ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ

Interface System for Automatic Function Test Machine

วงศธร ธีระเรืองไชยศรี

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ

Interface System for Automatic Function Test Machine

T147134

วงศธร ธีระเรืองไชยศรี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.12850226
l.

สมุดหมู่.....
เลขทะเบียน.....147134
วัน.เดือน.ปี.....30 ก.ค. 2560

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERFACE SYSTEM FOR AUTOMATIC FUNCTION TEST MACHINE

WONGSATORN TEERARUANGCHAISRI

COOPERATIVE EDUCATION 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	ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ Interface System for Automatic Function Test Machine
นักศึกษา	นายวงศธร ธีระเรืองไชยศรี
รหัสนักศึกษา	55120029
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ วริสาร

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. ชานนท์ วริสาร	
ดร. วรวุฒิ มรรคเจริญ	
นางสาว ศลิษา เผือกเนียม	
นาย วัฒนพงษ์ ปุริโส	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายวงศธร ธีระเรืองไชยศรี
รหัสนักศึกษา	55120029
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ วริสาร
ผู้นิเทศงาน	นางสาว ศลิสา เผือกเนียม
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับรองรับโปรเจคใหม่ๆภายในแผนกวิจัยและพัฒนาของบริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจะช่วยให้การปฏิบัติงานมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นแล้วซอฟต์แวร์ดังกล่าวยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย โดยไม่จำเป็นต้องเขียนซอฟต์แวร์ขึ้นมาใหม่เพื่อรองรับการดังเช่นที่มีใช้ในปัจจุบัน

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการหาแนวทางในการติดต่อสื่อสารมาตรฐานสำหรับการเชื่อมกับระบบภายนอกผ่านระบบอีเตอร์เน็ตและ RS232 รวมทั้งการสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ภายในเครื่องสำหรับใช้ในการทำงานของเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ และยังเป็นมาตรฐานในการติดต่อสื่อสารอีกด้วย โดยระบบดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง 2 ทางอย่างอัตโนมัติ นอกจากนั้นแล้วยังมีระบบในการปรับแต่งพารามิเตอร์ต่างๆ โดยทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับเชื่อมต่อด้วยภาษาซีชาร์ป

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานและการพัฒนาคุณภาพในการทำงานอย่างเป็นระบบและสามารถใช้ซอฟต์แวร์ที่ได้จัดทำขึ้นกับโปรเจคที่กำลังดำเนินงานอยู่หรือที่จะดำเนินงานในอนาคตได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ ระบบเชื่อมต่อ ระบบอินเตอร์เฟส การรับ-ส่งข้อมูล การทดสอบฟังก์ชันวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Interface System for Automatic Function Test Machine
Student	Mr. Wongsatorn Teeraruangchaisrii
Student ID	55120029
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Assistant Professor Dr. Chanon Warisarn
Mentor	Ms. Salisa Phuakneam
Organization	Cal-Comp Electronics (Thailand) PCL.

Abstract

The primary purpose of this project is to create and develop a standard software for supporting the new projects of research and develop department of Cal-Comp Electronic (Thailand) plc. The benefits of this project are the faster work and this software can be also applied with for various aspects of the work. Additionally, the new software creation is not required for supporting the communication of the new project.

In this research, the standard interface systems for communication with the other external systems through the Ethernet and RS-232 are developed. In addition, the communication of the created software between the internal computer systems for using in the automatic function test machine is also standardized. The proposed software can be automatically interfaced in two ways. Moreover, the parameter adjustment system is also variable in our proposed software, which are developed using C# language.

The researcher extremely hopes that the results of this research will be the benefit to research and develop group and to give a more convenience for user who need to develop the both of currently and future projects.

KEYWORD Communication System, Function Test Machine, Interface Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 2 สิงหาคม 2558 ถึง วันที่ 30 พฤศจิกายน 2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในภายภาคหน้า

สำหรับรายงานวิชาสหกิจฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากเพื่อนๆ รุ่นพี่จากบริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้ใช้คำแนะนำคำปรึกษาเป็นแนวคิดอันเป็นประโยชน์ต่อรายงานฉบับนี้ และขอขอบคุณ ผศ.ดร. ชานนท์ วริสาร ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ และแนวคิด รวมถึงยังได้ตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายได้โดยดี รวมทั้งใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ รวมทั้งคอยเป็นกำลังใจเสมอมาจนประสบความสำเร็จ

ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานที่จัดทำขึ้นมานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และใคร่ศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำก็ขอน้อมรับและนำไปแก้ไข

นายวงศธร ธีระเรืองไชยศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 นิยามศัพท์ 4
1.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน 8
2.1 การสื่อสารข้อมูล 8
2.2 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม 11
2.3 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอีเธอร์เน็ตและเครือข่าย 15
2.4 พื้นฐานและหลักการของแขนกลอุตสาหกรรม 32
2.5 โครงสร้างพื้นฐานของ Windows และการจัดการ Windows (HWND) 41
2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 49

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 59
3.1 ศึกษาข้อมูลและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง 59
3.2 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ 60
3.3 ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบทดสอบฟังก์ชัน
แผ่นวงจรอิเล็กโทรนิกส์อัตโนมัติ 66
3.4 ติดตั้งระบบและทดสอบการทำงานของระบบ 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 สรุปผลการดำเนินงาน 103

4.1 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ 103

4.2 ระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง 117

บทที่ 4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 119

4.1 สรุปผลการดำเนินการ 119

4.2 ปัญหาและอุปสรรค์ 119

4.3 แนวทางการแก้ไข 120

เอกสารอ้างอิง 121

ภาคผนวก 122

ประวัติผู้จัดทำ 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน 3
2.1 ความหมายและประเภทการทำงานในแต่ละพินของพอร์ตอนุกรม 11
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Baud rate กับความยาวของสายไฟที่รองรับ 12
2.3 รูปแบบของ Subnet mask 30
2.4 คลาส C ของ Subnet mask 30
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างไอพีกับซับเน็ตมาร์ค 31
2.6 คำสั่งของระบบที่เกี่ยวกับหน้าต่าง 48
3.1 การเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์ต่างๆของแขนกล 71
3.2 เทรดการทำงานของแขนกล 73
3.3 เทรดการทำงานของซอฟต์แวร์เชื่อมต่อข้อมูล 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	บริษัท แคล-คอมพ์ สาขาเพชรบุรี	5
2.1	องค์ประกอบขั้นพื้นฐานของระบบสื่อสารโทรคมนาคม	9
2.2	พอร์ตอนุกรม (RS-232) ตัวผู้ (ซ้าย) และตัวเมีย (ขวา)	11
2.3	พินของพอร์ตอนุกรม (RS-232)	11
2.4	ย่านระดับสัญญาณที่พอร์ตอนุกรม (RS-232) รองรับ	12
2.5	การสื่อสารแบบซิงโครนัส	13
2.6	การสื่อสารแบบอะซิงโรนัส	13
2.7	ชุดอักขระแบบ ASCII	14
2.8	เครืองข่ายคอมพิวเตอร์	15
2.9	เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ LAN MAN และ WAN	16
2.10	เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer Network (ซ้าย) กับ Client-Server Network (ขวา)	16
2.11	เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ Internet Intranet และ Extranet	17
2.12	โครงสร้างมาตรฐานของ OSI	19
2.13	ข้อมูลโครงสร้างภายในของ OSI	21
2.14	กระบวนการ Encapsulation และ Demultiplexing	22
2.15	โครงสร้าง TCP/IP	23
2.16	IP Header	24
2.17	ICMP Header	25
2.18	Class ของ IP Address	28
2.19	Subnet & Subnet Mask	29
2.20	หุ่นยนต์ Cartesian	32
2.21	หุ่นยนต์ Spherical	32
2.22	หุ่นยนต์ Cylindrical	33
2.23	หุ่นยนต์ SCARA	33
2.24	แขนกล (Articulated Arm)	34
2.25	แขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4 (ซ้าย) และ รุ่น C3 (ขวา)	35
2.26	ส่วนประกอบแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4	36
2.27	ส่วนฐานของแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4	37
2.28	อุปกรณ์เสริมสำหรับคอนโทรลเลอร์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.29	Expansion I/O Card (ซ้าย) และ Teach pendent (ขวา)	38
2.30	การทำงานของแขนกล Epson	38
2.31	โปรแกรม Epson RC+ 7	39
2.32	การเชื่อมต่อโปรแกรมกับแขนกลผ่านทางพอร์ต USB	39
2.33	การเชื่อมต่อโปรแกรมกับแขนกลผ่านทางพอร์ต Ethernet	40
2.34	การเชื่อมต่อแขนกลกับคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่านทางพอร์ต Ethernet	40
2.35	หน้าเดสท็อปของวินโดว์	41
2.36	รีจีสทรีของพื้นหลังในหน้าเดสท็อป	42
2.37	ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นวินโดว์	42
2.38	โครงสร้างของแอพพลิเคชั่นวินโดว์	43
2.39	พื้นที่ของหน้าต่าง	43
2.40	กล่องข้อความ	45
2.41	ตำแหน่งและพิกัดของหน้าต่าง	47
2.42	วิธีการทดสอบแผ่นวงจรของทางภาคอุตสาหกรรม	49
2.43	วิธีการทดสอบแผ่นวงจรของทางภาคอุตสาหกรรม	50
2.44	การทดสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)	50
2.45	การทดสอบด้วยการวัดแรงดันไฟฟ้า (Analog signature analysis)	51
2.46	เครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)	52
2.47	ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)	53
2.48	ลักษณะของเครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)	54
2.49	โครงสร้างของฟิกเจอร์ประเภทบรรจุเข็ม	55
2.50	เครื่องทดสอบฟังก์ชัน (Functional Test: FCT)	56
2.51	บล็อกไดอะแกรมของระบบโดยรวม	58
3.1	ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ	60
3.2	องค์ประกอบของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ	61
3.3	สายพานบัฟเฟอร์	62
3.4	สายพานลิฟเตอร์	63
3.5	แขนกล	64
3.6	เครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจร	65
3.7	สายพานลำเลียง.	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.8	Flowchart ความสัมพันธ์ของซอฟต์แวร์	67
3.9	ส่วนประกอบภายนอกของแขนกล	69
3.10	ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบที่เชื่อมกับแขนกล	70
3.11	แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์ของแขนกล	71
3.12	Flowchart ภาพรวมการทำงานของแขนกล	72
3.13	Flowchart การทำงานของเทรดการเคลื่อนที่หลัก	73
3.14	Flowchart การทำงานของเทรดการตรวจสอบสถานะเครื่องทดสอบ	75
3.15	Flowchart การทำงานของเทรดการติดต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส	75
3.16	แผนผังโครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล	76
3.17	Flowchart การทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล	77
3.18	Flowchart ของเทรดการเชื่อมต่อกับแขนกล	79
3.19	Flowchart ของเทรดการรับข้อมูลจากแขนกล	80
3.20	Flowchart ของเทรดมอนิเตอร์ไฟล์ผลลัพธ์	81
3.21	Flowchart ของเทรดสำหรับสื่อสารกับซอฟต์แวร์ทดสอบ	82
3.22	Flowchart ของระบบการบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ หากมีการเปลี่ยนแปลง	83
3.23	การออกแบบลำดับแสดงผลข้อมูล	84
3.24	หน้าจอเริ่มต้นระบบ	85
3.25	แถบเมนูหลัก	86
3.26	แถบเมนูมอนิเตอร์การทำงาน	87
3.27	โครงสร้างแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ	88
3.28	แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบแบบใส่ข้อความลงภายในลง Groupbox	89
3.29	แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบแบบใส่ข้อความลง Textbox	90
3.30	เลือกโปรแกรมที่ต้องการเชื่อมต่อแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ	91
3.31	หน้าล็อคอิน	92
3.32	แถบเมนูตั้งค่าทั่วไป	93
3.33	แถบเมนูตั้งค่าตำแหน่ง	94
3.34	แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต Ethernet	95
3.35	แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (RS232)	96
3.36	แถบตั้งค่าซอฟต์แวร์ทดสอบขั้นสูง	97
3.37	แถบตั้งค่าสำหรับบิดกล่องข้อความ	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.38	การเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คบนเครื่องทดสอบแต่ละเครื่อง	99
3.39	ตั้งค่าไอพีแอดเดรส	100
3.40	ซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของทางโรงงาน	100
3.41	เลือกชื่อของซอฟต์แวร์ทดสอบ	101
3.42	ปุ่มทดสอบส่งข้อความ	101
3.43	ซอฟต์แวร์ทดสอบในสถานะรอบาร์โค๊ต	102
3.44	ซอฟต์แวร์ทดสอบได้รับข้อความที่ส่งจากซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส	102
4.1	สายพานบัฟเฟอร์ (Conveyor Buffer)	103
4.2	ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสเริ่มการเชื่อมต่อ	104
4.3	ภาพจำลองเครื่องอ่านบาร์โค๊ต	104
4.4	สายพานลิฟเตอร์ (Lifter Conveyor)	105
4.5	แขนกลหยิบแผ่นพีซีบี	105
4.6	แขนกลสั่งฟิกเจอร์ให้เปิดฝา	106
4.7	แขนกลวางแผ่นพีซีบีบนเรื่องทดสอบ	106
4.8	ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสรับเลขบาร์โค๊ต	107
4.9	ซอฟต์แวร์ทดสอบทำงาน	107
4.10	ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสมอนิเตอร์ไฟล์ log	108
4.11	แขนกลสั่งปิดฝาฟิกเจอร์	108
4.12	แขนกลรอการทดสอบ	109
4.13	ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสทำการส่งผลลัพธ์ให้แขนกล	110
4.14	แขนกลหยิบแผ่นพีซีบีที่ทำการทดสอบเสร็จจากฟิกเจอร์	111
4.15	แขนกลวางแผ่นพีซีบีใหม่ลงบนฟิกเจอร์	112
4.16	แขนกลเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งก่อนถึงฟิกเจอร์	113
4.17	แขนกลปล่อยแผ่นออก	114
4.18	แขนกลหยืบแผ่นพีซีบีใหม่	114
4.19	แขนกลรอการทดสอบ	115
4.20	ตัวอย่างข้อความแจ้งเตือน	116
4.21	ตัวอย่างระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง	117
4.22	ส่วนประกอบของระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมอิเล็กโทรนิกส์เป็นส่วนสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยและอิเล็กโทรนิกส์ได้เข้ามาบทบาทสำคัญต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้ เพื่อลดระบบเวลาในการ เพิ่มอัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อวัน รวมทั้งลดต้นทุนการผลิต ในขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะต้องมีคุณภาพที่เหมาะสม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ทั้งช่วยในการอำนวยความสะดวกทางด้านการทำงานและได้บรรเทาปัญหาเบื้องต้นเหล่านี้ เครื่องจักรกลอัตโนมัติ (Automation Machine) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากมีความแม่นยำ ความเสถียรและสามารถทำงานได้ด้วยประสิทธิภาพที่คงที่ อีกทั้งยังมีต้นทุนค่าบำรุงรักษาต่ำเมื่อเทียบกับค่าแรงมนุษย์ โดยเครื่องจักรกลอัตโนมัติมีต้นกำเนิดมาจากองค์ประกอบที่หลากหลาย เช่น ระบบพีแอลซี(PLC) แขลกล(Articulated Robot) ไมโครคอลโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นต้น โดยที่กระบวนการทำงานของระบบจะขึ้นอยู่กับผู้เขียนซอฟต์แวร์ซึ่งในการเขียนของแต่ละบุคคลย่อมมีหลักการที่ต่างกัน ด้วยเหตุนี้ทำให้การเขียนซอฟต์แวร์เชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักรกลอัตโนมัติแต่ละเครื่องจะต้องแยกเป็นเขียนใหม่เป็นเครื่องๆ นับเป็นการเสียทรัพยากรณ์และเวลาโดยไม่จำเป็น

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีแนวคิดที่ทำการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน โดยในส่วนของซอฟต์แวร์จะมีระบบที่สามารถรองรับต่อการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับเครื่องจักรกลอัตโนมัติในปัจจุบัน รวมทั้งรองรับเครื่องจักรที่จะพัฒนาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโปรโตคอลในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Ethernet RS-232 รวมทั้งหลักการในการรับ-ส่งข้อมูล

2. เพื่อสร้างมาตรฐานซอฟต์แวร์ในการเชื่อมต่อสื่อสารให้กับหน่วยงาน

3. เพื่อศึกษากระบวนการในการทดสอบแผ่นพีซีบี (PCB) และหลักการทำงานของวงจรสำหรับกล่องรับสัญญาณดิจิทัล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. เครื่องจักรที่พัฒนาสามารถทำการทดสอบแผ่น PCB ได้ 8 แผ่นในเวลาเดียวกัน

2. ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส สามารถเชื่อมต่อกับระบบได้อย่างอัตโนมัติ แม้ว่า Robot จะหลุดจากการเชื่อมต่อ แล้วเชื่อมเข้ามาใหม่

3. ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส สามารถโต้ตอบกับกล่องข้อความของ Tester Software ได้อย่างอัตโนมัติ รวมทั้งมีความยืดหยุ่น สามารถตั้งค่าให้ใช้กับ Tester Software อื่นได้

4. ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส มีการบันทึกสถิติการทำงาน ได้แก่ บาร์โค้ตของ PCB เวลาที่รับ PCB และผลการทดสอบ รวมทั้ง Error Code หากแผ่นชำรุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

เครื่องเข้าสายคอนเนคเตอร์อัตโนมัติ ในการดำเนินโครงงาน เริ่มแรกเป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของเครื่อง จากนั้นเริ่มทำการออกแบบทางกล และออกแบบทางไฟฟ้าร่วมกัน หลังจากนั้นก็เริ่มสร้างเครื่องเข้าสายคอนเนคเตอร์อัตโนมัติ ทำการเขียนโปรแกรมการควบคุม ทำการทดลองเครื่องและบันทึกผลการทดลอง สุดท้ายก็ทำการสรุปผลการทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงการ จะใช้เวลาในการดำเนินงานตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน															
	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←	→														
2. ออกแบบโฟลชาร์ตการทำงานของซอฟต์แวร์		←	→													
3. เขียนซอฟต์แวร์		←	→	→												
4. ทำการทดสอบซอฟต์แวร์โดยการจำลองสถานการณ์			←	→	→											
5. วางระบบเน็ตเวิร์ค					←	→	→									
6. ติดตั้งซอฟต์แวร์						←	→	→								
7. ทำการดีบัค (Debug) หาข้อบกพร่อง								←	→	→	→	→				
10. ทำรูปเล่มรายงาน													←	→	→	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำเครื่องตรวจสอบแผ่นวงจรอัตโนมัติมาใช้แทนแรงงานคนได้
2. สามารถใช้นำหลักการติดต่อสื่อสารมาประยุกต์ใช้กับระบบอื่นๆได้
3. เขียนซอฟต์แวร์ที่เป็นมาตรฐานของหน่วยงานได้

1.6 นิยามศัพท์

1. พีแอลซี (Programmable Logic Control) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ

2. แขนกล (Articulated Robot) หมายถึง แขนกลอัตโนมัติ (Manipulator) ที่ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนแผ่นพีซีบีไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามลำดับซอฟต์แวร์ที่เขียนไว้ โดยมีองศาการเคลื่อนที่จำนวน 6 แกน

3. เครื่องทดสอบวงจรพีซีบี (Functional Test) หมายถึง เครื่องทดสอบความสมบูรณ์ทางด้านการใช้งานของแผ่น PCB

6. โปรแกรมอินเทอร์เฟส (Interface Software) หมายถึง ซอฟต์แวร์ในการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบ 2 ระบบขึ้นไป

7. โปรแกรมสำหรับการทดสอบ (Firmware) หมายถึง ซอฟต์แวร์สำหรับทดสอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCB) ของทางโรงงาน

1.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการ

1.7.1 ชื่อสถานประกอบการ

บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

1.7.2 สถานที่ตั้งของสถานประกอบการ

60 หมู่ 8 ถ.เศรษฐกิจ ต.คลองมะเดื่อ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110
โทร. 0-3487-8164.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.1 บริษัท แคล-คอมพ์ สาขา เพชรบุรี

1.7.3 ความเป็นมาของสถานประกอบการ

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ แห่งประเทศไต้หวัน เลือกประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกและได้ทำการเปิดโรงงานผลิตเครื่องคำนวณอิเล็คทรอนิคส์ขึ้นเมื่อปี 2532 จากการร่วมมือของวิศวกรกลุ่มหนึ่ง คำว่า แคล-คอมพ์ ย่อมาจากแคลคูเลเตอร์ (เครื่องคำนวณ) ธุรกิจหลักของแคล-คอมพ์ คือการผลิตเครื่องคิดเลข ปัจจุบันได้ขยายการผลิตโทรศัพท์ไร้สาย เครื่องพิมพ์เอกสาร ระบบพ่นหมึก เครื่องรับส่งโทรสาร เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและอีกมากมาย ให้กับบริษัทชั้นนำทั่วโลกภายใต้เครื่องหมายการค้าของบริษัทเหล่านั้น เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น

1.7.4 พันธกิจ

1. ผลิตสินค้าคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ
2. สนองความต้องการของตลาดในประเทศและการส่งออก
3. ใช้วัตถุดิบในประเทศ
4. ส่งเสริมให้คนไทยมีงานทำ
5. สร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.5 นโยบายคุณภาพของสถานประกอบการ

1. คุณภาพที่ดีเลิศ และความพึงพอใจของลูกค้า ถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารโรงงานแห่งนี้ และนี่ก็คือนโยบายด้านคุณภาพของเรา

2. การเสนอสินค้าและบริการที่มีคุณภาพอย่างที่ลูกค้าของเราได้คาดหวังไว้

3. ทำให้พนักงานทุกคนสามารถทำงานของตนเองได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก

4. ติดตามและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อก้าวเข้าสู่คุณภาพที่ดีเลิศ

1.7.6 นโยบายสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการ

บริษัทแคล-คอมพ์ สัญญาว่าจะยึดถือนโยบายสิ่งแวดล้อมโลกว่าการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของมวลมนุษยชาติและทุกวันในแคลคอมพ์เป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก ในเวลาเดียวกันบริษัทแคล-คอมพ์มีนโยบายเพิ่มเติมดังนี้

1. ดำเนินการแก้ไข ป้องกันภาพวะมลพิษ ลดและบำบัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำการตรวจสอบตามระยะเวลาที่ระบุไว้ เพื่อให้ทำได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายควบคุม

2. ประหยัดพลังงานโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ลดปริมาณการใช้พลังงานเพื่อป้องกันภาวะมลพิษ

3. ดำเนินการอบรมเพิ่มความรู้ด้านรักษาสิ่งแวดล้อมแก่พนักงานเสริมสร้างความรับผิดชอบการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ติดตามและปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างจำกัดและเกิดประโยชน์มากที่สุด อย่างต่อเนื่องเพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติเป็นการยืนยันการดำเนินกิจกรรมของบริษัทตลอดไป

5. ดำเนินการลดปริมาณและเลิกใช้สารที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามที่ลูกค้าของเราได้กำหนดไว้

1.7.7 นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม

1. บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้วยความรับผิดชอบต่อผลกนะทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขององค์กร โดยยึดหลังดำเนินธุรกิจที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ มีจริยธรรม เคารพต่อหลักสิทธิมนุษยชน และผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสีย

2. มุ่งมั่นในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย และข้อกำหนดอื่นๆ หรือแนวปฏิบัติสากลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมุ่งมั่นพัฒนา ปรับปรุงเพื่อสร้างรากฐานของความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

1.7.8 อุดมการณ์ของบริษัท

1. มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ

2. เชิดชูความเป็นธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.9 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : วิศวกรซอฟต์แวร์ (Software engineer)
ลักษณะงาน : ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์

1.7.10 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

1. นางสาว ศลิษา เผือกเนียม ตำแหน่ง Supervisor
2. นาย วัฒพงศ์ ปุริโส ตำแหน่ง Electrical Engineer Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

เนื้อหาในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา และรายละเอียดเนื้อหาเพื่อใช้ประกอบการออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ โดยสามารถแบ่งเนื้อหา ได้ดังต่อไปนี้

2.1 การสื่อสารข้อมูล

2.2 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.3 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอีเธอร์เน็ตและเครือข่าย

2.4 พื้นฐานและหลักการแขนกลอุตสาหกรรม

2.5 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการวินโดว์

2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

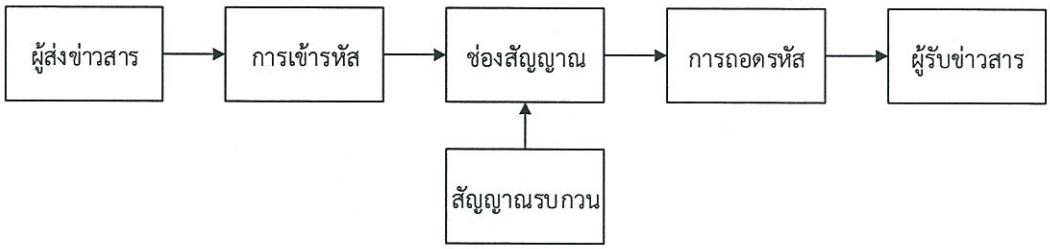
2.1 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล (Data Communications) หมายถึง การถ่ายโอน (Transmission) หรือแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data Exchange) กันระหว่างผู้ส่ง (Sender) และผู้รับ (Receiver) โดยผ่านช่องทางสื่อสาร (Data transmission Channels) เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูล (Medium) เพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับเกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน

วิธีการส่งข้อมูล จะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณ หรือรหัส จากนั้นจึงส่งไปยังผู้รับ และเมื่อถึงปลายทางหรือผู้รับก็จะต้องมีการแปลงสัญญาณนั้นกลับมาให้อยู่ในรูปที่มนุษย์ สามารถที่จะเข้าใจได้ ในระหว่างการส่งอาจจะมีอุปสรรค์ที่เกิดขึ้นก็คือ สิ่งรบกวน (Noise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 องค์ประกอบขั้นพื้นฐานของระบบ



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบขั้นพื้นฐานของระบบสื่อสารโทรคมนาคม

รูปที่ 2.1 แสดงถึงองค์ประกอบขั้นพื้นฐานของระบบสื่อสารโทรคมนาคม โดยมีรายละเอียดของส่วนประกอบแต่ส่วนดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ผู้ส่งข่าวสารหรือแหล่งกำเนิดข่าวสาร (Source) คือต้นกำเนิดของข้อมูลหรือสัญญาณต่าง ๆ เช่น สัญญาณภาพ ข้อมูล และเสียงเป็นต้น

2.1.1.2 การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการช่วยให้ผู้ส่งข่าวสารและผู้รับข่าวสารมีความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมาย จึงมีความจำเป็นต้องแปลงความหมายนี้ การเข้ารหัสจึงหมายถึงการแปลงข่าวสารให้อยู่ในรูปพลังงาน ที่พร้อมจะส่งไปในสื่อกลางทางผู้ส่งมีความเข้าใจต้องตรงกันระหว่างผู้ส่งและผู้รับ หรือมีรหัสเดียวกัน การสื่อสารจึงเกิดขึ้นได้

2.1.1.3 ช่องสัญญาณ (Channel) หมายถึงสื่อกลางหรือตัวกลางที่ข่าวสารเดินทางผ่าน สามารถเป็นได้ทั้งอากาศ สายนำสัญญาณต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งของเหลว เช่น น้ำ น้ำมัน เป็นต้น เปรียบเสมือนเป็นสะพานที่จะให้ข่าวสารข้ามจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง

2.1.1.4 สัญญาณรบกวน (Noise) เป็นสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ มักจะลดทอนหรือรบกวนระบบ ทำให้ข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน

2.1.1.5 การถอดรหัส (Decoding) หมายถึงการที่ผู้รับข่าวสารแปลงพลังงานจากสื่อกลางให้กลับไปอยู่ในรูปข่าวสารที่ส่งมาจากผู้ส่งข่าวสาร โดยมีความเข้าในหรือรหัสตรงกัน

2.1.1.6 ผู้รับข่าวสารหรือจุดหมายปลายทางของข่าวสาร (Destination) ซึ่งจะรับรู้จากสิ่งที่ผู้ส่งข่าวสาร หรือแหล่งกำเนิดข่าวสารส่งผ่านมาให้ จะนับเป็นการติดต่อสื่อสารที่บรรลุวัตถุประสงค์ ส่วนผู้รับสารหรือ จุดหมายปลายทางไม่ได้รับข่าวสาร แสดงว่าการสื่อสารนั้นไม่ประสบความสำเร็จ กล่าวคือไม่มีการสื่อสารเกิดขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ข่ายการสื่อสารข้อมูล

ข่ายการสื่อสารข้อมูล หมายถึง การรับส่งข้อมูลหรือสารสนเทศจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยอาศัยระบบการส่งข้อมูล ทางคลื่นไฟฟ้าหรือแสง อุปกรณ์ที่ประกอบเป็นระบบการสื่อสารข้อมูล โดยทั่วไปเรียกว่า ข่ายการสื่อสารข้อมูล (Data Communication Networks)

องค์ประกอบพื้นฐาน

1. หน่วยส่งข้อมูล (Sending Unit)

2. ช่องทางการส่งข้อมูล (Transmission Channel)

3. หน่วยรับข้อมูล (Receiving Unit)

วัตถุประสงค์หลักของการนำการสื่อการข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในองค์การประกอบด้วย

1. เพื่อรับข้อมูลและสารสนเทศจากแหล่งกำเนิดข้อมูล

2. เพื่อส่งและกระจายข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

3. เพื่อลดเวลาการทำงาน

4. เพื่อการประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งข่าวสาร

5. เพื่อช่วยขยายการดำเนินการองค์กร

6. เพื่อช่วยปรับปรุงการบริหารขององค์กร

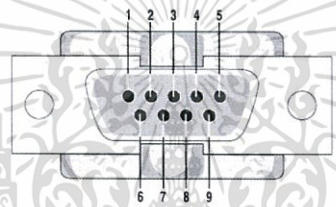
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (RS232) คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูล แบบอนุกรม (Serial) มีความสำคัญ ต่อการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้แป้นพิมพ์ และจอภาพของ PC เป็น อินพุต และ เอาต์พุต ในการติดต่อ หรือควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งพอร์ตอนุกรมจะแบ่งเป็นตัวผู้กับตัวเมีย สำหรับต่อเข้าหากัน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 พอร์ตอนุกรม (RS-232) ตัวผู้ (ซ้าย) และตัวเมีย (ขวา)

2.2.1 พินและหลักการทำงานของพิน



รูปที่ 2.3 พินของพอร์ตอนุกรม (RS-232)

รูปที่ 2.3 แสดงถึงพินของพอร์ตอนุกรม (RS-232) ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 9 พิน โดยแต่ละพินจะแบ่งมีชื่อเรียก รวมถึงหน้าที่การทำงานดังตารางที่ 2.1

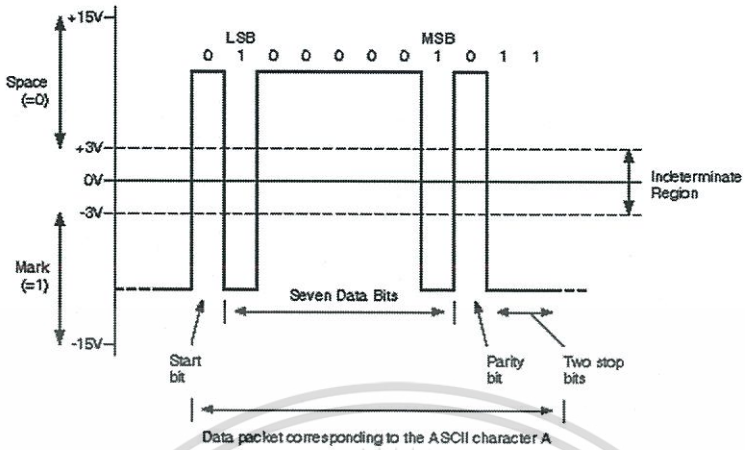
ตารางที่ 2.1 ความหมายและประเภทการทำงานในแต่ละพินของพอร์ตอนุกรม

พิน	หน้าที่ของพิน	รายละเอียด	ประเภท
1	Data Carrier Detect (DCD)	ตรวจสอบช่องทางของ DCE	อินพุต
2	Received Data (RXD)	รับข้อมูล	อินพุต
3	Transmitted Data (TXD)	ส่งข้อมูล	เอาท์พุต
4	Data Terminal Ready (DTR)	แจ้ง DCE ว่า DTE พร้อมสำหรับเชื่อมต่อ	เอาท์พุต
5	Signal Ground (GND)	กลาวด์	อินพุต
6	Data Set Ready (DSR)	แจ้ง DTE ว่า DCE พร้อมสำหรับเชื่อมต่อ	อินพุต
7	Request To Send (RTS)	แจ้ง DTE ว่า DCE พร้อมสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล	เอาท์พุต
8	Clear to Send (CTS)	แจ้ง DTE ว่า DCE พร้อมสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล	อินพุต
9	Ring Indicator (RI)	ตรวจสอบ Ringing signal จากสัญญาณ	อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หลักการรับ-ส่งข้อมูล

2.2.2.1 ระดับสัญญาณของ RS232C



รูปที่ 2.4 ย่านระดับสัญญาณที่พอร์ตอนุกรม (RS-232) รองรับ

จากรูปที่ 2.4 กล่าวถึงสัญญาณข้อมูลที่เกิดขึ้น จะมีค่าเป็น 0 กับ 1 โดยกำหนดข้อมูลในช่วงสัญญาณ +3 V ถึง +15 V มีค่าเป็น 0 และข้อมูลในช่วงสัญญาณ -3 V ถึง -15 V มีค่าเป็น 1

2.2.2.2 อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล โดยจะมีหน่วยเป็นจำนวนบิดต่อวินาที สำหรับค่า Baud rate มีค่าแปรผันผกผันกับความยาวสายสัญญาณดังนี้

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Baud rate กับความยาวของสายไฟที่รองรับ

Baud rate (บิตต่อวินาที)	ระยะสายไฟที่ยาวที่สุด (ฟุต)
19200	50
9600	500
4800	1000
2400	3000

จากตารางที่ 2.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Baud rate กับความยาวของสายไฟ ซึ่งการเลือกอัตราการส่งข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง,และปริมาณสัญญาณรบกวน Baud rate ของ RS-232 โดยทั่วไปจะกำหนดค่าไว้ที่ 9600 บิดต่อวินาที

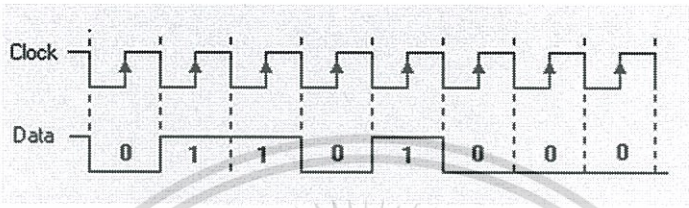
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 รูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรม

มีด้วยกันอยู่ 2 แบบ คือแบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

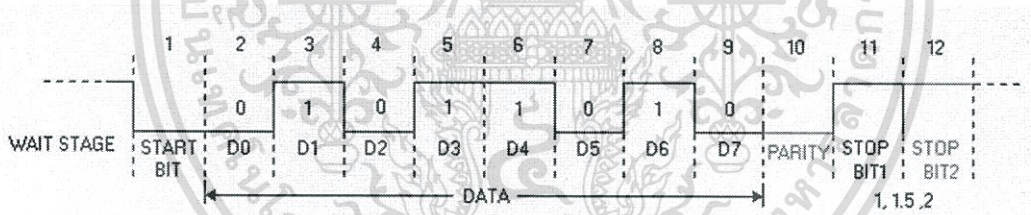
เป็นการรับส่งข้อมูล ที่ใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะเวลาการส่งข้อมูลร่วมอยู่ด้วยอีกเส้นหนึ่งใช้คู่กับสัญญาณข้อมูล ตัวอย่างการสื่อสารแบบซิงโครนัสแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การสื่อสารแบบซิงโครนัส

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การรับส่งข้อมูล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่จะใช้ให้ตัวส่งและตัวรับ มีอัตราส่งข้อมูล ที่เท่ากัน ตัวอย่างของการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การสื่อสารแบบอะซิงโรนัส

รูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด 1 บิต

2. บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต

3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิต (ไม่จำเป็นต้องมี)

4. บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับแรกเมื่อไม่มีการส่งข้อมูล data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือ สถานะหยุดรอ (Waiting stage)

เมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start bit) จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB) แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย)

สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

2.2.2.4 รูปแบบข้อมูลมาตรฐาน

การสื่อสารข้อมูลของ RS232 โดยมาตรฐาน จะใช้เป็นอักขระแบบ ASCII (The American Standard Code for Information Interchange)

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

รูปที่ 2.7 ชุดอักขระแบบ ASCII

จากรูปที่ 2.7 ตารางรวมของอักขระพิเศษในชุดอักขระ ASCII และค่าของอักขระตัวนั้นๆ ในรูปแบบข้อมูลเลขฐานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูลแบบอีเธอร์เน็ตและเครือข่าย

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) คือ กลุ่มของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาเชื่อมต่อกันผ่านอุปกรณ์ด้านการสื่อสารหรือสื่ออื่นใด ทำให้ผู้ใช้ในระบบเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนและใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครือข่ายร่วมกันได้

รูปที่ 2.8 เครืองข่ายคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.8 แสดงถึงตัวอย่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเครือข่ายสามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมากทั่วโลกเข้าด้วยกันเรียกว่า เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

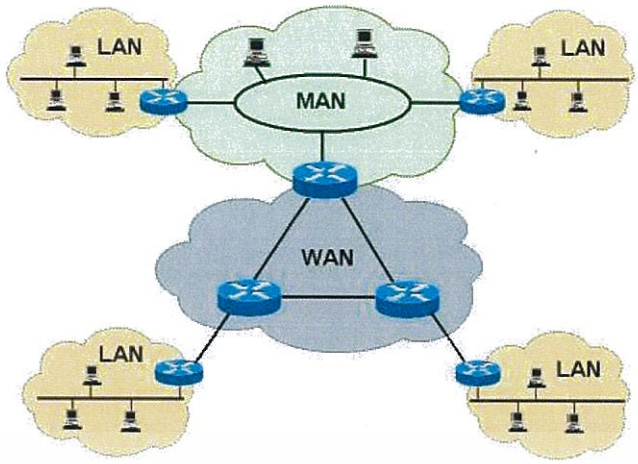
โครงสร้างของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1. เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network: LAN)
2. เครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network: MAN)
3. เครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network: WAN)

2.3.1 ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เครือข่ายสามารถจำแนกออกได้ หลายประเภทแล้วแต่เกณฑ์ที่ใช้ เช่น ขนาด ลักษณะการแลกเปลี่ยนข้อมูลของคอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยสามารถแบ่งการจำแนกประเภทของเครือข่ายออกได้เป็น 3 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ LAN MAN และ WAN

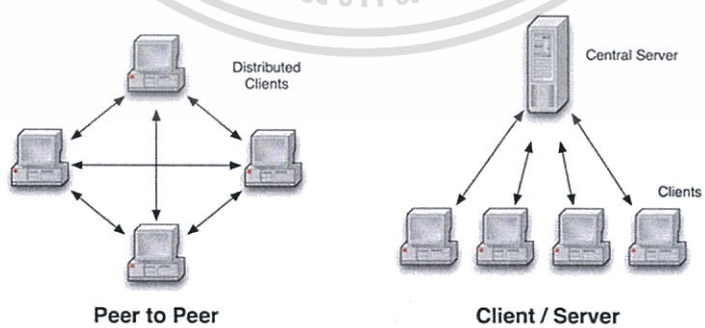
2.3.1.1 แบ่งตามขนาดทางกายภาพของเครือข่าย มีลักษณะดังรูปที่ 2.9 สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. LAN (Local Area Network): ระบบเครือข่ายระดับท้องถิ่นเป็นระบบเครือข่ายที่ใช้งานอยู่ในบริเวณที่ไม่กว้างนัก มีระยะห่างระหว่าง 100 เมตร ถึง 2 กิโลเมตร

2. MAN (Metropolitan Area Network): ระบบเครือข่ายระดับเมืองเป็นระบบเครือข่ายซึ่งมีระยะห่างระหว่าง 2 ถึง 20 กิโลเมตร

3. WAN (Wide Area Network): ระบบเครือข่ายระดับประเทศ หรือเครือข่ายบริเวณกว้างเป็น มีระยะของระบบที่อยู่ตั้งแต่ 20 กิโลเมตรขึ้นไป

2.3.1.2 แบ่งตามลักษณะหน้าที่การทำงานของคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.10 สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้



รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ Peer-to-Peer Network (ซ้าย) กับ Client-Server Network (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

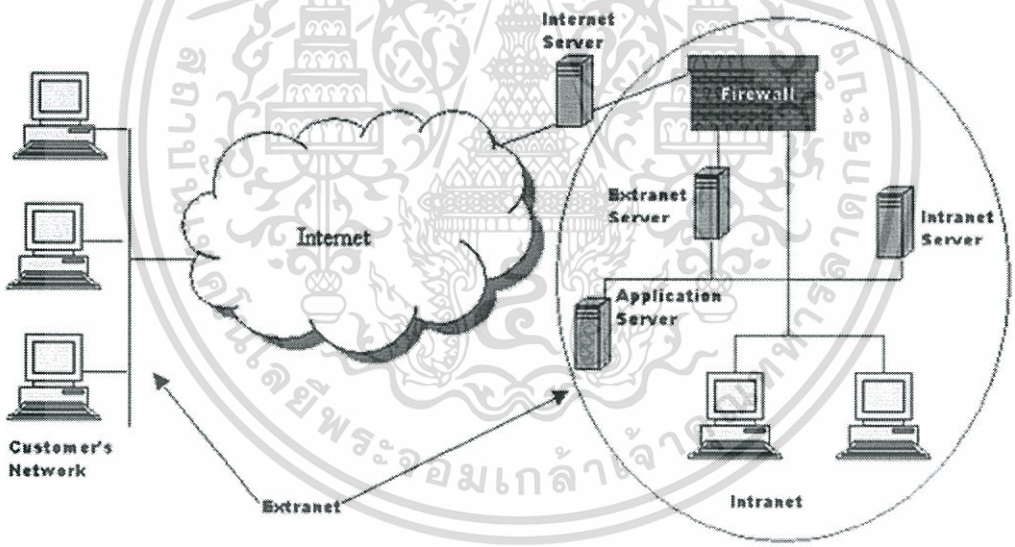
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรูปที่ 2.10 สามารถสรุปหน้าที่การทำงานของโครงข่ายแต่ละประเภทได้ดังนี้

1. Peer-to-Peer Network หรือเครือข่ายแบบเท่าเทียม เป็นการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะสามารถแบ่งทรัพยากรต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์หรือเครื่องพิมพ์ซึ่งกันและกันภายในเครือข่ายได้

2. Client-Server Network หรือเครือข่ายแบบผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการเป็นระบบที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องมีฐานะการทำงานที่เหมือน ๆ กัน โดยจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่อง Server ที่ทำหน้าที่ให้บริการทรัพยากรต่าง ๆ ให้กับ เครื่อง Client หรือเครื่องที่ขอใช้บริการ การจัดการในด้านรักษาความปลอดภัยนั้น จะทำกันบนเครื่อง Server เพียงเครื่องเดียว และมีการกำหนดสิทธิการเข้าใช้ทรัพยากรต่าง ๆให้กับเครื่องผู้ขอใช้บริการ หรือเครื่อง Client

2.3.1.3 แบ่งตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล การแบ่งประเภทเครือข่ายตามระดับความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ อินเทอร์เน็ต (Internet) อินทราเน็ต (Intranet) และ เอ็กส์ทราเน็ต (Extranet) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 เปรียบเทียบระบบเครือข่ายแบบ Internet Intranet และ Extranet

1. อินเทอร์เน็ต(Internet) เป็นเครือข่ายสาธารณะที่ทุกคนสามารถเชื่อมต่อเข้าได้ เครือข่ายนี้จะไม่มีความปลอดภัยของข้อมูลเลย ถ้าทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่แชร์ไว้บนอินเทอร์เน็ตได้ ในทางตรงกันข้าม อินทราเน็ตเป็นเครือข่ายส่วนบุคคล ข้อมูลจะถูกแชร์เฉพาะผู้ที่ใช้อยู่ข้างในเท่านั้น หรือผู้ใช้อินเทอร์เน็ตไม่สามารถเข้ามาดูข้อมูลในอินทราเน็ตได้ ถึงแม้ว่าทั้งสองเครือข่ายจะมีการเชื่อมต่อกันอยู่ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
147134

2. เอ็กทราเน็ต(Intranet) เป็นเครือข่ายแบบกึ่งอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต กล่าวคือ การเข้าใช้เอ็กส์ทราเน็ตนั้นมีการควบคุมการรับส่ง-ข้อมูลในระดับหนึ่ง

3. เอ็กส์ทราเน็ต(Extranet) เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อระหว่างองค์กรเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลบางอย่างซึ่งกันและกัน ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลนี้ต้องมีการควบคุม เพราะเฉพาะข้อมูลบางอย่างเท่านั้นที่ต้องการแลกเปลี่ยน

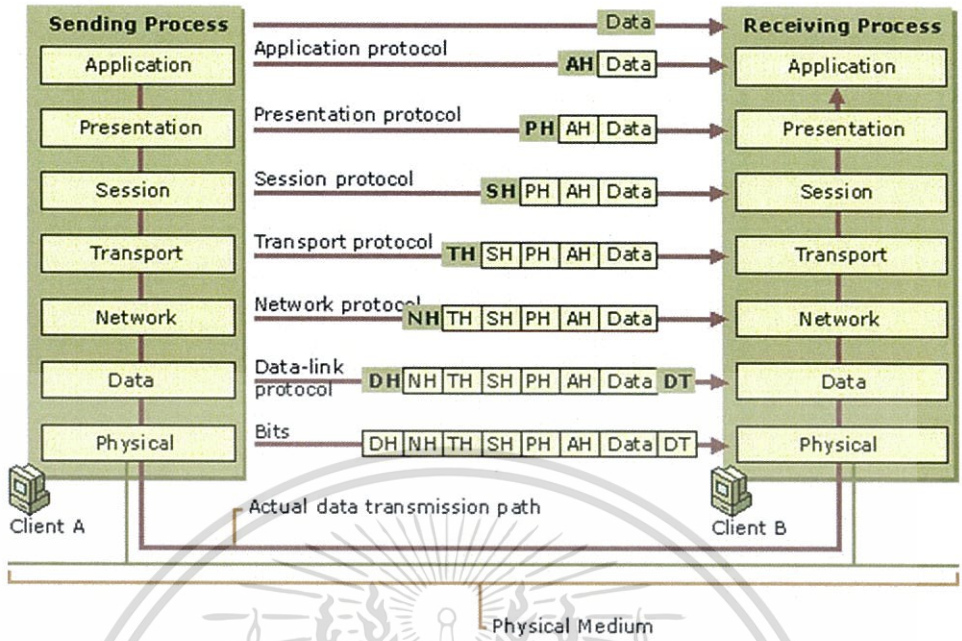
หลังจากทราบถึงข้อมูลที่ได้กล่าวมานั้น องค์ประกอบหลักที่สำคัญในการสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้ส่งกับผู้รับคือ โปรโตคอลสำหรับสื่อสารระหว่างกัน มาตรฐานสำหรับการสื่อสารนั้นมีอยู่หลากหลาย เปรียบเสมือนภาษาแต่ละภาษา ทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสารข้อมูล ดังนี้จึงได้มีการสร้างมาตรฐานทางโครงสร้างสถาปัตยกรรมของโปรโตคอลสื่อสารโดยองค์กร ISO (International Standard Organization) (เดชานุชิต, 2548 : 1) คือ โปรโตคอล OSI

2.3.2 สถาปัตยกรรม OSI

สถาปัตยกรรม OSI เป็นโครงสร้างมาตรฐานสำหรับการติดต่อสื่อสารข้อมูล โดยจุดมุ่งหมายของโปรโตคอล OSI คือ การจัดแบ่งการดำเนินงานพื้นฐานของเครือข่ายและกำหนดหน้าที่ของแต่ละชั้น โดยไม่แบ่งโครงสร้างออกในแต่ละชั้นจนมากเกินไป แต่ละชั้นมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกันหน้าที่การทำงานคล้ายกันจะถูกจัดให้อยู่ในชั้นเดียวกัน จะเลือกเฉพาะการทำงานที่เคยใช้ได้ผลประสบความสำเร็จมาแล้ว กำหนดหน้าที่ทำงานเฉพาะง่ายๆ สำหรับในมีการออกแบบหรือเปลี่ยนแปลงใหม่ทางด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอินเตอร์เฟตมาตรฐาน หรือเรียกอีกอย่างคือเป็นอินเตอร์เฟตมาตรฐานที่มีความยืดหยุ่น (เรืองไกล, 2544 : 25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 โครงสร้างมาตรฐานของ OSI



รูปที่ 2.12 โครงสร้างมาตรฐานของ OSI

จากรูปที่ 2.12 โครงสร้างของ OSI จะแบ่งออกได้เป็น 7 ชั้น ดังนี้

1. ระดับชั้นฟิสิคัล (Physical Layer) เป็นชั้นล่างสุด และเป็นชั้นเดียวที่มีการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างคอมพิวเตอร์สองระบบที่ทำการรับส่งข้อมูล ในชั้นที่ 1 นี้จะมีการกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองระบบ เช่น สายที่ใช้รับส่งข้อมูลจะเป็นแบบไหน ข้อต่อที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีมาตรฐานอย่างไร ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่าใด สัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีรูปร่างอย่างไร ข้อมูลในชั้นที่ 1 นี้จะมองเห็นเป็นการรับส่งข้อมูลทีละบิตเรียงต่อกันไป

2. ระดับชั้นดาต้าลิงค์ (Datalink Layer) เป็นชั้นที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลในระดับฮาร์ดแวร์ โดยเมื่อมีการสั่งให้รับข้อมูลจากใน ชั้นที่ 3 ลงมา ชั้นที่ 2 จะทำหน้าที่แปลคำสั่งนั้นให้เป็นคำสั่งควบคุมฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูล ทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลของระดับฮาร์ดแวร์ และทำการแก้ข้อผิดพลาดที่ได้ตรวจพบ ข้อมูลที่อยู่ใน ชั้นที่ 2 จะอยู่ในรูปของเฟรม เช่น ถ้าฮาร์ดแวร์ที่ใช้เป็น Ethernet LAN ข้อมูลจะมีรูปร่างของเฟรม ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานของ Ethernet หากว่าฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลเป็นชนิดอื่น รูปร่างของเฟรม จะเปลี่ยนไปตามมาตรฐานนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระดับชั้นเน็ตเวิร์ค (Network Layer) ทำหน้าที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้านรับและด้านส่งเข้าหากันผ่านระบบเครือข่าย พร้อมทั้งเลือกหรือกำหนดเส้นทางที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน และส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับไปยังอุปกรณ์ในเครือข่ายต่าง ๆ จนกระทั่งถึงปลายทาง ในชั้นที่ 3 ข้อมูลที่รับส่งกันจะอยู่ในรูปแบบของกลุ่มข้อมูลที่เรียกว่า Packet หรือ Frame ข้อมูลชั้นที่ 4, 5, 6 และ 7 มองเห็นเป็นคำสั่งและ Dialog ต่าง ๆ นั้น จะถูกแปลงและผนึกรวมอยู่ในรูปของแพ็กเก็ต หรือเฟรม ที่มีเพียงแอดเดรสของผู้รับ, ผู้ส่ง, ลำดับการรับส่ง และส่วนของข้อมูลเท่านั้น หน้าที่อีกประการหนึ่ง คือ การทำ Call Setup หรือเรียกติดต่อคอมพิวเตอร์ปลายทางก่อนการรับส่งข้อมูล และการทำ Call Cleaning หรือการยกเลิกการติดต่อคอมพิวเตอร์เมื่อการรับส่งข้อมูลจบลงแล้ว ในกรณีที่มีการรับส่งข้อมูลนั้นต้องมีการติดต่อกันก่อน

4. ระดับชั้นทรานสปอร์ต (Transport Layer) ทำหน้าที่เชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลระดับสูงของชั้นที่ 5 มาเป็นข้อมูลที่รับส่งในระดับฮาร์ดแวร์ เช่น แปลงค่าหรือชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายให้เป็น network address พร้อมทั้งเป็นชั้นที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลจากปลายด้านส่งถึงปลายด้านรับข้อมูล ให้ข้อมูลมีการไหลลื่นตลอดเส้นทางตามจังหวะที่ควบคุมจาก Layer ที่ 5 โดยในชั้นที่ 4 นี้ จะเป็นรอยต่อระหว่างการรับส่งข้อมูลซอฟท์แวร์กับฮาร์ดแวร์การรับส่งข้อมูลของระดับสูงจะถูกแยกจากฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลที่ชั้นที่ 4 และจะไม่มีส่วนใดผูกติดกับฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลในระดับล่าง ดังนั้นฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลในระดับล่างลงไปจากชั้นที่ 4 จึงสามารถสับเปลี่ยน และใช้ข้ามไปมากับซอฟท์แวร์รับส่งข้อมูลในระดับที่อยู่ข้างบน (ตั้งแต่ชั้นที่ 4 ขึ้นไปถึงชั้นที่ 7) ได้ง่าย หน้าที่อีกประการหนึ่งของชั้นที่ 4 คือ การควบคุมคุณภาพการรับส่งข้อมูลให้มีมาตรฐานในระดับที่ตกลงกันทั้งสองฝ่าย และการตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เหมาะกับลักษณะการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในเครือข่าย เช่น หากชั้นที่ 5 ต้องการส่งข้อมูลที่มีความยาวเกินกว่าที่ระบบเครือข่ายที่จะส่งให้ชั้นที่ 4 ก็จะทำหน้าที่ตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วส่งไปให้ผู้รับ ข้อมูลที่ได้รับปลายทางก็จะถูกนำมาต่อกันที่ชั้นที่ 4 ของด้านผู้รับ และส่งไปให้ชั้นที่ 5 ต่อไป

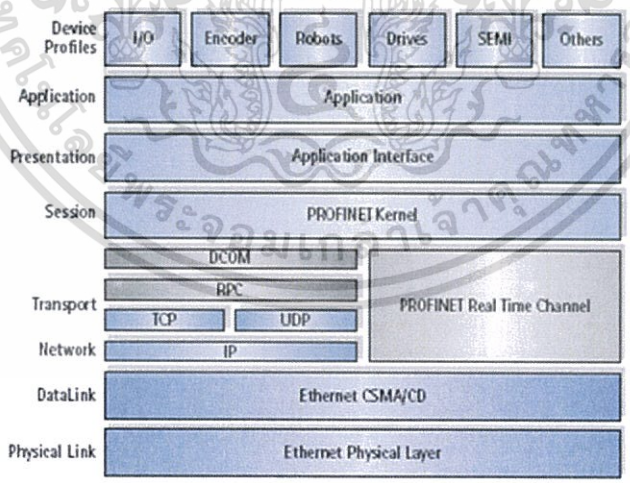
5. ระดับชั้นเซสชั่น (Session Layer) ทำหน้าที่ควบคุม “จังหวะ” ในการรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้าน ที่รับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูลกันให้มีความสอดคล้องกัน (Synchronization) และกำหนดวิธีที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล เช่น อาจจะเป็นในการสลับกันส่ง (Half Duplex) หรือการรับส่งข้อมูลพร้อมกันทั้งสองด้าน (Full Duplex) ข้อมูลที่รับส่งในชั้นที่ 5 จะอยู่ในรูป dialog หรือประโยคสนทนาโต้ตอบกันระหว่างด้านรับและด้านส่งข้อมูล เช่น เมื่อได้รับข้อมูลส่วนแรกจากผู้ส่ง ก็จะตอบโต้กลับให้ผู้ส่งได้รู้ว่าได้รับข้อมูลส่วนแรกแล้ว พร้อมที่จะรับข้อมูลส่วนถัดไป ซึ่งคล้ายกับการสนนาโต้ตอบกันระหว่างผู้รับและผู้ส่งนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระดับชั้นพรีเซนเทชั่น (Presentation Layer) เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ตกลงกับคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่งในระดับชั้นเดียวกันว่า การรับส่งข้อมูลในระดับโปรแกรมประยุกต์จะมีขั้นตอนและข้อบังคับอย่างไร ข้อมูลที่รับส่งกันในชั้นที่ 6 จะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลชั้นสูงมีกฎ(Syntax) บังคับแน่นอน เช่น ในการกก็อปปี้ไฟล์จะมีขั้นตอนย่อยประกอบกัน คือสร้างไฟล์ที่กำหนดขึ้นมาเสียก่อน จากนั้นจึงเปิดไฟล์ แล้วทำการรับข้อมูลจากปลายทางลงมาเก็บลงในไฟล์ที่สร้างขึ้นใหม่นี้ โดยเนื้อหาของข้อมูลที่ทำการรับส่งระหว่างกัน ก็คือคำสั่งของขั้นตอนย่อยๆข้างต้นนั่นเอง นอกจากนี้ชั้นที่ 6 ยังทำหน้าที่แปลคำสั่งที่ได้รับจากชั้นที่ 7 ให้เป็นคำสั่งระดับปฏิบัติการส่งให้ ที่ 5 ต่อไป

7. ระดับชั้นแอพพลิเคชั่น (Application Layer) เป็นชั้นที่อยู่บนสุดของขบวนการรับส่งข้อมูล ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ โดยจะรับคำสั่งต่างๆ จากผู้ใช้ส่งให้คอมพิวเตอร์แปลความหมายและทำงานตามคำสั่งที่ได้รับในระดับโปรแกรมประยุกต์ เช่น การแปลความหมายของการกดปุ่มบนเมาส์ให้เป็นคำสั่งในการก็อปปี้ไฟล์ หรือ ดึงข้อมูลมาแสดงบนจอภาพ เป็นต้น ซึ่งการแปลคำสั่งจากผู้ใช้ส่งให้กับคอมพิวเตอร์รับไปทำงานนี้ จะต้องแปลออกมาถูกต้องตามกฎ (Syntax) ที่ใช้ในระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการก็อปปี้ไฟล์เกิดขึ้นในระบบ คำสั่งที่ใช้จะต้องสร้างไฟล์ได้ถูกต้อง มีชื่อไฟล์ยาวไม่เกินจำนวนที่ระบบปฏิบัติการนั้นกำหนดไว้ รูปแบบของชื่อไฟล์ตรงตามข้อกำหนด เป็นต้น

หลังจากทราบถึงรายละเอียดขององค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรม OSI แล้ว จะสามารถสรุปการทำงานได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ข้อมูลโครงสร้างภายในของ OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 สถาปัตยกรรมทีซีพี ไอพีและยูดีพี

2.3.3.1 TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน มี 3 ประการคือ

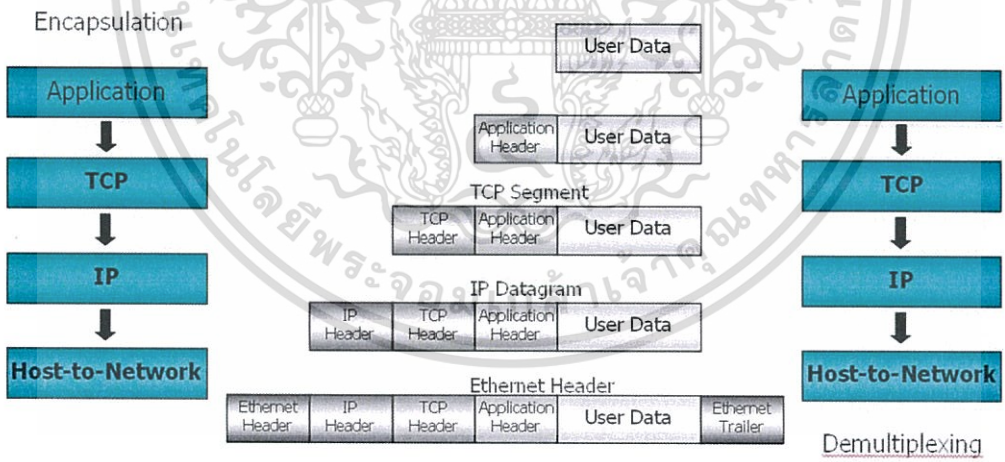
1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ เพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ

3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วนและแบบ Real-Time ทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data) สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3.2 Encapsulation/Demultiplexing

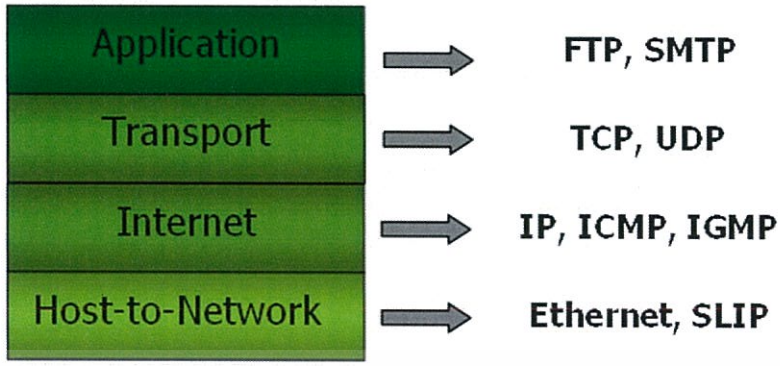
การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Demultiplexing ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 กระบวนการ Encapsulation และ Demultiplexing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3 โครงสร้าง TCP/IP สามารถแบ่งได้ดังรูปที่ 2.15 โดยมีรายละเอียดดังนี้



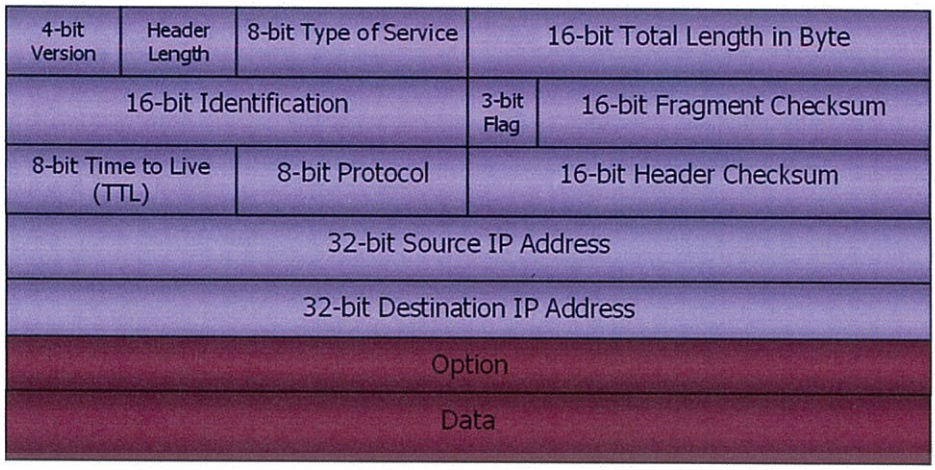
รูปที่ 2.15 โครงสร้าง TCP/IP

1. ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer) โพรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2. ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer) ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

ก. IP (Internet Protocol) IP เป็นโปรโตคอลในระดับเน็ตเวิร์คเลเยอร์ ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและข้อมูล และควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม (datagram) เพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาด MTU (Maximum Transmission Unit) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet ,Token Ring หรือ Apple Talk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 IP Header

จากรูปที่ 2.16 เฮดเดอร์ของ IP โดยปกติจะมีขนาด 20 bytes ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง ฟิลด์ของเฮดเดอร์ IP จะมีความหมายดังนี้

1. Version: หมายเลขเวอร์ชันของโปรโตคอล ที่ใช้งานในปัจจุบันคือ เวอร์ชัน 4 (IPv4) และเวอร์ชัน 6 (IPv6)

2. Header Length: ความยาวของเฮดเดอร์ โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วน option จะมีค่าเป็น 5 (5*32 bit)

3. Type of Service (TOS): ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเราเตอร์ในการตัดสินใจเลือกการเราต์ข้อมูลในแต่ละดาต้าแกรม แต่ในปัจจุบันไม่ได้มีการนำไปใช้งานแล้ว

4. Length: ความยาวทั้งหมดเป็นจำนวนไบต์ของดาต้าแกรม ซึ่งด้วยขนาด 16 บิตของฟิลด์ จะหมายถึงความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม คือ 65535 byte (64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริงข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆตามขนาดของ MTU ที่กำหนดในลิงค์เลเยอร์ และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะมีขนาดของดาต้าแกรมไม่เกิน 512 byte

5. Identification: เป็นหมายเลขของดาต้าแกรมในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรมเมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มี identification เดียวกันมารวมกัน

6. Flag: ใช้ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรม

7. Fragment Offset: ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลในดาต้าแกรมที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Time to Live (TTL): กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรมจะถูกส่งระหว่าง hop (การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ค) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งไป 1 hop จะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

9. Protocol: ระบุโปรโตคอลที่ส่งในดาต้าแกรม เช่น TCP, UDP หรือ ICMP

10. Header Checksum: ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเฮดเดอร์

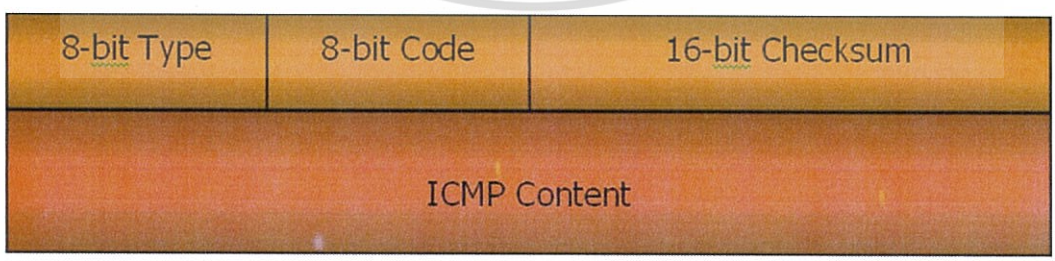
11. Source IP Address: หมายเลข IP ของผู้ส่งข้อมูล

12. Destination IP Address: หมายเลข IP ของผู้รับข้อมูล

13. Data: ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

2.3.3.4 โครงสร้าง ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรม (Datagram) ในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ ICMP จะถูกส่งออกไปยังโฮสต้นทางเพื่อรายงานข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ดี ไม่มีอะไรรับประกันได้ว่า ICMP Message ที่ส่งไปจะถึงผู้รับจริงหรือไม่ หากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มี ICMP Message ฟ้อง Error กลับมา ก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลถูกส่งไปถึงปลายทางอย่างเรียบร้อย หรืออาจจะมีปัญหา ในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรม และ ICMP Message ที่ส่งกลับมาก็มีปัญหาระว่างทางก็ได้ ICMP จึงเป็นโปรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (unreliable) ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ โปรโตคอลในระดับสูงกว่า Network Layer ในการจัดการให้การสื่อสารนั้นๆ มีความน่าเชื่อถือในส่วนของ ICMP Message จะประกอบด้วย Type ขนาด 8 บิต Checksum ขนาด 16 บิต และส่วนของ Content ซึ่งจะมีขนาดแตกต่างกันไปตาม Type และ Code ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ICMP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.5 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

แบ่งเป็นโพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

แบ่งเป็นโพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

1. TCP: (Transmission Control Protocol)

ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (connection-oriented)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. UDP: (User Datagram Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างดาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไข หรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง, หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้องแต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด

2.3.4 ไอพีแอดเดรส

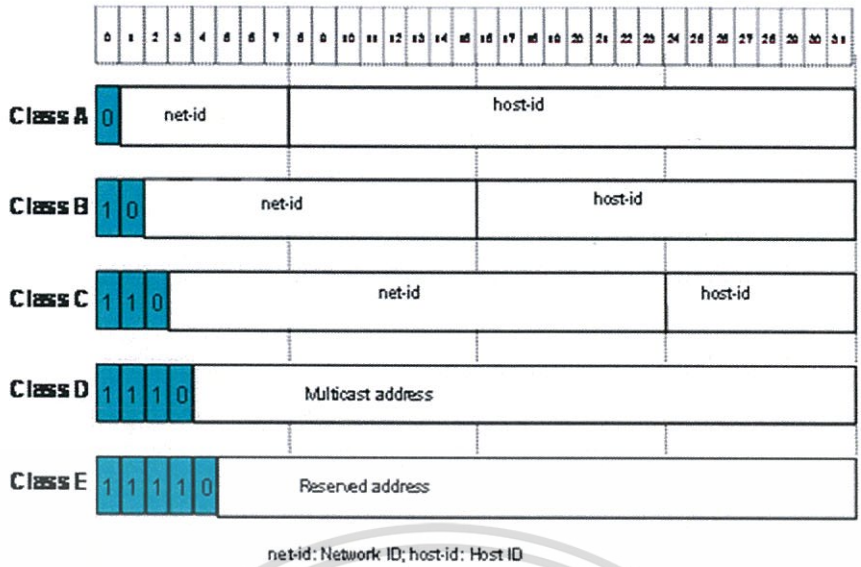
IP Address หรือ หมายเลขไอพี คือ หมายเลขประจำตัวที่ใช้ในการระบุตัวตนของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น computer, router และ server ที่อยู่ในเครือข่าย ซึ่งปัจจุบันที่ใช้งานอยู่นี้จะเป็นเวอร์ชั่น 4 (IPV4) ซึ่งจะต่างกับ MAC Address ตรงที่ค่า IP Address นั้นสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ แต่ในเครือข่ายเดียวกันต้องไม่ซ้ำกันต้อง

IP Address เป็นชุดตัวเลขฐานสองขนาด 32 บิต โดยเพื่อให้ง่ายในการจำจึงแบ่งออกเป็น 4 ส่วนๆ ละ 8 บิต (หรือ 1 Byte) คั่นแต่ละส่วนด้วยจุด (.) แล้วแทนค่าเป็นเลขฐาน 10 แต่ละส่วนมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 255 ตัวอย่างเช่น 11000000.00000001.00000010.00000011 เขียนแทนค่าเป็นเลขฐาน 10 ได้เป็น 193.1.2.3

2.3.4.1 Class ของ IP Address

IP Address นั้นจะแบ่งออกเป็น 5 classes คือ A, B, C, D และ E แต่ขณะนี้ใช้เพียง 3 classes คือ Class a, Class B และ Class C ซึ่งค่า IP Address นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรูปด้านล่าง ส่วนแรกเป็น Network number ส่วนที่สองเป็น Host number คือ คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 Class ของ IP Address

IP Address Class A

Class A ใช้ไบต์แรก (8 bit) เป็น Network number และให้บิตแรก เป็น 0 จึงมี Network number ระหว่าง 0 - 127 (126 เครือข่าย) ส่วน Host number ใช้ 3 ไบต์ (24 บิต) จึงมีคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้ถึง 16,777,124 เครื่อง เหมาะสำหรับเครือข่ายส่วนบุคคล

ช่วงของ IP Address ใน Class A คือ ตั้งแต่ 1.0.0.0 - 127.255.255.255

IP Address Class B

Class B ใช้ 2 ไบต์แรก (16 bit) เป็น Network number และให้ 2 บิตแรก เป็น 10 จึงมี Network number เท่ากับ 2 ยกกำลัง (16-2) หรือ 16,382 เครือข่าย ส่วน Host number ใช้ 2 ไบต์ (16 bit) จึงมีคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้ถึง 65,534 เครื่อง

ช่วงของ IP Address ใน Class B คือ ตั้งแต่ 128.0.0.0 - 191.255.255.255

IP Address Class C

Class C ใช้ 3 ไบต์แรก (24 bit) เป็น Network number และให้ 3 บิตแรก เป็น 110 จึงมี Network number เท่ากับ 2 ยกกำลัง (23.3) หรือ 2,097,152 เครือข่าย ส่วน Host number ใช้ 1 ไบต์ (8 bit) จึงมีคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้ถึง 254 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงของ IP Address ใน Class C คือ ตั้งแต่ 192.0.0.0 - 223.255.255.255

IP Address Class D

Class D จะกำหนดให้ 4 บิตแรก เป็น 1110 ใช้ในการทำ Multicasting ช่วงของ IP Address ใน Class D คือ ตั้งแต่ 224.0.0.0 - 239.255.255.255

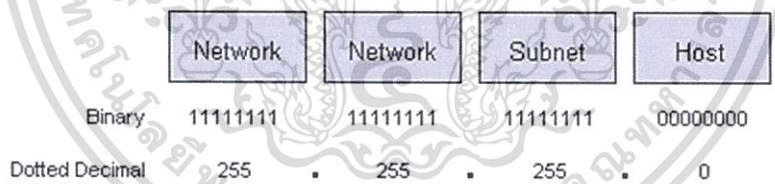
IP Address Class E

Class E จะกำหนดให้ 5 บิตแรก เป็น 11110 โดยสงวนไว้สำหรับอนาคต ช่วงของ IP Address ใน Class E คือ ตั้งแต่ 240.0.0.0 - 247.255.255.255

2.3.5 ซับเน็ตและซับเน็ตมาร์ค

Subnet คือ การแบ่งเครื่อข่ายใหญ่ให้เป็นหลายเครื่อข่ายย่อยโดยการนำเอาบิตที่เป็นส่วนของ Host ID มาเป็น Network ID ผลที่ได้ คือ จำนวน Network ID หรือ เครื่อข่ายจะเพิ่มขึ้น แต จำนวนของ Host ID หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์จะลดลง

Subnet Mask คือ ตัวเลขที่ใช้แสดงว่าส่วนไหนของ IP Address เป็น Network ID และส่วนไหนเป็น Host ID ซึ่ง Subnet Mask จะมีความยาวเท่ากับ IP Address คือ 32 bit โดยในส่วน Network ID นั้นทุก bit จะเป็น 1 และในส่วน Host ID นั้นทุก bit จะเป็น 0



รูปที่ 2.19 Subnet & Subnet Mask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรูปแบบของ Subnet mask จะแบ่งได้ดังตารางที่ 2.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 รูปแบบของ Subnet mask

รูปแบบ	Subnet Mast	เลขฐานสิบ
1	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
2	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
3	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

Subnet mask สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของคลาส C ได้ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 คลาส C ของ Subnet mask

Bit	Subnet mask	เลขฐานสิบ	จำนวน Subnet	จำนวน Host
1	11111111 11111111 11111111 10000000	255.255.255.128	2	126
2	11111111 11111111 11111111 11000000	255.255.255.192	4	62
3	11111111 11111111 11111111 11100000	255.255.255.224	8	30
4	11111111 11111111 11111111 11110000	255.255.255.240	16	14
5	11111111 11111111 11111111 11111000	255.255.255.248	32	6
6	11111111 11111111 11111111 11111100	255.255.255.252	64	2
7	11111111 11111111 11111111 11111110	255.255.255.254	128	1
8	11111111 11111111 11111111 11111111	255.255.255.255	254	0

โดยวัตถุประสงค์หรือเหตุผลในการต้องทำ Subnet นั้น ก็เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการระบบเครือข่าย และป้องกันการมีข้อมูลที่ไม่จำเป็นมากเกินไปในเครือข่าย โดยเฉพาะใน Class A และ B ซึ่งมีจำนวน Host ได้ 16,777,124 และ 65,534 ตามลำดับ ซึ่งถ้าไม่ทำการแบ่ง Subnet แล้วเครือข่ายจะใหญ่มาก ทำให้ปริมาณ Broadcast มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทางด้านการทำ Subnet นั้นมีหลักการอยู่ 2 ข้อ คือ

1. หมายเลขส่วนที่เป็น Subnet (Subnet ID) นั้นไม่สามารถเป็น 0 ได้ทั้งหมด โดยหากเป็น 0 ทั้งหมดจะเป็นการอ้างถึง “Network”

2. หมายเลขส่วนที่เป็น Subnet (Subnet ID) นั้นไม่สามารถเป็น 1 ได้ทั้งหมด โดยหากเป็น 1 ทั้งหมดจะใช้สำหรับการ “Broadcast”

โดยจะสามารถสรุปความแตกต่างระหว่างคลาสได้ตามตารางที่ 2.5 ดังนี้

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างไอพีกับซับเน็ตมาร์ค

Class	Subnet Mask ฐานสิบ	จำนวนของโฮสต่อหนึ่งเน็ตเวิร์ค	จำนวนของเน็ตเวิร์ค	ช่วงของหมายเลยไอพี
A	255.0.0.0	16 ล้าน	127	1.0.0.0 - 126.255.255.255
B	255.255.0.0	65000	16000	126.0.0.0 - 191.255.255.255
C	255.255.255.0	254	2 ล้าน	192.0.0.0 - 255.255.255.255
D	สำหรับ Multicast Group			224.0.0.0 - 239.255.255.255
E	สำหรับการใช้งานในอนาคต หรือการวิจัยและพัฒนา			240.0.0.0 - 254.255.255.254

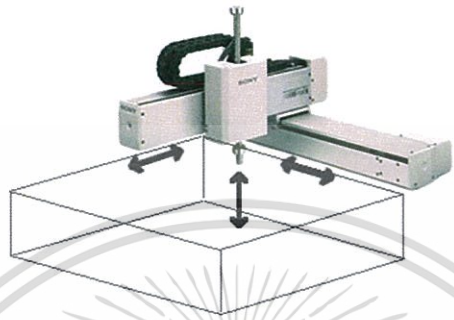
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พื้นฐานและหลักการของแขนกลอุตสาหกรรม

แขนกล หรือ หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมการทำงานได้ โดยจะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้ (Degree of freedom : DOF) อย่างน้อย 3 แกนขึ้นไป

2.4.1 การแบ่งชนิดของแขนกล

2.4.1.1 หุ่นยนต์ Cartesian (Gantry)



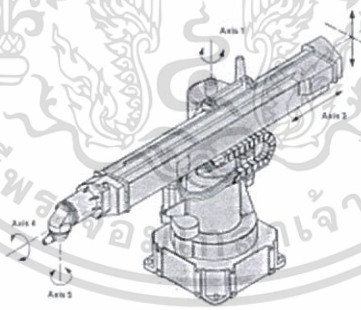
รูปที่ 2.20 หุ่นยนต์ Cartesian

องศาการเคลื่อนที่ (DOF) : 3 แกน

ลักษณะการเคลื่อนที่ : แบบเชิงเส้นทั้ง 3 แกน

โครงสร้าง : มีทั้งแบบคล้าย Overhead Crane หรือแบบไม่มีขาตั้ง

2.4.1.3 หุ่นยนต์ Spherical



รูปที่ 2.21 หุ่นยนต์ Spherical

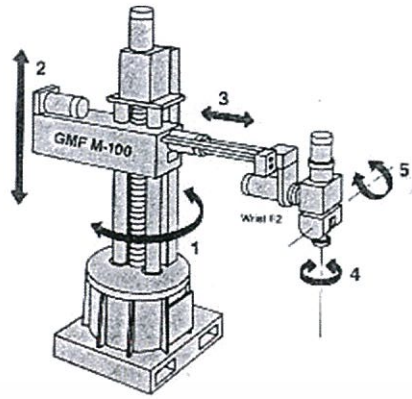
องศาการเครื่องที่ (DOF) : 5 แกน

ลักษณะการเคลื่อนที่ : แบบเชิงเส้น 2 แกน และแบบหมุน 3 แกน

โครงสร้าง : เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่เป็นแนวทรงครึ่งวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 หุ่นยนต์ Cylindrical



รูปที่ 2.22 หุ่นยนต์ Cylindrical

องศาการเครื่องที่ (DOF) : 5 แกน

ลักษณะการเคลื่อนที่ : แบบเชิงเส้น 2 แกน และแบบหมุน 3 แกน

โครงสร้าง : เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่เป็นแนวทรงกระบอก

2.4.1.4 หุ่นยนต์ SCARA

รูปที่ 2.23 หุ่นยนต์ SCARA

องศาการเครื่องที่ (DOF) : 3 แกน

ลักษณะการเคลื่อนที่ : แบบเชิงเส้น 1 แกน และแบบหมุน 2 แกน

โครงสร้าง : เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ได้รวดเร็วและแม่นยำในแนวระนาบ

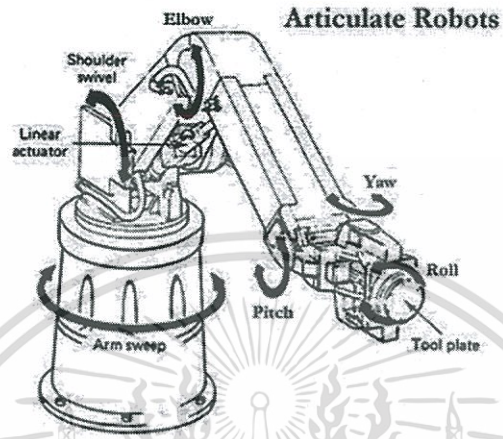
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 แขนกล (Articulated Arm)

องศาการเครื่องที่ (DOF) : 6 แกน

ลักษณะการเคลื่อนที่ : แบบหมุนทั้ง 6 แกน

โครงสร้าง : เป็นแขนกลที่เคลื่อนที่ได้คล้ายแขนมนุษย์



รูปที่ 2.24 แขนกล (Articulated Arm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 โครงสร้างและหลักการทำงานแขนกล

เนื่องด้วยโครงงานฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นโดยใช้หุ่นยนต์ ประเภท แขนกลหกแกน ยี่ห้อ Epson รุ่น C4 ในลำดับต่อไป จะเป็นการอธิบายถึงส่วนประกอบเบื้องต้น และหลักการทำงานของแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4

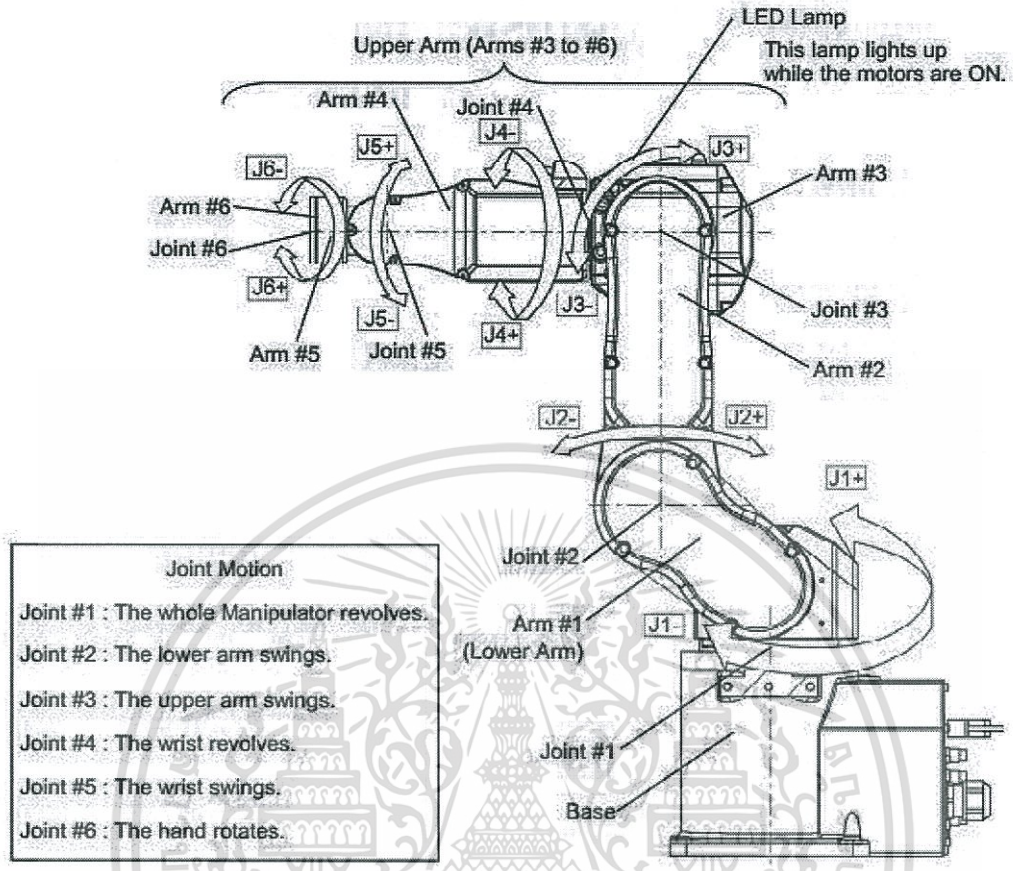
รูปที่ 2.25 แขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4 (ซ้าย) และ รุ่น C3 (ขวา)

2.4.2.1 องค์ประกอบพื้นฐานของแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4

- แขนกล (Articulated Arm) รุ่น C4
- คอนโทรลเลอร์ (Controller) รุ่น RC-700
- สายเชื่อมต่อ สามารถใช้ได้ 2 ประเภท ได้แก่ USB และ Ethernet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวแขนกล (Articulated Arm) จะมีโครงสร้างตัวแขนดังรูป 2.26



รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4

จะมีจำนวนองศาการเคลื่อนที่ทั้งหมด 6 แกน โดยทุกแกนจะเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งรายละเอียดแต่ละแกนมีดังนี้

แกนที่ 1 : หมุนรอบตัวฐานของแขนกล

แกนที่ 2 : หมุนโครงแขนส่วนล่างขึ้น-ลง

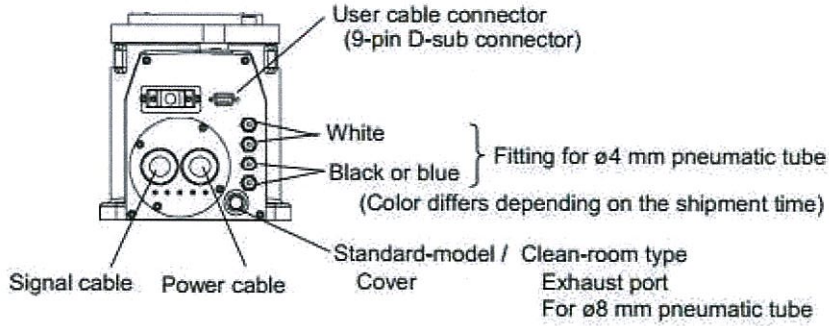
แกนที่ 3 : หมุนโครงแขนส่วนบนขึ้น-ลง

แกนที่ 4 : หมุนปลายแขนโดยรอบ

แกนที่ 5 : หมุนปลายแขนขึ้น-ลง

แกนที่ 6 : หมุนตัวมือ

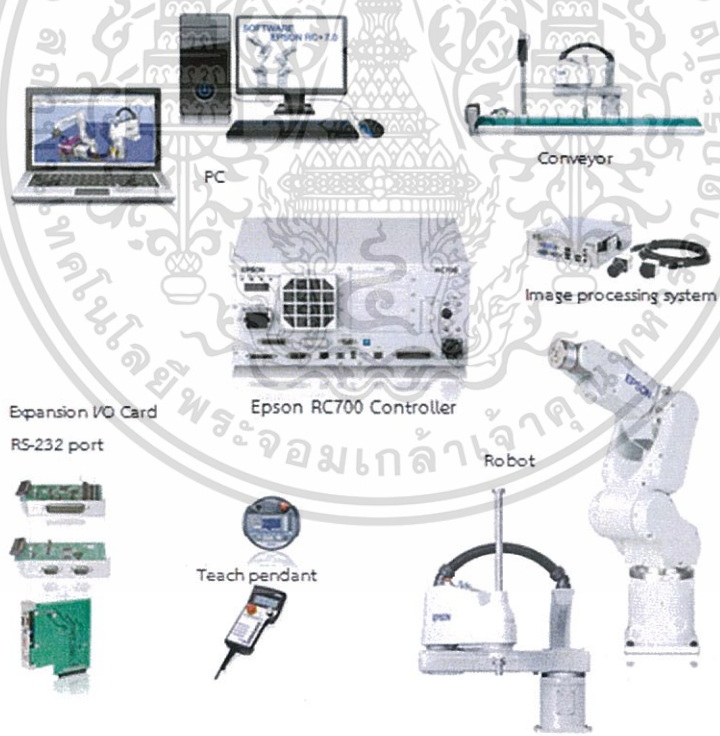
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 ส่วนฐานของแขนกล ยี่ห้อ Epson รุ่น C4

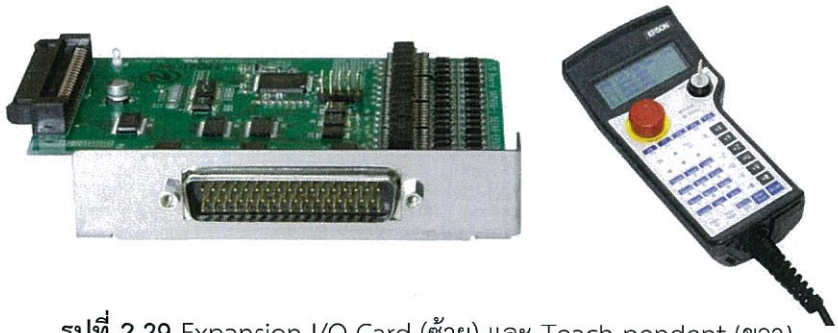
สำหรับส่วนด้านหลังฐานของแขนกลจะมีช่องสำหรับเสียบสายสัญญาณเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ สายไฟสำหรับจ่ายกระแส รวมทั้งช่องต่อสายลมให้กับตัวปลาย (End-Effector)

สำหรับทางด้านคอนโทรลเลอร์นอกจากเป็นตัวควบคุมแขนกลแล้วยังเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูป 2.28



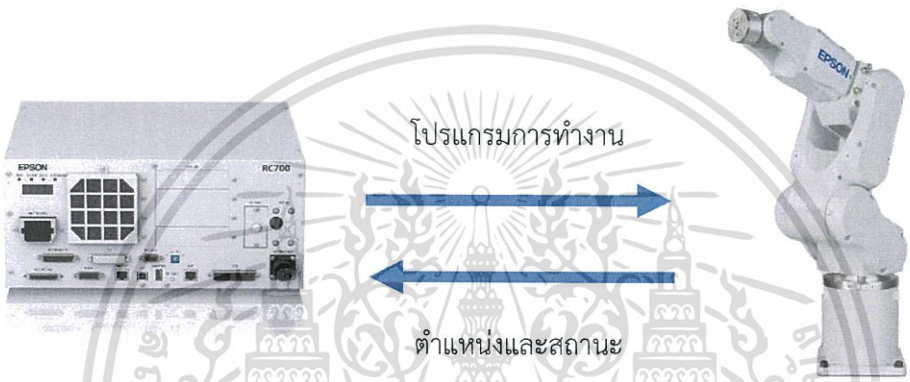
รูปที่ 2.28 อุปกรณ์เสริมสำหรับคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 Expansion I/O Card (ซ้าย) และ Teach pendent (ขวา)

2.4.2.2 หลักการทำงานของแขนกล Epson



รูปที่ 2.30 การทำงานของแขนกล Epson

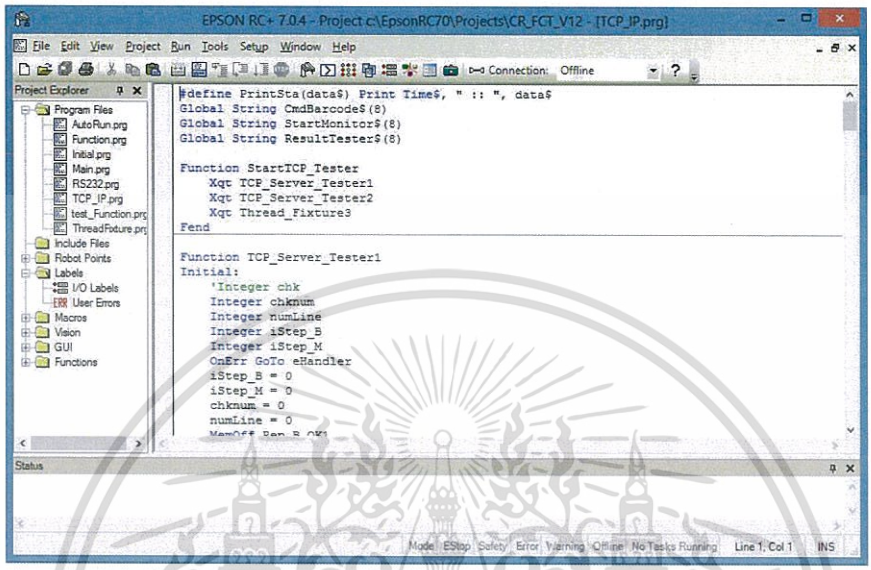
จากรูปที่ 2.30 คอนโทรลเลอร์จะเป็นส่วนทำสั่งการแขนกลให้ทำงาน โดยภายในตัวคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บตัวโปรแกรมและข้อมูลตำแหน่งพิกัด (Point) ความเร็ว ความเร่ง รวมทั้งเส้นทางและรูปแบบการเคลื่อนที่สำหรับให้ตัวแขนกลเคลื่อนที่ตามจุดที่กำหนด

ส่วนทางด้วยตัวแขนกลเมื่อเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายแล้วจะทำการส่ง Feedback กลับมาเป็นตำแหน่งปัจจุบันหรือตำแหน่งปลายทางเมื่อการเคลื่อนที่เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การโปรแกรมแขนกล Epson

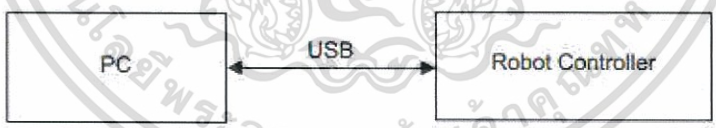
การเขียนซอฟต์แวร์ของแขนกล Epson จะใช้โปรแกรม Epson RC+ 7 เขียนด้วย ภาษา SPEL+ ในการควบคุมสั่งการเคลื่อนไหว รวมทั้งการรับ-ส่งข้อมูล โดยจะมีลักษณะของ Syntax คล้ายกับภาษา Basic



รูปที่ 2.31 โปรแกรม Epson RC+ 7

2.4.3.1 รูปแบบการเชื่อมต่อแขนกลกับโปรแกรม

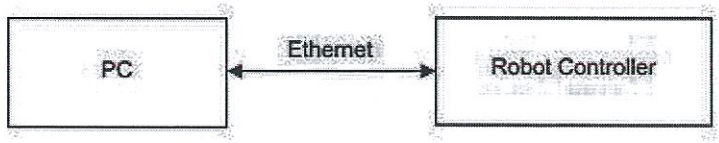
สามารถเชื่อมต่อได้ 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 2.32 ถึง 2.34



รูปที่ 2.32 การเชื่อมต่อโปรแกรมกับแขนกลผ่านทางพอร์ต USB

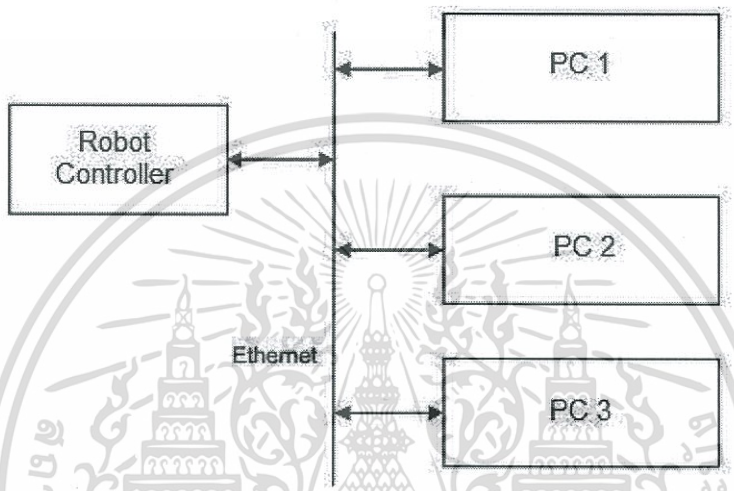
รูปที่ 2.32 เป็นการเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างคอลโทรเลอร์ของแขนกลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 การเชื่อมต่อโปรแกรมกับแขนกลผ่านทางพอร์ต Ethernet

รูปที่ 2.33 เป็นการเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างคอลโทรเลอร์ของแขนกลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต Ethernet สำหรับรับส่งข้อมูล



รูปที่ 2.34 การเชื่อมต่อแขนกลกับคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่านทางพอร์ต Ethernet

รูปที่ 2.34 เป็นการเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างคอลโทรเลอร์ของแขนกลกับคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่านทางพอร์ต Ethernet โดยกำหนดให้คอลโทรเลอร์ของแขลกลเป็นโฮส ส่วนคอมพิวเตอร์เป็นลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โครงสร้างพื้นฐานของ Windows และการจัดการ Windows (HWND)

Windows เป็น OS ที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทางด้านการใช้งานทั่วไป จะเป็นโครงสร้างแบบของซอฟต์แวร์จะเป็นอิสระต่อกันเปรียบเสมือนหน้าต่างแต่ละบาน โดยโครงสร้างของหน้าต่างจะมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 เดสท็อปวินโดว์ (Desktop Window)

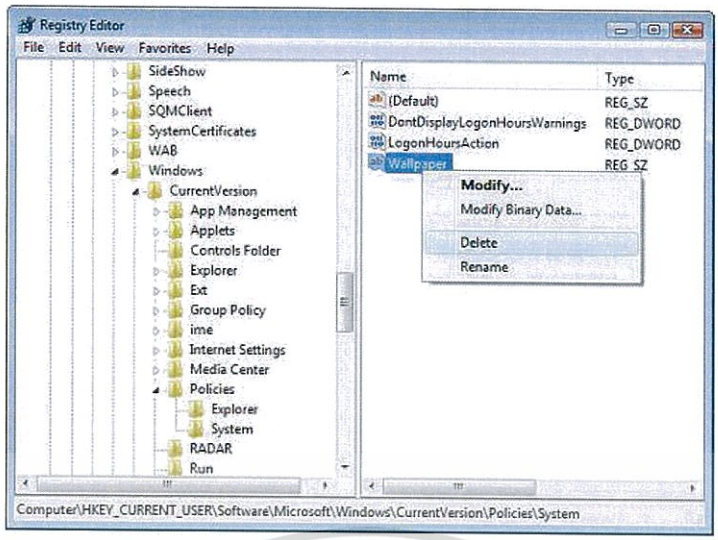
รูปที่ 2.35 หน้าเดสท็อปของวินโดว์

เมื่อระบบ Windows เริ่มทำงาน จะสร้างหน้า Desktop ขึ้นมาอัตโนมัติ หน้า Desktop จะเป็นส่วนของระบบที่วาดพื้นหลังของหน้าจอ Windows และเป็นเสมือนฐานในการแสดงหน้าต่างของซอฟต์แวร์ทุกตัวแสดงหน้าจอเดสท็อปดังรูปที่ 2.35

เดสท็อปวินโดว์จะใช้ภาพชนิด bitmap ในการวาดพื้นหลังของหน้าจอ รูปแบบการสร้าง bitmap เรียกว่า Desktop Wallpaper โดยค่าเริ่มต้นเดสท็อปวินโดว์จะใช้ภาพจาก .bmp ที่ระบุไว้ในรีจีสทรีของ Desktop Wallpaper

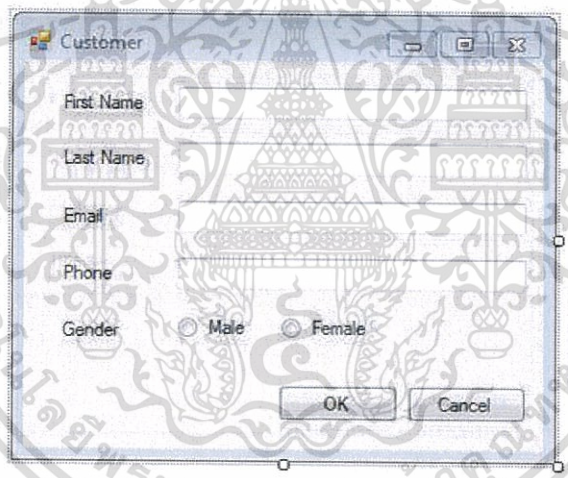
โดยที่คุณลักษณะของพื้นหลังรวมไปถึงภาพพื้นหลังจะถูกจัดเก็บไว้ในรีจีสทรีของวิทโดว์ ดังรูปที่ 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 รีจีสทรีของพื้นหลังในหน้าเดสท็อป

2.5.2 แอพพลิเคชั่นวินโดว์ (Application Windows)

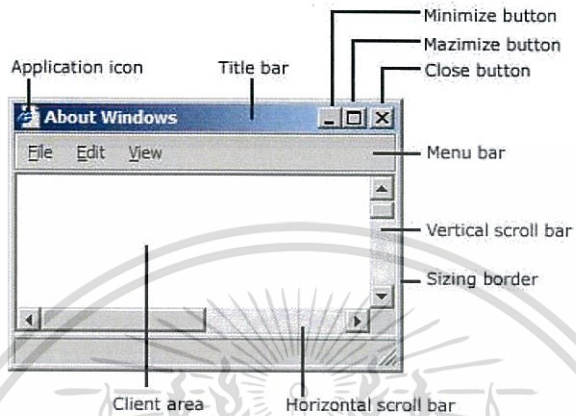


รูปที่ 2.37 ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นวินโดว์

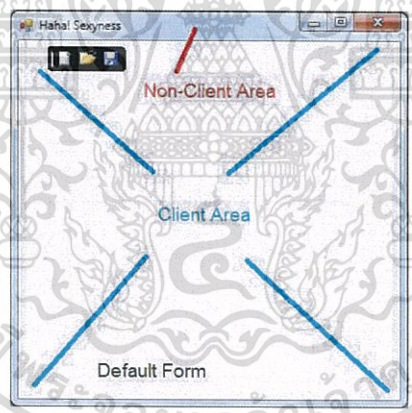
รูปที่ 2.37 แสดงถึงการสร้างวินโดว์แอพพลิเคชั่นจะมีอย่างน้อยหนึ่งหน้าต่าง เรียกว่าหน้าต่างหลัก (Main window) ใช้เป็นหน้าอินเทอร์เฟสที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้งาน(User) กับแอพพลิเคชั่น โดยส่วนใหญ่แอพพลิเคชั่นจะมีหน้าต่างอื่นๆ ที่อาจมีความเกี่ยวเนื่องหรือเป็นอิสระต่อการทำงานของ main window ในการทำงานของแต่ละหน้าต่านจะเป็นส่วนแสดงผล ส่วนการรับข้อมูลจะมาจากผู้ใช้งานเมื่อเปิดแอพพลิเคชั่น จะมีปุ่ม taskbar ที่ภายในเป็น icon และ title แสดงอยู่ด้านบนของหน้าต่างแอพพลิเคชั่น เมื่อแอพพลิเคชั่นนั้นทำงานอยู่ Taskbar จะอยู่ในสถานะแสดงผลเสมือนถูกกดขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างแอพพลิเคชั่นประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ แถบชื่อเรื่อง (Title bar) แถบเมนู (Menu bar) ปุ่มย่อ (Minimize button) ปุ่มขยายขนาดเต็มหน้าจอ (Maximize button) ปุ่มคืนค่าขนาด (Restore button) ปุ่มปิด (Close button) เส้นขอบ (Sizing Border) พื้นที่ผู้ใช้งาน (Client Area) แถบเลื่อน (Vertical scroll bar) หน้าต่างหลักของแอพพลิเคชั่นจะมีองค์ประกอบเหล่านี้รวมเข้าด้วยกัน โดยส่วนประกอบข้างต้นจะแสดงดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 โครงสร้างของแอพพลิเคชั่นวินโดว์



รูปที่ 2.39 พื้นที่ของหน้าต่าง

โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนพื้นฐานเหล่านี้ด้วย แสดงดังรูปที่ 2.39 ซึ่งรายละเอียดของแต่ละองค์สามารถอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 พื้นที่สำหรับใช้งาน (Client Area)

Client Area เป็นส่วนหนึ่งของหน้าต่าง ที่แอพพลิเคชั่นใช้แสดงผลลัพธ์ ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ ยกตัวอย่าง เมื่อแอพพลิเคชั่นถูกเรียกขึ้นมา Desktop จะแสดงหน้าหลักของแอพพลิเคชั่นนั้น ซึ่งจะมีส่วนที่เป็นฟังก์ชัน เรียกว่า Window procedure ใช้สำหรับประมวลผลค่าที่รับเข้ามาของหน้าต่างนั้นและแสดงผลลัพธ์ในบริเวณ Client Area

2.5.2.2 พื้นที่สำหรับระบบ (Non-client Area) มีส่วนประกอบดังนี้

แถบชื่อเรื่อง (Title bar) แถบเมนู (Menu bar) ปุ่มย่อขนาด (Minimize button) ปุ่มขยายขนาดเต็มหน้าจอ (Maximize button) ปุ่มย่อขนาดเล็กสุด (Restore button) ปุ่มปิด (Close button) เส้นขอบ (Sizing Border) และแถบเลื่อน (Vertical scroll bar) ทั้งหมดรวมกันเป็น พื้นที่ของระบบ (Non-client area) เป็นส่วนที่จัดการโดยระบบปฏิบัติการ ใช้เป็นตัวควบคุมลักษณะการแสดง client area ของโปรแกรมนั้นๆ เช่น ขนาดของหน้า การย่อ การปิด

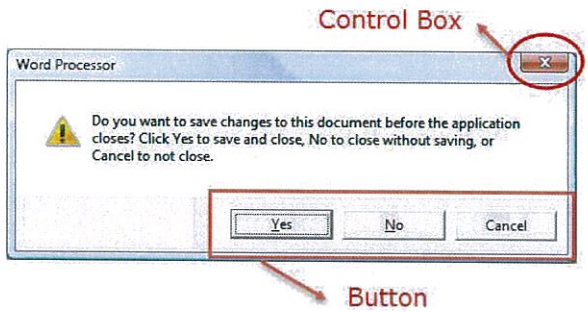
แถบชื่อเรื่อง (Title bar) จะแสดงรูปไอคอน(Icon) และข้อความชื่อโปรแกรมหรือข้อความที่ระบุเป้าหมายของโปรแกรม โดย Title bar จะถูกระบุเมื่อเกิดการสร้างหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมา นอกจากนี้ Title bar ใช้สำหรับเลื่อนหน้าต่างโดยใช้เมาส์

แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะมี แถบเมนู (Menu bar) ใช้เก็บชุดคำสั่งต่างๆ ที่กำหนดไว้ โดยจะแสดงเป็นแคตตาล็อกคำสั่ง การกดลงไปบนปุ่มคำสั่งบน Menu bar จะเปิด pop-up menu แสดงคำสั่งการทำงานที่เขียนไว้ และเรียกใช้โดยการคลิกที่คำสั่งที่ต้องการ โดย Window Menu จะถูกสร้างและจัดการโดยระบบปฏิบัติการ จะเก็บค่ากลุ่มเมนูคำสั่ง

ปุ่มที่อยู่มุมด้านบน-ขวา จะใช้ควบคุมขนาดและตำแหน่งของหน้าต่าง เมื่อกดปุ่มขยายเต็มหน้าจอ (Maximize button) ระบบจะขยายหน้าต่างนั้น ในขณะเดียวกันระบบจะแทนที่ปุ่มขยายเต็มหน้าจอ (Maximize button) ด้วยปุ่มคืนค่าขนาด (Restore button) เมื่อกดปุ่มคืนค่าขนาด (Restore button) ระบบจะปรับขนาดและตำแหน่งของหน้าต่างให้กลับมาอยู่ในสภาพก่อนที่จะขยาย ส่วนปุ่มย่อจะใช้ย่อขนาดหน้าต่างให้อยู่ในบริเวณปุ่ม Taskbar ซึ่งปุ่ม Taskbar จะกลับมาอยู่ในสถานะปกติ ในการคืนค่าให้อยู่ในตำแหน่งก่อนหน้าให้คลิกที่ปุ่ม Taskbar และหากต้องการปิดโปรแกรมกดปุ่มปิด (Close button)

เส้นขอบ (Sizing border) เป็นบริเวณรอบหน้าต่าง ใช้สำหรับให้ผู้ใช้งานเปลี่ยนขนาดของหน้าต่าง และยังมีแถบเลื่อน (Scroll bar) แปลงค่าอินพุทของเมาส์หรือคีย์บอร์ดเป็นค่าการเลื่อนข้อมูลของแอพพลิเคชั่น โดยจะมีทั้งแนวตั้งและแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 กล่องข้อความ

2.5.2.3 กล่องควบคุมและกล่องข้อความ (Control and Dialog box)

แอพพลิเคชั่นสามารถสร้างหน้าต่างหลากประเภทอยู่ภายในหน้าต่างหลัก รวมทั้งตัวควบคุม (Control) และกล่องข้อความ (Dialog box)

ตัวควบคุม (Control) คือหน้าต่างที่ใช้รับค่าข้อมูลเฉพาะจากผู้ใช้งาน (User) เช่น ชื่อของไฟล์ที่เปิด ตำแหน่งของเคอร์เซอร์เมื่อกดกล่องข้อความ แอพพลิเคชั่นยังใช้ตัวควบคุมยังรับข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานแอพพลิเคชั่น ตัวอย่างเช่น โปรแกรมประมวลผลข้อความโดยทั่วไปใช้ตัวควบคุมเพื่อให้ผู้ใช้ความสามารถลากเมาส์คลุมข้อความที่ต้องการได้

ตัวควบคุมจำเป็นใช้ควบคู่กับหน้าต่างประเภทอื่น โดยปกติแล้วจะใช้คู่กับกรอบสนทนา (Dialog box) ซึ่งเป็นหน้าต่างที่มีตัวควบคุมตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป แอพพลิเคชั่นจะนำกรอบสนทนามาแสดงผลให้ผู้ใช้งานสำหรับใส่อินพุตคำสั่งที่ต้องการ เช่น แอพพลิเคชั่นที่ใช้คำสั่งในการเปิดไฟล์จะแสดงกรอบสนทนาที่มีตัวอยู่คุมอยู่ให้ผู้ใช้เลือกตำแหน่งและชื่อไฟล์ผ่านทางกรอบสนทนา ส่วนการเปิดไฟล์จะใช้ตัวควบคุม กรอบสนทนาจะไม่ได้มีองค์ประกอบโดยรวมเหมือนกับหน้าต่างหลัก โดยกรอบสนทนาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแถบชื่อ (Title bar) หน้าต่างเมนู (Window menu) เส้นขอบ (Non-sizing) และพื้นที่ผู้ใช้งาน (Client area) แต่กระนั้นโดยมากจะไม่มีแถบเมนู (Menu bar) ปุ่มย่อและปุ่มขยายเต็มหน้าจอ (Minimize & Maximize button) หรือแถบเลื่อน (Scroll bar)

กล่องข้อความ (Message box) เป็นกรอบสนทนาชนิดพิเศษที่ใช้แสดงข้อความ ข้อมูล คำเตือนให้กับผู้ใช้งาน ตัวอย่างเช่น กล่องข้อความแจ้งผู้ใช้งานว่าแอพพลิเคชั่นเกิดข้อขัดข้องขณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.4 คุณลักษณะของหน้าต่าง (Windows Attribute)

แอพพลิเคชั่นจำเป็นต้องให้ชุดข้อมูลเพื่อแสดงคุณลักษณะของแอพพลิเคชั่น เมื่อทำงานเปิดหน้าต่างขึ้นมา ยกเว้นประเภทตัวจัดการระบบ (Window Handle) ซึ่งสร้างฟังก์ชันสำหรับคืนค่าเฉพาะหลังจากเปิดหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมา โดยคุณลักษณะที่จำเป็นมีดังนี้

1. ชื่อคลาส (Class Name)

ทุกๆหน้าต่างอยู่ภายใต้คลาสของหน้าต่าง (Window class) แอพพลิเคชั่นจะต้องเชื่อมกับคลาสของหน้าต่าง ก่อนที่จะสร้างหน้าต่างของคลาสนั้น คลาสของหน้าต่างจะระบุข้อมูลโดยรวมของหน้าต่าง ทั้งด้านลักษณะรูปร่างและพฤติกรรมการทำงาน องค์ประกอบหลักของคลาสของหน้าต่างคือกระบวนการทำงานหน้าต่าง (Window procedure) จะเป็นฟังก์ชันที่ใช้รับและประมวลผลอินพุทและคำขอทั้งหมดที่ส่งไปยังหน้าต่าง ระบบจะส่งอินพุทและคำขอมาในรูปของข้อความ

2. ชื่อหน้าต่าง (Window Name)

ชื่อหน้าต่างเป็นข้อความอักขระที่แสดงชื่อของหน้าต่างนั้นๆ ให้กับผู้ใช้ หน้าต่างหลัก กรอบสนทนาหรือกล่องข้อความ โดยทั่วไปหากมีแถบข้อมูลอยู่จะแสดงชื่อหน้าต่างของมันบนแถบข้อมูล ในบางครั้งตัวควบคุม (Control) จะแสดงชื่อหน้าต่าง เช่น ปุ่ม (Button) ตัวควบคุมที่แก้ไขได้ (Edit control) หรือตัวควบคุมคงที่ (Static control) ชื่อหน้าต่างจะอยู่ข้างในกรอบสี่เหลี่ยมของมัน อย่างไรก็ตามตัวควบคุมบางประเภทเช่น กล่องแสดงผลกลุ่ม (List boxes) กล่องเลือกข้อมูล (Combo boxes) จะไม่ปรากฏชื่อหน้าต่าง เพื่อที่จะเปลี่ยนชื่อหน้าต่างหลังจากสร้างหน้าต่างแล้ว สามารถใช้ฟังก์ชัน SetWindowText ฟังก์ชันนี้จะใช้ฟังก์ชัน GetWindowTextLength และ GetWindowTet เพื่อรับค่าชื่อหน้าต่างในปัจจุบันมาก่อน

3. รูปแบบของหน้าต่าง (Window Style)

หน้าต่างทุกอันจะมีรูปแบบส่วนตัว รูปแบบของหน้าต่างจะเป็นค่าคงที่ที่ระบุขนาด ลักษณะของมัน รวมทั้งพฤติกรรมการทำงานที่ไม่ได้ระบุไว้ในคลาสหน้าต่าง แอพพลิเคชั่นจะตั้งค่ารูปแบบหน้าต่าง ในขณะที่เปิดหน้าต่างขึ้นมา และยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ภายหลังโดยใช้ฟังก์ชัน SetWindowLong

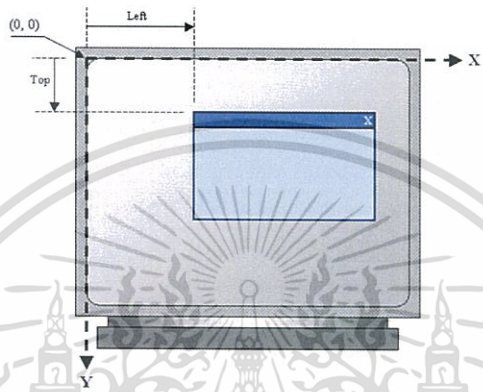
สำหรับการแก้ไขหรือเพิ่มเติมคุณลักษณะของคลาสนี้ เพื่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบของหน้าต่าง บางรูปแบบสามารถเปลี่ยนได้ทุกหน้าต่าง แต่ในบางรูปแบบจะใช้ได้เฉพาะคลาสของหน้าต่างที่ระบุไว้เท่านั้น รูปแบบของหน้าต่างโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปตัวแปรที่ขึ้นต้นด้วย WS_ ซึ่งจะสามารถรวมรูปแบบแต่ละชนิดเข้าด้วยกันได้โดยใช้กระบวนการ OR รวมทั้งรูปแบบของหน้าต่างหลัก กรอบสนทนาและหน้าต่างลูก รูปแบบของหน้าต่างที่เฉพาะเจาะจงจะระบุรูปร่าง ลักษณะและพฤติกรรมของหน้าต่างที่ขึ้นกับคลาสควบคุมที่ระบุไว้ก่อนหน้า เช่น คลาสของแถบเลื่อน (SCROLLBAR class) ใช้สำหรับควบคุมแถบเลื่อน ส่วน SBS_HORZ และ SBS_VART จะเป็นคำสั่งที่ใช้ระบุว่าแถบเลื่อนที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นจะทำงานในแนวตั้งหรือแนวนอน สำหรับรูปแบบที่สามารถใช้ในการควบคุมแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รูปแบบเพิ่มเติมของหน้าต่าง (Extended Window Style)

ภายในหน้าต่างสามารถเลือกที่จะเพิ่มรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่านั้นได้ โดยรูปแบบเพิ่มเติมของหน้าต่างจะกำหนดชื่อค่าคงที่เพื่อระบุรูปร่าง ลักษณะและพฤติกรรมที่ไม่ได้ระบุไว้ในคลาสของหน้าต่างหรือรูปแบบอื่นๆของหน้าต่าง แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะตั้งค่ารูปแบบเพิ่มเติมของหน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรม แต่กระนั้นหลักจากการเปิดโปรแกรมแล้วสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ด้วยฟังก์ชัน SetWindowsLong

5. ตำแหน่ง (Position)



รูปที่ 2.41 ตำแหน่งและพิกัดของหน้าต่าง

ตำแหน่งของหน้าต่างจะกำหนดโดยใช้มุมบนซ้ายเป็นจุดเริ่มต้น (0,0) หรือบางกรณีจะเรียกว่าพิกัดของหน้าต่าง โดยจะเป็นสัดส่วนกับมุมบนซ้ายของจอภาพ หรือสำหรับหน้าต่างลูก ขอบบนซ้ายของหน้าต่างแม่บริเวณมุมบนซ้ายจะเป็นจุดเริ่มต้น ตัวอย่างเช่น หน้าต่างระดับบนสุดที่มีพิกัด (45,45) คือวางออกห่างจากมุมบนซ้ายเข้ามาทางขวาล่างทิศละ 45 พิกเซล หากเป็นหน้าต่างลูกที่มีพิกัด (20,10) คือวางออกห่างจากมุมบนซ้ายมาทางด้านขวา 20 พิกเซล และด้านล่าง 10 พิกเซล

ฟังก์ชัน WindowsFromPoint จะใช้รับค่าสำหรับจัดการเรื่องที่เกี่ยวกับพิกัดจุด คล้ายกับฟังก์ชัน ChildWindowFormPoint และ ChildWindowFromPointEx จะรับค่าสำหรับจัดการกับจุดพิกัดของหน้าต่างลูกที่อยู่ภายในหน้าต่างแม่ แต่ฟังก์ชัน ChildWindowFromPointEx จะมีผลกับหน้าต่างลูกที่มีคุณลักษณะที่ถูกปิดการมองเห็น (Invisible) ถูกปิด (Disable) และถูกทำให้โปร่งใส (Transparent) ในขณะที่ ChildWindowFromPoint ไม่มีผล

6. ขนาด (Size)

ขนาดของหน้าต่าง (ความกว้าง/ความสูง) จะกำหนดในหน่วยพิกเซล หน้าที่สามารถมีความกว้างหรือความสูงเป็นค่าศูนย์ หากแอพพลิเคชั่นตั้งค่าความกว้างและความสูงเป็นศูนย์ ระบบจะตั้งขนาดให้อยู่ในค่าเริ่มต้นคือเล็กที่สุดเท่าที่ขนาดหน้าต่างจะเล็กได้ เพื่อที่จะค้นหาค่าเริ่มต้นของขนาดสามารถใช้ฟังก์ชัน GetSystemMetric ประกอบกับแฟล็ก (Flag) SM_CXMIN และ SM_CYMIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอพพลิเคชั่นอาจจำเป็นต้องสร้างหน้าต่างที่มีพื้นที่ผู้ใช้งาน (Client Area) ในขนาดที่เฉพาะ ฟังก์ชัน AdjestWindowRect และ AdjustWindowRectEx ในการคำนวณหาขนาดที่จำเป็นของหน้าต่าง โดยอ้างอิงจากขนาดของพื้นที่ผู้ใช้งานที่ต้องการ แอพพลิเคชั่นสามารถส่งค่าขนาดได้โดยใช้ฟังก์ชัน CreateWindowEx

2.5.5.3 คำสั่งของระบบ (System Commands)

แอพพลิเคชั่นที่มีหน้าต่างเมนู (Menu Window) สามารถเปลี่ยนขนาดและตำแหน่งของหน้าต่างได้โดยการส่งคำสั่งของระบบ (System Commands) โดยคำสั่งของระบบนี้จะถูกนำมาใช้เมื่อผู้ใช้งานเรียกใช้คำสั่งจากหน้าต่างเมนู แอพพลิเคชั่นสามารถจำลองการกระทำของผู้ใช้งานโดยส่งข้อความคำสั่ง WM_SYSCOMMAND ไปยังหน้าต่าง แล้วตามด้วยคำสั่งข้างต้นดังนี้

ตารางที่ 2.6 คำสั่งของระบบที่เกี่ยวกับหน้าต่าง

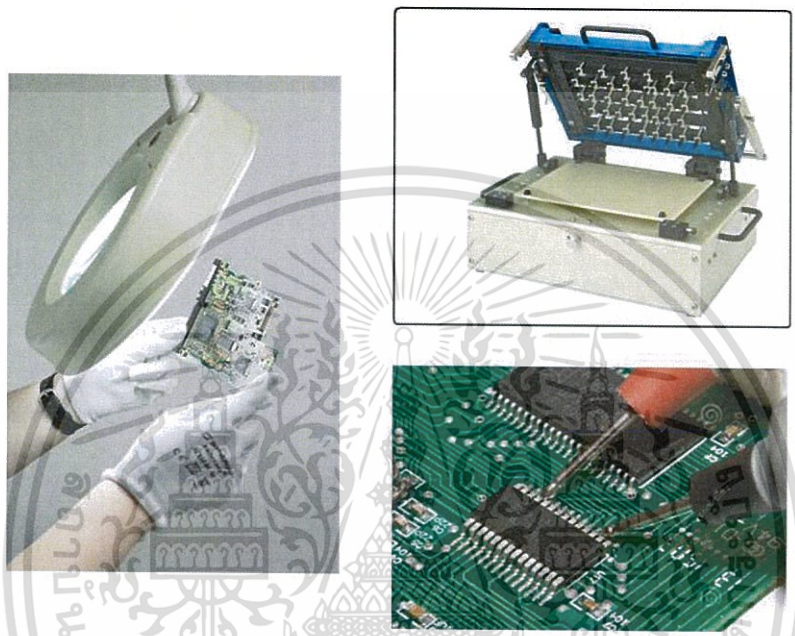
คำสั่ง (Command)	**คำอธิบาย** (Description)
SC_CLOSE	ปิดหน้าต่าง คำสั่งนี้จะส่งข้อความ WM_CLOSE ไปยังหน้าต่าง หน้าต่างจะดำเนินการปิดตัวมันเอง
SC_MAXIMIZE	ใช้ขยายขนาดหน้าต่างให้เต็มหน้าจอ
SC_MINIMIZE	ใช้ย่อขนาดหน้าต่างลง
SC_MOVE	ใช้เคลื่อนตำแหน่งหน้าต่าง
SC_RESTORE	ใช้เรียกหน้าต่างกลับคืนจากการขยายเต็มหน้าจอหรือการย่อลง ให้อยู่ในรูปแบบก่อนหน้า
SC_SIZE	ใช้เพื่อเปลี่ยนขนาดของหน้าต่าง โดยใช้เมาส์หรือคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบวงจรอิเล็กโทรนิกส์

ลำดับแรกจะอธิบายถึงกระบวนการสำหรับทดสอบแผ่นวงจรสำหรับทางภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้ทราบถึงความรู้เบื้องต้นขั้นตอนการทดสอบที่ถูกต้อง และสามารถทำมาประยุกต์จากเป็นแบบอัตโนมัติได้อย่างเหมาะสม

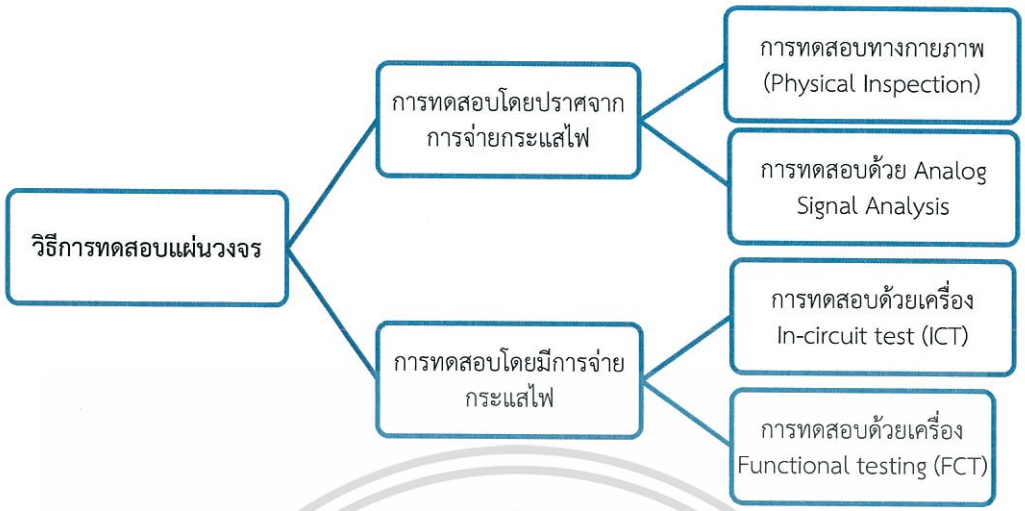


● **รูปที่ 2.42** วิธีการทดสอบแผ่นวงจรของทางภาคอุตสาหกรรม

ในการจัดทำซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันอัตโนมัติครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการเบื้องต้นในรูปแบบต่างๆ จากทางแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งทางเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้อง ทางเว็บไซต์ รวมถึงศึกษาจากผู้ที่ควบคุมเครื่องทดสอบในสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของการทดสอบแผ่นวงจร



- **รูปที่ 2.43** วิธีการทดสอบแผ่นวงจรของทางภาคอุตสาหกรรม

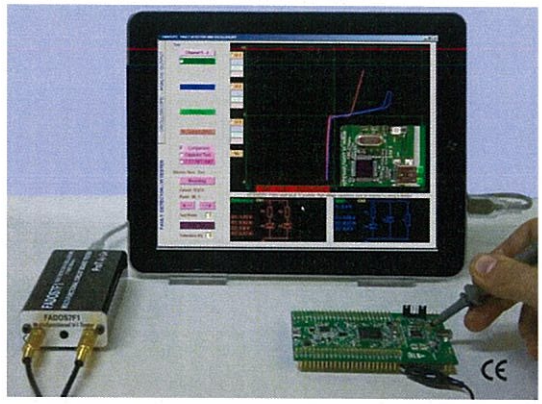
การทดสอบแผ่นวงจรในภาคอุตสาหกรรมสามารถแผ่นออกเป็น 2 ประเภทหลักๆดังนี้

1. การทดสอบที่ปราศจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจร แบ่งได้เป็น

รูปที่ 2.44 การทดสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)

1.1 การทดสอบทางภาพ (Physical Inspection) ได้แก่ การทดสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) และการทดสอบด้วยการประมวลผลภาพจากเครื่อง AOI (Automated Optical Inspection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.45 การทดสอบด้วยการวัดแรงดันไฟฟ้า (Analog signature analysis)

1.2 การทดสอบด้วยการวัดแรงดันไฟฟ้าหรือความต้านทางโดยไม่มีจ่ายไฟ

2. การทดสอบเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แผ่นวงจร แบ่งได้เป็น

1.1 การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)

1.2 การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบฟังก์ชัน Functional testing (FCT)

โดยโครงงานฉบับนี้จะอธิบายเฉพาะหลักการทดสอบแผ่นวงจร (PCB) สำหรับกรณีที่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แผ่นวงจรเท่านั้น เนื่องจากเครื่องจักรที่ออกแบบไว้ทำเพื่อรองรับการเครื่องย้ายแผ่นวงจรมาสู่เครื่องทดสอบที่มี Fixture เท่านั้น

โดยสำหรับลำดับต่อไปจะอธิบายถึงหลักการของการทดสอบเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แผ่นวงจร เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการในการทดสอบ รวมทั้งการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานสำหรับเครื่องทดสอบแผ่นวงจรอัตโนมัติให้ถูกต้องและเหมาะสม

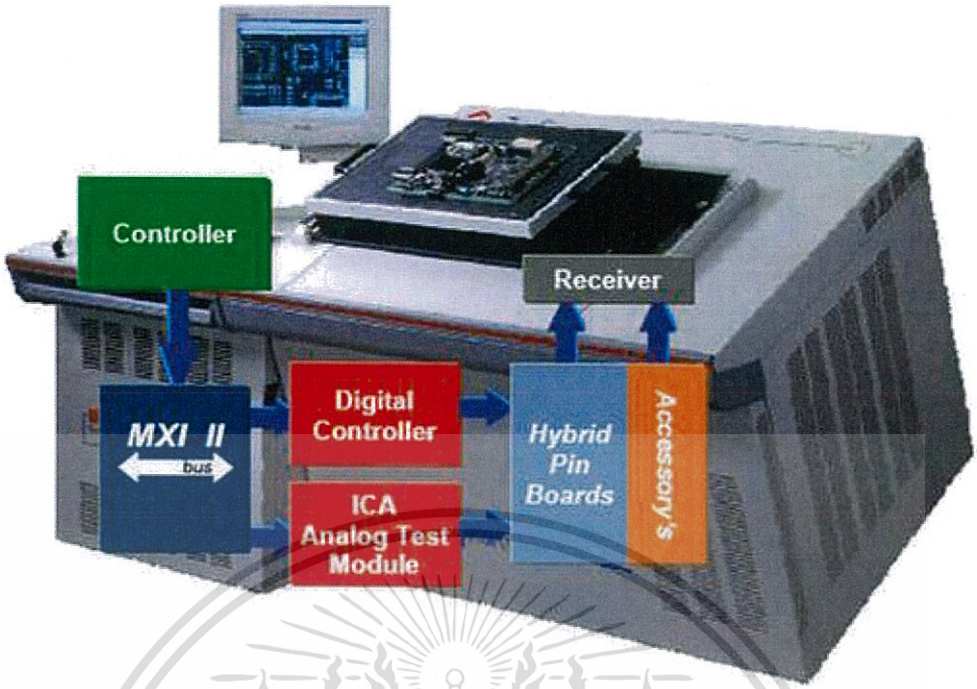
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแผ่นวงจร ICT (In-Circuit Test)

รูปที่ 2.46 เครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)

In-Circuit Test (ICT) คือการทดสอบแผ่นพีซีบี (PCB) จัดอยู่ในประเภท White box testing โดยจะทดสอบด้วยโพรบไฟฟ้าสัมผัสบนแผ่นพีซีบี (PCB) เพื่อตรวจสอบวงจรไม่ว่าจะเป็น การลัดวงจร (Short circuit) การเปิดวงจร(Open circuit) ความต้านทาน (Resistance) การเก็บประจุ (Capacitive) รวมถึงองค์ประกอบพื้นฐานอื่นๆ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดความสมบูรณ์ของแผ่นพีซีบีที่ผลิตขึ้นมา ในกระบวนการทดสอบอาจใช้ฟิกเจอร์ประเภทบรรจุชุดเข็ม (Bed of nail tester) หรืออุปกรณ์ในการทดสอบแบบพิเศษ หรืออาจสามารถทดสอบได้โดยไม่ต้องใช้ฟิกเจอร์ (Fixtureless in-circuit test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

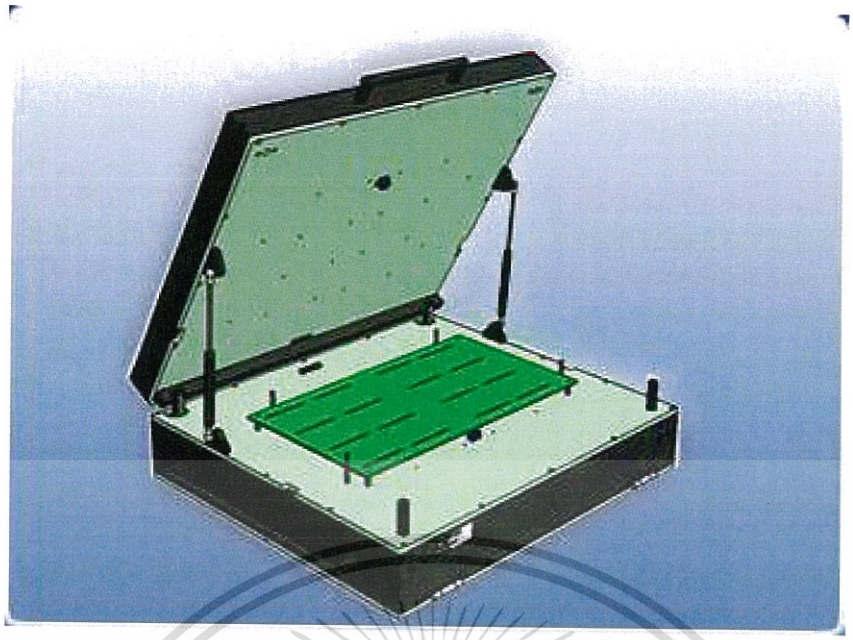


รูปที่ 2.47 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)

ส่วนประกอบหลักของ In-Circuit Test

1. แผ่นวงจรสำหรับควบคุมการทำงานรวม (Controller)
2. แผ่นวงจรสำหรับขยายการเชื่อมต่อกับการ์ดประมวลผลหน่วยย่อยอื่น
3. ระบบประมวลผลสัญญาณทางดิจิตอล
4. ระบบสำหรับทดสอบแผ่นวงจรด้วยสัญญาณอะนาล็อค
5. ชุดเข็มสำหรับใช้เชื่อมต่อกับแผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

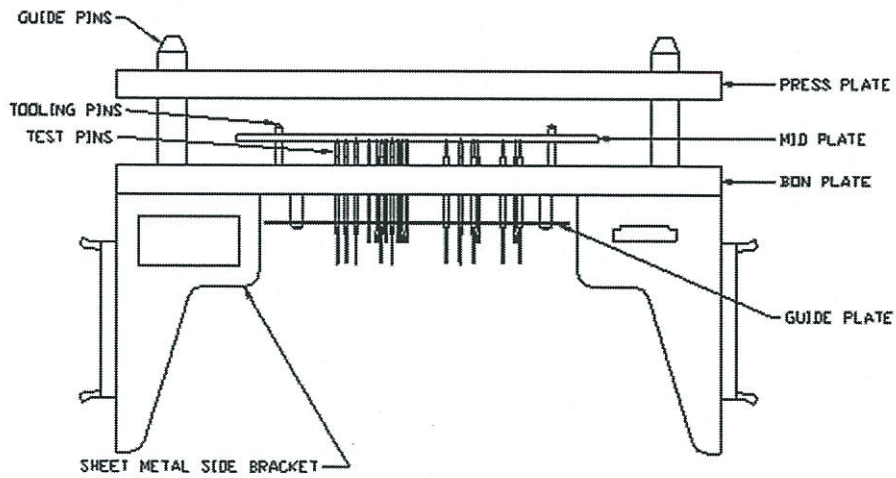


รูปที่ 2.48 ลักษณะของเครื่องทดสอบแผ่นวงจร (In-Circuit Test: ICT)

ฟิกเจอร์ประเภทบรรจุชุดเข็ม (Bed of nail tester)

การทดสอบด้วยฟิกเจอร์ประเภทบรรจุเข็ม หรือที่เรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า Bed of nail tester เป็นการทดสอบทางไฟฟ้าแบบดั่งเดิม ใช้เข็มหรือพินจำนวนมากบรรจุลงในหลุมที่พื้นผิวบริเวณโดยรอบผลิตจาก แผ่นใยแก้วอีพ็อกซี่ฟีโนลิก (G-10) ที่จัดเรียงตามไดอะแกรมการทำงานทางไฟฟ้าของแผ่นพีซีบีเพื่อที่จะให้พินสัมผัสกับจุดทดสอบบนแผ่นพีซีบี (PCB) รวมไปถึงสัมผัสกับหน่วยวัดด้วยสายไฟ กรรมวิธีการทดสอบนี้เป็นไปตามชื่อเรียก คือ ตัวเครื่องจะบรรจุด้วยชุดพินเล็กที่ตัวพินเป็นกึ่งสปริง ในพินแต่ละตัวจะสัมผัสกับโหนดทางไฟฟ้าของ DUT (Device under test) โดยการกด DUT ลงไปสัมผัสกับชุดพินอย่างรวดเร็วและลงไปสัมผัสพร้อมๆกันทุกจุดทดสอบภายในวงจร DUT โดยอาจกดด้วยมือหรือให้สุญญากาศดูดลง เมื่อกดลงไปจนพินสัมผัสกับจุดบัดกรีของแผ่นพีซีบี แล้วจะเป็นการเริ่มทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.49 โครงสร้างของฟิกเจอร์ประเภทบรรจุเข็ม

จากรูปที่ 2.49 สามารถแบ่งโครงสร้างของฟิกเจอร์ประเภทบรรจุชุดเข็ม มีดังนี้

1.ฝาปิด (Press Plate) มีหน้าที่กดตัวแผ่นพีซีบีให้สัมผัสกับพินทดสอบ
2.พินนำร่องฝาปิด (Guiding Pins) เป็นพินสำหรับควบคุมตำแหน่งฝาปิด
3.พินนำร่องแผ่นพีซีบี (Tooling Pins) เป็นพินสำหรับยึดตำแหน่งในวางแผ่นพีซีบี
4.พินทดสอบ (Test Pins) เป็นพินในการทดสอบแผ่นพีซีบี
5.ฐานรองแผ่นพีซีบี (Mid Plate) เป็นจุดที่นำแผ่นพีซีบีมาวาง
6.ฐานยึดพินทดสอบ (Guide Plate) เป็นจุดสำหรับใส่พินทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบฟังก์ชัน (Functional Test: FCT)

รูปที่ 2.52 เครื่องทดสอบฟังก์ชัน (Functional Test: FCT)

เครื่องทดสอบฟังก์ชัน Functional test (FCT) เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับกระบวนการผลิต เป็นตัวใช้พิจารณาว่าแผ่นพีซีบี (PCB) ที่ผลิตมาแล้วผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ก่อนที่จะทำการส่งออก จุดประสงค์ของ FCT ในกระบวนการผลิตคือตรวจสอบความสมบูรณ์ฮาร์ดแวร์ของสินค้า หาจุดบกพร่องในส่วนต่างๆ เพื่อลดปริมาณสินค้าที่เสียหายเมื่อผู้บริโภคนำมาใช้งาน

Functional test สามารถเรียกได้ว่าใช้ตรวจสอบพฤติกรรมการทำงานของแผ่นพีซีบี รวมถึงระบบวงจรโดยรวม ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อกระบวนการผลิต ช่วยเพิ่มความหน้าเชื่อถือของสินค้า และตรวจหาข้อผิดพลาดที่มีโอกาสที่จะทำการซ่อมแซมได้

Functional Tester โดยทั่วไปจะเชื่อมต่อกับแผ่นพีซีบีผ่านส่วนคอนเน็กเตอร์ของมันหรือชุดโพรบทดสอบ หรือที่เรียกว่า Bed of nail tester คล้ายกับ In-Circuit Test (ICT) การทดสอบจะทำสอบสภาพการไหลของกระแสไฟฟ้าให้มีความคล้ายกับการใช้การจริง

รูปแบบการทดสอบ Functional Test แบบเบื้องต้น โดยส่วนมากจะรู้จักกันในชื่อ “Hot mock-up” จะเป็นการตรวจสอบการทำงานพื้นฐานของแผ่นพีซีบี หากต้องการทดสอบให้ละเอียดมากขึ้นจะต้องมีชุดลำดับขั้นตอนการทดสอบที่ซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของ Functional Test

1. Functional test เป็นการจำลองสถานการณ์ตามสภาพการใช้งานจริงของผู้ว่าจ่ายผลิต ช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับการแจกจ่ายอุปกรณ์ในการทดสอบจริงกับทางโรงงานผลิต (OEM)

2. ช่วยลดความต้องการในการใช้ระบบทดสอบที่มีราคาสูง ช่วยในทางโรงงานผลิต (OEM) ลดต้นทุนทางด้านเวลาและค่าใช้จ่าย

3. Functional Test สามารถทดสอบฟังก์ชันการใช้งานของสินค้าระหว่าง 50 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ของฟังก์ชันการทำงานของสินค้าที่จะถูกจัดส่ง ส่งผลให้ช่วยลดเวลาและทรัพยากรในการทำการตรวจสอบและดีบักสินค้าสำหรับทางโรงงาน

4. Testing Engineer สามารถใช้ทรัพยากรอย่างเต็มประสิทธิภาพด้วยเครื่อง Functional Test โดยไม่ต้องกระจายงานทดสอบฟังก์ชันไปยังอุปกรณ์หลายๆ ส่วน

5. Functional Test ช่วยเสริมความน่าเชื่อถือให้กับอุปกรณ์ทดสอบอื่น เช่น In-Circuit Test (ICT) Flying probe test

เครื่อง Functional test จะจำลองการทำงานและพฤติกรรมของสินค้าภายใต้รูปแบบและสภาพแวดล้อมที่คล้ายกับการใช้งานจริงของผู้บริโภคเพื่อให้สินค้าหรือแผ่นพีซีบีที่ทำการทดสอบแล้วนำส่งออกสู่ตลาดเป็นแผ่นที่มีความสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ตามการออกภาพอย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยสภาพแวดล้อมที่จำลองนั้นจะเชื่อมกับอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อสื่อสารกับ Device under test (DUT) เช่น แหล่งจ่ายไฟ DUT หรือโหลดโปรแกรมที่จำเป็นต่อการใช้งาน DUT

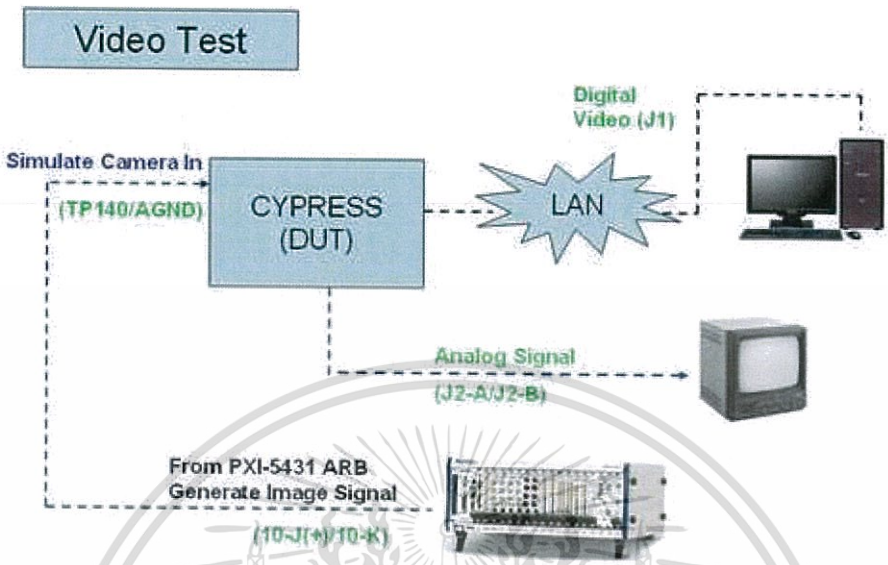
แผ่นพีซีบี (PCB) จะถูกดำเนินการตามลำดับของสัญญาณและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมา ตามการลำดับของตำแหน่งพินที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้ทำงานตามลำดับการใช้งานจริง การทดสอบส่วนมากจะถูกควบคุมโดยวิศวกรวัดคุมของทางผู้ผลิตที่มีความรู้ด้านส่วนประกอบของสินค้า รวมถึงขั้นตอนในการทดสอบ หลักการทดสอบโดยทั่วไปจะทดสอบหาค่าทางไฟฟ้าหรือสัญญาณของส่วนประกอบที่ผิดจากปกติ ฟังก์ชันที่ผิดปกติและการลัดวงจร

ซอฟต์แวร์ในทดสอบบางครั้งจะเรียกว่า เฟิร์มแวร์ (Firmware) ที่ช่วยให้ผู้ควบคุมการทดสอบในสายการผลิตสามารถสั่งการทดสอบได้อย่างอัตโนมัติผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยในการเขียนซอฟต์แวร์ในการสื่อสารกับอุปกรณ์วัดภายนอก ได้แก่ ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital multi-meter) บอร์ดเชื่อมต่อ (I/O boards) พอร์ดสื่อสาร (Communication ports) ซอร์แวร์จะต้องรวมเครื่องมือเหล่านี้ ที่ประกอบอยู่บนฟิกเจอร์ (Fixture) กับ DUT เพื่อให้ทำการทดลอง FCT ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการทดสอบ Functional Test

การทดสอบ Function Test สามารถอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 บล็อกไดอะแกรมของระบบโดยรวม

ตัวแผ่นวงจร (DUT) ถูกใส่ลงไปในเครื่องทดสอบ ชิพประมวลผลจะเชื่อมกับระบบคอมพิวเตอร์ของเครื่องทดสอบผ่านสาย Serial (RS-232) หรือผ่านทางพอร์ต Ethernet ส่วนทางด้านแหล่งจ่ายไฟจะรับไฟกระแสตรงเข้ามา แล้วทำการจ่ายไฟ 5 โวลต์โดยผ่านสายไฟ

ในด้านของเฟิร์มแวร์ (Firmware) ที่ใช้ในการทดสอบจะเขียนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เช่น ภาษา C Perl Java เป็นต้น เฟิร์มแวร์จะส่งคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอนโทรลเลอร์และต่อไปยังแผ่นวงจรที่ทำการทดสอบ โดยลำดับแรกจะตรวจสอบสเป็คของแผ่นวงจร (DUT) ให้ตรงกับรุ่นที่ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยจะกล่าวถึงฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ กระบวนการทำงานของแขนกล รวมทั้งซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการทำงานเบื้องต้น การออกแบบฐานข้อมูล รวมทั้งผังการทำงาน (Flowchart) การกำหนดความสัมพันธ์ต่างๆ โดยจะแบ่งการอธิบายตามลำดับหัวข้อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ

3.1 ศึกษาข้อมูลและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง
3.2 ศึกษาระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ
3.3 ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์
3.4 ติดตั้งระบบและทดสอบการทำงานของระบบ

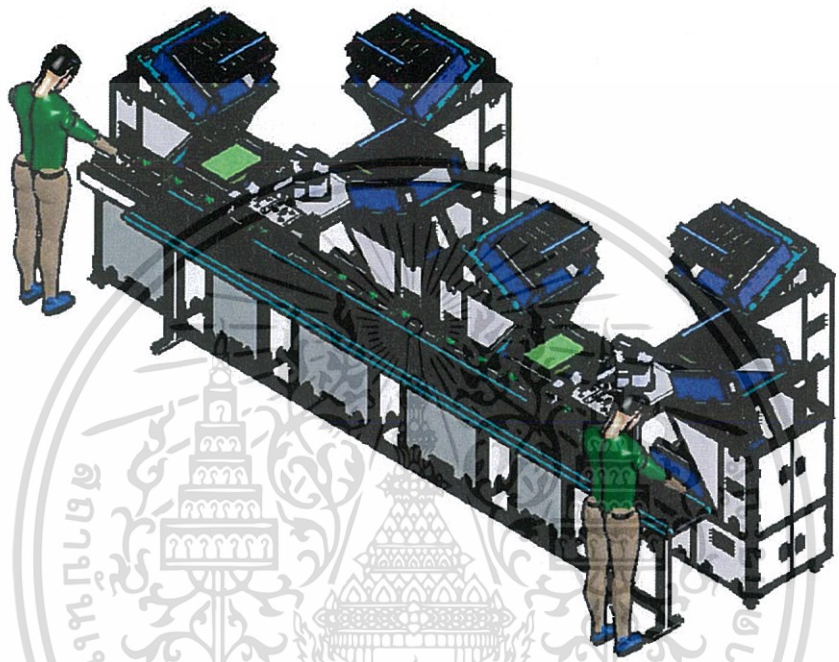
3.1 ศึกษาข้อมูลและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษารวบรวมเกี่ยวกับข้อมูล เกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเครื่องทดสอบฟังก์ชัน ข้อมูลเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารอันได้แก่ โปรโตคอล Ethernet และโปรโตคอล Serial (RS-232) ข้อกำหนดในการรับ-ส่งข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงกรรมวิธีในการเชื่อมต่อข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของระบบปฏิบัติการวินโดว์ และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# และภาษา SPEL ของแขนกลยี่ห้อ EPSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ โดยระบบดังกล่าวเกิดจากการนำเอาส่วนประกอบแต่ละส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบชุดนี้ ผู้วิจัยจึงได้ประสงค์ที่จะอธิบายถึงโครงสร้างของระบบ องค์ประกอบแต่ละส่วน รวมถึงหน้าที่ขององค์ประกอบแต่ละส่วนเหล่านี้ เพื่อความเข้าใจถึงการทำงานของแต่ละส่วน รวมถึงสามารถมองเห็นรูปแบบการนำเอาซอฟต์แวร์เข้ามาผนวกในระบบนี้ได้อย่างเหมาะสม



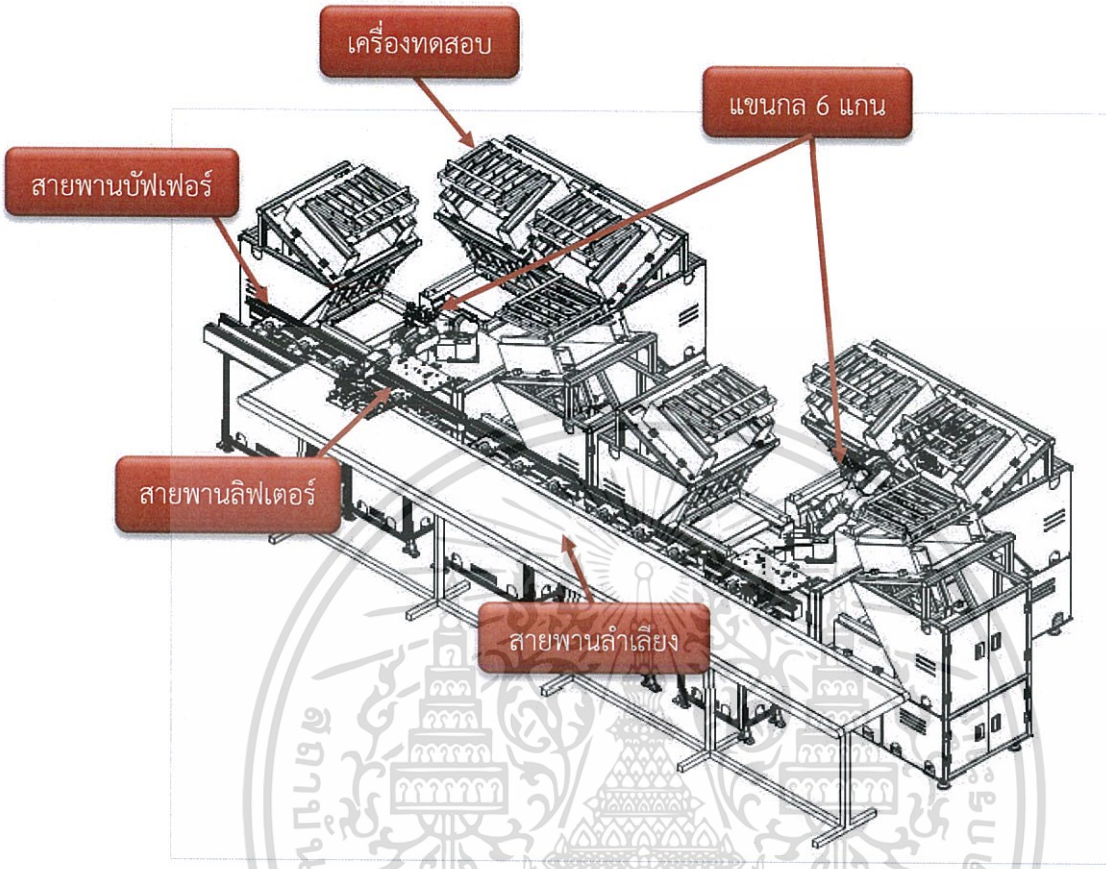
รูปที่ 3.1 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ จะทำงานโดยแบ่งออกเป็น 2 สถานี แต่สถานีจะทำงานเป็นอิสระต่อกัน หากสถานีแรกทำการทดสอบแผ่นพีซีบีครบทุกเครื่องแล้ว จะปล่อยแผ่นต่อไปยังสถานีที่สอง

จากรูปที่ 3.1 เป็นภาพร่างเดิมของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ โดยระบบจริงจะมีเครื่องทดสอบทั้งหมด 8 เครื่องต่อสถานี ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 องค์ประกอบของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ



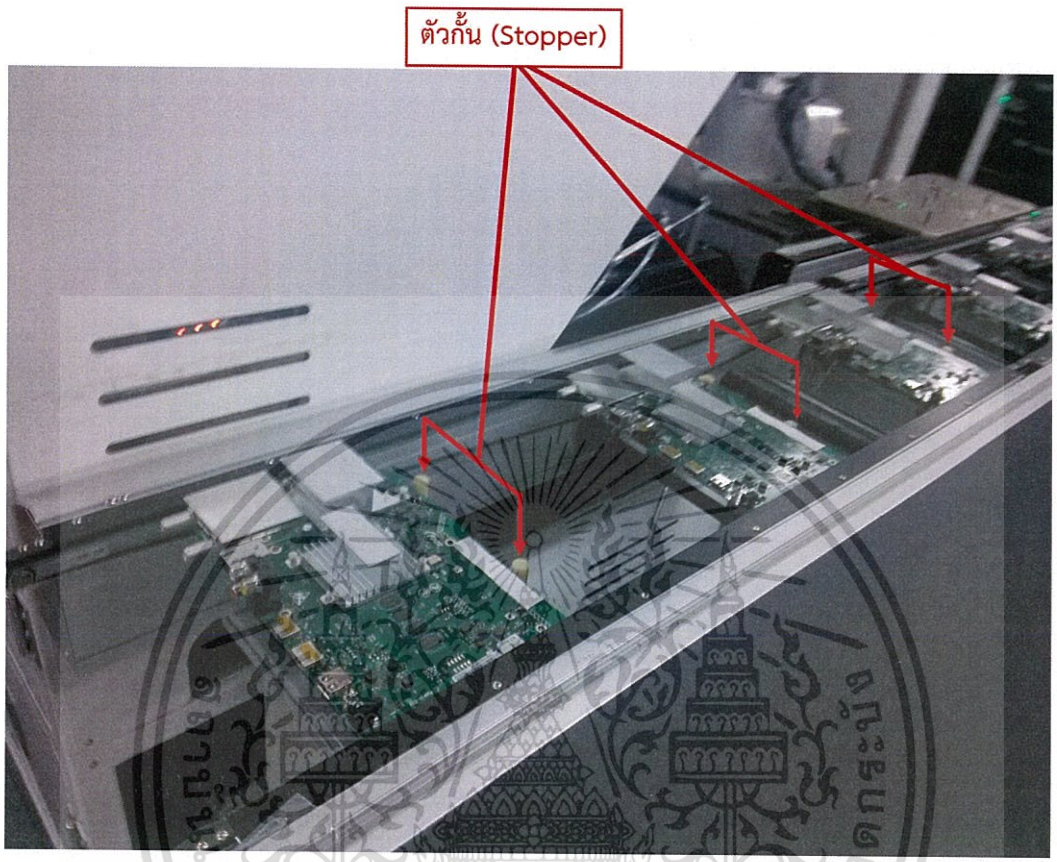
รูปที่ 3.2 องค์ประกอบของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.2 สามารถจำแนกองค์ประกอบหลักของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติมีดังนี้

1 สายพานบัฟเฟอร์ (Conveyor Buffer)
2 สายพานลิฟเตอร์ (Conveyor Lifter)
3 แขนกล 6 แกน (Articulated Robot)
4 เครื่องทดสอบ (Tester)
5 สายพานลำเลียง (Conveyor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

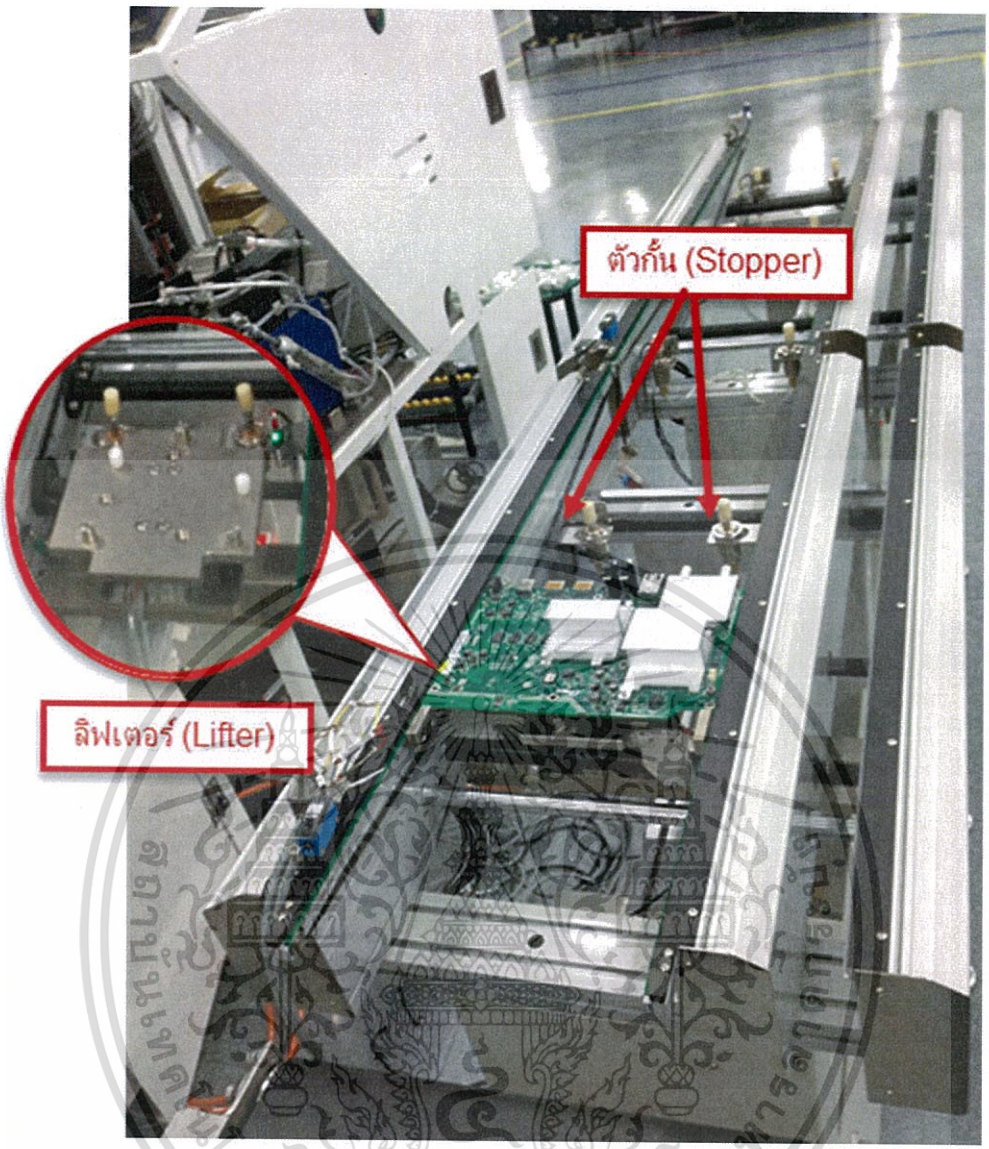
3.2.2 การทำงานองค์ประกอบต่างๆ ของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ



รูปที่ 3.3 สายพานบัฟเฟอร์

1. สายพานบัฟเฟอร์ (Conveyor Buffer) จะทำหน้าที่เสมือนบ่อพักน้ำ คือจะดำเนินการปล่อยให้แผ่นวงจรผ่านไปยังสายพานส่งแผ่นวงจร (Conveyor Lifter) จนครบจำนวนที่กำหนด จำนวน 3 แผ่น โดยในการปล่อยผ่านแผ่นแต่ละแต่จะมีตัวหยุดแผ่น (Stopper) ยกตัวขึ้นมากั้นหน้าแผ่นวงจร หากแขกกลหยิบแผ่นวงจรจากสายพานส่งแผ่นวงจรแล้ว สายพานบัฟเฟอร์ทำการปล่อยแผ่นไปสายพานส่งแผ่นวงจร จากนั้นจะรับแผ่นเข้ามาใหม่หนึ่งแผ่น

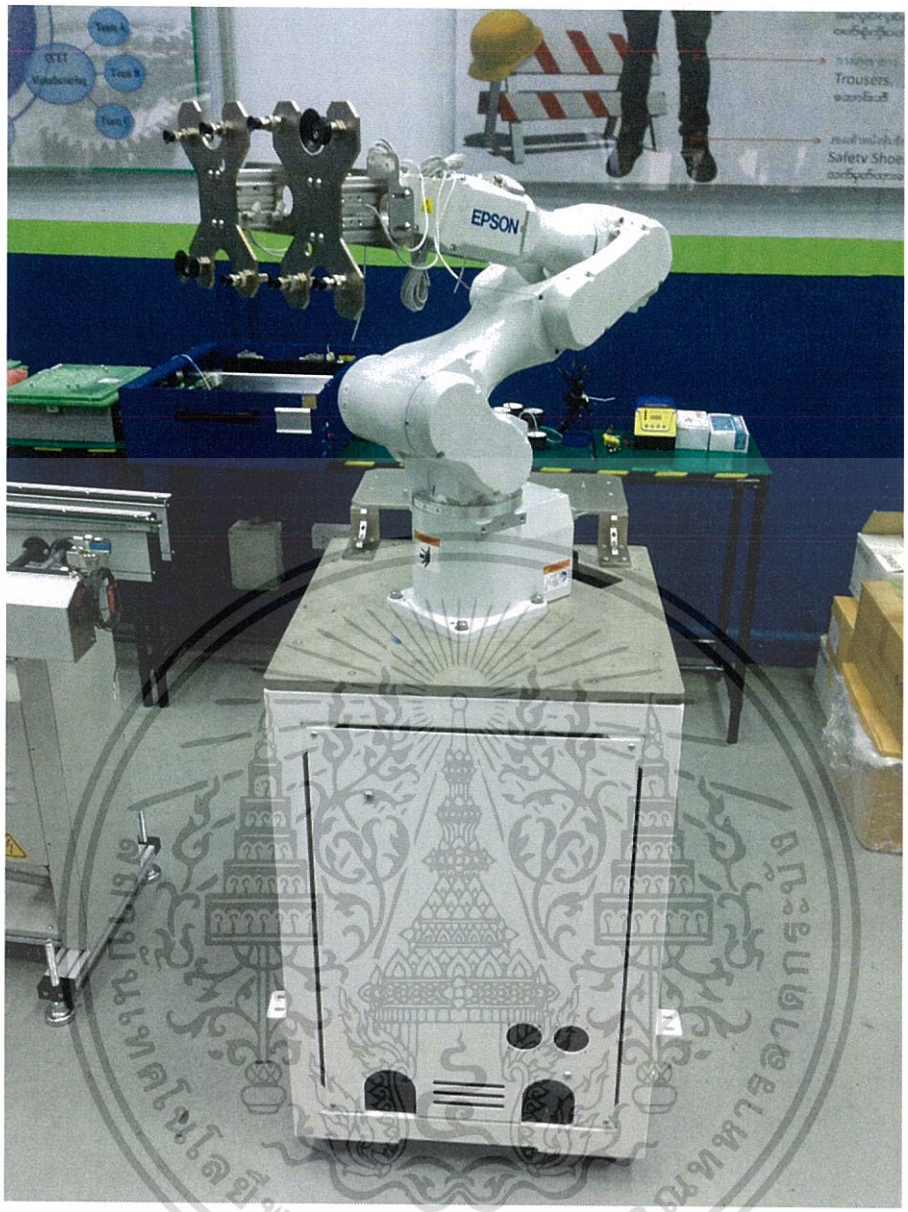
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 สายพานลิฟเตอร์

2. สายพานลิฟเตอร์ (Conveyor Lifter) มีหน้าที่ส่งแผ่นวงจรใช้แขนกล โดยจะยกแผ่นวงจรขึ้น โดยใช้ลิฟเตอร์ (Lifter) จากนั้นจะส่งคำสั่งให้กับหุ่นยนต์เพื่อให้รับรู้ว่ามีแผ่นวงจรมารอการหยิบแล้ว สามารถเคลื่อนที่มาหยิบได้ สำหรับชุดสายพานนี้จะมีตัวหยุดแผ่น (Stopper) ไว้ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) อยู่ข้างหน้าเพื่อป้องกันหากมีแผ่นหลุดจากสายพานบัฟเฟอร์ ไปถึงส่วนของตัวยก (Lifter)

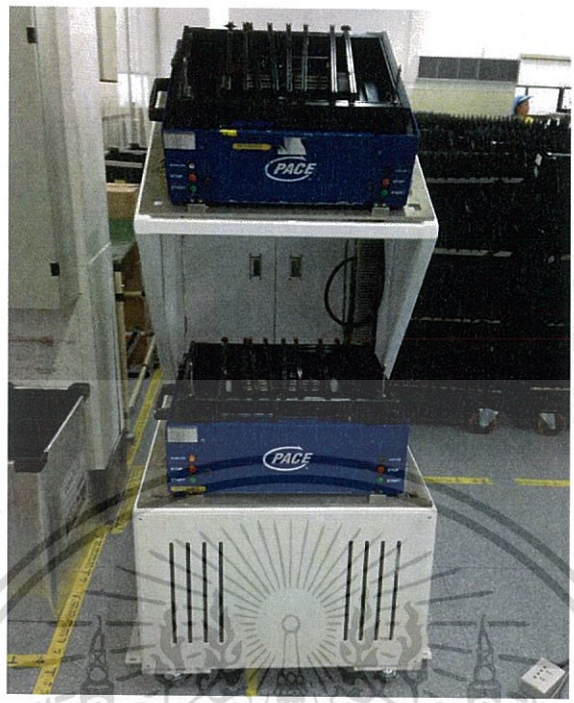
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แขนกล

3. แขนกล (Articulated Robot) มีหน้าที่หยิบแผ่นพีซีบีจากลิฟเตอร์บนสายพานลิฟเตอร์ เพื่อนำมาวางบนฟิกเจอร์ของเครื่องทดสอบ และหยิบแผ่นพีซีบีจากฟิกเจอร์ของเครื่องทดสอบกลับมาวางบนสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจร

4. เครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจร (Function Test: Tester) เป็นส่วนสำหรับทดสอบฟังก์ชัน (Functional Test) โครงสร้างจะเป็นตัวฟิกเจอร์ ภายในใส่แผ่นพีซีบี โดยภายตัวเครื่องทดสอบจะติดตั้งโปรแกรมทดสอบสำหรับเรียกลำดับการทดสอบจากฐานข้อมูลโรงงานมาใช้และโปรแกรมอินเตอร์เฟส (Interface Software) สำหรับติดต่อสื่อสารกับข้อมูลแขนกล

รูปที่ 3.7 สายพานลำเลียง

5. สายพานลำเลียง (Conveyor) เป็นสายพานสำเลียงทั่วไป มีหน้าที่ส่งต่อแผ่นพีซีบีที่ทดสอบเสร็จสิ้นไปยังสถานีต่อไป โดยผลการทดสอบแผ่นพีซีบีจะแสดงตามแนวการวางแผ่นพีซีบีของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กโทรนิกส์อัตโนมัติ

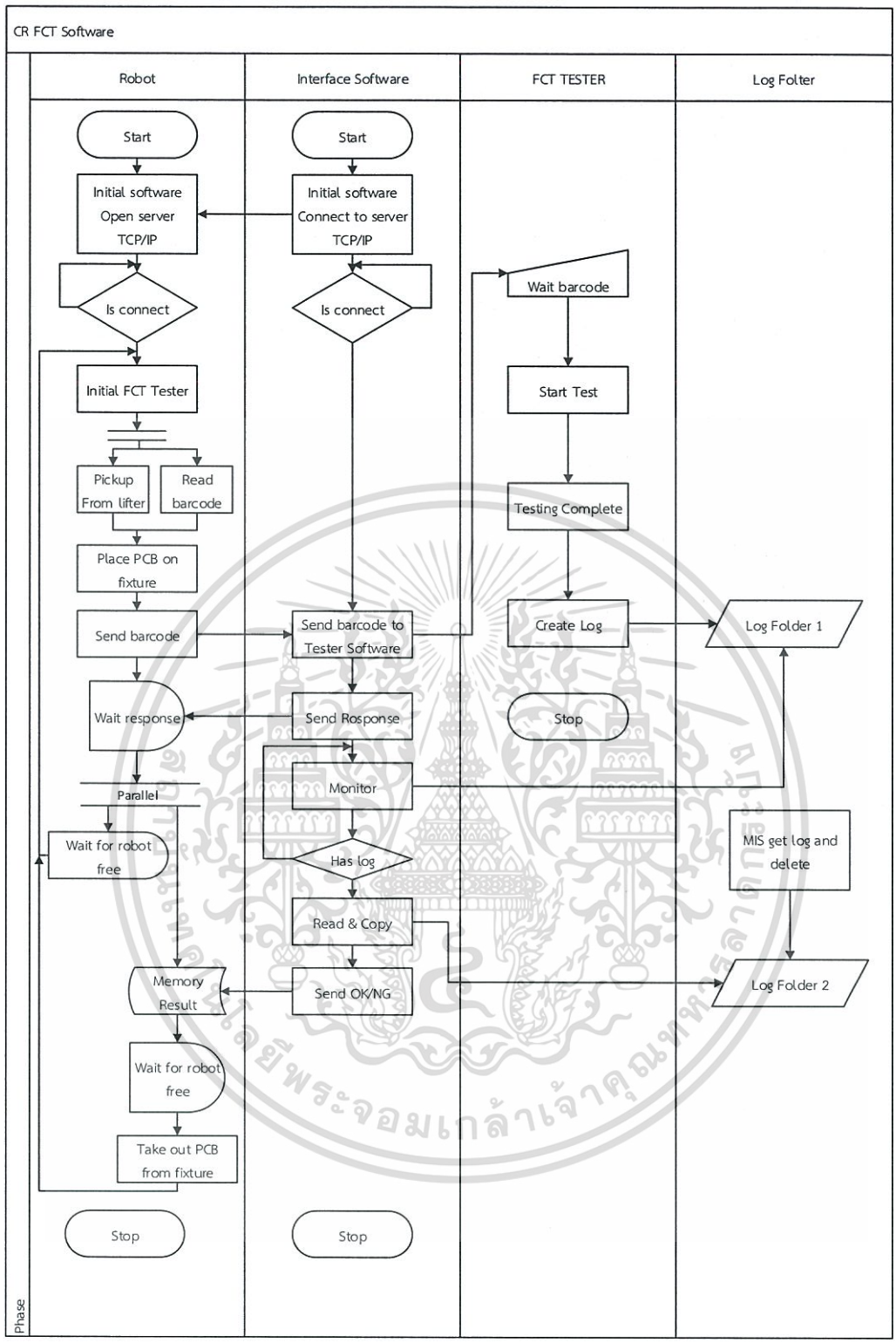
ซอฟต์แวร์ในการดำเนินงานของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กโทรนิกส์อัตโนมัติ ประกอบด้วย ส่วนหลักๆ 4 ส่วน ได้แก่ ซอฟต์แวร์ควบคุมแขนกล ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส ซอฟต์แวร์ทดสอบแผ่นพีซีบี และฐานข้อมูลบริษัท

โดยขั้นแรกนี้จะทำการวางแผนการเขียนซอฟต์แวร์ โดยกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสม คือ Ethernet เนื่องจากสามารถทำการเชื่อมต่อได้หลายๆ เครื่องพร้อมกัน โดยมีความเร็วและความเสถียรที่สูง ซึ่งจะทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างเหมาะสม เมื่อเทียบกับการเชื่อมต่อแบบอนุการ

สำหรับลำดับแรกจะใช้เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์ที่มีการเชื่อมต่อระหว่างกันมาประยุกต์ใช้คือ Cross-Function Flowchart ซึ่งเป็นโฟวชาร์ทที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขบวนการหรือฟังก์ชันที่เกี่ยวข้อง

ซอฟต์แวร์ในแต่ละส่วนจะทำงานอย่างประสานกันโดยออกแบบให้มีขั้นตอนการดำเนินงานสามารถเขียนเป็น Cross-Function Flowchart ได้ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 Flowchart ความสัมพันธ์ของซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ซอฟต์แวร์ควบคุมแขนกล

สำหรับการทำงานอัตโนมัติของแขนกลจะต้องทำการเขียนซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมการทำงาน รวมทั้งตรวจสอบเงื่อนไขทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ สถานะของเซ็นเซอร์หรือรีดสวิตช์ โดยส่วนนี้จะอธิบายถึง

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแขนกล

2. ลำดับการทำงานของแขนกล

3. การออกแบบการติดต่อสื่อสารควบคุมแขนกล

4. ทำการทดสอบการสื่อสารกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส (Interface Software)

3.3.1.1 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแขนกล

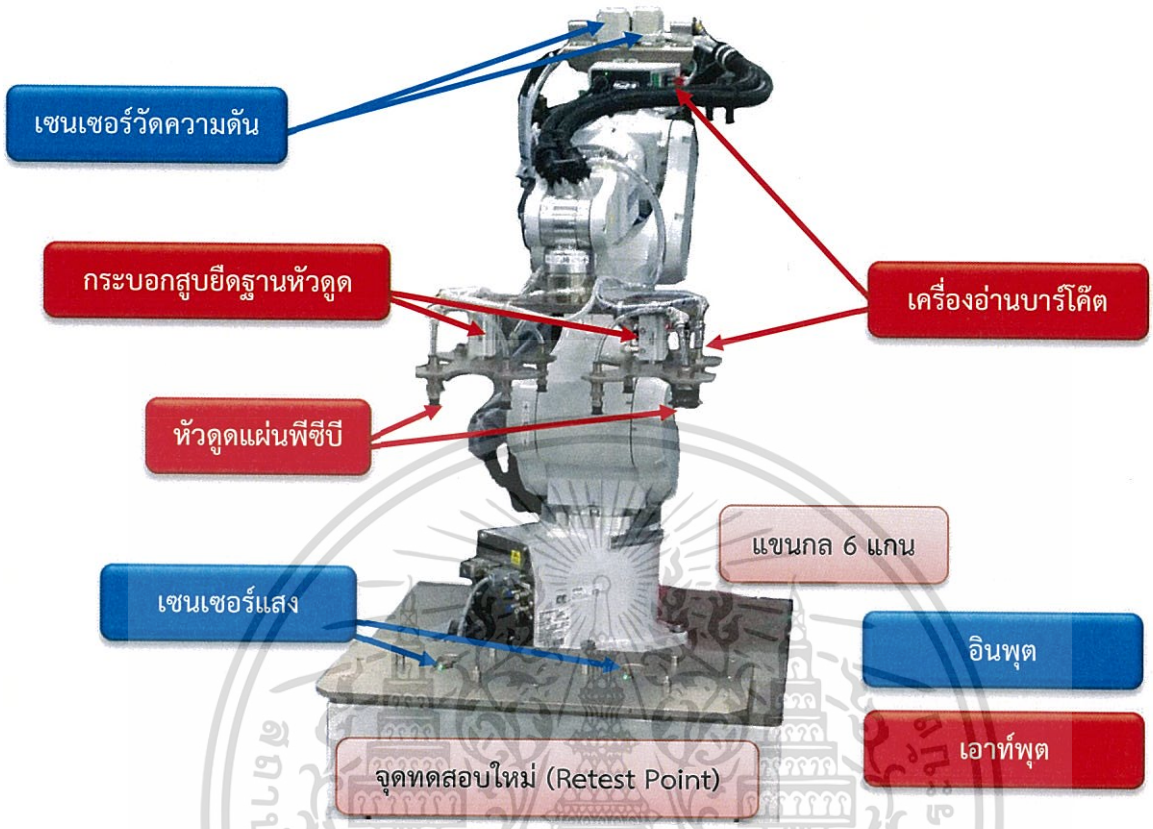
แขนกลจะแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนอินพุตและเอาท์พุต

แขนกล 6 แกน ของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการใช้ควบคุมการทำงานของส่วนประกอบทางไฟฟ้าทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตและเอาท์พุตที่ติดกับฐานแขนกล แสดงดังรูปที่ 3.9 มีส่วนประกอบดังนี้

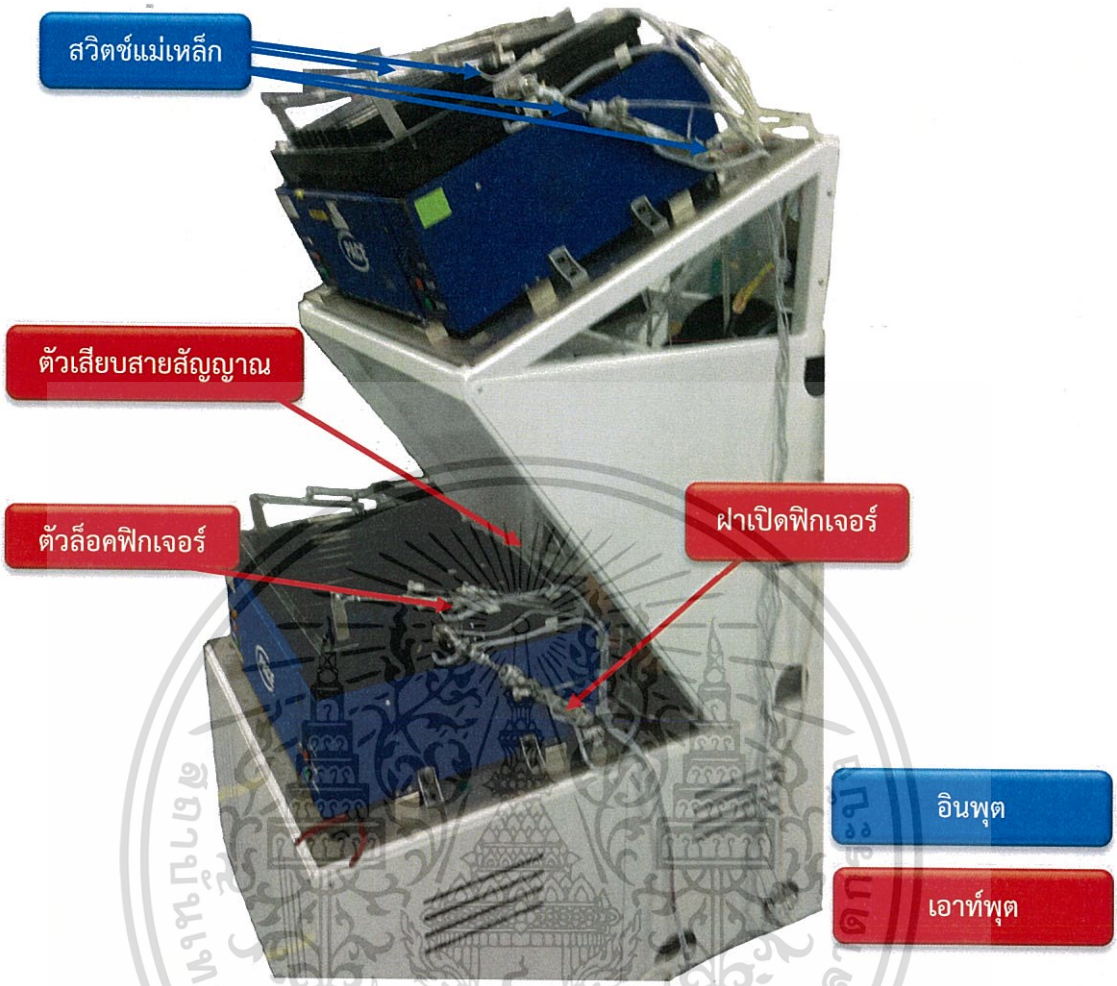


รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบภายนอกของแขนกล

- อินพุต
  - เซนเซอร์แสง (Optical Sensor) ใช้ตรวจจับแผ่นพีซีบีที่มาวางบนจุดทดสอบใหม่
  - เซนเซอร์วัดความดัน (Pressure Sensor) ใช้วัดระดับแรงดันในการดูดแผ่นพีซีบีให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
- เอาท์พุต
  - กระบอกสูบยึดฐานหัวดูด (Gripper Cylinder) ใช้เคลื่อนตำแหน่งฐานหัวดูดเพื่อลดระดับของหัวดูดให้ต่ำลงมาหยิบแผ่น
  - หัวดูดแผ่นพีซีบี (Suction Cup) สำหรับให้แขนกลหยิบแผ่นพีซีบี
  - ตัวอ่านบาร์โค๊ต (Barcode Reader) ใช้อ่านบาร์โค๊ตบนแผ่นพีซีบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตและเอาท์พุตของเครื่องทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3.10 มีส่วนประกอบดังนี้

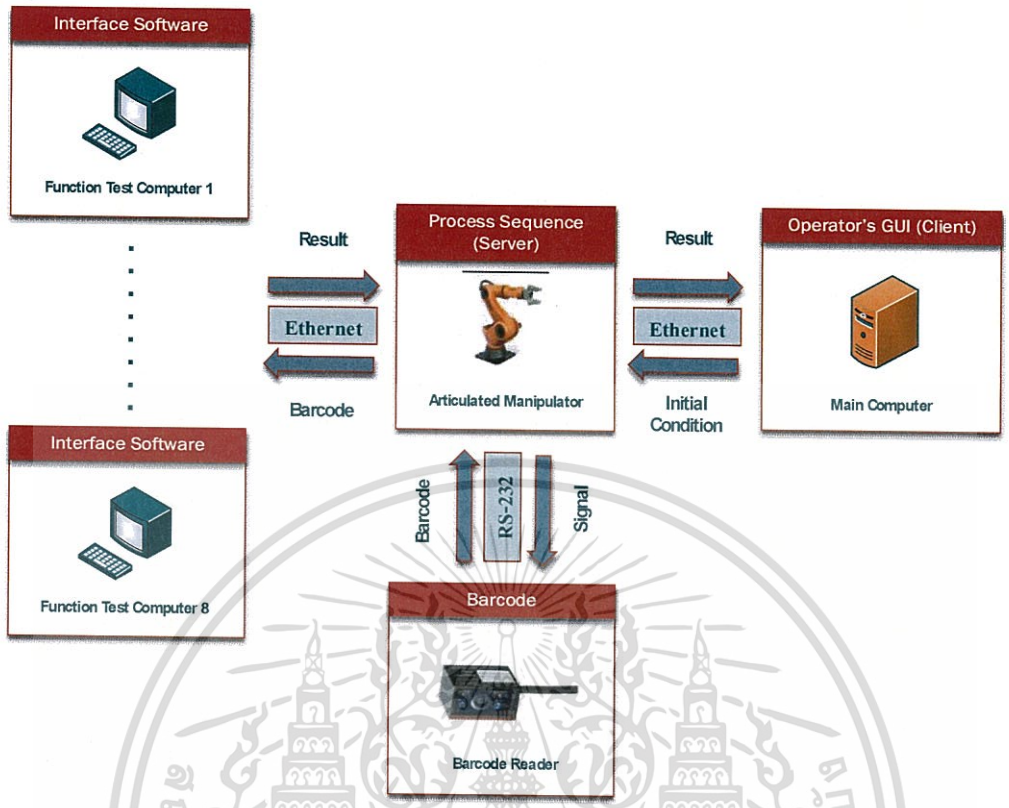


รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบที่เชื่อมกับแขนกล

- อินพุต
  - สวิตช์แม่เหล็ก (Reed Switch) ใช้สำหรับตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบแต่ละอัน โดยแต่ละกระบอกสูบจะติดตั้งไว้ 2 จุด คือ จุดต้นกับจุดปลาย
- เอาท์พุต
  - กระบอกสูบ (Cylinder) สำหรับเปิด-ปิด ฝาฟิกเจอร์
  - กระบอกสูบ (Cylinder) สำหรับล็อคฝาฟิกเจอร์
  - กระบอกสูบ (Cylinder) สำหรับตัวเสียบสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนติดต่อสื่อสาร



รูปที่ 3.11 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์ของแขนกล

จากรูปที่ 3.11 แขนกลจะทำการติดต่อกับส่วนต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์ต่างๆของแขนกล

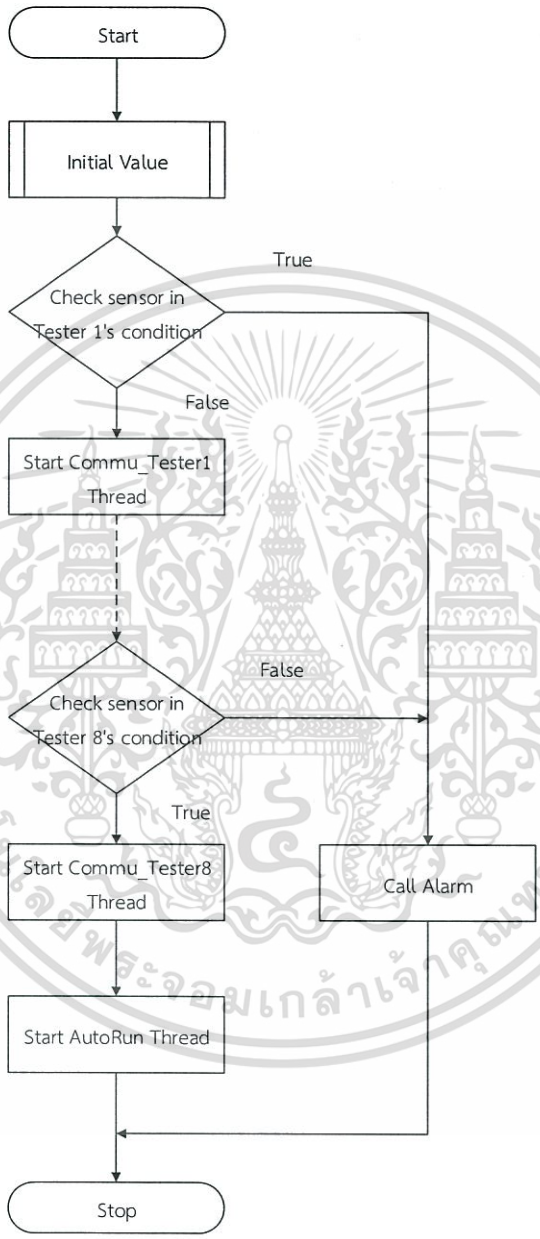
เชื่อมต่อ	รูปแบบ	ส่งค่า	รับค่า
ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส (Interface Software)	อีเทอร์เน็ต (Ethernet)	บาร์โค๊ต	บาร์โค๊ต ผลการทดสอบ
ซอฟต์แวร์สำหรับผู้ควบคุม (GUI Software)	อีเทอร์เน็ต (Ethernet)	ผลการทดสอบ เลขบาร์โค๊ต	เงื่อนไขการทำงาน - เปิด/ปิดเครื่องทดสอบ - ความเร็วแขนกล
ตัวอ่านบาร์โค๊ต (Barcode Reader)	อนุกรม (RS-232)	คำสั่งทำงาน	เลขบาร์โค๊ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ซอฟต์แวร์การทำงานแขนกล

1. ภาพรวมของการทำงาน

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงลำดับการทำงานโดยรวมของแขนกล โดยจะเริ่มจากอธิบายโครงสร้างของตัวโปรแกรมหลัก การเรียกใช้เทรดการทำงานสำหรับแขนกล ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 Flowchart ภาพรวมการทำงานของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำงานของแขนกลจะเป็นการทำงานเป็นเทรด คือ ทำงานแบบคู่ขนานโดยมีจำนวนเทรดการทำงานทั้งหมด 18 เทรด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เทรดการทำงานของแขนกล

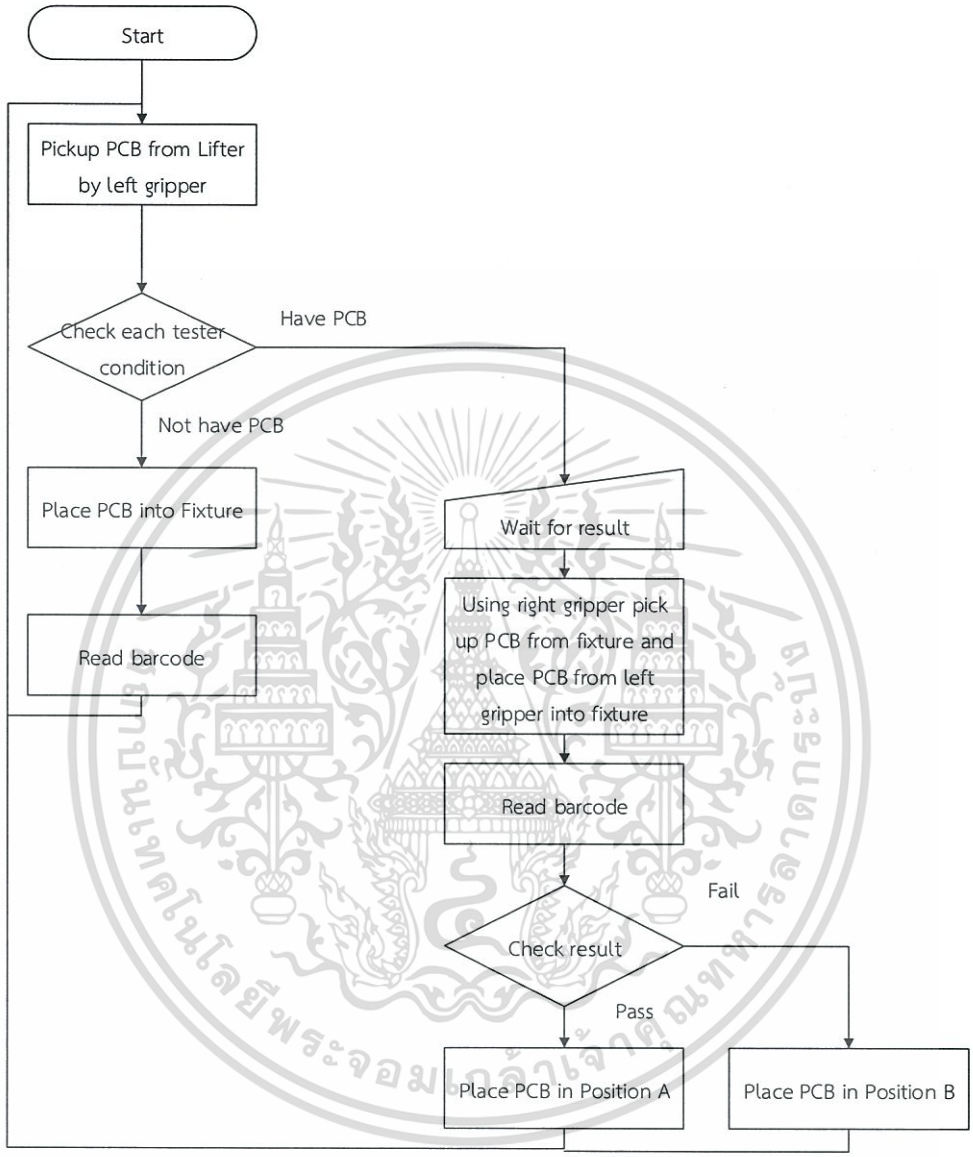
การประมวลผล (Thread)	หน้าที่
Autorun Thread	สั่งให้แขนกลเคลื่อนที่ตามลำดับการทำงาน
Tester1 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 1
Tester2 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 2
Tester3 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 3
Tester4 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 4
Tester5 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 5
Tester6 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 6
Tester7 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 7
Tester8 Thread	ตรวจสอบสถานะเซ็นเซอร์ของชุดเครื่องทดสอบที่ 8
Commu_Tester1 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 1
Commu_Tester2 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 2
Commu_Tester3 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 3
Commu_Tester4 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 4
Commu_Tester5 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 5
Commu_Tester6 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 6
Commu_Tester7 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 7
Commu_Tester8 Thread	สื่อสารข้อมูลกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในเครื่องทดสอบที่ 8
BarcodeReader Thread	สื่อสารกับเครื่องอ่านบาร์โค๊ต

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าในการตรวจสอบสถานะและการเชื่อมต่อของแต่ละเครื่องทดสอบจะทำการแยกเทรดกันตามจำนวนของเครื่องทดสอบ เพื่อให้ระบบทำงานอย่างอิสระต่อกัน หากมีเครื่องทดสอบเครื่องใดเกิดขัดข้องขึ้น สามารถทำการปิดการใช้การเทรดนั้น สำหรับให้ผู้คุมเครื่องจักรทำการซ่อมได้ ในขณะที่เครื่องจักรยังคงดำเนินงานกับเครื่องทดสอบที่เหลือต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกล

สำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกลจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างเทรดทั้งหมด โดยมีเทรด Autorun เป็นตัวกลางในการสั่งการเคลื่อน มีลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.13

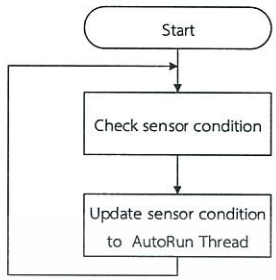


รูปที่ 3.13 Flowchart การทำงานของเทรดการเคลื่อนที่หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลำดับนี้ก่อนที่จะทำการหยิบแผ่นมาวาง ได้สั่งให้กระบอกสูบเปิดฝาฟิกเจอร์ของเครื่องทดสอบก่อน ส่วนเมื่อวางและอ่านบาร์โค๊ตแล้ว จะสั่งกระบอกสูบให้ปิดฝาฟิกเจอร์พร้อมสั่งให้กระบอกสูบอีกอันเสียบสายสัญญาณ

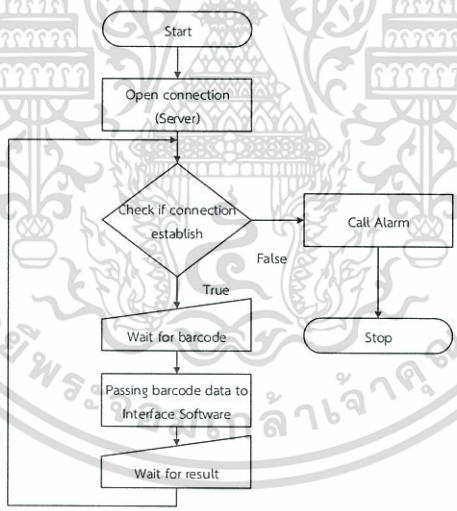
3. ออกแบบลำดับตรวจสอบสถานะเครื่องทดสอบ



รูปที่ 3.14 Flowchart การทำงานของเทรดการตรวจสอบสถานะเครื่องทดสอบ

จากรูปที่ 3.14 การทำงานเทรดนี้คือจะทำการตรวจสอบสถานะของเซ็นเซอร์ในระบบทั้งหมดที่แขนกลทำการควบคุมอยู่ทั้งอินพุตและเอาท์พุต โดยจะเช็คสถานะของเซ็นเซอร์ทีละตัว

4. ออกแบบลำดับเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส



รูปที่ 3.15 Flowchart การทำงานของเทรดการติดต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส

จากรูปที่ 3.15 เป็นลำดับการของเทรดเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในแต่ละเทรดการทำงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำหรับเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

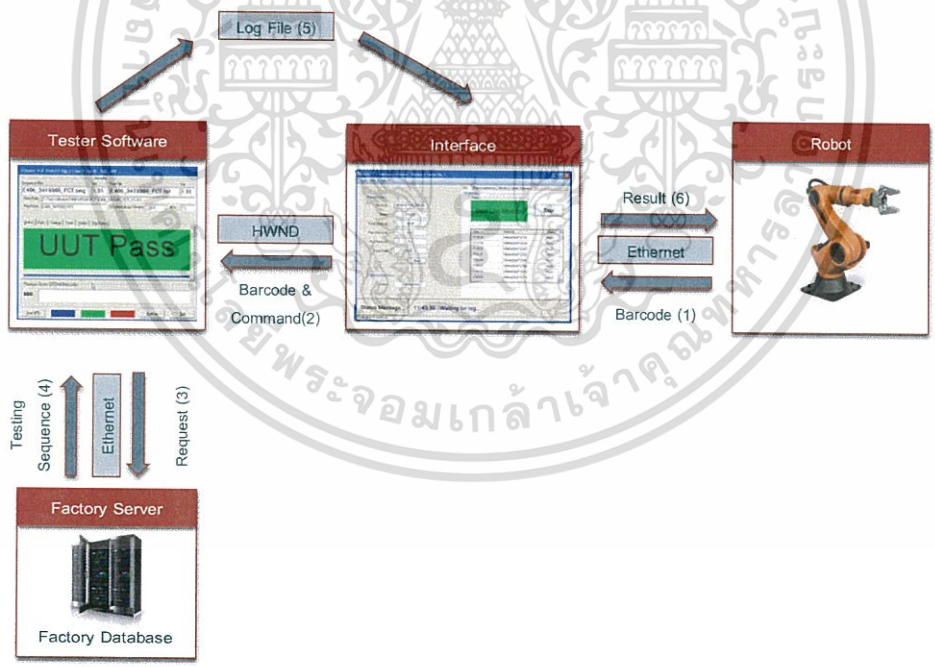
3.3.2 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล (Interface Software)

สำหรับการทำงานอัตโนมัติของแขนกลจะต้องทำการเขียนซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมการทำงาน รวมทั้งตรวจสอบเงื่อนไขทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ สถานะของเซ็นเซอร์หรือรีดสวิตช์ โดยส่วนนี้จะอธิบายถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแขนกล ลำดับการทำงานของแขนกล ซอฟต์แวร์ควบคุมแขนกลผ่านทางคอมพิวเตอร์

3.3.2.1 ออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ของเครื่องทดสอบ และซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสสำหรับเชื่อมต่อ 2 ซอฟต์แวร์แรกเข้าด้วยกันซอฟต์แวร์อินเทอร์เฟส ทำงานเป็นเสมือนตัวเชื่อมระหว่างแขนกลกับซอฟต์แวร์ทดสอบ การทำงานจะเริ่มจาก ตั้งค่าเวลาของเครื่องทดสอบให้สอดคล้องกับเครื่องหลักที่เป็นเครื่องควบคุมแขนกล จากนั้นจะทำงานประกาศค่าตัวแปรจากค่าที่บันทึกไว้ ได้แก่ โปรโตคอลในการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูล หมายเลขพอร์ตที่ใช้เชื่อมต่อ สถานีของเครื่องทดสอบ หมายเลขเครื่องทดสอบ หลังจากนั้นจะเป็นส่วนของการติดต่อสื่อสาร โดยการเรียกฟังก์ชันผ่านทางโปรโตคอลที่กำหนดไว้

สำหรับโครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูลจะมีการทำงานตามแผนผังโครงสร้างการทำงานดังรูป 3.16



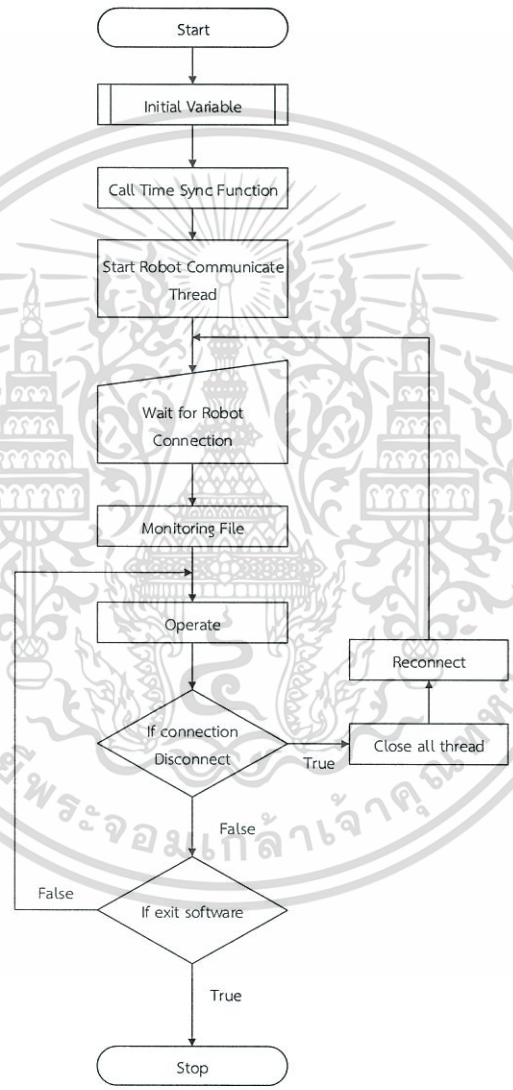
รูปที่ 3.16 แผนผังโครงสร้างการทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล (Interface Software) ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้ดังรูป 2. โดยจะแบ่งเป็นส่วนของซอฟต์แวร์ ซอฟต์แวร์ตรวจสอบประวัติการทำงาน

หน้าต่างหลักของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสจะเป็นหน้าต่างที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ รวมทั้งทำการตรวจจับผลการทดสอบ มีโครงสร้างการทำงานโดยรวมดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 Flowchart การทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

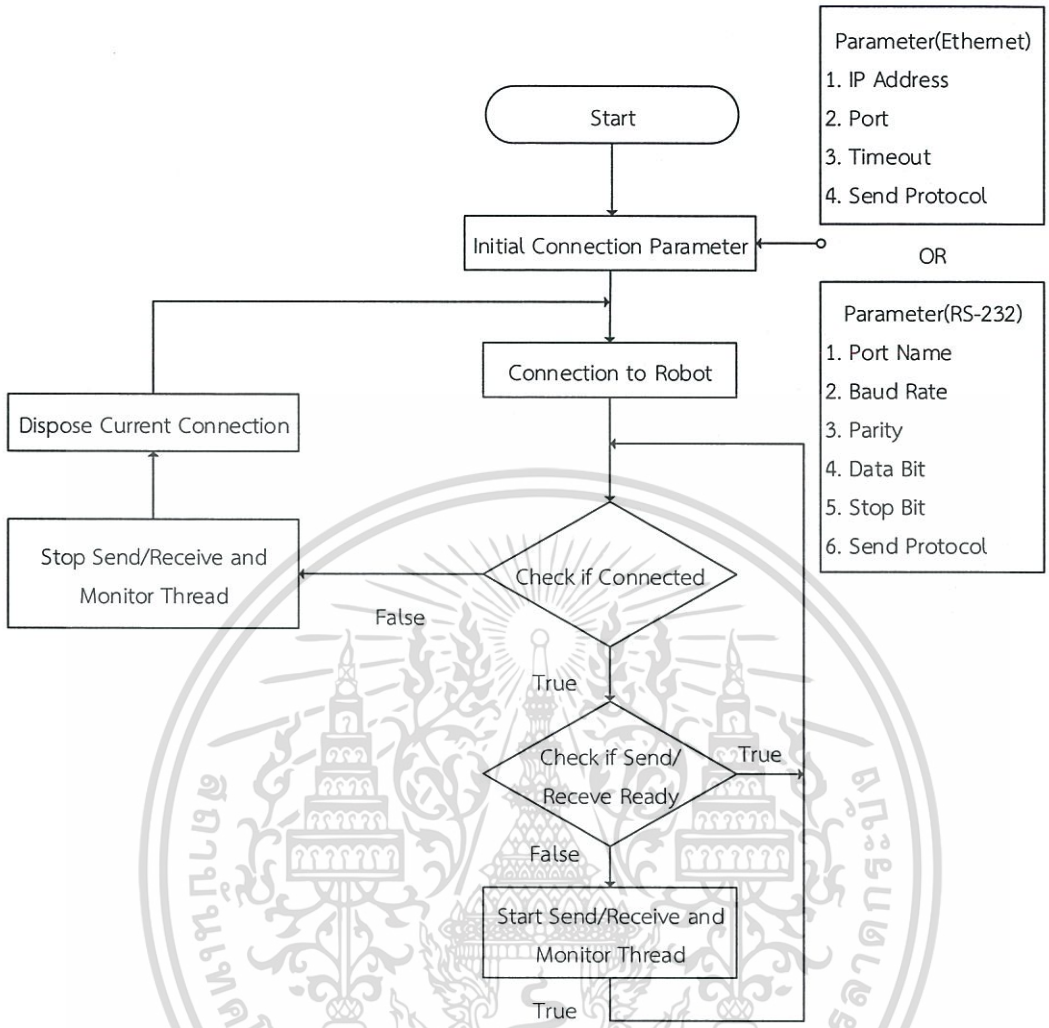
ซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้นมาจะทำงานเป็นเทรดเพื่อให้การเชื่อมต่อสื่อสารกับซอฟต์แวร์และแขนกลสามารถเป็นไปอย่างคู่ขนานกัน โดยจะแบ่งเทรดการทำงานออกเป็น 4 เทรด โดยแต่ละเทรดจะมีหน้าที่ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เทรดการทำงานของโปรแกรมเชื่อมต่อข้อมูล

การประมวลผล (Thread)	หน้าที่
Connection Thread	เชื่อมต่อกับแขนกลด้วยโปรโตคอลที่กำหนด
Receive Thread	รับข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์อินเทอร์เฟสและแขนกล
Monitor Thread	มอนิเตอร์ไฟล์ log ที่สร้างจากซอฟต์แวร์ของเครื่องทดสอบ
Tester Software Thread	ใช้เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ทดสอบ เพื่อรับส่งข้อมูล รวมทั้งตรวจสอบอีเว้นท์การทำงาน เช่น กรอบสนทนาปรากฏขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เทรดเชื่อมต่อกับแขนกล (Connection Thread)

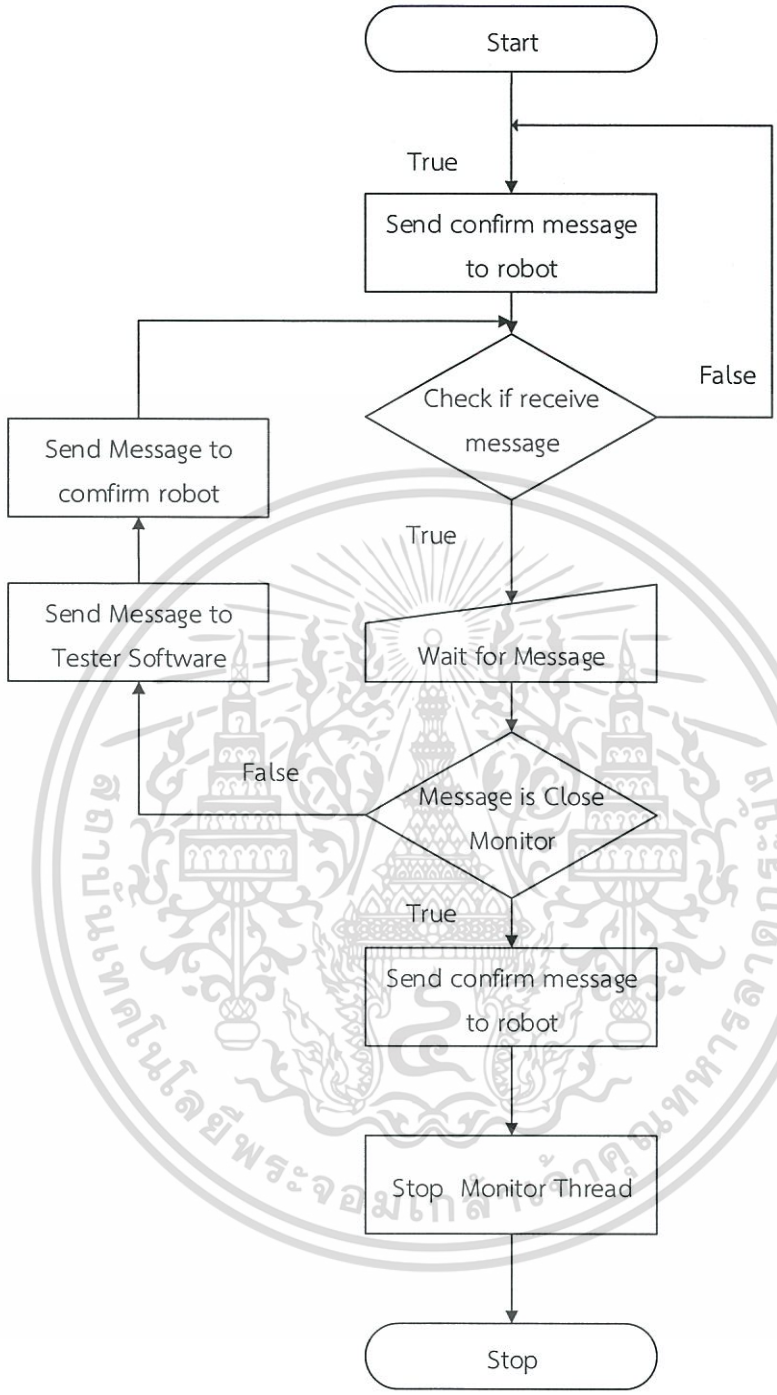


รูปที่ 3.18 Flowchart ของเทรดการเชื่อมต่อกับแขนกล

จากรูปที่ 3.18 เป็นเทรดสำหรับสั่งการให้ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ของแขนกล โดยมีการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อรวมทั้งกำหนดให้การเชื่อมต่อใหม่หากระบบขัดข้องหรือขาดการติดต่อชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทรดการรับข้อมูลจากแขนกล (Receive Thread)

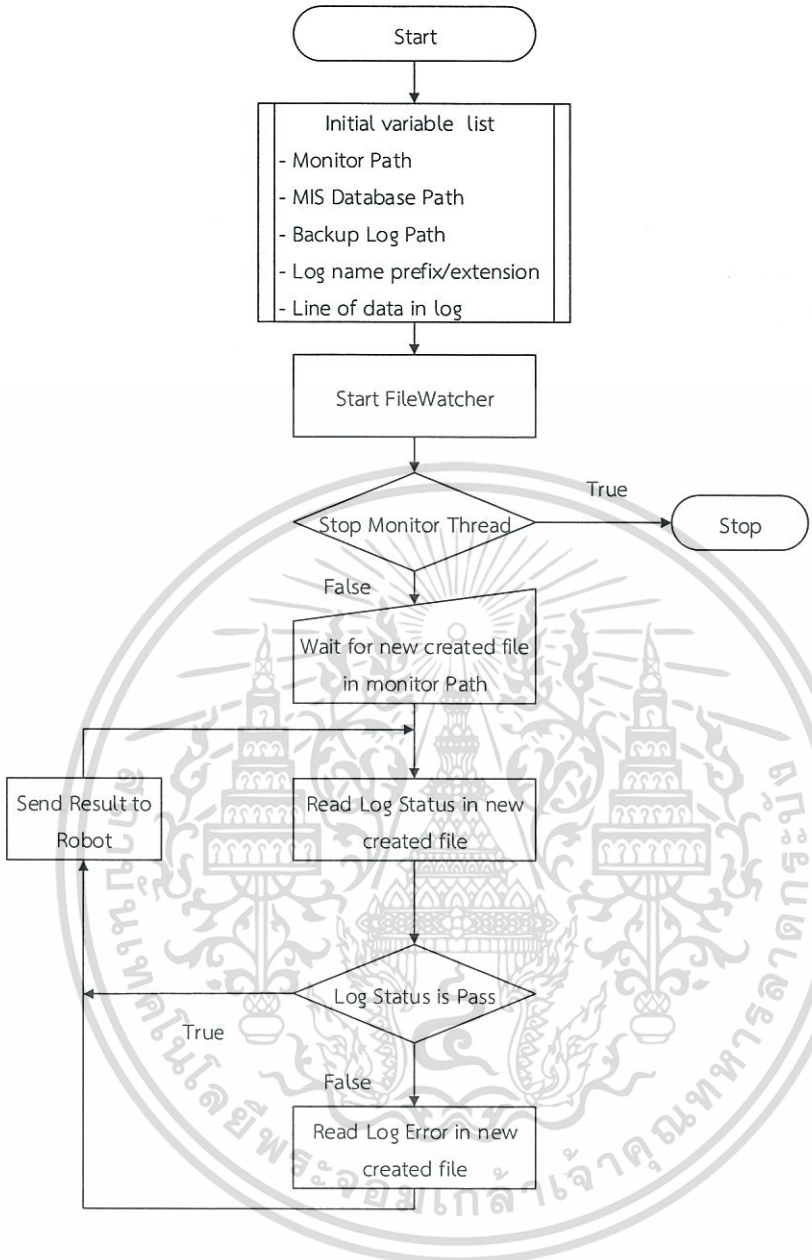


รูปที่ 3.19 Flowchart ของเทรดการรับข้อมูลจากแขนกล

จากรูปที่ 3.19 เป็นเทรดสำหรับรับข้อมูลจากซอฟต์แวร์ฝั่งของแขนกล โดยจะส่งข้อความให้กับแขนกลเพื่อเป็นการตรวจสอบระบบก่อน จากนั้นจะทำการเปิดพอร์ทสำหรับรับข้อมูล สุดท้ายเมื่อได้รับข้อมูลแล้ว จะทำการส่งข้อความกลับเพื่อแจ้งสถานะกับแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เทรดมอนิเตอร์ไฟล์ผลลัพธ์ (Monitor Thread)

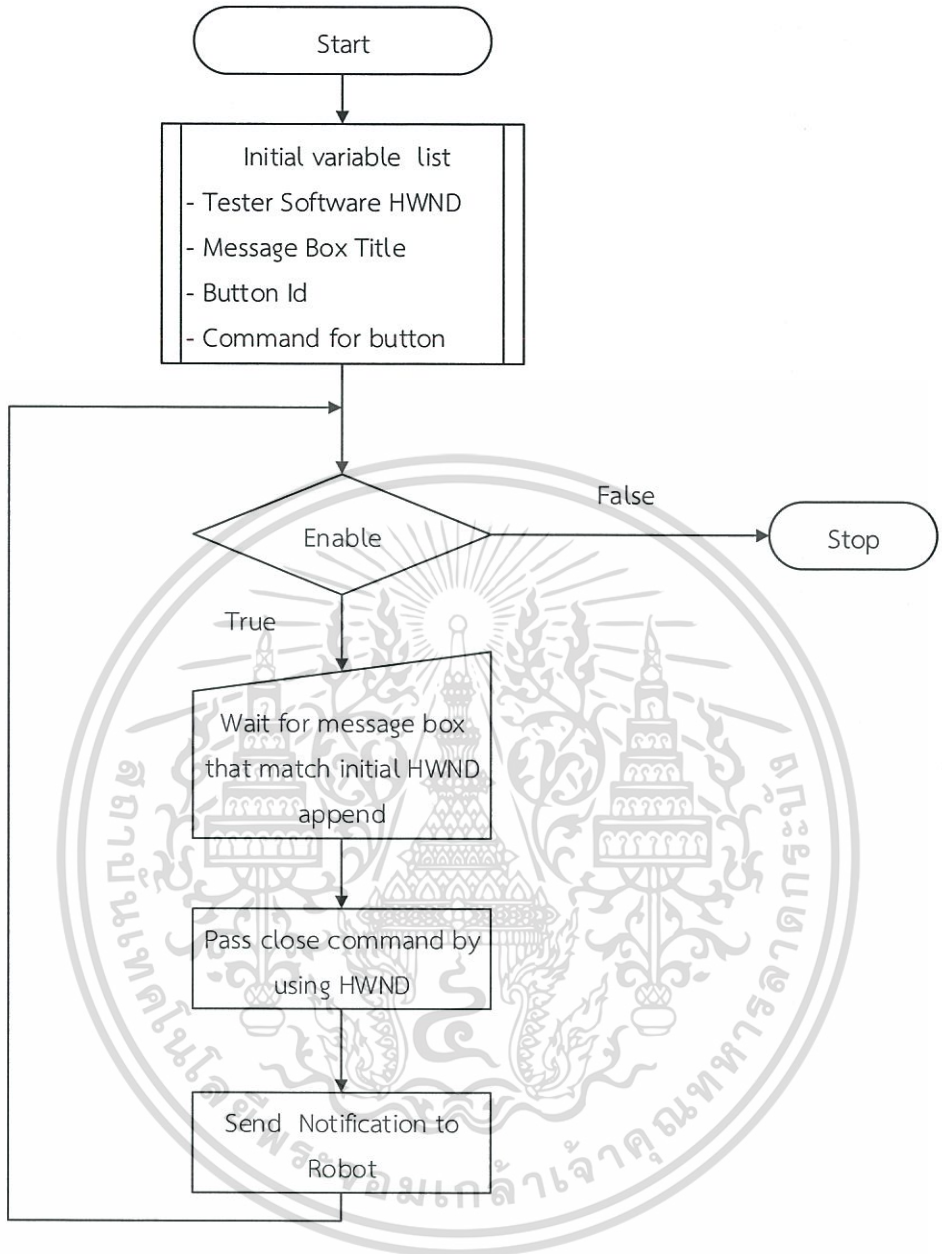


รูปที่ 3.20 Flowchart ของเทรดมอนิเตอร์ไฟล์ผลลัพธ์

จากรูปที่ 3.20 เป็นเทรดสำหรับเปิดระบบมอนิเตอร์ไฟล์ผลลัพธ์การทดสอบแผ่นวงจรจากซอฟต์แวร์ทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ผลลัพท์ของการทดสอบ จากนั้นจะส่งผลลัพธ์ให้แขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เทรดสำหรับสื่อสารกับซอฟต์แวร์ทดสอบ (Monitor Thread)

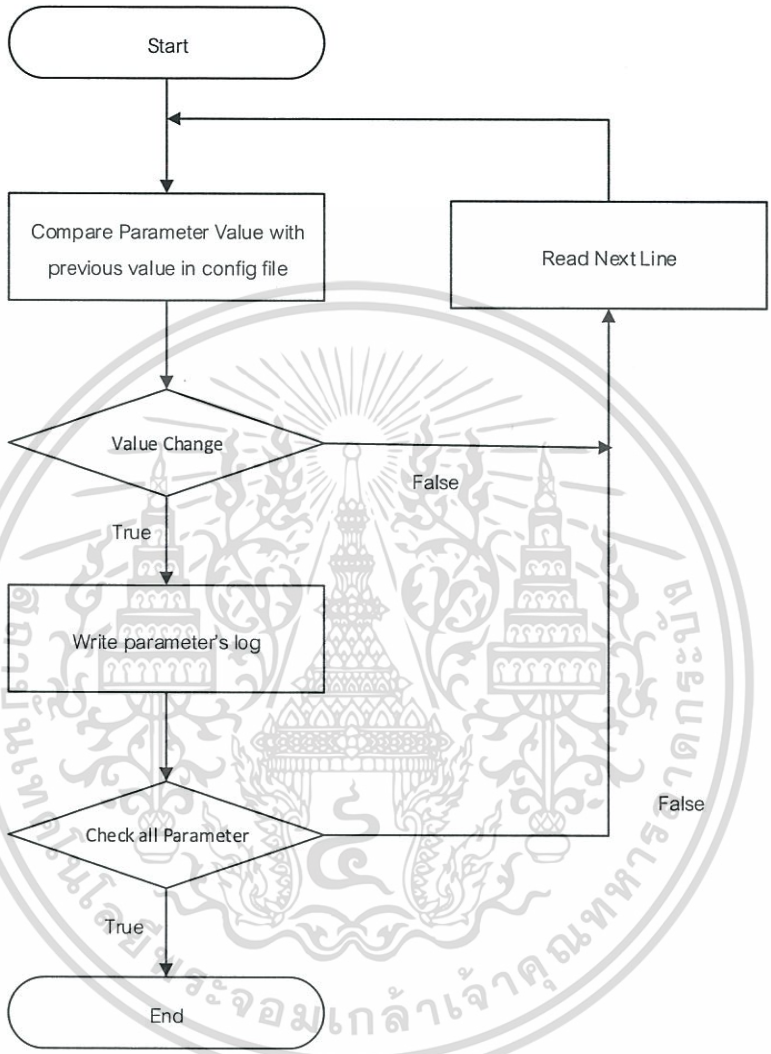


รูปที่ 3.21 Flowchart ของเทรดสำหรับสื่อสารกับซอฟต์แวร์ทดสอบ

จากรูปที่ 3.21 เป็นเทรดสำหรับเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ทดสอบเพื่อส่งผ่านคำสั่งให้เริ่มทำการทดสอบ โดยจะมีการตรวจสอบหากซอฟต์แวร์ทดสอบเกิดข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบันทึกการตั้งค่า ในการเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าซอฟต์แวร์แต่ละครั้งจะต้องมีการล็อคอินเข้าไปด้วย User ที่กำหนด ซึ่งผู้จัดทำได้เขียนระบบบันทึกค่าหากมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ใดๆ ในซอฟต์แวร์ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.22

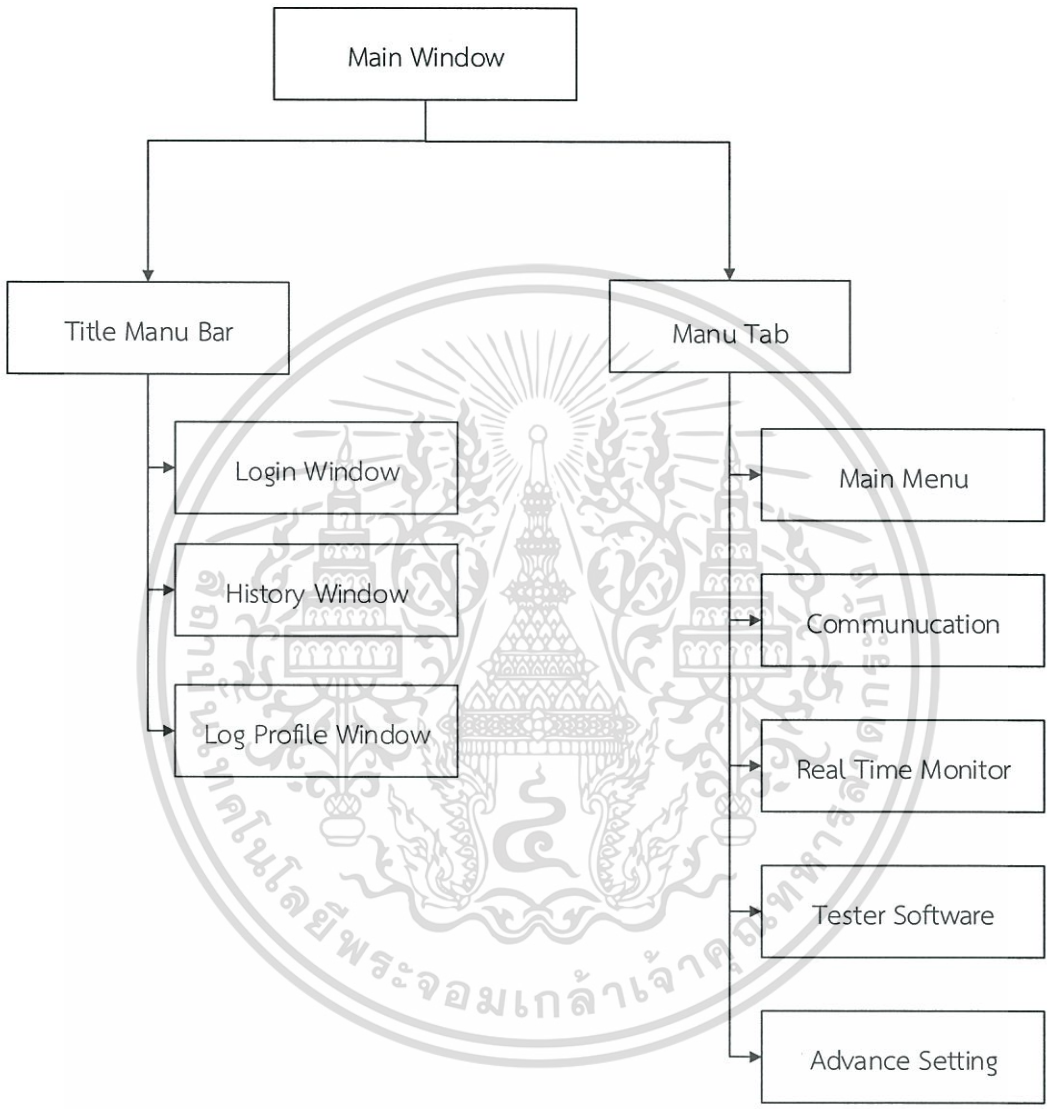


รูปที่ 3.22 Flowchart ของระบบการบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ หากมีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 ออกแบบหน้าจอแสดงผลและตั้งพาราค่าพารามิเตอร์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบหน้ากราฟิกแสดงผล (GUI) สำหรับแสดงสถานะการทำงานของซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสข้อมูล รวมถึงใช้ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

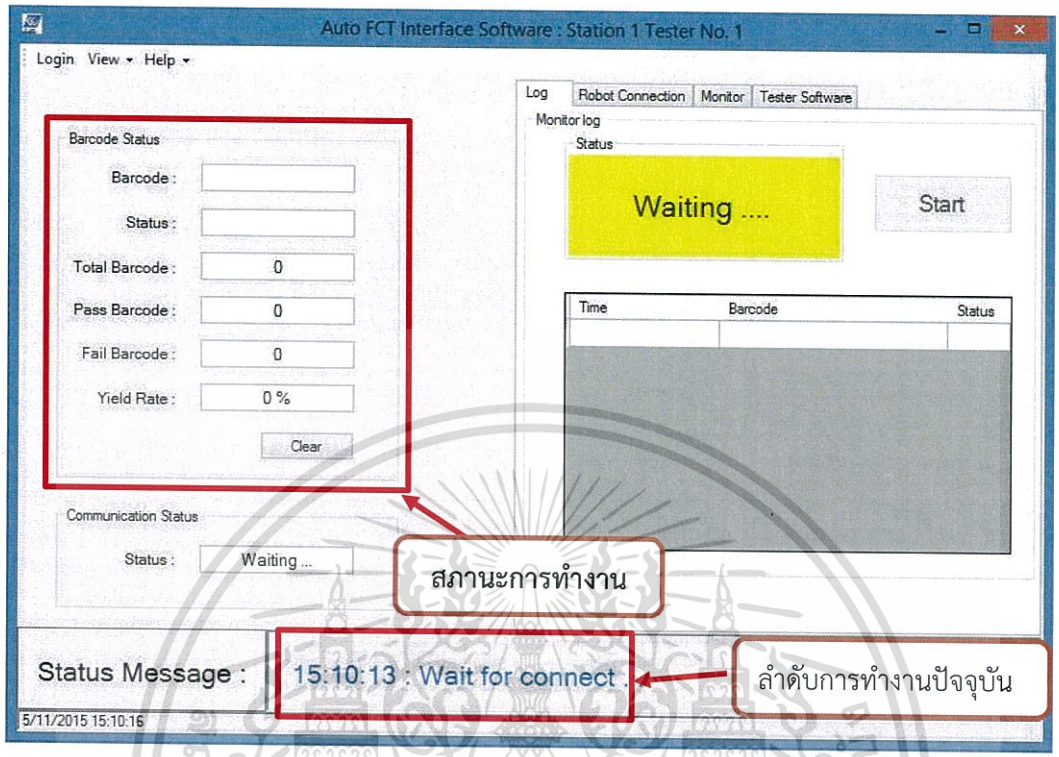


รูปที่ 3.23 การออกแบบลำดับแสดงผลข้อมูล

จากรูปที่ 2.23 จะอธิบายเกี่ยวกับการโครงสร้างหน้ากราฟิกการแสดงผลข้อมูล รวมทั้งออกแบบลำดับการแสดงผล เพื่อความง่ายในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอหลักเมื่อเริ่มต้นระบบ แสดงดังรูป 3.24 ซึ่งเป็นหน้าจอแรกที่ปรากฏเพื่อแสดงสถานะการทำงานพื้นฐานให้กับผู้ควบคุมเครื่องจักร



รูปที่ 3.24 หน้าจอเริ่มต้นระบบ

เมื่อเปิดซอฟต์แวร์ขึ้นมาจะหน้าต่างเริ่มต้นจะเป็นหน้าต่างแสดงสถานะการทำงานโดยรวม ซึ่งจะแสดงข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานเครื่องทดสอบ ดังนี้

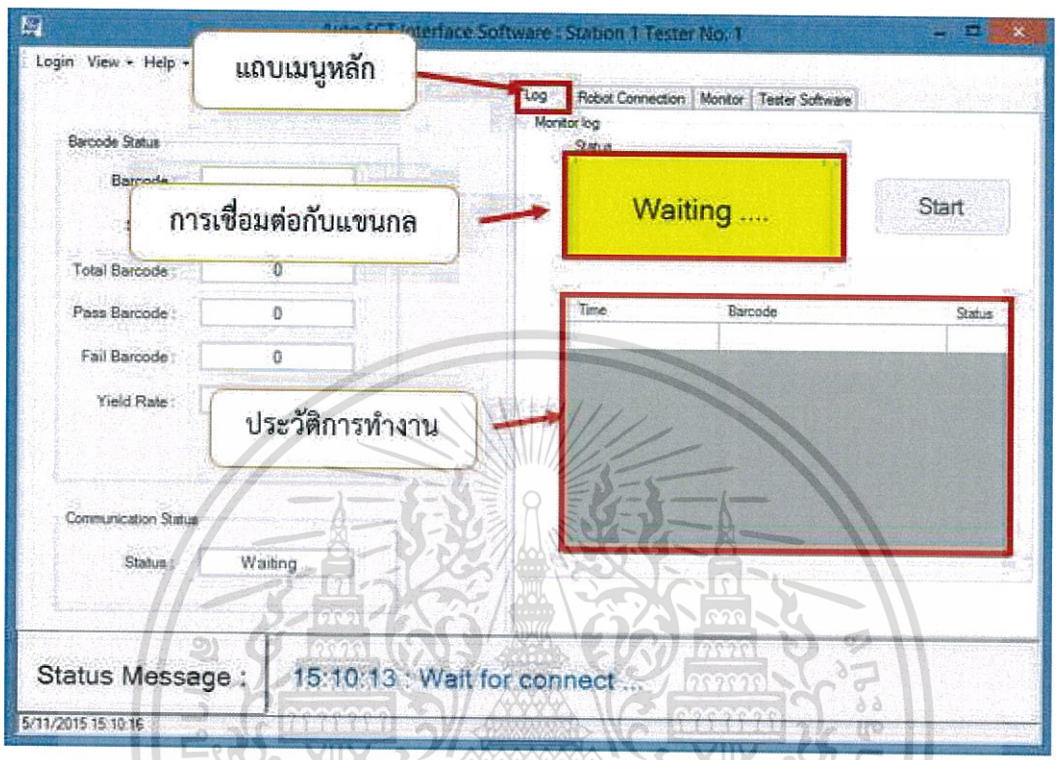
Barcode	บาร์โค๊ตของแผ่นพีซีบีที่ได้รับจากแขนกล
Status	สถานะการทดสอบของแผ่นพีซีบี (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
Total Barcode	จำนวนแผ่นพีซีบีที่ทดสอบทั้งหมด
Pass Barcode	จำนวนแผ่นพีซีบีที่ผ่านการทดสอบ
Fail Barcode	จำนวนแผ่นพีซีบีที่ไม่ผ่านทดสอบทั้งหมด
Yield Rate	ค่า Yield ของเครื่องทดสอบ

ส่วนด้านล่างของซอฟต์แวร์จะเป็นข้อความแสดงสถานะการในทำงานปัจจุบัน ให้ทราบถึงลำดับการทำงานที่กำลังทำอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางฝั่งด้านขวาของซอฟต์แวร์จะเป็นหน้าต่างย่อยสำหรับแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ควบคุมการทำงาน รวมทั้งตั้งค่าพารามิเตอร์ในการทำงาน โดยสามารถจำแนกตามรูปได้ดังนี้

1. แถบเมนูหลัก

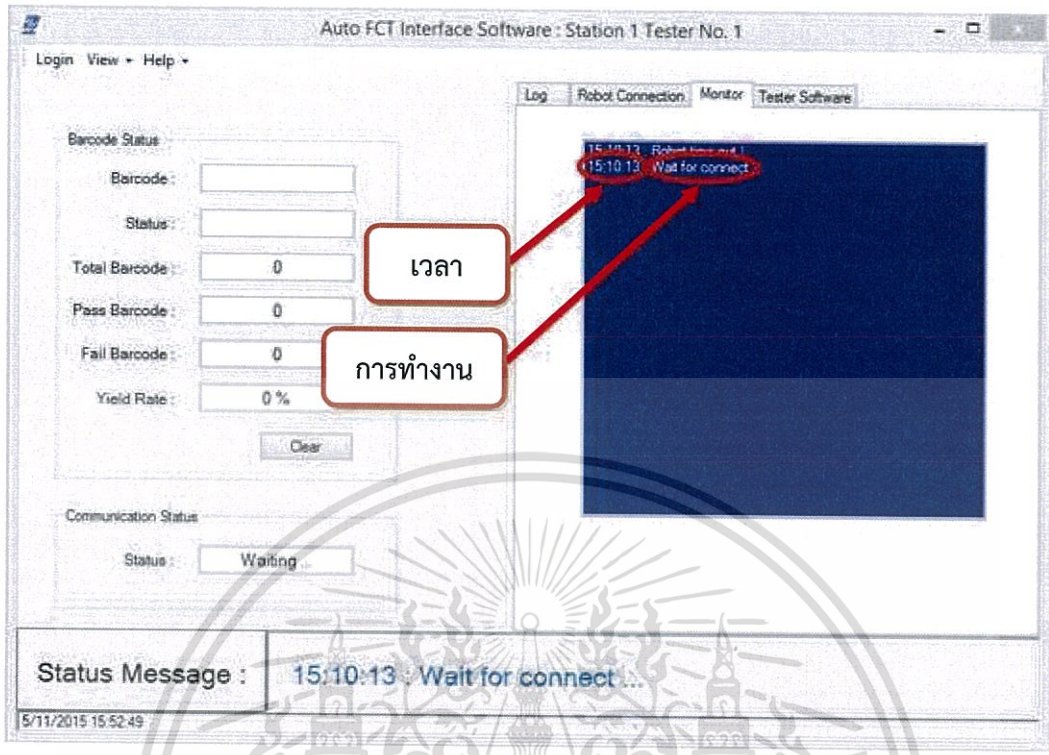


รูปที่ 3.25 แถบเมนูหลัก

จากรูปที่ 3.26 แสดงถึงแถบเมนูอันแรกจะเป็นหน้าเมนูหลัก จะแสดงผลการเชื่อมต่อกับแขนกล และแสดงผลประวัติการทดสอบแผ่นพีซีบี จะมีรายละเอียดการแสดงได้แก่ เวลา เลขบาร์โค๊ต สถานะของแผ่นที่ทดสอบ ซึ่งจะทำการรีเซ็ตค่าทุกๆ ครึ่งวันเพื่อให้ผู้ใช้งานในแต่ละช่วงเวลาสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของตนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แถบเมนูมอนิเตอร์การทำงาน



รูปที่ 3.26 แถบเมนูมอนิเตอร์การทำงาน

จากรูปที่ 3.26 จะเป็นแถบเมนูมอนิเตอร์การทำงาน โดยมีการบันทึกขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้น สำหรับใช้ในการตรวจสอบหากการทำงานเกิดข้อขัดข้อง โดยจะมีการบันทึกลงเป็นไฟล์ข้อความสำหรับตรวจสอบประวัติการทำงานหากต้องการตรวจสอบย้อนหลัง

โดยข้อมูลจากแถบเมนูนี้จะทำการเก็บประวัติการทำงานไว้เป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำการบันทึกเป็นไฟล์ แล้วลบข้อมูลจากกล่องข้อความเพื่อเป็นการง่ายตรวจสอบข้อผิดพลาดหากทำการรันซอฟต์แวร์ต่อเพื่อเป็นเวลานาน

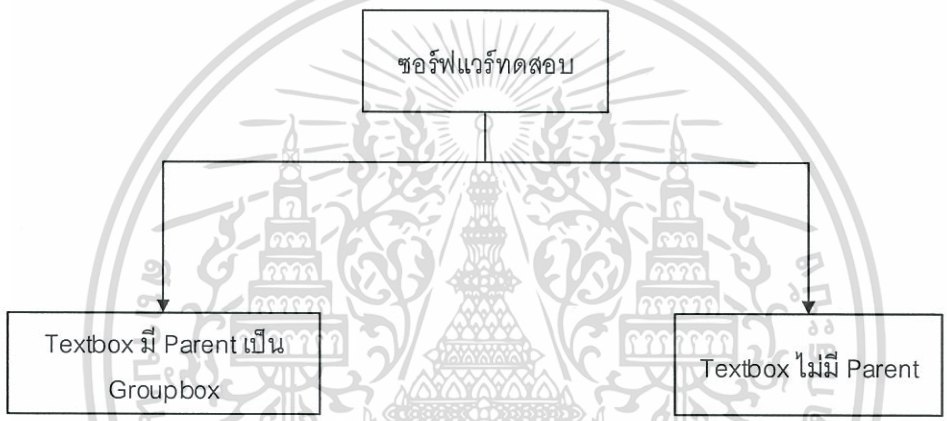
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ

สำหรับแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ ใช้สำหรับตั้งค่าให้ทำการชี้ตำแหน่ง HWND ของซอฟต์แวร์ทดสอบอัตโนมัติ แต่หากว่ามีการปิดซอฟต์แวร์ หรือตัวซอฟต์แวร์มีหน้าต่างย่อย จะต้องทำการตั้งค่า HWND ของซอฟต์แวร์โดยเลือก Title ของซอฟต์แวร์ก่อน

เนื่องจากการส่งข้อความไปยังโปรแกรมทดสอบต้องใช้ตำแหน่ง HWND ของ Textbox ซึ่ง Parent ที่ได้จากการเลือก Title จะเป็น Client Area ของซอฟต์แวร์ ทำให้หาก Textbox มี Parent ที่อยู่ลำดับรองลงมาจาก Client Area ซึ่งคือ Groupbox จะต้องหา HWND ของ Groupbox ก่อน

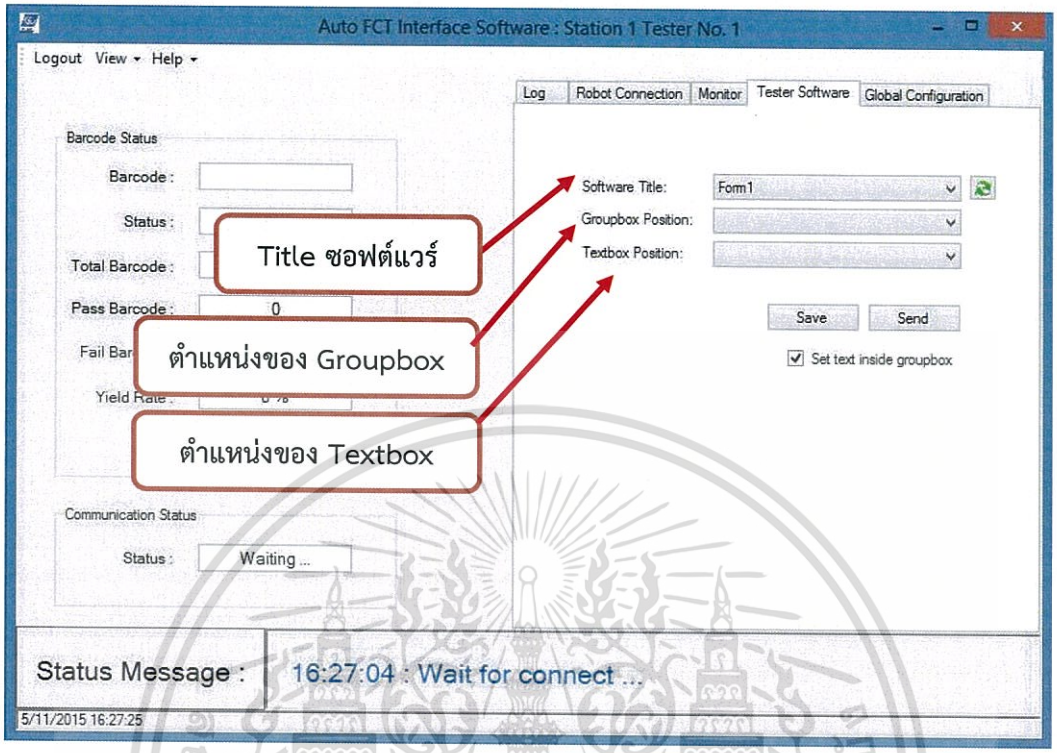
โดยหน้าแสดงผลนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 โครงสร้างแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหน้ากราฟฟิกของแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบจะแสดงดังรูปที่ 3.28



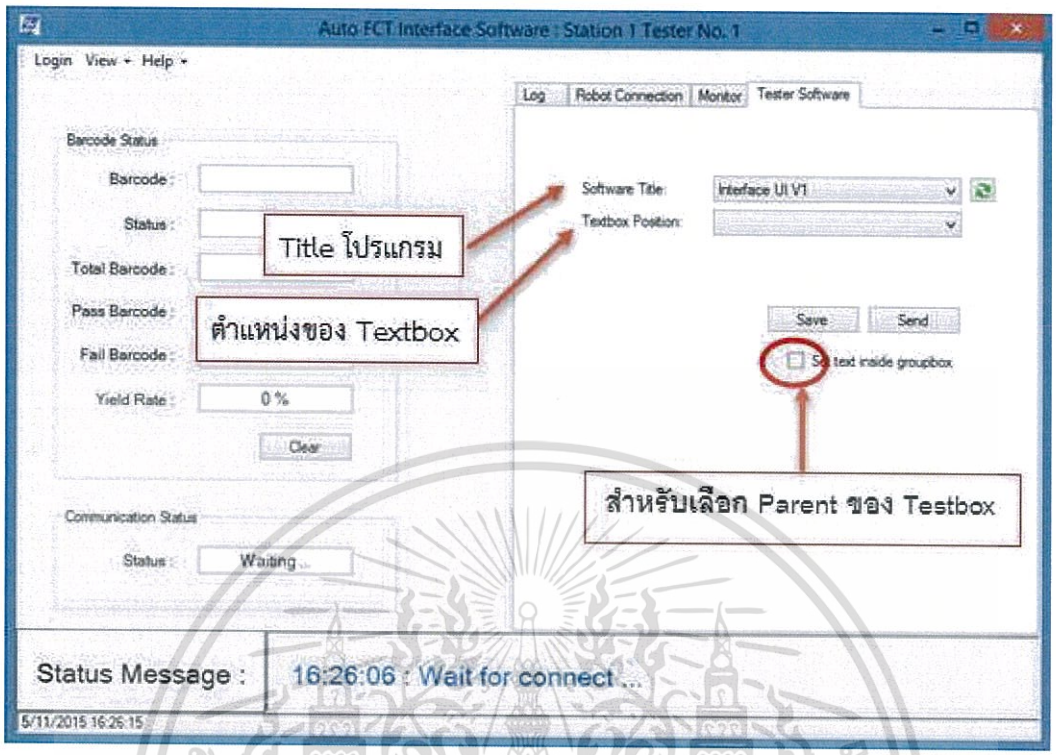
รูปที่ 3.28 แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบแบบใส่ข้อความลงภายในลง Groupbox

การแสดงผลจากรูปที่ 3.28 นี้ หากต้องการนำข้อความหรือเลขบาร์โค๊ตส่งผ่านไปยัง Textbox ที่มี Parent เป็น Groupbox จะต้องเลือกตำแหน่งของ Groupbox ก่อน

เนื่องจากการส่งข้อความไปยังโปรแกรมทดสอบต้องใช้ตำแหน่ง HWND ของ Textbox ซึ่ง Parent ที่ได้จากการเลือก Title จะเป็น Client Area ของซอฟต์แวร์ ทำให้หาก Textbox มี Parent ที่อยู่ลำดับรองลงมาจาก Client Area ซึ่งคือ Groupbox จะต้องหา HWND ของ Groupbox ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

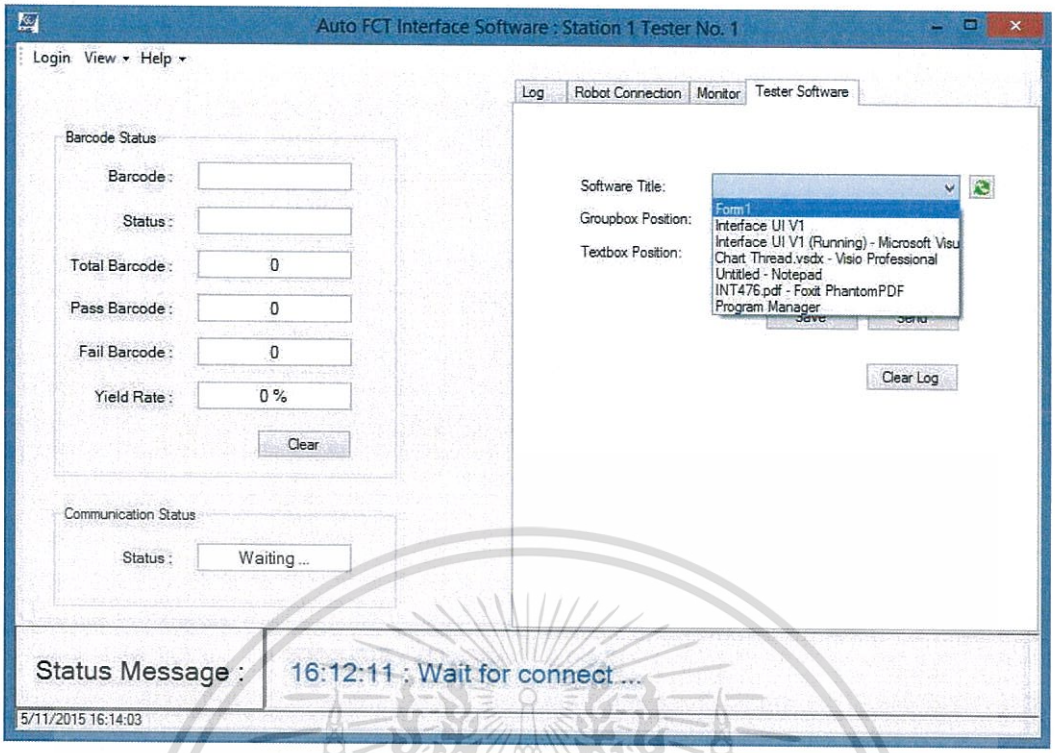
4. แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบแบบใส่ข้อความลง Textbox



รูปที่ 3.29 แถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบแบบใส่ข้อความลง Textbox

รูปที่ 3.29 หากต้องการส่งผ่านข้อความลงบน Textbox มี Parent เป็น Client Area ของหน้าต่างหลัก สามารถทำได้โดยการเลือกจาก Checkbox ด้านล่างดังรูปที่ 3.29 ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของซอฟต์แวร์ทดสอบ หรือหากต้องการใช้กับซอฟต์แวร์ทดสอบตัวอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

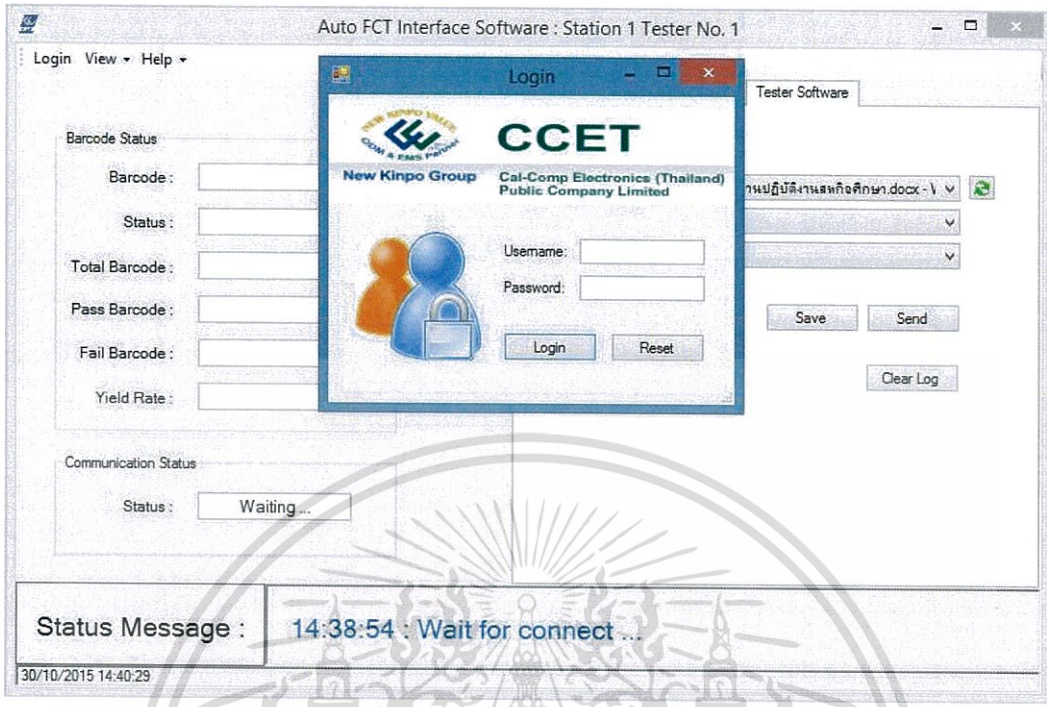


รูปที่ 3.30 เลือกโปรแกรมที่ต้องการเชื่อมต่อแถบเมนูเชื่อมต่อซอฟต์แวร์ทดสอบ

ส่วนรูปที่ 3.30 จะเป็นการเลือก HWND ของซอฟต์แวร์ที่ต้องการเชื่อมต่อ โดยจะระบุเลข HWND จาก Title ของซอร์แวร์ที่ต้องการติดต่อ โดยหน้า GUI จะแปลงจากเลข HWND เป็นชื่อ Title ของซอฟต์แวร์เพื่อความสะดวกในการตรวจหาซอฟต์แวร์ทดสอบที่ต้องการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าล็อคอิน

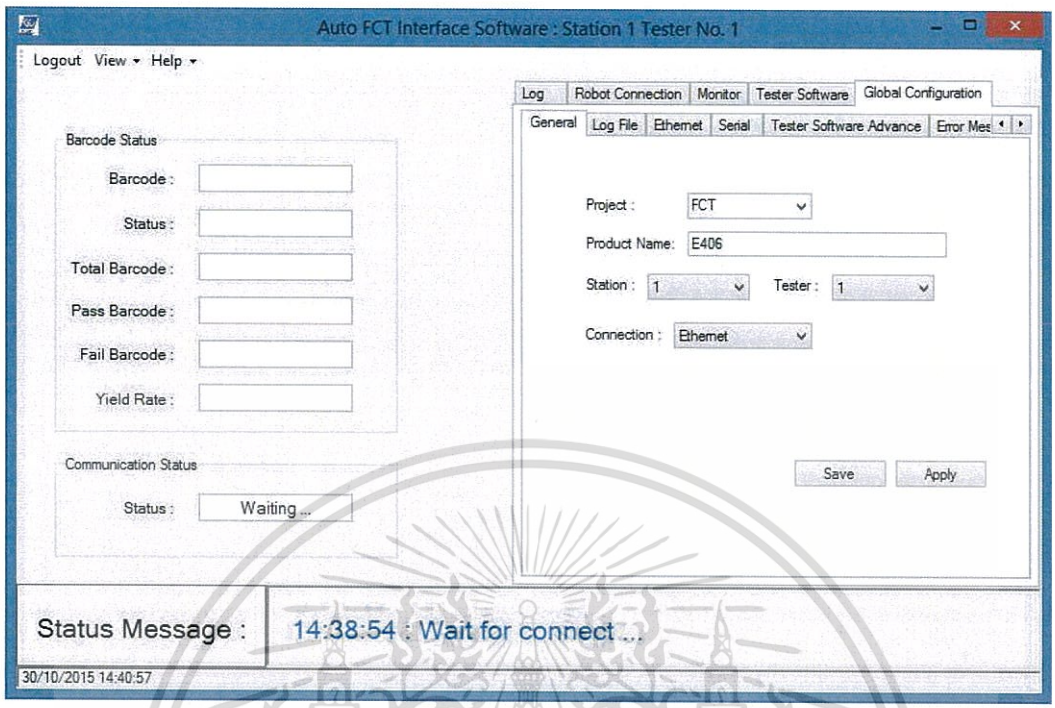


รูปที่ 3.31 หน้าล็อคอิน

นอกจากนี้ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสสามารถทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ขั้นสูงได้ โดยการคลิกที่เมนู Login ด้านบน จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้ใส่ ชื่อผู้ใช้งาน กับ รหัส ซึ่งในแต่ระดับของผู้ใช้งานจะมีสิทธิในการต้องค่าไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แถบเมนูตั้งค่าทั่วไป



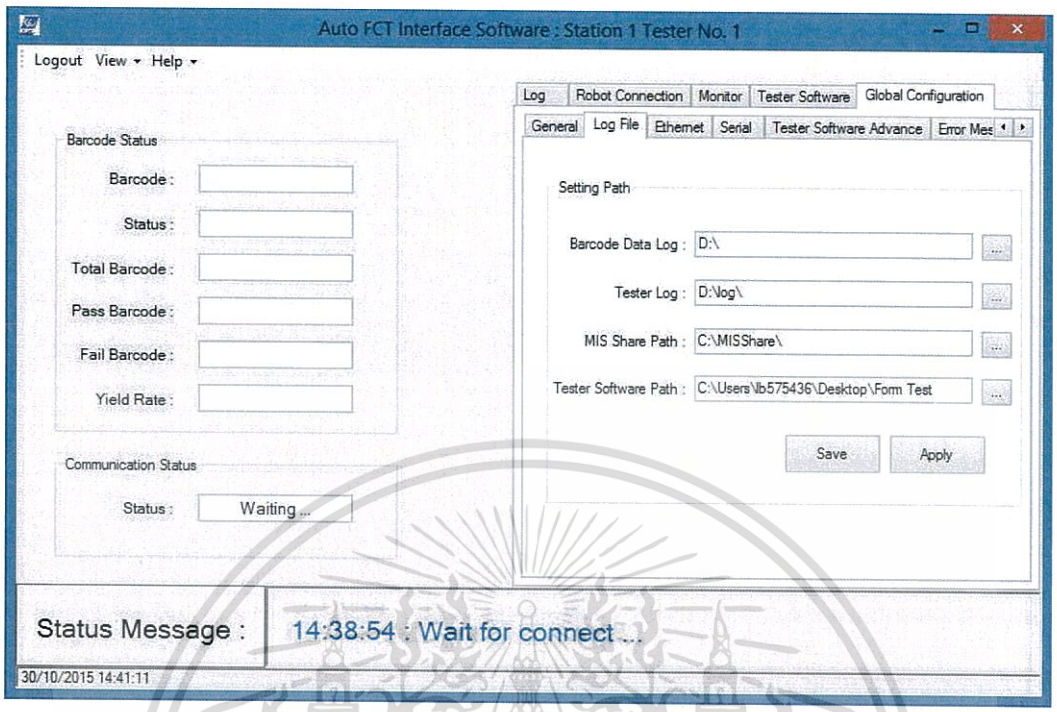
รูปที่ 3.32 แถบเมนูตั้งค่าทั่วไป

จากรูปที่ 3.32 แถบเมนูนี้จะใช้สำหรับตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐานต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

Project	ชื่อโปรเจค (ใช้เป็น Prefix ของไฟล์ที่มอนิเตอร์)
Product Name	ชื่อผลิตภัณฑ์
Station	หมายเลขสถานีทดสอบ
Tester	หมายเลขเครื่องทดสอบ
Connection	โปรโตคอลในการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แถบเมนูตั้งค่าตำแหน่ง



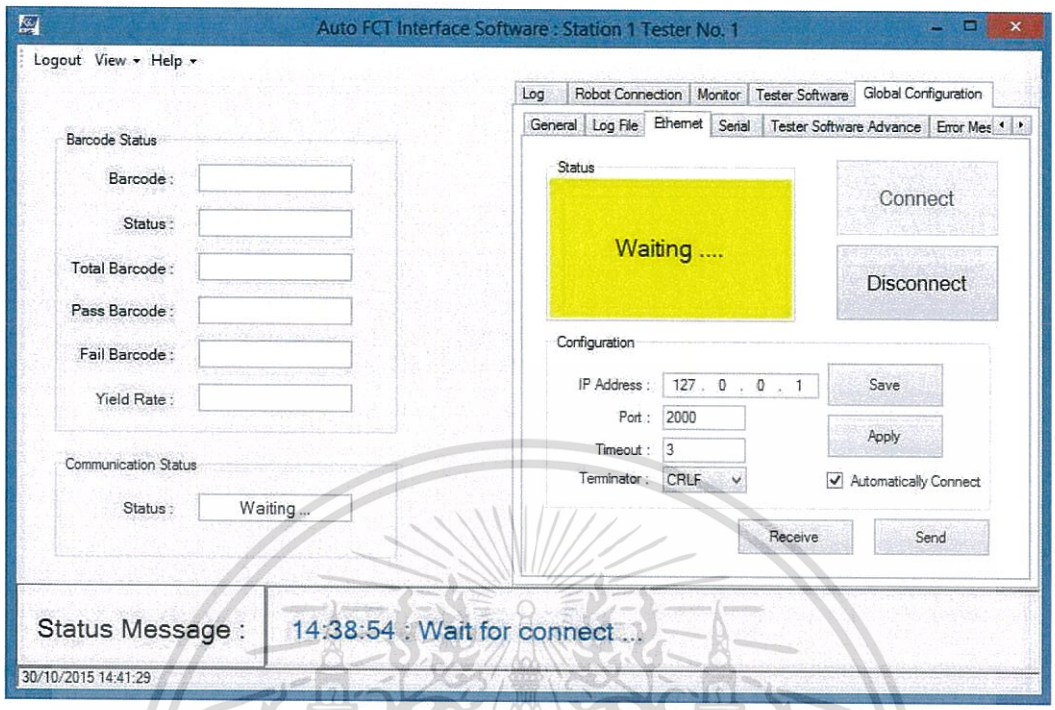
รูปที่ 3.33 แถบเมนูตั้งค่าตำแหน่ง

เมนู Log File ใช้สำหรับเลือกตำแหน่งที่อยู่ (Path) ของส่วนต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

Barcode Data Log	ตำแหน่งที่ต้องการเก็บประวัติการทดสอบของแผ่นพีซีบี
Monitor Path	ตำแหน่งที่ต้องการมอนิเตอร์ไฟล์ผลลัพธ์
MIS Share Path	ตำแหน่งที่จะส่งไปยังฐานข้อมูลโรงงาน
Backup Log Path	ตำแหน่งไฟล์ผลลัพธ์ที่จะทำการสำรองไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต Ethernet



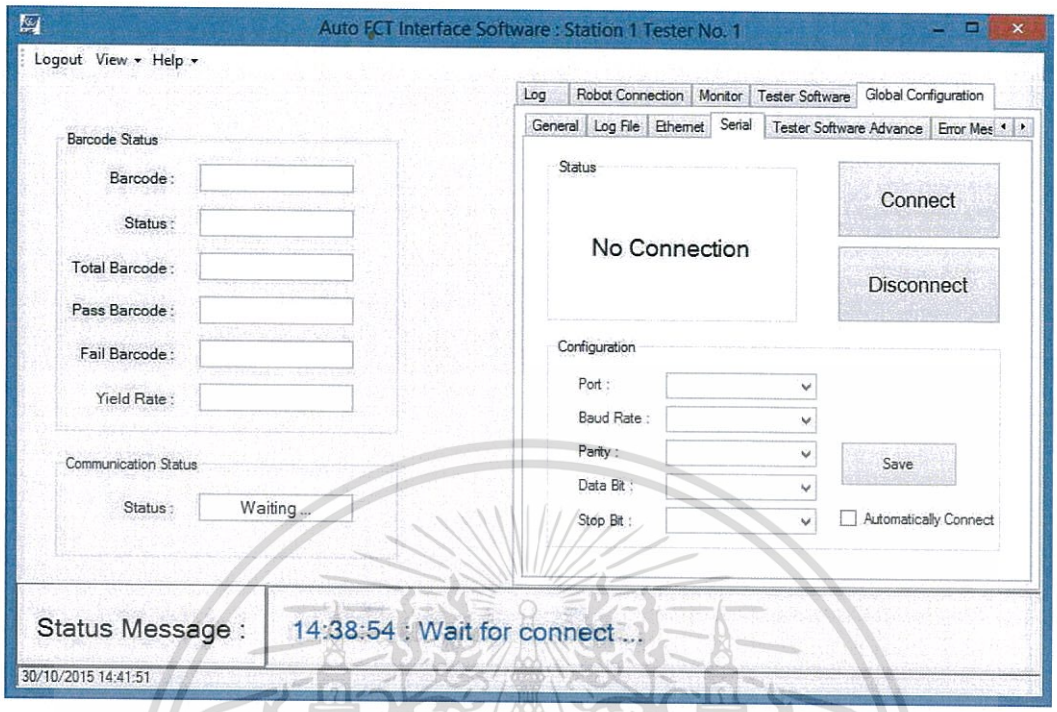
รูปที่ 3.34 แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต Ethernet

เมนูการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต Ethernet ใช้สำหรับตั้งการพารามิเตอร์ในการเชื่อมกับแขนกล (Server) ในกรณีที่เชื่อมผ่านทางพอร์ต Ethernet โดยมีพารามิเตอร์พื้นฐานดังนี้

IP Address	เลขไอพี ของแขนกล (Server)
Port	พอร์ตที่เชื่อมกับแขนกล
Timeout	เวลาในการพยายามเชื่อมต่อ
Terminator	โปรโตคอลในการส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (RS232)



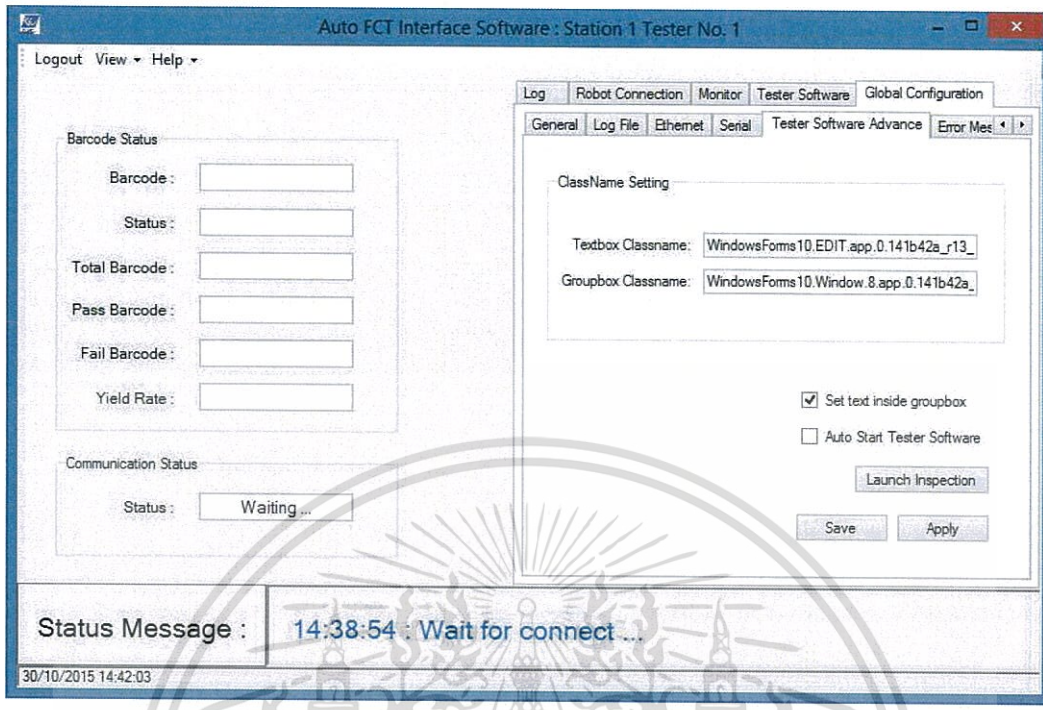
รูปที่ 3.35 แถบเมนูตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (RS232)

เมนูการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต RS232 ใช้สำหรับตั้งการพารามิเตอร์ในการเชื่อมกับแขนกล ในกรณีที่เชื่อมผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS323 โดยมีพารามิเตอร์พื้นฐานดังนี้

Port	พอร์ตที่เชื่อมกับแขนกล
Baud Rate	อัตราการส่งผ่านข้อมูล
Parity	บิตภาวะ มีค่าเป็น คู่ คี่หรือไม่นำมาใช้
Data Bit	บิตข้อมูล
Stop Bit	บิตหยุด
Terminator	โปรโตคอลในการส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. แถบตั้งค่าซอฟต์แวร์ทดสอบขั้นสูง



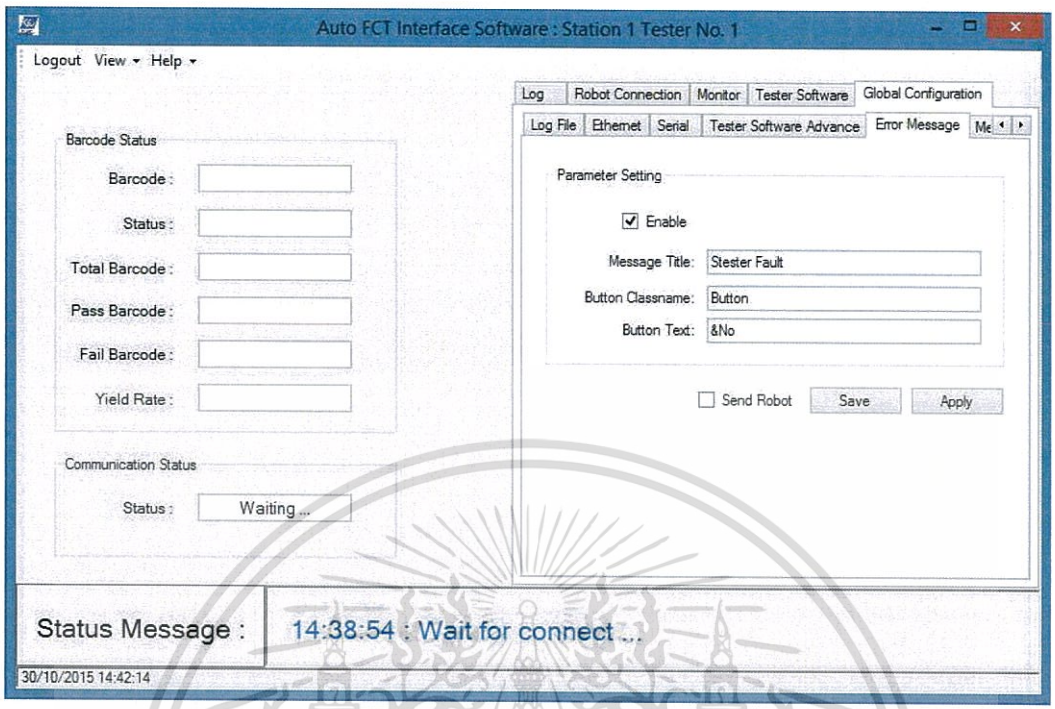
รูปที่ 3.36 แถบตั้งค่าซอฟต์แวร์ทดสอบขั้นสูง

แถบนี้ใช้สำหรับตั้งค่าเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ทดสอบในขั้นสูง โดยจะมีข้อมูล

Tester Software Path	ตำแหน่งของโปรแกรมทดสอบ
Textbox Classname	ชื่อคลาสของ Textbox สำหรับระบุตำแหน่ง HWND
Groupbox Classname	ชื่อคลาสของ Groupbox สำหรับระบุตำแหน่ง HWND (หากมี)
Set text in Groupbox	เลือกการส่งผ่านข้อความลง Textbox
Auto Start	เปิดซอฟต์แวร์ทดสอบอัตโนมัติเมื่อเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. แถบตั้งค่าสำหรับบิดกล่องข้อความ



รูปที่ 3.37 แถบตั้งค่าสำหรับบิดกล่องข้อความ

แถบนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาของซอฟต์แวร์ทดสอบของทางโรงงานเนื่องจากในระหว่างการทดสอบบางกรณีซอฟต์แวร์ทดสอบจะสร้างกล่องข้อความ (Message Box) ขึ้นมาแจ้งเตือนปัญหาจากการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์ทดสอบ หรือการทดสอบตัวแผ่นที่ผิดปกติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

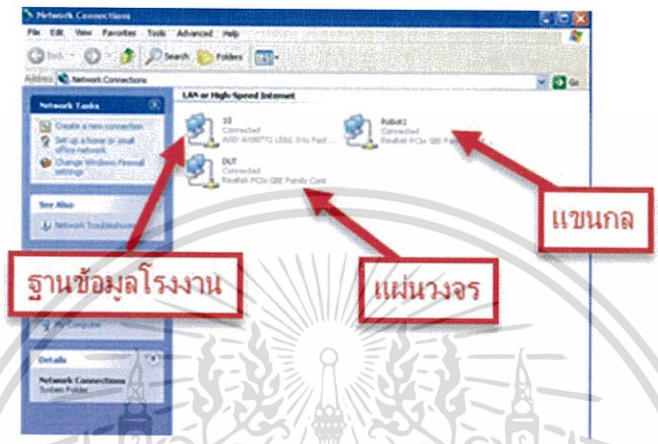
Enable	เปิด/ปิด ฟังก์ชัน
Message Title	ชื่อ Title ของกล่องข้อความ
Button Classname	ชื่อคลาสของปุ่มสำหรับระบุตำแหน่ง HWND
Button Test	ชื่อของปุ่มหากกล่องข้อความมีปุ่มอยู่หลายปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ติดตั้งระบบและทดสอบการทำงานของระบบ

สำหรับขั้นตอนนี้จะเป็นการติดตั้งระบบเชื่อมต่อทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยจะอธิบายถึงวิธีการติดตั้ง การตรวจสอบการเชื่อมต่อของระบบเน็ตเวิร์คและการทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสกับซอฟต์แวร์ทดสอบ

3.4.1 วางระบบเน็ตเวิร์คและตั้งค่าเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องทดสอบแต่ละเครื่อง

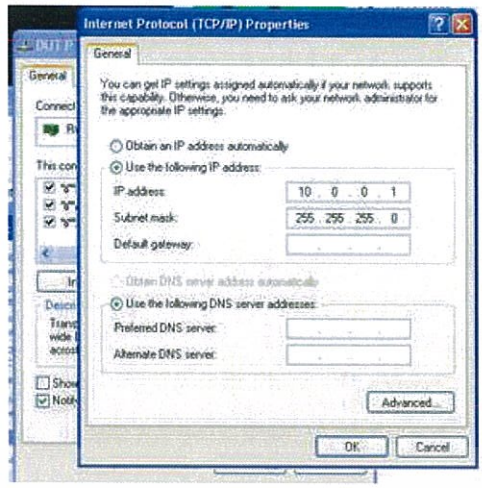


รูปที่ 3.38 การเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คบนเครื่องทดสอบแต่ละเครื่อง

เครื่องทดสอบแต่ละเครื่องจะเชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์คจำนวน 3 จุด โดยแต่ละจุดมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

1. ฐานข้อมูลโรงงาน สำหรับรับค่ากระบวนการทดสอบ ลำดับการทำงานของเครื่องทดสอบ
2. แผ่นวงจร สำหรับตรวจสอบระบบอีเทอร์เน็ตของแผ่นวงจร
3. แขนกล สำหรับเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับแขนกล

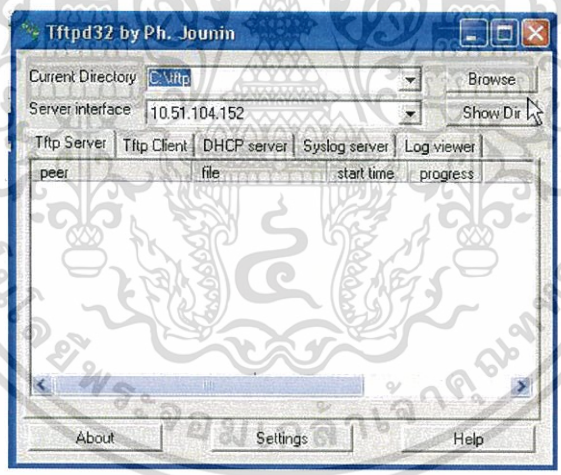
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 ตั้งค่าไอพีแอดเดรส

โดยการตั้งค่าไอพีทั้ง 3 ตัว จะอยู่ต่างเน็ตเวิร์คกันเพื่อป้องกันการเหลื่อมล้ำของข้อมูลที่ส่งระหว่างกัน

3.4.2 ตั้งค่าการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลการทดสอบ



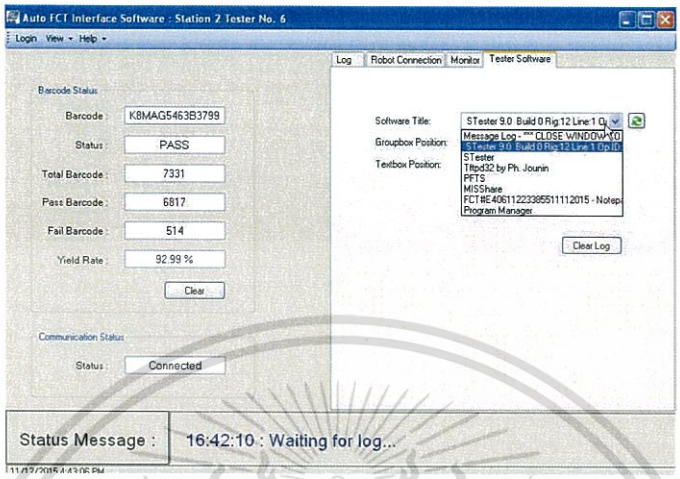
รูปที่ 3.40 ซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของทางโรงงาน

ขั้นตอนนี้จะเป็นการตั้งค่าซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของทางโรงงานให้รับค่าข้อมูลจากไอพีของเซิร์ฟเวอร์โรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

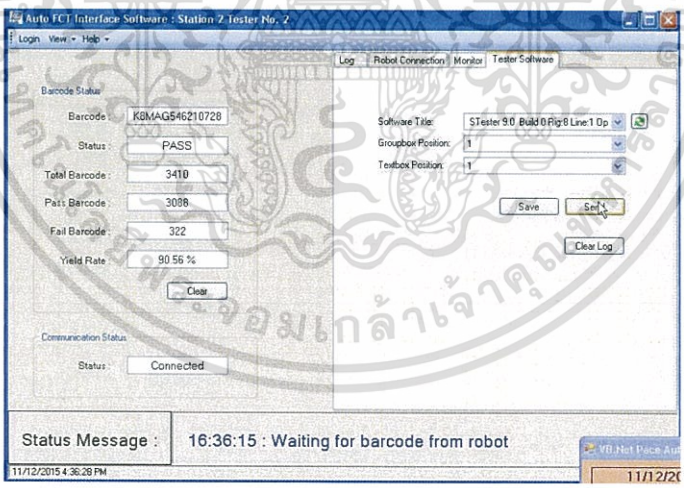
3.4.3 ตั้งค่าการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสกับซอฟต์แวร์ทดสอบ

ในการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ทดสอบจะต้องเลือกชื่อของซอฟต์แวร์เป็นลำดับแรก เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่ต้องการส่งข้อความ



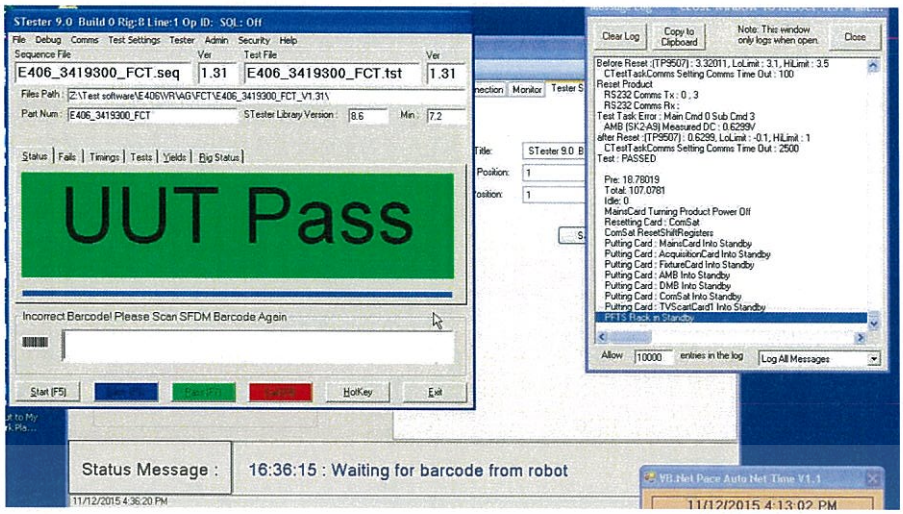
รูปที่ 3.41 เลือกชื่อของซอฟต์แวร์ทดสอบ

หลังจากนั้นทำการทดสอบส่งข้อความ โดยการคลิกปุ่ม Send สำหรับส่งข้อความทดสอบไปยังซอฟต์แวร์ทดสอบ



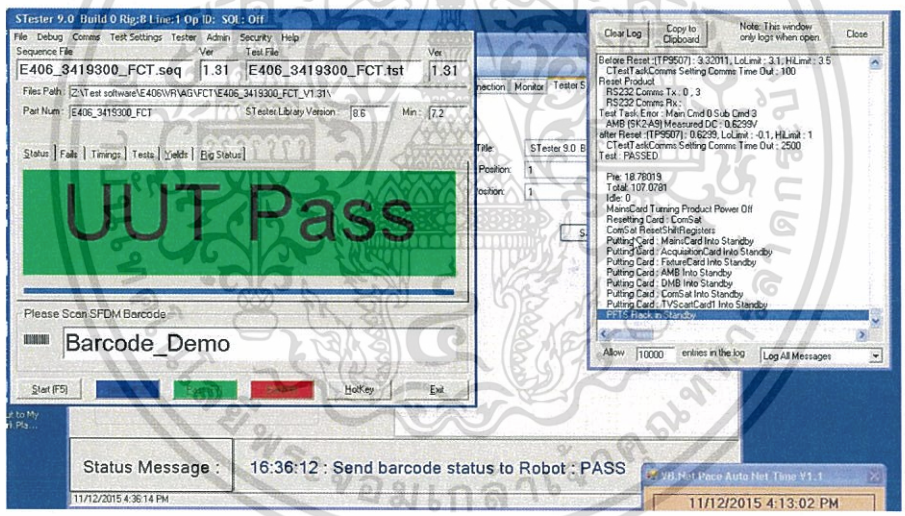
รูปที่ 3.42 ปุ่มทดสอบส่งข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 ซอฟต์แวร์ทดสอบในสถานะรอบาร์โค๊ต

เมื่อกดปุ่ม Send แล้ว ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสจะตั้งค่าซอฟต์แวร์ทดสอบให้แสดงขึ้นมาเป็นฟอร์กราวน์ แล้วทำการส่งข้อความทดสอบ



รูปที่ 3.44 ซอฟต์แวร์ทดสอบได้รับข้อความที่ส่งจากซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลการดำเนินงาน

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงการใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องทดสอบวงจรอัตโนมัติ โดยทำการทดสอบการทำงานในสายการผลิต ซึ่งได้ทำการทดสอบความเสถียรในการทำการ ความสามารถในการเชื่อมต่อและความสามารถที่จะทำการเชื่อมต่อใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ

ผลการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนควบคุมเครื่องจักร

4.1 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

4.2 ระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง

4.1 ระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

การทำงานของระบบทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติแบ่งออกเป็น 3 ช่วง

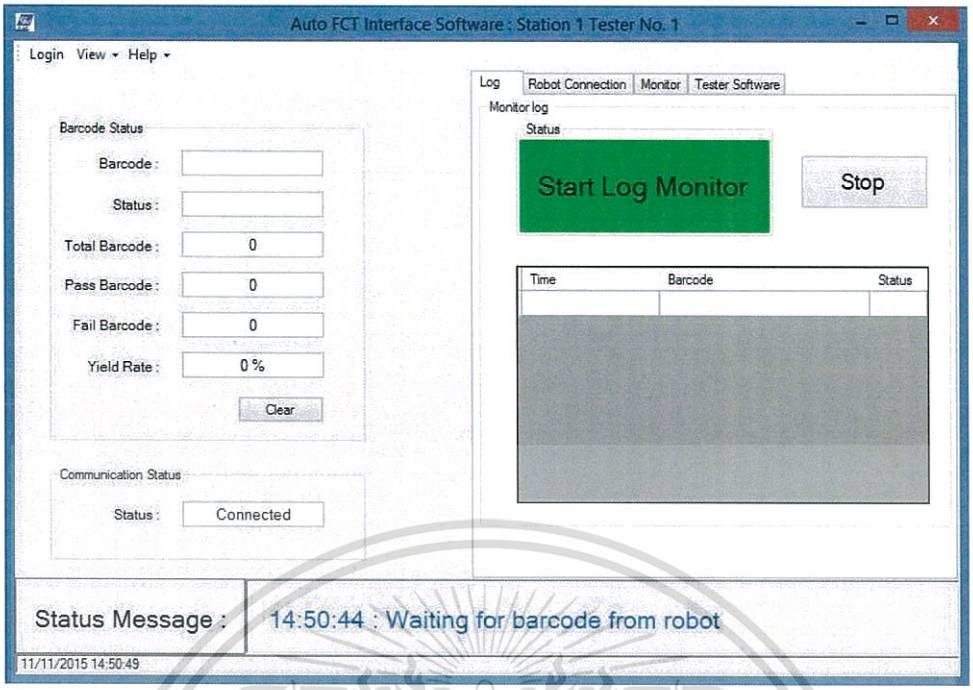
4.1.1 ช่วงรับแผ่นพีซีบีจากสถานีก่อนหน้า

เมื่อเริ่มต้นการทำงานเครื่องจักร แขนกลจะสั่งการให้สายพานทำงาน พร้อมกับเปิดระบบเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส

รูปที่ 4.1 สายพานบัฟเฟอร์ (Conveyor Buffer)

จากรูปที่ 4.1 แสดงการทำงานลำดับแรก ซึ่งจะทำการเปิดพอร์ตอีเตอร์เน็ตให้ซอฟต์แวร์อินเทอร์เฟสของเครื่องทดสอบแต่ละเครื่องเชื่อมต่อเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสเริ่มการเชื่อมต่อ

ในเวลาเดียวกันตรวจสอบความพร้อมในการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น ระบบอ่านบาร์โค๊ต ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ภาพจำลองเครื่องอ่านบาร์โค๊ต

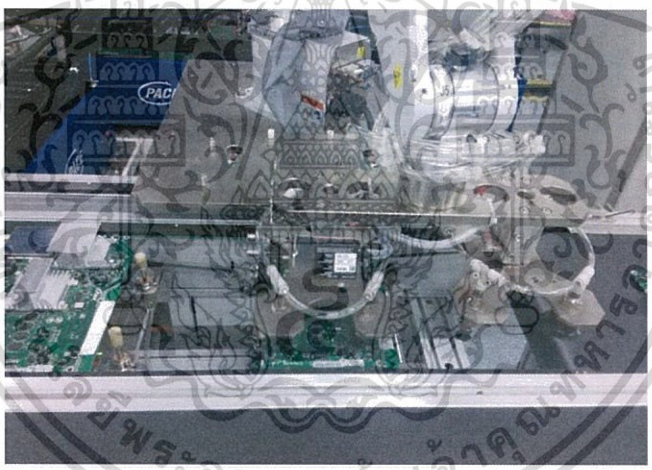
หากการตรวจสอบและการเชื่อมต่อเสร็จสิ้นแขนกลจะทำการสั่งการให้สายพานลำเลียงแผ่นวงจรทำงานเริ่มจากสายพาน (Conveyor Buffer) ไปยังสายพานลิฟเตอร์ (Conveyor Lifter) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 สายพานลิฟเตอร์ (Lifter Conveyor)

4.1.2 ช่วงการทำงานของแขนกลสถานีแรก

เมื่อแผ่นวงจรมายังตำแหน่งลิฟเตอร์แล้ว ลิฟเตอร์จะยกตัวขึ้นพร้อมส่งสัญญาณให้แขนกลทราบว่ามีแผ่นพีซีบีมารอแล้ว



รูปที่ 4.5 แขนกลหยิบแผ่นพีซีบี

ในตอนเริ่มแรกแขนกลจะสั่งให้เครื่องทดสอบทำการเปิดฝาฟิกเจอร์ก่อน พบตัวฝาอยู่ในสถานะปิด ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

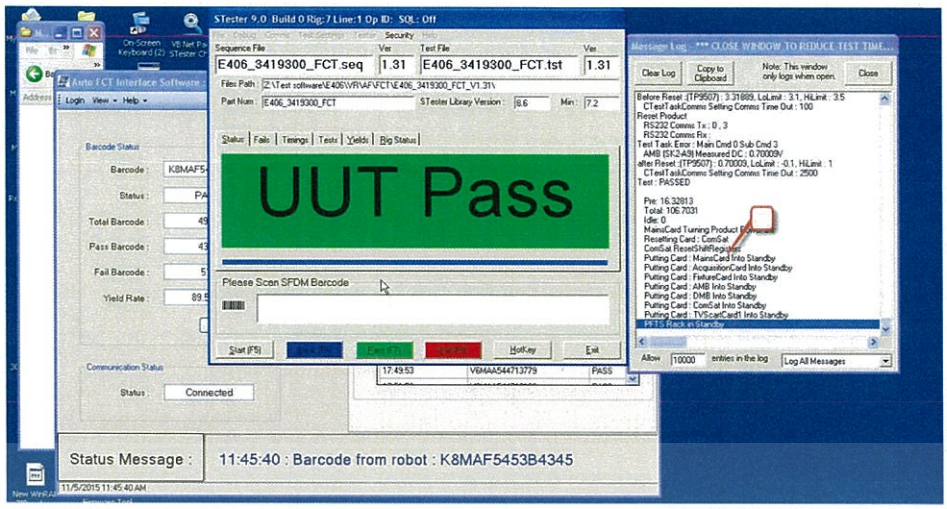
รูปที่ 4.6 แขนกลสั่งฟิกเจอร์ให้เปิดฝา

หลังจากนั้นแขนกลจะเคลื่อนที่ไปหยิบแผ่นแล้วนำมาวางบนเครื่องทดสอบจนครบทุกเครื่อง

รูปที่ 4.7 แขนกลวางแผ่นพีซีบีบนเครื่องทดสอบ

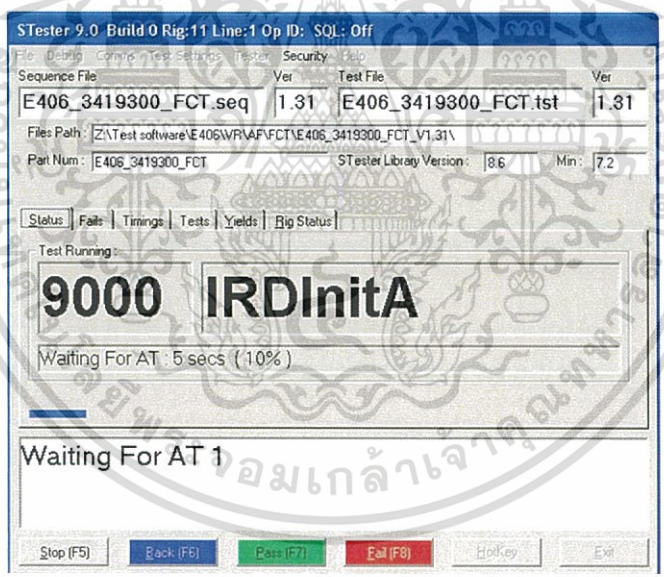
ระหว่างที่วางแผ่นลงบนฟิกเจอร์แล้ว แขนกลจะทำการเปิดเครื่องอ่านบาร์โค๊ต จากนั้นจะเคลื่อนที่ออก ในเวลาเดียวกันจะสั่งให้กระบอกสูบทำการปิดฝาฟิกเจอร์ พร้อมกันส่งค่าบาร์โค๊ตไปยังซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสรับเลขบาร์โค๊ต

เมื่อซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสได้รับค่าบาร์โค๊ตแล้ว จะส่งค่าไปยังซอฟต์แวร์ทดสอบ จากนั้นจะส่งข้อความกลับไปยังแขนกลเพื่อให้ทราบว่าสามารถทำการทดสอบได้

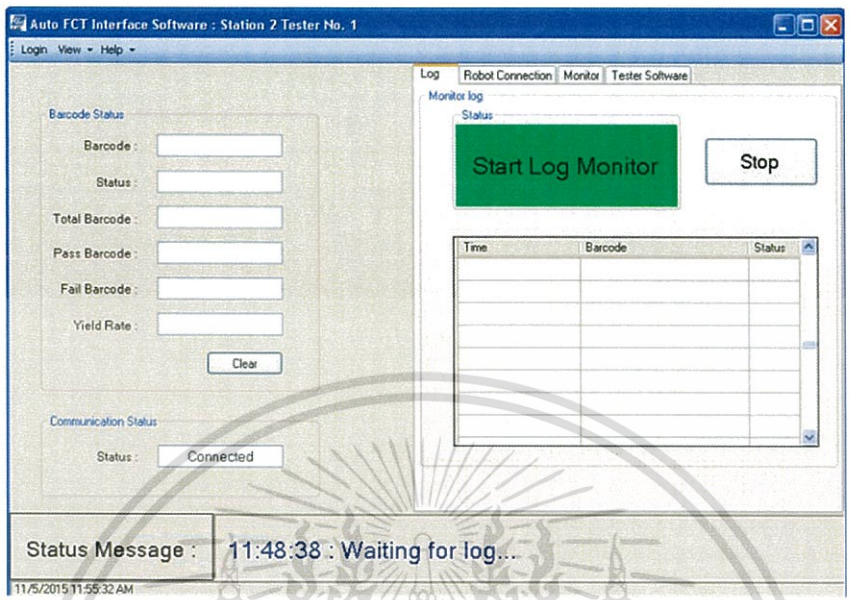


รูปที่ 4.9 ซอฟต์แวร์ทดสอบทำงาน

เมื่อซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสทำการส่งเลขบาร์โค๊ตและตอบกลับแขนกลแล้ว จะทำการมอนิเตอร์ผลลัพธ์ของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสจะเปิดระบบตรวจจับไฟล์ log ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นโดยซอฟต์แวร์ทดสอบเมื่อทำการทดสอบเสร็จ



รูปที่ 4.10 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสมอนิเตอร์ไฟล์ log

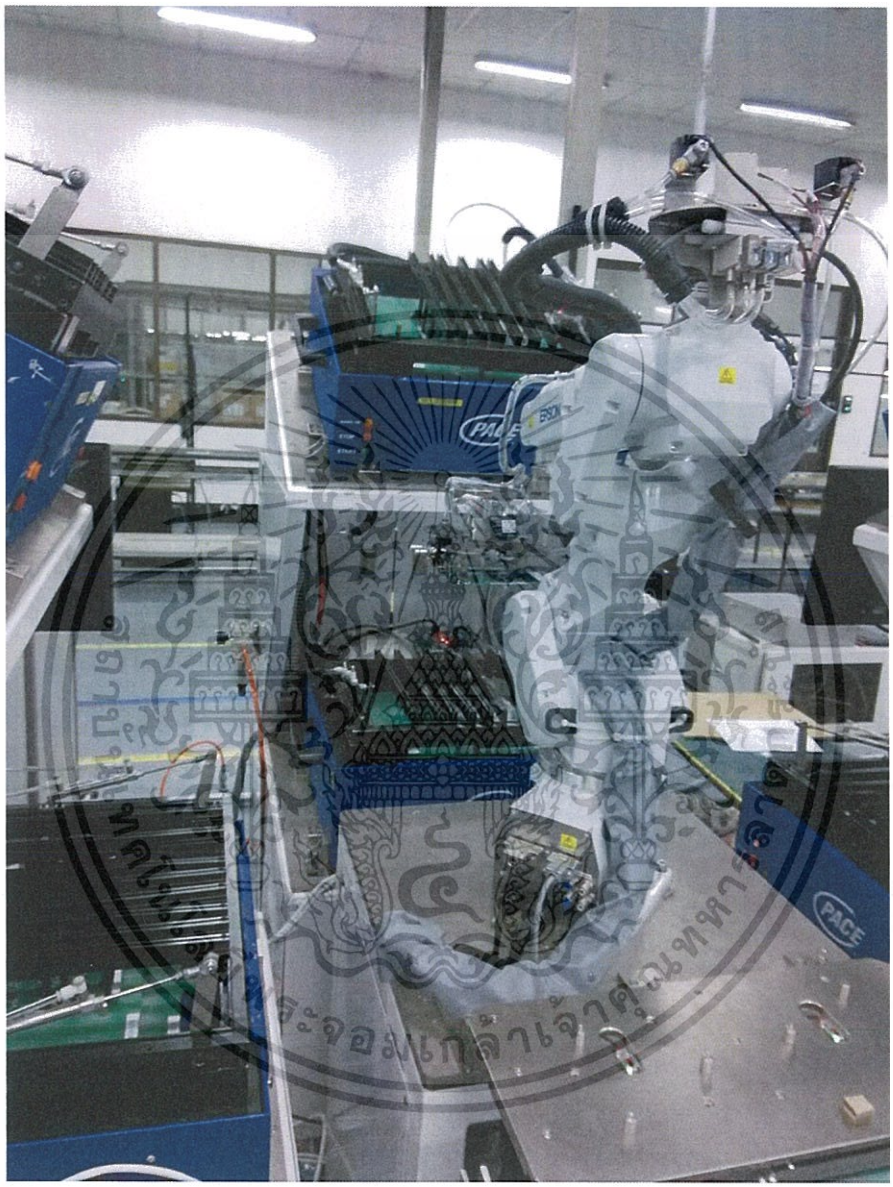
หลังจากที่แขนกลได้รับข้อความตอบรับจะทำการสั่งเครื่องทดสอบให้ทำงาน แล้วทำการปิดฝาฟิกเจอร์ ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 แขนกลสั่งปิดฝาฟิกเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ช่วงดำเนินงานต่อเนื่อง

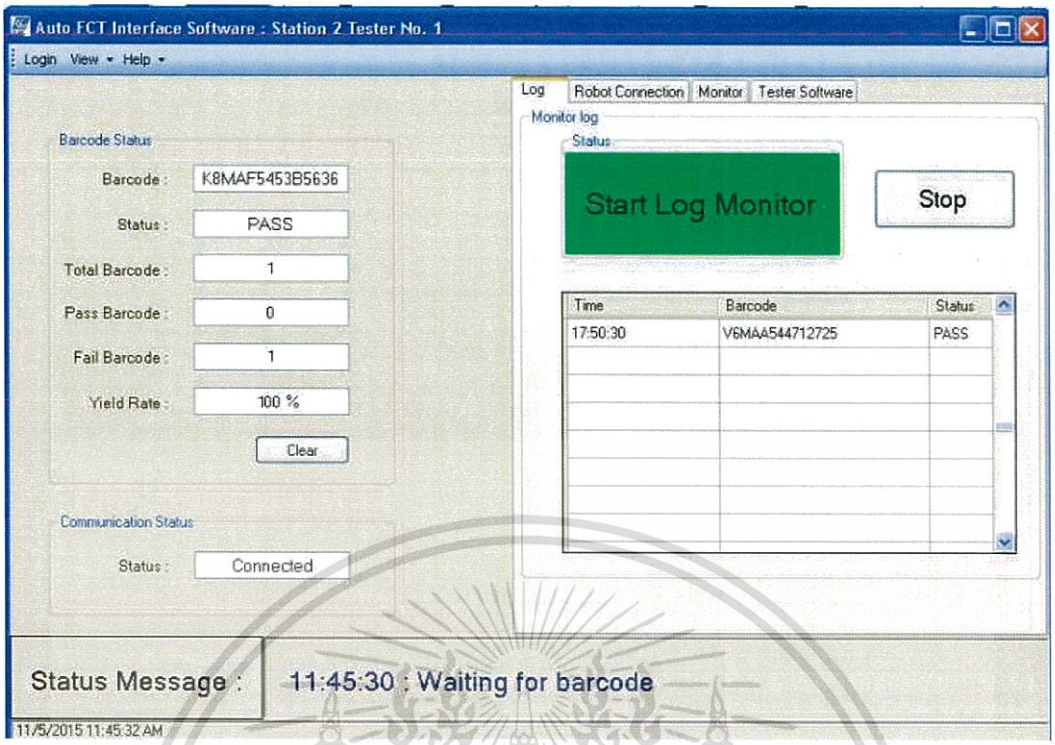
หลังจากวางแผ่นพีซีบีลงบนเครื่องทดสอบครบแล้ว แขนกลจะเคลื่อนที่มาหยิบแผ่น แล้วเคลื่อนที่มารอตำแหน่งรอผลดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แขนกลรอการทดสอบ

และเมื่อเครื่องทดสอบตัวใดทำการทดสอบเสร็จสิ้น ตัวโปรแกรมทดสอบจะสร้าง log ไฟล์ที่เป็นผลลัพธ์มา ซึ่งซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสนำค่า log ไฟล์นี้มาตรวจสอบผลลัพธ์ แล้วส่งให้แขนกลพร้อมบันทึกค่าเก็บไว้

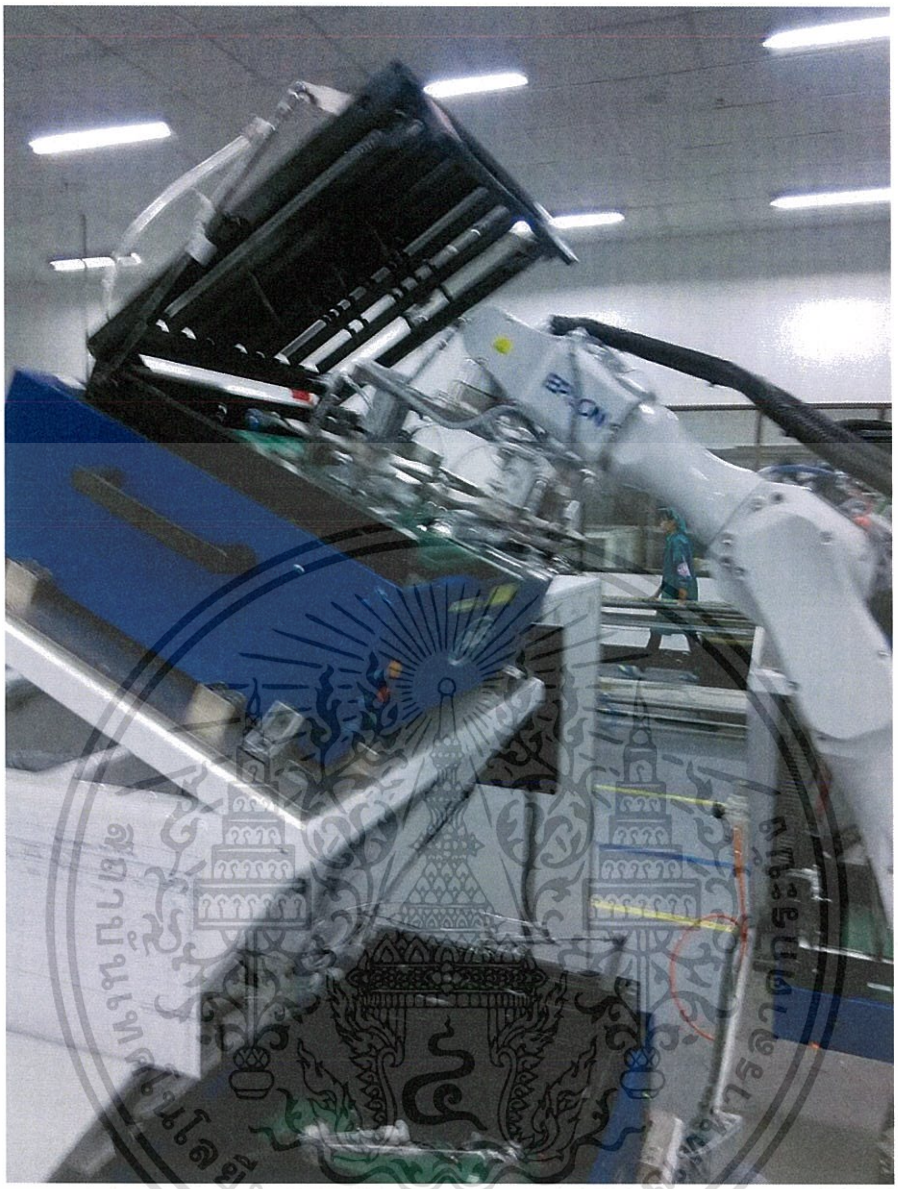
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสทำการส่งผลลัพธ์ให้แขนกล

จากภาพที่ 4.13 หลังจากที่แขนกลได้รับค่าแล้วจะมาหยิบแผ่นวงจรที่อยู่บนฟิกเจอร์ แล้วนำแผ่นวงจรที่อยู่บนแขนอีกข้างมาวาง แล้วทำการอ่านบาร์โค๊ต เพื่อส่งให้ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสในลำดับต่อมา จากนั้นจะหยิบแผ่นมาวางบนตำแหน่งปล่อยแผ่นออก แต่หากแผ่นนั้นพบข้อบกพร่องจะหยิบมาแล้วนำมาทำการทดสอบอีกรอบหนึ่งก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

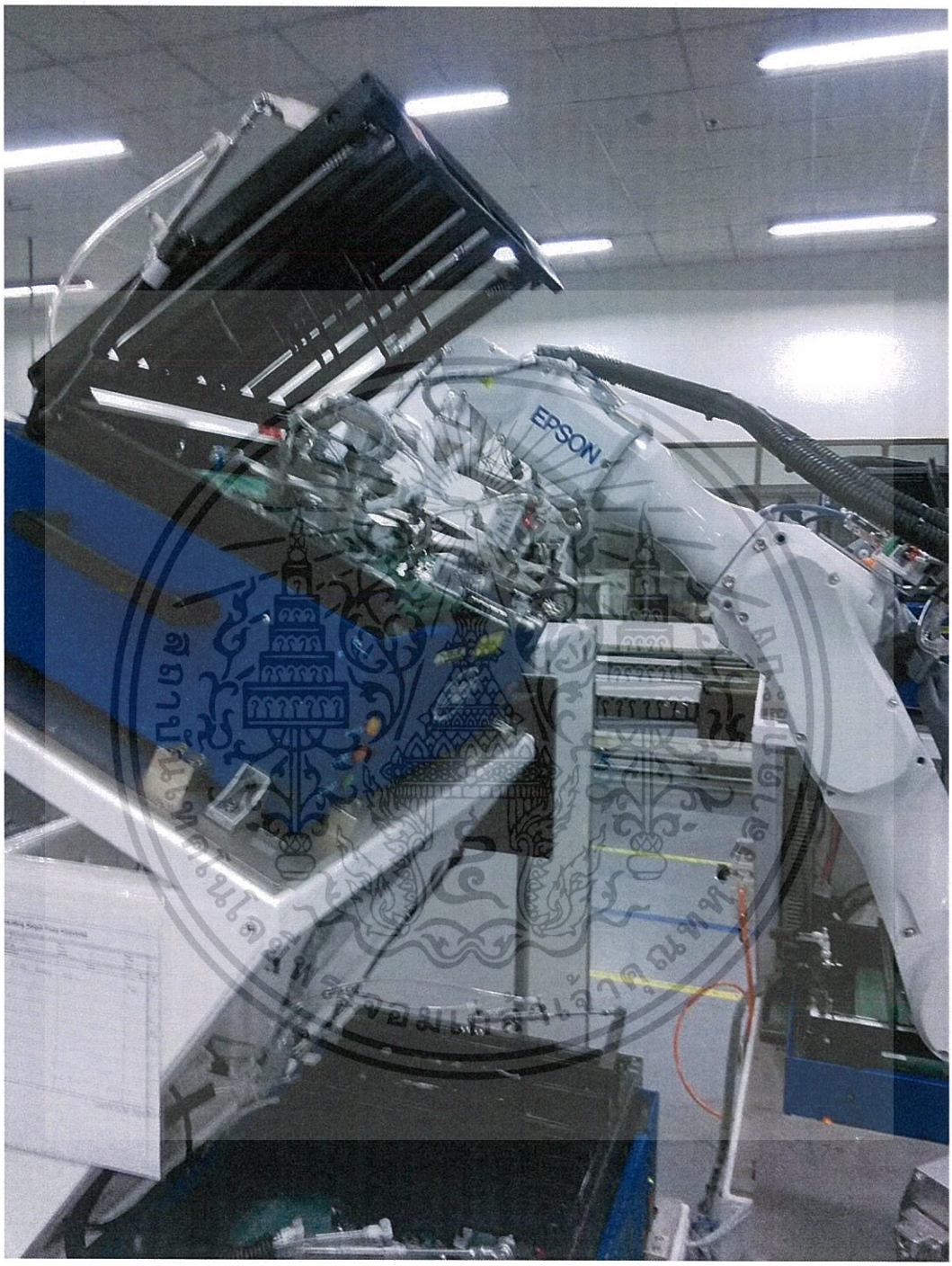


รูปที่ 4.14 แขนกลหยิบแผ่นพีซีบีที่ทำการทดสอบเสร็จจากฟิกเจอร์

จากภาพที่ 4.14 จะเป็นการสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่เข้ามาหยิบแผ่นพีซีบี เพื่อนำออกไปวางยังสายพานที่จะส่งแผ่นพีซีบีไปยังสถานีต่อไป

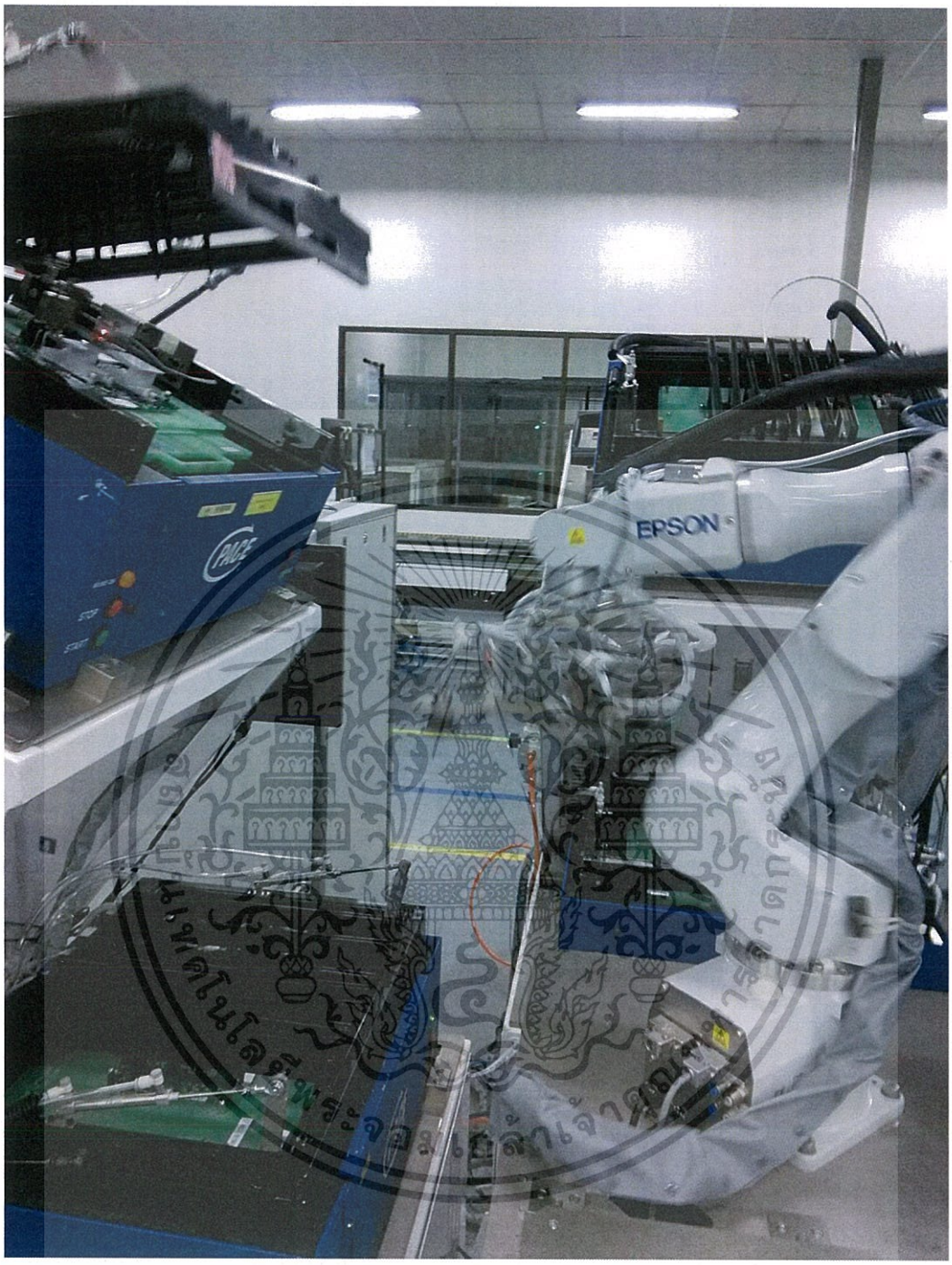
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะเป็นการเปลี่ยนแผ่นพีซีบี โดยการสั่งให้แขนกลทำการหมุนหัวจับ เพื่อนำแผ่นที่หยิบขึ้นมาใหม่เข้าไปยังฟิกเจอร์ ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แขนกลวางแผ่นพีซีบีใหม่ลงบนฟิกเจอร์

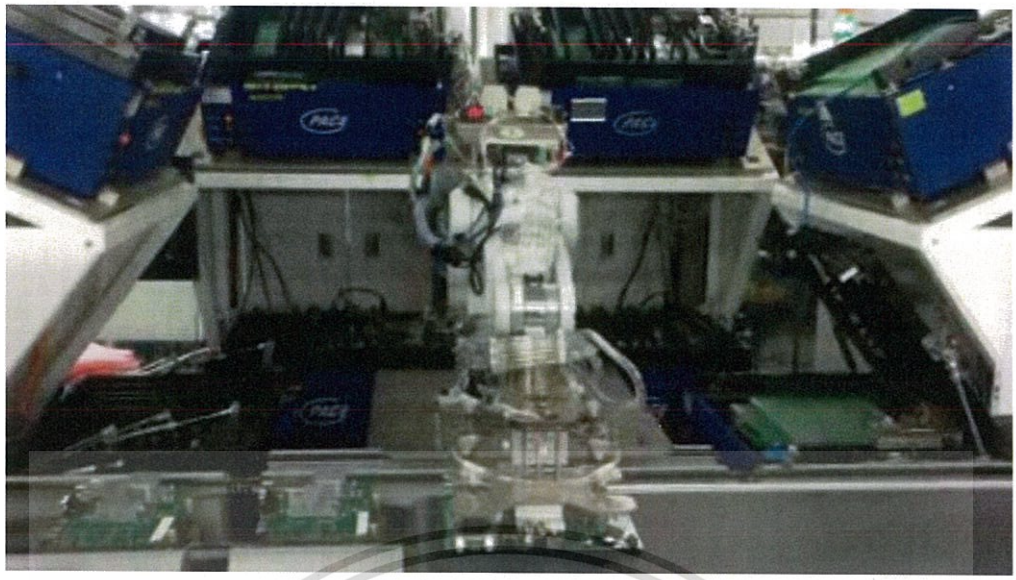
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แขนกลเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งก่อนถึงฟิกเจอร์

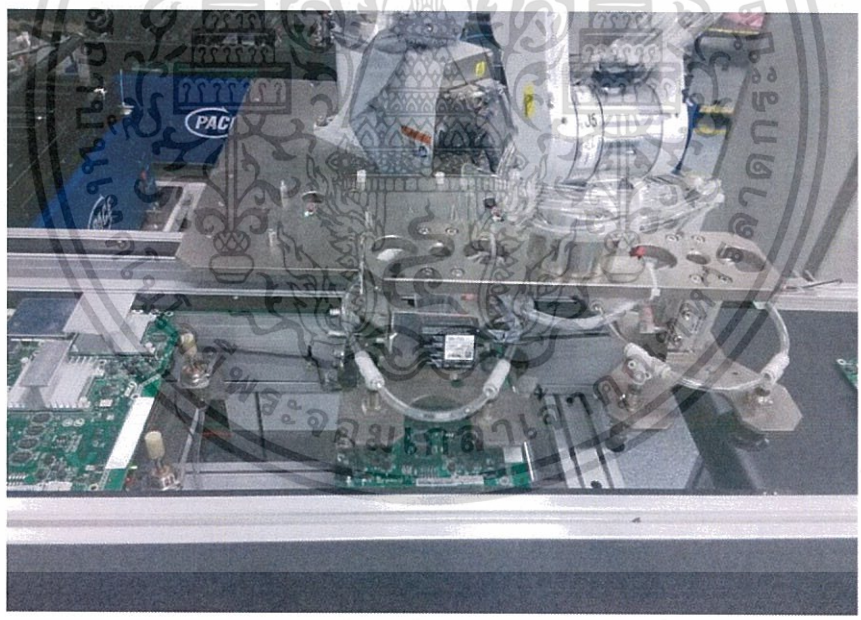
สำหรับรูปที่ 4.16 แขนกลจะเคลื่อนที่ย้อนกลับมายังตำแหน่งก่อนที่จะเข้าไปวางยังฟิกเจอร์ แล้วค่อยๆ กลับไปยังจุดเริ่มต้นก่อนเคลื่อนที่ไปยังสายพานปล่อยแผ่นออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



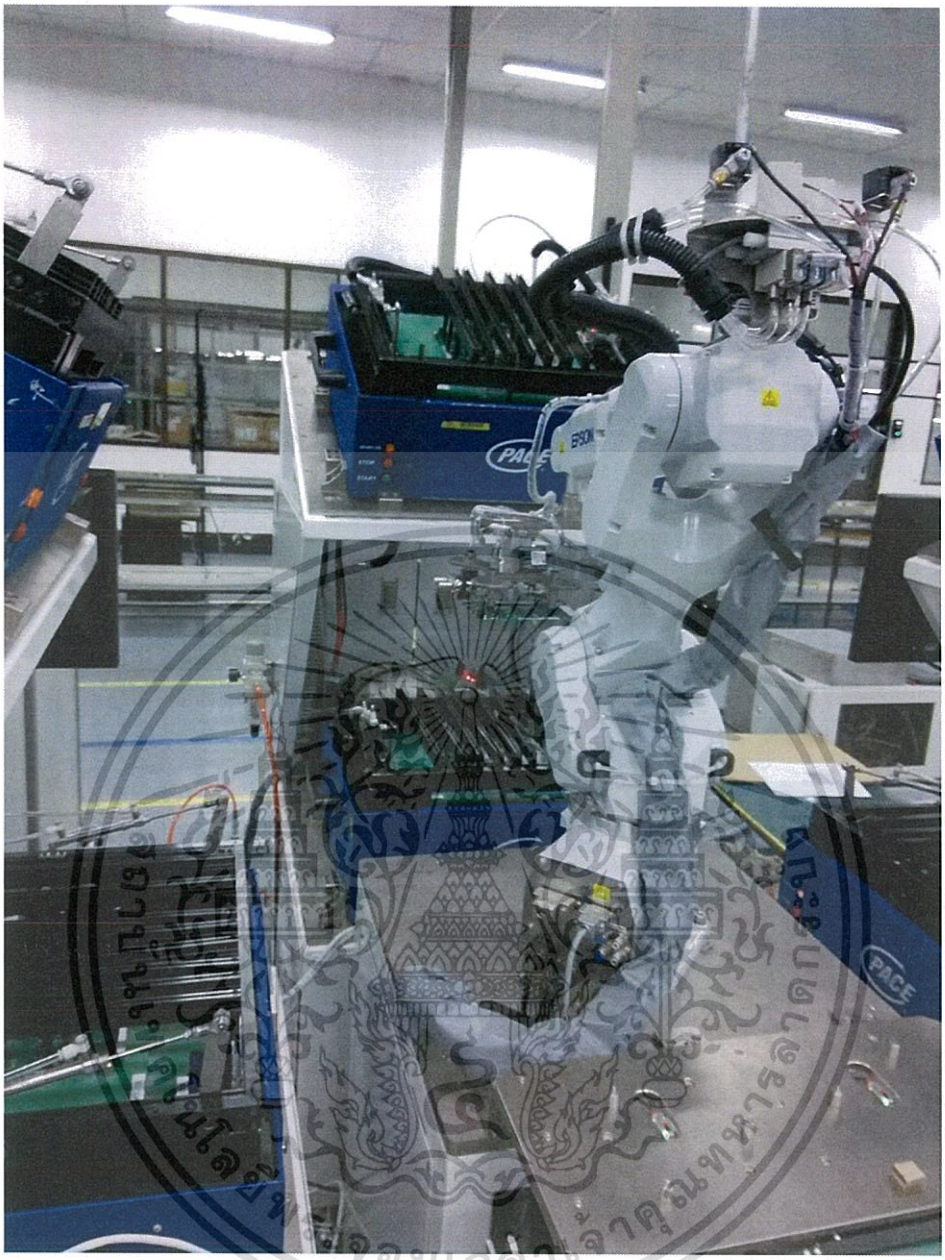
รูปที่ 4.17 แขนกลปล่อยแผ่นออก

หลังจากที่ทำการปล่อยแผ่นออกดังรูปที่ 4.17 แขนกลทำการจะเคลื่อนที่มาหยิบแผ่นพีซีบีแผ่นใหม่ แล้วเคลื่อนที่ไปตำแหน่งรอผลลัพธ์เครื่องทดสอบดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แขนกลหยิบแผ่นพีซีบีใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

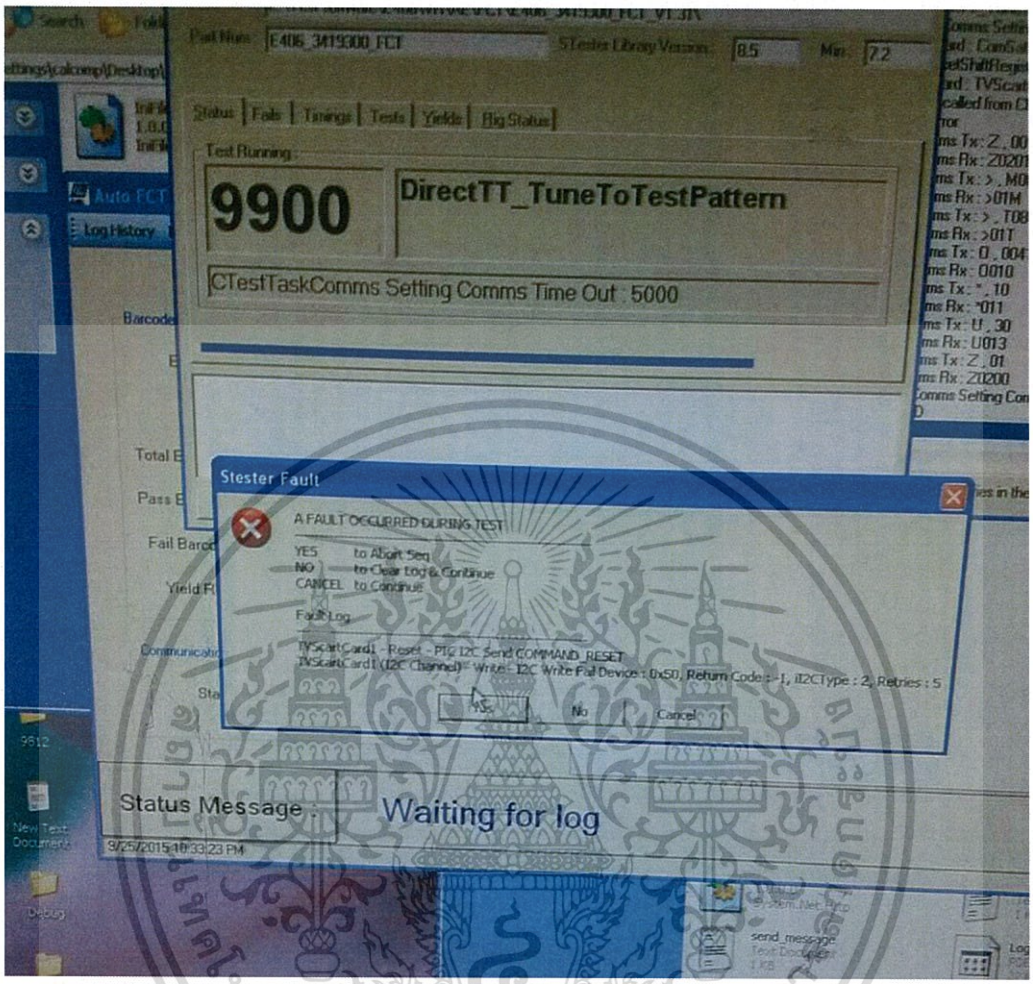


รูปที่ 4.19 แขนกลรอการทดสอบ

จากรูปที่ 4.19 เมื่อเสร็จสิ้นนี้กระบวนการของแขนกลจะทำงานตามลำดับเหล่านี้อย่างอัตโนมัติ จนกระทั่งมีการหยุดการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างการทดสอบจะมีกรณีที่ซอฟต์แวร์ทดสอบเกิดข้อผิดพลาด แล้วหยุดการทดสอบ พร้อมแสดงกล่องข้อความแจ้งเตือนมาดังรูปที่ 4.17



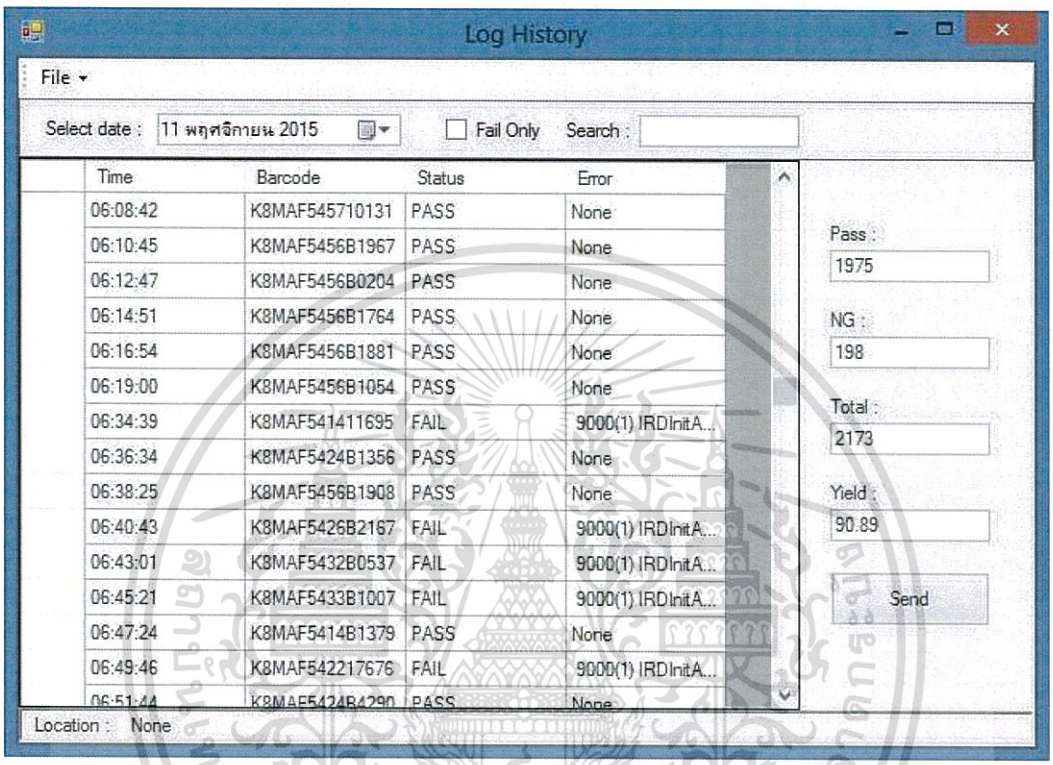
รูปที่ 4.20 ตัวอย่างกล่องข้อความแจ้งเตือน

เหตุการณ์ดังรูปที่ 4.20 ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสจะทำการตรวจจับข้อความแจ้งเตือนเหล่านี้ แล้วสั่งการผ่านทาง HWND ปิดหน้าต่าง จากนั้นสั่งให้ทำการทดสอบต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง

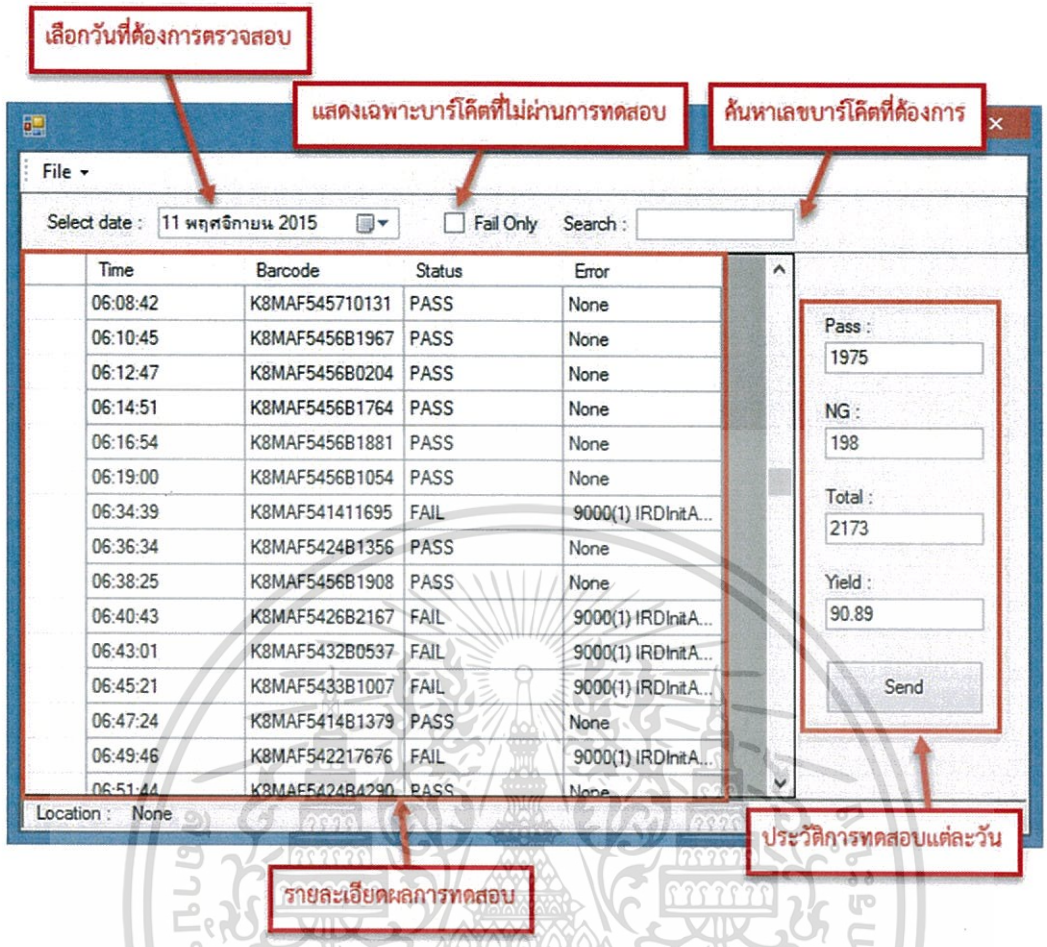
สำหรับซอฟต์แวร์ที่ได้จัดทำขึ้น มีการสร้างหน้าต่างพิเศษอีกชุดหนึ่งสำหรับตรวจสอบประวัติการทดสอบที่ผ่านมาเพื่อเป็นการตรวจสอบซ้ำว่าระบบฐานข้อมูลของทางโรงงานนั้นได้บันทึกผลการทดสอบได้ตรงกับที่ซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟสนี้สามารถตรวจสอบออกมาได้



รูปที่ 4.21 ตัวอย่างระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง

จากภาพ 4.21 จะเป็นหน้าต่างสำหรับตรวจสอบประวัติการทำงาน โดยในการทดสอบทุกครั้งจะมีการเก็บข้อมูลการทดสอบลงในไฟล์ ซึ่งจะนำค่าจากไฟล์นี้มาแสดงผล โดยสามารถเลือกวันที่ประสงค์จะตรวจสอบได้ รวมทั้งค้นหาว่าผลการทดสอบนั้นหากแผ่นมีปัญหา ปัญหานั้นได้เกิดจากอาการใด ถ้ามีอาการซ้ำเดิมอาจต้องตรวจสอบเครื่องทดสอบ หรือกระบวนการผลิตในล็อตนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ส่วนประกอบของระบบการตรวจสอบประวัติการทำงานย้อนหลัง

โดยส่วนประกอบของหน้าต่างจะมีรูปที่ 4.22 ซึ่งจะมีส่วนสำหรับเลือกวันที่ที่ต้องการตรวจสอบ หน้าจอแสดงผลการทดสอบที่จะแสดงเวลาทดสอบ บาร์โค๊ตของแผ่นพีซีบี ผลการทดสอบ และหากผลทดสอบออกมาเป็นแผ่นเสียจะแสดงอาการที่เสีย นอกจากนี้ยังมีหน้าจอแสดงสถานะการทดสอบในวันนั้นๆ ได้แก่ จำนวนแผ่นพีซีบีที่ทำการทดสอบทั้งหมด จำนวนแผ่นพีซีบีที่ผ่านการทดสอบและไม่ผ่านการทดสอบ ค่าประสิทธิภาพการทดสอบ (Yield Rate) และยังสามารถค้นหาอาการที่เสีย หรือแยกแสดงเฉพาะแผ่นเสียเท่านั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

เนื่องด้วยองค์ประกอบของแผ่นพีซีบีที่มีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นพอร์ตเชื่อมต่อ เช่น พอร์ด USB พอร์ด Ethernet ฟังก์ชันการทำงาน รวมถึงไมโครคอนโทรเลอร์สำหรับประมวลผลภาพ เสียงและซอฟต์แวร์ภายใน ทำให้ซอฟต์แวร์ในการทดสอบหรือที่เรียกว่า เฟิร์มแวร์ (Firmware) นั้น ต้องมีการสื่อสารกับองค์ประกอบนั้นๆ โดยเฉพาะมีการใช้พอร์ต Ethernet

ปัญหาหลักจากการทดสอบที่มีพอร์ต Ethernet คือ โปรแกรมอินเทอร์เฟสที่เขียนขึ้นมาทำหน้าที่สื่อสารกับแขนกลผ่านทางพอร์ต Ethernet เช่นกัน นอกนี้โปรแกรมทดสอบจะดึงลำดับและซอฟต์แวร์ในการทดสอบจากฐานข้อมูลส่วนกลาง ดังนั้นจึงมีการใช้พอร์ต Ethernet ถึง 3 จุด ต่อหนึ่งเครื่องทดสอบ

อย่างไรก็ตาม รายงานฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของซอฟต์แวร์ทดลอบโครงข่ายอีเทอร์เน็ต การทำงานของเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ รวมถึงหลักการส่งผ่านข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์ ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่จะกล่าวในลำดับต่อไปนี้ /*เพื่อความเข้าใจผู้เขียนได้อธิบายโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ แล้วนำมาสรุปเป็นแผนผังการทำงานโดยรวม*/

5.2 ปัญหาและอุปสรรค์

5.2.1 ซอฟต์แวร์ทดสอบของทางโรงงานจำเป็นต้องมีอินเทอร์เฟสอีกตัวในการเชื่อมกับฐานข้อมูล ซึ่งจะรับค่าตำแหน่งของฐานข้อมูลจากไอพีที่อยู่ลำดับแรกของระบบปฏิบัติการเท่านั้น

5.2.2 ถ่านที่ใช้เก็บค่าพื้นฐานของเมนบอร์ดในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับเครื่องทดสอบ ส่วนใหญ่เสื่อม ทำให้เวลาในเครื่องแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน ส่งผลให้การบันทึกประวัติการทำงานคลาดเคลื่อน

5.2.3 ระบบเน็ตเวิร์คของทางโรงงานมีระดับความเสถียรที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้ความผิดพลาดจากการทดสอบส่วนหนึ่งมาจากการหลุดจากการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ใช้ทดสอบ

5.2.4 สภาพความพร้อมของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการทดสอบ ไม่ค่อยจะเอื้ออำนวย คือ เครื่องทดสอบหลายตัวมีจุดบกพร่องอยู่บ้าง ทำให้โปรแกรมอินเทอร์เฟสที่จัดทำขึ้นมีความผิดพลาดในบางกรณี เช่น หากเครื่องทดสอบมีปัญหาทางด้านพอร์ต Ethernet อาจทำให้โปรแกรมอินเทอร์เฟสมีการส่งข้อมูลที่คลาดเคลื่อน เป็นผลให้แขนกลดำเนินการผิดพลาดจากการแปลงข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

5.3.1 ศึกษาหลักการทำงานพื้นฐานของเน็ตเวิร์คบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ แล้วทำมาประยุคใช้กับระบบของทางโรงงาน

5.3.2 เขียนสคริปต์เชื่อมต่อเวลาโดยอิงจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของโรงงาน เพื่อให้เวลาในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเป็นมาตรฐานเดียวกับ รวมทั้งผนวกสคริปต์นี้ลงในโปรแกรมอินเทอร์เฟส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและความสะดวก

5.3.3 ทำการแยกส่วนของ WAN ในการเชื่อมต่อแต่ละส่วนอย่างชัดเจน เพื่อให้ระบบเน็ตเวิร์ดเป็นอิสระต่อกัน

5.3.4 เขียนสคริปต์เพื่อวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา โดยจะแบ่งเป็นกรณีต่างๆ เพื่อลดอัตราความผิดพลาดที่ส่งผลต่อโปรแกรมอินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จตุชัย แพงจันทร์ และ อนุโชต วุฒิพรพงษ์. (2546). *เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์.* นนทบุรี: ไอดีซี.

ฉัตรชัย สุมามาลย์. (2537). *การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย.* กรุงเทพฯ: บริษัท อินฟอร์เมติก บิซิเนส พับลิเคชัน จำกัด.

เดชานุชิต กตัญญูทวีทรัพย์. (2548). การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: มณฑล การพิมพ์.

น้ำทิพย์ รัตนาวงษ์ไชยยา, สุมาลี โสน้ำเที่ยง และ ธรรมนูญ ดิษเจริญ. (2547). *การสื่อสารข้อมูล.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ computer/network/ net_datacom1.htm. 3 พฤศจิกายน 2558

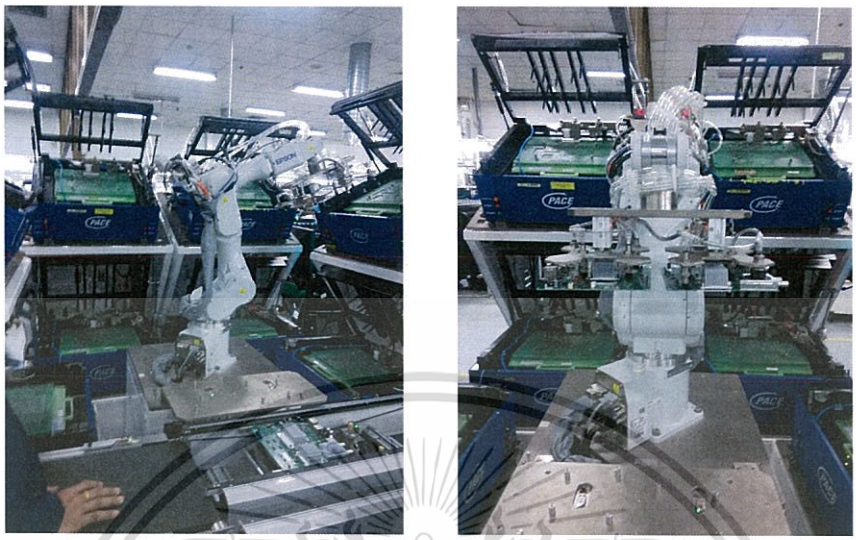
เรืองไกล รังสีพล. (2544). *เจาะระบบ TCP/IP จุดอ่านของโปรโตคอลและวิธีป้องกัน.* กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

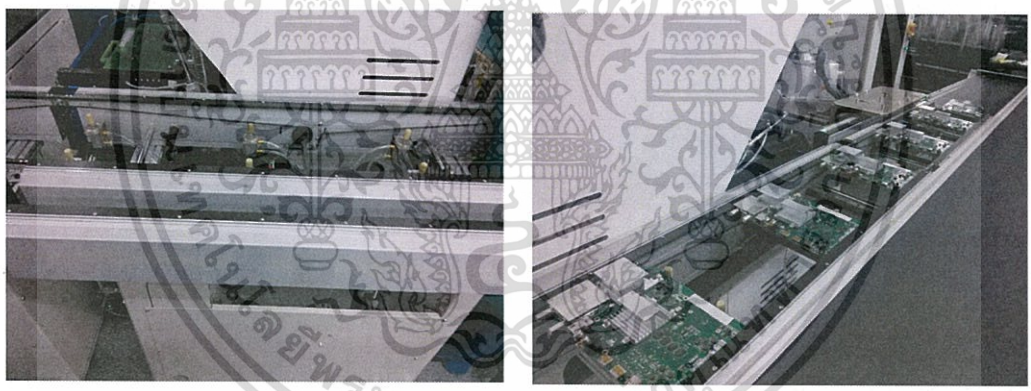
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพรวมของเครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ

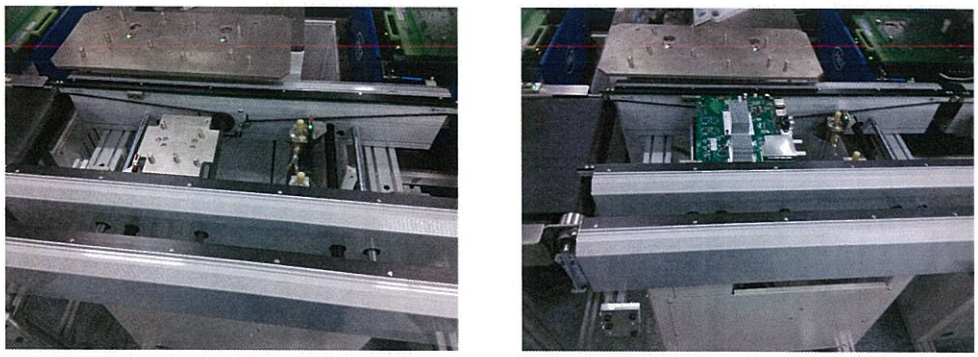


เครื่องทดสอบฟังก์ชันแผ่นวงจรอัตโนมัติ



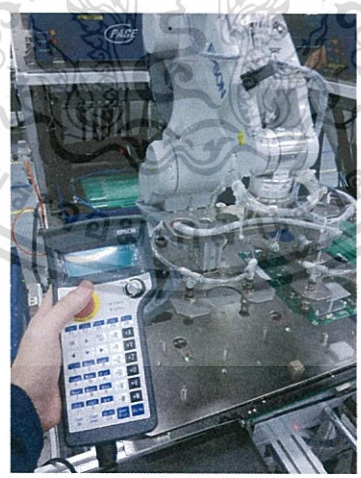
สายพานบัฟเฟอร์ (Conveyor Buffer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สายพานลิฟเตอร์ (Conveyor Lifter)

แผ่นพีซีบีสำหรับทดสอบ

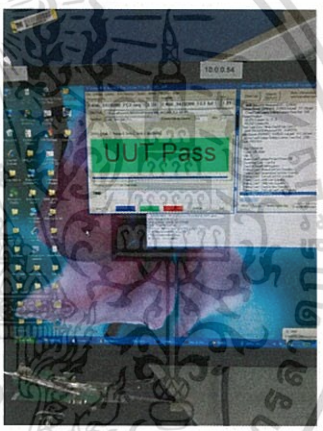


เครื่องมือควบคุมตำแหน่งแขนกล (Teach Pendant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพตัวอย่างการดำเนินกิจกรรม

เชื่อมต่อสายสัญญาณและติดตั้งระบบ



ติดตั้งซอฟต์แวร์อินเตอร์เฟส

กำหนดเส้นทางการเครื่องที่ของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายวงศธร ธีระเรืองไชยศรี

วัน เดือน ปีเกิด 19 มีนาคม พ.ศ. 2537

ที่อยู่ 61/185 ซอยทวีมิตร 7 ถนนพระราม 9 แขวงห้วยขวาง
เขตห้วยขวาง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10310
อีเมลล์ : twongsatorn@hotmail.com
หมายเลขติดต่อ : 081-8151515

ประวัติการศึกษา 2558 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้