

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

หุ่นยนต์สำหรับติดฉลาก คำเตือนและคำแนะนำ

ROBOT ATTACH WARNING LABEL AND INSTRUCTION LABEL

จิตติน กิตติภัสสร

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	หุ่นยนต์สำหรับติดฉลาก คำเตือนและคำแนะนำ
นักศึกษา	นายจิตติน กิตติภัสสร
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายคมกฤช ทิพย์เกษร
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำลงบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งฉลากแต่ละประเภทนั้นมีขนาดที่แตกต่างกัน รวมถึงในบางกรณีต้องทำการติดฉลากถึง 2 ประเภท กระบวนการติดฉลากนั้นต้องมีความแม่นยำและถูกต้องของตำแหน่งฉลาก ทำให้ทางโรงงานใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาทดแทนพนักงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทำงานซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและเวลา โดยทำการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA มาทำงานร่วมกับระบบลอกฉลากและระบบการลำเลียงคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งในการวิจัยจะมุ่งเน้นความสำคัญในการทำงานของหุ่นยนต์เป็นหลัก รองลงมาคือเครื่องที่ใช้ในการลอกฉลากออกจากกระดาษ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์คือ WORKVISUAL และโปรแกรมที่ใช้ในการติดตามผลและแสดงค่าสถานะของหุ่นยนต์คือ LABVIEW ทั้งนี้ได้ทำการติดตั้งกล้องทางอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการหยิบฉลากจากเครื่องลอกฉลากหลังประกอบชิ้นส่วน เดินสายไฟ และปรับปรุงหุ่นยนต์ที่ใช้ในการติดฉลากผลปรากฏว่า หุ่นยนต์สามารถติดตั้งในสถานที่ทำงานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ช่วยลดความเสียหายของการติดฉลากผิดพลาดและช่วยประหยัดเวลาได้

คำสำคัญ : หุ่นยนต์อุตสาหกรรม, KUKA, ระบบลอกฉลาก, WORKVISUAL, LABVIEW, กล้องทางอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Robot Attach Warning Label and Instruction Label
Student	Mr.Jittin Kittipassorn
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor	Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor	Mr. Komkrit Thipgesorn
Company	Thai Samsung Electronics Co. Ltd.

ABSTRACT

The purpose of this research is to study Robot Attach Warning Label and Instruction Label on compressor of air conditioner. Each type of label has different sizes, in some cases two types of labeling are required. The labeling process requires the accuracy of the label position. Therefore, the factory aims to use automated systems to replace their employees in order to prevent errors in work which help to reduce wasting resources and time. In this research, the industrial robot is applied with label peeling systems and air conditioning compressor transport systems. This research focuses on the work of the KUKA robot and the machine used to remove the labels from the paper. The program used to control robot is WORKVISUAL and the program used to monitor robot is LABVIEW. In order to improve robot efficiency, industrial camera was installed. After assembly, wiring and improving the robot used for labeling, the results show that the robot can be installed in the workplace and work efficiently. This helps to reduce the operating time and the damage for incorrect labeling.

Keywords: Industrial Robot, KUKA, Label Dispenser, WORKVISUAL, LABVIEW, Industrial camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์จาก บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ที่ได้ให้โอกาสในการทำโครงงานศึกษาเรียนรู้และนำไปประกอบเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ รวมถึงการอนุมัติให้ผู้จัดทำได้เข้ารับการฝึกงานสหกิจศึกษาร่วมกับทางบริษัท อีกทั้งยังอบรมให้ความรู้ ประสบการณ์การทำงาน คำแนะนำ รวมไปถึงมิตรภาพและการอำนวยความสะดวกในการศึกษาโครงงานวิจัยตลอดช่วงระยะเวลาในการฝึกงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์นิเทศศึกษา ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ตลอดจนคอยติดต่อประสานงานกับทางบริษัท อีกทั้งดูแลในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขโครงงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้นิเทศงาน คุณคมกฤช ทิพย์เกษร ผู้จัดการแผนก FIT (Facility Innovation Technology) คุณชนาธิป ทัพพุ่ม วิศวกรฝ่ายดีไซน์ คุณณัฏฐากุลยา นิโรธเริงสิริ คุณวีรภัทร นามวงษ์ วิศวกรฝ่ายออโตเมชั่น ผู้ดูแลช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดระยะเวลาการฝึกงาน ทำให้ได้ประสบการณ์การทำงานต่างๆ รวมไปถึงความรู้และเทคนิคที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน อีกทั้งขอขอบพระคุณวิศวกรฝ่ายแมคคานิคทุกท่าน ที่ช่วยอบรมสั่งสอนการทำงานแมคคานิคและการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการขึ้นชิ้นงานรวมไปถึงพนักงานท่านอื่นๆ ในแผนกที่ให้ความช่วยเหลือและมีส่วนร่วมทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จิตติน กิตติภัสสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type) 4

2.2 กล้อง (Vision Camera) 8

2.3 เซนเซอร์ (Sensor) 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 ตู้ควบคุม (Control Box)..... 14

2.4.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)..... 15

2.4.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)..... 18

2.4.3 เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)..... 19

2.4.4 รีเลย์ (Relay)..... 19

2.4.5 อินพุตและเอาพุตท์โมดูล (Input/Output Module)..... 19

2.5 ภาษา KRL (KUKA Robot Language) 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 24

3.1 วางแผนการดำเนินการ..... 24

3.2 ศึกษาภาพรวมและขั้นตอนของการติดฉลากในสายการผลิต..... 25

3.3 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์..... 27

3.4 จำลองการทำงานของหุ่นยนต์..... 28

3.5 ศึกษาเวลาการทำงานของหุ่นยนต์ (Time Study)..... 29

3.6 ออกแบบ Input และ Output..... 32

3.7 ออกแบบอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์..... 32

3.8 เขียนโปรแกรม WORKVISUAL..... 38

3.9 เขียนโปรแกรม LABVIEW..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.10 ประกอบชิ้นงาน 41

บทที่ 4 ผลการวิจัย 43

4.1 การทดลองติดฉลาก 1 ชิ้น (ฉลากคำเตือน) 43

4.2 การทดลองติดฉลาก 2 ชิ้น (ฉลากคำเตือนและคำแนะนำ) 47

4.3 ผลการทดลอง 49

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 53

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 53

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก 57

ภาคผนวก ก 58

ประวัติผู้เขียน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 Cartesian Robot Work Envelop of Cartesian Robot 5

2.2 Cylindrical Robot Work Envelop of Cylindrical Robot..... 5

2.3 Spherical Robot Work Envelop of Spherical Robot..... 6

2.4 SCARA Robot Work Envelop of SCARA Robot..... 7

2.5 Articulated Arm Robot Work Envelop of Articulated Robot..... 8

2.6 ตัวอย่างกล้องทางอุตสาหกรรม..... 9

2.7 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 1..... 10

2.8 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 2..... 10

2.9 ภาพตัวอย่าง Inductive Proximity Sensor..... 11

2.10 ภาพโครงสร้างของ Fiber Optic..... 12

2.11 ภาพตัวอย่าง Fiber Optic Amplifier..... 13

2.12 ภาพตัวอย่าง Reed Switch..... 14

2.13 ภาพตัวอย่างตู้ควบคุม (Control Box)..... 14

2.14 ภาพตัวอย่าง Air Circuit Breakers (ACB)..... 15

2.15 ภาพตัวอย่าง Moulded Case Circuit..... 16

2.16 ภาพตัวอย่าง Miniature Circuit Breakers (MCBs)..... 16

2.17 ภาพตัวอย่าง Residual Current Devices (RCDs)..... 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.18 ภาพตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)..... 18

2.19 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)..... 19

2.20 ภาพตัวอย่างรีเลย์อุตสาหกรรม (Industrial Relay)..... 20

2.21 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay)..... 21

2.22 ภาพตัวอย่างโซลิดสเตตรีเลย์ (SSR)..... 21

2.23 ภาพตัวอย่างอินพุตโมดูล (Input/Output Module)..... 22

2.24 ภาพตัวอย่างภาษา KRL..... 23

3.1 Direct Printer..... 25

3.2 Roll Feeder..... 26

3.3 พื้นที่ที่จะทำการติดตั้งหุ่นยนต์..... 26

3.4 Concept Gripper ที่ใช้ติดฉลาก..... 27

3.5 Flow Chart..... 28

3.6 การจำลองการติดฉลากคำเตือน..... 29

3.7 การจำลองการติดฉลากคำเตือนและฉลากคำแนะนำ..... 29

3.8 ลิสต์ของ Input และ Output..... 32

3.9 Inductive Proximity Sensor บนกริปเปอร์..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.10 Fiber Optic Cable บนกริปเปอร์ 34

3.11 Fiber Optic Amplifier บนกริปเปอร์ 34

3.12 Lead Switch บน Roll Feeder 35

3.13 กล้อง [BASLER] acA2500-14gc 36

3.14 เลนส์ [MYUTRON] FV0622 36

3.15 กล้อง [IMAGE SOURCE] DMK23G445 37

3.16 เลนส์ [RICOH] FL-CC0814A-2M 37

3.17 โปรแกรม WORKVISUAL 38

3.18 หน้าต่างหลักโปรแกรม LABVIEW 39

3.19 การตั้งค่าภาพที่ถ่ายในโปรแกรม LABVIEW 40

3.20 ตู้ควบคุมที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว 41

3.21 หุ่นยนต์ที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว 42

4.1 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 1 ชิ้น 44

4.2 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก 1 ชิ้น 44

4.3 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปยังจุดรอติดฉลาก 1 ชิ้น 45

4.4 ขั้นตอนการรอติดฉลาก 1 ชิ้น 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.5 ขั้นตอนการติดฉลาก 1 ชิ้น..... 46

4.6 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 1 ชิ้น..... 46

4.7 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 2 ชิ้น..... 47

4.8 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก คำแนะนำ..... 48

4.9 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก คำเตือน..... 48

4.10 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 2 ชิ้น..... 49

4.11 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*170 มิลลิเมตร..... 50

4.12 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*110 มิลลิเมตร..... 51

4.13 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*180 มิลลิเมตร..... 51

4.14 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*60 มิลลิเมตร..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Timeline..... 24

3.2 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Time Study..... 31

4.1 ผลการทดสอบการหยิบฉลากของหุ่นยนต์..... 49

4.2 ผลการทดสอบการติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์..... 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับด้านการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ และเตาอบ ซึ่งได้มีการผลิตสินค้าดังกล่าวส่งออกทั้งในและนอกประเทศจึงทำให้ในกระบวนการผลิตนั้นต้องมีคุณภาพ รวดเร็วและเป็นมาตรฐาน

แต่ในปัจจุบันพบปัญหาในขั้นตอนการติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ เนื่องจากในปัจจุบันขั้นตอนนี้ใช้แรงงานคน จึงก่อให้เกิดความผิดพลาด เช่น การติดฉลากเอียงหรือผิดตำแหน่ง ส่งผลให้พนักงานต้องทำการดึงฉลากออก ซึ่งจะทำให้สูญเสียเวลา และฉลากที่ดึงออกมานั้นอาจจะใช้งานต่อไม่ได้ ทางบริษัทจึงได้คิดจะนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดความเสียหายจากการทำงานของพนักงาน และเพิ่มความรวดเร็วในกระบวนการผลิต

อุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้มีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้งาน เพื่อทุ่นแรงและทำงานบางส่วนแทนมนุษย์ ซึ่งหุ่นยนต์เหล่านั้นก็มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท แต่หุ่นยนต์ที่น่าสนใจก็คือหุ่นยนต์ประเภท Articulated เนื่องจากมีการใช้งานที่คล่องตัวและสามารถเคลื่อนไหวได้หลายแกน จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ผู้จัดทำจึงคาดว่าเทคโนโลยีนี้จะมีส่วนช่วยลดงบประมาณ และพัฒนาศักยภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานให้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเข้าใจถึงการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ใช้ภายในสถานประกอบการ
2. เพื่อนำระบบอัตโนมัติมาทำงานแทนแรงงานคนเพื่อลดค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและการควบคุมของหุ่นยนต์ KUKA
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมติดตามผลและแสดงสถานะด้วย LABVIEW
5 เพื่อศึกษาอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ที่ใช้ในระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติที่สามารถลดค่าใช้จ่ายภายในสถานประกอบการ

2. สร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถหยิบฉลากจากเครื่องลอก และนำไปติดบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศได้

3. สร้างระบบติดตามผลเพื่อติดตามผลระบบอัติโนมัติ

4. สร้างระบบถ่ายภาพเพื่อเพิ่มความแม่นยำของระบบอัตโนมัติ

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการออกแบบของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานประเภทต่างๆ

2. ศึกษาชุดอุปกรณ์ที่ใช้กับงานภายในโรงงาน

3. ศึกษาเพิ่มเติมในส่วนเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ติดฉลาก

4. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน4

5. จำลองการทำงานในโปรแกรม KUKA Sim เพื่อดูการเคลื่อนที่และเวลาในการทำงาน

6. วิเคราะห์การทำงานรวมถึงข้อผิดพลาดและสรุปผล

7. ปรับปรุงแบบและวิเคราะห์การทำงานอีกครั้ง

8. ช่วยทำ BOM และ Part List เพื่อสั่งซื้อของ

9. ประกอบชิ้นส่วนและเดินสายไฟ

10. เขียนโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์

11. เขียนโปรแกรมระบบติดตามผลของหุ่นยนต์

12. เขียนโปรแกรมระบบถ่ายภาพของระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทดสอบการทำงานของระบบอัตโนมัติ

14. ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

15. ทดสอบการทำงานอีกครั้งก่อนติดตั้ง

16. วิเคราะห์และสรุปผลรวมถึงแนวทางแก้ไข

17. ส่งมอบงานและติดตั้ง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หุ่นยนต์สามารถหยิบฉลากจากเครื่องลอกกระดาษ และนำไปติดบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศได้7

2. หุ่นยนต์สามารถใช้งานได้กับฉลากทั้ง 3 ขนาด 9 โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type)

อุตสาหกรรมในประเทศไทยจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation Technology) เข้ามาใช้งานเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งในเรื่องราคาและคุณภาพ จึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นสูง ได้แก่ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนการทำงานสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรม นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกัน การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่า “แขนกล” ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

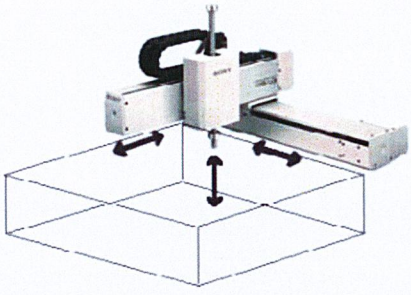
ปัจจุบันและในอนาคตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยจะทำงานแทนมนุษย์ในหน้าที่ต่างๆ โดยงานเหล่านั้นอาจจะเป็นงานที่ค่อนข้างอันตราย เช่น งานยกเหล็กเข้าเตาหลอม งานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี งานที่ต้องทำซ้ำๆ เช่นงานยกสินค้าจากสายงานการผลิต งานประกอบ งานบรรจุผลิตภัณฑ์งานที่ต้องการคุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เช่น งานเชื่อม งานตัด งานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง เช่น งานเชื่อมแนว เชื่อมเลเซอร์ งานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต เช่น งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ งานตรวจสอบ (Inspection) เป็นต้น

ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type)

1. Cartesian (Gantry)

Robot แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด Gantry แต่ถ้าหุ่นยนต์ที่ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่น เรียกว่า ชนิด Cartesian ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

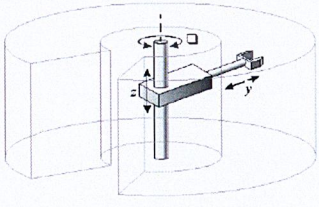


รูปที่ 2.1 Cartesian Robot Work Envelop of Cartesian Robot
(https://www.linearmotiontips.com/what-is-a-cartesian-robot/)

เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนัก หรือเรียกว่างาน Pick-and-Place เช่น ใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine Loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุน เช่น ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และงาน Test ต่างๆ

2. Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล่) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบ Prismatic ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (Revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้พื้นที่การทำงานเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Cylindrical Robot Work Envelop of Cylindrical Robot

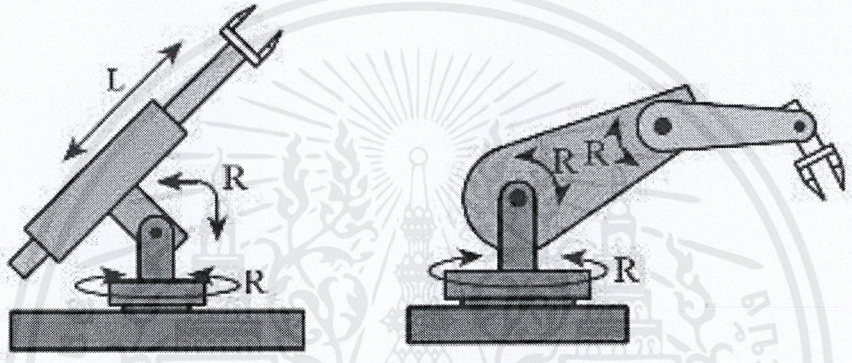
(http://www.allonrobots.com/cylindrical-robot.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็กๆ ได้สะดวก

3. Spherical Robot (Polar)

มีสองแกนที่เคลื่อนในลักษณะการหมุน (Revolute Joint) คือ แกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 2 (ไหล่) ส่วนแกนที่ 3 (ข้อศอก) จะเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Spherical Robot Work Envelop of Spherical Robot

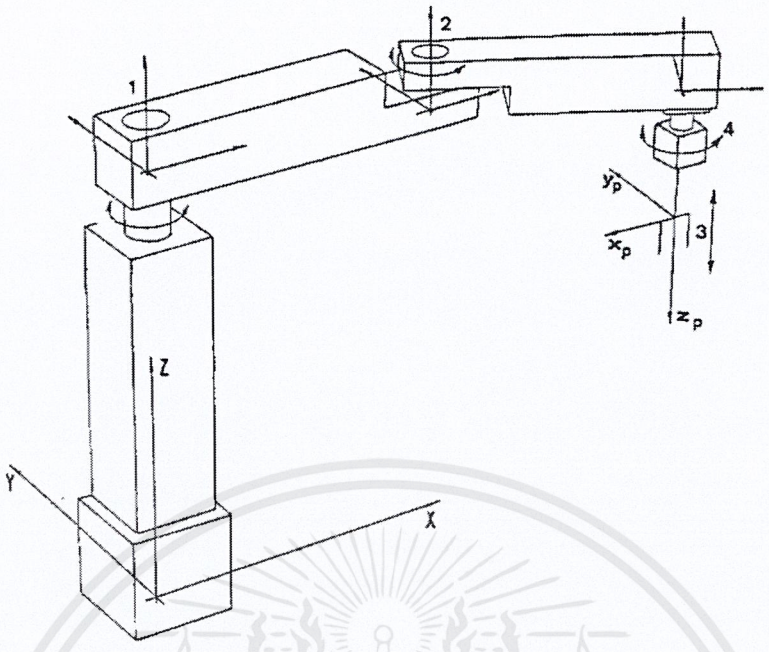
(https://robot.cfp.co.ir/en/robots/spherical)

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องปั๊ม (Press) หรืออาจจะใช้งานเชื่อมจุด (Spot Welding)

4. SCARA Robot

หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) จะมีลักษณะแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) หมุนรอบแกนแนวตั้ง และแกนที่ 2 จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ ขึ้นลง Prismatic) หุ่นยนต์ SCARA จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วในแนวระนาบ และมีความแม่นยำสูง ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 SCARA Robot Work Envelop of SCARA Robot

(https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-a-SCARA-robot_fig1_307887723)

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ก็ไม่ต้องการการหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ SCARA Robot ยังเหมาะกับงานตรวจสอบ (Inspection) งานบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

5. Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงานดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

หุ่นยนต์สำหรับติดฉลาก คำเตือนและคำแนะนำ

ROBOT ATTACH WARNING LABEL AND INSTRUCTION LABEL

จิตติน กิตติภัสสร

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	หุ่นยนต์สำหรับติดฉลาก คำเตือนและคำแนะนำ
นักศึกษา	นายจิตติน กิตติภัสสร
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายคมกฤช ทิพย์เกษร
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำลงบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งฉลากแต่ละประเภทนั้นมีขนาดที่แตกต่างกัน รวมถึงในบางกรณีต้องทำการติดฉลากถึง 2 ประเภท กระบวนการติดฉลากนั้นต้องมีความแม่นยำและถูกต้องของตำแหน่งฉลาก ทำให้ทางโรงงานใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาทดแทนพนักงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทำงานซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและเวลา โดยทำการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA มาทำงานร่วมกับระบบลอกฉลากและระบบการลำเลียงคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งในการวิจัยจะมุ่งเน้นความสำคัญในการทำงานของหุ่นยนต์เป็นหลัก รองลงมาคือเครื่องที่ใช้ในการลอกฉลากออกจากกระดาษ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์คือ WORKVISUAL และโปรแกรมที่ใช้ในการติดตามผลและแสดงค่าสถานะของหุ่นยนต์คือ LABVIEW ทั้งนี้ได้ทำการติดตั้งกล้องทางอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการหยิบฉลากจากเครื่องลอกฉลาก หลังประกอบชิ้นส่วน เดินสายไฟ และปรับปรุงหุ่นยนต์ที่ใช้ในการติดฉลากผลปรากฏว่า หุ่นยนต์สามารถติดตั้งในสถานที่ทำงานและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ช่วยลดความเสียหายของการติดฉลากผิดพลาดและช่วยประหยัดเวลาได้

คำสำคัญ : หุ่นยนต์อุตสาหกรรม, KUKA, ระบบลอกฉลาก, WORKVISUAL, LABVIEW, กล้องทางอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Robot Attach Warning Label and Instruction Label
Student	Mr.Jittin Kittipassorn
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor	Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor	Mr. Komkrit Thipgesorn
Company	Thai Samsung Electronics Co. Ltd.

ABSTRACT

The purpose of this research is to study Robot Attach Warning Label and Instruction Label on compressor of air conditioner. Each type of label has different sizes, in some cases two types of labeling are required. The labeling process requires the accuracy of the label position. Therefore, the factory aims to use automated systems to replace their employees in order to prevent errors in work which help to reduce wasting resources and time. In this research, the industrial robot is applied with label peeling systems and air conditioning compressor transport systems. This research focuses on the work of the KUKA robot and the machine used to remove the labels from the paper. The program used to control robot is WORKVISUAL and the program used to monitor robot is LABVIEW. In order to improve robot efficiency, industrial camera was installed. After assembly, wiring and improving the robot used for labeling, the results show that the robot can be installed in the workplace and work efficiently. This helps to reduce the operating time and the damage for incorrect labeling.

Keywords: Industrial Robot, KUKA, Label Dispenser, WORKVISUAL, LABVIEW, Industrial camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์จาก บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ที่ได้ให้โอกาสในการทำโครงงานศึกษาเรียนรู้และนำไปประกอบเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ รวมถึงการอนุมัติให้ผู้จัดทำได้เข้ารับการฝึกงานสหกิจศึกษาร่วมกับทางบริษัท อีกทั้งยังอบรมให้ความรู้ ประสบการณ์การทำงาน คำแนะนำ รวมไปถึงมิตรภาพและการอำนวยความสะดวกในการศึกษาโครงงานวิจัยตลอดช่วงระยะเวลาในการฝึกงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์นิเทศศึกษา ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ตลอดจนคอยติดต่อประสานงานกับทางบริษัท อีกทั้งดูแลในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขโครงงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้นิเทศงาน คุณคมกฤช ทิพย์เกษร ผู้จัดการแผนก FIT (Facility Innovation Technology) คุณชนาธิป ทัพพุ่ม วิศวกรฝ่ายดีไซน์ คุณณัฏฐากุลยา นิโรธเริงสิริ คุณวีรภัทร นามวงษ์ วิศวกรฝ่ายออโตเมชั่น ผู้ดูแลช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดระยะเวลาการฝึกงาน ทำให้ได้ประสบการณ์การทำงานต่างๆ รวมไปถึงความรู้และเทคนิคที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน อีกทั้งขอขอบพระคุณวิศวกรฝ่ายแมคคานิคทุกท่าน ที่ช่วยอบรมสั่งสอนการทำงานแมคคานิคและการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการขึ้นชิ้นงานรวมไปถึงพนักงานท่านอื่นๆ ในแผนกที่ให้ความช่วยเหลือและมีส่วนร่วมทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จิตติน กิตติภัสสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type) 4

2.2 กล้อง (Vision Camera) 8

2.3 เซนเซอร์ (Sensor) 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 ตู้ควบคุม (Control Box)..... 14

2.4.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)..... 15

2.4.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)..... 18

2.4.3 เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)..... 19

2.4.4 รีเลย์ (Relay)..... 19

2.4.5 อินพุตและเอาพุตท์โมดูล (Input/Output Module)..... 19

2.5 ภาษา KRL (KUKA Robot Language) 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 24

3.1 วางแผนการดำเนินการ..... 24

3.2 ศึกษาภาพรวมและขั้นตอนของการติดฉลากในสายการผลิต..... 25

3.3 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์..... 27

3.4 จำลองการทำงานของหุ่นยนต์..... 28

3.5 ศึกษาเวลาการทำงานของหุ่นยนต์ (Time Study)..... 29

3.6 ออกแบบ Input และ Output..... 32

3.7 ออกแบบอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์..... 32

3.8 เขียนโปรแกรม WORKVISUAL..... 38

3.9 เขียนโปรแกรม LABVIEW..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.10 ประกอบชิ้นงาน 41

บทที่ 4 ผลการวิจัย 43

4.1 การทดลองติดฉลาก 1 ชิ้น (ฉลากคำเตือน) 43

4.2 การทดลองติดฉลาก 2 ชิ้น (ฉลากคำเตือนและคำแนะนำ) 47

4.3 ผลการทดลอง 49

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 53

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 53

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก 57

ภาคผนวก ก 58

ประวัติผู้เขียน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 Cartesian Robot Work Envelop of Cartesian Robot 5

2.2 Cylindrical Robot Work Envelop of Cylindrical Robot..... 5

2.3 Spherical Robot Work Envelop of Spherical Robot..... 6

2.4 SCARA Robot Work Envelop of SCARA Robot..... 7

2.5 Articulated Arm Robot Work Envelop of Articulated Robot..... 8

2.6 ตัวอย่างกล้องทางอุตสาหกรรม..... 9

2.7 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 1..... 10

2.8 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 2..... 10

2.9 ภาพตัวอย่าง Inductive Proximity Sensor..... 11

2.10 ภาพโครงสร้างของ Fiber Optic..... 12

2.11 ภาพตัวอย่าง Fiber Optic Amplifier..... 13

2.12 ภาพตัวอย่าง Reed Switch..... 14

2.13 ภาพตัวอย่างตู้ควบคุม (Control Box)..... 14

2.14 ภาพตัวอย่าง Air Circuit Breakers (ACB)..... 15

2.15 ภาพตัวอย่าง Moulded Case Circuit..... 16

2.16 ภาพตัวอย่าง Miniature Circuit Breakers (MCBs)..... 16

2.17 ภาพตัวอย่าง Residual Current Devices (RCDs)..... 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.18 ภาพตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)..... 18

2.19 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)..... 19

2.20 ภาพตัวอย่างรีเลย์อุตสาหกรรม (Industrial Relay)..... 20

2.21 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay)..... 21

2.22 ภาพตัวอย่างโซลิดสเตตรีเลย์ (SSR)..... 21

2.23 ภาพตัวอย่างอินพุตโมดูล (Input/Output Module)..... 22

2.24 ภาพตัวอย่างภาษา KRL..... 23

3.1 Direct Printer..... 25

3.2 Roll Feeder..... 26

3.3 พื้นที่ที่จะทำการติดตั้งหุ่นยนต์..... 26

3.4 Concept Gripper ที่ใช้ติดฉลาก..... 27

3.5 Flow Chart..... 28

3.6 การจำลองการติดฉลากคำเตือน..... 29

3.7 การจำลองการติดฉลากคำเตือนและฉลากคำแนะนำ..... 29

3.8 ลิสต์ของ Input และ Output..... 32

3.9 Inductive Proximity Sensor บนกริปเปอร์..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.10 Fiber Optic Cable บนกริปเปอร์ 34

3.11 Fiber Optic Amplifier บนกริปเปอร์ 34

3.12 Lead Switch บน Roll Feeder 35

3.13 กล้อง [BASLER] acA2500-14gc 36

3.14 เลนส์ [MYUTRON] FV0622 36

3.15 กล้อง [IMAGE SOURCE] DMK23G445 37

3.16 เลนส์ [RICOH] FL-CC0814A-2M 37

3.17 โปรแกรม WORKVISUAL 38

3.18 หน้าต่างหลักโปรแกรม LABVIEW 39

3.19 การตั้งค่าภาพที่ถ่ายในโปรแกรม LABVIEW 40

3.20 ตู้ควบคุมที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว 41

3.21 หุ่นยนต์ที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว 42

4.1 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 1 ชิ้น 44

4.2 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก 1 ชิ้น 44

4.3 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปยังจุดรอติดฉลาก 1 ชิ้น 45

4.4 ขั้นตอนการรอติดฉลาก 1 ชิ้น 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.5 ขั้นตอนการติดฉลาก 1 ชิ้น..... 46

4.6 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 1 ชิ้น..... 46

4.7 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 2 ชิ้น..... 47

4.8 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก คำแนะนำ..... 48

4.9 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก คำเตือน..... 48

4.10 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 2 ชิ้น..... 49

4.11 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*170 มิลลิเมตร..... 50

4.12 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*110 มิลลิเมตร..... 51

4.13 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*180 มิลลิเมตร..... 51

4.14 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*60 มิลลิเมตร..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Timeline..... 24

3.2 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Time Study..... 31

4.1 ผลการทดสอบการหยิบฉลากของหุ่นยนต์..... 49

4.2 ผลการทดสอบการติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์..... 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับด้านการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ และเตาอบ ซึ่งได้มีการผลิตสินค้าดังกล่าวส่งออกทั้งในและนอกประเทศจึงทำให้ในกระบวนการผลิตนั้นต้องมีคุณภาพ รวดเร็วและเป็นมาตรฐาน

แต่ในปัจจุบันพบปัญหาในขั้นตอนการติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ เนื่องจากในปัจจุบันขั้นตอนนี้ใช้แรงงานคน จึงก่อให้เกิดความผิดพลาด เช่น การติดฉลากเอียงหรือผิดตำแหน่ง ส่งผลให้พนักงานต้องทำการดึงฉลากออก ซึ่งจะทำให้สูญเสียเวลา และฉลากที่ดึงออกมานั้นอาจจะใช้งานต่อไม่ได้ ทางบริษัทจึงได้คิดจะนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อลดความเสียหายจากการทำงานของพนักงาน และเพิ่มความรวดเร็วในกระบวนการผลิต

อุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้มีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้งาน เพื่อทุ่นแรงและทำงานบางส่วนแทนมนุษย์ ซึ่งหุ่นยนต์เหล่านั้นก็มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท แต่หุ่นยนต์ที่น่าสนใจก็คือหุ่นยนต์ประเภท Articulated เนื่องจากมีการใช้งานที่คล่องตัวและสามารถเคลื่อนไหวได้หลายแกน จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ ผู้จัดทำจึงคาดว่าเทคโนโลยีนี้จะมีส่วนช่วยลดงบประมาณ และพัฒนาศักยภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานให้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเข้าใจถึงการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ใช้ภายในสถานประกอบการ
2. เพื่อนำระบบอัตโนมัติมาทำงานแทนแรงงานคนเพื่อลดค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและการควบคุมของหุ่นยนต์ KUKA
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมติดตามผลและแสดงสถานะด้วย LABVIEW
5 เพื่อศึกษาอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ที่ใช้ในระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติที่สามารถลดค่าใช้จ่ายภายในสถานประกอบการ

2. สร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถหยิบฉลากจากเครื่องลอก และนำไปติดบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศได้

3. สร้างระบบติดตามผลเพื่อติดตามผลระบบอัติโนมัติ

4. สร้างระบบถ่ายภาพเพื่อเพิ่มความแม่นยำของระบบอัตโนมัติ

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการออกแบบของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานประเภทต่างๆ

2. ศึกษาชุดอุปกรณ์ที่ใช้กับงานภายในโรงงาน

3. ศึกษาเพิ่มเติมในส่วนเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ติดฉลาก

4. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน4

5. จำลองการทำงานในโปรแกรม KUKA Sim เพื่อดูการเคลื่อนที่และเวลาในการทำงาน

6. วิเคราะห์การทำงานรวมถึงข้อผิดพลาดและสรุปผล

7. ปรับปรุงแบบและวิเคราะห์การทำงานอีกครั้ง

8. ช่วยทำ BOM และ Part List เพื่อสั่งซื้อของ

9. ประกอบชิ้นส่วนและเดินสายไฟ

10. เขียนโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์

11. เขียนโปรแกรมระบบติดตามผลของหุ่นยนต์

12. เขียนโปรแกรมระบบถ่ายภาพของระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ทดสอบการทำงานของระบบอัตโนมัติ

14. ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

15. ทดสอบการทำงานอีกครั้งก่อนติดตั้ง

16. วิเคราะห์และสรุปผลรวมถึงแนวทางแก้ไข

17. ส่งมอบงานและติดตั้ง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หุ่นยนต์สามารถหยิบฉลากจากเครื่องลอกกระดาษ และนำไปติดบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศได้7

2. หุ่นยนต์สามารถใช้งานได้กับฉลากทั้ง 3 ขนาด 9 โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type)

อุตสาหกรรมในประเทศไทยจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation Technology) เข้ามาใช้งานเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งในเรื่องราคาและคุณภาพ จึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นสูง ได้แก่ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนการทำงานสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรม นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกัน การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่า “แขนกล” ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

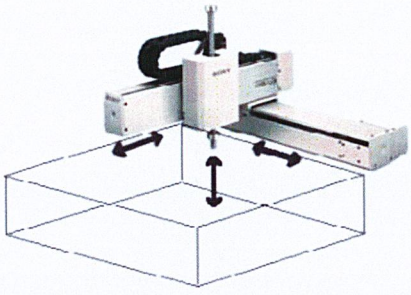
ปัจจุบันและในอนาคตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยจะทำงานแทนมนุษย์ในหน้าที่ต่างๆ โดยงานเหล่านั้นอาจจะเป็นงานที่ค่อนข้างอันตราย เช่น งานยกเหล็กเข้าเตาหลอม งานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี งานที่ต้องทำซ้ำๆ เช่นงานยกสินค้าจากสายงานการผลิต งานประกอบ งานบรรจุผลิตภัณฑ์งานที่ต้องการคุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เช่น งานเชื่อม งานตัด งานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง เช่น งานเชื่อมแนว เชื่อมเลเซอร์ งานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต เช่น งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ งานตรวจสอบ (Inspection) เป็นต้น

ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type)

1. Cartesian (Gantry)

Robot แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด Gantry แต่ถ้าหุ่นยนต์ที่ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่น เรียกว่า ชนิด Cartesian ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

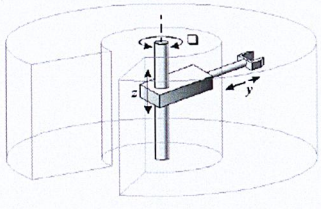


รูปที่ 2.1 Cartesian Robot Work Envelop of Cartesian Robot
(https://www.linearmotiontips.com/what-is-a-cartesian-robot/)

เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนัก หรือเรียกว่างาน Pick-and-Place เช่น ใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine Loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุน เช่น ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และงาน Test ต่างๆ

2. Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล่) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบ Prismatic ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (Revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้พื้นที่การทำงานเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูปที่ 2.2



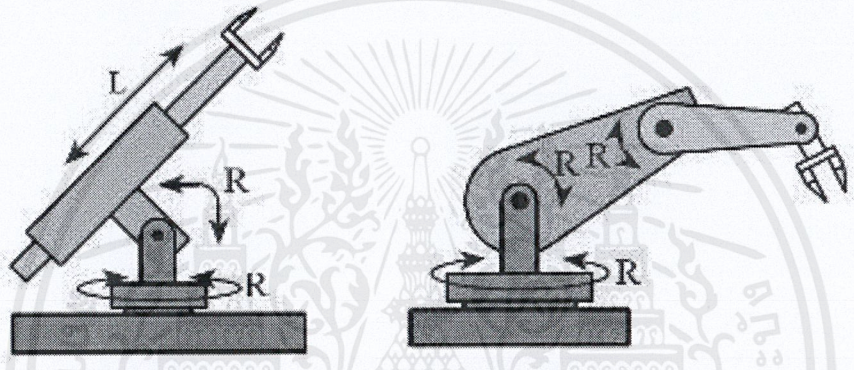
รูปที่ 2.2 Cylindrical Robot Work Envelop of Cylindrical Robot
(http://www.allonrobots.com/cylindrical-robot.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็กๆ ได้สะดวก

3. Spherical Robot (Polar)

มีสองแกนที่เคลื่อนในลักษณะการหมุน (Revolute Joint) คือ แกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 2 (ไหล่) ส่วนแกนที่ 3 (ข้อศอก) จะเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Spherical Robot Work Envelop of Spherical Robot

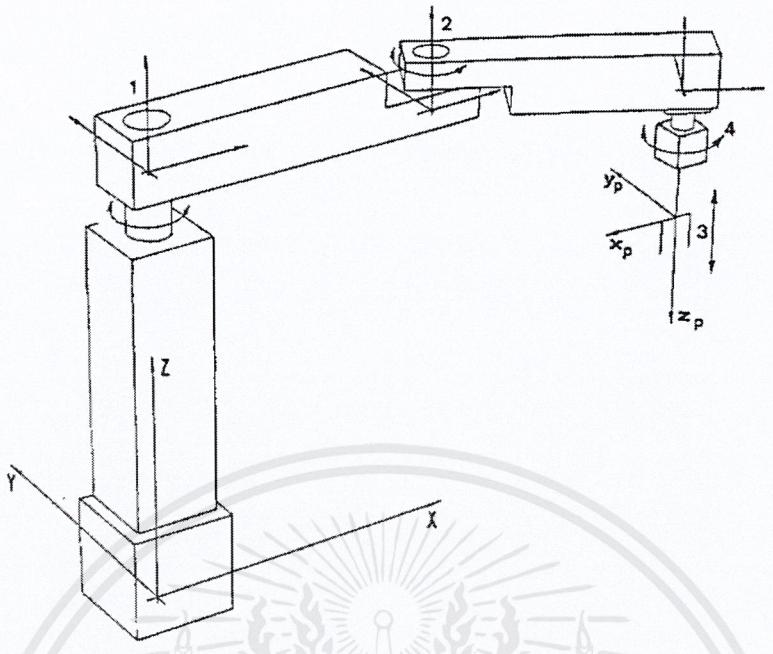
(https://robot.cfp.co.ir/en/robots/spherical)

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องปั๊ม (Press) หรืออาจจะใช้งานเชื่อมจุด (Spot Welding)

4. SCARA Robot

หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) จะมีลักษณะแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) หมุนรอบแกนแนวตั้ง และแกนที่ 2 จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ ขึ้นลง Prismatic) หุ่นยนต์ SCARA จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วในแนวระนาบ และมีความแม่นยำสูง ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 SCARA Robot Work Envelop of SCARA Robot

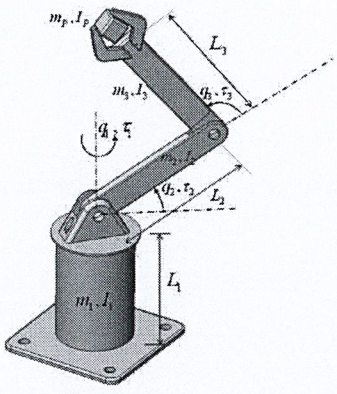
(https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-a-SCARA-robot_fig1_307887723)

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ก็ไม่ต้องการการหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ SCARA Robot ยังเหมาะกับงานตรวจสอบ (Inspection) งานบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

5. Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงานดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Articulated Arm Robot Work Envelop of Articulated Robot

(https://www.researchgate.net/figure/Articulated-robot-3R_fig9_231911892)

หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางเพราะสามารถเข้าถึงตำแหน่งต่างๆ ได้ดี เช่น งานเชื่อม Spot Welding, Path Welding, งานยกของ, งานตัด, งานทากาว, งานที่มีการเคลื่อนที่ยากๆ เช่น งานพ่นสี งาน Sealing เป็นต้น

2.2 กล้อง (Vision Camera)

กล้องทางอุตสาหกรรม ในปัจจุบันใช้ในงานหลายส่วน โดยเฉพาะงานทางด้านการตรวจสอบและงานที่ต้องใช้ความแม่นยำสูง งานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ ก็เป็นอีกงานที่ต้องใช้กล้องในการประมวลผล โดยกล้องทางอุตสาหกรรมนั้น มีความทนทานมากกว่ากล้องที่ใช้กันทั่วไป เพราะต้องใช้งานในสภาพแวดล้อม ที่แตกต่างจากในชีวิตประจำวันทั่วๆ ไป เช่น ใช้งานในสถานที่ที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ข้อแตกต่างอื่นๆ คือ คุณภาพของรูปที่ถ่ายจะสูงกว่ากล้องธรรมดา เพราะต้องใช้รูปที่ความละเอียดสูงในงานที่ต้องใช้ความแม่นยำ โดยกล้องทางอุตสาหกรรมจะมีการใช้ฟังก์ชันที่ไม่เหมือนกล้องทั่วไป เช่น จะไม่มี ชัตเตอร์หรือแฟลช กล้องทางอุตสาหกรรมจะต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์และใช้อินเตอร์เฟสในการควบคุม ซึ่งจะถ่ายภาพโดยใช้สายเคเบิ้ลที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่จะส่งสัญญาณไปให้ทำการถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างกล้องทางอุตสาหกรรม
(https://s2ins.com/product/industrial-machine-vision-camera-5-0mp-lens-aptina-mi5100/)

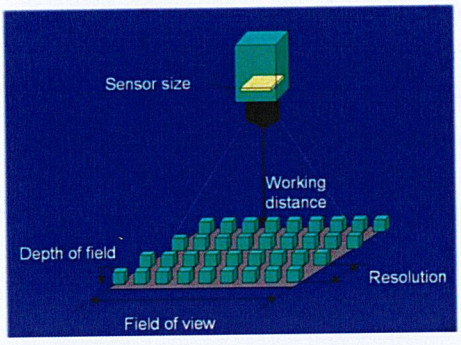
การเลือกและข้อควรระวังในการเลือกใช้กล้องและเลนส์ทางอุตสาหกรรม

การเลือกใช้กล้องควรเริ่มจากการดูว่างานที่ทำควรเริ่มจากการดูว่าพื้นที่งานว่าต้องการที่จะจับภาพในบริเวณไหนของพื้นที่การทำงาน และบริเวณที่จับนั้นมีความแตกต่างของสีระหว่างวัตถุที่จับกับพื้นหลังแค่ไหน ถ้าวัตถุที่จับกับพื้นหลังมีความใกล้เคียงกันมากก็ควรที่จะเลือกใช้กล้องจับภาพสีแต่ถ้าต่างกันมากก็สามารถใช้กล้องจับภาพขาว-ดำได้ ซึ่งก็จะมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน

ตัวแปรในการคำนวณการเลือกกล้อง

1. FOV (Field of View) = บริเวณต้องการที่จะให้กล้องจับภาพ
2. W.D. (Working Distance) = ระยะจากหน้าชิ้นงานที่จะจับภาพถึงหน้าเลนส์ของกล้อง
3. Smallest Feature = จุดที่เล็กที่สุดที่ต้องการจะให้กล้องจับภาพได้
4. Focal Length = ระยะจากจุดศูนย์กลางของเลนส์จนถึงจุดโฟกัส
5. Sensor Size = ขนาดเซนเซอร์ของกล้องทางอุตสาหกรรม
6. Resolution = ความละเอียดของภาพที่กล้องสามารถจับภาพได้

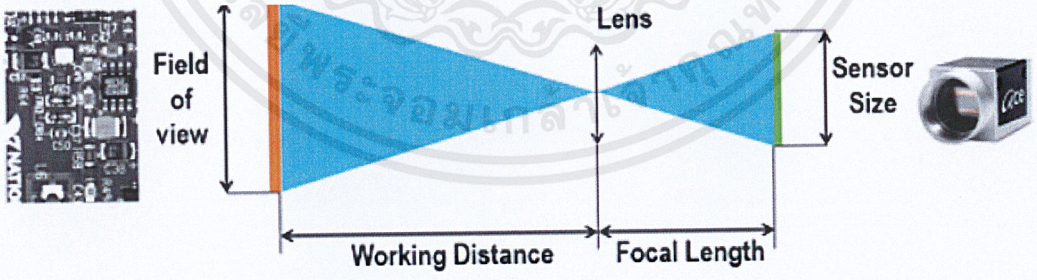
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 1

(http://www.ni.com/product-documentation/54616/en/)

เมื่อรู้ตัวแปรแต่ละตัวแล้วก็นำมาหาค่าของความละเอียดขั้นต่ำที่ต้องใช้ โดยนำไปคำนวณจะได้ความละเอียดขั้นต่ำที่ต้องการ จากนั้นก็นำความละเอียดนี้ไปเลือกกล้องที่จะใช้ โดยค่าความละเอียดของกล้องก็จะต้องมากกว่าค่าความละเอียดขั้นต่ำที่คำนวณได้ เมื่อทำการเลือกกล้องที่ใช้แล้วต่อไปก็จะทำการเลือกเลนส์ที่จะใช้กับกล้อง โดยการหาค่า Focal Length ที่จะใช้ออกมา เมื่อได้ค่า Focal Length แล้ว ก็จะทำการนำค่านั้นไปเลือกเลนส์ที่จะใช้ โดยค่า Focal Length นั้นควรมีค่าใกล้เคียงกับ Focal Length ที่คำนวณได้ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวแปรในสมการส่วนที่ 2

(http://www.ni.com/product-documentation/54616/en/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวังในการเลือกเลนส์ที่จะนำมาใช้กับกล้องที่เลือกคือ ขนาด Sensor Size ของกล้องต้องมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าค่า Lens Format ของเลนส์ที่เลือกและ Lens Mount ของกล้องและเลนส์ต้องเป็นชนิดเดียวกันถึงจะใส่ด้วยกันได้

2.3 เซนเซอร์ (Sensor)

ในปัจจุบันเซนเซอร์เป็นสิ่งที่จำเป็นในงานอุตสาหกรรม โดยได้ถูกนำไปใช้งานได้หลากหลาย เซนเซอร์นั้นมีหลายชนิดแล้วแต่ตามการใช้งาน โดยการที่จะเลือกใช้เซนเซอร์แต่ละชนิดจะดูจากความเหมาะสมของลักษณะงาน สภาพแวดล้อม และต้นทุน โดยเซนเซอร์ที่ได้ถูกใช้งานในโครงงานนี้ ได้แก่ เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ (Inductive Proximity Sensor), ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor) และรีดสวิตซ์ (Reed Switch)

1. เซนเซอร์ตรวจจับโลหะ (Inductive Proximity Sensor)

Inductive Proximity Sensor คือ เซนเซอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานตรวจจับวัตถุประเภทโลหะ ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะที่กำหนดได้โดยไม่มีการสัมผัสกับตัวของวัตถุ ด้วยการกำหนดระยะของวัตถุนั้นจะมีความเกี่ยวเนื่องกับชนิด และขนาดของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ หรืออาจกล่าวได้ว่าระยะค่าการตรวจจับของเซนเซอร์นั้น จะถูกนำมาคำนวณได้โดยอาศัยค่าแฟกเตอร์จากวัตถุ โดยเซนเซอร์ตรวจจับโลหะจะใช้งานได้ดีที่สุดกับโลหะประเภทเหล็ก หากปริมาณเหล็กในเป้าหมายลดลงก็จะส่งผลให้ระยะการตรวจจับของเซนเซอร์ลดลง ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ภาพตัวอย่าง Inductive Proximity Sensor

(https://www.wolfautomation.com/capacitive-proximity-sensor-30mm-dc-nc-npn/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเลือกใช้ Inductive Proximity Sensor นั้นดูจากประเภทของชิ้นงาน, ระยะทางในการตรวจจับ, ขนาดของเซนเซอร์, ความถี่ในการตรวจจับ, สัญญาณเอาต์พุต NPN หรือ PNP

2. ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor)

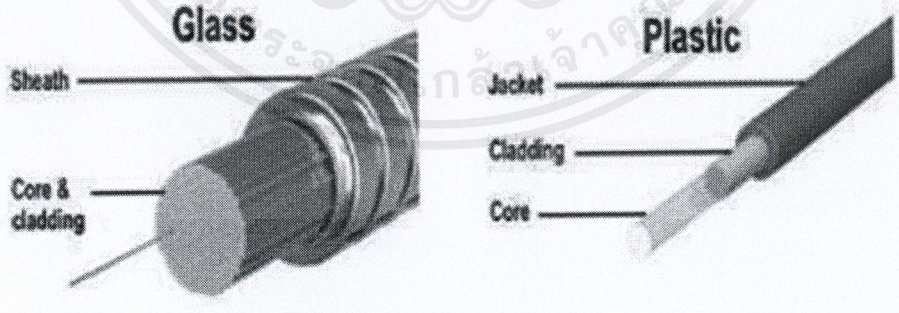
Fiber Optic Sensor ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Fiber Optic Cable และ Fiber Optic Amplifier

Fiber Optic Cable สายใยแก้วนำแสง เป็นตัวกลางของสัญญาณแสงชนิดหนึ่ง ที่ทำมาจากแก้วซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงมาก ใช้กับสัญญาณที่อยู่ในรูปของแสงเท่านั้น ตัวแก้วนำแสงอาจทำมาจากแก้วหรือพลาสติก

โครงสร้างของ Fiber Optic Cable มีด้วยกัน 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. Core : เป็นส่วนที่อยู่ชั้นในสุดทำหน้าที่ให้แสงเดินทางผ่าน
2. Cladding : เป็นส่วนที่ถัดจาก Core ทำหน้าที่เป็นตัวหักเหของแสง
3. Jacket/Sheath : ส่วนที่อยู่ด้านนอกสุดทำหน้าที่ป้องกันส่วนต่างๆ ที่อยู่ภายในสายใยแก้วนำแสง

Fiber Optic Cable จะอาศัยหลักการสะท้อนหรือการหักเหของแสงจากตัวส่งไปยังตัวรับ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ภาพโครงสร้างของ Fiber Optic

(https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-fiber-optic-cable/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเลือก Fiber Optic ดูจากขนาดของหัว Fiber Optic ว่าเหมาะสมกับงานที่ใช้หรือไม่, วัสดุที่ใช้ทำสายไฟเบอร์

Fiber Optic Amplifier มีหน้าที่เป็นในการกำเนิดแสงและรับแสง รวมถึงมีหน้าที่ในการสั่งงานเอาต์พุต ซึ่งแสงที่ Amplifier นี้สร้างขึ้นจะเป็นแบบ Visible Light เท่านั้น และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดติดกับสายไฟเบอร์ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ภาพตัวอย่าง Fiber Optic Amplifier

(https://varteccr.com/en/photoelectric-sensors/168-571-fiber-optic-amplifier-pfd-rm-series-hanyoung.html)

การเลือกใช้ Fiber Optic Amplifier ดูจากสภาพแวดล้อมเพื่อป้องกันความเสียหาย และ Output ของสัญญานว่าต้องการเป็น NPN หรือ PNP

3. รีดสวิตช์ (Reed Switch)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีปัญหาด้านพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) โดยใช้ติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรรูปวงแหวนติดตั้งอยู่ การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในผ่านรีดสวิตช์ สนามแม่เหล็กที่ลูกสูบจะเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสทั้งสองต่อถึงกัน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับรีดสวิตช์จะหมดอำนาจแม่เหล็กทำให้หน้าสัมผัสจะกลับสู่ตำแหน่งปกติ ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

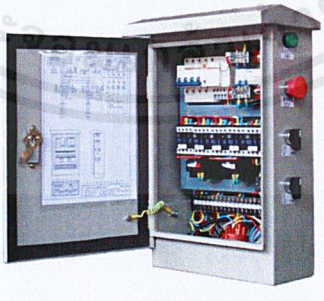


รูปที่ 2.12 ภาพตัวอย่าง Reed Switch

(https://th.rs-online.com/web/p/pneumatic-cylinder-actuator-sensors/9120976/)

2.4 ตู้ควบคุม (Control Box)

ปัจจุบันในทุกๆระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมจะต้องมีตู้ควบคุม (Control Box) เป็นหัวใจหลักในการควบคุมระบบอัตโนมัติ โดยทุกๆ อุปกรณ์ในระบบอัติโนมัติจะต้องเชื่อมต่อผ่านตู้ควบคุม จึงทำให้ตู้ควบคุมมีความสำคัญอย่างมาก โดยภายในตู้ควบคุมของโครงงานนี้ประกอบไปด้วย เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker), แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply), เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block), รีเลย์ (Relay) และอินพุตและเอาต์พุตโมดูล (Input/Output Module) โดยทุกอุปกรณ์จะถูกยึดไปในตู้ควบคุมด้วยรางปีกนก (Terminal Rail) การเลือกตู้ที่จะใช้นั้นดูจากขนาดของตู้เทียบกับอุปรณ์ที่จะใส่ในตู้ว่ามีขนาดเพียงพอหรือไม่ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ภาพตัวอย่างตู้ควบคุม (Control Box)

(http://www.k-direct.biz/Electrical-Equipment/Electrical-Control-Box/Electric-control-TSP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

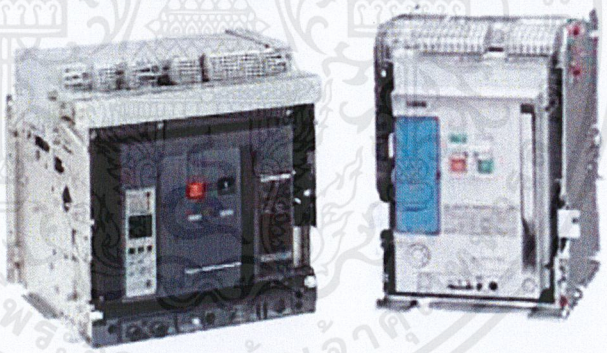
2.4.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้า จากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน หลักการคือ ตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้าและเมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันที เมื่อทำการแก้ไขปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว

เซอร์กิตเบรกเกอร์แบ่งเป็นทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่

1. Air Circuit Breakers (ACB)

เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ป้องกันสายเมน นิยมใช้กับงานแรงดันสูงๆ (HVAC) โครงสร้างทั่วไปทำด้วยเหล็กมีช่องดับอาร์ก (Arcing Chamber) ที่ใหญ่และแข็งแรงเพื่อให้สามารถรับกระแสลัดวงจรจำนวนมากได้ ส่วนใหญ่จะมีหลักการทำงานโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจจับ และวิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร ดังรูปที่ 2.14



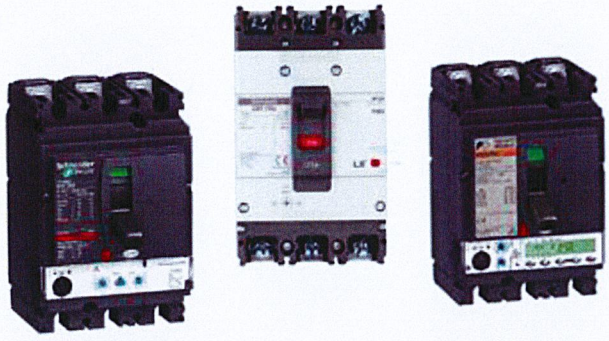
รูปที่ 2.14 ภาพตัวอย่าง Air Circuit Breakers (ACB)

(http://breaker18.blogspot.com/p/breaker-circuit-breaker-air-circuit.html)

2. Moulded Case Circuit Breakers (MCCB)

เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าที่ได้รับมาจากส่วนของ Air Circuit Breakers มีพิกัดกระแสลัดวงจรสูงแต่ไม่เท่า Air Circuit Breakers ซึ่งขนาดกระแสจะมีตั้งแต่หลักสิบจนถึงหลักร้อยแอมป์ ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ภาพตัวอย่าง Moulded Case Circuit Breakers (MCCB)

(http://breaker18.blogspot.com/p/breaker-circuit-breaker-air-circuit.html)

3. Miniature Circuit Breakers (MCBs)

เป็นเบรกเกอร์ขนาดเล็กมักใช้ในอาคาร ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load Center) หรือแผงจ่ายไฟฟ้าในห้องพักอาศัย (Consumer Unit) มีพิกัดกระแสลัดวงจรต่ำ เป็นเบรกเกอร์ชนิดที่ไม่สามารถปรับตั้งค่ากระแสตัดวงจรได้ และส่วนใหญ่จะอาศัยกลไกการปลดวงจรในรูปแบบ Thermal และ Magnetic ดังรูปที่ 2.16



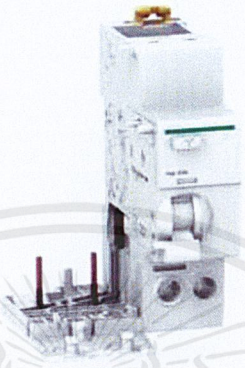
รูปที่ 2.16 ภาพตัวอย่าง Miniature Circuit Breakers (MCBs)

(http://breaker18.blogspot.com/p/breaker-circuit-breaker-air-circuit.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Residual Current Devices (RCDs)

เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อเกิดไฟรั่วและไฟดูด (ไฟช็อต) ตามพิกัดที่กำหนดไว้ จะติดตั้งใน Consumer Unit และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ภาพตัวอย่าง Residual Current Devices (RCDs)

(http://breaker18.blogspot.com/p/breaker-circuit-breaker-air-circuit.html)

การเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำการดูจาก

1. จำนวน Pole ซึ่งเป็นตัวบอกว่าเบรกเกอร์ที่ใช้นั้นเป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส

4 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 3 เฟส โดยป้องกันสาย Line และสาย Neutral เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง หากมีความผิดปกติของระบบไฟฟ้า เบรกเกอร์สามารถป้องกันได้ทั้ง 4 เส้น

3 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 3 เฟส โดยป้องกันแค่สาย Line อย่างเดียว 3 Pole จะใช้กันมากในอาคารพาณิชย์และโรงงานอุตสาหกรรม

2 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 1 เฟส โดยป้องกันสาย Line และสาย Neutral 2 Pole มักจะใช้มาเป็นเมนเบรกเกอร์ในตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิท มีทั้งที่เป็นเบรกเกอร์แบบ MCB และ MCCB

1 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 1 เฟส โดยป้องกันแค่สาย Line อย่างเดียว ส่วนใหญ่จะเป็นเบรกเกอร์ลูกย่อยที่ใช้ร่วมกับตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิท และมักใช้ในบ้านที่พักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

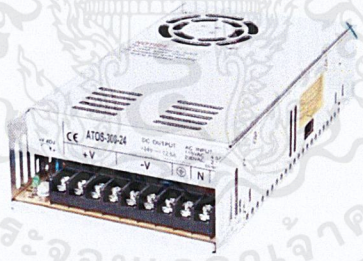
2. Interrupting Capacitive (IC) : พิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรกเกอร์นั้นๆ มักแสดงในหน่อย kA

3. Amp Trip (AT) : ขนาดกระแสที่ใช้งาน เป็นตัวบอกให้รู้ว่าเบรกเกอร์ตัวนั้นสามารถทนต่อกระแสในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด

4. Amp Frame (AF) : พิกัดกระแสโครง หมายถึงขนาดการทนกระแสของเปลือกหุ้มเป็นพิกัดการทนกระแสสูงสุดของเบรกเกอร์นั้นๆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด AF เดียวกันจะมีขนาดมิติ (กว้างXยาวXสูง) เท่ากัน สามารถเปลี่ยนพิกัด Amp Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรกเกอร์ยังคงเท่าเดิม

2.4.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แหล่งจ่ายไฟจะต้องได้รับพลังงานจากแหล่งพลังงานภายนอกเพื่อจ่ายให้โหลดและการบริโภคพลังงานของแหล่งจ่ายไฟในขณะที่กำลังทำงาน ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ภาพตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

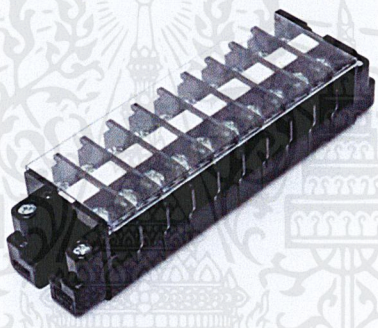
(https://www.ato.com/24v-dc-12-5a-300w-switching-power-supply)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)

เทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block) คือ อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างสายไฟด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟอีกด้านหนึ่ง หรือใช้เป็นจุดพักสายไฟ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ หรือเพื่อเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบ สามารถตรวจสอบจุดที่มีปัญหาต่างๆ ได้ง่าย เป็นที่นิยมในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

หลักการเลือก Terminal Block ต้องเลือกโดยตรวจสอบสายไฟที่จะนำมาเชื่อมเข้ากับ Terminal Block ว่าพอใช้หรือไม่ และตรวจสอบหัวของสายไฟว่าตรงกับ Terminal Block หรือไม่ ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลบล็อก (Terminal Block)

(https://www.monotaro.co.th/g/02562727/)

2.4.4 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบอัตโนมัติ ใช้ในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้วงจรไฟฟ้าทำงาน รีเลย์มีส่วนประกอบสำคัญคือ ขดลวด และส่วนของหน้าสัมผัสทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ นั่นคือ เมื่อรีเลย์ได้รับการจ่ายไฟแล้วจะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด ถ้าไม่จ่ายไฟหน้าสัมผัสจะแยกออกจากกันกลายเป็นวงจรเปิดรีเลย์ถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรต่างๆ เพื่อควบคุมการ

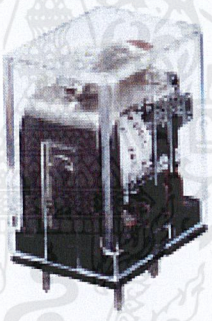
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของกระแสไฟฟ้า ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นและป้องกันไม่ให้มีการทำงานผิดปกติ

รีเลย์ แบ่งเป็น 3 ประเภทตามการเลือกใช้ ได้แก่

1. รีเลย์อุตสาหกรรม (Industrial Relay)

รีเลย์อุตสาหกรรม (Industrial Relay) คือ รีเลย์ที่ใช้ในการตรวจสอบหรือควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าแม่เหล็ก แสง ความร้อนในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องจักรอุตสาหกรรม เพื่อให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ทั้งยังช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพของฉนวนกันความร้อนในอุปกรณ์ไฟฟ้า รีเลย์อุตสาหกรรมมีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น ไทม์เมอร์รีเลย์ (Timer Relay) เซฟตี้รีเลย์ (Safety Relay) เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay) เป็นต้น ดังรูปที่ 2.20



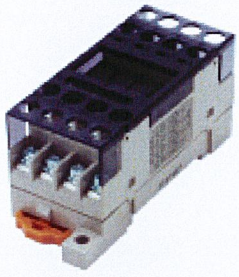
รูปที่ 2.20 ภาพตัวอย่าง รีเลย์อุตสาหกรรม (Industrial Relay)

(https://th.misumi-ec.com/pr/recommend_category/relay201904/)

2. เทอมินอลรีเลย์ (Terminal Relay)

เทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay) เป็นรีเลย์ชนิดประหยัดพลังงาน (Work-saving Relay) มีขนาดเล็ก ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในหน่วยรีเลย์ (Relay Units) นำไปประยุกต์ใช้งานจากแบบอินพุต-เอาต์พุต (I/O) เป็นแบบคอนโทรลเลอร์ที่ตั้งโปรแกรมได้เมื่อต้องการลดการใช้พลังงาน สามารถนำไปใช้เชื่อมต่อโซลินอยด์วาล์วหรืออุปกรณ์อื่นๆ เข้ากับคอนโทรลเลอร์ เช่น PLC ได้ ดังรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

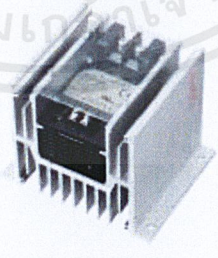


รูปที่ 2.21 ภาพตัวอย่างเทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay)

(https://th.misumi-ec.com/pr/recommend_category/relay201904/)

3. โซลิดสเตตรีเลย์ (SSR)

โซลิดสเตตรีเลย์ (SSR) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็ก โครงสร้างแตกต่างจากรีเลย์ทั่วไปคือ ไม่ใช้ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ในการตัด-ต่อวงจรแต่จะใช้อุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ข้อดีคือ ลดเสียงรบกวน ตอบสนองการทำงานรวดเร็วป้องกันการสั่นสะเทือนและแรงกระแทก มีอายุการใช้งานนาน นิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์ เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าและเครื่องจักรอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ภาพตัวอย่างโซลิดสเตตรีเลย์ (SSR)

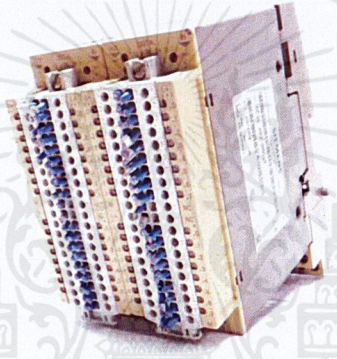
(https://th.misumi-ec.com/pr/recommend_category/relay201904/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 อินพุตและเอาต์พุตโมดูล (Input/Output Module)

อินพุตและเอาต์พุตโมดูล (Input/Output Module) คือ อุปกรณ์ตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคอนโทรลเลอร์ เช่น พีแอลซี คอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์ เป็นต้น กับอุปกรณ์ต่าง เช่น เซนเซอร์, รีเลย์ เป็นต้น โดยอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตของระบบ เช่น เซนเซอร์ จะส่งสัญญาไปให้คอนโทรลเลอร์ผ่านอินพุต โมดูล และคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณให้รีเลย์ทำงานผ่านเอาต์พุตโมดูล

การเลือก Input/Output Module ต้องดูจากคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ว่าสามารถใช้กับโมดูลได้หรือไม่ และดูจำนวนช่องของโมดูลว่าเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ภาพตัวอย่างอินพุตและเอาต์พุตโมดูล (Input/Output Module)

(https://www.conrad.com/p/wago-plc-digital-input-module-750-432-1-pcs-197015)

2.5 ภาษา KRL (KUKA Robot Language)

ภาษา KRL เป็นภาษา Programming ที่ไว้ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ KUKA โดยในทุกๆโค้ดของ KRL จะมีไฟล์ 2 ไฟล์ ที่มีชื่อเหมือนกัน โดยเป็นไฟล์ .dat และไฟล์ .src ซึ่งใน KRL จะมีชนิดของตัวแปรทั้งหมด 4 ชนิด ดังรูปที่ 2.24

1. Integer (INT) คือ ตัวแปร ชนิดจำนวนเต็ม เช่น 1, 2, 3 เป็นต้น

2. Real (REAL) คือ ตัวแปร ชนิดจำนวนจริง เช่น 1.1, 1.2, -5.4 เป็นต้น

3. Boolean (BOOL) คือ ตัวแปร ชนิดบลูรีน ได้แก่ TRUE, FALSE

4. Character (CHAR) คือ ตัวแปร ชนิดตัวอักษร เช่น A, B, C เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sconfig.dat
1   &ACCESS  RV
2   &PARAM DISKPATH = SYSTEM
3   DEFDAT  $CONFIG
4   ;FOLD BASISTECH GLOBALS
5   ;================================
6   ; Default parameters for movement
7   ; These values shouldn't be changed
8   ;================================
9
10  ;--------------------------------
11  ; general MOVEMENT - parameters:
12  ;--------------------------------
13
14  INT DEF_OV_PRO=30
15  INT DEF_ADVANCE=3
16
17  ; PTP - MOVEMENTS
18  ;--------------------------------
19  INT DEF_VEL_PTP=100
20  INT DEF_ACC_PTP=50
21
```

รูปที่ 2.24 ภาพตัวอย่างภาษา KRL

(https://www.robot-forum.com/robotforum/thread/16620-notepad-krl-plugin-by-henb3d-v1/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

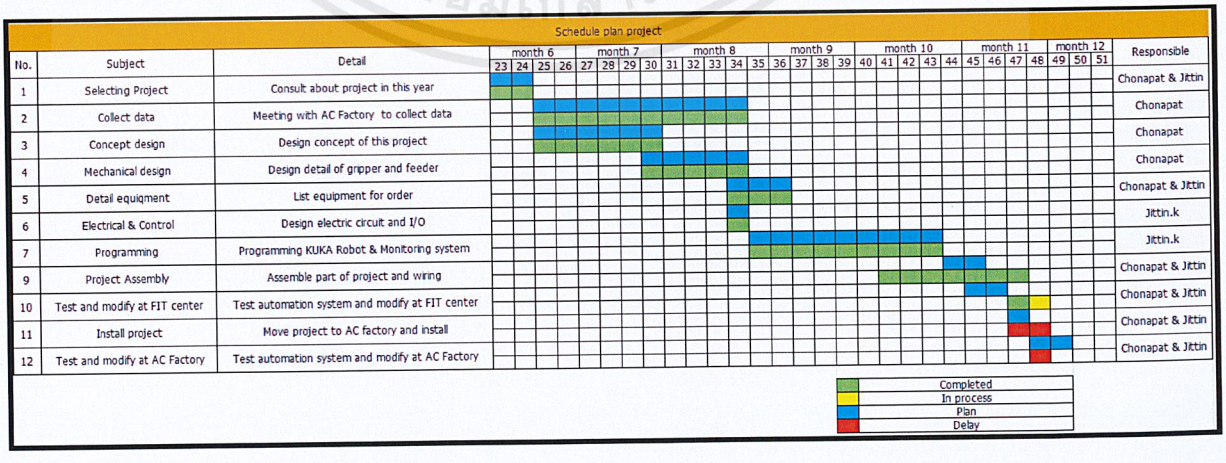
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินโครงงานหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ (Robot Attach Warning Label and Instruction Label) ได้เริ่มดำเนินการทำโครงงานตั้งแต่ ศึกษาขั้นตอนการทำงานในสายการผลิต ศึกษาระบบการทำงานของหุ่นยนต์ ข้อจำกัดต่างๆ การออกแบบโครงสร้างทางกล การศึกษาวงจรไฟฟ้า การศึกษาวงจรนิวเมติกส์ รวมถึงประกอบเครื่องจักรและเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานของเครื่องจักรที่ได้ดำเนินงาน หลังจากได้เขียนโปรแกรมสั่งงานเครื่องจักรแล้ว จะเริ่มทำการทดสอบเครื่องจักรเพื่อเตรียมการนำไปติดตั้งไว้ในสายการผลิตต่อไป

3.1 วางแผนการดำเนินการ

การดำเนินการจัดทำโครงงานต้องมีการวางแผนการดำเนินงานให้เป็นขั้นตอน และจัดสรรเวลาของแต่ละกระบวนการเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้เป็นระบบ ตรงต่อเวลา โดยแผนงานที่ได้วางไว้เป็นช่วงเวลาดำเนินโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ในระหว่างวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 แสดงแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Timeline



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาภาพรวมและขั้นตอนของการติดฉลากในสายการผลิต

ในกระบวนการผลิตคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศจะต้องมีการติดฉลาก เพื่อบอกคำเตือนและคำแนะนำเกี่ยวกับการซ่อมแซม และการติดตั้งให้กับผู้ที่นำไปใช้งาน ทางสถานประกอบการจึงต้องการนำหุ่นยนต์เข้ามาแทนที่แรงงานคนที่ติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ เพื่อพัฒนาสายการผลิต และเป็นการลดต้นทุนทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอีกด้วย การติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศจะต้อง Scan Barcode เพื่อตรวจเช็คว่าเป็นรุ่นและประเทศอะไร จึงจะทำให้รู้ว่าต้องติดฉลากกี่ชนิด อะไรบ้างและเมื่อผ่านการ Scan Barcode แล้วต่อจากนั้นเครื่อง Direct Printing & Roll Feeder ก็จะทำการ Print Label ที่ต้องใช้ในการติดออกมา ก่อนที่จะนำไปติดที่ตำแหน่งบนคอมเพรสเซอร์ก่อนที่จะทำการปล่อยคอมเพรสเซอร์ไปสู่สถานีถัดไป

โดยภาพรวมของระบบการทำงานนั้น ผู้ออกแบบได้ทำการกำหนดขอบเขตการออกแบบตามข้อมูลและความต้องการของทางโรงงานคือ Spec Feeder, Layout & Gripper รวมถึงการเลือกหุ่นยนต์ เพื่อทำการติดตั้งลงในสายการผลิตและแทนคนที่ทำหน้าที่ติดฉลากโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. Warning Label 2 size (55*100 ,55*180) – 7 code (Direct Printer)

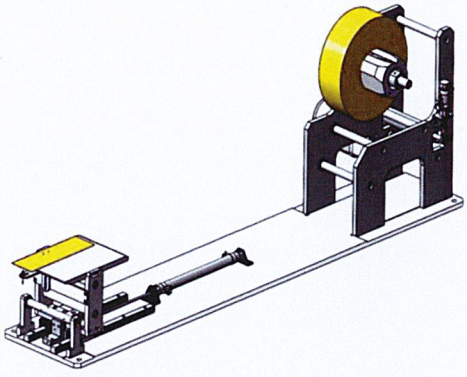
2. Instruction Label 2 size (55*60 ,55*180) – 2 code (Roll Feeder)



รูปที่ 3.1 Direct Printer

(รูปตัวอย่างจาก Part list)

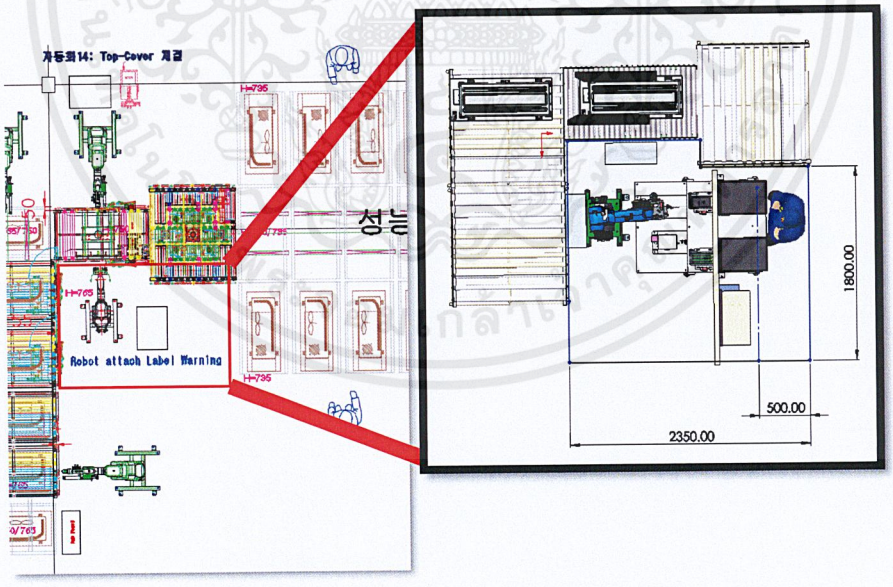
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 Roll Feeder

(โมเดล 3 มิติวาดจากโปรแกรม)

โดยเครื่อง Roll Feeder นั้นจะมีหน้าที่ลอกฉลากออกจากม้วนฉลาก และเครื่อง Direct Printer จะมีหน้าที่พิมพ์ฉลากออกมาโดยตรง ดังรูปที่ 3.3

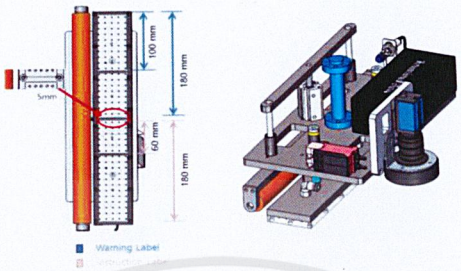


รูปที่ 3.3 พื้นที่ที่จะทำการติดตั้งหุ่นยนต์

(โมเดล 3 มิติวาดจากโปรแกรม SOLIDWORKS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ออกแบบได้ทำการออกแบบ กริปเปอร์สำหรับหุ่นยนต์ ที่จะใช้ในการหยิบฉลากจากเครื่องลอกกระดาษไปติดที่คอมเพลสเซอร์เครื่องปรับอากาศไว้ ตามรูปที่ 3.4



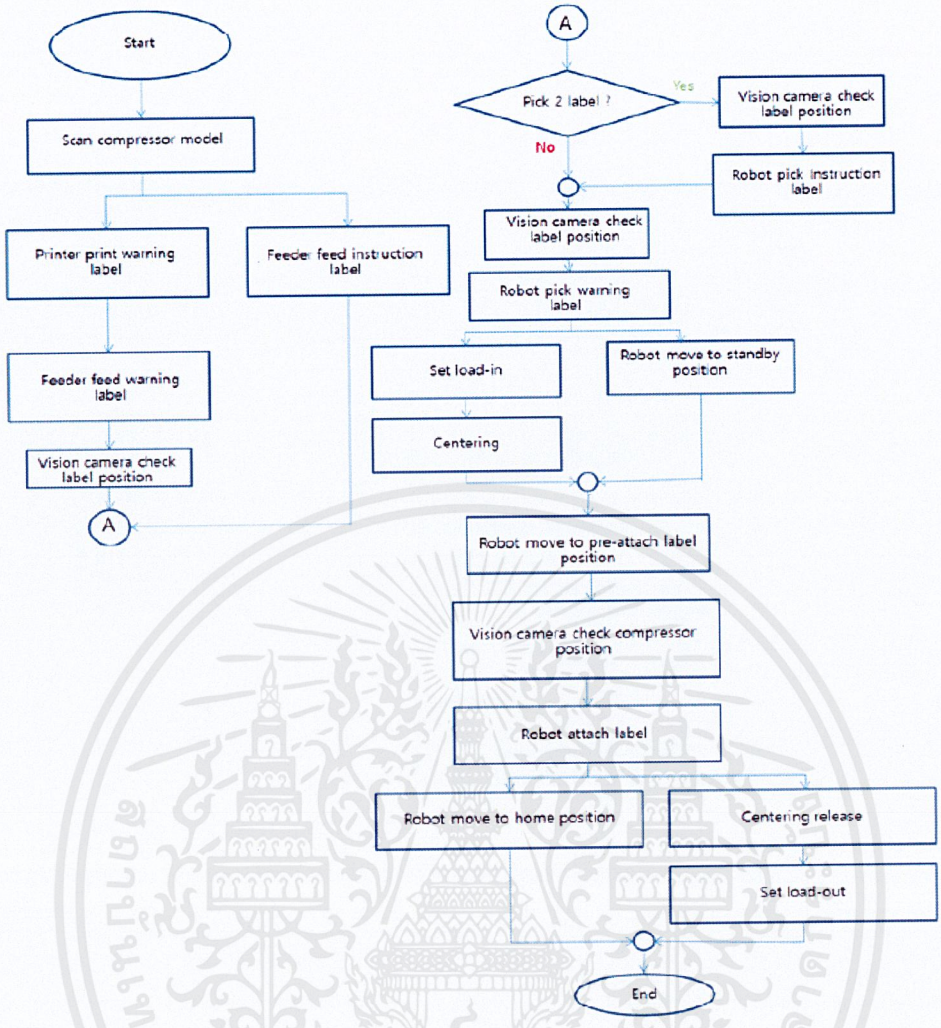
รูปที่ 3.4 Concept Gripper ที่ใช้ติดฉลาก

(โมเดล 3 มิติวาดจากโปรแกรม SOLIDWORKS)

3.3 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์

หลังจากได้ทำการศึกษาภาพรวมและขั้นตอนการทำงานในสายการผลิตแล้ว ก็ทำการออกแบบขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ โดยขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากการที่คอมเพลสเซอร์ได้ถูก Scan Barcode แล้ว ก็จะส่งข้อมูลมายัง Printer และหุ่นยนต์ให้ทำการพิมพ์และลอกฉลากออกมาเตรียมที่จะให้หุ่นยนต์หยิบ เมื่อฉลากอยู่ในสถานะที่พร้อมให้หยิบแล้วก็จะทำการสั่งให้กล้องถ่ายรูปทำการบันทึกภาพ และส่งไปคำนวณเพื่อหาตำแหน่งของฉลากและส่งให้หุ่นยนต์ เมื่อหุ่นยนต์ได้ทราบว่าฉลากพร้อมที่จะหยิบแล้วก็จะทำการเข้าไปหยิบฉลาก โดยถ้าคอมเพลสเซอร์รุ่นนั้นต้องติดฉลากทั้งคำเตือนและฉลากคำแนะนำ ก็จะทำการหยิบฉลากคำแนะนำก่อนแล้วค่อยไปหยิบฉลากคำเตือน และหุ่นยนต์ก็จะทำการเคลื่อนไปที่จุดเตรียมติดฉลาก เมื่อคอมเพลสเซอร์พร้อมที่จะให้ติดแล้วหุ่นยนต์ก็จะเข้าไปติดฉลากและปล่อยให้คอมเพลสเซอร์เคลื่อนตามสายพานไปยังสถานีถัดไป เมื่อออกแบบขั้นตอนได้แล้วก็ทำการวาด Flowchart ออกมาดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



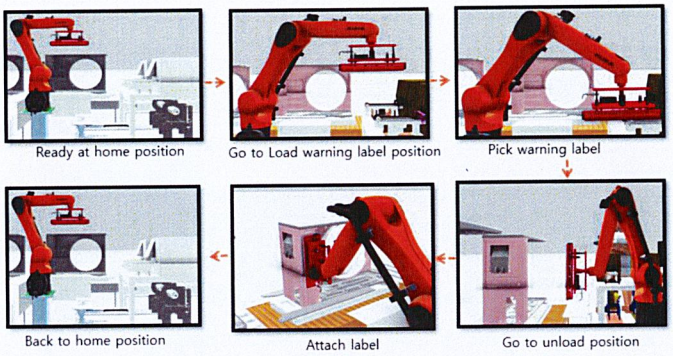
รูปที่ 3.5 Flow Chart

(Flow Chart จากการเก็บข้อมูล)

3.4 จำลองการทำงานของหุ่นยนต์

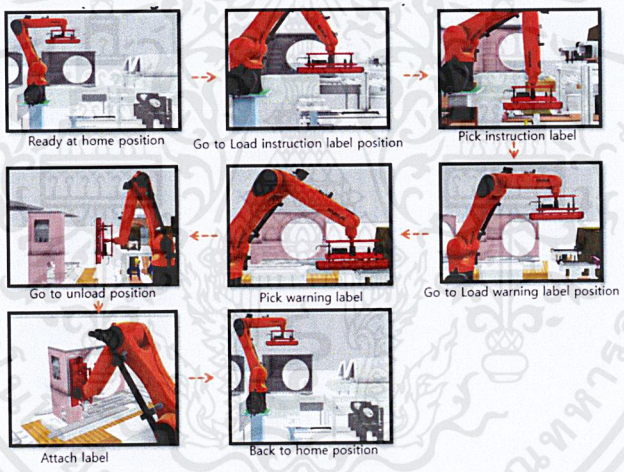
การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ทำโดยใช้โปรแกรม KUKA Sim ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เอาไว้ใช้สำหรับจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ KUKA โดยเฉพาะโดยในการจำลองจะทำการจะกำหนดความเร็วของหุ่นยนต์เอาไว้ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อหุ่นยนต์ทำการเข้าไปหยิบฉลาก และเข้าไปติดฉลากที่คอมเพลสเซอร์จะใช้ความเร็วที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การจำลองการติดฉลากคำเตือน

(ภาพจำลองการทำงานจากโปรแกรม KUKA Sim)



รูปที่ 3.7 การจำลองการติดฉลากคำเตือนและฉลากคำแนะนำ

(ภาพจำลองการทำงานจากโปรแกรม KUKA Sim)

3.5 ศึกษาเวลาการทำงานของหุ่นยนต์ (Time Study)

ทำการนำเวลาที่ใช้ในการทำงานของหุ่นยนต์จากการจำลองการทำงานใน KUKA Sim มาคำนวณเป็นเวลาที่หุ่นยนต์จะทำงานจริง โดยเวลาในการทำงานจริงจะคิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาจำลอง เมื่อได้เวลาที่หุ่นจะทำงานจริงแล้วก็นำมาทำตารางการทำงาน เพื่อศึกษาเวลาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละรอบของหุ่นยนต์ (Cycle Time) โดยเริ่มตั้งแต่คอมเพลสเซอร์เข้ามาในสถานีจนคอมเพลสเซอร์ตัวถัดไปเคลื่อนเข้ามา

จากการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่าเวลาที่คอมเพลสเซอร์เคลื่อนเข้ามา (Load in) จะใช้เวลาประมาณ 3 วินาที และเวลาที่สายพานจะยึดคอมเพลสเซอร์ให้อยู่กับที่ (Centering) ประมาณ 1 วินาที รวมเป็น 4 วินาที และคิดเมื่อสายพานปล่อยคอมเพลสเซอร์และเคลื่อนออกไปอีก 4 วินาที เมื่อนำมารวมกับเวลาการทำงานของหุ่นยนต์ ก็จะพบว่าหุ่นยนต์จะใช้เวลาในการทำงานแต่ละรอบประมาณ 10.75 วินาที โดยการศึกษาเวลาจะเป็นดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 Robot Attach Warning Label & Instruction Label Time Study

AC : Attach label warning robot Active all vision			Speed 80%			Done	Takt time robot work in process (sec)
			Time (sec)				
No.	Working step	work type	Speed %	Wait time	Only robot work	Total robot move	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
1	Robot ready at home position	Robot	0.0	0.00	0.00	0.00	
2	Printer print warning label	Printer	100.0	2.73	0.00	2.73	
3	Feeder feed label	Feeder	100.0	1.65	0.00	1.65	
4	Vision	Vision	0.0	1.00	0.00	1.00	
5	Load in	C/V	100.0	3.00	0.00	3.00	
6	Centering	C/V	100.0	1.00	0.00	1.00	
7	Robot move to feeder position1	Robot	80.0	0.00	1.10	1.10	
8	Vision	Vision	0.0	1.00	0.00	1.00	
9	Robot Pick the label position1	Robot	20.0	0.00	0.87	0.87	
10	Robot move to feeder position2	Robot	80.0	0.00	0.78	0.78	
11	Robot Pick the label position2	Robot	20.0	0.50	0.53	1.03	
12	Robot move to standby at home position	Robot	80.0	0.00	0.63	0.63	
13	Move to load	Robot	80.0	0.00	0.48	0.48	
14	Vision	Vision	0.0	1.00	0.00	1.00	
15	Attach label	Robot	20.0	0.50	0.77	1.27	
16	Move back to home position	Robot	80.0	0.00	0.50	0.50	
17	Centering Relese	C/V	100.0	1.00	0.00	1.00	
18	Load out	C/V	100.0	3.00	0.00	3.00	
					18.0	22.04	1st cycle takt time = 13.19 2nd cycle takt time = 10.75

Robot takt time	8.66	sec
Feeder takt time	5.38	sec
Cycle time	10.75	sec



3.6 ออกแบบ Input และ Output

ทำการคิดหา Input และ Output ของโครงงานว่าจะมีอะไรบ้าง เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมและออกแบบอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์ต่อไป ซึ่ง Input คือ อุปกรณ์ที่จะส่งสัญญานมาที่หุ่นยนต์ส่วน Output คือ อุปกรณ์ที่หุ่นยนต์จะส่งสัญญาณไปทำให้อุปกรณ์ทำงาน เงื่อนไขในการออกแบบ คือ ทั้ง Input และ Output จะต้องมีทั้งหมดไม่เกินอย่างละ 32 ตัว เพราะโมดูลที่ใช้มีจำนวนช่องเท่านั้น โดยได้ทำการออกแบบดังรูปที่ 3.8

AC : Robot attach label warning and label instruction EP line

No.	Output		Comment
1	y_int_use	1	Robot use
2	y_int_centering	2	C/V release Centering
3	y_int_complete	3	C/V loadout
4	Y_tower_red	4	Red lamp
5	Y_tower_green	5	Green lamp
6	Y_tower_yellow	6	Yellow lamp
7	Y_Buzzer	7	Buzzer
8	Y_cyl_grip_roll	8	Cylinder Gripper roll label
9	Y_vac_grip_1	9	Vacumm Gripper pick label warning(small)
10	Y_vac_grip_2	10	Vacumm Gripper pick label warning(Big)
11	Y_vac_grip_3	11	Vacumm Gripper pick label instruction(Small)
12	Y_vac_grip_4	12	Vacumm Gripper pick label instruction(Big)
13	Y_blow_grip_1	13	Blower Gripper attach label warning(Small)
14	Y_blow_grip_2	14	Blower Gripper attach label warning(Big)
15	Y_blow_grip_3	15	Blower Gripper attach label instruction(Small)
16	Y_blow_grip_4	16	Blower Gripper attach label instruction(Big)
17	Y_cyl_roll_L	17	Cylinder pull feeder back LEFT roll feeder
18	Y_cyl_roll_R	18	Cylinder pull feeder back RIGHT roll feeder
19	Y_cyl_print_L	19	Cylinder push feeder up LEFT print feeder
20	Y_cyl_print_R	20	Cylinder push feeder up RIGHT print feeder
21	Y_cyl_roll_change_L	21	Cylinder change roll label LEFT feeder
22	Y_cyl_roll_change_R	22	Cylinder change roll label RIGHT feeder
23	Y_motor_roll_L	23	Motor in LEFT roll feeder
24	Y_motor_roll_R	24	Motor in RIGHT roll feeder
25	Y_motor_print_L	25	Motor in LEFT print feeder
26	Y_motor_print_R	26	Motor in RIGHT print feeder
27		27	
28		28	
29		29	
30		30	
31		31	
32		32	

No.	Input		Comment
1	x_int_loadin	1001	C/V Loadin
2	x_int_centering	1002	C/V Centering
3	x_int_spare	1003	Spare Input
4	auto_sw	1004	Manual/Auto
5	use_start	1005	Pass/Use
6	x_reset	1006	Reset
7	x_emergency	1007	Emergency
8	x_safety_door	1008	Safety door
9	x_prox_grip	1009	proximity sensor check process pick label from feeder
10	x_fiber_grip_ins	1010	fiber optic sensor check instruction label on gripper
11	x_fiber_grip_warn	1011	fiber optic sensor check warning label on gripper
12	x_lead_grip_roll_OFF	1012	Reed switch gripper roll label OFF
13	x_lead_grip_roll_ON	1013	Reed switch gripper roll label ON
14	x_fiber_roll_L	1014	fiber detected label in LEFT roll feeder
15	x_fiber_roll_R	1015	fiber detected label in RIGHT roll feeder
16	x_fiber_print_L_1	1016	fiber detected label in LEFT print feeder (rim)
17	x_fiber_print_L_2	1017	fiber detected label in LEFT print feeder (middle)
18	x_fiber_print_R_1	1018	fiber detected label in RIGHT print feeder (rim)
19	x_fiber_print_R_2	1019	fiber detected label in RIGHT print feeder (middle)
20	x_lead_roll__L_ON	1020	reed switch pull feeder back LEFT roll feeder ON
21	x_lead_roll__L_OFF	1021	reed switch pull feeder back LEFT roll feeder OFF
22	x_lead_roll__R_ON	1022	reed switch pull feeder back RIGHT roll feeder ON
23	x_lead_roll__R_OFF	1023	reed switch pull feeder back RIGHT roll feeder OFF
24	x_lead_print_L_ON	1024	reed switch push feeder up LEFT print feeder ON
25	x_lead_print_L_OFF	1025	reed switch push feeder up LEFT print feeder OFF
26	x_lead_print_R_ON	1026	reed switch push feeder up RIGHT print feeder ON
27	x_lead_print_R_OFF	1027	reed switch push feeder up RIGHT print feeder OFF
28	x_fiber_change_roll_L	1028	fiber detech LEFT roll label empty
29	x_fiber_change_roll_R	1029	fiber detech RIGHT roll label empty
30	x_safety_mat	1030	Safety mat
31	X_ultrasonic	1031	Ultrasonic
32		1032	

รูปที่ 3.8 ลิสต์ของ Input และ Output

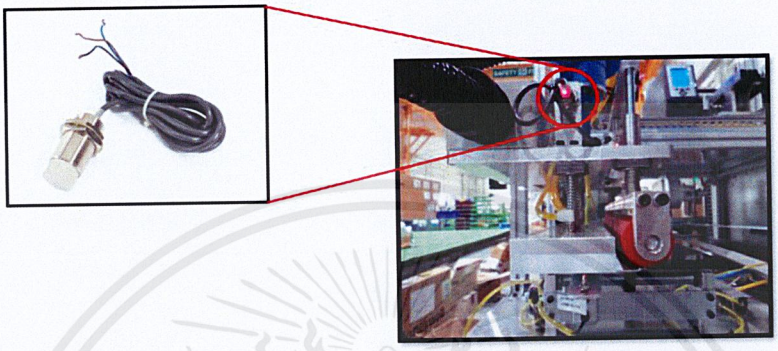
(ภาพจากโปรแกรม Excel ที่ได้ออกแบบไว้)

3.7 ออกแบบอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์

อุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิกส์ที่จะใช้ ได้แก่ เซนเซอร์ ที่จะติดอยู่บนหุ่นยนต์และเครื่องลอกกระดาษเพื่อเช็คขั้นตอนการทำงานต่างๆ และกล้องทางอุตสาหกรรม เพื่อเช็คตำแหน่งของฉลากบนเครื่องลอกกระดาษ ส่วนอุปกรณ์ในตู้ควบคุมนั้นเป็นตู้ที่สถานประกอบการมีอยู่แล้วจึงไม่ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ภายในตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Inductive Proximity Sensor ใช้ในการเช็คว่าหุ่นยนตได้ลงไปสัมผัสกับฉลากบน Roll Feeder แล้ว โดยในการเลือกนั้นดูจากระยะห่างจากจุดที่จะติดตั้ง Proximity Sensor กับเพลาของกริปเปอร์ที่จะยกขึ้นเมื่อกริปเปอร์ลงไปสัมผัสกับ Roll Feeder แล้วซึ่งระยะห่างจะอยู่ที่ประมาณ 8 มิลลิเมตร จึงหา Proximity Sensor ที่มีระยะการตรวจจับเท่านั้น และการตรวจจับของเซนเซอร์นี้ใช้กับวัตถุที่อยู่นิ่งจึงคิดแค่ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับโลหะเท่านั้น ดังรูปที่ 3.9

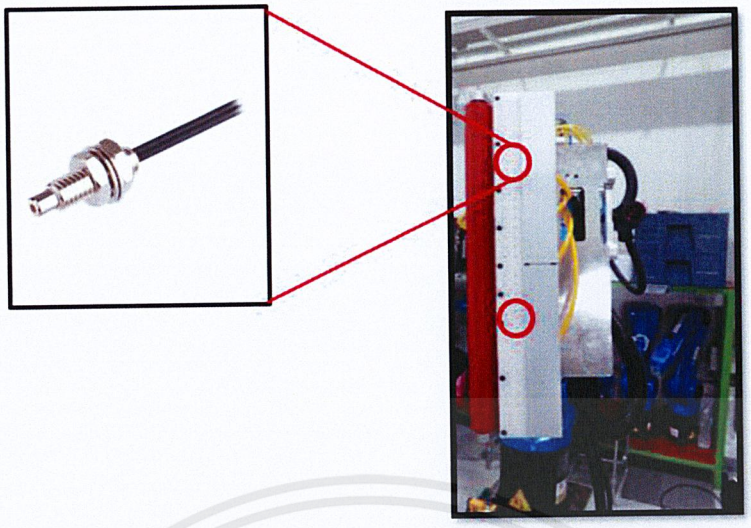


รูปที่ 3.9 Inductive Proximity Sensor บนกริปเปอร์

(ภาพจากหุ่นยนต์ KUKA ที่ใช้งานจริง)

2. Fiber Optic Sensor ใช้ในการเช็คว่ามีฉลากอยู่บนกริปเปอร์เมื่อหยิบขึ้นมาแล้วหรือไม่ โดยในการเลือกตัว Cable ต้องดูขนาดของหัว Fiber Cable ว่ามีขนาดเหมาะสมกับรูที่จะใส่ Fiber Cable ลงไปหรือไม่ และระยะห่างระหว่างตัวงานที่จะจับกับ Fiber Cable นั้นมีค่า 1-2 มิลิเมตร จึงเลือก Cable ที่ใช้กันมากในสถานประกอบการเพื่อง่ายต่อการหาชิ้นส่วนมาแทนที่ ดังรูปที่ 3.10

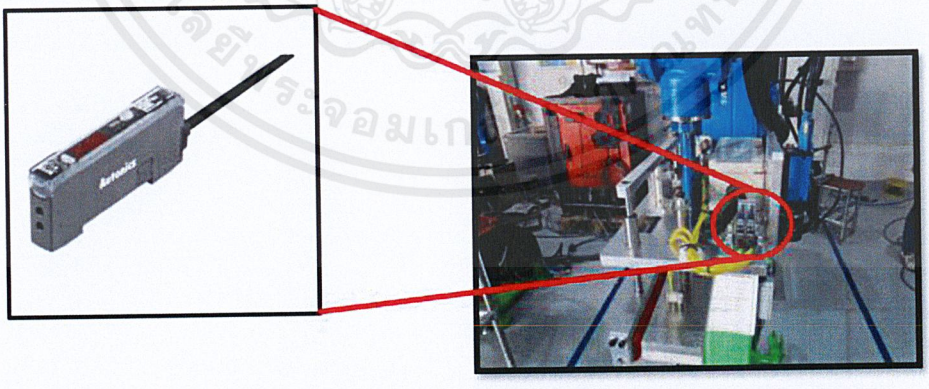
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 Fiber Optic Cable บนกริปเปอร์

(ภาพจากหุ่นยนต์ KUKA ที่ใช้งานจริง)

ส่วน Fiber Optic Amplifier เลือกใช้แบบดิจิตอล เพื่อง่ายต่อการทำงานและการซ่อมบำรุง ดังรูปที่ 3.11

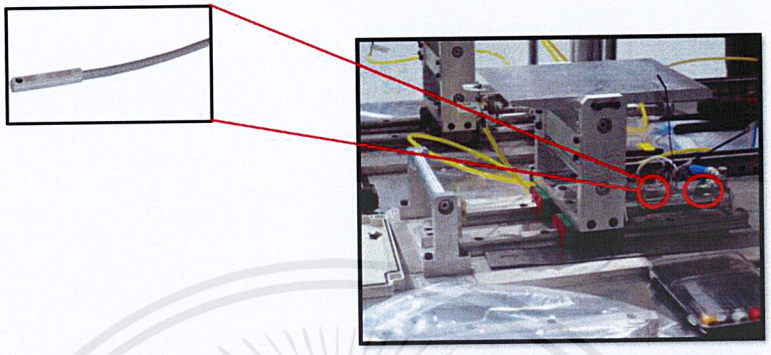


รูปที่ 3.11 Fiber Optic Amplifier บนกริปเปอร์

(ภาพจากหุ่นยนต์ KUKA ที่ใช้งานจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Lead Switch จะใช้ในการเช็คว่ากระบอกสูบได้เคลื่อนออกไปสุด Stroke และเคลื่อนกลับสุดแล้ว ซึ่ง Lead Switch นั้นจะมากับกระบอกสูบอยู่แล้ว ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 Lead Switch บน Roll Feeder

(ภาพจากหุ่นยนต์ Roll Feeder ที่ใช้งานจริง)

4. Vision Camera หรือกล้องทางอุตสาหกรรมนั้น มีไว้ใช้ในการถ่ายภาพฉลากและคำนวณหาตำแหน่งของฉลากแล้วส่งไปยังหุ่นยนต์โดยในโครงงานนี้จะมีกล้องอยู่ทั้งหมด 2 ตัว ดังนี้

4.1 กล้องที่โต๊ะเครื่องลอกกระดาษ จะติดลอยอยู่บนโต๊ะเพื่อถ่ายภาพฉลากที่พิมพ์มาจากเครื่อง Direct Print โดยในการเลือกกล้องนั้น ค่าที่ทราบคือ

FOV (Field of View) = 640 mm

Working Distance = 500 mm

Smallest Feature = 1 mm

กล้องและแลนส์ที่เลือก คือ

กล้อง: [BASLER] acA2500-14gc: Camera sensor size = 1/2.5 inch Resolution = 2590*1942 pixels ดังรูปที่ 3.13

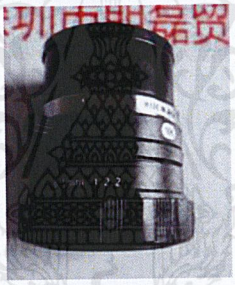
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 กล้อง [BASLER] acA2500-14gc

(ภาพจาก Part List)

เลนส์: [MYUTRON] FV0622: Focal length = 6.5 Image size = 1/2 inch ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 เลนส์ [MYUTRON] FV0622

(ภาพจาก Part List)

4.2 กล้องที่หุ่นยนต์ จะติดอยู่บนกริปเปอร์ของหุ่นยนต์เพื่อถ่ายภาพฉลากบน Roll Feeder โดยในการเลือกกล้องนั้น ค่าที่ทราบคือ

FOV (Field of View) = 250 mm

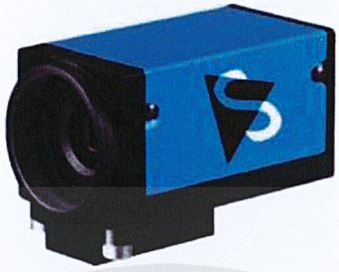
Working Distance = 250 mm

Smallest Feature = 1 mm

กล้องและแลนส์ที่เลือก คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้อง: [IMAGE SOURCE] DMK23G445 : Camera sensor size = 1/3 inch Resolution = 1280 * 960 pixels ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 กล้อง [IMAGE SOURCE] DMK23G445

(ภาพจาก Part List)

เลนส์: [RICOH] FL-CC0814A-2M : Focal length = 8 mm. Image size = 2/3 inch ดังรูปที่ 3.16



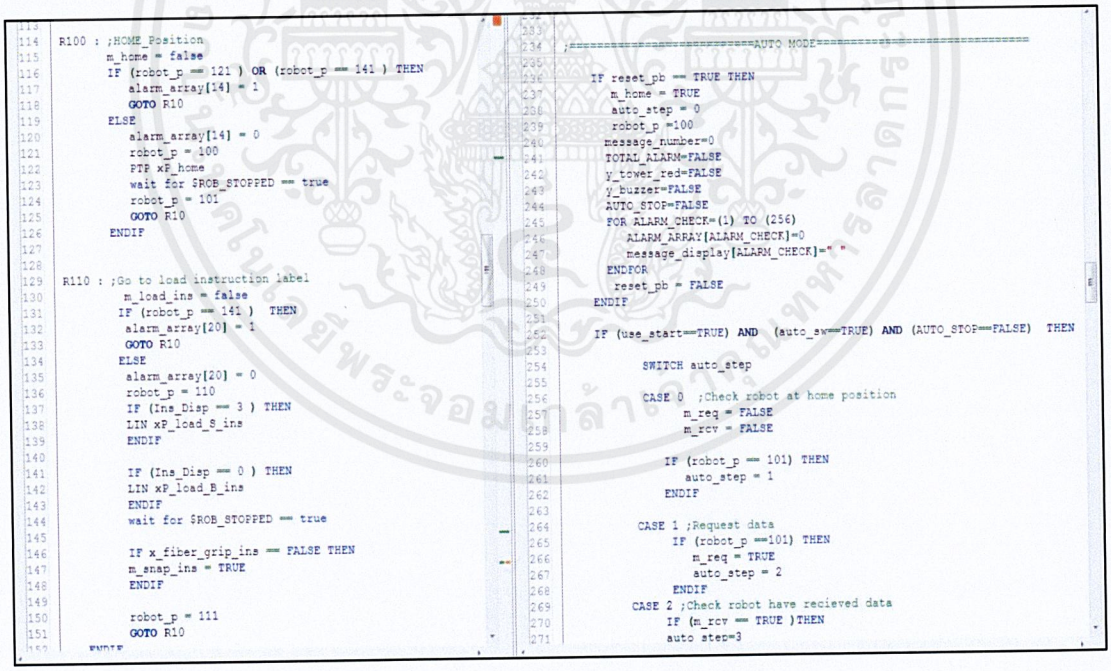
รูปที่ 3.16 เลนส์ [RICOH] FL-CC0814A-2M

(ภาพจาก Part List)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เขียนโปรแกรม WORKVISUAL

เขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ KUKA ซึ่งภาษาที่ใช้ก็คือ KRL โดยภายในโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ (Control Function), ส่วนในการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ (Motion Function), ส่วนในการสื่อสารรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ (Communication Function), ส่วนในการแจ้งเตือน (Alarm Function) ในโปรแกรมได้แยกการควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมแบบ Manual และการควบคุมแบบ Auto ซึ่งการควบคุมแบบ Manual จะต้องสั่งการทีละขั้นตอนเพื่อทำการทดสอบการทำงานของห่นยนต์ ส่วน Auto จะทำการสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานตั้งแต่ต้นจนจบ และเริ่มต้นการทำงานใหม่อีกครั้งทันทีเมื่อตรงตามเงื่อนไขที่เขียนไว้ในโปรแกรม ซึ่งจะเอาไว้ใช้ในการทำงานจริงในสายการผลิต เมื่อเขียนเสร็จแล้วก็จะทำการอัพโหลดไปยังหุ่นยนต์ เพื่อทำการเริ่มการทำงานของโปรแกรมและทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.17



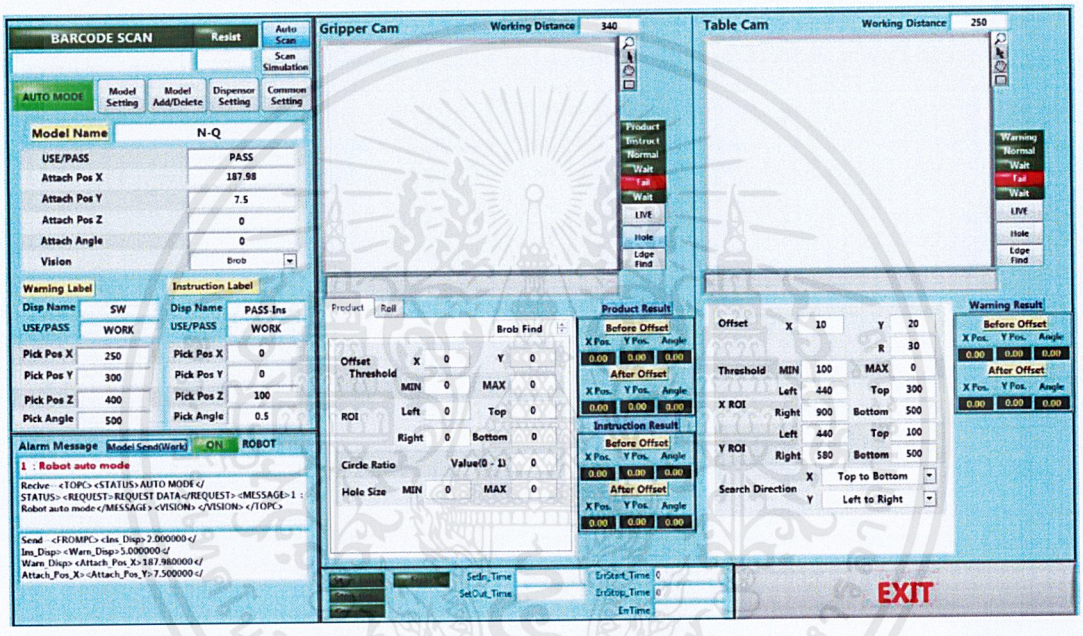
รูปที่ 3.17 โปรแกรม WORKVISUAL

(ภาพจากโปรแกรม WORKVISUALของโครงงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 เขียนโปรแกรม LABVIEW

เขียนโปรแกรม LABVIEW เพื่อติดตามผล ควบคุม และตั้งค่าการทำงานของหุ่นยนต์ผ่านคอมพิวเตอร์ โดยการเขียนโปรแกรม LABVIEW จะเริ่มจากการออกแบบ Interface ของโปรแกรม โดยจะตั้งออกแบบให้มีระบบการทำงานที่ครบตามที่สถานประกอบการต้องการ, สามารถเข้าใจได้ง่าย , และดูเรียบร้อย ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 หน้าต่างหลักโปรแกรม LABVIEW

(ภาพจากโปรแกรม LABVIEW ของโครงงาน)

ภายในโปรแกรมจะมีส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วน Barcode Scanner เป็นส่วนสำหรับการใช้ สแกน Barcode ของคอมเพลสเซอร์ แล้วนำมาตรวจสอบว่าเป็นรุ่นอะไรเพื่อดึงข้อมูลของรุ่นนั้นออกมา

2. ส่วน การ Setting ค่าต่างๆ และแสดงค่าที่ตั้งค่าไว้ตามรุ่นของคอมเพลสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนของการแต้งเตือนและข้อความจะแสดงการแจ้งเตือนเมื่อหุ่นยนต์เกิดสถานะผิดปกติ และแสดงข้อความที่หุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์ รับและส่งกัน

4. ส่วนแสดงสถานะของการทำงาน โดยจะแสดงสถานะการทำงานว่าถึงขั้นไหน

5. ส่วน Vision แสดงถาพที่ถ่ายจากกล้อง และแสดงการตั้งค่าของภาพที่จะนำไปคำนวณหาตำแหน่ง

ภายในโปรแกรม LABVIEW จะทำการนำภาพที่ถ่ายได้มาทำการปรับให้เป็นสีขาว-ดำ เพื่อแยกฉลากออกจากพื้นหลัง และจะทำการตั้งค่าจุดอ้างอิงในภาพเป็นจุดเริ่มต้น จากนั้นจะทำการตั้งค่าพื้นที่ที่สนใจในภาพ เพื่อให้โปรแกรมสนใจแค่พื้นที่นั้นเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำงาน และจะทำการหาจุดตัดของขอบฉลากโดยการตีเส้นในแกน X และ Y ภายในพื้นที่ที่ตั้งค่าไว้เมื่อได้ค่าแกน X Y แล้วจะมาทำการคำนวณหาระยะและมุมว่าอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงเท่าไหร่ เพื่อส่งไปให้หุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.19



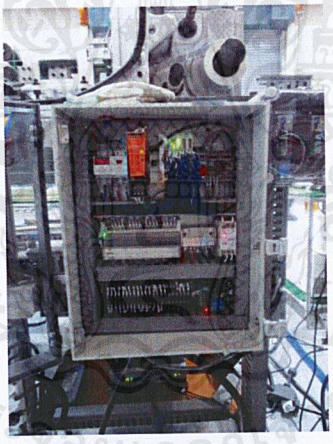
รูปที่ 3.19 การตั้งค่าภาพที่ถ่ายในโปรแกรม LABVIEW

(ภาพจากโปรแกรม LABVIEW ของโครงงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ประกอบชิ้นงาน

เมื่อได้ของที่จะใช้ในการทำโครงงานแล้ว ก็เริ่มจากการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุม ซึ่งตู้นี้เป็นตู้ที่ถอดจากหุ่นยนต์ตัวอื่นที่สถานประกอบการไม่ใช้แล้ว จึงนำตู้และอุปกรณ์ภายในตู้มาเดินสายไฟใหม่ โดยเริ่มจากการนำไฟ 220 โวลต์ เข้ามาในตู้ผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์มาเลี้ยง Power Supply ที่จ่ายไฟ 24 โวลต์ จากนั้นนำไฟจาก Power Supply ผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์อีกตัวไปยัง Terminal Block สำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ซึ่งจะดึงไฟเลี้ยงจาก Terminal Block นี้ไปยังรีเลย์และอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ เมื่อต่อไฟเลี้ยงเรียบร้อยแล้ว จะทำการต่อสายสัญญานจาก Output Module ไปยังรีเลย์เพื่อรอสัญญานจากหุ่นยนต์ส่งมาจึงจะทำงาน ส่วน Input Module จะต่อไปยัง Terminal Block อีกตัวและดึงไปยังอุปกรณ์ Input อีกที โดย Input/Output Module จะต่อสาย LAN ไปยังหุ่นยนต์โดยตรง ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ตู้ควบคุมที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว

(ภาพจากตู้ควบคุมของโครงงาน)

เมื่อต่อตู้ควบคุมเรียบร้อยแล้วก็ทำการขึ้นรูปชิ้นงานโดยเริ่มจากกริปเปอร์ของหุ่นยนต์ แล้วนำไปประกอบกับหุ่นยน์และวางเซนเซอร์ต่างๆ ให้ครบ และทำการเดินสายไฟจากกริปเปอร์ไปยังตู้ควบคุม แล้วก็ทำการติดตั้งกล้องไว้ที่หุ่นยนต์แล้วทำการเดินสายกล้อง โดยจะใช้สาย LAN ต่อจากกล้องไปยังคอมพิวเตอร์โดยตรงแล้ว ก็ทำการเดินสายไฟเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างบนโต๊ะเข้าไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้ควบคุมจากนั้นก็ทำการติดตั้งกล้องและเดินสาย LAN เข้าไปยังคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็ทำการจัดวางหุ่นยนต์กับโต๊ะให้เหมือนกับที่ออกแบบไว้ในตอนต้น เพื่อทดสอบการทำงานต่อไป ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 หุ่นยนต์ที่เดินสายไฟเรียบร้อยแล้ว

(ภาพหุ่นยนต์ของโครงงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

เมื่อสามารถประกอบชิ้นงานได้แล้วนั้น จะทำการทดลอง การทำงานตามขั้นตอน เพื่อตรวจสอบขั้นตอนการติดฉลากว่าเหมาะสมและเป็นไปได้จริงตามที่จำลองหรือไม่ โดยการเก็บผลการทดลอง อ้างอิงจากคุณภาพตามความต้องการของทางสถานประกอบการ เมื่อติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ แต่เนื่องด้วยทางสถานประกอบการ ไม่สามารถให้ตัวอย่างฉลากคำเตือนมาทดลองได้ จึงนำฉลากที่มีความยาวใกล้เคียงมาทดลอง นั่นคือ 170 มิลลิเมตร และ 110 มิลลิเมตร

คุณภาพของฉลากความต้องการของทางโรงงาน

1. ฉลากมีระยะห่างจากกันไม่เกิน 5 มิลลิเมตร
2. ฉลากถูกติดตรงตามตำแหน่งบนคอมเพรสเซอร์
3. ฉลากจะไม่เกิดฟองอากาศหลังจากถูกติดแล้ว
4. ฉลากอยู่ในสภาพสมบูรณ์ (ไม่ยับ, พับและหลุด)
5. ฉลากไม่เอียง ซ้ายหรือขวา (ตามความเหมาะสม)

4.1 การทดลองติดฉลาก 1 ชิ้น (ฉลากคำเตือน)

จากรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ โดยจะเริ่มทำงานจากจุดเริ่มต้นและรอคำสั่งให้หยิบฉลากที่ต้องการติด เมื่อหุ่นยนต์ได้รับคำสั่งก็จะเคลื่อนที่ไปยังเครื่องลอกฉลาก ที่ลอกฉลากมาถ่ายรูปและรอเพื่อเข้าสู่ในส่วนของ Vision ที่ทำให้การหยิบแม่นยำมากขึ้น โดยฉลากจะถูกลำเลียงมาตามสายพาน และเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบก็จะทำการหยุดสายพาน และใช้กระบอกลมเพื่อดันฉลากขึ้นจากสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 1 ชิ้น

(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

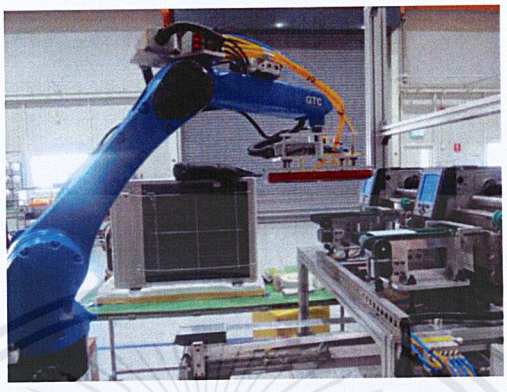


รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลาก 1 ชิ้น

(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 เมื่อสามารถหยิบฉลากได้แล้วนั้น จะทำการเคลื่อนที่ไปยังจุดรอติด แล้ว หุ่นยนต์จะทำการติดฉลากลงบนคอมเพรสเซอร์ ตามตำแหน่งที่ได้ระบุไว้



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปยังจุดรอติดฉลาก 1 ชิ้น

(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

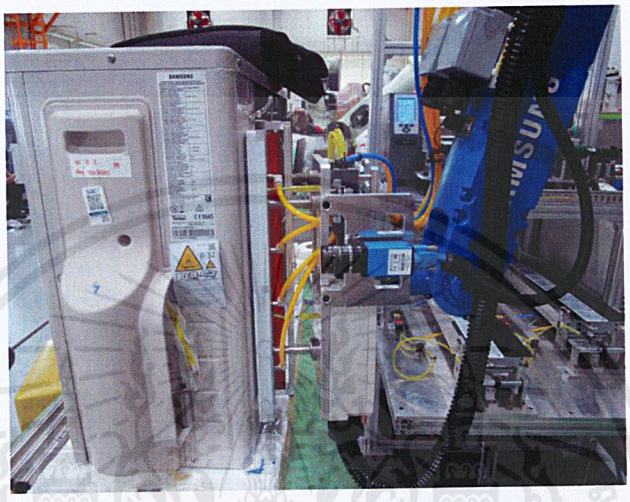


รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการรอติดฉลาก 1 ชิ้น

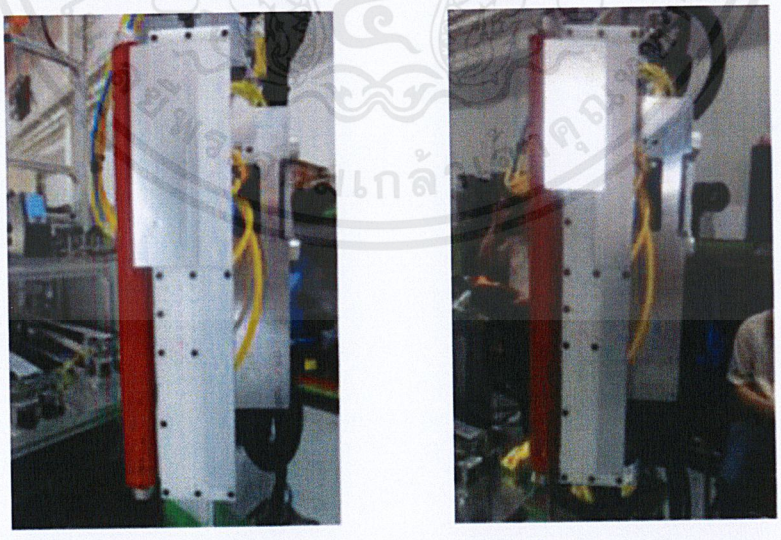
(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 เมื่อหลังจากการรอติดฉลาก หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปใกล้เซตก่อนที่จะดันกระบอกลมเพื่อกดฉลากให้ติดกับคอมเพรสเซอร์ และเคลื่อนที่จากด้านในสู่ด้านนอกเพื่อทำการติดฉลากและกลับสู่จุดเริ่มต้นอีกครั้ง ด้านซ้ายจะเป็นฉลากขนาด 55*170 มิลลิเมตร (แทน 55*180 มิลลิเมตร) และด้านขวาจะเป็นขนาด 55*110 มิลลิเมตร (แทน 55*110 มิลลิเมตร)



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการติดฉลาก 1 ชิ้น
(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)



รูปที่ 4.6 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 1 ชิ้น
(ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

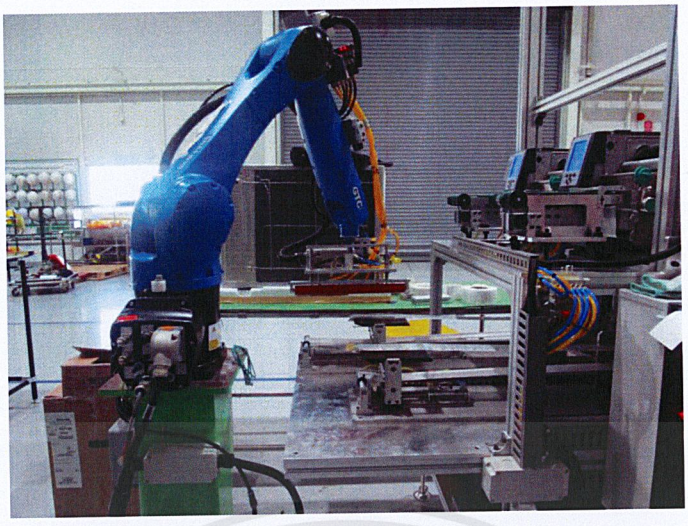
4.2 การทดลองติดฉลาก 2 ชิ้น (ฉลากคำเตือนและคำแนะนำ)

จากรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 หุ่นยนต์จะเริ่มทำงานจากจุดเริ่มต้น และรอคำสั่งให้หยิบฉลากที่ต้องการติดในกรณีที่ไม่ใช้ Vision จับภาพของฉลากคำแนะนำ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งหยิบฉลากคำแนะนำ หากในกรณีที่ใช้ Vision จะทำการจับภาพตั้งแต่อยู่ในจุดเริ่มต้นก่อนจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง เมื่อกริปเปอร์อยู่ในตำแหน่งแล้วจะทำการเปิดวาล์วลม เพื่อดูดฉลากให้ติดกับกริปเปอร์ก่อนที่เครื่องลอกฉลากจะทำการลอก



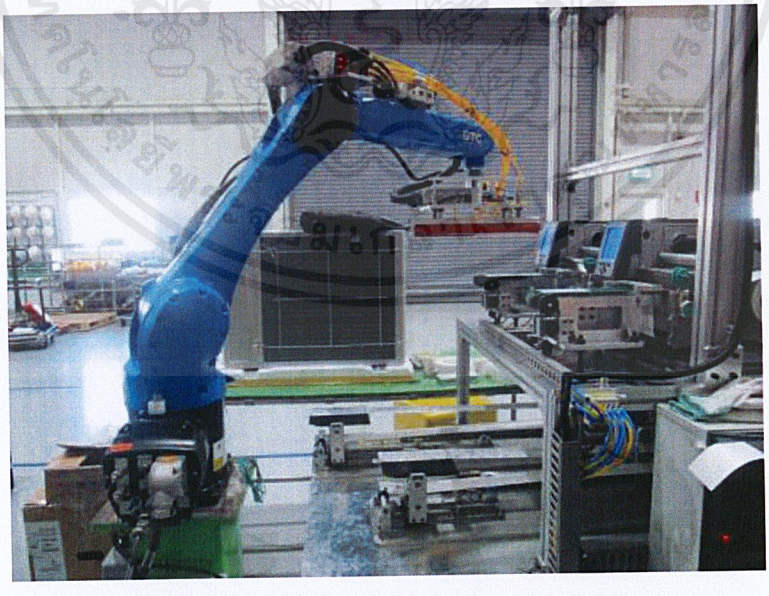
รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการเริ่มทำงานเมื่อติดฉลาก 2 ชิ้น
(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



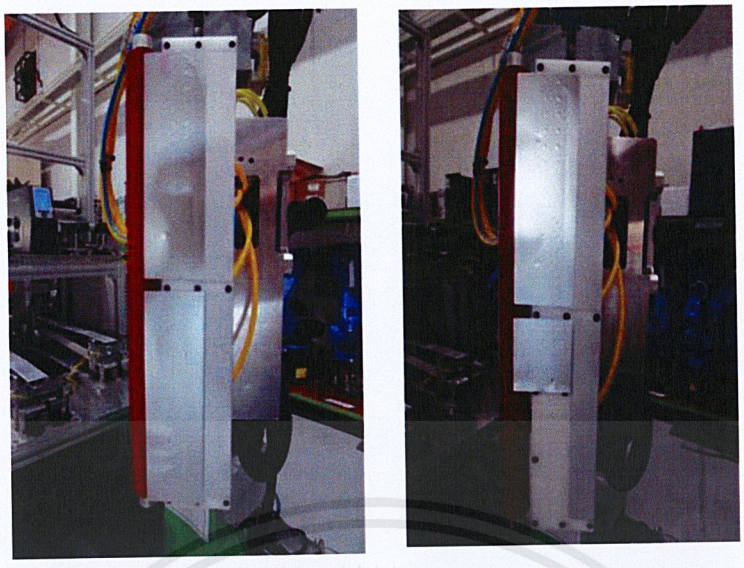
รูปที่ 4.8 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลากคำแนะนำ
(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

เมื่อหยิบฉลากคำแนะนำได้แล้วหุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่จะหยิบฉลาก คำเตือน ดังรูปที่ 4.9 แล้วจะเคลื่อนที่ขึ้นไปหยิบฉลากคำเตือน และนำไปยังจุดรอติด แล้วหุ่นยนต์จะทำการติดฉลากลงบนคอมเพรสเซอร์ ตามตำแหน่งที่ได้ระบุไว้ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการเคลื่อนที่ไปหยิบฉลากคำเตือน
(Robot KUKA จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ 2 ชิ้น

(ตำแหน่งฉลากบนกริปเปอร์ จากการลองทดสอบจริง)

4.3 ผลการทดลอง

จากการทดลองการติดฉลากทั้งติดฉลาก 1 ชิ้น และติดฉลาก 2 ชิ้น เมื่อนำผลการติดฉลากมาตรวจสอบกับคุณภาพของฉลากความต้องการของทางโรงงาน ทั้งผลการหยิบฉลาก และผลการหยิบฉลากก็จะได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการหยิบฉลากของหุ่นยนต์

ข้อสังเกต	ผลหลังจากการทดลอง
สามารถดูดฉลากให้ติดกับกริปเปอร์ได้	ผ่านการทดสอบ
ฉลากถูกติดตรงตามตำแหน่งกริปเปอร์	ฉลากมีขนาดไม่ตรงตามแบบ แต่ในการทดสอบสามารถทำได้ระยะห่างจากกันไม่เกิน 5 มิลลิเมตร
ฉลากจะไม่เกิดฟองอากาศหลังจากถูกติดแล้ว	ผ่านการทดสอบ
ฉลากอยู่ในสภาพสมบูรณ์ (ไม่ยับ, พับและหลุด)	ผ่านการทดสอบ
ฉลากไม่เอียง ซ้ายหรือขวา (ตามความเหมาะสม)	ผ่านการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการติดฉลากบนคอมเพรสเซอร์

ข้อสังเกต	ผลหลังจากการทดลอง
เมื่อติดฉลากมีระยะห่างจากกันไม่เกิน 5 มิลลิเมตร	ฉลากมีขนาดไม่ตรงตามแบบ แต่ในการทดสอบสามารถทำได้ระยะห่างจากกันไม่เกิน 5 มิลลิเมตร
ฉลากถูกติดตรงตำแหน่งบนคอมเพรสเซอร์	ผ่านการทดสอบ
ฉลากจะไม่เกิดฟองอากาศหลังจากถูกติดแล้ว	ผ่านการทดสอบ
ฉลากอยู่ในสภาพสมบูรณ์ (ไม่ยับ, พับและหลุด)	ผ่านการทดสอบ
ฉลากไม่เอียง ซ้ายหรือขวา (ตามความเหมาะสม)	ผ่านการทดสอบ

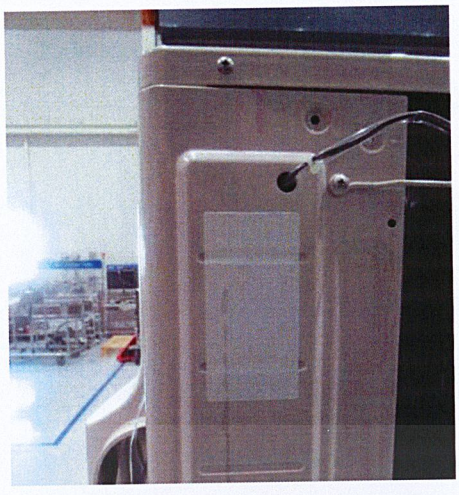
จากรูปที่ 4.11 ถึงรูปที่ 4.14 เป็นการแสดงให้เห็นผลการทดลองเมื่อติดฉลากลงบนคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ฉลากมีความสมบูรณ์ ตรงตามตำแหน่งเป็นระเบียบ ไม่เกิดฟองอากาศหลังจากการติด และไม่เกิดการเอียงออกจากกัน

การทดลองนี้ไม่สามารถทดลองหาเวลาในการทำงานได้ เพราะไม่สามารถยกไปติดตั้งได้ทันในช่วงเวลาทำโครงการสหกิจ เพราะทางโรงงานแอร์ไม่สามารถหาฉลากที่จะใช้ในสายการผลิตได้ทันในเวลา จึง ไม่สามารถยกไปติดตั้งและหาเวลาที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*170 มิลลิเมตร
(ตำแหน่งฉลากบนคอมเพรสเซอร์ จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

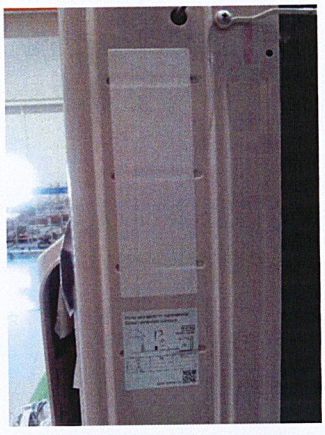


รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการติดฉลาก 1 ชิ้น ขนาด 55*110 มิลลิเมตร
(ตำแหน่งฉลากบนคอมเพรสเซอร์ จากการลองทดสอบจริง)



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*180 มิลลิเมตร
(ตำแหน่งฉลากบนคอมเพรสเซอร์ จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการติดฉลาก 2 ชิ้น ขนาด 55*170 และ 55*60 มิลลิเมตร
(ตำแหน่งฉลากบนคอมเพรสเซอร์ จากการลองทดสอบจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอการสร้างหุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ (Robot Attach Warning Label & Instruction Label) ซึ่งมีหน้าที่ในการหยิบฉลากจากเครื่องลอกกระดาษมาติดยังคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศเพื่อแทนที่แรงงานคน โดยจะต้องทำงานได้แม่นยำ และทันตามเวลาที่ตั้งเป้าไว้ และสามารถใช้ได้กับคอมเพลสเซอร์เครื่องปรับอากาศทุกรุ่น

จากการทำโครงงานเรื่อง หุ่นยนต์สำหรับติดฉลากคำเตือนและคำแนะนำ (Robot Attach Warning Label & Instruction Label) ได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. หุ่นยนต์สามารถหยิบฉลากได้ตามที่กำหนด และการติดฉลากนั้น ทดลองกับฉลาก 3 ขนาด 2 ชนิด ขั้นตอนการหยิบและติดไม่เกิดปัญหา แต่เนื่องจากฉลากคำเตือนที่ทางโรงงานได้ให้มาทดลองไม่มีขนาดตามกำหนด จึงทำให้ต้องนำฉลากที่มีขนาดใกล้เคียงมาใช้ทดแทน นั่นคือ ขนาด 55*110 และ 55*170 มิลลิเมตร

2. หุ่นยนต์สามารถติดฉลากได้ตรงตามตำแหน่ง ไม่เอียงและไม่เกิดฟองอากาศ

3. ไม่สามารถหาเวลาในการทำงานได้ เพราะไม่สามารถยกไปติดตั้งได้ทันในช่วงเวลาทำสหกิจ เพราะทางโรงงานแอร์ไม่สามารถหาฉลากที่จะใช้ในสายการผลิตได้ทันในเวลา จึงไม่สามารถยกไปติดตั้งและหาเวลาที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนของการออกแบบเครื่องจักร จำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้ทำในส่วนออโตเมชั่น และผู้ทำในส่วนแมคคานิค เนื่องจากจะต้องมีการสื่อสารงานให้เข้าใจเพื่อให้งานมีความสอดคล้องกัน ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2. ในการคำนวณหาอุปกรณ์ทางอิเล็คทรอนิคส์ ควรเทียบกับแบบที่ออกแบบไว้เพื่อตรวตสอบว่าสามารถที่จะวางลงไปบนหุ่นยนต์ได้หรือไม่

3. ในการทำงานในองค์กรจำเป็นต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น อาจมีการต้องทำงานกับผู้อื่น ซึ่งไม่ใช่งานของตัวเอง การวางแผน และการจัดสรรเวลาจึงเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานในองค์กรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สำหรับการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ นั้นจะมีวันเวลาที่แตกต่างกันออกไป จำเป็นต้องวางแผนในการสั่งซื้ออุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกัน เพื่อที่จะประหยัดเวลาในการดำเนินงานและป้องการการสูญเสียอันไม่พึงประสงค์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น

5. ก่อนการทำงานโครงงานจำเป็นต้องศึกษาถึงสิ่งต่างๆ ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ รวมไปถึงรายละเอียดปลีกย่อยที่มีผลต่อการออกแบบ เพื่อสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวางแผนในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบและตรงต่อเวลา

6. ข้อมูลของบริษัท ถือเป็นความลับที่ห้ามเปิดเผยต่อคนภายนอกหากไม่จำเป็น ทำให้เอกสารฉบับนี้อาจมีข้อมูลที่ตกหล่น หรือไม่สามารถเปิดเผยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **Inductive proximity sensor** (Online). Available:

https://mall.factomart.com/what-is-a-inductive-proximity-sensor/

[2] **หลักการเลือก Inductive proximity sensor** (Online). Available:

https://mall.factomart.com/how-to-choose-inductive-proximity-sensor/

[3] **Fiber Optic Cable** (Online). Available:

https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-fiber-optic-cable/

[4] **หลักการเลือก Fiber Optic Cable** (Online). Available:

https://www.factomart.com/th/factomartblog/how-to-select-fiber-optic-cable/

[5] **Fiber optic amplifier** (Online). Available:

https://www.factomart.com/th/fiber-optic-amplifier/

[6] **หลักการเลือก Fiber optic amplifier** (Online). Available:

https://www.factomart.com/th/factomartblog/how-to-select-fiber-optic amplifier/

[7] **เซอร์กิตเบรกเกอร์** (Online). Available:

https://mall.factomart.com/circuit-breaker/type-of-circuit-breaker/

[8] **หลักการเลือก เซอร์กิตเบรกเกอร์** (Online). Available:

https://mall.factomart.com/circuit-breaker/how-to-select-a-circuit-breaker/

[9] **แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง** (Online). Available:

https://www.factomart.com/th/factomartblog/cat/push-button-pilot-lamp-industrial-control-station-equipment/post/what-is-a-power-supply/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[10] **เทอร์มินอลบล็อก** (Online). Available:

https://mall.factomart.com/what-is-terminal-block/

[11] **รีเลย์** (Online). Available:

https://th.misumi-ec.com/pr/recommend_category/relay201904/

[12] **กล้องทางอุตสาหกรรม** (Online). Available:

http://www.ni.com/product-documentation/54616/en/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

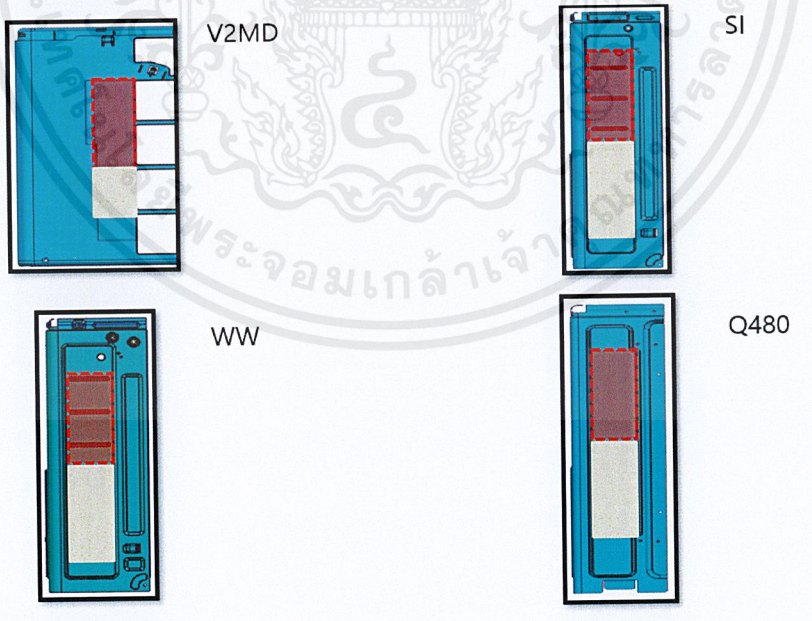
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Robot attach label Warning & Label Instruction

WARNING 2 size 7 code Direct Printing	DB98-32539C 55*180	DB98-31210C 55*180	DB68-04731A 55*100	DB68-04393A 55*180	DB98-31327A 55*180	DB98-32912A 55*180	DB98-32539F 55*180
INSTRUCTION 2 size 2 code Feeder	DB98-34684B 55*180	DB98-32458A 55*60				WARNING : 2 Direct printing Size 55*100 ,55*180 INSTRUCTION : 2 Feeder Size : 55*60 ,55*180	

รูปที่ ก. 1 ข้อมูลฉลากที่สถานประกอบการต้องการให้ติดลงไปบนคอมเพลสเซอร์



รูปที่ ก. 2 ตำแหน่งที่ต้องติดฉลากลงบนคอมเพลสเซอร์รุ่นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย จิตติน กิตติภัสสร
วัน เดือน ปีเกิด	12 กันยายน พุทธศักราช 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	538/33 ซ.จรัญสนิทวงศ์41 แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700
เบอร์โทรศัพท์	081-8276545
E-mail	jittinkittipassorn@gmail.com
ประวัติการศึกษา	
พุทธศักราช 2553-2555	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนทวีธาภิเศก
พุทธศักราช 2556-2558	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียทวีธาภิเศก
พุทธศักราช 2559-2562	ศึกษาระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	
พุทธศักราช 2562	ฝึกงานและเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ในแผนก FIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้