การออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATED PARCEL SORTING SYSTEM USING DELTA ROBOT

ชนากานต์ เภรีฤกษ์

ชฤทธิพร แช่มเจริญพร

ไตรสรณ์ รวีวัฒน์ศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATED PARCEL SORTING SYSTEM USING DELTA ROBOT

CHANAKARN PAREERUEK
CHARITTIPORN CHAMCHAROENPORN
TRAISORN RAVEEWATSIRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERRING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา			
Thesis Title	Design and Implementation of Automated Parcel Sorting System Using Delta Robot			
นักศึกษาผู้จัดทำ	ชนากานต์	เภรีฤกษ์	**รหัสนักศึกษา**	60010191
	ชฤทธิพร	แช่มเจริญพร	**รหัสนักศึกษา**	60010207
	ไตรสรณ์	รวีวัฒน์ศิริ	**รหัสนักศึกษา**	60010362
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม			
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ			
ปีการศึกษา	2563			
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์			
	รศ. ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์			

อาจารย์ที่ปรึกษา	**ลายมือชื่อ**
รศ. ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	ไสว พงศ์สวัสดิ์
รศ. ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา			
นักศึกษาผู้จัดทำ	ชนากานต์	เภรีฤกษ์	**รหัสนักศึกษา**	60010191
	ชฤทธิพร	แช่มเจริญพร	**รหัสนักศึกษา**	60010207
	ไตรสรณ์	รวีวัฒน์ศิริ	**รหัสนักศึกษา**	60010362
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์			
	รศ. ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์			
ปีการศึกษา	2563			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเทคนิคการออกแบบและการจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาในการคัดแยกพัสดุต่าง ๆ ด้วยขนาดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด และรหัสไปรษณีย์ 4 รหัส โดยมีการแปลงขนาดพัสดุและรหัสไปรษณีย์ที่กำหนดเป็นข้อมูลบาร์โคดแบบหนึ่งมิติและสองมิติเพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการสแกน หุ่นยนต์เดลตาที่ได้ออกแบบและจัดสร้างเป็นหุ่นยนต์แมงมุมที่มี 3 องศาอิสระ (3 แกนที่สามารถเคลื่อนที่ได้) โดยใช้มือหยิบจับแบบสุญญากาศซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ในส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ระบบคัดแยกพัสดุมีการทำงานแบบอัตโนมัติได้มีการใช้โปรแกรม Ladder Editor v2.33.0 และตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld (หรือ Teaching box) รุ่น F21-M3-81RG-10E และมีการใช้พีแอลซีรุ่น FX5U-32MT/ES สำหรับการควบคุมทิศทางและความเร็วของสายพานลำเลียงในระบบ รวมถึงการประสานการทำงานร่วมกันระหว่างการทำงานของหุ่นยนต์และการทำงานของสายพานลำเลียง นอกจากนี้ ยังมีการใช้หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอรุ่น GT2510-WXTBD ไม่เพียงแค่เพื่อแสดงข้อมูลสำคัญของพัสดุและสถานะการทำงานของสายพานลำเลียง แต่ก็ยังเพื่อตั้งค่าสถานะการเปิด/ปิด ทิศทาง และความเร็วของสายพานลำเลียงอีกด้วย และในส่วนการสร้างโปรแกรมพีแอลซีและหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอมีการใช้โปรแกรม MELSOFT GX Works3 และ GT Designer3 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบคัดแยกพัสดุที่นำเสนอ สามารถระบุและคัดแยกพัสดุได้อย่างอัตโนมัติและทำงานได้อย่างถูกต้อง ยิ่งไปกว่านั้น อัตราการคัดแยกพัสดุสูงสุดที่สามารถทำได้มีค่าเท่ากับ 18 ชิ้นต่อนาที

คำสำคัญ : ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ, หุ่นยนต์เดลตา, การออกแบบ, การจัดสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Design and Implementation of Automated Parcel Sorting System Using Delta Robot		
Students	Mrs. Chanakarn	Pareeruek	**Student ID** 60010191
	Mr. Charittiporn	Chamcharoenporn	**Student ID** 60010207
	Mr. Traisorn	Raveewatsiri	**Student ID** 60010362
Thesis Advisors	Assoc.Prof. Dr.Sawai Pongswatd		
	Assoc.Prof. Prapart Ukakipaparn		
Academic Year	2020		

ABSTRACT

This thesis proposes a technique to design and implement an automated parcel sorting system by using delta robot, which is used to sort various parcels with three different sizes and four zip codes. The defined parcel sizes and zip codes are translated into both one-dimensional (1D) and two-dimensional (2D) barcodes to provide flexibility for scanning. The designed and implemented delta robot is the 3-degree of freedom (3-DOF) spider robot utilizing a vacuum gripper, which is commonly used in industrial applications. Its automatic operations are programmed by using the Ladder Editor v2.33.0 program and the robot handheld controller (or teaching box) modeled F21-M3-81RG-10-E. The PLC modeled FX5U-32MT/ES is used for controlling directions and speeds of the conveyor used in the system as well as for coordinating between the robot operations and the conveyor operations. The HMI touch screen modeled GT2510-WXTBD is used not only for displaying the key parcel data and conveyor operating statuses but also for setting the start/stop status, and the conveyor directions and speeds. The MELSOFT GX Works3 and GT Designer3 programs are employed for creating the PLC programs and the HMI pages, respectively. Experimental results show that the proposed parcel sorting system can automatically and correctly sort the specified parcels. In addition, the maximum sorting rate of 18 items/min can be achieved.

Keywords : Automated Parcel Sorting System, Delta Robot, Design, Implementation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์การออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ. ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ และ รศ. ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในการอนุเคราะห์และช่วยเหลือทุกเรื่องเสมอมา นอกเหนือจากตำราเรียน สิ่งที่ได้รับมานั้นมีประโยชน์สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ทั้งในปริญญานิพนธ์และเพื่อการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนจำกัด บุญธรรม เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลายที่คอยให้คำแนะนำและขึ้นรูปชิ้นงานโลหะ บริษัท SYNTEC TECHNOLOGY (Thailand) และบริษัท Mitsubishi Electric Factory Automation (Thailand) ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาที่พบเจอระหว่างทำปริญญานิพนธ์ บริษัท VP Conveyor System ที่ให้คำแนะนำและผลิตสายพานลำเลียง และบริษัท TAMCO ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างตู้ควบคุมที่สำคัญขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่มที่คอยช่วยเหลือและตั้งใจทำให้ปริญญานิพนธ์ ครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านทั้งที่ได้กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล ให้ความรู้ทางด้านวิชาการและช่วยเหลือในด้านอื่น ๆ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คุณค่าประโยชน์อันพึงประสงค์จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณค่าเหล่านี้ให้แด่ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องที่ข้าพเจ้าทำสืบต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
ABSTRACT II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VIII
สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินงาน 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 กล่าวนำ 9
2.2 ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ 9
2.3 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม 10
2.3.1 ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 11
2.3.2 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 11
2.3.3 ประโยชน์ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 17
2.4 หุ่นยนต์เดลตา 18
2.4.1 ประเภทของหุ่นยนต์เดลตา 19
2.4.2 ประเภทงานที่เหมาะสมของหุ่นยนต์เดลตา 22
2.5 หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง 23
2.5.1 การทำงานของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง 24
2.5.2 ประเภทของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง 24
2.5.3 การประยุกต์ใช้สำหรับหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง 25
2.5.4 ประโยชน์ของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง 26
2.6 ระบบควบคุม 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 ระบบควบคุมพีแอลซี 26
2.6.2 ระบบควบคุมหุ่นยนต์ 31
2.6.3 PLC-Based Robotic Controller 35
2.7 สายพานลำเลียง 36
2.8 ระบบติดตามสายพานลำเลียง 37
2.9 เอ็นโคดเดอร์ 38
2.9.1 ประเภทของเอ็นโคดเดอร์ 38
2.9.2 การเลือกใช้งานเอ็นโคดเดอร์ 43
2.10 บาร์โคด 44
2.10.1 บาร์โคด 1 มิติ 44
2.10.2 บาร์โคด 2 มิติ 44
2.10.3 บาร์โคด 3 มิติ 45
บทที่ 3 การดำเนินการ 46
3.1 กล่าวนำ 46
3.2 การออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา 46
3.2.1 ระบบควบคุม 48
3.2.2 หุ่นยนต์เดลตา 52
3.2.3 สายพานลำเลียง 65
3.3 การจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา 69
3.3.1 ระบบควบคุม 69
3.3.2 หุ่นยนต์เดลตา 72
3.4.2 สายพานลำเลียง 91
3.4 การประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา 95
3.4.1 การเชื่อมต่อจากระบบควบคุมพีแอลซีไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์ 95
3.4.2 การเชื่อมต่อจากระบบควบคุมหุ่นยนต์ไปยังระบบควบคุมพีแอลซี 96
3.5 การเขียนโปรแกรมควบคุมและการสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ 96
3.5.1 โปรแกรมควบคุมพีแอลซี 96
3.5.2 หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ 102
3.5.3 โปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์ 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 123

4.1 หุ่นยนต์เดลตา 123

4.1.1 พื้นที่การทำงาน 123

4.1.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ 123

4.1.3 ความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ 125

4.1.4 การหยิบจับวัตถุ 126

4.2 การทำงานของสายพานลำเลียง 127

4.3 การทำงานของระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง 127

4.4 อัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตา 128

4.5 การทำงานของการรับและส่งข้อมูลบาร์โคด 128

4.6 การทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคด 129

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข 131

5.1 สรุปผลการดำเนินการ 131

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 131

5.3 ข้อเสนอแนะ 133

5.3.1 แกนที่ 4 ของหุ่นยนต์เดลตา 133

5.3.2 มือหยิบจับของหุ่นยนต์ 133

5.3.3 ระบบรักษาความปลอดภัย 134

5.3.4 ส่วนสำหรับตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์ 134

5.3.5 ชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ 134

5.3.6 ข้อต่อของหุ่นยนต์ 134

5.3.7 มอเตอร์เหนี่ยวนำของสายพานลำเลียง 134

เอกสารอ้างอิง 135

ภาคผนวก 138

ภาคผนวก ก แบบแปลนของโครงสร้าง ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เดลตา 139

ภาคผนวก ข แบบแปลนสายพานลำเลียง 155

ภาคผนวก ค แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เดลตา แผงควบคุมพีแอลซี และกรอบสำหรับติดตั้งหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ 160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีบนตัวควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Ladder Editor v2.33.0 172
ภาคผนวก จ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา 182
ภาคผนวก ฉ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม GX Works3 194
ภาคผนวก ช การสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอโดยใช้โปรแกรม GT Degisner3..... 223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 7
3.1 ปลายทางพัสดุที่ถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์ 47
3.2 คุณสมบัติอุปกรณ์ของระบบควบคุมพีแอลซี 48
3.3 คุณสมบัติอุปกรณ์ของระบบควบคุมหุ่นยนต์ 50
3.4 พารามิเตอร์ของหุ่นยนต์เดลตา 52
3.5 พิกัดของหุ่นยนต์เดลตาที่สามารถเคลื่อนที่ไปได้บนระนาบแกน X, Y และ Z ในทางทฤษฎี 54
3.6 คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ 56
3.7 ความหมายของข้อมูลขนาดพัสดุที่ถูกส่งจากพีแอลซีไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ 95
3.8 ความหมายของข้อมูลรหัสไปรษณีย์ที่ถูกส่งจากพีแอลซีไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ 95
3.9 ความหมายของสัญญาณที่ถูกตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาส่งไปยังพีแอลซี 96
4.1 ผลการทดสอบพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตา 123
4.2 ผลการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตา 124
4.3 ผลการทดสอบความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เดลตา 125
4.4 ผลการทดสอบการหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์เดลตา 126
4.5 ผลการทดสอบความเร็วของสายพานลำเลียง 127
4.6 ผลการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง 127
4.7 ผลการทดสอบอัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตา 128
4.8 ผลการทดสอบการทำงานของการรับและส่งข้อมูลบาร์โค้ด 129
4.9 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคด 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ภาพรวมมูลค่า e-Commerce 9
2.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ 10
2.3 โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือฉาก (Cartesian/Rectangular) 12
2.4 โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical) 13
2.5 โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar) 13
2.6 โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic) 14
2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 14
2.8 ตัวอย่างอุปกรณ์นิวแมติก 15
2.9 ตัวอย่างอุปกรณ์ไฮดรอลิก 15
2.10 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 16
2.11 โครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตา 19
2.12 โครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตาเทียบกับสรีระของมนุษย์ 19
2.13 โครงสร้างทางคิเนเมติกส์ของหุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU 20
2.14 หุ่นยนต์เดลตาที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรม 21
2.15 โครงสร้างทางคิเนเมติกส์ของหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU 21
2.16 เครื่องพิมพ์สามมิติที่มีโครงสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตา 22
2.17 หุ่นยนต์เดลตาในอุตสาหกรรมอาหาร 23
2.18 หุ่นยนต์เดลตาในบรรจุภัณฑ์ 23
2.19 โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี 28
2.20 การสแกนใน 1 รอบของพีแอลซี 29
2.21 Input Image Registers และ Output Image Registers 30
2.22 เวลาในการสแกนของพีแอลซี 30
2.23 องค์ประกอบของระบบควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ 32
2.24 เซอร์โวมอเตอร์ 32
2.25 Servo Amplifier หรือ Drive Unit 33
2.26 Controller Unit 33
2.27 องค์ประกอบของระบบควบคุมหุ่นยนต์ 34
2.28 ตัวอย่างตัวสอนหุ่นยนต์ 35
2.29 สายพานลำเลียงประเภท Conveyor Belt 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.30 สายพานลำเลียงประเภท Roller Conveyor 36
2.31 สายพานลำเลียงประเภท Top Chain Conveyor 37
2.32 สายพานลำเลียงประเภท Chain Conveyor 37
2.33 ระบบติดตามสายพานลำเลียง 38
2.34 โรตารีออปติคอลเอ็นโคดเดอร์ 39
2.35 โรตารีแมกเนติกเอ็นโคดเดอร์ 39
2.36 พัลส์ที่เกิดจากอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์ 40
2.37 ตัวอย่าง Fieldbus 42
2.38 บาร์โคด 1 มิติ 44
2.39 บาร์โคด 2 มิติ 45
2.40 บาร์โคด 3 มิติ 45
3.1 พัสดุ 47
3.2 ตัวอย่างบาร์โคด 1 มิติ KMITL-02-12150 47
3.3 ตัวอย่างบาร์โคด 2 มิติ KMITL-02-12150 47
3.4 เครื่องสแกนบาร์โคด 47
3.5 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ 48
3.6 แบบแปลนแผงควบคุมพีแอลซี 49
3.7 ขาแขวนหน้าจอชนิดติดผนัง 50
3.8 แบบแปลนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอและกรอบสำหรับติดตั้งขาแขวนหน้าจอ 50
3.9 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์ 51
3.10 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์แบบสามมิติ 53
3.11 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน X และ Y 53
3.12 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน X และ Z 53
3.13 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน Y และ Z 54
3.14 อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตร 54
3.15 ตัวอย่างท่อเส้นใยคาร์บอน 55
3.16 ตัวอย่างข้อต่อแบบบอลในเบ้าของ igus 55
3.17 มือหยิบจับแบบสุญญากาศ 56
3.18 ตัวอย่างเซอร์โวมอเตอร์ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.19	แบบแปลนโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา	57
3.20	แบบแปลนฐานของหุ่นยนต์	58
3.21	แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรก	59
3.22	แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบที่สอง	59
3.23	แบบแปลนประกับเพลา	60
3.24	แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรก	60
3.25	แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สอง	61
3.26	แบบแปลนขาด้านบน	61
3.27	แบบแปลนตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง	62
3.28	แบบแปลนสลักเกลียวด้านบน	62
3.29	แบบแปลนสลักเกลียวด้านล่าง	63
3.30	แบบแปลนขาด้านล่าง	64
3.31	แบบแปลนแพลตฟอร์ม	65
3.32	ตัวอย่างสายพานลำเลียงชนิด Belt Conveyor	66
3.33	ตัวอย่างอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์พร้อมล้อลาก	66
3.34	ตัวอย่างโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน	66
3.35	ตัวอย่างกล่องพลาสติกใส	67
3.36	ตัวอย่างอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร	67
3.37	แบบแปลนสายพานลำเลียง	68
3.38	แบบแปลนระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง	68
3.39	แบบแปลนจุดวางพัสดุ	69
3.40	แผงควบคุมพีแอลซีที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว	70
3.41	อะแดปเตอร์ USB 90 องศา	71
3.42	หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอพร้อมกรอบที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว	72
3.43	ตู้ควบคุมหุ่นยนต์	72
3.44	โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา	73
3.45	ท่อเส้นใยคาร์บอน	73
3.46	สปริงพิน	74
3.47	ข้อต่อแบบบอลในเบ้า	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.48	ฐานของหุ่นยนต์เดลตา	75
3.49	หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรก	75
3.50	หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบที่สอง	76
3.51	หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรก	76
3.52	หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สอง	77
3.53	ขาด้านบน	77
3.54	ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง	78
3.55	ขาด้านล่าง	78
3.56	แพลตฟอร์ม	79
3.57	ติดตั้งสปริงพินเข้ากับชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์	79
3.58	ติดตั้งหน้าแปลนที่ใช้สำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับฐานของหุ่นยนต์	80
3.59	การประกอบโครงสร้างที่ใช้ในการติดตั้งหุ่นยนต์ด้านบน	80
3.60	การประกอบเสาของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา	81
3.61	ติดตั้งชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เดลตาเข้ากับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาด้านบน	81
3.62	การปรับขาฉิ่งให้ได้ระดับของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา	82
3.63	การปรับเสาให้ตั้งฉากกับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา	82
3.64	การปรับระดับให้โครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาด้านบนเป็นระนาบเดียวกัน	83
3.65	ติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์	83
3.66	การติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์	84
3.67	การติดตั้งแหวนทองแดงเข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์	84
3.68	ติดตั้งประกับเพลาเข้ากับเพลาของเซอร์โวมอเตอร์	85
3.69	การติดตั้งชุดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์	85
3.70	ชุดเซอร์โวมอเตอร์กับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรกถูกติดตั้งอย่างแนบสนิท	86
3.71	ชุดเซอร์โวมอเตอร์กับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สองถูกติดตั้งอย่างแนบสนิท	86
3.72	การติดตั้งตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่างเข้ากับขาด้านบน	87
3.73	การติดตั้งขาด้านบนเข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์	87
3.74	การติดตั้งสลักเกลียวเข้ากับท่อคาร์บอนไฟเบอร์	88
3.75	การติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.76 การติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับแพลตฟอร์ม 89
3.77 หุ่นยนต์เดลตาที่ถูกติดตั้งเข้ากับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา 89
3.78 หุ่นยนต์เดลตาที่ประกอบและติดตั้งเสร็จแล้ว 90
3.79 อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์พร้อมล้อลาก 91
3.80 โฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน 92
3.81 อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30x30 มิลลิเมตรและกล่องพลาสติก 92
3.82 สายพานลำเลียงที่สั่งผลิต 93
3.83 ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียงที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ 94
3.84 Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด 97
3.85 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต 97
3.86 Function Block สำหรับควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง 98
3.87 Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด 99
3.88 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต (1) 100
3.89 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต (2) 101
3.90 หน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงยังไม่ทำงาน 102
3.91 หน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงทำงาน 102
3.92 หน้าจอแสดงผลการตั้งค่า 103
3.93 หน้าจอแสดงผลหน้าต่างสำหรับยืนยันการลบข้อมูล 103
3.94 โปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์ 105
3.95 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (1) 106
3.96 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (2) 107
3.97 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (3) 107
3.98 แผนผังการทำงานควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับสายพานลำเลียง 108
3.99 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด กก 109
3.100 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด กก หรือ Box AA 110
3.101 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด ก 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.102 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ก หรือ Box A 112
3.103 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด ข 113
3.104 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ข หรือ Box B 114
3.105 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130 115
3.106 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130 116
3.107 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520 117
3.108 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520 118
3.109 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150 119
3.110 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150 120
3.111 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000 121
3.112 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000 122
4.1 การสร้างคำสั่งทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ 124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเป็นยุคความปกติแบบใหม่ (New Normal) ที่พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยผู้บริโภคสามารถจับจ่ายใช้สอยสินค้าต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดายผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ส่งผลให้โลจิสติกส์ (Logistic) มีการเติบโตอย่างก้าวกระโดดและมีการแข่งขันที่สูง ผู้ประกอบการต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการต่าง ๆ เช่น ระบบคัดแยกพัสดุ ระบบขนส่งพัสดุ ให้สามารถกระจายและนำส่งสินค้าไปยังผู้บริโภคได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากพอที่จะสามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่นได้ [1]

คณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำเอาเทคโนโลยีอัตโนมัติเข้ามาปรับใช้ในระบบต่าง ๆ ทางด้านโลจิสติกส์ จึงทำการออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา (Delta Robot) ซึ่งข้อดีของการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติและหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในระบบคัดแยกพัสดุ คือ สามารถลดการใช้แรงงานมนุษย์ ลดความผิดพลาดในการคัดแยก และสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ผลิตภาพ (Productivity) และประสิทธิภาพ (Performance) ของระบบคัดแยกพัสดุเพิ่มมากขึ้น [2] โดยหุ่นยนต์เดลตาเป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ถูกออกแบบมาให้มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว จึงมีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในกระบวนที่ต้องการหยิบและวางวัตถุอย่างเช่น ระบบคัดแยก ระบบบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งระบบต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการใช้งานสายพานลำเลียงเพื่อลำเลียงวัตถุเข้ามายังเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถหยิบวัตถุบนสายพานลำเลียงและเคลื่อนย้ายวัตถุไปวางยังอีกตำแหน่งหนึ่งเพื่อทำการคัดแยกได้ [3] คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นแนวทางปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพในระบบคัดแยกพัสดุอย่างอัตโนมัติต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ในการคัดแยกพัสดุที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดและมี 4 ปลายทางที่ถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์ ซึ่งข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุจะถูกระบุด้วยข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ โดยมีเป้าหมายการคัดแยกพัสดุจำนวนมากกว่า 10 ชิ้นต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. จัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

2.1 ระบบควบคุม

2.1.1 ระบบควบคุมพีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC) สำหรับรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โคด ประมวลผลบาร์โคด และส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์

2.1.2 ระบบควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา และการติดตามตำแหน่งพัสดุบนที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง

2.2 โครงสร้างหลัก

2.2.1 แผงควบคุมและตู้ควบคุม ทำการออกแบบและจัดสร้างแผงควบคุมและตู้ควบคุมสำหรับติดตั้งระบบควบคุมพีแอลซีและระบบควบคุมหุ่นยนต์

2.2.2 หุ่นยนต์เดลตา ทำการออกแบบและสั่งผลิตชิ้นส่วนเพื่อทำการจัดสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตาที่มีลักษณะการทำงานเป็น 3 องศาอิสระ (หรือ 3 แกนที่สามารถเคลื่อนที่ได้) และมีพื้นที่การทำงานเป็นลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร

2.2.3 สายพานลำเลียง ทำการจัดสร้างสายพานลำเลียงชนิด Conveyor Belt โดยมีขนาดความกว้าง 250 มิลลิเมตร ความยาว 2500 มิลลิเมตร และความสูง 700 มิลลิเมตร มีการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อติดตามตำแหน่งของพัสดุที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียง และติดตั้งจุดรับพัสดุบริเวณด้านข้างของสายพานลำเลียงด้านละ 2 จุด

2.3 โปรแกรมควบคุมและหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

2.3.1 ระบบควบคุมพีแอลซี ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมลำดับการคัดแยกพัสดุเพื่อส่งให้ระบบควบคุมหุ่นยนต์ และโปรแกรมควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง

2.3.2 หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ (Human Machine Interface : HMI) ทำการจัดสร้างหน้าจอแสดงผลจำนวน 2 หน้า สำหรับแสดงผลข้อมูลของพัสดุ สถานะของหุ่นยนต์เดลตาและสายพานลำเลียง

2.3.3 ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจากระบบควบคุมพีแอลซี และโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. การออกแบบ

1.1 ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ ใช้งานหุ่นยนต์เดลตาและสายพานลำเลียงในการคัดแยกพัสดุ โดยมีเป้าหมายในการคัดแยกพัสดุจำนวนมากกว่า 10 ชิ้นต่อนาที ซึ่งพัสดุจะมีขนาดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด และมีปลายทางที่ถูกระบุรหัสไปรษณีย์ทั้งหมด 4 รหัส ซึ่งข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุจะถูกระบุด้วยข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ โดยระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ถูกแบ่งระบบควบคุมออกเป็นระบบควบคุมพีแอลซี และระบบควบคุมหุ่นยนต์ ดังหัวข้อที่ 1.1.1 และ 1.1.2 โดยทั้งสองระบบควบคุมจะสื่อสารกันผ่านดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต

1.1.1 ระบบควบคุมพีแอลซี ใช้งานพีแอลซีของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FX5U-32MT/ES ร่วมกับหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น GT2510-WXTBD ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของสายพานลำเลียงผ่านดิจิตอลเอาต์พุตไปยังอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FR-D720S-2.2K และประมวลผลข้อมูลบาร์โคดเพื่อส่งไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โคดของ Zebra รุ่น DS2209 เชื่อมต่อไปยังหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอผ่านสาย USB เพื่อส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังพีแอลซี นอกจากนี้ระบบควบคุมพีแอลซีและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะถูกติดตั้งที่แผงควบคุมแบบ Open Rack

1.1.2 ระบบควบคุมควบคุมหุ่นยนต์ ใช้งานตัวควบคุมหุ่นยนต์ของ SYNTEC TECHNOLOGY รุ่น F21-M3-81RG-10-E ซึ่งเป็นตัวควบคุมหุ่นยนต์ที่ใช้พื้นฐานของพีแอลซี เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาโดยใช้การควบคุมแกนประสาน 3 แกน และติดตามตำแหน่งของพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง เพื่อให้หุ่นยนต์เดลตาสามารถหยิบจับพัสดุได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ระบบควบคุมหุ่นยนต์และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะถูกติดตั้งที่ตู้ควบคุมแบบสวิตช์บอร์ด

1.2 หุ่นยนต์เดลตา โครงสร้างและชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ทั้งหมด โดยหุ่นยนต์จะถูกติดตั้งอยู่บนโครงที่ใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ในการสร้าง ซึ่งหุ่นยนต์มีลักษณะการทำงานแบบ 3 องศาอิสระและพื้นที่การทำงานเป็นลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร ขาด้านล่างของหุ่นยนต์ใช้งานท่อคาร์บอนไฟเบอร์เพื่อลดน้ำหนักของหุ่นยนต์ ข้อต่อของหุ่นยนต์ใช้งานข้อต่อแบบบอลในเบ้าของ igus® และมีการติดตั้งมือหยิบจับวัตถุแบบสุญญากาศเพื่อหยิบจับพัสดุ

1.3 สายพานลำเลียง โครงสร้างจะถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ทั้งหมด เป็นสายพานชนิด Conveyor Belt โดยมีขนาดความกว้าง 250 มิลลิเมตร ความยาว 2500 มิลลิเมตร และความสูง 700 มิลลิเมตร มีการติดตั้งโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกันและอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์เพื่อใช้ในการติดตามตำแหน่งของพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง มีการติดตั้งจุดรับพัสดุบริเวณด้านข้างของสายพานลำเลียงด้านละ 2 จุด โดยใช้กล่องพลาสติใสเป็นจุดรับ และสายพานลำเลียงจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอกขนาด 200 วัตต์ ผ่านตัวส่งกำลังแบบพูเล่ย์ โดยสามารถควบคุมทิศทางและความเร็วผ่านอินเวอร์เตอร์ของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FR-D720S-2.2K

2. การจัดสร้าง

2.1 แผงควบคุมและตู้ควบคุม จัดทำแผงควบคุมพีแอลซีแบบ Open Rack ที่ได้ทำการออกแบบและทำการติดตั้งระบบควบคุมพีแอลซีและอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงไปบนแผงควบคุมและสั่งผลิตตู้ควบคุมหุ่นยนต์แบบสวิตช์บอร์ดที่ได้ทำการออกแบบ และทำการติดตั้งระบบควบคุมหุ่นยนต์และอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 หุ่นยนต์เดลตา สั่งผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้ทำการออกแบบโดยใช้วัสดุอลูมิเนียม 7075 ขึ้นรูปด้วยกระบวนการซีเอ็นซี และจัดซื้ออลูมิเนียมโปรไฟล์ ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ ข้อต่อแบบบอลให้เบ้าของ igus® และทำการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่สั่งผลิตและจัดซื้อเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตาสำหรับระบบคัดแยกพัสดุ

2.3 สายพานลำเลียง สั่งผลิตสายพานลำเลียงที่ได้ทำการออกแบบ และจัดซื้อโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์ อลูมิเนียมโปรไฟล์ กล่องพลาสติกใส และทำการประกอบชิ้นส่วนที่จัดซื้อเข้ากับสายพานลำเลียงที่สั่งผลิตเพื่อสร้างเป็นสายพานลำเลียงสำหรับระบบคัดแยกพัสดุ

3. การเขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

3.1 โปรแกรมควบคุมพีแอลซี

3.1.1 โปรแกรม Ladder/Function Block จะใช้งานโปรแกรม MELSOFT GX Works3 ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานพีแอลซีของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FX5U-32MT/ES โดยมีโปรแกรมที่สร้างดังนี้

- Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด
- Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต
- Function Block สำหรับควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง

3.1.2 หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอจะใช้งานโปรแกรม MELSOFT GT Designer3 ในการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเครื่องอ่านบาร์โคดชนิด USB และสร้างหน้าจอแสดงผลสำหรับเอชเอ็มไอรุ่น GT2510-WXTBD โดยมีหน้าจอแสดงผลดังนี้

- หน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลของบาร์โคด
- หน้าจอสำหรับแสดงสถานะและควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง

3.2 โปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์

3.2.1 โปรแกรม Ladder จะใช้งานโปรแกรม Ladder Editor v2.33.0 ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีที่อยู่ภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์ของ SYNTEC TECHNOLOGY รุ่น F21-M3-81RG-10-E โดยมีโปรแกรมที่สร้างดังนี้

- โปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดที่ถูกส่งมาจากพีแอลซีผ่านดิจิตอลอินพุต
- โปรแกรมสำหรับส่งสัญญาณเริ่มต้นการติดตามตำแหน่งของพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2 โปรแกรมลำดับการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา จะใช้ตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld (Teaching Box) ของ SYNTEC TECHNOLOGY รุ่น F21-M3-81RG-10-E ในการเขียนโปรแกรมผ่านหน้าจอแสดงผล โดยมีโปรแกรมที่สร้างดังนี้

- โปรแกรมหลักสำหรับระบบคัดแยกพัสดุ
- โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบจับพัสดุขนาด กก หรือ AA
- โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบจับพัสดุขนาด ก หรือ A
- โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบจับพัสดุขนาด ข หรือ B
- โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังจุดรับพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130
- โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังจุดรับพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520
- โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังจุดรับพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150
- โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังจุดรับพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินงาน

1. พิจารณาข้อมูลเบื้องต้น เช่น ขอบเขตของงาน ความต้องการของสมาชิกในกลุ่ม รวมไปถึงระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์
2. วางแผนการดำเนินงานและแนวทางการจัดทำปริญญานิพนธ์
3. แบ่งหน้าที่รับผิดชอบกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น เช่น ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ ส่วนประกอบและโครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตา สายพานลำเลียง การทำงานและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมพีแอลซีและระบบควบคุมคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น
4. ศึกษาการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง เช่น SOLIDWORKS 2020 MATLAB R2019a MELSOFT GX Works3 Ladder Editor v2.33.0 เป็นต้น
5. ออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียง
6. จัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียง
7. ประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ การเชื่อมต่อจากระบบควบคุมพีแอลซีไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์ และการเชื่อมต่อจากระบบควบคุมหุ่นยนต์ไปยังระบบควบคุมพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. เขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ ได้แก่ โปรแกรมควบคุมพีแอลซี หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ และโปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์

9. ทดสอบการทำงานของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา

10. บันทึกผลการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข

11. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	พิจารณาข้อมูลเบื้องต้น									
2	วางแผนการดำเนินงานและแนวทางการจัดทำปริญญานิพนธ์									
3	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง									
4	ศึกษาการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง									
5	ออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียง									
6	จัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียง									
7	ประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา									
8	เขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ									
9	ทดสอบการทำงานของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา									
10	บันทึกผลการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข									
11	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบและสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาได้
2. สามารถออกแบบและจัดสร้างหุ่นยนต์เดลตาสำหรับการคัดแยกพัสดุได้
3. สามารถออกแบบและจัดสร้างสายพานลำเลียงสำหรับเคลื่อนย้ายและติดตามตำแหน่งของพัสดุได้
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาได้

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาทั้งหมด 9 หัวข้อ ได้แก่ ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม หุ่นยนต์เดลตา หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง ระบบควบคุม สายพานลำเลียง การติดตามสายพานลำเลียง เอ็นโคดเดอร์ และบาร์โคด

2.2 ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ

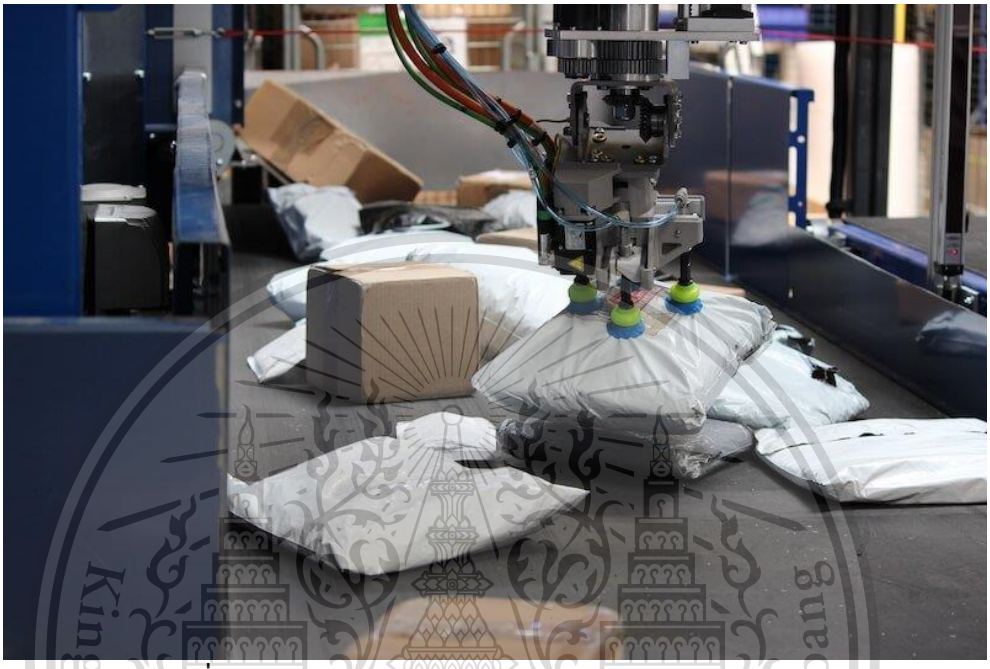
ในปัจจุบันผู้บริโภคมีพฤติกรรมการซื้อที่เปลี่ยนแปลงไป ผู้บริโภคนิยมซื้อสินค้าออนไลน์มากขึ้น ส่งผลให้ศูนย์กระจายสินค้ามีปริมาณพัสดุเพิ่มมากขึ้น รูปร่างและขนาดของพัสดุก็มีความหลากหลายมากขึ้น จำเป็นต้องใช้เวลาในการคัดแยกพัสดุมากขึ้น ระบบคัดแยกพัสดุจึงมีความสำคัญเพื่อช่วยในการคัดแยกพัสดุได้อย่างถูกต้องและลดเวลาในการคัดแยกพัสดุ ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติเป็นการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ระบบควบคุมอัตโนมัติ สายพานลำเลียง เครื่องอ่านบาร์โคด เครื่องวัดปริมาตรและน้ำหนัก หุ่นยนต์อุตสาหกรรม แมชชีนวิชัน เป็นต้น [1, 4]

รูปที่ 2.1 ภาพรวมมูลค่า e-Commerce

ในระบบคัดแยกพัสดุที่มีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้เพื่อทำการคัดแยกพัสดุที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียง สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการคัดแยกพัสดุที่รูปทรงที่แปลกและหลากหลายได้ เช่น พัสดุที่มาจากการห่อด้วยพลาสติกแรป พัสดุที่ห่อด้วยถุงพลาสติก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เนื่องจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่คล้ายกับมนุษย์และความแม่นยำที่สูงของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมส่งผลให้สามารถคัดแยกพัสดุได้อย่างถูกต้อง สามารถคัดแยกได้อย่างอัตโนมัติ ช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ เพิ่มความสามารถในการคัดแยกและลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบได้ [5]



รูปที่ 2.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ

2.3 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม

หุ่นยนต์อุตสาหกรรม คือ เครื่องจักรกลที่ใช้งานในต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมถูกควบคุมด้วยมนุษย์และระบบอัตโนมัติที่สามารถเขียนและแก้ไขโปรแกรมใหม่ได้ หุ่นยนต์อุตสาหกรรมถูกออกแบบและสร้างมาเพื่อเพิ่มความสามารถในผลิตและเพื่อใช้ทดแทนมนุษย์ในผลิตต่าง ๆ หรือนำมาใช้ทำงานร่วมกับมนุษย์ในผลิตที่เป็นลักษณะหุ่นยนต์ทำงานร่วมกับมนุษย์ หุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ถูกสร้างมานั้นมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ต้องการนำไปประยุกต์ใช้ โดยตัวหุ่นยนต์อุตสาหกรรมอาจยึดอยู่กับที่ (Fixed Robot) หรือเป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) [6]

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมสามารถเป็นส่วนหนึ่งของระบบอัตโนมัติได้จากการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานเพื่อทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเครื่องจักรอัตโนมัติไปใช้งานแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ คือการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมหรือการทำงานในบางขั้นตอน โดยขั้นตอนอื่น ๆ ยังคงใช้แรงงานมนุษย์ในการทำงานเป็นหลักและระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ คือการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยควบคุมหรือทำงานเองในทุก ๆ ขั้นตอน โดยมนุษย์จะมีหน้าที่ป้อนคำสั่ง ดูแล และรักษาระบบเครื่องเท่านั้น [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.1 ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม [8]

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมสามารถจำแนกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ 6 กลุ่ม ดังนี้

1. มือกลบังคับด้วยมือ หรือ Manual Manipulator เป็นมือกลที่สามารถทำงานได้ โดยการบังคับด้วยมือของผู้ควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมต้องทำหน้าที่บังคับทำงานอยู่ตลอดเวลา สัญญาณที่สั่งจากคันบังคับอาจส่งผ่านอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจเป็นสัญญาณวิทยุก็ได้

2. หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้ หรือ Fixed Sequence Robot เป็นหุ่นยนต์ที่ออกแบบให้ทำงานโดยมีเครื่องควบคุมแบบซีเควนเซอร์ (Sequencer) ซึ่งมีหน้าที่สั่งการทำงานเรียงตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีซีเควนเซอร์ 10 ตัว ตัวแรกสั่งทำงานเมื่อทำงานเสร็จตามคำสั่งแล้วตัวที่ 2 จะเริ่มทำงานและจะทำงานเรียงตามลำดับต่อไป เครื่องควบคุมแบบซีเควนเซอร์อาจเป็นวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ นิวแมติกหรือไฮดรอลิกก็ได้ เมื่อทำงานที่มีการเปลี่ยนลำดับขั้นการทำงานใหม่จะต้องเปลี่ยนวงจรควบคุมใหม่

3. หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับได้ หรือ Variable Sequence Robot เป็นหุ่นยนต์ที่คล้ายกับหุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้ แตกต่างกันที่สามารถปรับเปลี่ยนวงจรที่มีอยู่ได้ง่ายกว่า ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงชุดคำสั่งการทำงานมากกว่าหุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้

4. หุ่นยนต์ทำงานตามชุดคำสั่งที่บันทึกไว้ หรือ Playback Robot มนุษย์เป็นผู้สอนงานให้กับหุ่นยนต์แล้วบันทึกการทำงานลงในโปรแกรมของหุ่นยนต์เพื่อให้ทำงานตามที่บันทึกไว้ โดยชุดคำสั่งการทำงานจะถูกบันทึกไว้ในเครื่องบันทึกความจำ

5. หุ่นยนต์ควบคุมด้วยตัวเลข หรือ Numerical Control Robot ในหุ่นยนต์แบบควบคุมด้วยตัวเลขคำสั่งบังคับการทำงานของหุ่นยนต์จะมีลักษณะเป็นตัวเลข (Numerical Data) ชุดคำสั่งที่ใช้บังคับหุ่นยนต์อาจอยู่ในแถบหรือจานแม่เหล็กหรืออื่น ๆ

6. หุ่นยนต์คิดเองได้ หรือ Intelligent Robot เป็นหุ่นยนต์ที่มีประสาทรับความรู้สึก สามารถเรียนรู้สภาพแวดล้อมได้เองและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น สามารถมองเห็นได้ สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานได้

2.3.2 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม [9]

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม คือส่วนที่เป็นโครงสร้างและส่วนที่ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ และระบบควบคุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม คือส่วนระบบบังคับการทำงานหุ่นยนต์ ระบบป้อนข้อมูลกลับ ตลอดจนการสอนหุ่นยนต์ให้ทำงานตามชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.2.1 ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่สำคัญมี 3 ประการ คือ ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์ อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ และมือหุ่นยนต์

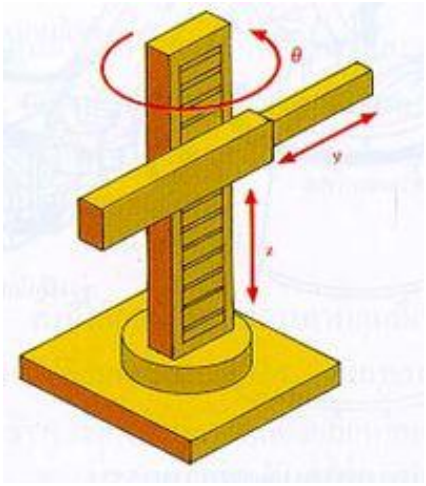
1. โครงสร้างของหุ่นยนต์ เนื่องจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้รับการออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่แทนมนุษย์หรือใช้งานร่วมกับมนุษย์ ดังนั้นลักษณะการออกแบบจึงมักมีโครงสร้างเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขน และมือ โดยปกติแล้วมักออกแบบเป็นแขนเดียว ในบางแบบได้ออกแบบให้แขนเคลื่อนที่อยู่บนทางเลื่อนได้ โครงสร้างของหุ่นยนต์จำแนกได้ 4 แบบ ได้แก่

1.1 โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือฉาก (Cartesian/Rectangular) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่วางไว้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน 3 ส่วน ซึ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการได้โดยการเคลื่อนที่ของแกนการทำงานทั้งสามแกนจะตั้งฉากกัน

รูปที่ 2.3 โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือฉาก (Cartesian/Rectangular)

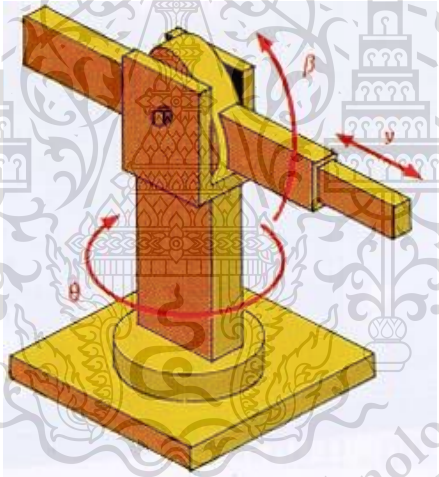
1.2 โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical) เป็นโครงสร้างที่มีแขนเกาะกับแกนกลางซึ่งเป็นหลัก แขนนั้นสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงหมุนรอบแกน สามารถบิด หด และสามารถหมุนแขนได้รอบตัว โดยแขนสามารถยืดและหดได้ตามแนวแกนเสาที่รองรับและสามารถขึ้น – ลงได้ตามระดับความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.4 โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical)

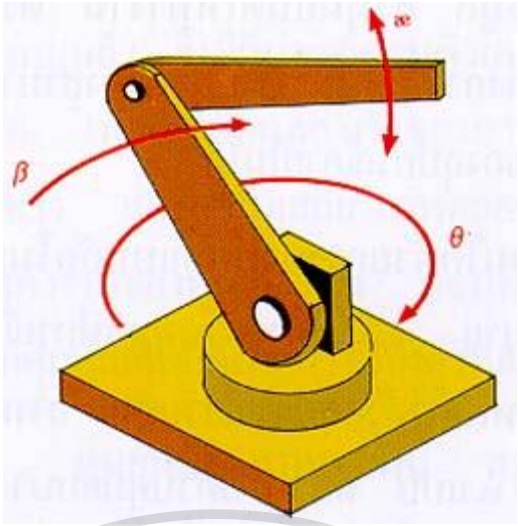
1.3 โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar) เป็นโครงสร้างมีลำตัวที่บิดได้ มีแขนที่หมุนและยืดหดได้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar)

1.4 โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic) เป็นโครงสร้างที่เลียนแบบโครงสร้างของมนุษย์ ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง ข้อมือและมือ

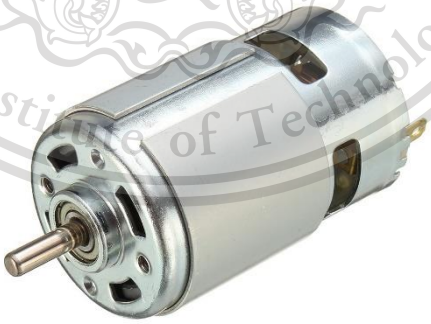
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic)

2. อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ 3 ชนิด ได้แก่ มอเตอร์กระแสไฟตรง นิวแมติก และไฮดรอลิก

2.1 มอเตอร์กระแสไฟตรง คือ อุปกรณ์ขับเคลื่อนหมุนรอบตัวเองได้ด้วยพลังงานจากระแสไฟตรง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้สะดวก ง่ายต่อการควบคุมและมีตำแหน่งแม่นยำ ปัญหาสำคัญของมอเตอร์กระแสไฟตรงคือมีกำลังจำกัดและหากนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสไฟตรงไปใช้ในบริเวณที่มีวัตถุไวไฟอาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น ประกายไฟจากการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2 นิวแมติก เป็นระบบที่ขับเคลื่อนทางตรง ทางโค้งหรือหมุนได้ด้วยแรงอัดของลม เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก มีความยุ่งยากน้อย แต่มีปัญหาที่สำคัญคือการควบคุมความเร็วและตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างอุปกรณ์นิวแมติก

2.3 ไฮดรอลิก เป็นระบบที่ขับเคลื่อนด้วยแรงอัดของน้ำมัน เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพง ให้กำลังสูง มีอุปกรณ์อยู่หลายแบบสามารถเลือกใช้เหมาะสมกับงานได้ เช่น การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง การเคลื่อนที่แบบหมุน เป็นต้น ในระบบควบคุมมักใช้ไฟฟ้าแต่เนื่องจากใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าน้อยและใช้กำลังไฟฟ้าต่ำมาก จึงสามารถใช้หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกกับบริเวณที่วัตถุไวไฟได้

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างอุปกรณ์ไฮดรอลิก

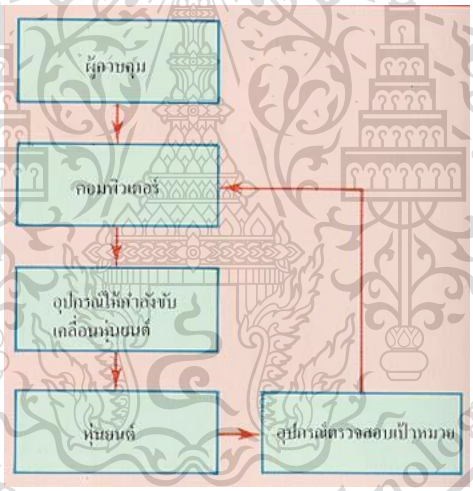
3. มือหุ่นยนต์ มือหุ่นยนต์จะยึดติดกับส่วนของหุ่นยนต์ที่เป็นข้อมือ (Wrist) ซึ่งสามารถหมุนได้อย่างอิสระ 3 แนวแกน คือ แกนบิดในระนาบที่ตั้งฉากกับปลายแขน แกนเงยขึ้นลงซึ่งจะหมุนในระนาบที่ตั้งฉากกับพื้น และแกนส่ายจะหมุนในระนาบที่ขนานกับแกน ลักษณะการใช้งานจะทำงานเพียง 2 ทิศทางเท่านั้น เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานเชื่อม ในลักษณะที่สมมาตร จะให้ความอิสระของข้อมือเพียง 2 แกนเท่านั้น แต่ในกรณีงานที่ค่อนข้างยุ่งยากอาจใช้ถึง 3 แกน ส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำคัญของข้อมือคือจะต้องสร้างให้มีความมั่นคงและมีน้ำหนักน้อยที่สุดเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

2.3.2.2 ระบบควบคุมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ระบบควบคุมเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่เป็นสมองในกับหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เก็บข้อมูล สั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน ตรวจสอบ และควบคุมตำแหน่งการทำงานของหุ่นยนต์ ในบางระบบควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมสามารถตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ภายในได้ หุ่นยนต์จะทำงานได้ด้วยการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยมีการกำหนดเป้าหมายและมีการควบคุมอุปกรณ์ให้ทำงานตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ด้วยอุปกรณ์ควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมี 2 แบบ คือ การควบคุมแบบวงจรปิด และการควบคุมแบบวงจรเปิด สำหรับการควบคุมแบบวงจรปิดอุปกรณ์ควบคุมจะคอยตรวจสอบเปรียบเทียบกับเป้าหมายและควบคุมให้ได้ผลที่ถูกต้องตลอดเวลา หุ่นยนต์แบบนี้จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตรวจสอบเป้าหมายด้วย แต่ในการควบคุมแบบวงจรเปิดอุปกรณ์ควบคุมจะดำเนินการโดยไม่ได้ตรวจสอบเป้าหมาย



รูปที่ 2.10 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ระบบควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมีองค์ประกอบ 3 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กันดังนี้

1. **Programing Pendant** หรือตัวสอนหุ่นยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้อนคำสั่งโดยผู้ใช้งานหรือผู้ควบคุม
2. **Controller** หรือตัวควบคุมเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากผู้ใช้งานผ่าน Programing Pendant แล้วนำมาประมวลผลเพื่อทำการควบคุมหรือสั่งการทำงานของหุ่นยนต์ต่อไป
3. **Manipulator** หรือตัวหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำงานตามคำสั่งที่ผ่านการประมวลผล จากตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.3 ประโยชน์ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม [10]

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความสามารถของหุ่นยนต์พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถทำงานต่าง ๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้หรือทำได้ยากเป็นจำนวนมาก การนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้งานแทนหรือใช้งานร่วมกับมนุษย์นั้นมีประโยชน์ในหลายด้าน สามารถแบ่งประเภทตามความสามารถของหุ่นยนต์ได้ ดังนี้

2.3.3.1 ด้านการแพทย์

ในงานด้านการแพทย์ เริ่มมีการนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยทำการผ่าตัดมนุษย์ เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานในด้านที่มีความละเอียดสูงที่เกินกว่ามนุษย์จะทำได้ เช่น การนำเอาหุ่นยนต์มาใช้งานด้านการผ่าตัดสมอง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องการความละเอียดสูงในการผ่าตัด หุ่นยนต์แขนกลจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการผ่าตัดในด้านการแพทย์ การทำงานของหุ่นยนต์แขนกลในการผ่าตัดจะเป็นลักษณะการทำงานของการควบคุมการผ่าตัดโดยผ่านทางแพทย์ผู้ทำการผ่าตัดอีกที ซึ่งการผ่าตัดโดยมีหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมนั้นจะเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอย่างสูง รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ นอกจากนี้ยังมีงานเภสัชกรรมที่บางโรงพยาบาลมีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจ่ายยา

2.3.3.2 ด้านการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

หุ่นยนต์สามารถทำการสำรวจงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับมนุษย์ เช่น การสำรวจท้องทะเลหรือมหาสมุทรที่มีความลึกมาก หรือการสำรวจบริเวณปากปล่องภูเขาไฟเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ซึ่งเป็นงานที่มีความเสี่ยงและเกินขอบเขตความสามารถของมนุษย์ที่ไม่สามารถปฏิบัติงานสำรวจเช่นนี้ได้ ทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในงานวิจัยและสำรวจ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมและสามารถทำการควบคุมหุ่นยนต์ได้ในระยะไกลด้วยระบบควบคุมโดยมีเซ็นเซอร์ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการวัดระยะทางและเก็บข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

2.3.3.3 ด้านอุตสาหกรรม

หุ่นยนต์เริ่มมีบทบาททางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในขณะที่งานด้านอุตสาหกรรม มีความต้องการด้านแรงงานเป็นอย่างมาก การจ้างแรงงานจำนวนมากเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมทำให้ต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้น และงานอุตสาหกรรมบางงานไม่สามารถที่จะใช้แรงงานมนุษย์เข้าไปทำได้ เนื่องจากบางงานนั้นมีความอันตรายและมีความเสี่ยงเป็นอย่างมากหรือเป็นงานที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำในการผลิต จึงมีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผลิตรวมทั้งเป็นการประหยัดระยะเวลา นั่นทำให้หุ่นยนต์กลายเป็นทางออกของงานด้านอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.3.4 ด้านครัวเรือน

มีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมาใช้ในการทำงานในบ้านแทนมนุษย์ เช่น งานปัดกวาดเช็ดถู ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกภายในบ้าน สามารถทดแทนแรงงานมนุษย์ซึ่งมีความสะดวก ปลอดภัย ประหยัดเวลาและช่วยลดค่าใช้จ่ายเรื่องการจ้างแรงงานได้

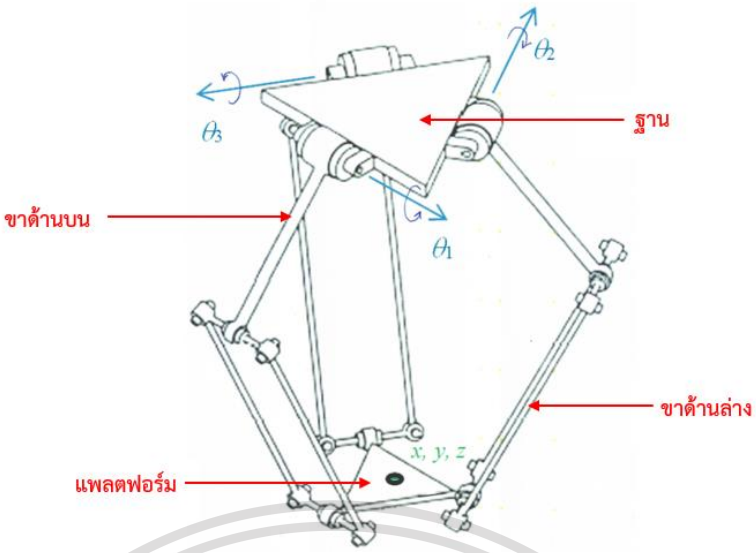
2.4 หุ่นยนต์เดลตา

หุ่นยนต์เดลตา (Delta Robot) หรือ หุ่นยนต์แบบขนาน (Parallel Robot) ถูกสร้างขึ้นในช่วงต้นทศวรรษ 1980 โดยทีมวิจัยที่นำโดยศาสตราจารย์ Reymond Clavel ที่ École Polytechnique Fédérale de Lausanne หรือ EPFL ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ หลังจากที่สมาชิกในทีมวิจัยเดินทางไปโรงงานผลิตช็อกโกแลตและต้องการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการบรรจุช็อกโกแลตลงบรรจุภัณฑ์ โดยส่วนสำคัญของหุ่นยนต์เดลตาคือต้องมีน้ำหนักเบา มีขนาดเล็ก เพื่อการเคลื่อนที่รวดเร็วซึ่งเป็นความต้องการทางอุตสาหกรรมในเวลานั้น [11]

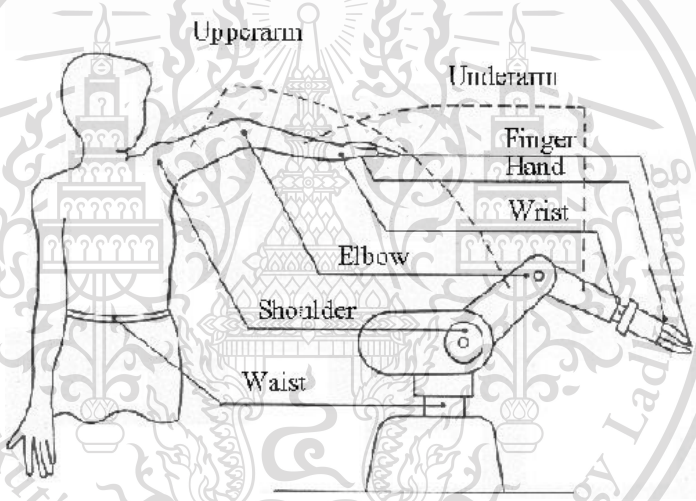
ในปี 1987 Demaurex บริษัทสัญชาติสวิสเซอร์แลนด์ได้ซื้อใบอนุญาตสำหรับหุ่นยนต์เดลตาและเริ่มผลิตหุ่นยนต์เดลตาสำหรับอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ ในปี 1991 Reymond Clavel ได้นำเสนอวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกเรื่อง Conception d'un robot parallèle rapide à 4 degrés de liberté และได้รับรางวัล “Golden Robot Award” ในปี 2542 จากผลงานและการพัฒนาหุ่นยนต์เดลตา นอกจากนี้ในปี 2542 ABB Flexible Automation ได้เริ่มจำหน่ายหุ่นยนต์เดลตา FlexPicker และในตอนท้ายของปี 2542 ได้มีการขายหุ่นยนต์เดลตาโดย Sigpack Systems [11]

หุ่นยนต์เดลตา มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับแมงมุมเพราะประกอบด้วยแขนสามส่วนที่เชื่อมต่อกับข้อต่อที่ฐานของหุ่นยนต์ เนื่องจากหุ่นยนต์เดลตามีน้ำหนักเบาทำให้มีข้อดีคือสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว จึงเหมาะกับงานที่มีลักษณะการหยิบและวาง ซึ่งโครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตาจะประกอบด้วย ฐาน ขาด้านบน ขาด้านล่าง และแพลตฟอร์มแสดงดังรูปที่ 2.11 โดยทั่วไปแล้วหุ่นยนต์เดลตาจะเป็นหุ่นยนต์มีที่ 3 องศาอิสระ จึงมีความสามรถในการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในแนวแกน X, Y และ Z ซึ่งลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะเป็นการเคลื่อนที่ของแพลตฟอร์มโดยอาศัยการเคลื่อนของแขนด้านบนโดยที่แพลตฟอร์มยังคงขนานกับฐานของหุ่นยนต์ [11, 12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตา



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตาเทียบกับสรีระของมนุษย์

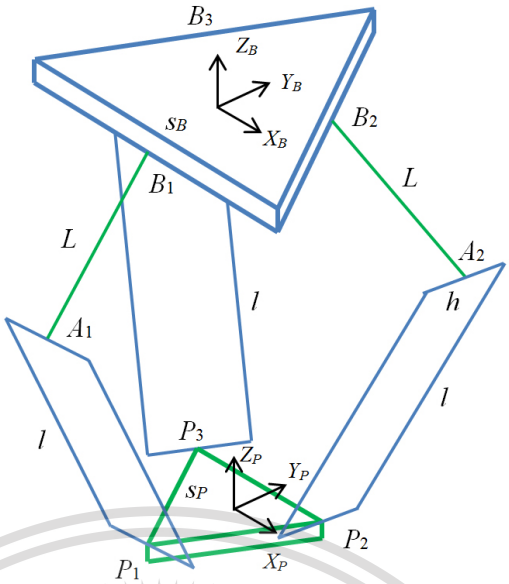
2.4.1 ประเภทของหุ่นยนต์เดลตา [13]

หุ่นยนต์เดลตาสามารถแบ่งประเภทตามชนิดข้อต่อได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ หุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU และหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU

2.4.1.1 หุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU

หุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU จะมีการใช้งานแอคชูเอเตอร์แบบหมุน โดยจะมีข้อต่อแรกเป็นข้อต่อที่หมุนได้ (Revolute Joint) และข้อต่อที่สองและสามจะเป็นข้อต่อแบบหมุนได้ทุกทิศทาง (Universal Joint) ซึ่งจะมีลักษณะของโครงสร้างทางคิเนเมติกส์ตามรูปที่ 2.13 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.13 โครงสร้างทางคิเนเมติกส์ของหุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU

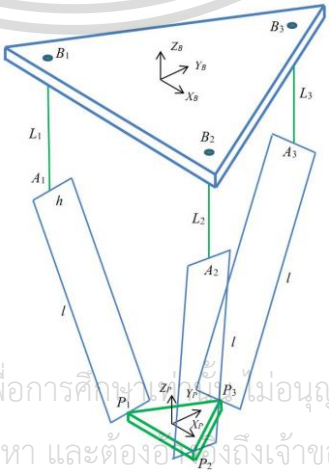
โครงสร้างหุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU โดยในแต่ละข้อต่อจะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน จากรูปที่ 2.11 ข้อต่อแรกจะอยู่ที่บริเวณตัวอักษร B_1,B_2 และ B_3 โดยจะเป็นข้อต่อในส่วนเอว (Hip) ของหุ่นยนต์ ข้อต่อที่สองจะอยู่ที่บริเวณตัวอักษร A_1,A_2 และ A_3 โดยจะเป็นข้อต่อในส่วนหัวเข่า (Knee) ของหุ่นยนต์และข้อต่อที่สามจะอยู่ที่บริเวณตัวอักษร P_1,P_2 และ P_3 โดยจะเป็นข้อต่อในส่วนของข้อเท้า (Ankle) ของหุ่นยนต์ ซึ่งข้อต่อหรือลิงค์ (Link) ที่เชื่อมต่อระหว่างข้อต่อที่หนึ่งและข้อต่อที่สองของหุ่นยนต์บริเวณตัวอักษร L จะส่วนของขาด้านบน (Upper Leg) ของหุ่นยนต์ และลิงค์ (Link) ที่เชื่อมต่อระหว่างข้อต่อที่สองและข้อต่อที่สามของหุ่นยนต์บริเวณตัวอักษร l จะเป็นส่วนของขาด้านล่าง (Lower Leg) ของหุ่นยนต์ โดยทั่วไปหุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU มักจะพบเห็นได้ตามหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่มีโครงสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตา ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.14 หุ่นยนต์เดลตาที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรม

2.4.1.2 หุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU

หุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU จะมีการใช้งานแอคชูเอเตอร์แบบเส้นตรงโดยจะมีข้อต่อแรกเป็นข้อต่อที่เคลื่อนที่เข้า - ออกเป็นเส้นตรง (Prismatic Joint) และข้อต่อที่สองและสามจะเป็นข้อต่อแบบหมุนได้ทุกทิศทาง (Universal Joint) ซึ่งจะมีลักษณะของโครงสร้างทางคิเนเมติกส์ตามรูปที่ 2.15 ดังนี้



รูปที่ 2.15 โครงสร้างทางคิเนเมติกส์ของหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โครงสร้างหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU จะมีตำแหน่งของข้อต่อและลิงค์ (Link) คล้ายกับหุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU แต่จะแตกต่างกันในส่วนของขาด้านบน (Upper Leg) ซึ่งหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU จะมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของขาด้านบน (Upper Leg) เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ แต่หุ่นยนต์เดลตาประเภท RUU ความยาวของขาด้านบน (Upper Leg) จะมีความยาวคงที่แต่จะใช้การหมุนของข้อต่อเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่แทนการเปลี่ยนแปลงความยาว โดยทั่วไปหุ่นยนต์เดลตาประเภท PUU มักจะพบเห็นได้ตามเครื่องพิมพ์สามมิติที่มีโครงสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตา ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 เครื่องพิมพ์สามมิติที่มีโครงสร้างเป็นหุ่นยนต์เดลตา

2.4.2 ประเภทงานที่เหมาะสมของหุ่นยนต์เดลตา [3]

โดยทั่วไปโครงสร้างหุ่นยนต์เดลตามักจะถูกออกแบบในส่วนที่มีการเคลื่อนที่ให้มีน้ำหนักที่เบาเพื่อที่จะทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของหุ่นยนต์เดลตา แต่นั่นทำให้ต้องแลกมาด้วยการที่หุ่นยนต์เดลตาไม่สามารถหยิบจับวัตถุที่มีขนาดและน้ำหนักที่มากได้ ดังนั้นหุ่นยนต์เดลตาจึงเหมาะกับงานประเภทหยิบและวาง (Pick-and-place) วัตถุที่มีขนาดและน้ำหนักไม่มากนัก ซึ่งการที่จะใช้งานหุ่นยนต์เดลตาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และแม่นยำมากที่สุดจะต้องมีการใช้งานร่วมกับระบบเซ็นเซอร์และระบบวิชัน ซึ่งจากข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของหุ่นยนต์เดลตาทำให้หุ่นยนต์เดลตามักจะถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.17 หุ่นยนต์เดลตาในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 2.18 หุ่นยนต์เดลตาในบรรจุภัณฑ์

2.5 หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง [14]

ในการผลิตในปัจจุบันยังมีการใช้แรงงานคนในการหยิบและวางสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้มีต้นทุนในด้านแรงงานมนุษย์และความผิดพลาดด้านการหยิบจับ อุตสาหกรรมการผลิตสมัยใหม่จึงเริ่มมีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้หยิบและวางสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แทนการใช้แรงงานมนุษย์หยิบและวางอย่างอัตโนมัติเป็นการช่วยเร่งให้การหยิบและวางชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ทำได้เร็วขึ้น การใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในหยิบและวางในงานที่มีความซ้ำ ๆ และมีสินค้าจำนวนมากจะช่วยเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ยังมีการใช้แรงงานมนุษย์เพียงแต่จะมุ่งเน้นไปในงานที่มีความซับซ้อนมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.1 การทำงานของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง

โดยทั่วไปหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางจะถูกติดตั้งบนโครงสร้างการติดตั้งที่มั่นคงและจะติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อทำงานได้ ส่วนใหญ่มักมีการนำระบบแมชชีนวิชันเข้ามาช่วยในการมองเห็นเปรียบเสมือนตาของหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการระบุ จับ และเคลื่อนย้ายวัตถุหรือชิ้นงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ด้วยตัวเลือกการออกแบบที่หลากหลายส่งผลให้หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางมี End Effector ได้หลากหลายรูปแบบสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานในที่หลากหลาย เช่น ประกอบ บรรจุภัณฑ์ หยิบจับและตรวจสอบ เป็นต้น

2.5.2 ประเภทของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง

หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางมีหลากหลายประเภท ดังนี้

2.5.2.1 หุ่นยนต์แขนกล

หุ่นยนต์แขนกลเป็นประเภทหนึ่งของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางที่พบได้บ่อยที่สุด เช่น หุ่นยนต์แขนกลแบบ 5 แกน มีการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตในการหยิบและวางชิ้นงานในผลิตเพื่อเคลื่อนย้ายจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งแบบระนาบเดียว นอกจากนี้ยังมีหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกนจะนำมาใช้ในงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น งานที่ต้องการบิดหรือปรับทิศทางของชิ้นงานใหม่ก่อนที่จะนำไปวางที่ตำแหน่งอื่น

2.5.2.2 หุ่นยนต์คาร์ทีเซียน

หุ่นยนต์ประเภทนี้คล้ายกับหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน แต่หุ่นยนต์ประเภทคาร์ทีเซียนจะทำงานในลักษณะหลายระนาบ มีการเคลื่อนที่ 3 แกนเป็นมุมฉากได้แก่ แกน X, Y และแกน Z โดยใช้พิกัดคาร์ทีเซียน โดยสามารถสร้างตัวกระตุ้นเชิงเส้น (Linear Actuator) ในการเคลื่อนที่ เช่น สายพาน (Belt) สกรู (Screw) เป็นต้น โดยทั่วไปหุ่นยนต์คาร์เซียนจะมีความแม่นยำในการระบุตำแหน่งที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน

2.5.2.3 หุ่นยนต์เดลตา

หุ่นยนต์ประเภทนี้มักใช้ในงานที่มีการหยิบชิ้นงานหรือสิ่งของเป็นกลุ่มและวางในรูปแบบการประกอบหรือวางในภาชนะ หุ่นยนต์เดลตามักมีการนำไปใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีแมชชีนวิชันขั้นสูงในการช่วยในการแยกแยะ ขนาด สี และรูปร่างของชิ้นงาน หุ่นยนต์เดลตาส่วนใหญ่จะมี 4 แกน ซึ่งแขนด้านบนของทั้ง 3 แกนจะมีมอเตอร์ติดอยู่และที่ปลายของแต่ละแกนทั้งสองข้างจะเชื่อมกันด้วยข้อต่อเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่วนแกนที่ 4 นั้นจะมีหน้าที่เสมือนมือหยิบจับให้กับหุ่นยนต์ในการหยิบและวางชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.2.4 หุ่นยนต์การหยิบจับอย่างรวดเร็ว

หุ่นยนต์ประเภทนี้มีการหยิบและวางอย่างรวดเร็ว มักนำมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีแมชชีนวิชันจะทำให้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานในผลิตที่มีจำนวนชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ๆ และมีปริมาณของประเภทสินค้าในระบบคลังสินค้าจำนวนมาก เช่น สี ขนาด รสชาติ รุ่น ยี่ห้อ เป็นต้น เพราะจะทำให้หยิบและวางสินค้าเป็นไปโดยอัตโนมัติอย่างรวดเร็ว

2.5.2.5 หุ่นยนต์ทำงานร่วมกัน

หุ่นยนต์ทำงานร่วมกันเป็นประเภทของหุ่นยนต์ที่ทำงานร่วมกับมนุษย์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ผลิตในบางที่แค่หุ่นยนต์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำได้ เช่น งานที่ต้องเคลื่อนย้ายของที่มีน้ำหนักมาก ๆ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถทำเองได้ งานตรวจสอบหรือจัดการวัสดุอันตราย เป็นต้น เนื่องจากหุ่นยนต์ประเภทนี้มีการนำมาใช้งานร่วมกับมนุษย์ดังนั้นความปลอดภัยจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญมาก เช่น หุ่นยนต์ต้องมีการหยุดทำงานเพื่อควบคุมระดับความปลอดภัย การควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์ หรือการจำกัดพลังงานและแรงของหุ่นยนต์ เป็นต้น โดยหุ่นยนต์ที่ทำงานร่วมกับมนุษย์เหล่านี้ได้ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา และมีความปลอดภัยมากกว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป

2.5.3 การประยุกต์ใช้สำหรับหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง

หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางมักใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต มีตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งาน ดังนี้

2.5.3.1 การประกอบ

มีการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางในการประกอบ โดยหุ่นยนต์จะทำการประกอบชิ้นส่วนที่เข้ามาบนสายพานลำเลียงและวางหรือติดชิ้นส่วนนั้นเข้ากับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของสินค้าในผลิต จากนั้นชิ้นส่วนดังกล่าวที่ถูกประกอบเข้าด้วยกันแล้วจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ในการประกอบถัดไป

2.5.3.2 บรรจุภัณฑ์

หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางในบรรจุภัณฑ์ใช้ในการบรรจุหีบห่อ หรือหยิบสินค้าที่มาจากขาเข้าของให้เข้ามายังพื้นที่ที่กำหนดและวางสินค้าเหล่านั้นลงในภาชนะบรรจุภัณฑ์

2.5.3.3 การหยิบและวางลงถัง

โดยทั่วไปในงานหยิบและวางสินค้าลงถังหรือภาชนะมักมีการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีแมชชีนวิชันเพื่อให้สามารถแยกแยะสี ขนาด หรือรูปร่าง ก่อนที่จะทำการหยิบและนำสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ไปวางในถังหรือภาชนะ นอกจากนี้อาจจะเป็นการหยิบสินค้าหรือชิ้นส่วนที่อยู่รวมกันแบบสุ่ม มีหลากหลายรูปแบบก็จะสามารถแยกชิ้นส่วนเหล่านั้นออกมาได้ก่อนนำไปวางในถังหรือภาชนะเพื่อส่งไปยังขั้นตอนต่อไปในผลิตต่อไป

2.5.3.4 การตรวจสอบ

หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางในตรวจสอบจะมีการใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีแมชชีนวิชันเพื่อใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดหรือความปกติของชิ้นงานและหุ่นยนต์สำหรับหยิบและวางจะทำหน้าที่ในการหยิบและวางชิ้นส่วนที่ความผิดพลาดไปยังตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้หรือทำการแยกชิ้นส่วนนั้นออกจา เป็นต้น

2.5.4 ประโยชน์ของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวาง

ประโยชน์หลักของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางคือความเร็วและความสม่ำเสมอ เนื่องจากหุ่นยนต์สามารถปรับหรือออกแบบให้ตรงกับความต้องการในผลิตหรืองานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ในผลิตที่มีความเฉพาะเจาะจงก็สามารถโปรแกรมหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานได้ แม้ว่าจะมีการออกแบบที่หลากหลายและแตกต่างกันไปแต่หุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางส่วนใหญ่มักมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา เพื่อให้เหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่ที่จำกัดและสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

ความเร็วและความสม่ำเสมอของหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพโดยรวมของผลิตและช่วยลดเวลาการหยุดทำงานที่เกิดจากความผิดพลาดได้มากกว่าการใช้มนุษย์เนื่องจากมนุษย์มีความเหนื่อยล้าประสิทธิภาพในการทำงานไม่สม่ำเสมอ และความเร็วก็มีส่วนช่วยให้การหยิบและวางสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้มนุษย์ อีกทั้งการนำหุ่นยนต์สำหรับงานหยิบและวางมาใช้แทนหรือทำงานร่วมกับมนุษย์ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานซึ่งเป็นความต้องการที่สำคัญของผู้ผลิต

2.6 ระบบควบคุม

ในส่วนนี้จะกล่าวถึง ระบบควบคุมพีแอลซี ระบบควบคุมหุ่นยนต์ และระบบควบคุม PLC-Based Robotic Controls ดังนี้

2.6.1 ระบบควบคุมพีแอลซี [15]

ระบบควบคุมพีแอลซี หรือ Programmable Logic Control : PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือทำงานต่าง ๆ ภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ทำหน้าที่เป็นสมองคอยสั่งการทำงาน พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นภาคอินพุตและภาคเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ ซึ่งภาคอินพุตจะต่อกับเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจวัดและภาคเอาต์พุตจะต่อเพื่อเอาออกไปควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมายของผู้ใช้งาน โดยการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรจะใช้การเขียนโปรแกรมพีแอลซีในการควบคุมแทนการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมซึ่งมีการใช้งานรีเลย์ในการควบคุม เนื่องจากการควบคุมโดยใช้ระบบรีเลย์จำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าเพื่อให้เป็นวงจรควบคุมหรือเรียกว่า Hard Wired หากมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงระบบหรือควบคุมใหม่จะต้องเดินสายไฟของวงจรควบคุมใหม่ทั้งหมดทำให้มีความยุ่งยากและต้องใช้สายไฟจำนวนมากอีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสของรีเลย์เสื่อม จึงมีการนำระบบควบคุมพีแอลซีเข้ามาใช้งานแทนการควบคุมด้วยระบบรีเลย์

2.6.1.1 โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี

โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซีมีโครงสร้างคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU (Central Processing Unit) หน่วยความจำหรือ Memory Unit หน่วยรับข้อมูลหรือ Input Unit หน่วยส่งข้อมูล Output Unit หน่วยอุปกรณ์ต่อพ่วงหรือ Peripheral Device และส่วนของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหรือ Power Supply โดยในพีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดจะรวมอยู่ในชุดโมดูลเดียวกันแต่ถ้าเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่จะแยกโมดูลออกเป็นส่วนประกอบย่อย โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซีมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. หน่วยรับข้อมูล หรือ Input Unit มีหน้าที่เป็นหน่วยรับสัญญาณหรือสภาวะต่าง ๆ จากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ตรวจวัดแล้วจะแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมก่อนส่งให้หน่วยประมวลผลกลาง สัญญาณเหล่านี้จะต้องมีความถูกต้องแม่นยำเพื่อป้องกันไม่ให้หน่วยประมวลผลกลางเกิดความเสียหาย

2. หน่วยประมวลผลกลาง หรือ Central Processing Unit : CPU มีหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือคำสั่งต่าง ๆ ที่ได้รับมาจากหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผล ผลจากการประมวลผลจะถูกส่งไปยังหน่วยส่งข้อมูล ซึ่งหนึ่งรอบการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางเรียกว่า การสแกน (Scan) หน่วยประมวลผลกลางจะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมที่เขียนหรือการเลือกขนาดของหน่วยประมวลผลกลางด้วย

3. หน่วยความจำ หรือ Memory Unit มีหน้าที่เก็บโปรแกรม คำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ ของหน่วยประมวลผลกลางที่ต้องการสั่งให้พีแอลซีทำงาน หน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วย หน่วยความจำชนิดแรมและหน่วยความจำชนิดรอม ซึ่งหน่วยความจำชนิดแรม (Random Access Memory : RAM) หรือ หน่วยความจำชั่วคราว จำเป็นจำต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ตลอดเวลาการทำงาน หากไฟดับข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำจะหายไปทันที ส่วนหน่วยความจำชนิดรอม (Read Only Memory : ROM) หรือ หน่วยความจำถาวร สามารถเขียนหรือลบโปรแกรมต่าง ๆ ได้และไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์ตลอดการทำงาน หน่วยความจำนี้จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมหรือคำสั่งของผู้ใช้งาน สามารถแบ่งหน่วยความจำชนิดรอมได้ 3 ชนิด ได้แก่

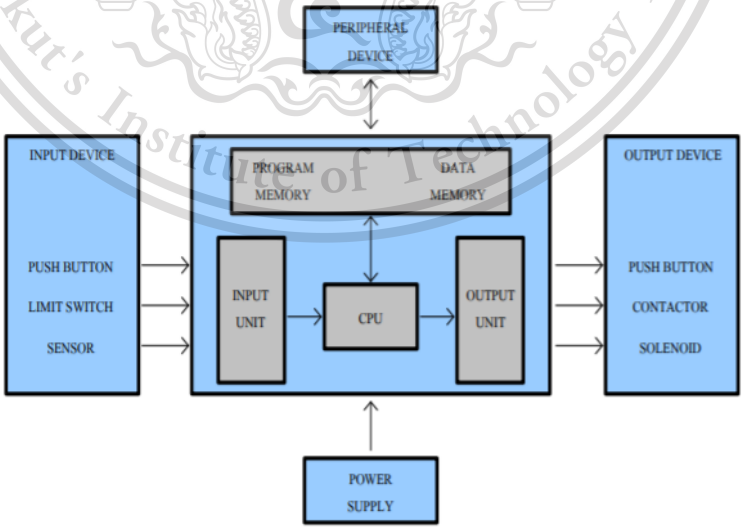
3.1 Programmable Read Only Memory หรือ PROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่สามารถเขียนข้อมูลลงชิฟได้เพียงครั้งเดียวไม่สามารถนำมาเขียนใหม่ได้อีก

3.2 Erasable Programmable Read Only Memory หรือ EPROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่ต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษในการเขียนโปรแกรม หากไฟดับโปรแกรมจะไม่สูญหาย

3.3 Electrical Erasable Programmable Read Only Memory หรือ EEPROM เป็นหน่วยความจำชนิดรอมที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียน หากไฟดับโปรแกรมจะไม่สูญหายถือเป็นการรวมข้อดีข้อง RAM และ EPROM เข้าไว้ด้วยกัน

4. หน่วยอุปกรณ์ต่อพ่วงหรือ Peripheral Device เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมพีแอลซีลงหน่วยความจำของพีแอลซี ใช้เพิ่มความสามารถให้กับพีแอลซีและยังเป็นเครื่องมือสำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับพีแอลซี เช่น อุปกรณ์รีโมทไอโอ (Remote I/O) หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) เป็นต้น

5. หน่วยส่งข้อมูล หรือ Output Unit มีหน้าที่รับค่าที่ประมวลผลแล้วจากหน่วยประมวลกลางเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่าง ๆ ให้ทำงาน เช่น รีเลย์ หลอดไฟ โซลีนอยด์ มอเตอร์ เป็นต้น โดยปกติเอาต์พุตที่ออกมานี้สามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ หากต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์

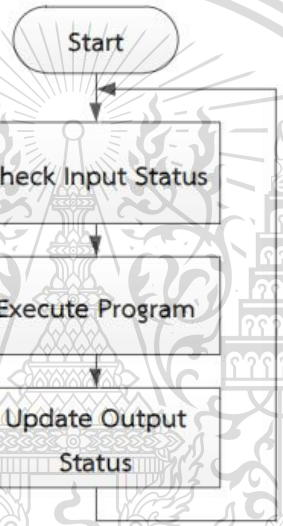


รูปที่ 2.19 โครงสร้างของระบบควบคุมพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6.1.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมพีแอลซี

การทำงานของพีแอลซีจะทำงานโดยสแกนโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง การสแกนจะใช้ระยะเวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที หรือ 0.001 ถึง 0.1 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุต เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงกับพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์ต่อพ่วงเหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การสแกนสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ช่วง โดยเริ่มจากการสแกนเริ่มสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยรับข้อมูลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นจะทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำจนสิ้นสุดแล้วส่งข้อมูลเอาต์พุตไปที่หน่วยส่งข้อมูล ดังรูป 2.20



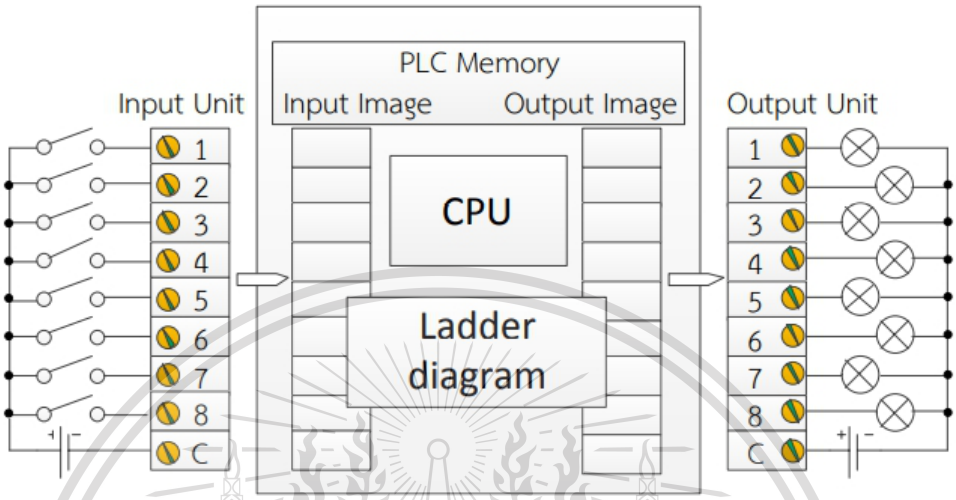
รูปที่ 2.20 การสแกนใน 1 รอบของพีแอลซี

การสแกนของพีแอลซีเริ่มต้นจากการอ่านค่าอินพุตที่มีในส่วนหน่วยรับข้อมูลทั้งหมดแล้วทำการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำข้อมูลจำเพาะที่เรียกว่า Input Image Registers หรือ ข้อมูลเงาอินพุต แล้วพีแอลซีประมวลผลโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำโปรแกรมโดยการประมวลผลจะดึงข้อมูลเงาอินพุต และข้อมูลเงาเอาต์พุตหรือ Output Image Registers เมื่อประมวลผลสำเร็จได้ผลลัพธ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ถ้ามีส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต หน่วยประมวลผลกลางก็จะส่งข้อมูลใหม่ไปยัง Output Image Registers เพื่อปรับปรุง จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งต่อไปที่หน่วยส่งข้อมูลจนทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตที่จุดต่อดังรูปที่ 2.21 เป็นการจำลอง Input Image Registers และ Output Image Registers

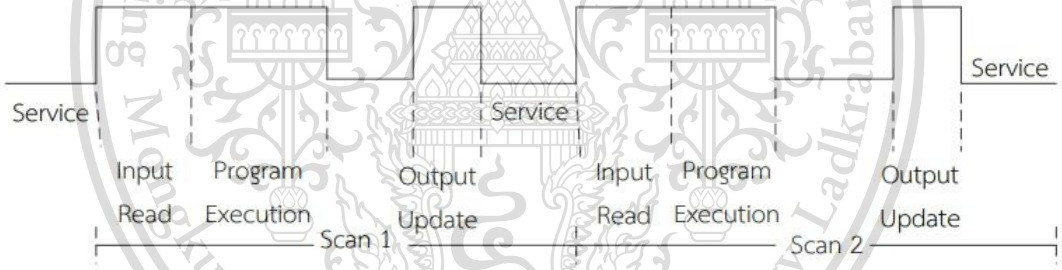
ในการสแกนหนึ่งรอบเวลาที่ใช้จะต้องเท่ากันทุกรอบเพื่อให้การสุ่มข้อมูลมีความถูกต้อง ดังนั้นเมื่อการสแกนสิ้นสุดหนึ่งรอบจะเกิดเวลาที่ตัวประมวลผลใช้ไปในส่วนการอ่านข้อมูลอินพุต ประมวลผล ปรับปรุงข้อมูลลเอาต์พุต แต่ในบางเงื่อนไขของโปรแกรมในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในแต่ละรอบอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นที่ตัวพีแอลซีสามารถคำนวณเวลาสแกนให้เท่า ๆ กันได้ หรือจะกำหนดค่าเวลาการสแกนให้คงที่ แต่ต้องมีเวลาเหลือหรือเผื่อเวลาไว้เพื่อให้ได้เวลาการสแกนที่คงที่ แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 Input Image Registers และ Output Image Registers



รูปที่ 2.22 เวลาในการสแกนของพีแอลซี

2.6.1.3 ข้อดีของระบบควบคุมพีแอลซี

1. ระบบควบคุมมีขนาดเล็กลง โดยจะทำการยุบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ กลายเป็นวงจรที่อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์แทน เช่น ตัวนับจำนวน ตัวตั้งเวลา รีเลย์หน้าสัมผัสแบบต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์มีการทำงานเหมือนหรือมากกว่าสภาพความเป็นจริง จึงสามารถลดขนาดของระบบควบคุมให้มีขนาดเล็กลงได้

2. ลดการเดินสายไฟในส่วนของวงจรควบคุม เนื่องจากพีแอลซีสร้างอุปกรณ์การทำงานในรูปแบบของซอฟต์แวร์ ทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรเปรียบเสมือนมีอยู่จริงภายในพีแอลซี ซึ่งช่วยลดการเดินสายไฟได้จำนวนมาก

3. สามารถเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการควบคุมได้ง่าย โดยการแก้ไขที่โปรแกรมพีแอลซี ไม่ต้องทำการแก้ไขวงจรควบคุมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. สามารถตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมพีแอลซีว่าถูกต้องตามความต้องการและข้อกำหนดได้ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเรียบร้อยของโปรแกรมก่อนนำมาใช้ปฏิบัติงานจริง

5. มีเสถียรภาพที่ดีในการทำงานควบคุม เนื่องจากระบบควบคุมพีแอลซีมีการใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าระบบควบคุมรีเลย์ จึงลดปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสไฟฟ้าเสื่อมได้

6. มีอินพุตและเอาต์พุตให้เลือกใช้หลากหลายตามความเหมาะสมและตามความต้องการ เช่น อินพุตและเอาต์พุตแบบอนาล็อก อินพุตและเอาต์พุตแบบดิจิตอล

7. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นได้ เช่น ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อเข้าหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ หรือ ต่อเข้ากับพีแอลซีตัวอื่น ๆ

2.6.1.4 ข้อเสียของระบบควบคุมพีแอลซี

1. หากระบบควบคุมไม่ซับซ้อนมาก การใช้งานระบบควบคุมพีแอลซีอาจมีค่าใช้จ่ายที่มากเกินความจำเป็นและมากกว่าการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีเลย์เพียงไม่กี่ตัว

2. พีแอลซีอาจทนสภาพแวดล้อมได้น้อยกว่าการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิม แต่หากมีการติดตั้งที่เหมาะสมและได้รับการป้องกัน เช่น ติดตั้งในตู้ที่มีฝาปิด ก็จะช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่น ละอองน้ำ เป็นต้น

3. หากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้ระบบควบคุมพีแอลซีแทนการใช้วงจรควบคุมทางไฟฟ้าแบบดั้งเดิมจะทำให้การใช้งานมีความยากกว่าสำหรับผู้ที่ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพีแอลซีมาก่อน

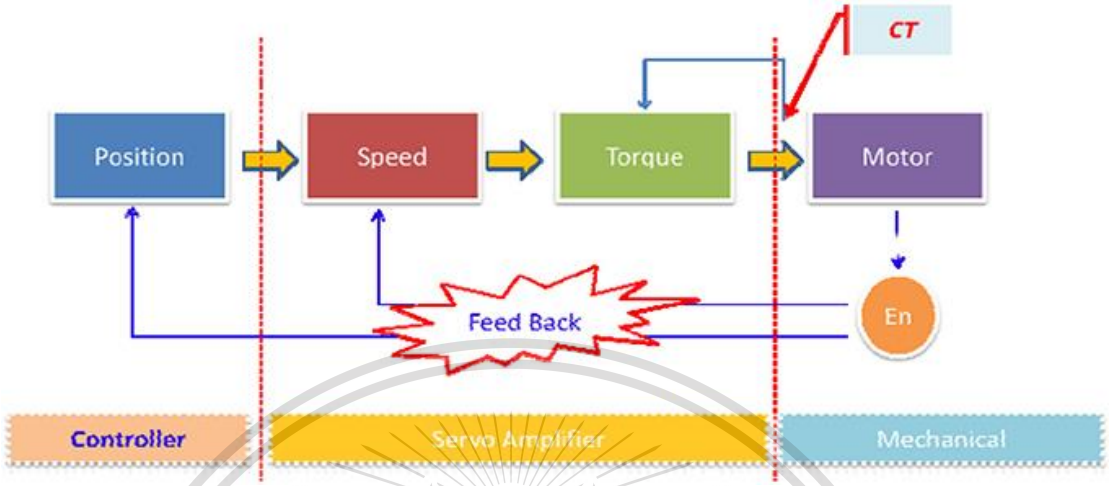
4. การใช้ระบบควบคุมพีแอลซี เมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาหรือต้องทำการแก้ไขโปรแกรมพีแอลซีในส่วนต่าง ๆ หากช่างซ่อมบำรุงไม่มีความรู้ในเรื่องพีแอลซีอาจทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้หรือแก้ไขได้ล่าช้าซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาและความสูญเสียในด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักรได้

2.6.2 ระบบควบคุมหุ่นยนต์ [16]

หุ่นยนต์คือเครื่องจักรกลอัตโนมัติรูปแบบหนึ่งที่นำมาประยุกต์ให้สามารถทำงานทดแทนแรงงานมนุษย์ได้ โดยตัวควบคุมหุ่นยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรอัตโนมัติ ผู้ใช้งานสามารถที่จะเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องได้ โดยปกติแล้วเครื่องจักรกลอัตโนมัติทุกรูปแบบจะมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนได้แก่ ชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Unit) ตัวควบคุมการขับเคลื่อน (Drives Unit) และชิ้นส่วนควบคุม (Controller Unit) เมื่อระบบมีการสั่งการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวจะต้องติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันตลอดเวลาเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีความแม่นยำดังรูปที่ 2.23



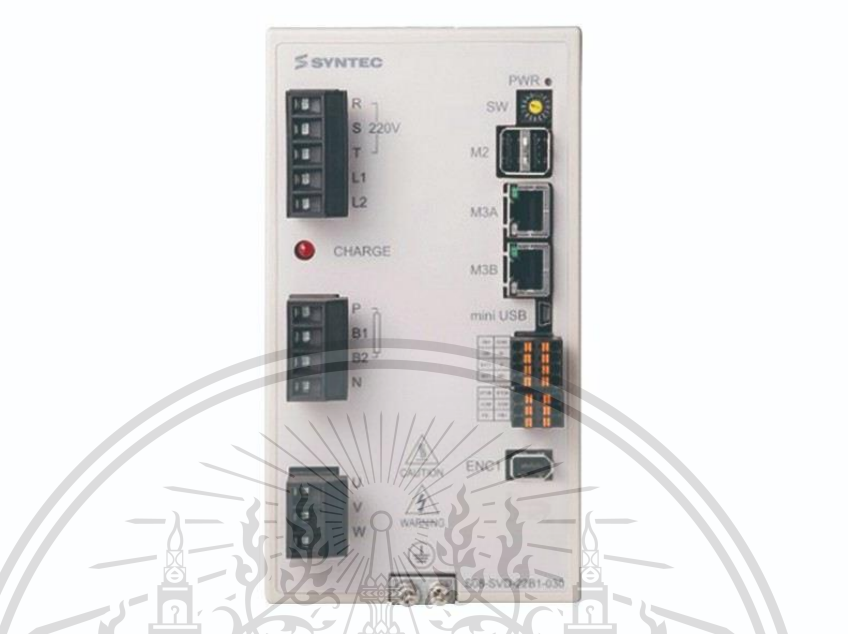
รูปที่ 2.23 องค์ประกอบของระบบควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ

1. ชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Unit) คือ มอเตอร์ (Motor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนให้กับหุ่นยนต์ ซึ่งถูกติดตั้งอยู่บริเวณส่วนที่เป็นข้อต่อหรือ Joint ของหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยมอเตอร์นั้นจะต้องสามารถควบคุมความเร็ว (Speed) ของหุ่นยนต์ให้เร็วหรือช้าได้และจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมแรงบิด (Torque) เพื่อเอาชนะน้ำหนักและแรงโน้มถ่วงของโลกได้ นอกจากนี้มอเตอร์จะต้องมีความแม่นยำในการทำงาน สามารถควบคุมตำแหน่ง (Position) เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ มอเตอร์ที่นำมาใช้งานร่วมกับหุ่นยนต์จึงต้องเป็นเซอร์โวมอเตอร์

รูปที่ 2.24 เซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ตัวควบคุมการขับเคลื่อน (Drives Unit) คืออุปกรณ์ที่ทำการควบคุมความเร็วและแรงบิดของเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งก็คือส่วนของ Servo Amplifier หรือ Drive Unit



รูปที่ 2.25 Servo Amplifier หรือ Drive Unit

3. ชิ้นส่วนควบคุม (Controller Unit) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งก็คือส่วนของตัวควบคุมหรือ Controller Unit และส่วนของเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ที่ทำหน้าตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

รูปที่ 2.26 Controller Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

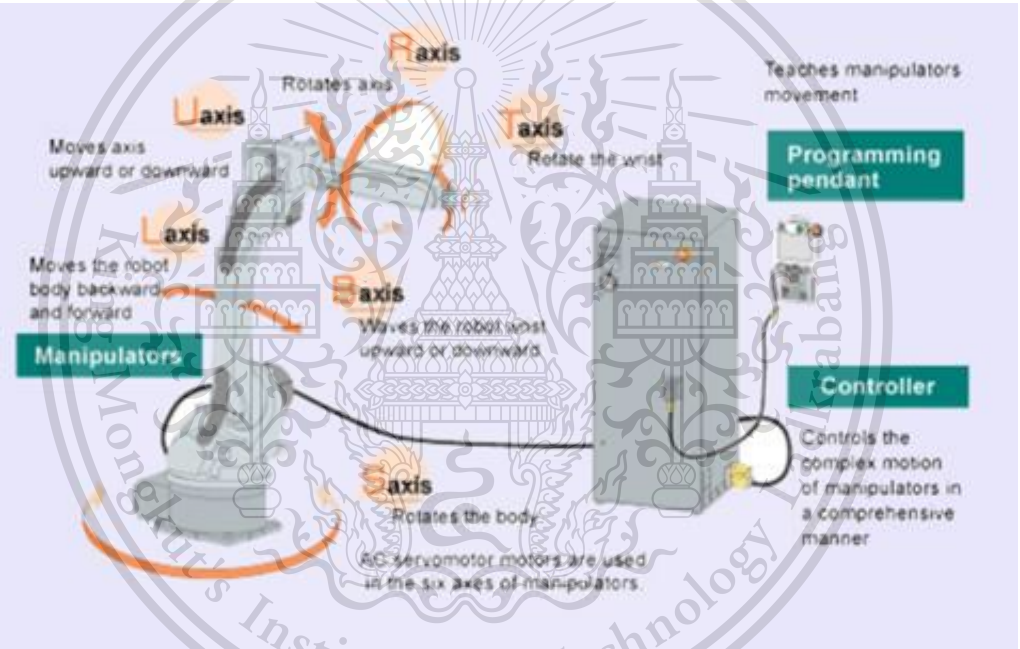
2.6.2.1 องค์ประกอบของระบบควบคุมหุ่นยนต์ [17]

องค์ประกอบหลักของระบบควบคุมหุ่นยนต์ ประกอบด้วย ตัวสอนหุ่นยนต์หรือ Programming Pendant ตัวควบคุมหรือ Controller และตัวหุ่นยนต์หรือ Manipulator

1. ตัวสอนหุ่นยนต์หุ่นยนต์หรือ Programming Pendant เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้อนคำสั่งหรือโปรแกรมการทำงานโดยผู้ควบคุมหรือผู้ใช้งาน

2. ตัวควบคุมหรือ Controller เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งหรือโปรแกรมที่มาจากผู้ควบคุมหรือผู้ใช้งานแล้วนำมาประมวลผลเพื่อควบคุมหรือสั่งการทำงานของหุ่นยนต์

3. ตัวหุ่นยนต์หรือ Manipulator ตัวหุ่นยนต์จะทำงานหรือเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่ผ่านการประมวลผลจากตัวควบคุม



รูปที่ 2.27 องค์ประกอบของระบบควบคุมหุ่นยนต์

2.6.2.2 ตัวสอนหุ่นยนต์

ตัวสอนหุ่นยนต์ (Programming Pendant) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ อุปกรณ์ตัวนี้จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจะต้องใช้งานอยู่บ่อยครั้งที่สุด โดยตัวสอนหุ่นยนต์มีไว้สำหรับทำการควบคุมหรือสั่งให้หุ่นยนต์เกิดการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของของหุ่นยนต์ ตรวจสอบโปรแกรม เริ่มหรือหยุดการการทำงานของหุ่นยนต์และยังทำหน้าที่ในการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อความการแจ้งเตือนสถานะการทำงานของหุ่นยนต์ รอบการทำงาน ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ การจัดเก็บหรือสำรองข้อมูลโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมหุ่นยนต์อีกมากมาย โดยตัวสอนหุ่นยนต์จะต้องมีการติดต่อสื่อสารเพื่อส่งและรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่าง ๆ กับตัวควบคุมอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้หุ่นยนต์ทุกตัวจะต้องมีอุปกรณ์ส่วนนี้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ในปัจจุบันตัวสอนหุ่นยนต์จะหน้าตาแตกต่างกันออกไปตามยี่ห้อของผู้ผลิตและได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่าย เป็นมิตรกับผู้ใช้งานดังรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 ตัวอย่างตัวสอนหุ่นยนต์

2.6.3 PLC-Based Robotic Controller [18]

PLC-Based Robotic Controller เป็นระบบควบคุมหุ่นยนต์ที่มีการนำเอาระบบควบคุมพีแอลซีมารวมเข้าด้วยกันกับระบบควบคุมหุ่นยนต์เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มทางเลือกในการใช้งานให้กับผลิต ซึ่งถือเป็นระบบควบคุมที่รวมเอาข้อดีของทั้งระบบควบคุมหุ่นยนต์และระบบควบคุมพีแอลซีเข้าด้วยกัน

ข้อดีของการนำ PLC-Based Robotic Controller มาใช้งานทำให้สามารถลดต้นทุนโดยรวมของระบบได้เนื่องจากสามารถใช้ทั้งตัวควบคุมหุ่นยนต์ในการควบคุมหรือการจัดการวัสดุต่าง ๆ ในซึ่งเป็นระบบที่มีความซับซ้อนและสามารถใช้ระบบควบคุมพีแอลซีในส่วนของระบบทั่วไป เช่น สายพานลำเลียงขาเข้าและขาออก รถขนย้ายสินค้า เป็นต้น หากนำไปใช้กับมีขนาดไม่ใหญ่มากก็จะยิ่งมีความเหมาะสมเพราะผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องซื้อพีแอลซีมาต่อเพิ่ม ซึ่งถือเป็นการลดต้นทุนให้กับผู้ใช้งานซึ่งเป็นสิ่งที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.7 สายพานลำเลียง [19]

สายพานลำเลียงเป็นอุปกรณ์ลำเลียงหรือขนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการลำเลียงวัตถุหลังจากที่วัตถุนั้นผ่านมาตามขั้นตอนแล้วหรือเป็นการลำเลียงวัตถุจากหนึ่งไปยังอีหนึ่ง สามารถแบ่งประเภทของระบบสายพานลำเลียงได้ดังนี้

1. Conveyor Belt เป็นระบบลำเลียงที่ใช้สายพานในการลำเลียงวัตถุ โดยวัสดุของสายพานที่นำมาใช้สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุที่ต้องการลำเลียง เหมาะกับการลำเลียงวัตถุที่มีน้ำหนักเบา ระยะทางยาว และเหมาะสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างต่าง ๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิต เช่น อาหาร เครื่องดื่ม และพัสดุ เป็นต้น

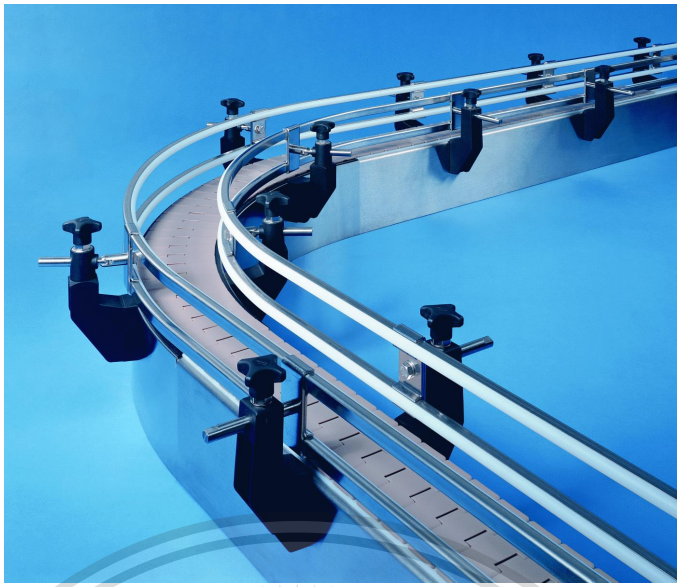
รูปที่ 2.29 สายพานลำเลียงประเภท Conveyor Belt

2. Roller Conveyor เป็นระบบลำเลียงที่ใช้ลูกกลิ้งในการลำเลียงเป็นหลัก เหมาะกับการลำเลียงวัตถุที่มีผิวเรียบ ระยะทางสั้น ๆ และวัตถุมีน้ำหนักมาก เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น [20]

รูปที่ 2.30 สายพานลำเลียงประเภท Roller Conveyor

3. Top Chain Conveyor เป็นระบบลำเลียงที่ใช้โซ่เป็นตัวขับเคลื่อนและลำเลียง โดยโซ่ที่ใช้ด้านบนจะมีลักษณะเป็นปีกแบน ๆ เรียงต่อกันคล้ายก้างปลา สามารถทำมุมโค้งงอ 90 องศาได้หรือลำเลียงวัตถุระยะทางยาว เช่น ลำเลียงขวดจำนวนมาก [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.31 สายพานลำเลียงประเภท Top Chain Conveyor

4. Chain Conveyor เป็นระบบลำเลียงที่ใช้โซ่เป็นตัวเป็นกลไกในการขับเคลื่อนร่วมกับระบบไฮดรอลิกซึ่งสามารถ ปรับระดับความสูง และลำเลียงวัตถุที่มีน้ำหนักมากได้ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อลำเลียงเข้าไปยังโรงพ่นสี [22]

รูปที่ 2.32 สายพานลำเลียงประเภท Chain Conveyor

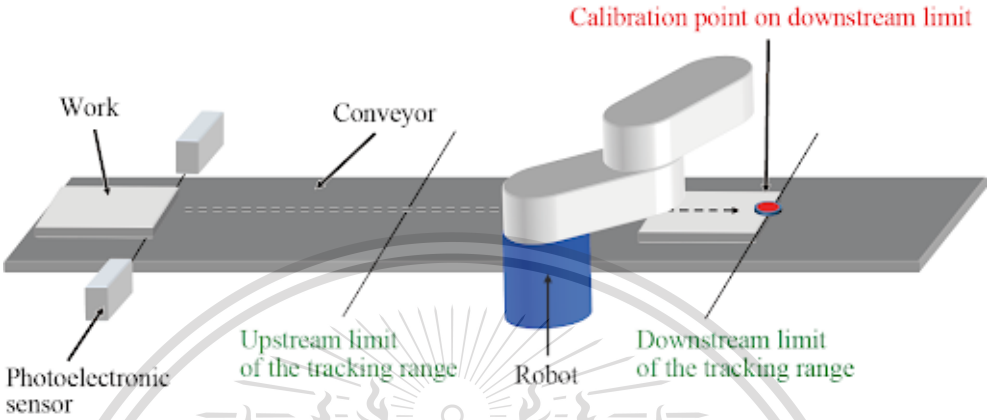
2.8 ระบบติดตามสายพานลำเลียง [23]

การติดตามสายพานลำเลียงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมการคัดแยก รวมไปถึงอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานสายพานลำเลียงใน เพราะการติดตามสายพานลำเลียงมักมาควบคู่กับระบบติดตามสายพานลำเลียง ระบบติดตามสายพานลำเลียงมีคุณสมบัติในการติดตามสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลำเลียงและซิงโครไนซ์ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนสายพานลำเลียงเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องจักรและหุ่นยนต์

ในระบบติดตามสานพานลำเลียงนั้นตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนสายพานลำเลียงจะถูกบันทึกโดยเอ็นโคดเดอร์ที่ถูกติดตั้งอยู่บนชุดขับเคลื่อนสายพานลำเลียงซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2.33 ระบบติดตามสายพานลำเลียง

2.9 เอ็นโคดเดอร์ [24]

เอ็นโคดเดอร์ (Encoder) คือ เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสจากระยะทางจากการหมุนรอบตัวเองแล้วแปลงการเคลื่อนไหวออกมาเป็นรหัสในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า โดยสามารถนำรหัสนั้นมาแปลงกลับเพื่อหาค่าต่าง ๆ ได้ เช่น ระยะทางการหมุน ความเร็วรอบ องศาการเคลื่อนที่ เป็นต้นแล้วนำมาแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบผ่านหน้าจอแสดงผล ซึ่งรูปแบบของการเข้ารหัสมีหลากหลายรูปแบบ เช่น สัญญาณดิจิตอล, Binary Code, Gray Code เป็นต้น แต่ในปัจจุบันเนื่องจากมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นจึงมีรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารที่ถูกนำมาใช้งานเพื่อเพิ่มระยะในการสื่อสารให้ไกลมากขึ้น ลดปัญหาเรื่องการส่งสัญญาณที่ผิดพลาดเพื่อให้ตอบสนองกับยุคอุตสาหกรรม 4.0 หรือ Smart Factory

2.9.1 ประเภทของเอ็นโคดเดอร์ [25]

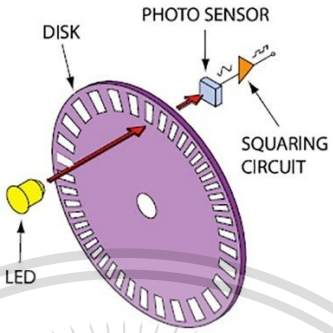
การแบ่งประเภทของเอ็นโคดเดอร์สามารถแบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง เช่น แบ่งตามโครงสร้างของเอ็นโคดเดอร์ แบ่งตามโครงสร้างการใช้งาน แบ่งตามประเภทเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์ เป็นต้น

2.9.1.1 แบ่งตามโครงสร้างของเอ็นโคดเดอร์

การแบ่งประเภทของเอ็นโคดเดอร์ตามโครงสร้างของเอ็นโคดเดอร์แบ่งได้ดังนี้

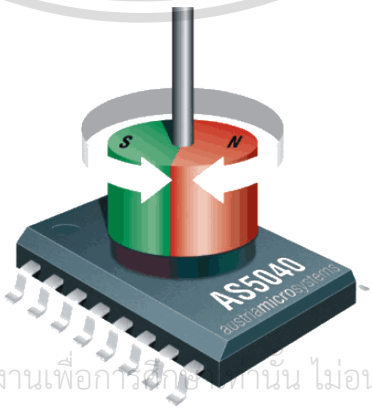
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. โรตารีออปติคอลเอ็นโคดเดอร์ เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดยใช้หลักของ Optical Sensing ร่วมกับ Code Disk และใช้ Scanning reticle ที่เป็นตัวช่วยบังคับแสงให้ตรงไปยัง Phototransistor หรือตัวรับแสงได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 2.34 โรตารีออปติคอลเอ็นโคดเดอร์

2. โรตารีแมกเนติกเอ็นโคดเดอร์ เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ Magnetic Code Ring ที่เป็นตัวหมุนในการทำงานและใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับ Code จากสนามแม่เหล็กแทนการใช้ Code Disk ซึ่งเป็นโครงสร้างของโรตารีออปติคอลเอ็นโคดเดอร์เนื่องจาก Code Disk เป็นวัสดุใสและเปราะบาง ไม่ทนต่อการใช้งานที่มีแรงสั่นสะเทือนมากโรตารีแมกเนติกเอ็นโคดเดอร์จึงมีความสามารถในการใช้งานที่สูงและทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดีกว่าทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของเอ็นโคดเดอร์ได้ ตัวเซ็นเซอร์ของโรตารีแมกเนติกเอ็นโคดเดอร์มี 2 แบบ ได้แก่ Magneto-Resistance (MR) และ IC Sensor โดยเซ็นเซอร์ทั้ง 2 รูปแบบ เมื่อมีสนามแม่เหล็กตัดผ่านจะมีการแยกขั้วเหนือและขั้วใต้ ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการ Hall Effect ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็น Sine Wave ออกมา จากนั้นจะมีการใช้แปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital : A/D) เพื่อนำเอาสัญญาณดิจิตอลเหล่านั้นไปใช้งานต่อไป



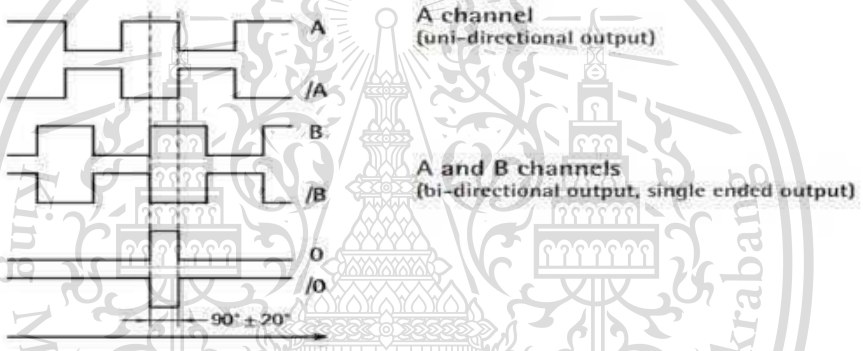
รูปที่ 2.35 โรตารีแมกเนติกเอ็นโคดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.9.1.2 แบ่งตามโครงสร้างการใช้งาน

การแบ่งประเภทของเอ็นโคดเดอร์ตามโครงสร้างการใช้งานแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์ เป็นเอ็นโคดเดอร์ที่มีสัญญาณเอาต์พุตลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์ที่เป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม โดยจำนวนสัญญาณพัลส์ที่ออกมานั้นจะสอดคล้องกับระยะทางการเคลื่อนที่ ระยะห่าง ตำแหน่ง ความเร็ว ความเร่ง และทิศทางการหมุนของเอ็นโคดเดอร์โดยอาศัยการจับทิศทางของมุมเฟสที่สัญญาณเอาต์พุต A กับ B ที่มีมุมเฟสต่างกัน 90 องศาว่าสัญญาณใดเกิดก่อนกัน สัญญาณเอาต์พุตจะออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ต่อรอบ (PPR) แต่เอ็นโคดเดอร์ประเภทนี้มีข้อเสียคือหากมีการถอดสายสัญญาณหรือแหล่งจ่ายไฟออกเพียงชั่วขณะ ข้อมูลการเคลื่อนที่ก็จะหายไปไม่สามารถระบุตำแหน่งพัลส์หรือตำแหน่งองศาได้ ผู้ใช้งานจึงต้องปรับจุดอ้างอิงใหม่เสมอ



รูปที่ 2.36 พัลส์ที่เกิดจากอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์

2. แอปโซลูทโรตารีเอ็นโคดเดอร์ เป็นอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์ที่มีสัญญาณเอาต์พุตในรูปแบบของรหัส เช่น Binary Code, Gray Code เป็นต้น โดยเป็นการพัฒนามาแทนการให้สัญญาณเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณพัลส์ เพื่อทำให้มีสามารถระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่และองศาของเอ็นโคดเดอร์ ได้ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด และหากมีการหยุดจ่ายไฟแล้วทำการจ่ายไฟเข้าไปใหม่ข้อมูลทั้งหมดก็ยังคงอยู่ที่ตำแหน่งเดิม แต่ข้อเสียคือเอ็นโคดเดอร์ประเภทนี้จะมีราคาแพง

2.9.1.3 แบ่งตามประเภทเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์ [26]

จากที่กล่าวไปว่าในการทำงานของเอ็นโคดเดอร์มีการสร้างสัญญาณทางไฟฟ้าออกมาและสัญญาณนั้นจะถูกนำไปประมวลผล ในอดีตส่วนใหญ่สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณอนาล็อกซึ่งมีความละเอียดค่อนข้างต่ำ แต่ในปัจจุบันเอ็นโคดเดอร์จะมีสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิตอลยังมีอยู่เล็กน้อยที่เป็นแบบ PWM ที่เป็นสัญญาณอนาล็อก ดังนั้นในการเลือกใช้งานเอ็นโคดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรู้จักลักษณะสัญญาณเอาต์พุตแบบต่าง ๆ เพื่อทำให้การนำไปใช้งานสามารถทำได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างประเภทเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์ได้แก่

1. Output Code (Parallel) สัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้จะใช้ระบบการประมวลผลแบบดิจิตอล จึงมีการรหัสตำแหน่งของเอ็นโคดเดอร์ด้วยรหัสดิจิตอล รหัสดิจิตอลที่นิยมนำมาใช้มีดังนี้

1.1 Binary Code เป็นสัญญาณรหัสที่อยู่ในรูปของเลขฐาน 2 โดยจะใช้เลข 0 และ 1 ซึ่งสามารถเข้ารหัสเลขฐาน 10 ที่เป็นที่ใช้งานกันโดยทั่วไป แต่สัญญาณรหัสประเภทนี้มีข้อเสียคือมีการหน่วงสัญญาณที่เกิดขึ้นในแต่ละบิตซึ่งอาจทำให้การเข้ารหัสมีความผิดพลาดได้

1.2 Gray Code หรือรหัสเกรย์ เป็นสัญญาณรหัสที่ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาการปลอมบิตจากการรบกวนทางไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงของรหัสเกรย์แต่ละค่าจะต่างจากจำนวนก่อนหน้าเป็นจำนวน 1 บิตเสมอ ทำให้โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดได้ยากเมื่อเทียบกับการเข้ารหัสในรูปแบบของเลขฐาน 2 โดยรหัสเกรย์จะสามารถจำกัดความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ค่าของ LSB เสมอ

2. Shifted Gray code หรือ Gray Excess code สัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้เป็นการแปลงค่าจาก Binary Code ไปเป็นเลขฐาน 10 ซึ่งสามารถแทนค่าสูงสุดได้เป็นจำนวนเท่ากับ 2^{n} โดย n จะเป็นจำนวนบิตที่ใช้แทนค่า โดยสัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้จะทำให้สามารถทราบค่าตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายได้

3. NPN Open Collector (Code N) สัญญาณเอาต์พุต NPN Open Collector (Code N) อาจเรียกว่า วงจรเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์เป็นการเชื่อมต่อกันของสัญญาณไฟฟ้าระหว่างตัวเซ็นเซอร์กับตัวอ่านค่า NPN Open Collector เป็นเอาต์พุตแบบ NPN หรือ Sinking Output จึงใช้งานกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสออกมา ข้อดีคือสามารถต่อใช้งานเอ็นโคดเดอร์ได้แม้ว่าไฟเลี้ยงของเอ็นโคดเดอร์จะมีระดับแรงดันที่ไม่เท่ากัน แต่ก็มีข้อเสียคือไม่สามารถต่อวงจรเอาต์พุตแบบ Source ได้

4. PNP Open Collector (Code P) สัญญาณเอาต์พุตแบบ PNP หรือ Sourcing Output จะใช้งานกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นภาระโหลด และตัวเอ็นโคดเดอร์จะเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ ซึ่งเอ็นโคดเดอร์แบบนี้เป็นประเภทที่ไม่ค่อยมีการใช้งานเนื่องจากมีข้อเสียคือไม่สามารถต่อวงจรเอาต์พุตแบบ Sinking ได้

5. Push-Pull / HTL (Code Y) สัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้เป็นวงจรเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์ที่สร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมเฟสต่างกัน 90 องศา โดยมีข้อดีคือสามารถต่อเอ็นโคดเดอร์ให้สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่เป็นทั้ง Sink และ Source และสามารถทนกระแสสูงสุดได้ 80 มิลลิแอมป์ เหมาะกับอุปกรณ์ที่เป็น Motion Control และอุปกรณ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กินกระแสไม่มากแต่สัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้มีข้อเสียในเรื่องการป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ในระดับปานกลางจึงต้องใช้วงจรกรองสัญญาณรบกวนเพิ่ม

6. Power Push-Pull / HTL (Code T) สัญญาณเอาต์พุตประเภทนี้เป็นวงจรเอาต์พุตที่เหมือนกับวงจรเอาต์พุตแบบ Push-Pull / HTL (Code Y) แต่มีคุณสมบัติที่สามารถขับโหลดในระยะไกลได้ โดยสามารถต่อสายเซ็นเซอร์ได้ไกลถึง 100 เมตร ถึงต่างจากสัญญาณเอาต์พุตแบบ Push-Pull / HTL (Code Y) ที่ไม่สามารถต่อสายในระยะไกลได้

7. Analogue Output เป็นประเภทสัญญาณเอาต์พุตที่นิยมนำมาใช้ในวงจรการป้อนกลับความเร็วหรือตำแหน่งของเอ็นโคดเดอร์ เช่น งานควบคุมความเร็วหรือตำแหน่งมอเตอร์ หลักการทำงานภายในเอ็นโคดเดอร์คือจะแปลงค่าที่ได้จาก Code Disk ไปเป็นสัญญาณมาตรฐาน เช่น 0-5 โวลต์, 4-20 มิลลิแอมป์

8. Fieldbus Interface (Serial Interfaces) เป็นมาตรฐานการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เช่น เซ็นเซอร์ ตัวประมวลผล เช่น หน้าจอแสดงผล พีแอลซี DCS ซึ่งมีการส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบดิจิตอล แต่ละแบบจะมีมาตรฐานและการทำงานที่แตกต่างกัน สามารถเปรียบเทียบตัวอย่าง Fieldbus ต่าง ๆ ได้ดังนี้

Bus Technology	Standard	Bus Power	Communication Speed	Std. Max. Distance	Max. Devices
AS-Interface	AS-International	Yes	-	100m	62
CANopen	CiA 301, CiA 401	No	1Mbps at 20m	5km at 10kbps	127
CC-Link	IEC 61784, CLPA	No	10Mbps	1.2km	64
DeviceNet	ODVA, CIP	Yes	125, 250, 500kbps	500m	64
EtherCAT	IEC 61158, IEEE 802.3	No	100Mbps, 1Gbps	100m	65,536
Ethernet/IP	ODVA, CIP	No	100Mbps, 1Gbps	100m	Unlimited
FF H1	IEC 61158, ISA SP50	Yes	31.25Kbps	1.9 – 9.5km	240
FF HSE	IEC 8802, IEEE 802.3	No	100Mbps, 1Gbps	100m	Unlimited
MODBUS	TIA-485	No	9.6Kbps – 12Mbps	1.5km	246
PROFIBUS PA	IEC 61158	Yes	31.25Kbps	1.9 – 9.5km	126
PROFIBUS DP	IEEE1451.2, TIA-485	No	9.6Kbps – 12Mbps	1.5km	126
PROFINET	IEC 8802, IEEE 802.3	No	100Mbps, 1Gbps	100m	Unlimited
HART	Bell 202, 4..20mA	Yes	1.2 Kbps – 9.6Kbps	3km	64

รูปที่ 2.37 ตัวอย่าง Fieldbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.9.2 การเลือกใช้งานเอ็นโคดเดอร์ [27]

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรู้ถึงการเลือกเอ็นโคดเดอร์เพื่อให้เกิดการใช้งานที่ดีมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยปัจจัยในการเลือกใช้งานเอ็นโคดเดอร์มีดังนี้

2.9.2.1 ความยาวสายสัญญาณของเอ็นโคดเดอร์

หากนำเอ็นโคดเดอร์ไปใช้จับความเร็วที่มีสัญญาณความถี่ที่สูงจะส่งผลให้ความยาวของสัญญาณสั้นลงเนื่องจากความต้านทานในสายสัญญาณมีค่าสูงที่ความถี่สูงทำให้การลดสัญญาณมากขึ้นตามไปด้วย

2.9.2.2 ความเร็วสูงสุดของเอ็นโคดเดอร์

ความเร็วสูงสุดของเอ็นโคดเดอร์จะขึ้นอยู่กับความยาวของสายเอ็นโคดเดอร์ด้วยหากสายมีความยาวมากจะส่งผลให้ค่าตัวเก็บประจุเกิดขึ้นมากซึ่งมีผลกระทบต่อสัญญาณความเร็วสูงสุดสามารถหาได้ดังสมการที่ 2.1

$$RPM = \frac{MAX.FREQUENCY\ (kHz)\ x\ 60\ x\ 1000}{Pulse\ rate\ (PPR)} \tag{2.1}$$

จากสมการที่ 2.1 RPM คือ ความเร็วรอบสูงสุด (รอบต่อนาที)

MAX.FREQUENCY คือ ความถี่สูงสุดที่ตัวควบคุมสามารถอ่านได้ (กิโลเฮิรตซ์)

PPR คือ จำนวนพัลส์ต่อรอบที่เอ็นโคดเดอร์สามารถจ่ายได้

2.9.2.3 Resolution และ Pulse Rate

Resolution คือความละเอียดสูงสุดที่สามารถทำได้ ส่วน Pulse Rate คือจำนวนพัลส์ต่อรอบจะเกิดขึ้นเมื่อมีการหมุนที่แกนของเอ็นโคดเดอร์ครบหนึ่งรอบ ซึ่งตัวแปรทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กันดังสมการที่ 2.2 ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Resolution และ Pulse Rate

$$Resolution = \frac{2\pi r}{Pulse\ rate\ (PPR)} \tag{2.2}$$

2.9.2.4 ประเภทของการใช้งานระหว่าง ออปติคอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์และแมกเนติกโรตารีเอ็นโคดเดอร์

ในการนำไปใช้งานจำเป็นต้องมีการเลือกประเภทของเอ็นโคดเดอร์ไปใช้กับงานที่มีความเหมาะสม หากงานที่ทำไปประยุกต์ใช้มี Resolution หรือ ความละเอียดของงานสูงควรเลือกใช้ออปติคอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์มากกว่าแมกเนติกโรตารีเอ็นโคดเดอร์แต่ในขณะเดียวกันหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

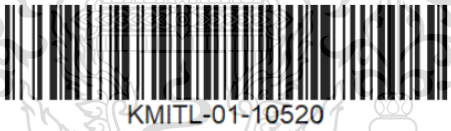
งานนั้นมีสภาพแวดล้อมในการติดตั้งที่มีฝุ่น ความชื้นและแรงสั่นสะเทือนมากก็ควรเลือกใช้งานแมกเนติกโรตารีเอ็นโคดเดอร์มากกว่าเพราะถูกออกแบบมาให้ทนในสภาพแวดล้อมดังกล่าว

2.10 บาร์โคด [28]

บาร์โคด หรือ รหัสแท่ง เป็นรหัสที่ประกอบด้วยเส้นมืดและเส้นสว่างวางเรียงเป็นแนวดิ่ง เพื่อใช้แทนตัวเลขหรือตัวอักษรเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถอ่านรหัสข้อมูลได้สะดวกและง่ายขึ้น โดยการใช้งานผ่านเครื่องอ่านบาร์โคดร่วมกับฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูล สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำ ในอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการค้าขาย การบริการที่ต้องมีการจัดการฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ และในอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมายที่นำบาร์โคดไปประยุกต์ใช้ในและพัฒนาความสามารถของบาร์โคดในการเก็บข้อมูลได้มากขึ้นในรูปแบบบาร์โคด 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าบาร์โคด 1 มิติ

2.10.1 บาร์โคด 1 มิติ

มีลักษณะเป็นรหัสแท่งเส้นมืดและเส้นสว่างสลับกัน ใช้แทนรหัสตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งสามารถบรรจุข้อมูลได้ประมาณ 20 ตัวอักษร โดยมีรูปแบบโค้ดมาตรฐานแตกต่างกันตามประเภท เช่น EAN 13, Code 39, Code 128 เป็นต้น



รูปที่ 2.38 บาร์โคด 1 มิติ

2.10.2 บาร์โคด 2 มิติ

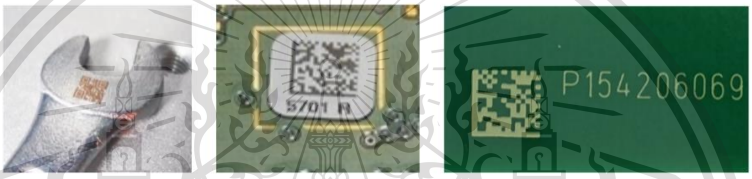
มีลักษณะเป็นแท่งรหัสทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ที่พัฒนามาจากบาร์โคด 1 มิติที่มีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรจุข้อมูล ซึ่งบาร์โคด 2 มิติสามารถบรรจุข้อมูลได้ประมาณ 4000 ตัวอักษร ในพื้นที่เท่ากันหรือเล็กกว่า โดยข้อมูลที่บรรจุสามารถใช้ข้อมูลที่เป็นภาษาอื่นได้นอกจากภาษาอังกฤษ หรือหากบาร์โคดมีบางส่วนเกิดความเสียหายก็ยังสามารถถอดรหัสได้ แต่อย่างไรบาร์โคด 2 มิติก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความเสถียร อาจทำให้เกิดปัญหาจากการนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น และยังต้องใช้เครื่องมือเฉพาะมาตรฐานตามประเภทของบาร์โคด เช่น QR Code, MaxiCode, Data Matrix เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.39 บาร์โคด 2 มิติ

2.10.3 บาร์โคด 3 มิติ

มีลักษณะและความสามารถเหมือนกับบาร์โคด 2 มิติแต่เป็นการติดบาร์โคดไว้บนวัสดุด้วยการยิงเลเซอร์หรือสลักลงบนเนื้อวัสดุ เพื่อทำให้บาร์โคดมีลักษณะสูงหรือต่ำกว่าพื้นผิวขึ้นมาและทนทานต่อสภาพแวดล้อม



รูปที่ 2.40 บาร์โคด 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
การดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินการเกี่ยวกับการออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา ในการคัดแยกพัสดุที่ขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด ไปยัง 4 ปลายทางที่ถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์ ซึ่งข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุจะถูกระบุด้วยข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ โดยแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อประกอบด้วย การออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา การจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา การประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา และการเขียนโปรแกรมควบคุมและการสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ ดังนี้

3.2 การออกแบบระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา

ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติจะใช้หุ่นยนต์เดลตาหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียง และทำการคัดแยกไปยังปลายโดยมีเป้าหมายการคัดแยกพัสดุมาก 10 ชิ้นต่อนาที ซึ่งจะทำการคัดแยกพัสดุจำนวน 3 ขนาดที่แตกต่างกัน คือ ขนาด กก หรือ AA (13 x 17 x 7 เซนติเมตร) ขนาด ก หรือ A (14 x 20 x 6 เซนติเมตร) และขนาด ข หรือ B (17 x 25 x 9 เซนติเมตร) แสดงดังรูปที่ 3.1 ไปยัง 4 ปลายทางที่ถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์ แสดงดังตารางที่ 3.1 ซึ่งข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุจะถูกระบุด้วยข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ ถูกออกแบบขึ้นมาเฉพาะจำนวน 14 ตัวอักษรเพื่อใช้ในกระบวนการคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น “KMITL-02-12150” แสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 โดยบาร์โคดจะขึ้นต้นด้วยตัวอักษร KMITL- เพื่อป้องกันการนำวัตถุที่มีบาร์โคดอื่นเข้ามาในคัดแยก ตัวอักษร 2 หลักต่อมาบ่งบอกถึงขนาดของพัสดุ 3 ขนาด ได้แก่ 00 01 และ 02 หมายถึงพัสดุขนาด กก ก และ ข หรือ AA A และ B ตามลำดับ และตัวอักษร 5 หลักสุดท้ายบ่งบอกถึงรหัสไปรษณีย์ได้แก่ 10130 10520 12150 และ 80000 ซึ่งในการสแกนข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ จะใช้งานเครื่องสแกนบาร์โคดของ Zebra รุ่น DS2208 ในการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.1 พัสดุ

ตารางที่ 3.1 ปลายทางพัสดุที่ถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์

ลำดับ	รหัสไปรษณีย์	ปลายทาง
1	10130	อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ
2	10520	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานครฯ
3	12150	อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
4	80000	อ.เมืองนครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างบาร์โคด 1 มิติ KMITL-02-12150

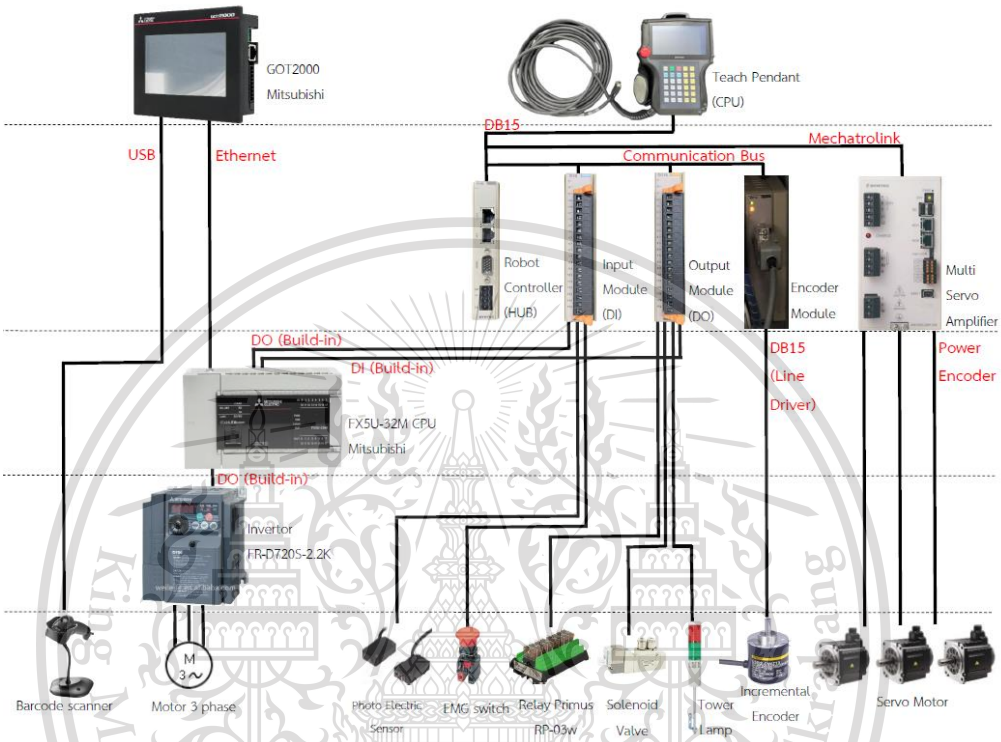
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างบาร์โคด 2 มิติ KMITL-02-12150

รูปที่ 3.4 เครื่องสแกนบาร์โคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.1 ระบบควบคุม

ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาจะมีการแบ่งส่วนของระบบควบคุมออกเป็น 2 ส่วนคือ ระบบควบคุมพีแอลซี และระบบควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งจะสื่อสารกันผ่านทางดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต โดยมีสถาปัตยกรรมเครือข่ายแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ

3.2.1.1 ระบบควบคุมพีแอลซี

ระบบควบคุมพีแอลซีที่ทำการออกแบบจะใช้พีแอลซีของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FX5U-32M/ES ในการควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง รับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โคด ประมวลผลบาร์โคด และส่งไปให้ระบบควบคุมหุ่นยนต์ โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบควบคุมพีแอลซีมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.2

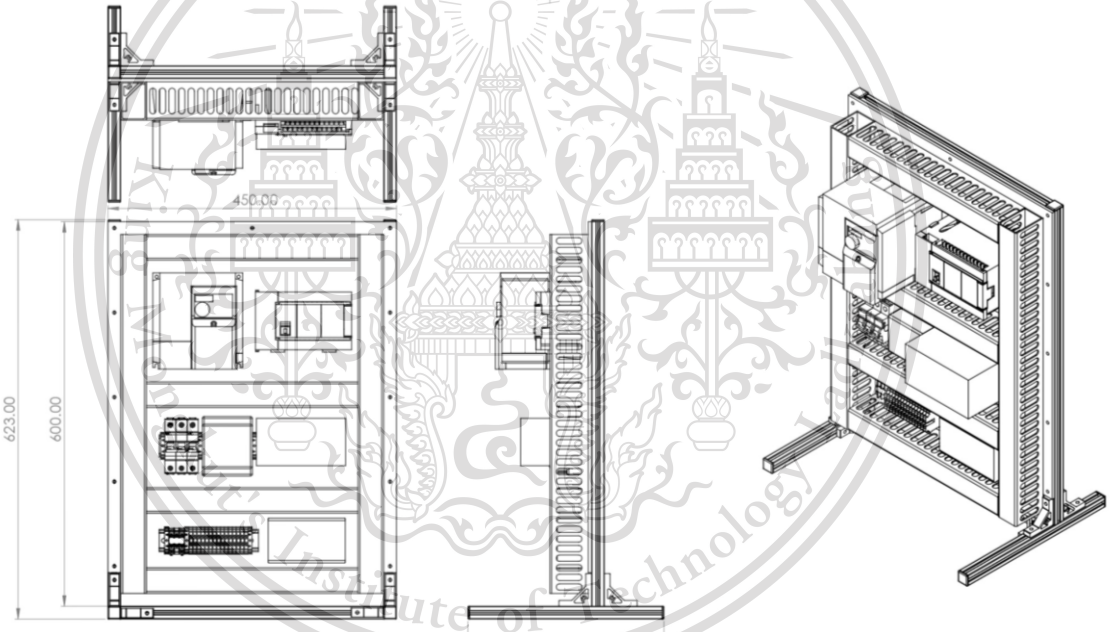
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติอุปกรณ์ของระบบควบคุมพีแอลซี

อุปกรณ์	คุณสมบัติ
FX5U-32MT/ES	เป็นพีแอลซีขนาดคอมแพค มีดิจิตอลอินพุต 16 อินพุต 24 VDC สามารถเลือกชนิดอินพุตได้เป็น NPN หรือ PNP มีดิจิตอลเอาต์พุต 16 เอาต์พุต 24VDC เอาต์พุตเป็นชนิด Sink และมีพอร์ต Ethernet สำหรับเชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์และหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์	คุณสมบัติ
GT2510-WXTBD	เป็นหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อแสดงผลและควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง
FR-D720S-2.2K	เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการขับมอเตอร์เหนี่ยวนำ โดยควบคุมผ่านดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซี

ระบบควบคุมพีแอลซีจะถูกติดตั้งอยู่บนแผงควบคุมแบบ Open Rack ที่สร้างด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 20 x 20 มิลลิเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตสุถานะของอุปกรณ์ โดยแผงควบคุมมีขนาดความกว้าง 300 มิลลิเมตร ความยาว 450 มิลลิเมตร และความสูง 600 มิลลิเมตร สามารถวางบนหลังตู้ควบคุมหุ่นยนต์เดลตาได้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะถูกติดตั้งอยู่บนแผ่นอะคริลิคความหนา 3 มิลลิเมตร ซึ่งแบบแปลนแสดงดังรูปที่ 3.6

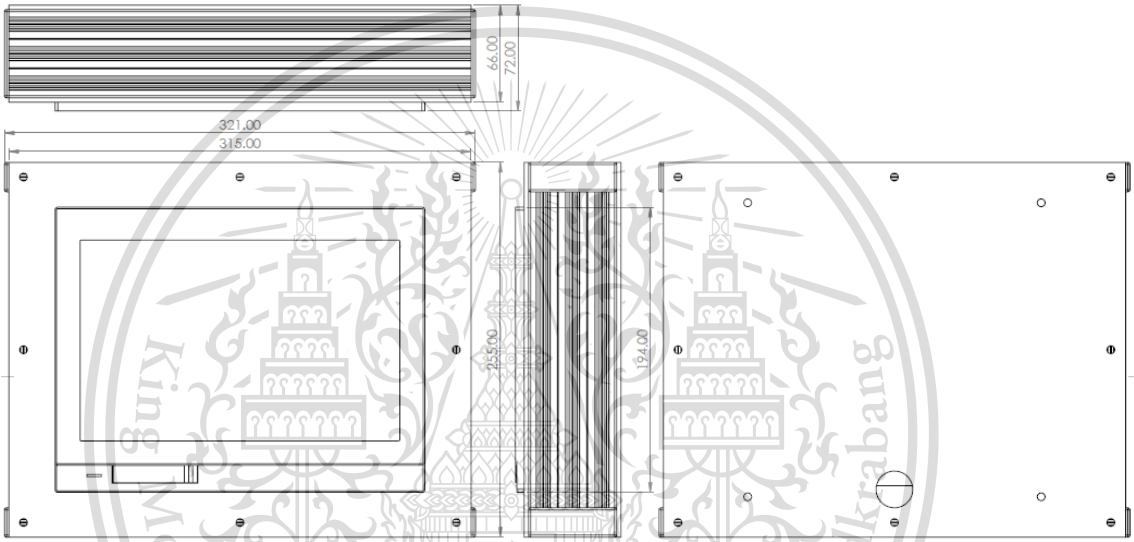


รูปที่ 3.6 แบบแปลนแผงควบคุมพีแอลซี

หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งานจะถูกติดตั้งอยู่ในกรอบที่สร้างด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 20 x 60 มิลลิเมตร และอะคริลิคความหนา 3 มิลลิเมตร เพื่อที่จะทำให้สามารถติดตั้งขาแขวนหน้าจอชนิดติดผนังขนาด VESA mount 200 x 200 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.7 เข้ากับหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอได้ โดยกรอบมีขนาดความกว้าง 255 มิลลิเมตร ความยาว 315 มิลลิเมตร และความหนา 66 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.7 ขาแขวนหน้าจอชนิดติดผนัง



รูปที่ 3.8 แบบแปลนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอและกรอบสำหรับติดตั้งขาแขวนหน้าจอ

3.2.1.2 ระบบควบคุมหุ่นยนต์

ระบบควบคุมหุ่นยนต์ที่ทำการออกแบบจะใช้ตัวควบคุมหุ่นยนต์ของ SYNTEC TECHONOLOGY รุ่น F21-M3-81RG-10-E ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา และการติดตามตำแหน่งพัสดุบนที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบควบคุมหุ่นยนต์มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.3

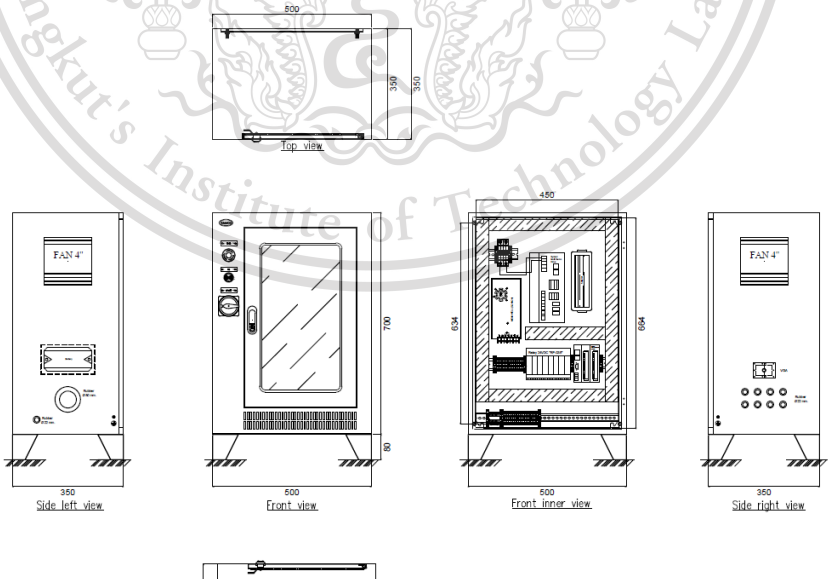
ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติอุปกรณ์ของระบบควบคุมหุ่นยนต์

อุปกรณ์	คุณสมบัติ
ตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อแสดงผล ควบคุมและโปรแกรมให้กับหุ่นยนต์ และเป็นตัวควบคุมหุ่นยนต์ประเภท PLC-Based Robotic Controller ในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์	คุณสมบัติ
Multi Servo Amplifier	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการขับเซอร์โวมอเตอร์ โดยสามารถเชื่อมต่อเซอร์โวมอเตอร์ได้สูงสุด 3 แกน
HUB	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ของตัวควบคุมหุ่นยนต์เข้าด้วยกัน และจ่ายไฟให้กับโมดูลต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อ
DI โมดูล	เป็นโมดูลดิจิตอลอินพุตจำนวน 16 อินพุต 24 VDC สามารถเลือกชนิดอินพุตได้เป็น NPN หรือ PNP
DO โมดูล	เป็นโมดูลดิจิตอลเอาต์พุตจำนวน 16 เอาต์พุต 24 VDC สามารถเลือกชนิดเอาต์พุตได้เป็น Sink หรือ Source
MPG โมดูล	เป็นโมดูลสำหรับเชื่อมต่ออินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์เอาต์พุต Line Driver

ระบบควบคุมหุ่นยนต์จะถูกติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมแบบสวิตช์บอร์ดแบบฝาหน้ากระจกใสขนาด กว้าง x สูง x ลึก เป็น 500 x 700 x 350 มิลลิเมตรเพื่อป้องกันฝุ่น ละอองน้ำ อันตรายที่เกิดจากสัตว์ และยังคงสามารถสังเกตสถานะของอุปกรณ์ที่อยู่ภายในได้ ขาตั้งสูง 80 มิลลิเมตร มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศบริเวณด้านข้าง และมีการติดตั้งไฟแสดงสถานะการปิด-เปิดตัวควบคุมหุ่นยนต์ ปุ่มหยุดฉุกเฉิน และแคมสวิตช์สำหรับปิด-เปิดตัวควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งทำการออกแบบร่วมกับบริษัท ไทยสวิชบอร์ด แอนด์ เมตัล เวอร์ค จำกัด แบบแปลนแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2 หุ่นยนต์เดลตา

ในหัวข้อนี้จะเป็นการออกแบบโครงสร้าง และชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์เดลตาเพื่อใช้ในการหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียงและทำการคัดแยก โดยหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบจะมีลักษณะการทำงาน 3 องศาอิสระ และมีพื้นที่การทำงานเป็นลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร โดยในการออกแบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการกำหนดพารามิเตอร์ ส่วนของการกำหนดคุณลักษณะ และแบบแปลน

3.2.2.1 การกำหนดพารามิเตอร์

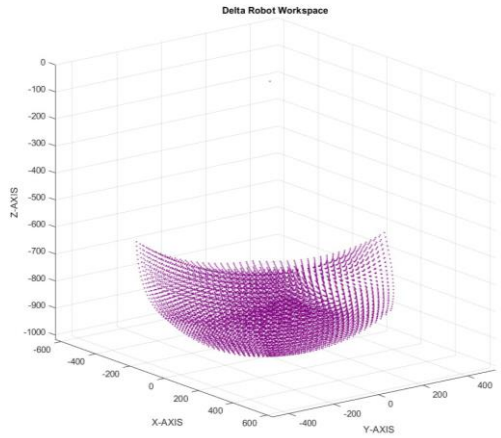
ในหัวข้อนี้จะเป็นการกำหนดพารามิเตอร์ของหุ่นยนต์เดลตาเพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นส่วน โดยใช้โปรแกรม MATLAB R2019a ในการคำนวณพารามิเตอร์หาพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์ของหุ่นยนต์เดลตา

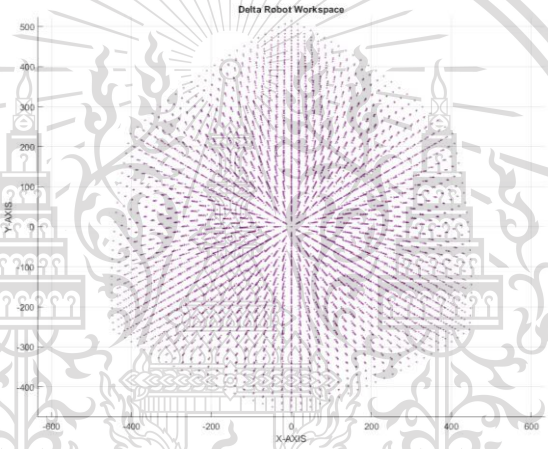
พารามิเตอร์	**ความหมาย**	**หน่วย (มิลลิเมตร)**
Wb	ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของฐานถึงจุดศูนย์กลางของตำแหน่งติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์	200
L	ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของตำแหน่งการติดตั้งเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ของขาด้านบนถึงจุดศูนย์กลางของข้อต่อชนิดบอลในเบ้าด้านบน	235
l	ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของข้อต่อชนิดบอลในเบ้าด้านบนถึงจุดศูนย์กลางของข้อต่อชนิดบอลในเบ้าด้านล่าง	800
Up	ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแพลตฟอร์มถึงตำแหน่งติดตั้งขาด้านล่าง	38

ผลลัพธ์ทางทฤษฎีจากการคำนวณพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตาโดยใช้พารามิเตอร์จากตารางที่ 3.4 ของโปรแกรม MATLAB R2019a แสดงดังรูปที่ 3.10 ถึงรูปที่ 3.13 และตารางที่ 3.5 โดยที่ผลลัพธ์ดังกล่าวมีการจำกัดขอบเขตมุมการทำงานของขาด้านบนทั้งสามขาอยู่ที่ 0 ถึง 90 องศา

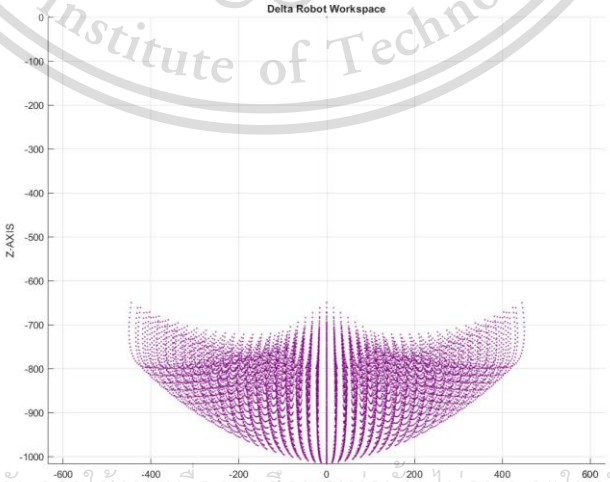
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.10 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์แบบสามมิติ

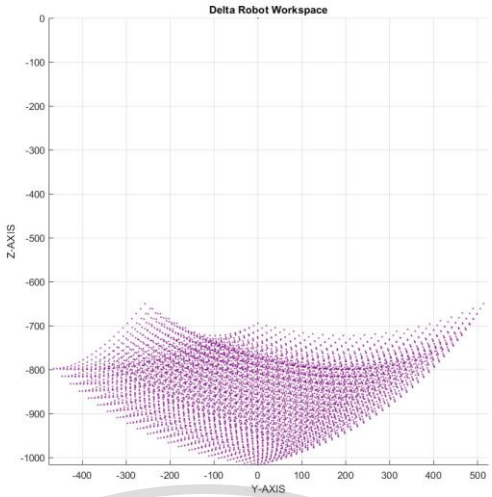


รูปที่ 3.11 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน X และ Y



รูปที่ 3.12 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน X และ Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.13 พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์บนระนาบแกน Y และ Z

ตารางที่ 3.5 พิกัดของหุ่นยนต์เดลตาที่สามารถเคลื่อนที่ไปได้บนระนาบแกน X, Y และ Z ในทางทฤษฎี

แกน	ทิศทางบวก (มิลลิเมตร)	ทิศทางลบ (มิลลิเมตร)
X	+ 400	- 400
Y	+ 400	- 400
Z	- 748.738	- 1000

3.2.2.2 การกำหนดคุณลักษณะ

การกำหนดคุณลักษณะของโครงสร้าง ชิ้นส่วนต่าง ๆ และตู้ควบคุมของหุ่นยนต์เดลตามีดังนี้

1. โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาจะใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตร แบบร่องทีนัท (T-Nut Slot) จำนวน 2 slot

รูปที่ 3.14 อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เดลตา ชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฐานของหุ่นยนต์เดลตา หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรกและแบบที่สอง ขาด้านบน ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง สลักเกลียวด้านบน สลักเกลียวด้านล่างและแพลตฟอร์ม ใช้วัสดุอะลูมิเนียม 7075 ขึ้นรูปชิ้นงานด้วยกระบวนการซีเอ็นซี ส่วนชิ้นส่วนขาด้านล่างของหุ่นยนต์เดลตาจะใช้วัสดุผสม (Composite) เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber) ที่มีลักษณะเป็นท่อเนื่องจากเส้นใยคาร์บอนมีข้อดีคือมีน้ำหนักเบาและมีความต้านทานแรงดึงสูง

รูปที่ 3.15 ตัวอย่างท่อเส้นใยคาร์บอน

3. ข้อต่อของหุ่นยนต์เดลตา เลือกใช้งานข้อต่อแบบบอลในเบ้าของ igus® เนื่องจากมีน้ำหนักที่เบา มุมการทำงานมากถึง 25 องศา และไม่ทำให้เกิดระยะคลอน

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างข้อต่อแบบบอลในเบ้าของ igus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. มือหยิบจับของหุ่นยนต์เดลตา เลือกใช้งานมือหยิบจับแบบสุญญากาศ เนื่องจากมีการทำงานที่ง่ายและสามารถหยิบจับวัตถุได้อย่างรวดเร็ว

รูปที่ 3.17 มือหยิบจับแบบสุญญากาศ

4. เซอร์โวมอเตอร์ เลือกใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ขนาด 400 วัตต์ ที่มีอิเล็กโทรแมกเนติกส์เบรกเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เดลตาขยับเมื่อหุ่นยนต์หยุดทำงาน โดยเซอร์โวมอเตอร์ที่เลือกใช้งานมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์

กำลัง	0.4 KW
แรงบิด	1.27 N m
ความเร็วมาตรฐาน	3000 RPM
ความเร็วสูงสุด	6000 RPM
อิเล็กโทรแมกเนติกส์เบรก	✓

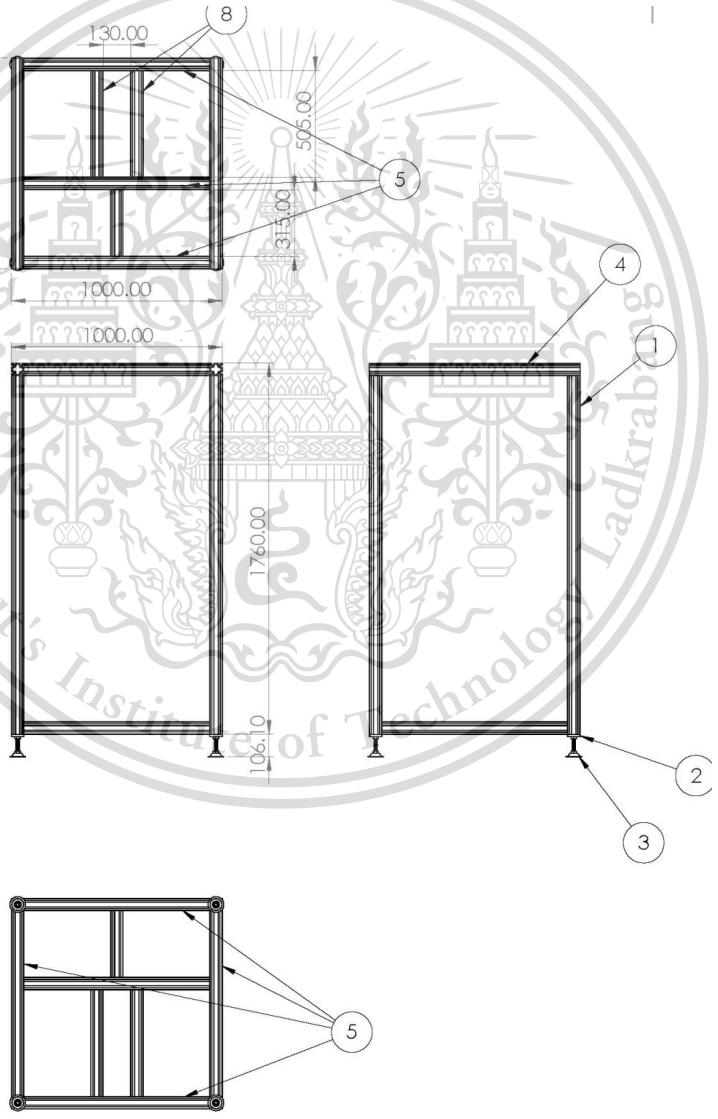
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2.3 แบบแปลน

ในการออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์เดลตาจะใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ในการออกแบบ โดยแบบแปลนโครงสร้างและชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา ฐานของหุ่นยนต์เดลตา หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ ประกับเพลา หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ ขาด้านบน ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง สลักเกลียวด้านบน สลักเกลียวด้านล่าง ขาด้านล่าง และ แพลตฟอร์ม

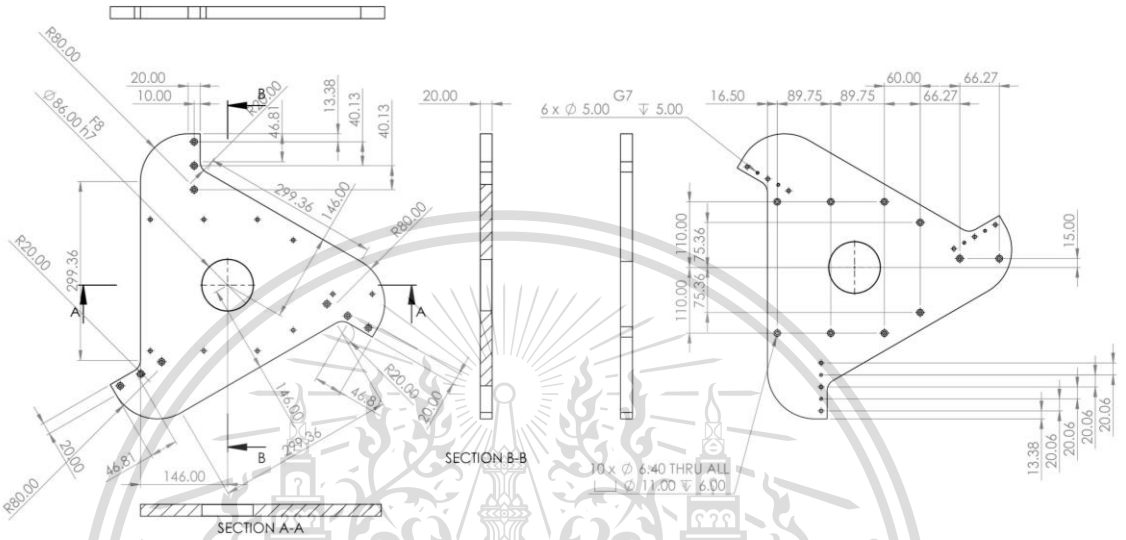
1. โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา ใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตร มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ 1,000 x 1,000 x 1,760 มิลลิเมตร โดยความสูงไม่รวมขาฉิ่งที่สามารถปรับความสูงได้ 150 มิลลิเมตรดังแสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แบบแปลนโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

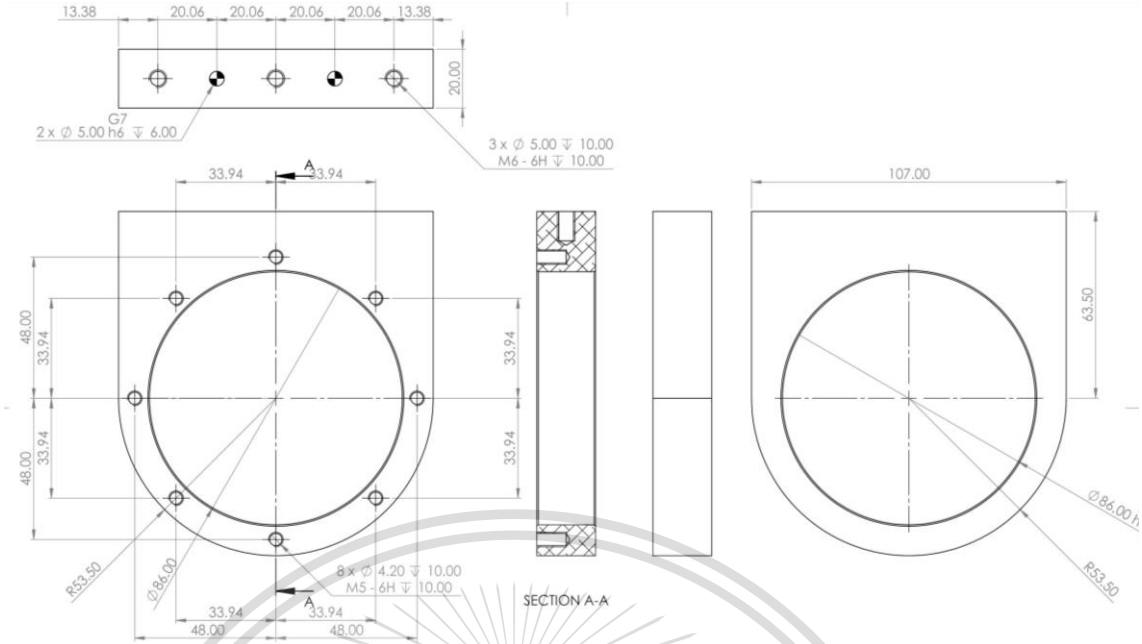
2. ฐานของหุ่นยนต์เดลตา ฐานของหุ่นยนต์เดลตามีความหนา 20 มิลลิเมตร คว้านรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 86 มิลลิเมตรโดยมีพิกัดความเผื่อ F8/h7 ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของฐานถึงจุดศูนย์กลางของตำแหน่งติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์หรือพารามิเตอร์ Wb มีความยาว 200 มิลลิเมตรดังแสดงดังรูปที่ 3.20



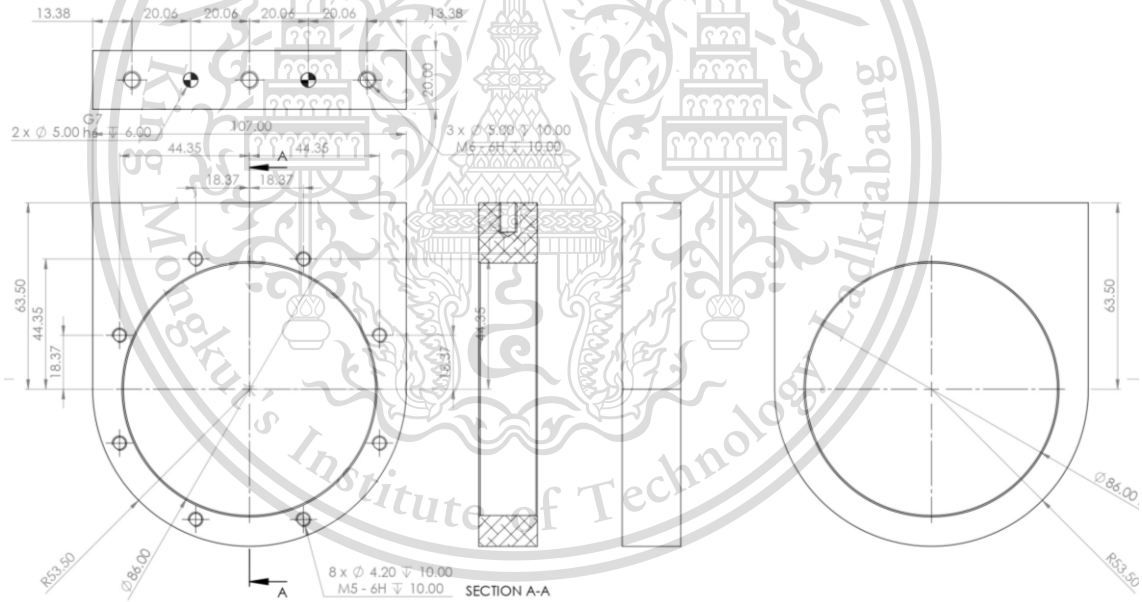
รูปที่ 3.20 แบบแปลนฐานของหุ่นยนต์

3. หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรกและแบบที่สอง มีขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) เท่ากับ 107 x 117 x 20 มิลลิเมตร และมีการคว้านรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 86 มิลลิเมตรโดยมีพิกัดความเผื่อ F8/h7 เพื่อใช้ในการติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ โดยมีการออกแบบทั้งหมด 2 แบบเนื่องจากชุดเฟืองขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์มีลักษณะการติดตั้งไม่เหมือนกันดังแสดงดังรูปที่ 3.21 และรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



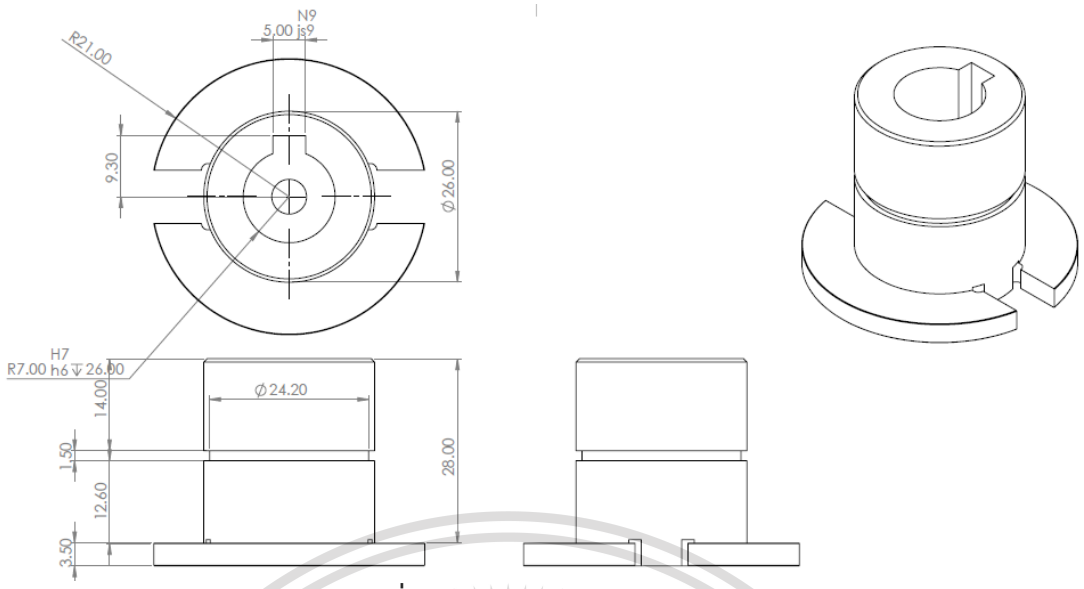
รูปที่ 3.21 แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรก



รูปที่ 3.22 แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบที่สอง

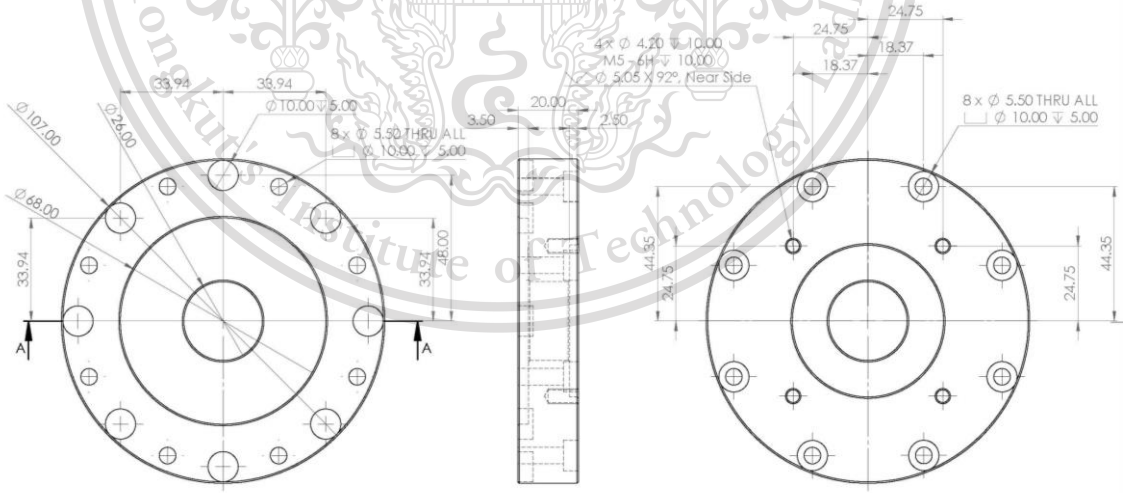
4. ประกับเพลา ชิ้นส่วนประกับเพลามีรูปทรงเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 มิลลิเมตร สูง 28 มิลลิเมตร มีการคว้านรูตรงกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตรโดยมีพิกัดความเผื่อ H7/h6 มีการเซาะร่องความลึกขนาด 0.9 มิลลิเมตร สำหรับติดตั้งแหวนล็อคสลัก ซึ่งชิ้นส่วนประกับเพลานี้มีปีกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มิลลิเมตร หนา 3.5 มิลลิเมตร มีการบากบริเวรปีกเพื่อติดตั้งเข้ากับชุดเฟืองขับมอเตอร์ดังแสดงดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



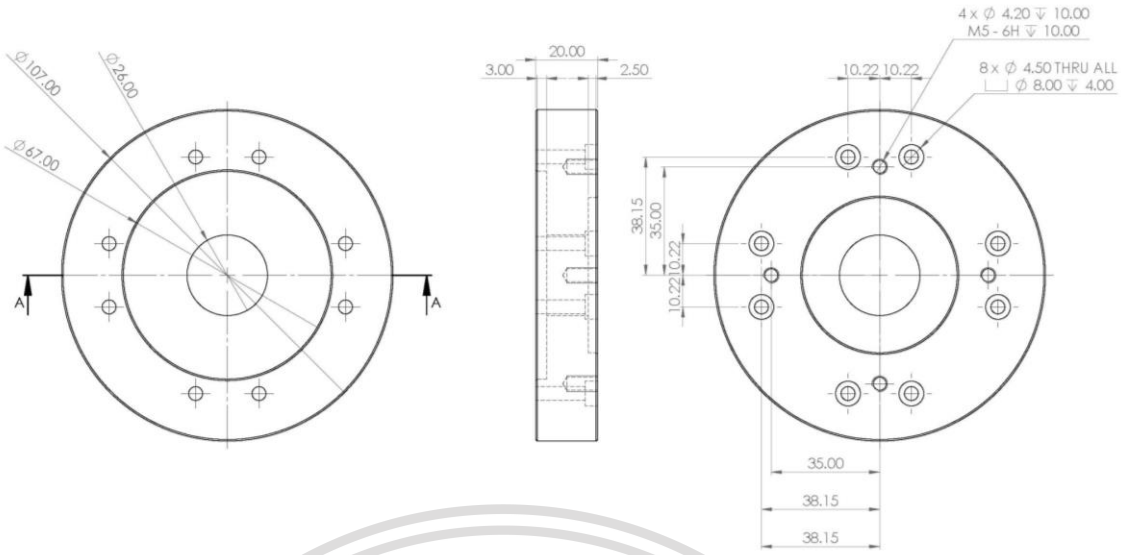
รูปที่ 3.23 แบบแปลนประกับเพลา

5. หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ ชิ้นส่วนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์มีรูปทรงเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 107 มิลลิเมตร หนา 20 มิลลิเมตรและมีการคว้านรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 มิลลิเมตร โดยมีการออกแบบทั้งหมด 2 ลักษณะดังรูปที่ 3.24 และรูปที่ 3.25 เนื่องจากชุดเฟืองขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์มีลักษณะการติดตั้งไม่เหมือนกัน



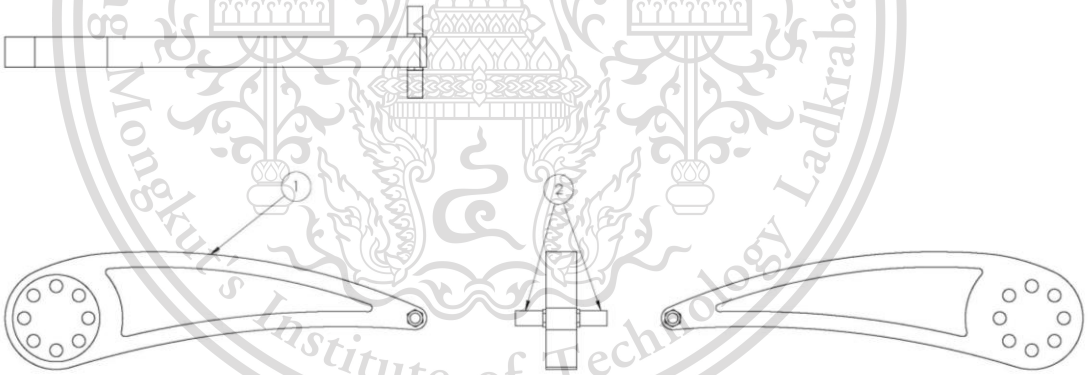
รูปที่ 3.24 แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.25 แบบแปลนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สอง

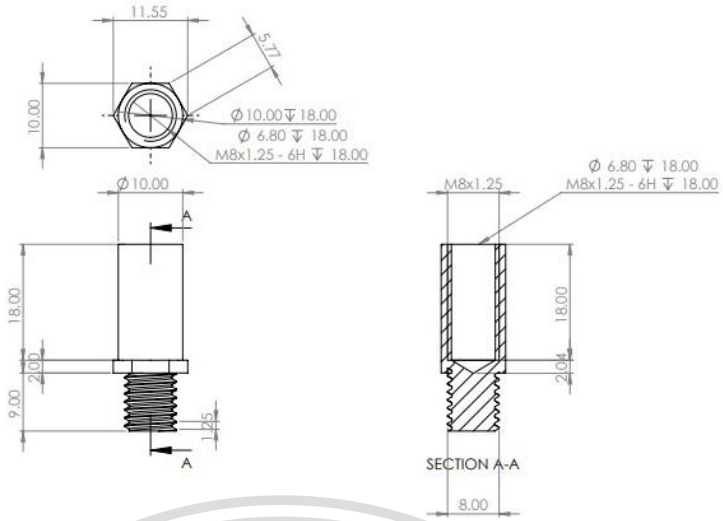
6. ขาด้านบน มีความหนา 20 มิลลิเมตร โดยมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของตำแหน่งการติดตั้งเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ของขาด้านบนถึงจุดศูนย์กลางของข้อต่อแบบบอลในเบ้าด้านบนหรือพารามิเตอร์ L มีความยาว 235 มิลลิเมตรดังแสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แบบแปลนขาด้านบน

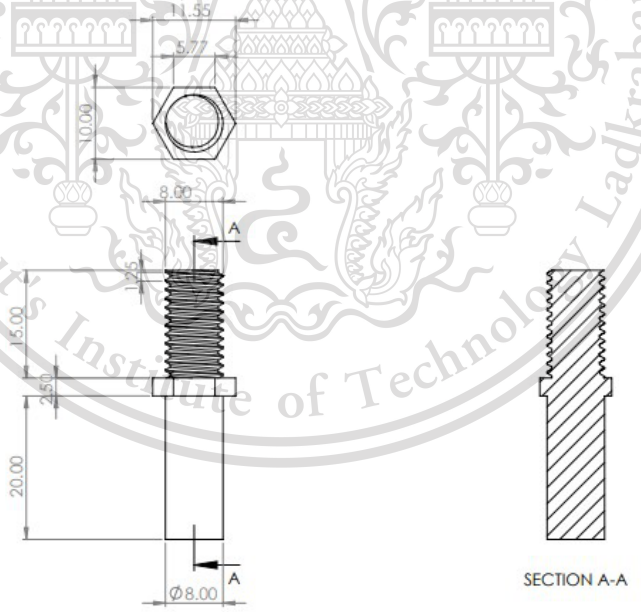
7. ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร สูง 29 มิลลิเมตรโดยมีเกลียวขวานอกขนาด M8x1.25 ความยาว 9 มิลลิเมตร และมีเกลียวขวาในขนาด M8x1.25 ลึก 18 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 แบบแปลนตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง

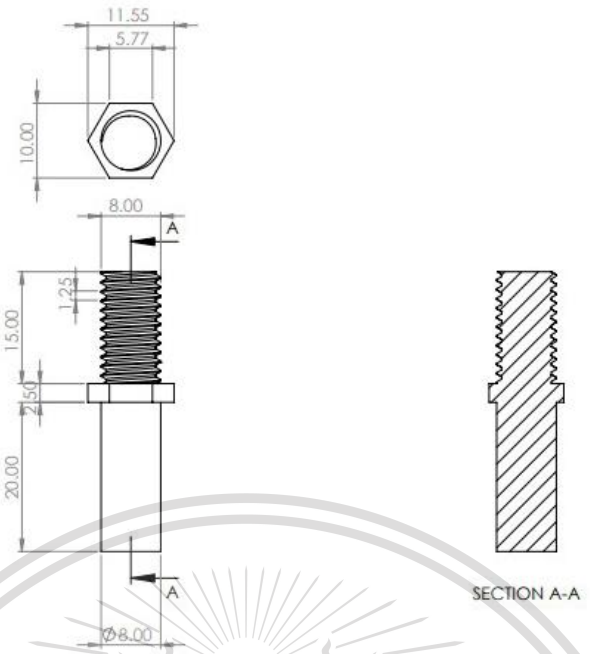
8. สลักเกลียวด้านบน มีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร สูง 37.5 มิลลิเมตรโดยมีเกลียวซ้ายนอกขนาด M8x1.25 ความยาว 15 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 แบบแปลนสลักเกลียวด้านบน

9. สลักเกลียวด้านล่าง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร สูง 37.5 มิลลิเมตรโดยมีเกลียวขวานอกขนาด M8x1.25 ความยาว 15 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.29

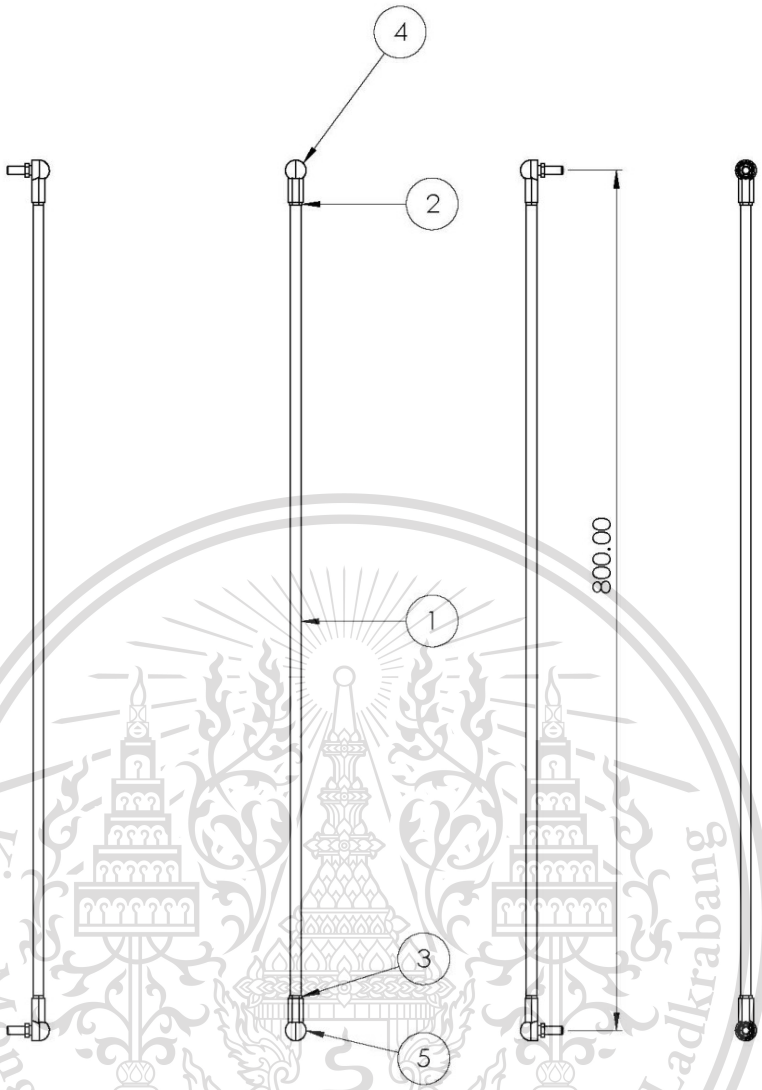
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.29 แบบแปลนสลักเกลียวด้านล่าง

10. ขาด้านล่าง ชิ้นส่วนขาด้านล่างประกอบด้วยข้อต่อแบบบอลในเบ้าเกลียวซ้ายด้านบนขนาด M8x1.25 สลักเกลียวด้านบน ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 10 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 8 มิลลิเมตร ความยาว 735 มิลลิเมตร สลักเกลียวด้านล่างและข้อต่อแบบบอลในเบ้าเกลียวขวาด้านล่างขนาด M8x1.25 ประกอบเข้าด้วยกันเป็นขาด้านล่างโดยมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของข้อต่อแบบบอลในเบ้าด้านบนถึงจุดศูนย์กลางของข้อต่อแบบบอลในเบ้าด้านล่างหรือพารามิเตอร์ l มีความยาว 800 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.30

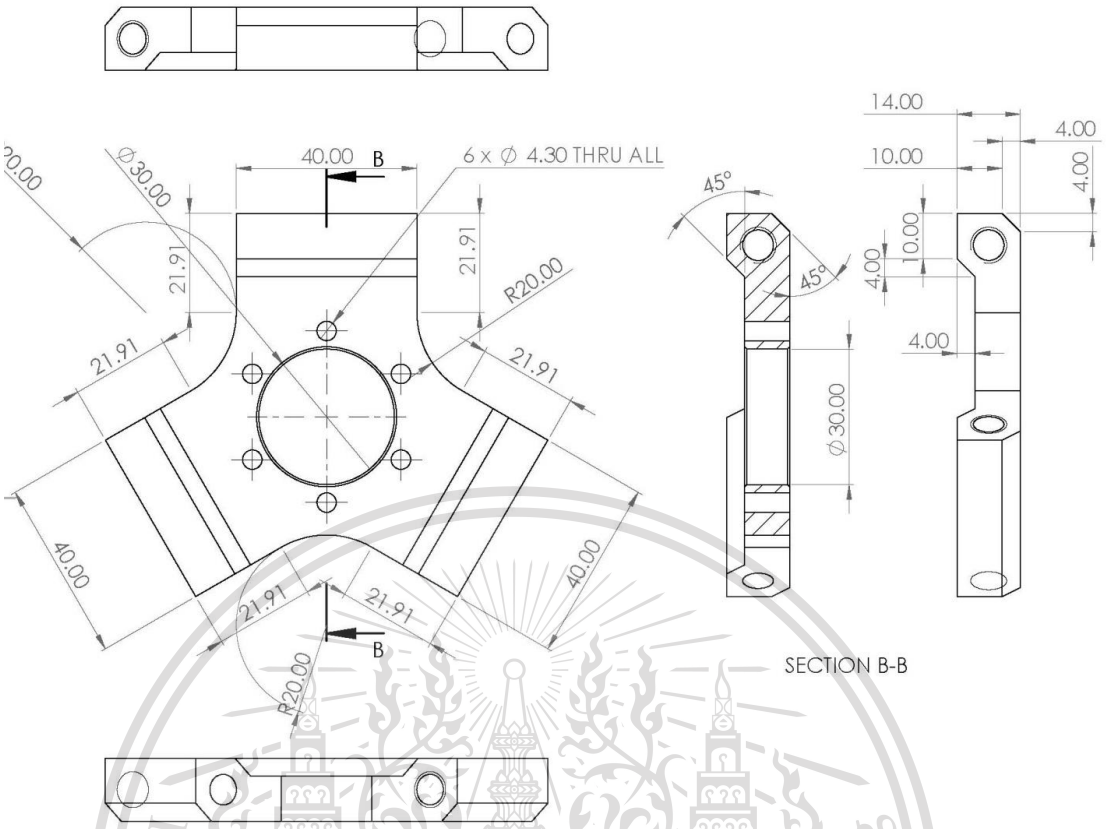
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.30 แบบแปลนขาด้านล่าง

11. แพลตฟอร์ม ชิ้นส่วนแพลตฟอร์มมีความหนา 10 มิลลิเมตร ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแพลตฟอร์มถึงตำแหน่งติดตั้งขาด้านล่างหรือพารามิเตอร์ Up มีความยาว 38 มิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.31 แบบแปลนแพลตฟอร์ม

3.2.3 สายพานลำเลียง

ในหัวข้อนี้จะเป็นการออกแบบสายพานลำเลียงเพื่อใช้ในการลำเลียงพัสดุให้หุ่นยนต์เดลตาทำการคัดแยก โดยหัวข้อนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการกำหนดคุณลักษณะ และแบบแปลน

3.2.3.1 การกำหนดคุณลักษณะ

หัวข้อนี้จะเป็นการกำหนดคุณลักษณะของสายพานลำเลียงโดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. สายพานลำเลียง เลือกใช้สายพานลำเลียงชนิด Conveyor Belt แสดงดังรูปที่ 3.32 มีขนาดความกว้าง 250 มิลลิเมตร ความยาว 2500 มิลลิเมตร และความสูง 700 มิลลิเมตร ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบกรงกระรอกขนาด 200 วัตต์ ผ่านตัวส่งกำลังแบบพู่เล่ย์ ซึ่งใช้พีแอลซี MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FX5U-32M/ES ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของสายพานลำเลียงผ่านอินเวอร์เตอร์ของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FR-D720S-2.2K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.32 ตัวอย่างสายพานลำเลียงชนิด Belt Conveyor

2. ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง ในการติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงจะมีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไปบนสายพานลำเลียงดังนี้

2.1. อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์เอาต์พุต Line Driver จำนวน 1000 พัลส์พร้อมล้อลาก

รูปที่ 3.33 ตัวอย่างอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์พร้อมล้อลาก

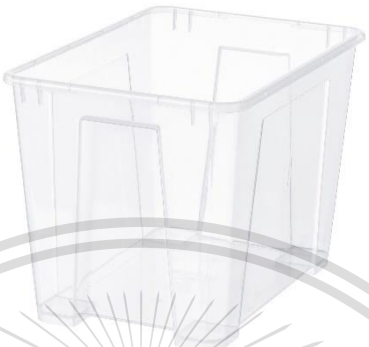
2.2. โฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน เอาต์พุต 24 VDC แบบ PNP

รูปที่ 3.34 ตัวอย่างโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

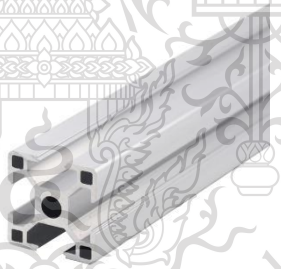
3. จุดวางพัสดุ ในระบบคัดแยกพัสดุจำเป็นต้องมีจุดวางพัสดุที่ได้จากการคัดแยก โดยจะติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าไปบริเวณด้านข้างของสายพานลำเลียงดังนี้

3.1 กล่องพลาสติกใสขนาด 39 x 28 x 28 เซนติเมตร จำนวน 4 กล่อง



รูปที่ 3.35 ตัวอย่างกล่องพลาสติกใส

3.2 อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร จำนวน 6 ท่อน



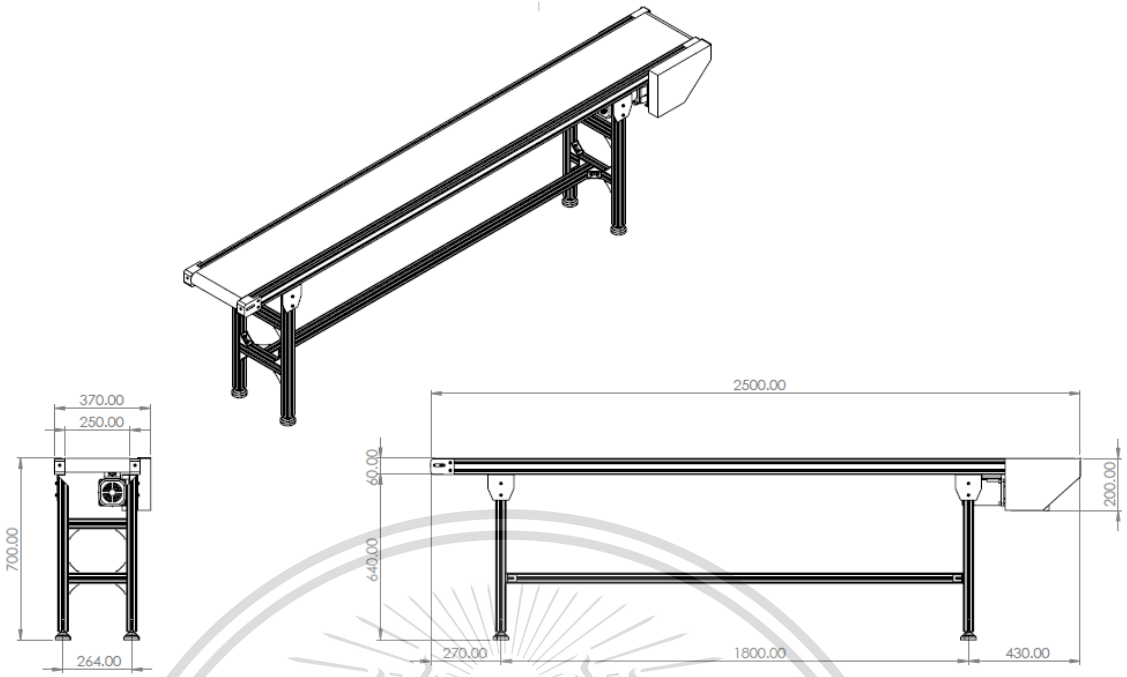
รูปที่ 3.36 ตัวอย่างอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร

3.2.3.2 แบบแปลน

ในการออกแบบสายพานลำเลียง ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง และจุดวางพัสดุจะใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ในการออกแบบ โดยมีแบบแปลนได้แก่

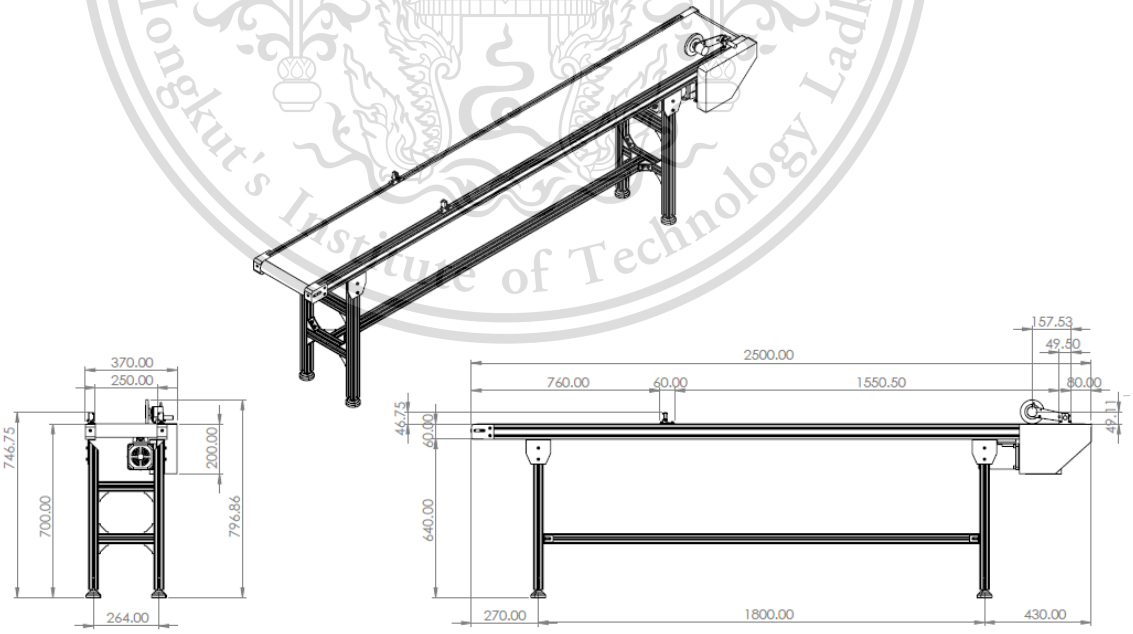
1. สายพานลำเลียง ใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์เป็นส่วนประกอบหลัก มีขนาดความยาว 2500 มิลลิเมตร สูง 700 มิลลิเมตร หน้ากว้าง 250 มิลลิเมตรดังแสดงดังรูปที่ 3.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.37 แบบแปลนสายพานลำเลียง

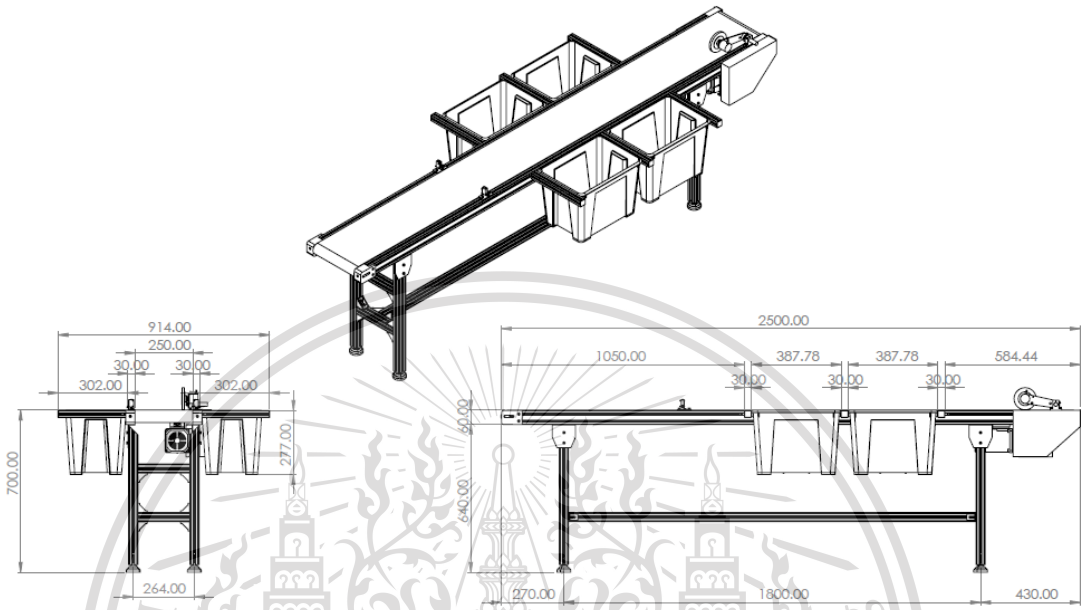
2. ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง มีการติดตั้งโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกันและอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์ เพิ่มเข้าไปบนสายพานลำเลียงโดยตำแหน่งการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 แบบแปลนระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. จุดวางพัสดุ มีการติดตั้งโอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร และกล่องพลาสติกใสเพิ่มเข้าไปบริเวณด้านข้างของสายพานลำเลียง โดยตำแหน่งการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 แบบแปลนจุดวางพัสดุ

3.3 การจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาโดยแบ่งออกเป็นการจัดสร้างระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียง

3.3.1 ระบบควบคุม

ในการจัดสร้างระบบควบคุมจะทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของระบบควบคุมพีแอลซี และส่วนของระบบควบคุมหุ่นยนต์ ดังนี้

3.3.1.1 ระบบควบคุมพีแอลซี

การจัดสร้างระบบควบคุมพีแอลซีที่ประกอบด้วยแผงควบคุมพีแอลซีและกรอบสำหรับติดตั้งหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอมีขั้นตอนดังนี้

1. ประกอบอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 20 x 20 มิลลิเมตร ให้เป็น Open Rack ตามที่ออกแบบไว้ โดยใช้ชุดแบร็กเก็ตที่ประกอบด้วยสกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 12 มิลลิเมตรและทีนัท 20 มิลลิเมตร ขนาด M5 ในการประกอบอลูมิเนียมโปรไฟล์เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ทำการเจาะรูและทำเกลียวขนาด M5x0.8 บนแผ่นอะคริลิคหนา 3 มิลลิเมตรที่ทำการตัดด้วยเลเซอร์มาแล้ว เพื่อใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์

3. นำแผนอะคริลิคที่ทำการเจาะรูปและทำเกลียวในข้อที่ 2 ประกอบเข้ากับ Open Rack ในข้อที่ 1

4. นำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาติดตั้งลงบนแผนอะคริลิคและทำการเดินสายไฟ

รูปที่ 3.40 แผงควบคุมพีแอลซีที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว

5. ทำการประกอบอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 20 x 60 มิลลิเมตร ให้เป็นกรอบของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอตามที่ออกแบบไว้ โดยใช้ไบลด์แบร็กเก็ตขนาด 20 มิลลิเมตร และชุดแบร็กเก็ตที่ประกอบด้วยสกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 12 มิลลิเมตรและทีนัท 20 มิลลิเมตร ขนาด M5 ในการประกอบอลูมิเนียมโปรไฟล์เข้าด้วยกัน

6. ติดตั้งมือจับบริเวณด้านข้างซ้ายและขวาของกรอบหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

7. ทำการติดตั้งหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอเข้ากับแผ่นอะคริลิคที่ทำการตัดด้วยเลเซอร์มาแล้ว

8. ประกอบแผ่นอะคริลิคที่ติดตั้งหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอแล้วในข้อที่ 2 เข้ากับกรอบของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในข้อที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ทำการติดตั้งแผ่นสำหรับยึดขาแขวนหน้าจอเข้ากับแผ่นอะคริลิคด้านหลังของกรอบที่ทำการตัดด้วยเลเซอร์

10. เชื่อมต่อสายไฟเลี้ยงและสายสัญญาณของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอไปยังแผงควบคุมพีแอลซี

11. ติดตั้งอะแดปเตอร์ USB 90 องศา ดังรูปที่ 3.41 ที่ด้านหลังของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอเพื่อที่จะสามารถติดตั้งสาย USB ของเครื่องสแกนบาร์โคดได้โดยที่ไม่ติดฝาด้านหลังของกรอบได้

รูปที่ 3.41 อะแดปเตอร์ USB 90 องศา

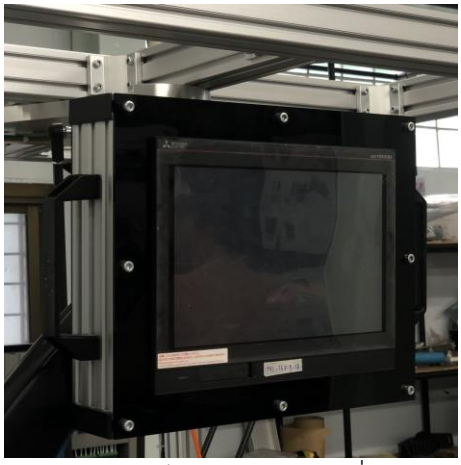
12. เชื่อมต่อสาย USB ของเครื่องสแกนบาร์โคดเข้ากับอะแดปเตอร์ USB 90 องศา และเชื่อมต่อสายอีกด้านหนึ่งเข้ากับเครื่องสแกนบาร์โคด

13. ประกอบแผ่นอะคริลิคด้านหลังที่ติดตั้งแผ่นสำหรับยึดขาแขวนหน้าจอในข้อที่ 5 กับเข้ากรอบหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในข้อที่ 5

14. ทำการติดตั้งขาแขวนหน้าจอเข้ากับโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาบริเวณด้านหน้าของหุ่นยนต์ โดยการเจาะรูและทำเกลียวขนาด M6x1.0 บนอลูมิเนียมโปรไฟล์และติดตั้งขาแขวนจอเข้ากับอลูมิเนียมโปรไฟล์โดยใช้สกรูหัวจมขนาด M6x1.0 ยาว 15 มิลลิเมตร

15. นำกรอบหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอที่ทำการติดตั้งแผ่นสำหรับยึดขาแขวนหน้าจอมาติดตั้งเข้ากับขาแขวนจอที่ถูกติดตั้งเข้ากับโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาและปรับความก้ม-เงยให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.42 หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอพร้อมกรอบที่ทำการประกอบเสร็จแล้ว

3.3.1.2 ระบบควบคุมหุ่นยนต์

การจัดสร้างระบบควบหุ่นยนต์โดยการสั่งผลิตตู้ควบคุมตามที่ได้ทำการออกแบบ ผลิตโดยบริษัท ไทยสวิชบอร์ด แอนด์ เมตัล เวอร์ค จำกัด

รูปที่ 3.43 ตู้ควบคุมหุ่นยนต์

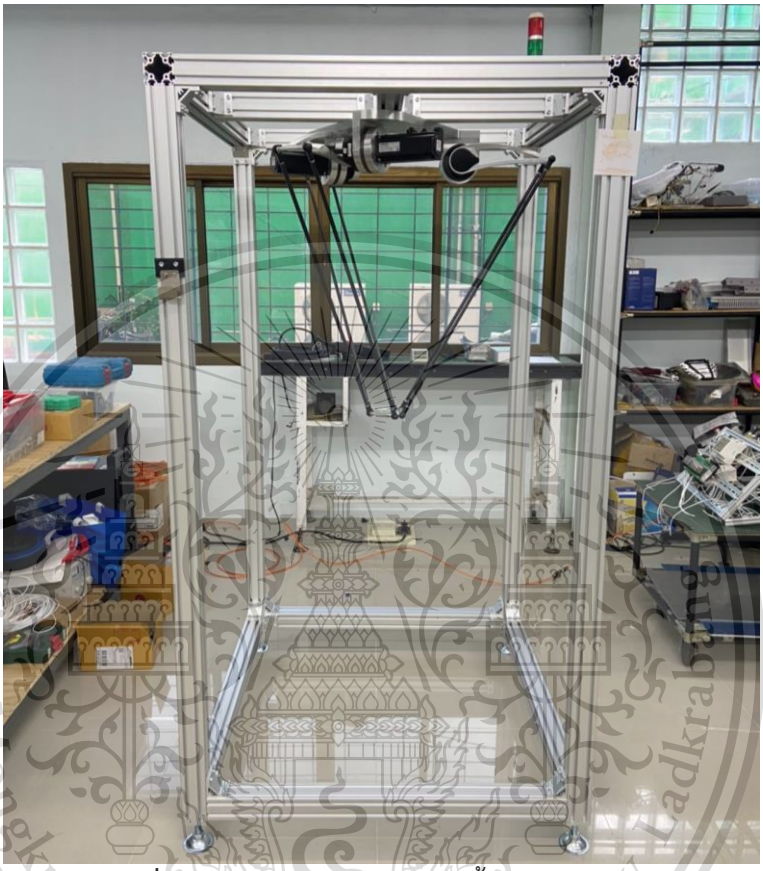
3.3.2 หุ่นยนต์เดลตา

การจัดสร้างหุ่นยนต์เดลตาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การจัดซื้อ การสั่งผลิต และการประกอบ ดังนี้

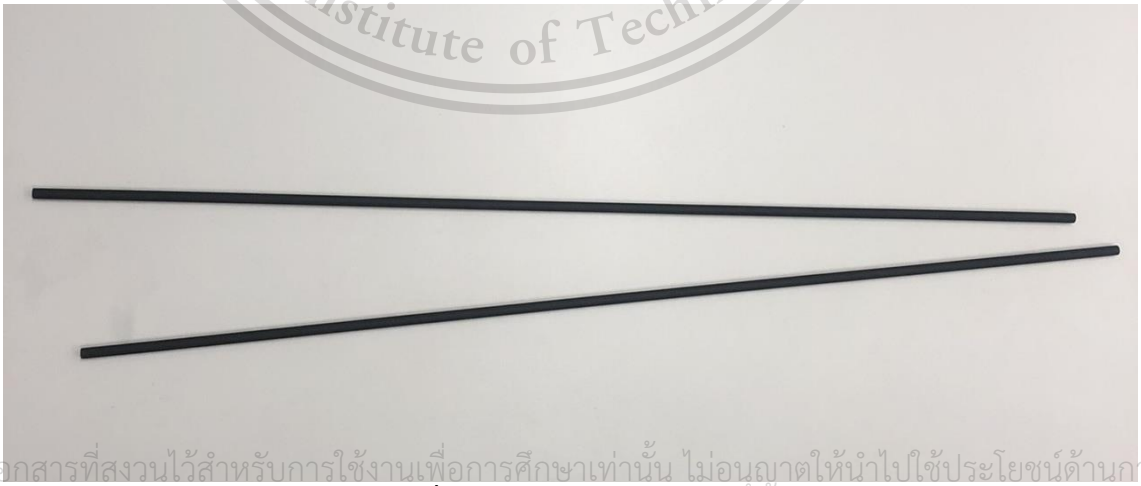
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.2.1 การจัดซื้อ

ทำการจัดซื้อชิ้นส่วนสำหรับหุ่นยนต์เดลตาที่ต้องใช้งาน ได้แก่ โครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา ท่อเส้นใยคาร์บอน สปริงพิน และข้อต่อแบบบอลในเบ้าดังแสดงดังรูปที่ 3.44 รูปที่ 3.45 รูปที่ 3.46 และรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.44 โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา



รูปที่ 3.45 ท่อเส้นใยคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

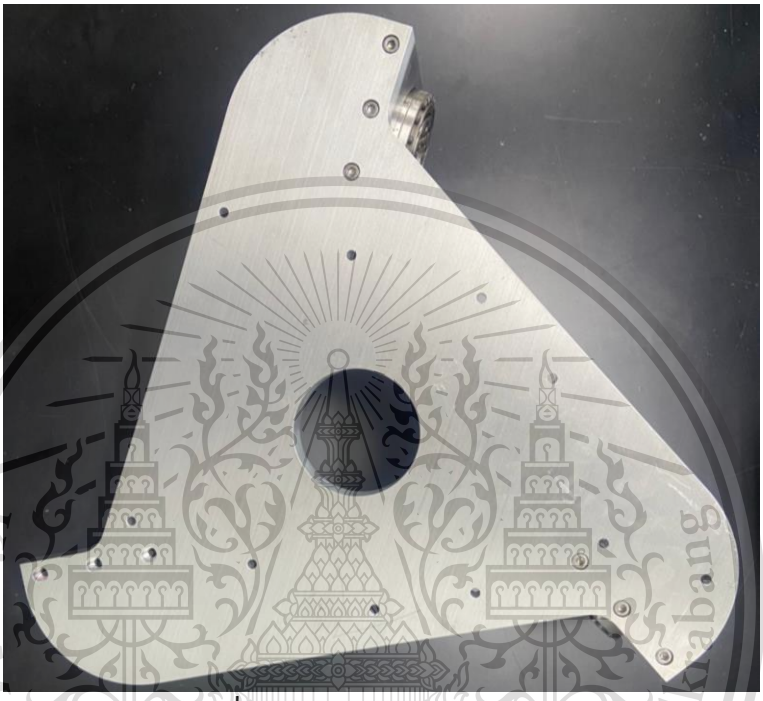
รูปที่ 3.46 สปริงพิน

รูปที่ 3.47 ข้อต่อแบบบอลในเบ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.2.2 การสั่งผลิต

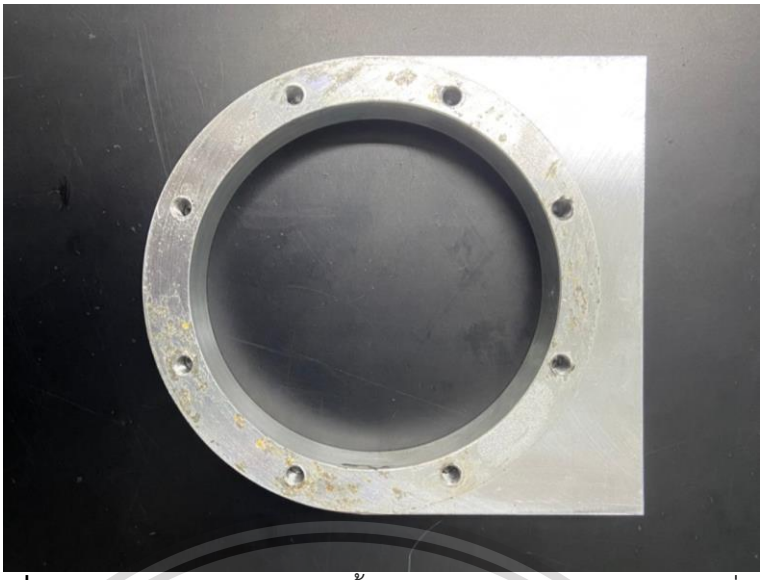
ทำการสั่งผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ทำการออกแบบได้แก่ ฐานของหุ่นยนต์เดลตา หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรกและแบบที่สอง หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรกและแบบที่สอง ขาด้านบน ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง ขาด้านล่าง แพลตฟอร์ม ดังแสดงดังรูปที่ 3.48 ถึงรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.48 ฐานของหุ่นยนต์เดลตา

รูปที่ 3.49 หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.50 หน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์แบบที่สอง

รูปที่ 3.51 หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.52 หน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สอง

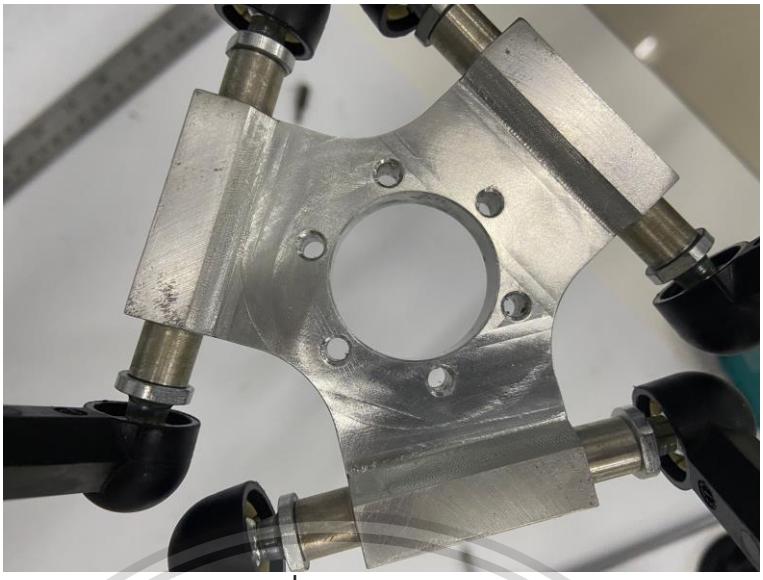
รูปที่ 3.53 ขาด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.54 ตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง

รูปที่ 3.55 ขาด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.56 แพลตฟอร์ม

3.3.2.3 การประกอบและติดตั้ง

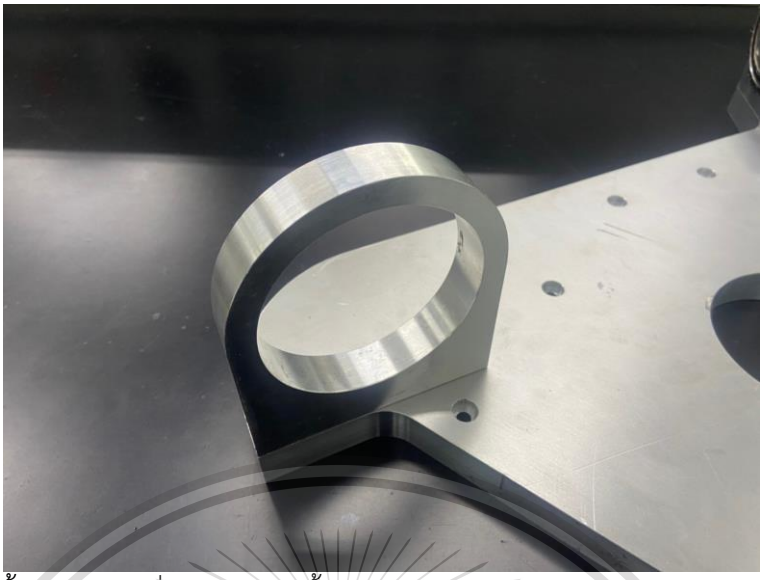
ในส่วนการประกอบและติดตั้งหุ่นยนต์เดลตามีขั้นตอนดังนี้

1. ติดตั้งสปริงพินความยาว 10 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรเข้ากับชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการควบคุมตำแหน่งการติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์

รูปที่ 3.57 ติดตั้งสปริงพินเข้ากับชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์

2. ติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์โดยมีการใช้น้ำยาประสานเกลียวเพื่อป้องกันไม่ให้สกรูหัวจมที่ยึดระหว่างหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์กับชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เกิดการคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.58 ติดตั้งหน้าแปลนที่ใช้สำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับฐานของหุ่นยนต์

3. ทำการประกอบโครงสร้างที่ใช้ในการติดตั้งหุ่นยนต์ด้านบนโดยใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตรยึดเข้าด้วยกันโดยใช้ชุดของฮาร์ดแบร็กเก็ตที่ประกอบด้วยสกรูหัวจมขนาด M6x1.0 ความยาว 15 มิลลิเมตรและทีนัท 30 มิลลิเมตร ขนาด M6

รูปที่ 3.59 การประกอบโครงสร้างที่ใช้ในการติดตั้งหุ่นยนต์ด้านบน

4. ทำการประกอบเสาและคานด้านล่างของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาโดยใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตรยึดเข้าด้วยกันโดยใช้ชุดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ฮาร์ดแบร็กเก็ตที่ประกอบด้วยสกรูหัวจมขนาด M6x1.0 ความยาว 15 มิลลิเมตรและทีนัท 30 มิลลิเมตร ขนาด M6

รูปที่ 3.60 การประกอบเสาของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา

5. ติดตั้งชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เดลตาเข้ากับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาด้านบนโดยใช้สกรูหัวจมและทีนัทติดตั้งเข้ากับร่องของอะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 × 60 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.61 ติดตั้งชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เดลตาเข้ากับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. ทำการปรับระดับของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาโดยใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำ

รูปที่ 3.62 การปรับขาฉิ่งให้ได้ระดับของโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา

รูปที่ 3.63 การปรับเสาให้ตั้งฉากกับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

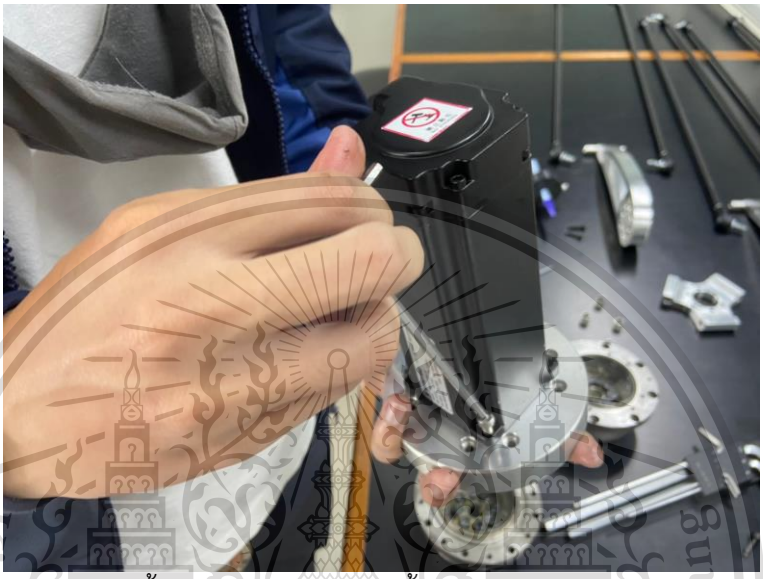
รูปที่ 3.64 การปรับระดับให้โครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาด้านบนเป็นระนาบเดียวกัน

7. ติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์มี 2 รูปแบบ รูปแบบแรกใช้สกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 20 มิลลิเมตร รูปแบบที่สองใช้ใช้สกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 15 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.65 ติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์

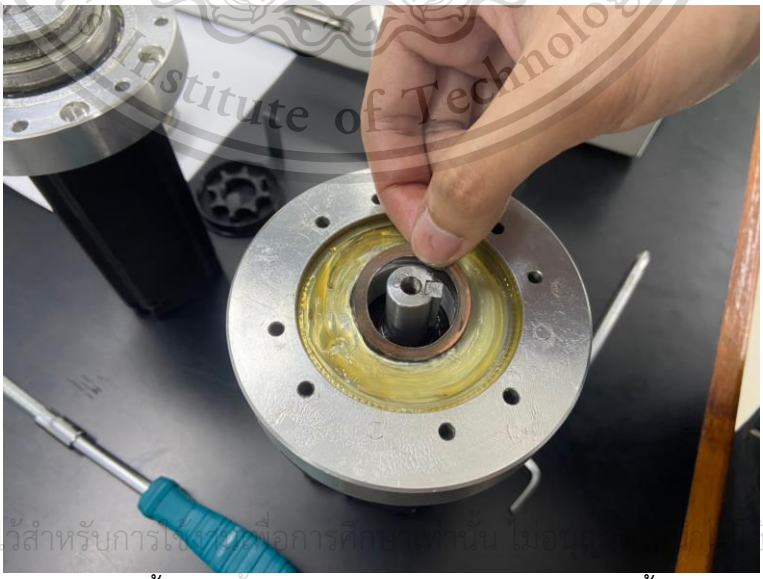
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. ติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์มี 2 รูปแบบ โดยการติดตั้งจะขึ้นอยู่กับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ที่มี 2 รูปแบบดังที่กล่าวไปข้างต้น การติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์โดยทั้งสองรูปแบบจะใช้สกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 15 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.66 การติดตั้งหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์

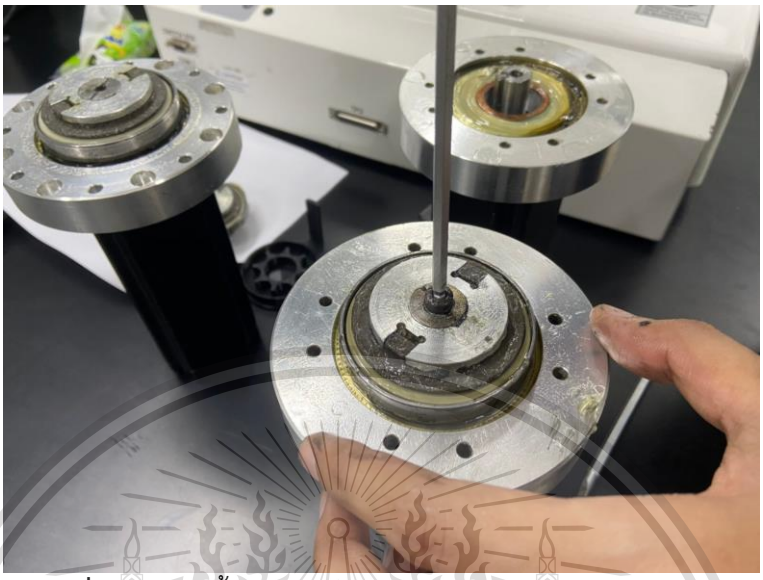
9. ติดตั้งแหวนทองแดงเข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เพื่อป้องกันการเสียดสีระหว่างหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์กับประกับเพลา



รูปที่ 3.67 การติดตั้งแหวนทองแดงเข้ากับหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์

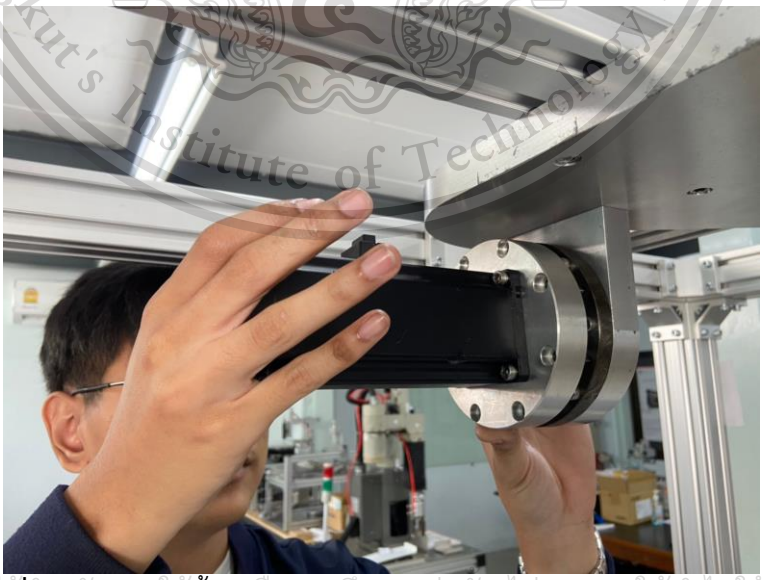
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

10. ติดตั้งประกับเพลาเข้ากับเพลาของเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 15 มิลลิเมตร เพื่อป้องไม่ให้ประกับเพลาเคลื่อนที่ออกจากเพลา



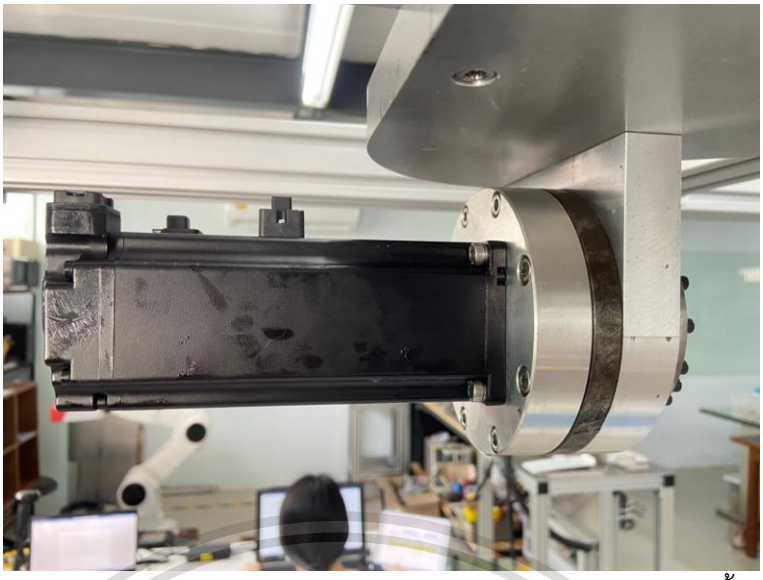
รูปที่ 3.68 ติดตั้งประกับเพลาเข้ากับเพลาของเซอร์โวมอเตอร์

11. ติดตั้งชุดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ โดยรูปแบบแรกใช้สกรูหัวจมขนาด M5x0.8 ความยาว 25 มิลลิเมตร รูปแบบที่สองใช้สกรูหัวจมขนาด M4x0.7 ความยาว 20 มิลลิเมตร โดยชุดเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสามชุดสามารถติดตั้งเข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ได้อย่างแนบสนิท



รูปที่ 3.69 การติดตั้งชุดเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.70 ชุดเซอร์โวมอเตอร์กับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรกถูกติดตั้งอย่างแนบสนิท

รูปที่ 3.71 ชุดเซอร์โวมอเตอร์กับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สองถูกติดตั้งอย่างแนบสนิท

12. ติดตั้งตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่างโดยเกลียวด้านนอกมีขนาด M8x1.25 เกลียวในขนาด M8x1.25 เข้ากับขาด้านบนโดยใช้น้ำยาประสานเกลียวเพื่อป้องกันการคลายออกของตัวกั้นระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.72 การติดตั้งตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่างเข้ากับขาด้านบน

13. ติดตั้งขาด้านบนเข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้เฟืองเป็นตัวกั้นระยะด้วยสกรูหัวจมขนาด M8x1.25 ความยาว 35 มิลลิเมตรและใช้แหวนสปริงเพื่อป้องกันการคลายของสกรู

รูปที่ 3.73 การติดตั้งขาด้านบนเข้ากับชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์

14. ประกอบขาด้านล่างโดยการติดตั้งสลักเกลียวซ้ายและสลักเกลียวขวาเข้ากับท่อคาร์บอนไฟเบอร์โดยใช้กาวอีพ็อกซี โดยท่อคาร์บอนไฟเบอร์จะมีการติดตั้งสลักเกลียวซ้ายด้านหนึ่งและสลักเกลียวขวาอีกด้านหนึ่ง จากนั้นนำข้อต่อแบบบอลในเบ้ามาติดตั้งที่ปลายทั้งสองด้านของท่อคาร์บอนไฟเบอร์และใช้น้ำยาประสานเกลียวเพื่อป้องกันการคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

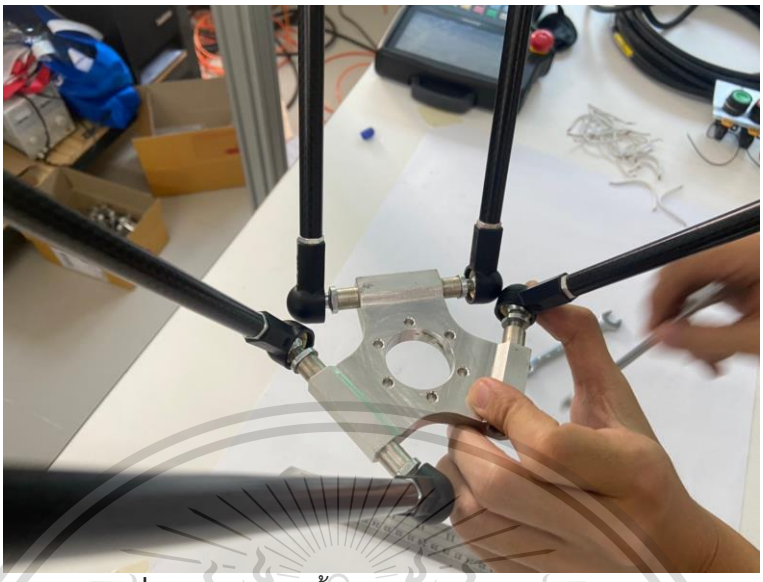
รูปที่ 3.74 การติดตั้งสลักเกลียวเข้ากับท่อคาร์บอนไฟเบอร์

15. ติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่างเข้าด้วยกัน

รูปที่ 3.75 การติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับตัวกั้นระยะระหว่างขาด้านบนกับขาด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

16. ติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับแพลตฟอร์ม



รูปที่ 3.76 การติดตั้งขาด้านล่างเข้ากับแพลตฟอร์ม

รูปที่ 3.77 หุ่นยนต์เดลตาที่ถูกติดตั้งเข้ากับโครงสร้างสำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

17. เชื่อมต่อสายส่งกำลังและสายสัญญาณเอ็นโคดเดอร์ของเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสามแกนเข้ากับ Multi Servo Amplifier ของตัวควบคุมหุ่นยนต์ และเชื่อมต่อสายเบรกของเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับรีเลย์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเบรกผ่านดิจิตอลเอาต์พุตบิตที่ 0

18. ติดตั้งไฟสัญญาณเตือนแบบชั้นเข้าไปที่โครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตาเพื่อใช้แสดงสถานะของหุ่นยนต์ โดยเชื่อมต่อไฟสัญญาณเตือนแบบชั้นสีแดงเข้าที่บิต 1 และสีเขียวเข้าที่บิต 2 ของดิจิตอลเอาต์พุตของตัวควบคุมหุ่นยนต์

19. ติดตั้งโซลีนอยด์วาล์ว ตัวสร้างลมสุญญากาศ และมือหยิบจับสุญญากาศให้กับหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการหยิบจับพัสดุ โดยเชื่อมสายสัญญาณควบคุมต่อโซลีนอยด์วาล์วเข้ากับดิจิตอลเอาต์พุตของตัวควบคุมหุ่นยนต์บิตที่ 3

รูปที่ 3.78 หุ่นยนต์เดลตาที่ประกอบและติดตั้งเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.2 สายพานลำเลียง

การจัดสร้างสายพานลำเลียงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การจัดซื้อ การสั่งผลิต และการประกอบ ดังนี้

3.4.2.1 การจัดซื้อ

ทำการจัดซื้ออุปกรณ์ดังนี้

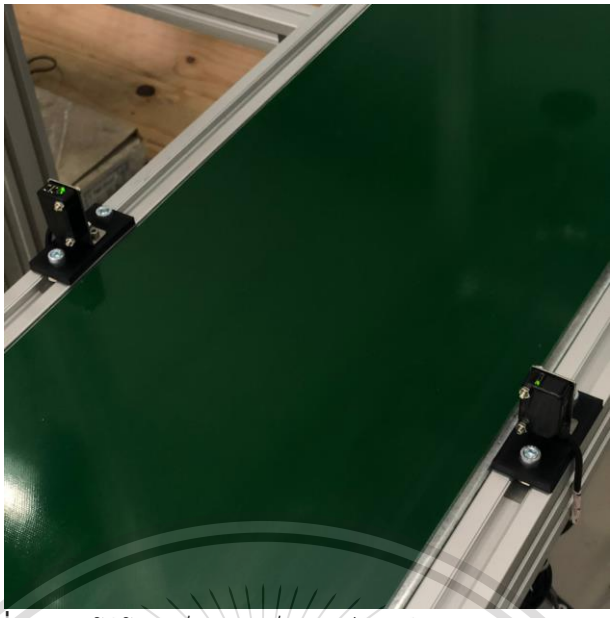
1. ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง ประกอบด้วย

1.1. อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์เอาต์พุต Line Driver จำนวน 1000 พัลส์ โดยใช้งานของ OMRON รุ่น E6B2-CWZ1X และล้อลากใช้งานของ CALT แสดงดังรูปที่ 3.79

รูปที่ 3.79 อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์พร้อมล้อลาก

1.2. โฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน เอาต์พุต 24 VDC แบบ PNP โดยใช้งานของ Autonics รุ่น BJ15M-TDT-P แสดงดังรูปที่ 3.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

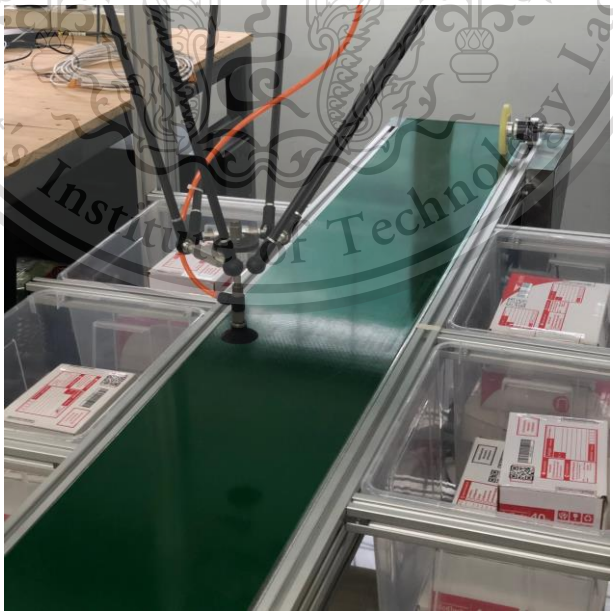


รูปที่ 3.80 โฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกัน

2. จุดวางพัสดุ ประกอบด้วย

2.1. กล่องพลาสติกใสขนาด 39 x 28 x 28 เซนติเมตร ของ IKEA รุ่น SAMLA ขนาด 22 ลิตร แสดงดังรูปที่ 3.81

2.2. อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30x30 มิลลิเมตร จำนวน 6 ท่อน แสดงดังรูปที่ 3.81



รูปที่ 3.81 อะลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30x30 มิลลิเมตรและกล่องพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.2.2 การสั่งผลิต

สั่งผลิตสายพานลำเลียงตามที่ออกแบบ

รูปที่ 3.82 สายพานลำเลียงที่สั่งผลิต

3.4.2.3 การประกอบและติดตั้ง

ในส่วนการประกอบและติดตั้งสายพานลำเลียงมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดตั้งสายพานลำเลียงเข้ากับโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา โดยให้มือหยิบจับของหุ่นยนต์อยู่บนกึ่งกลางของสายพานลำเลียงในขณะพิกัดบนระนาบแกน X และ Y ของหุ่นยนต์เดลตามีค่าเท่ากับ 0,0

2. ทำการถอดชิ้นส่วนปรับความตึงของสายพานลำเลียงออกเพื่อติดตั้งไบลด์แบร็กเก็ตขนาด 30 มิลลิเมตร เข้าไปในร่องอลูมิเนียมโปรไฟล์บริเวณด้านซ้ายและด้านขวาของสายพานลำเลียงด้านละ 6 ชิ้น

3. ติดตั้งอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตรเข้ากับไบลด์แบร็กเก็ตทั้งซ้ายและด้านขวาของสายพานลำเลียงจำนวนด้านละ 3 ท่อน เพื่อใช้ในการแขวนกล่องพลาสติก

4. นำสกรูขนาด M6x1.0 ความยาว 8 มิลลิเมตรและทีนัท 30 มิลลิเมตร ขนาด M6 มาติดตั้งบริเวณด้านข้างของอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร เพื่อเป็นบ่าใช้แขวนกล่องพลาสติก

5. นำกล่องพลาสติกมาแขวนบ่าที่กล่าวในข้อที่ 4

6. ติดตั้งคานสำหรับยึดสายพานลำเลียงให้ติดกับโครงสร้างสำหรับติดตั้งหุ่นยนต์เดลตา เพื่อป้องกันไม่ให้สายพานลำเลียงเกิดการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง โดยใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 60 x 60 มิลลิเมตรเป็นคานยึดติดเข้ากับสายพานลำเลียงและโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

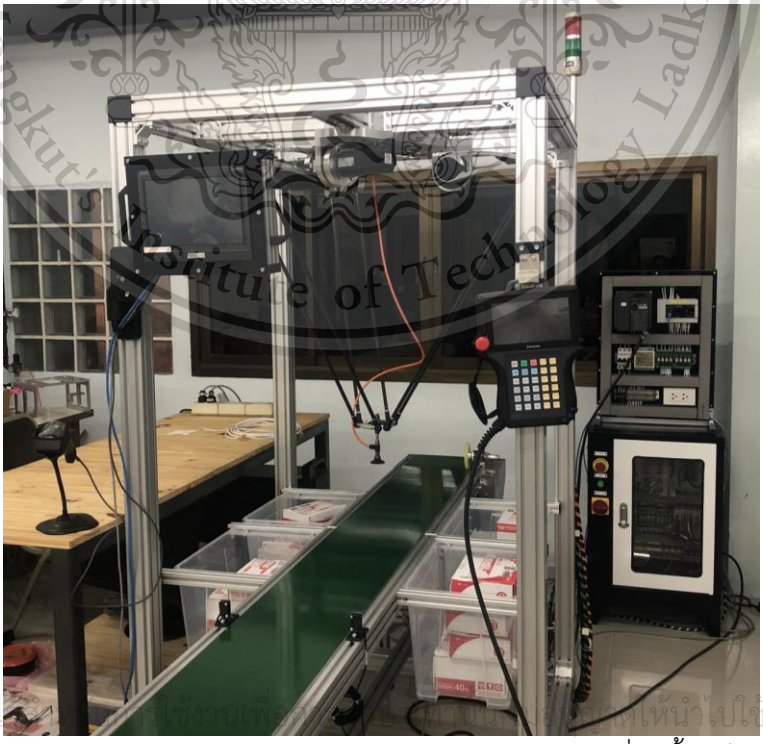
สำหรับติดตั้งหุ่นยนต์โดยใช้ชุดของฮาร์ดแบร็กเก็ตที่ประกอบด้วยสกรูหัวจมขนาด M6x1.0 ความยาว 15 มิลลิเมตรและทีนัท 30 มิลลิเมตร ขนาด M6

7. เชื่อมต่อสายไฟสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสแบบกรงกระรอกไปยังอินเวอร์เตอร์ ที่ติดตั้งอยู่บนแผงควบคุมพีแอลซี

8. ติดตั้งปุ่มหยุดฉุกเฉินข้างสายพานลำเลียงบริเวณต้นและท้ายสายพานลำเลียงและเชื่อมต่อสายสัญญาณเอาต์พุตของปุ่มหยุดฉุกเฉินไปยังอินพุตโมดูลของตัวควบคุมหุ่นยนต์บิตที่ 1 และ 2

9. ติดตั้งอินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์พร้อมล้อลากมาติดตั้งบริเวณด้านท้ายของสายพานลำเลียง โดยใช้สกรู M6x1.0 ความยาว 15 มิลลิเมตรและทีนัท 30 มิลลิเมตร ขนาด M6 ติดตั้งลงบนร่องของอลูมิเนียมโปรไฟล์บริเวณข้างขวาของสายพานลำเลียง และเชื่อมต่อสายสัญญาณเอาต์พุตของเอ็นโคดเดอร์ไปยังเอ็นโคดเดอร์โมดูลของตัวควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้หัวคอนเน็กเตอร์ DB-15

10. ติดตั้งโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ชนิดตัวรับ-ตัวส่งอยู่แยกกันติดตั้งข้างสายพานลำเลียงบริเวณด้านหน้าของหุ่นยนต์เดลตาโดยมีระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางเซ็นเซอร์ถึงพิกัด 0,0 บนระนาบแกน X และ Y ของหุ่นยนต์เดลตา มีค่าเท่ากับ 700 มิลลิเมตร และเชื่อมต่อสายสัญญาณเอาต์พุตของโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์เชื่อมต่อไปยังดิจิตอลอินพุตโมดูลของตัวควบคุมหุ่นยนต์บิตที่ 3



รูปที่ 3.83 ระบบควบคุม หุ่นยนต์เดลตา และสายพานลำเลียงที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 การประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการประสานระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาโดยจะทำการเชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุมพีแอลซีและระบบควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุตเพื่อทำการส่งข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุที่ระบบควบคุมพีแอลซีไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์เดลตาทำการคัดแยกไปยังปลายทาง และทำการส่งสถานะของหุ่นยนต์เดลตาจากระบบควบคุมหุ่นยนต์ไปยังระบบควบคุมพีแอลซีเพื่อควบคุมการทำงานของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ โดยจะแบ่งการเชื่อมต่อเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.4.1 การเชื่อมต่อจากระบบควบคุมพีแอลซีไปยังระบบควบคุมหุ่นยนต์

ในส่วนการเชื่อมต่อนี้จะเป็นการส่งข้อมูลบาร์โคดที่สแกนได้จากเครื่องแสกนบาร์โคด โดยระบบควบคุมพีแอลซีจะทำการประมวลผลแยกข้อมูลที่จะส่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลขนาดพัสดุ และส่วนของข้อมูลรหัสไปรษณีย์

3.4.1.1 ข้อมูลขนาดพัสดุ

ในการส่งข้อมูลขนาดพัสดุจะใช้ดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซีจำนวน 2 บิต ที่ตำแหน่งบิต 0 และ 1 ในการส่งข้อมูลไบนารี 2 บิต จำนวน 3 ข้อมูล ไปยังดิจิตอลอินพุตของตัวควบคุมหุ่นยนต์ที่บิต 8 และ 9 ตามลำดับ โดยความหมายของข้อมูลที่ส่งแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ความหมายของข้อมูลขนาดพัสดุที่ถูกส่งจากพีแอลซีไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์

Y0/I8	Y1/I9	ค่าจำนวนเต็มสิบ	ความหมาย
1	0	1	พัสดุขนาด กก หรือAA
0	1	2	พัสดุขนาด ก หรือ A
1	1	3	พัสดุขนาด ข หรือ B

3.4.1.2 ข้อมูลรหัสไปรษณีย์

ในการส่งข้อมูลรหัสไปรษณีย์จะใช้ดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซีจำนวน 3 บิต ที่ตำแหน่งบิต 2 3 และ 4 ในการส่งข้อมูลไบนารี 3 บิต จำนวน 4 ข้อมูล ไปยังดิจิตอลอินพุตของตัวควบคุมหุ่นยนต์ที่บิต 10 11 และ 12 ตามลำดับ โดยความหมายของข้อมูลที่ส่งแสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ความหมายของข้อมูลรหัสไปรษณีย์ที่ถูกส่งจากพีแอลซีไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์

Y2/I10	Y3/I11	Y4/I12	ค่าจำนวนเต็มสิบ	ความหมาย
1	0	0	1	รหัสไปรษณีย์ 10130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Y2/I10	Y3/I11	Y4/I12	ค่าจำนวนเต็มสิบ	ความหมาย
0	1	0	2	รหัสไปรษณีย์ 10520
1	1	0	3	รหัสไปรษณีย์ 12150
0	0	1	4	รหัสไปรษณีย์ 80000

3.4.2 การเชื่อมต่อจากระบบควบคุมหุ่นยนต์ไปยังระบบควบคุมพีแอลซี

ในส่วนการเชื่อมต่อนี้จะเป็นการส่งสัญญาณสถานะการทำงานที่ปกติของหุ่นยนต์เดลตาและสัญญาณเสร็จสิ้นการคัดแยกพัสดุไปยังพีแอลซีผ่านดิจิตอลเอาต์พุตของตัวควบคุมหุ่นยนต์บิตที่ 8 และ 9 ไปยังดิจิตอลอินพุตของพีแอลซีบิตที่ 0 และ 1 ตามลำดับ โดยสถานะของสัญญาณแสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ความหมายของสัญญาณที่ถูกตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาส่งไปยังพีแอลซี

Output/Input	สถานะ	ความหมาย
O8/X0	1	หุ่นยนต์เดลตาอยู่ในสถานะปกติ
	0	หุ่นยนต์เดลตาอยู่ในสถานะผิดปกติ
O9/X1	1	หุ่นยนต์เดลตาทำการคัดแยกเสร็จสิ้น
	0	หุ่นยนต์เดลตายังทำการคัดแยกเสร็จสิ้น

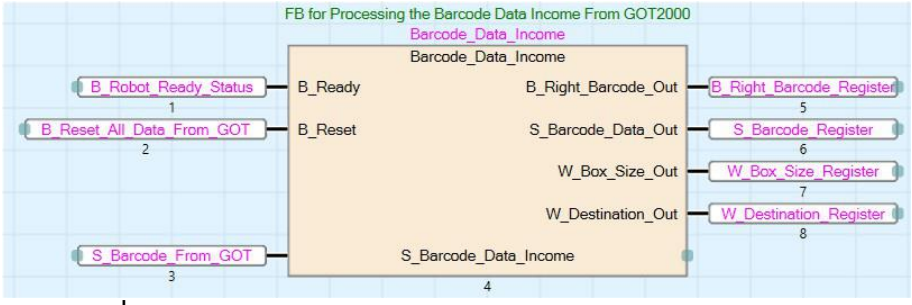
3.5 การเขียนโปรแกรมควบคุมและการสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

ในส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซี การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน และการเขียนโปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 โปรแกรมควบคุมพีแอลซี

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมพีแอลซีแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต และ Function Block สำหรับควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.84 Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด

จากรูปที่ 3.84 เป็น Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคดจากเครื่องสแกนบาร์โคดที่เชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ โดยการทำงานเริ่มจากรับข้อมูลประเภทตัวอักษร (String) ที่ได้จากการสแกนข้อมูลบาร์โคด ซึ่งข้อมูลจะต้องมาในรูปแบบ “KMITL-XX-XXXXX” เท่านั้น เพื่อป้องกันการอ่านข้อมูลบาร์โคดอื่นนอกเหนือจากที่กำหนด เมื่อข้อมูลบาร์โคดที่อ่านมาได้ถูกต้อง Function Block จะส่งสัญญาณและข้อมูลที่ถูกสแกนออกมาโดยข้อมูลบาร์โคดจะถูกแบ่งออกเป็น ข้อมูลขนาดของพัสดุ และข้อมูลปลายทางของพัสดุ เพื่อส่งไปยัง Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต

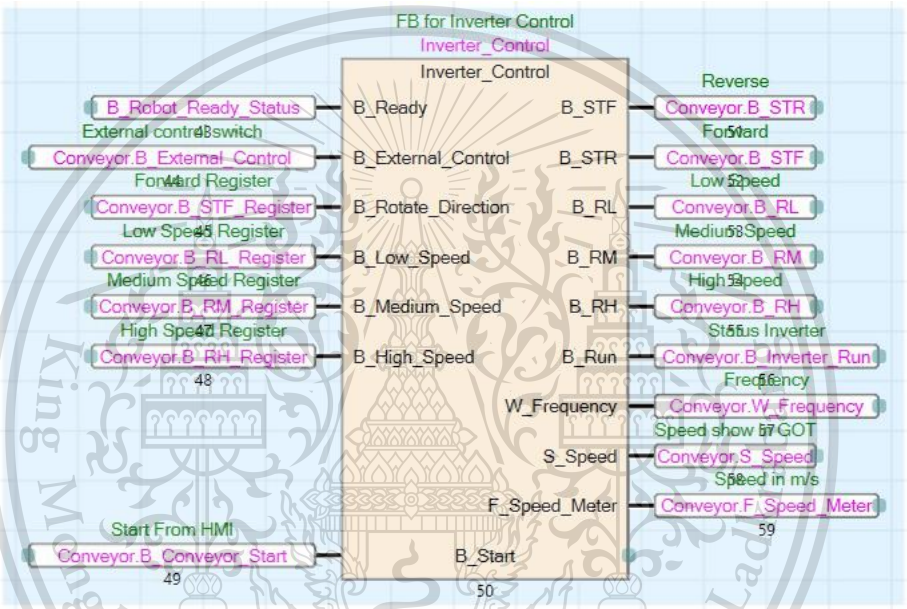
รูปที่ 3.85 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต

จากรูปที่ 3.85 เป็น Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต โดยการทำงานของ Function Block นี้จะมีการใช้งาน Array ขนาด 10 แถว จำนวน 2 Array เพื่อเป็น Buffer ในการจัดเก็บข้อมูลขนาดของพัสดุและข้อมูลปลายทางของพัสดุก่อนส่งไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์และมีการใช้งาน Array Pointer จำนวน 2 ตัว เพื่อเป็นตัวชี้ตำแหน่งในการเขียนและการอ่านข้อมูลใน Array ซึ่งการทำงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. ส่วนของการเขียนข้อมูลลงไปใน Array ซึ่งในส่วนนี้จะนำข้อมูลขนาดของพัสดุและข้อมูลปลายทางของพัสดุที่ได้จาก Function Block สำหรับรับข้อมูลบาร์โคดจากการสแกน เขียนลงไปใน Array ขนาดของพัสดุ และ Array ปลายทางของพัสดุ โดยใช้ Array Pointer สำหรับการเขียนข้อมูลลงใน Array ใช้การชี้ตำแหน่งที่เขียน

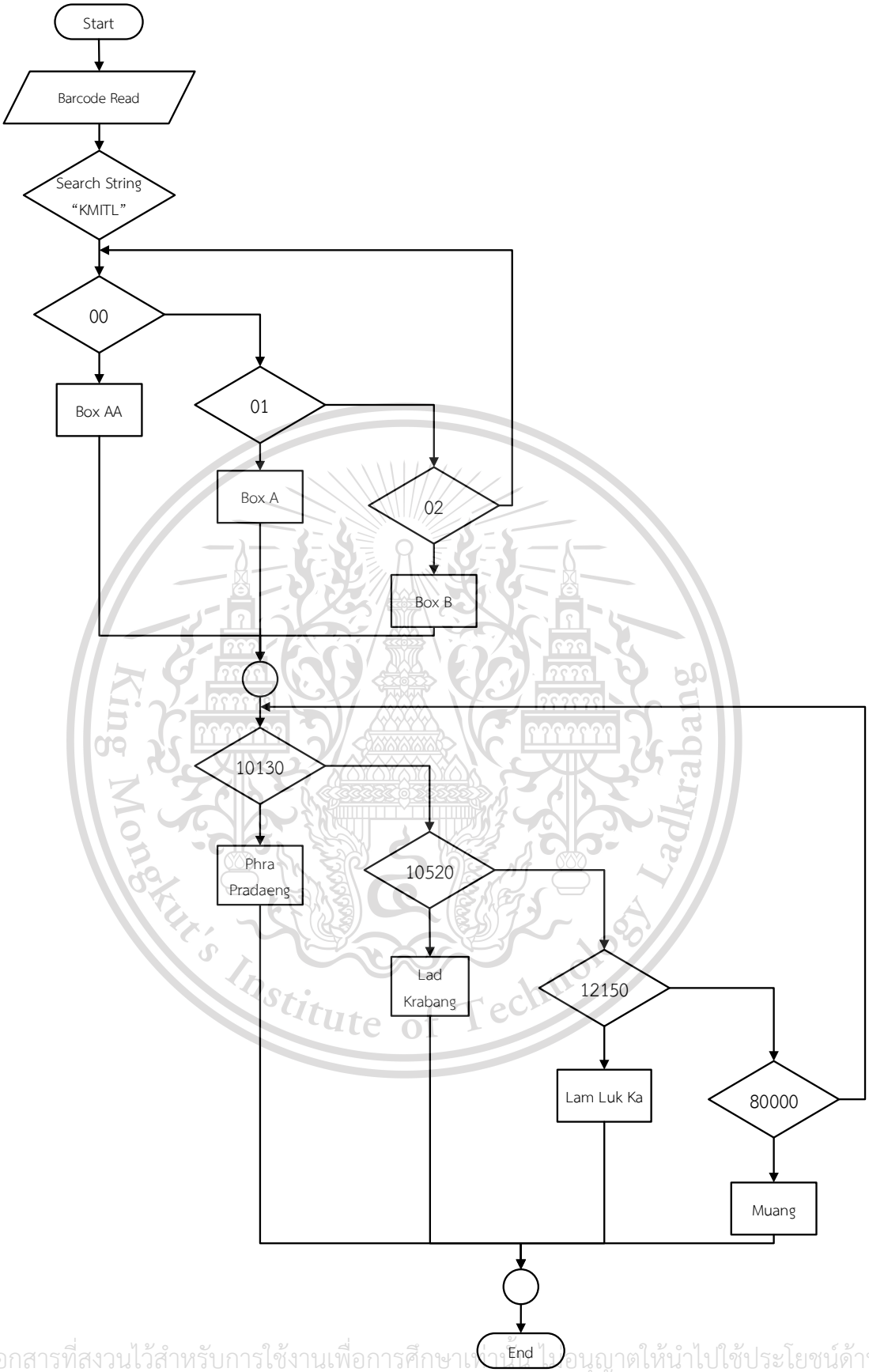
2. ส่วนของการอ่านข้อมูล Array ซึ่งในส่วนนี้จะใช้ Array Pointer สำหรับการอ่านข้อมูลใน Array เป็นตัวชี้ข้อมูลที่จะถูกอ่านใน Array ขนาดของพัสดุ และ Array ปลายทางของพัสดุ และส่งข้อมูลที่ถูกอ่านไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต ซึ่งมีแผนผังการทำงานดังแสดงดังรูปที่ 3.87 รูปที่ 3.88 และรูปที่ 3.89



รูปที่ 3.86 Function Block สำหรับควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง

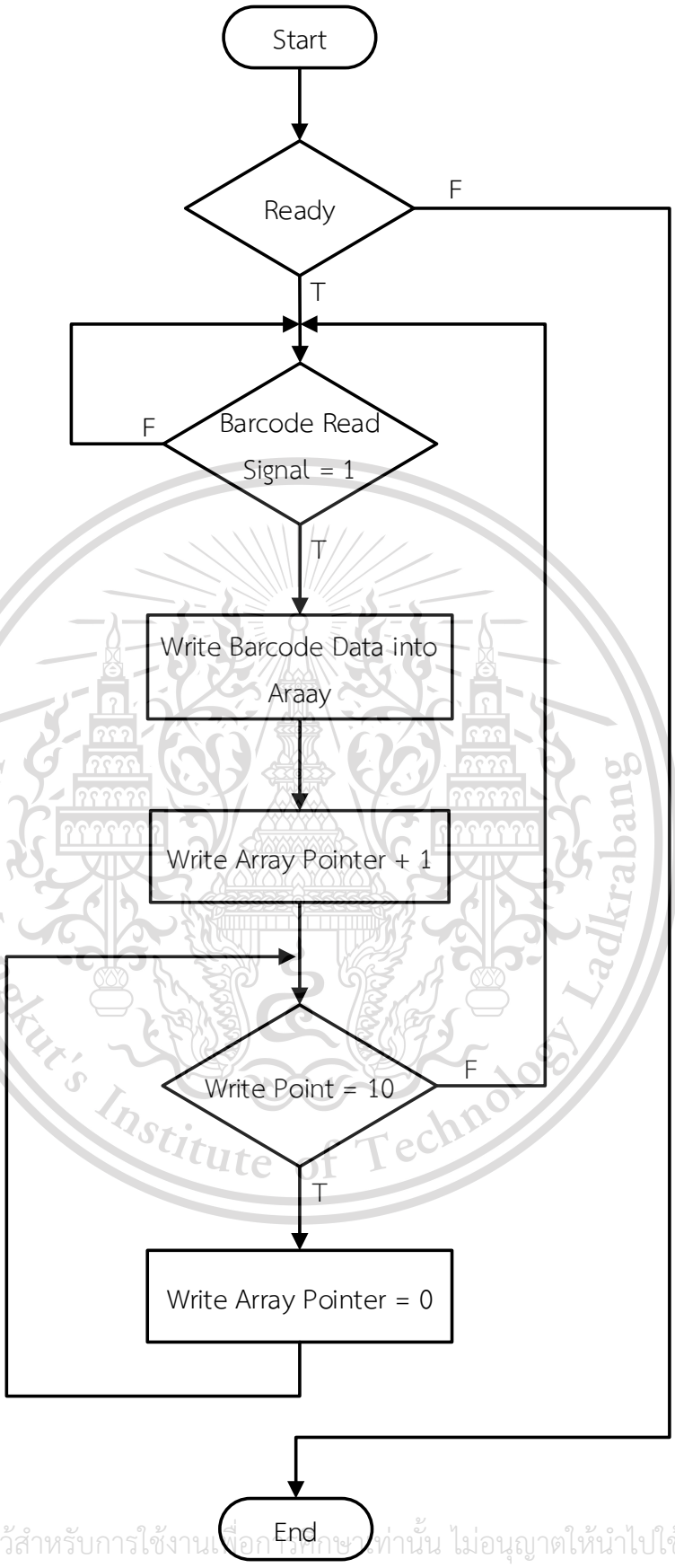
จากรูปที่ 3.86 เป็น Function Block สำหรับควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง โดยจะรับคำสั่งควบคุมผ่านหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอและส่งสัญญาณควบคุมไปยังอินเวอร์เตอร์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซี ซึ่งสามารถควบคุมทิศทางและความเร็วของสายพานลำเลียงได้ 3 ระดับคือ Low ที่ความถี่ 60 Hz Medium ที่ความถี่ 75 Hz และ High ที่ความถี่ 90 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



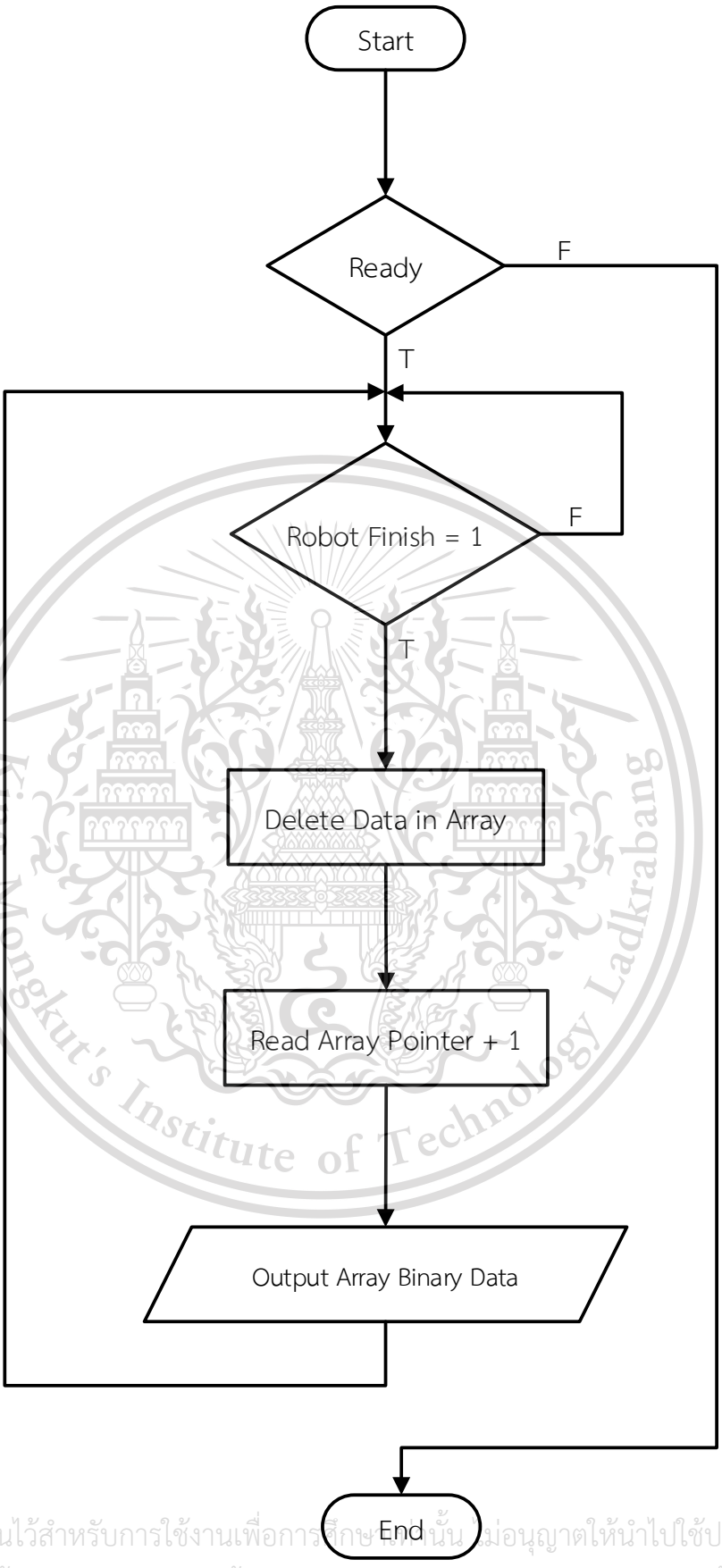
รูปที่ 3.87 Function Block สำหรับรับและตรวจสอบข้อมูลบาร์โคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.88 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

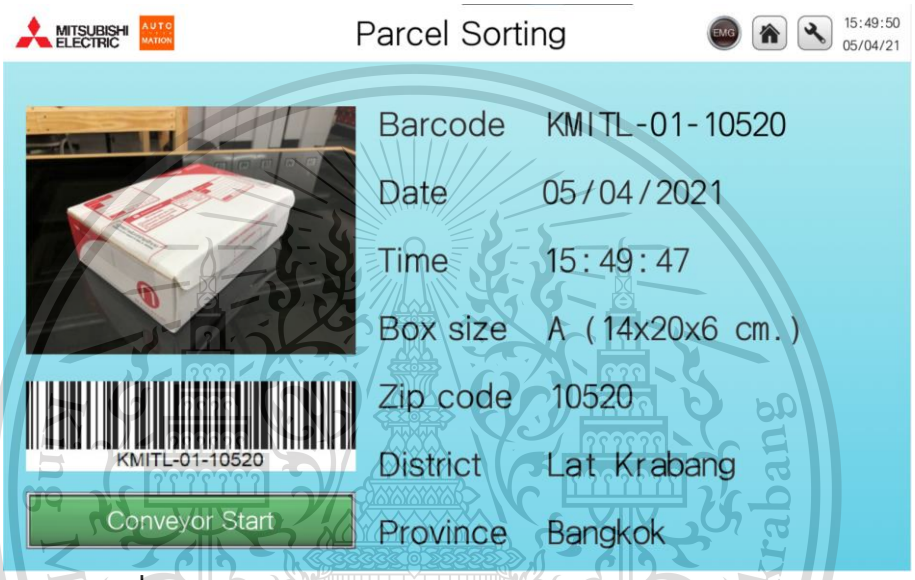


รูปที่ 3.89 Function Block สำหรับบัฟเฟอร์และส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต (2)

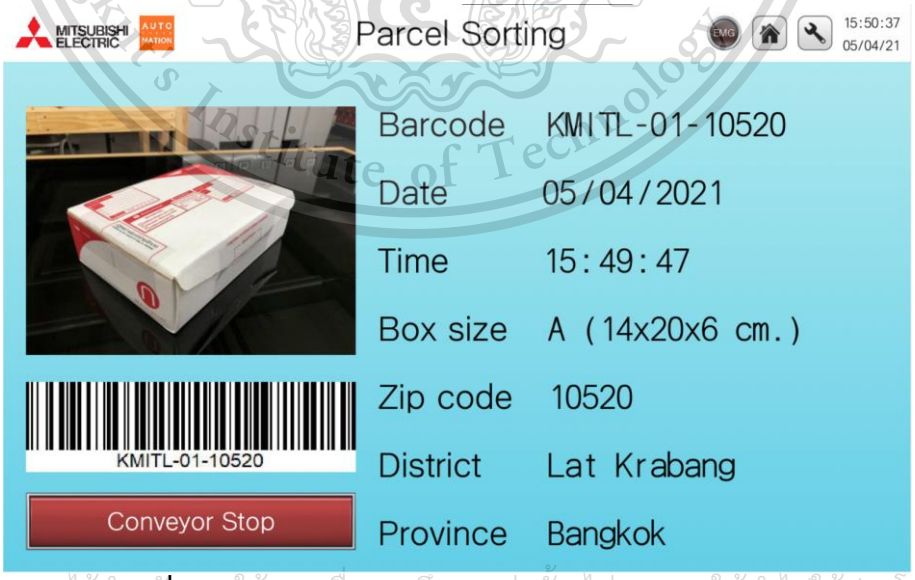
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5.2 หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

ในหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอประกอบด้วยหน้าจอแสดงผลหลักและหน้าจอสำหรับการตั้งค่า โดยในหน้าจอแสดงผลหลักจะเป็นการแสดงข้อมูลของบาร์โคดที่ถูกอ่านให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งข้อมูลที่ถูกแสดงจะประกอบด้วย Barcode, วันที่และเวลาที่อ่าน, ขนาดของพัสดุ, รหัสไปรษณีย์, เขต/อำเภอ และจังหวัด นอกจากนี้ในหน้าจอแสดงผลหลักยังสามารถสั่งการเริ่มหรือหยุดการทำงานของสายพานลำเลียงได้อีกด้วยโดยรูปที่ 3.90 จะเป็นหน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงยังไม่ทำงานและรูปที่ 3.91 จะเป็นหน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงทำงาน



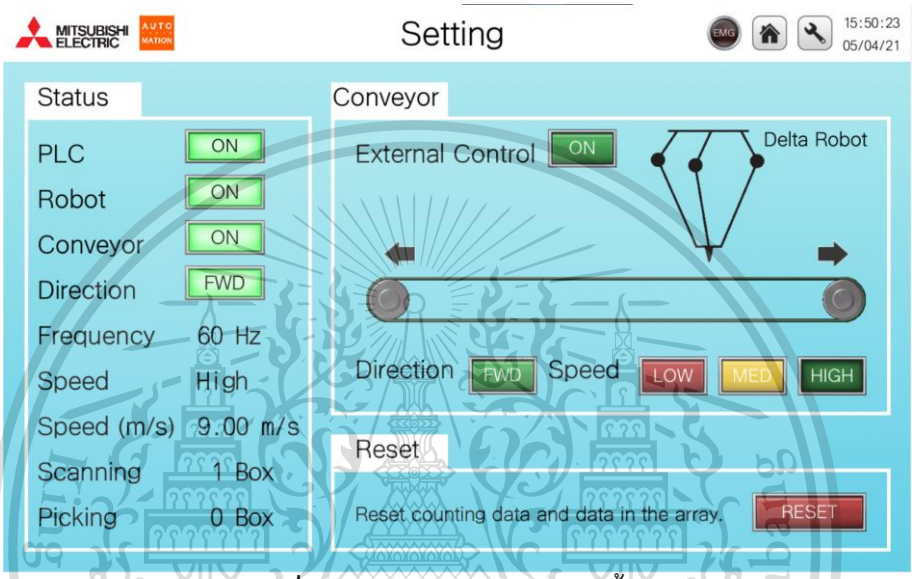
รูปที่ 3.90 หน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงยังไม่ทำงาน



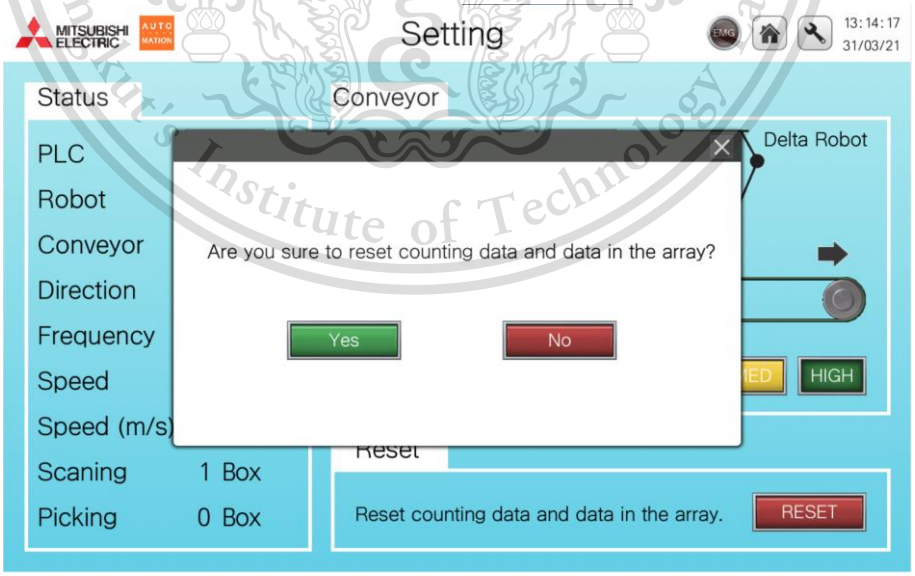
รูปที่ 3.91 หน้าจอแสดงผลหลักขณะสายพานลำเลียงทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หน้าจอแสดงผลสำหรับการตั้งค่าจะใช้สำหรับตั้งค่าการทำงานของสายพานลำเลียง เช่น ทิศทางการเคลื่อนที่ ความเร็วของสายพาน เป็นต้น และในหน้าจอสำหรับตั้งค่าจะมีการแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสายพานลำเลียงและจำนวนกล่องที่ถูกอ่านและถูกหยิบออกจากสายพานลำเลียงอยู่บริเวณด้านซ้ายมือของหน้าจอ นอกจากนี้ยังสามารถลบข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกเขียนไว้ใน Array ได้ผ่านปุ่ม RESET ที่อยู่บริเวณด้านล่างขวาของหน้าจอ เมื่อทำการกดปุ่มแล้วจะมีหน้าต่างเด้งขึ้นมาให้กดยืนยันเพื่อจะลบข้อมูลอีกทีหนึ่งดังแสดงดังรูปที่ 3.92 และรูปที่ 3.93



รูปที่ 3.92 หน้าจอแสดงผลการตั้งค่า



รูปที่ 3.93 หน้าจอแสดงผลหน้าต่างสำหรับยืนยันการลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

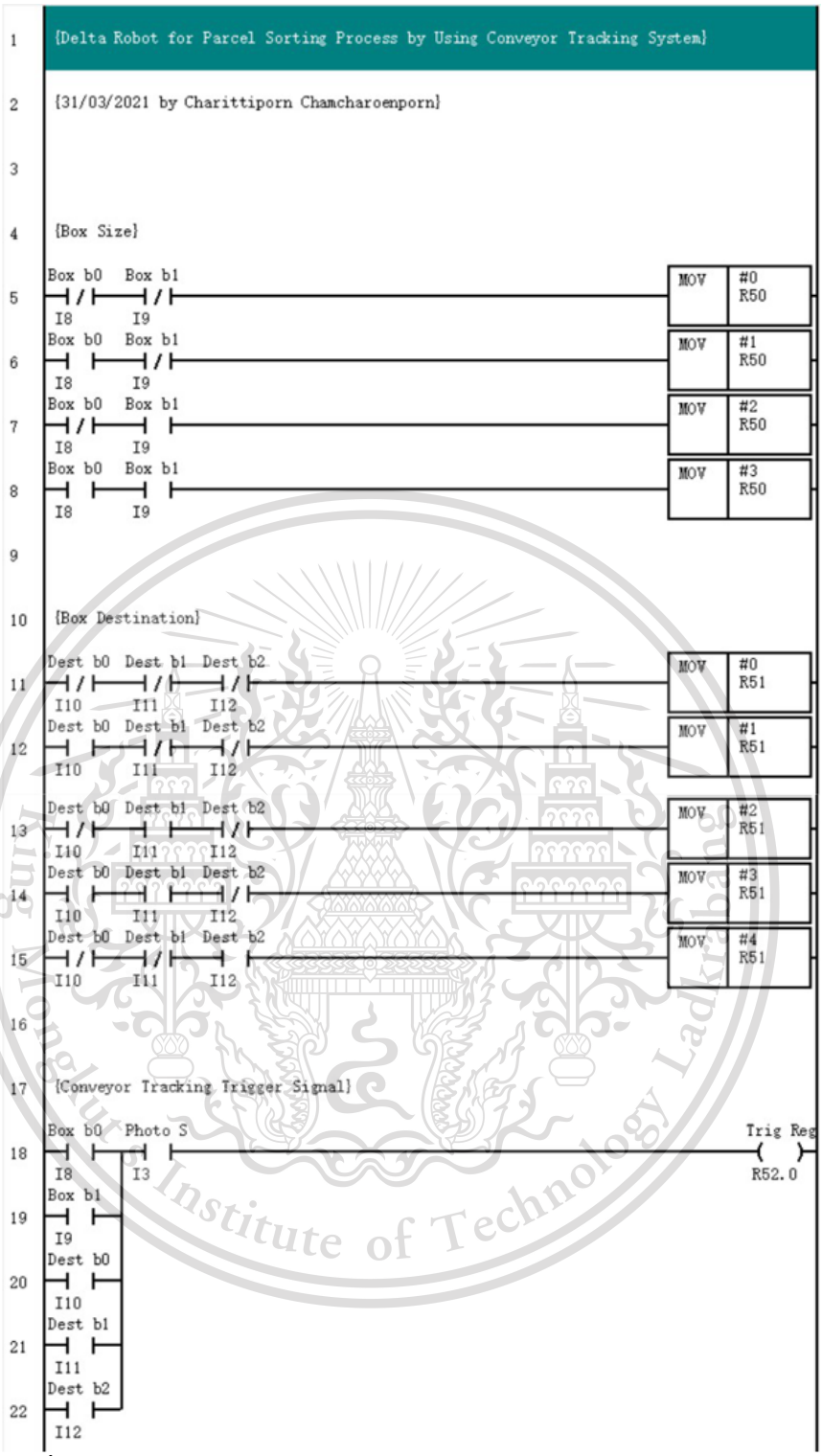
3.5.3 โปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมตัวควบคุมหุ่นยนต์จะแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ โปรแกรมควบคุมพีแอลซีภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์ และโปรแกรมควบคุมลำดับการทำของหุ่นยนต์

3.5.3.1 โปรแกรมควบคุมพีแอลซีภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์ SYNTEC TECHNOLOGY จะใช้โปรแกรม Ladder Editor v2.33.0 ในการเขียน โดยการโปรแกรมที่จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการแปลงข้อมูลบาร์โคดที่ถูกส่งมาจากพีแอลซี MITSUBISHI ELECTRIC ผ่านดิจิตอลอินพุตเป็นข้อมูลตัวเลขเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขการทำงาน และส่วนของการจัดการสัญญาณจากโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์เพื่อให้ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงเริ่มทำงานแสดงดังรูปที่ 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



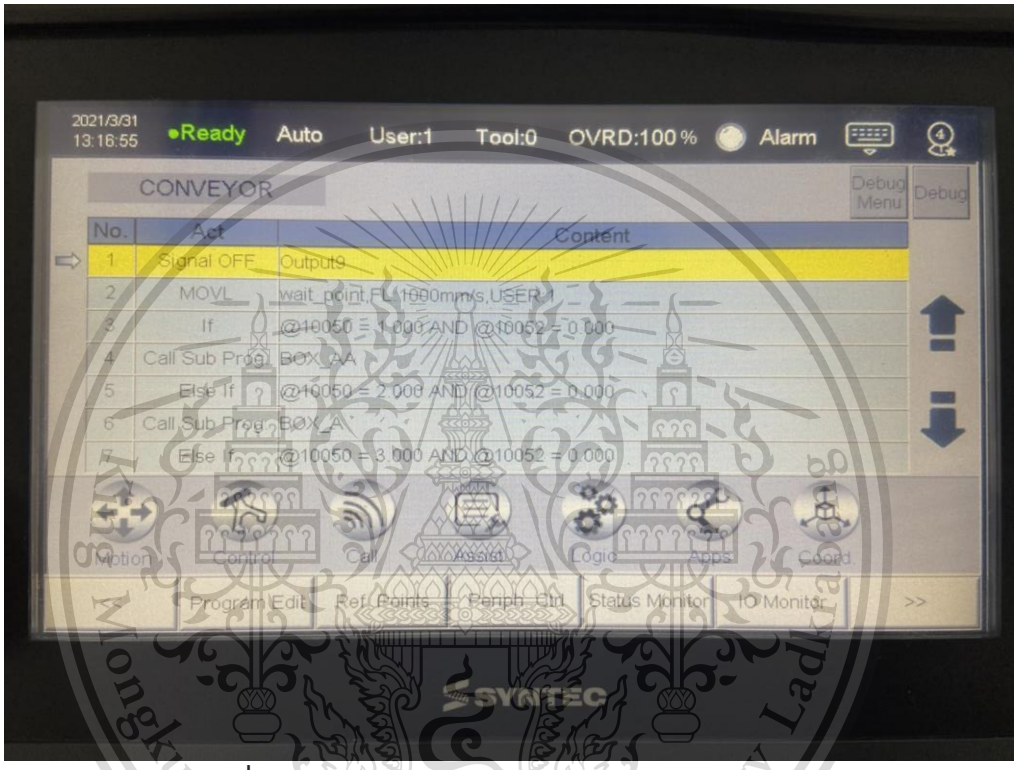
รูปที่ 3.94 โปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีภายในตัวควบคุมหุ่นยนต์

3.5.3.2 โปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของหุ่นยนต์

การเขียนโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของหุ่นยนต์จะเขียนโปรแกรมผ่านตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld ซึ่งจะประกอบด้วย 1 โปรแกรมหลัก และ 7 โปรแกรมย่อย ดังต่อไปนี้

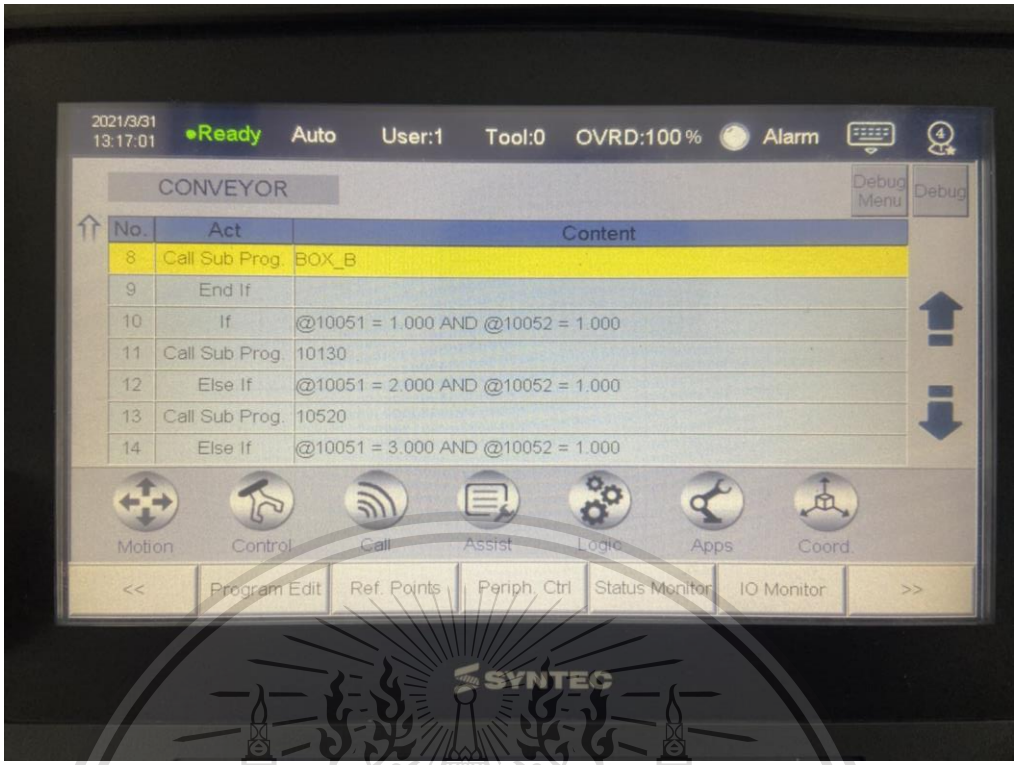
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. โปรแกรมหลัก แสดงดังรูปที่ 3.95 ถึง รูปที่ 3.97 มีการทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนที่มายังจุดรอหยิบพัสดุเพื่อรอรับข้อมูลตัวเลขจากการแปลงข้อมูลบาร์โคดที่ถูกส่งมายังตัวควบคุมหุ่นยนต์ หากมีข้อมูลบาร์โคดเข้ามาโปรแกรมจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขขนาดของพัสดุก่อนแล้วหุ่นยนต์เดลตาจึงเคลื่อนที่ไปหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพาน จากนั้นจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขปลายทางของพัสดุแล้วจึงเคลื่อนที่ไปยังจุดวางพัสดุเพื่อนำพัสดุไปวางซึ่งมีแผนผังการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับสายพานลำเลียงดังแสดงดังรูปที่ 3.98

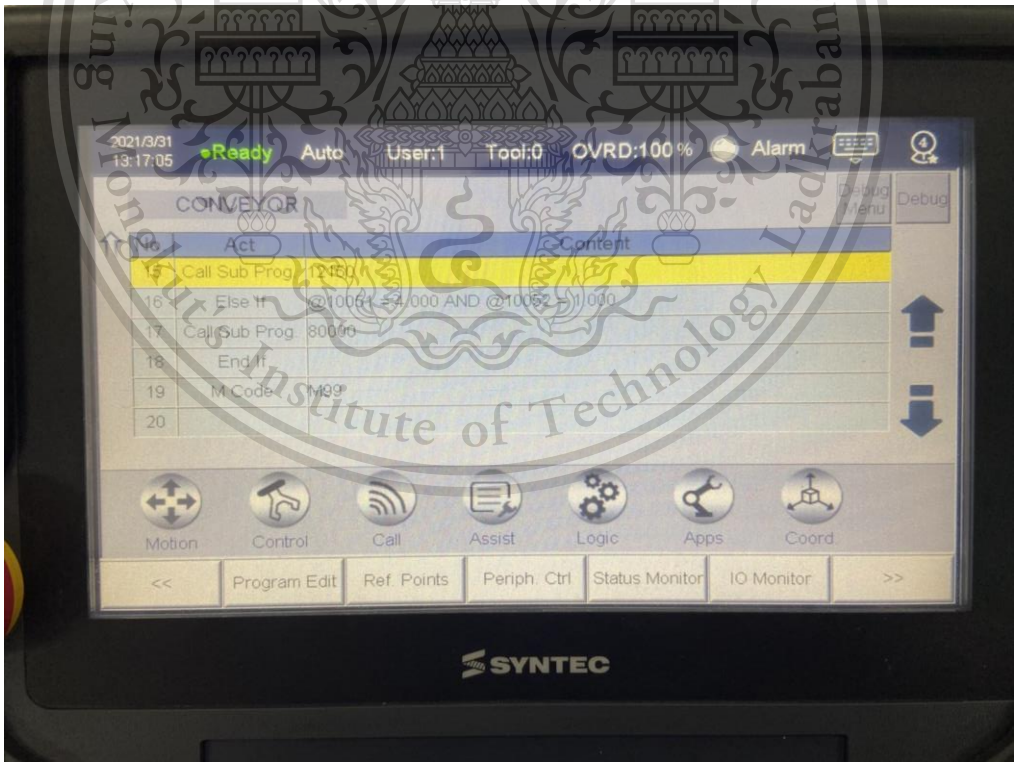


รูปที่ 3.95 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

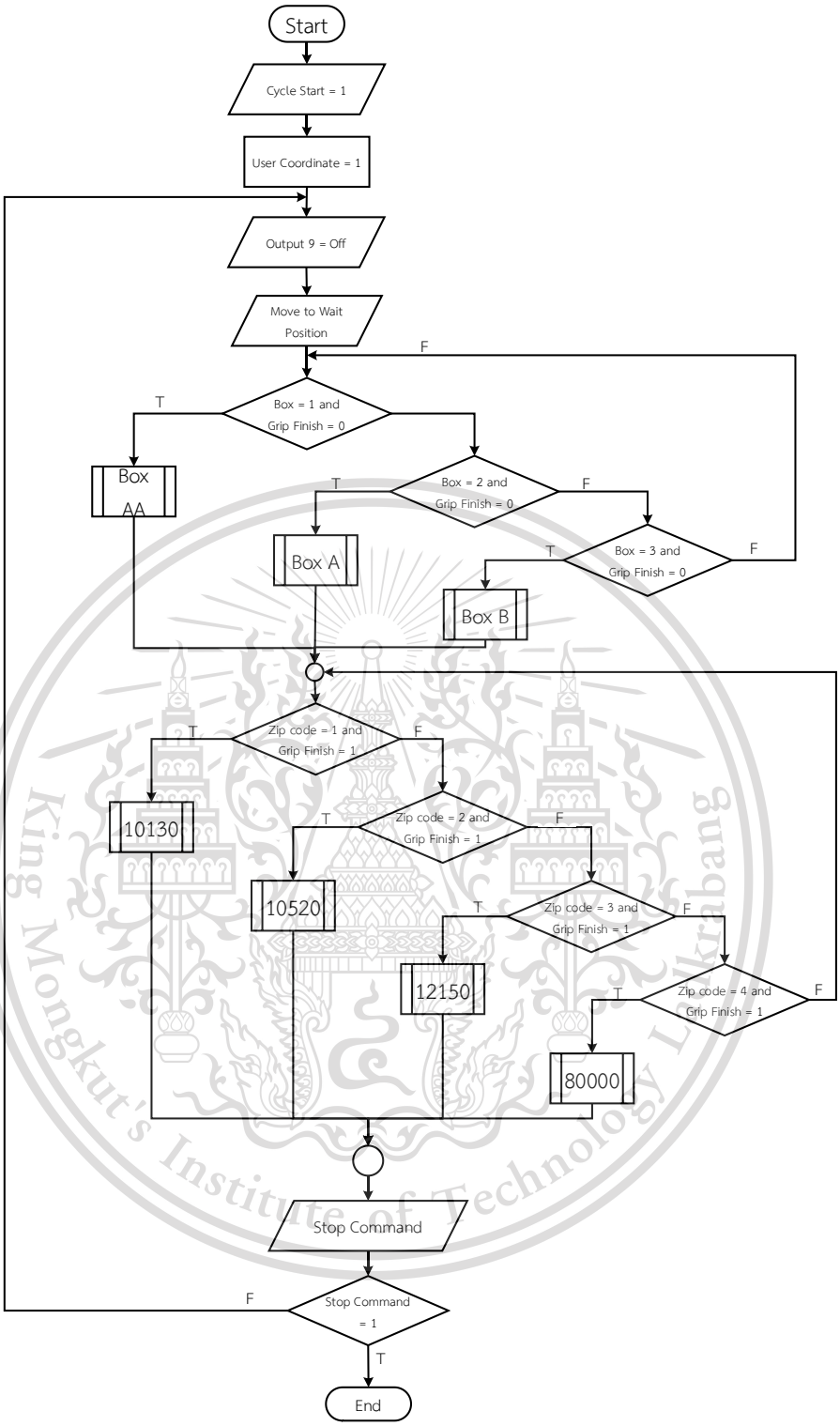


รูปที่ 3.96 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (2)



รูปที่ 3.97 โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

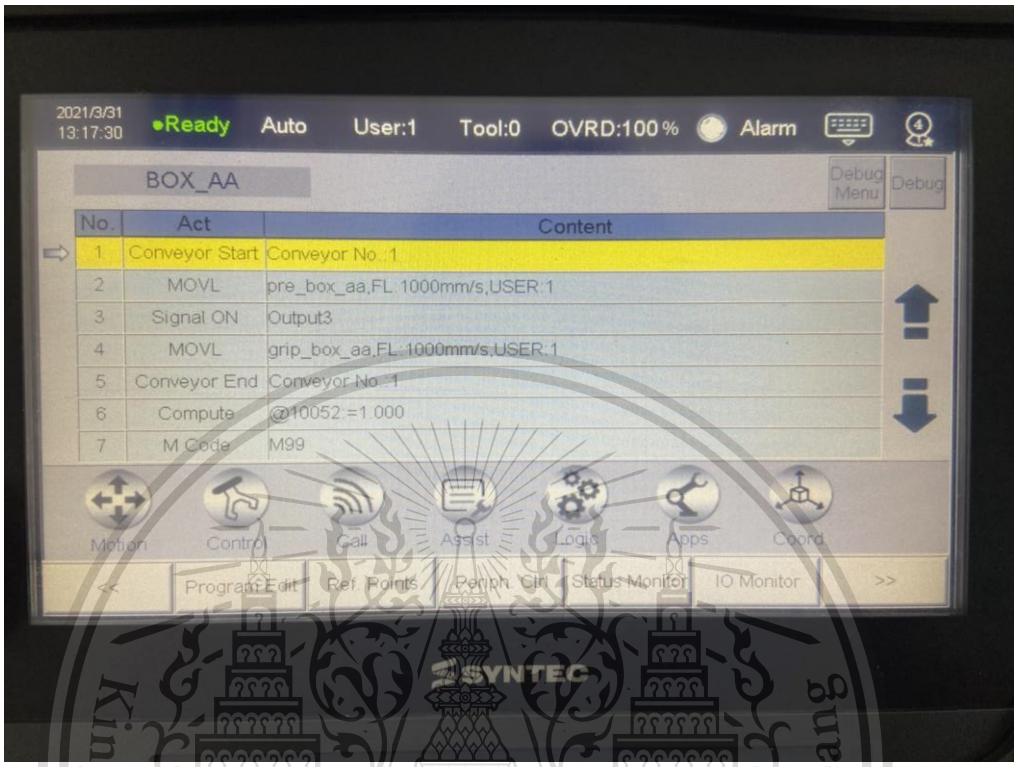


รูปที่ 3.98 แผนผังการทำงานควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับสายพานลำเลียง

2. โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบพัสดุขนาด กก หรือ AA แสดงดังรูปที่ 3.99 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งก่อนหยิบพัสดุโดยตำแหน่งนี้มือหยิบจับวัตถุจะอยู่บริเวณตรงกลางและสูงเหนือพัสดุขนาด กก หรือ AA อยู่ 1 เซนติเมตร จากนั้นลมดูดสุญญากาศเริ่มทำงานและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ลงมายังตำแหน่งหยิบพัสดุ เมื่อพัสดุถูกลมดูดสุญญากาศดูดติดเข้ากับ

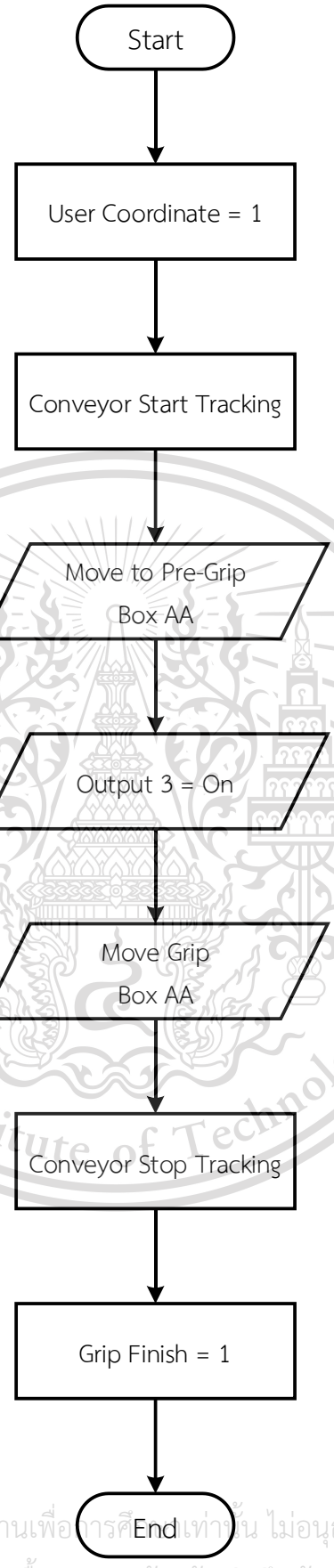
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มือหยิบจับวัตถุแล้วหุ่นยนต์จึงเคลื่อนที่ขึ้น 1 เซนติเมตร เพื่อยกพัสดุให้ลอยเหนือสายพานลำเลียงซึ่งมีแผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด กก ดังแสดงดังรูปที่ 3.100



รูปที่ 3.99 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด กก

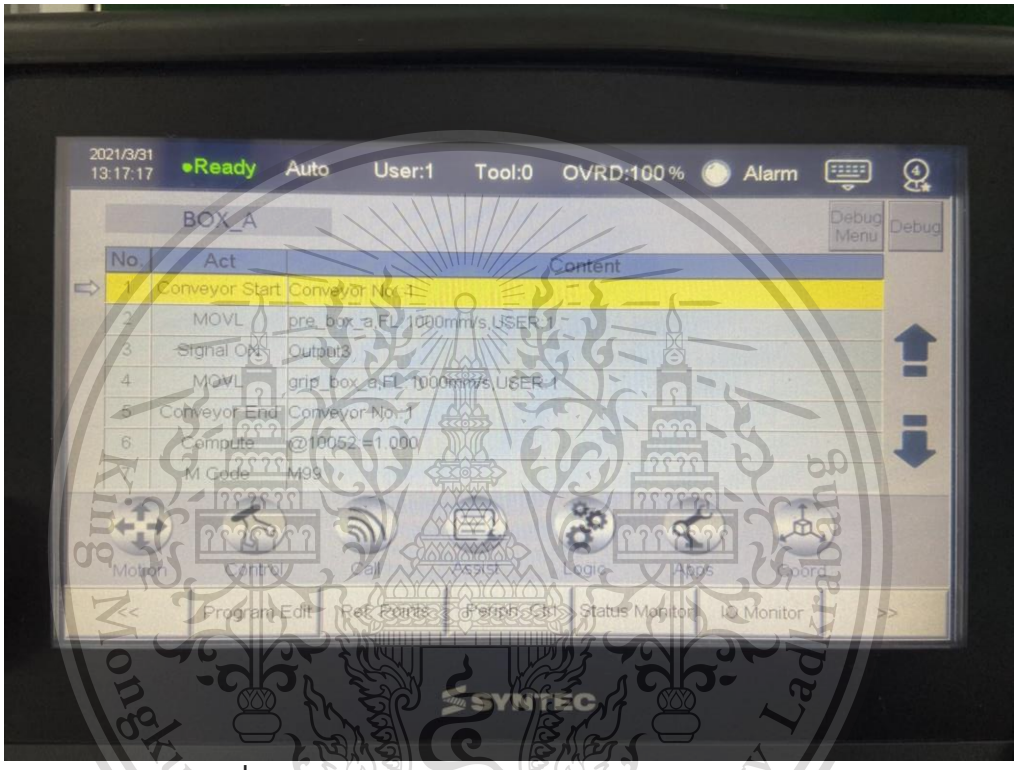
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.100 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด กก หรือ Box AA

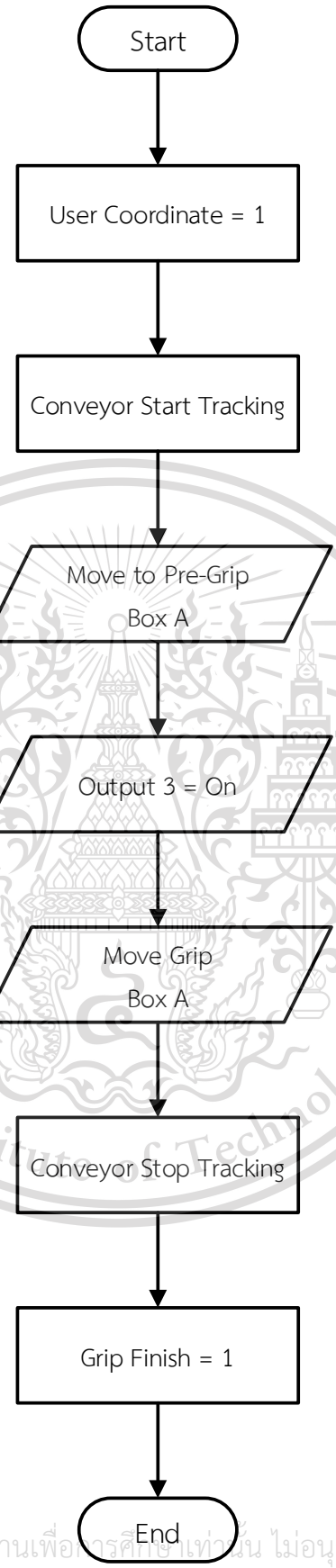
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบพัสดุขนาด ก หรือ A แสดงดังรูปที่ 3.101 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งก่อนหยิบพัสดุโดยตำแหน่งนี้มือหยิบจับวัตถุจะอยู่บริเวณตรงกลางและสูงเหนือพัสดุขนาด ก หรือ A อยู่ 1 เซนติเมตร จากนั้นลมดูดสุญญากาศเริ่มทำงานและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ลงมายังตำแหน่งหยิบพัสดุ เมื่อพัสดุถูกลมดูดสุญญากาศดูดติดเข้ากับมือหยิบจับวัตถุแล้วหุ่นยนต์จึงเคลื่อนที่ขึ้น 1 เซนติเมตร เพื่อยกพัสดุให้ลอยเหนือสายพานลำเลียงซึ่งมีแผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ก ดังแสดงดังรูปที่ 3.102



รูปที่ 3.101 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด ก

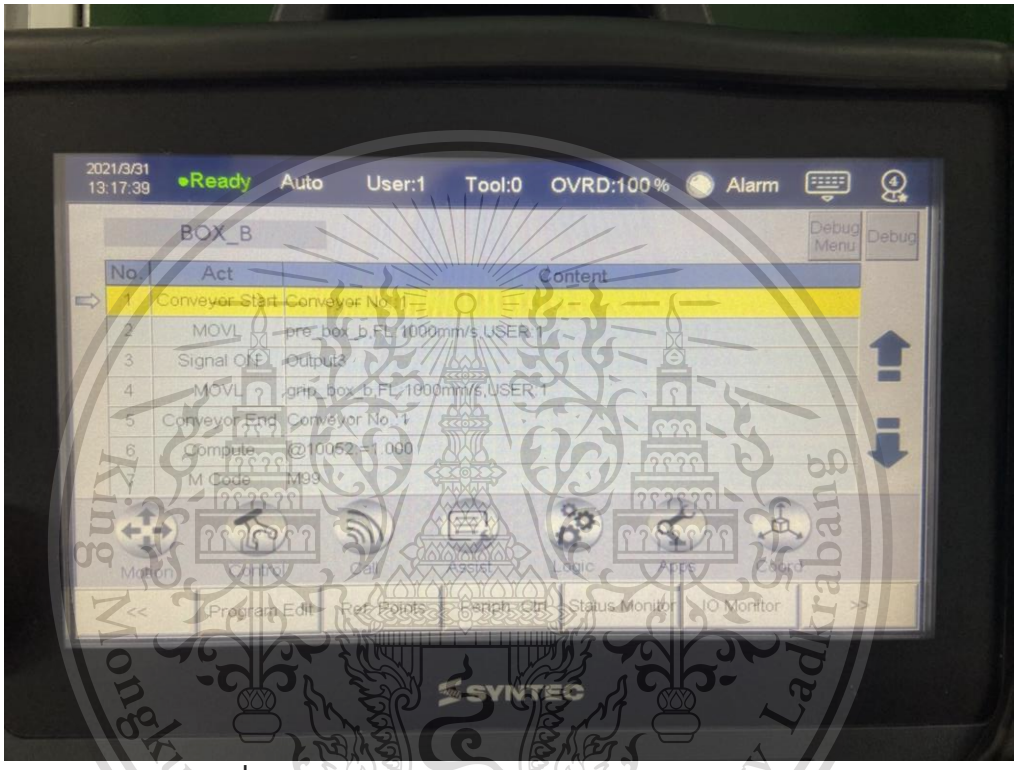
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.102 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ก หรือ Box A

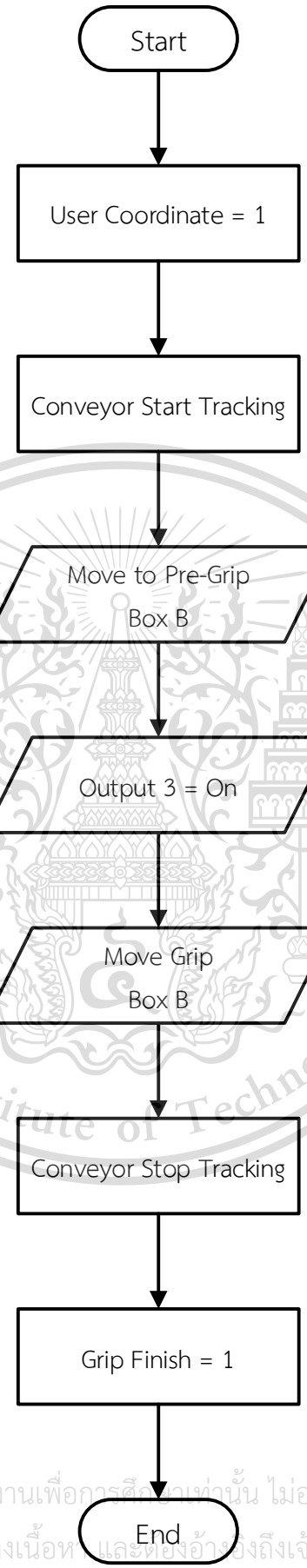
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. โปรแกรมย่อยสำหรับหยิบพัสดุขนาด ข หรือ B แสดงดังรูปที่ 3.103 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งก่อนหยิบพัสดุโดยตำแหน่งนี้มือหยิบจับวัตถุจะอยู่บริเวณตรงกลางและสูงเหนือพัสดุขนาด ข หรือ B อยู่ 1 เซนติเมตร จากนั้นลมดูดสุญญากาศเริ่มทำงานและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ลงมายังตำแหน่งหยิบพัสดุ เมื่อพัสดุถูกลมดูดสุญญากาศดูดติดเข้ากับมือหยิบจับวัตถุแล้วหุ่นยนต์จึงเคลื่อนที่ขึ้น 1 เซนติเมตร เพื่อยกพัสดุให้ลอยเหนือสายพานลำเลียงซึ่งมีแผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ข ดังแสดงดังรูปที่ 3.104



รูปที่ 3.103 โปรแกรมย่อยสำหรับการหยิบพัสดุขนาด ข

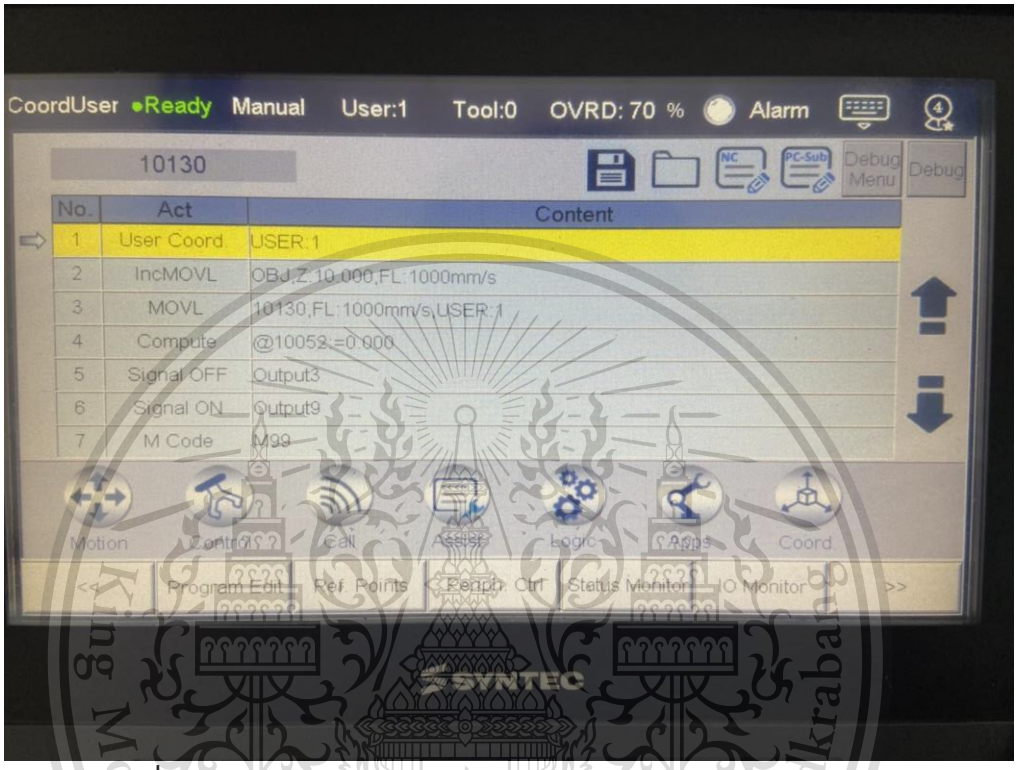
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.104 แผนผังการทำงานของการหยิบพัสดุขนาด ข หรือ Box B

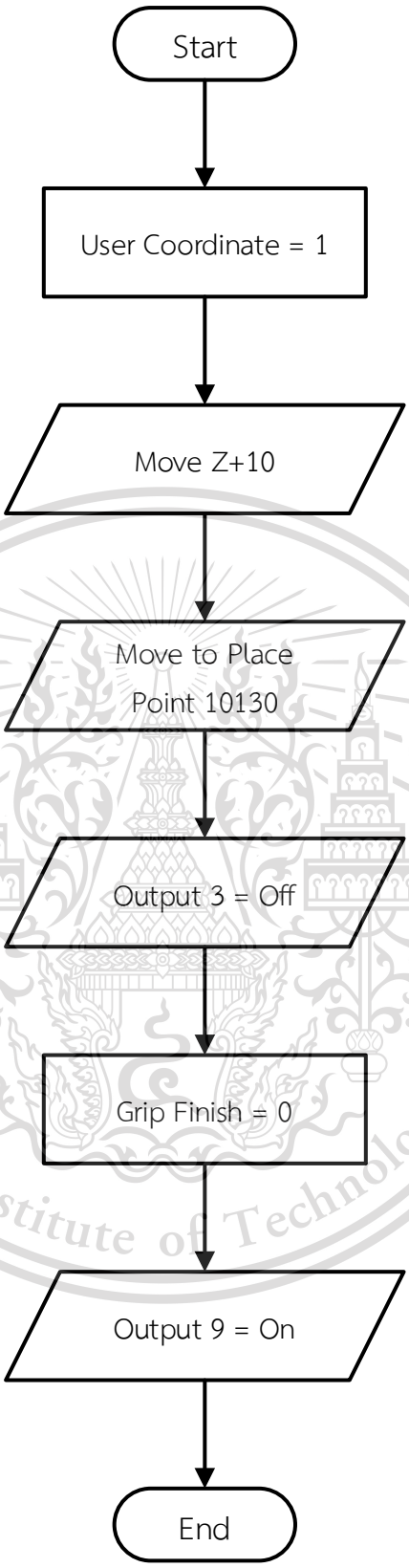
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังปลายทางรหัสไปรษณีย์ 10130 แสดงดังรูปที่ 3.105 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเหนือจุดวางพัสดุ 10130 จากนั้นลมดูดสุญญากาศหยุดทำงานพัสดุจะถูกปล่อยลงไปยังจุดวางพัสดุ ซึ่งมีแผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130 ดังแสดงดังรูปที่ 3.106



รูปที่ 3.105 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130

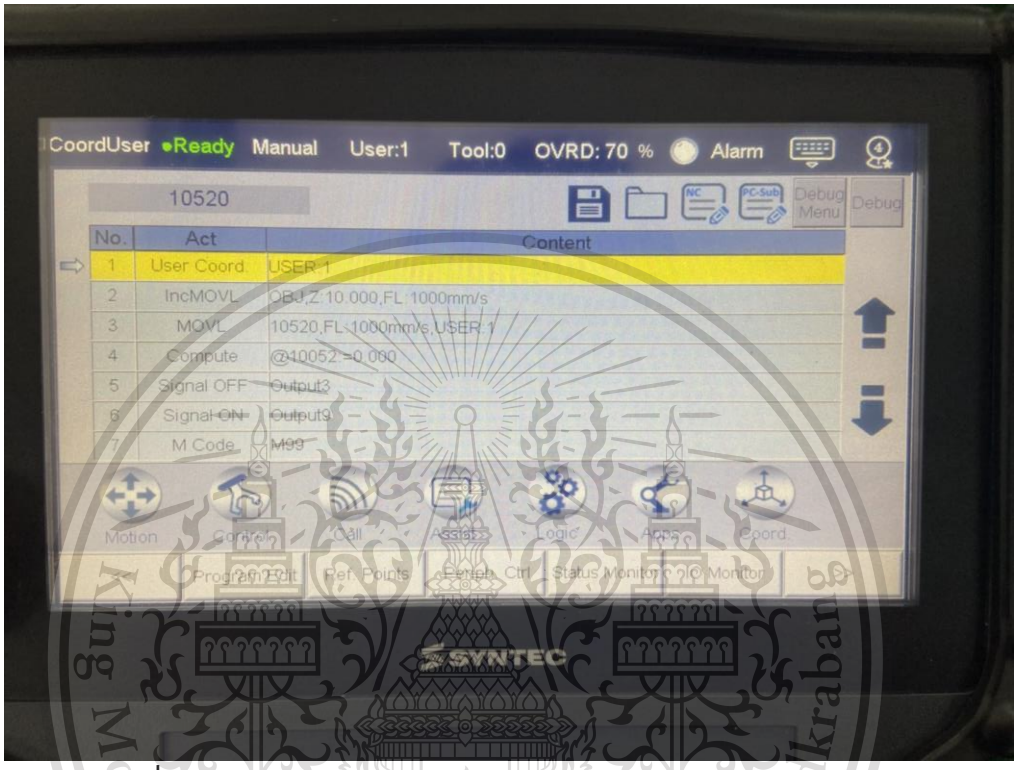
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.106 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130

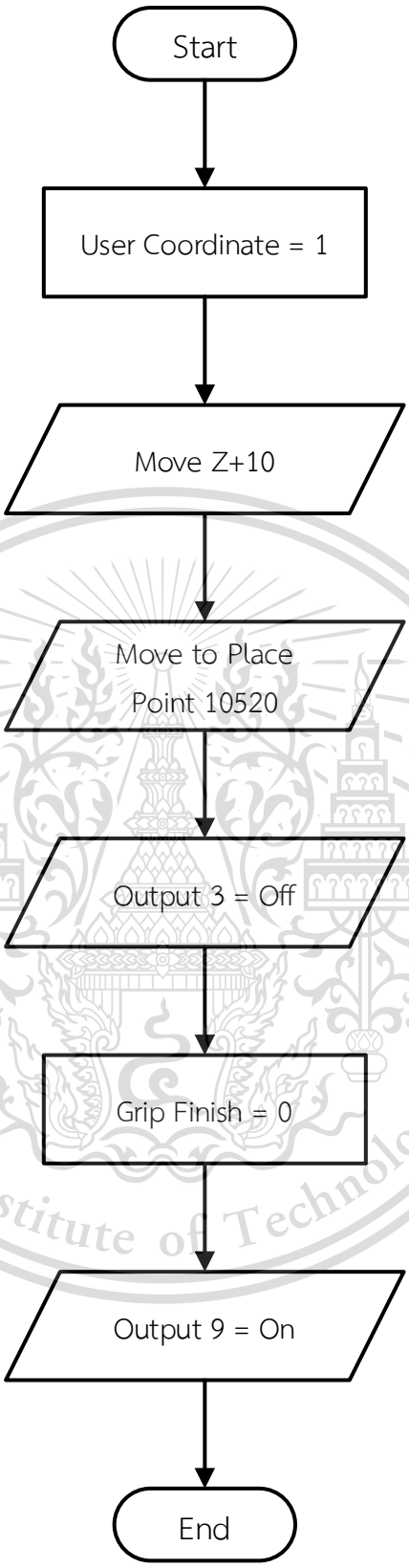
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังปลายทางรหัสไปรษณีย์ 10520 แสดงดังรูปที่ 3.107 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเหนือจุดวางพัสดุ 10520 จากนั้นลมดูดสุญญากาศหยุดทำงานพัสดุจะถูกปล่อยลงไปยังจุดวางพัสดุ ซึ่งมีแผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520 ดังแสดงดังรูปที่ 3.108



รูปที่ 3.107 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

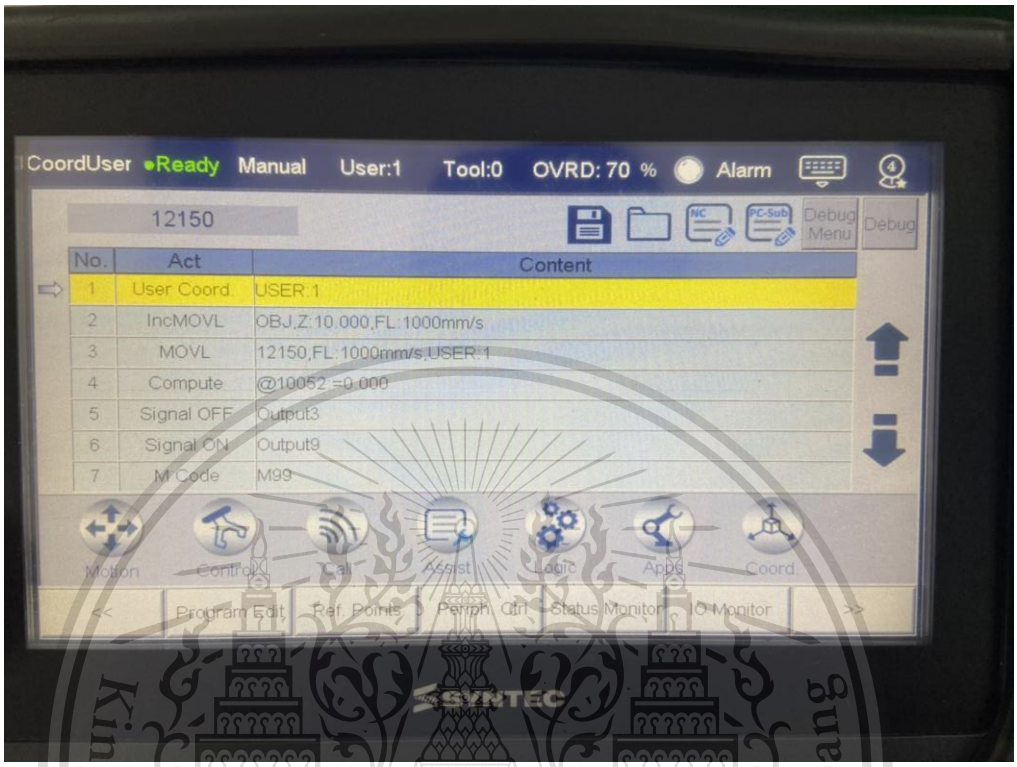


รูปที่ 3.108 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

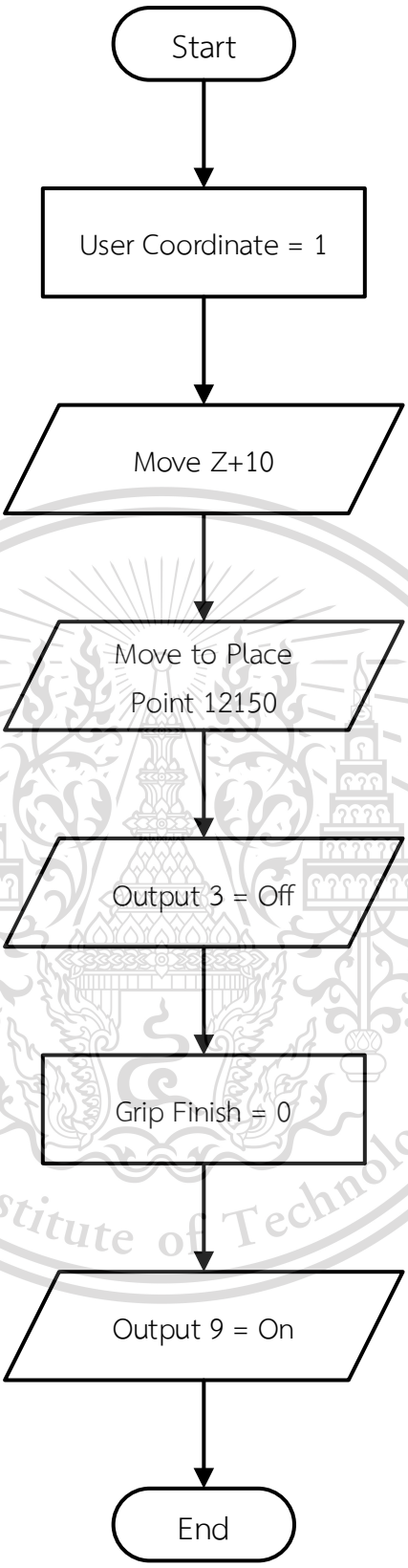
7. โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังปลายทางรหัสไปรษณีย์ 12150 แสดงดังรูปที่ 3.109 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเหนือจุดวางพัสดุ

12150 จากนั้นลมดูดสุญญากาศหยุดทำงานพัสดุจะถูกปล่อยลงไปยังจุดวางพัสดุ ซึ่งมีแผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150 ดังแสดงดังรูปที่ 3.110



รูปที่ 3.109 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150

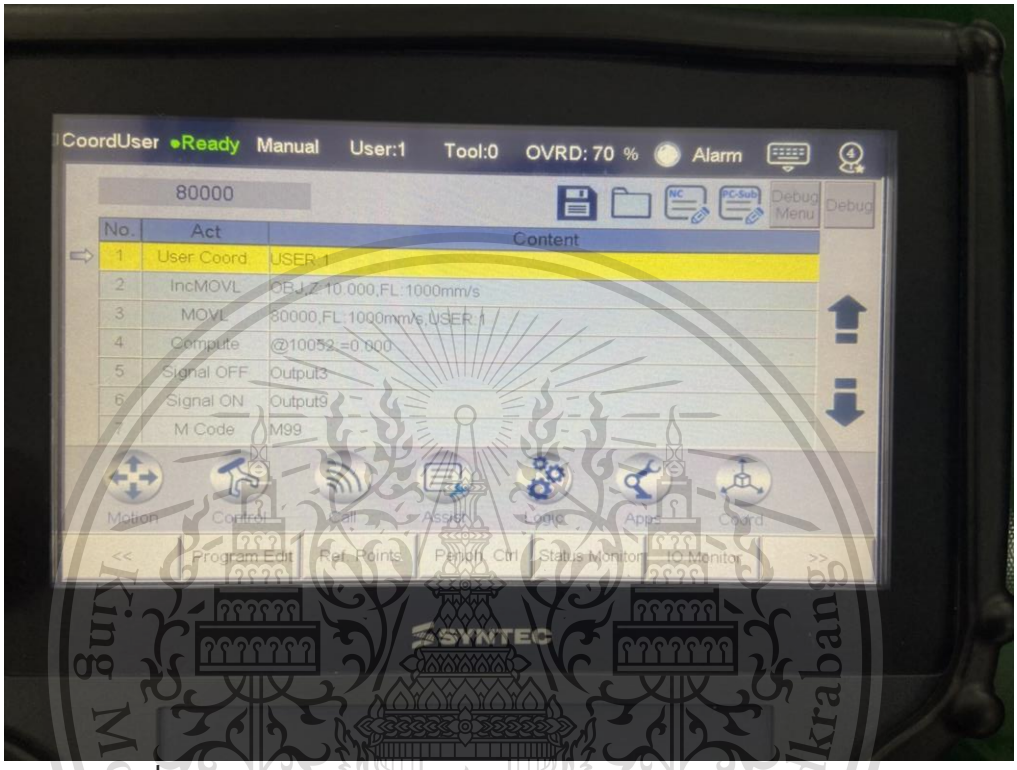
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.110 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150

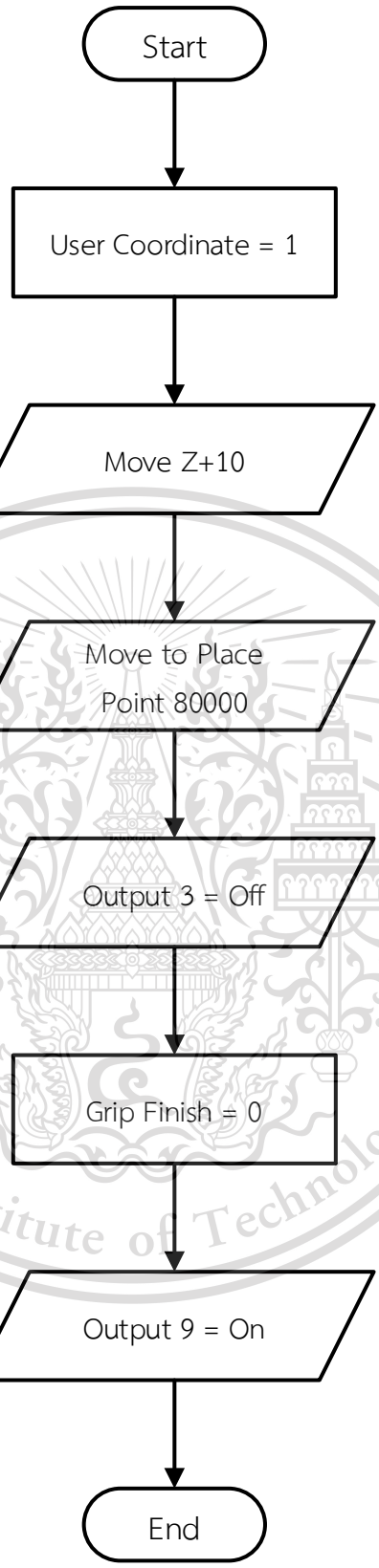
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. โปรแกรมย่อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปยังปลายทางรหัสไปรษณีย์ 80000 แสดงดังรูปที่ 3.111 การทำงานเริ่มจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเหนือจุดวางพัสดุ 80000 จากนั้นลมดูดสุญญากาศหยุดทำงานพัสดุจะถูกปล่อยลงไปยังจุดวางพัสดุ ซึ่งมีแผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000 ดังแสดงดังรูปที่ 3.112



รูปที่ 3.111 โปรแกรมย่อยสำหรับการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.112 แผนผังการทำงานของการคัดแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 หุ่นยนต์เดลตา

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบคุณสมบัติของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมา โดยการทดสอบคุณสมบัติจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.1.1 พื้นที่การทำงาน

ทำการทดสอบพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบและจัดสร้าง โดยการโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนที่ตามแนวแกน X Y และ Z ทั้งในทิศทางบวกและทิศทางลบ ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตา

แกน	ทิศทางบวก (มิลลิเมตร)	ทิศทางลบ (มิลลิเมตร)
X	+ 300	- 300
Y	+ 300	- 300
Z	- 748.738	-1000

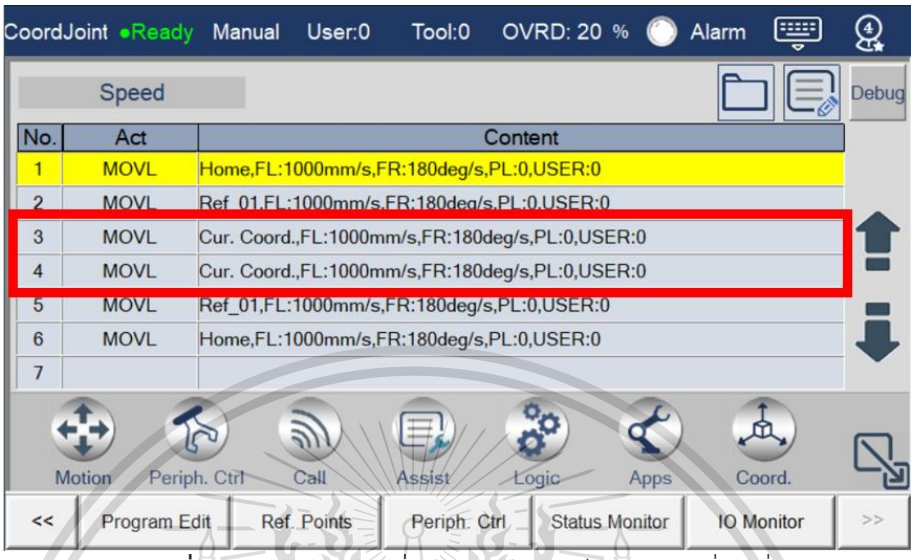
จากตารางที่ 4.1 เมื่อนำผลการทดสอบมาเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB R2019a ดังแสดงในตารางที่ 3.2 (หน้า51) ซึ่งเป็นพิกัดของหุ่นยนต์เดลตาที่สามารถเคลื่อนที่ไปได้บนระนาบแกน X, Y และ Z ในทางทฤษฎี จะเห็นได้ว่าพิกัดของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการจัดสร้างสามารถเคลื่อนที่ไปได้บนระนาบแกน X, Y และ Z มีค่าน้อยกว่าในระนาบ X และ Y เนื่องจากข้อจำกัดของชิ้นส่วนข้อต่อแบบบอลในเบ้าที่มีมุมการทำงาน 25 องศา ส่งผลให้หุ่นยนต์เดลตาไม่สามารถเคลื่อนที่ไปบนระนาบแกน X และ Y เทียบเท่ากับผลลัพธ์ทางทฤษฎี แต่มีพื้นที่การทำงานเป็นไปตามความต้องการที่ได้กำหนดไว้

4.1.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่

การทดสอบความเร็วของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบและจัดสร้างจะใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนเป็นลักษณะเส้นตรงไป–กลับจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยที่จุดสองจุดนั้นเป็นจุดที่ไกลที่สุดที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งในการเคลื่อนที่จะใช้ความเร็วสูงสุดที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้โดยที่ความเร็วรอบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เซอร์โวมอเตอร์ในแต่ละแกนของหุ่นยนต์จะต้องไม่เกินความเร็วมาตรฐานตามคุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งาน



รูปที่ 4.1 การสร้างคำสั่งทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตามีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์และชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งาน ผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตาแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตา

พิกัดจุดเริ่มต้น (X , Y , Z)	(-300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)
พิกัดจุดสิ้นสุด (X , Y , Z)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)	(+300, 0, -900)
ระยะทาง (มิลลิเมตร)	1200	1200	1200	1200	1200
ความเร็ว (มิลลิเมตรต่อวินาที)	500	750	900	1000	1100
ความเร็วรอบเซอร์โวมอเตอร์ไม่เกินความเร็วมาตรฐาน	✓	✓	✓	✓	✗
เวลา (วินาที)	3.18	2.31	2.04	1.91	1.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าหุ่นยนต์เดลตาสามารถเคลื่อนที่ไป-กลับจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยระยะทางรวม 1200 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ไกลที่สุดที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ในพื้นที่การทำงาน ด้วยความเร็วสูงสุดได้ถึง 1000 มิลลิเมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วสูงสุดที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้โดยที่เซอร์โวมอเตอร์มีความเร็วรอบการทำงานไม่เกิน ความเร็วมาตรฐานตามคุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งาน

4.1.3 ความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่

การทดสอบความความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบและจัดสร้าง โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ บนระนาบแกน X, Y และ Z ตามที่กำหนดไว้จำนวน 10 ตำแหน่ง และทำการตรวจสอบว่าหุ่นยนต์เดลตาสามารถเคลื่อนที่มายังตำแหน่งที่กำหนดไว้ได้ถูกต้องหรือไม่ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตา

ตำแหน่ง	พิกัดของตำแหน่งตามแนวแกน X (มิลลิเมตร)	พิกัดของตำแหน่งตามแนวแกน Y (มิลลิเมตร)	พิกัดของตำแหน่งตามแนวแกน Z (มิลลิเมตร)	ความถูกต้องและความแม่นย่ำ
1	150	150	-900	✓
2	200	100	-850	✓
3	250	25	-890	✓
4	0	250	-800	✓
5	-120	75	-900	✓
6	-280	250	-870	✓
7	275	-275	-875	✓
8	-125	-125	-750	✓
9	250	130	-825	✓
10	0	0	-900	✓

จากผลการทดสอบความถูกต้องและความแม่นยำในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตาสามารถสรุปได้ว่า หุ่นยนต์เดลตาที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาโดยใช้ชุดควบคุมแกนประสาน 3 แกน สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตาได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.4 การหยิบจับวัตถุ

การทดสอบการหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบและจัดสร้างจะเป็นการทดสอบความเสถียรในการหยิบวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งเคลื่อนย้ายไปวางยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนไปหยิบวัตถุจากตำแหน่งเคลื่อนที่ไปวางยังอีกหนึ่งไปวางยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยการทดสอบจะใช้ตัวอย่างวัตถุจำนวน 4 แบบ คือ กล่องกระดาษ , ขวดแก้ว, กระปุกพลาสติก และชิ้นส่วนพลาสติก และในการทดสอบจะมีการปรับเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตาเป็น 500 mm/s, 750 mm/s และ 1000 mm/s ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์เดลตา

ตัวอย่างวัตถุ	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดลตา (mm/s)	การหยิบจับวัตถุมีความเสถียร
กล่องกระดาษ	500	✓
	750	✓
	1000	✓
ขวดแก้ว	500	✓
	750	✗
	1000	✗
กระปุกพลาสติก	500	✓
	750	✓
	1000	✗
ชิ้นส่วนพลาสติก	500	✓
	750	✓
	1000	✓

จากผลการทดสอบการหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์เดลตาสามารถสรุปได้ว่า หุ่นยนต์เดลตาที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมามีความเหมาะสมในการหยิบจับวัตถุที่มีน้ำหนักที่เบาและมีความสูงไม่มาก เนื่องจากน้ำหนักและความสูงของวัตถุที่มากจะทำให้วัตถุเกิดการแกว่งและอาจจะหลุดออกจากมือหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์ได้เมื่อหุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การทำงานของสายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงที่ทำการออกแบบและจัดสร้างสามารถควบคุมความเร็วได้ด้วยสัญญาณดิจิตอลในรูปแบบของระดับความเร็ว Low, Medium และ High ผ่านดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซี MITSUBISHI ELECTRIC โดยมีผลการทดสอบความเร็วของสายพานลำเลียงแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความเร็วของสายพานลำเลียง

Level	Frequency (Hz)	Conveyor Speed (m/s)	Result
Low	60	10.43	✓
Medium	75	12.75	✓
High	90	15.19	✓

4.3 การทำงานของระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง

ระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงที่ทำออกแบบและการจัดสร้างมีการทำงานเริ่มจากเมื่อมีพัสดุเคลื่อนที่มาถึงโฟโตอิเล็กทริคเซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณดิจิตอลไปยังดิจิตอลอินพุตบิตที่ 3 ของตัวควบคุมหุ่นยนต์เพื่อเริ่มการติดตามตำแหน่งของพัสดุบนสายพานลำเลียง โดยใช้อินครีเมนทอลโรตารีเอ็นโคดเดอร์เป็นเซ็นเซอร์ในการติดตามตำแหน่งของพัสดุเพื่อให้หุ่นยนต์เดลตาสามารถหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานไปวางยังจุดวางพัสดุได้อย่างถูกต้อง โดยทดสอบการทำงานของระบบติดตามสายตำแหน่งบนสายพานลำเลียงด้วยการนำพัสดุวางบนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่และดูผลการทำงานว่าหุ่นยนต์เดลตาสามารถหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงโดยใช้ระบบการติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงไปวางยังจุดวางพัสดุได้หรือไม่โดยทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง

Object	Grip Successfully	Grip Unsuccessfully
1	✓	-
2	✓	-
3	✓	-
4	✓	-
5	✓	-
6	✓	-
7	✓	-
8	✓	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Object	Grip Successfully	Grip Unsuccessfully
9	✓	-
10	✓	-

4.4 อัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตา

ทดสอบอัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตาที่ทำการออกแบบ ด้วยการทดสอบจะทำการทำสอบทั้งหมด 3 ครั้ง โดยเริ่มจากความเร็วของสายพานลำเลียง Low, Medium, High ตามลำดับ จากนั้นทำการจับเวลาการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาในการหยิบพัสดุที่เคลื่อนที่เข้ามาบนสายพานลำเลียงจำนวน 5 พัสดุซึ่งมีระยะห่างระหว่างพัสดุ 60 เซนติเมตร แล้วนำพัสดุไปวางยังตำแหน่งวางพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520 ซึ่งเป็นตำแหน่งวางพัสดุที่หุ่นยนต์เดลตาจำเป็นต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลที่สุด จากนั้นนำเวลาที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาอัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตา ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบอัตราการคัดแยกพัสดุของหุ่นยนต์เดลตา

Motor Frequency (Hz)	Delta Robot speed (m/s)	Acc. time (ms)	Acc. 1G time (ms)	(n)Box/Minute(s)
60	1000	100	50	13
75	1000	100	50	15
90	1000	100	50	18

4.5 การทำงานของการรับและส่งข้อมูลบาร์โคด

ในการทดสอบการทำงานของการรับและส่งข้อมูลบาร์โคด จะทดสอบด้วยการสแกนบาร์โคดที่ติดอยู่บริเวณด้านหน้าของพัสดุ จากนั้นบันทึกผลสถานะดิจิตอลเอาต์พุตของพีแอลซี MITSUBISHI ELECTRIC ซึ่งใช้ในการประมวลผลและส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ผ่านดิจิตอลเอาต์พุต ซึ่งชุดข้อมูลบาร์โคดมีทั้งหมด 12 รูปแบบ ได้แก่ KMITL-00-10130, KMITL-00-10520, KMITL-00-12150, KMITL-00-80000, KMITL-01-10130, KMITL-01-10520, KMITL-01-12150, KMITL-01-80000, KMITL-02-10130, KMITL-02-10520, KMITL-02-12150 และ KMITL-02-80000 โดยที่ 00, 01 และ 02 คือขนาดของพัสดุขนาด กก , ก และ ข ตามลำดับ และ 10130, 10520, 12150 และ 80000 คือรหัสไปรษณีย์ที่จะใช้เป็นจุดปลายทาง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการทำงานของการรับและส่งข้อมูลบาร์โค้ด

Barcode	Box Size			Destination			
	Y0/I8	Y1/I9	Value	Y2/I10	Y3/I11	Y4/I12	Value
KMITL-00-10130	1	0	1	1	0	0	1
KMITL-00-10520	1	0	1	0	1	0	2
KMITL-00-12150	1	0	1	1	1	0	3
KMITL-00-80000	1	0	1	0	0	1	4
KMITL-01-10130	0	1	2	1	0	0	1
KMITL-01-10520	0	1	2	0	1	0	2
KMITL-01-12150	0	1	2	1	1	0	3
KMITL-01-80000	0	1	2	0	0	1	4
KMITL-02-10130	1	1	3	1	0	0	1
KMITL-02-10520	1	1	3	0	1	0	2
KMITL-02-12150	1	1	3	1	1	0	3
KMITL-02-80000	1	1	3	0	0	1	4

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าการรับข้อมูลและส่งข้อมูลบาร์โคดสามารถทำได้อย่างถูกต้อง ถ้าหาก Y0/I8 ON ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 1 หมายถึงพัสดุขนาด 00 หาก Y1/I9 ON ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 2 หมายถึงพัสดุขนาด 01 หาก Y0/I8 และ Y1/I9 ON ทั้งคู่ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 3 จะหมายถึงพัสดุขนาด 02 และจุดปลายทางที่แบ่งตามรหัสไปรษณีย์ หาก Y2/I10 ON ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 1 หมายถึงรหัสไปรษณีย์ 10130 หาก Y3/I11 ON ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 2 หมายถึงรหัสไปรษณีย์ 10520 หาก Y2/I10 และ Y3 ON/I11 ซึ่งมีค่าจำนวนเต็มเป็น 3 หมายถึงรหัสไปรษณีย์ 12150 และหาก Y4/I12 ON ซึ่งมีค่า Integer เป็น 4 หมายถึงรหัสไปรษณีย์ 80000

4.6 การทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคด

ในการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคดด้วยการคัดแยกพัสดุทั้งหมด 12 กรณี ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคด

Case	Barcode	10130	10520	12150	80000
1	KMITL-00-10130	✓	-	-	-
2	KMITL-00-10520	-	✓	-	-
3	KMITL-00-12150	-	-	✓	-
4	KMITL-00-80000	-	-	-	✓
5	KMITL-01-10130	✓	-	-	-
6	KMITL-01-10520	-	✓	-	-
7	KMITL-01-12150	-	-	✓	-
8	KMITL-01-80000	-	-	-	✓
9	KMITL-02-10130	✓	-	-	-
10	KMITL-02-10520	-	✓	-	-
11	KMITL-02-12150	-	-	✓	-
12	KMITL-02-80000	-	-	-	✓

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับระบบคัดแยกพัสดุด้วยข้อมูลบาร์โคดสามารถทำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบและจัดสร้างระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาในการคัดแยกพัสดุที่ขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด ไปยัง 4 ปลายทางซึ่งถูกระบุด้วยรหัสไปรษณีย์ โดยข้อมูลขนาดและปลายทางของพัสดุจะถูกระบุด้วยข้อมูลบาร์โคด 1 มิติ และ 2 มิติ ระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติที่ทำการออกแบบโดยใช้ตัวควบคุมหุ่นยนต์ของ SYNTEC TECHNOLOGY รุ่น F21-M3-81RG-10-E สำหรับการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาและติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงและใช้พีแอลซีของ MITSUBISHI ELECTRIC รุ่น FX5U-32MT/ES สำหรับการควบคุมความเร็วของสายพานลำเลียง รับและส่งข้อมูลบาร์โคดไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาผ่านดิจิตอลเอาต์พุต การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์เดลตาและสายพานลำเลียงใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ในการออกแบบทั้งหมด โดยผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาที่ได้ทำการออกแบบและจัดสร้าง หุ่นยนต์มีพื้นที่การทำงานเป็นลักษณะทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร ตามที่ต้องการ ในส่วนของผลการทดสอบการทำงานของสายพานลำเลียงที่ทำการออกแบบและจัดสร้าง สายพานลำเลียงสามารถลำเลียงพัสดุด้วยความเร็วสูงสุดที่ 15.19 เมตรต่อนาที และในส่วนของผลการทดสอบการทำงานของระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตาในการคัดแยกพัสดุทั้ง 12 กรณี ได้แก่ KMITL-01-10130, KMITL-01-10520, KMITL-01-12150, KMITL-01-80000, KMITL-02-10130, KMITL-02-10520, KMITL-02-12150, KMITL-02-80000, KMITL-03-10130, KMITL-03-10520, KMITL-03-12150 และ KMITL-03-80000 ระบบคัดแยกพัสดุสามารถระบุและคัดแยกพัสดุได้อย่างอัตโนมัติและทำงานได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้อัตราการคัดแยกพัสดุสูงสุดที่ระบบคัดแยกพัสดุสามารถทำได้มีค่าเท่ากับ 18 ชิ้นต่อนาที

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากขาดความรู้ด้านการกำหนดขนาดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์เดลตา จึงต้องค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับหุ่นยนต์เดลตาที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมว่ามีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นอย่างไรเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบหุ่นยนต์เดลตา

2. เนื่องจากขาดความรู้และความเข้าใจทางด้านการเขียนโปรแกรม MATLAB จึงจำเป็นต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เนื่องจากขาดความรู้และความเข้าใจทางด้านการออกแบบชิ้นส่วนทางกลทำให้จำเป็นต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เดลตา เช่น พิกัดความเผื่อ งานสวมโลหะ เป็นต้น

4. ระยะเวลาในการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามที่ออกแบบมีความล่าช้า ส่งผลให้การดำเนินการเกิดความล่าช้า

5. ชิ้นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นไม่ตรงกับแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้ ส่งผลให้ต้องมีการแก้ไขชิ้นส่วนดังกล่าวและการดำเนินการเกิดความล่าช้า

6. ขนาดเพลาของเซอร์โวมอเตอร์ของบริษัท SYNTEC TECHNOLOGY มีขนาดไม่ตรงตามคุณสมบัติที่ระบุ ส่งผลให้มีปัญหาในการติดตั้งเข้ากับประกับเพลา จึงจำเป็นต้องแก้ไขประกับเพลาให้สามารถติดตั้งเข้ากับเพลาของเซอร์โวมอเตอร์ได้

7. ระยะเวลาการจัดส่งชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์เดลตา ได้แก่ ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ ข้อต่อแบบบอลในเบ้า และสปริงพินมีความล่าช้าเนื่องจากต้องนำเข้าชิ้นส่วนจากต่างประเทศส่งผลให้การดำเนินการเกิดความล่าช้า

8. อะลูมิเนียมโปรไฟล์ที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างมีความยาวที่คลาดเคลื่อนจากการตัดเนื่องจากความผิดพลาดของมนุษย์และเครื่องมือที่ใช้ในการตัดของทางร้านจัดจำหน่าย

9. ชิ้นส่วนแบร็กเก็ตที่ใช้สำหรับการประกอบโครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์สามารถเกิดการคลอนได้ ส่งผลให้การประกอบโครงสร้างเกิดการบิดงอ

10. โครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์มีความแข็งเกร็งและบิดงอในขั้นตอนการประกอบ ส่งผลให้ขาฉิ่งสำหรับปรับระดับของโครงสร้างไม่ติดพื้นและไม่สามารถปรับระดับของโครงสร้างให้มีความมั่นคงได้ จึงจำเป็นต้องทำการถอดประกอบโครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับการติดตั้งหุ่นยนต์ใหม่

11. การสรุปแบบสำหรับทำตู้ควบคุมมีความล่าช้า เนื่องจากปัญหาทางด้านการสื่อสารไม่ตรงกันและการจัดหาอุปกรณ์ ส่งผลให้การดำเนินการเกิดความล่าช้า

12. ไม่พบข้อมูลระบบควบคุมหุ่นยนต์ของบริษัท SYNTEC TECHNOLOGY บนอินเตอร์เน็ต เช่น คู่มือการใช้งาน คุณสมบัติของระบบควบคุม จึงจำเป็นต้องขอข้อมูลต่าง ๆ จากตัวแทนจำหน่ายประจำประเทศไทย ส่งผลให้ไม่สามารถหาข้อมูลเองได้และการดำเนินการเกิดความล่าช้า

13. ข้อมูลส่วนใหญ่ของระบบควบคุมหุ่นยนต์ของบริษัท SYNTEC TECHNOLOGY เป็นภาษาจีน ส่งผลให้ไม่สามารถอ่านทำความเข้าใจได้เอง จำเป็นต้องสอบถามข้อมูลจากวิศวกรของบริษัท SYNTEC TECHNOLOGY ประจำประเทศไทย

14. การตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมหุ่นยนต์สามารถทำได้ยาก เนื่องจากพารามิเตอร์มีจำนวนมาก ไม่มีคำอธิบายที่ชัดเจนและไม่มีคู่มือการใช้งาน ส่งผลให้ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมหุ่นยนต์จำเป็นต้องมีการสอบถามข้อมูลจากวิศวกรของบริษัท SYNTEC TECHNOLOGY ประจำประเทศไทยก่อนทำการตั้งค่าทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

17. การแก้ไขและเพิ่มเติมโปรแกรมควบคุมที่ใช้ภาษาแลดเดอร์ จำเป็นต้องทำในไฟล์ที่ทำการสำรองข้อมูลมาจากตัวควบคุมหุ่นยนต์เท่านั้น เนื่องจากโปรแกรมที่อยู่ในไฟล์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของตัวควบคุมหุ่นยนต์ไม่สามารถสร้างใหม่เองได้

18. การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาผ่านหน้าจอของตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld ไม่สะดวกต่อการใช้งานมากนักเนื่องจากหน้าจอสัมผัสตอบสนองการสัมผัสไม่ดีเท่าที่ควร

19. เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ขับสายพานลำเลียงมีแรงบิดไม่เพียงพอทำให้สายพานลำเลียงไม่สามารถออกตัวได้

20. พารามิเตอร์ DI/DO รีเซตเองโดยไม่ทราบสาเหตุทำให้ระบบควบคุมหุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานได้

21. การทำงานของการติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงมีข้อผิดพลาดที่เกิดจากซอฟต์แวร์ของตัวควบคุมหุ่นยนต์ซึ่งเป็น Version 10.118.22Y

22. การสื่อสารระหว่างพีแอลซีและตัวควบคุมหุ่นยนต์ด้วยโปรโตคอล Modbus TCP/IP มีความล่าช้าในการส่งข้อมูลจึงทำให้ไม่เหมาะในการใช้งานในระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติ

23. สถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ส่งผลให้การดำเนินการเกิดความล่าช้าและยากต่อการติดต่อประสานงานเพื่อดำเนินปริญญานิพนธ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบคัดแยกพัสดุอัตโนมัติโดยใช้หุ่นยนต์เดลตา สายพานลำเลียง ต่อไปนั้นควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ดังนี้

5.3.1 แกนที่ 4 ของหุ่นยนต์เดลตา

หุ่นยนต์เดลตาควรเพิ่มแกนที่ 4 ซึ่งเป็นแกนที่ใช้สำหรับเป็นมือหยิบจับวัตถุของหุ่นยนต์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการหมุนวัตถุที่หุ่นยนต์กำลังทำการหยิบจับอยู่ทำให้สามารถนำหุ่นยนต์ไปประยุกต์ใช้งานกับชิ้นงานได้หลากหลายมากขึ้น

5.3.2 มือหยิบจับของหุ่นยนต์

มือหยิบจับของหุ่นยนต์ควรได้รับการออกใหม่ เพื่อให้สามารถหยิบจับวัตถุได้หลากหลายยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.3.3 ระบบรักษาความปลอดภัย

หุ่นยนต์เดลตาควรเพิ่มระบบรักษาความปลอดภัยเพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ใช้งานและความเสียหายต่อตัวหุ่นยนต์โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์จำกัดระยะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และติดตั้งประตูหรือม่านแสงนิรภัย

5.3.4 ส่วนสำหรับตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์เดลตาควรเพิ่มส่วนสำหรับตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์ โดยการติดตั้งชิ้นส่วนเพิ่มเติมหรือติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นให้กับหุ่นยนต์

5.3.5 ชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์

หุ่นยนต์เดลตาควรเปลี่ยนชุดเฟืองขับเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสามตัวให้มีลักษณะที่เหมือนกันและมีอัตราทดที่ลดลงเพื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ให้กับหุ่นยนต์เดลตา

5.3.6 ข้อต่อของหุ่นยนต์

ข้อต่อของหุ่นยนต์เดลตาควรได้รับการออกแบบใหม่ โดยข้อต่อของหุ่นยนต์อาจมีลักษณะเป็นข้อต่อแบบบอลในเบ้าเหมือนเดิมแต่มีมุมการทำงานที่มากขึ้นหรือมีลักษณะเป็นข้อต่อแบบยูนิเวอร์แซลเพื่อที่จะทำให้หุ่นยนต์มีพื้นที่การทำงานที่มากขึ้นกว่าเดิม

5.3.7 มอเตอร์เหนี่ยวนำของสายพานลำเลียง

มอเตอร์เหนี่ยวนำของสายพานลำเลียงควรปรับปรุงให้มีอัตราทดที่ลดลง เพื่อให้สายพานลำเลียงมีความเร็วมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] **‘Smart Logistics’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2564, จาก https://www.bangkokbiznews.com/recommended/detail/1542

[2] **‘9 เหตุผลสนับสนุนการใช้ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ’**. เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2563, จาก http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php?id=726&section=8&issues=28

[3] **‘The What, Why and How of Delta Robots’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 23 สิงหาคม 2563, จาก https://www.engineering.com/story/the-what-why-and-how-of-delta-robots

[4] **‘AUTOMATED PARCEL SORTING - AN INTRODUCTORY GUIDE’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2564, จาก https://knowledge.beumergroup.com/cep/automated-parcel-sorting-introduction

[5] **‘3 MUST-HAVE ROBOTIC TECHNOLOGIES IN TODAY’S PARCEL DISTRIBUTION’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2564, จาก https://knowledge.beumergroup.com/cep/logistics-robots

[6] **‘ความหมายของหุ่นยนต์’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก http://www.ipelp.ac.th/lego_joy/unit1/page1.php

[7] **‘ระบบอัตโนมัติ เครื่องจักรอัตโนมัติ กับการใช้ชีวิตของมนุษย์ปัจจุบัน’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก https://www.chi.co.th/article/article-1148/

[8] **‘ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail02.html

[9] **‘หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail03.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[10] **‘ประโยชน์ของหุ่นยนต์’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก https://sites.google.com/site/robotprograming/-prayochn-khxng-hun-ynt

[11] **‘Delta Robot’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 สิงหาคม 2563, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Delta_robot

[12] **‘Robitics Type’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก http://www.kmutech.com/2019/05/16/robitics-type/

[13] **‘The Delta Parallel Robot: Kinematics Solutions’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 สิงหาคม 2563, จาก https://www.ohio.edu/mechanical-faculty/williams/html/PDF/DeltaKin.pdf

[14] **‘What is a pick and place robot?’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 17 สิงหาคม 2563, จาก https://6river.com/what-is-a-pick-and-place-robot/

[15] กฤษณ์ เสมอพิทักษ์. 2563. **พีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller)**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[16] **‘พื้นฐานหุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม ฉบับผู้ใช้งาน (ตอนที่ 3)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 13 สิงหาคม 2563, จาก https://www.mmthailand.com/พื้นฐานหุ่นยนต์-อุตฯ-03

[17] **‘พื้นฐานหุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม ฉบับผู้ใช้งาน (ตอนที่ 1)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 13 สิงหาคม 2563, จาก https://www.mmthailand.com/พื้นฐานหุ่นยนต์-อุตฯ-01

[18] **‘PLC-Based Robotic Controls Versus OEM Robotic Controls’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 16 สิงหาคม 2563, จาก https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/supplements/mcat/features/articles/21862

[19] **‘ระบบลำเลียงแบบสายพาน (Belt Conveyor)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.thaiintermat.com/index.php/th/product-t/conveyor-t/belt-conveyor-t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[20] **‘ระบบลำเลียงแบบลูกกลิ้ง (Roller Conveyor)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.thaiintermat.com/index.php/th/product-t/conveyor-t/roller-conveyor-t

[21] **‘ระบบลำเลียงขวด (Top Chain Conveyor)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.thaiintermat.com/index.php/th/product-t/conveyor-t/top-chain-conveyor-t

[22] **‘ระบบลำเลียงแบบโซ่ (Chain Conveyor)’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.thaiintermat.com/index.php/th/product-t/conveyor-t/chain-conveyor-t

[23] **‘CONVEYOR TRACKING GUIDE’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://www.universal-robots.com/articles/ur/programming/conveyor-tracking-guide/

[24] **‘เอ้นโค้ดเดอร์ Encoder คืออะไร? มาหาคำตอบกัน’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://mall.factomart.com/what-is-encoder/

[25] **‘รู้จักประเภท Rotary Encoder รับรองเจอแต่งานดี’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://mall.factomart.com/type-of-rotary-encoder/

[26] **‘ประเภทเอาท์พุท Encoder รู้ไปแล้วได้อะไร?’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://mall.factomart.com/output-type-of-rotary-encoder/

[27] **‘การเลือกใช้งานEncoder’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.engineerfriend.com/ 2017/articles/automation/เลือก-encoder-ต้องดูที่อะไร/

[28] **‘บาร์โคด’** [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2564, จาก http://www.aio-ss.com/16661509/บาร์โคด-คือ-อะไร

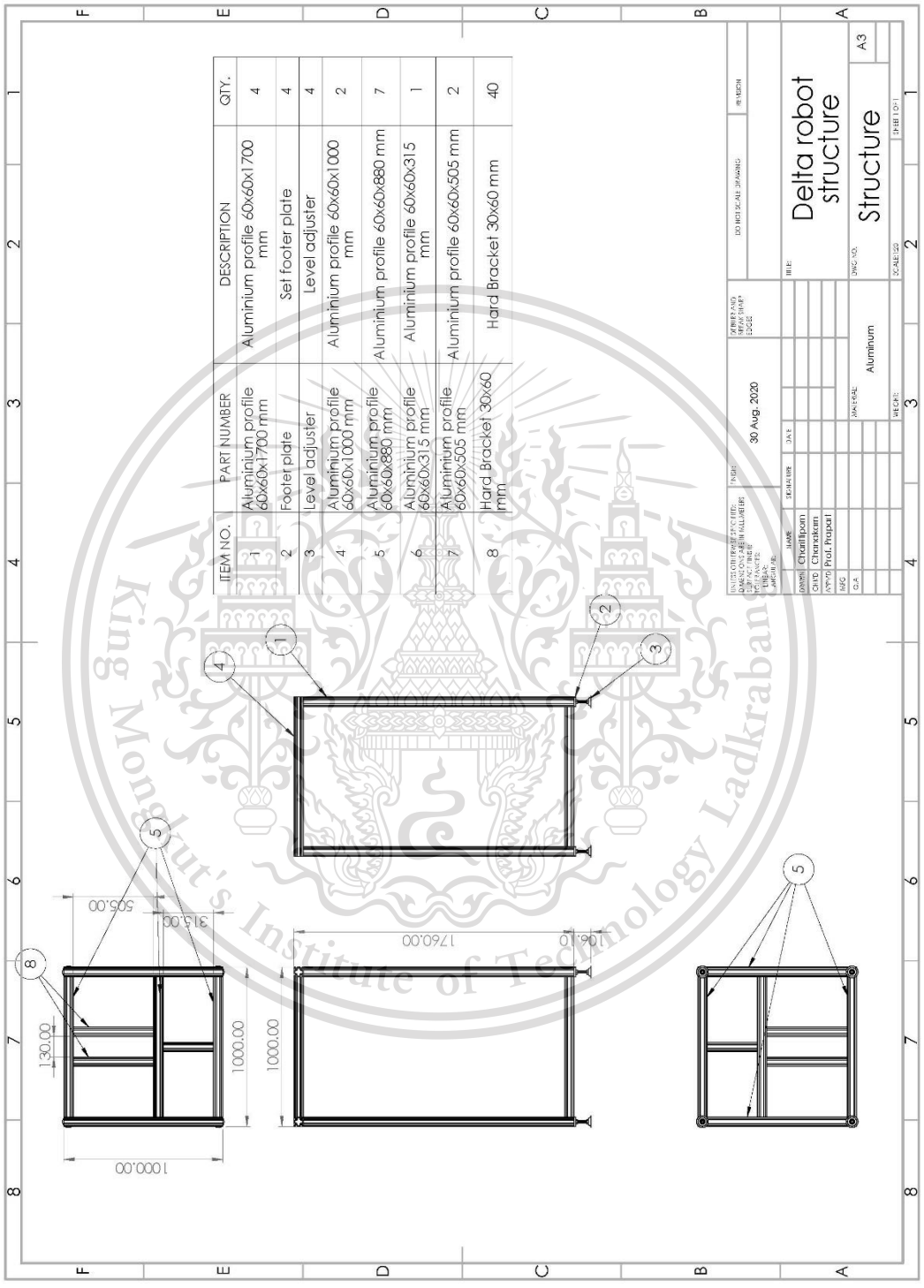
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

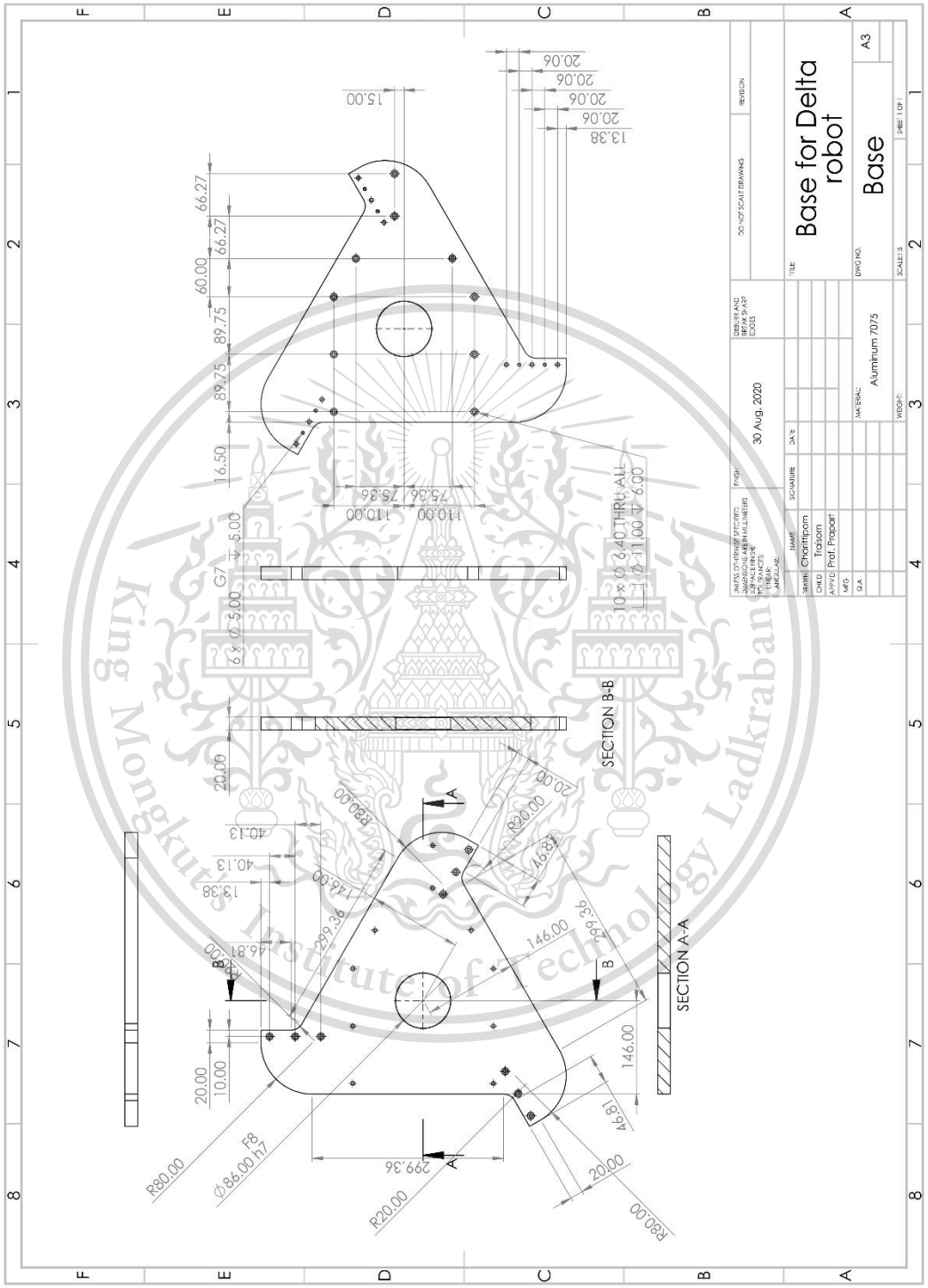
ภาคผนวก ก
แบบแปลนของโครงสร้าง ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



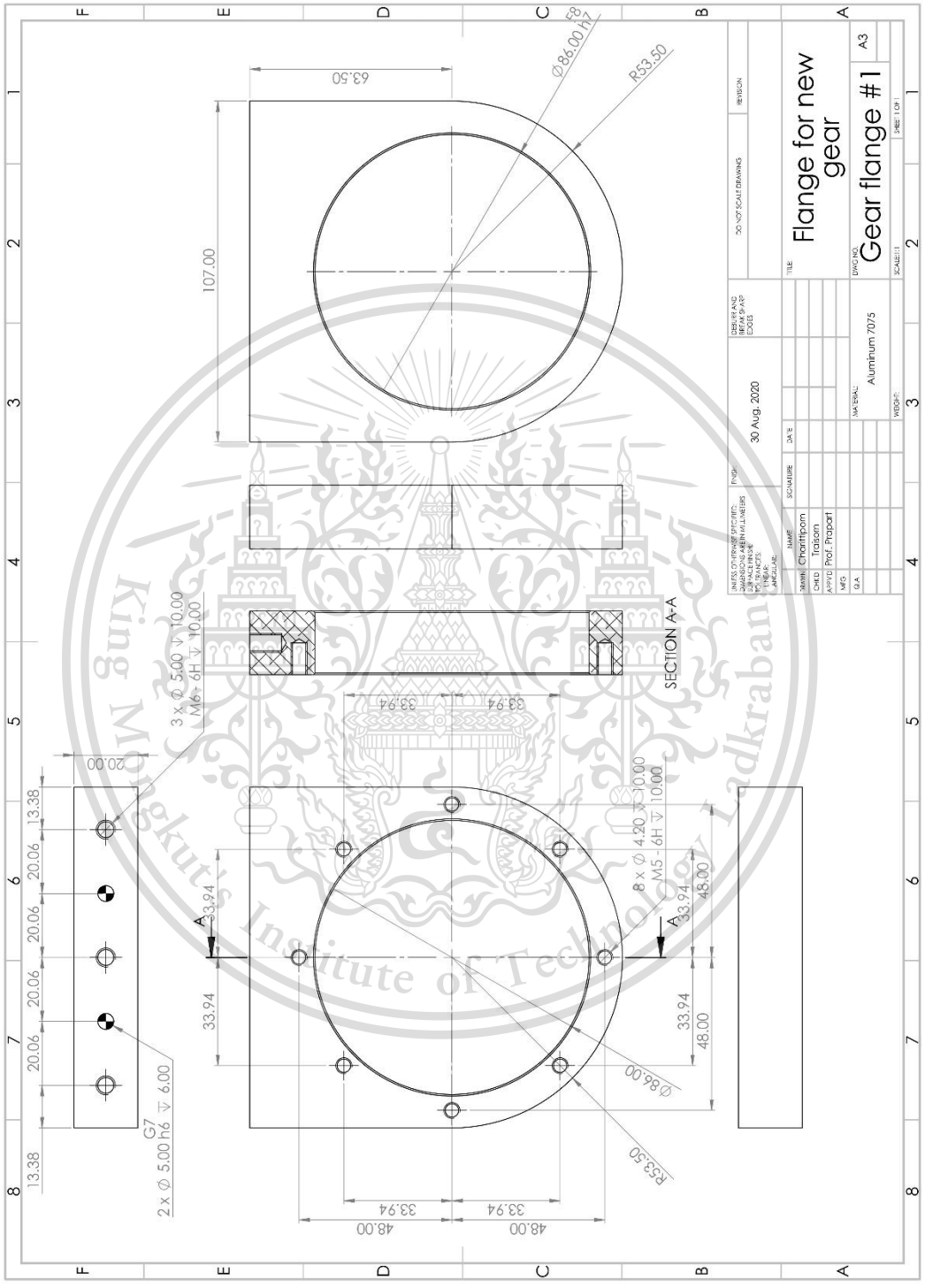
รูปที่ ก.1 แบบแปลนโครงสร้างสำหรับติดตั้งทุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



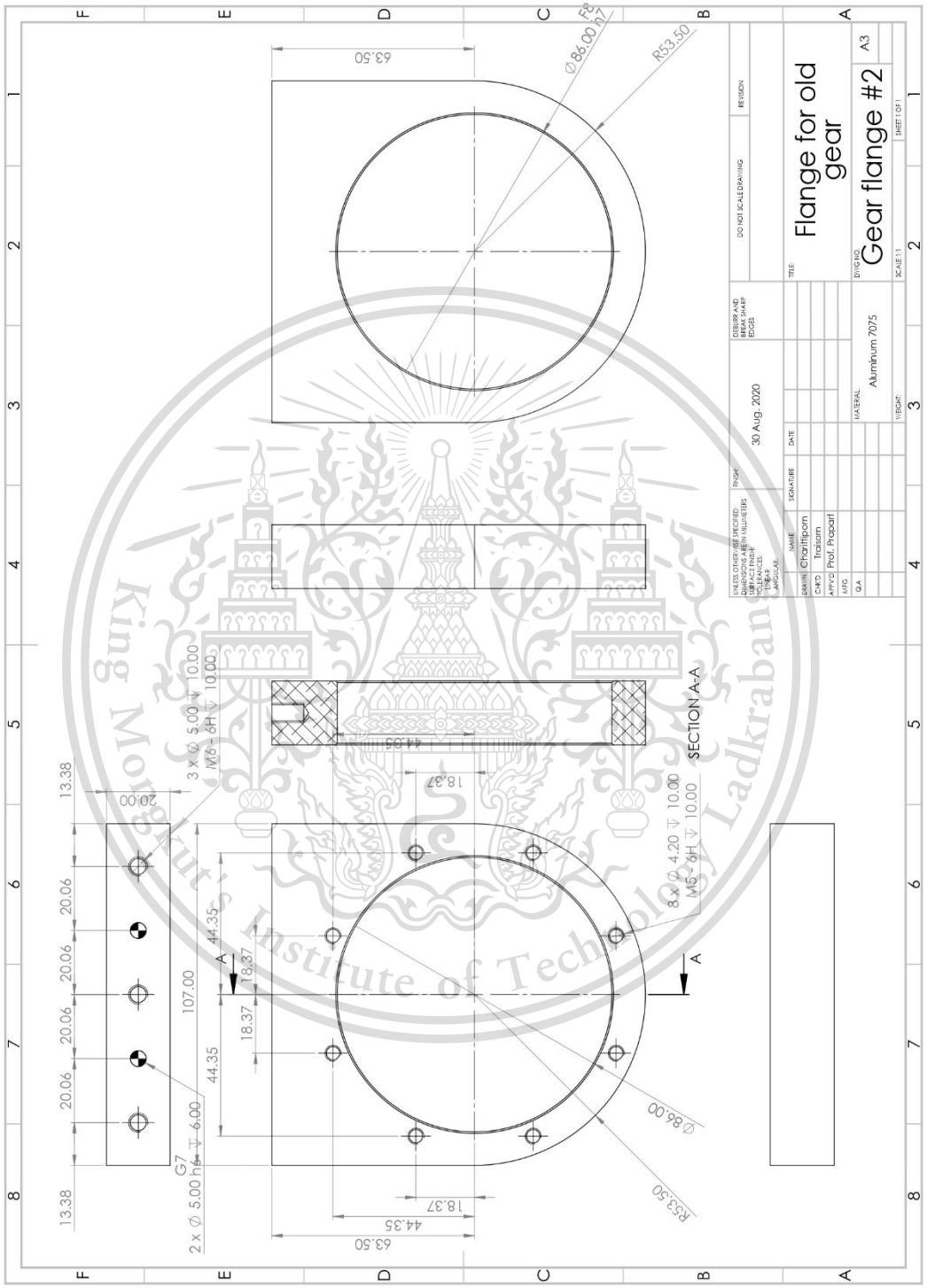
รูปที่ ก.2 แบบแปลนชิ้นส่วนฐานของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



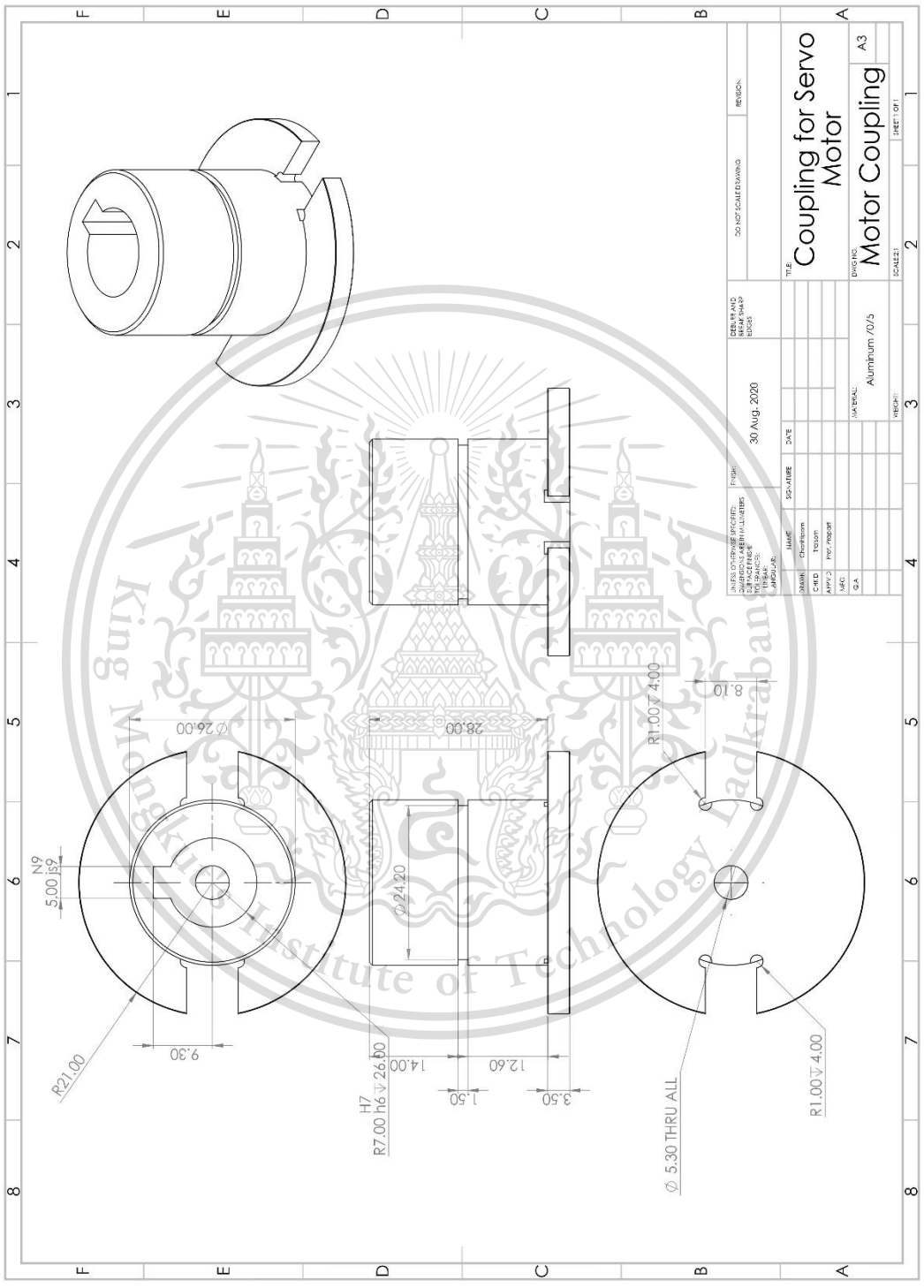
รูปที่ ก.3 แบบแปลนชิ้นส่วนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองบังโซ่โมเตอร์แบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



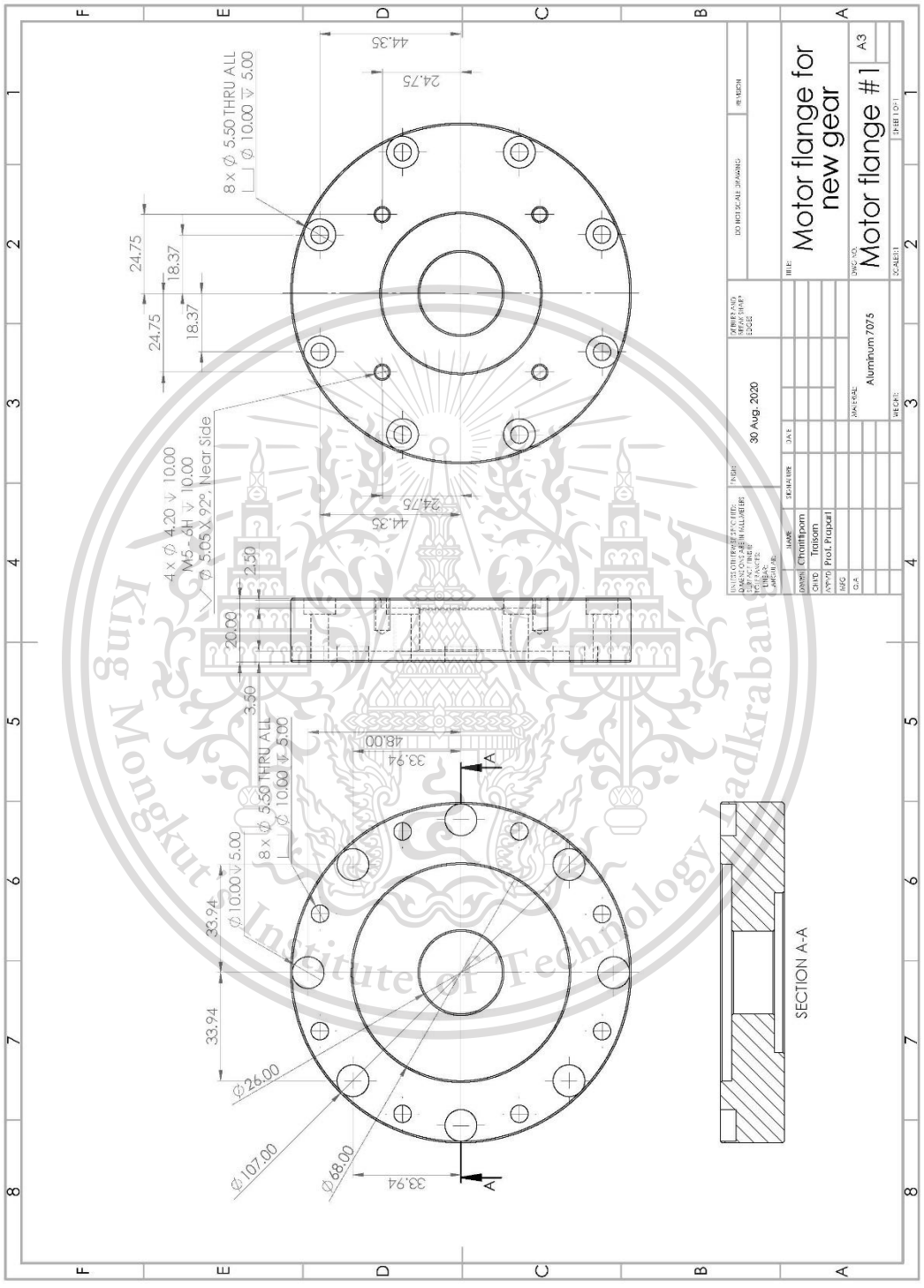
รูปที่ ก.4 แบบแปลนชิ้นส่วนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งชุดเฟืองกับโช้วมอเตอร์แบบที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



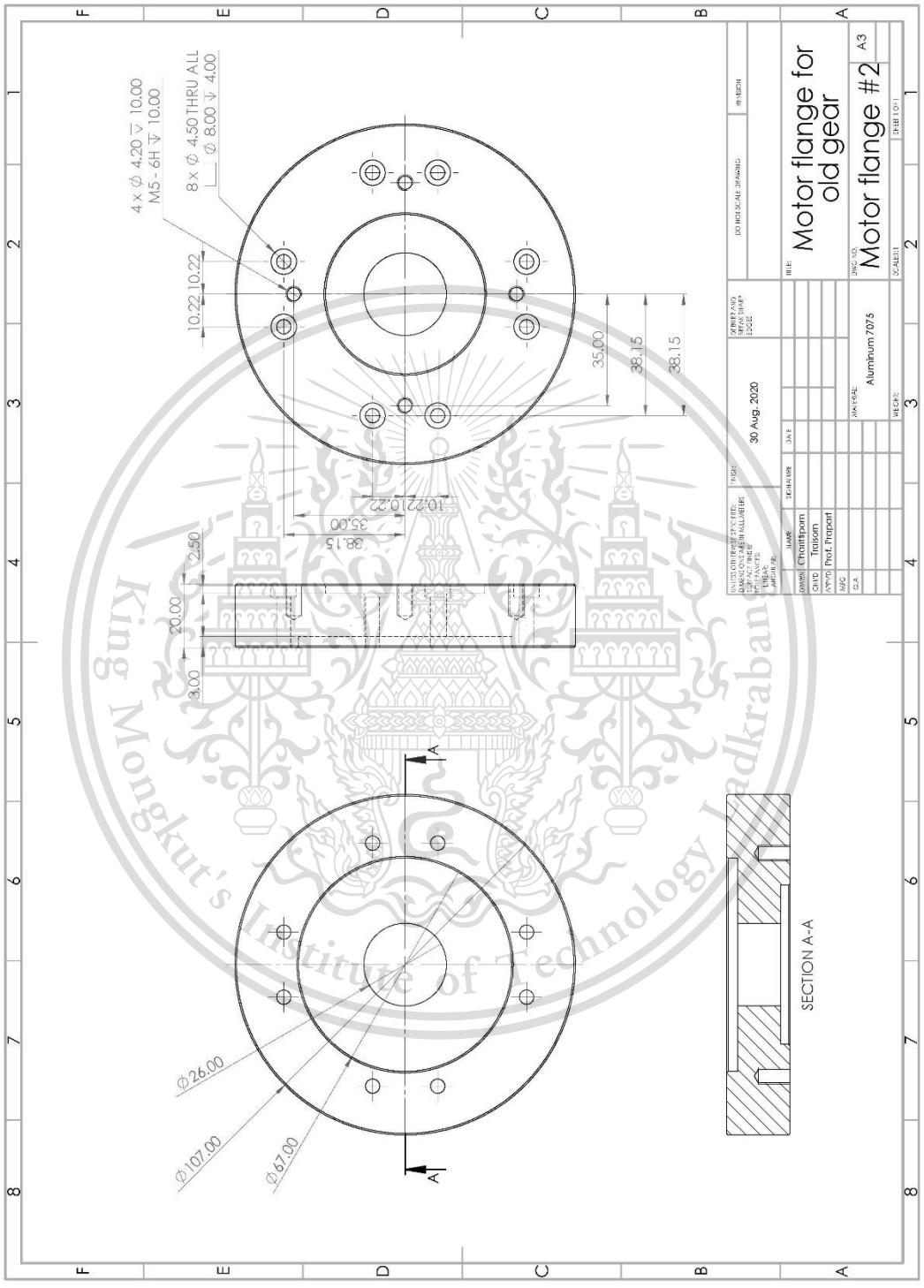
รูปที่ ก.5 แบบแปลนชิ้นส่วนประกับเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



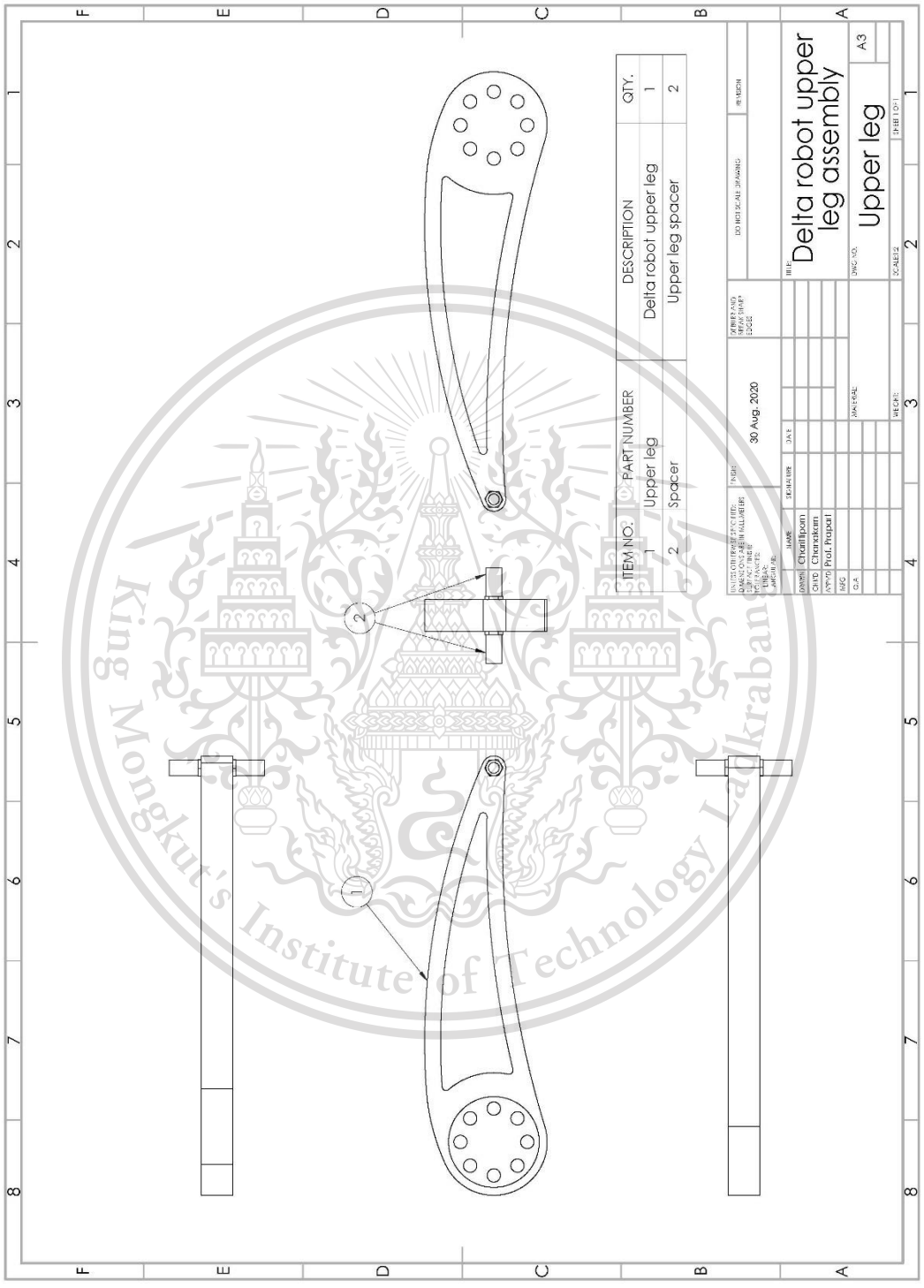
รูปที่ ก.6 แบบแปลนชิ้นส่วนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



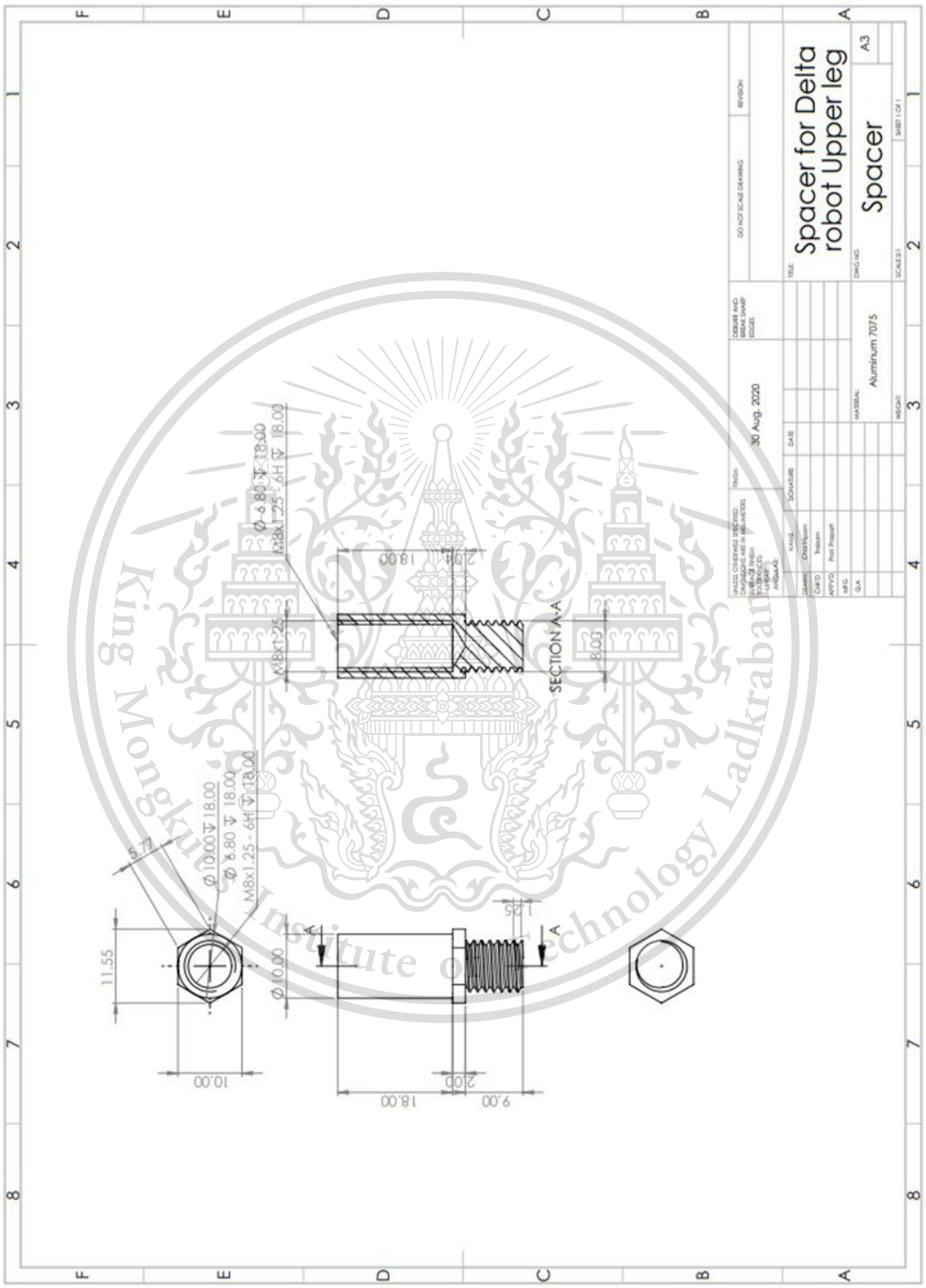
รูปที่ ก.7 แบบแปลนชิ้นส่วนหน้าแปลนสำหรับติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์รูปแบบที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



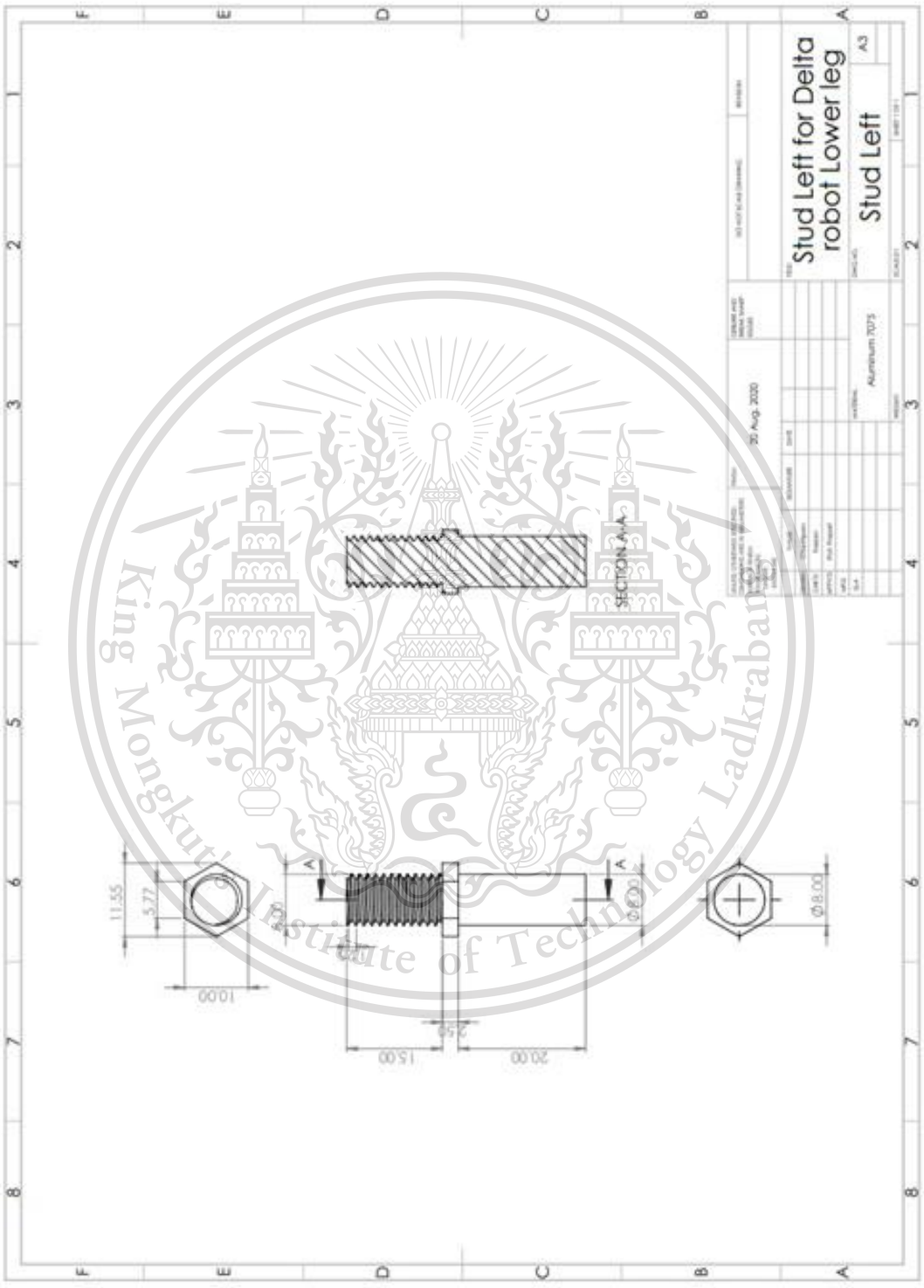
รูปที่ ก.8 แบบแปลนชิ้นส่วนขาด้านบนของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ก.9 แบบแปลนชิ้นส่วนระยะห่างสำหรับต่อขาล่างของแขนหุ่นยนต์ขนานชนิดเดลต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



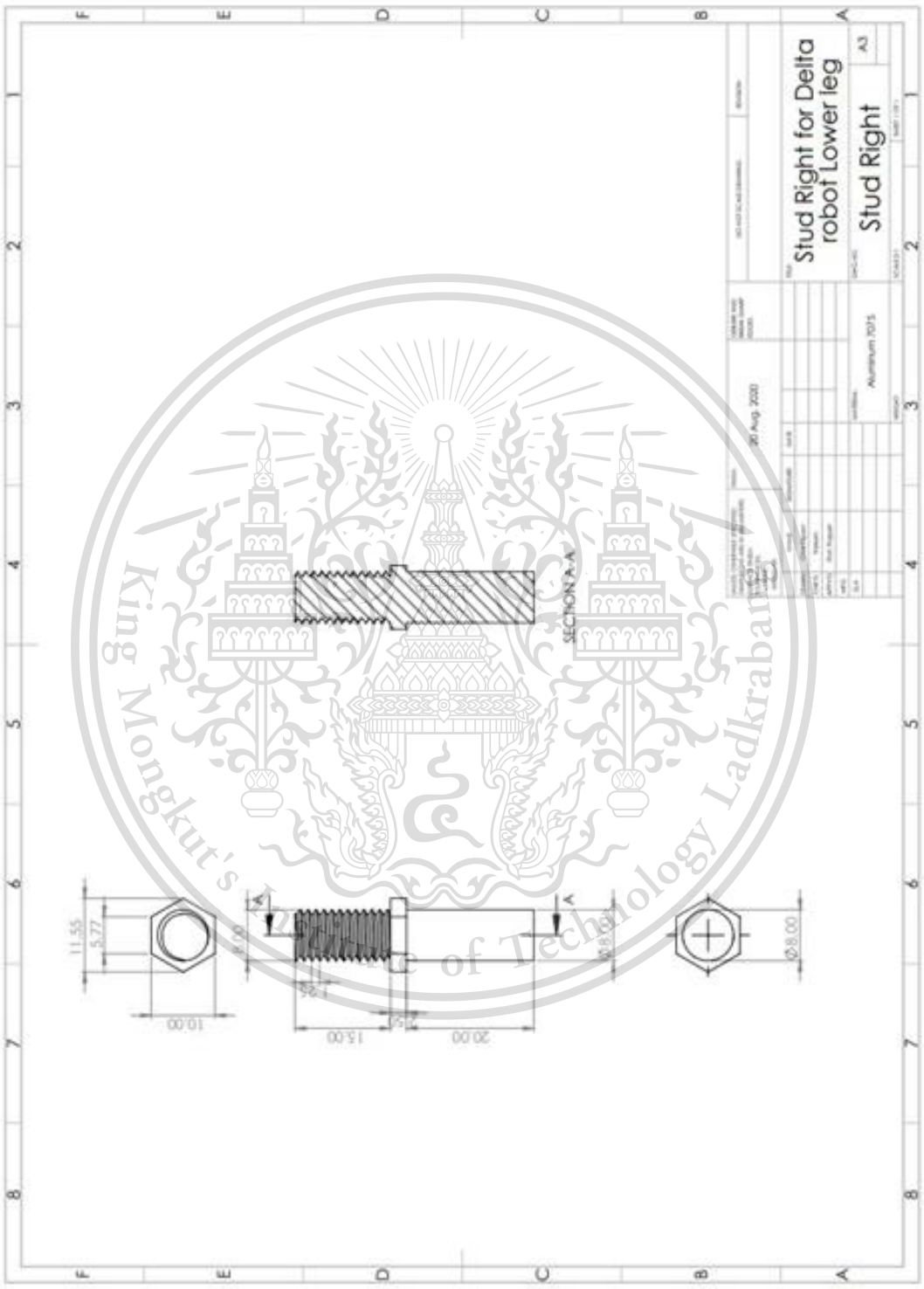
รูปที่ ก.10 แบบแปลนชิ้นส่วนแบบแปลนสลักเกลียวด้านบน

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

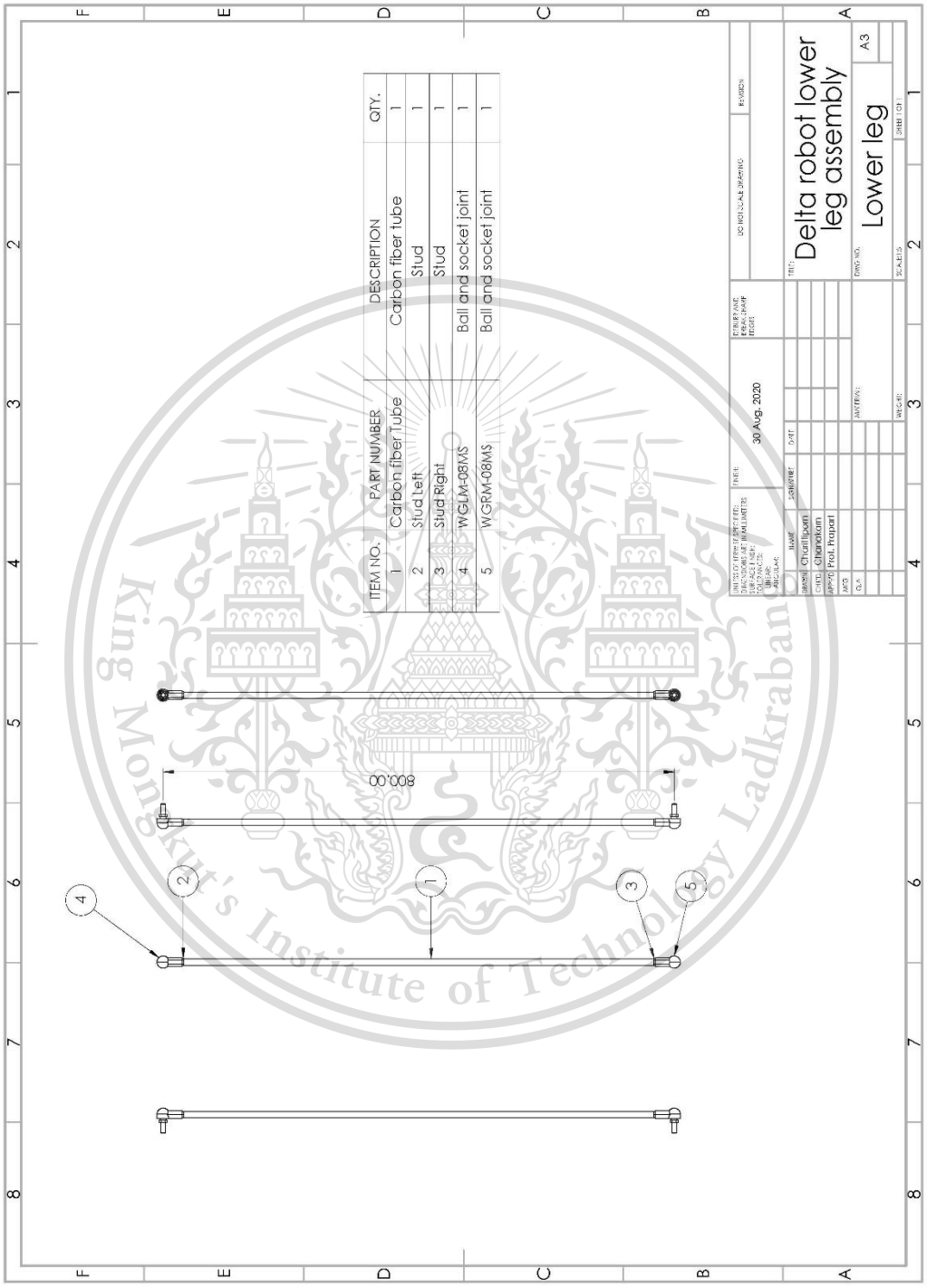


รูปที่ ก.11 แบบแปลนชิ้นส่วนสลักเกลียวด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

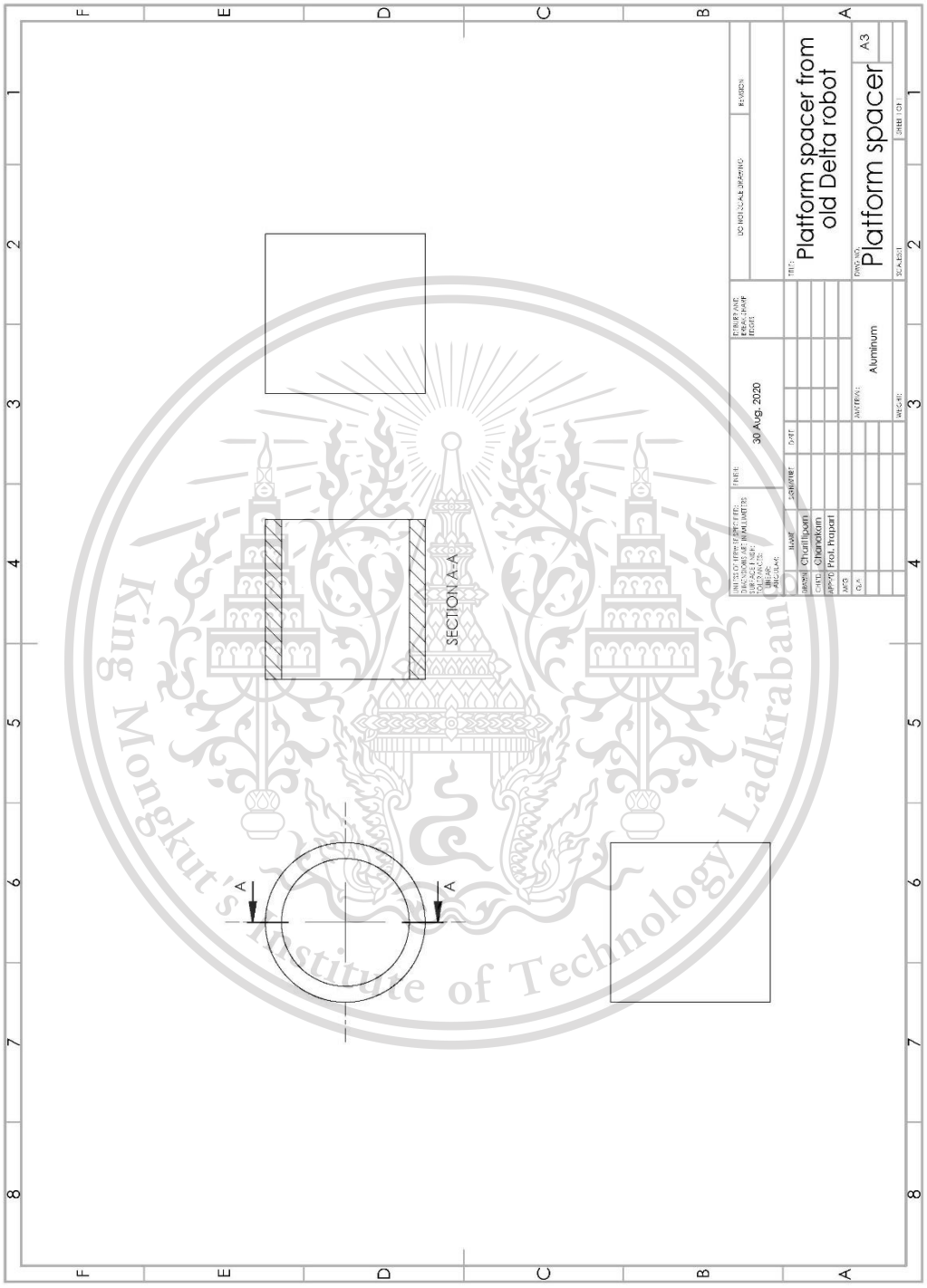
รูปที่ ก.12 แบบแปลนชิ้นส่วนท่อคาร์บอนไฟเบอร์สำหรับขาด้านล่างของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



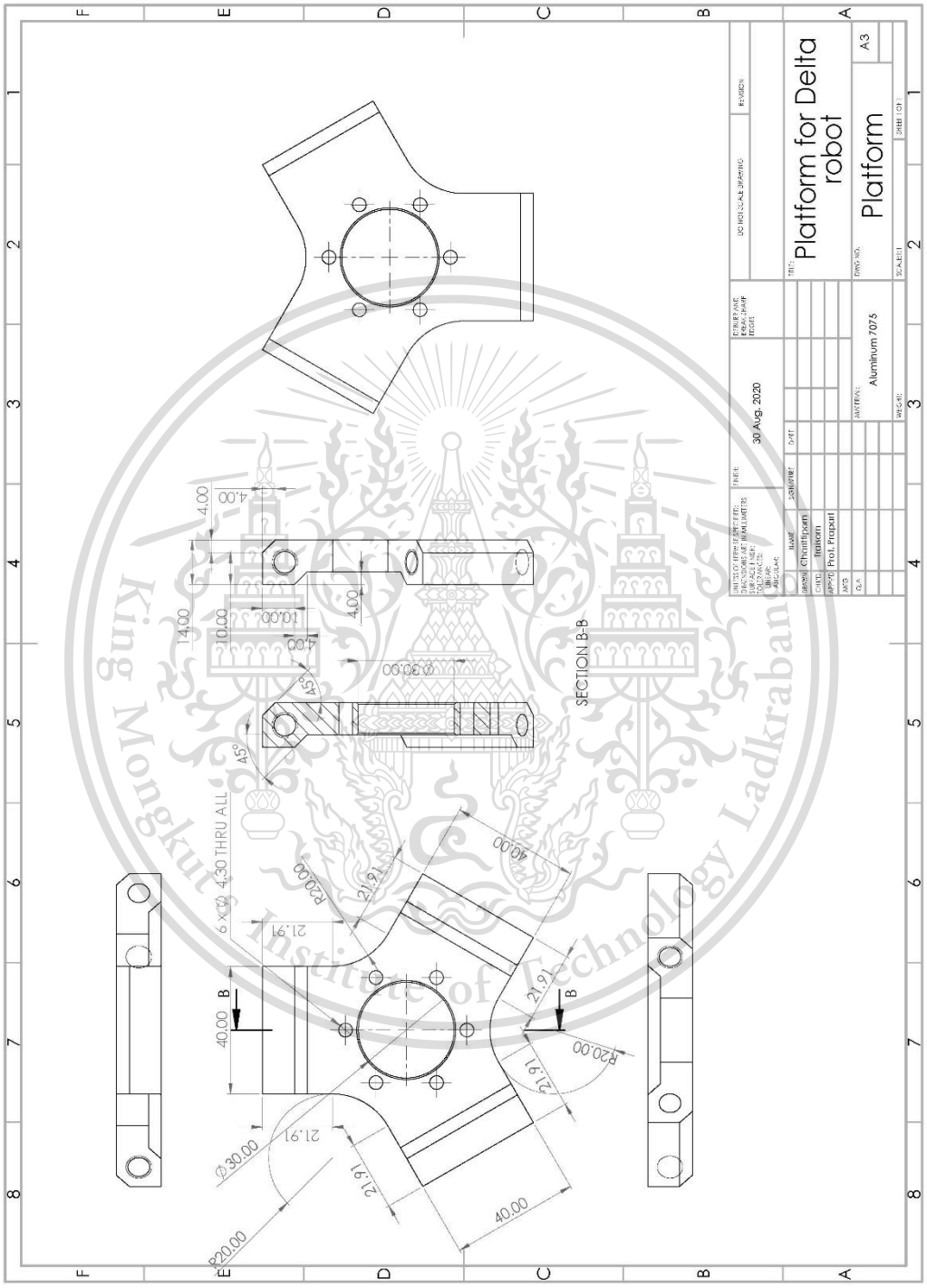
รูปที่ ก.13 แบบแปลนชิ้นส่วนขาด้านล่างของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ก.14 แบบแปลนชิ้นส่วนชั้นที่ใช้ระยะของแพลตฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

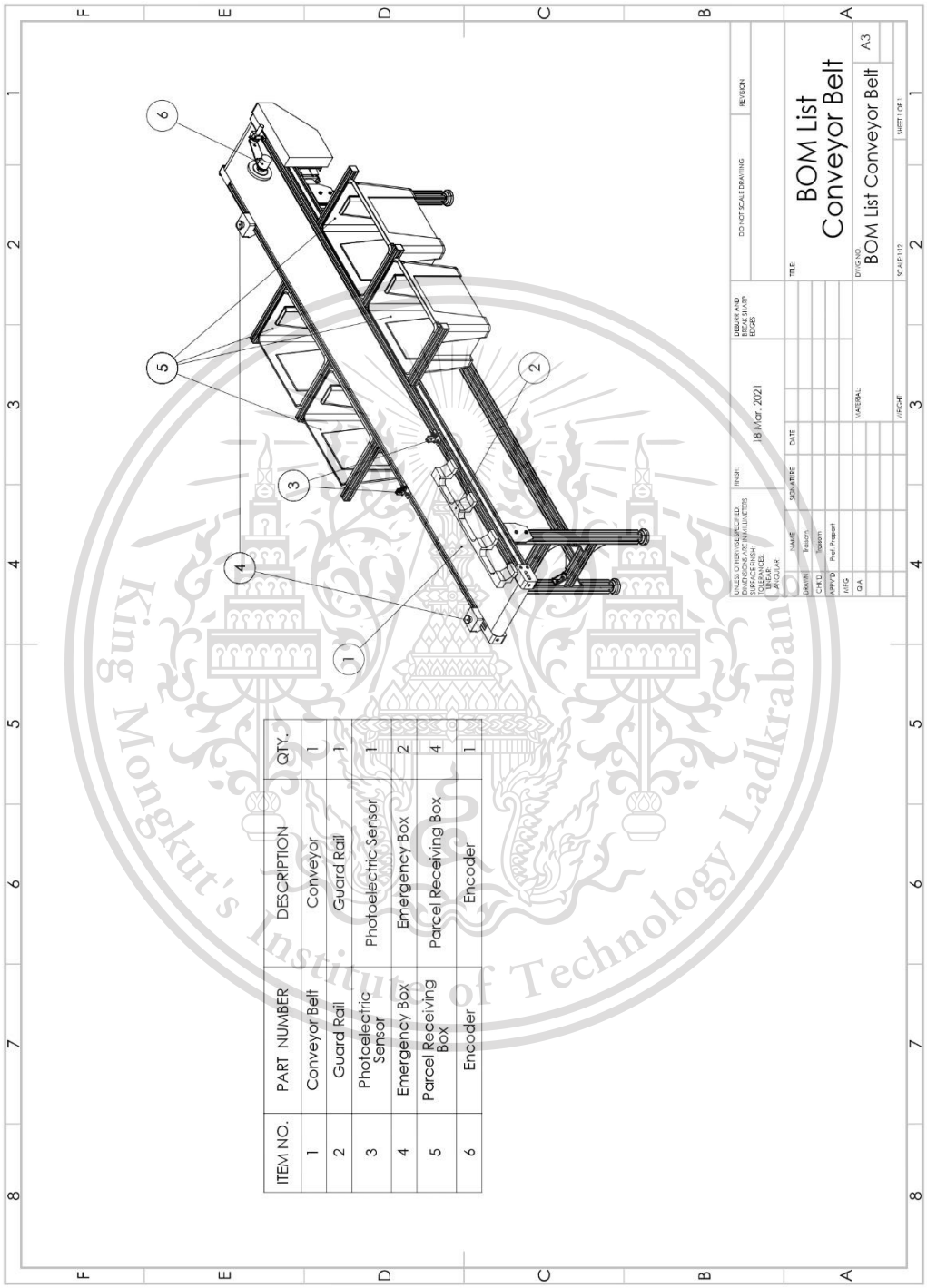


รูปที่ ก.15 แบบแปลนชิ้นแพลตฟอร์มของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

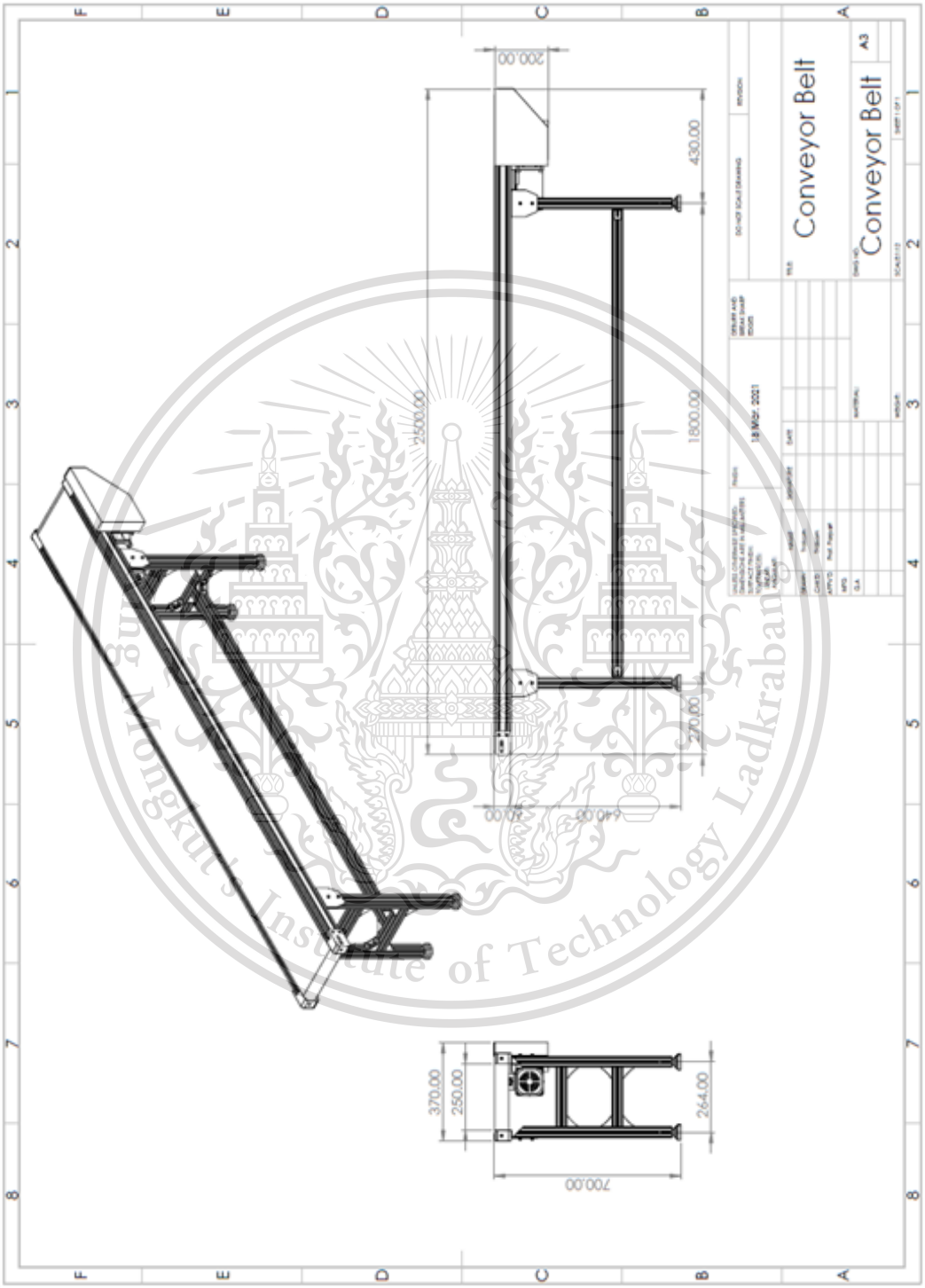
ภาคผนวก ข
แบบแปลนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



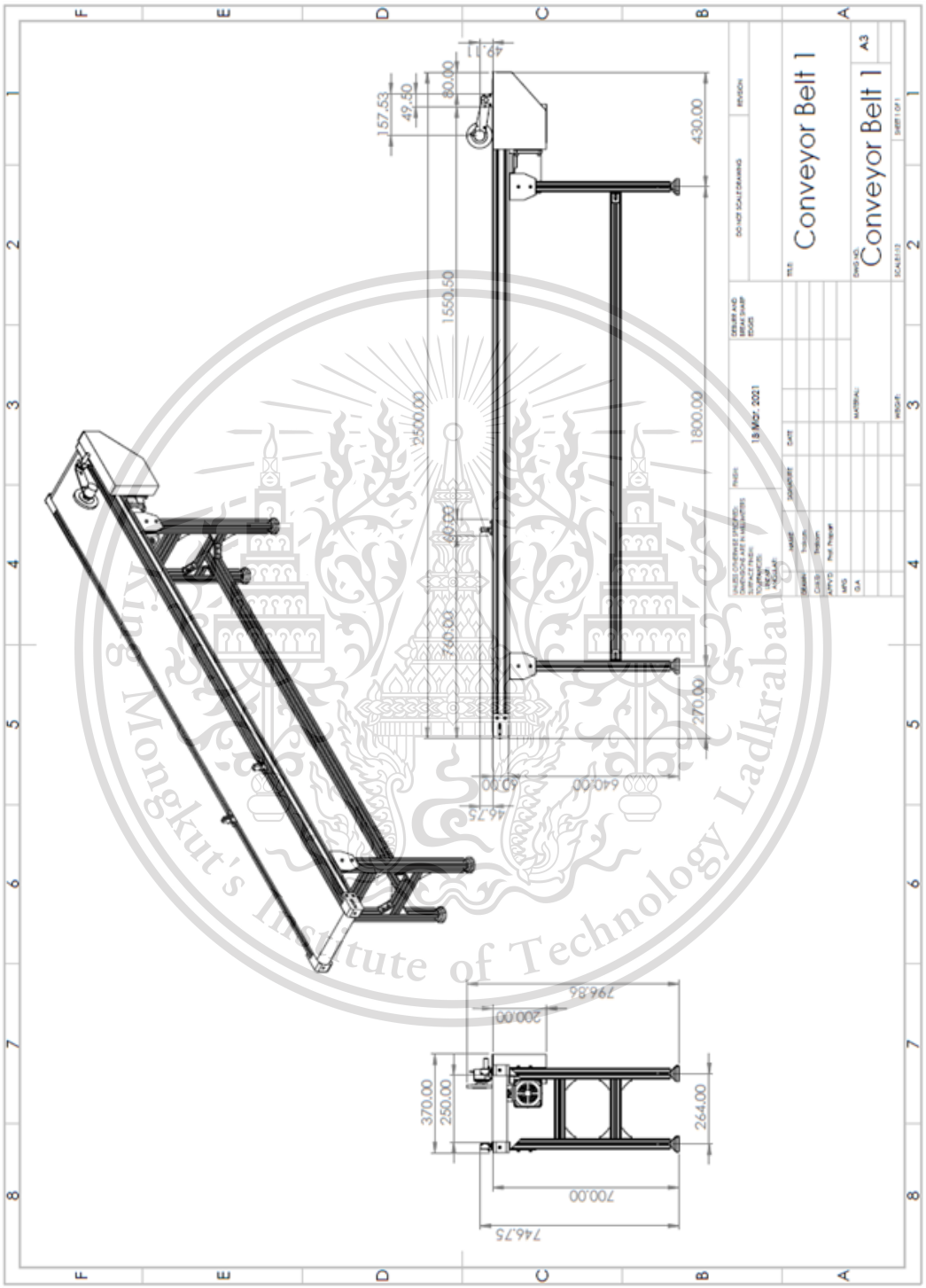
รูปที่ ข.1 รายการส่วนประกอบของสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



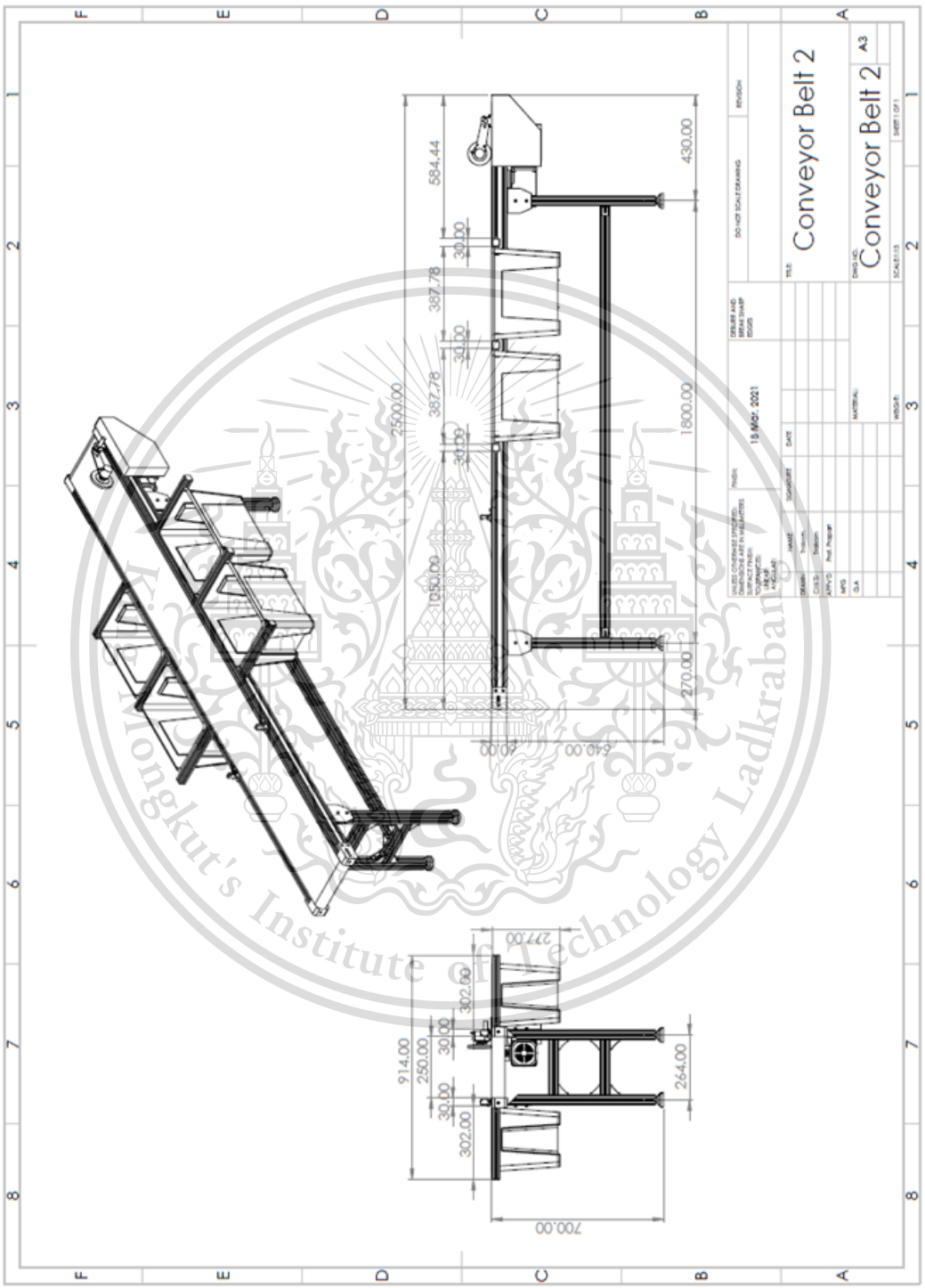
รูปที่ ข.2 แบบแปลนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ข.3 แบบแปลนการติดตั้งระบบติดตามพัสดุบนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

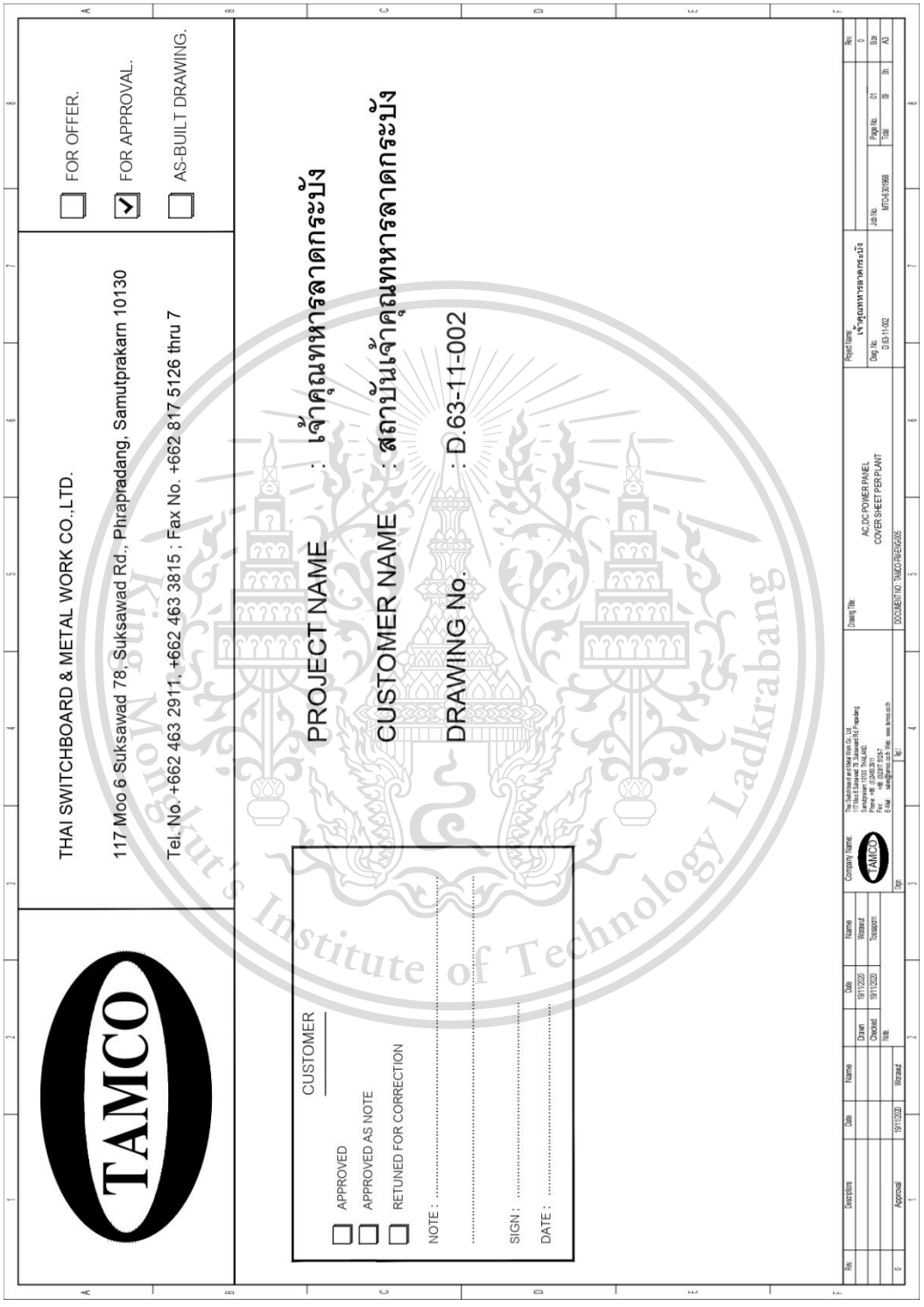


รูปที่ ข.4 แบบแปลนการติดตั้งจุดวางพัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

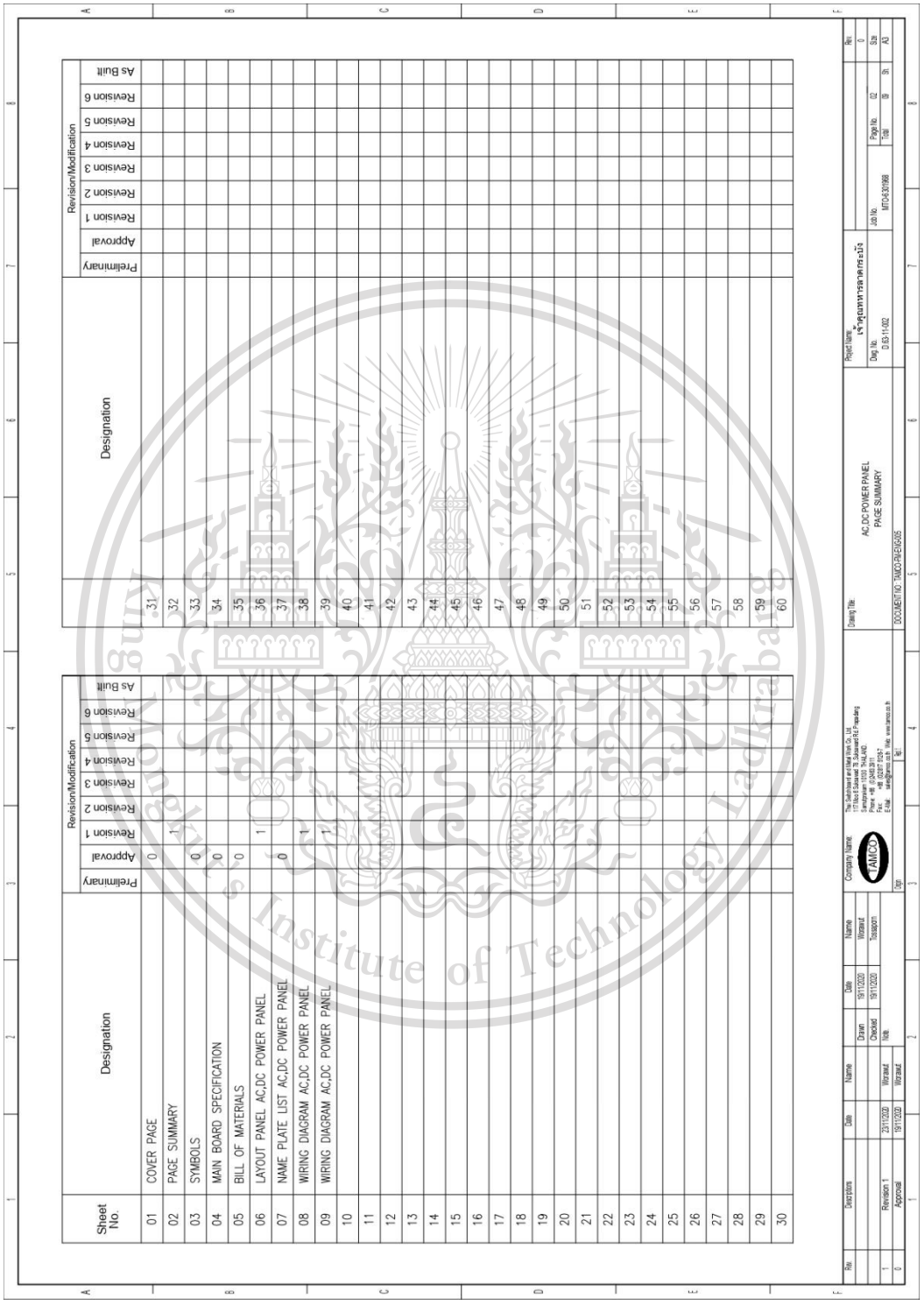
ภาคผนวก ค
แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เดลตา แผงควบคุมพีแอลซี และกรอบสำหรับติดตั้ง หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ค.1 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เคลตาหน้าที่ 1

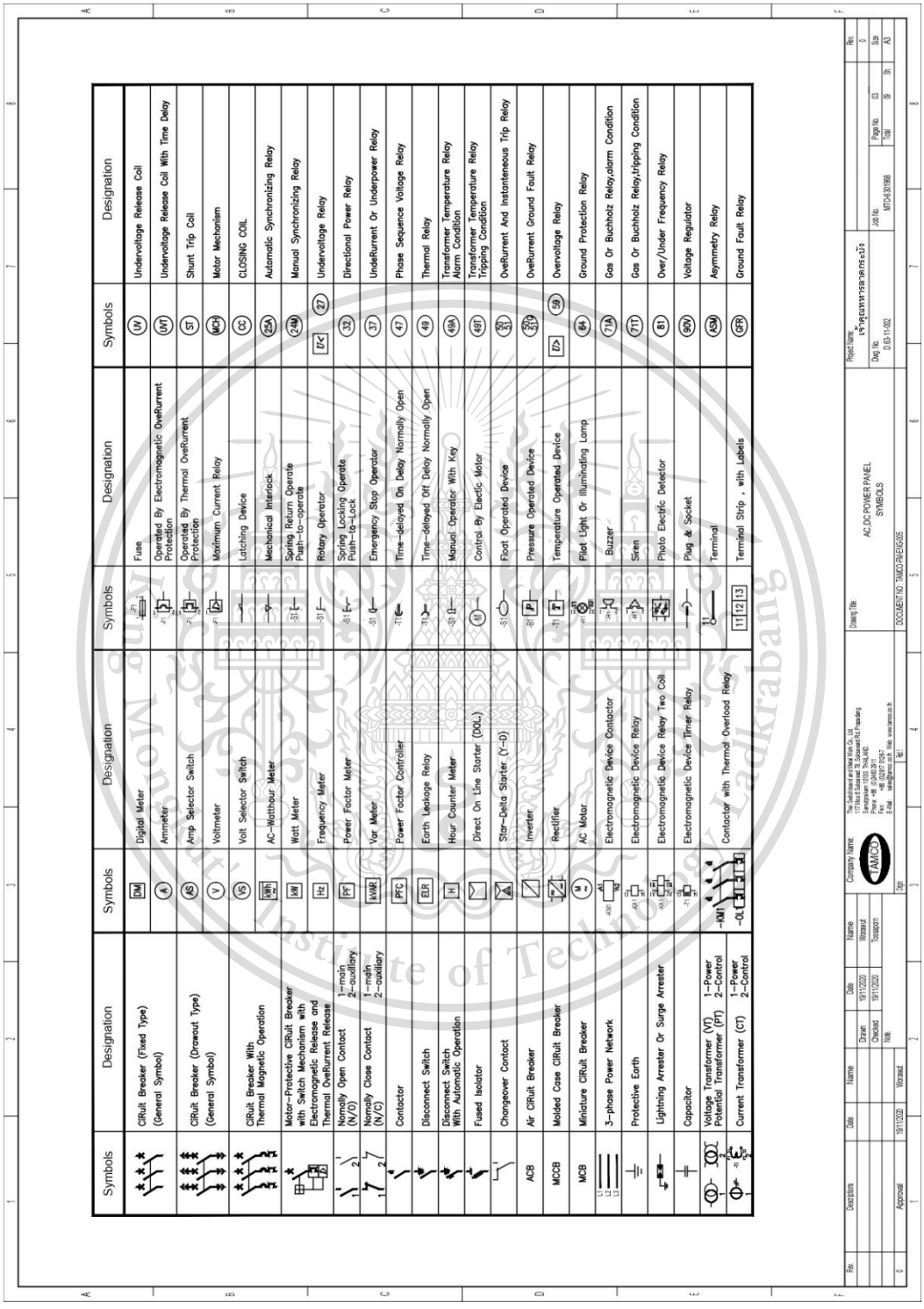
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Sheet No.	Designation	Revision/Modification											Designation	Revision/Modification										
		Preliminary	Approval	Revision 1	Revision 2	Revision 3	Revision 4	Revision 5	Revision 6	As Built				Preliminary	Approval	Revision 1	Revision 2	Revision 3	Revision 4	Revision 5	Revision 6	As Built	
01	COVER PAGE	0											31											
02	PAGE SUMMARY			1									32											
03	SYMBOLS		0										33											
04	MAIN BOARD SPECIFICATION		0										34											
05	BILL OF MATERIALS		0										35											
06	LAYOUT PANEL AC,DC POWER PANEL			1									36											
07	NAME PLATE LIST AC,DC POWER PANEL		0										37											
08	WIRING DIAGRAM AC,DC POWER PANEL			1									38											
09	WIRING DIAGRAM AC,DC POWER PANEL			1									39											
10													40											
11													41											
12													42											
13													43											
14													44											
15													45											
16													46											
17													47											
18													48											
19													49											
20													50											
21													51											
22													52											
23													53											
24													54											
25													55											
26													56											
27													57											
28													58											
29													59											
30													60											

รูปที่ ค.2 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เคลตาหน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation
	CiRuit Breiker (Fixed Type) (General Symbol)	DM	Digital Meter		Fuse	UV	Undervoltage Release Coil
		A	Ammeter		Operated By Electromagnetic OveRurrent Protection	UVT	Undervoltage Release Coil With Time Delay
	CiRuit Breiker (Drawout Type) (General Symbol)	AS	Amp Selector Switch		Operated By Thermal OveRurrent Protection	ST	Shunt Trip Coil
		V	Voltmeter		Maximum Current Relay	MCH	Motor Mechanism
	CiRuit Breaker With Thermal Magnetic Operation	VS	Volt Selector Switch		Latching Device	CC	CLOSING COIL
		WHM	AC-Watthour Meter		Mechanical Interlock	25A	Automatic Synchronizing Relay
	Motor-Protective CiRuit Breaker with Switch Mechanism with Electromagnetic Release and Thermal OveRurrent Release	kW	Watt Meter		Spring Return Operate Push-to-operate	25M	Manual Synchronizing Relay
		Hz	Frequency Meter		Rotary Operator	U< 27	Undervoltage Relay
	Normally Open Contact (N/O) 1-main 2-auxiliary	PF	Power Factor Meter		Spring Locking Operate Push-to-Lock	32	Directional Power Relay
	Normally Close Contact (N/C) 1-main 2-auxiliary	kVAR	Var Meter		Emergency Stop Operator	37	UndeRurrent Or Underpower Relay
	Contactor	PFC	Power Factor Controller		Time-delayed On Delay Normally Open	47	Phase Sequence Voltage Relay
	Disconnect Switch	ELR	Earth Leakage Relay		Time-delayed Off Delay Normally Open	49	Thermal Relay
	Disconnect Switch With Automatic Operation	H	Hour Counter Meter		Manual Operator With Key	49A	Transformer Temperature Relay Alarm Condition
	Fused Isolator		Direct On Line Starter (DOL)		Control By Electic Motor	49T	Transformer Temperature Relay Tripping Condition
	Changeover Contact		Star-Delta Starter (Y-D)		Float Operated Device	50 51	OveRurrent And Instantaneous Trip Relay
	ACB Air CiRuit Breaker		Inverter		Pressure Operated Device	50G 51G	OveRurrent Ground Fault Relay
	MCCB Molded Case CiRuit Breaker		Rectifier		Temperature Operated Device	59 U>	Overvoltage Relay
	MCB Miniature CiRuit Breaker	M	AC Motor		Pilot Light Or Illuminating Lamp	64	Ground Protection Relay
	3-phase Power Network	KM	Electromagnetic Device Contactor		Buzzer	71A	Gas Or Buchholz Relay,alarm Condition
	Protective Earth	KA	Electromagnetic Device Relay		Siren	71T	Gas Or Buchholz Relay,tripping Condition
	Lightning Arrester Or Surge Arrester	KA	Electromagnetic Device Relay Two Coil		Photo Electric Detector	81	Over/Under Frequency Relay
	Capacitor	KT	Electromagnetic Device Timer Relay		Plug & Socket	90V	Voltage Regulator
	Voltage Transformer (VT) Potential Transformer (PT) 1-Power 2-Control	-KM1	Contactor with Thermal Overload Relay		Terminal	ASM	Asymmetry Relay
	Current Transformer (CT) 1-Power 2-Control	-OL		11 12 13	Terminal Strip , with Labels	GFR	Ground Fault Relay

Rev	Descriptions	Date	Name
			Drawn 19/11/2020 Worawut
			Checked 19/11/2020 Tossaporn
0	Approval	19/11/2020	Worawut

Company Name: AMCO

Drawing Title: AC,DC POWER PANEL SYMBOLS

Project Name: เครื่องกรองการกลวดการะบำ3

Dwg. No. D.ES-11-002

Job No. MT04531988

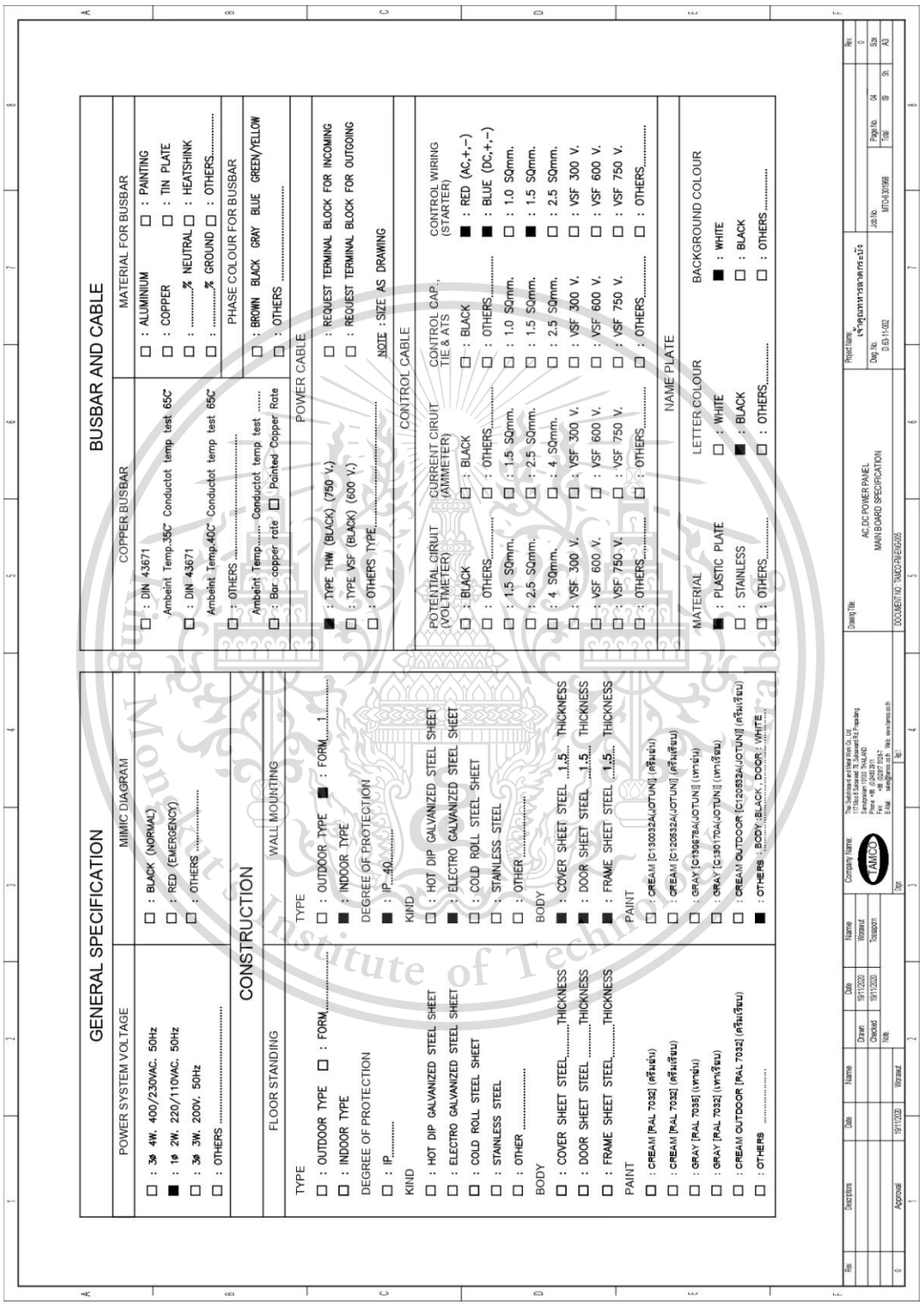
Page No. 03 Total 09

Rev. 0 Size A3 Sh.

DOCUMENT NO. TAMCO-PNEN-005

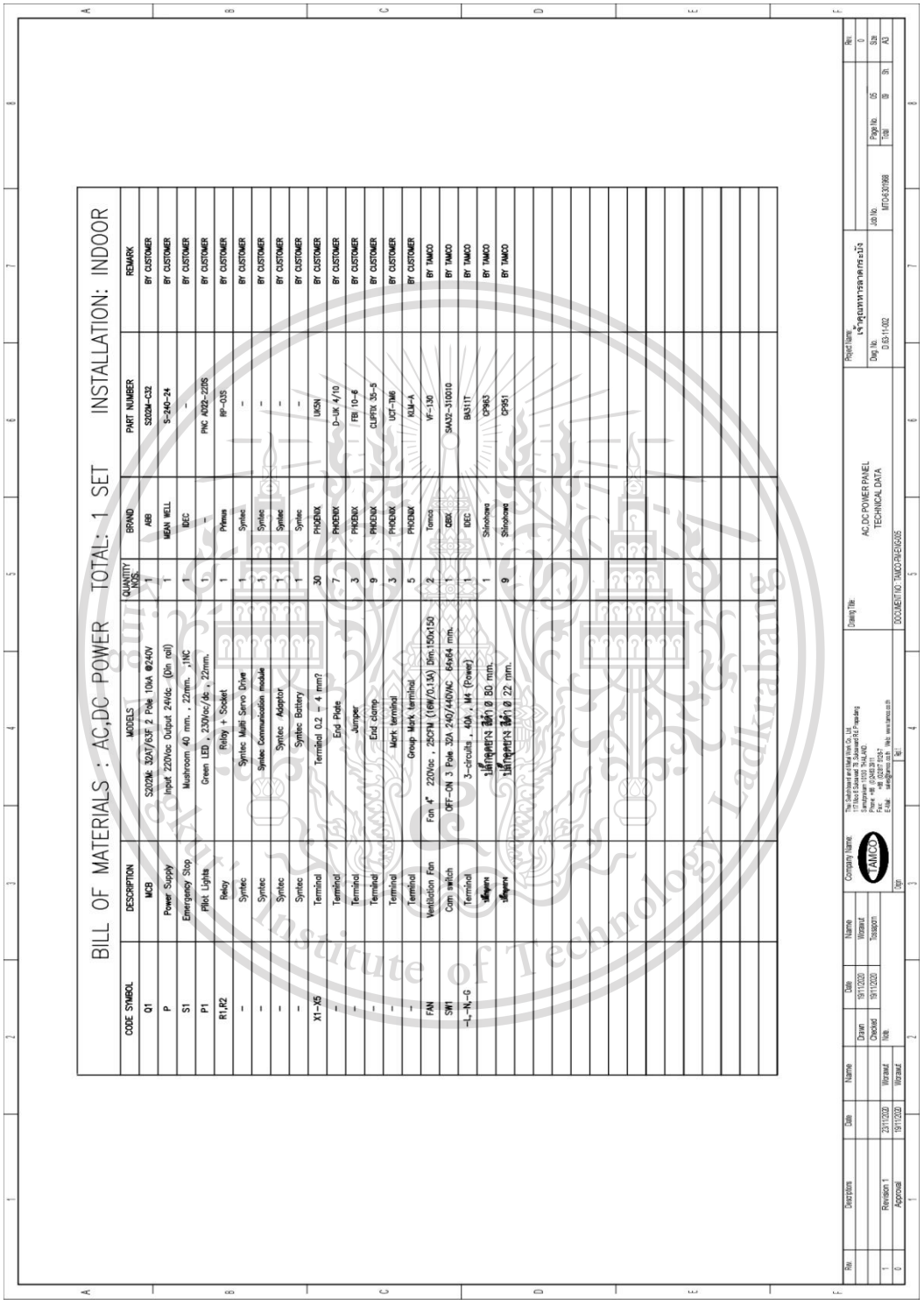
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ ค.3 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เคลตาหน้าที่ 3



รูปที่ ค.4 แบบแปลนตู้ควบคุมหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



BILL OF MATERIALS : AC,DC POWER TOTAL: 1 SET INSTALLATION: INDOOR

CODE SYMBOL	DESCRIPTION	MODELS	QUANTITY NOS.	BRAND	PART NUMBER	REMARK
Q1	MCB	S202M- X2A7/63F 2 Pole 10kA @240V	1	ABB	S202M-C32	BY CUSTOMER
P	Power Supply	Input 220Vac Output 24Vdc (Din rail)	1	MEAN WELL	S-240-24	BY CUSTOMER
S1	Emergency Stop	Mushroom 40 mm. , 22mm. ,1NC	1	IDEC	-	BY CUSTOMER
P1	Pilot Lights	Green LED , 230Vac/dc., 22mm.	1	-	PNC A022-220S	BY CUSTOMER
R1,R2	Relay	Relay + Socket	1	Phinma	RP-035	BY CUSTOMER
-	Syntec	Syntec Multi Servo Drive	1	Syntec	-	BY CUSTOMER
-	Syntec	Syntec Communication module	1	Syntec	-	BY CUSTOMER
-	Syntec	Syntec Adaptor	1	Syntec	-	BY CUSTOMER
-	Syntec	Syntec Battery	1	Syntec	-	BY CUSTOMER
X1-X5	Terminal	Terminal 0.2 ~ 4 mm2	30	PHOENIX	UKSN	BY CUSTOMER
-	Terminal	End Plate	7	PHOENIX	D-UK 4/10	BY CUSTOMER
-	Terminal	Jumper	3	PHOENIX	FBI 10-6	BY CUSTOMER
-	Terminal	End clamp	9	PHOENIX	CLIPFIX 35-5	BY CUSTOMER
-	Terminal	Mark terminal	3	PHOENIX	UCT-TM6	BY CUSTOMER
-	Terminal	Group Mark terminal	5	PHOENIX	KUA-A	BY CUSTOMER
FAN	Ventilation Fan	Fan 4" 220Vac , 25CFM (16W/0.13A) Dim:150x150	2	Tamco	VF-136	BY TAMCO
SW1	Cam switch	OFF-ON 3 Pole 32A 240/440VAC 65x64 mm.	1	CBK	3MA32-3I0010	BY TAMCO
-L-N-G	Terminal	3-circuits , 40A , M4 (Power)	1	IDEC	BA311T	BY TAMCO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	Shinohsing	CP963	BY TAMCO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	9	Shinohsing	CP951	BY TAMCO

Rev	Descriptions	Date	Name
			Drawn 19/11/2020 Worawut
1	Revision 1	23/11/2020	Worawut Checked 19/11/2020 Tossaporn
0	Approval	19/11/2020	Worawut Appr.

Company Name: TAMCO

Drawing Title: AC,DC POWER PANEL TECHNICAL DATA

Project Name: เจ้าคุณทหารรถคาดการณ์ปี3

Dwg. No. D.03-11-002

Job No. MT04301068

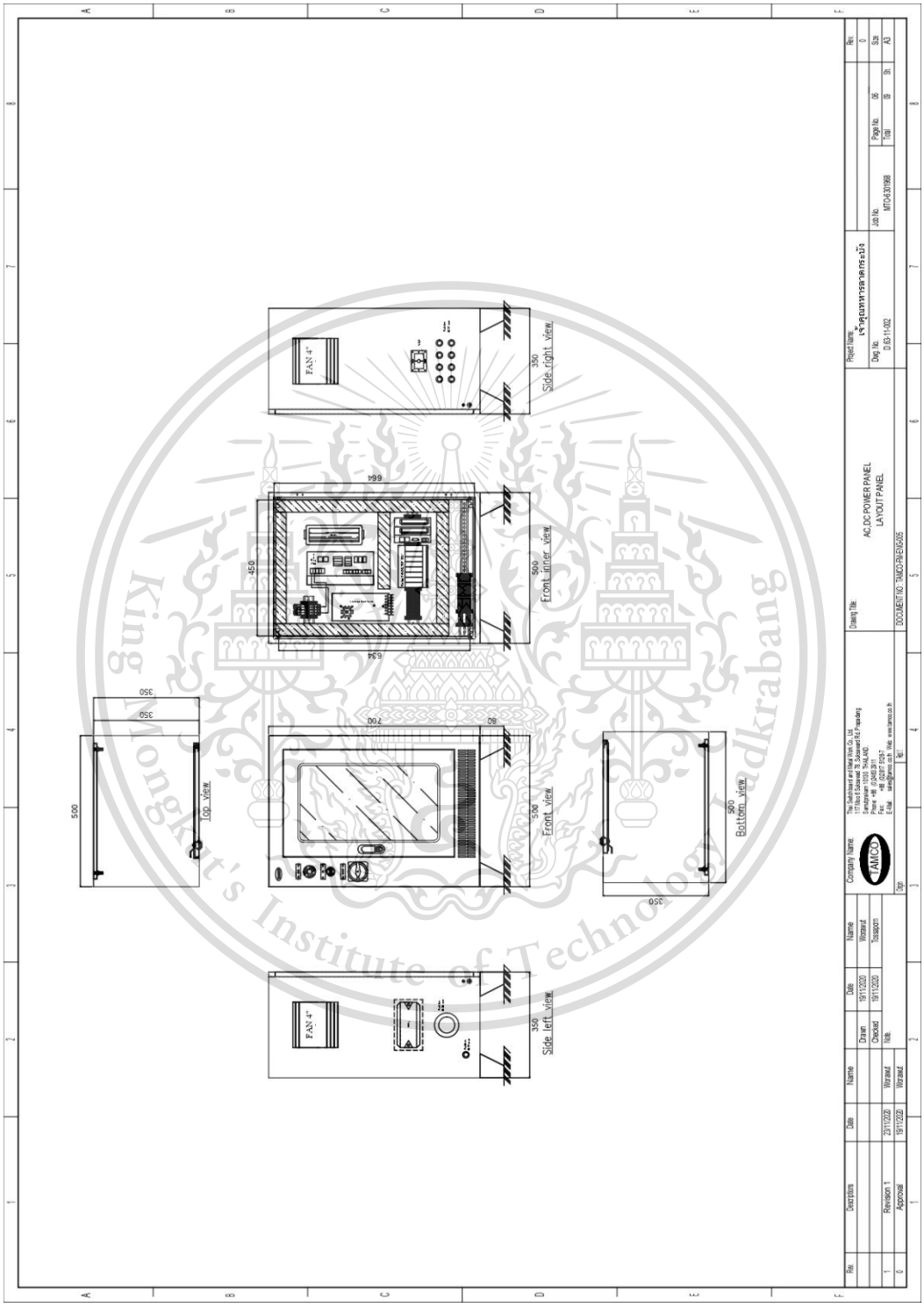
Page No. 05 Total 09

Rev. 0 Size A3

DOCUMENT NO. TAMCO-PNEN0205

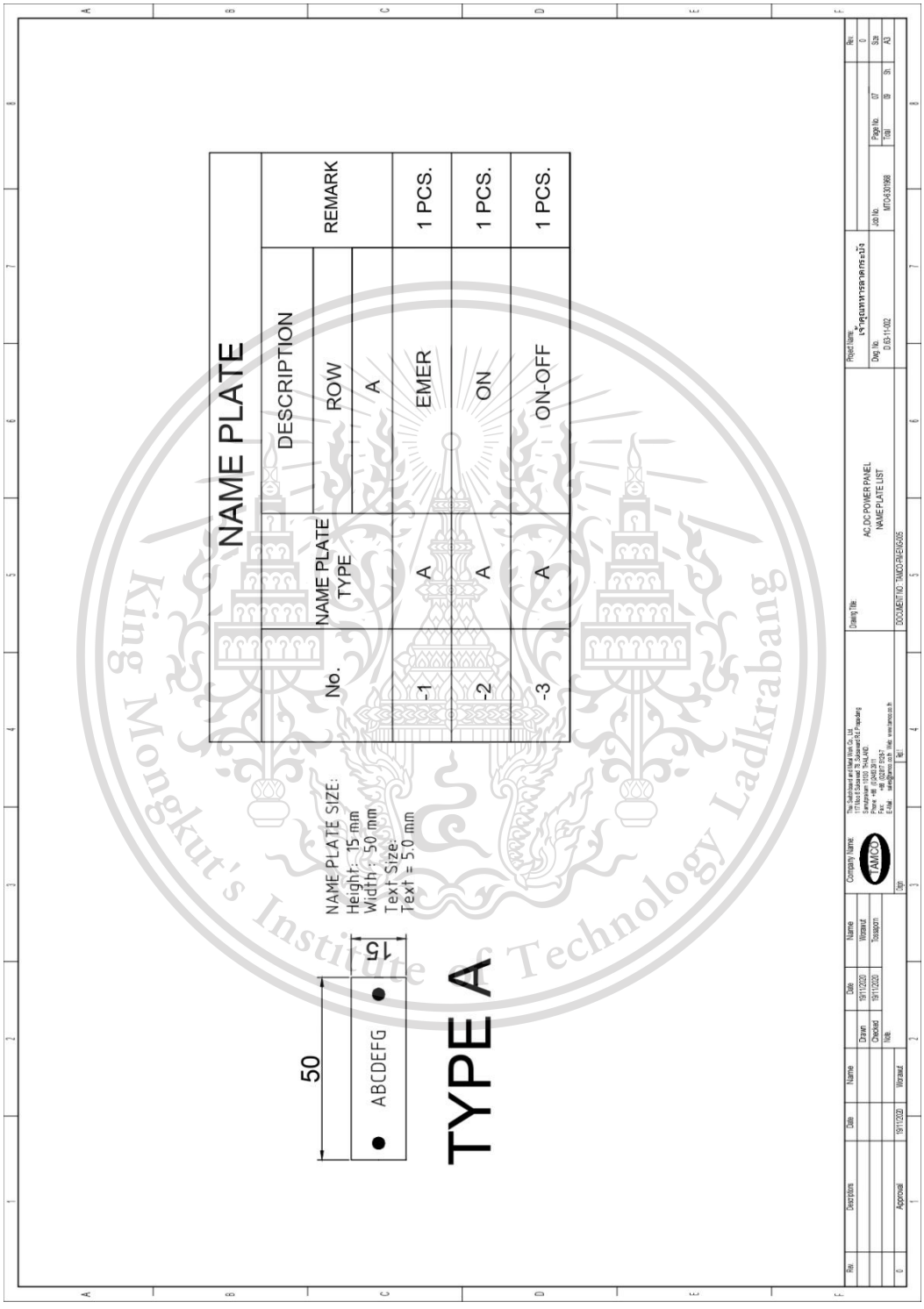
รูปที่ ค.5 แบบแปลนตู้ควบคุมหุ่นยนต์เดคาท์น้ำที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



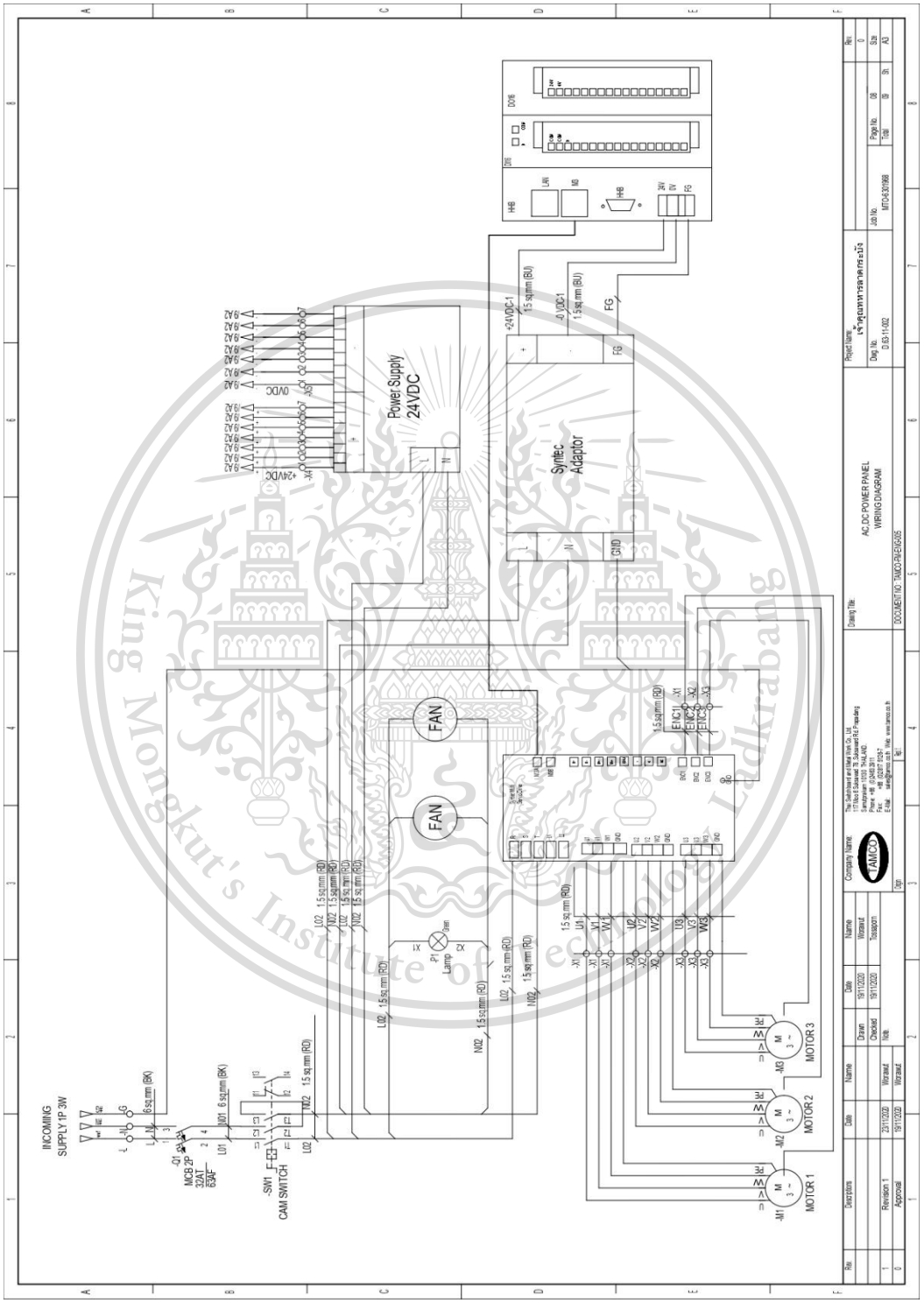
รูปที่ ค.6 แบบแปลนตู้ควบคุมไม่มีเบรกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



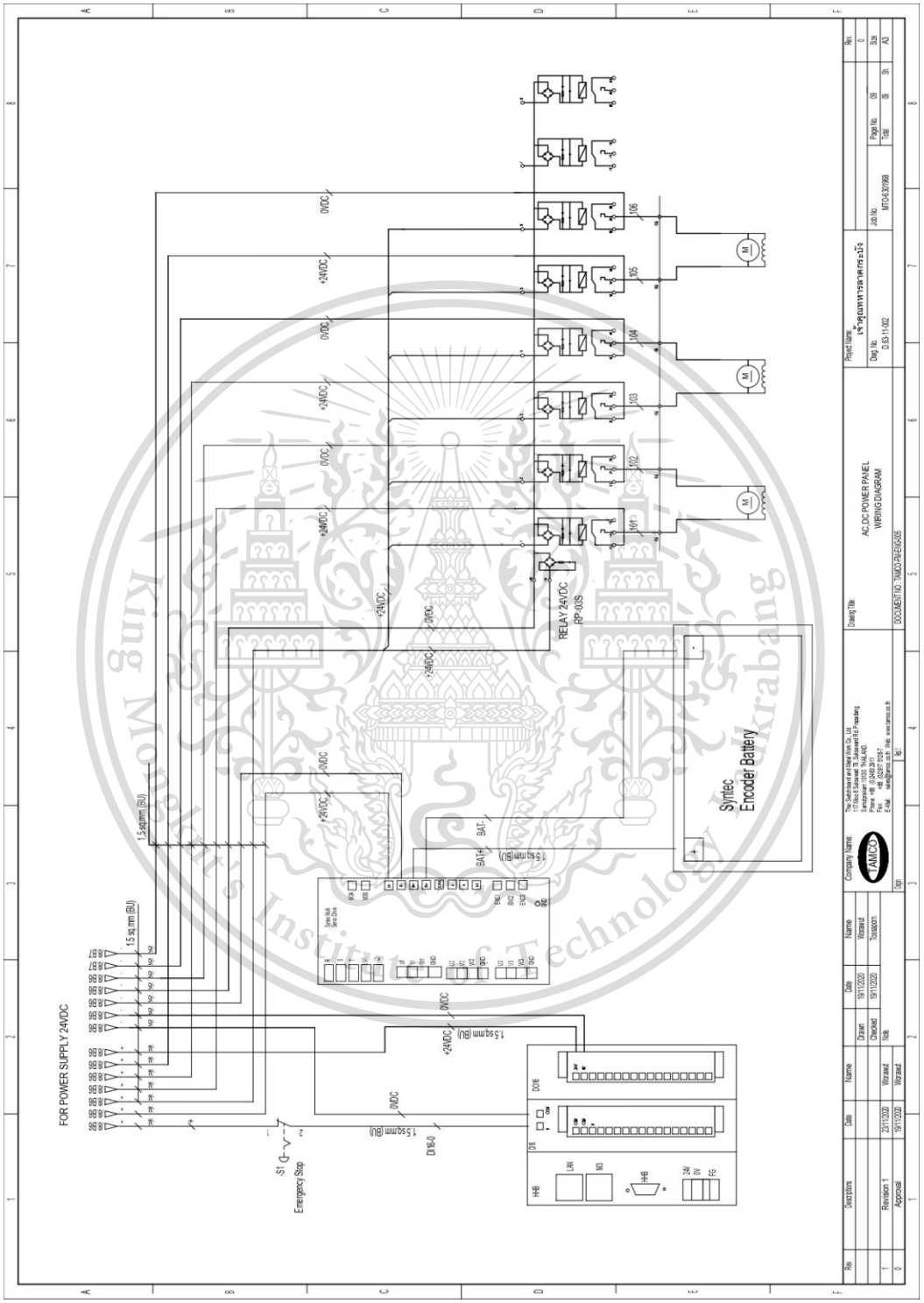
รูปที่ ค.7 แบบแปลนตู้ควบคุมท่อยนต์เดลตาหน้าที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



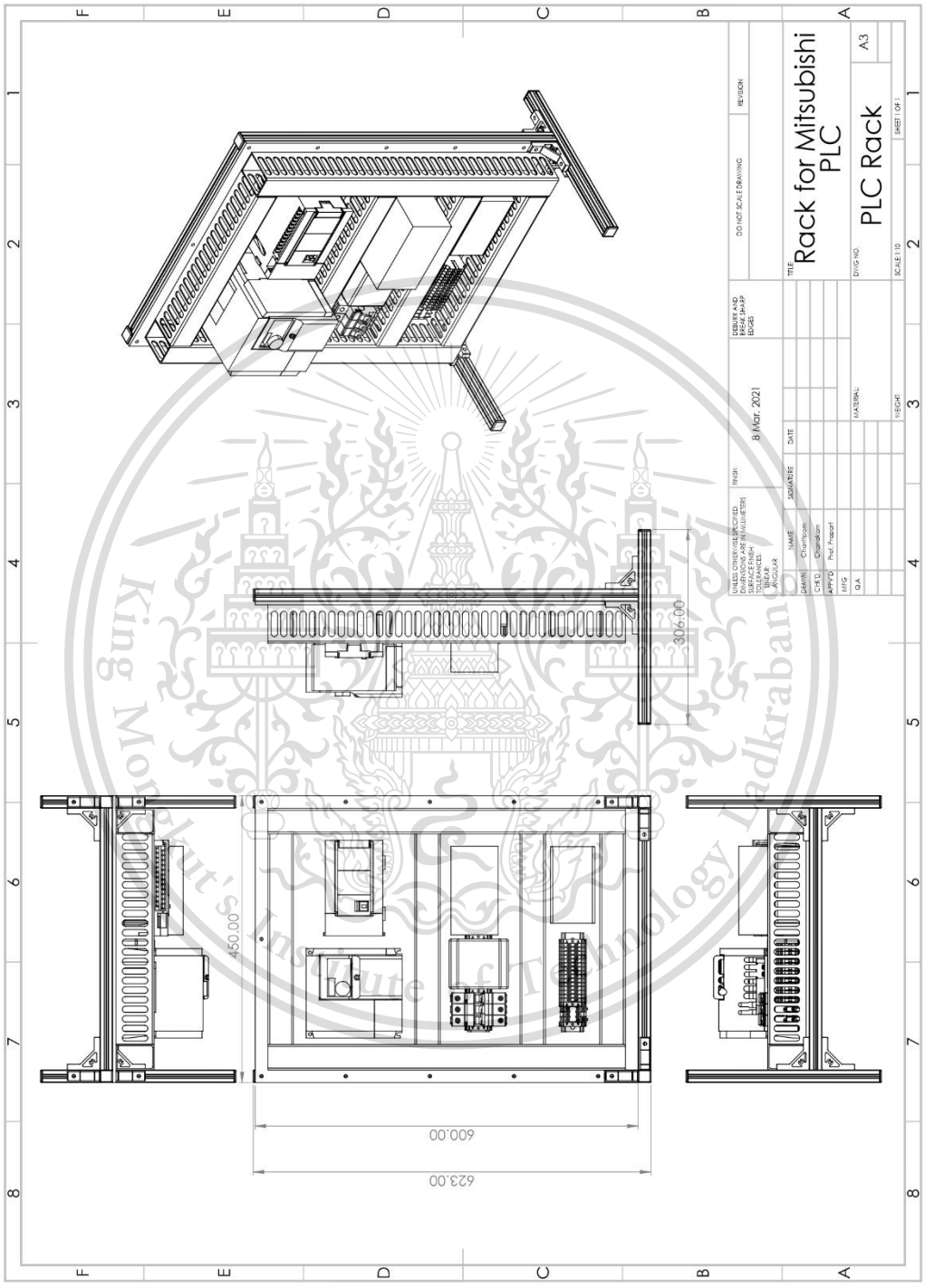
รูปที่ ค.8 แบบแปลนตู้ควบคุมท่อยนต์เดลตาหน้าที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



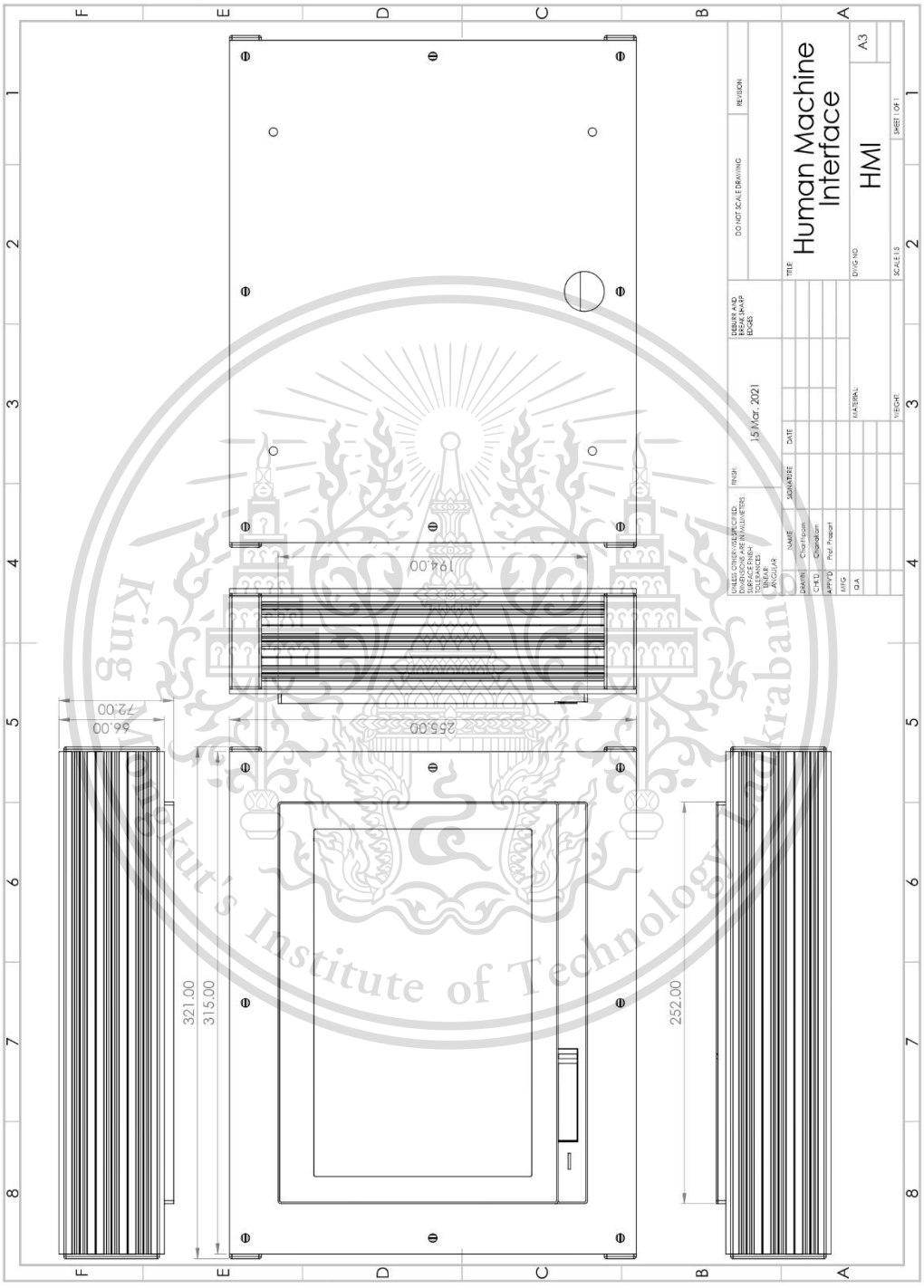
รูปที่ ค.9 แบบแปลนตู้ควบคุมท่อนย์ดูดตาหน้าที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ค.10 แบบแปลนแผงควบคุมพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ค.11 แบบแปลนกรอบสำหรับติดตั้งหน้าจอแสดงผลเอชเอ็มไอ

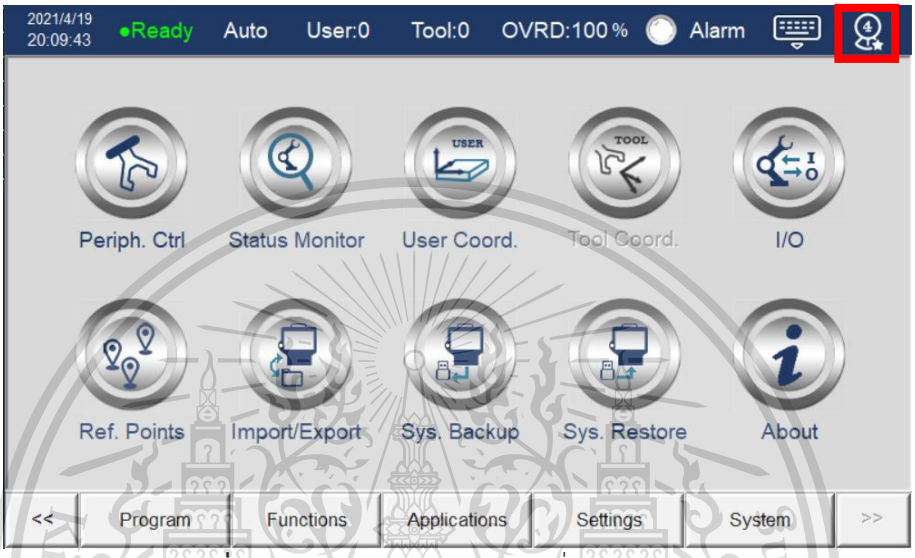
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ง
การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีบนตัวควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรม Ladder Editor v2.33.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

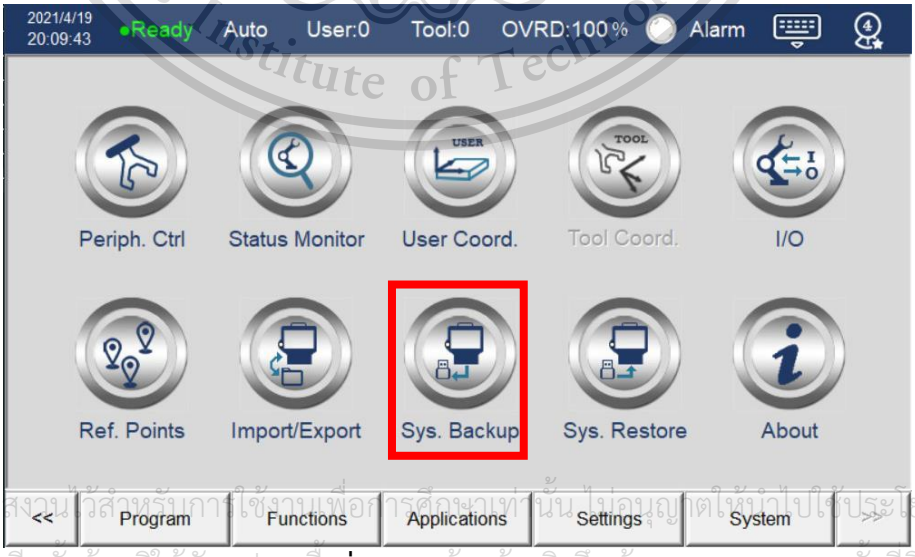
ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีบนตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาของ SYNTEC TECHNOLOGY จำเป็นต้องทำการสำรองไฟล์ระบบจากตัวควบคุมหุ่นยนต์เสียก่อนเพื่อนำไฟล์ cnc.lad มาใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเลือกระดับผู้ใช้งานที่ตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheldเป็นระดับที่ 4 โดยใช้รหัสผ่าน “5566” ในการล็อคอิน



รูปที่ ง.1 การเลือกระดับผู้ใช้งานที่ตัวสอนหุ่นยนต์

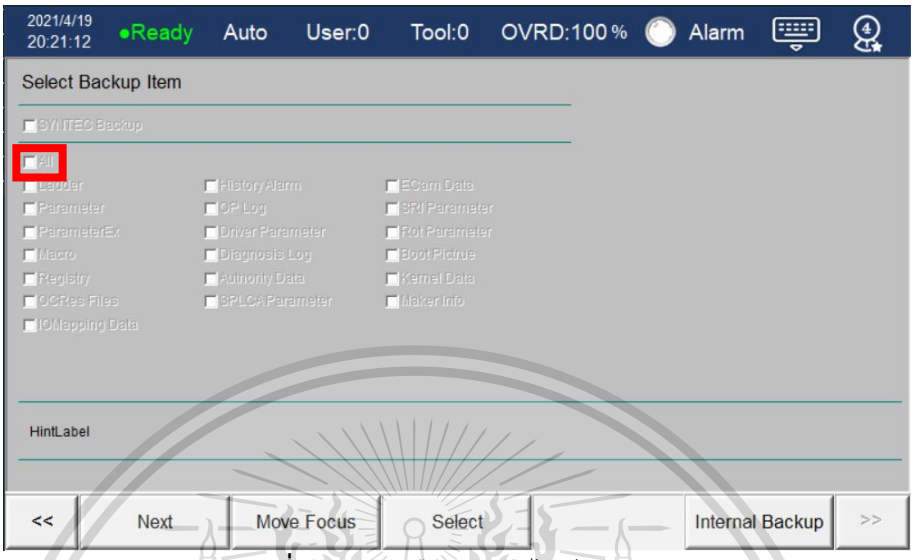
2. นำแฟลชไดรฟ์เชื่อมต่อเข้ากับตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld และไปที่ Sys. Backup โดยใช้รหัสผ่าน “520” ในการเพื่อทำการสำรองไฟล์ระบบจากตัวควบคุมหุ่นยนต์ลงในแฟลชไดรฟ์



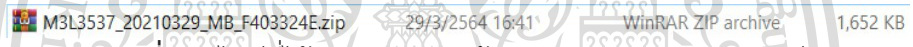
รูปที่ ง.2 ปุ่ม Sys. Backup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

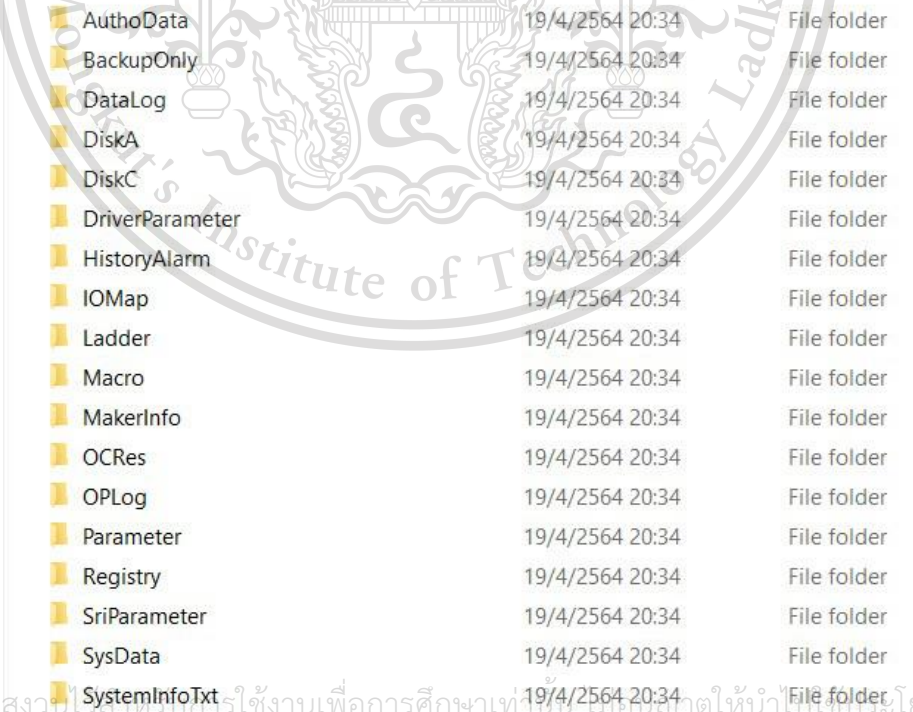
3. เลือกการสำรองไฟล์แบบ All โดยไฟล์ที่ได้จากการสำรองจะเป็นไฟล์ที่ถูกบีบอัด จำเป็นต้องใช้โปรแกรม WinZip, WinRAR หรือโปรแกรมบีบอัดไฟล์ในการแยกไฟล์ออกมา



รูปที่ ง.3 การเลือกสำรองไฟล์แบบ All



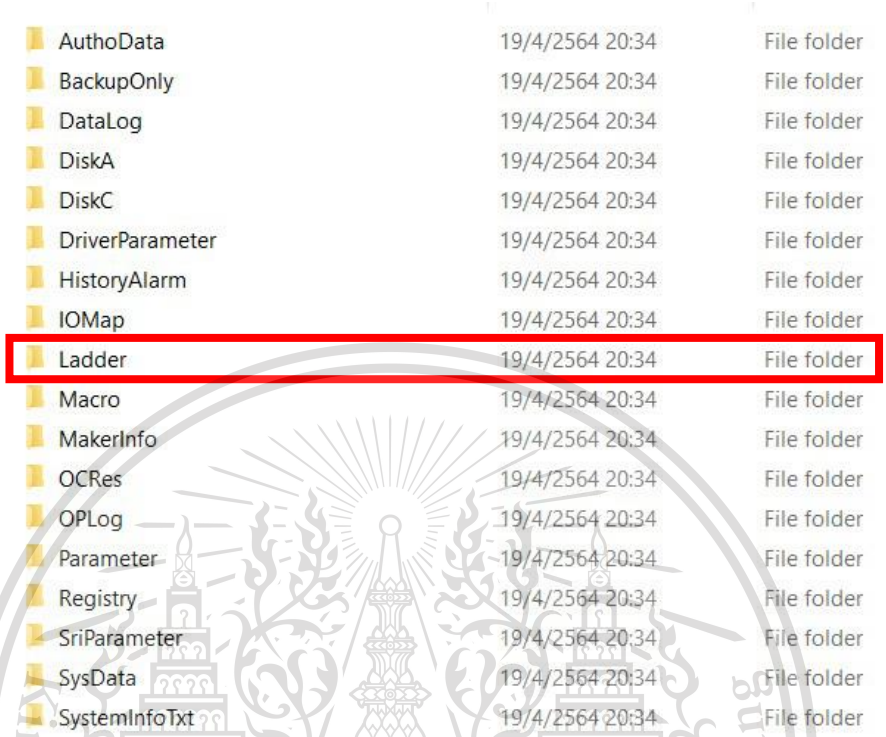
รูปที่ ง.4 ไฟล์ที่ได้จากการสำรองข้อมูลระบบตัวควบคุมหุ่นยนต์



รูปที่ ง.5 ไฟล์ที่ได้จากการแยกไฟล์สำรองข้อมูลระบบตัวควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. เปิดโฟลเดอร์ Ladder จะพบกับไฟล์ cnc.lad ซึ่งเป็นไฟล์ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีบนตัวควบคุมหุ่นยนต์

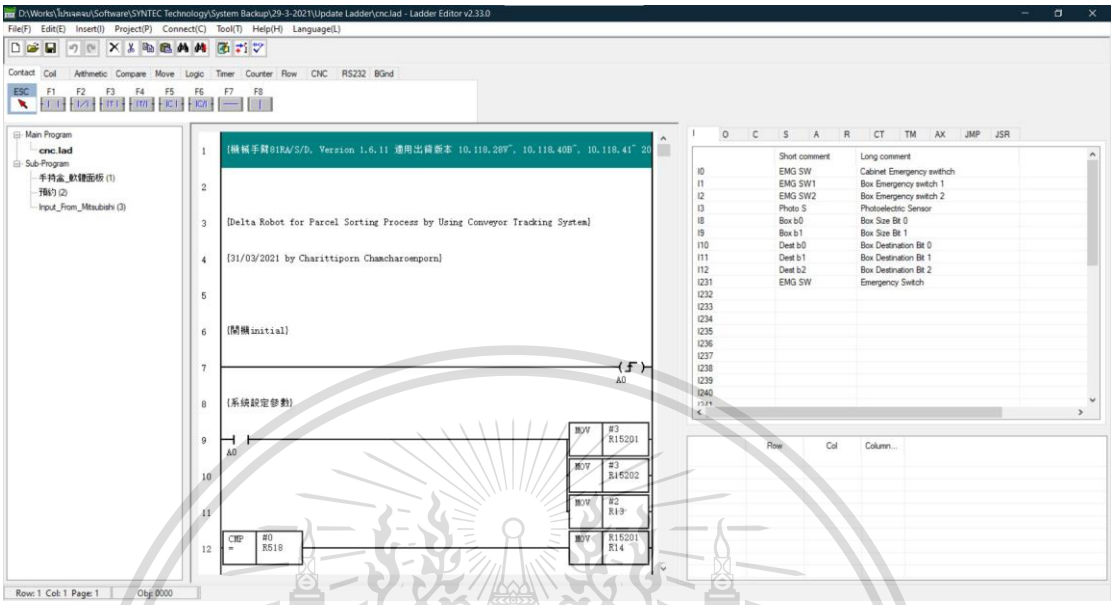


รูปที่ ง.6 โฟลเดอร์ Ladder

รูปที่ ง.7 ไฟล์ cnc.lad

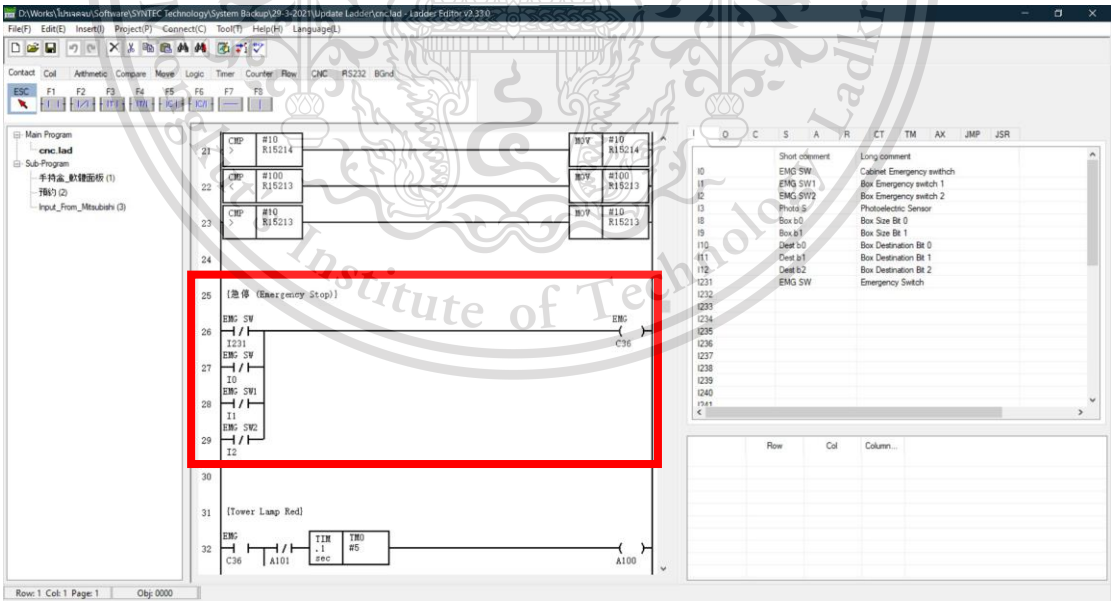
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. ทำการเปิดไฟล์ cnc.lad เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานพีแอลซีบนตัวควบคุมหุ่นยนต์โดยจะใช้โปรแกรม Ladder Editor v2.33.0



รูปที่ ง.8 ไฟล์ cnc.lad ที่เปิดบนโปรแกรม Ladder Editor v2.33.0

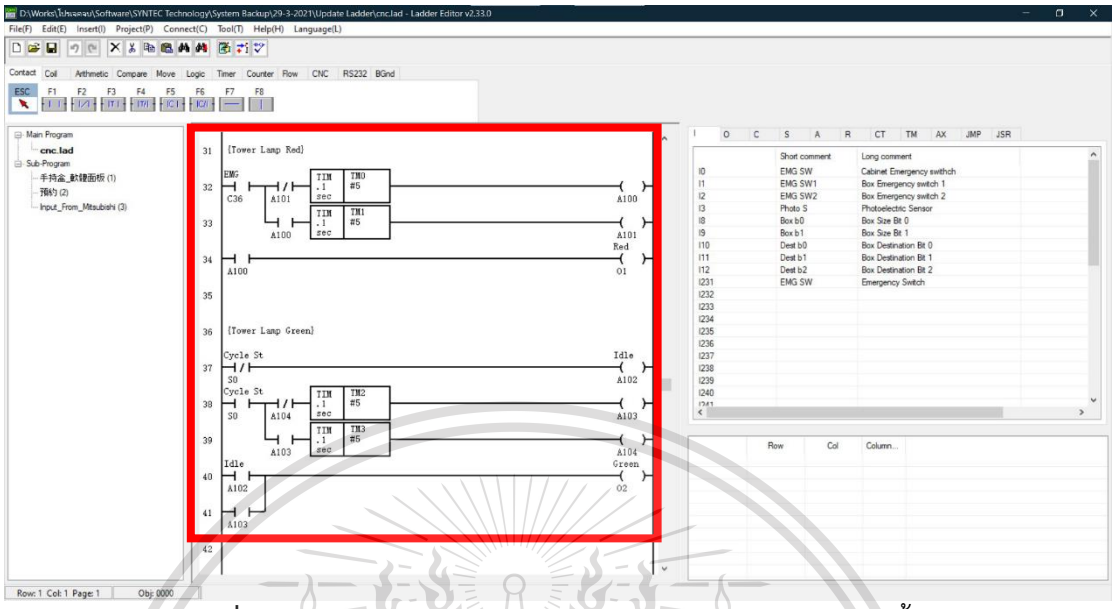
6. ทำการเพิ่มโปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนของปุ่มหยุดฉุกเฉิน



รูปที่ ง.9 โปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนของปุ่มหยุดฉุกเฉิน

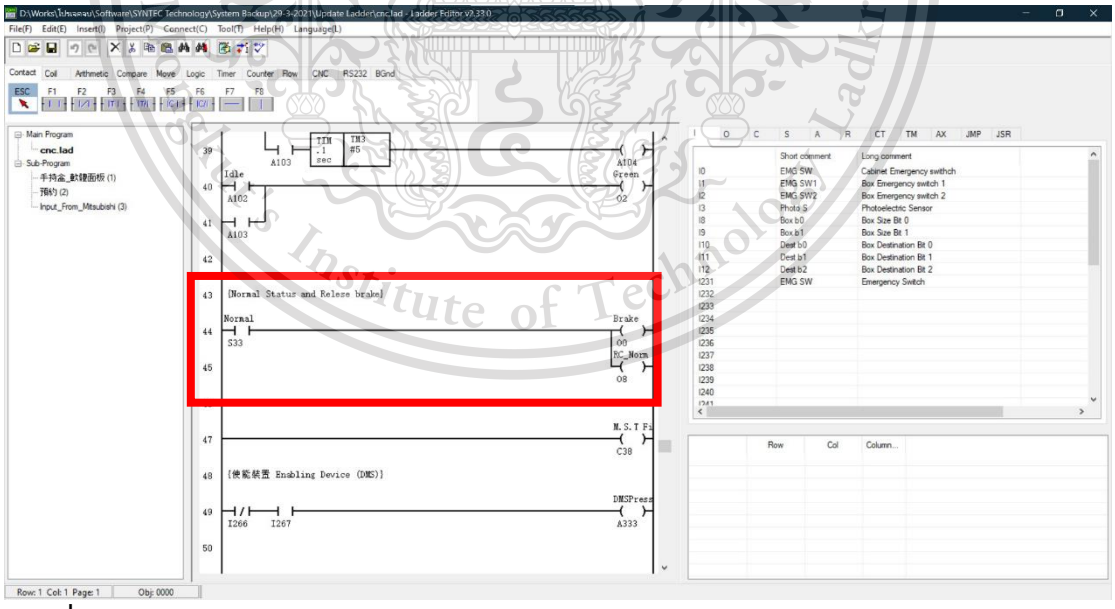
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7. ทำการเพิ่มโปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนของไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น



รูปที่ ง.10 โปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนของไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น

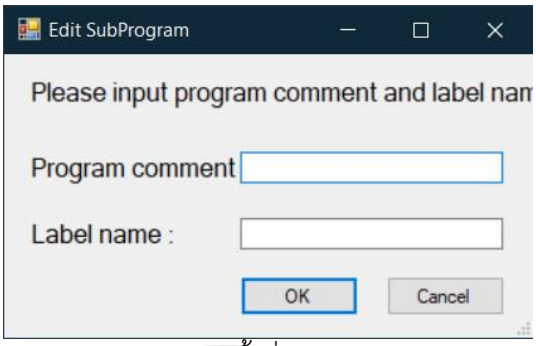
8. ทำการเพิ่มโปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนการควบคุมเบรกของเซอร์โวมอเตอร์และส่งสัญญาณสถานะปกติไปยังพีแอลซี



รูปที่ ง.11 โปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนการควบคุมเบรกของเซอร์โวมอเตอร์และส่งสัญญาณสถานะปกติไปยังพีแอลซี

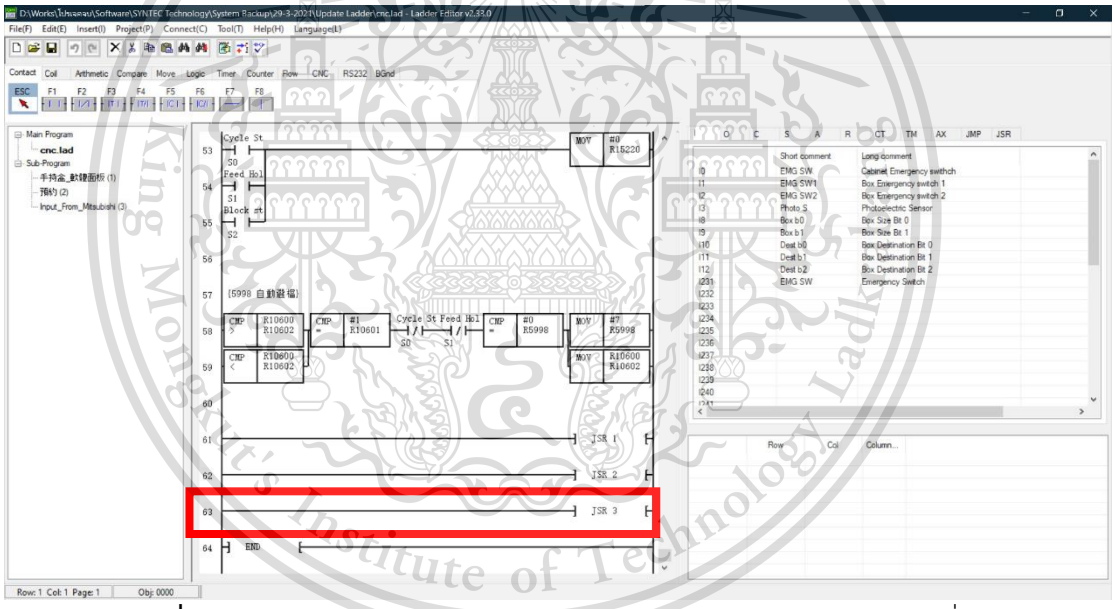
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ทำการเขียนโปรแกรมย่อยโดยคลิกขวาที่ Sub-Program ทางด้านซ้ายจากนั้นให้เลือก Add จะมีหน้าต่างขึ้นให้ทำการตั้งชื่อและลำดับของโปรแกรมย่อย



รูปที่ ง.12 หน้าต่างสำหรับตั้งชื่อและลำดับของโปรแกรมย่อย

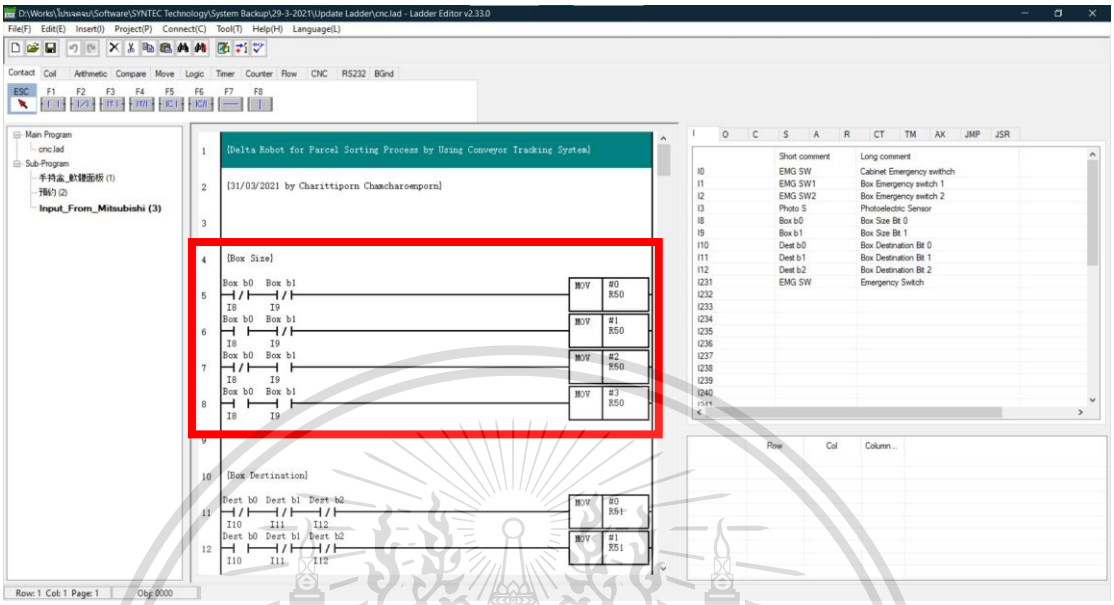
10. ทำการเพิ่มโปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนการเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยลำดับที่ 3



รูปที่ ง.13 โปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนการเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยลำดับที่ 3

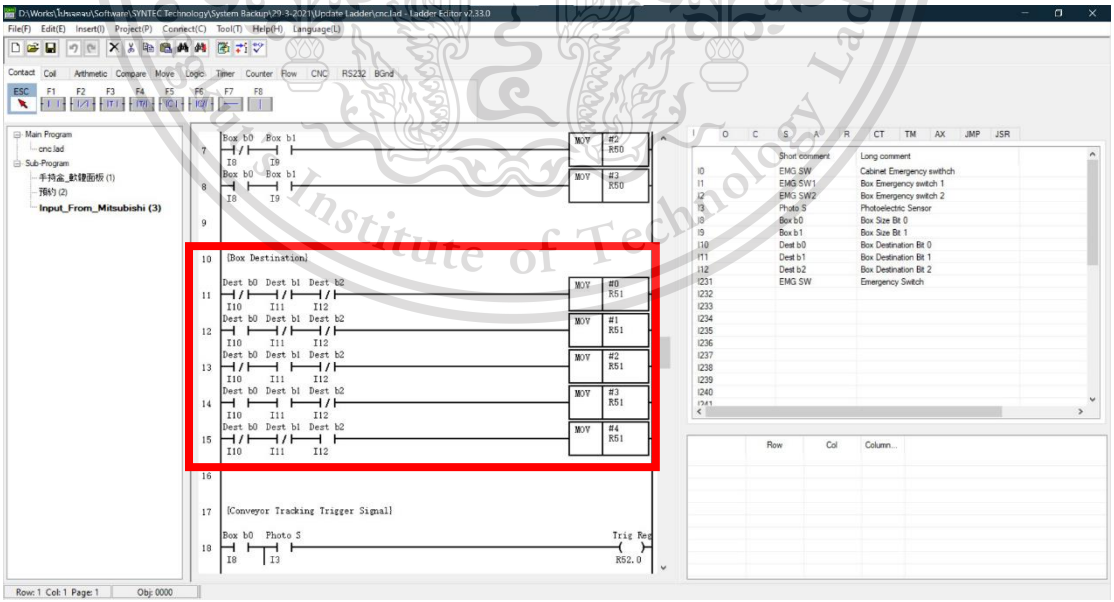
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11. ทำการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์สำหรับรับข้อมูลขนาดพัสดุในโปรแกรมย่อยลำดับที่ 3



รูปที่ ง.14 โปรแกรมแลดเดอร์สำหรับรับข้อมูลขนาดพัสดุ

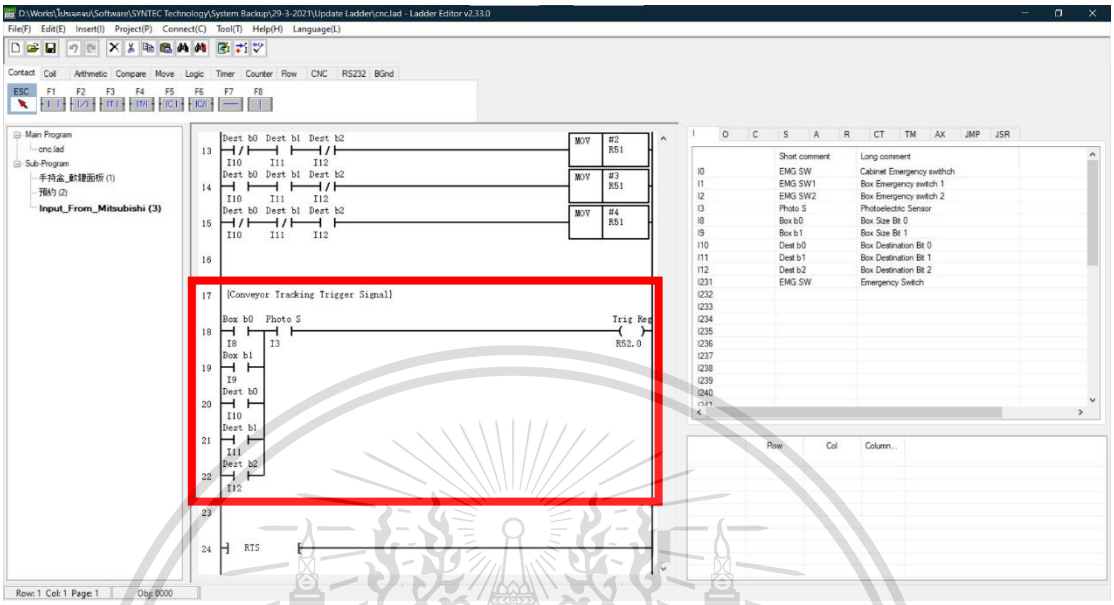
12. ทำการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์สำหรับรับข้อมูลปลายทางพัสดุในโปรแกรมย่อยลำดับที่ 3



รูปที่ ง.15 โปรแกรมแลดเดอร์สำหรับรับข้อมูลปลายทางพัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

13. ทำการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์สำหรับเริ่มต้นการติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียงในโปรแกรมย่อยลำดับที่ 3



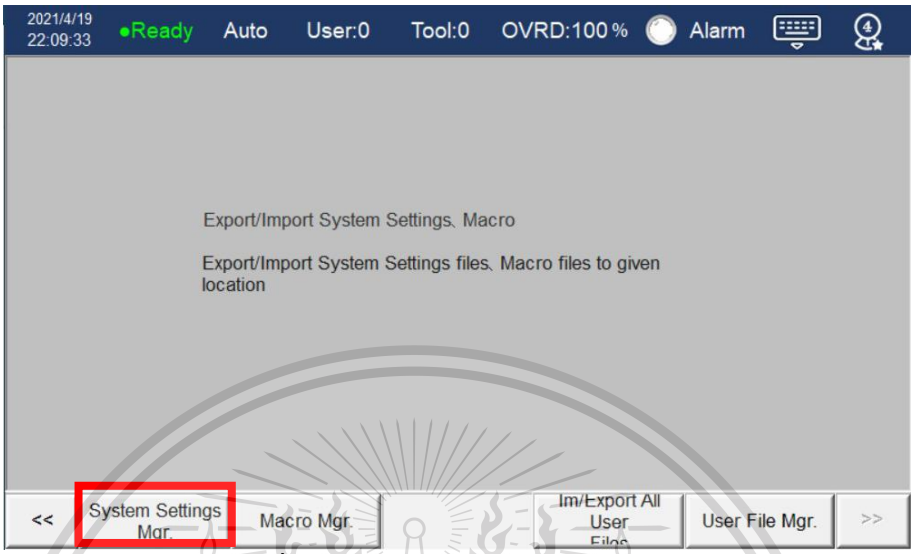
รูปที่ ง.16 โปรแกรมแลดเดอร์สำหรับเริ่มต้นการติดตามตำแหน่งพัสดุบนสายพานลำเลียง

14. ทำการบันทึกไฟล์ cnc.lad ที่แก้ไขลงในแฟลชไดรฟ์ จากนั้นนำไปเชื่อมต่อกับตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld และไปที่ Import/Export โดยใช้รหัสผ่าน “520”

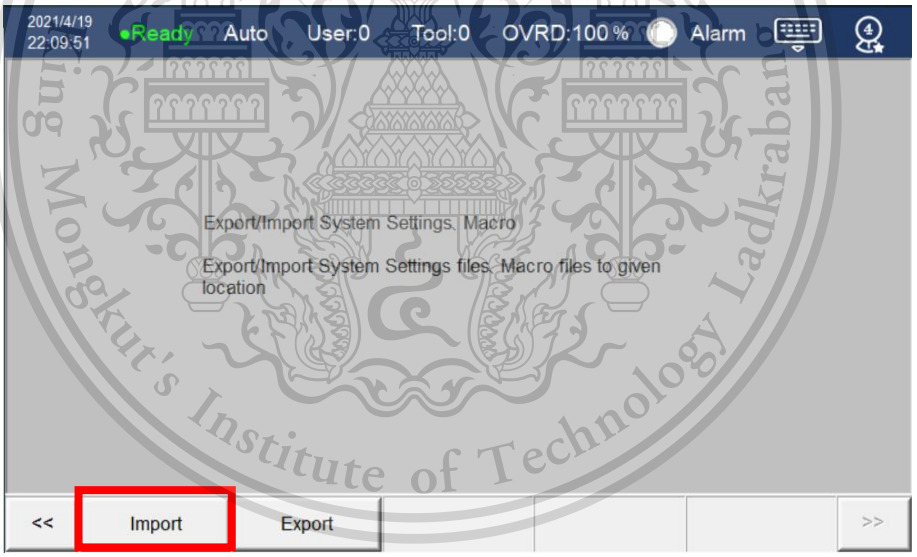
รูปที่ ง.17 ปุ่ม Import/Export

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

15. ไปที่แถบ System Settings Mgr. และ Import เพื่อทำการอัปโหลดไฟล์ cnc.lad ให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์ เมื่ออัปโหลดเสร็จสิ้นให้ทำการปิดและเปิดตัวควบคุมหุ่นยนต์ใหม่



รูปที่ ง.18 แถบ System Setting mgr.



รูปที่ ง.19 แถบ Import

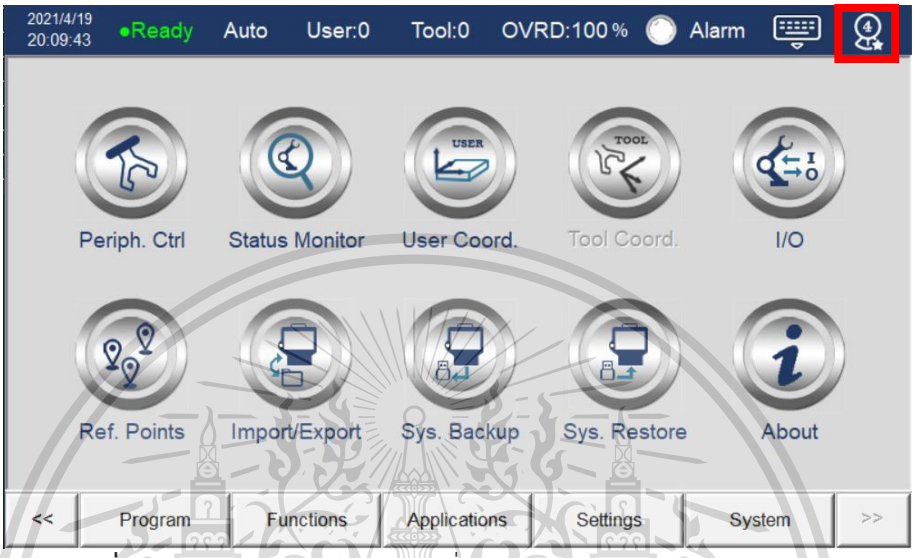
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก จ
การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาของ SYNTEC TECHNOLOGY จะทำการสร้างบนตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเลือกระดับผู้ใช้งานที่ตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld เป็นระดับที่ 4 โดยใช้รหัสผ่าน “5566” ในการล็อคอิน

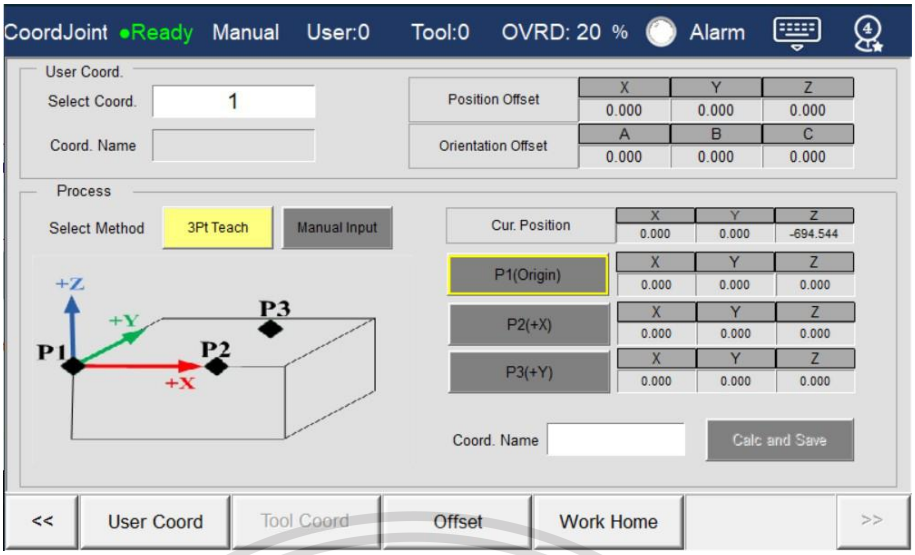


รูปที่ จ.1 การเลือกระดับผู้ใช้งานที่ตัวควบคุมหุ่นยนต์แบบ Handheld

2. ไปที่ User Coord. เพื่อกำหนดพิกัดการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกับสายพานลำเลียง

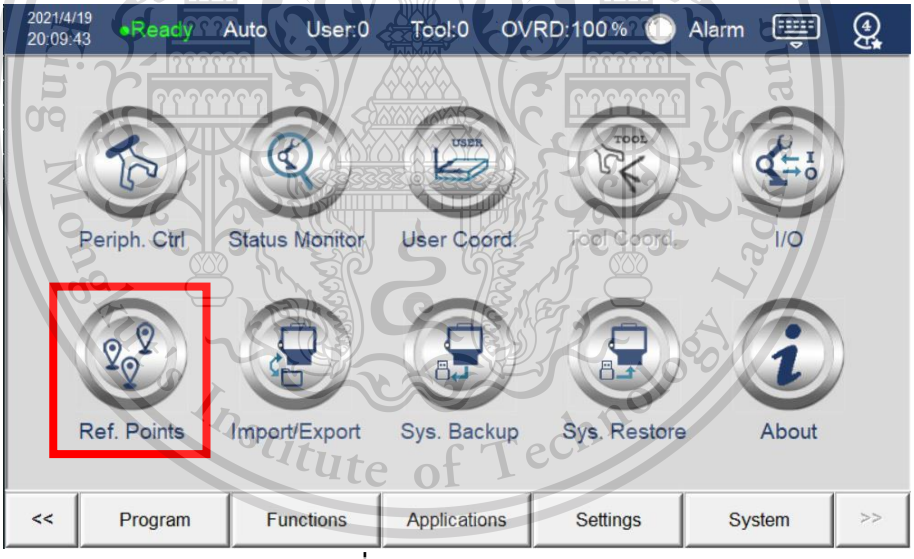
รูปที่ จ.2 ปุ่ม User Coord.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



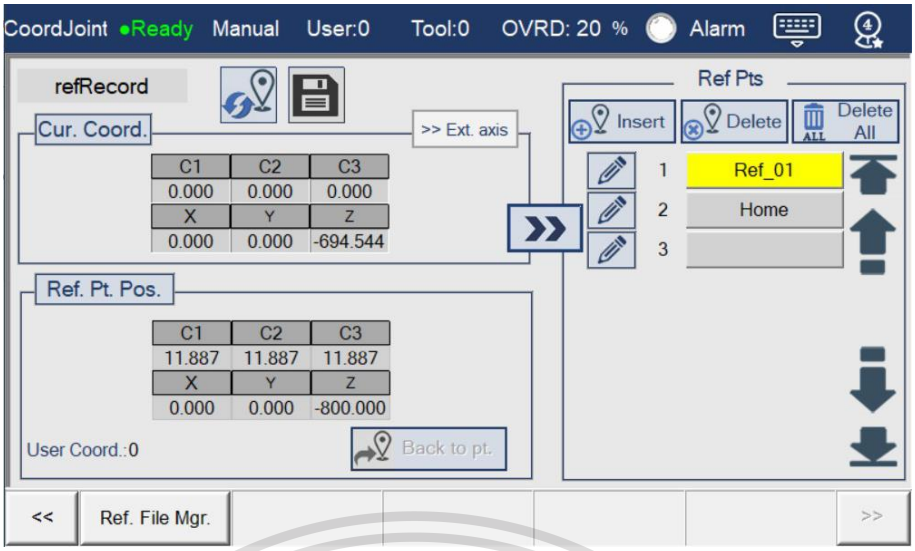
รูปที่ จ.3 การกำหนดพิกัดการทำงานของหุ่นยนต์เดลตา

3. ไปที่ Ref. Points เพื่อกำหนดจุดอ้างอิงต่าง ๆ ที่ต้องการให้หุ่นยนต์เดลตาเคลื่อนที่ไป



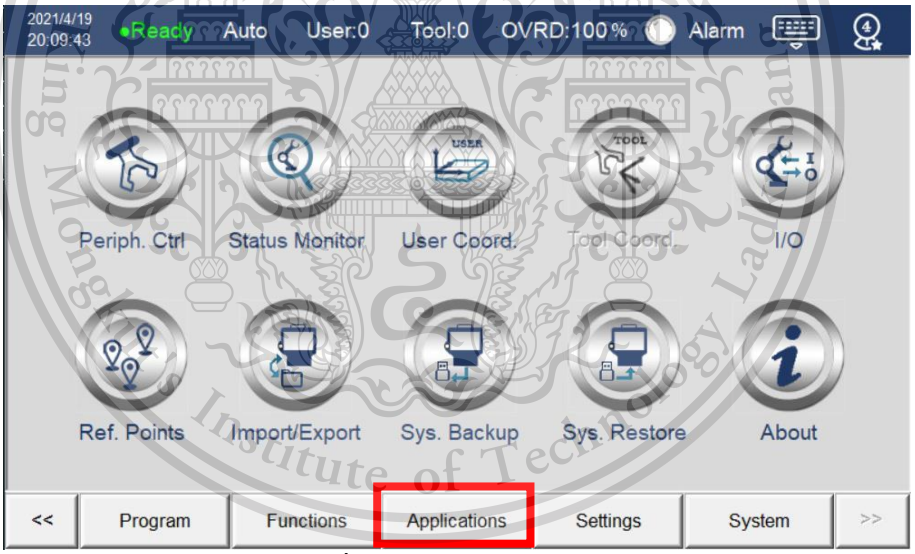
รูปที่ จ.4 ปุ่ม Ref. Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



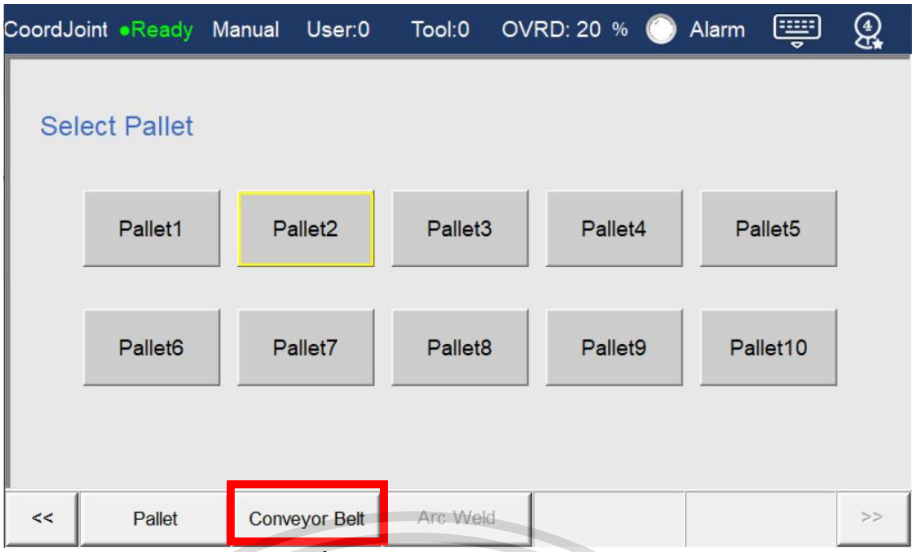
รูปที่ จ.5 การกำหนดจุดอ้างอิงของหุ่นยนต์เดลตา

4. ไปที่แถบ Applications และ Conveyor Beltเพื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบติดตามตำแหน่งพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง

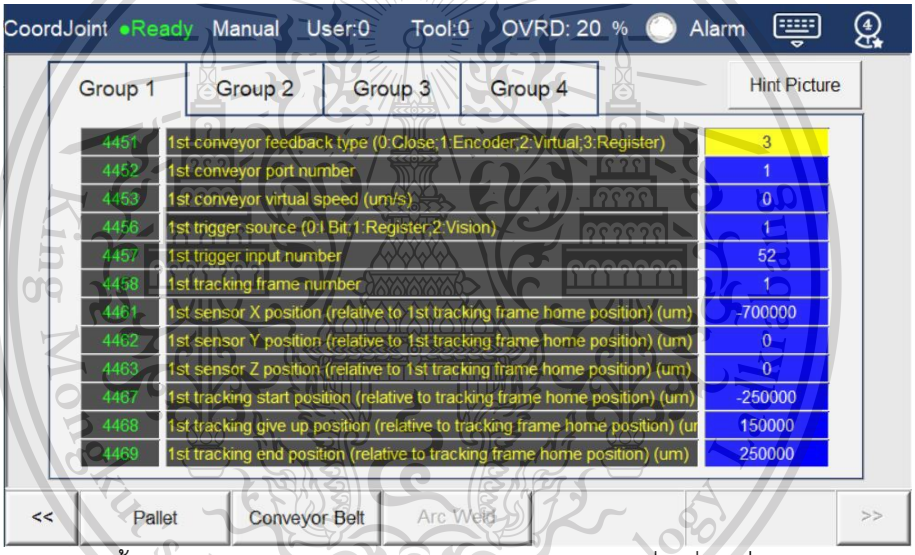


รูปที่ จ.6 แถบ Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ จ.7 แถบ Conveyor Belt



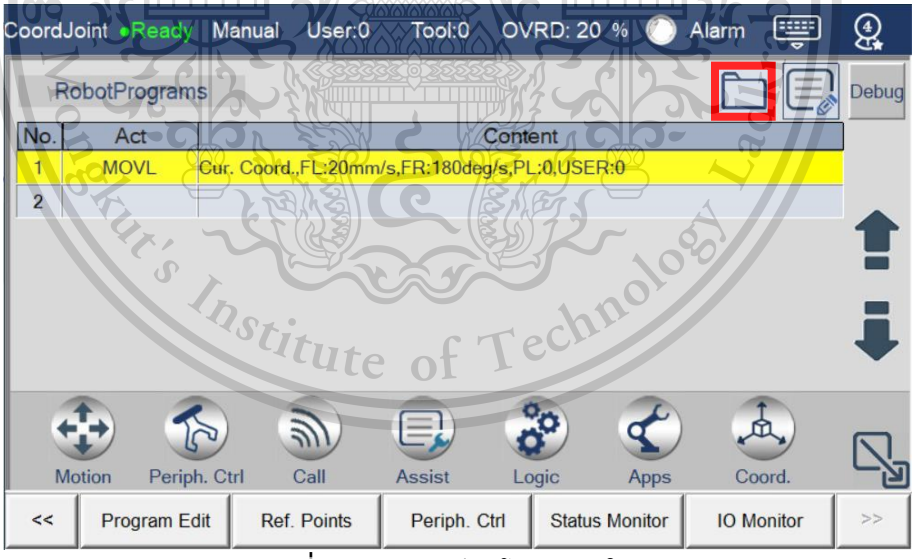
รูปที่ จ.8 การตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบติดตามตำแหน่งพัสดุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. ไปที่แถบ Program เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ โดยที่หุ่นยนต์จะต้องอยู่ในโหมด Manual จึงจะสามารถสร้างได้

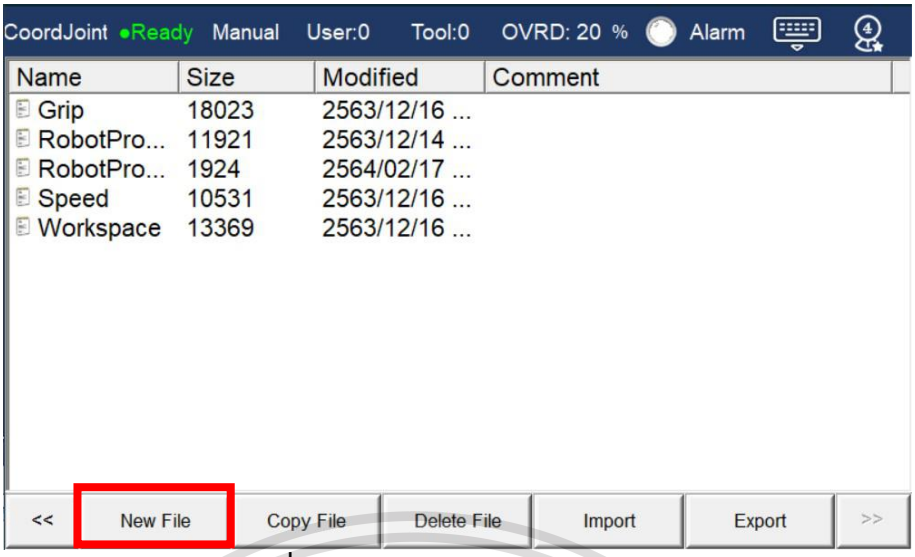
รูปที่ จ.9 แถบ Program

6. กดที่รูปโฟลเดอร์และ New File เพื่อเขียนโปรแกรมหลักหรือโปรแกรมย่อยใหม่



รูปที่ จ.10 การเขียนโปรแกรมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

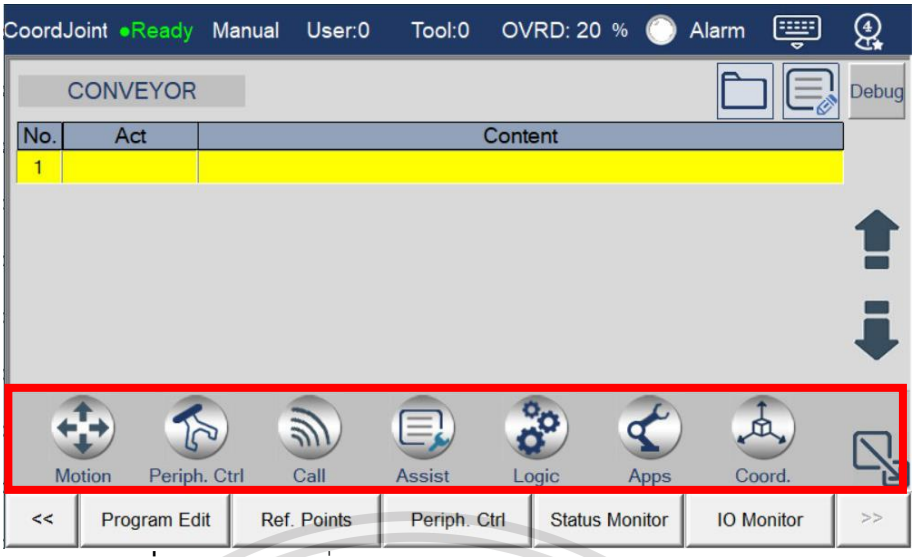


รูปที่ จ.11 การเขียนโปรแกรมใหม่ (2)

7. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้แถบเครื่องมือด้านล่าง โดยแต่ละเครื่องมือมีความหมายดังนี้

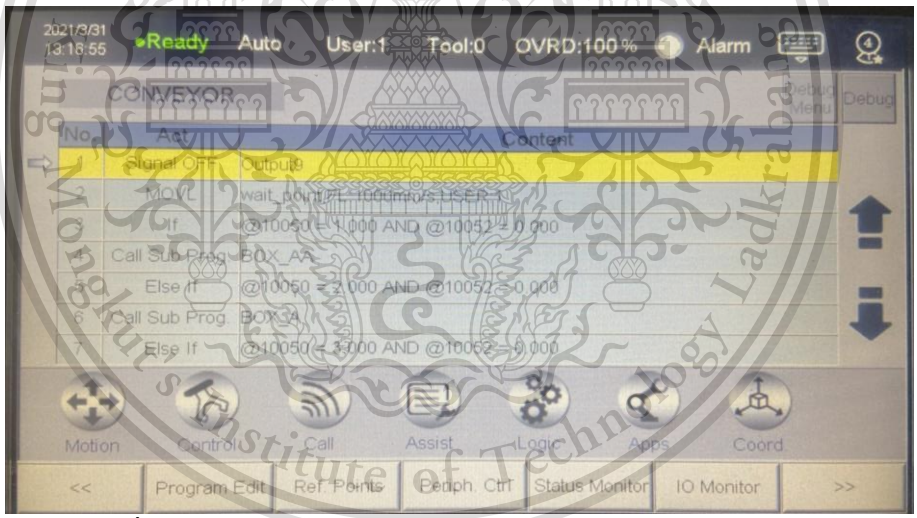
1. Motion คือ เครื่องมือสำหรับสร้างคำสั่งการเคลื่อนที่ เช่น การเคลื่อนที่ทีละแกน, การเคลื่อนแบบเส้นตรง เป็นต้น
2. Periph. Ctrl คือ เครื่องมือสำหรับสร้างคำสั่งอุปกรณ์ต่อช่วง เช่น ดิจิตอลอินพุตและดิจิตอลเอาต์พุต เป็นต้น
3. Call คือ เครื่องมือสำหรับเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยและการหน่วงเวลา
4. Assist คือ เครื่องมือที่ใช้ในการเรียกคำสั่งช่วยเหลือ เช่น เรียกใช้ Cmd line, การหยุดฟังก์ชัน เป็นต้น
5. Logic คือ เครื่องมีสำหรับสร้างเงื่อนไขการทำงาน และการทำงานซ้ำ
6. Apps คือ เครื่องมือสำหรับเรียกใช้งานคำสั่งในการประยุกต์หุ่นยนต์ เช่น เรียกใช้คำสั่งสายพานลำเลียง, เรียกใช้คำสั่งการจัดวางวัตถุบนพาเลต เป็นต้น
7. Coord. คือ เครื่องมือสำหรับกำหนดพิกัดการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น พิกัดโลก, พิกัดที่ผู้ใช้สร้างขึ้น, พิกัดเครื่องมือ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



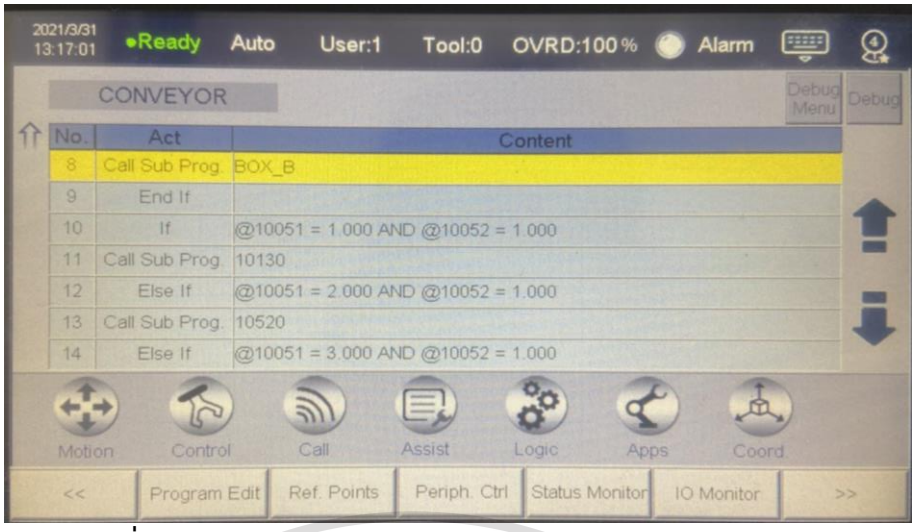
รูปที่ จ.12 แถบเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

8. ทำการเขียนโปรแกรมหลักในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เดลตาร่วมกันสายพานลำเลียง สำหรับการคัดแยกวัตถุ

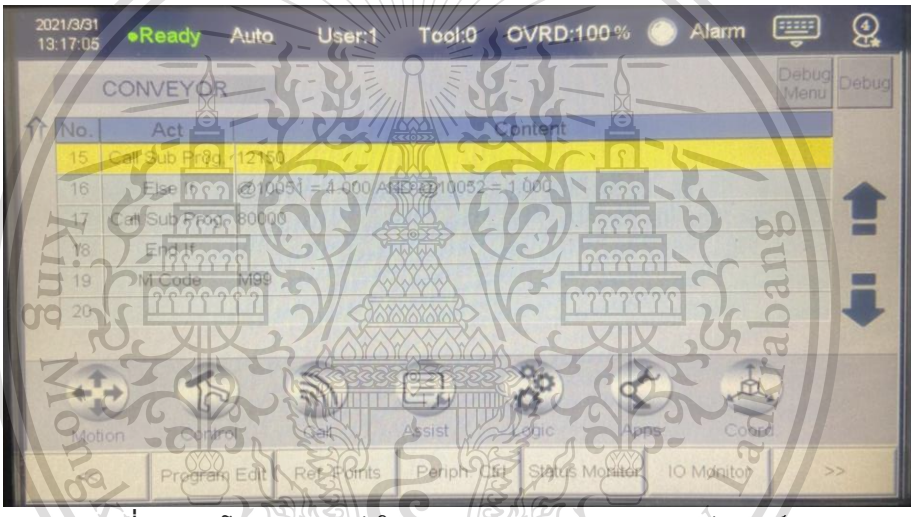


รูปที่ จ.13 โปรแกรมหลักในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



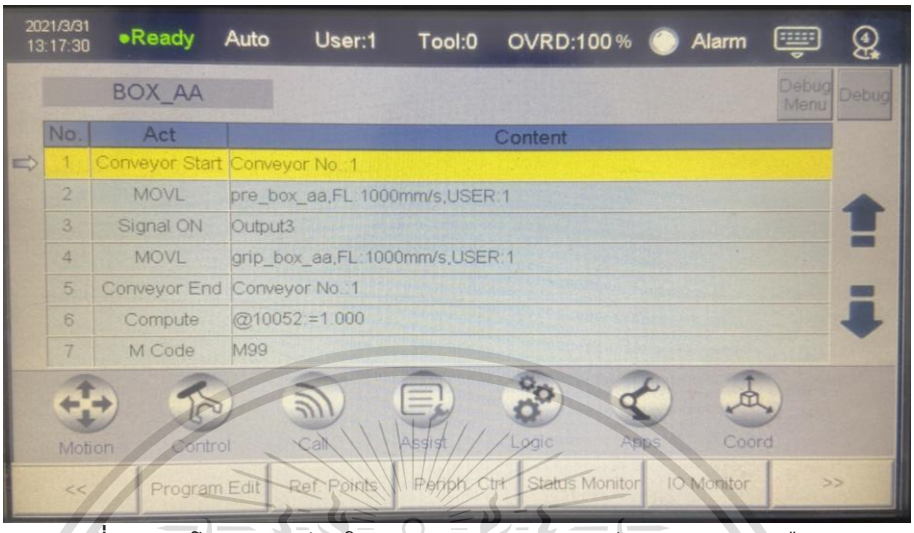
รูปที่ จ.14 โปรแกรมหลักในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (2)



รูปที่ จ.15 โปรแกรมหลักในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

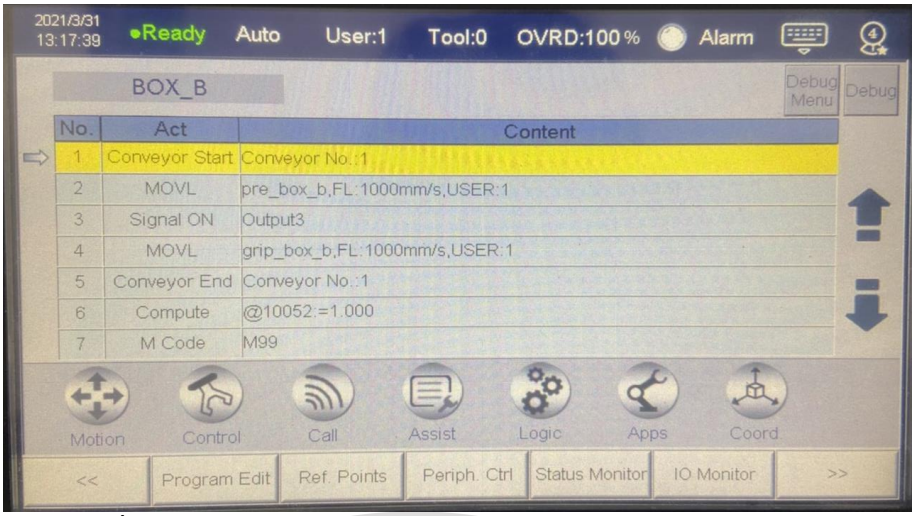
9. ทำการเขียนโปรแกรมย่อยในการควบคุมการหยิบพัสดุแต่ละขนาดของหุ่นยนต์เดลตา



รูปที่ จ.16 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการหยิบพัสดุขนาด กก หรือ AA

รูปที่ จ.17 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการหยิบพัสดุขนาด ก หรือ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

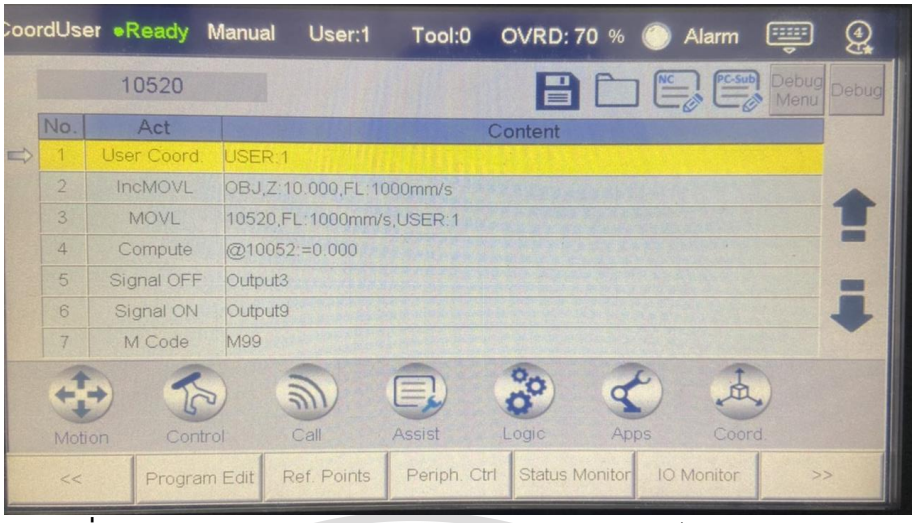


รูปที่ จ.18 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการหยิบพัสดุขนาด ข หรือ B

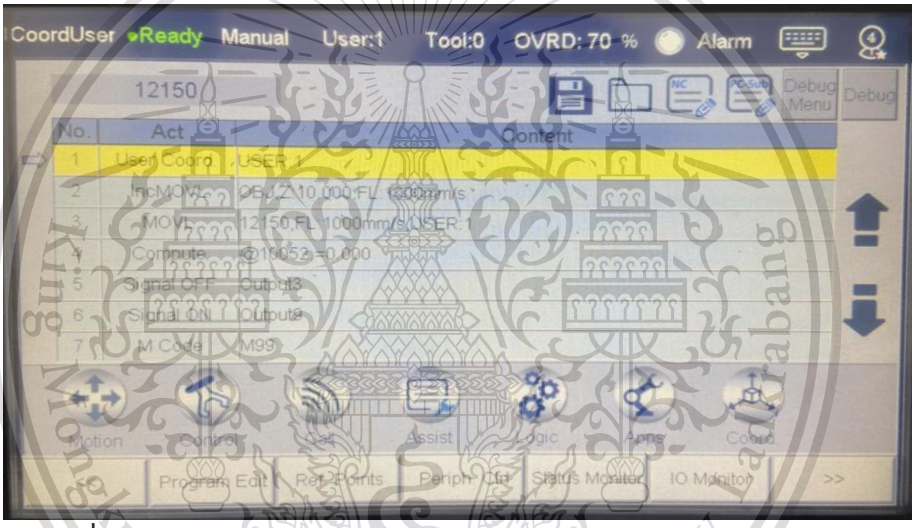
10. ทำการเขียนโปรแกรมย่อยในการควบคุมการแยกพัสดุตามรหัสไปรษณีย์ของหุ่นยนต์เดลตา

รูปที่ จ.19 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10130

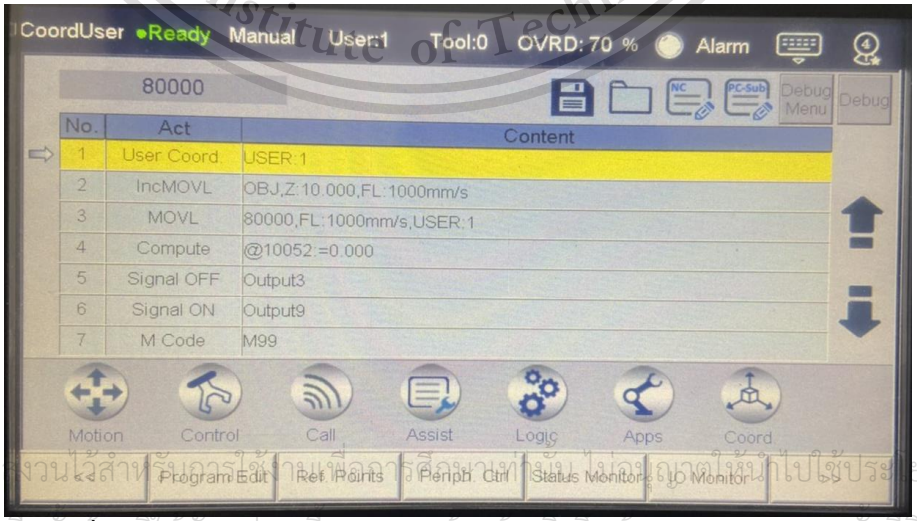
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ จ.20 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 10520



รูปที่ จ.21 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 12150



รูปที่ จ.22 โปรแกรมย่อยในการควบคุมการแยกพัสดุรหัสไปรษณีย์ 80000

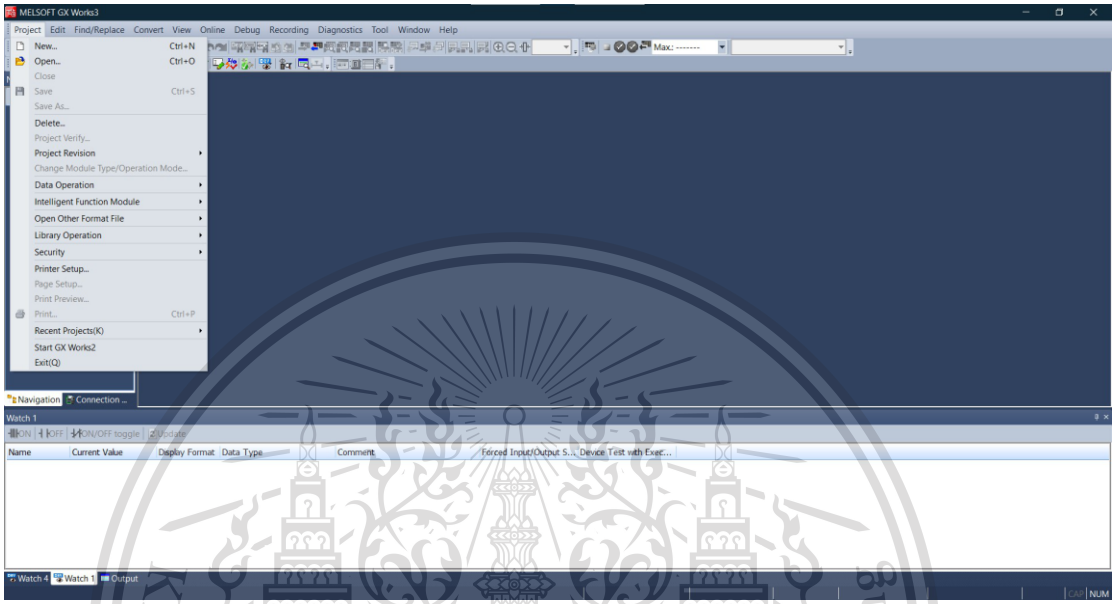
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ฉ
การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม GX Works3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

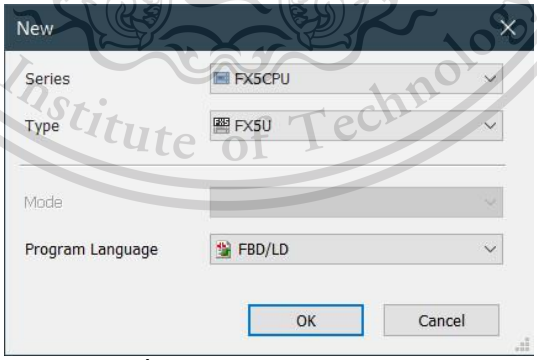
ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซี MITSUBISHI ELECTRIC จะใช้งานโปรแกรม GX Works3 ในการสร้าง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเปิดโปรแกรม GX Works3 ขึ้นมาจากนั้นไปที่ Project และ New เพื่อเขียนโปรแกรมใหม่



รูปที่ ฉ.1 การเขียนโปรแกรมใหม่

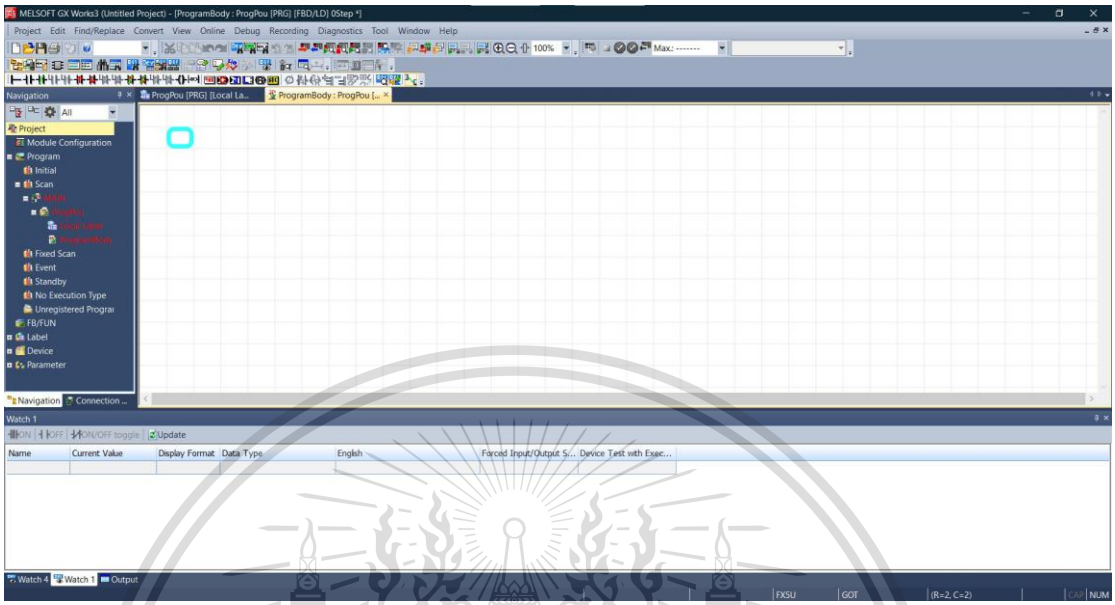
2. เลือกรุ่นของพีแอลซีและภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม โดย Series เลือกเป็น FX5CPU Type เลือกเป็น FX5U และ Program Language เลือกเป็น FBD/LD



รูปที่ ฉ.2 การเลือกรุ่นพีแอลซี

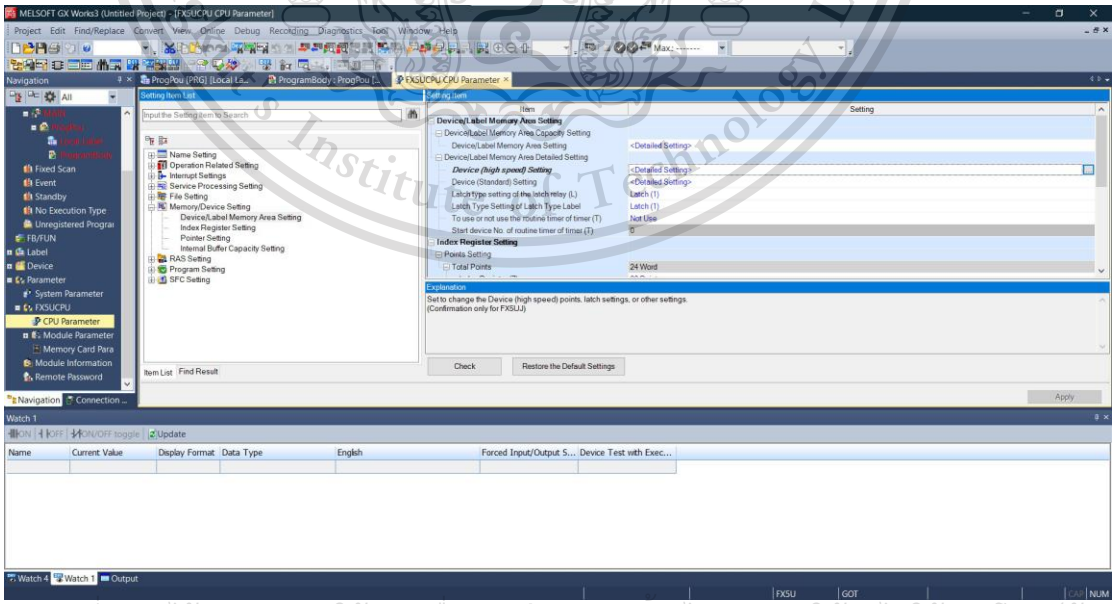
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เมื่อทำการเขียนโปรแกรมใหม่เสร็จแล้วจะได้โปรแกรมหลักที่พร้อมสำหรับการสร้าง



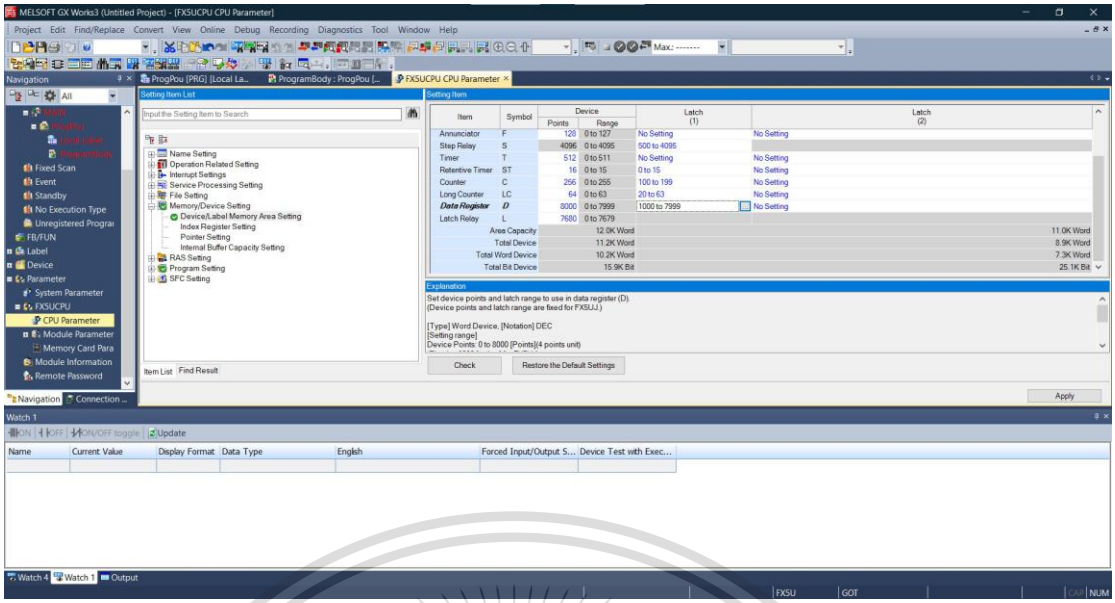
รูปที่ ฉ.3 หน้าโปรแกรมหลัก

4. ไปที่ Parameter จากนั้นไปที่ FX5UCPU จากนั้นไปที่ CPU Parameter จากนั้นไปที่ Memory/Device Setting จากนั้นไปที่ Device/Label Memory Area Setting และไปที่ Device (high speed) Setting เพื่อตั้งค่าขอบเขตของตัวแปรที่ใช้งาน



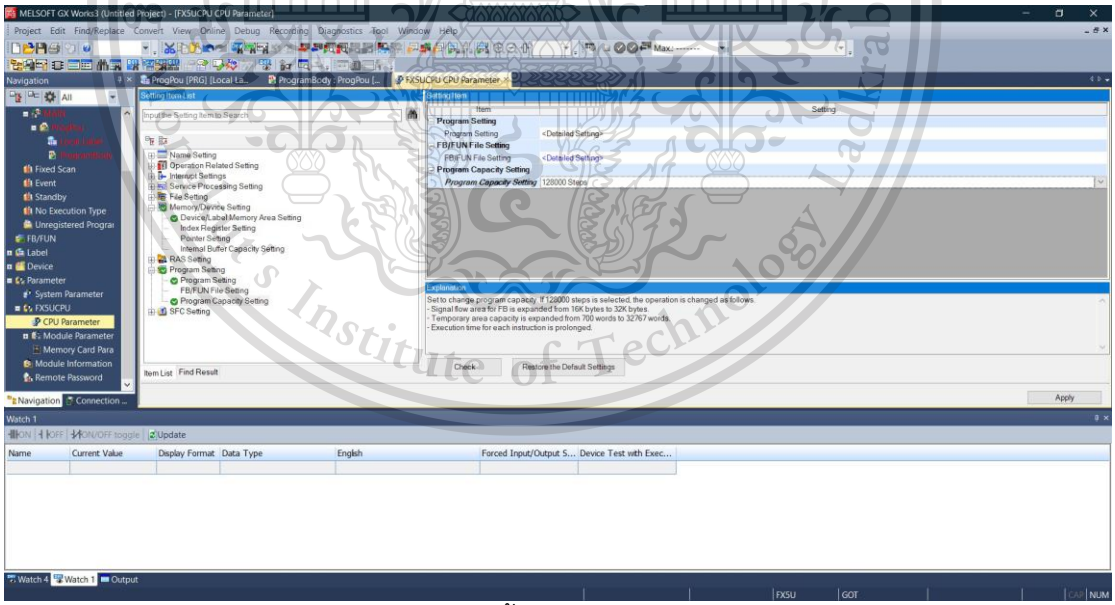
รูปที่ ฉ.4 การกำหนดขอบเขตตัวแปร (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.5 การกำหนดขอบเขตตัวแปร (2)

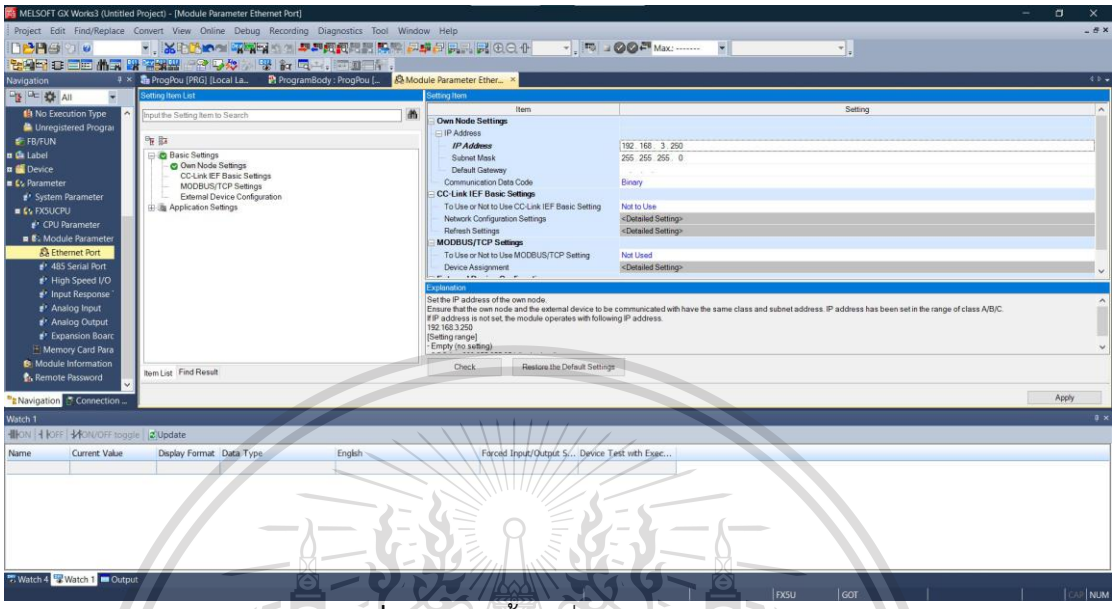
5. ไปที่ Parameter จากนั้นไปที่ FX5UCPU จากนั้นไปที่ CPU Parameter จากนั้นไปที่ ญProgram Setting และไปที่ Program Capacity Setting เพื่อตั้งค่าความจุของโปรแกรมที่สร้าง



รูปที่ ฉ.6 การตั้งค่าความจุของโปรแกรม

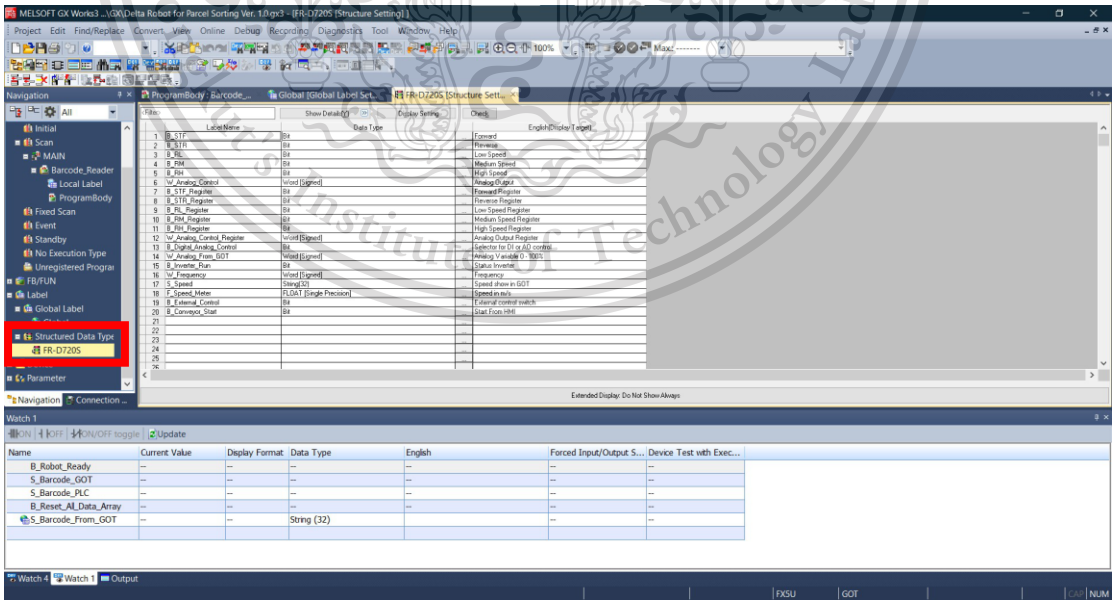
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. ไปที่ Parameter จากนั้นไปที่ FX5UCPU จากนั้นไปที่ Module Parameter และไปที่ Ethernet Port เพื่อทำการตั้งค่าพื่อยู่ IP ให้กับพีแอลซี



รูปที่ ฉ.7 การตั้งค่าที่อยู่ IP ของพีแอลซี

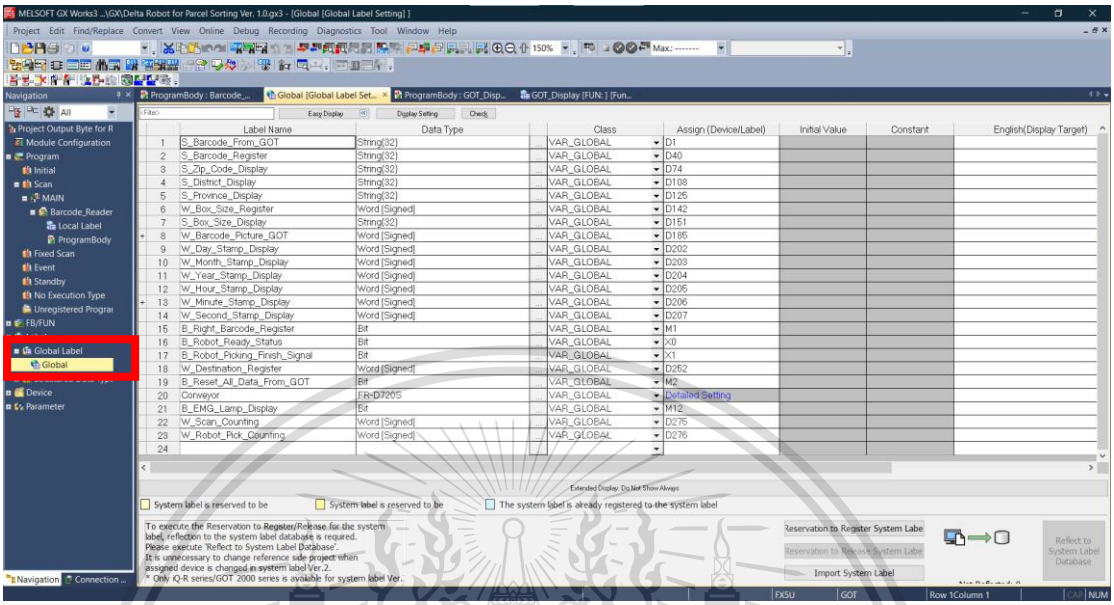
7. ไปที่ Label และไปที่ Structure Data Type เพื่อทำการสร้าง Structured Data สำหรับจัดเก็บตัวแปรที่ใช้ควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์



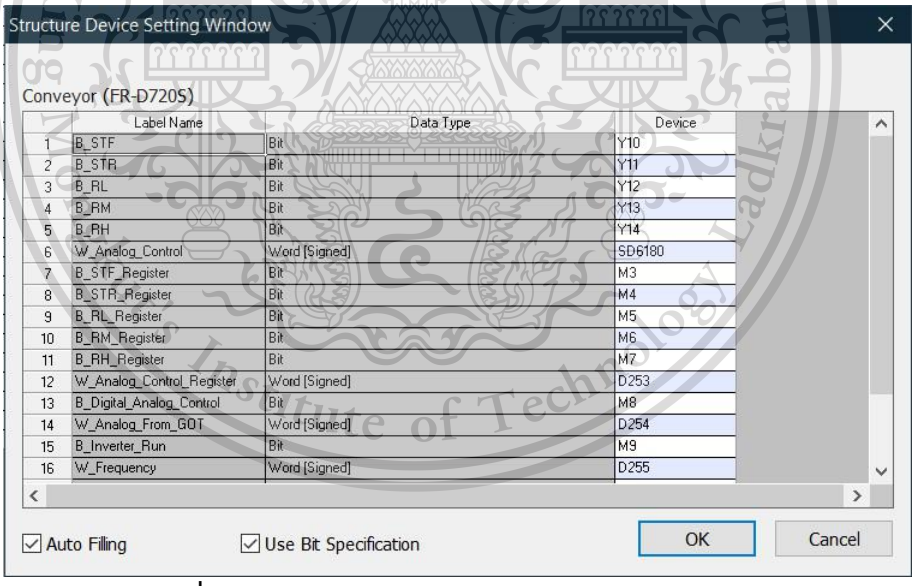
รูปที่ ฉ.8 การสร้าง Structure Data สำหรับเก็บตัวแปรที่ใช้ควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. ไปที่ Label จากนั้นไปที่ Global Label และไปที่ Global เพื่อประกาศตัวแปรชนิดโกบอล เรียกใช้ Structured Data ของอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นและอ้างอิงตัวแปร

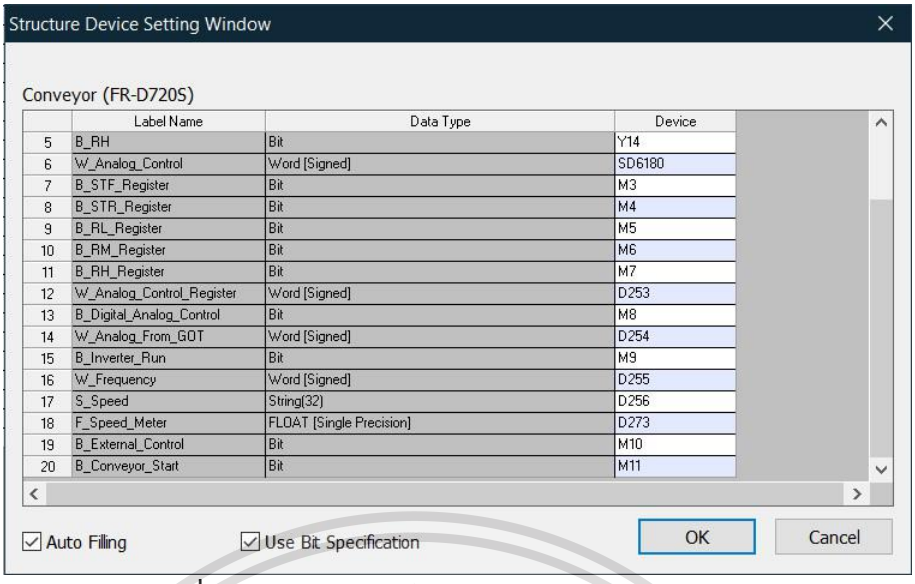


รูปที่ ฉ.9 การประกาศตัวแปรชนิดโกบอล



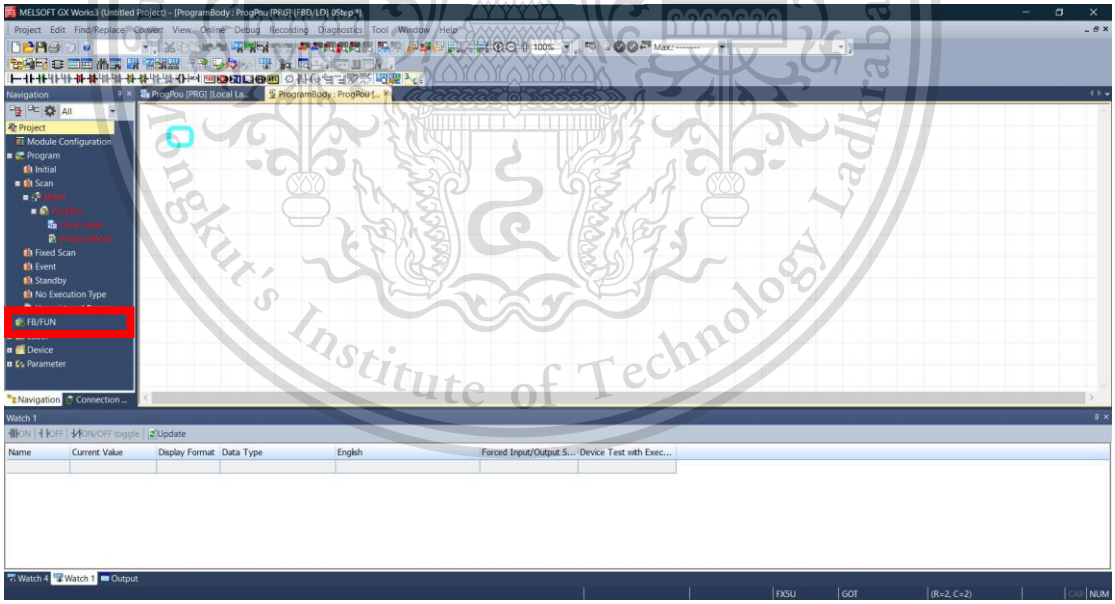
รูปที่ ฉ.10 การอ้างอิงตัวแปรของ Structure Data (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



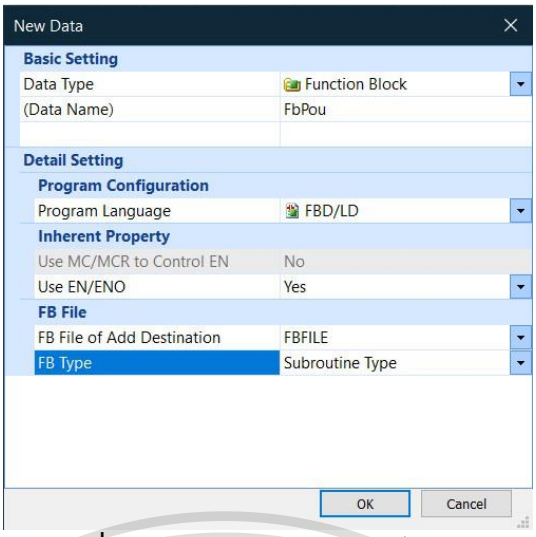
รูปที่ ฉ.11 การอ้างอิงตัวแปรของ Structure Data (2)

9. ไปที่ FB/FUN เพื่อสร้างฟังก์ชันบล็อกสำหรับรับข้อมูลบาร์โคด ฟังก์ชันบล็อกสำหรับประมวลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตา และฟังก์ชันบล็อกสำหรับควบคุมอินเวอร์เตอร์โดยใช้ภาษา FB/LD ในการสร้าง



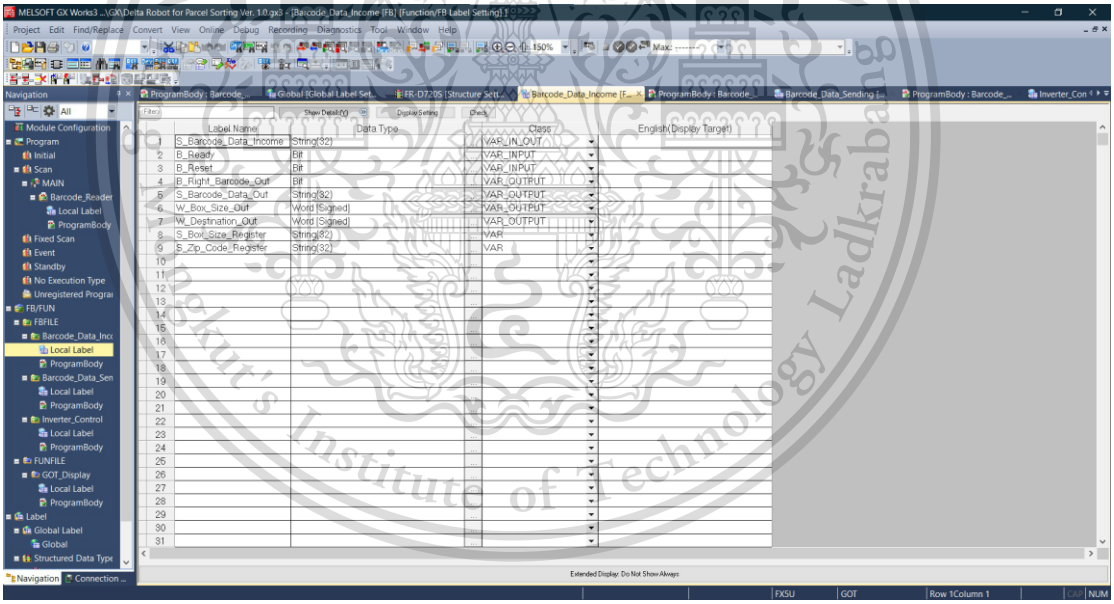
รูปที่ ฉ.12 การสร้างฟังก์ชันบล็อก (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.13 การสร้างฟังก์ชันบล็อก (2)

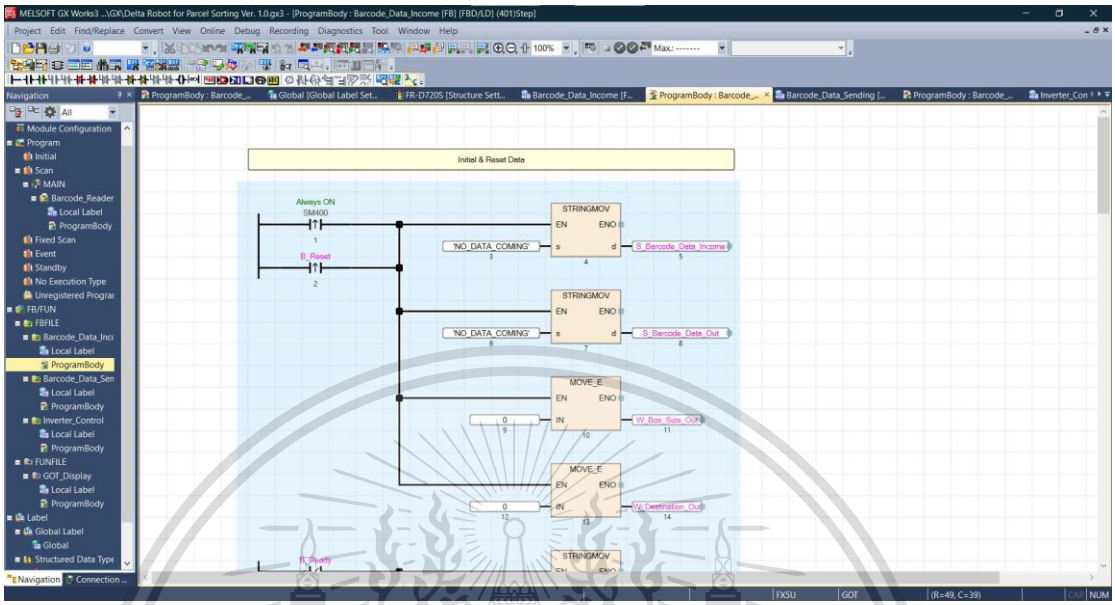
10. ไปที่ Local Label ของฟังก์ชันบล็อกสำหรับรับข้อมูลบาร์โคด เพื่อประกาศตัวแปรชนิดโลคอลเพื่อใช้งานในฟังก์ชันบล็อก



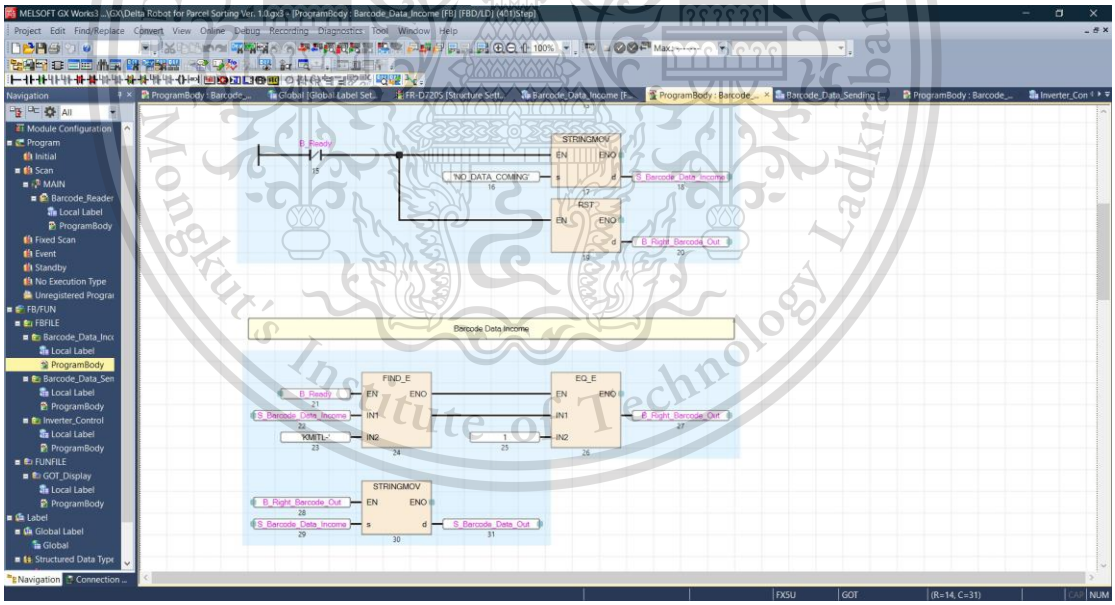
รูปที่ ฉ.14 การประกาศตัวแปรโลคอลของฟังก์ชันบล็อกสำหรับรับข้อมูลบาร์โคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11. ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก โดยใช้ภาษาแลดเดอร์และฟังก์ชันบล็อก

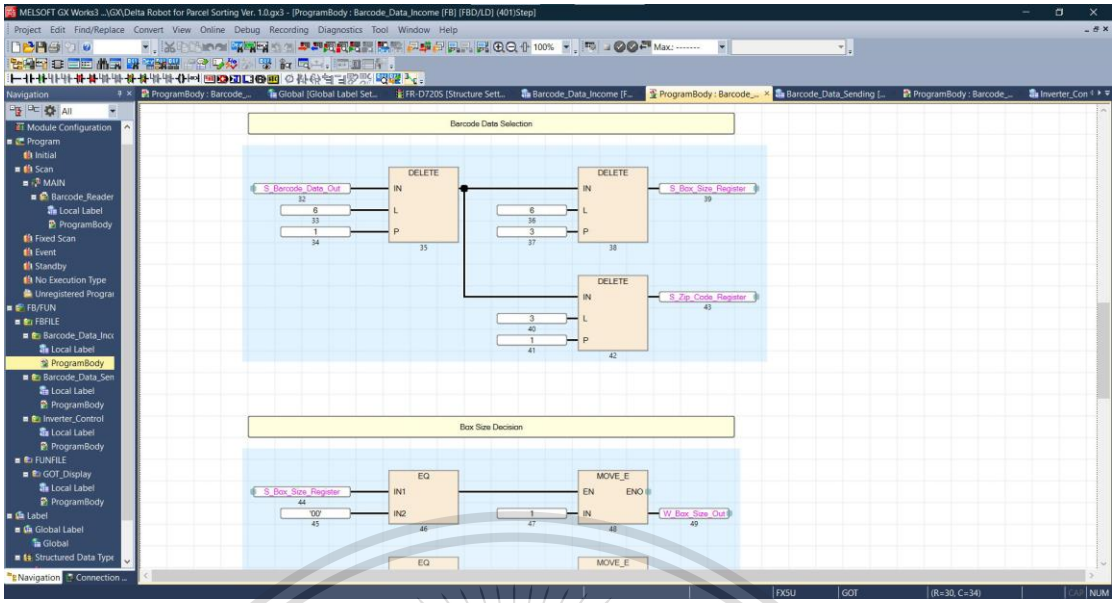


รูปที่ ฉ.15 การเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก (1)

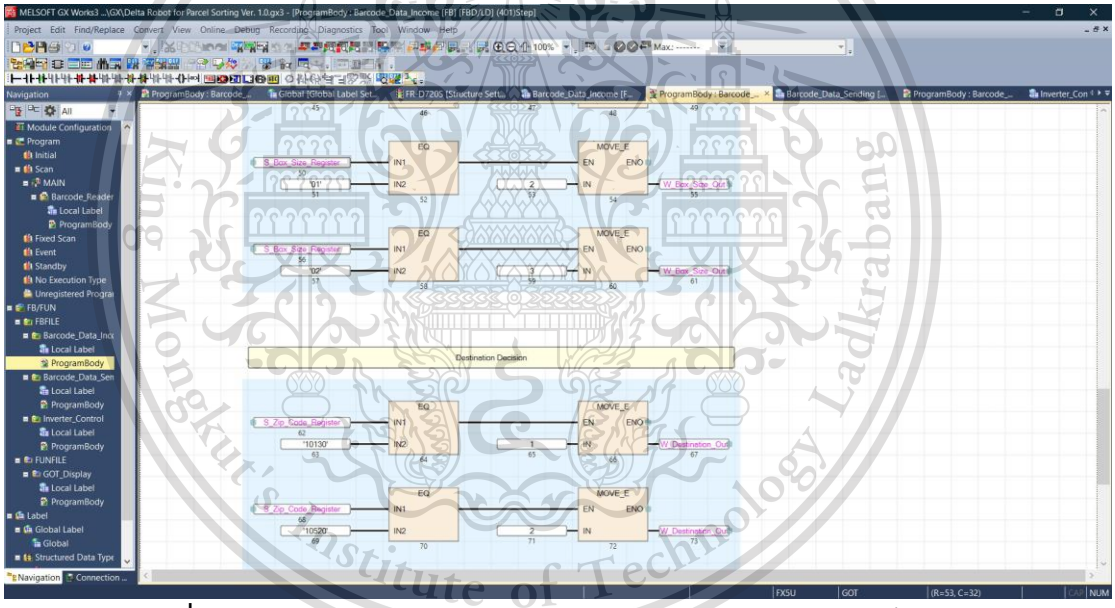


รูปที่ ฉ.16 การเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

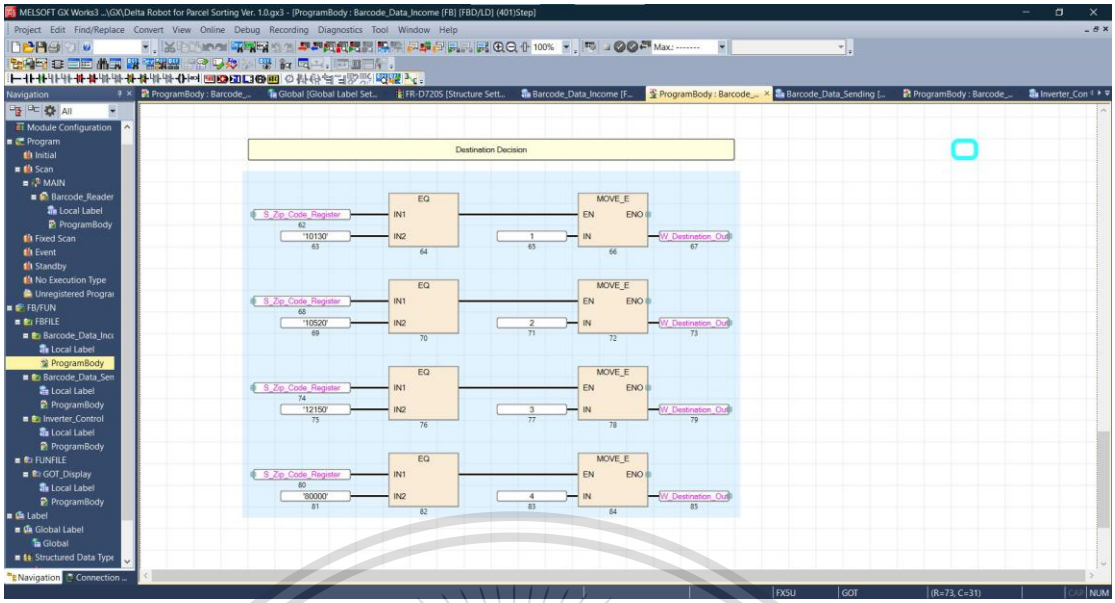


รูปที่ ฉ.17 การเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก (3)



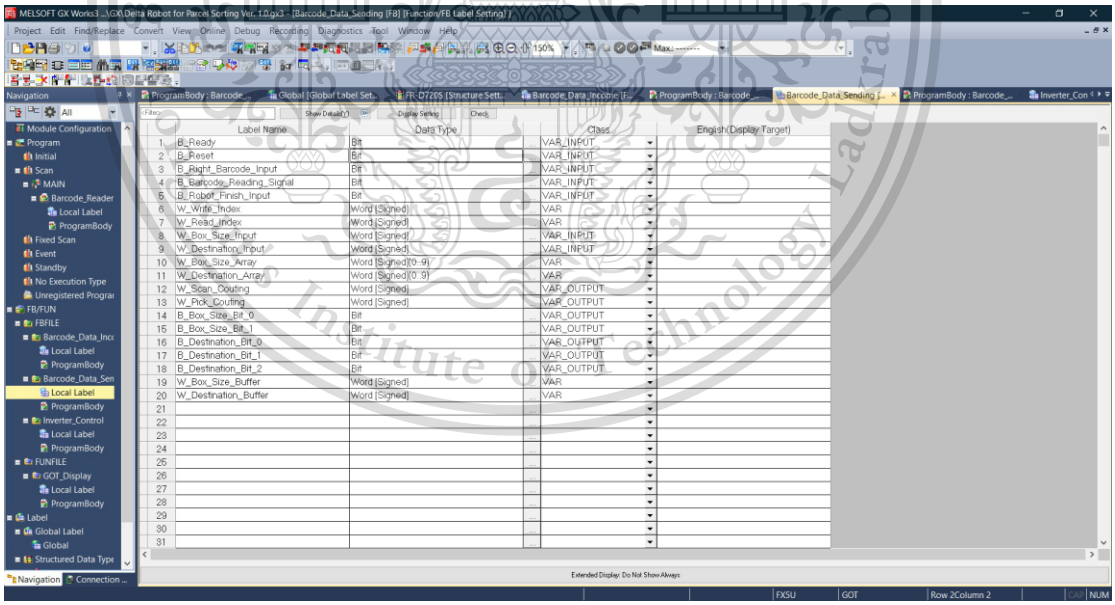
รูปที่ ฉ.18 การเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.19 การเขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลบาร์โคดในฟังก์ชันบล็อก (5)

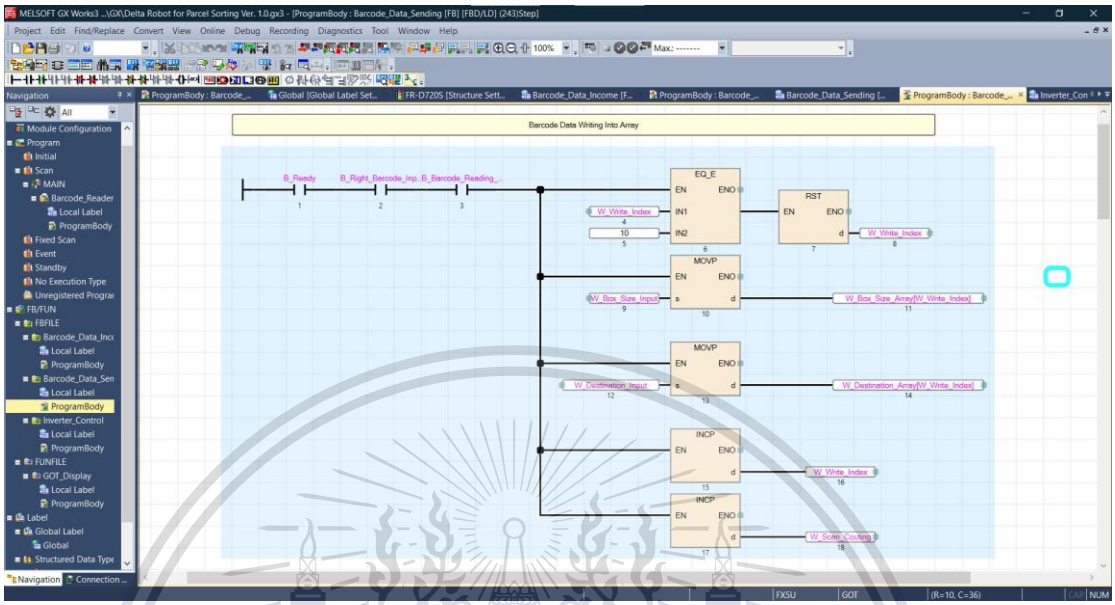
12. ไปที่ Local Label ของฟังก์ชันบล็อกฟังก์ชันบล็อกสำหรับประมวลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตา เพื่อประกาศตัวแปรชนิดโลคอลเพื่อใช้งานในฟังก์ชันบล็อก



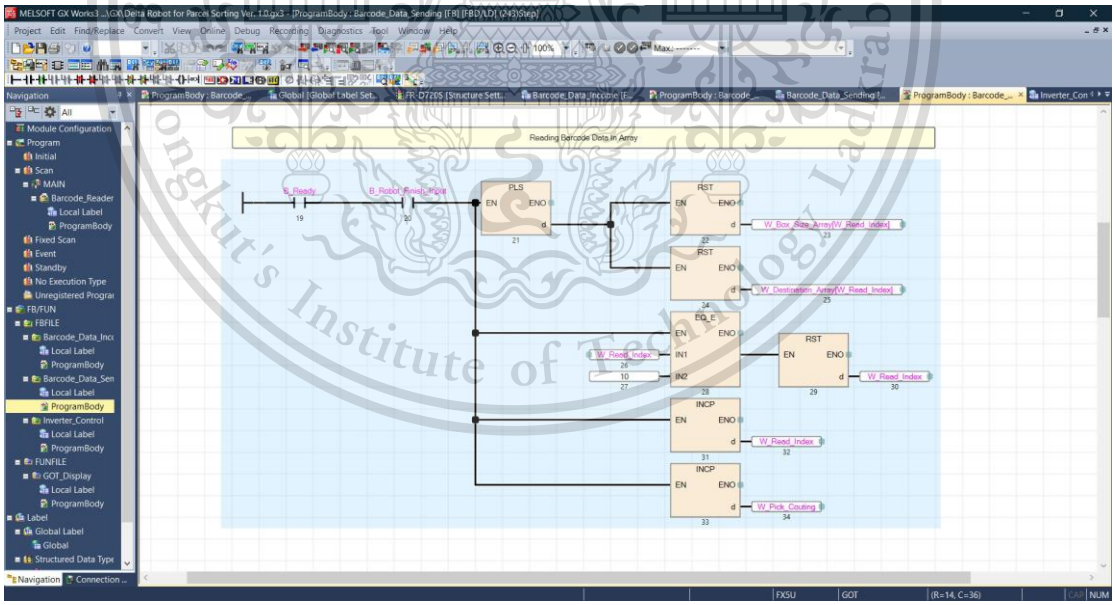
รูปที่ ฉ.20 การประกาศตัวแปรโลคอลของฟังก์ชันบล็อกสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

13. ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับประมวลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก โดยใช้ภาษาแลดเดอร์และฟังก์ชันบล็อก

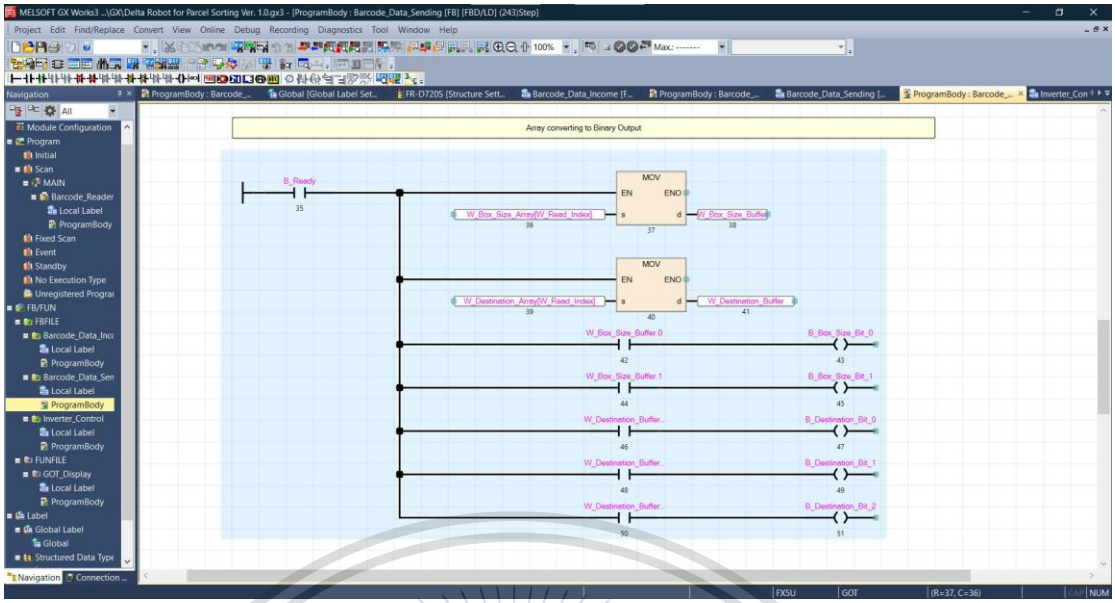


รูปที่ ฉ.21 การเขียนโปรแกรมสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก (1)

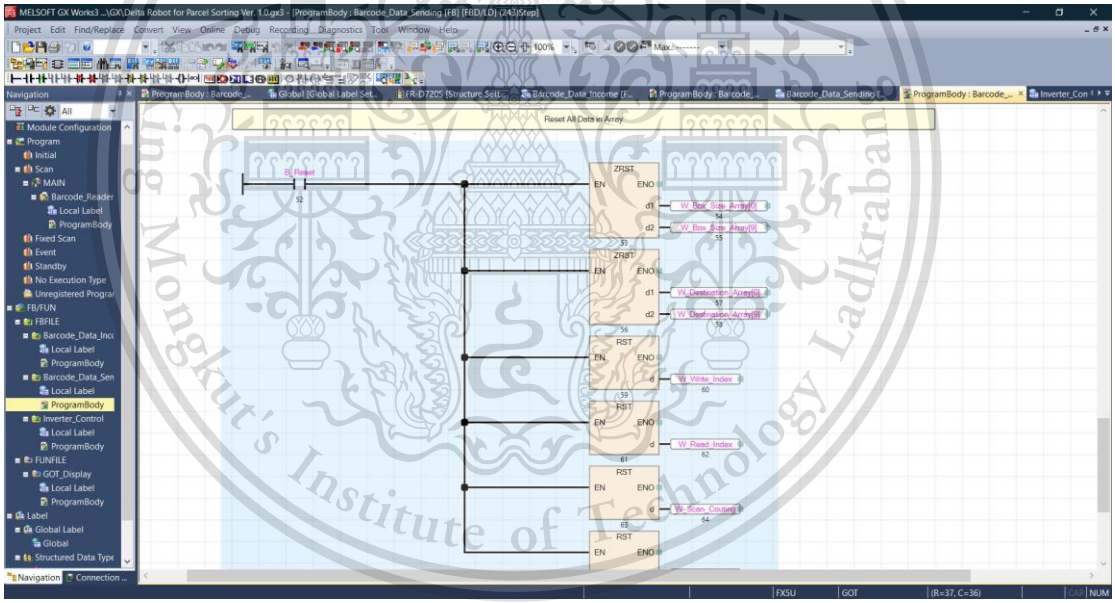


รูปที่ ฉ.22 การเขียนโปรแกรมสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

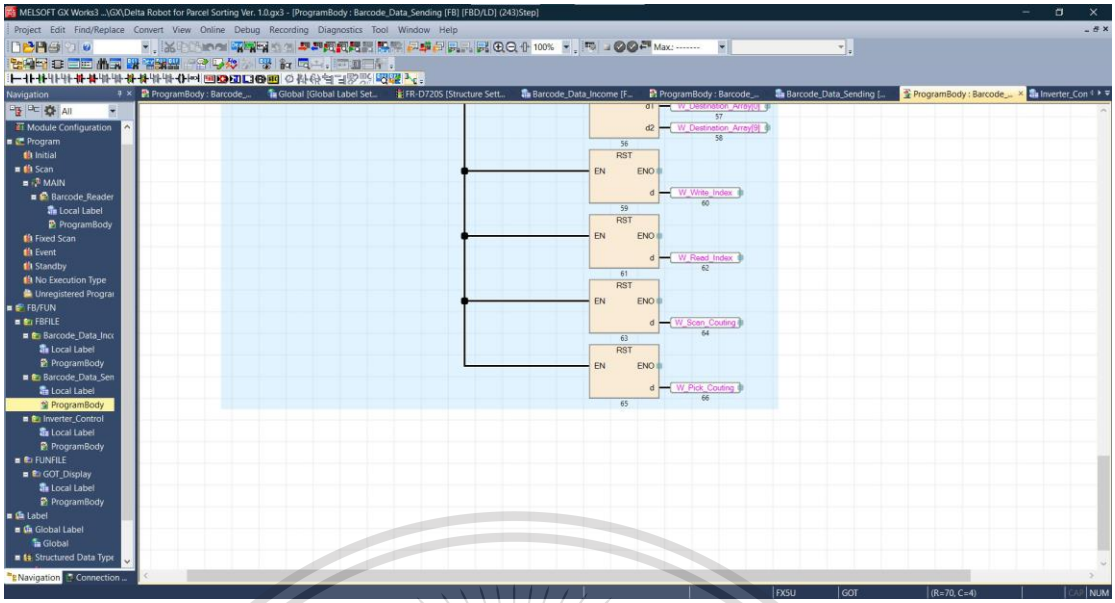


รูปที่ ฉ.23 การเขียนโปรแกรมสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก (3)



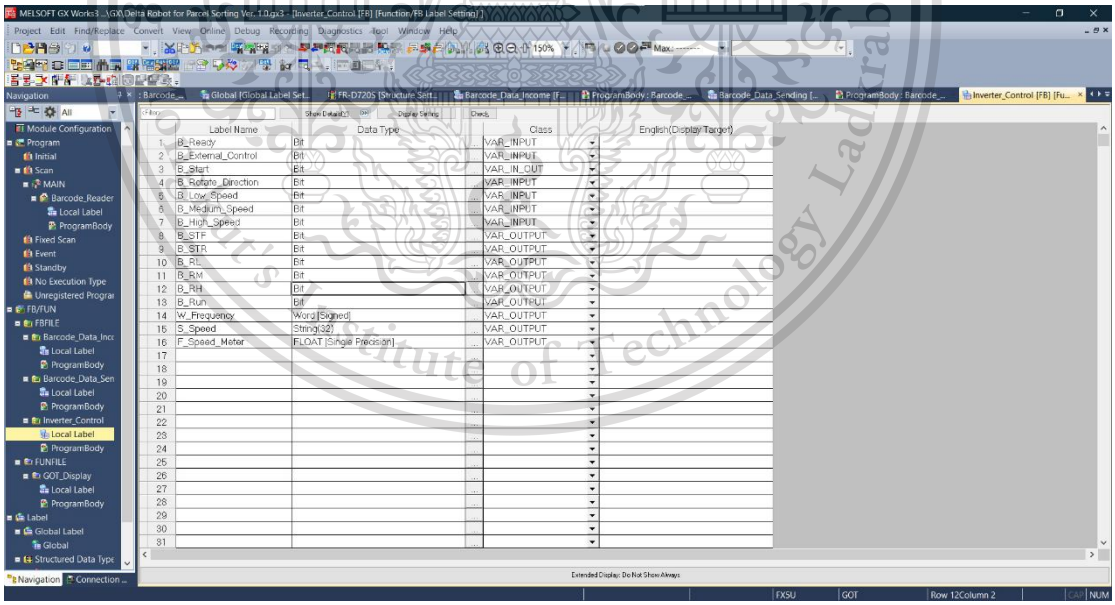
รูปที่ ฉ.24 การเขียนโปรแกรมสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.25 การเขียนโปรแกรมสำหรับประมาลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก (5)

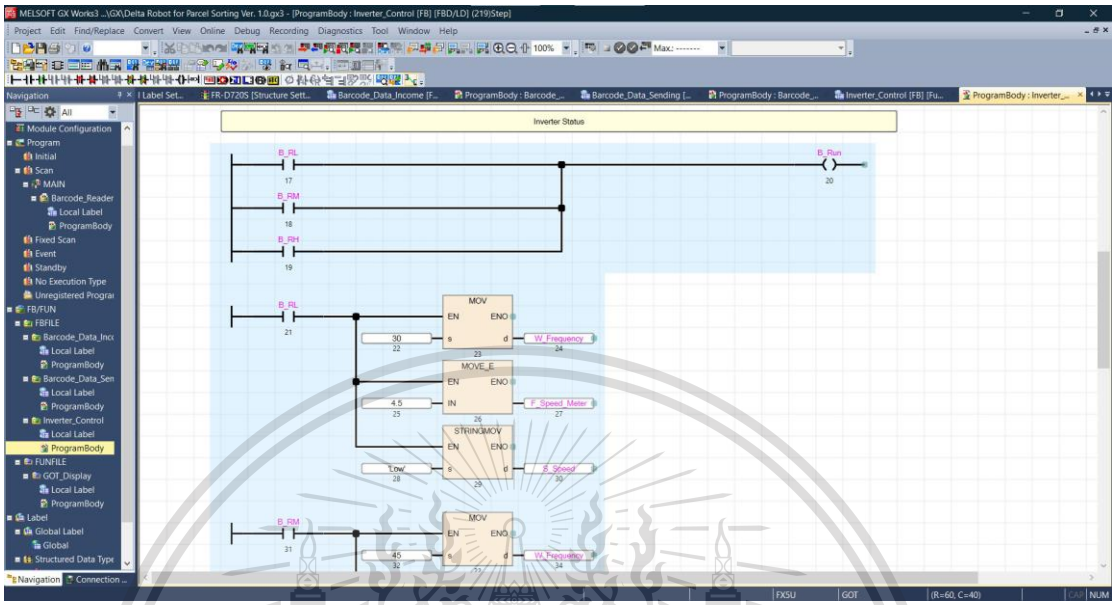
14. ไปที่ Local Label ของฟังก์ชันบล็อกสำหรับควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ เพื่อประกาศตัวแปรชนิดโลคอลเพื่อใช้งานในฟังก์ชันบล็อก



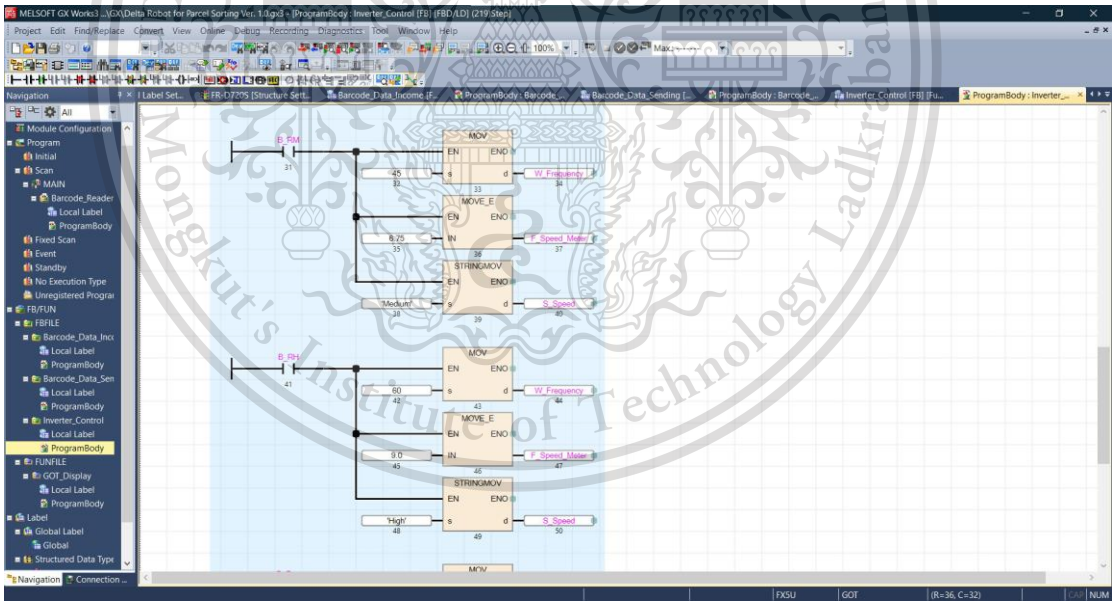
รูปที่ ฉ.26 การประกาศตัวแปรโลคอลของฟังก์ชันบล็อกสำหรับควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

15. ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับประมวลผลข้อมูลบาร์โคดและส่งให้กับตัวควบคุมหุ่นยนต์เดลตาในฟังก์ชันบล็อก โดยใช้ภาษาแลดเดอร์และฟังก์ชันบล็อก

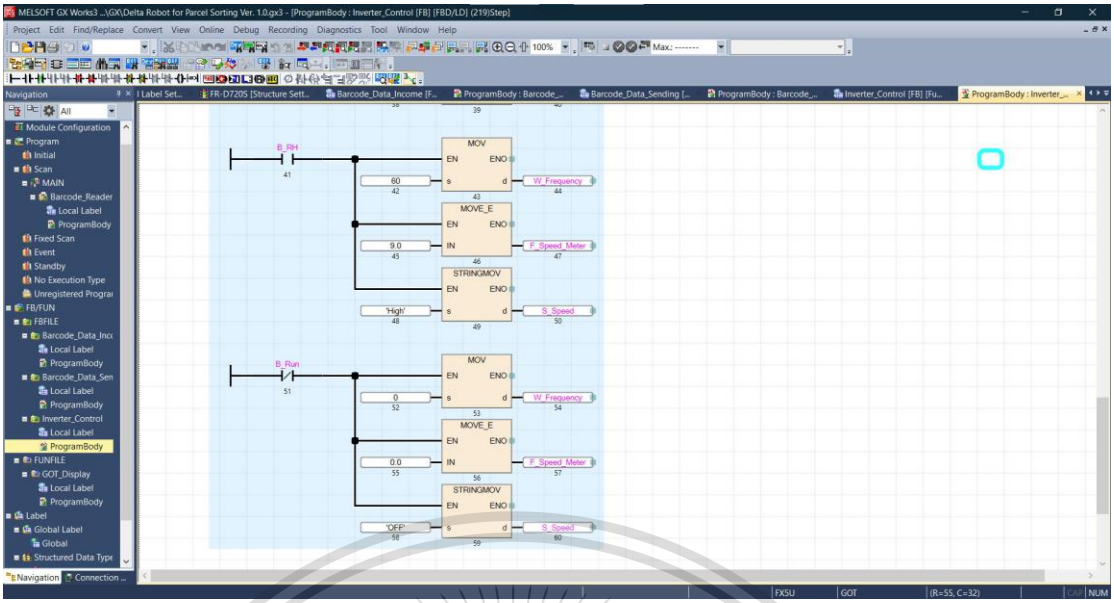


รูปที่ ฉ.27 การเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในฟังก์ชันบล็อก (1)



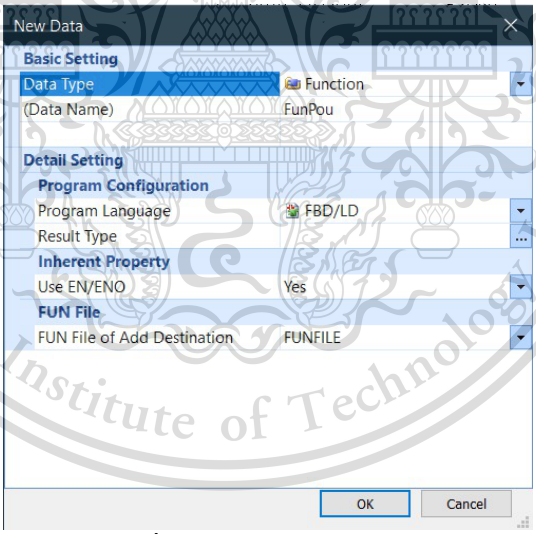
รูปที่ ฉ.28 การเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในฟังก์ชันบล็อก (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.29 การเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในฟังก์ชันบล็อก (3)

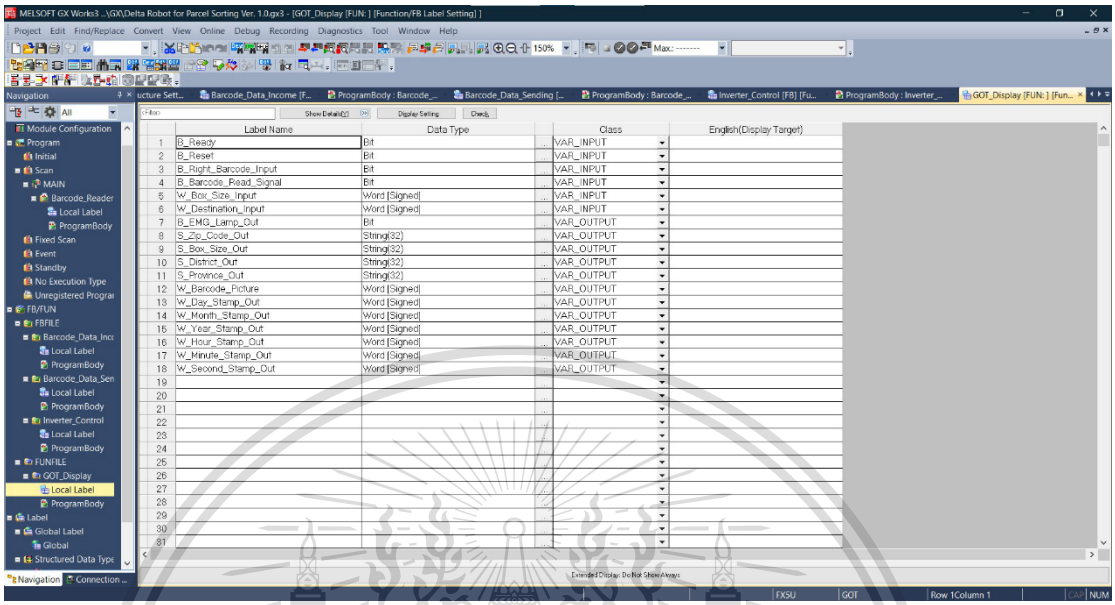
16. ไปที่ FB/FUN เพื่อสร้างฟังก์ชันสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอโดยใช้ภาษา FB/LD ในการสร้าง



รูปที่ ฉ.30 การสร้างฟังก์ชัน

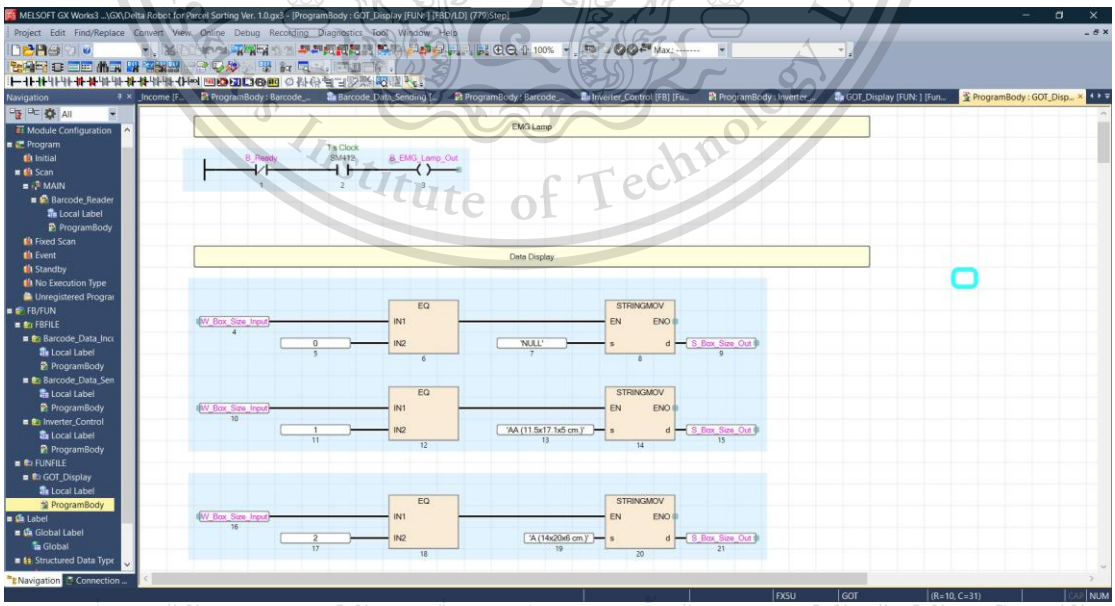
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

17. ไปที่ Local Label ของฟังก์ชันสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอเพื่อประกาศตัวแปรชนิดโลคอลเพื่อใช้งานในฟังก์ชัน



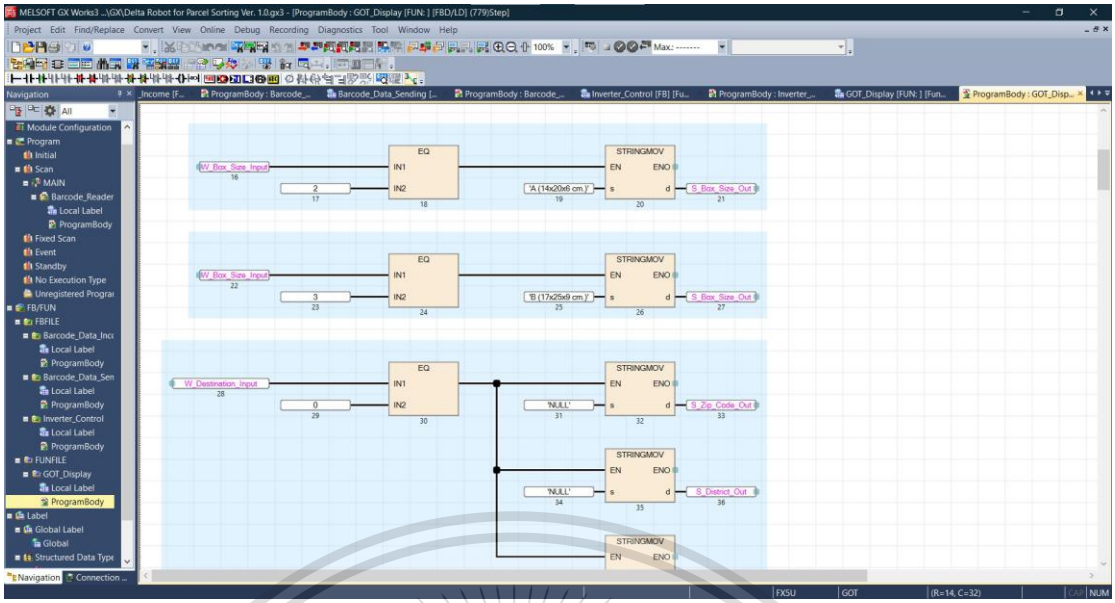
รูปที่ ฉ.31 การประกาศตัวแปรโลคอลของฟังก์ชันสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

18. ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน โดยใช้ภาษาแลดเดอร์และฟังก์ชันบล็อก

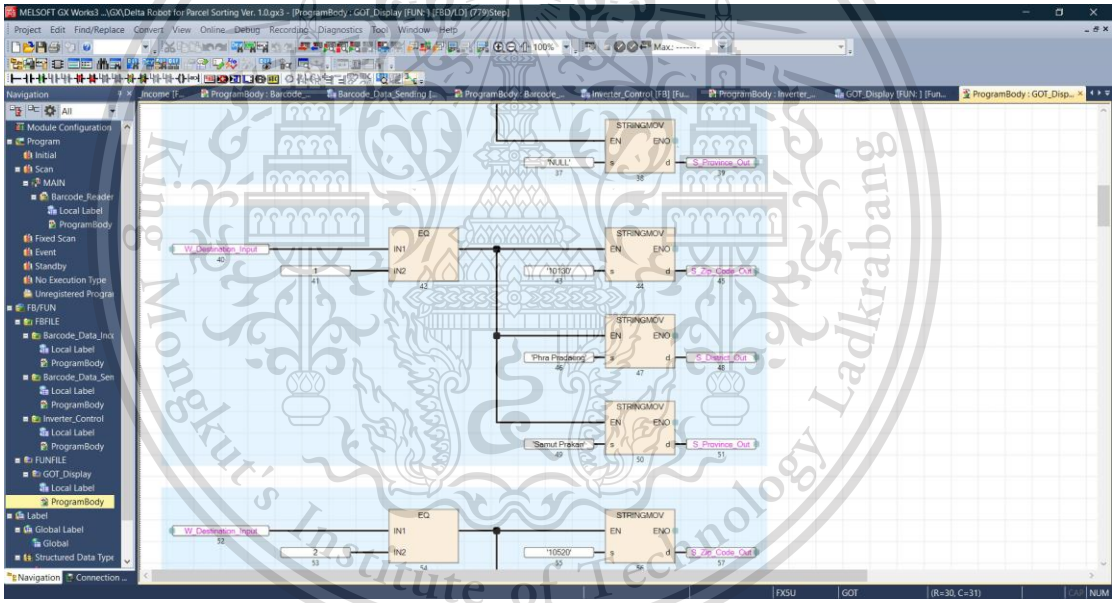


รูปที่ ฉ.32 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

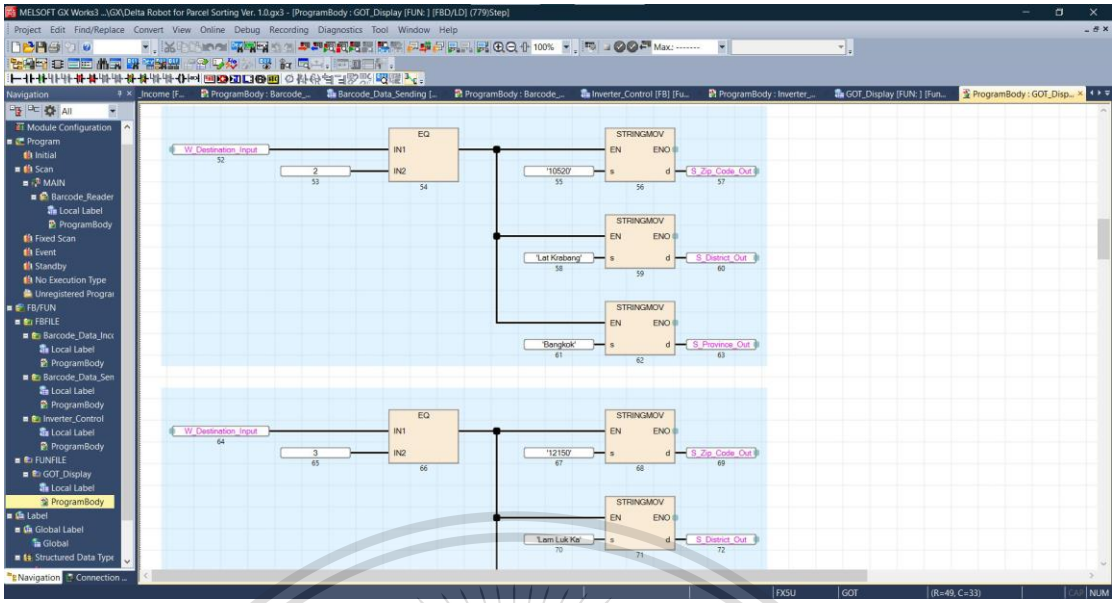


รูปที่ ฉ.33 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (2)

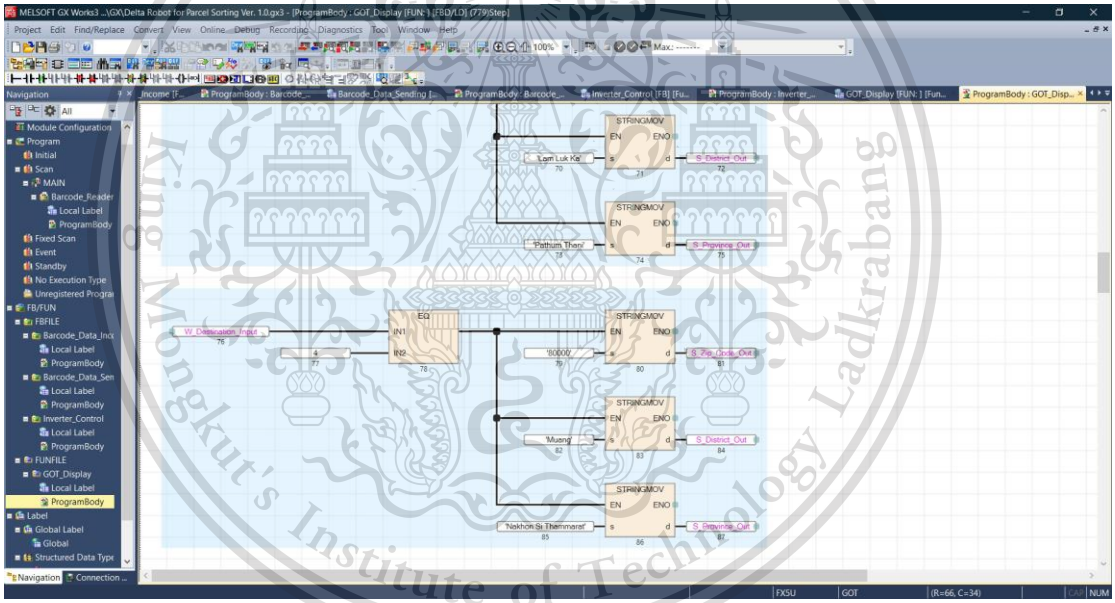


รูปที่ ฉ.34 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

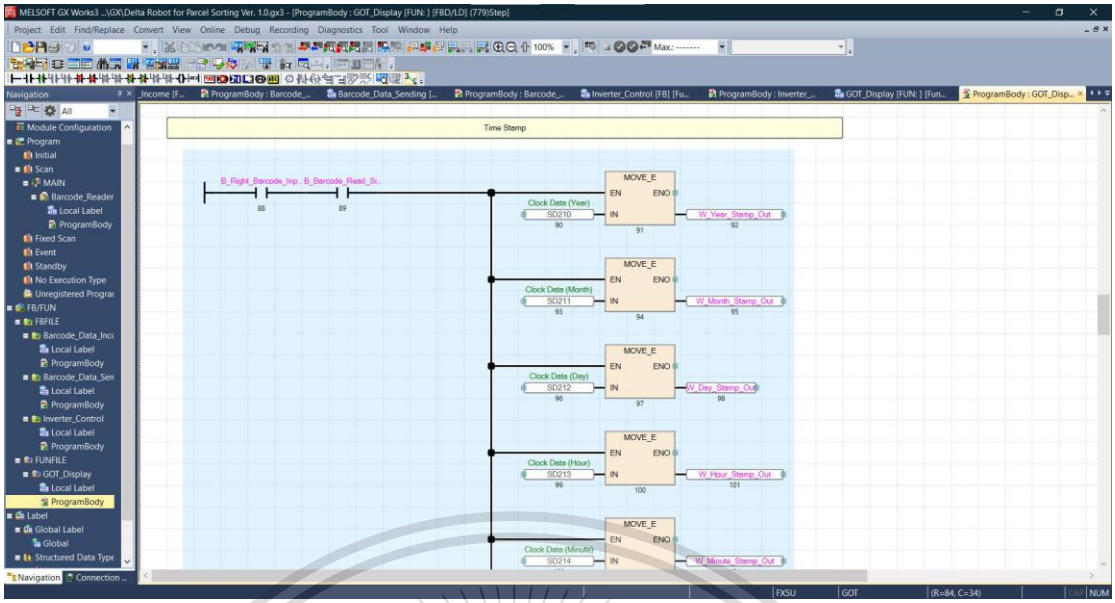


รูปที่ ฉ.35 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (4)

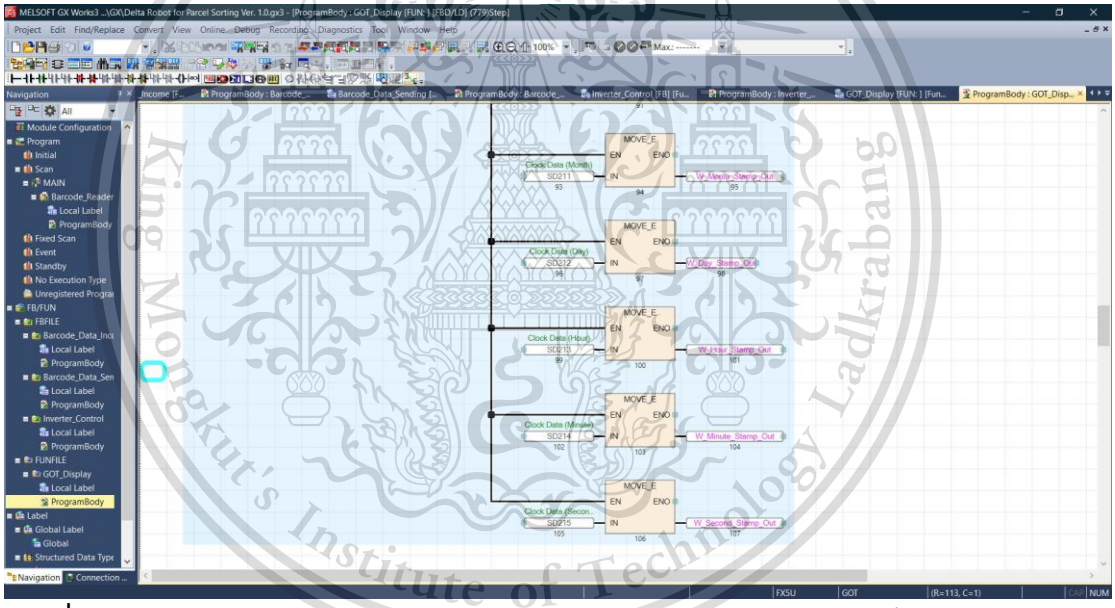


รูปที่ ฉ.36 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

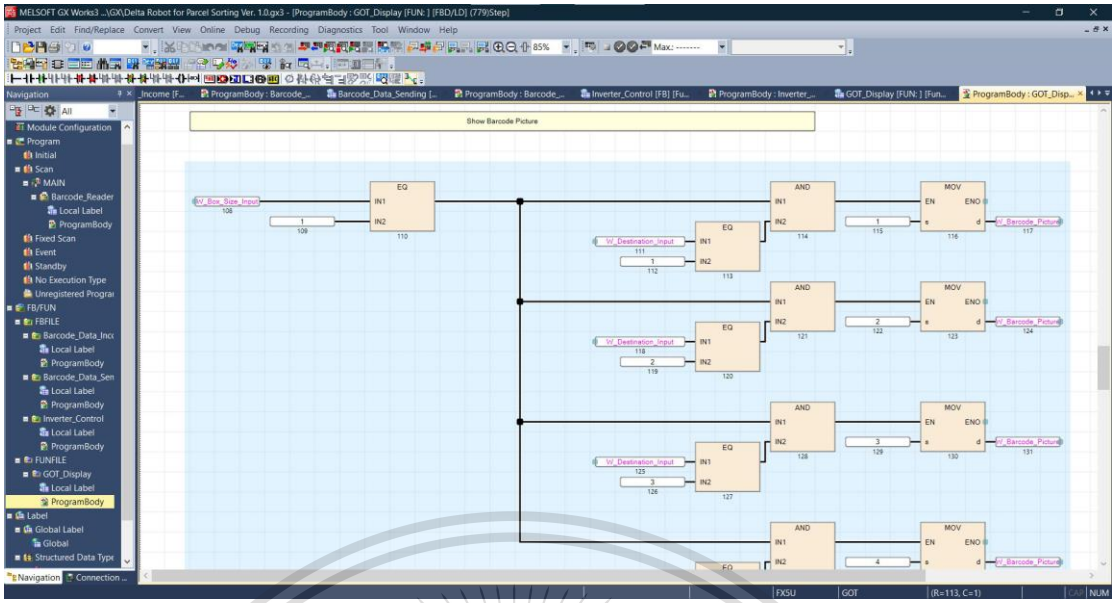


รูปที่ ฉ.37 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (6)

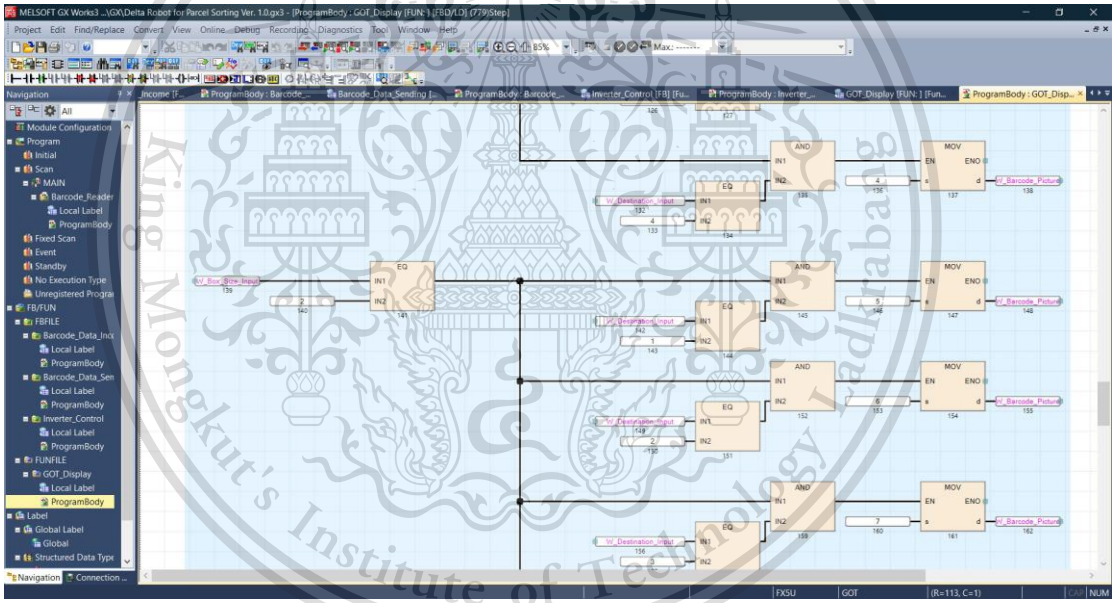


รูปที่ ฉ.38 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

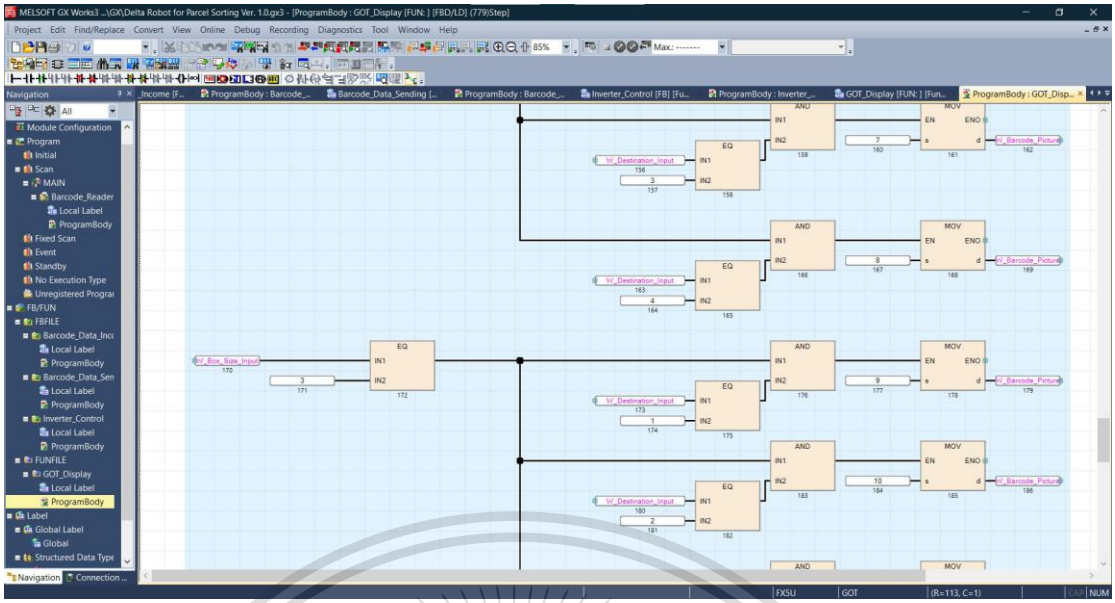


รูปที่ ฉ.39 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (8)

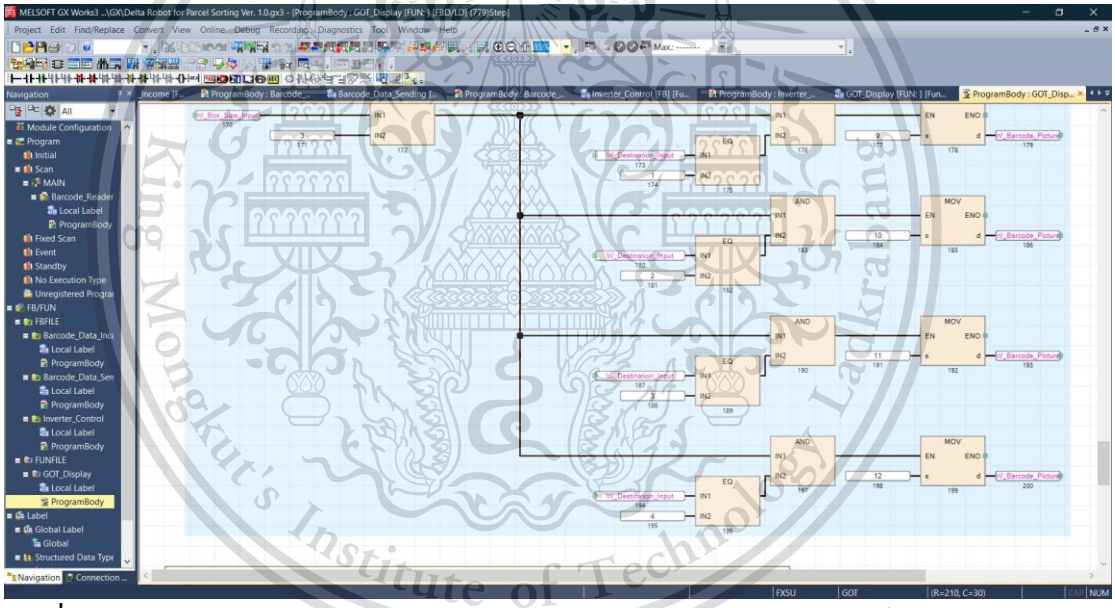


รูปที่ ฉ.40 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

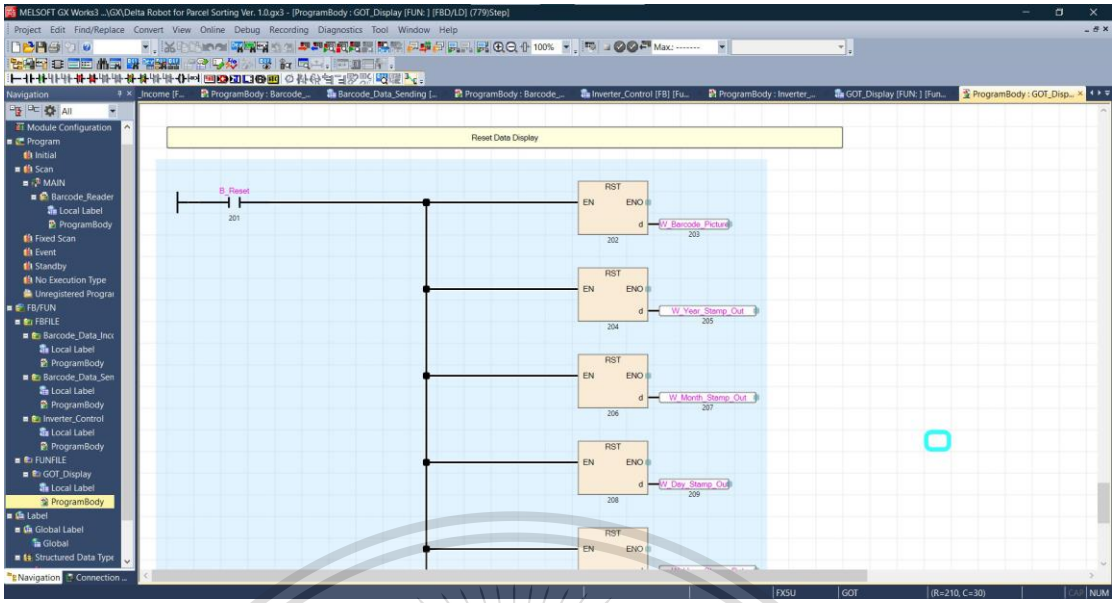


รูปที่ ฉ.41 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (10)

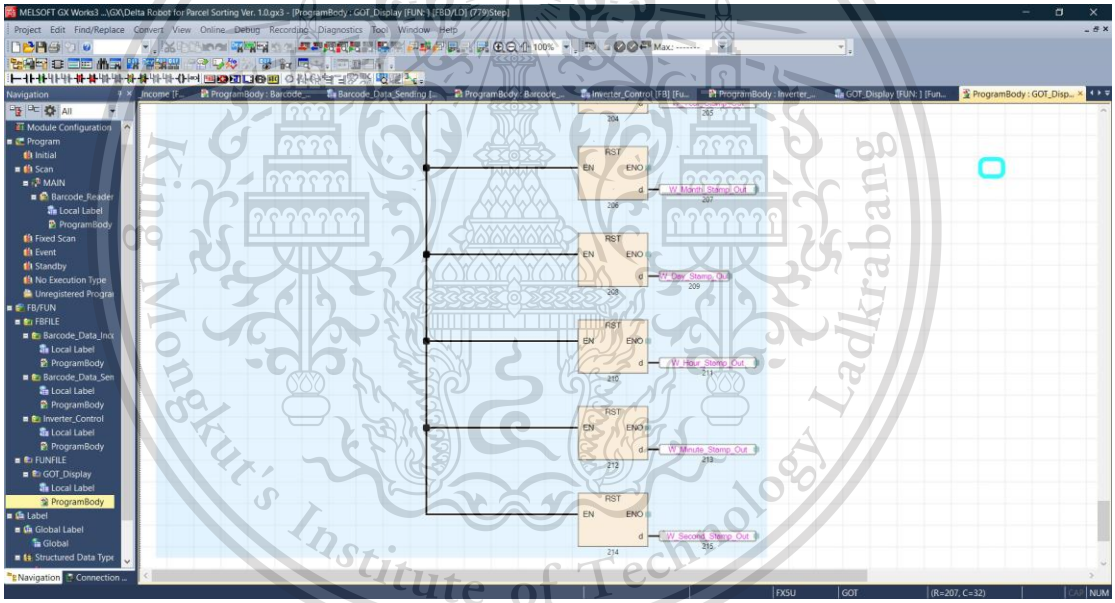


รูปที่ ฉ.42 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



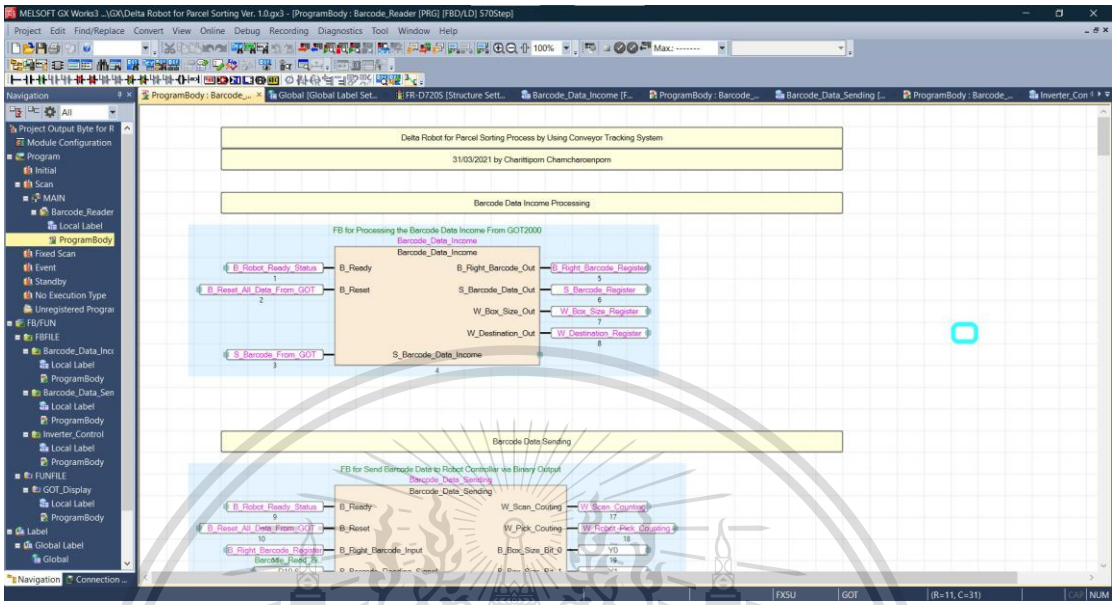
รูปที่ ฉ.43 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (12)



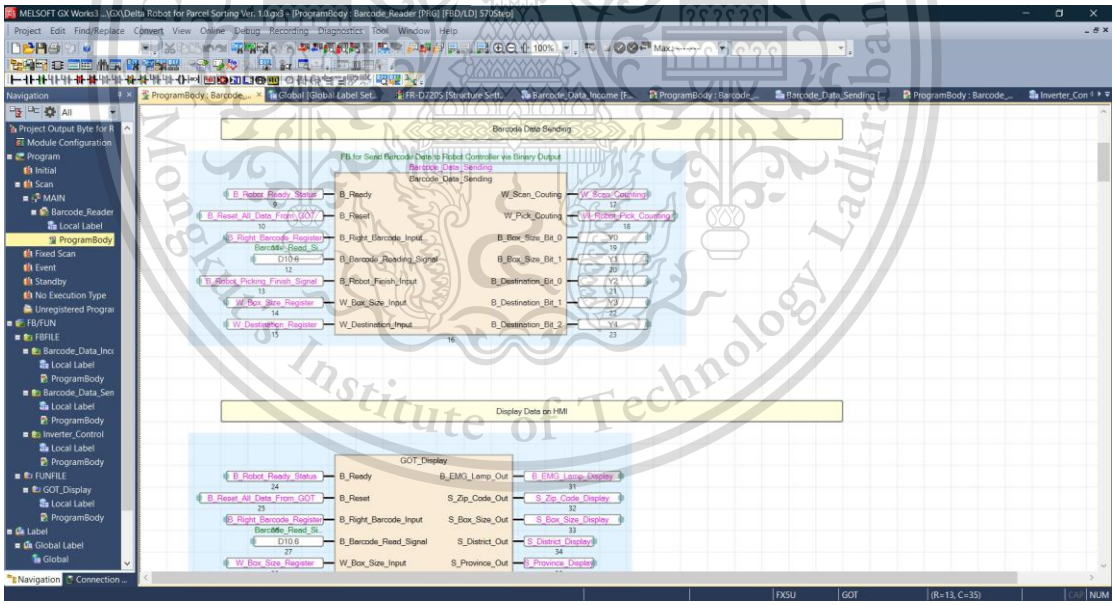
รูปที่ ฉ.44 การเขียนโปรแกรมสำหรับการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอในฟังก์ชัน (13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

19. ทำการเรียกใช้งานฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกที่ทำการสร้างขึ้นที่หน้าโปรแกรมหลัก

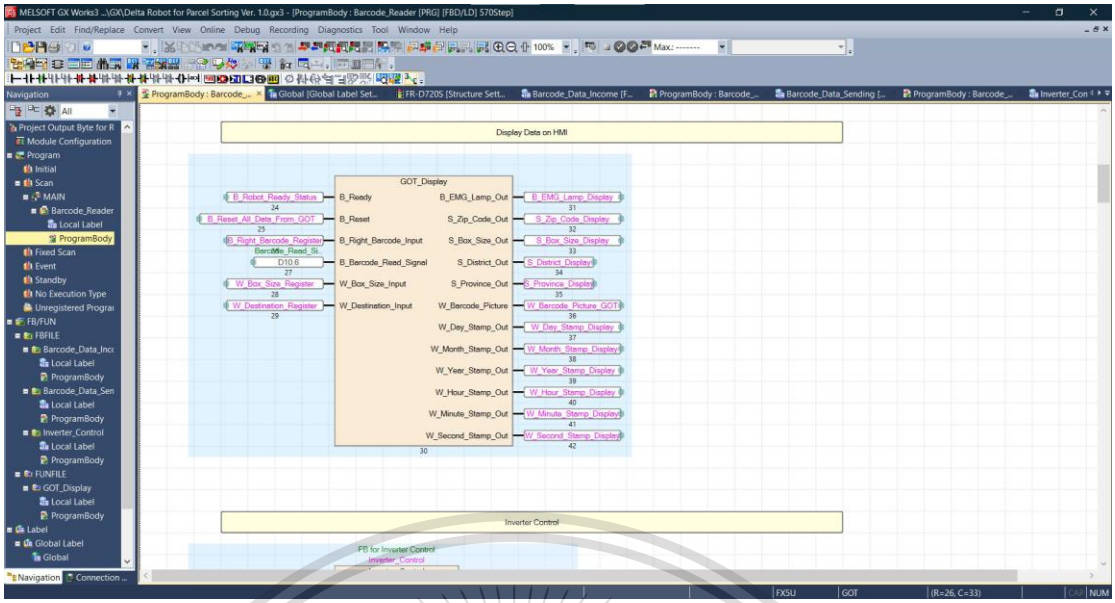


รูปที่ ฉ.45 การเรียกใช้งานฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรมหลัก (1)

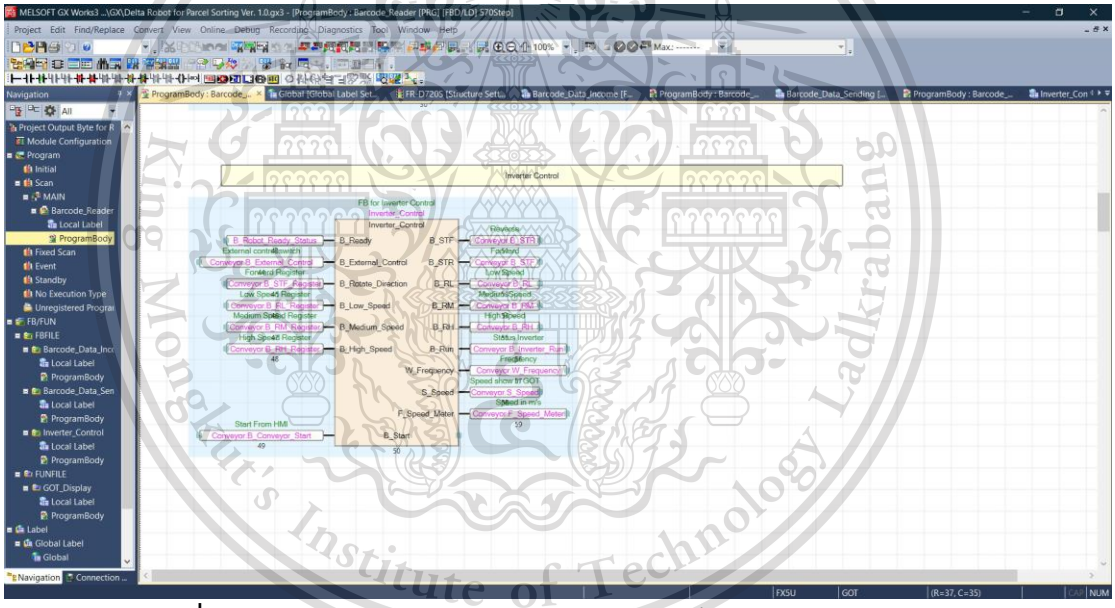


รูปที่ ฉ.46 การเรียกใช้งานฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรมหลัก (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



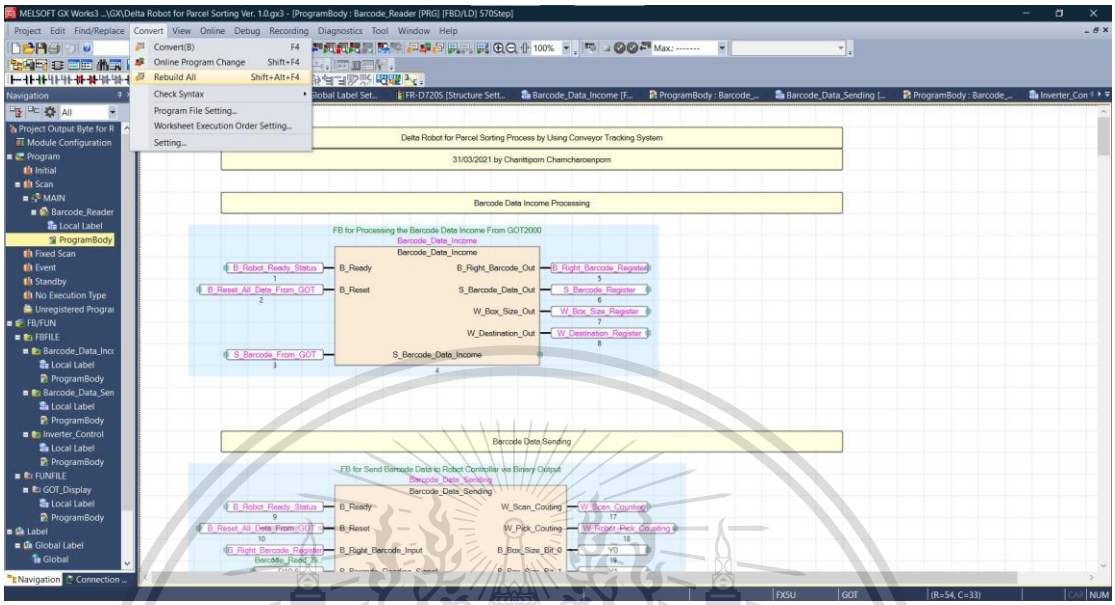
รูปที่ ฉ.47 การเรียกใช้งานฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรมหลัก (3)



รูปที่ ฉ.48 การเรียกใช้งานฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกในโปรแกรมหลัก (4)

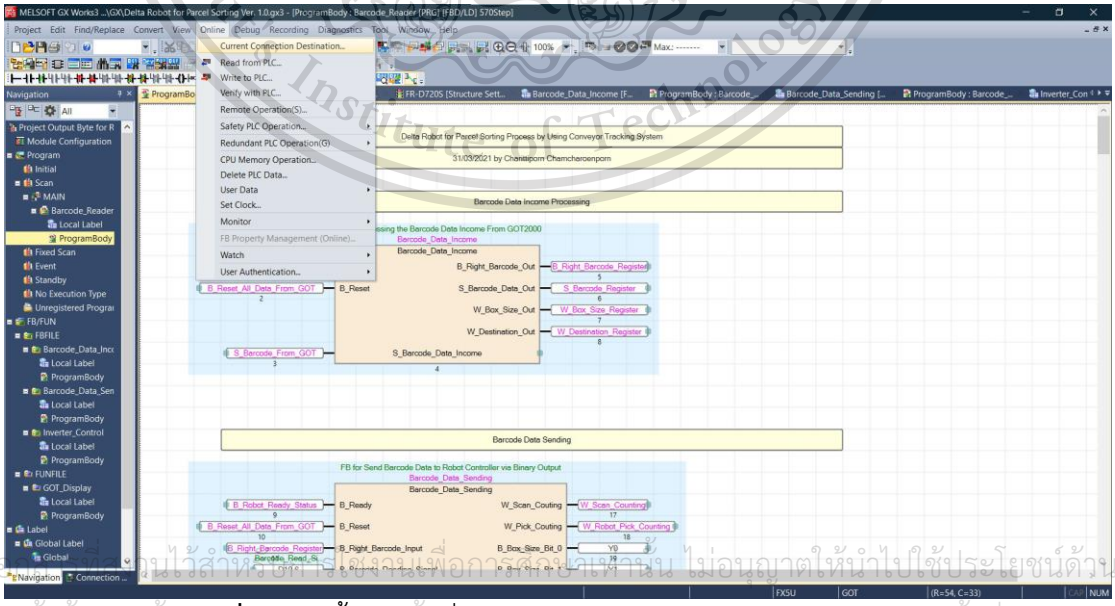
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

20. ทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมโปรแกรมที่สร้างโดยไปที่ Convert และไปที่ Rebuild All



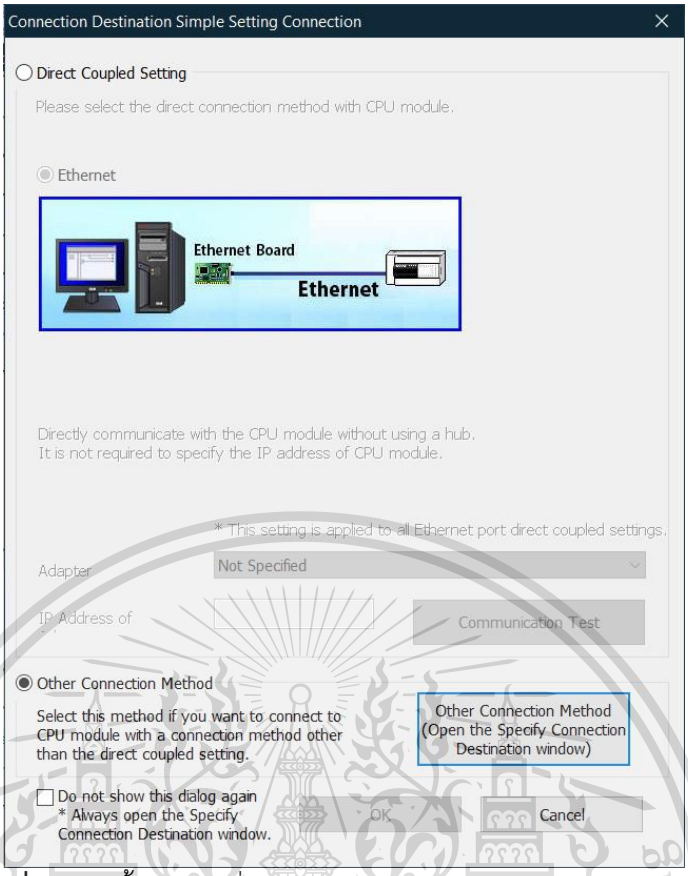
รูปที่ ฉ.49 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

21. ทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพีแอลซีโดยไปที่ Online จากนั้นไปที่ Current Connection Destination จากนั้นไปที่ Other Connection Method โดยเลือกการเชื่อมต่อฝั่งคอมพิวเตอร์เป็น USB Serial การเชื่อมต่อฝั่งพีแอลซีเป็น GOT และตั้งค่าโดยเลือกการเชื่อมต่อเป็น via GOT (Ethernet) transparent mode และทำการตั้งค่าที่อยู่ IP

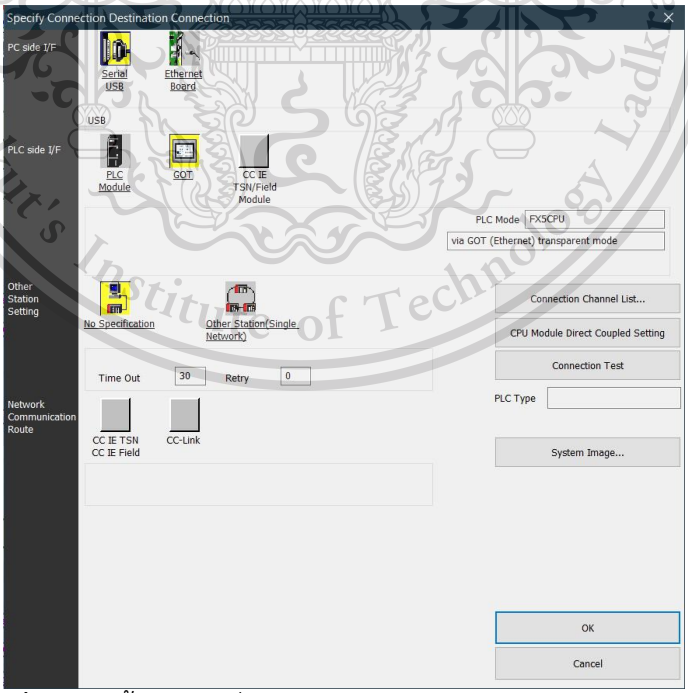


รูปที่ ฉ.50 ตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพีแอลซี (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

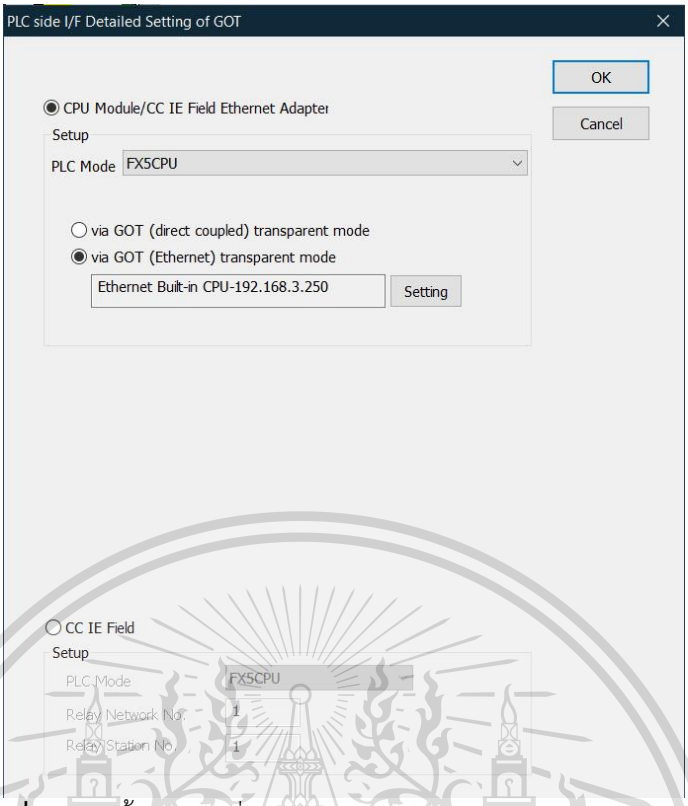


รูปที่ ฉ.51 ตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพีแอลซี (2)



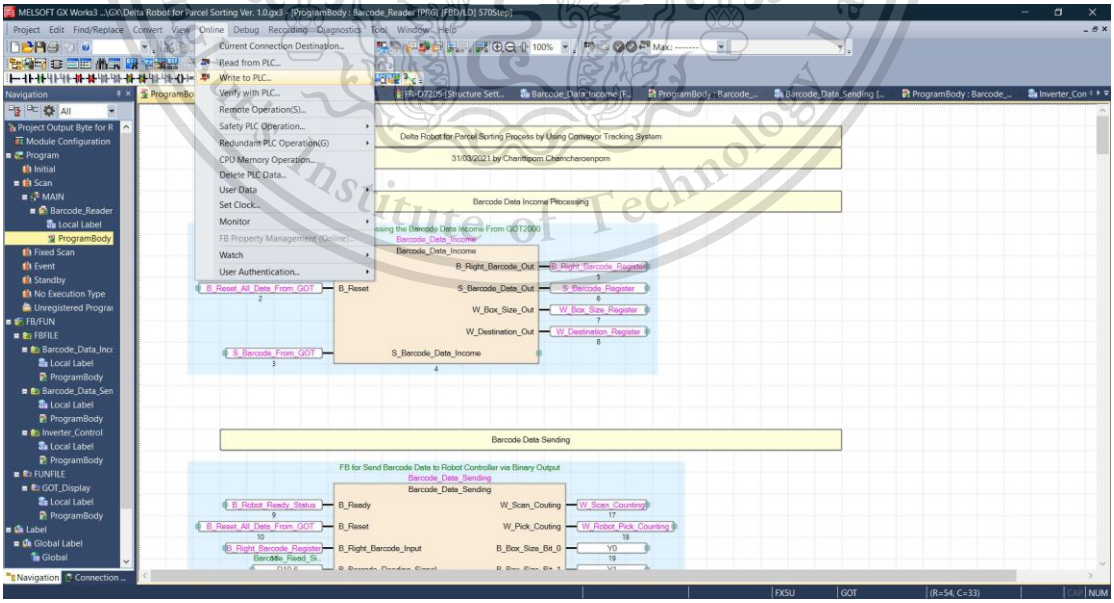
รูปที่ ฉ.52 ตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพีแอลซี (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



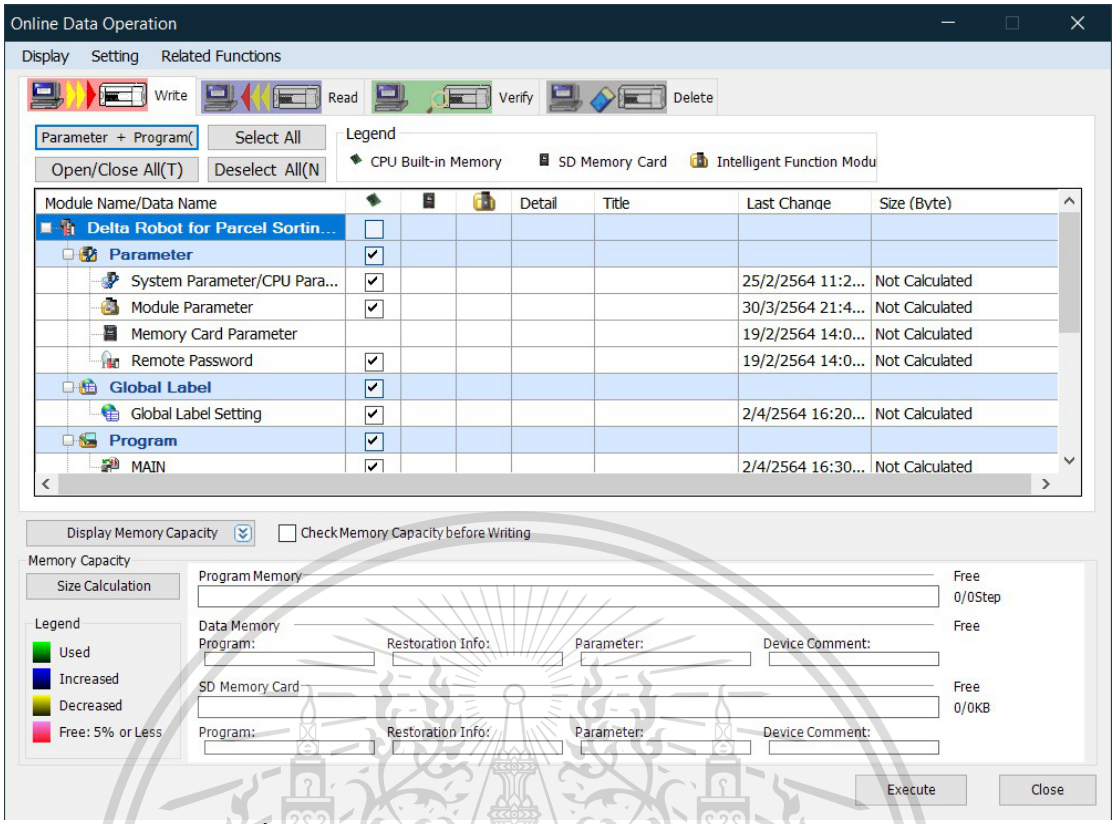
รูปที่ ฉ.53 ตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และพีแอลซี (4)

22. ทำการอัปโหลดโปรแกรมที่สร้างไปยังพีแอลซีโดยไปที่ Online จากนั้นไปที่ Write to PLC จากนั้นเลือก Parameter + Program และทำการ Execute เพื่ออัปโหลด



รูปที่ ฉ.54 การอัปโหลดโปรแกรมไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ฉ.55 การอัปโหลดโปรแกรมไปยังตัวควบคุมหุ่นยนต์ (2)

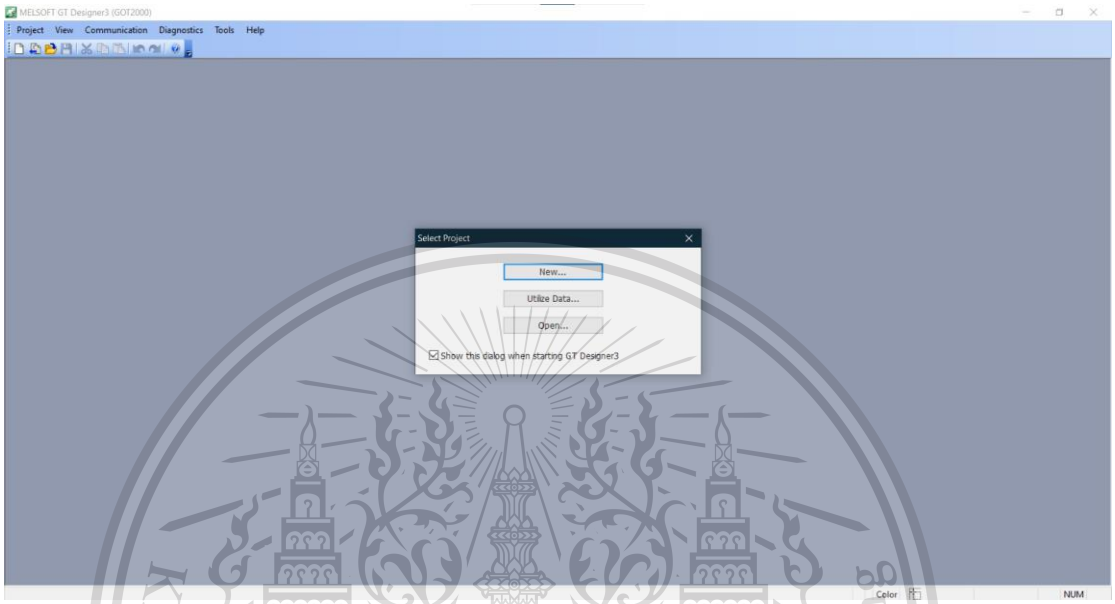
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ช
การสร้างหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอโดยใช้โปรแกรม GT Degisner3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

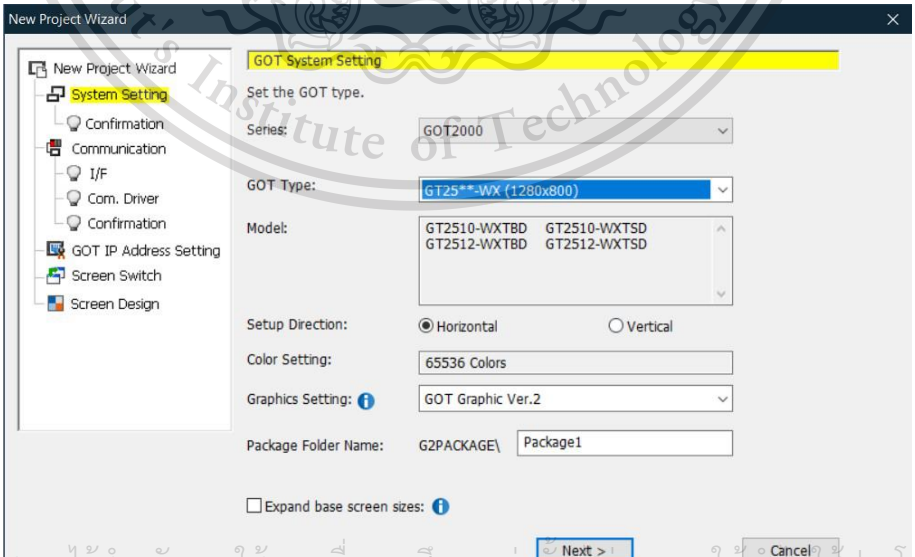
ในการสร้างหน้าจอแสดงผลของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอของ MITSUBISHI ELECTRIC จะใช้โปรแกรม GT Designer3 ในการสร้างหน้าจอสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเปิดโปรแกรม GT Designer3 ขึ้นมา จากนั้นกดปุ่ม New เพื่อสร้างหน้าจอแสดงผลใหม่



รูปที่ ช.1 โปรแกรม GT Designer3

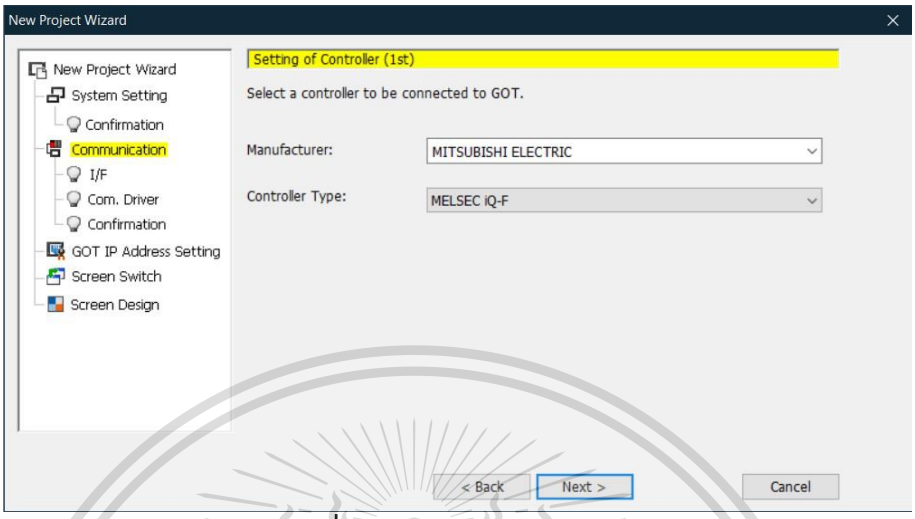
2. ทำการเลือกรุ่นของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอที่ใช้งาน โดยใช้รุ่น GT25**-WX (1280x800)



รูปที่ ช.2 การเลือกรุ่นของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

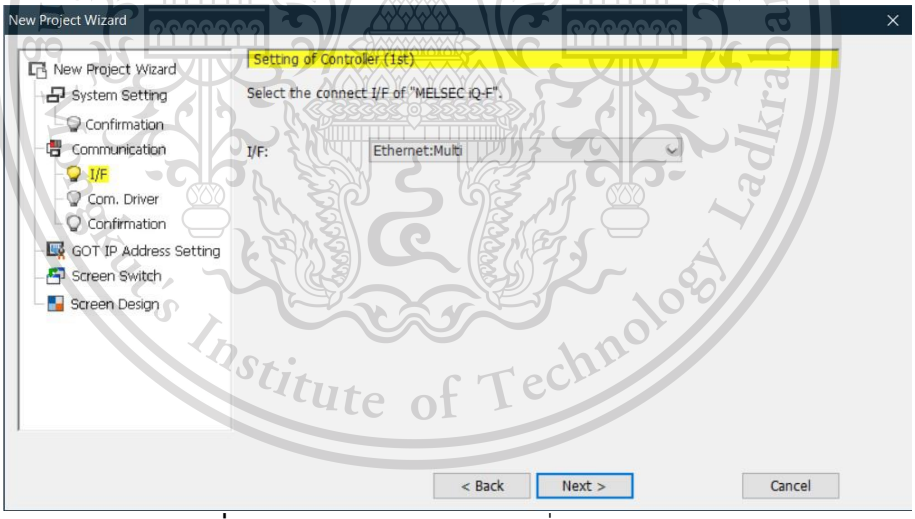
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. ทำการเลือกรุ่นพีแอลซีที่ใช้งานร่วมกับหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอโดยเลือก Manufacturer เป็น MITSUBISHI ELECTRIC และ Controller Type เป็น MELSEC iQ-F



รูปที่ ช.3 การเลือกรุ่นพีแอลซี

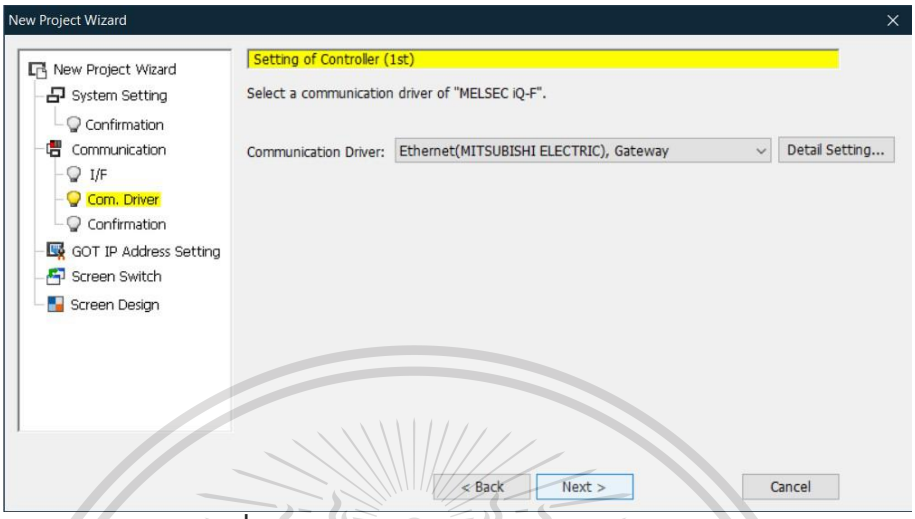
4. ทำการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อกับพีแอลซีโดยเลือก I/F เป็น Ethernet:Multi



รูปที่ ช.4 การเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อกับพีแอลซี

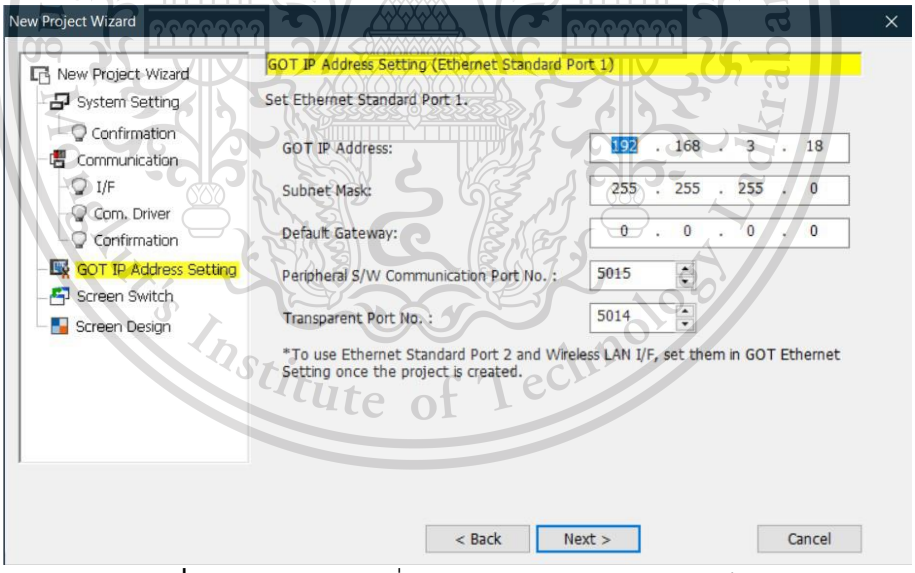
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. เลือก Communication Driver เป็น Ethernet(MITSUBISHI ELECTRIC), Gateway



รูปที่ ช.5 การเลือก Communication Driver

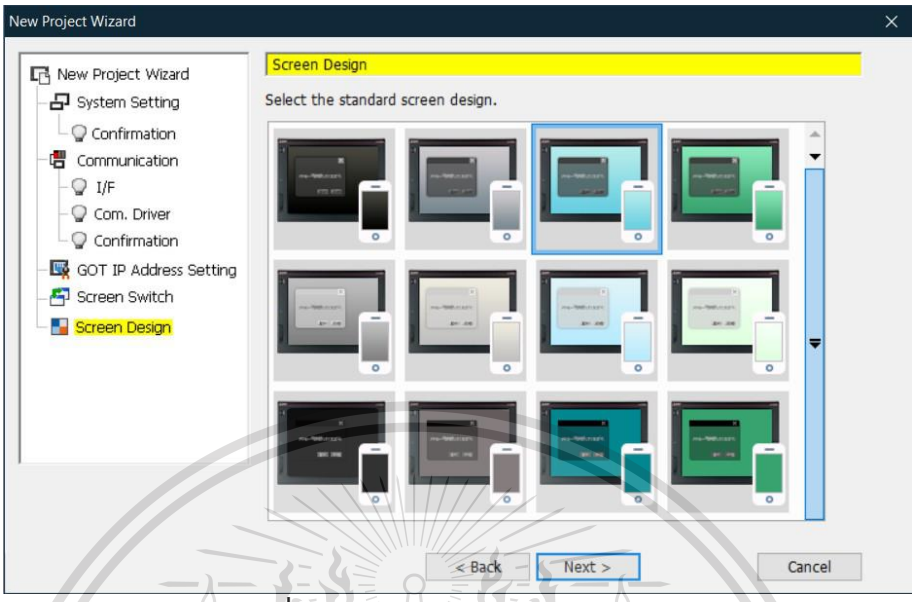
6. ทำการกำหนดที่อยู่ IP ของ หน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ



รูปที่ ช.6 การกำหนดที่อยู่ IP ของหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

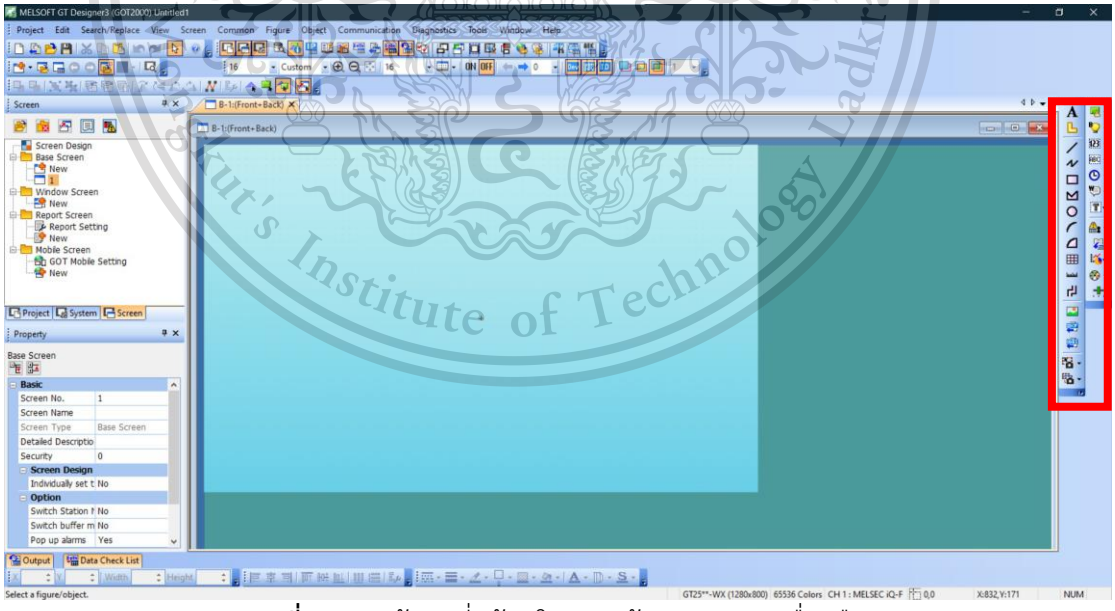
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7. ทำการเลือกรูปแบบของหน้าจอแสดงผลที่จะทำการออกแบบ



รูปที่ ช.7 การเลือกรูปแบบของหน้าจอ

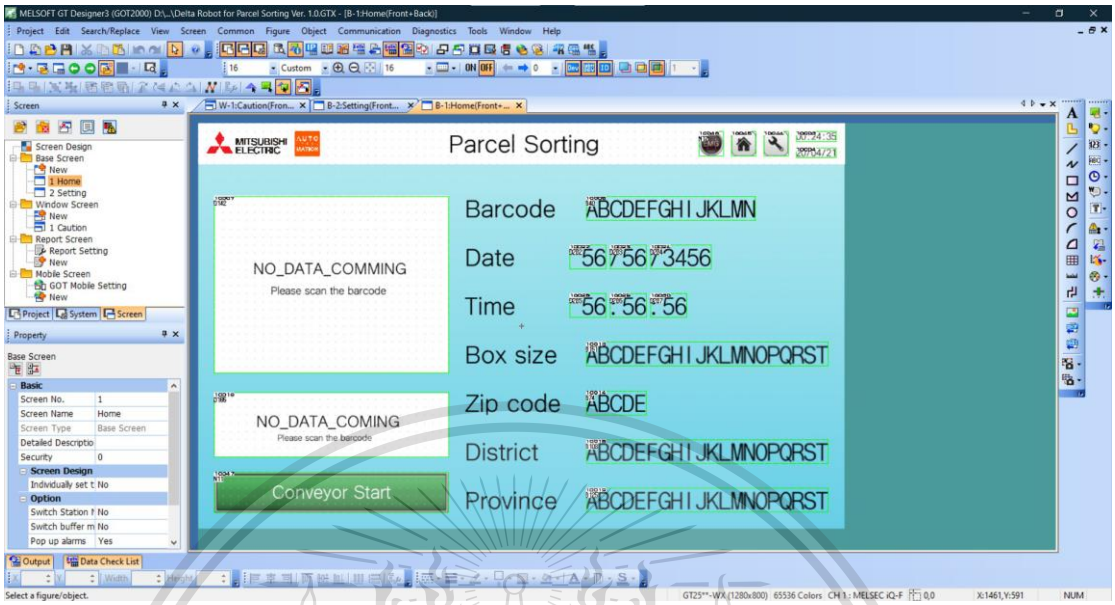
8. จะได้หน้าจอที่พร้อมในการสร้าง โดยเลือกเครื่องมือต่าง ๆ ทางด้านขวามาสร้างเป็นหน้าจอแสดงผลตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถสร้างได้ในบริเวณพื้นที่สีฟ้า



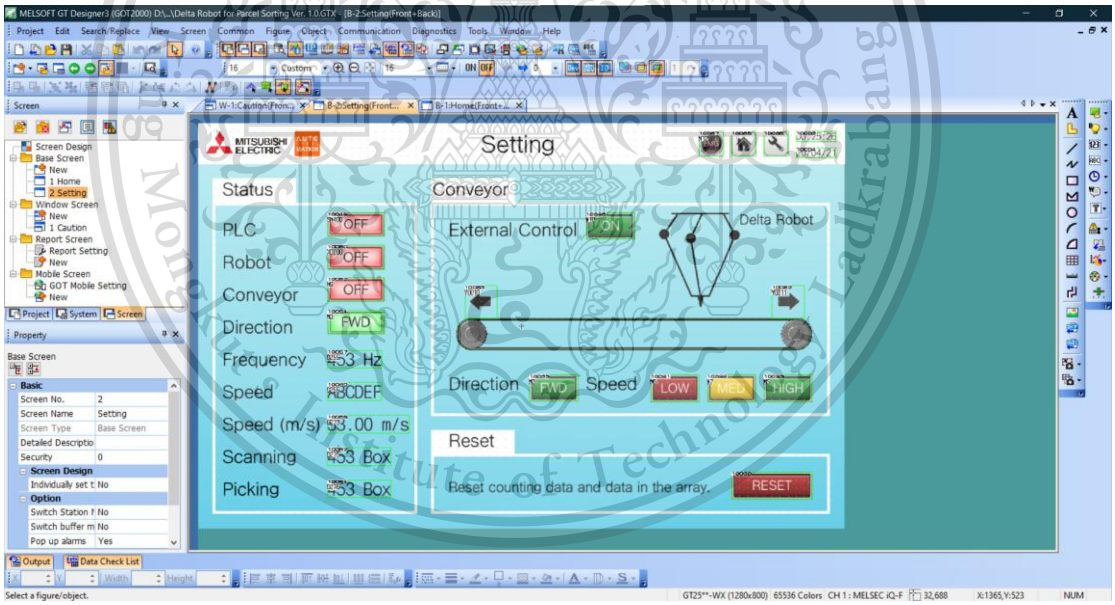
รูปที่ ช.8 หน้าจอที่พร้อมในการสร้างและแถบเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. ทำการสร้างหน้าจอแสดงผลทั้งหมด 2 หน้าจอหลักและ 1 หน้าต่าง

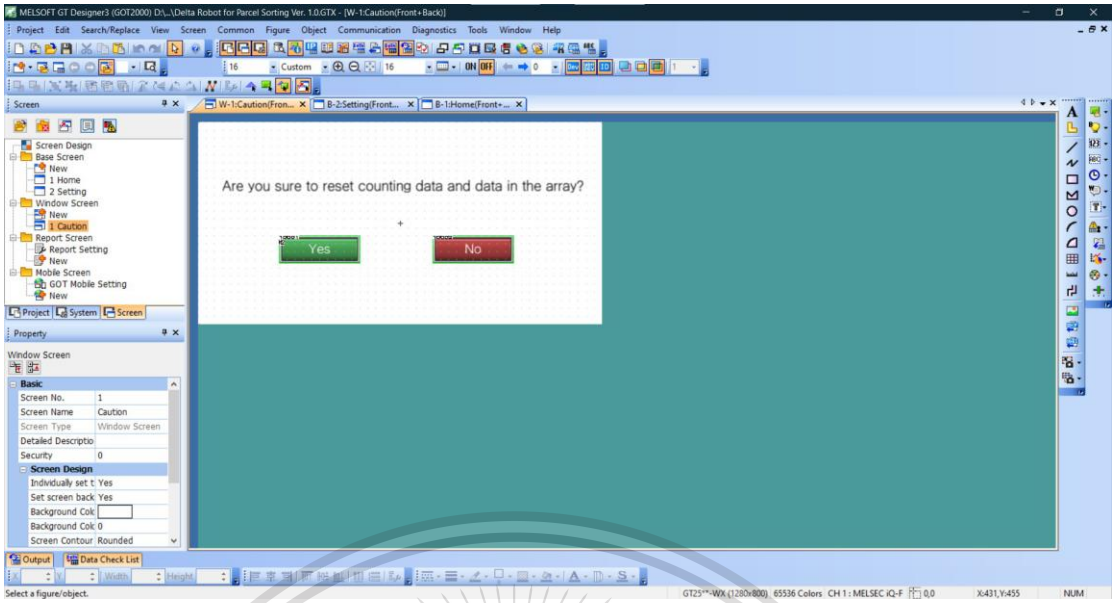


รูปที่ ช.9 หน้าจอแสดงผลหลักหน้าที่ 1



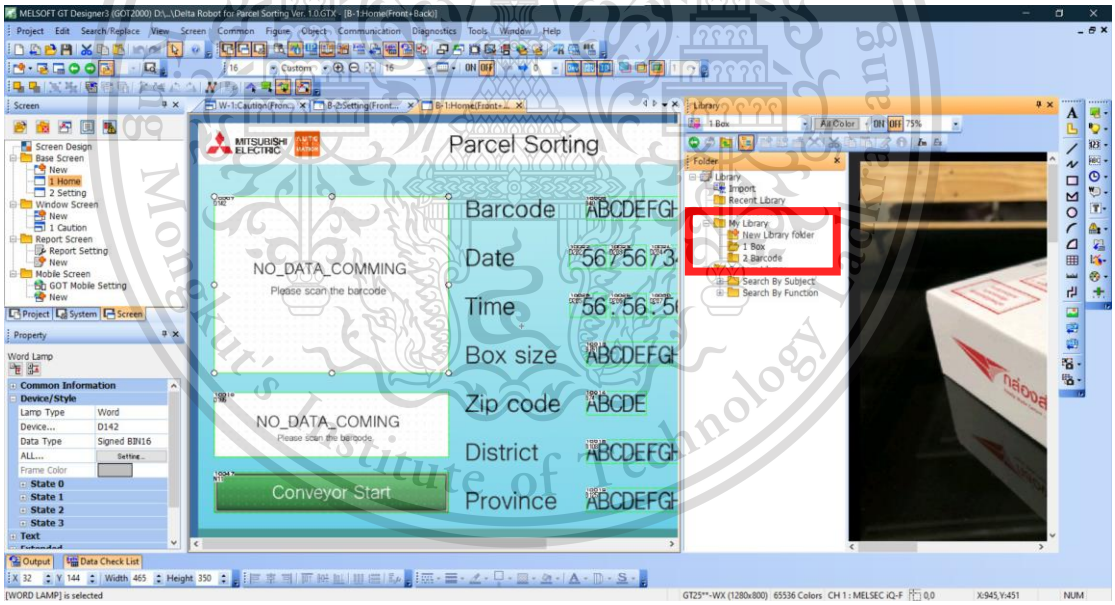
รูปที่ ช.10 หน้าจอแสดงผลหลักหน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ช.11 หน้าต่าง

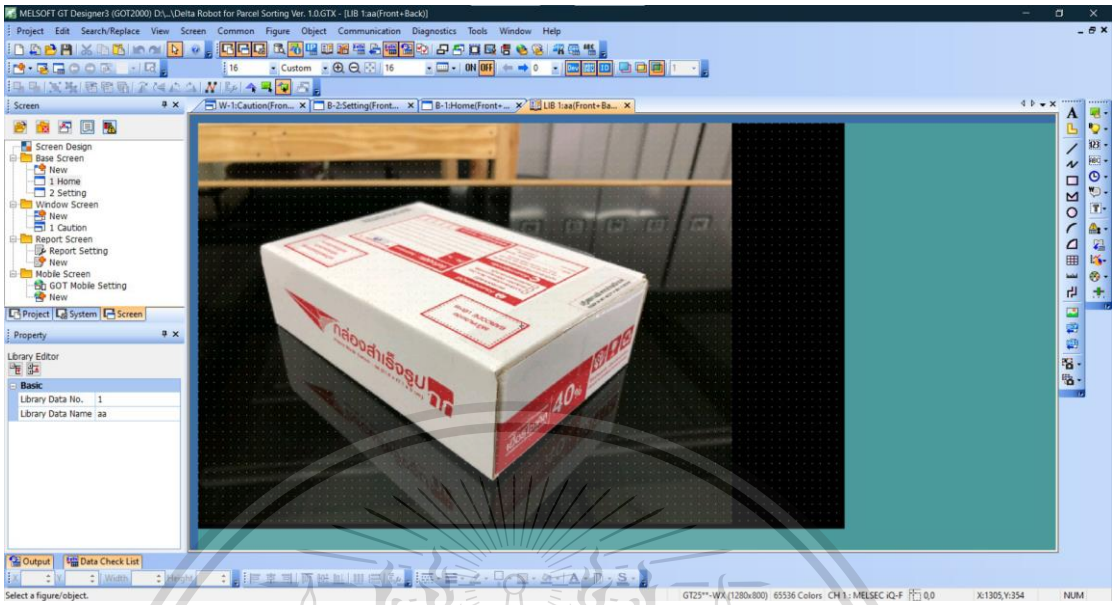
10. ทำการสร้าง Library เพื่อใช้แสดงผลรูปพัสดุและบาร์โคดที่อ่านได้



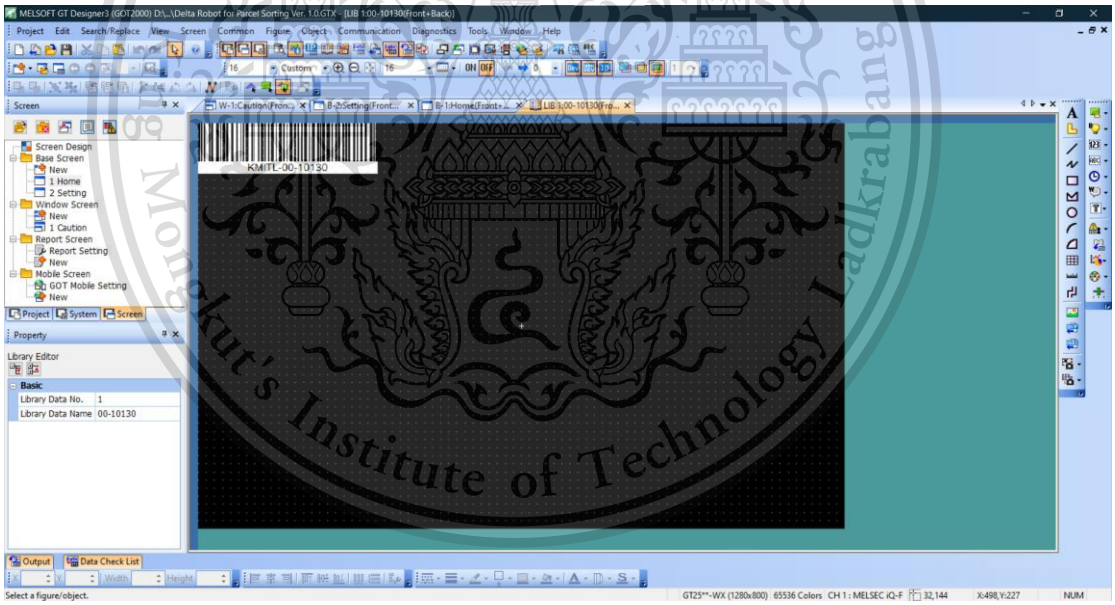
รูปที่ ช.12 การสร้าง Library สำหรับแสดงผลรูปพัสดุและบาร์โคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11. ทำการเพิ่ม Library Data แล้วนำรูปพัสดุและบาร์โคดมาใส่ไว้



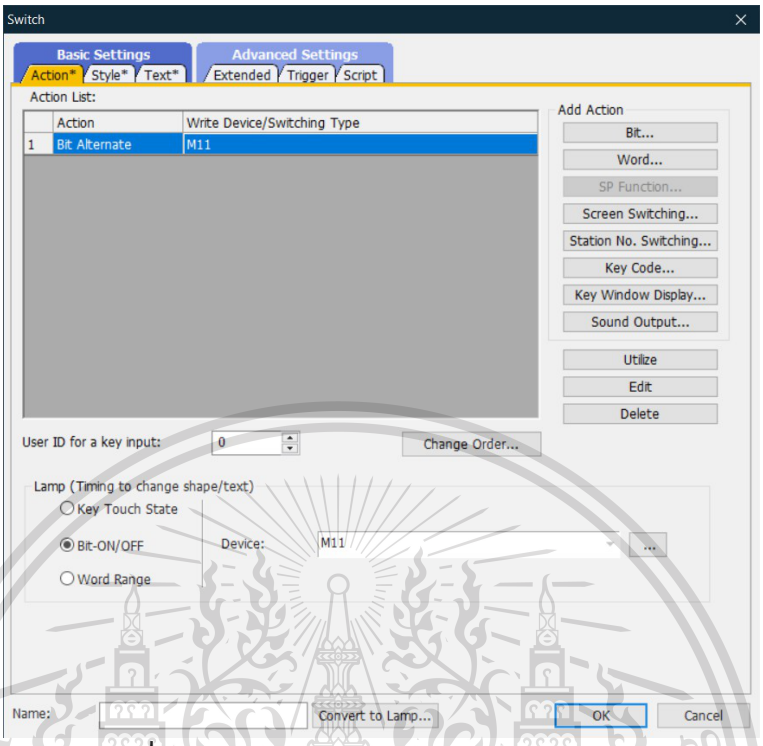
รูปที่ ช.13 Library Data ของรูปพัสดุ



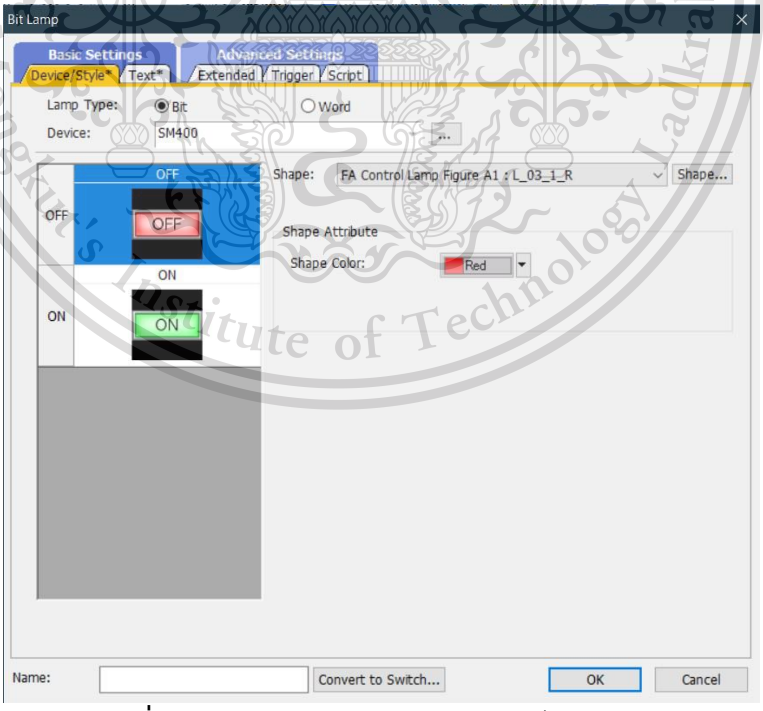
รูปที่ ช.14 Library Data ของรูปบาร์โคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

12. ทำการอ้างอิงตัวแปรของพีแอลซีที่จะใช้แสดงผลบนหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอ

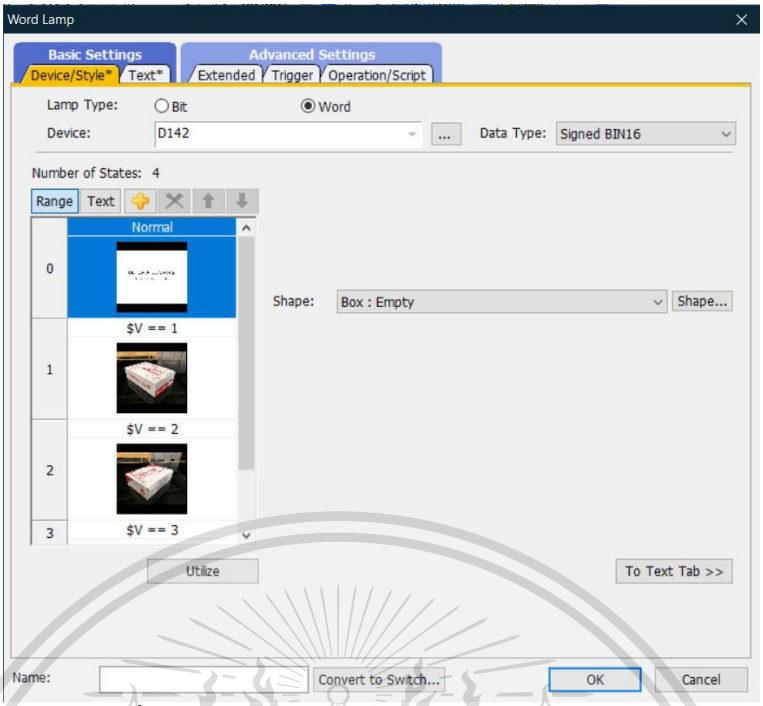


รูปที่ ช.15 การอ้างอิงตัวแปรของสวิตช์และปุ่มกด

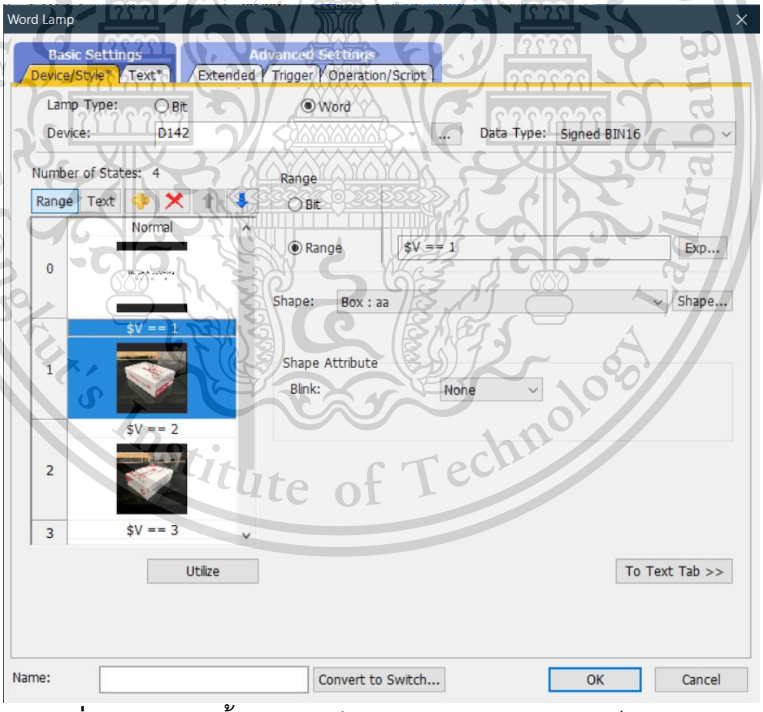


รูปที่ ช.16 การอ้างอิงตัวแปรของหลอดไฟแบบบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

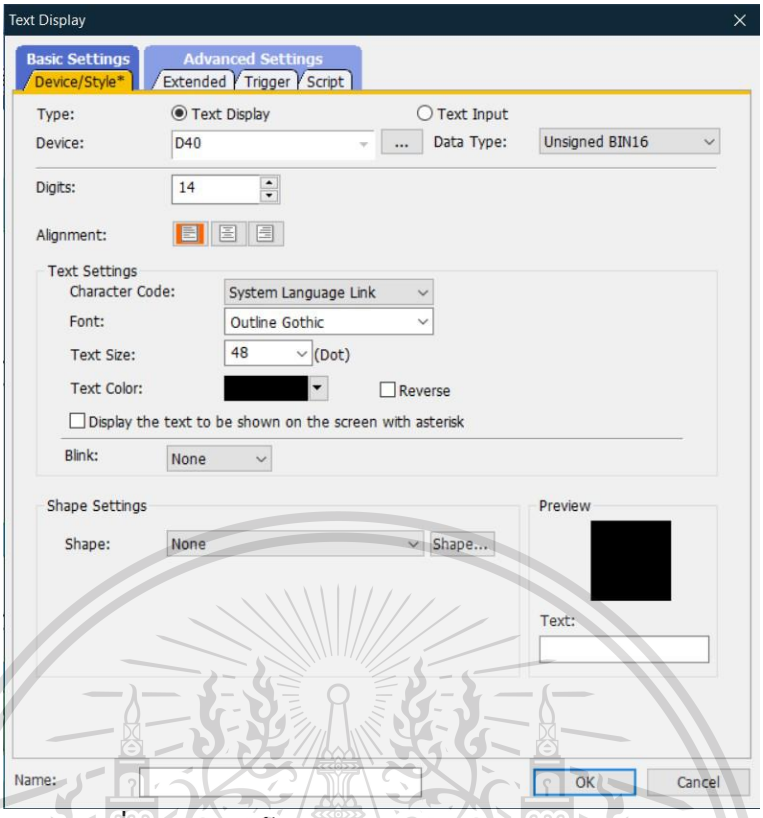


รูปที่ ช.17 การอ้างอิงตัวแปรของหลอดไฟแบบเวิร์ด



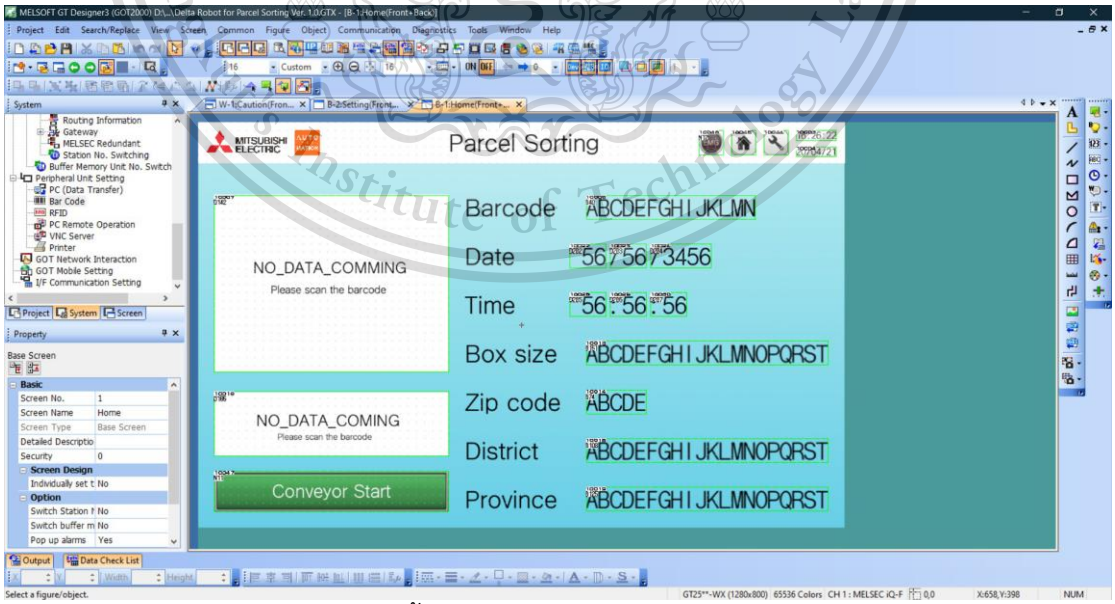
รูปที่ ช.18 การตั้งค่าหลอดไฟแบบเวิร์ดให้แสดงผลเป็นรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



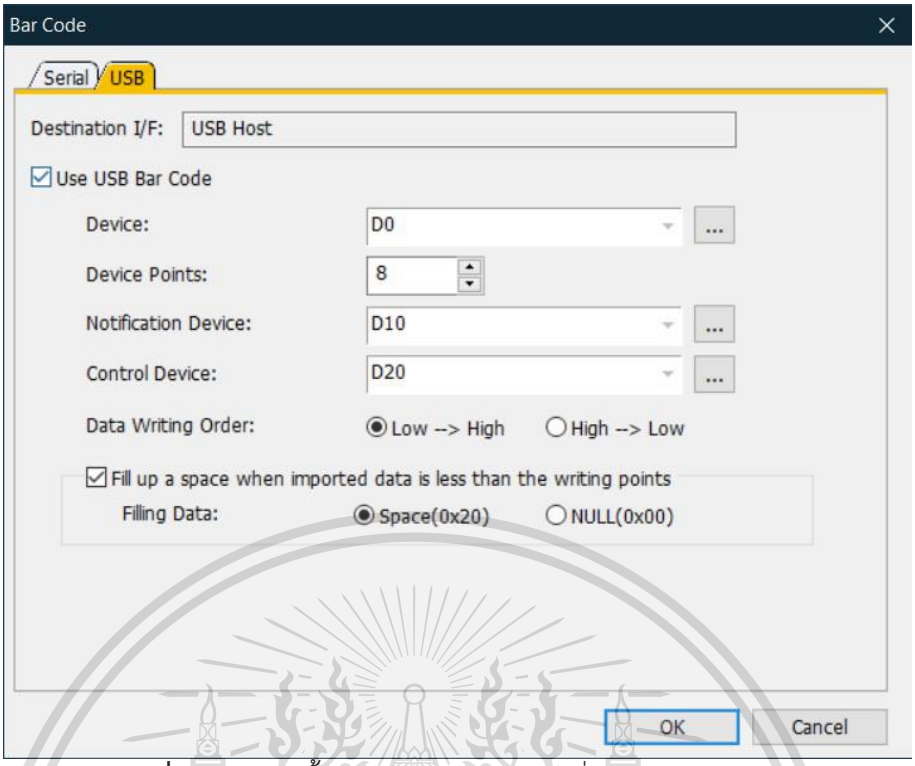
รูปที่ ช.19 การอ้างอิงตัวแปรของการแสดงผลตัวอักษร

13. ทำการตั้งค่าการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โคดโดยไปที่ System จากนั้นไปที่ Peripheral Unit Setting จากนั้นไปที่ Barcode และไปที่ USB



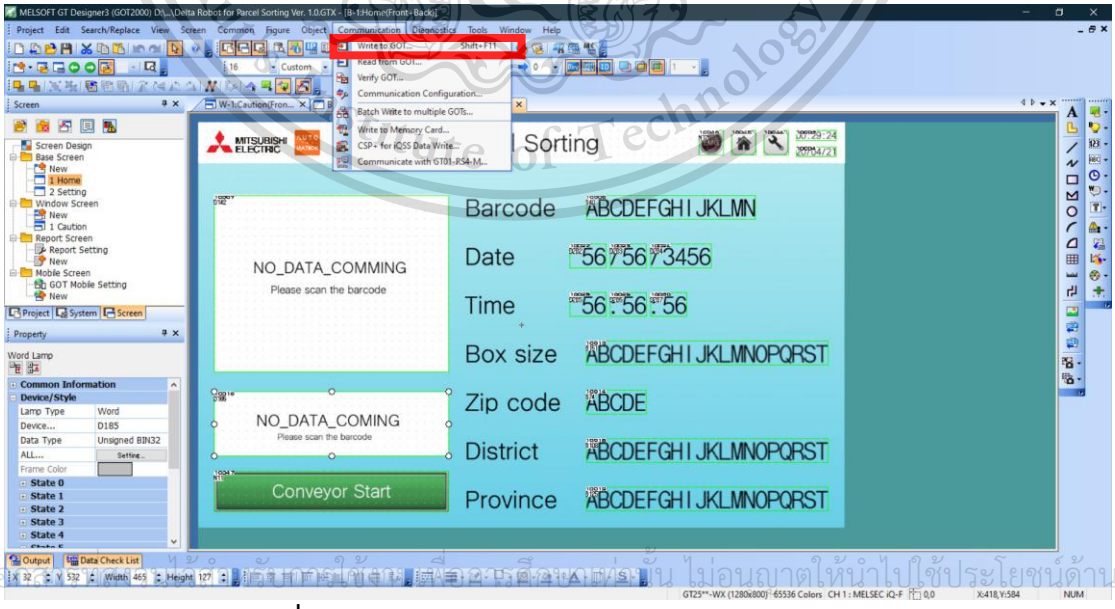
รูปที่ ช.20 การตั้งค่าการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โคด (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



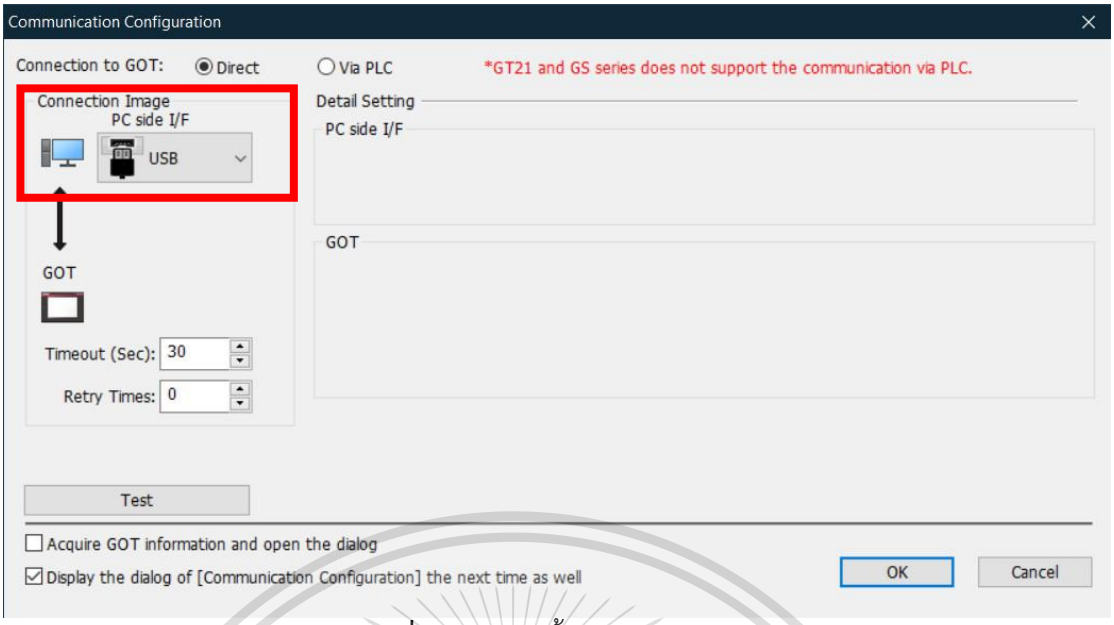
รูปที่ ช.21 การตั้งค่าการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โคด (2)

14. ทำการอัปโหลดหน้าจอแสดงผลไปยังหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอผ่านสาย USB ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ โดยไปที่ Communication จากนั้น Write to GOT จากนั้นเลือก PC side I/F เป็น USB จากนั้นกดปุ่ม OK และจากนั้นกดปุ่ม GOT Write เมื่ออัปโหลดเสร็จหน้าจอสัมผัสเอชเอ็มไอจะทำการปิดและเปิดใหม่แล้วจึงพร้อมใช้งาน

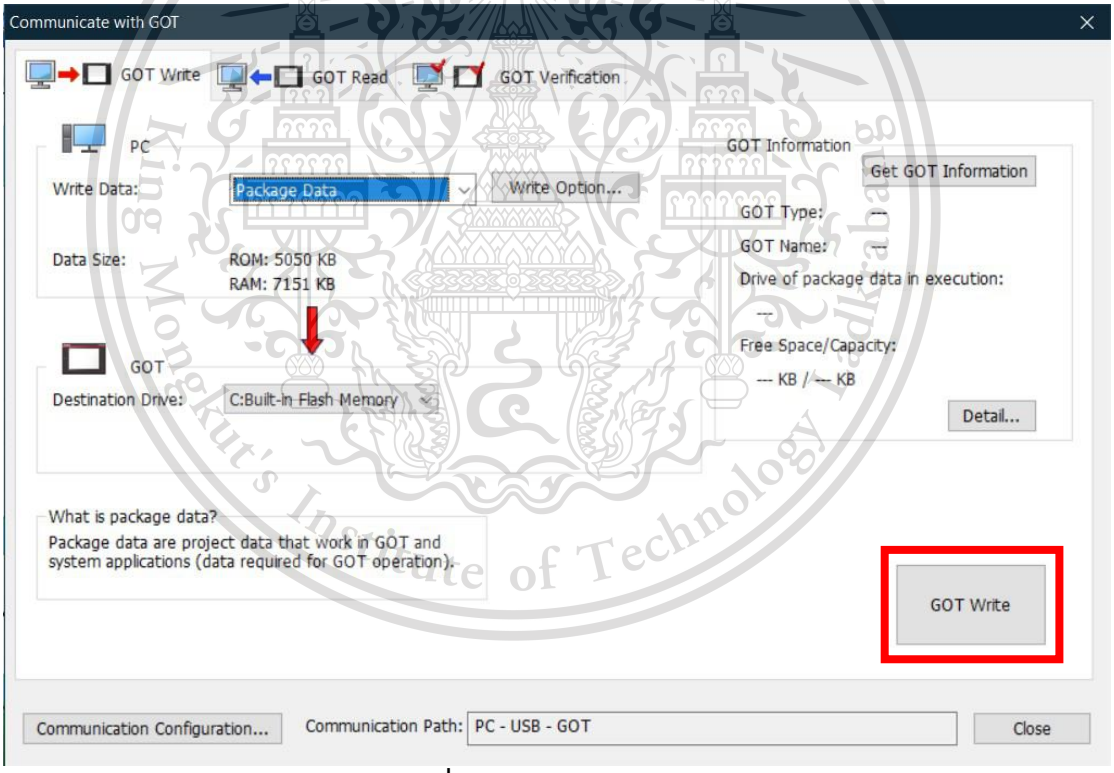


รูปที่ ช.22 แถบ Write to GOT ใน Communication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ช.23 การตั้งค่า PC side I/F



รูปที่ ช.24 ปุ่ม GOT Write

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.