สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

: ROBOT ARM SECTION

T119328

นายณัฏฐจักร ปานโชติ
นายธันวา กมลพัฒนานันท์
นายธีรพร เครือบคนโท

b.....
i.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119328
วัน,เดือน,ปี 7 S.A. 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

: INSECT ROBOT SECTION

Mr.Natthajak Panchot

Mr.Thanwa Kamonpattananun

Mr.Teeraphon Khrueabkontho

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING : ROBOT ARM SECTION

ผู้จัดทำ

นายณัฏฐจักร ปานโชติ		49012044
นายธันวา	กมลพัฒนานันท์	50010685
นายธีรพร	เครือบคนโท	50010697

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ เทพจิตร์ เชยโภคา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

โดย

นายณัฏฐจักร ปานโชติ 49012044

นายธันวา กมลพัฒนานันท์ 50010685

นายธีรพร เครือบคนโท 50010697

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา

อาจารย์ เทพจิตร์ เชยโภคา

ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอทฤษฎีและการออกแบบแขนกลสำหรับระบบจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติในโรงงาน โดยโครงสร้างของระบบทั้งหมดประกอบด้วยระบบลำเลียง แขนกล หุ่นยนต์ 2 ขา หุ่นยนต์ 6 ขา จุดประสงค์ของโครงงานนี้คือการจำลองระบบกระบวนการผลิตอัตโนมัติในโรงงาน เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้จริงในชีวิตการทำงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาระบบจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติในภาพรวมทั้งหมดจากนั้นศึกษาข้อมูลเชิงลึกทางด้านแขนกลและหาความสัมพันธ์ระหว่างแขนกลกับระบบจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติในภาพรวมจากนั้นออกแบบและประกอบโครงสร้างของแขนกลและในการเคลื่อนที่ของแขนกล ใช้เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 6 ตัว ซึ่งจะมีเซอร์โวมอเตอร์อยู่ในแต่ละข้อของแขนกลซึ่งจะทำให้การเคลื่อนไหวของแขนกลสามารถเคลื่อนไหวได้คล้ายกับแขนมนุษย์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหยิบจับสิ่งของ ได้ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมแขนกล ประกอบด้วย ส่วนอินพุทคือบอร์ดสวิตช์ควบคุม ส่วนประมวนผล และส่วนบันทึกค่า แล้วจึงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา วิชวลซีพลัสพลัส เพื่อควบคุมการหยิบจับวัตถุของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING : ROBOT ARM SECTION

By

Mr.Natthajak Panchot 49012044

Mr.Thanwa Kamonpattananun 50010685

Mr.Teeraphon Khrueabkontho 50010697

Advisors

Assoc. Prof.Dr Vanchai Riewruja

Mr. Thepjit Cheypoca

Dr. Wandee Petchmaneelumka

Academic Year 2010

ABSTRACT

This thesis presents theory and implementation of robot arm section in computer integrated manufacturing. The whole system consists of conveyor system, robot arm, humanoid robot and insect robot. the purpose of this project is suppose automation manufacturing processes. In order to use the knowledge to be applied to real life.

The operation of computer integrated manufacturing(CIM) is studied. Robot arm relating in CIM is designed and implemented in this thesis. Component of robot arm can be explained as following. Firstly, the structure of robot arm is designed and constructed by a piece of acrylic and 6 servo motors for each joint movement. The movement of robot arm like a human arm. It can hold an object. Secondly, necessary electronic circuits including input keypad joystick ,processer and recorder are implemented. Then the computer program written in visual c++ language is used for control robot arm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก อ.เทพจิตร์ เชยโภคา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้น รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจาและ ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่ช่วยเหลือทางด้านจัดหาอุปกรณ์ และ อ.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะที่ให้คำปรึกษาในส่วนของการเขียนโปรแกรม

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ
นายณัฏฐจักร ปานโชติ
นายธีรพร เครือบคนโท
นายธันวา กมลพัฒนานันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VI

สารบัญตาราง IX

บทที่1 บทนำ 1

1.1 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน 2

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ 3

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ Computer Integrated Manufacturing 3

2.1.2 ส่วนประกอบย่อยของระบบ CIM 4

2.1.2.1 CAD (Computer Aided Design) 4

2.1.2.2 CAM (Computer Aided Manufacturing) 5

2.1.2.3 CAE (Computer Aided Engineering) 5

2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM 7

2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM 7

2.1.5 คอมพิวเตอร์ที่ใช้กับระบบ CIM 8

2.2 ระบบลำเลียง 9

2.2.1 หลักการทำงานของระบบลำเลียง 9

2.2.1.1 แบบ Manual 9

2.2.1.2 แบบ Automatic 10

2.2.2 ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบลำเลียง 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.2.1 มอนิเตอร์ 10

2.2.2.2 บอร์ดที่ใช้ในการควบคุม 10

2.2.2.3 รถลำเลียง 11

2.2.2.4 สถานี 11

2.2.2.5 แขนกล 11

2.2.3 การติดต่อสื่อสารกันของระบบ 12

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน 13

2.3 Humanoid 14

2.3.1 ส่วนประกอบของ Humanoid 14

2.3.1.1 ฮาร์ดแวร์ 14

2.3.1.2 ซอฟต์แวร์ 15

2.3.2 หลักการทำงาน 15

2.3.3 การประยุกต์ใช้งาน 17

2.4 หุ่นยนต์แมลงหกขา 17

2.4.1 Hardware 17

2.4.2 Software 19

2.4.3 การประยุกต์ใช้งาน 19

2.5 แขนกล 19

2.5.1 ฮาร์ดแวร์ 19

2.5.1.1 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในแขนกล 22

2.5.2 ซอฟต์แวร์ 23

2.5.3 หลักการทำงาน 23

2.5.4 การประยุกต์ใช้งาน 23

บทที่ 3 หลักการออกแบบ 24

3.1 Hardware 24

3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ 24

3.1.2 RC Servo motor 25

3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.1.3 วงจรแขนกล	28
3.1.3.1 ส่วน Input เพื่อรับค่าตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์	28
3.1.3.2 ส่วนของคอนโทรลเลอร์	29
3.2 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์	32
3.3 ซอฟต์แวร์	33
3.4 หลักการทำงานของแขนกล	33
บทที่ 4 การทดลอง	35
4.1 วิธีการทำการทดลอง	35
4.1.1 ผลการทดลอง	35
4.2 ตารางแสดงผลการทดลอง	36
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	37
5.1 สรุปผลการทดลอง	37
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	37
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	38
ภาคผนวก ก	39
ภาคผนวก ข	55
เอกสารอ้างอิง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 การเปรียบเทียบระหว่าง Mass production และ CIM 4

2.2 ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM 6

2.3 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM 7

2.4 แบบจำลองการลำเลียงสินค้า 9

2.5 มอนิเตอร์ 10

2.6 Main Controller (Et-easy mega1280) 10

2.7 รถลำเลียง 11

2.8 สถานีขนส่งสินค้า 11

2.9 แขนกล 11

2.10 ขั้นตอนการทำงาน 13

2.11 Humanoid 14

2.12 องค์ประกอบของหุ่น Humanoid 15

2.13 Controller และพอร์ตต่างๆ 16

2.14 วงจรสวิตช์ที่ใช้กดเพื่อกำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวของ Humanoid 16

2.15 หุ่นยนต์แมลงหกขา 17

2.16 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์แมลงหกขา 18

2.17 โครงสร้างของหุ่นยนต์เมื่อนำมาประกอบกันแล้ว 18

2.18 แขนกล 20

2.19 องค์ประกอบของแขนกล 20

2.20 วงจรบอร์ดสวิทช์ควบคุม 21

2.21 บอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ 21

2.22 บอร์ด AVR8 รุ่น ET-EASY168 STAMP 21

2.23 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP 22

3.1 แขนกลที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks (Front view) 24

3.2 ภาพจากด้านบนของแขนกล(Top veiw) 25

3.3 องค์ประกอบภายในของเซอร์โวมอร์เตอร์ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.4 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 27

3.5 วงจรบอร์ดสวิทช์ควบคุม 28

3.6 ลักษณะของวงจรบอร์ดสวิทช์ควบคุมที่ใช้เป็น input 28

3.7 บอร์ด ET-Easy168 STAMP 29

3.8 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP 30

3.9 วงจร Controller 31

3.10 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-Easy168 STAMP 31

3.11 รูปแสดงตำแหน่งหน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว 33

3.12 Flow chart แสดงขั้นตอนการทำงานโดยรวมของแขนกล 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

รูปที่	หน้า
4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการป้อนสัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การขยายตัวทางอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต ให้มีความทันสมัย และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ระบบ CAD/CAM/CAE เริ่มต้นจากกระบวนการการผลิตใน โรงงานที่ต้องการการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation Production Systems) มาช่วยในการผลิตที่มีปริมาณมากๆ และต้องการความแม่นยำสูง เช่น อุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นต้น จากความต้องการและการแข่งขันทางการตลาด ทำให้ผู้บริหาร และวิศวกรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ต้องเพิ่มกลยุทธ์และเพิ่มอำนาจในการแข่งขัน เพื่อลดความเสียหาย และลดข้อบกพร่องในการทำงาน ลดจำนวนเศษของเสีย (Scrap) ส่วนใหญ่หน้าที่ในการเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจะเป็นหน้าที่ของวิศวกรอุตสาหกรรม (Industrial Engineer)

ในยุคเริ่มแรกการลำเลียงสิ่งของ สินค่า ได้ใช้คน สัตว์ และได้พัฒนามาใช้เครื่องจักร และได้มีการพัฒนาเครื่องจักรมาเรื่อยๆ เพื่อผลตอบตอบแทนที่ดี และคุ้มค่ายิ่งขึ้น โครงงานนี้จึงได้ศึกษาและจำลองการขนส่งลำเลียงสินค้าไปใช้ใน โรงงานอุตสาหกรรมรูปแบบต่างๆ เพื่อความสะดวกสบายง่ายแก่การตรวจสอบเก็บข้อมูลและลดข้อผิดพลาดต่างๆให้น้อยที่สุด ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมต้องมีการผสมผสานของอุปกรณ์ต่างๆ ข้อมูลต่างๆ และการควบคุมกระบวนการดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงถูกใช้ในการช่วยมนุษย์ในการดำเนินงาน เป็นงานทางวิศวกรรมเพื่อออกแบบระบบและโปรแกรมให้เข้ากับระบบกระบวนการผลิต หรือที่เรียกว่า การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Manufacturing)

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้เป็นการศึกษาการออกแบบและควบคุมระบบการขนส่งลำเลียงโดยนำระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ได้จริง และในส่วนที่ได้รับผิดชอบคือส่วนของแขนกล และจุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพื่อเพิ่มผลผลิต
2. เพิ่มคุณภาพของงาน
3. ลดปัญหาและข้อผิดพลาด
4. ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานอุตสาหกรรม

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

ในการทำโครงงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะเริ่มทำโครงงาน หลังจากศึกษาหาข้อมูลมาแล้วพบว่า โครงงานนี้เป็นการออกแบบและควบคุมโดยนำระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้จัดการระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับและเพื่อแสดงให้เห็นถึงระบบลำเลียงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรก ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย รถราง ราง สถานี แขนกล หุ่นยนต์แมลง หุ่นยนต์สองขา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนที่สอง ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการควบคุม รถราง สถานี แขนกล หุ่นแมลง หุ่นยนต์สองขา ส่วนที่สามส่วนประมวลผล ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตอน และส่วนที่สี่ มอนิเตอร์คือส่วนแสดงสถานะภาพการทำงานของระบบการลำเลียงสินค้าทั้งหมดและสามารถทำการควบคุมระบบจากส่วนนี้ได้ ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการใหม่ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ และรายละเอียดของส่วนประกอบทั้งหมดในระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของแขนกล รวมถึงแนวคิดในการออกแบบ

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 1 แล้วว่า ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบ จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นของระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน

1. ระบบลำเลียง
2. หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์
3. หุ่นยนต์แมลง
4. แขนกล

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์

เป็นระบบการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกัน ข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ตัวปัจจุบันที่ได้รับจากตรวจรู้ (Sensor)

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ ขอบข่ายหน้าที่การทำงานของการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ มีหลากหลายอย่าง เช่น ออกแบบ วิเคราะห์ วางแผน จัดซื้อ จัดการบัญชีต้นทุน ควบคุมคงคลัง และการกระจายผลิตภัณฑ์ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงโดยคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์หรือหน่วยต่างๆ ภายในองค์กร การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้โดยตรงและสามารถแสดงการทำงานปัจจุบันของทุกกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่าง 3 ประการที่ทำให้ การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์แตกต่างจากระบบการผลิตแบบอื่นๆ คือ

1. สื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การคืนสภาพกระบวนการ การควบคุม และการนำเสนอ
2. กลไกการตรวจจับและการดัดแปลงกระบวนการต่างๆ
3. อัลกอริทึมของการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับและการดัดแปลงส่วนประกอบต่างๆ

Characteristic	Mass Production	CIM
Structure		
Span of control	Wide	Narrow
Hierarchical levels	Many	Few
Tasks	Routine, repetitive	Adaptive, craftlike
Specialization	High	Low
Decision making	Centralized	Decentralized
Overall	Bureaucratic, mechanistic	Self-regulation, organic
Human Resources		
Interactions	Stand alone	Teamwork
Training	Narrow, one time	Broad, frequent
Expertise	Manual, technical	Cognitive, social Solve problems
Interorganizational		
Customer demand	Stable	Changing
Suppliers	Many, arm's length	Few, close relations

Source: Based on Patricia L. Nemetz and Louis W. Fry, "Flexible Manufacturing Organizations: Implications for Strategy Formulation and Organization Design," *Academy of Management Review* 13 (1988): 627–38; Paul S. Adler, "Managing Flexible Automation," *California Management Review* (Spring 1988): 34–56; Jeremy Main, "Manufacturing the Right Way," *Fortune*, 21 May 1990, 54–64.

รูปที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่าง Mass production และ CIM

2.1.2 ส่วนประกอบย่อยของระบบ CIM

2.1.2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design, CAD) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบและเขียนแบบรวมทั้งสร้าง ภาพสองหรือสามมิติได้โดยสะดวก นอกจากจากนี้ยังช่วยวิเคราะห์การออกแบบด้วยเช่นใช้ประเมินค่าพิกัดเผื่อ (Tolerance) ของการสวมหรือประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันก่อนนำไปผลิตจริง เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทาง CAD แล้ว แบบที่ถูกเขียนขึ้นก็จะถูกส่งไปยังส่วน Numerical Control (NC) ทำการเขียนโปรแกรมและป้อนข้อมูล ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อปฏิบัติการขึ้นรูปทางกล หลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นจะมีการทดสอบ run โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาด เรียกว่า dry run และหลังจากนั้นจากแก้ไขข้อผิดพลาดจนเป็นที่พอใจแล้วก็จะส่งต่อไปยังขั้นตอน CAM

2.1.2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer Aided Manufacturing, CAM) เป็นการนำเอาซอฟต์แวร์มาใช้ในกระบวนการผลิตต่อเนื่องจาก CAD โดยทำการแปลงของมูลที่ป้อนเข้าไปให้เป็นชุดคำสั่ง และนำไปควบคุมเครื่องจักรกลที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือเครื่องจักรกล CNC นั่นเอง CAM เป็นส่วนที่ช่วยเชื่อมโยงระหว่างจินตนาการของการออกแบบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้สำเร็จ CAM ช่วยแปลงข้อมูลจาก CAD ไปสู่ข้อมูลที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานนั้นๆ ซอฟท์แวร์ CAM จะทำการแปลงข้อมูลของต้นแบบ 3D ที่ได้จากการออกแบบด้วย CAD ให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานสำหรับการผลิตหรือ G-code ซึ่ง G-code เป็นภาษาที่ทางเครื่องจักร (Numerical Controlled Machine Tools) สามารถเข้าใจว่าจะต้องทำการผลิตอย่างไร G-code สามารถสั่งให้เครื่องจักรทำงานได้ไม่จำกัดจำนวนชิ้นงานและมีความแม่นยำสูง ชิ้นงานที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเหมือนแบบ 3D จาก CAD ที่ได้ออกแบบไว้

2.1.2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรม (Computer Aided Engineering, CAE) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม ด้วยการปรับปรุงการแสดงผลทางกราฟิก พื้นที่การทำงาน และมาตรฐานของกราฟิก ทำให้ CAE มีความหมายเป็นการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกของคอมพิวเตอร์ โปรแกรม CAE สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์เกือบทุกประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการในสมรรถนะที่จะนำมาใช้งานหรือความรวดเร็วในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกคอมพิวเตอร์ วิศวกรออกแบบ ใช้เครื่องมือ CAE ที่มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อการค้า และเครื่องมือเฉพาะสำหรับบางอุตสาหกรรม วิธีในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม 1 ปัญหา บ่อยครั้งต้องการเครื่องมือ CAE หลายเครื่องมือ การสื่อสารของข้อมูลระหว่างเครื่องมือในโปรแกรมเหล่านี้เป็นการท้าทายของการประยุกต์ใช้โดยส่วนใหญ่ปกติข้อมูลจะถูกส่งในลักษณะที่เป็นมาตรฐานของการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเก็บในฐานข้อมูล

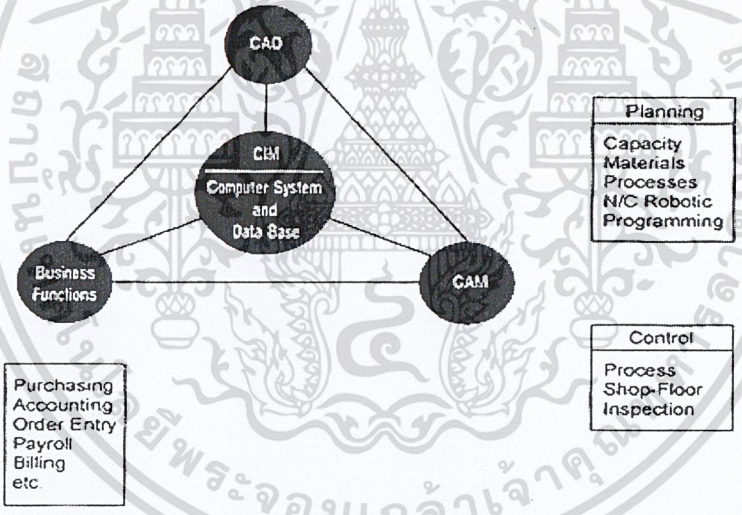
ในระบบ CAD/CAM มักจะมีโปรแกรมสำหรับควบคุม คุณภาพเป็นส่วนหนึ่งเสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อทำการตรวจสอบหรือ เช็คข้อผิดพลาดของชิ้นงานที่เครื่องผลิตออกมาได้ หากโปรแกรมควบคุมคุณภาพตรวจพบค่าผิดพลาดก็จะทำการคำนวณ เพื่อแก้ไขและส่งค่าใหม่ที่ถูกต้องไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของ CAM ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้อยู่ในค่าพิกัดที่ถูกกำหนดไว้

ระบบการผลิตชนิดอัตโนมัติเต็มรูปแบบมักจะมีวิธีการวัดที่เรียกว่า In-Process Measuring System ทำให้ระบบที่ควบคุม เครื่องจักรสามารถตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณจากผลของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจวัดและจะต้องสามารถปรับค่าหรือชดเชยค่าการสึกหรอ ของเครื่องมือเมื่อได้รับการแจ้งว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าพิกัดเผื่อที่กำหนดเอาไว้

CIM เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประสานและการควบคุม ระบบการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การ ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้ได้ระบบการผลิตและผลผลิตที่สมบูรณ์ การประยุกต์ระบบ CIM มาใช้เป็นการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ การใช้CIM ก็คือการเชื่อมโยง ระหว่างกันของระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบการผลิต จากการที่ได้กล่าวมาในตอนต้นนี้สามารถสรุปยุคต่างๆ ที่ได้มีการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Computer) ด้วยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์และเครื่องจักรกล NC จนกลายมาเป็นเครื่องจักรกล CNC (Computer Numerical Control)



รูปที่ 2.2 ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM

CIM ต้องมีการจัดการด้วยระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้สามารถแบ่งระบบของข้อมูลออก เป็นสองระบบหลักคือ

- **ระบบข้อมูลหลักขององค์กร** จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดเตรียมและการจัดการสายการผลิต, การจัดเตรียมวัตถุดิบเมื่อได้รับใบสั่งซื้อ (order), การควบคุมสต๊อก และการจัดส่งสินค้า ฯลฯ ระบบข้อมูลหลักของ องค์กรมักจะประกอบไปด้วยข้อมูลทางด้านการตลาด, การออกแบบผลิตภัณฑ์และออกแบบ ทางวิศวกรรม, การวางแผน, การซื้อขาย, วิศวกรรมโรง งาน, ฮาร์ดแวร์ของโรงงานอัตโนมัติ, โกดังสินค้า, การวิจัยและพัฒนา, การวางแผนทางการเงิน, การจัดการข้อมูลข่าวสาร.
- **ระบบควบคุมสายการผลิต** ในการวางแผนสายการผลิตนั้นมักจะมีการแบ่งออก เป็นหน่วยงานย่อย ๆ เพื่อทำการควบคุมสายงานการผลิตออกมาต่างหาก โรงงานที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านการควบคุมสายการผลิตอาจมีการวางแผนระบบการใช้เครื่องจักรให้มีความยืดหยุ่นของระบบการทำงานในกระบวนการผลิตได้ โดยจะใช้ระบบที่เรียกว่า FMS (Flexible Manufacturing System) ในหน่วยงานผลิตย่อยความเกี่ยวโยงกันของระบบ FMS กับ CAD/CAM/CIM

รูปที่ 2.3 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM

ระบบ CIM มีส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องจักรและอุปกรณ์ของโรงงานได้แก่ สถานีงาน (workstations), ส่วนทำงาน (cells), ระบบ DNC/FMS, อุปกรณ์เคลื่อนย้ายชิ้นงานและเครื่องมือ (work and tool handling devices), อุปกรณ์กักเก็บ (storage devices), เซนเซอร์ (sensors) และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายในโรงงาน (shopfloor data collection devices) เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์, ตัวควบคุม, ระบบ CAD/CAM, สถานีงานและสถานีย่อย (terminals), เครื่องพิมพ์, พล็อตเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ, โมเด็ม, สายเคเบิลและขั้วต่อ ฯลฯ

ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์มีอยู่หลากหลายชนิดตัวอย่างคือ โปรแกรม MIS (Management Information System), บริหารการขาย, การตลาด, การเงิน, จัดการฐานข้อมูล, การออกแบบ, การวิเคราะห์,การจำลองแบบ, การติดต่อสื่อสาร, การแสดงผล, ควบคุมการผลิต, การควบคุมพื้นที่การผลิต, การติดตามงาน, สินค้าคงคลัง, บาร์โค้ด, สั่งซื้อ, สายพานลำเลียง, Device driver, วางแผนกระบวนการและบริหารสาธารณูปโภคของโรงงาน เป็นต้น

2.1.5 คอมพิวเตอร์ที่ใช้กับระบบ CIM

การเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นขนาดใดนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลและความต้องการความเร็วในการประมวลผล โดยปกติแล้วในระบบ CIM สามารถเลือกใช้คอมพิวเตอร์ได้ทั้งสามประเภทคือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, มินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ โดยประเภทแรกมักจะอยู่ตามสถานีงานย่อย ๆ และมีการใช้งานในลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (Users interact) ใช้ขณะที่สองประเภทหลังจะใช้เป็นคอมพิวเตอร์ในการดูแลและควบคุม (Supervisory computers)

โดยทั่วไปแล้วเราต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้กับระบบ CIM ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. ความสามารถที่จะใช้ได้กับซอฟต์แวร์ตัวอื่นๆ ชนิดพิเศษได้หลาย ๆ อย่าง เช่น Oracle, Ingres, Cybase, Informix ,Progress และอื่น ๆ

2. ใช้ได้กับโปรแกรมหลาย ๆ ภาษา (Language compatibility) เช่น ภาษา C, C + +, Cobol Fortran และอื่น ๆ

3. มีสมรรถนะสูง ,เชื่อถือและวางใจได้ สามารถประมวลผลหรือกระทำการตามสั่งได้ อย่างรวดเร็วแม้จะมีข้อมูลอย่างมากมาย

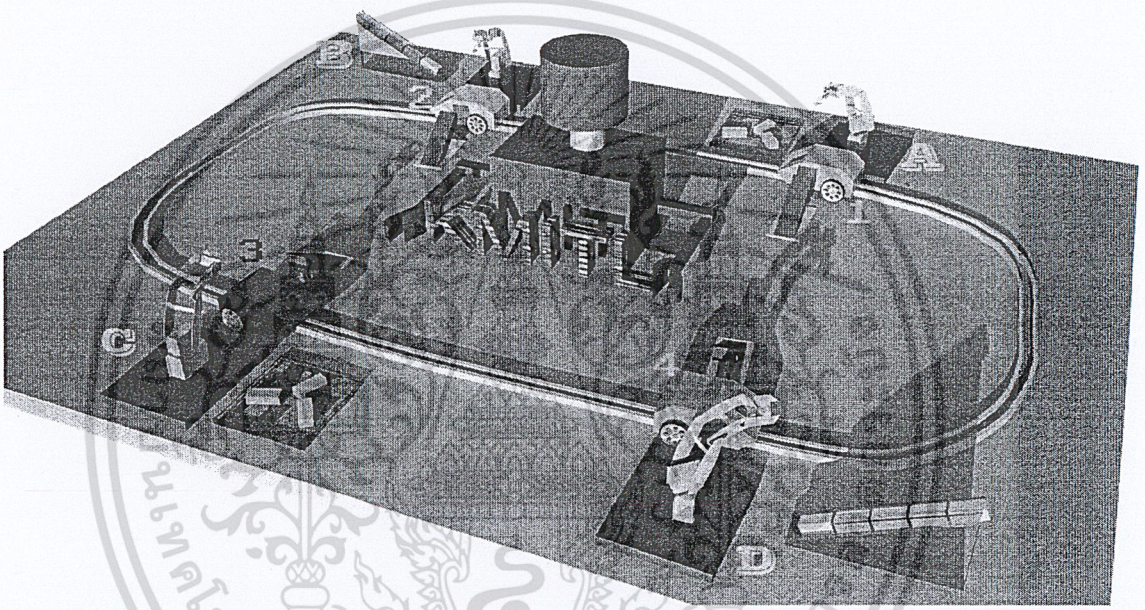
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ เมื่อถูกต่อเข้ากับระบบเครือข่ายและระบบการ สื่อสาร

5.แสดงภาพกราฟิกได้อย่างรวดเร็วและสวยงาม

6. ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการทั้ง UNIX และ MS-DOS และสามารถแชร์ไฟล์กันได้ทั้ง MS-DOS และ UNIX programs เป็นต้น

2.2 ระบบลำเลียง



รูปที่ 2.4 แบบจำลองการลำเลียงสินค้า

2.2.1 หลักการทำงานของระบบลำเลียง จะแบ่งออกเป็น 2 โหมด

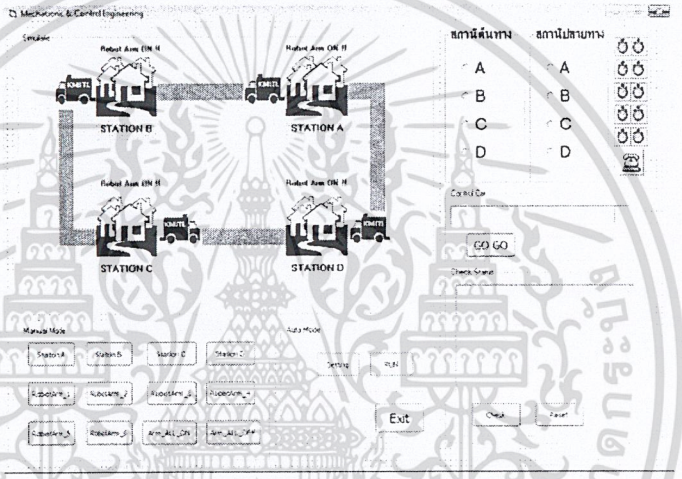
2.2.1.1 โหมดควบคุมด้วยมือ (Manual mode) ในการทำงานของโหมดควบคุมด้วยมือ (Manual mode) เราจะเป็นผู้สั่งการทำงานของระบบ ว่าเราต้องการให้รถวิ่งออกจากสถานีใด แล้วไปจอดที่สถานีใด โดยรถที่เหลืออีก สามคัน จะวิ่งไปจอดถัดไปอีกหนึ่งสถานี อย่างเช่น ถ้าเราต้องการให้รถคันที่หนึ่ง วิ่งไปยังสถานีที่สี่ ดังนั้น รถคันที่สองจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่หนึ่ง รถคันที่สามจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่สอง และรถคันที่สี่จะวิ่งไปจอดสถานีที่สาม จะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ไม่ว่าเราจะทำการเลือกรถคันที่เท่าไร สถานีต้นทางหรือปลายทางใด รถคันที่เหลือจะวิ่งไปจอดตามสถานีตามที่กล่าวดังข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 โหมดควบคุมอัตโนมัติ (Automatic mode) เมื่อเราทำการเขียนโปรแกรมและทำการสั่งให้ระบบทำงาน ระบบจะทำงานตามที่เรากำหนด ซึ่งจะคล้ายกับโหมดควบคุมด้วยมือ แต่จะต่างกันตรงที่ ถ้าให้รถคันที่ 1 วิ่งไปยังสถานีที่ B ดังนั้นรถคันที่ 2 จะวิ่งไปยังสถานีที่ C รถคันที่ 3 จะวิ่งไปยังสถานีที่ D และรถคันที่ 4 จะวิ่งไปยังสถานีที่ A และจะวิ่งอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ตลอดการทำงาน (1B – 2C – 3D – 4A)

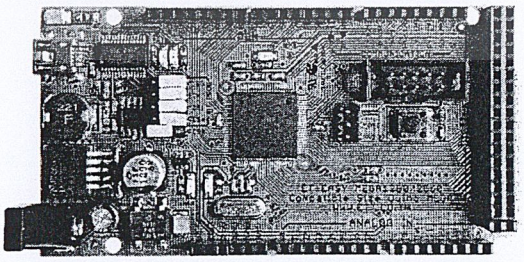
2.2.2 ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบลำเลียง มีดังนี้

2.2.2.1 มอนิเตอร์ เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานทั้งหมดของระบบ และใช้ในการควบคุมระบบลำเลียง



รูปที่ 2.5 มอนิเตอร์

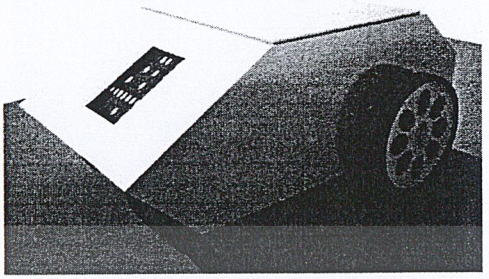
2.2.2.2 บอร์ดที่ใช้ในการควบคุม (Main Controller) ใช้บอร์ด “ Et-easy mega1280 ” จะทำหน้าที่ ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดในระบบลำเลียง คือ รถ,แขนกล และการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีต่างๆ



รูปที่ 2.6 Main Controller (Et-easy mega1280)

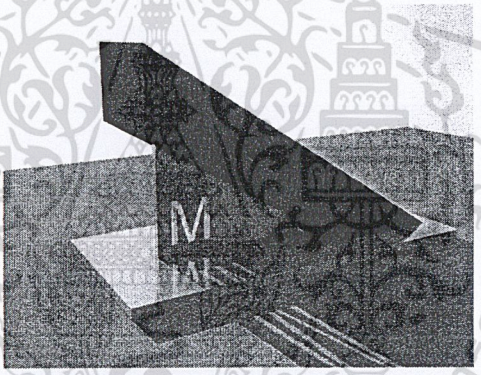
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 รถลำเลียง ทำหน้าที่ขนส่งสิ่งของ ไปยังสถานีต่างๆในระบบลำเลียง



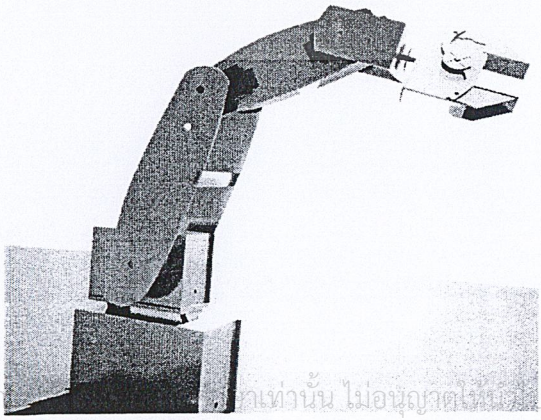
รูปที่ 2.7 รถลำเลียง

2.2.2.4 สถานี ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลจาก Main Controller และตรวจเช็คเงื่อนไขคำสั่งจากรถขนส่งสินค้า



รูปที่ 2.8 สถานีขนส่งสินค้า

2.2.2.5 แขนกล ทำหน้าที่ เคลื่อนย้ายชิ้นงาน ระหว่างรถลำเลียงและสถานี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 แขนกล

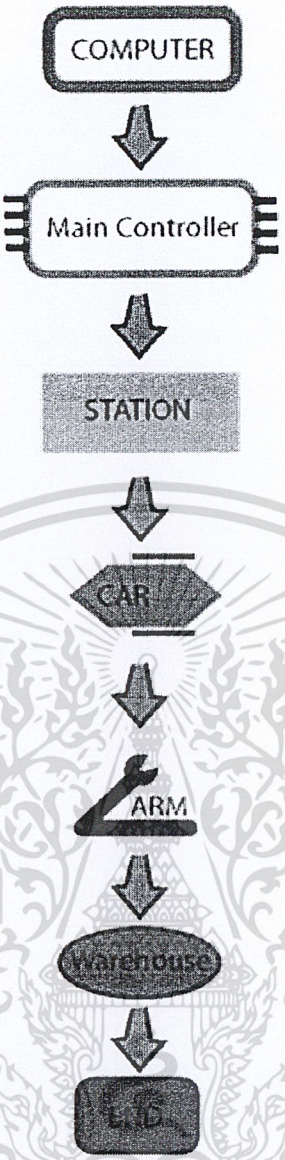
2.2.3 การติดต่อสื่อสารกันของระบบ

ในการติดต่อกันระหว่างรถกับสถานีเราใช้อินฟาเรดในการติดต่อสื่อสาร ตัวส่ง คือ หลอดอินฟาเรด และ ตัวรับ คือ โมดูลรับสำเร็จรูป (3ขา) จะส่งด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ประโยชน์เพื่อเป็นความถี่หลักในการตรวจรับว่าเป็นสัญญาณตัวจริงไม่ใช่สัญญาณรบกวน ตัวรับแบบโมดูล (3ขา) โมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ถ้าตรงก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น 0 หลักการของมันก็มีแค่ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ถ้าพบวัตถุนั้นก็จะสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ โดยจะติดตั้ง ตัวรับและส่งสัญญาณนี้ไว้ที่ รถ กับ สถานี อย่างละ1ชุด

ส่วนการติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับสถานีนั้นเราใช้สายแพในการรับส่งข้อมูล โดย Main Controller จะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลไปยังสถานี เพื่อสั่งการว่าให้รถที่มาจอดเคลื่อนที่ไปสถานีใดต่อไป และการติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับคอมพิวเตอร์ จะใช้สาย USB ในการเชื่อมต่อ เพื่อที่จะส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Main Controller ซึ่ง Main Controller จะสั่งการไปยังสถานีนั้นๆ

การทำงานระหว่างแขนกลกับรถจะแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านตัว Main controller เช่นกัน แต่ตัวแขนกลเอง จะใช้ AVR ATmega168 เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้โปรแกรม Arduino เขียนคำสั่งโดยใช้ภาษาซี ซึ่งแขนกลจะทำงานสัมพันธ์กับรถ โดยใช้การหน่วงเวลาเมื่อทำงานแบบ Automatic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



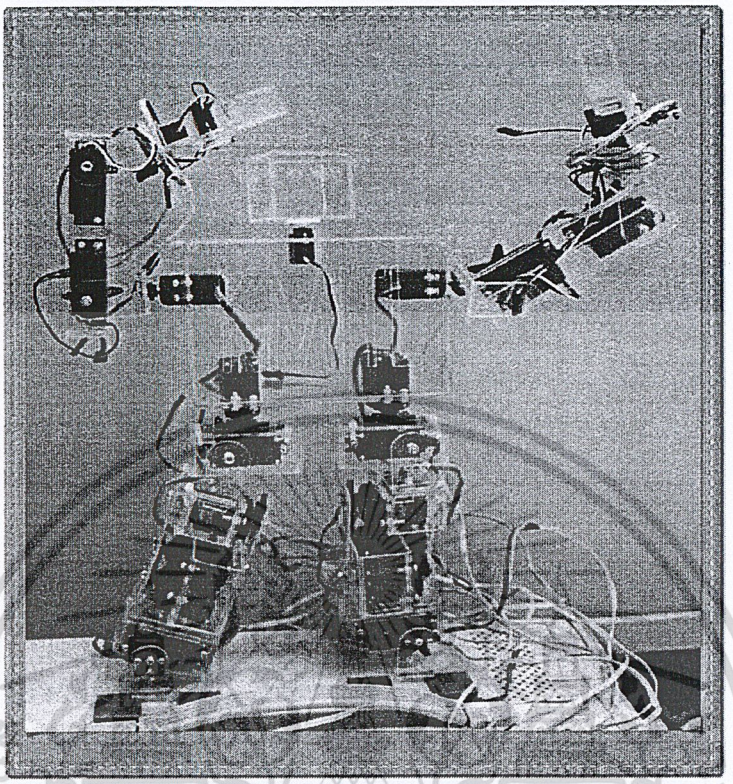
รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการทำงาน

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน

โครงงานนี้เป็นแบบจำลองการลำเลียงสินค้าด้วยรถขนส่งและแขนกลแบบอัตโนมัติ โดยมีการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ซึ่งโรงงานในปัจจุบันระบบในโรงงานจะถูกสั่งงานด้วยคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แบบจำลองนี้ จึงเป็นไปได้มากในอนาคตที่จะมีการพัฒนานำเข้าไปประยุกต์ใช้งานจริงในโรงงานอุสาหกรรม เพื่อลดปริมาณคน ความปลอดภัย เวลา และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์



รูปที่ 2.11 หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ (Humanoid robot) คือหุ่นยนต์ที่ทำขึ้นมาให้คล้ายกับการเดินของมนุษย์ ซึ่งใช้ servo motor ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของทุกๆข้อต่อซึ่งองค์ประกอบในทุกๆส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ได้ทำการออกแบบโดยใช้ SolidWorks และใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงาน

2.3.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ มี 2 ส่วนคือ

2.3.1.1 ฮาร์ดแวร์

- Easy Mega1280
- Servo MG945
- Servo S3003
- Digital servo EK2-0508
- Acrylic 2 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

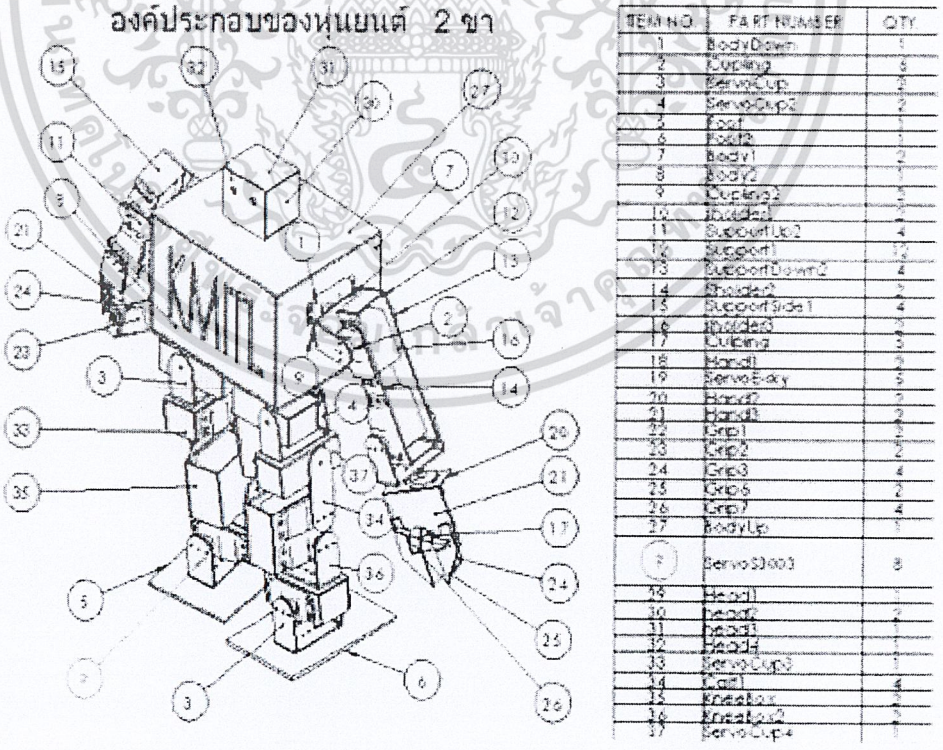
- Acrylic 3 mm.

2.3.1.2 ซอฟต์แวร์

- Arduino (version 0008)
- SolidCam (version 2008)
- SolidWorks (version 2008)
- Mach3

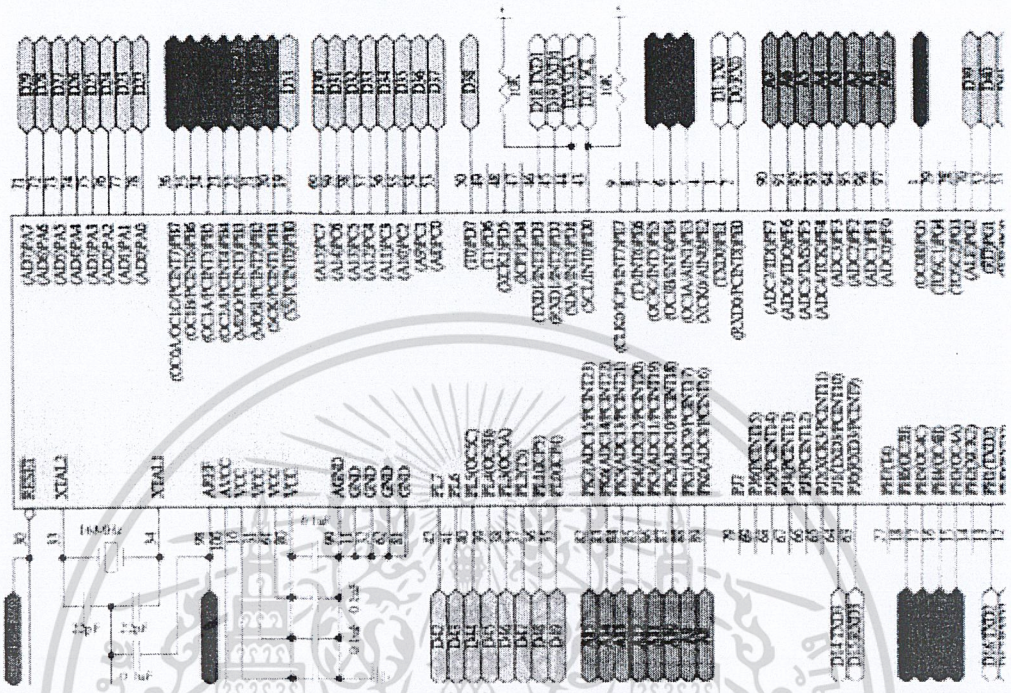
2.3.2 หลักการทำงาน

ในการควบคุมหุ่นยนต์สองขาได้ใช้ AVR MEGA 1280 ในการควบคุมการทำงาน และได้ทำการประยุกต์ใช้วงจรควบคุมการจัดท่าของหุ่นยนต์แขนกลมาใช้ในการจัดท่าการเดินของหุ่นยนต์สองขา โดยใช้ Digital Pin D2-D9 ซึ่งแต่ละ Pin จะส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมา เช่น สวิตช์ S1 จะมี Pin D2 กับ D6 เชื่อมกันอยู่ เมื่อกดปุ่ม S1 Logic จาก D2 และ D9 จะเชื่อมถึงกัน ทำให้ Microcontroller รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้

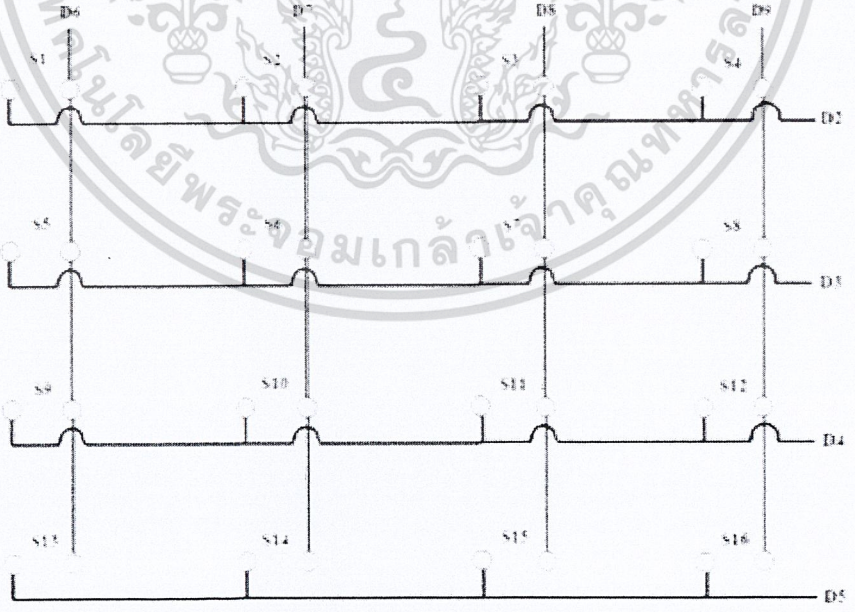


รูปที่ 2.12 องค์ประกอบของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 Controller (Easy mega 1280) และพอร์ตต่างๆที่ใช้ในหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์



รูปที่ 2.14 วงจรสวิตช์ที่ใช้กดเพื่อกำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

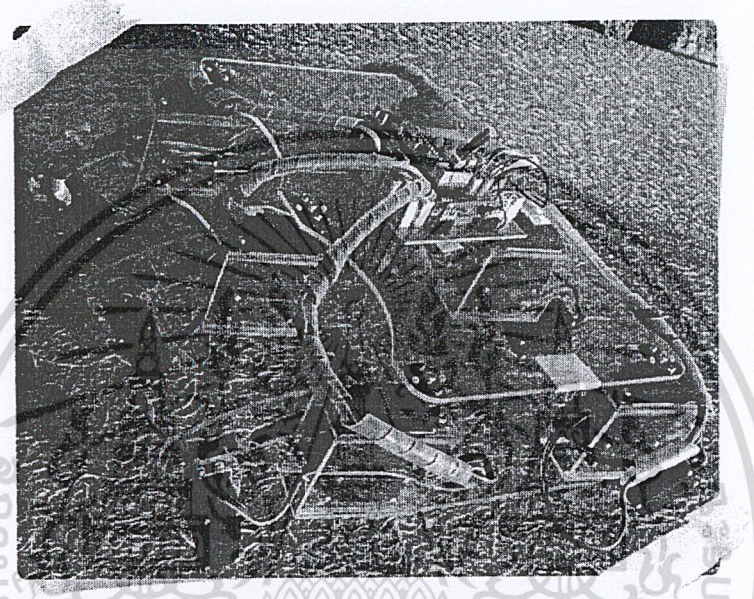
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.3 การประยุกต์ใช้งาน

หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ในระบบจำลองกระบวนการการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ในโครงงานนี้ ทำหน้าที่นำชิ้นงานจากกระบวนการผลิตไปเก็บยังคลังสินค้า

2.4 หุ่นยนต์แมลงหกขา



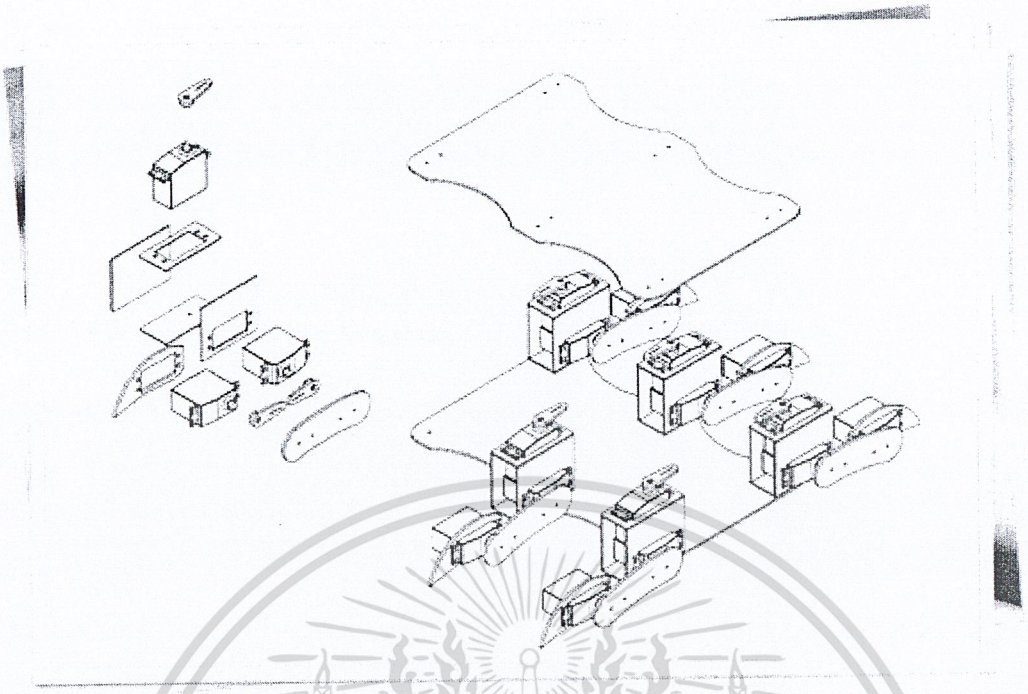
รูปที่ 2.15 หุ่นยนต์แมลงหกขา

2.4.1 ฮาร์ดแวร์

เลือกใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดของหุ่นยนต์ โดยส่วนประกอบต่างๆสามารถดูได้ในรูปที่ 2.16

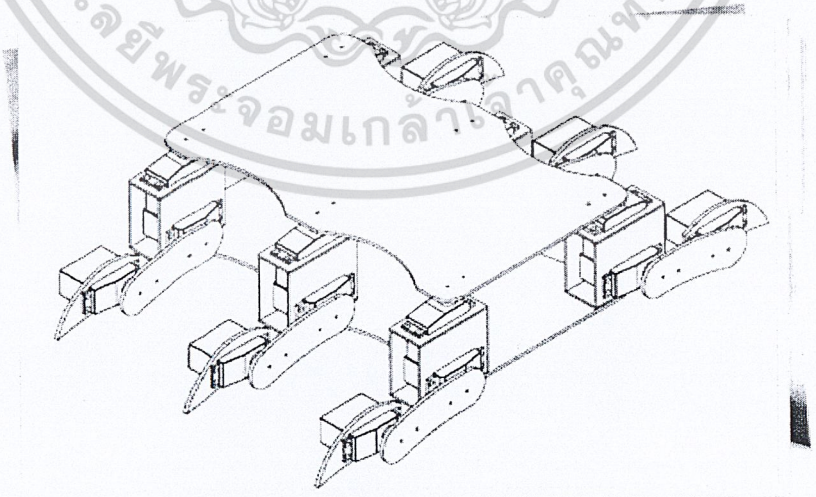
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119328



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์แมลงหกขา

ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกันจะได้ดังรูปที่ 2.17 ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอคลีลิคในการทำ ซึ่งได้ใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด และส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ RC Servo motor ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg/cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 18 ข้อต่อ จึงใช้ RC Servo motor 18 ตัว



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของหุ่นยนต์แมลงหกขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้รีโมทเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่งสัญญาณวิทยุจากตัวรีโมทไปยังตัวหุ่นยนต์ แล้วตัวรับสัญญาณในตัวหุ่นจะทำการแปลงสัญญาณและส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่

2.4.3 การประยุกต์ใช้งาน

สามารถใช้ในการลำเลียงและบรรทุกสิ่งของได้โดยใช้การควบคุมการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ และลดปริมาณแรงงานคนได้ เพื่อประหยัดต้นทุน

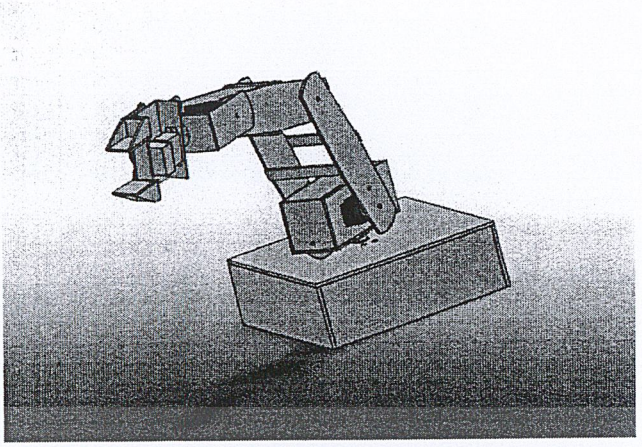
2.5 แขนกล

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย โดยนำมาใช้แทนแรงงานคน ในงานที่มนุษย์นั้นมีข้อจำกัด เช่น งานที่ทำต่อเนื่องเป็นเวลานาน มีความอันตรายและ มีน้ำหนักมาก เป็นต้น แขนกลจึงเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทนมนุษย์ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น มีความแม่นยำ และปลอดภัย

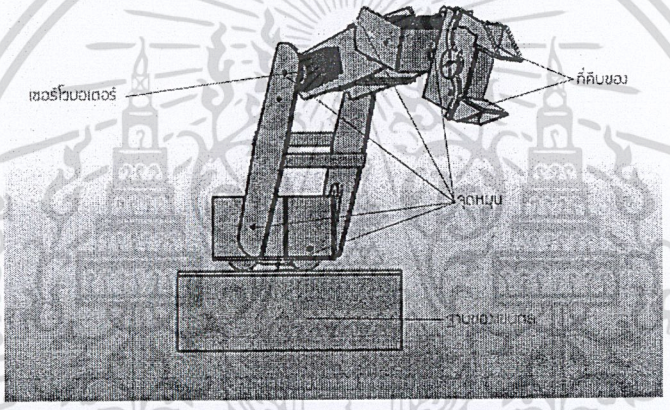
2.5.1 ฮาร์ดแวร์

โครงสร้างหลักๆ ได้แก่ ฐานของหุ่นยนต์ ,ท่อนแขนกล, เซอร์โวมอเตอร์, ส่วนปลายของแขนกลที่ใช้ในการหยิบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



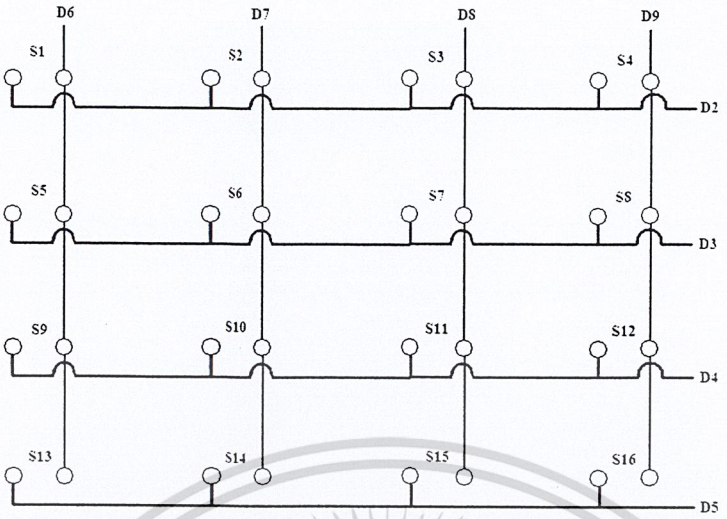
รูปที่ 2.18 แขนกล



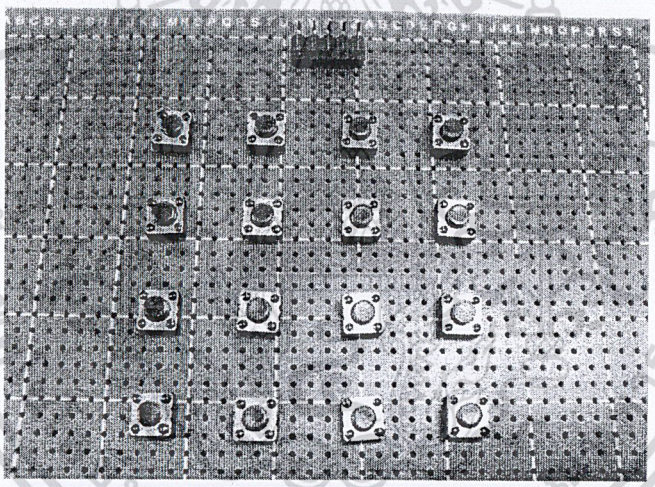
รูปที่ 2.19 องค์ประกอบของแขนกล

แขนกลได้นำวงจรควบคุมมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยใช้ Digital Pin D2-D9 ซึ่งแต่ละ Pin จะส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมา เช่น สวิตช์ S1 จะมี Pin D2 กับ D6 เชื่อมกันอยู่ เมื่อกดปุ่ม S1 Logic จาก D2 และ D6 จะเชื่อมถึงกัน ทำให้ Microcontroller รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ โดยเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ 2 ตัว เพื่อควบคุมทิศทางในการหมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา ตามที่ต้องการให้เคลื่อนที่ในทิศทางนั้น เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วให้กดสวิตช์ที่เป็นการบันทึกค่า (Memory) จะสั่งให้จำค่านั้นไว้ ซึ่งในบอร์ดควบคุมนี้สามารถบันทึกค่าได้ทั้งหมด 8 ค่า เมื่อทำการบันทึกค่าทั้งหมดแล้ว ทำการกดสวิตช์ RUN จะเป็นการสั่งให้แขนกลทำงานได้อัตโนมัติตามที่สั่งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

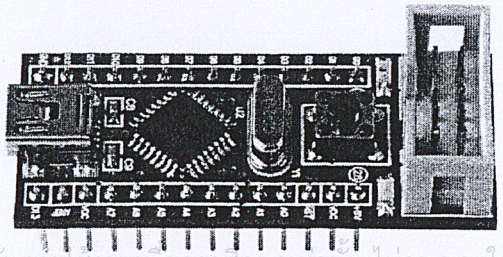


รูปที่ 2.20 วงจร Keypad Joystick



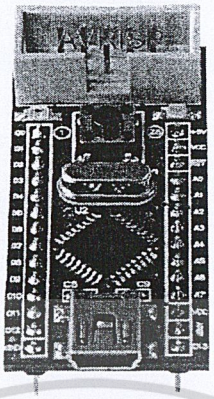
รูปที่ 2.21 บอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์

เลือกใช้บอร์ดควบคุมการทำงาน ET-EASY168 STAMP เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล AVR8 ขนาดเล็กจิ๋ว เลือกใช้งานแบบ “Arduino Project”



รูปที่ 2.22 บอร์ด AVR8 รุ่น ET-EASY168 STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVR	Arduino	Pin	ET-EASY168 STAMP	Pin	Arduino	AVR
PD0	Digital-0	1		28	+5V(+Vin)	+5V(+Vin)
PD1	Digital-1	2		27	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PD2	Digital-2	3		26	RESET#	RESET(PC6)
PD3	Digital-3	4		25	Analog-0	PC0/ADC0
PD4	Digital-4	5		24	Analog-1	PC1/ADC1
PD5	Digital-5	6		23	Analog-2	PC2/ADC2
PD6	Digital-6	7		22	Analog-3	PC3/ADC3
PD7	Digital-7	8		21	Analog-4	PC4/ADC4
PB0	Digital-8	9		20	Analog-5	PC5/ADC5
PB1	Digital-9	10		19	Analog-6	ADC6
PB2	Digital-10	11		18	Analog-7	ADC7
PB3	Digital-11	12		17	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PB4	Digital-12	13		16	+AREF	+AREF
GND	GND	14		15	Digital-13	PB5

รูปที่ 2.23 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP

2.5.1.1 ชนิดของ เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในแขนกล

- Servo MG945 Towerpro : Stall torque: 10 kg.cm(4.8V),13kg/cm(6V)

  Operating speed: 0.23 sec/60degree(4.8v), 0.2 sec/60degree(6v)

  Operating voltage: 4.8-7.2V

- Servo S3003 : Stall Torque : 3.2 kg.cm (4.8V), 4.1 kg.cm (6.0V)

  Operating Speed : 0.23sec/60 degrees(4.8V), 0.19sec/60 degrees(6.0V)

  Operating Voltage : 4.8-6.0 V

- Micro Servo SG90 9 g. : Stall Torque : 1.2 kg.cm (4.8V),

  Operating Speed : 0.12 sec/ 60 degrees(4.8 V),

  Operating Voltage : 4.0 to 7.2 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้บอร์ดสวิตซ์ควบคุมเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่งสัญญาณจากบอร์ดสวิตซ์ควบคุมไปยังบอร์ด ET-Easy168 STAMP แล้วตัวรับสัญญาณในบอร์ดจะส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่โดยโปรแกรมจะมี Flow chart ดังรูป 3.15

2.5.3 หลักการทำงาน

ในระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) แขนกลจะถูกประจำอยู่ทั้งหมด 4 ตำแหน่งในระบบนี้ โดยทำหน้าที่เป็น 2 ส่วน คือ แขนกล 2 อัน จะทำหน้าที่วางวัตถุลงบนรถเมื่อมีรถมาจอดอยู่ด้านหน้าของแขนกล ส่วนแขนกล 2 อัน ที่เหลือ จะมีหน้าที่จับวัตถุมาวางบนรถจากสถานีก่อนหน้านี้ ที่มีแขนกล 2 อันแรกคีบมาวางไว้ก่อนแล้ว นำเอาวัตถุออกจากหลังรถ นำมาวางไว้ในกล่องใส่วัตถุ โดยระบบสามารถสั่งงานให้แขนกลทำงานสอดคล้องกับส่วนอื่นๆเป็นแบบอัตโนมัติได้

2.5.4 การประยุกต์ใช้งาน

1. ใช้แทนแรงงานคนในบริเวณที่เสี่ยงอันตราย
2. ควบคุมกำลังการผลิตให้มีประสิทธิภาพ
3. ประหยัดต้นทุน และเวลา
4. เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถพัฒนาได้อีกมากและนำมาใช้ในระบบอัตโนมัติในรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

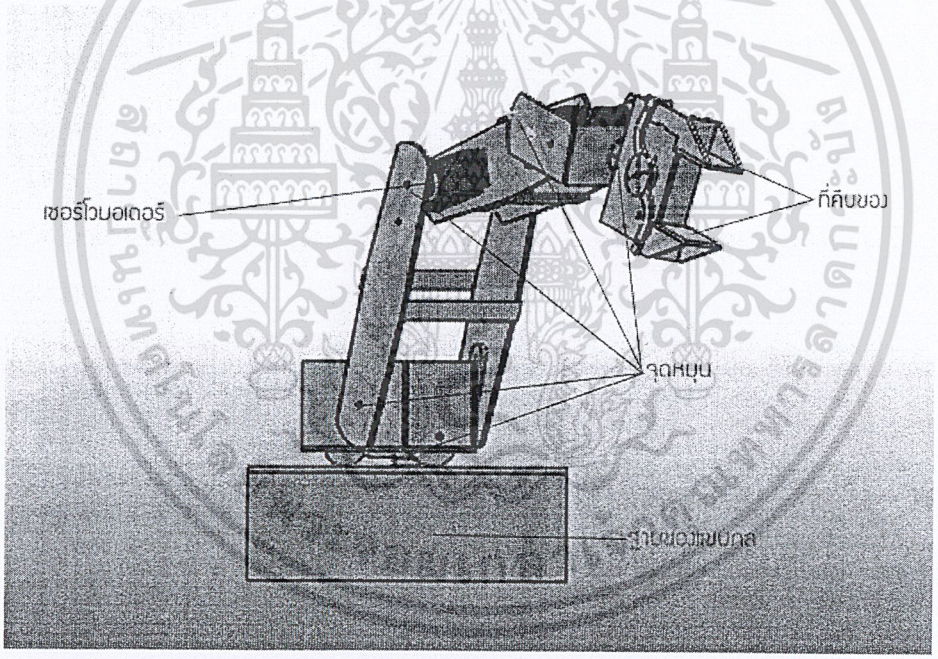
บทที่ 3

หลักการออกแบบ

3.1 ฮาร์ดแวร์

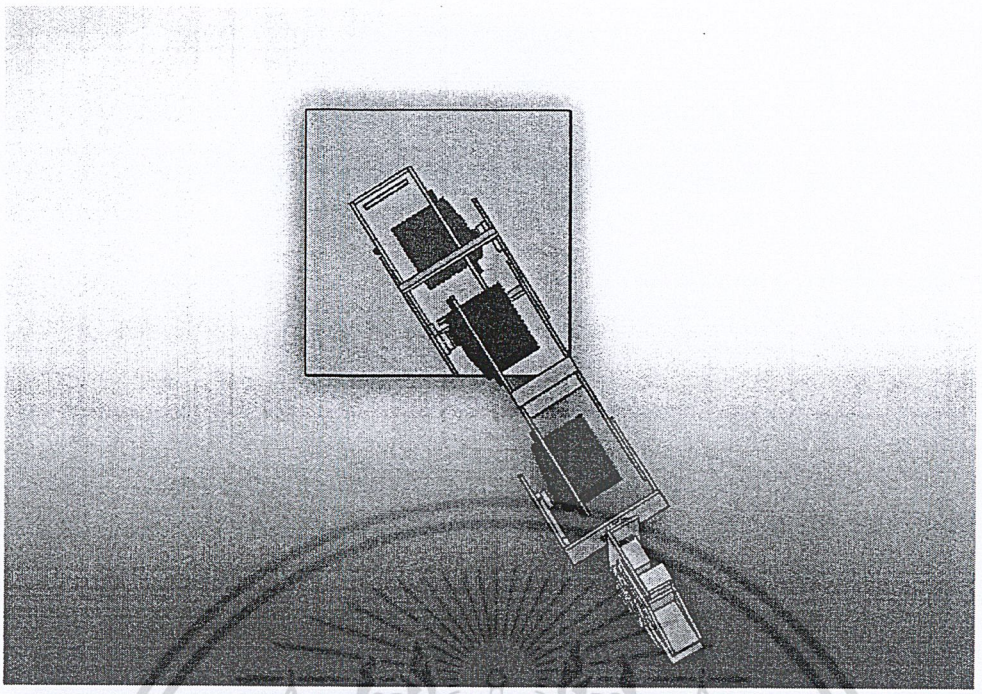
3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ

ส่วนประกอบภายนอกของแขนกลทั้งหมด ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอะคริลิคในการทำ ซึ่งใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด ดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แขนกลที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks (Front view)

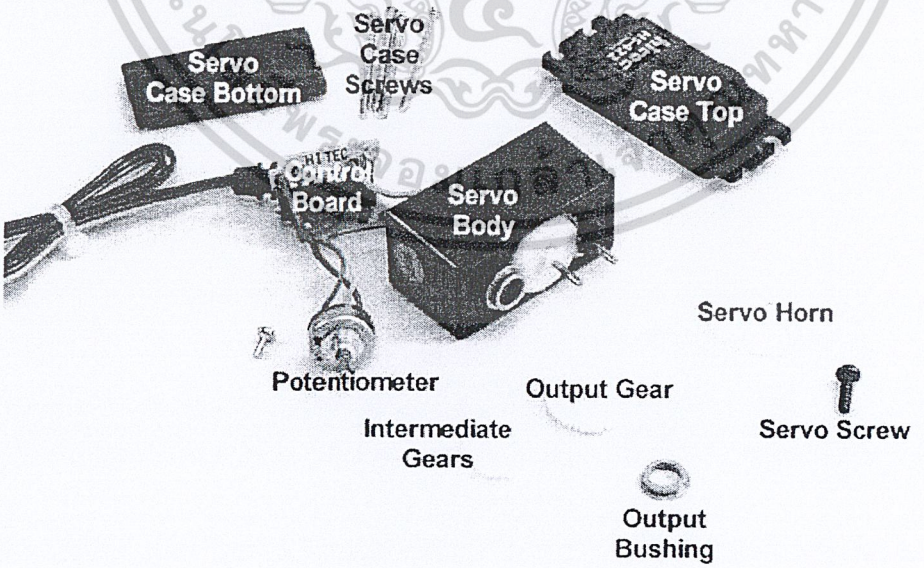
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพจากด้านบนของแขนกล(Top veiw)

3.1.2 RC Servo motor

ส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ RC Servo motor ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg.cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ข้อต่อ จึงใช้ RC Servo motor 6 ตัว



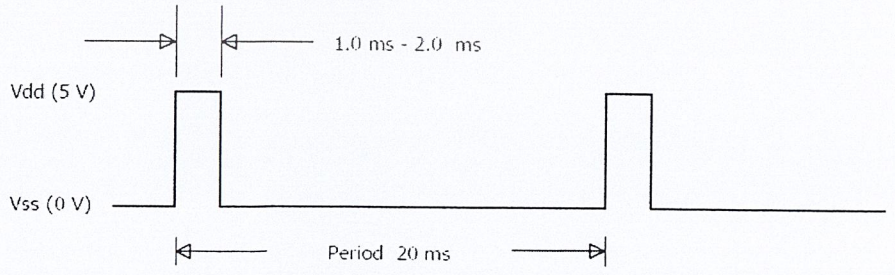
รูปที่ 3.3 องค์ประกอบภายในของ Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

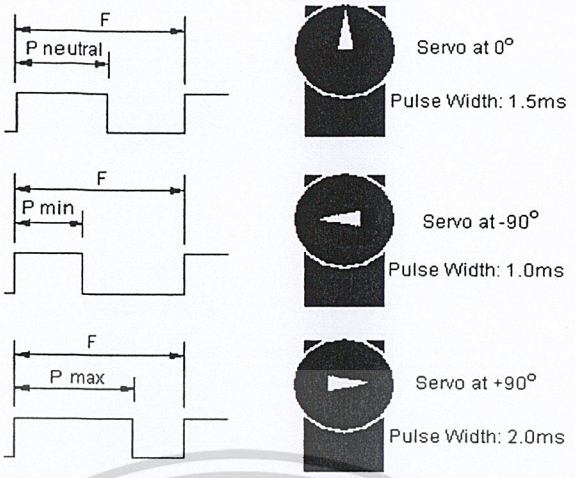
Servo motor คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสายต่อใช้งาน 3 เส้น คือ VCC,GND และสายสัญญาณควบคุม(Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย ขวาได้จากสายสัญญาณ โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมเป็นสัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation , PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว มีข้อดีคือ ขนาดเล็กน้ำหนักเบา,แรงบิตสูง ,ใช้พลังงานน้อย และสามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ(Driver) เพราะวงจรควบคุมอยู่ภายในแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ แต่จะหมุนได้ในช่วงประมาณ 180° แต่บางรุ่นหมุนได้ 210° แต่ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในมีตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้ยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้นจึงถูกออกแบบให้หมุนได้ประมาณ 180° เพื่อป้องกันมิให้ตัวต้านทานปรับค่าได้เสียหาย แต่ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนได้ 360° ต้องทำการปรับแต่ง (Modify) ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์

3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูปที่ 3.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม - 90 องศา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้ เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 90 องศา

หมายเหตุ ค่าความกว้างพัลส์ และ ระยะองศาการหมุนของมอเตอร์ที่อธิบายด้านบน นั้นเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งนี้ระยะการหมุน และ ขนาดของพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละยี่ห้ออาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้นในการใช้ งานจึงควรศึกษารายละเอียดของมอเตอร์ในแต่ละรุ่นที่นำมาใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วรายละเอียดต่างๆ ของมอเตอร์มักจะมีติดมากับตัวมอเตอร์นั้นๆ อยู่แล้ว สำหรับเซอร์โวมอเตอร์ ยี่ห้อ GWS และ HITEC นั้น จะใช้ระบบเฟืองที่ต่างกันทำให้มีทิศทางการหมุนที่ต่างกัน โดยจะตรงข้ามกัน เช่น ส่งสัญญาณพัลส์ 1ms มอเตอร์ GWS จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ส่วนมอเตอร์ของ HITEC จะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม - 45 องศา เราก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และ สัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่ง

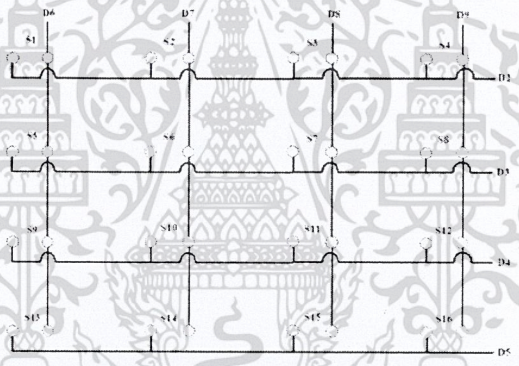
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าจะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของ วงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

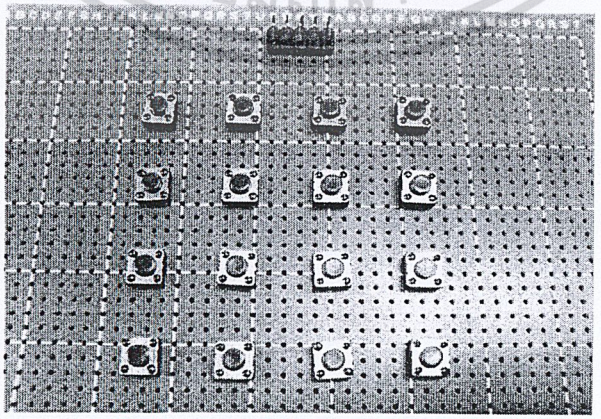
3.1.3 วงจรแขนกล

แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.1.3.1 ส่วนอินพุตเพื่อรับค่าตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์



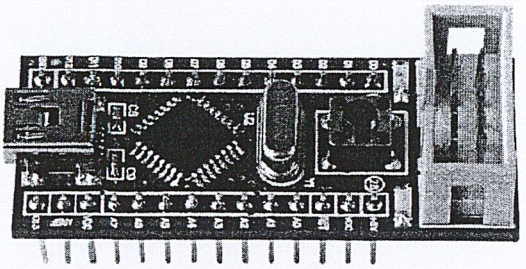
รูปที่ 3.5 วงจรบอร์ดสวิตซ์ควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 บอร์ดสวิตซ์ควบคุมที่ใช้เป็นอินพุต

3.1.3.2 ส่วนของคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.7 บอร์ด ET-Easy168 STAMP

เลือกใช้ AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP ในการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์ โดย ET-Easy168 STAMP เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR8 ขนาดเล็กจิ๋ว เลือกใช้เบอร์ ATMEGA168 เป็น MCU ประจำบอร์ด นอกจากนี้แล้วภายในตัวบอร์ดยังได้รวมเอาไอซี USB BRIDGE ของ FTDI เบอร์ FT232R สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทาง PORT USB ได้โดยตรงทำให้บอร์ด ET-Easy168 STAMP เป็นบอร์ด ทดลองใช้งานขนาดเล็กที่เพียบพร้อมไปด้วยวงจรพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งานอย่างแท้จริง เพียงแต่เสียบสาย USB จากเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว USB ของบอร์ด ET-Easy168 STAMP ก็สามารถเขียนโปรแกรมและ DOWNLOAD CODE เข้าตัวบอร์ด พร้อมใช้ทำการทดลองหรือใช้งานได้ทันที

คุณสมบัติของบอร์ด

- เลือกใช้ MCU ตระกูล AVR8 เบอร์ ATmega168 ของ ATMEL Run ความถี่ 16.00 MHz

  - มีหน่วยความจำ Flash สำหรับเขียนโปรแกรม 16KByte ถ้าใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านระบบ AVRISP หรือ 14Kbyte เมื่อใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านระบบ Boot Loader RS232

  - มี SRAM ใช้งานขนาด 1KByte และ EEPROM ใช้งานขนาด 512 Byte

  - มี GPIO ใช้งานจำนวน 22 บิต

- Digital GPIO จำนวน 14 บิต

- Analog Input (ADC) ขนาดความละเอียด 10บิต จำนวน 8 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้งานกับแรงดันไฟตรงขนาด +5VDC โดยใช้ได้ทั้งกับแหล่งจ่าย +5VDC/500mA จากพอร์ต USBและจากแหล่งจ่าย +5VDC จากภายนอกได้ด้วย พร้อม LED Power แสดงสถานะของแหล่งจ่าย

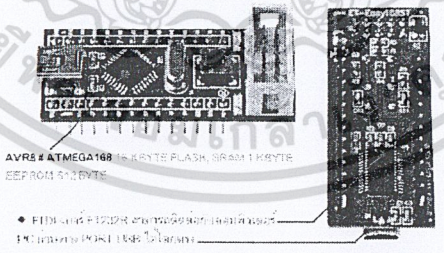
- มีวงจร External Reset แบบ RC Reset และ Switch Reset พร้อมภายในบอร์ด

- ขั้วต่อใช้งานวางตัวบน Pin Header ระยะห่าง 2.54mm(100mil) ขนาด 28 Pin (ด้านละ14Pin) ระยะห่าง600mil(1.5cm) ง่ายต่อการนำไปต่อประยุกต์ใช้งาน และ ขยายวงจร I/O สามารถใช้กับ Project Board และ PCB เอนกประสงค์ได้โดยง่าย

- มีขั้วต่อ USB สำหรับเชื่อมต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC ผ่าน USB Bridge ของ FTDI ในรูปแบบของการสื่อสารอนุกรม RS232 สำหรับใช้งานสื่อสารและ Download Code ให้กับ MCU ในบอร์ด

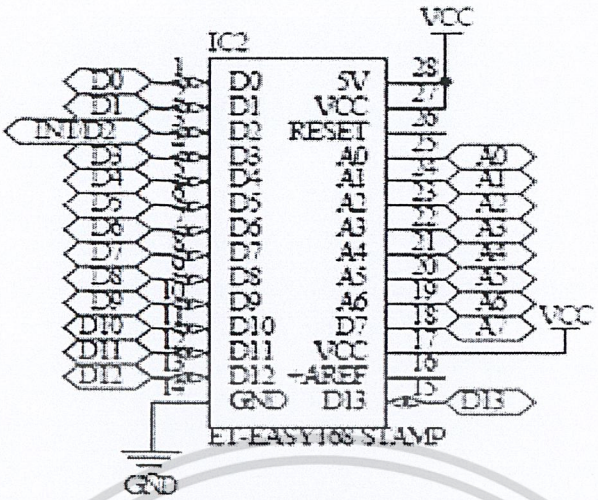
- มีขั้ว AVRISP แบบ IDE 10PIN สำหรับใช้ Download โปรแกรมให้กับ MCU ภายในบอร์ดในกรณีไม่ต้องการใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านทาง Boot Loader

- มี LED แสดงสถานะ โดยต่อกับ PB5 ของ AVR (Digital-13 ของ Arduino Project) สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองการทำงานอย่างง่าย



รูปที่ 3.8 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจร Controller

AVR	Arduino	Pin	ET-EASY168 STAMP	Pin	Arduino	AVR
PD0	Digital-0	1		28	+5V(+Vin)	+5V(+Vin)
PD1	Digital-1	2		27	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PD2	Digital-2	3		26	RESET#	RESET(PC6)
PD3	Digital-3	4		25	Analog-0	PC0/ADC0
PD4	Digital-4	5		24	Analog-1	PC1/ADC1
PD5	Digital-5	6		23	Analog-2	PC2/ADC2
PD6	Digital-6	7		22	Analog-3	PC3/ADC3
PD7	Digital-7	8		21	Analog-4	PC4/ADC4
PB0	Digital-8	9		20	Analog-5	PC5/ADC5
PB1	Digital-9	10		19	Analog-6	ADC6
PB2	Digital-10	11		18	Analog-7	ADC7
PB3	Digital-11	12		17	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PB4	Digital-12	13		16	+AREF	+AREF
GND	GND	14		15	Digital-13	PB5

รูปที่ 3.10 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2.1 หน้าที่ของขาสัญญาณในการใช้งานแบบ "Arduino Project"

- +5V(+Vin) เป็นขาสำหรับใช้เป็นจุดรับแรงดันขนาด +5VDC จากภายนอกเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด

- +VCC(+5V) เป็นขาแหล่งจ่ายไฟจุดเดียวกันกับที่ป้อนให้กับ +VCC ของ MCU ซึ่งจุดนี้จะรับแรงดันมาจาก 2 แหล่ง ด้วยกันคือ ขารับแรงดัน +5V(+Vin) จากขา 28 ของบอร์ด และจากขา+VUSB(+5V) จากขั้ว USB ของบอร์ด โดยมี Diode ป้องกันการย้อนกลับของแรงดันไว้แล้ว

- +AREF เป็นขาสำหรับรับสัญญาณแรงดันอ้างอิง (Analog Reference) ให้กับวงจร Analog Input ในกรณีต้องการใช้แรงดันอ้างอิงจากภายนอก

- RESET# เป็นขาสัญญาณ RESET ของ CPU ทำงานที่ Logic "0"

- Digital[0..13] เป็นขา I/O แบบ Digital สามารถใช้งานเชื่อมต่อกับสัญญาณ Logic TTL (5V) ต่างๆ

- Analog[0..7] เป็นขา Input แบบ Analog สามารถรับ Input แบบ Analog 0..+5V

3.2ชนิดของเซอร์โว

- Servo MG945 Towerpro : Stall torque: 10 kg.cm (4.8V),13kg/cm(6V)

  Operating speed: 0.23 sec/60degree(4.8v), 0.2 sec/60degree(6v)

  Operating voltage: 4.8-7.2V

- Servo S3003 : Stall Torque : 3.2 kg.cm (4.8V), 4.1 kg.cm (6.0V)

  Operating Speed : 0.23sec/60 degrees(4.8V), 0.19sec/60 degrees(6.0V)

  Operating Voltage : 4.8-6.0 V

- Micro Servo SG90 9 g. : Stall Torque : 1.2 kg.cm (4.8V),

  Operating Speed : 0.12 sec/ 60 degrees(4.8 V),

  Operating Voltage : 4.0 to 7.2 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้บอร์ดสวิตซ์ควบคุมเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่งสัญญาณจากบอร์ดสวิตซ์ควบคุมไปยังบอร์ด ET-Easy168 STAMP แล้วตัวรับสัญญาณในบอร์ดจะส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่โดยโปรแกรมจะมี Flow chart ดังรูป 3.15

3.4 หลักการทำงานของแขนกล

รูปที่ 3.11 รูปแสดงตำแหน่งหน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว

การเคลื่อนที่ของแขนกลมี 6 ข้อต่อคือ

ข้อต่อที่ 1 คือส่วนฐานมีหน้าที่หมุนแขนกลไปในแนวราบ

ข้อต่อที่ 2 คือส่วนบนฐานทำให้แขนกลเคลื่อนไหวในระยะใกล้ไกล

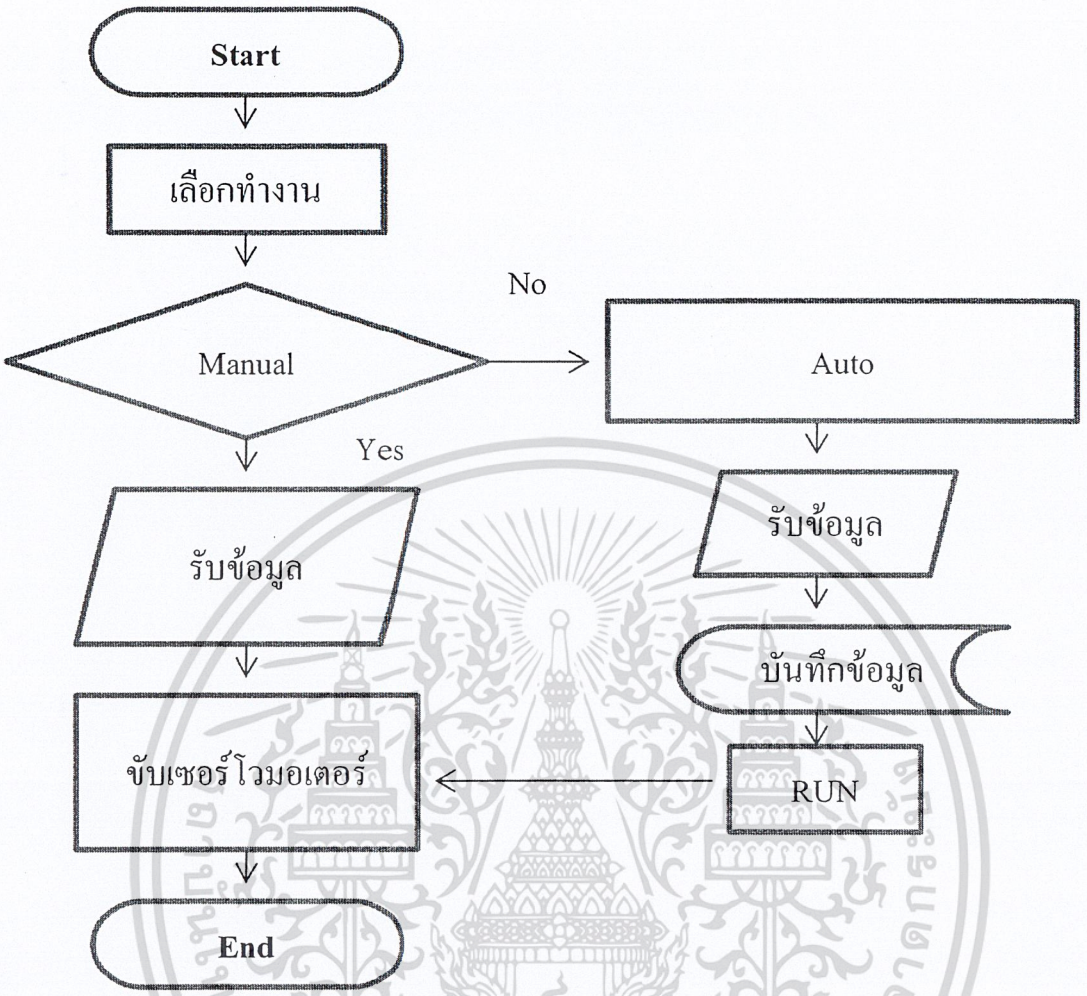
ข้อต่อที่ 3 คือส่วนเคลื่อนที่ทำให้แขนกลสามารถเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง

ข้อต่อที่ 4 คือข้อต่อที่ช่วยเพิ่มความละเอียดของระยะเป้าหมาย

ข้อต่อที่ 5 คือข้อต่อสำหรับหมุนปรับทิศในการจับวัตถุ

ข้อต่อที่ 6 คือส่วนคีบจับ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Flow chart แสดงขั้นตอนการทำงานโดยรวมของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง วงจรและการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

4.1 วิธีการทำการทดลอง

1. เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทางการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์โดยกำหนดค่าสัญญาณความกว้างพัลส์ตามค่าต่างๆกันดังนี้ 1 ms 1.5ms และ2ms

2. ประยุกต์ใช้วงจรควบคุมมาใช้ในการกำหนดการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยใช้ Digital Pin D2-D9 ซึ่งแต่ละ Pin จะส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมา เช่น สวิตช์ S1 จะมี Pin D2 กับ D6 เชื่อมกันอยู่ เมื่อกดปุ่ม S1 Logic จาก D2 และ D6 จะเชื่อมถึงกัน ทำให้ Microcontroller รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ โดยเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ 2 ตัว เพื่อควบคุมทิศทางในการหมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา ตามที่ต้องการให้เคลื่อนที่ในทิศทางนั้น เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วให้กดสวิตช์ที่เป็นการบันทึกค่า จะสั่งให้จำค่านั้นไว้ ซึ่งในบอร์ดควบคุมนี้สามารถบันทึกค่าได้ทั้งหมด 8 ค่า เมื่อทำการบันทึกค่าทั้งหมดแล้ว ทำการกดสวิตช์ RUN จะเป็นการสั่งให้แขนกลทำงานได้อัตโนมัติตามที่สั่งค่าไว้

4.1.1 ผลการทดลอง

ทำการออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์แต่ละตัว เพื่อให้ข้อต่อแต่ละข้อทำงานอย่างต่อเนื่องได้ผล ดังนี้

เมื่อนำหุ่นแขนกลมาต่อเข้ากับวงจรบอร์ดควบคุมแล้วทดสอบว่าปุ่มที่ใช้ในการควบคุมของแขนกลทั้ง 12 ปุ่มใช้การได้จากนั้น กดปุ่มควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนองศาและทดสอบว่าโปรแกรมสามารถจดจำตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ได้จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ทีละตัวด้วย บอร์ด Stamp168 ทำจนได้ตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 6 ตัวแล้วทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RUN โปรแกรมที่บันทึกไว้ทั้งหมดพบว่า แขนกลสามารถทำงานตามตำแหน่งที่บันทึกไว้ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ยังขาดความเสถียรในการทำงานเล็กน้อย

4.2 ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการป้อนสัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

สัญญาณความกว้างพัลส์	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 1	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 2	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 3	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 4	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 5	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 6	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 7	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 8	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 9	ตำแหน่งมุมครั้งที่ 10	ตำแหน่งมุมเฉลี่ย
1 ms	-89°	-90°	-89.5°	-90°	-91°	-90.5°	-90.5°	-89.5°	-89.5°	-90.5°	-90°
1.5 ms	0°	0.5°	-0.5°	0°	-0.5°	0.5°	0°	-0.5°	-1°	1°	-0.05°
2 ms	91°	89.5°	90°	90.5°	89°	90°	90°	90.5°	90.5	89°	90°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ได้เห็นว่าตำแหน่งของเซอร์โวแต่ละตัวเปลี่ยนไปตามความกว้างของพัลส์ที่ป้อนเข้าไป ซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งได้ตั้งแต่ -90 ถึง 90 องศา โดยที่ตำแหน่งที่ -90 ,0 ,90 องศาจะใช้ความกว้างพัลส์ประมาณ 1 , 1.5 , 2 ms นั่นแสดงว่าสามารถเลือกใช้ตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ต่างๆ ได้จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนความกว้างของพัลส์

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาในด้านการออกแบบโครงสร้างและการทำงานของแขนกลที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม มาทำการเปรียบเทียบและประยุกต์ใช้ ในการออกแบบโครงสร้าง และส่วนประกอบต่างๆ ของแขนกล โดยแขนกลที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบ Articulated Arm (Revolute) ซึ่งมีการเคลื่อนที่ สามองศาอิสระ (3 Degree of Freedom หรือ3-DOF) โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล

สามารถนำแขนกลที่สร้างขึ้นนี้มาใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาเทียบเคียงสมรรถภาพของตัวควบคุมต่างๆเป็นแนวทางในการพัฒนา ให้มีสมรรถนะและการทำงานให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและทำโครงงานนี้ในช่วงแรกเกิดปัญหาคือ ขณะทำการป้อนไฟให้วงจร แขนกลมีการสั่นทั้งในขณะอยู่นิ่ง และขณะเปลี่ยนตำแหน่ง ภายหลังทราบว่าเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของโปรแกรม เนื่องจากไม่เคยศึกษาโปรแกรมภาษาซีมาก่อน จึงได้แก้ไขโปรแกรมให้มีความเสถียรยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังพบปัญหาทางด้านโครงสร้าง เนื่องจากโครงสร้างทั้งหมดทำด้วยอะคริลิค จึงมีความเปราะเมื่อเมื่อเคลื่อนไหวหรือขณะปากคีบทำการจับวัตถุ เกิดการแตกหักบ่อยครั้ง ภายหลังจึงนำอลูมิเนียมมาเสริมเพื่อให้ส่วนที่ต้องมีแรงกดมากมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

ในการออกแบบโครงสร้างของแขนกล จะต้องมีการศึกษาในเรื่องของโครงสร้างและการทำงานของแขนกลแต่ละชนิดแล้วนำมาเปรียบเทียบการทำงานว่าแต่ละชนิดนั้นมีข้อแตกต่างกันอย่างไร มีข้อดีข้อเสียตรงไหน วัสดุที่นำมาทำโครงสร้างของแขนกล จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและน้ำหนักของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างแขนกล ขนาดของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนแขนกลแต่ละส่วนนั้น จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับน้ำหนักและขนาดของแขนแต่ละส่วน ซึ่งในการเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ใช้นั้นจะต้องมีการคำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์ซึ่งก็ขึ้นกับน้ำหนักของแขนแต่ละส่วน วงจรการควบคุมมอเตอร์ต้องเลือกวงจรที่มีความเหมาะสม คือ สามารถทนต่อค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงมีการควบคุมการทำงานได้ง่าย ที่สำคัญสามารถหาซื้อได้ง่าย

นอกจากนั้นในการควบคุมตำแหน่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมุมองศานั้น ถ้าอุปกรณ์ที่ใช้มีความละเอียดตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแขนกลก็จะมีความผิดพลาดน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการประมวลผลภาพและโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมภาษาซี ซึ่งเขียนเพื่อใช้ในการควบคุมตำแหน่งของแขนกล และบันทึกค่าตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว มีดังต่อไปนี้

```
#include <Keypad.h>

#include <EEPROM.h>

const byte ROWS = 4; //four rows

const byte COLS = 4; //four columns

//define the cymbols on the buttons of the keypads

char hexaKeys[ROWS][COLS] =

{

  {'0','1','2','3'},

  {'4','5','6','7'},

  {'8','9','a','b'},

  {'c','d','e','f'}

};
```

// เป็นการกำหนดค่าแต่ละตำแหน่งใน เมตริกซึ่งใช้แทน ปุ่ม SW แต่ละที่ตามวงจร

```
byte rowPins[ROWS] = {3, 2, 1, 0}; //connect to the row pinouts of the keypad

byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4}; //connect to the column pinouts of the keypad


//initialize an instance of class NewKeypad

Keypad cusomKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
```

// การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรต่างๆ เป็นการหนดค่าเริ่มต้นที่ มอเตอรีสามารถทำงานได้ ตั้งแต่ตัวที่ 1-6

```
int i = 800;

int j = 800;

int k = 800;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int m = 800;

int n = 800;

int p = 800;

int addr = 0; // ค่า แอดเดรส ใน EEPROM เริ่มใช้ที่ตำแหน่งที่ 0

byte value = 0; // ???

// ค่าพวกนี้ จะเริ่มใช้ในการเก็บค่า ซึ่งการเก็ยค่า จะใช้เป็น ไบต์

byte ii = 0;

byte jj = 0;

byte kk = 0;

byte mm = 0;

byte nn = 0;

byte pp = 0;

// อะไร ไม่รู้

int sensor = 0;



//-----------------------------------------------------------------------//



void setup()

{

 Serial.begin(9600); // set baudrate //

 // PORT D 8-13 เป็น output

 pinMode(8,OUTPUT);  // set pin No. //

 pinMode(9,OUTPUT);

 pinMode(10,OUTPUT);

 pinMode(11,OUTPUT);

 pinMode(12,OUTPUT);

 pinMode(13,OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 // receive sensor signal condition //
 pinMode(6, INPUT);
}

//--------------------------------------------------------------------//

void loop()
{
 char customKey = cusomKeypad.getKey();

 // if (customKey != NO_KEY) - ถ้าไม่มีการกดปุ่มใดๆเลย คำสั่งนี้จะสั่งให้ servo อยู่ที่ตำแหน่งนั้นๆไปเรื่อยๆ เพราะ ใช้คำสั่ง viod loop() //
 // นี่เป็นการกำหนด พัลซ์ การทำงานให้แก่เซอร์โว มอเตอร์ 1/50 =0.02s or 20000 us.

  digitalWrite(8, HIGH); // servo will high at 800 = i.This period
  delayMicroseconds(i);
  digitalWrite(8, LOW);
  delayMicroseconds(20000-i); // เซอร์โวตัวที่ 1 servo will LOW at 20000-800 this is period

  digitalWrite(9, HIGH);
  delayMicroseconds(j);
  digitalWrite(9, LOW);
  delayMicroseconds(20000-j); // เซอร์โวตัวที่ 2

  digitalWrite(10, HIGH);
  delayMicroseconds(k);
  digitalWrite(10, LOW);
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  delayMicroseconds(20000-k);// เซอร์โวตัวที่ 3


  digitalWrite(11, HIGH);
  delayMicroseconds(m);
  digitalWrite(11, LOW);
  delayMicroseconds(20000-m);// เซอร์โวตัวที่ 4


  digitalWrite(12, HIGH);
  delayMicroseconds(n);
  digitalWrite(12, LOW);
  delayMicroseconds(20000-n);// เซอร์โวตัวที่ 5


  digitalWrite(13, HIGH);
  delayMicroseconds(p);
  digitalWrite(13, LOW);
  delayMicroseconds(20000-p);// เซอร์โวตัวที่ 6


//-------------------------------------------------------------------//


// Servo ตัวที่ 1 //


 // sw 1+ //
 if (customKey == '0') // customKey is a first SW.
 {
  i = i + 50; // A period of servo when it's ON is up 50 per time that u push SW.
  if (i > 2200) //ถ้า คาบการทำงานเริ่มจาก 800 จน มากกว่า 2200 ค่า i max ก็ยังเป็น 2200 อยู่ดี กำหนด ลิมิตให้มัน
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
     i = 2200;
    }

   delay (100);
   Serial.print("i+=");
   Serial.println(i); // เป็นการแสดงผลให้เห็นเฉยๆว่าค่า ไปถึง เท่าไหร่แล้ว

 }

 // sw 1- //
 if (customKey == '1') // ขากลับก็ห้ามน้อยกว่า 800
 {
  i = i - 50;
  if(i < 800)
    {
     i = 800;
    }

   delay (100);
   Serial.print("i-=");
   Serial.println(i);
 }
 // ตัวที่ 2 //
// sw 2+ //
 if (customKey == '2')
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  j = j + 50;
  if ( j > 2200 )
    {
     j = 2200;
    }

  delay (100);
  Serial.print("j+=");
  Serial.println(j);
 }

 // sw 2- //
 if (customKey == '3')
 {
  j = j - 50;
  if(j < 800)
    {
     j = 800;
    }
  delay (100);
  Serial.print("j-=");
  Serial.println(j);
 }
// ตัวที่ 3 //
// sw 3+ //
 if (customKey == '4')
 {
  k = k + 50;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if ( k > 2200 )
   {
    k = 2200;
   }

 delay (100);
 Serial.print("k+=");
 Serial.println(k);
}
// sw 3- //
if (customKey == '5')
{
 k = k - 50;
 if(k < 800)
   {
    k = 800;
   }

 delay (100);
 Serial.print("k-=");
 Serial.println(k);
}
// ตัวที่ 4 //
// sw 4+ //
 if (customKey == '6')
 {
  m = m + 50;
  if ( m > 2200 )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      m = 2200;
    }

   delay (100);
   Serial.print("m+=");
   Serial.println(m);
  }
  // sw 4- //
  if (customKey == '7')
  {
   m = m - 50;
   if(m < 800)
    {
      m = 800;
    }
   delay (100);
   Serial.print("m-=");
   Serial.println(m);

  }
 // ตัวที่ 5 //
// sw 5+ //
 if (customKey == '8')
 {
  n = n + 50;
  if ( n > 2200 )
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    n = 2200;
   }
  delay (100);
  Serial.print("n+=");
  Serial.println(n);
 }
 // sw 5- //
 if (customKey == '9')
 {
  n = n - 50;
  if(n < 800)
   {
    n = 800;
   }
  delay (100);
  Serial.print("n-=");
  Serial.println(n);
 }
 // ตัวที่ 6 //
// sw 6+ //
 if (customKey == 'a')
 {
  p = p + 50;
  if ( p > 2200 )
   {
    p = 2200;
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  delay (100);
  Serial.print("p+=");
  Serial.println(p);
  }

 // sw 6- //
 if (customKey == 'b')
 {
  p = p - 50;
  if(p < 800)
    {
     p = 800;
    }

  delay (100);
  Serial.print("p-=");
  Serial.println(p);
 }

//-------------------------------------------------------------------------//

 // เก็บค่า //
 if (customKey == 'c')
 {
  ii = i/10; // การเก็บค่าเซอร์โวตัวที่ 1 จะใช้เป็น ไบต์ จึงมีการ หาร 10 เพื่อให้ค่า ไม่เกิน 256 ไบต์
  EEPROM.write(addr, ii); // EEPROM.write(ตำแหน่งเริ่มต้น,ค่าไปต์ตำแหน่งแรกที่มอเตอร์ทำงาน)
  addr = addr + 1; //
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
jj = j/10;
EEPROM.write(addr, jj);
addr = addr + 1;

kk = k/10;
EEPROM.write(addr, kk);
addr = addr + 1;

mm = m/10;
EEPROM.write(addr, mm);
addr = addr + 1;

nn = n/10;
EEPROM.write(addr, nn);
addr = addr + 1;

pp = p/10;
EEPROM.write(addr, pp);
addr = addr + 1;

if (addr == 512) // addr maximun size EEPROM : 512 byte //
 {
   addr = 0;
 }

delay(500);  // dalay เพื่อป้องกันการกดปุ่มซ้ำ อาจทำให้จำค่าผิดได้ //
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------------------------------------------------------//

// อ่านค่า จะใช้เลขฐาน 10 จึงมีการ คูณ 10 เข้าไปเพื่อ ให้ค่าแสดงเป็นค่า หลักร้อยเหมือนเดิม ค่า i-p//
if (customKey == 'e')
 {
  ii = EEPROM.read(addr-6); //อ่านค่าที่ตำแหน่ง 0
  i = ii * 10;
  Serial.print(addr-6);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(i);

  jj = EEPROM.read(addr-5);  //อ่านค่าที่ตำแหน่ง 1
  j = jj * 10;
  Serial.print(addr-5);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(j);

  kk = EEPROM.read(addr-4);//อ่านค่าที่ตำแหน่ง 2
  k = kk * 10;
  Serial.print(addr-4);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(k);

  mm = EEPROM.read(addr-3);//อ่านค่าที่ตำแหน่ง 3
  m = mm * 10;
  Serial.print(addr-3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.print("\t");

  Serial.println(m);


  nn = EEPROM.read(addr-2);//อ่านค่าที่ตำแหน่ง 4

  n = nn * 10;

  Serial.print(addr-2);

  Serial.print("\t");

  Serial.println(n);


  pp = EEPROM.read(addr-1);//อ่านค่าที่ตำแหน่ง 5

  p = pp * 10;

  Serial.print(addr-1);

  Serial.print("\t");

  Serial.println(p);



  if (addr == 512)

   {

     addr = 0;

   }


  delay(500);

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// receive sensor signal condition //
```

```
sensor = digitalRead(6);  // read digital signal from input pin no.6 //


if (customKey == 'f')
{
 addr2 = 0;
 for (int y=1;y<=6;y++)
 {
    ii = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    jj = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    kk = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    mm = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    nn = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    pp = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    i = ii * 10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
j = jj * 10;
k = kk * 10;
m = mm * 10;
n = nn * 10;
p = pp * 10;
      digitalWrite(8, HIGH);
      delayMicroseconds(i);
      digitalWrite(8, LOW);
      delayMicroseconds(20000-i);
      digitalWrite(9, HIGH);
      delayMicroseconds(j);
      digitalWrite(9, LOW);
      delayMicroseconds(20000-j);
      digitalWrite(10, HIGH);
      delayMicroseconds(k);
      digitalWrite(10, LOW);
      delayMicroseconds(20000-k);
      digitalWrite(11, HIGH);
      delayMicroseconds(m);
      digitalWrite(11, LOW);
      delayMicroseconds(20000-m);
      digitalWrite(12, HIGH);
      delayMicroseconds(n);
      digitalWrite(12, LOW);
      delayMicroseconds(20000-n);
      digitalWrite(13, HIGH);
      delayMicroseconds(p);
      digitalWrite(13, LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            delayMicroseconds(20000-p);

          delay(4000);


    if (addr > 35)

      {

        addr = 0;

      }

  }

 }


}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน บอร์ด ET-Easy168 STAMP

ET-EASY168 STAMP is mini AVR8 Board Microcontroller that only is 2cm x 5cm or it is equivalent to IC 28 DIP 300. It uses AVR8 Microcontroller No.ATmega168 of ATMEL to be MCU on board. This MCU is 32 TQFP and it includes the necessary peripheral devices such as Oscillator and Reset internal board. Moreover, internal board includes IC USB Bridge No.FT232R of FTDI to be RS232 Serial Communication between board and computer PC through Port USB directly. So, this Board ET-EASY168 STAMP is the mini training board that is full of the necessary peripheral devices for operations of AVR8 Microcontroller. It only interfaces USB Cable from Port USB of computer PC with USB Connector of Board ET-EASY168 STAMP, it makes user can write program and download Code into MCU to experiment instantly.

Specifications of Board

Use AVR8 MCU No.ATmega168 of ATMEL and run with frequency 16 MHz. Has 16KByte Flash Memory to write program if developing program through AVRISP System; or 14KByte Flash Memory if developing program through Boot Loader RS232. Has 1KByte SRAM and 512Byte EEPROM. Has 22Bit GPIO

- 14Bit Digital GPIO
- 10Bit 8-Channel Analog Input (ADC)
- Use +5VDC Power Supply; both +5VDC/500mA from Port USB and +5VDC from external. There is LED Power to display status of Power Supply.
- Has External Reset Circuit that is RC Reset and Switch Reset internal board.
- Place Connector on Pin Header with 2.54mm(100mil) width, 28Pin (14Pin per each side) with 600mil(1.5cm) width, so it is easy to apply and expand I/O circuit. Moreover, it can be used with Project Board and all-purpose PCB easily.
- Has USB Connector to interface with computer PC through USB Bridge of FTDI in the format of RS232 Serial Communication; in this case, it is

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- used to communicate and download Code into MCU on board. Has IDE 10PIN AVRISP Connector to download program into MCU internal board if not developing program through Boot Loader.
- Has LED to display status that connects with PB5 of AVR (Digital-13 of Arduino Project) to be the simple testing device.

Function of Signal Pins When Using As "Arduino Project"

• **+5V(+Vin):** This pin receives external +5VDC Power Supply to be Power Supply of board.

• **+VCC(+5V):** This pin is Power Supply in the same point of supplying power to +VCC of MCU. This point receives voltage from 2 sources; Pin +5V(+Vin) from Pin 28 of Board and Pin **+VUSB(+5V**) from USB Connector of board. In this case, there is Diode to protect voltage from reverse.

• **+AREF**: This pin receives Signal Reference Voltage (Analog Reference) for Analog Input Circuit if using external Reference Voltage.

• **RESET#:** It is RESET Pin of CPU that runs at Logic "0".

• **Digital[0..13]:** It is Digital I/O Pin that can be connected with Signal Logic TTL (5V).

• **Analog[0..7]:** It is Analog Input Pin that can receive Analog Input in the range of 0..+5V.

Function of Signal Pins When Using As "AVR Micro Controller"

• **+5V(+Vin):** This pin receives external +5VDC Power Supply to be Power Supply of Board.

• **+VCC(+5V):** This pin is Power Supply in the same point of supplying to +VCC of MCU. This point receives voltage from 2 sources; Pin

+5V(+Vin) from Pin 28 of Board and Pin **+VUSB(+5V)** from USB Connector of board. In this case, there is Diode to protect voltage from reverse.

• **+AREF**: This pin receives Signal Reference Voltage (Analog Reference) for Analog Input Circuit if using external Reference Voltage.

• **RESET#:** It is RESET Pin of CPU that runs at Logic "0".

• **PB[0..5]:** It is Digital I/O Pin that can be connected with signal Logic TTL (5V).

• **PD[0..7]:** It is Digital I/O Pin that can be connected with signal Logic TTL (5V).

• **PC[0..5]:** It is I/O Pin that can be set both Digital and Analog Input.

• **ADC6,ADC7:** It is Analog Input Pin that can receive Analog Input in the range of 0..+5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทีมงานอีทีที. “SERVO MOTOR.” [Online].

www.kmitl.ac.th/robot/article/**servo_motor**_book.pdf. 2546.

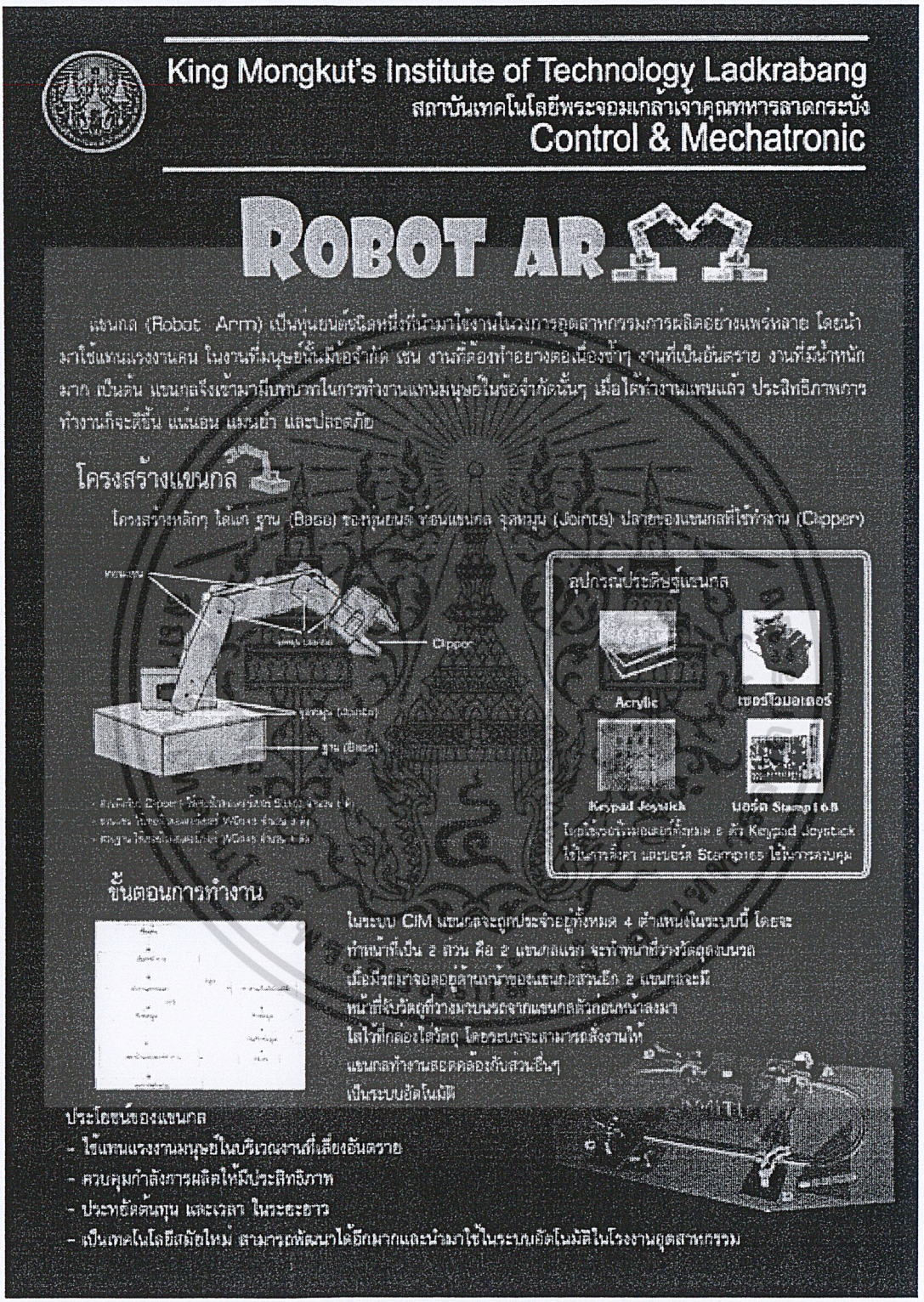
[2] อ.วศิน์วิโรตม์ เนติศักดิ์. “บทที่ 1.” [Online].

www.**lcct.ac.th/office/home_el/book/cim.doc**. 2011

[3] ประจิน พลังสันติกุล. **เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพล์เลอร์ เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปสเตอร์แสดงรายละเอียดของแขนกล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้