สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตแบบผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

: INSECT ROBOT SECTION

T119226

นายธนพัตร์ คำชุ่ม
นางสาวสุมัญญา พิมปรุ
นางสาวหทัยกาญจน์ ปินตา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119226
วัน,เดือน,ปี - 6 S.A. 2554

b.12636324
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

: INSECT ROBOT SECTION

Mr.Tanapat Kumchoom

Ms. Sumunya Phimpru

Ms. Hataikarn Pinta

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 การผลิตแบบผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING : INSECT ROBOT SECTION

ผู้จัดทำ นายธนพัตร์ คำชุ่ม

นางสาวสุมัญญา พิมปรุ

นางสาวหทัยกาญจน์ ปินตา

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เทพจิตร์ เชยโภคา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตแบบผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

โดย
นายธนพัตร์ คำชุ่ม 50010615
นางสาวสุมัญญา พิมปรุ 50011749
นางสาวหทัยกาญจน์ ปินตา 50011801

อาจารย์ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา
อาจารย์ เทพจิตร์ เชยโภคา
ดร. วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอทฤษฎีและการจำลองการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย ระบบลำเลียง, หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์, หุ่นยนต์แมลงหกขา, แขนกล และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้คือ นำระบบ การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้จริง และในส่วนที่ได้รับผิดชอบคือส่วนของหุ่นยนต์แมลงหกขา

ขั้นตอนดำเนินการ เริ่มจากการออกแบบและประกอบโครงสร้างทางกายภาพของหุ่นยนต์แมลงหกขา ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลงหกขา แล้วจึงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาซี เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลงหกขา โดยมีการควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านบอร์ดควบคุม แล้วสัญญาณจะถูกส่งไปยังตัวรับสัญญาณในตัวหุ่นยนต์ หลังจากนั้น คำสั่งจากคอนโทรลเลอร์จะถูกส่งไปยังตัวเซอร์โวมอเตอร์ในแต่ละข้อต่อเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ และท้ายสุดทำการทดลอง จากการทดลองพบว่าหุ่นยนต์ที่ได้ออกแบบนั้น สามารถควบคุมให้เดินได้ตามต้องการคือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และอยู่ณ ตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

: INSECT ROBOT SECTION

By

Mr.Tanapat Kumchoom 50010615

Ms. Sumunya Phimpru 50011749

Ms. Hataikarn Pinta 50011801

Advisors

Assoc.Prof.Dr. Vanchai Riewruja

Mr. Thepjit Cheypoca

Dr. Wandee Petchmaneelumka

Academic Year 2010

ABSTRACT

This thesis presents theory and simulation of computer integrated manufacturing. The whole system consists of conveyor system, robot arm, humanoid robot and insect robot. The goal of this project is to propose automation manufacturing processes simulation in order to use the knowledge for application. Our responsibility in this project is insect robot.

Procedure of this project can be explained as follows. Firstly, the structure of robot is studied and designed. Secondly, the necessary circuit for robot is studied and designed. Thirdly, the C language program is written for control movement of insect robot. Then, the control signal from remote is transmitted to receiver of insect robot. After that, the controller will send a command to control servo motor for the movement of insect robot. Lastly, the insect robot can turn left, turn right, go back and go straight. The results show that the movement can be controlled to the expected position with negligible error.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก รส.ดร.วันชัย ริ้วรุจา, อ.เทพจิตร์ เชยโภคา ,ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นรวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้เงินทุนสำหรับสนับสนุนบางส่วนในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณเพื่อนที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กันเสมอมา ให้ยืมอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นายธนพัตร์ คำชุ่ม

นางสาวหทัยกาญจน์ ปินตา

นางสาวสุมัญญา พิมปรุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VIII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์	3
2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์	3
2.1.2 ส่วนประกอบย่อยของระบบ ผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์	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	6
2.1.3.1 ระบบข้อมูลหลักขององค์กร	6
2.1.3.2 ระบบควบคุมสายการผลิต	7
2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM	7
2.1.4.1 ฮาร์ดแวร์	7
2.1.4.2 ซอฟต์แวร์	8
2.1.5 คอมพิวเตอร์ที่ใช้กับระบบ CIM	8
2.2 ระบบลำเลียง	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.1 หลักการทำงานของระบบลำเลียง จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ 9

2.2.1.1 แบบ Manual 9

2.2.1.2 แบบ Automatic 9

2.2.2 ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบลำเลียง มีดังนี้ 9

2.2.2.1 มอนิเตอร์ 9

2.2.2.2 บอร์ดที่ใช้ในการควบคุม 10

2.2.2.3 รถลำเลียง 10

2.2.2.4 สถานี 11

2.2.2.5 แขนกล 11

2.2.3 การติดต่อสื่อสารกันของระบบ 11

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน 13

2.3 Humanoid 13

2.3.1 ส่วนประกอบของ Humanoid 14

2.3.1.1 Hardware 14

2.3.1.2 Software 14

2.3.2 หลักการทำงาน 14

2.3.3 การประยุกต์ใช้งาน 16

2.4 หุ่นยนต์แมลงหกขา 17

2.4.1 Hardware 17

2.4.2 Software 18

2.4.3 การประยุกต์ใช้งาน 18

2.5 แขนกล 19

2.5.1 โครงสร้างของแขนกล 19

2.5.2 ชนิดของ เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในแขนกล 21

2.5.3 ขั้นตอนการทำงานของแขนกล 22

2.5.4 การประยุกต์ใช้งาน 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	24
3.1 Hardware	24
3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ	24
3.1.2 RC Servo motor	25
3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของ Servo motor	27
3.1.3 วงจรบนตัวหุ่นยนต์	29
3.1.3.1 ส่วนรับสัญญาณ	29
3.1.3.2 ส่วนถอดรหัส หรือ Decoder	30
3.1.3.3 ส่วนของคอนโทรลเลอร์	31
3.1.4 วงจรรีโมท	32
3.1.4.1 ส่วน ส่งสัญญาณ	32
3.1.4.2 ส่วนของ Encoder	33
3.2 Software	34
3.2.1 คุณสมบัติของบอร์ด	36
3.2.2 หน้าที่ของขาสัญญาณในการใช้งานแบบ “Arduino Project”	36
3.3 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง	37
3.4 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง	38
บทที่ 4 การทดลอง	40
4.1 วิธีการทำการทดลอง	40
4.2 ตารางการทดลอง	41
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	42
5.1 สรุปผลการทดลอง	42
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	42
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก โปรแกรมการควบคุมหุ่นยนต์แมลง 45

ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 65

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12D 65

ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12E 70

ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน RWS-374 series 80

ข.4 เอกสารคู่มือการใช้งาน TWS-BS series 83

ภาคผนวก ค โปสเตอร์หุ่นยนต์แมลง 86

เอกสารอ้างอิง 87

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	10
2.8 สถานีขนส่งสินค้า	11
2.9 แขนกล	11
2.10 ขั้นตอนการทำงาน	12
2.11 หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์	13
2.12 องค์ประกอบของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์	15
2.13 Controller และพอร์ตต่างๆ	15
2.14 วงจรสวิตช์ที่ใช้กดเพื่อกำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์	16
2.15 หุ่นยนต์แมลง	17
2.16 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์แมลง	17
2.17 โครงสร้างของหุ่นยนต์แมลงเมื่อนำมาประกอบกันแล้ว	18
2.18 แขนกล	19
2.19 องค์ประกอบของแขนกล	19
2.20 วงจรบอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหว	20
2.21 แสดงบอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนกล	20
2.22 บอร์ด AVR8 รุ่น ET-EASY168 STAMP	21
2.23 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.24 Flow chart การทำงานของแขนกล	23
3.1 การทำงานโดยรวมของหุ่นยนต์แมลง	24
3.2 หุ่นยนต์แมลงหกขาที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks	25
3.3 องค์ประกอบย่อยๆ ของขาหุ่นยนต์แมลง	25
3.4 องค์ประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์	26
3.5 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมเซอตร์โวมอเตอร์	27
3.6 วงจรบนตัวหุ่นยนต์แมลง	29
3.7 ตัวรับสัญญาณ	29
3.8 วงจรรับสัญญาณ	30
3.9 วงจร Decoder	30
3.10 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP	31
3.11 วงจร Controller	31
3.12 วงจรบอร์ดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง	32
3.13 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ	32
3.14 วงจรส่งสัญญาณ	33
3.15 วงจร Encoder	34
3.16 วงจรจริงบนตัวหุ่นยนต์แมลง	34
3.17 วงจรจริงบนบอร์ดควบคุมการเคลื่อนที่	34
3.18 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP	35
3.19 ภาพแสดงลักษณะการเคลื่อนที่แยกตามสี	37
3.20 Flow chart แสดงการทำงานของหุ่นยนต์แมลง	38
3.21 Flow chart แสดงการ interrupt	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ตางรางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการป้อนสัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ 41

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 สินค้า ได้ใช้คน สัตว์ และได้พัฒนามาใช้เครื่องจักร และได้มีการพัฒนาเครื่องจักรมาเรื่อยๆ เพื่อผลตอบตอบแทนที่ดี และคุ้มค่ายิ่งขึ้น โครงงานนี้จึงได้ศึกษาและจำลองการขนส่งลำเลียงสินค้าไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมรูปแบบต่างๆ เพื่อความสะดวกสบายง่ายแก่การตรวจสอบเก็บข้อมูลและลดข้อผิดพลาดต่างๆให้น้อยที่สุด ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมต้องมีการผสมผสานของอุปกรณ์ต่างๆ ข้อมูลต่างๆ และการควบคุมกระบวนการ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงถูกใช้ในการช่วยมนุษย์ในการดำเนินงาน จึงเป็นการรวมงานทางวิศวกรรมเพื่อออกแบบระบบและโปรแกรมให้เข้ากับคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์(Computer Integrated Manufacturing CIM)

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้เป็นการศึกษาการออกแบบและควบคุมระบบการขนส่งลำเลียงโดยนำระบบ CIM มาประยุกต์ใช้ได้จริง และในส่วนที่ได้รับผิดชอบคือส่วนของหุ่นยนต์แมลงหกขา และจุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยมีดังนี้

1. เพื่อเพิ่มผลผลิต
2. เพิ่มคุณภาพ ลดปัญหาและข้อผิดพลาดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานอุตสาหกรรม

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

ในการทำโครงงานนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบ CIM ก่อนที่จะเริ่มทำโครงงาน หลังจากศึกษาหาข้อมูลมาแล้วพบว่า โครงงานนี้เป็นการออกแบบและควบคุมโดยนำระบบ CIM มาใช้จัดการระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับและเพื่อแสดงให้เห็นถึงระบบลำเลียงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรก ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย รถราง ราง สถานี แขนกล หุ่นยนต์แมลง หุ่นยนต์สองขา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนที่สอง ซอฟท์แวร์ ประกอบด้วย การโปรแกรมเพื่อควบคุม รถราง สถานี แขนกล หุ่นแมลง หุ่นยนต์สองขา ส่วนที่สามส่วนประมวลผล คือการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตอน และส่วนที่สี่ มอนิเตอร์คือส่วนแสดงสถานะภาพการทำงานของระบบการลำเลียงสินค้าทั้งหมดและสามารถทำการควบคุมระบบจากส่วนนี้ได้ ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการใหม่ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในระบบ CIM และรายละเอียดของส่วนประกอบทั้งหมดในระบบ CIM

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของหุ่นยนต์แมลงหกขา รวมถึงแนวคิดในการออกแบบ

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองระบบควบคุมตำแหน่งลูกบอลบนคาน

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 1 แล้วว่า ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบ จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นของระบบ CIM ที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบ CIM ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน

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

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ CIM

เป็นระบบการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกัน ข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของ CIM คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วระบบ CIM จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ปัจจุบันที่ได้รับจากตัวตรวจรู้ (Sensor)

CIM มีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ ขอบข่ายหน้าที่การทำงานของ CIM มีหลากหลายอย่าง เช่น ออกแบบ วิเคราะห์ วางแผน จัดซื้อ จัดการบัญชีต้นทุน ควบคุมคงคลัง และการกระจายผลิตภัณฑ์ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงโดยคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ หรือหน่วยต่างๆ ภายในองค์กร CIM จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการ ได้โดยตรงและสามารถแสดงการทำงานปัจจุบันของทุกกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่าง 3 ประการที่ทำให้ CIM แตกต่างจาก ระบบการผลิตแบบอื่นๆ 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 คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (Computer Aided Design, CAD) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบและเขียนแบบรวมทั้งสร้าง ภาพสองหรือสามมิติได้โดยสะดวก นอกจากจากนี้ยังช่วยวิเคราะห์การออกแบบด้วยเช่นใช้ประเมินค่าพิกัดเผื่อ (Tolerance) ของการสวมหรือประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันก่อนนำไปผลิตจริง เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทาง CAD แล้ว แบบที่ถูกเขียนขึ้นก็จะถูกส่งไปยังส่วน Numerical Control (NC) ทำการเขียนโปรแกรมและป้อนข้อมูล ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อปฏิบัติการขึ้นรูปทางกล หลังจากนั้นจะมีการทดสอบ run โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาด เรียกว่า dry run และหลังจากนั้นจากแก้ไขข้อผิดพลาดจนเป็นที่พอใจแล้วก็จะส่งต่อไปยังขั้นตอน CAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

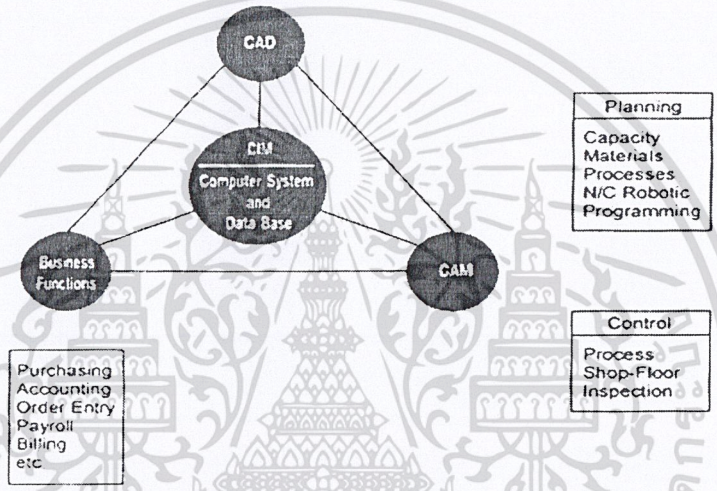
2.1.2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (Computer Aided Manufacturing, CAM) เป็นการนำเอาซอฟต์แวร์มาใช้ในกระบวนการผลิตต่อเนื่องจาก CAD โดยทำการแปลงของมูลที่ป้อนเข้าไปให้เป็นชุดคำสั่ง และนำไปควบคุมเครื่องจักรกลที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือเครื่องจักรกล (Computer Numerical Control, CNC) นั่นเอง CAM เป็นส่วนที่ช่วยเชื่อมโยงระหว่างจินตนาการของการออกแบบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้สำเร็จ CAM ช่วยแปลงข้อมูลจาก CAD ไปสู่ข้อมูลที่ใช่ในการผลิตชิ้นงานนั้นๆ 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 คอมพิวเตอร์ช่วยงานวิศวกรรม (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 การสื่อสารของข้อมูลระหว่างเครื่องมือใน โปรแกรมเหล่านี้เป็นการท้าทายของการประยุกต์ใช้โดยส่วนใหญ่ปกติข้อมูลจะถูกส่งในลักษณะที่เป็นมาตรฐานของการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเก็บในฐานข้อมูล

ในระบบ CAD/CAM มักจะมีโปรแกรมสำหรับควบคุม คุณภาพเป็นส่วนหนึ่งเสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อทำการตรวจสอบหรือ เช็คข้อผิดพลาดของชิ้นงานที่เครื่องผลิตออกมาได้ หากโปรแกรมควบคุมคุณภาพตรวจพบค่าผิดพลาดก็จะทำการคำนวณ เพื่อแก้ไขและส่งค่าใหม่ที่ถูกต้องไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของ CAM ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้อยู่ในค่าพิกัดที่ถูกกำหนดไว้ ระบบการผลิตชนิดอัตโนมัติเต็มรูปแบบมักจะมีวิธีการวัดที่เรียกว่า In-Process Measuring System ทำให้ระบบที่ควบคุม เครื่องจักรสามารถตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณจาก ผลของการตรวจวัดและจะต้องสามารถปรับค่าหรือชดเชยค่าการสึกหรอ ของเครื่องมือเมื่อได้รับการแจ้งว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าพิกัดเผื่อที่กำหนดเอาไว้

เอกสารนี้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIM เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประสานและการควบคุม ระบบการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การ ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้ได้ระบบการผลิตและผลผลิตที่ สมบูรณ์การประยุกต์ระบบ CIM มาใช้เป็นการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ การใช้ CIM ก็คือการเชื่อมโยง ระหว่างกันของระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบการผลิต จากการที่ได้กล่าวมาในตอนต้นนี้สามารถสรุปยุคต่างๆ ที่ได้มีการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Computer) ด้วยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์และเครื่องจักรกล NC จนกลายมาเป็นเครื่องจักรกล CNC



รูปที่ 2.2 ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM

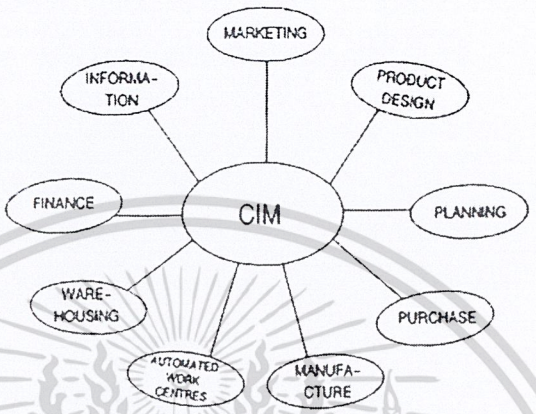
CIM ต้องมีการจัดการด้วยระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้สามารถแบ่งระบบของข้อมูลออก เป็นสองระบบหลักคือ

2.1.3.1 ระบบข้อมูลหลักขององค์กร จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดเตรียมและการจัด การสายการผลิต, การจัดเตรียมวัตถุดิบเมื่อได้รับใบสั่งซื้อ (Order), การควบคุมสต๊อก และการจัดส่งสินค้า ฯลฯ ระบบข้อมูลหลักของ องค์กรมักจะประกอบไปด้วยข้อมูลทางด้านการตลาด, การออกแบบผลิตภัณฑ์และออกแบบทางวิศวกรรม, การวางแผน, การซื้อขาย, วิศวกรรมโรงงาน, ฮาร์ดแวร์ของโรงงานอัตโนมัติ, โกดังสินค้า, การวิจัยและพัฒนา, การวางแผนทางการเงิน, การจัดการข้อมูลข่าวสาร

2.1.3.2 ระบบควบคุมสายการผลิต ในการวางแผนสายการผลิตนั้นมักจะมีการแบ่งออก เป็นหน่วยงานย่อย ๆ เพื่อทำการควบคุมสายงานการผลิตออกมาต่างหาก โรงงานที่มีเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมัยใหม่ทางด้านการควบคุมสายการผลิตอาจมีการวางแผนระบบการใช้เครื่องจักรให้มีความยืดหยุ่นของระบบการทำงานในกระบวนการผลิตได้ โดยจะใช้ระบบที่เรียกว่า FMS (Flexible Manufacturing System) ในหน่วยงานผลิตย่อยความเกี่ยวโยงกันของระบบ FMS กับ CAD/CAM/CIM



รูปที่ 2.3 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM

ระบบ CIM มีส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.4.1 ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องจักรและอุปกรณ์ของโรงงาน ได้แก่ สถานีงาน (workstation), ส่วนทำงาน (cells), ระบบ DNC/FMS, อุปกรณ์เคลื่อนย้ายชิ้นงานและเครื่องมือ (work and tool handling devices), อุปกรณ์กักเก็บ (storage device), เซนเซอร์ (sensor) และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายในโรงงาน (shopfloor data collection device) เป็นต้น

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

3. อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในสำนักงาน

2.1.4.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์มีอยู่หลากหลายชนิดตัวอย่างคือ โปรแกรม MIS (Management Information System), บริหารการขาย, การตลาด, การเงิน, จัดการฐานข้อมูล, การออกแบบ, การวิเคราะห์,การจำลองแบบ, การสื่อสาร, การแสดงผล, ควบคุมการผลิต, การควบคุมพื้นที่การผลิต, การติดตามงาน,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าคงคลัง, บาร์โค้ด, สั่งซื้อ, สายพานลำเลียง, วางแผนกระบวนการ, บริหารสาธารณูปโภคของโรงงาน

2.1.5 คอมพิวเตอร์ที่ใช้กับระบบ CIM

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

โดยทั่วไปแล้วเราต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะ นำมาใช้กับระบบ CIM ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ความสามารถที่จะใช้ได้กับซอฟต์แวร์ทูล 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 อย่างรวดเร็ว แม้จะมีข้อมูลอย่างมากมาย

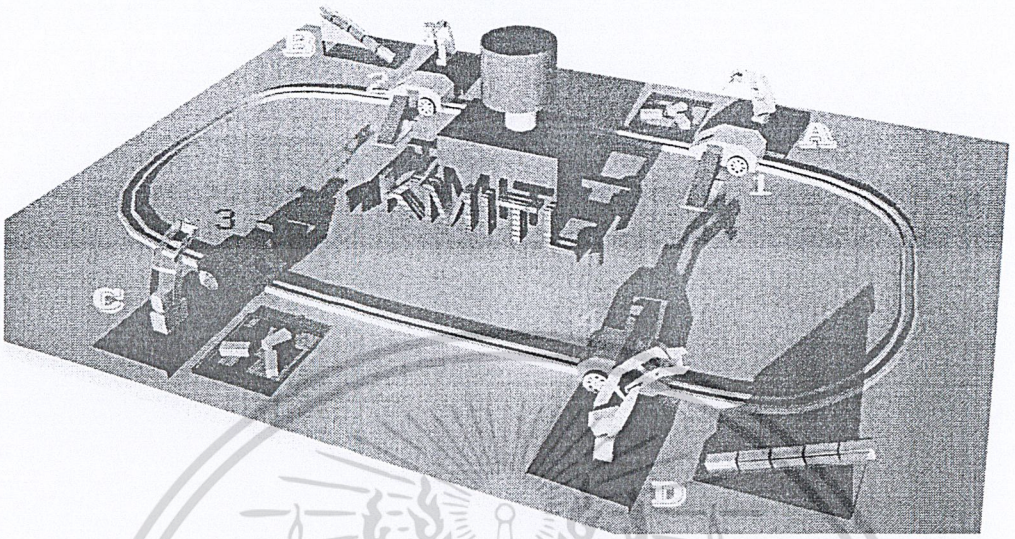
4. เข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ เมื่อถูกต่อเข้ากับระบบเครือข่ายและระบบการสื่อสาร

5. แสดงภาพกราฟิกได้อย่างรวดเร็วและสวยงาม

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบลำเลียง



รูปที่ 2.4 แบบจำลองการลำเลียงสินค้า

2.2.1 หลักการทำงานของระบบลำเลียง จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ

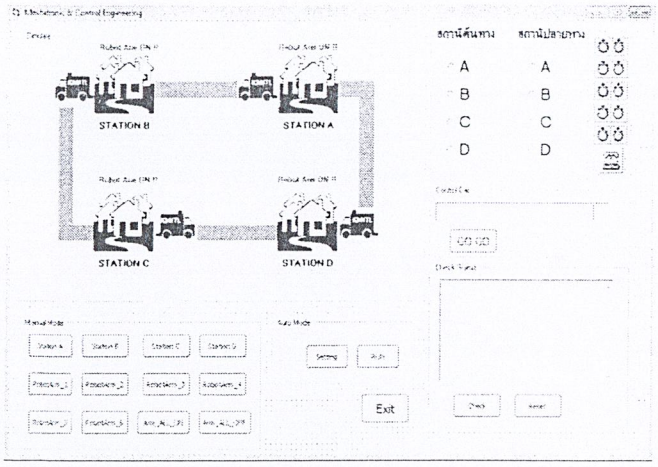
2.2.1.1 แบบ Manual ในการทำงานของ Manual Mode เราจะเป็นผู้สั่งการทำงานของระบบว่าเราต้องการให้รถวิ่งออกจากสถานีใด แล้วไปจอดที่สถานีใด โดยรถที่เหลืออีก สามคัน จะวิ่งไปจอดถัดไปอีกหนึ่งสถานี อย่างเช่น ถ้าเราต้องการให้รถคันที่หนึ่ง วิ่งไปยังสถานีที่สี่ ดังนั้น รถคันที่สองจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่หนึ่ง รถคันที่สามจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่สอง และรถคันที่สี่จะวิ่งไปจอดสถานีที่สาม จะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ไม่ว่าเราจะทำการเลือกรถคันที่เท่าไร สถานีต้นทางหรือปลายทางใด รถคันที่เหลือจะวิ่งไปจอดตามสถานีตามที่กล่าวดังข้างต้น

2.2.1.2 แบบ Automatic เมื่อเราทำการเขียนโปรแกรมและทำการสั่งให้ระบบทำงาน ระบบจะทำงานตามที่เรากำหนด ซึ่งจะคล้ายกับManual Mode 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

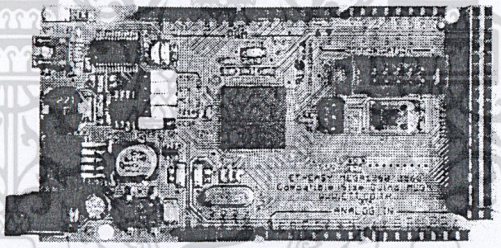
2.2.2.1 มอนิเตอร์ เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานทั้งหมดของระบบ และใช้ในการควบคุมระบบลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



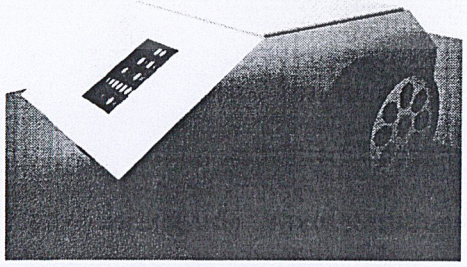
รูปที่ 2.5 มอนิเตอร์

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)

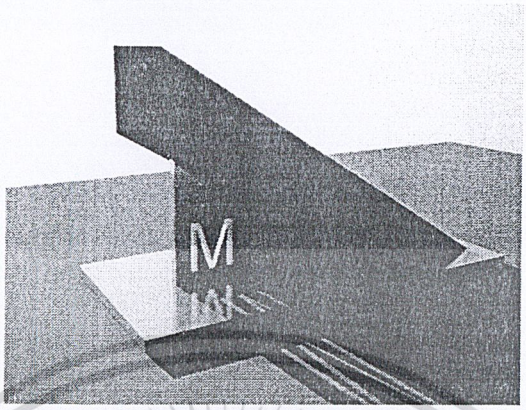
2.2.2.3 รถลำเลียง ทำหน้าที่ขนส่งสิ่งของ ไปยังสถานีต่างๆในระบบลำเลียง



รูปที่ 2.7 รถลำเลียง

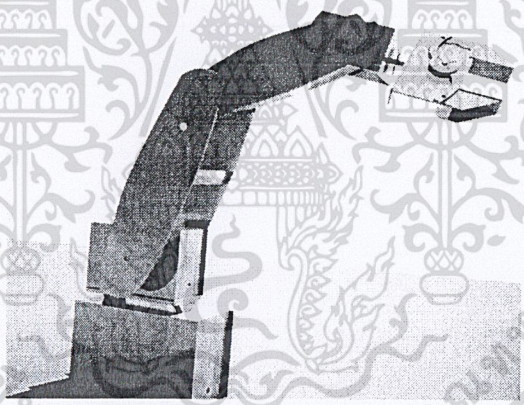
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4 สถานี ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลจาก Main Controller และตรวจเช็คเงื่อนไขคำสั่งจากรถขนส่งสินค้า



รูปที่ 2.8 สถานีขนส่งสินค้า

2.2.2.5 แขนกล ทำหน้าที่ เคลื่อนย้ายชิ้นงาน ระหว่างรถลำเลียงและสถานี



รูปที่ 2.9 แขนกล

2.2.3 การติดต่อสื่อสารกันของระบบ

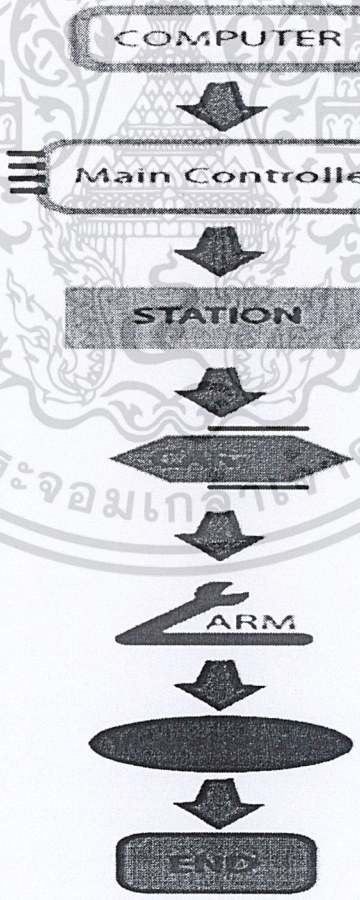
ในการติดต่อกันระหว่างรถกับสถานีเราใช้สัญญาณอินฟาเรด (Infrared) ตัวส่ง คือ หลอดอินฟาเรด และตัวรับ คือ โมดูลรับสำเร็จรูป (3ขา) จะส่งด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ประโยชน์เพื่อเป็นความถี่หลักในการตรวจรับว่าเป็นสัญญาณตัวจริงไม่ใช่สัญญาณรบกวน ตัวรับแบบโมดูล (3ขา) โมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40KHz ถ้าตรงก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น 0 หลักการของมันก็มีแค่ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ถ้าพบวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นก็จะสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ โดยจะติดตั้ง ตัวรับและส่งสัญญาณนี้ไว้ที่ รถ กับ สถานี อย่างละ1ชุด

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

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



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการทำงาน

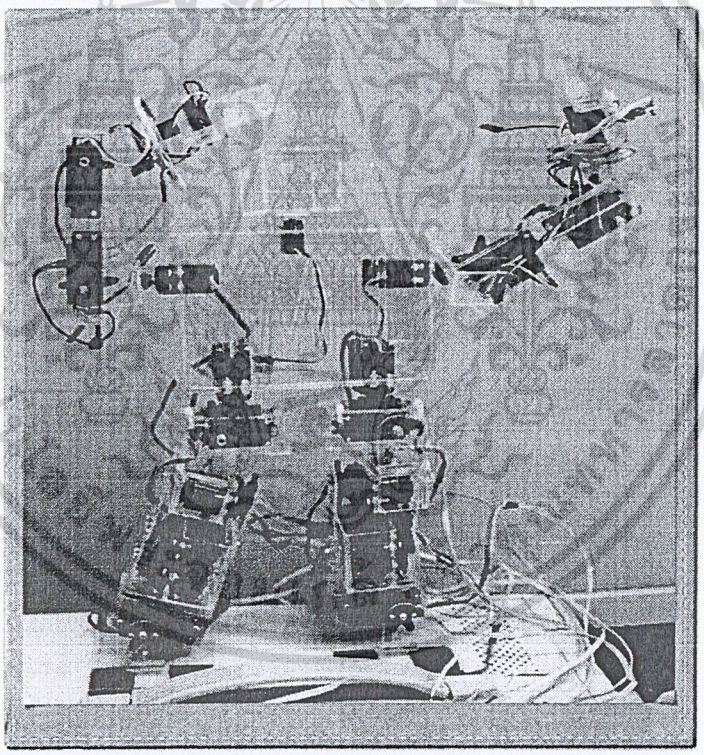
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน

โครงงานนี้เป็นแบบจำลองการลำเลียงสินค้าด้วยรถขนส่งและแขนกลแบบอัตโนมัติ โดยมีการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ซึ่งโรงงานในปัจจุบันระบบในโรงงานจะถูกสั่งงานด้วยคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แบบจำลองนี้ จึงเป็นไปได้มากในอนาคตที่จะมีการพัฒนานำเข้าไปประยุกต์ใช้งานจริงในโรงงานอุสาหกรรม เพื่อลดปริมาณคน ความปลอดภัย เวลา และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

2.3 หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ คือหุ่นยนต์ที่ทำขึ้นมาให้คล้ายกับการเดินของมนุษย์ ซึ่งใช้เซอร์โวมอเตอร์ ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของทุกๆข้อต่อซึ่งองค์ประกอบในทุกๆส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ได้ทำการออกแบบโดยใช้ SolidWorks และใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงาน



รูปที่ 2.11 หุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ มี 2 ส่วนคือ

2.3.1.1 ฮาร์ดแวร์

1. Easy Mega1280Servo MG945Servo S3003
2. Digital servo EK2-0508
3. Acrylic 2 mm.
4. Acrylic 3 mm.

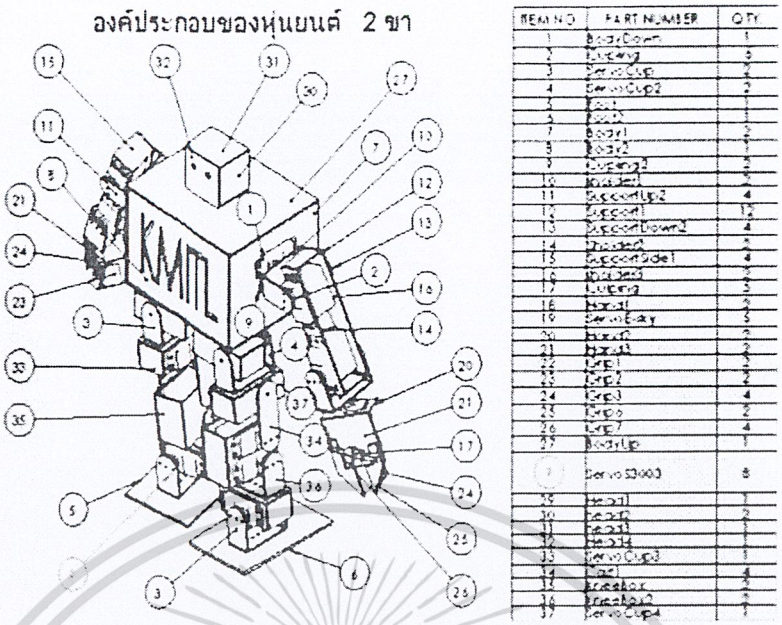
2.3.1.2 ซอฟต์แวร์

1. Arduino (version 0008)
2. SolidCam (version 2008)
3. SolidWorks (version 2008)
4. Mach3

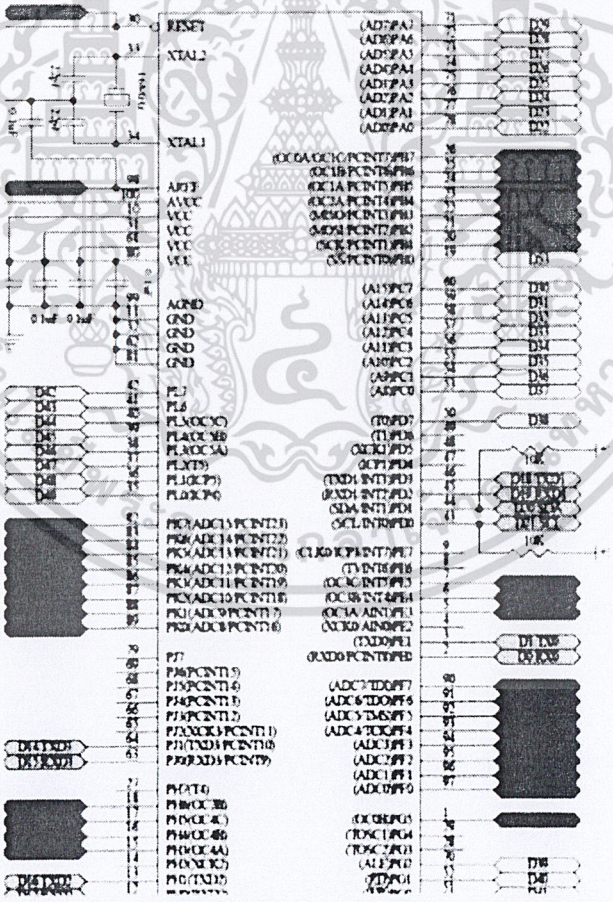
2.3.2 หลักการทำงาน

ในการควบคุมหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ได้ใช้ 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 ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

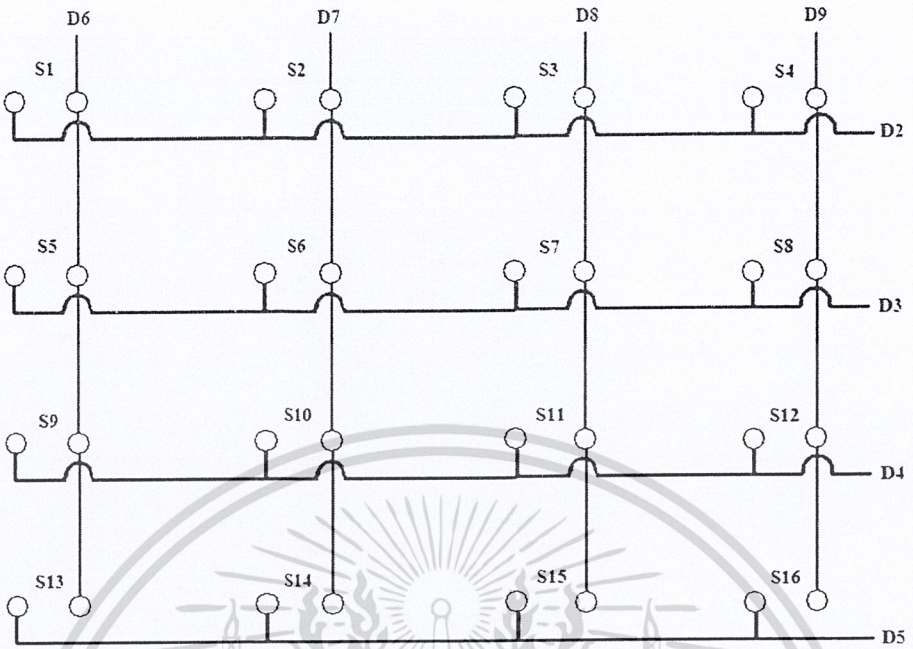


รูปที่ 2.12 องค์ประกอบของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์



รูปที่ 2.13 Controller และพอร์ตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรสวิตช์ที่ใช้กดเพื่อกำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์

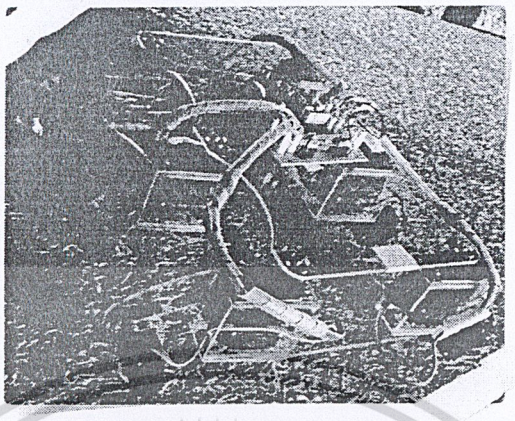
2.3.3 การประยุกต์ใช้งาน

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ คือ หุ่นยนต์ที่สามารถเดินได้ด้วย 2 ขา และสามารถหยิบวัตถุขึ้นและวางวัตถุลงได้ เพื่อนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรมในการเพิ่มผลผลิต ลดจำนวนแรงงานคน และเพิ่มความปลอดภัย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันต่อคู่แข่งทางการด้านอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

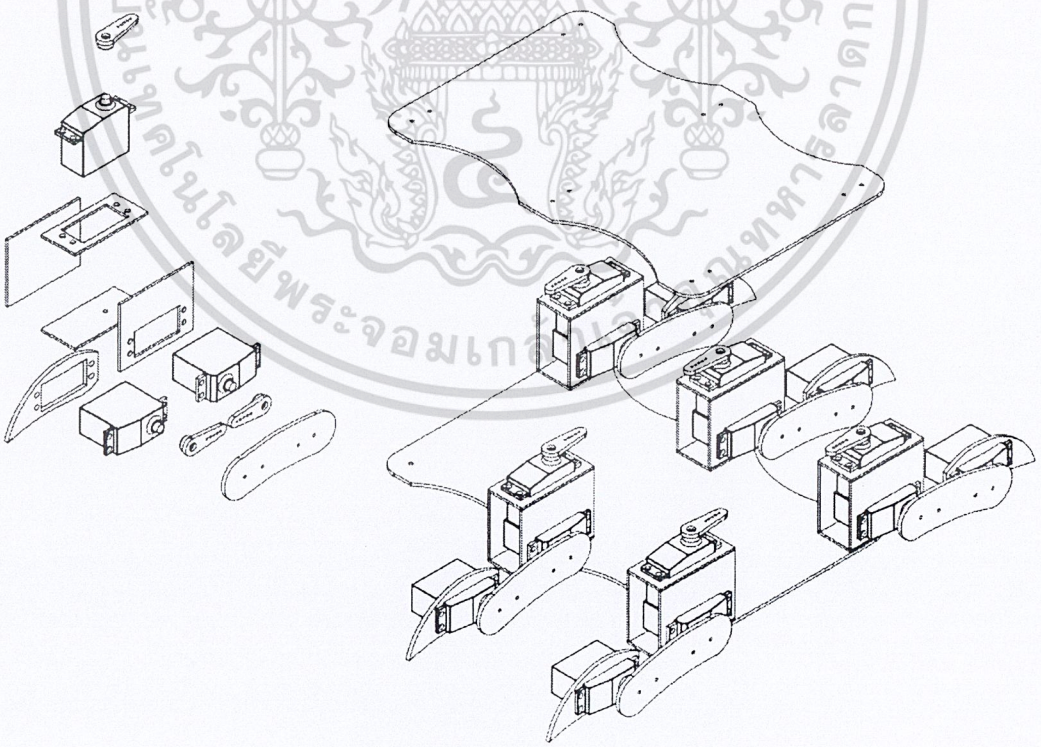
2.4 หุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 2.15 หุ่นยนต์แมลง

2.4.1 Hardware

เลือกใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดของหุ่นยนต์ โดยส่วนประกอบต่างๆสามารถดูได้ในรูปที่ 2.15

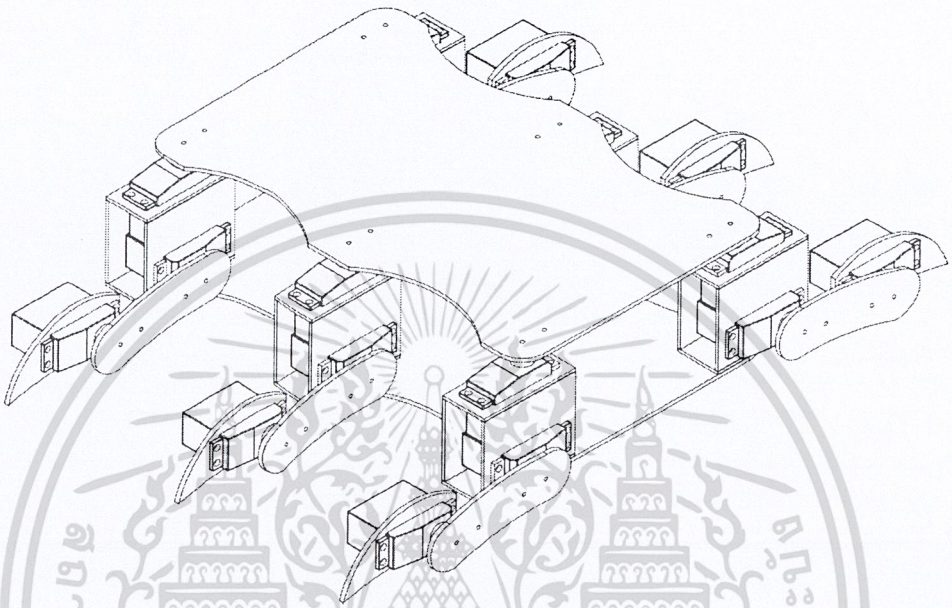


รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์แมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119226

ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกันจะได้ดังรูปที่ 2.16 ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอะคริลิคในการทำ ซึ่งได้ใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด และส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg.cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 18 ข้อต่อ จึงใช้ เซอร์โวมอเตอร์ 18 ตัว



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของหุ่นยนต์แมลงเมื่อนำมาประกอบกันแล้ว

2.4.2 ซอฟต์แวร์

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

2.4.3 การประยุกต์ใช้งาน

สามารถใช้ในการลำเลียงและบรรทุกสิ่งของได้โดยใช้การควบคุมการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ และลดปริมาณแรงงานคนได้ เพื่อประหยัดต้นทุน

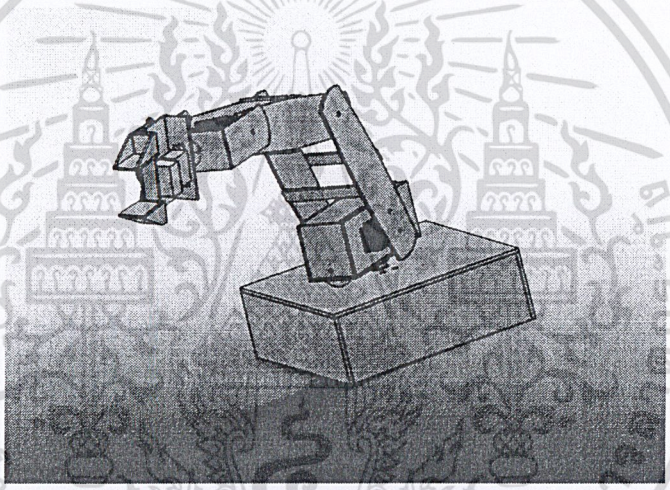
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แขนกล

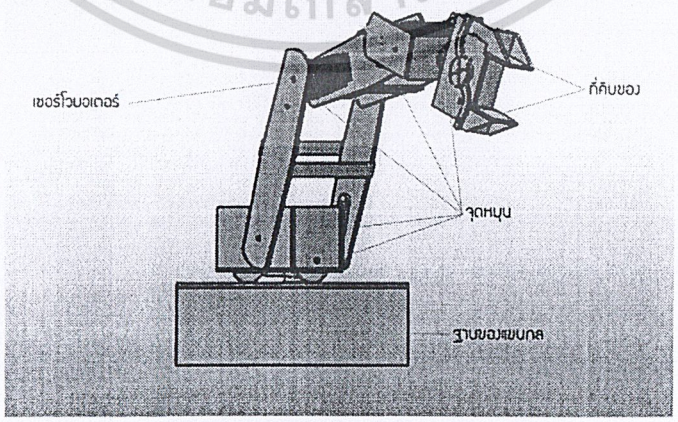
แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย โดยนำมาใช้แทนแรงงานคน ในงานที่มนุษย์นั้นมีข้อจำกัด เช่น งานที่ทำต่อเนื่อง เป็นเวลานาน และอันตราย มีน้ำหนักมาก เป็นต้น แขนกลจึงเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทนมนุษย์ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น มีความแม่นยำ และปลอดภัย

2.5.1 โครงสร้างของแขนกล

โครงสร้างหลักๆ ได้แก่ ฐานของหุ่นยนต์ ,ท่อนแขนกล, เซอร์โวมอเตอร์, ส่วนปลายของแขนกลที่ใช้ในการหยิบของ



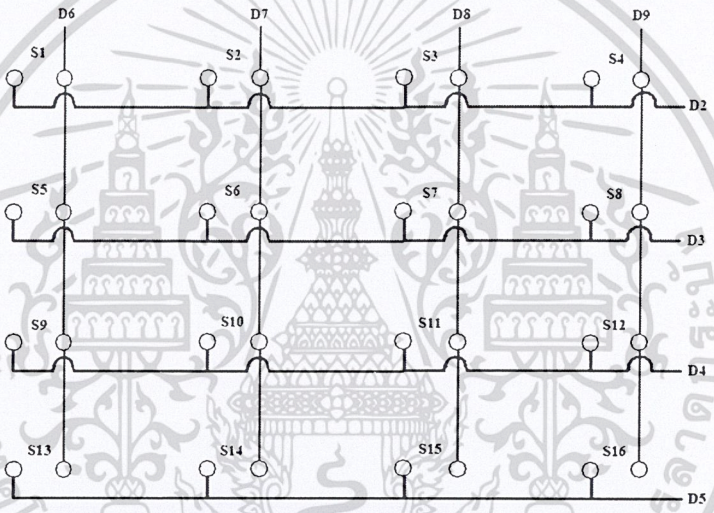
รูปที่ 2.18 แขนกล



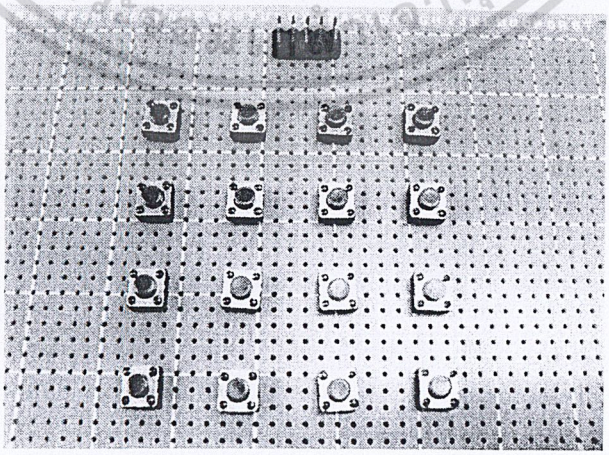
รูปที่ 2.19 องค์ประกอบของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ โดยเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ 2 ตัว เพื่อควบคุมทิศทางในการหมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา ตามที่ต้องการให้เคลื่อนที่ในทิศทางนั้น เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วให้กดสวิตช์ที่เป็นการเมมโมรี่ จะสั่งให้จำค่านั้นไว้ ซึ่งในบอร์ดควบคุมนี้สามารถบันทึกค่าได้ทั้งหมด 8 ค่า เมื่อทำการบันทึกค่าทั้งหมดแล้ว ทำการกดสวิตช์ RUN จะเป็นการสั่งให้แขนกลทำงานได้อัตโนมัติตามที่สั่งค่าไว้



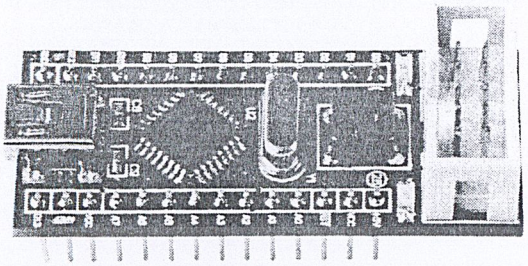
รูปที่ 2.20 วงจรบอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหว



รูปที่ 2.21 บอร์ดควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนกล

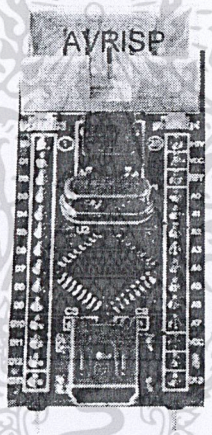
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้บอร์ดควบคุมการทำงาน ET-EASY168 STAMP เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล AVR8 ขนาดเล็กจิ๋ว เลือกใช้งานแบบ "Arduino Project"



รูปที่ 2.22 บอร์ด AVR8 รุ่น ET-EASY168 STAMP

AVR	Arduino	Pin
PD0	Digital-0	1
PD1	Digital-1	2
PD2	Digital-2	3
PD3	Digital-3	4
PD4	Digital-4	5
PD5	Digital-5	6
PD6	Digital-6	7
PD7	Digital-7	8
PB0	Digital-8	9
PB1	Digital-9	10
PB2	Digital-10	11
PB3	Digital-11	12
PB4	Digital-12	13
GND	GND	14



ET-EASY168 STAMP

Pin	Arduino	AVR
28	+5V(+Vin)	+5V(+Vin)
27	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
26	RESET#	RESET(PC6)
25	Analog-0	PC0/ADC0
24	Analog-1	PC1/ADC1
23	Analog-2	PC2/ADC2
22	Analog-3	PC3/ADC3
21	Analog-4	PC4/ADC4
20	Analog-5	PC5/ADC5
19	Analog-6	ADC6
18	Analog-7	ADC7
17	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
16	+AREF	+AREF
15	Digital-13	PB5

รูปที่ 2.23 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP

2.5.2 ชนิดของ เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในแขนกล

- Servo MG945 Towerpro : Stall torque: 10kg.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 : 3.2kg.cm(4.8V), 4.1kg.cm(6.0V)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

• Digital Servo : Torgue : Stall Torque : > kg.cm (Vcc=5V)

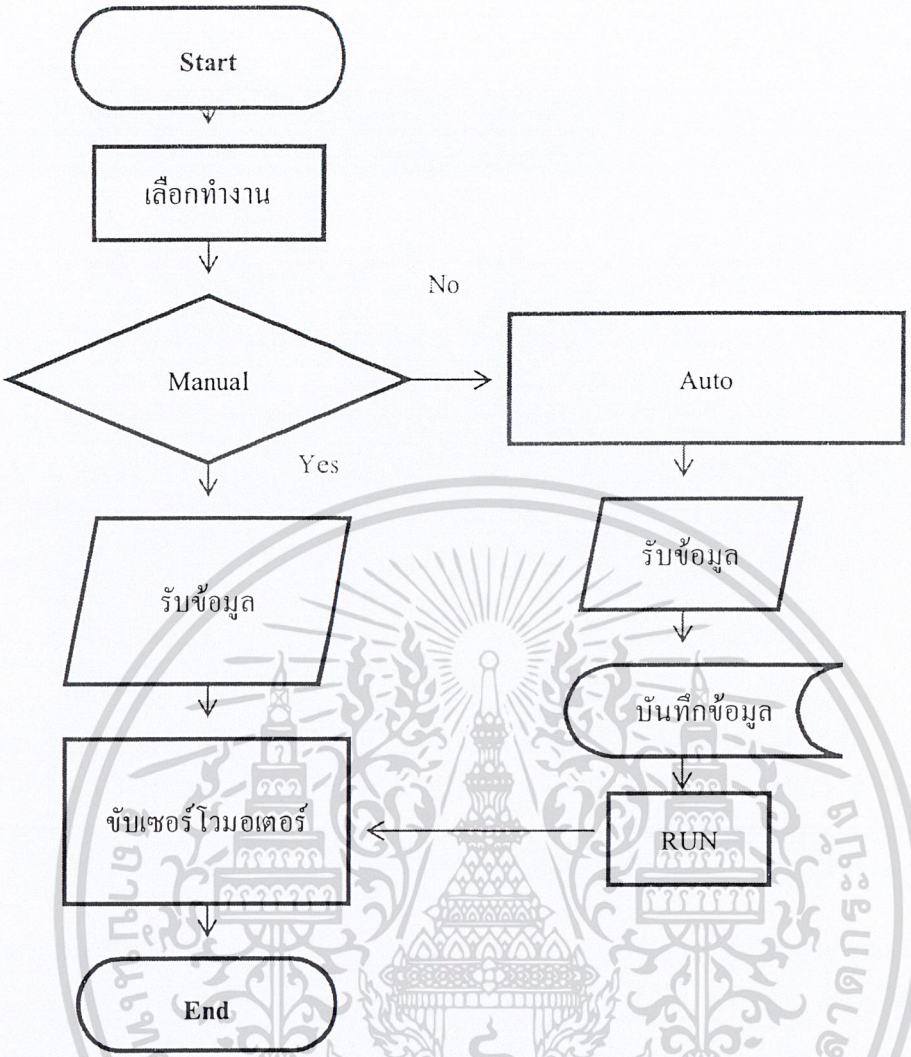
Operating Speed : 0.1 sec/60 degrees

Operating Voltage : DC 5V±1V

2.5.3 ขั้นตอนการทำงานของแขนกล

ในระบบ CIM แขนกลจะถูกประจำอยู่ทั้งหมด 4 ตำแหน่งในระบบนี้ โดยทำหน้าที่เป็น 2 ส่วน คือ แขนกล 2 อัน จะทำหน้าที่วางวัตถุลงบนรถเมื่อมีรถมาจอดอยู่ด้านหน้าของแขนกล ส่วนแขนกล 2 อัน ที่เหลือ จะมีหน้าที่จับวัตถุมาวางบนรถจากสถานีก่อนหน้านี้ ที่มีแขนกล 2 อันแรกคีบมาวางไว้ก่อนแล้ว นำเอาวัตถุออกจากหลังรถ นำมาวางไว้ในกล่องใส่วัตถุ โดยระบบสามรถสั่งงานให้แขนกลทำงานสอดคล้องกับส่วนอื่นๆเป็นแบบอัตโนมัติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 Flow chart การทำงานของแขนกล

2.5.4 การประยุกต์ใช้งาน

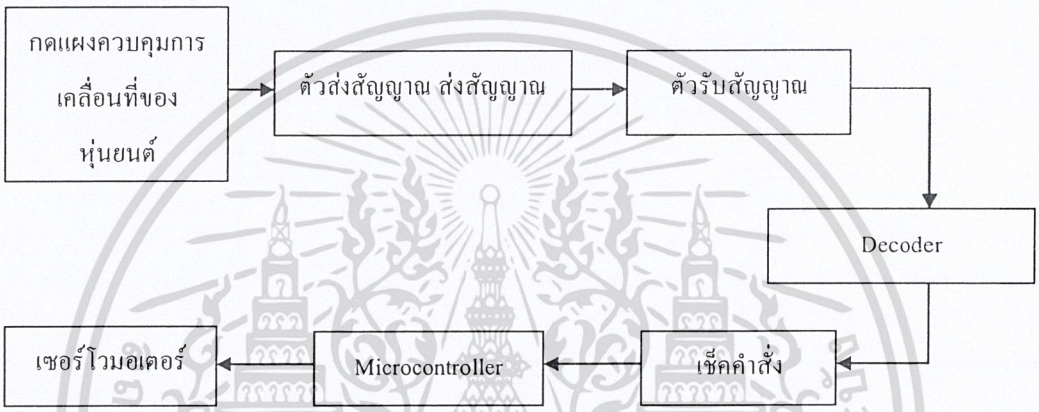
- ใช้แทนแรงงานคนในบริเวณที่เสี่ยงอันตราย
- ควบคุมกำลังการผลิตให้มีประสิทธิภาพ
- ประหยัดต้นทุน และเวลา
- เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถพัฒนาได้อีกมากและนำมาใช้ในระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

การออกแบบหุ่นยนต์แมลงหกขานั้นในเบื้องต้นนั้นต้องเข้าใจหลักการทำงานในภาพรวมของระบบก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงพิจารณาส่วนย่อยต่างๆอันประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์ ส่วนที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในควบคุม



รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวมของหุ่นยนต์แมลง

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์แมลงหกขาประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆดังนี้คือ

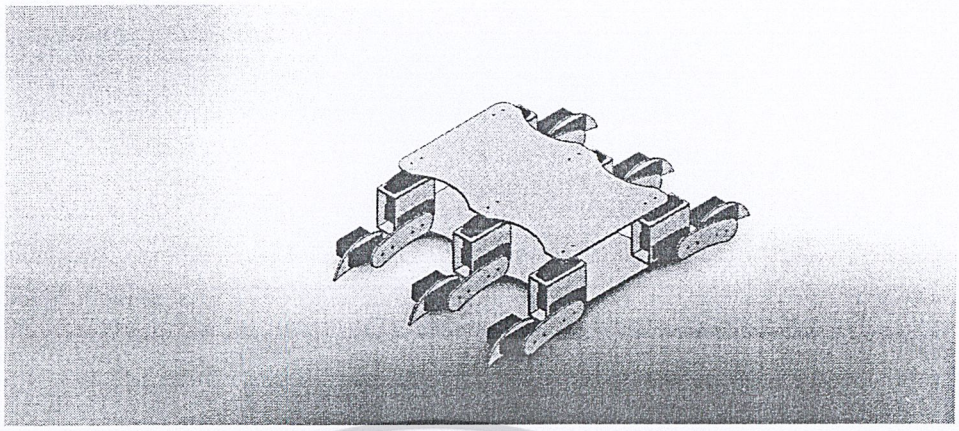
- ฮาร์ดแวร์
- ซอฟต์แวร์

3.1 ฮาร์ดแวร์

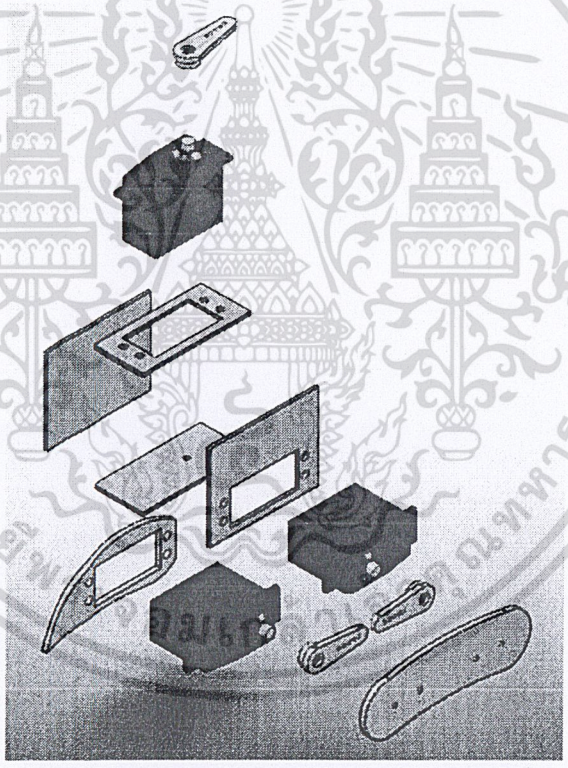
3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ

ส่วนประกอบภายนอกของหุ่นยนต์ทั้งหมด ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอคลีลิคในการทำ ซึ่งได้ใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด ดังรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 หุ่นยนต์แมลงหกขาที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks

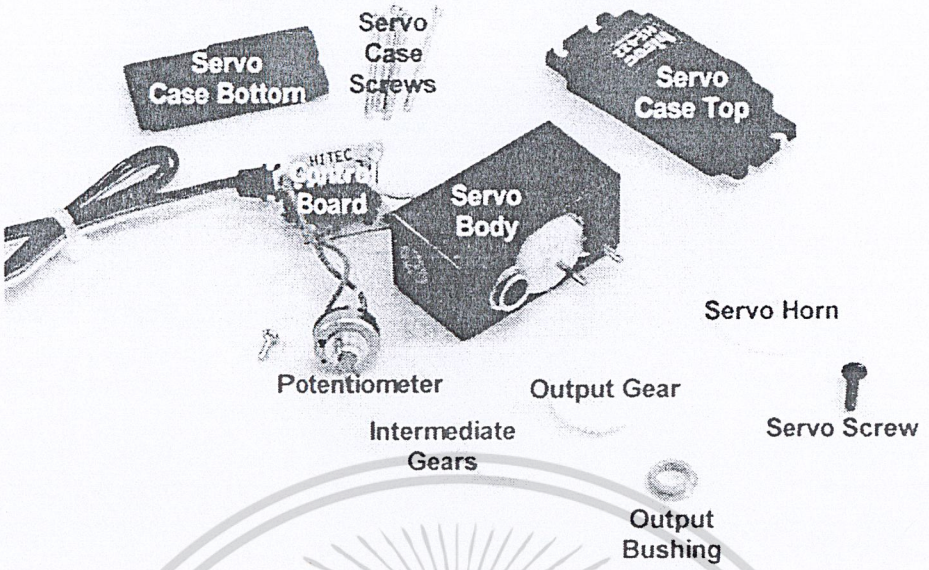


รูปที่ 3.3 องค์ประกอบย่อยๆ ของขาหุ่นยนต์แมลง

3.1.2 เซอร์โวมอเตอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg.cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 18 ข้อต่อ จึงใช้ เซอร์โวมอเตอร์ 18 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



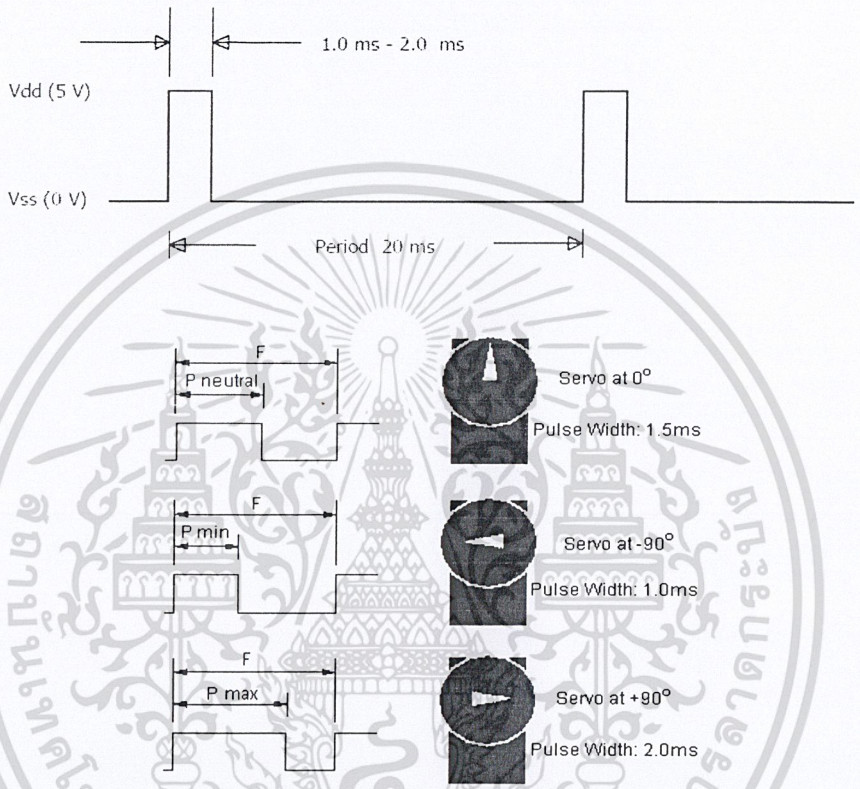
รูปที่ 3.4 องค์ประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสายต่อใช้งานง 3 เส้น คือ VCC,GND และสายสัญญาณควบคุม (Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย ขวาได้จากสายสัญญาณ โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมเป็นสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation, PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว มีข้อดีคือ ขนาดเล็กน้ำหนักเบา,แรงบิตสูง ,ใช้พลังงานน้อย และ สามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ (Driver) เพราะวงจรควบคุมอยู่ภายในแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ แต่จะหมุนได้ในช่วงประมาณ 180° แต่ บางรุ่นหมุนได้ 210° แต่ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในมีตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้ยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น จึงถูกออกแบบให้หมุนได้ประมาณ180° เพื่อป้องกันมิให้ตัวต้านทานปรับค่าได้เสียหาย แต่ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนได้ 360° ต้องทำการปรับแต่ง (Modify) ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

ทำได้โดยการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูป คือ



รูปที่ 3.5 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม - 90 องศา

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้ เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 90 องศา

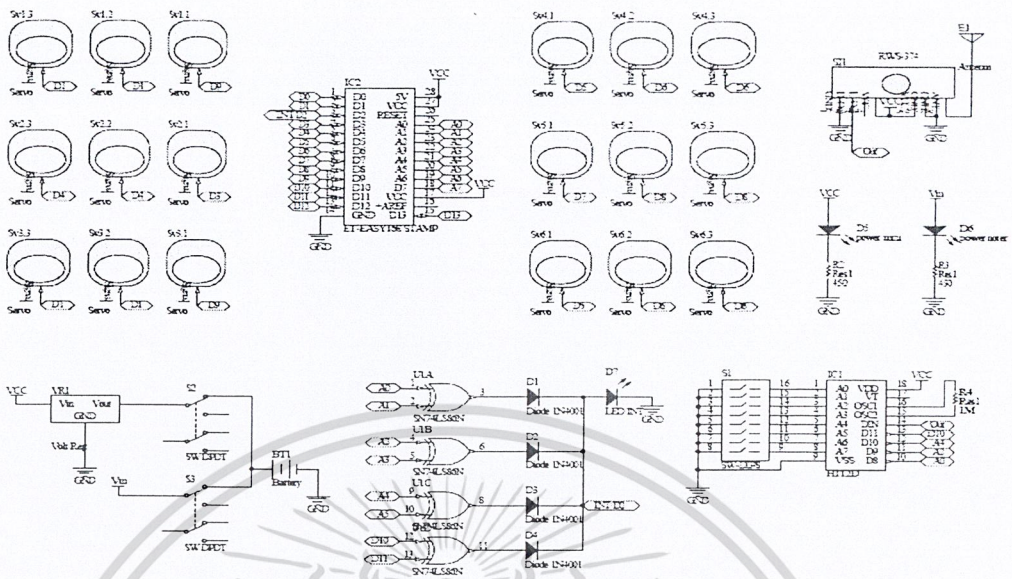
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> ค่าความกว้างพัลส์ และ ระยะองศาการหมุนของมอเตอร์ที่อธิบายด้านบน นั้นเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งนี้ระยะการหมุน และ ขนาดของพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละยี่ห้ออาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้นในการใช้ งานจึงควรศึกษารายละเอียดของมอเตอร์ในแต่ละรุ่นที่นำมาใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วรายละเอียดต่างๆ ของมอเตอร์มักจะมีติดมากับตัวมอเตอร์นั้นๆ อยู่แล้ว สำหรับ Servo motor 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 และสัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าจะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของ วงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

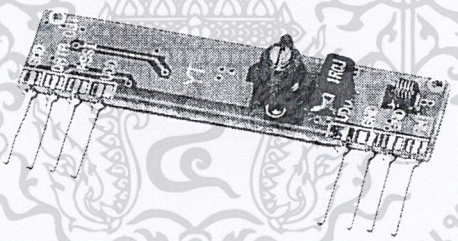
3.1.3 วงจรบนตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.6 วงจรบนตัวหุ่นยนต์

โดยวงจรบนตัวหุ่นยนต์สามารถแบ่งออกตามหน้าที่ได้ดังนี้

3.1.3.1 ส่วนรับสัญญาณ



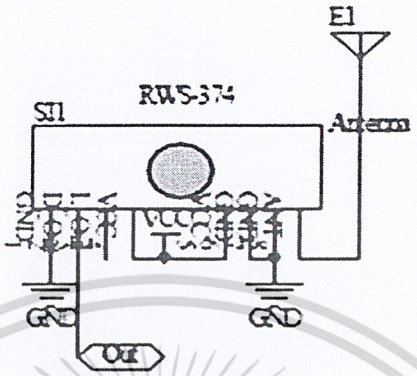
รูปที่ 3.7 ตัวรับสัญญาณ

ในส่วนของวงจรรับสัญญาณได้เลือกใช้ Wireless Hi Sensitivity Receiver Module รุ่น RSW-374 เพื่อรับสัญญาณจากวงจรบอร์ดควบคุมและมีคุณสมบัติดังนี้

- Frequency Range: 433.92MHz
- Modulate Mode: ASK
- Circuit Shape: LC
- Date Rate: 4800 bps
- Selectivity: -108 dBm
- Channel Spacing: ±500KHz

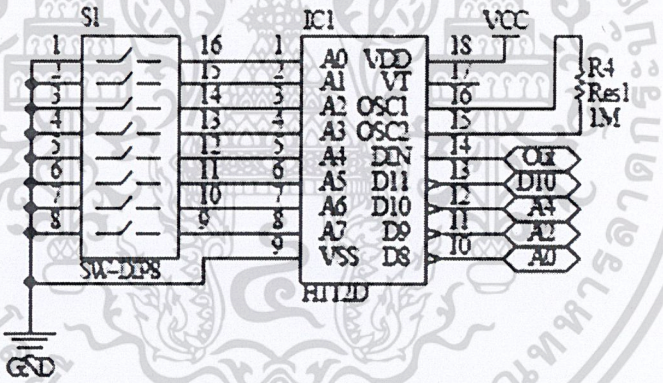
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Supply Voltage: 5V
- High sensitivity passive design.
- Simple to apply with low external count.



รูปที่ 3.8 วงจรรับสัญญาณ

3.1.3.2 ส่วนถอดรหัส หรือ Decoder



รูปที่ 3.9 วงจร Decoder

เลือกใช้ตัวถอดรหัส รุ่น HT12D 18 DIP ทำหน้าที่รับ Serial addresses และข้อมูลจากตัวรับสัญญาณที่อยู่บนบอร์ดควบคุม ซึ่งตัวถอดรหัส มีคุณสมบัติดังนี้

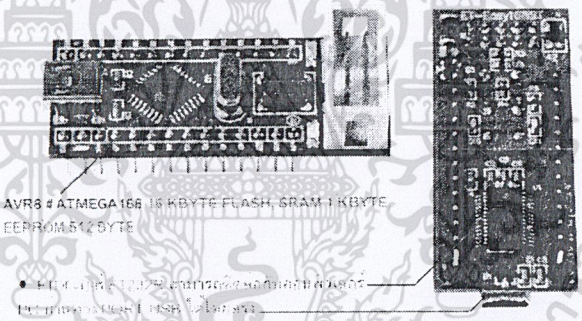
- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Capable of decoding 12 bits of information
- Pair with Holtek's 2^{12} series of encoders
- Address/Data number combination
  - HT12D : 8 address bits and 4 data bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

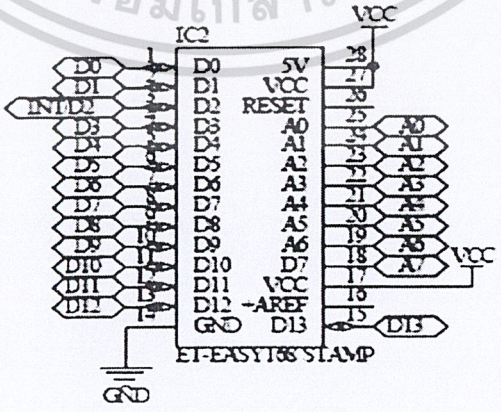
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium

3.1.3.3 ส่วนของคอนโทรลเลอร์

เลือกใช้ AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP ในการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของ Servo motor 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



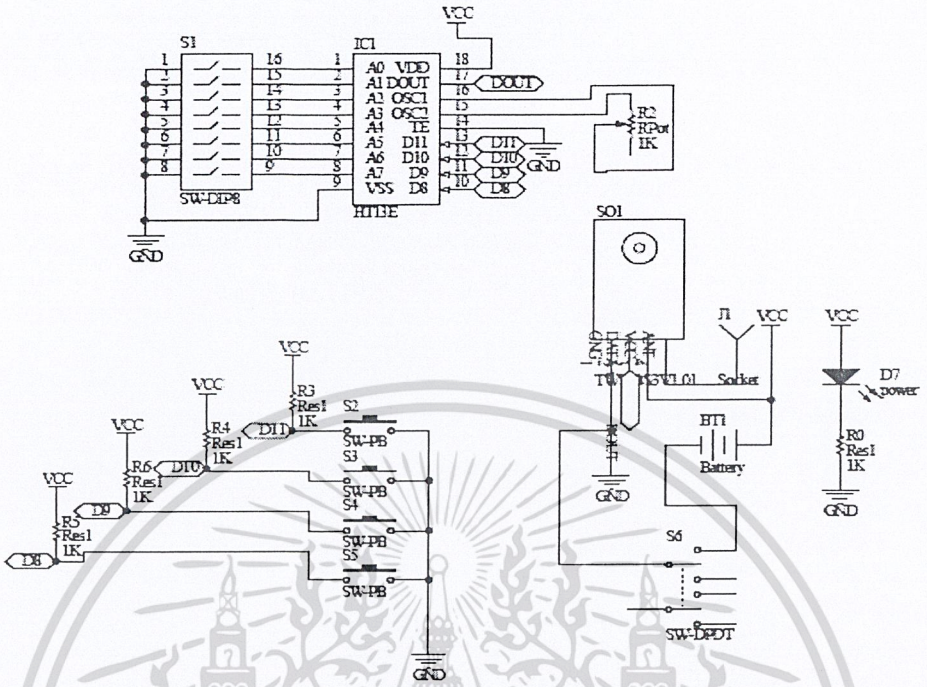
รูปที่ 3.10 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP



รูปที่ 3.11 วงจร Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 วงจรบอร์ดควบคุมการเดิน



รูปที่ 3.12 วงจรบนบอร์ดควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง

วงจรบอร์ดควบคุมการเดินก็สามารถแบ่งตามหน้าที่ได้ดังนี้

3.1.4.1 ส่วนส่งสัญญาณ

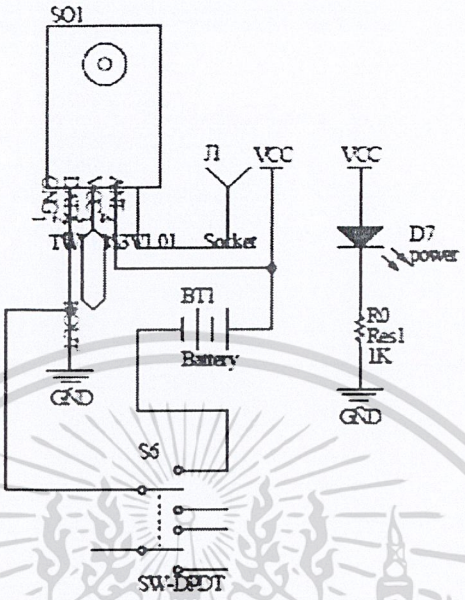
รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ส่งสัญญาณ

เลือกใช้ Wireless Transmitter Module Series รุ่น TWS-BS-3 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้แก่หุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์ทำตามคำสั่ง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- Frequency Range: 433.92MHz
- Modulate Mode: ASK
- Circuit Shape: SAW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Date Rate: 8Kbps
- Supply Voltage: 3~12V



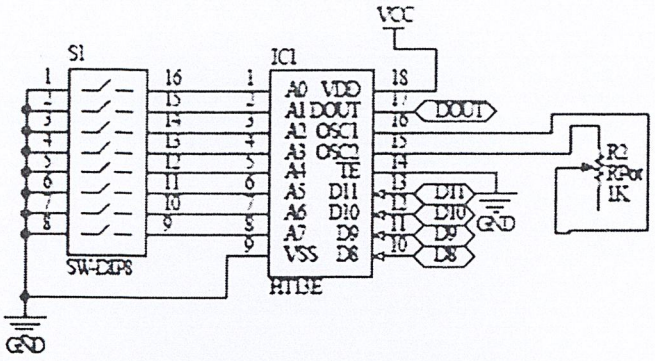
รูปที่ 3.14 วงจรส่งสัญญาณ

3.1.4.2 ส่วนของการเข้ารหัส (Encoder)

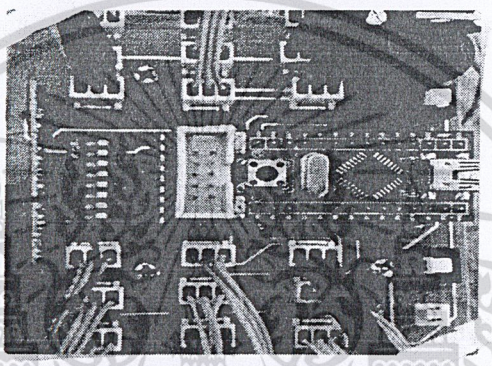
เลือกใช้ 2^{12} Series of Encoders รุ่น HT12E 18 DIP ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- Operating voltage : 2.4V~5V for the HT12A และ 2.4V~12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1_A (typ.) at VDD=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word : Four words for the HT12E
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- HT12A/E: 18-pin DIP/20-pin SOP package

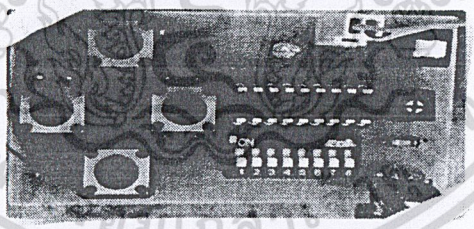
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ **3.15** วงจร Encoder



รูปที่ 3.16 วงจรจริงบนตัวหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.17 วงจรจริงบนบอร์ดควบคุมการเคลื่อนที่

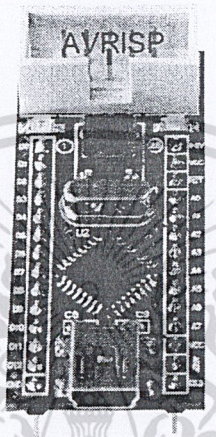
3.2 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้บอร์ดควบคุมเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณวิทยุจากบอร์ดควบคุมไปยังตัวหุ่นยนต์ แล้วตัวรับสัญญาณในตัวหุ่นจะทำการแปลงสัญญาณและส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่ โดยโปรแกรมจะมี Flow chart ดังรูป 3.20 และ 3.21 ส่วนของโปรแกรมทั้งหมดจะอยู่ใน ภาคผนวก ก และการเขียนโปรแกรมลง ET-EASY168 STAMP เลือกใช้งานแบบ “Arduino Project”

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 3.18 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP

ET-EASY168 STAMP เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล AVR8 ขนาดเล็กจิ๋ว โดยมีขนาดของบอร์ดเพียง 2cm x 5cm เท่านั้น ซึ่งขนาดบอร์ด ประมาณเท่ากับตัวถังของไอซี 28 DIP 300 โดยเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR8 เบอร์ ATmega168 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้MCU ที่มีรูปร่างตัวถังแบบ 32 TQFP พร้อมวงจรรอบนอกที่จำเป็นอย่าง Oscillator และ Reset รวมไว้ด้วยภายในบอร์ด นอกจากนี้แล้วภายในตัวบอร์ดยังได้รวมเอาไอซี USB Bridge ของ FTDI เบอร์ FT232R เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมด้วย RS232 กับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทางพอร์ต USB ได้โดยตรงทำให้บอร์ด ET-EASY168 STAMP เป็นบอร์ดทดลองขนาดเล็กที่เพียบพร้อมไปด้วยวงจรพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR8 อย่างแท้จริง เพียงแต่เสียบสาย USB จากพอร์ตUSB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว USB ของบอร์ด ET-EASY168 STAMP ก็สามารถทำการเขียนโปรแกรม และ Download Code ให้กับ MCU เพื่อทำการทดลองได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 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
- 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 สามารถใช้กับProject 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 ภายในบอร์ด ในกรณีไม่ต้องการใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านทาง Boot Loader
- มี LED แสดงสถานะ โดยต่อกับ PB5 ของ AVR (Digital-13 ของ Arduino Project) สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองการทำงานอย่างง่าย

3.2.2 หน้าที่ของขาสัญญาณในการใช้งานแบบ “Arduino Project”

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

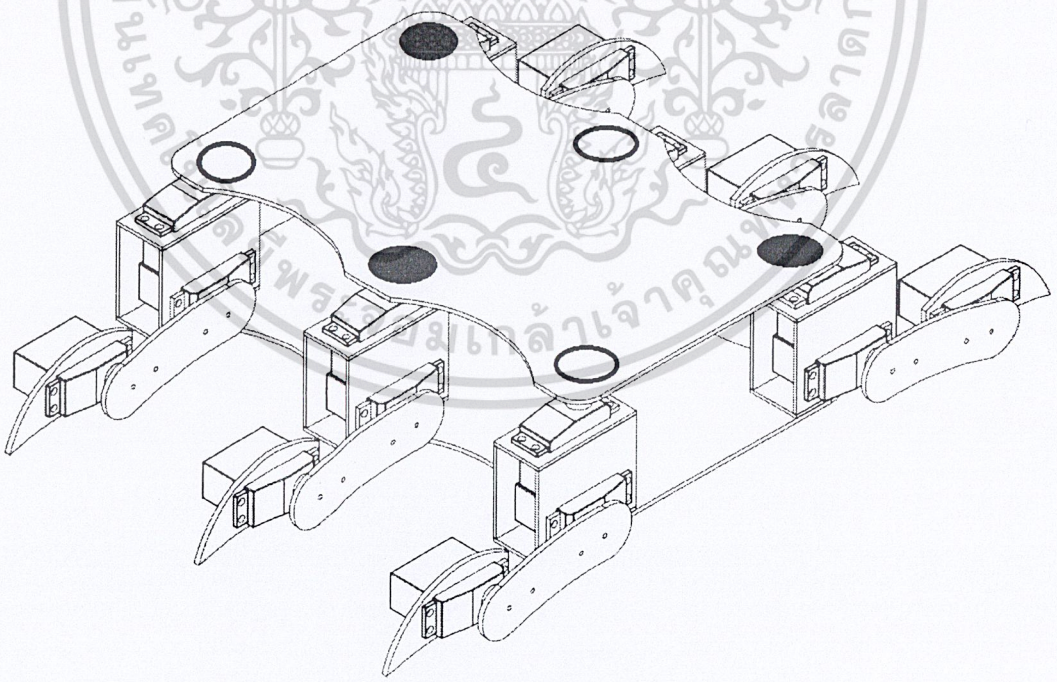
- +VCC(+5V) เป็นขาแหล่งจ่ายไฟจุดเดียวกันกับที่ป้อนให้กับ +VCC ของ MCU ซึ่งจุดนี้จะรับแรงดันมาจาก 2 แหล่ง ด้วยกันคือ ขารับแรงดัน +5V(+Vin) จากขา 28 ของบอร์ด และจากขา+VUSB(+5V) จากขั้ว USB ของบอร์ด โดยมีไดโอดป้องกันการย้อนกลับของแรงดันไว้แล้ว
- +AREF เป็นขาสำหรับรับสัญญาณแรงดันอ้างอิง (Analog Reference) ให้กับวงจร Analog Inputในกรณีต้องการใช้แรงดันอ้างอิงจากภายนอก
- RESET# เป็นขาสัญญาณ RESET ของ CPU ทำงานที่ Logic “0”
- Digital[0..13] เป็นขา I/O แบบ Digital สามารถใช้งานเชื่อมต่อกับสัญญาณ Logic TTL (5V) ต่างๆAnalog[0..7] เป็นขา Input แบบ Analog สามารถรับ Input แบบ Analog 0..+5V

3.3 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มี 2 ส่วนคือ

Step 1 ขาสัญลักษณ์สีดำจะยึดอยู่กับที่ทำหน้าที่ในการทรงตัว

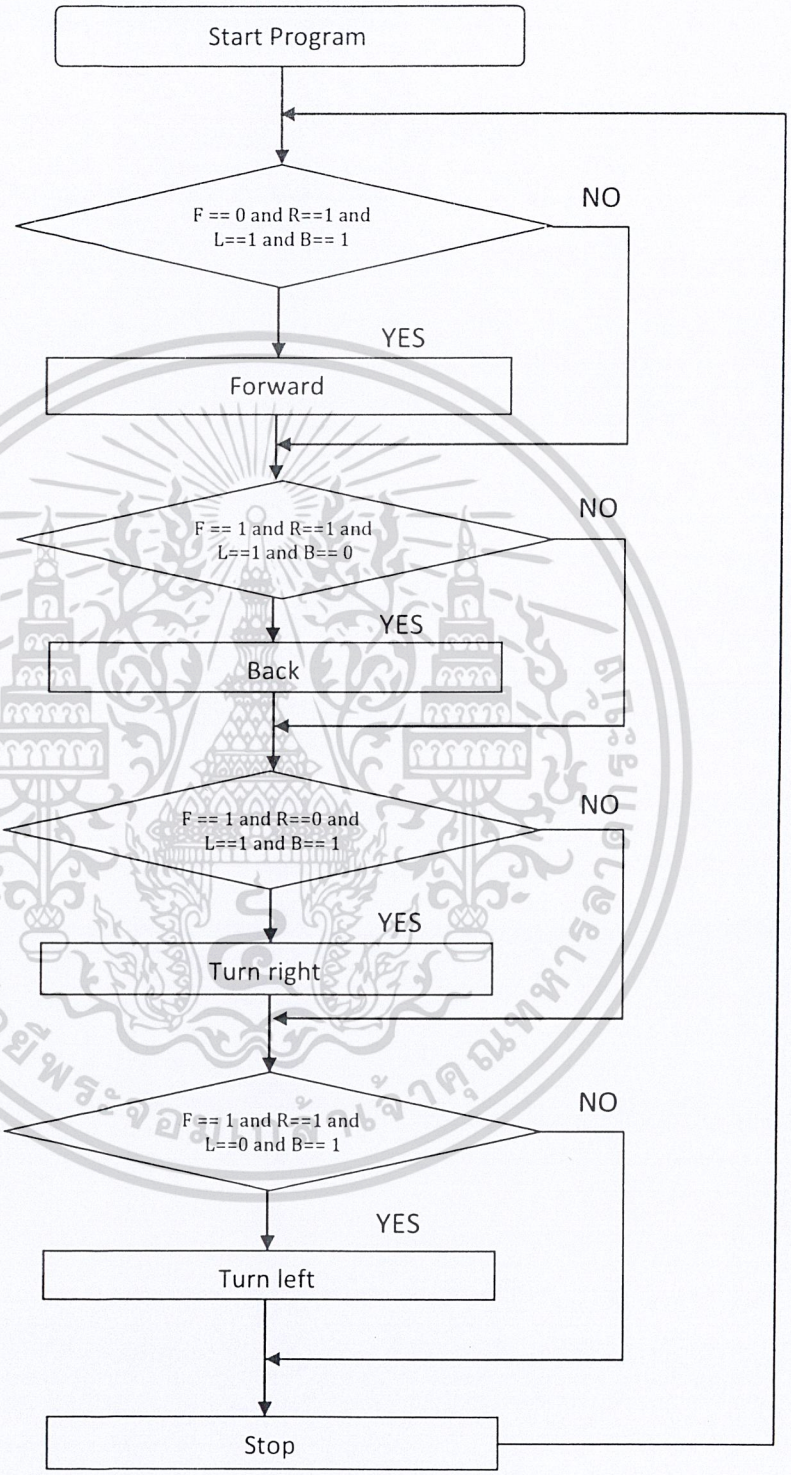
Step 2 ขาสัญลักษณ์สีขาวจะยกขึ้นและก้าวไปข้างหน้าก่อนที่จะวางขาลง และยึดอยู่กับที่หลังจากนั้น จะกลับไปทำ Step 1 และ Step 2 สลับกันไปเรื่อยๆ



รูปที่ 3.19 ลักษณะการเคลื่อนที่แยกตามสี

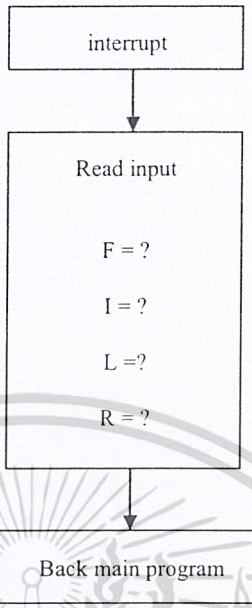
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง (Flow Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 Flow chart แสดงการ interrupt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

จากหลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ในบทที่ 3 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด คือ

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางของมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา หรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ทดลองในครั้งนี้จึงได้ทำการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ขนาด 1 ms ขนาด 1.5 ms และขนาด 2 ms โดยทำการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ขนาดละ 10 ครั้ง และทำการวัดตำแหน่งมุมในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์แล้วหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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'	- 89.5'	- 90.5'	- 90.5'	- 89.5'	- 90.5'	- 90'
1.5 ms	0'	0.5'	0'	- 0.5'	0.5'	- 0.5'	0'	- 0.5'	1'	- 1'	- 0.05'
2 ms	91'	89.5'	90'	89'	90'	90.5'	90'	90.5'	90.5'	89'	90'

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ได้จะเห็นว่าตำแหน่งของเซอร์โวแต่ละตัวเปลี่ยนไปตามความกว้างของพัลส์ที่ป้อนเข้าไป ซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งได้ตั้งแต่ -90 ถึง 90 องศา โดยที่ตำแหน่งที่ -90, 0, 90 องศาจะใช้ความกว้างพัลส์ประมาณ 1, 1.5, 2 ms นั่นแสดงว่าสามารถเลือกใช้ตำแหน่งเซอร์โวมอเตอร์ต่างๆ ได้จากการเทียบอัตราส่วนความกว้างของพัลส์

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง เมื่อเขียนโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 18 ตัว ให้ทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สามารถเคลื่อนไปข้างหน้า ถอยหลัง หมุนตัววนซ้าย และขวาได้ โดยการควบคุมด้วยบอร์ดควบคุม และการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานของขาทั้ง 6 เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะยึดอยู่กับที่ทำหน้าที่ในการทรงตัว ส่วนที่สองจะก้าวไปข้างหน้า ทั้งสองส่วนจะทำงานสลับกัน หุ่นยนต์ยังเคลื่อนที่ได้ช้าไป เนื่องจากการออกแบบโครงสร้าง ทำให้ขาของหุ่นยนต์ก้าวได้ระยะไม่มากนัก และเท้าของหุ่นยนต์ทำ จากอะคริลิค ไม่ได้ติดวัสดุที่เพิ่มแรงเสียดทาน เมื่อสัมผัสพื้นเรียบ เท้าก็จะไม่อยู่ตำแหน่งเดิมเสมอไป ส่งผลให้การลำเลียงสิ่งของล่าช้า การควบคุมแบบอัตโนมัติยังเคลื่อนที่ไปกับ ยังไม่อยู่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง จึงต้องใช้การควบคุมด้วยบอร์ดควบคุม

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและทำโครงงานนี้ในช่วงแรกเกิดปัญหาคือ ใช้เวลาในการศึกษาโปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โปรแกรมควบคุมด้วยบอร์ดควบคุม เนื่องจากไม่เคยศึกษาโปรแกรมดังกล่าวมาก่อน นอกจากนั้น เมื่อได้ทำการทดลองพบว่าการควบคุมแบบอัตโนมัติ ไม่ได้ตำแหน่งที่แน่นอนทุกครั้ง จึงทำการควบคุมด้วยบอร์ดควบคุม การติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์โดยไม่ได้หมุนให้อยู่ในองศาที่เท่ากัน ในข้อต่อชนิดเดียวกัน ส่งผลให้ข้อต่อหมุนได้ไม่เท่ากัน จึงต้องทำการติดตั้งใหม่ให้เซอร์โวมอเตอร์อยู่ในองศาเดียวกัน บริเวณที่เท้าของหุ่นยนต์สัมผัสกับพื้นมีแรงเสียดทานน้อยเกินไป ส่งผลให้เคลื่อนที่ได้ช้า

ในส่วนปัญหาที่พบและยังไม่ได้ปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ปัญหาเท้าของหุ่นไม่อยู่ตำแหน่งเดิมเสมอ และโครงสร้างทางกลที่ทำให้ขาของหุ่นยนต์ก้าวได้ไม่มาก ส่งผลให้เคลื่อนที่ได้ช้า และการควบคุมแบบอัตโนมัติ ต้องทำการออกแบบโครงสร้างทางกลใหม่ เพื่อให้เคลื่อนได้เร็วขึ้น และทำการควบคุมแบบอัตโนมัติให้เคลื่อนไปกลับได้ตำแหน่งที่แม้นยำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

การเคลื่อนที่ของพาหนะด้วยล้อนั้นถือว่ามีประสิทธิภาพมาก ในพื้นผิวที่ไม่ขรุขระมาก เราจึงต้องปรับพื้นให้การเคลื่อนมีประสิทธิภาพมากที่สุด และต้องใช้เวลา เงินลงทุนในการสร้างพื้นผิวที่ต้องการ ซ้ำยังต้องทำลายสภาพแวดล้อมให้เปลี่ยนไปจากเดิม หากต้องการขนส่งในพื้นที่สภาพภูมิประเทศไม่อำนวยต่อการเดินทางขนส่งมากๆ เช่น ที่ห่างไกลความเจริญซึ่งไม่คุ้มเลยที่จะทำถนนบนดาวต่างๆ พาหนะที่ใช้ขาในการเคลื่อนที่จึงเป็นทางเลือกที่ดี สามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกพื้นผิว โดยต้องปรับแต่งพื้นก่อน บนดาวต่างก็สามารถสำรวจได้ทุกที่ไม่ต้องคำนึงว่า พื้นผิวจะเรียบพอให้ล้อวิ่งได้หรือไม่

การใช้หุ่นยนต์ที่สามารถควบคุมจากระยะใกล้ได้นั้น ทำให้ผู้ควบคุมไม่ต้องเสี่ยงภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้น ในสถานที่ปฏิบัติเสี่ยงภัย และผู้ควบคุมหนึ่งคนอาจควบคุมได้มากกว่าหนึ่งตัว โดยโปรแกรมเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการควบคุมหุ่นยนต์แมลง

```
#include <MegaServo.h>

// test sketch for MegaServo library

// this will sweep all servos back and forth once, then position according to voltage on potPin

#define FIRST_SERVO_PIN  1

MegaServo Servos[MAX_SERVOS] ; // max servos is 32 for mega, 8 for other boards

int sensorValue[5];

int pos = 0;      // variable to store the servo position

int potPin = 0;   // connect a pot to this pin.

int flag = 0;

int f=1,b=1,k=1,r=1,l=1,a=0;

void setup()

{

 // Serial.begin(19200);

   delay(400);

//  Serial.println("main");

 for( int i =0; i < 9; i++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  if(i!=1)
    Servos[i].attach( FIRST_SERVO_PIN +i, 800, 2200);
}
for(int i=0;i<8;i++)
 {
  if(i!=1)
    Servos[i].write(90);
 }
 pinMode(14, INPUT);
 pinMode(16, INPUT);
 pinMode(18, INPUT);
 pinMode(10, INPUT);

 pinMode(15, OUTPUT);
 pinMode(17, OUTPUT);
 pinMode(19, OUTPUT);
 pinMode(11, OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 digitalWrite(15,f);
 digitalWrite(17,r);
 digitalWrite(19,b);
 digitalWrite(11,l);
 delay(10);
}
void cc()
{
 // Serial.println("interrup_0");
 detachInterrupt(0);
 // delay(2);
 k=1;
 delay(2);
 f=digitalRead(14);
 r=digitalRead(16);
 b=digitalRead(18);
 l=digitalRead(10);
// delay(2);
 digitalWrite(15,f);
 digitalWrite(17,r);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(19,b);

digitalWrite(11,l);

//delay(2);

if(!f&&!b&&r&&l||a==2)

{

 k=0;

 delay(50);

}

if(!f&&!b&&r&&l&&(a==2))

{

 a=0;

 k=1;

 delay(50);

}

if(a!=2)

 {

   for(int i=0;i<9;i++)

    {

      Servos[i].write(90);

    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(!f&&b&&r&&l)
 {
// Serial.println("forword");
 No_Grean_Forward();
 }
if(f&&!b&&r&&l)
{
// Serial.println("backward");
 No_Grand_backward();
}
k=0;
 delay(10);
while((!f&&!b&&r&&l)||(a==2))
   {
     detachInterrupt(0);
     a=2;
     attachInterrupt(0,cc,CHANGE);
      for(int i=0;i<9;i++)
         {
        // Serial.println("forword");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            No_Grean_Forward();
            }
            delay(2000);
          for(int i=0;i<9;i++)
            {
          //  Serial.println("backward");
            No_Grand_backward();
            }
          delay(4000);
          }
 {
    Servos[n].write(first);
  }
 }
}//end if 1
else if(first>second)
{
 for(;first>second;first--)
 {
   for(r = 0;r<500;r++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      Servos[n].write(first);
    }
  }
}
else if(first==second)
{
  for(r = 0;r<500;r++)
    {
      Servos[n].write(first);
    }
  }
}
void Grean_Forward(void)
{
  position(5,90,130);   //should be real time
  position(3,90,50);
  position(4,90,50);
  position(2,90,130);
  position(5,130,90);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 position(3,50,90);
 ////////////////////
 position(0,90,50);
 position(7,90,130);
 position(4,90,130);
 position(2,90,50);
 ////////////////////
 position(8,90,90);
 position(0,90,90);
 position(2,90,90);
      }
     count++;
   }
  }
}
//For forward function
void Grean_Rreward(void)
{
 int r = 0;
 int first = 50;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  int second = 90;
  int count = 130;
  if(k==0)
   {
     for(;first<second;first++)
     {
       for(r = 0;r<100;r++)
       {
         Servos[4].write(first);
         Servos[2].write(count);
       }
       count--;
     }
   }
}
void Grean_Rlegdown(void)
{
  int r = 0;
  int first = 130;
  int second = 90;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int count = 50;
if(k==0)
 {
   for(;second<first;first--)
    {
     for(r = 0;r<100;r++)
      {
        Servos[5].write(first);
        Servos[3].write(count);
      }
    }
  }
}
  {
   for(;second>first;first++)
    {
     for(r = 0;r<100;r++)
      {
        Servos[0].write(first);
        Servos[7].write(count);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }

        count--;

      }

    }

}

//For forward function

void Grean_Lforward(void)

{

  int r = 0;

  int first = 90;

  int second = 130;

  int count = 90;

  if(k==0)

   {

       for(;second>first;first++)

       {


         for(r = 0;r<100;r++)

         {

            Servos[8].write(first);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Servos[6].write(count);
          }
          count--;
      }
  }
}
{
  int r = 0;
  int first = 130;
  int second = 90;
  int count = 50;
  if(k==0)
  {
      for(;first>second;first--)
      {
        for(r = 0;r<100;r++)
        {
          Servos[4].write(first);
          Servos[2].write(count);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        count++;
      }
    }
}
//For forward function
void Grean_back_Lforward(void)
{
 int r = 0;
 int first = 50;
 int second = 90;
 int count = 130;
 if(k==0)
 {
  for(;second>first;first++)
  {
   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[8].write(first);
     Servos[6].write(count);
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      count--;
    }
   }
}
//For forward function
void Grean_back_Lreward(void)
{
 int r = 0;
 int first = 90;
 int second = 50;
 int count = 90;
 if(k==0)
 {
  for(;second<first;first--)
  {
   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[8].write(first);
     Servos[6].write(count);
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      count++;
    }
   }
}
void RswingUp(){
 int r = 0;
 int first = 90;
 int second = 130;
 int count = 90;
 if(k==0)
 {
  for(;first<second;first++)
  {
   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[4].write(first);
     Servos[2].write(count);
     Servos[8].write(180-first);
     Servos[6].write(180-count);
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      count++;
    }
   }
}
void LswingUp(){
 int r = 0;
 int first = 90;
 int second = 60;
 int count = 90;
 if(k==0)
 {
  for(;first>second;first--)
  {
   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[8].write(first);
     Servos[6].write(count);
     Servos[4].write(180-first);
     Servos[2].write(180-count);
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      count--;
    }
   }
}
void LswingDown(){
 int r = 0;
 int first = 60;
 int second = 90;
 int count = 60;
 if(k==0)
 {
  for(;second>first;first++)
  {
   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[8].write(first);
     Servos[6].write(count);
     Servos[4].write(180-first);
     Servos[2].write(180-count);
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      count++;
    }
  }
}
void TurnRight()
{
 Grean_Rlegup();
 RswingUp();
 Grean_Rlegdown();
 Grean_Llegup();
 RswingDown();
 Grean_Llegdown();
}
void TurnLeft()
{
 Grean_Llegup();
 LswingUp();
 Grean_Llegdown();
 Grean_Rlegup();
 LswingDown();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Grean_Rlegdown();
}
void No_Grean_Forward()
{
  Grean_Rlegup();
  Grean_Rforward();
  Grean_Rlegdown();
  Grean_Llegup();
  Grean_Rreward();
  Grean_Llegdown();
  Grean_Llegup();
  Grean_Lforward();
  Grean_Llegdown();
  Grean_Rlegup();
  Grean_Lreward();
  Grean_Rlegdown();
}
void No_Grand_backward()
{
  Grean_Rlegup();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Grean_back_Rreward();

    Grean_Rlegdown();

    Grean_Llegup();

    Grean_back_Rforward();

    Grean_Llegdown();

    Grean_Llegup();

    Grean_back_Lreward();

    Grean_Llegdown();

    Grean_Rlegup();

    Grean_back_Lforward();

    Grean_Rlegdown();

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12D

HOLTEK

2^{12} Series of Decoders

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 12 bits of information
- Pair with Holtek's 2^{12} series of encoders
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Address/Data number combination
  HT12D: 8 address bits and 4 data bits
  HT12F: 12 address bits only
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium
- Minimal external components

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2^{12} decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with Holtek's 2^{12} series of encoders (refer to the encoder/decoder cross reference table). For proper operation, a pair of encoder/decoder with the same number of addresses and data format should be chosen.

The decoders receive serial addresses and data from a programmed 2^{12} series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. They compare the serial input data three times continuously with their local addresses. If no error or unmatched codes are found, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

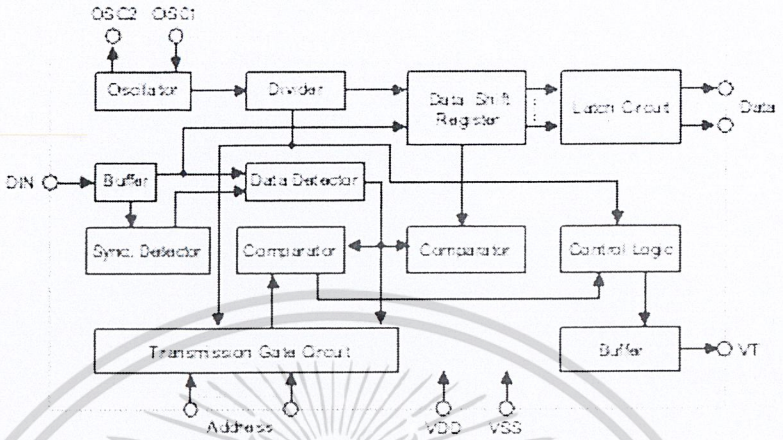
The 2^{12} series of decoders are capable of decoding informations that consist of N bits of address and 12–N bits of data. Of this series, the HT12D is arranged to provide 8 address bits and 4 data bits, and HT12F is used to decode 12 bits of address information.

Selection Table

Function / Part No.	Address No.	Data No.	Data Type	VT	Oscillator	Trigger	Package
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP

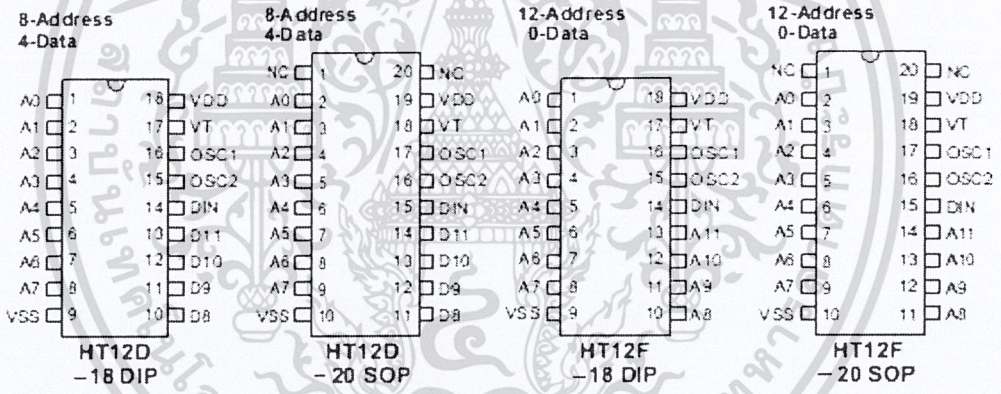
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



Note: The address/data pins are available in various combinations (see the address/data table).

Pin Assignment

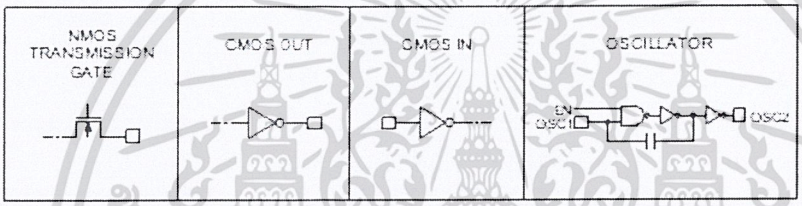


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A11	I	NMOS TRANSMISSION GATE	Input pins for address A0~A11 setting They can be externally set to VDD or VSS.
D8~D11	O	CMOS OUT	Output data pins
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	OSCILLATOR	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Oscillator output pin
VSS	I	—	Negative power supply (GND)
VDD	I	—	Positive power supply

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage.....-0.3V to 13V Storage Temperature.....-50°C to 125°C

Input Voltage.....V_{SS}-0.3 to V_{DD}+0.3V Operating Temperature .....-20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I_{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I_{DD}	Operating Current	5V	No load f_{OSC}=150kHz	—	200	400	μA
I_O	Data Output Source Current (D8~D11)	5V	V_{OH}=4.5V	-1	-1.6	—	mA
	Data Output Sink Current (D8~D11)	5V	V_{OL}=0.5V	1	1.6	—	mA
I_{VT}	VT Output Source Current	5V	V_{OH}=4.5V	-1	-1.6	—	mA
	VT Output Sink Current		V_{OL}=0.5V	1	1.6	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
f_{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R_{OSC}=51kΩ	—	150	—	kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

Operation

The 2^{12} series of decoders provides various combinations of addresses and data pins in different packages so as to pair with the 2^{12} series of encoders.

The decoders receive data that are transmitted by an encoder and interpret the first N bits of code period as addresses and the last 12–N bits as data, where N is the address code number. A signal on the DIN pin activates the oscillator which in turn decodes the incoming address and data. The decoders will then check the received address three times continuously. If the received address codes all match the contents of the decoder's local address, the 12–N bits of data are decoded to activate the output pins and the VT pin is set high to indicate a valid transmission. This will last unless the address code is incorrect or no signal is received.

The output of the VT pin is high only when the transmission is valid. Otherwise it is always low.

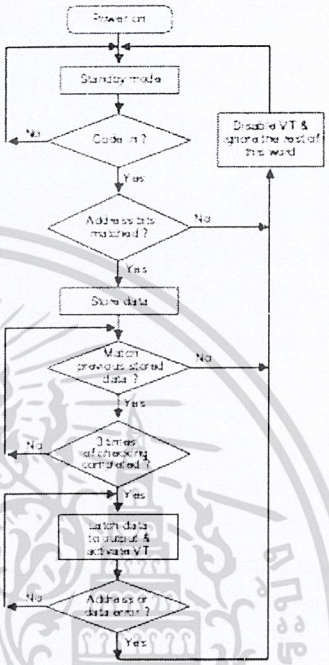
Output type

Of the 2^{12} series of decoders, the HT12F has no data output pin but its VT pin can be used as a momentary data output. The HT12D, on the other hand, provides 4 latch type data pins whose data remain unchanged until new data are received.

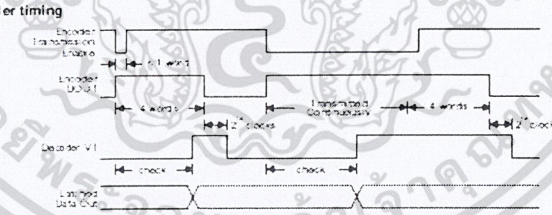
Part No.	Data Pins	Address Pins	Output Type	Operating Voltage
HT12D	4	8	Latch	2.4V~12V
HT12F	0	12	—	2.4V~12V

Flowchart

The oscillator is disabled in the standby state and activated when a logic "high" signal applies to the DIN pin. That is to say, the DIN should be kept low if there is no signal input.



Decoder timing



Encoder/Decoder cross reference table

Decoders Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package			
					Encoder		Decoder	
					DIP	SOP	DIP	SOP
HT12D	4	8	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		
HT12F	0	12	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		

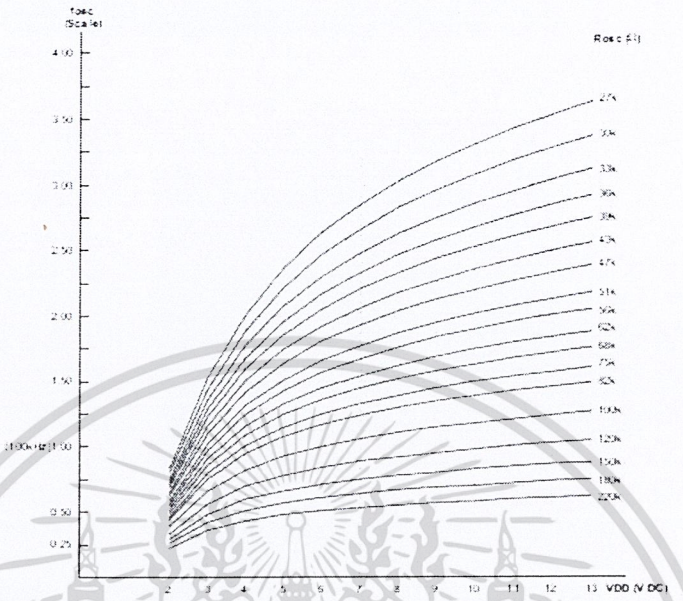
Address/Data sequence

The following table provides address data sequence for various models of the 2^{12} series of decoders. A correct device should be chosen according to the requirements of the individual addresses and data.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12D	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oscillator frequency vs supply voltage

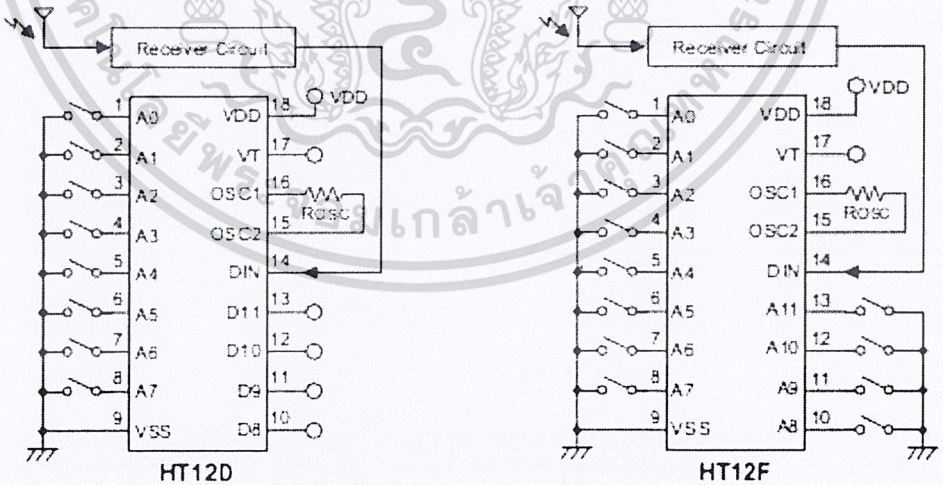


The recommended oscillator frequency is f_{OSC3} (decoder) = 50 f_{OSC2} (HT12E encoder)

= $\frac{1}{3}$ f_{OSC2} (HT12A encoder).

HOLTEK 2^12 Series of Decoders

Application Circuits



Notes: Typical infrared receiver: PIC-12043T/PIC-12043S (KODESHI CORP.)
or LTM9052 (LITEON CORP.)

Typical RF receiver: JR-200 (JUWA CORP.)
RE-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12E

HOLTEK

HT12A/HT12E
2^{12} Series of Encoders

Features

- Operating voltage
  2.4V~5V for the HT12A
  2.4V~12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1μA (typ.) at V_{DD}=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word
  Four words for the HT12E
  One word for the HT12A
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- HT12A/E: 18-pin DIP/20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2^{12} encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding information which consists of N address bits and 12-N data bits. Each address/data input can be set to one of the two logic states. The programmed addresses/data are transmitted together with the header bits via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a $\overline{TE}$ trigger on the HT12E or a DATA trigger on the HT12A further enhances the application flexibility of the 2^{12} series of encoders. The HT12A additionally provides a 38kHz carrier for infrared systems.

Selection Table

Function / Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Oscillator	Trigger	Package	Carrier Output	Negative Polarity
HT12A	8	0	4	455kHz resonator	D8~D11	18 DIP 20 SOP	38kHz	No
HT12E	8	4	0	RC oscillator	$\overline{TE}$	18 DIP 20 SOP	No	No

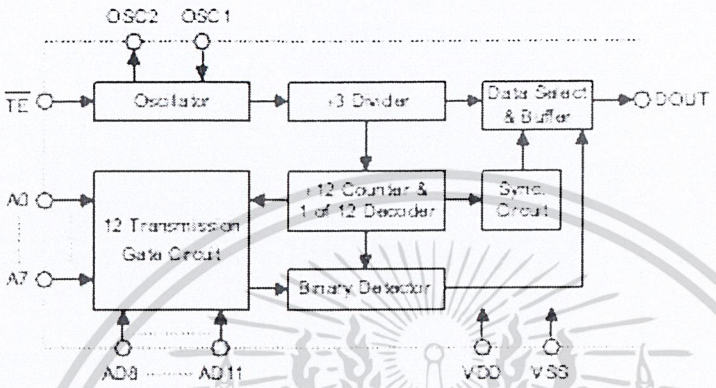
Note: Address/Data represents pins that can be address or data according to the decoder requirement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram

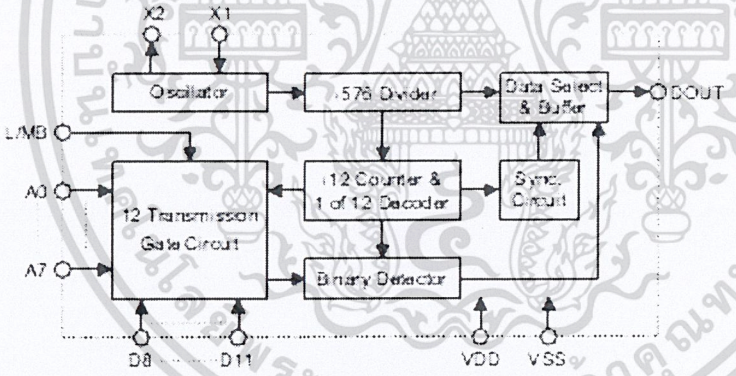
$\overline{TE}$ trigger

HT12E



DATA trigger

HT12A

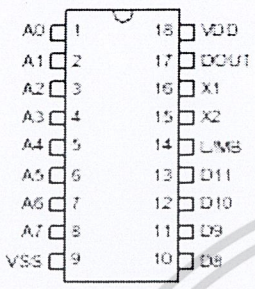


Note: The address data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

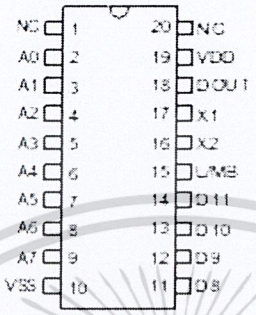
Pin Assignment

8-Address
4-Data



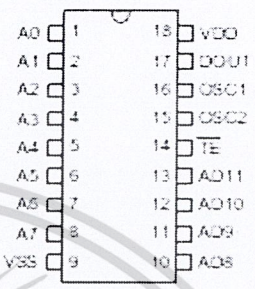
HT12A
– 18 DIP

8-Address
4-Data



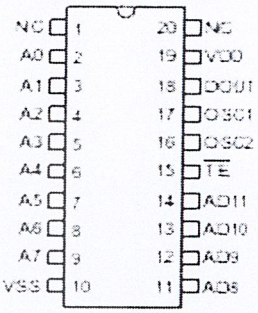
HT12A
– 20 SOP

8-Address
4-Address/Data



HT12E
– 18 DIP

8-Address
4-Address/Data



HT12E
– 20 SOP

Pin Description

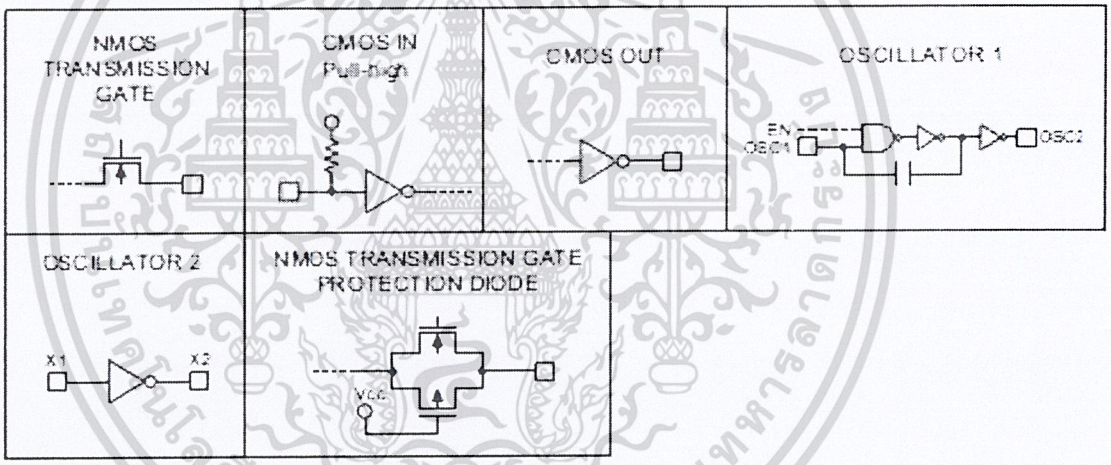
Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0–A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A) NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address A0–A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
AD8–AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data AD8–AD11 setting These pins can be externally set to VSS or left open
D8–D11	I	CMOS IN Pull-high	Input pins for data D8–D11 setting and transmission enable, active low These pins should be externally set to VSS or left open (see Note)
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
LMB	I	CMOS IN Pull-high	Latch/Momentary transmission format selection pin: Latch: Floating or VDD Momentary: VSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
$\overline{TE}$	I	CMOS IN Pull-high	Transmission enable, active low (see Note)
OSC1	I	OSCILLATOR 1	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR 1	Oscillator output pin
X1	I	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator input
X2	O	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator output
VSS	I	—	Negative power supply, grounds
VDD	I	—	Positive power supply

Note: D8~D11 are all data input and transmission enable pins of the HT12A.
$\overline{TE}$ is a transmission enable pin of the HT12E.

Approximate internal connections



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (HT12A) ..... −0.3V to 5.5V
Supply Voltage (HT12E) ..... −0.3V to 13V
Input Voltage ..... V_{SS}−0.3 to V_{DD}+0.3V
Storage Temperature ..... −50°C to 125°C
Operating Temperature ..... −20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

HT12A

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	3	5	V
I_{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		5V		—	0.1	1	μA
I_{DD}	Operating Current	3V	No load f_{OSC}=455kHz	—	200	400	μA
		5V		—	400	800	μA
I_{DOUT}	Output Drive Current	5V	V_{OH}=0.9V_{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V_{OL}=0.1V_{DD} (Sink)	2	3.2	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V_{DD}	V
R_{DATA}	DS~D11 Pull-high Resistance	5V	V_{DATA}=0V	—	150	300	kΩ

HT12E

Ta=25°C

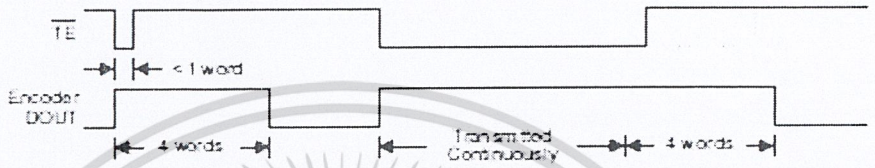
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I_{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I_{DD}	Operating Current	3V	No load f_{OSC}=3kHz	—	40	80	μA
		12V		—	150	300	μA
I_{DOUT}	Output Drive Current	5V	V_{OH}=0.9V_{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V_{OL}=0.1V_{DD} (Sink)	1	1.6	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V_{DD}	V
f_{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R_{OSC}=1.1MΩ	—	3	—	kHz
$R_{\overline{TE}}$	$\overline{TE}$ Pull-high Resistance	5V	$V_{\overline{TE}}$=0V	—	1.5	3	MΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

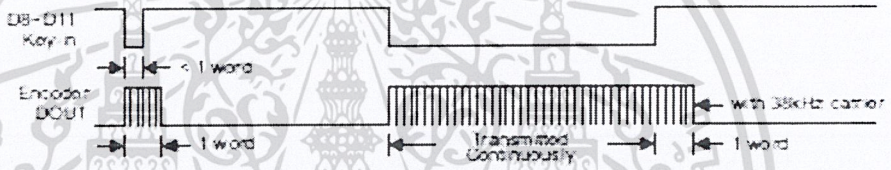
Functional Description

Operation

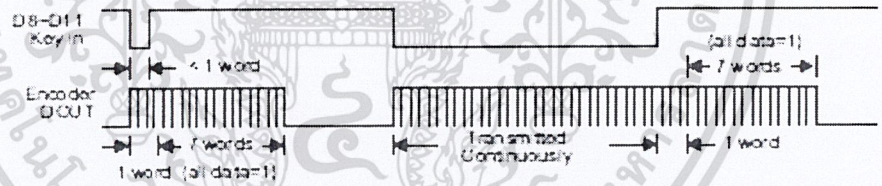
The 2^{12} series of encoders begin a 1-word transmission cycle upon receipt of a transmission enable ($\overline{TE}$ for the HT12E or D8~D11 for the HT12A, active low). This cycle will repeat itself as long as the transmission enable ($\overline{TE}$ or D8~D11) is held low. Once the transmission enable returns high the encoder output completes its final cycle and then stops as shown below.



Transmission timing for the HT12E



Transmission timing for the HT12A (L/MB=Floating or VDD)



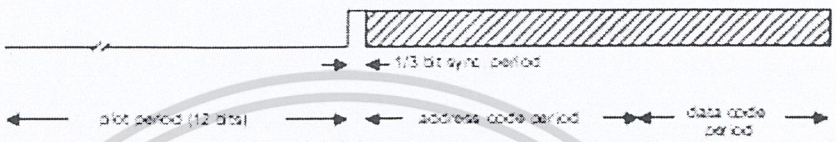
Transmission timing for the HT12A (L/MB=VSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information word

If LMB=1 the device is in the latch mode (for use with the latch type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT pin outputs a complete word and then stops. On the other hand, if LMB=0 the device is in the momentary mode (for use with the momentary type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT outputs a complete word and then adds 7 words all with the "1" data code.

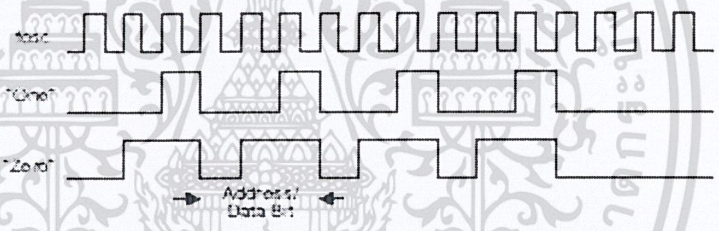
An information word consists of 4 periods as illustrated below.



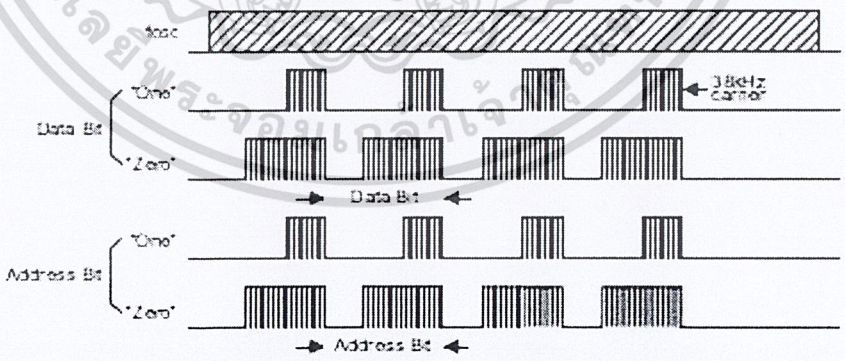
Composition of information

Address/data waveform

Each programmable address/data pin can be externally set to one of the following two logic states as shown below.



Address/Data bit waveform for the HT12E



Address/Data bit waveform for the HT12A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The address/data bits of the HT12A are transmitted with a 38kHz carrier for infrared remote controller flexibility.

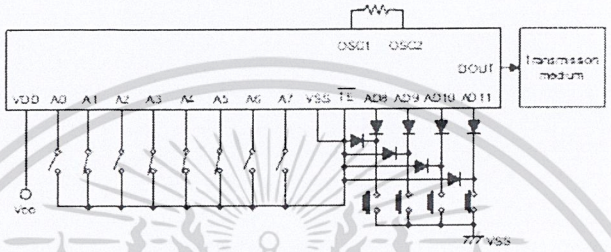
Address/data programming (preset)

The status of each address/data pin can be individually preset to logic "high" or "low". If a transmission-enable signal is applied, the encoder scans and transmits the status of the 12 bits of address/data serially in the order A0 to AD11 for the HT12E encoder and A0 to D11 for the HT12A encoder.

During information transmission these bits are transmitted with a preceding synchronization bit. If the trigger signal is not applied, the chip enters the standby mode and consumes a reduced current of less than 1μA for a supply voltage of 5V.

Usual applications preset the address pins with individual security codes using DIP switches or PCB wiring, while the data is selected by push buttons or electronic switches.

The following figure shows an application using the HT12E:



The transmitted information is as shown:

Pilot & Sync.	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11
	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0

Address/Data sequence

The following provides the address/data sequence table for various models of the 2^{12} series of encoders. The correct device should be selected according to the individual address and data requirements.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12A	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12E	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11

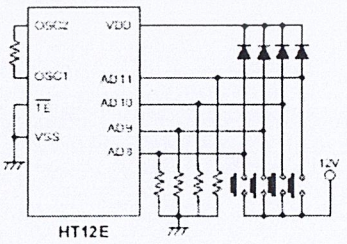
Transmission enable

For the HT12E encoders, transmission is enabled by applying a low signal to the $\overline{TE}$ pin. For the HT12A encoders, transmission is enabled by applying a low signal to one of the data pins D8~D11.

Two erroneous HT12E application circuits

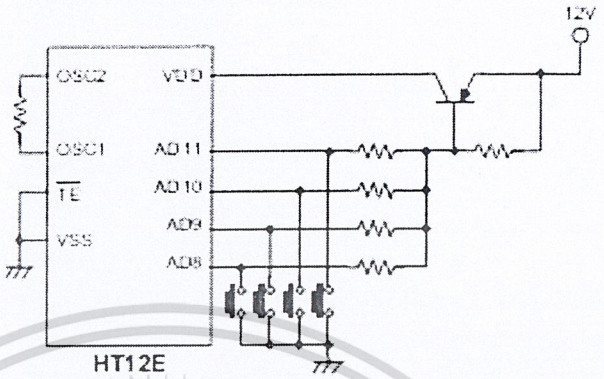
The HT12E must follow closely the application circuits provided by Holtek (see the "Application circuits").

- Error. AD8~AD11 pins input voltage > V_{DD}-0.3V



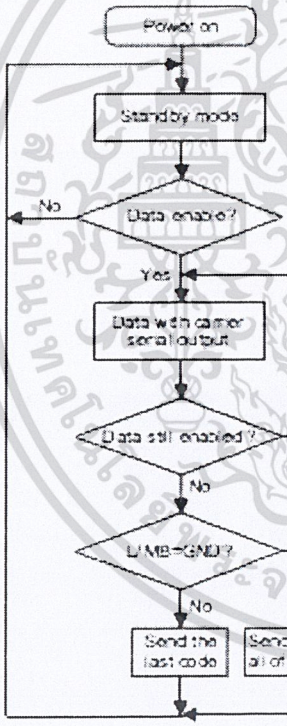
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Error: The IC's power source is activated by pins AD8~AD11

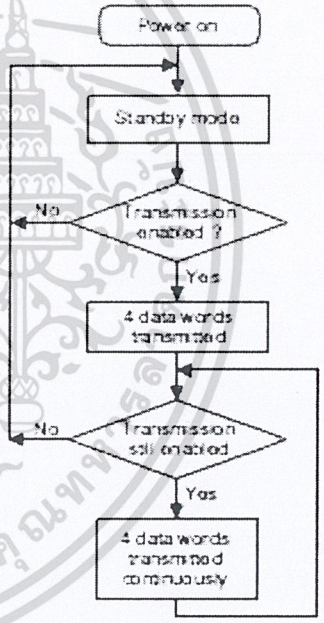


Flowchart

• HT12A



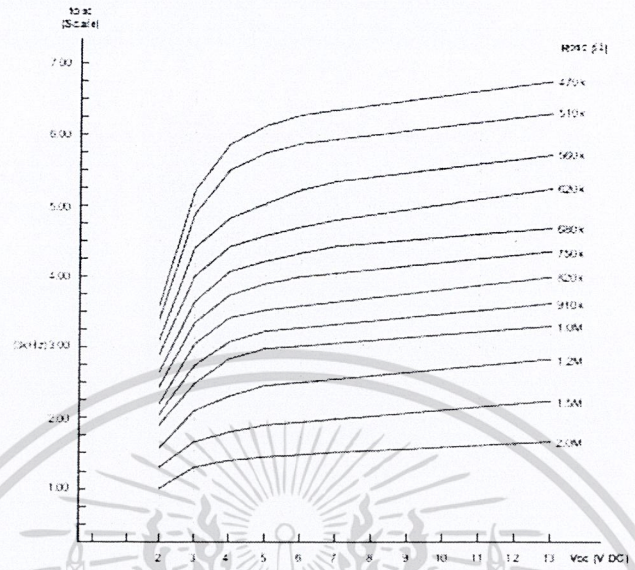
• HT12E



Note: D8~D11 are transmission enables of the HT12A.
$\overline{TE}$ is the transmission enable of the HT12E.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oscillator frequency vs supply voltage

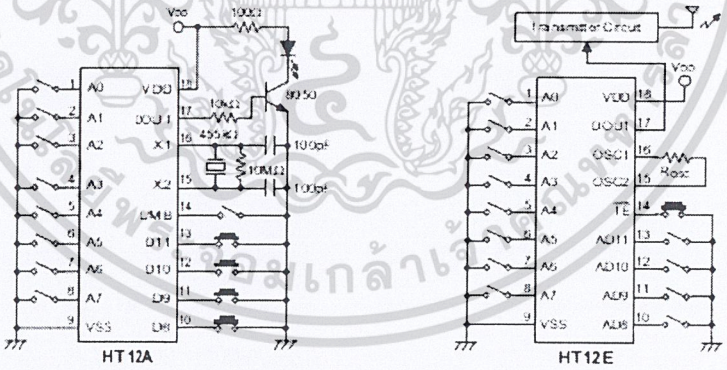


The recommended oscillator frequency is f_{OSC1} (decoder) = 50 f_{OSC2} (HT12E encoder)

$\approx \frac{1}{3} f_{OSC2}$ (HT12A encoder)

HT12A/HT12E

Application Circuits



Note: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)

Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

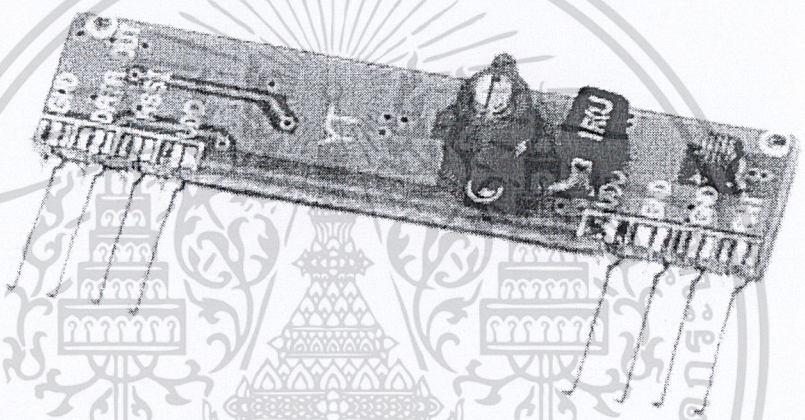
ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน RWS-374 series

RWS-374 Series

WENSHING®©

V1.02

Wireless Hi Sensitivity Receiver Module (RF ASK)



➢ Model: RWS-374-6(433.92MHz)

*Frequency Range: 433.92MHz

*Modulate Mode: ASK

*Circuit Shape: LC

*Date Rate: 4800 bps

*Selectivity: -108 dBm

*Channel Spacing: ±500KHz

*Supply Voltage: 5V

* High sensitivity passive design.

*Simple to apply with low external count.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

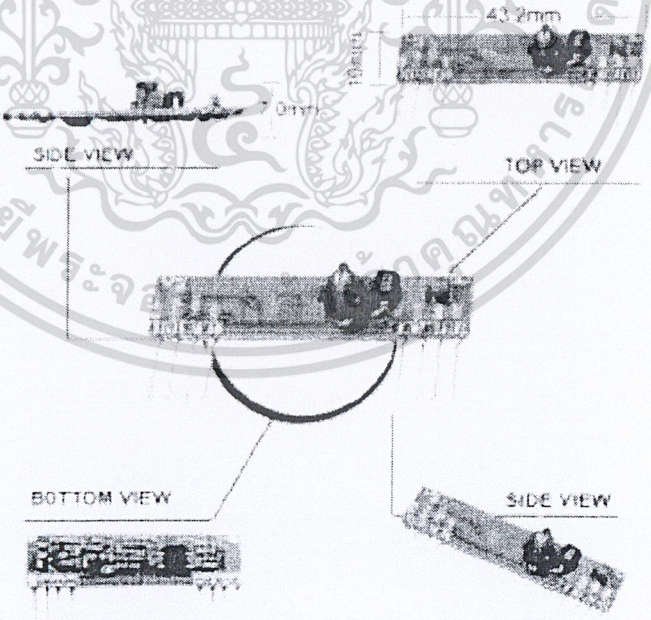
➢ Electrical Characteristics :

Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units
Operating Radio Frequency	FC	433.42	433.92	434.42	MHz
Sensitivity	Pref.	-106	-108	-110	dBm
Channel Width		-500		+ 500	KHz
Noise Equivalent BW	NEB		5	4	
Baseboard Data Rate				3	KB/S
Receiver Turn On Time				3	ms

➢ DC Characteristics :

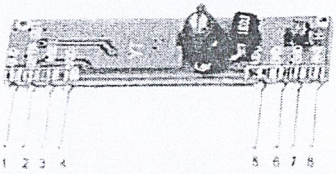
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Vcc	Operating Supply Voltage		4.9	5	5.1	
I Tot	Operating Supply Voltage			4.5		
V Data	Data Out	1 Data = -10 uA (Low)	Vcc -0.5	Vcc		V
		1 Data = -10 uA (Low)			0.3	V

➢ Size



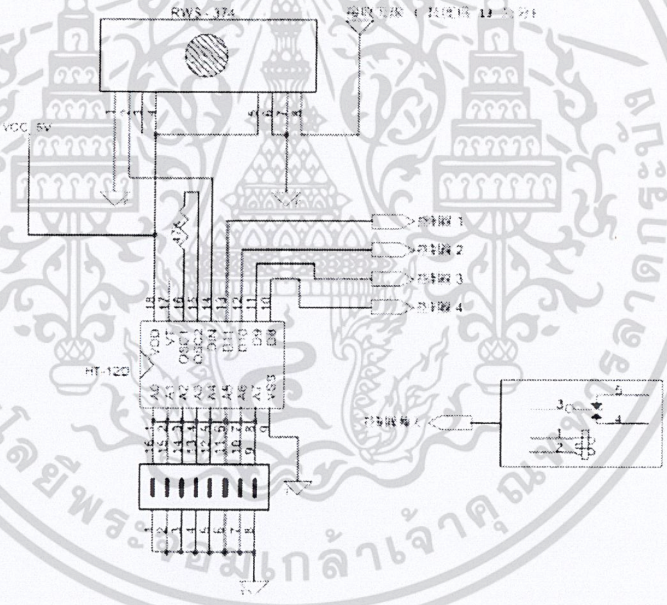
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **Pin Assignment:**



Pin	Function	Description
1	GND	
2	Digital Output	
3	Linear Out	
4	VCC	
5	VCC	
6	GND	
7	GND	
8	ANT	About 13cm

➢ **Demo Circuit:**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

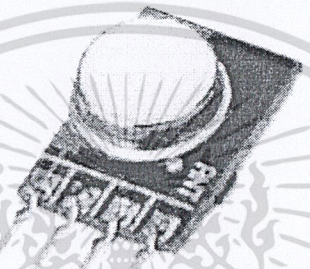
ข.4 เอกสารคู่มือการใช้งาน TWS-BS series

TWS-BS Series

WENSHING

V1.01

Wireless Transmitter Module Series (RF ASK)



➢ Model : TWS-BS-3(433.92MHz)

*Frequency Range: 433.92MHz
*Modulate Mode: ASK
*Circuit Shape: SAW
*Date Rate: 8Kbps
*Supply Voltage: 3~12V

➢ Absolute Maximum Ratings:

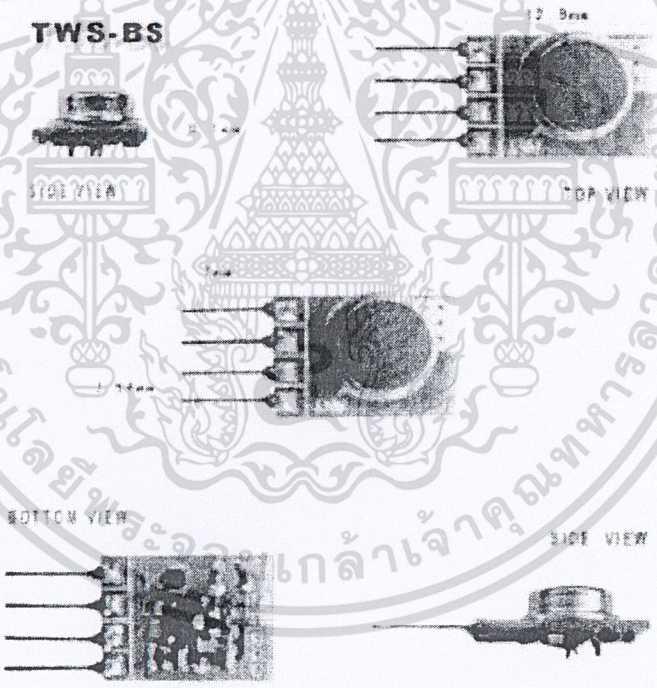
Rating	Value	Unit
Power Supply and All Input/Output Pins	-0.3 to +12.0	V
Non-Operating Case Temperature	-20 to +85	Celsius
Soldering Temperature(10 seconds)	230	Celsius

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **Electrical Characteristics, T=25℃ , Vcc=3.6V, Fre=433.92MHz:**

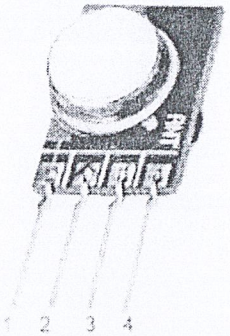
Characteristic	Sym	Min	Typ	Max	Uint
Operating Frequency (~300KHz)	VCC		433.92		MHz
Data Rate	ASK			8	Kbps
Transmitter Performance(OOK@2.4Kbps)					
Peak Input Current,12 Vdc Supply	ITP			45	mA
Peak Output Power	PO		10		mW
Turn On/ Turn Off Time	T ON/T OFF			1	US
Power Supply Voltage Range	VCC	3		12	VDC
Operating Ambient Temperature	TA	-20		+85	Celsius
Tx Antenna Out (3V) +2.4dBm	VCC				mA

➢ **Size:**



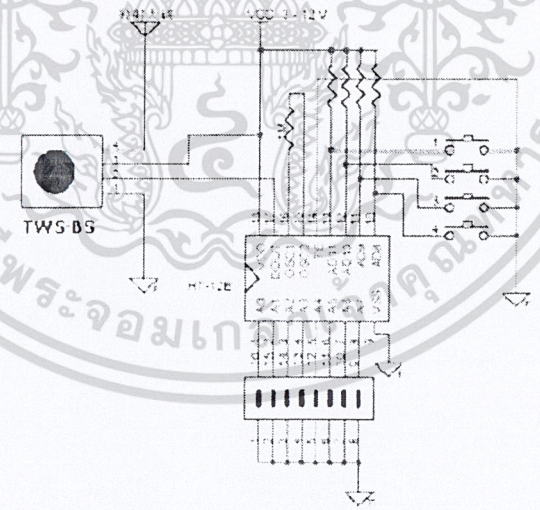
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Pin Assignment:**



Pin	Function
1	GND
2	Data in
3	VCC
4	ANT

- **Demo Circuit:**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปสเตอร์หุ่นยนต์แมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Yoram Korem. **Computer Control of Manufacturing Systems**. McGraw Hill. Inc. 1983. 287 pp.

[2] Wikipedia. "Computer-integrated manufacturing." [Online]. http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-integrated_manufacturing. 2010.

[3] ทีมงานอีทีที. "SERVO MOTOR." [Online]. www.kmitl.ac.th/robot/article/**servo_motor**_book.pdf. 2546.

[4] อ.วศินวิโรตม์ เนติศักดิ์. "บทที่ 1." [Online]. www.**lcct.ac.th/office/home_el/book/cim.doc**. 2011

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้