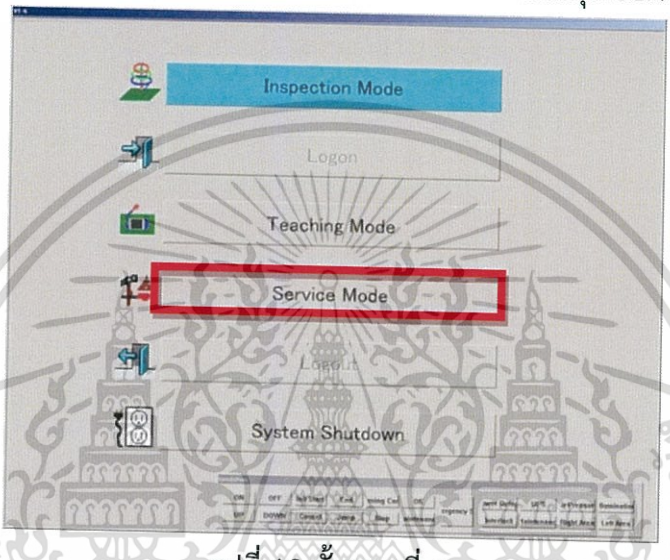
Types of Defects	Real images from VT-System		Representative From NG images	
	OK Sample	NG Sample	Side view	Top view
No solder (ไม่มีตะกั่ว)				
Bridge (ตะกั่วเชื่อม)			N/L	N/L
Lead lifted (ขาลอย)				
Miss Alignment (ผิดตำแหน่ง /เลื่อน)			N/L	N/L
Lead Bend (ขางอ)				
Miss Alignment Component (อุปกรณ์ผิดตำแหน่ง)			N/L	N/L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสอบเทียบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

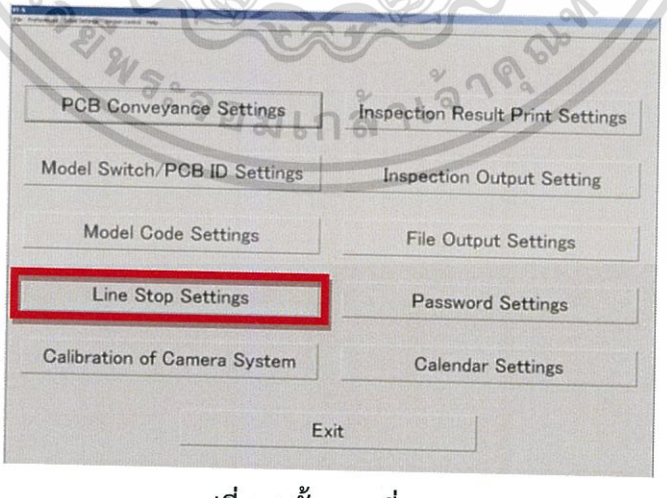
3.2.1 วิธีการทำการการสอบเทียบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

1. เมื่อทำการเปิดเครื่องจะพบหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการกดปุ่ม Service Mode



รูปที่ 13 ขั้นตอนที่ 1

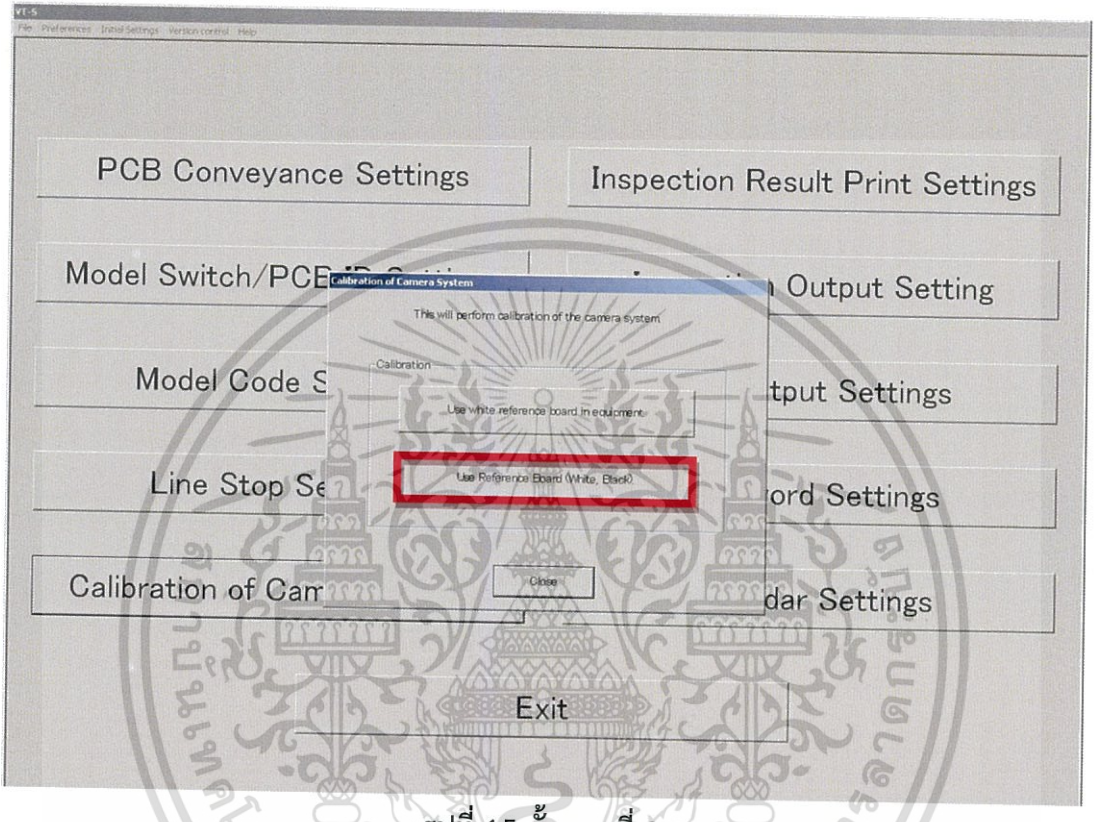
2. หลังจากกดปุ่ม Service Mode จะพบหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการกดปุ่ม Calibration of Camera System



รูปที่ 14 ขั้นตอนที่ 2

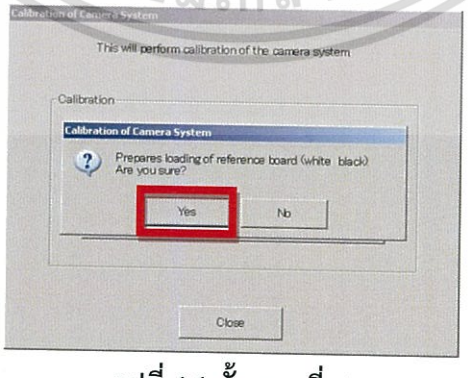
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากกดปุ่ม Calibration of Camera System จะพบหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการกดปุ่ม Use Reference Board (White, Black)



รูปที่ 15 ขั้นตอนที่ 3

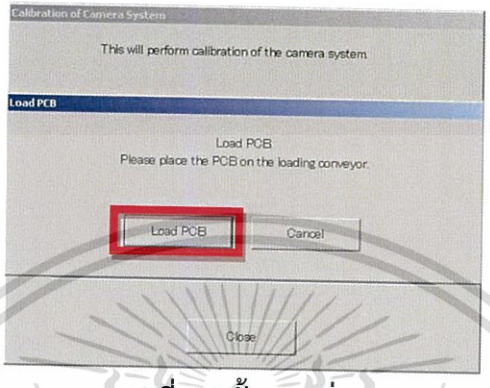
4. หลังจากกดปุ่ม Use Reference Board (White, Black) จะพบหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการกดปุ่ม Yes



รูปที่ 16 ขั้นตอนที่ 4

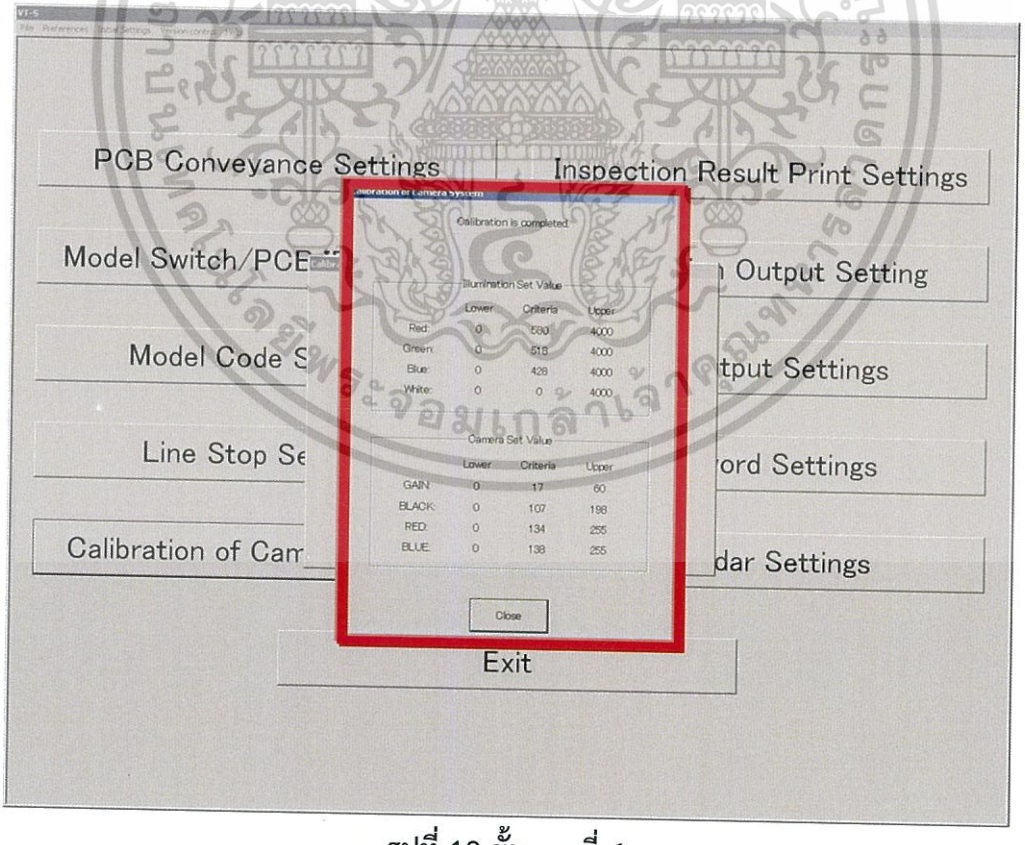
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลังจากกดปุ่ม Yes จะพบหน้าต่างดังนี้ ให้ทำการใส่ GIG สำหรับสอบเทียบเข้าไปในเครื่อง หลังจากนั้นกดปุ่ม Load PCB



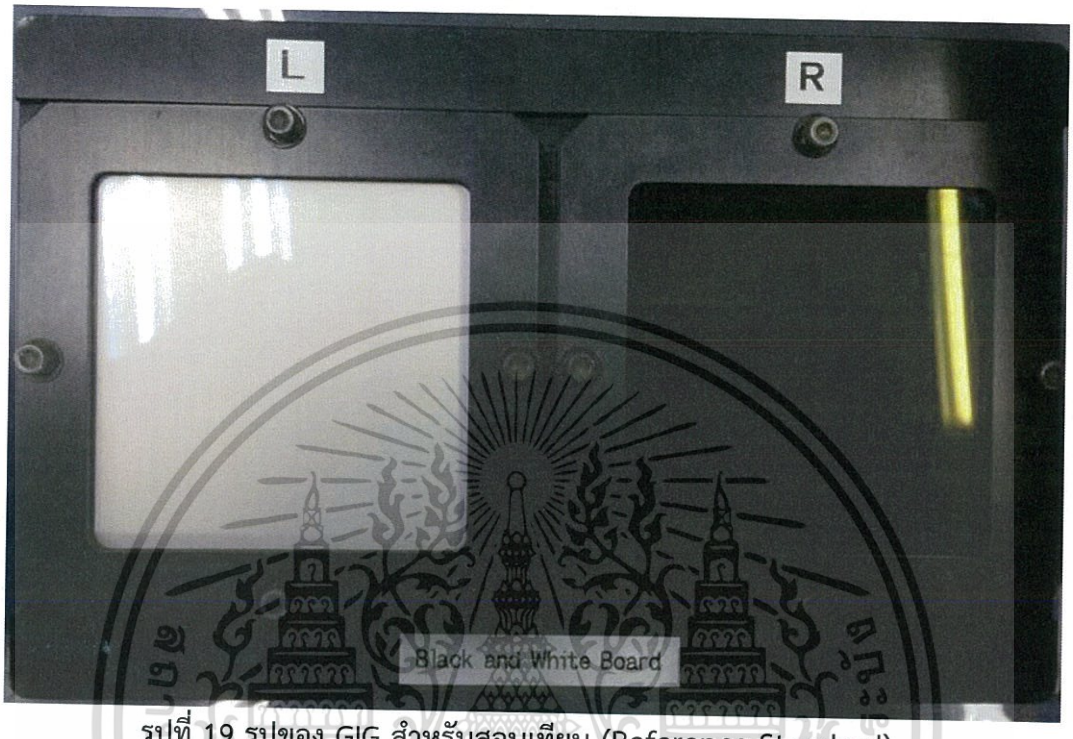
รูปที่ 17 ขั้นตอนที่ 5

6. หลังจากกดปุ่ม Load PCB รอซักครู่จะพบหน้าต่างดังนี้ หมายความว่า เครื่องได้ทำการสอบเทียบเสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 18 ขั้นตอนที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



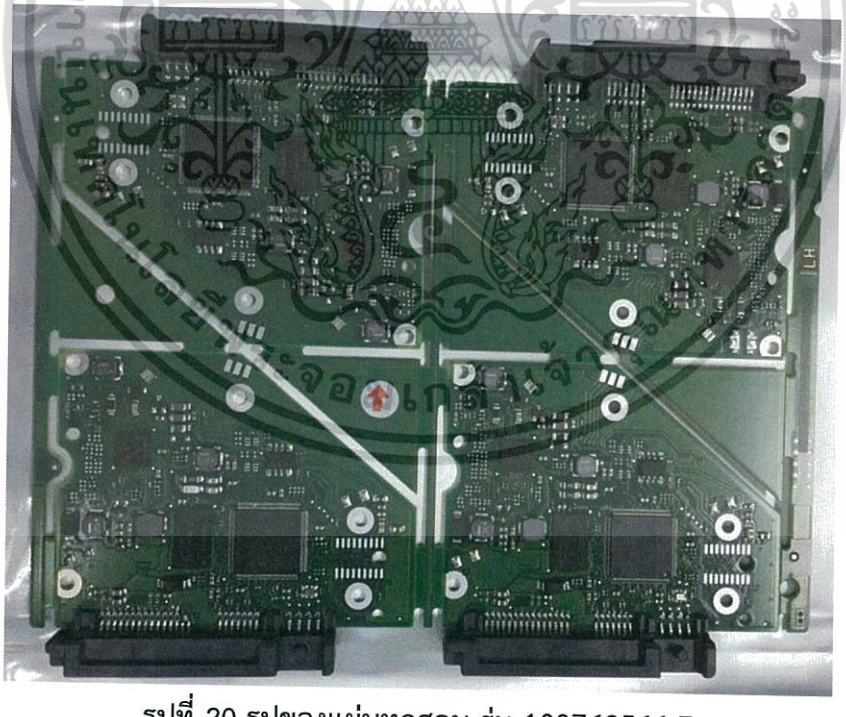
รูปที่ 19 รูปของ GIG สำหรับสอบเทียบ (Reference Standard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

ตารางแสดงจุดที่เป็นของเสียจริงบนแผ่นทดสอบ 100762566-E

100762566-E		
Real NG	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component
	R21	Missing Component
	L401	Missing Component
	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark

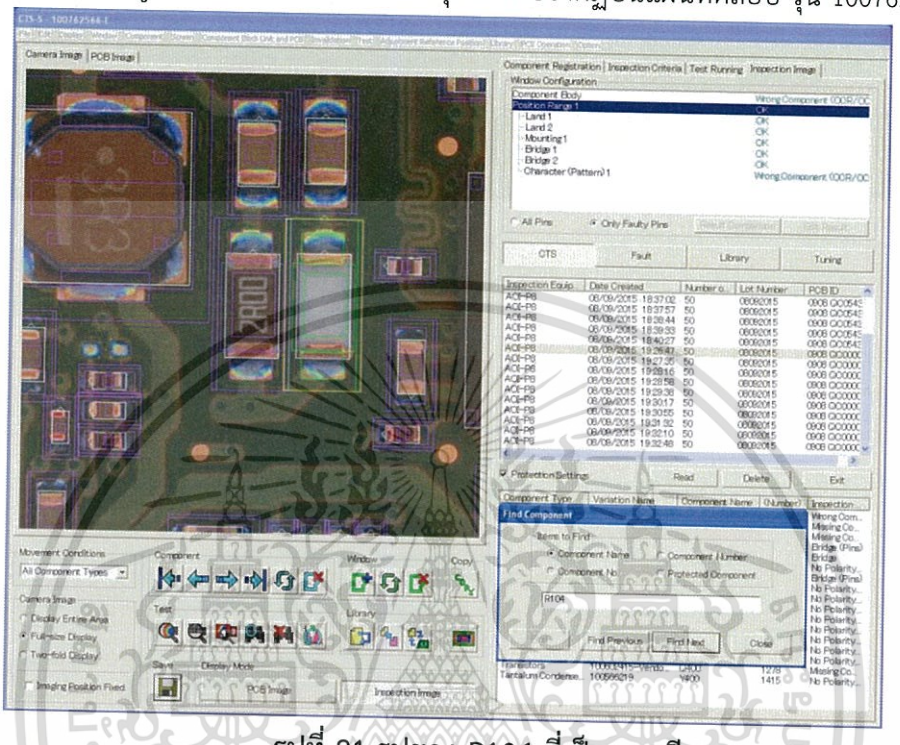


รูปที่ 20 รูปของแผ่นทดสอบ รุ่น 100762566-E

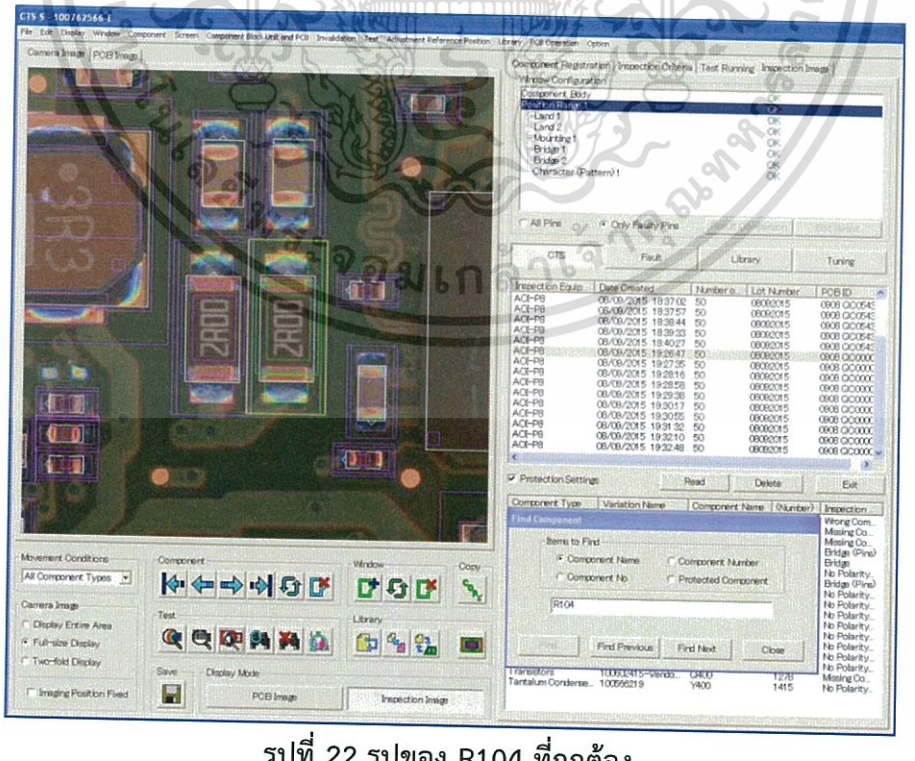
และตารางของเสียจริงที่ได้ทำการบันทึกไว้จะแนบท้ายไว้ในภาคผนวก (หน้า 57-115)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของเสียจริงและรูปภาพเปรียบเทียบสำหรับจุดเสียที่ปรากฏบนแผ่นทดสอบ รุ่น 100762566-E

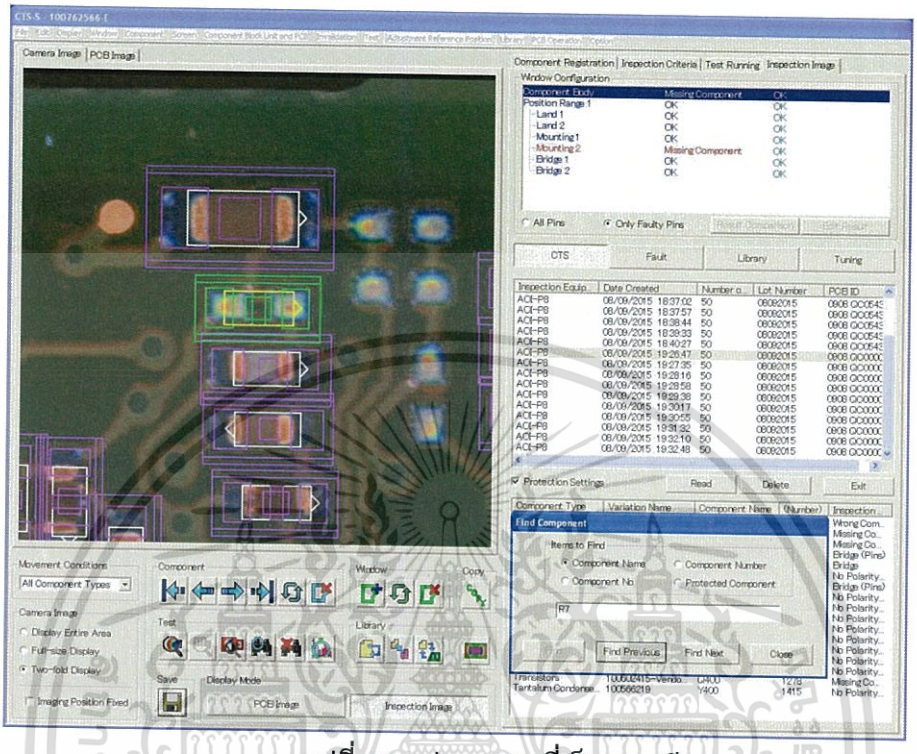


รูปที่ 21 รูปของ R104 ที่เป็นของเสีย

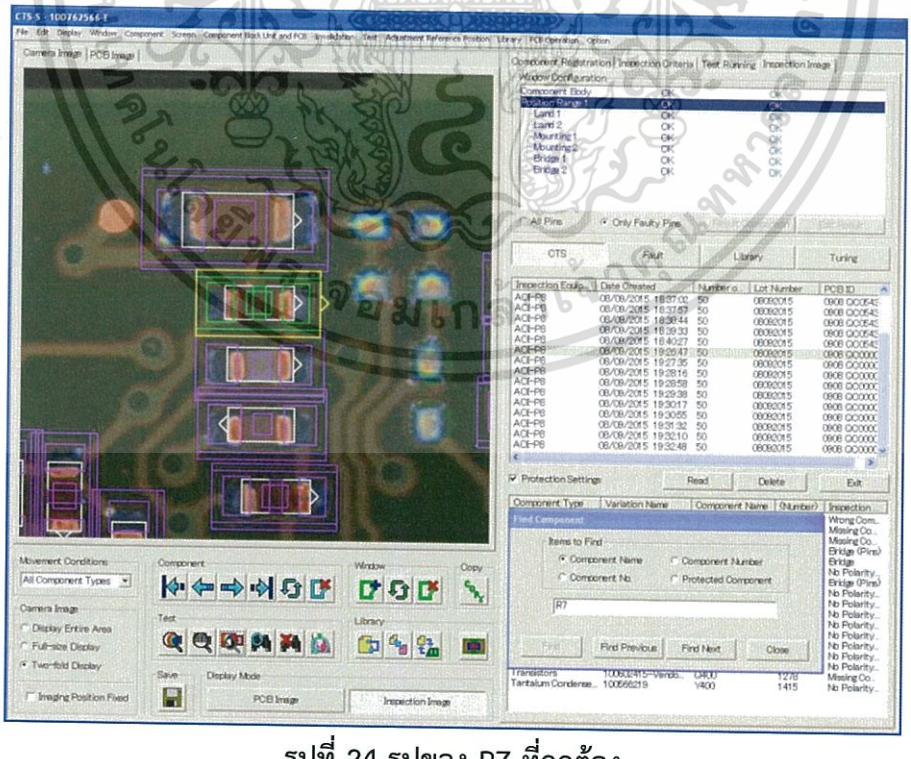


รูปที่ 22 รูปของ R104 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

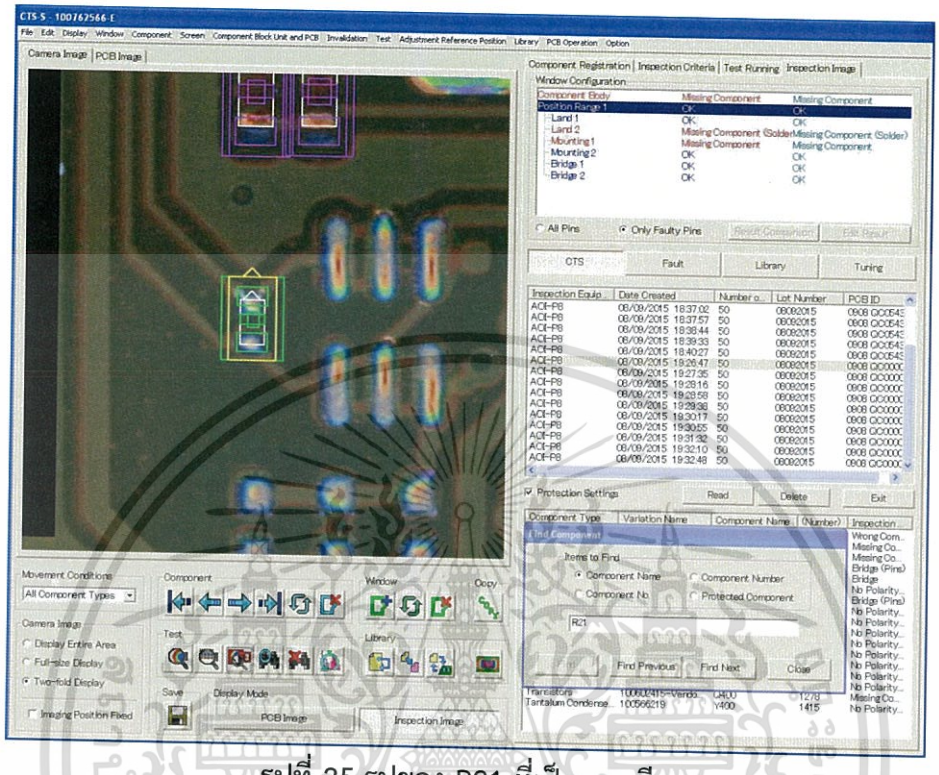


รูปที่ 23 รูปของ R7 ที่เป็นของเสีย

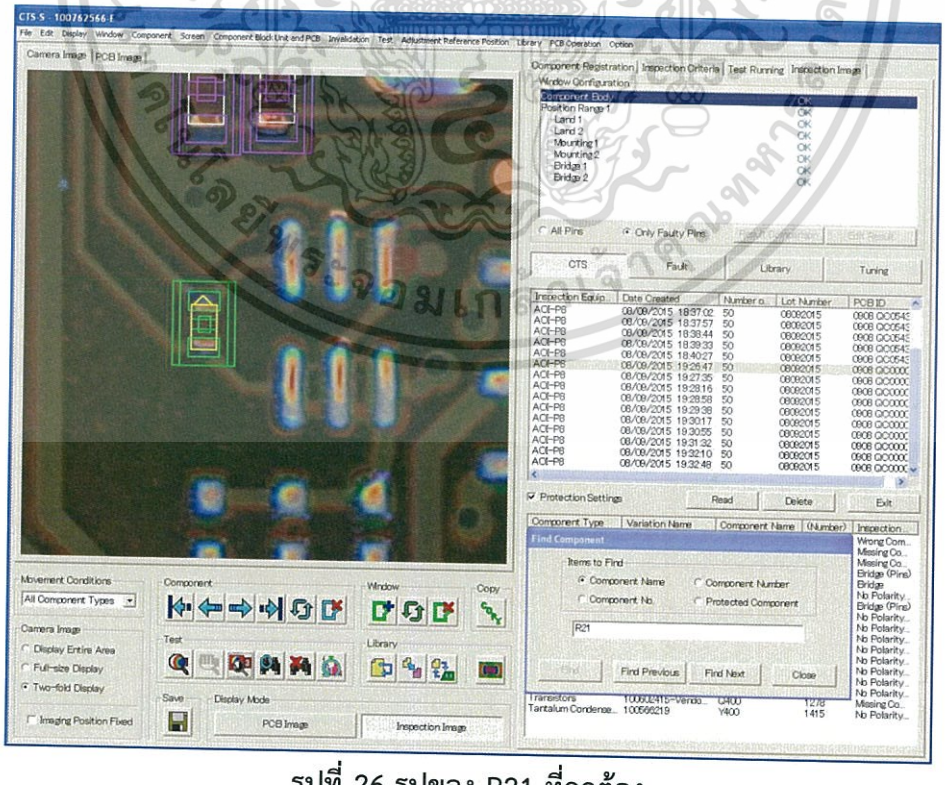


รูปที่ 24 รูปของ R7 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

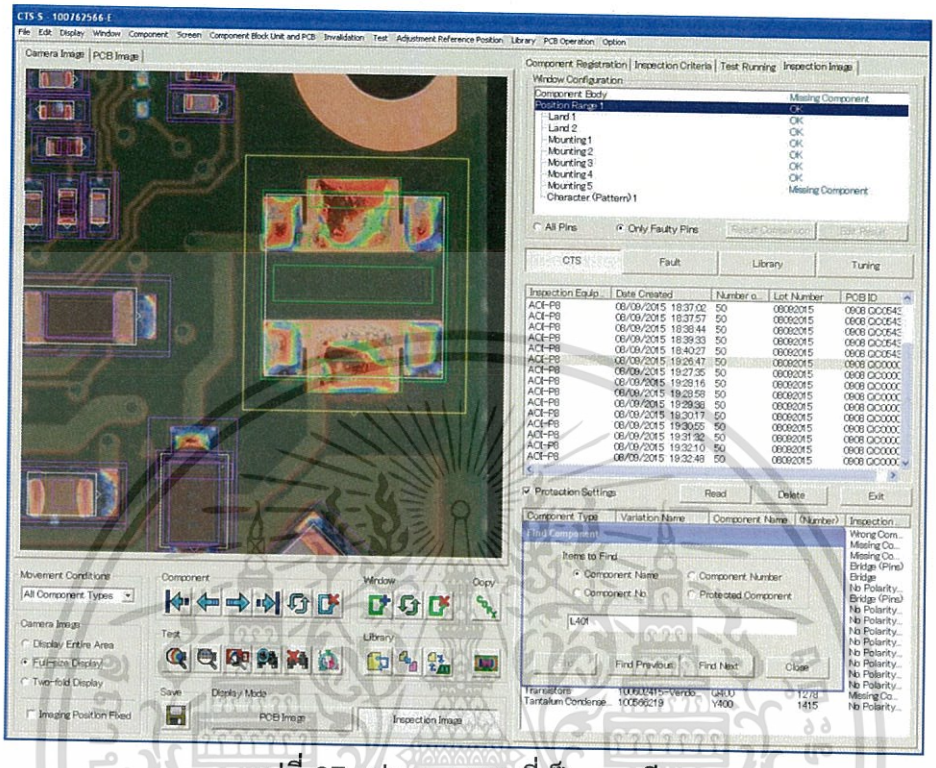


รูปที่ 25 รูปของ R21 ที่เป็นของเสีย

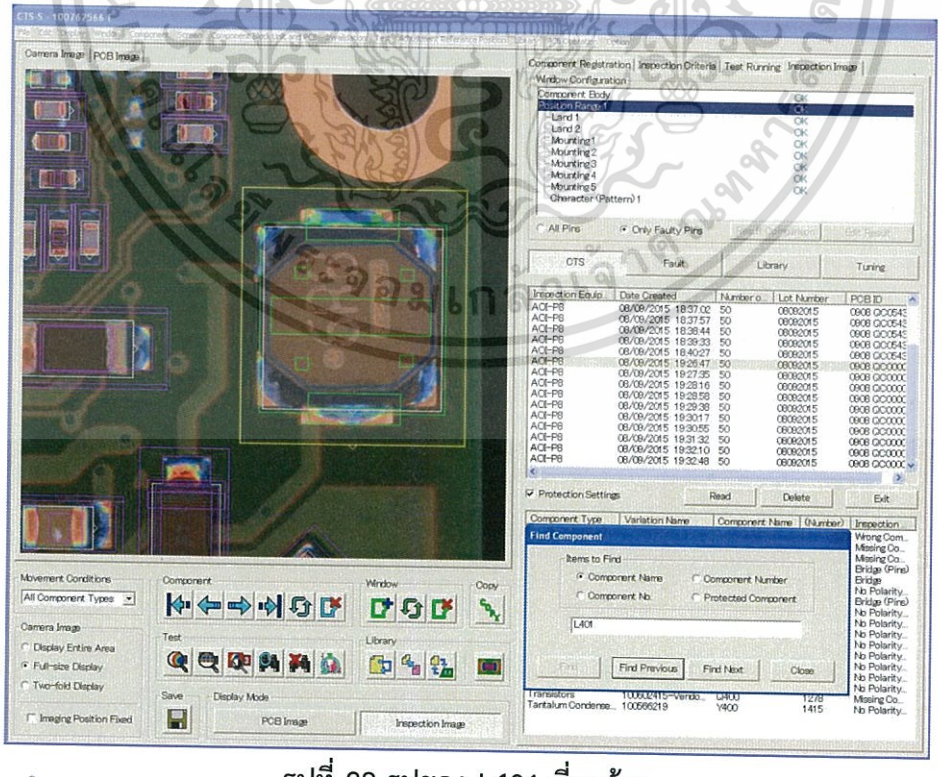


รูปที่ 26 รูปของ R21 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

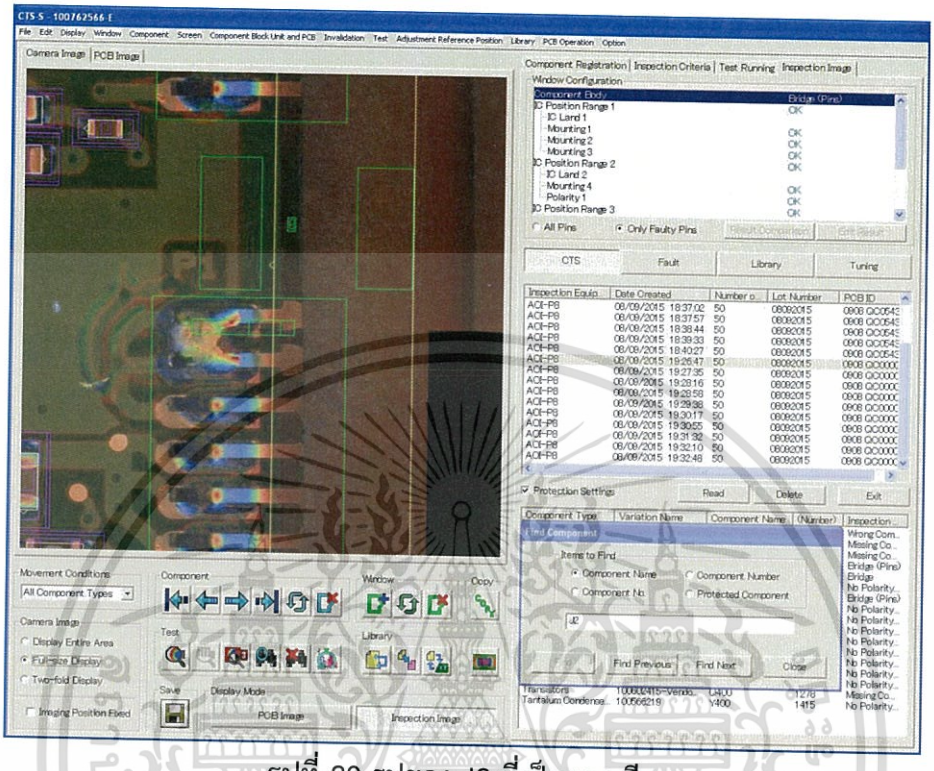


รูปที่ 27 รูปของ L401 ที่เป็นของเสีย

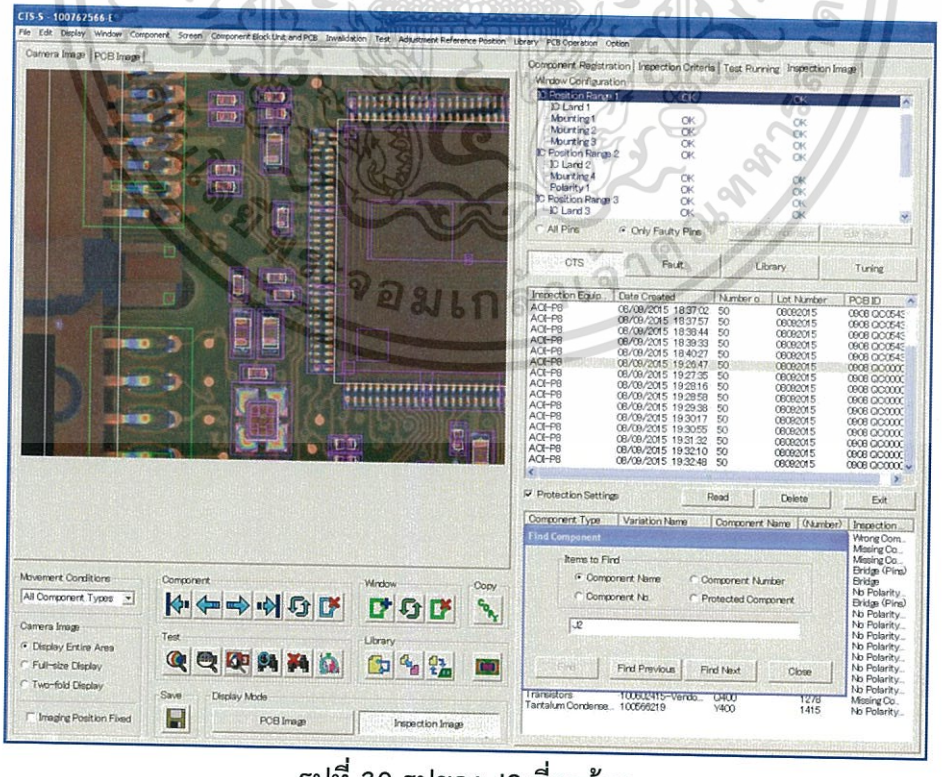


รูปที่ 28 รูปของ L401 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

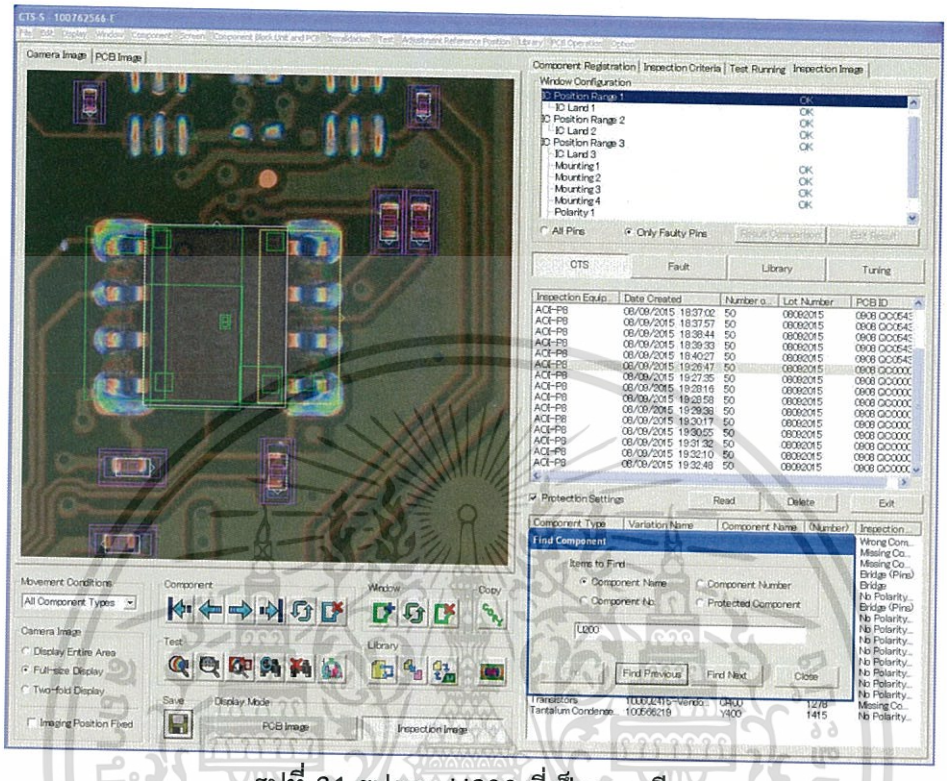


รูปที่ 29 รูปของ J2 ที่เป็นของเสีย

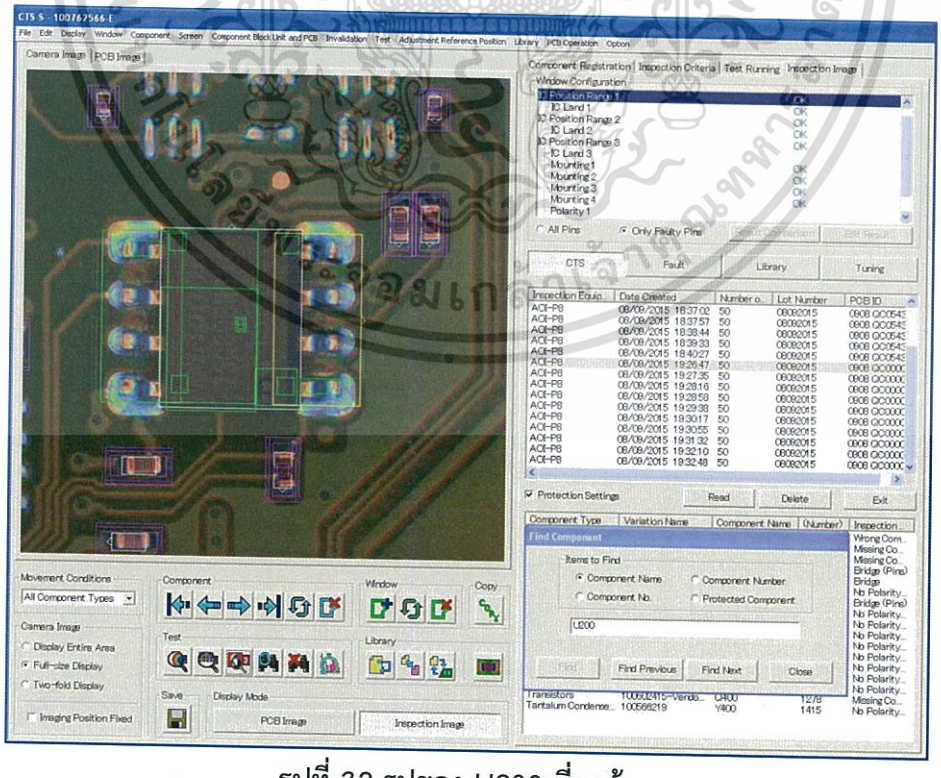


รูปที่ 30 รูปของ J2 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

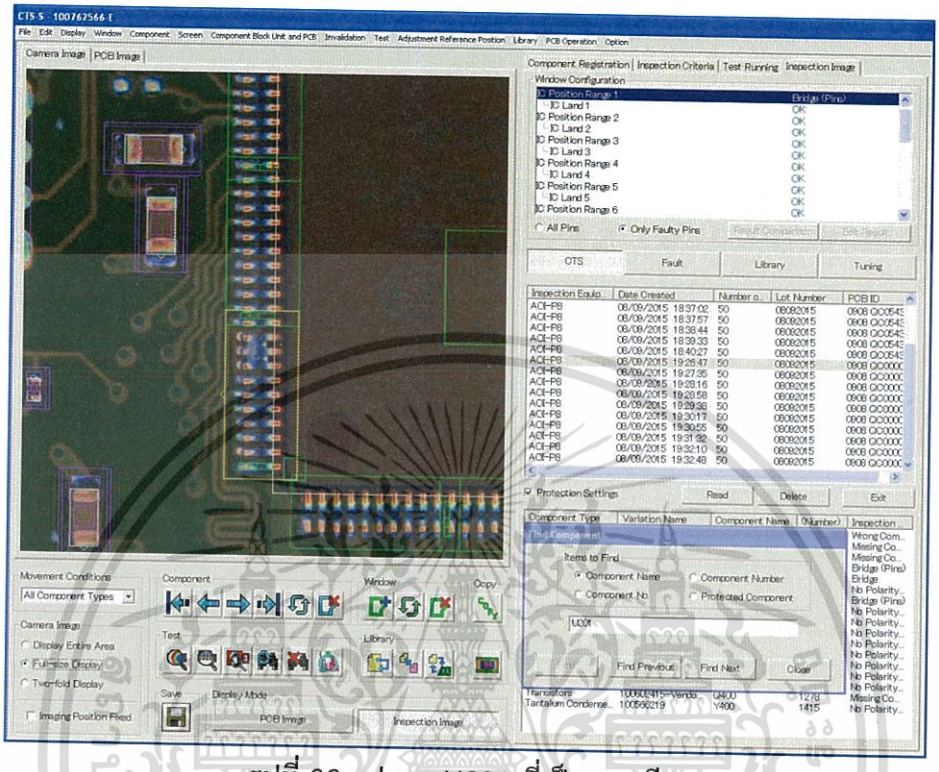


รูปที่ 31 รูปของ U200 ที่เป็นของเสีย

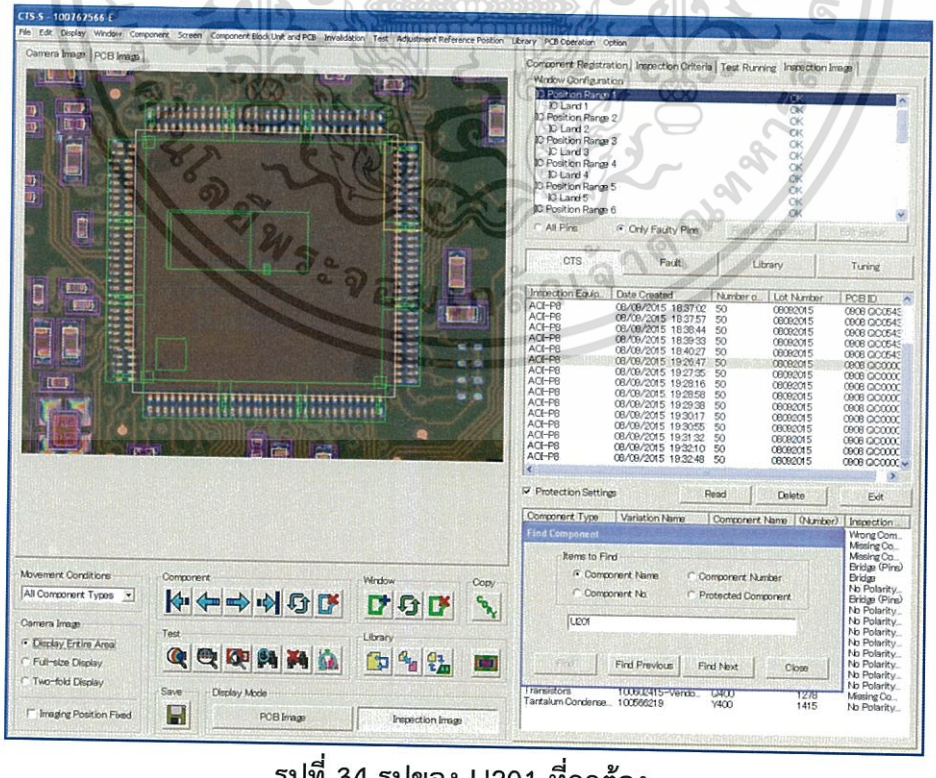


รูปที่ 32 รูปของ U200 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

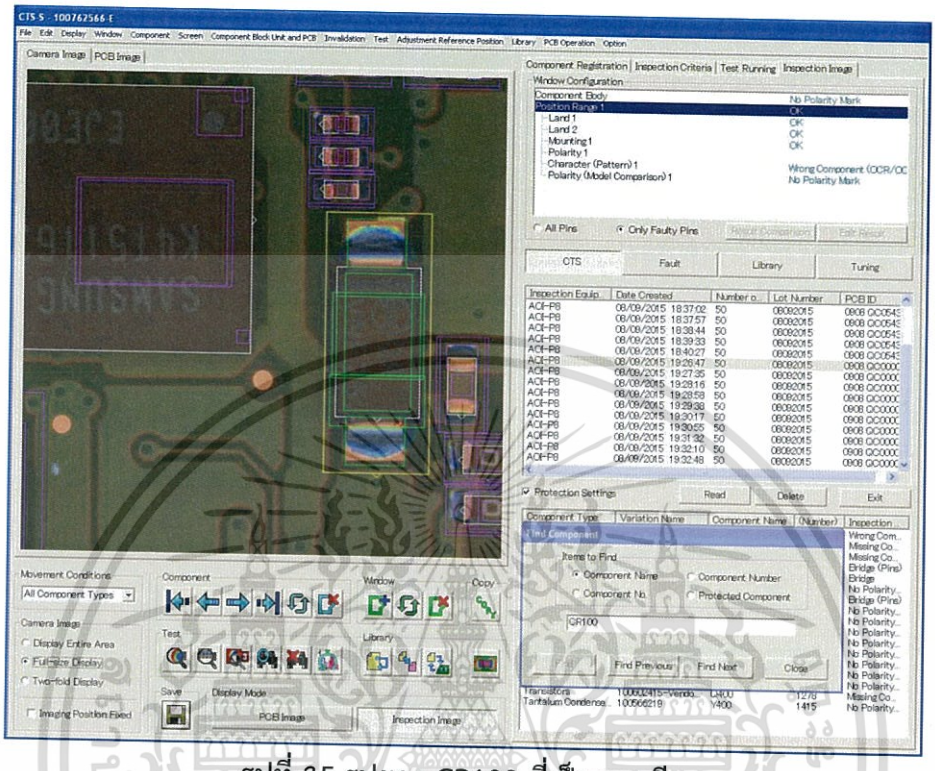


รูปที่ 33 รูปของ U201 ที่เป็นของเสีย

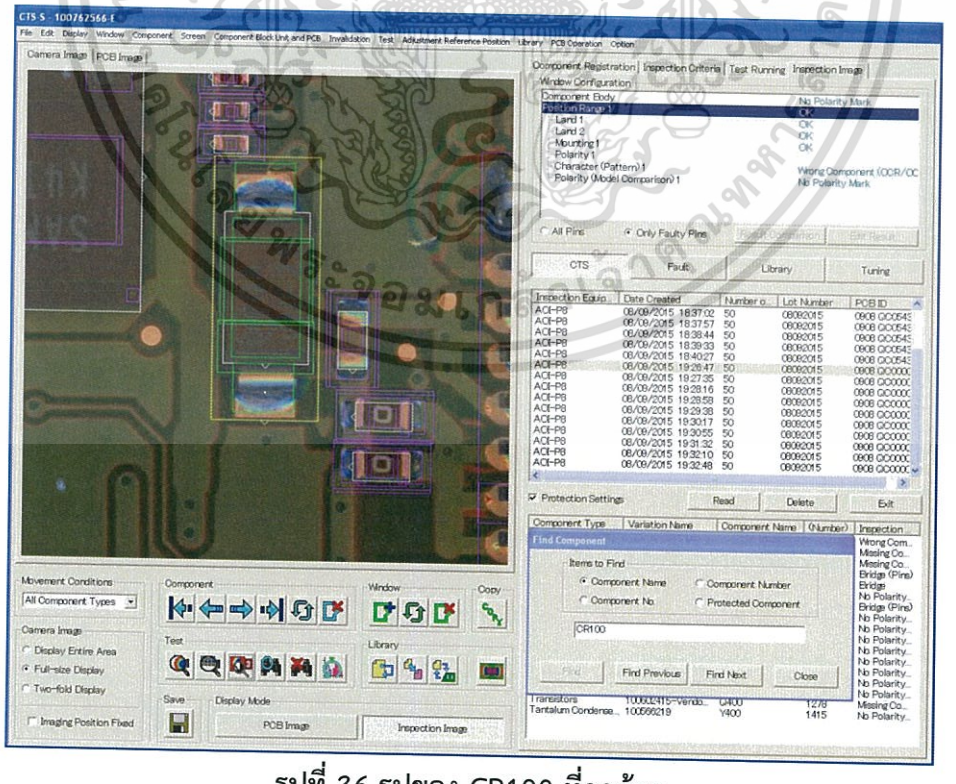


รูปที่ 34 รูปของ U201 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

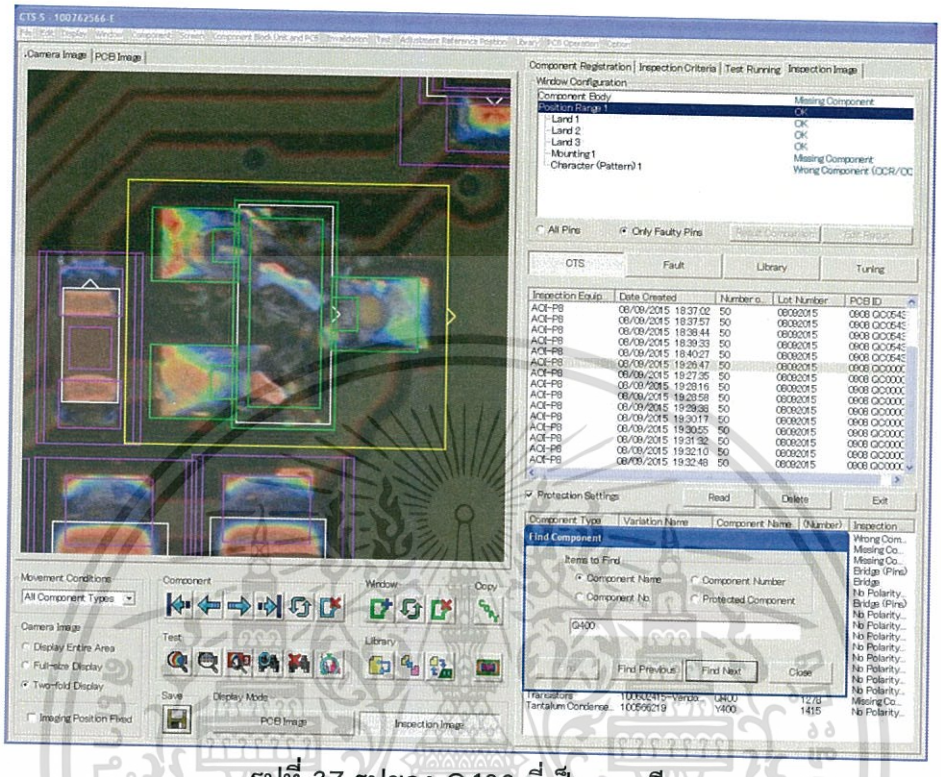


รูปที่ 35 รูปของ CR100 ที่เป็นของเสีย

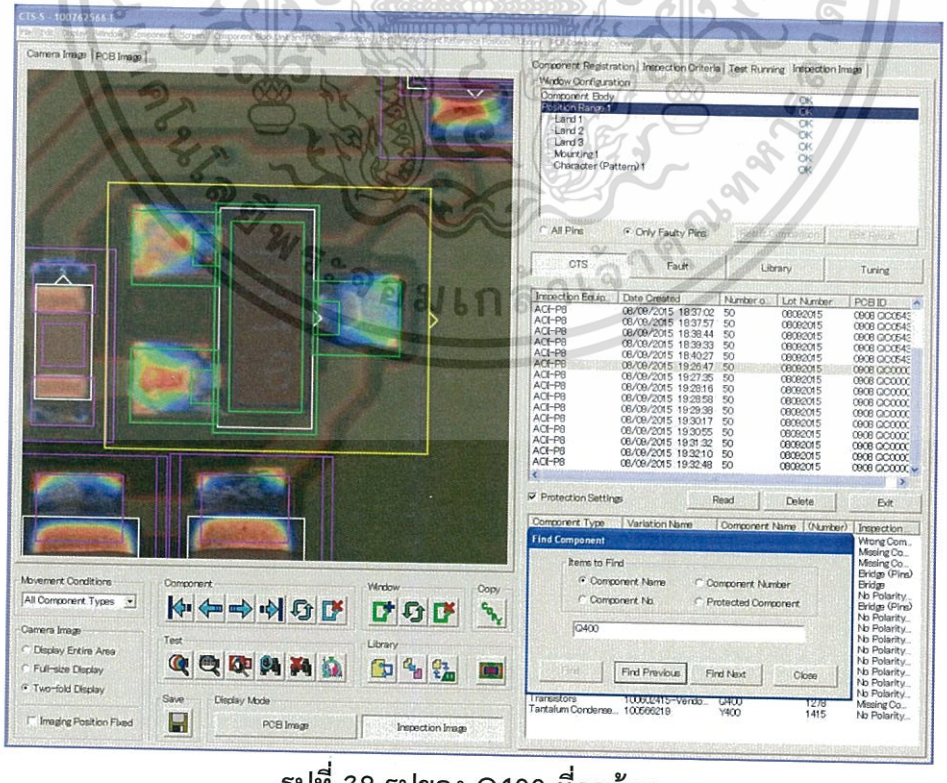


รูปที่ 36 รูปของ CR100 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

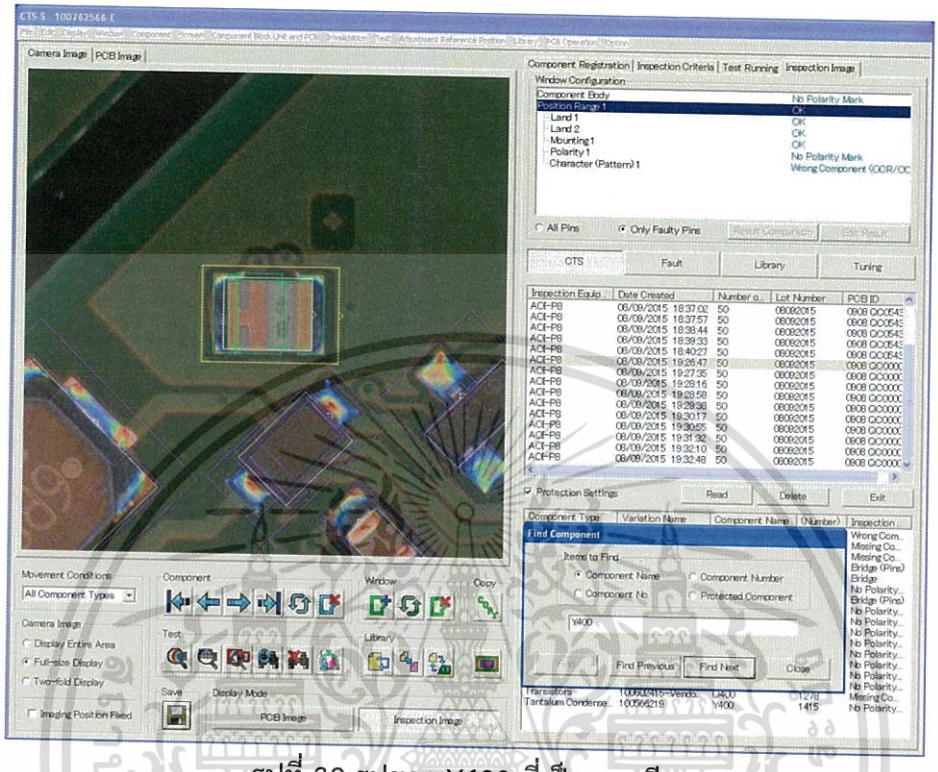


รูปที่ 37 รูปของ Q400 ที่เป็นของเสีย

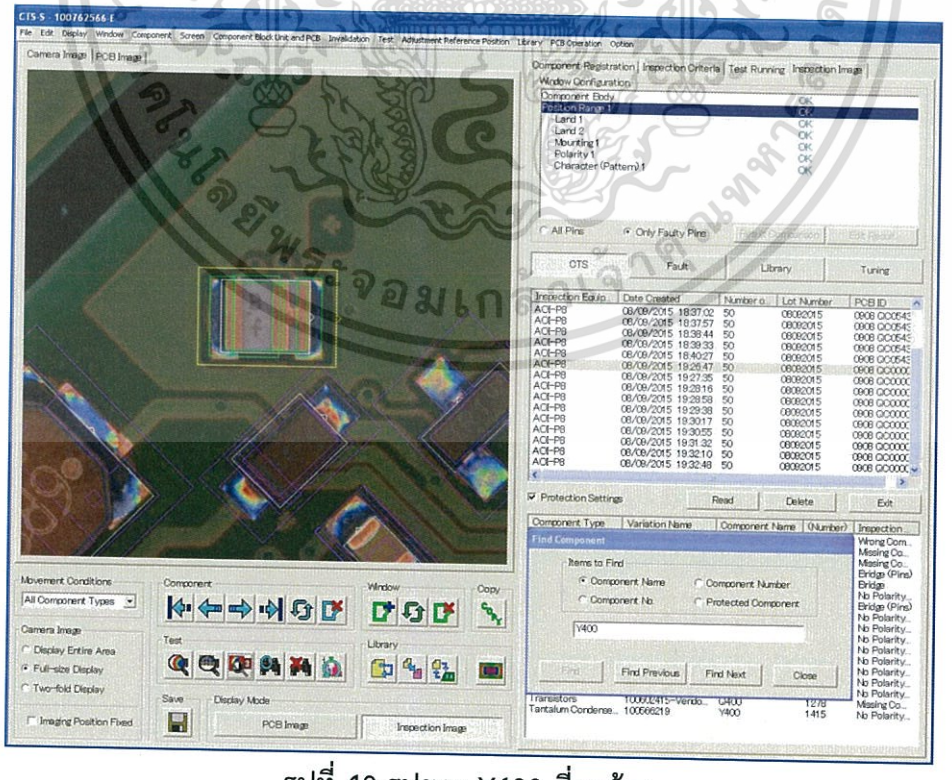


รูปที่ 38 รูปของ Q400 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 รูปของ Y400 ที่เป็นของเสีย



รูปที่ 40 รูปของ Y400 ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงาน

ตารางแสดงผลการตรวจสอบที่แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยในการตรวจสอบที่ดีขึ้น

Conclude all percent							
Line	Before calibration		After calibration		Percent of revolution		
	Real NG	Unreal NG	Real NG	Unreal NG	Defect unreal NG better	Defect real NG better	Reduce defect better
P1	71.43	28.57	79.84	20.16	34.21	4.04	1.45
P2	65.10	34.90	66.23	33.77	1.92	3.00	1.94
P3	75.19	24.81	75.19	24.81	0.00	0.00	4.15
P4	74.63	25.37	75.76	24.24	5.88	0.00	5.81
P5	76.38	23.62	79.67	20.33	16.67	1.02	4.80
P6	50.25	49.75	61.73	38.27	37.37	0.00	12.44
P8	90.57	9.43	90.83	9.17	0.00	3.03	4.44
P9	70.80	29.20	80.49	19.51	40.00	2.02	3.10
PA	63.58	36.42	76.15	23.85	43.64	3.03	9.36
average	70.88	29.12	76.21	23.79	19.97	1.79	5.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

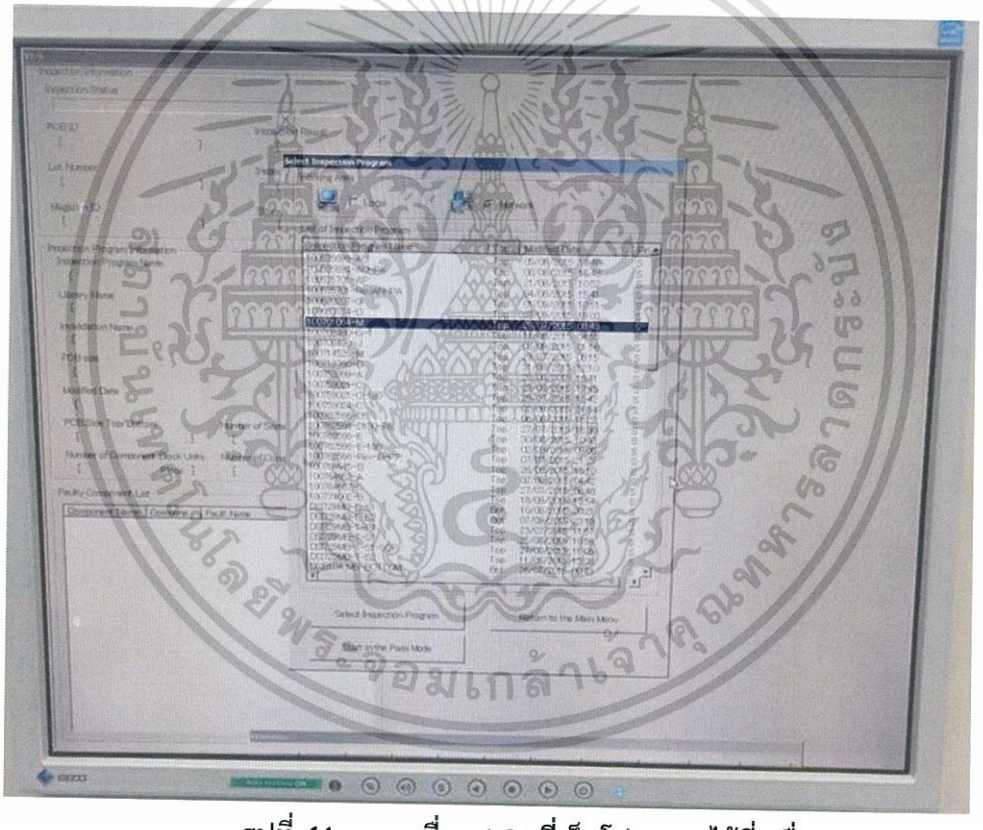
4.2 สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

จากตารางจะแสดงให้เห็นได้ว่ามีค่าเฉลี่ยที่ดีขึ้นภายหลังจากการสอบเทียบเครื่องแล้ว ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ก่อนการสอบเทียบ ค่าเฉลี่ยของการตรวจพบจุดที่เป็นของเสียจริงจะอยู่ที่ 70.88% แต่ภายหลังจากการสอบเทียบแล้ว ค่าเฉลี่ยของการตรวจพบจุดที่เป็นของเสียจริงจะอยู่ที่ 76.21% และยังสามารถตรวจสอบจุดที่เครื่องแจ้งว่าเสียไม่จริงได้ลดลง 19.97% ตรวจพบจุดที่เสียจริงได้มากขึ้น 1.79% ลดการตรวจจับจุดที่เสียทั้งหมดได้เพิ่มขึ้นอีก 5.28% ซึ่งค่าทั้งหมดมีแนวโน้มที่ดีขึ้น เนื่องจากตำแหน่งของเสียทั้งหมดที่ต้องตรวจสอบนั้นลดลงและสามารถตรวจพบตำแหน่งที่เป็นของเสียจริงได้ดีขึ้น และยังส่งผลทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบของเสีย อีกทั้งยังส่งผลต่อความแม่นยำในการตรวจสอบของเสียเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Conclude all percent							
Line	Before calibration		After calibration		Percent of revolution		
	Real NG	Unreal NG	Real NG	Unreal NG	Defect unreal NG better	Defect real NG better	Reduce defect better
P1	71.43	28.57	79.84	20.16	34.21	4.04	1.45
P2	65.10	34.90	66.23	33.77	1.92	3.00	1.94
P3	75.19	24.81	75.19	24.81	0.00	0.00	4.15
P4	74.63	25.37	75.76	24.24	5.88	0.00	5.81
P5	76.38	23.62	79.67	20.33	16.67	1.02	4.80
P6	50.25	49.75	61.73	38.27	37.37	0.00	12.44
P8	90.57	9.43	90.83	9.17	0.00	3.03	4.44
P9	70.80	29.20	80.49	19.51	40.00	2.02	3.10
PA	63.58	36.42	76.15	23.85	43.64	3.03	9.36
average	70.88	29.12	76.21	23.79	19.97	1.79	5.28

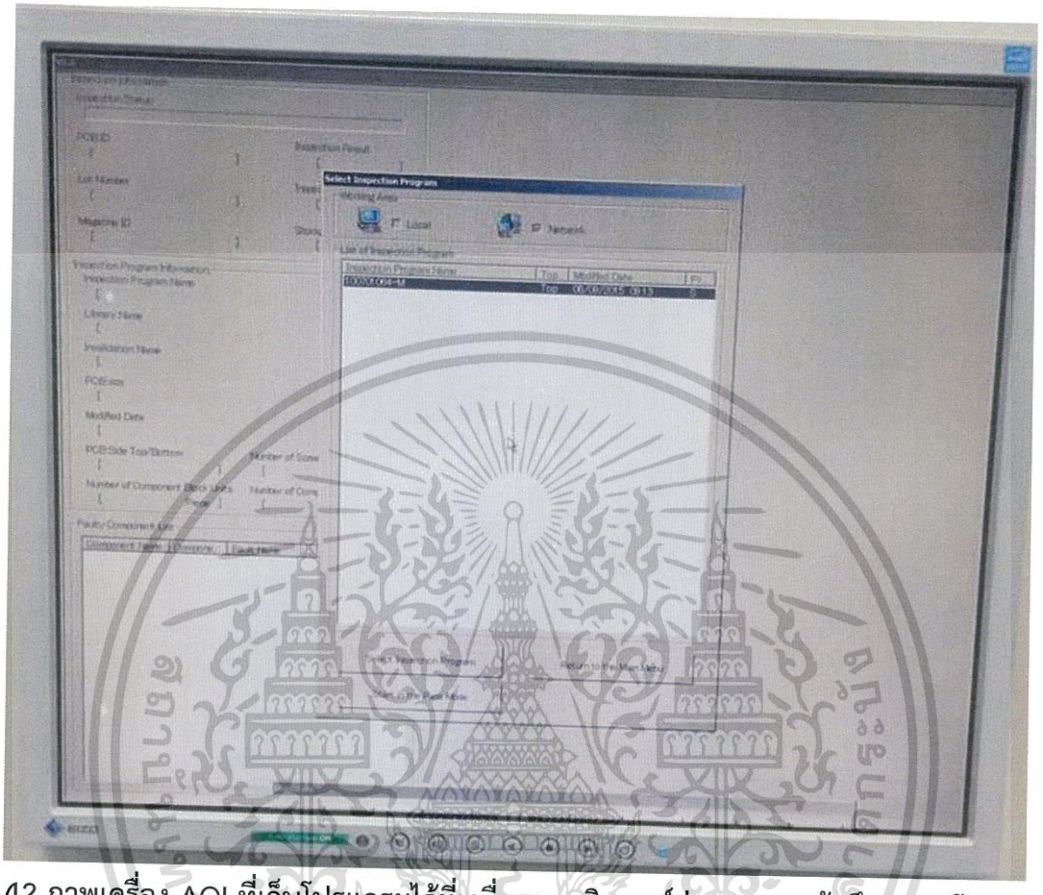
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องด้วยผลการปฏิบัติงานตามสหกิจศึกษาที่วางแผนและได้ทำการปฏิบัติไปแล้วนั้น ได้ผลจากการสอบเทียบเครื่องมือดังที่ได้นำมาแสดงไว้ แสดงให้เห็นว่าการสอบเทียบส่งผลต่อคุณภาพในการตรวจสอบชิ้นงานของเครื่อง AOI และยังได้ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องนั้นเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งส่งผลให้เครื่อง AOI ที่ได้ผ่านการสอบเทียบจะมีมาตรฐานใกล้เคียงกันจึงทำให้ โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้ และสามารถทำการรวบรวมโปรแกรมที่ใช้กับแผ่นวงจรพิมพ์แต่ละรุ่นไปไว้ที่ เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก เพื่อเป็นการประหยัดพื้นในการจัดเก็บข้อมูลโปรแกรมหลายๆโปรแกรมให้เหลือเพียง 1 โปรแกรมที่ใช้งานในขณะนั้นภายในเครื่อง AOI ได้อีกด้วย



รูปที่ 41 ภาพเครื่อง AOI ที่เก็บโปรแกรมไว้ที่เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 42 ภาพเครื่อง AOI ที่เก็บโปรแกรมไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง แล้วดึงเฉพาะโปรแกรมที่ใช้เท่านั้นมาไว้ในเครื่อง

ผลจากการรวมโปรแกรมที่มีอยู่ในเครื่อง AOI ให้เหลือเพียง 1 โปรแกรมที่ใช้หรือจะใช้ในขณะนั้น ทำให้ช่วยลดความสับสนในการหาโปรแกรมที่จะนำมาใช้ ลดเวลาในการหาโปรแกรมและลดพื้นที่ในการจัดเก็บโปรแกรมเพื่อให้เครื่อง AOI ได้มีพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลอื่นๆหรือข้อมูลที่มีความสำคัญได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การปฏิบัติงานในบริษัท แคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด ในแผนก AOI & SPI ในด้านการตรวจสอบคุณภาพของแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) นั้นได้ส่งผลให้เกิดประโยชน์ในหลายๆด้าน

5.1.1 ด้านสังคม

- ได้รู้จักการใช้ชีวิต และการปรับตัวให้เข้ากับที่ทำงาน และบุคคลต่างๆ
- ได้เรียนรู้ถึงลักษณะในการทำงานจริง และชีวิตประจำวันในการทำงาน
- ได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำงานจริง
- ได้รู้จักบุคคลต่างๆเพิ่มมากขึ้น
- ได้รู้จักการทำงานเป็นทีม และการติดต่อประสานงานกับแผนกอื่นๆ ซึ่งช่วยทำให้สายการผลิตสามารถดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

5.1.2 ด้านทฤษฎี

- ได้ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องการตรวจสอบด้วยวิธีการ Optical inspectionซึ่งไม่เคยได้ศึกษามาก่อน แต่ในการปฏิบัติงานจริงได้เข้าไปศึกษาและลงมือทำงานจริง
- ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอบเทียบมากขึ้น
- ได้นำความรู้จากการเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน
- ได้ศึกษาถึงวิธีการทำโปรแกรมเพื่อใช้ในการตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB)
- ได้รู้จักหลักการทำงานของเครื่อง AOI

5.1.3 ด้านปฏิบัติ

- ได้ฝึกและการสอบเทียบเครื่อง AOI
- ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำโปรแกรมที่ใช้สำหรับตรวจสอบเครื่อง AOI
- ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเดินสาย LAN เพื่อเชื่อมต่อเครื่องจักรและเครื่องคอมพิวเตอร์
- ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของเครื่อง AOI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการปฏิบัติต่าง ๆ นั้นได้ทำการจัดทำบันทึกและอธิบายรายละเอียดบางส่วนในข้างต้นของรายงานฉบับนี้แล้ว

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์จำกัด นั้นได้รับความรู้ต่าง ๆ ที่จะเป็นประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ได้ในอนาคต การปฏิบัติงานในแผนก AOI & SPI นั้นจัดได้ว่าเป็นการประยุกต์ในสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้มาจากสถาบันการศึกษาผนวกกับเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการปฏิบัติงานนั้น จะมีปัญหาและอุปสรรคเพียงบางประการดังนี้

5.2.1 เนื่องจากเป็นการทำงานจริงครั้งแรก จึงทำงานได้ไม่คล่องตัวนัก และมีข้อบกพร่องอยู่พอสมควร แต่ก็เป็นประสบการณ์ที่จะสามารถนำไปปรับปรุงเพื่อใช้ในการทำงานในอนาคตได้

5.2.2 เนื่องจากในการปฏิบัติงานนั้นจำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งไม่เคยได้ใช้มาก่อนจึงต้องมีการศึกษาจากคู่มือการใช้งาน เพื่อให้เข้าใจก่อนการปฏิบัติงานจริง

5.2.3 เนื่องจากหน้าที่รับผิดชอบภายในแผนกจำเป็นต้องมีการสนับสนุนแผนกอื่นๆ จึงมีข้อมูลจำนวนมากที่จะต้องจัดเก็บและเรียบเรียง แต่การจัดเก็บข้อมูลยังไม่เป็นระบบมากพอจึงทำให้การเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลทำได้ยาก ซึ่งควรจะทำการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลให้เรียบร้อยเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล

5.2.4 เนื่องจากภายในแผนกมีบุคคลากรจำนวนไม่มากนัก และมีหน้าที่ที่ต้องดูแลในหลายๆ ส่วน จึงให้คำปรึกษาเกี่ยวกับข้อซักถามได้ในบางช่วงเวลา จึงทำให้ใช้เวลาในการศึกษาหาข้อมูลต่างๆ อีกทั้งยังมีการค้นคว้าหาความรู้จากแผนกอื่นๆ เพิ่มเติมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] นายเสาวณิต ทองมี. **การใช้แสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแสงสว่าง ภายในอาคารห้องสมุด : กรณีศึกษาอาคารห้องสมุดประชาชน "เฉลิมราชกุมารี"**. ไม่ปรากฏครั้งที่พิมพ์. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

[2] ไม่ปรากฏผู้แต่ง. **Inspection Logic Model: VT-RNS-ptH**. ไม่ปรากฏครั้งที่พิมพ์. ไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.

[3] ไม่ปรากฏผู้แต่ง. **SMT: Surface Mount Technologyคืออะไร?**. เข้าถึงได้จาก : http://www.tosthailand.com/14487742/smt-surface-mount-technology-คืออะไร. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 พฤศจิกายน 2558).

[4] ไม่ปรากฏผู้แต่ง. **ข้อมูลน่ารู้ด้านการสอบเทียบ** เข้าถึงได้จาก : http://mit.in.th/htmlthai/knowledge/detail/index.php?kn3=9. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2558).

[5] ไม่ปรากฏผู้แต่ง. **ไม่ปรากฏชื่อเรื่อง.**เข้าถึงได้จาก : http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2554/enen21054vr_ch2.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2558).

[6] ไม่ปรากฏผู้แต่ง. **ไม่ปรากฏชื่อเรื่อง.**เข้าถึงได้จาก : http://www.exmba.buu.ac.th/Research%202556/Research_Rayong/MBA2%20RY/53730270/05_ch24.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2558).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่อง AOI omron series VT-RNS II

ตารางบันทึกผลที่เครื่องสามารถตรวจสอบและบันทึกผลได้ซึ่งช่องที่มีสีเหลืองจะแสดงจุดที่เป็นของเสียจริง

Line : P1	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	C19	Missing Component	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C436	Missing Component
	C18	Missing Component	C18	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	C19	Missing Component
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C18	Missing Component
	C18	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C501	Bridge	C19	Missing Component
	C436	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	C19	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C19	Missing Component
	C18	Missing Component	C18	Missing Component
	C19	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C436	Missing Component
	C18	Missing Component	C19	Missing Component
	C19	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C18	Missing Component
	C18	Missing Component	C19	Missing Component
	C19	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C18	Missing Component
	C19	Missing Component	C19	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
010	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C436	Missing Component	C18	Missing Component
	C18	Missing Component	C19	Missing Component
	C19	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P2	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R200	Bridge	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R200	Bridge
	R21	Missing Component	R106	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R200	Bridge	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R200	Bridge
	R21	Missing Component	R106	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	CR403	Wrong Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R202	Bridge	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R202	Bridge
	R200	Bridge	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R200	Bridge
	R21	Missing Component	R106	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P3	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	CR403	Wrong Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R445	Bridge
	L405	Vertical Shift	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L405	Vertical Shift
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R445	Bridge	R445	Bridge
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R445	Bridge	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L405	Vertical Shift
	L405	Vertical Shift	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L405	Vertical Shift
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P4	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Wrong Component
	CR101	No Polarity Mark	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR101	No Polarity Mark
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR101	No Polarity Mark
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	U201	Wrong Component
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR101	No Polarity Mark
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L405	No Electrode
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Wrong Component
	CR101	No Polarity Mark	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P5	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R106	Missing Component
	R106	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U200	Wrong Component	U401	Missing Component
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR101	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U200	Wrong Component	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR101	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R106	Missing Component	R104	Wrong Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R106	Missing Component
	J2	Bridge	R21	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	L401	Missing Component
	U201	Bridge	J2	Bridge
	U401	Missing Component	C501	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	U201	Bridge
	Y400	No Polarity Mark	U401	Missing Component
			CR100	No Polarity Mark
			Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U200	Wrong Component	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U401	Missing Component	CR100	Wrong Component
	CR101	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	J2	Bridge
	U201	Bridge	C428	Fillet Error
	U401	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	CR100	Wrong Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	U401	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P6	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R9	Fillet Error	R200	Bridge
	R200	Bridge	R106	Missing Component
	R106	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Fillet Error	L401	Missing Component
	R21	Missing Component	J2	Bridge
	L405	No Electrode	C501	Bridge
	L405	Vertical Shift	U200	No Polarity Mark
	L401	Missing Component	U201	Wrong Component
	J2	Bridge	U201	Bridge
	C428	Fillet Error	CR100	No Polarity Mark
	C501	Bridge	Q400	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	CR403	Missing Component
	U201	Wrong Component	Y400	No Polarity Mark
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R9	Fillet Error	R9	Fillet Error
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Fillet Error
	L405	No Electrode	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Wrong Component
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Wrong Component	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Fillet Error
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L401	Missing Component
	L405	Vertical Shift	J2	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Wrong Component	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	U201	Horizontal Shift	CR403	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R9	Fillet Error
	R106	Missing Component	R200	Bridge
	R21	Fillet Error	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Fillet Error
	L405	No Electrode	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Wrong Component
	U201	Wrong Component	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U201	Horizontal Shift	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R9	Fillet Error	R9	Fillet Error
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Bridge
	L405	Vertical Shift	C501	Bridge
	L401	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	J2	Bridge	U201	Wrong Component
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Bridge
	L401	Missing Component	C501	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C428	Fillet Error	U201	Wrong Component
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Bridge
	L405	No Electrode	C501	Bridge
	L401	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	J2	Bridge	U201	Horizontal Shift
	C428	Fillet Error	U201	Bridge
	C501	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	U201	Wrong Component	Y400	No Polarity Mark
	U201	Bridge		
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	U401	Missing Component		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R9	Fillet Error	R200	Bridge
	R200	Bridge	R106	Missing Component
	R106	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Fillet Error	L401	Missing Component
	R21	Missing Component	J2	Bridge
	L405	No Electrode	C501	Bridge
	L405	No Electrode	U200	No Polarity Mark
	L401	Missing Component	U201	Wrong Component
	J2	Bridge	U201	Bridge
	C501	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	U201	Wrong Component	Y400	No Polarity Mark
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R9	Fillet Error
	R106	Missing Component	R200	Bridge
	R21	Fillet Error	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L405	No Electrode	L401	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Bridge
	L401	Missing Component	C501	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C428	Fillet Error	U201	Bridge
	C501	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R200	Bridge	R200	Bridge
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L405	Vertical Shift	J2	Bridge
	L405	No Electrode	C428	Fillet Error
	L401	Missing Component	C501	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Wrong Component
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Wrong Component	U401	Missing Component
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P8	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : P9	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R250	Missing Component	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C428	Fillet Error
	C428	Fillet Error	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
2	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R21	Missing Component	R250	Missing Component
	L401	Missing Component	R7	Missing Component
	J2	Bridge	R21	Missing Component
	C501	Bridge	L401	Missing Component
	C18	Missing Component	J2	Bridge
	C206	Missing Component	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R250	Missing Component	R250	Missing Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C428	Fillet Error	C18	Missing Component
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	U401	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R250	Missing Component	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	C428	Fillet Error
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C18	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	U401	Missing Component
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R250	Missing Component	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C501	Bridge	C18	Missing Component
	C18	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R250	Missing Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C428	Fillet Error	J2	Bridge
	C501	Bridge	C501	Bridge
	C18	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R250	Missing Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	C18	Missing Component	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	C18	Missing Component
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	U201	Bridge
	CR100	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component	Q400	Missing Component
	Y400	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R250	Missing Component
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	C501	Bridge	J2	Bridge
	C18	Missing Component	C428	Fillet Error
	U200	No Polarity Mark	C501	Bridge
	U201	Bridge	C18	Missing Component
	U401	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	C501	Bridge
	C501	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C18	Missing Component	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Line : PA	Before Calibration		After Calibration	
1	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R106	Missing Component
	R200	Bridge	R21	Missing Component
	R106	Missing Component	L401	Missing Component
	R21	Missing Component	J2	Bridge
	L401	Missing Component	C428	Fillet Error
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
2	R202	Bridge	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R106	Missing Component
	R200	Bridge	R21	Missing Component
	R21	Missing Component	L401	Missing Component
	L401	Missing Component	J2	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	C501	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	U201	Bridge
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
3	R7	Missing Component	R104	Wrong Component
	R200	Bridge	R202	Bridge
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R200	Bridge
	J2	Bridge	R21	Missing Component
	C428	Fillet Error	L405	Vertical Shift
	C501	Bridge	L401	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	J2	Bridge
	U201	Wrong Component	C501	Bridge
	U201	Bridge	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark
4	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R106	Missing Component
	R200	Bridge	R21	Missing Component
	R106	Missing Component	L401	Missing Component
	R21	Missing Component	J2	Bridge
	L401	Missing Component	C428	Fillet Error
	J2	Bridge	C501	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR101	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	CR100	No Polarity Mark
	U201	Bridge	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	CR403	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
5	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R106	Missing Component
	R7	Missing Component	R21	Missing Component
	R200	Bridge	L401	Missing Component
	R106	Missing Component	J2	Bridge
	R21	Fillet Error	C501	Bridge
	R21	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	L401	Missing Component	U201	Bridge
	J2	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	C501	Bridge	Q400	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component		
	U201	Bridge		
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
6	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R7	Missing Component
	R7	Missing Component	R106	Missing Component
	R200	Bridge	R21	Missing Component
	R106	Missing Component	L401	Missing Component
	R21	Fillet Error	J2	Bridge
	R21	Missing Component	C501	Bridge
	L401	Missing Component	U200	No Polarity Mark
	J2	Bridge	U201	Wrong Component
	C428	Fillet Error	U201	Bridge
	C501	Bridge	CR101	No Polarity Mark
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
7	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R106	Missing Component	R7	Missing Component
	R21	Missing Component	R106	Missing Component
	L401	Missing Component	R21	Missing Component
	J2	Bridge	L401	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	J2	Bridge
	U200	Wrong Component	C501	Bridge
	U201	Wrong Component	U200	No Polarity Mark
	U201	Bridge	U201	Bridge
	U401	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	CR101	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	CR403	Missing Component
	Q400	Missing Component	Y400	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark		
8	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Missing Component	R21	Missing Component
	L401	Missing Component	L401	Missing Component
	J2	Bridge	J2	Bridge
	C428	Fillet Error	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	U401	Missing Component
	U201	Bridge	CR100	No Polarity Mark
	U401	Missing Component	Q400	Missing Component
	CR100	No Polarity Mark	Y400	No Polarity Mark
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Before Calibration		After Calibration	
9	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R202	Bridge	R202	Bridge
	R7	Missing Component	R7	Missing Component
	R106	Missing Component	R106	Missing Component
	R21	Fillet Error	R21	Missing Component
	L405	Vertical Shift	L401	Missing Component
	L405	No Electrode	J2	Bridge
	L401	Missing Component	C501	Bridge
	J2	Bridge	U200	No Polarity Mark
	C501	Bridge	U201	Bridge
	U200	No Polarity Mark	CR100	No Polarity Mark
	U201	Wrong Component	Q400	Missing Component
	U201	Bridge	Y400	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark		
	Q400	Missing Component		
	Y400	No Polarity Mark		
10	R104	Wrong Component	R104	Wrong Component
	R7	Missing Component	R202	Bridge
	R21	Missing Component	R7	Missing Component
	L401	Missing Component	R200	Bridge
	J2	Bridge	R106	Missing Component
	U200	No Polarity Mark	R21	Missing Component
	U200	Wrong Component	L401	Missing Component
	U201	Bridge	J2	Bridge
	U401	Missing Component	C501	Bridge
	CR101	No Polarity Mark	U200	No Polarity Mark
	CR100	No Polarity Mark	U201	Bridge
	Q400	Missing Component	CR100	No Polarity Mark
	Y400	No Polarity Mark	Q400	Missing Component
			Y400	No Polarity Mark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกการรวบรวมผลจากตารางข้อมูลดิบ

ความหมายคำศัพท์ภายในตารางต่อไป

NG	Position of defect (ตำแหน่งของจุดที่เสียที่เครื่องสามารถตรวจพบได้ทั้งหมด)
Real NG	Position of real defect (ตำแหน่งของจุดที่เสียจริงที่เครื่องสามารถตรวจพบได้)
Unreal NG	Position of unreal defect (ตำแหน่งของจุดที่เสียไม่จริงที่เครื่องสามารถตรวจพบได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P1 Date : 8/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	10.2	41	13	9	4
2	10.1	43	13	10	3
3	10.1	39	13	10	3
4	10.1	40	12	8	4
5	10.1	43	13	9	4
6	10.1	40	14	10	4
7	10.1	42	13	9	4
8	10.2	41	14	10	4
9	10.2	42	13	10	3
10	10.3	43	15	10	5
Average	10.2	41.4	13.3	9.5	3.8

Real NG : 71.43 %
Unreal NG: 28.57 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	10.2	41	14	10	4
2	10.1	42	12	10	2
3	10.2	42	11	10	1
4	10.1	42	11	9	2
5	10.1	41	11	10	1
6	10.0	42	13	10	3
7	10.1	40	13	10	3
8	10.0	39	13	10	3
9	10.0	40	13	10	3
10	9.9	39	13	10	3
Average	10.1	40.8	12.4	9.9	2.5

Real NG : 79.84 %
Unreal NG: 20.16 %

Defect unreal NG better : 34.21 %
Defect real NG better : 4.04 %
Reduce defect better : 1.45 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P2 Date : 9/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.6	39	15	10	5
2	10.2	47	17	10	7
3	10.3	40	15	10	5
4	9.6	41	15	10	5
5	9.6	40	15	10	5
6	9.6	40	14	9	5
7	9.5	42	14	9	5
8	9.6	40	15	10	5
9	9.5	41	14	9	5
10	10.3	43	15	10	5
Average	9.8	41.3	14.9	9.7	5.2

Real NG : 65.10 %
Unreal NG: 34.90 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.6	40	15	10	5
2	9.5	42	15	10	5
3	9.7	39	15	10	5
4	9.6	41	15	10	5
5	9.5	39	15	10	5
6	9.6	40	15	10	5
7	9.6	40	15	10	5
8	9.6	42	16	10	6
9	9.5	41	15	10	5
10	9.5	41	15	10	5
Average	9.6	40.5	15.1	10.0	5.1

Real NG : 66.23 %
Unreal NG: 33.77 %

Defect unreal NG better : 1.92 %
Defect real NG better : 3.00 %
Reduce defect better : 1.94 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P3 Date : 9/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.5	34	13	10	3
2	9.6	32	13	10	3
3	9.6	34	13	10	3
4	9.9	34	13	10	3
5	9.6	33	13	10	3
6	9.6	33	15	10	5
7	9.6	34	13	10	3
8	9.6	34	14	10	4
9	9.5	34	13	10	3
10	9.6	35	13	10	3
Average	9.6	33.7	13.3	10.0	3.3

Real NG : 75.19 %
Unreal NG: 24.81 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.5	31	13	10	3
2	9.6	34	14	10	4
3	9.6	33	13	10	3
4	9.6	35	14	10	4
5	9.6	31	13	10	3
6	9.6	33	14	10	4
7	9.6	32	13	10	3
8	9.6	33	13	10	3
9	9.5	31	13	10	3
10	9.5	3.	13	10	3
Average	9.6	32.3	13.3	10.0	3.3

Real NG : 75.19 %
Unreal NG: 24.81 %

Defect unreal NG better : 0.00 %
Defect real NG better : 0.00 %
Reduce defect better : 4.15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P4 Date : 9/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.6	32	13	10	3
2	9.5	32	13	10	3
3	9.5	30	13	10	3
4	9.7	34	14	10	4
5	10.3	34	14	10	4
6	9.5	31	13	10	3
7	9.7	33	13	10	3
8	9.6	33	13	10	3
9	9.5	34	15	10	5
10	10.4	34	13	10	3
Average	9.7	32.7	13.4	10.0	3.4

Real NG : 74.63 %
Unreal NG: 25.37 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.6	30	12	10	2
2	9.5	31	14	10	4
3	9.5	30	13	10	3
4	9.5	31	13	10	3
5	9.5	31	13	10	3
6	9.5	31	13	10	3
7	9.5	31	13	10	3
8	9.5	30	13	10	3
9	9.5	31	14	10	4
10	9.5	32	14	10	4
Average	9.5	30.8	13.2	10	3.2

Real NG : 75.76 %
Unreal NG: 24.24 %

Defect unreal NG better : 5.88 %
Defect real NG better : 0.00 %
Reduce defect better : 5.81 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P5 Date : 9/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.8	31	12	10	2
2	10.3	34	14	10	4
3	9.8	33	13	10	3
4	9.7	35	14	10	4
5	9.7	32	10	8	2
6	10.3	32	12	10	2
7	9.8	35	14	10	4
8	9.7	35	13	10	3
9	9.7	34	13	9	4
10	10.3	32	12	10	2
Average	9.9	33.3	12.7	9.7	3.0

Real NG : 76.38 %
Unreal NG: 23.62 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	9.7	32	13	10	3
2	9.7	30	11	9	2
3	9.7	33	12	10	2
4	9.7	31	12	10	2
5	9.7	32	13	10	3
6	9.7	34	12	10	2
7	9.7	31	12	9	3
8	9.7	30	13	10	3
9	9.7	33	13	10	3
10	9.7	31	12	10	2
Average	9.7	31.7	12.3	9.8	2.5

Real NG : 79.67 %
Unreal NG: 20.33 %

Defect unreal NG better : 16.67 %
Defect real NG better : 1.02 %
Reduce defect better : 4.80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P6 Date : 9/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.1	57	20	10	10
2	11.3	61	19	10	9
3	11.4	61	20	10	10
4	11.0	62	22	10	12
5	11.7	60	20	10	10
6	11.1	62	20	10	10
7	11.0	62	21	10	11
8	11.3	57	19	10	9
9	11.6	60	20	10	10
10	11.3	53	18	10	8
Average	11.3	59.5	19.9	10	9.9

Real NG : 50.25 %
Unreal NG: 49.75 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.3	50	16	10	6
2	11.3	51	17	10	7
3	10.2	52	17	10	7
4	10.4	54	18	10	8
5	11.2	51	16	10	6
6	11.5	54	16	10	6
7	11.5	47	15	10	5
8	10.8	59	15	10	5
9	10.8	47	15	10	5
10	11.2	56	17	10	7
Average	11.0	52.1	16.2	10.0	6.2

Real NG : 61.73 %
Unreal NG: 38.27 %

Defect unreal NG better : 37.37 %
Defect real NG better : 0.00 %
Reduce defect better : 12.44 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P8 Date : 8/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	10.8	45	10	9	1
2	10.4	41	11	10	1
3	10.4	39	11	10	1
4	11.0	43	10	9	1
5	10.1	44	11	10	1
6	10.1	44	11	10	1
7	9.9	42	10	9	1
8	10.4	45	10	9	1
9	10.9	43	11	10	1
10	10.4	42	11	10	1
Average	10.4	42.8	10.6	9.6	1.0

Real NG : 90.57 %
Unreal NG: 9.43 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.6	41	11	10	1
2	10.9	42	10	9	1
3	10.4	40	11	10	1
4	10.4	39	11	10	1
5	10.4	39	11	10	1
6	10.4	42	11	10	1
7	10.4	44	11	10	1
8	10.5	43	11	10	1
9	10.4	41	11	10	1
10	11.1	38	11	10	1
Average	10.7	40.9	10.9	9.9	1.0

Real NG : 90.83 %
Unreal NG: 9.17 %

Defect unreal NG better : 0.00 %
Defect real NG better : 3.03 %
Reduce defect better : 4.44 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : P9 Date : 8/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.9	38	14	10	4
2	11.7	42	12	9	3
3	11.8	44	13	9	4
4	11.6	44	15	10	5
5	11.5	43	14	9	5
6	12.1	44	15	10	5
7	11.9	40	14	10	4
8	11.8	43	13	10	3
9	11.9	42	13	10	3
10	11.3	39	14	10	4
Average	11.8	41.9	13.7	9.7	4.0

Real NG : 70.80 %
Unreal NG: 29.20 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	12.2	43	12	10	2
2	11.5	39	11	10	1
3	11.6	39	12	10	2
4	11.4	42	12	9	3
5	11.8	40	13	10	3
6	11.6	44	12	10	2
7	11.6	4	12	10	2
8	13.1	39	13	10	3
9	11.5	40	14	10	4
10	11.6	40	12	10	2
Average	11.8	40.6	12.3	9.9	2.4

Real NG : 80.49 %
Unreal NG: 19.51 %

Defect unreal NG better : 40.00 %
Defect real NG better : 2.02 %
Reduce defect better : 3.10 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

line : PA Date : 14/9/2015

Before Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.3	55	17	10	7
2	11.6	43	14	9	5
3	11.6	42	13	9	4
4	11.7	56	17	10	7
5	11.8	446	16	10	6
6	11.6	55	17	10	7
7	11.5	47	14	9	5
8	11.5	42	14	10	4
9	11.6	50	16	9	7
10	11.4	45	13	10	3
Average	11.5	48.1	15.1	9.6	5.5

Real NG : 63.58 %

Unreal NG: 36.42 %

After Calibration Test					
Round	Cycle time (sec/PCB)	Defect point	Total NG component	Real NG component	Unreal NG component
1	11.6	44	13	10	3
2	11.3	43	12	10	2
3	11.2	48	14	10	4
4	11.5	46	14	10	4
5	11.4	39	11	9	2
6	11.4	42	14	10	4
7	11.6	40	13	10	3
8	11.7	37	12	10	2
9	11.6	48	13	10	3
10	11.5	49	14	10	4
Average	11.5	43.6	13.0	9.9	3.1

Real NG : 76.15 %

Unreal NG: 23.85 %

Defect unreal NG better : 43.64 %

Defect real NG better : 3.03 %

Reduce defect better : 9.36 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นาย ณกานต์ แก้วมณี

วัน เดือน ปีเกิด 23 เมษายน พ.ศ. 2537

ที่อยู่ 106/25 บึงกุ่ม คลองกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10230

E-mail : bb_bossboss@hotmail.com Tell : 092-376-5656

ประวัติการศึกษา ปัจจุบัน (2558) กำลังศึกษา วิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

2558 นักศึกษาสหกิจศึกษาที่ บริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้