สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

COMPUTER INTERGRATED MANUFACTURING :

INSECT ROBOT SECTION

T119191

นายณัฐภูมิ พิทยาวิริยะพันธ์

นายทัศนะ เทพสันต์

นางสาวทิพาพร ศิววรรณ์โอสถ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119191
วัน,เดือน,ปี - 6 S.A. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTERGRATED MANUFACTURING :

INSECT ROBOT SECTION

Mr. Nutthaphum Pittayawiriyapan

Mr. Tassana Tepsan

Miss Thipaporn Siwawanosod

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

COMPUTER INTERGRATED MANUFACTURING :

INSECT ROBOT SECTION

จัดทำโดย นายณัฐภูมิ พิทยาวิริยะพันธ์ 50010502

นายทัศนะ เทพสันต์ 50010576

นางสาวทิพาพร ศิววรรณ์โอสถ 50010589

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ด.ร. วันชัย ริ้วรุจา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนหุ่นยนต์แมลง

โดย

นายณัฐภูมิ พิทยาวิริยะพันธ์ 50010502

นายทัศนะ เทพสันต์ 50010576

นางสาวทิพาพร ศิววรรณ์โอสถ 50010589

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ค.ร.วันชัย ริ้วรุจา

อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา

ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ นำเสนอการจำลองระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยระบบลำเลียง แขนกล หุ่นยนต์แมลง และหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับผิดชอบในส่วนของหุ่นยนต์แมลง ขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มจาการศึกษาและออกแบบระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ ศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์แมลง ซึ่งโครงสร้างของหุ่นยนต์แมลงประกอบด้วย แผ่นอะคริลิก เซอร์โวมอเตอร์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และบอร์ดควบคุมผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ เซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้มุมองศาที่ถูกต้องตามทฤษฎี จึงทำให้การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTERGRATED MANUFACTURING

: INSECT ROBOT SECTION

By

Mr. Nutthaphum Pittayawiriyapan

Mr. Tassana Tepsan

Miss Thipaporn Siwawanosod

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Vanchai Riewruja

Mr. Thepjit Cheypoca

Dr.Wandee Petchmaneelumka

Academic Year 2010

ABSTRACT

This project presents the simulation of computer integrated manufacturing (CIM) system. It consists of conveyor system, robot arm, insect robot and humanoid robot. The purpose of this thesis is to implement insect robot. Procedure of operation starts from study and design. Computer intergrated manufacturing. Then insect robot is studied designed. The structure of insect robot comprises few pieces of acrylic, servo motor, electronic circuits and controller board. The result show that rotation of servo motor is dependent on pulse signal according to theory. So we can control efficiently movement of robot.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้น รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วันชัย ริ้วรุจา และ อาจารย์วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่คอยถามถึงความคืบหน้าอยู่ตลอดเวลา และอาจารย์สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะที่ให้คำปรึกษาในส่วนของการเขียนโปรแกรม

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้น เตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นายณัฐภูมิ พิทยาวิริยะพันธ์

นายทัศนะ เทพสันต์

นางสาวทิพาพร ศิววรรณ์โอสถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อไทย	I
บทคัดย่ออังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของระบบ	3
2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์	3
2.2 ส่วนประกอบของระบบ	7
2.2.1 มอนิเตอร์	7
2.2.2 หน่วยประมวลผลหลัก	7
2.2.3 รถลำเลียงสินค้า	8
2.2.4 สถานี (Station)	8
2.2.5 แขนกล	9
2.2.6 หุ่นยนต์แมลงหกขา	9
2.2.7 หุ่นยนต์สองขา	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ทฤษฎีและการดำเนินงาน	11
3.1 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Robot Kinematics)	11
3.1.1 Forward Kinematics (Direct Kinematics)	11
3.1.2 Inverse Kinematics	11
3.2 เซอร์โวมอเตอร์	12
3.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	12
3.2.2 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์	13
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ	14
3.3.1 โปรแกรม Solid Work เวอร์ชัน 2010	14
3.3.2 โปรแกรม Altium Designer Summer 2009	15
3.3.3 โปรแกรม Arduino	15
3.4 ส่วนประกอบ	15
3.4.1 เซอร์โวมอเตอร์	15
3.4.2 บอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP	16
3.4.3 แบตเตอรี่ Li-po 4000 mAh	17
3.3.5 วงจรสวิตซ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง	17
3.3.6 วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แมลง	18
3.5 การออกแบบโครงสร้าง	20
3.6 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง	24
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	26
4.1 การทดลอง	26
4.2 ผลการทดลอง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทำงาน	28
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	28
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	28
5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา	28
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา	29
โปสเตอร์หุ่นยนต์แมลง	31
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หกขา	32
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออิเล็กทรอนิกส์	41
ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน RWS-374 Series	41
ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน TWS-BS Series	45
ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12D	49
ข.4 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12E	58
บรรณานุกรม	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 องค์ประกอบการจัดการด้วยระบบ CIM 5

รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานระบบโดยรวม 6

รูปที่ 2.3 ภาพระบบรวม 6

รูปที่ 2.4 มอนิเตอร์ 7

รูปที่ 2.5 ตัวควบคุมหลัก 7

รูปที่ 2.6 รถลำเลียงสินค้า 8

รูปที่ 2.7 สถานีรับส่งสัญญาณ 8

รูปที่ 2.8 แขนกล 9

รูปที่ 2.9 หุ่นยนต์แมลง 10

รูปที่ 2.10 หุ่นยนต์สองขา 10

รูปที่ 3.1 เซอร์โวมอเตอร์ 12

รูปที่ 3.2 การป้อนพัลส์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ 13

รูปที่ 3.3 การออกแบบโครงสร้างด้วย Solid Work 2010 14

รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์ 15

รูปที่ 3.5 บอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP 16

รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ Li-po 4000mAh 17

รูปที่ 3.7 วงจรสวิตซ์ควบคุมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์แมลง 17

รูปที่ 3.8 บอร์ดวงจรสวิตซ์ควบคุมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์แมลง 18

รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมของหุ่นยนต์แมลง 18

รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์แมลง (TOP LAYER) 19

รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์แมลง (BUTTOM LAYER) 19

รูปที่ 3.12 ส่วนฐานของหุ่นยนต์แมลง 20

รูปที่ 3.13 ส่วนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์แบบ 2 ด้าน 20

รูปที่ 3.14 ส่วนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์แบบด้านเดียว 20

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.15 ส่วนเท้า 21

รูปที่ 3.16 ส่วนข้อต่อ 21

รูปที่ 3.17 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 1 21

รูปที่ 3.18 ส่วนขา 2 21

รูปที่ 3.19 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 2 22

รูปที่ 3.20 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 3 22

รูปที่ 3.21 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 4 22

รูปที่ 3.22 หุ่นยนต์แมลง 23

รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลงหกขา (Flow Ground) 24

รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง (Back Ground) 25

รูปที่ 4.1 สัญญาณในหนึ่งคาบที่ส่งให้เซอร์โวมอเตอร์ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.1 ตารางความสัมพันธ์สัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้งานอุตสาหกรรมมีการแข่งขันกันมาก ระบบงานอุตสาหกรรมใดที่สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง รวดเร็ว ก็จะเป็นระบบอุตสาหกรรมที่มีความมั่นคงและคงอยู่ได้ในระบบ ปัจจัยสำคัญที่มีผลกับการผลิตงานอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในงานอุตสาหกรรม การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยงานอุตสาหกรรมทำให้มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำมากขึ้น โดยเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Manufacturing,CIM) หมายถึง ระบบการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกันข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของ CIM คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ

เนื่องจากระบบที่ถูกเรียกกันว่า CIM (Computer Integrated Manufacturing) นี้ มีประโยชน์ในหลายๆด้านกับระบบงานในอุตสาหกรรม จึงได้จำลองระบบลำเลียงสินค้าในอุตสาหกรรมขึ้น เพื่อความสะดวก ลดความเสี่ยง และภาระต่างๆในระบบอุตสาหกรรม โดยประกอบไปด้วยหุ่นยนต์ 2 ขาทำหน้าที่หยิบส่งสินค้า หุ่นยนต์แมลง 6 ขาทำหน้าที่ขนส่งสินค้าไปยังระบบลำเลียง แขนกลทำหน้าที่หยิบสินค้าเข้าและออกจากระบบลำเลียง ระบบลำเลียงสินค้า ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าไปยังสถานีต่างๆ โดยควบคุมได้จากคอมพิวเตอร์

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาและสร้างระบบการลำเลียงสินค้าอัตโนมัติที่ควบคุมได้ด้วยคอมพิวเตอร์
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบลำเลียงสินค้าให้มีมากยิ่งขึ้น
3. เพื่อทำการศึกษาการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมระบบการผลิต
4. เพื่อการศึกษาและทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษาโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาหลักการออกแบบและควบคุมโดยนำระบบ CIM มาใช้วิเคราะห์และเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการขนส่งลำเลียงสินค้าให้เป็นลำดับขั้นตอนและเพื่อแสดงให้เห็นถึงระบบขนส่งลำเลียงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้ทำการศึกษาและทดลองดังนี้ แยกเป็น ส่วนของฮาร์ดแวร์ ส่วนของซอฟต์แวร์ ส่วนของการประมวลผล และส่วนของมอนิเตอร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย รถลำเลียงสินค้า ระบบรางไฟฟ้า สถานี แขนกล หุ่นยนต์แมลงหกขา หุ่นยนต์สองขา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนซอฟต์แวร์ประกอบด้วยโปรแกรมในการควบคุม รถรางไฟฟ้า ระบบรางไฟฟ้า สถานี แขนกล หุ่นแมลงหกขา หุ่นยนต์สองขา ส่วนของการประมวลผล คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการขนส่งลำเลียงสินค้าให้เป็นลำดับขั้นตอน และส่วนของมอนิเตอร์ คือ การแสดงสถานการณ์ทำงานของระบบการขนส่งลำเลียงสินค้าทั้งหมด

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ วัตถุประสงค์ ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์แต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของระบบ กล่าวถึงการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ ส่วนประกอบในแบบจำลองการลำเลียง ได้แก่ มอนิเตอร์ หน่วยประมวลผลหลักของระบบ รถลำเลียงสินค้า สถานี แขนกล หุ่นยนต์แมลง และหุ่นยนต์สองขา

บทที่ 3 หุ่นยนต์แมลง กล่าวถึงทฤษฎีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Robot Kinematics) การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์แมลง ส่วนประกอบของหุ่นยนต์แมลง ได้แก่ เซอร์โวมอเตอร์ โครงสร้างหุ่นยนต์แมลง วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แมลง และแผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง มีการทดลองตำแหน่งมุมในการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ และผลการทดลอง

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป มีการสรุปผลการทดลอง ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของระบบ

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประสานและการควบคุม ระบบการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การ ทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้ได้ระบบการผลิตและผลผลิตที่ สมบูรณ์การประยุกต์ระบบ CIM มาใช้เป็นการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ การใช้ CIM ก็คือการเชื่อมโยง ระหว่างกันของระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบการผลิต Computer Integrated Manufacturing (CIM) เป็นทั้งกระบวนการผลิตและชื่อของระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ ขอบข่ายหน้าที่การทำงานของ CIM มีหลากหลายอย่าง เช่น ออกแบบ วิเคราะห์ วางแผน จัดซื้อ จัดการบัญชีต้นทุน ควบคุมคงคลัง และการกระจายผลิตภัณฑ์ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงโดยคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ หรือหน่วยต่างๆ ภายในองค์กร CIM จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้โดยตรงและสามารถแสดงการทำงานปัจจุบันของทุกกระบวนการทำงาน โดยทั่วไปแล้วระบบ CIM จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ปัจจุบันที่ได้รับจากตัวตรวจรู้ (Sensor) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบดังนี้

1. MIS (Management Information System)
2. CAD (Computer Aided Design)
3. CAM (Computer Aided Manufacturing)

เชื่อมต่อองค์ประกอบทั้งสามเข้าด้วยกันให้ทำงานสัมพันธ์กัน

1. MIS (Management Information System) คือระบบที่ให้สารสนเทศที่ผู้บริหารต้องการเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะรวมทั้ง สารสนเทศภายในและภายนอก สารสนเทศที่เกี่ยวพันกับองค์กรทั้งในอดีตและปัจจุบัน รวมทั้งสิ่งที่คาดว่าจะเป็นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

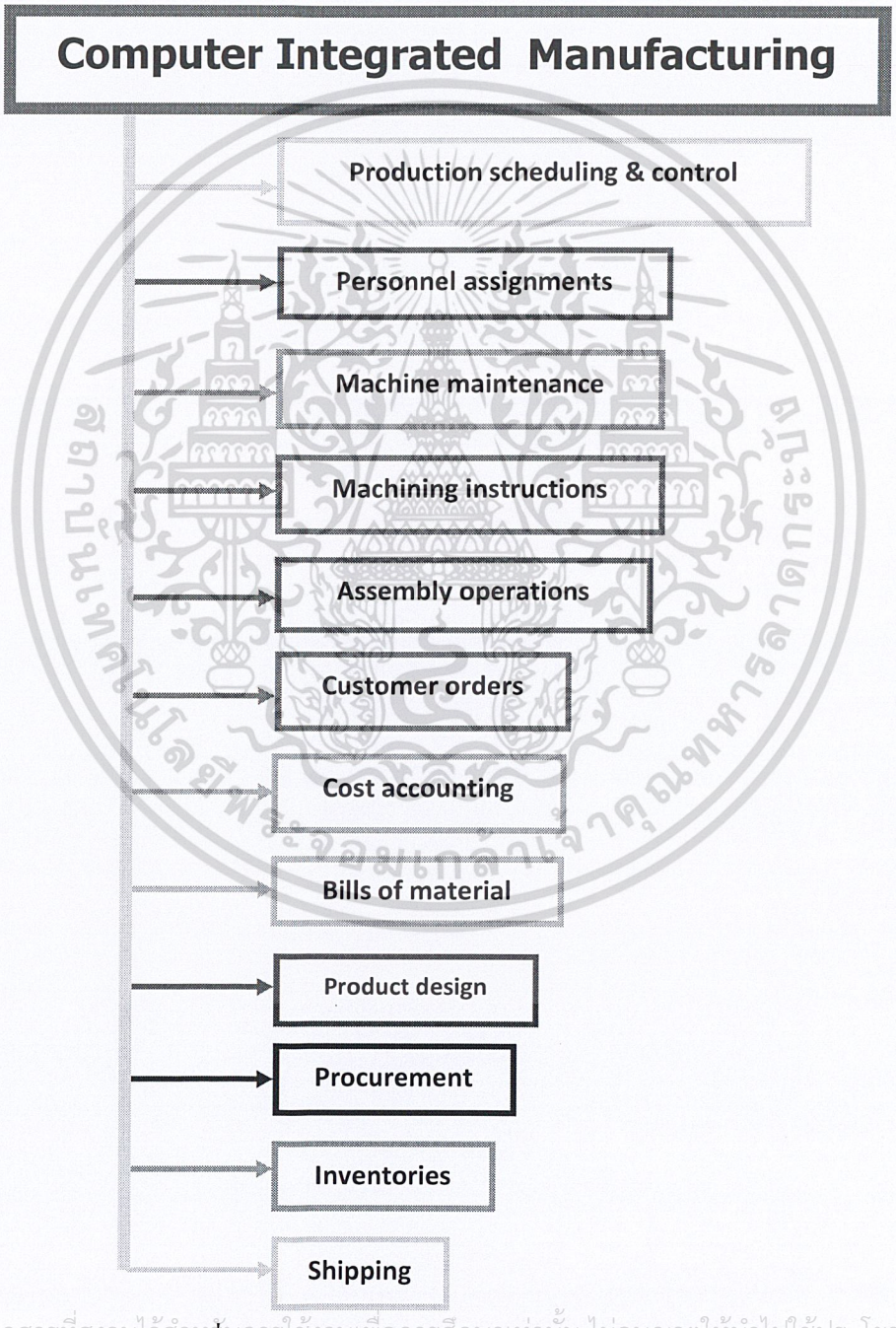
นอกจากนี้ระบบเอ็มไอเอสจะต้อง ให้สารสนเทศ ในช่วงเวลาที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจในการวางแผนการควบคุม และการปฏิบัติการขององค์กรได้อย่างถูกต้อง

2. CAD (Computer Aided Design) คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบคือการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ โดยอาศัยซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นมาโดยเฉพาะ ทำให้การออกแบบนั้นทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น จุดเริ่มต้นของ CAD นั้นเริ่มมาจากการพัฒนาด้านกราฟฟิคของคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างภาพในแบบเวกเตอร์ได้ การพัฒนาซอฟแวร์เพื่อนำมาใช้ทดแทนการเขียนแบบด้วยมือเปล่าบนกระดาษจึงเกิดขึ้น การนำ CAD มาใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพในการออกแบบ เป็นการช่วยลดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายเพราะการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถสร้างสรรค์และแก้ไขปัญหาการออกแบบภายในคอมพิวเตอร์ได้รวดเร็วมากกว่าการออกแบบด้วยมือเปล่ามาก อีกทั้งยังมีความแน่นอนไม่ต้องอาศัยฝีมือของคนเขียนแบบมากนัก เพียงแต่อาศัยเครื่องมืออำนวยความสะดวกที่ซอฟแวร์มีมาให้บวกกับจินตนาการก็สามารถผลิตผลงานออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

3. CAM (Computer Aided Manufacturing) คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต คือการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเขียนโปรแกรมเพื่อนำไปใช้ควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี โดยใช้ข้อมูลทางรูปร่างจาก CAD ไปทำการกำหนดว่าจะใช้เครื่องจักรใดในการผลิต, ใช้อุปกรณ์ตัดเฉือนอะไรบ้าง, ใช้วัสดุชิ้นงานขนาดเท่าใด, วางตำแหน่งอ้างอิงอย่างไร, ใช้วิธีการตัดเฉือนและมีขั้นตอนทำงานอย่างไร รวมไปถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองขั้นตอนการทำงานและการตรวจสอบความถูกต้องในกระบวนการผลิต CAM ช่วยให้กระบวนการผลิตมีความเป็นอัตโนมัติที่ไม่ต้องการคน มันสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการมีคนควบคุมเข้าไปเกี่ยวข้องน้อยที่สุด นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ CAM ยังช่วยตรวจสอบความผิดพลาดของการทำงาน เมื่อมีการขัดข้องสามารถหยุดการทำงานได้อย่างอัตโนมัติ และแจ้งข้อมูลไปยังผู้ควบคุมเครื่องในทางใดทางหนึ่ง CAM ช่วยลดความต้องการในทักษะความสามารถของคนงาน ลดต้นทุนการดำเนินงาน ลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ และสร้างกำไรแก่ผู้ผลิต

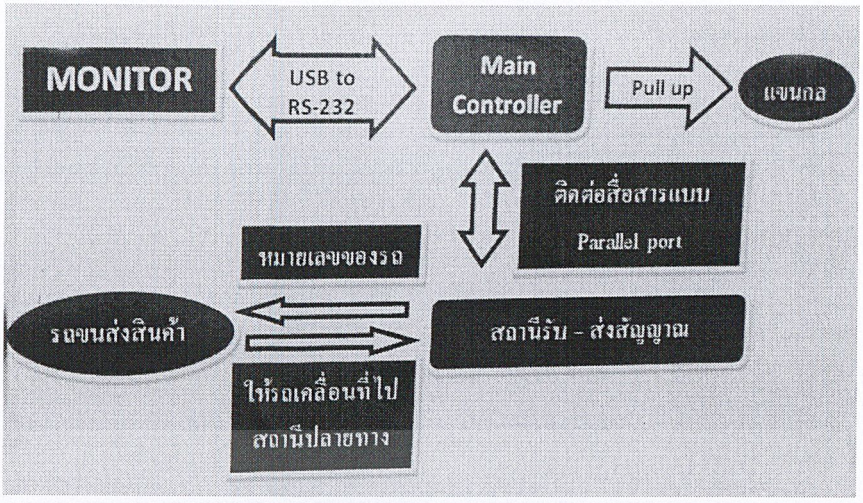
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Manufacturing (CIM)) จะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน 2 เครื่องขึ้นไป เช่น ตัวควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม กับตัวคุมเครื่อง CNC สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการติดตั้งระบบ CIM คือ ปริมาณการผลิต ประสบการณ์ขององค์การและบุคลากร ระดับการผสมผสานของส่วนการผลิตและส่วนต่างๆ CIM มีประโยชน์มากที่สุดในองค์การที่มีระดับการใช้ข้อมูลสารสนเทศภายในองค์กรสูง



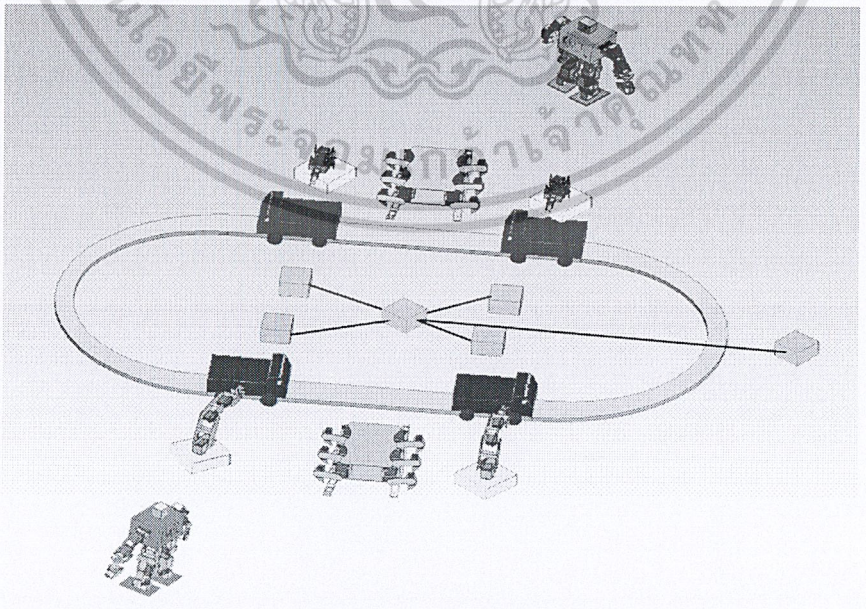
รูปที่ 2.1 องค์ประกอบการจัดการด้วยระบบ CIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานระบบโดยรวม

ระบบจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติ เป็นการจำลองระบบ และกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติที่สามารถใช้ได้ในโรงงานอุตสาหกรรม การจำลองระบบการผลิตแบบอัตโนมัตินี้ประกอบไปด้วย รถลำเลียงสินค้าซึ่งสามารถสั่งการได้โดยคอมพิวเตอร์ โดยรถลำเลียงสินค้าจะวิ่งบนรางไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ในการลำเลียงสินค้าจากหน่วยทำงานหนึ่ง ไปยังอีกหน่วยการทำงานหนึ่ง ขณะที่แต่ละหน่วยการทำงานจะมีแขนกลทำหน้าที่หยิบจับสินค้าเข้า – ออกระหว่างรถลำเลียงกับหน่วยการทำงาน ซึ่งจะมีหุ่นยนต์แมลง 6 ขามารับสินค้าจากแขนกล โดยจะทำหน้าที่ส่งต่อสินค้าให้กับหุ่นยนต์ 2 ขาเพื่อไปเก็บในคลังสินค้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

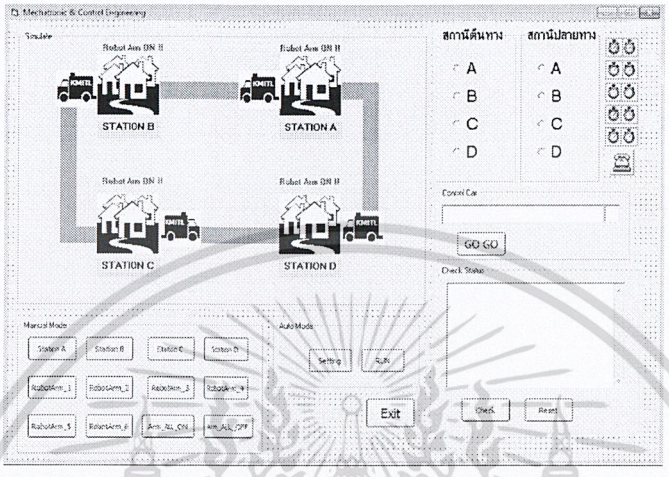
รูปที่ 2.3 ภาพระบบรวม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนประกอบของระบบ

2.2.1 มอนิเตอร์

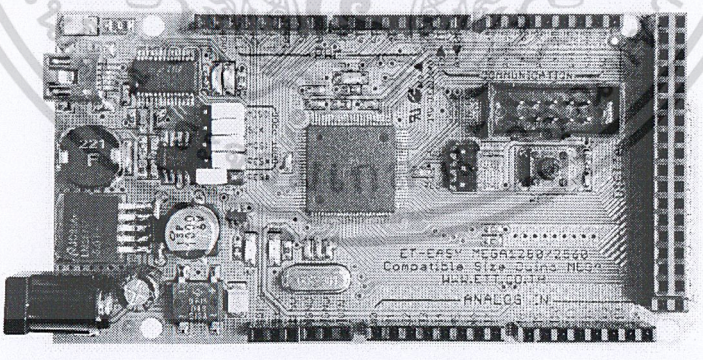
ใช้โปรแกรม Visual Basic ในการสั่งการระบบ



รูปที่ 2.4 มอนิเตอร์

2.2.2 หน่วยประมวลผลหลัก

หน่วยประมวลผลหลักของระบบ ใช้บอร์ด ET-EASYMEGA 1280 เป็นตัวควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการทำงานของระบบ

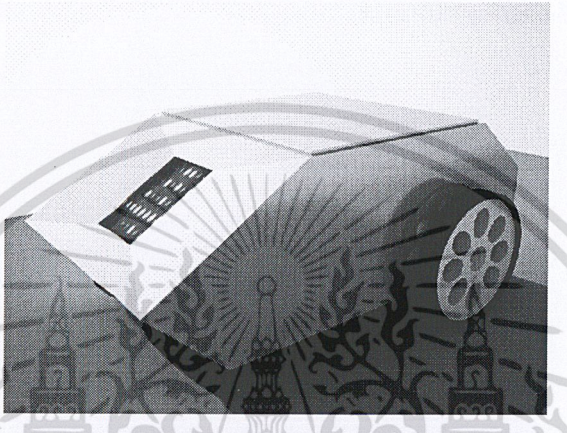


รูปที่ 2.5 ตัวควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 รถลำเลียงสินค้า

ระบบจะเริ่มต้นทำงานเมื่อตัวรถลำเลียงสินค้าเคลื่อนที่เข้ามาจอดที่สถานี จากนั้นจะมีการส่งข้อมูลผ่านสัญญาณอินฟราเรด(Infrared) โดยข้อมูลที่ถูกส่งออกไปก็คือ หมายเลขประจำของตัวรถลำเลียงสินค้าแต่ละคัน และส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณที่ถูกส่งไปนี้ก็คือส่วนของสถานีนั่นเอง



รูปที่ 2.6 รถลำเลียงสินค้า

2.2.4 สถานี

เมื่อมีรถลำเลียงสินค้าวิ่งเข้ามาจอด สัญญาณอินฟราเรดจะส่งเข้ามาที่สถานี เมื่อส่วนของสถานีได้รับสัญญาณอินฟราเรดที่เป็นหมายเลขของตัวรถแล้ว จากนั้นสถานีจะทำการส่งหมายเลขของรถที่ได้รับมานั้นไปยังส่วนของตัวควบคุมหลัก เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

รูปที่ 2.7 สถานีรับส่งสัญญาณ

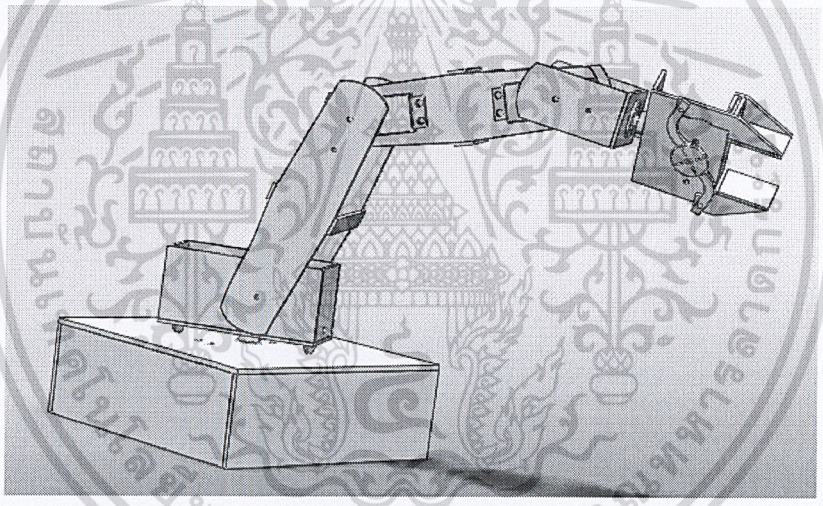
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 แขนกล

ใช้บอร์ด ET-EASY168 STAMP เป็นตัวควบคุม ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างรถลำเลียงสินค้ากับสถานี การทำงานของแขนกลจะถูกสั่งให้เริ่มต้นการทำงานโดยรับคำสั่งจาก ตัวควบคุมหลัก โดยจะสั่งให้แขนกลทำหน้าที่ในการหยิบจับและเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างรถลำเลียงสินค้ากับหน่วยการทำงาน

ส่วนประกอบของแขนกลจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆคือ

1. ส่วนควบคุม
2. ส่วนประมวลผล
3. ส่วนเซอร์โวมอเตอร์
4. ส่วนที่ประกอบแขน

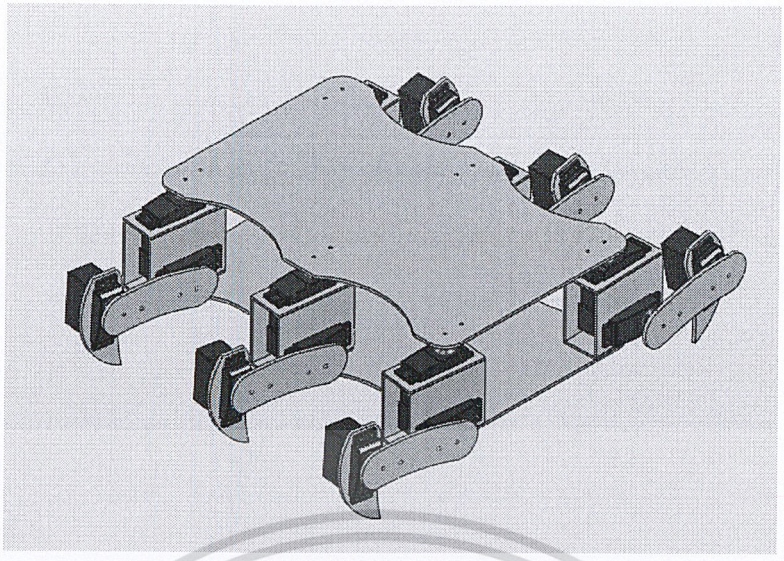


รูปที่ 2.8 แขนกล

2.2.6 หุ่นยนต์แมลงหกขา

ใช้ ET-EASY168 STAMP เป็นตัวควบคุม ทำหน้าที่ลำเลียงสินค้าในระบบ การทำงานของหุ่นยนต์แมลง 6 ขาจะเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะรับชิ้นงานจากแขนกลเพื่อที่จะเคลื่อนย้ายหรือส่งต่อสินค้าไปยังคลังสินค้าได้ และในที่นี้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ด้วยรีโมตเมื่อต้องการใช้กับการขนส่งแบบอื่นๆ และตามความเหมาะสมของงานนั้นๆ

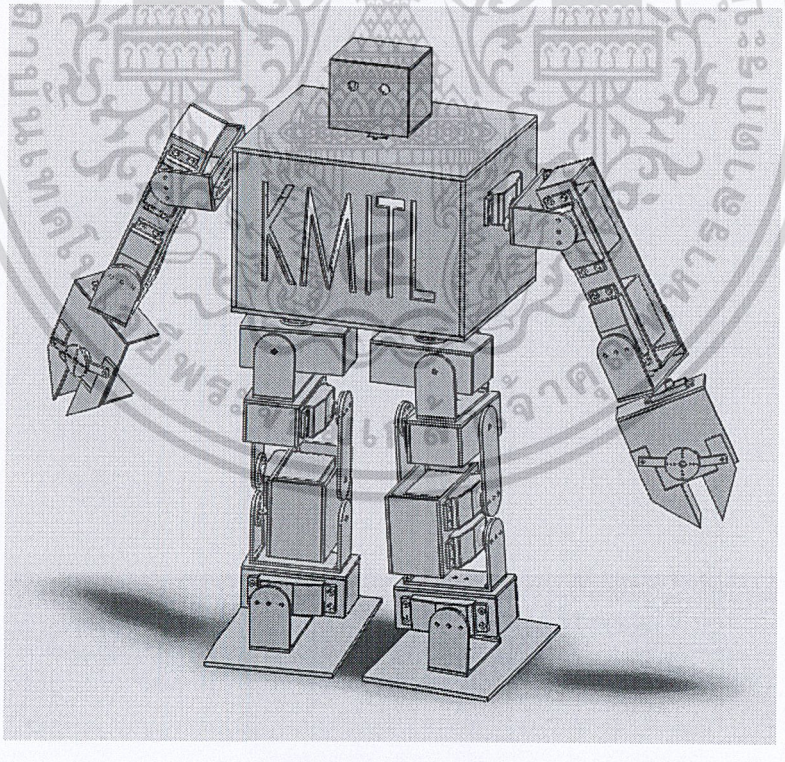
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หุ่นยนต์แมลง

2.2.7 หุ่นยนต์สองขา

ใช้บอร์ด ET-EASYMEGA 1280 เป็นตัวควบคุม ทำหน้าที่ลำเลียงสินค้าในระบบ



รูปที่ 2.10 หุ่นยนต์สองขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบและโครงสร้างของหุ่นยนต์แมลง

3.1 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Robot Kinematics)

ในการวิเคราะห์ Kinematics นั้น ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของทุกก้านโยง ของหุ่นยนต์สามารถคำนวณได้โดยไม่พิจารณาแรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แรงที่เกี่ยวข้อง และแรงบิด จะถูกศึกษาในส่วนพลศาสตร์ (Dynamics) Robot Kinematics เป็นยังเกี่ยวกับการศึกษาในแง่ของการเคลื่อนที่ที่ซ้ำซ้อน การหลีกเลี่ยงการชน และการหลีกเลี่ยงตำแหน่งที่หุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในการศึกษา Kinematics ของหุ่นยนต์ เราจะให้แต่ละส่วนของหุ่นยนต์เป็น Frame ดังนั้น การศึกษาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งมีหลายก้านโยงเชื่อมกัน จึงเป็นการศึกษา Frame แต่ละ Frame ที่เคลื่อนที่ต่อกัน เช่น ก้านโยงที่ 1 ต่อกับเบส ก้านโยงที่ 2 เชื่อมโยงกับก้านที่ 1 Robot Kinematics จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 Forward Kinematics (Direct Kinematics)

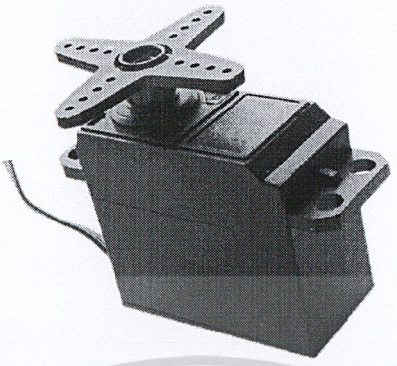
ความยาวของแต่ละก้านโยง และมุมของแต่ละข้อต่อจะถูกกำหนดมา เราสามารถคำนวณตำแหน่งต่างๆของปลายแขนหุ่นยนต์ได้ จากมุมและความยาวก้านโยงที่กำหนดมานี้

3.1.2 Inverse Kinematics

ความยาวของแต่ละก้านโยงและตำแหน่งเป้าหมายของหุ่นยนต์ถูกให้มา เราสามารถคำนวณมุมแต่ละมุมได้จากตำแหน่งเป้าหมายเหล่านั้นภายในพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ วิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้คำนวณสำหรับงานในลักษณะต่างๆ เช่น การหยิบจับวัตถุที่มีตำแหน่งเปลี่ยนแปลงบ่อย ในการวิเคราะห์หุ่นยนต์ ลักษณะทางกายภาพของหุ่นยนต์สามารถอธิบายในรูปของ Kinematic Diagram ส่วนวิธีที่ใช้ในการคำนวณหรือการกำหนดตัวแปรต่างๆ มีหลายวิธี เช่น Denavit-Hartenberg , การแปลงทางเรขาคณิต และวิธีทางพีชคณิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 3.1 เซอร์โวมอเตอร์

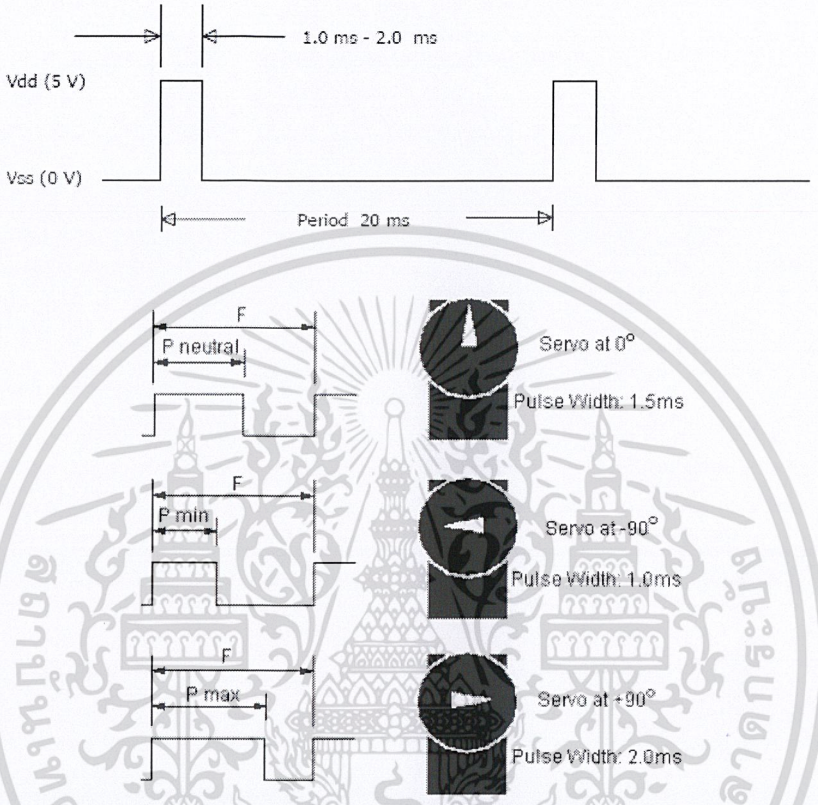
3.2.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน หรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC GND และ สายสัญญาณควบคุม ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือ ขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียวโดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณ พัลส์วิดมอด (PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา,ให้แรงบิตสูง ,กินพลังงานน้อย และ สามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับอื่นๆ เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่ง หรือ ทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ ที่ป้อนให้มอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้แค่เพียงในช่วงประมาณ 180° หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น หรือ บางรุ่นอาจหมุนได้ถึง 210° แต่จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น เซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับตัวต้านทานปรับค่าได้ แต่ถ้าหากเราต้องการให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบ (360°) นั้นก็สามารถทำได้ โดยจะต้องทำการปรับแต่ง ดัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์



รูปที่ 3.2 การป้อนพัลส์ให้กับเซอร์โวมอเตอร์

สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางของมอเตอร์

สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา หรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม -45 องศา เราก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และ

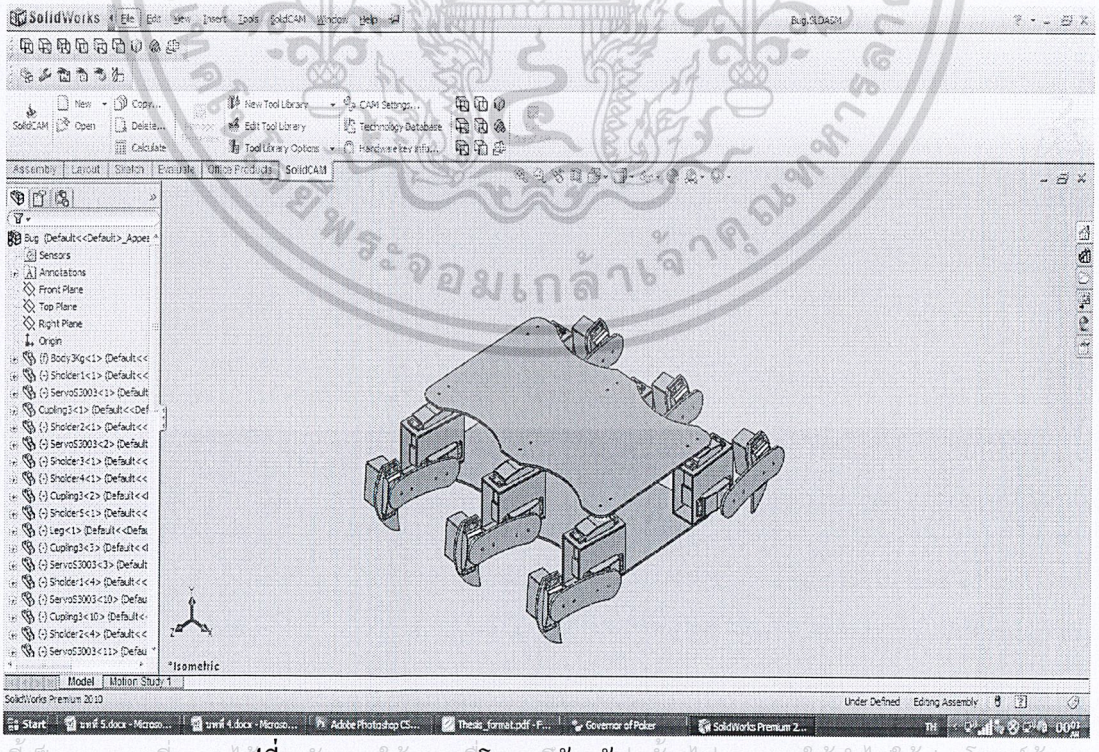
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 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

3.3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบ

3.3.1 โปรแกรม Solid Work เวอร์ชัน 2010

ใช้ในการออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของตัวหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.3 การออกแบบโครงสร้างด้วย Solid Work 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรม Altium Designer Summer 2009

ใช้ในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

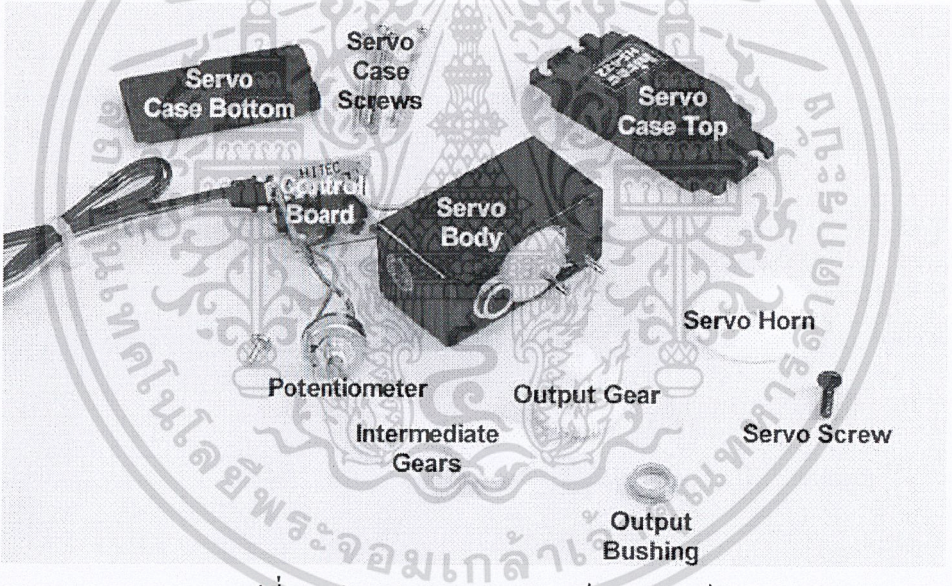
3.3.3 โปรแกรม Arduino

ใช้ในเขียนการโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

3.4 ส่วนประกอบ

หุ่นยนต์แมลงประกอบด้วยส่วนตัวแมลงและขาทั้งหมด 6 ขา ขาแต่ละขามี 3 Joint ยึดติดกับเซอร์โวมอเตอร์ 3 ตัว หุ่นยนต์แมลง 1 ตัวจึงใช้เซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 18 ตัว ใช้บอร์ดควบคุมรุ่น ET-Easy168 STAMP ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง

3.4.1 เซอร์โวมอเตอร์



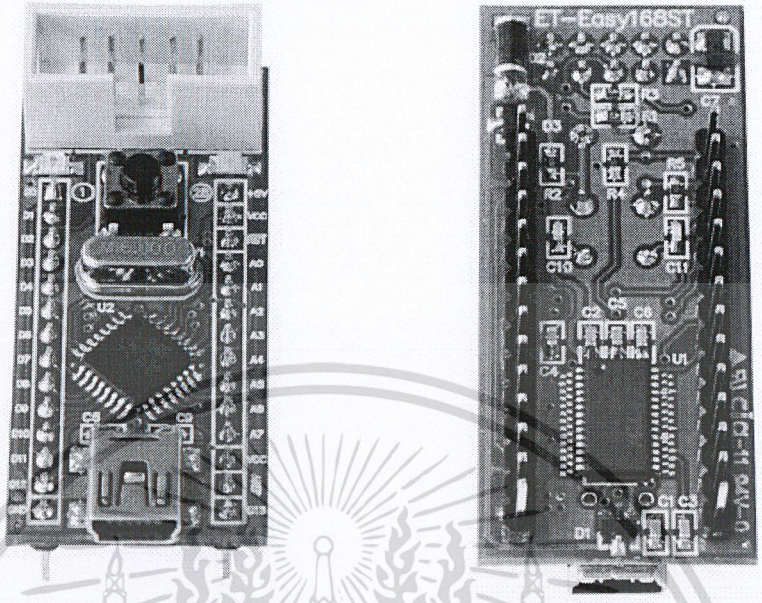
รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของเซอร์โวมอเตอร์

คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้

Speed	:	0.23sec/60degrees at 4.8V , 0.23sec/60degrees at 6V
Torque	:	10kg.cm(4.8V) , 12kg.cm(6V)
Size	:	40.7 mm. X 19.7 mm. X 42.9 mm.
Weight	:	55g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 บอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP



รูปที่ 3.5 บอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP

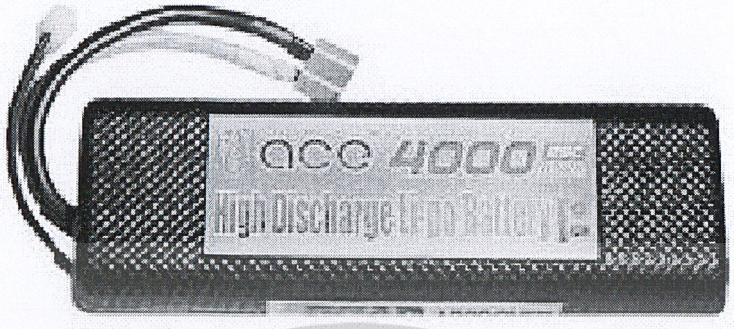
คุณสมบัติของบอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP

- เลือกใช้ MCU ตระกูล AVR8 เบอร์ ATMEGA 168 ของ Atmel ใช้งานความถี่ 16.00 Mhz
- หน่วยความจำ Flash 16 Kbyte, SRAM 1 Kbyte , EEPROM 512 byte
- มี GPIO ใช้งาน 22 bit เป็น Digital จำนวน 14 bit และ A to D ขนาด 10 bit จำนวน 8 bit
- Power Supply ต่อใช้งาน 5 VDC จาก Port USB และจากแหล่งจ่าย 5VDC ภายนอก พร้อม LED POWER แสดงสถานะ
- มีวงจร External reset แบบ RC reset และ SW reset
- ขั้วต่อใช้งานวางตัวบน Pin header ระยะห่าง 2.54 mm. ขนาด 28 PIN ระยะห่าง 600 MIL ง่ายต่อการนำไปต่อประยุกต์ใช้งาน และต่อทดลองบน Project Board
- ขนาดบอร์ด 2 x 5 CM. ขนาดบอร์ดประมาณเท่ากับไอซี 28 PIN
- ขั้วต่อ USB MINI และไอซี USB BRIGE ของ FDTI เบอร์ FT232R บนบอร์ด
- ขั้วต่อ AVR ISP แบบ IDE 10 PIN สำหรับต่อใช้งาน Download ให้กับ MCU ในบอร์ด ในกรณีไม่ต้องการ Download ผ่านทาง Port USB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4.3 แบตเตอรี่ Li-po 4000 mAh

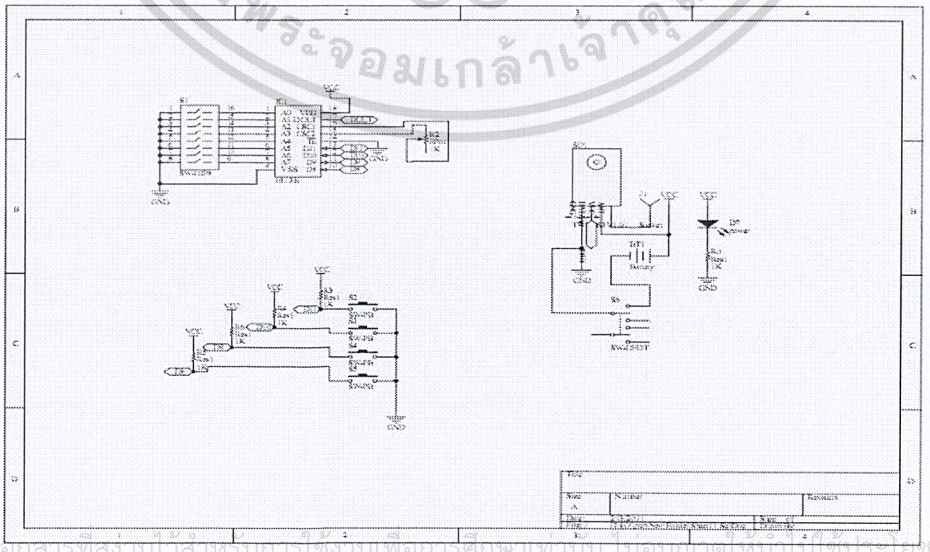


รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ Li-po 4000mAh

คุณสมบัติของแบตเตอรี่ Li-po 4000 mAh

Discharge rate	:	25C
Capacity	:	4000mAh
Voltage	:	7.4v
Length	:	135mm.
Width	:	45mm.
Height	:	23mm.

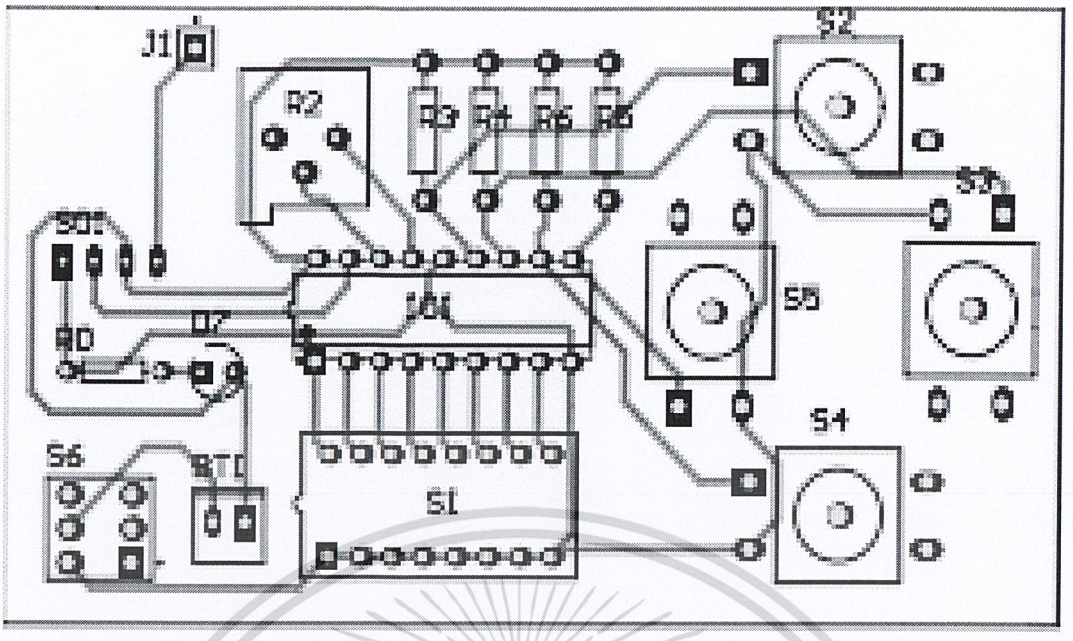
3.3.5 วงจรสวิตซ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.7 วงจรสวิตซ์ควบคุมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์แมลง

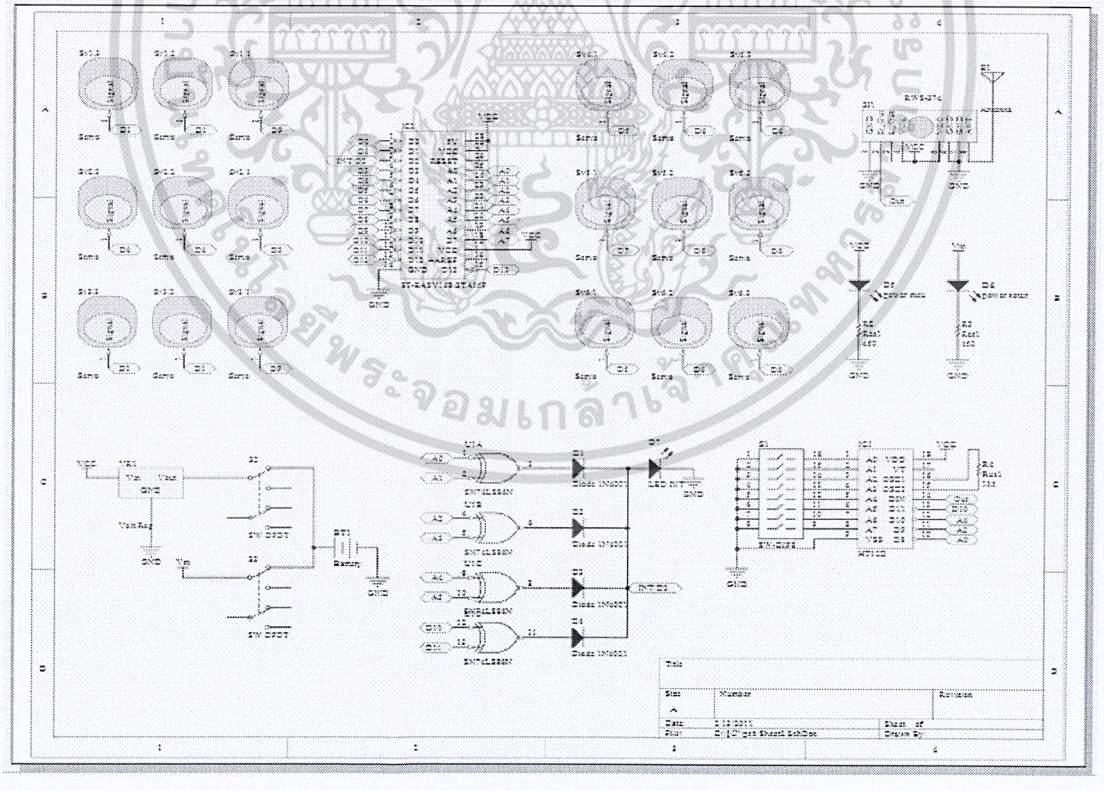
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119191



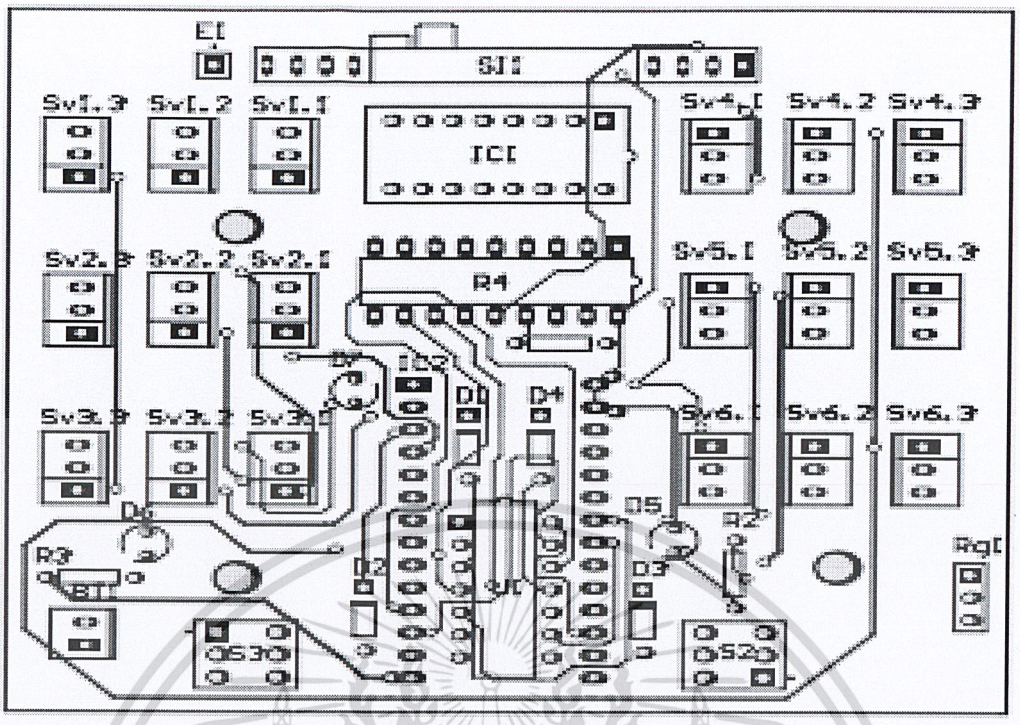
รูปที่ 3.8 บอร์ดวงจรสวิตซ์ควบคุมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์แมลง

3.3.6 วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แมลง

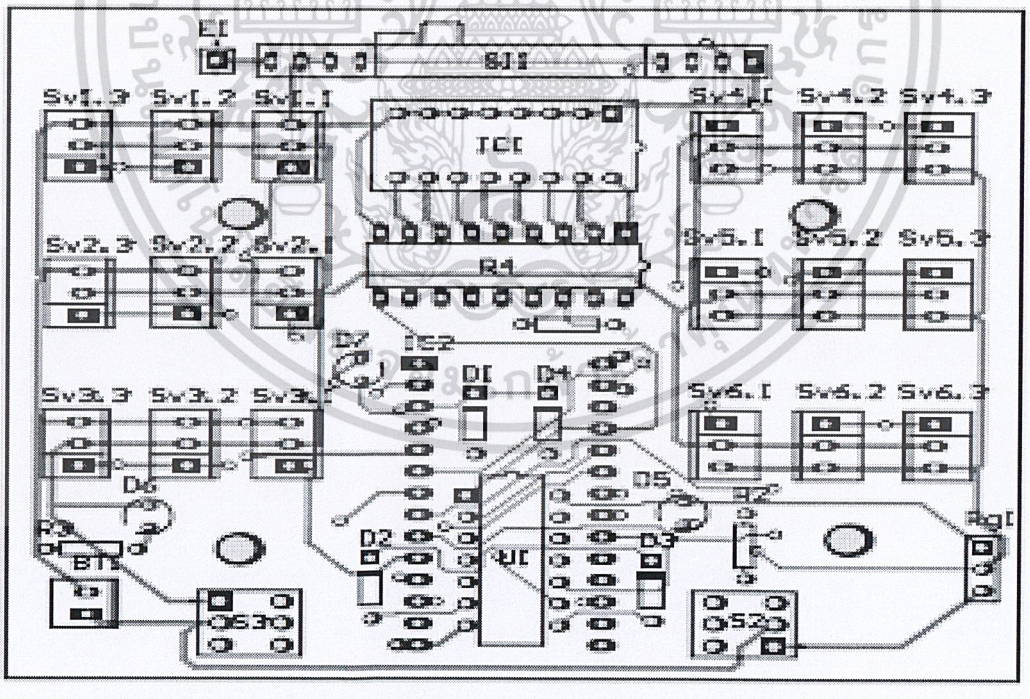


รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมของหุ่นยนต์แมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์แมลง (TOP LAYER)

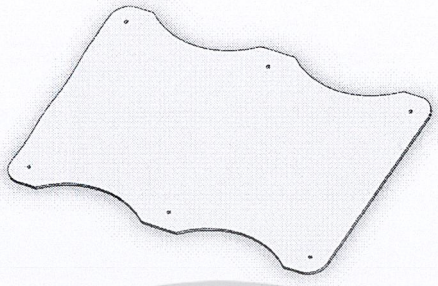


รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์แมลง (BUTTOM LAYER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโครงสร้าง

ในการออกแบบโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์แมลง 6 ขาใช้โปรแกรม Solid Work เพื่อช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์แมลง

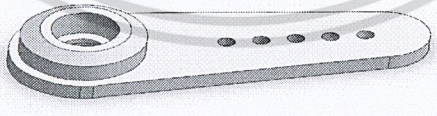


รูปที่ 3.12 ส่วนฐานของหุ่นยนต์แมลง

ชิ้นส่วนที่ 1 ฐานของหุ่นยนต์แมลง มีอยู่ด้วยกันสองฐานเป็นฐานด้านบนและด้านล่าง

รูปที่ 3.13 ส่วนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์แบบ 2 ด้าน

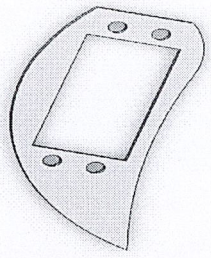
ชิ้นส่วนที่ 2 เป็นส่วนแขนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์เพื่อบังคับข้อต่อแต่ละข้อต่อของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.14 ส่วนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์แบบด้านเดียว

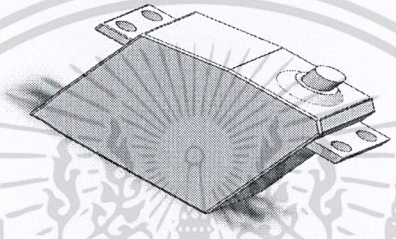
ชิ้นส่วนที่ 3 เป็นชิ้นส่วนที่ต่อจากเซอร์โวมอเตอร์ที่มีด้านเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



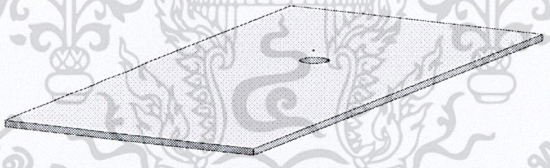
รูปที่ 3.15 ส่วนเท้า

ชิ้นส่วนที่ 4 เปรียบเสมือนเท้าของหุ่นแมลง



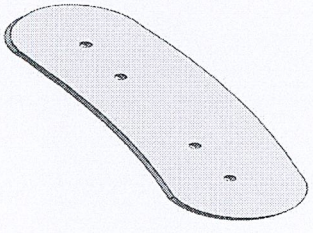
รูปที่ 3.16 ส่วนข้อต่อ

ชิ้นส่วนที่ 5 คือเซอร์โวมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นข้อต่อของหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.17 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 1

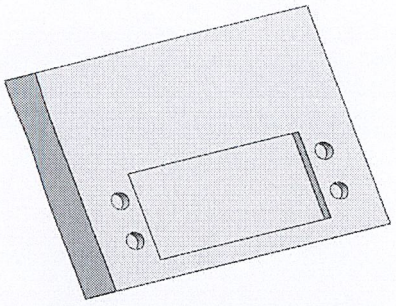
ชิ้นส่วนที่ 6 แผ่นประกอบ ใช้ครอบเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 3.18 ส่วนขา 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนที่ 7 ข้อต่อ ใช้ต่อระหว่างเซอร์โวมอเตอร์สองตัว

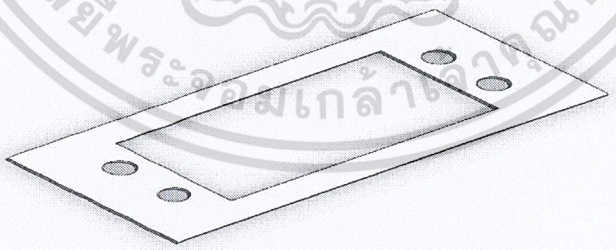


รูปที่ 3.19 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 2

ชิ้นส่วนที่8 แผ่นประกอบเซอร์โวมอเตอร์ด้านหน้ามอเตอร์

รูปที่ 3.20 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 3

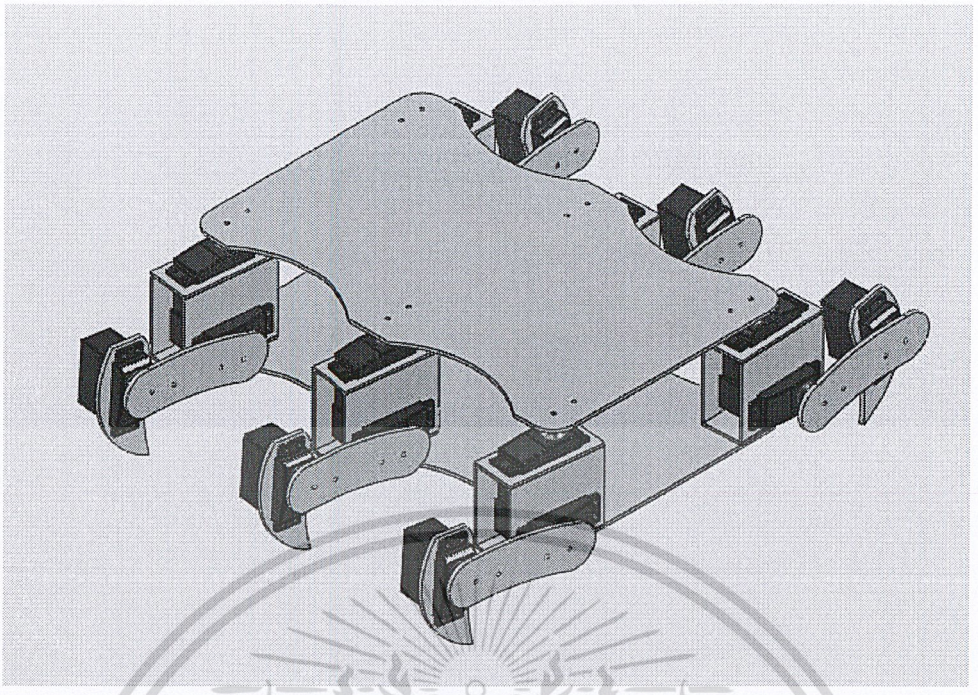
ชิ้นส่วนที่ 9 แผ่นประกอบเซอร์โวมอเตอร์ด้านบน



รูปที่ 3.21 ส่วนครอบเซอร์โวมอเตอร์ 4

ชิ้นส่วนที่ 10 แผ่นประกอบเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

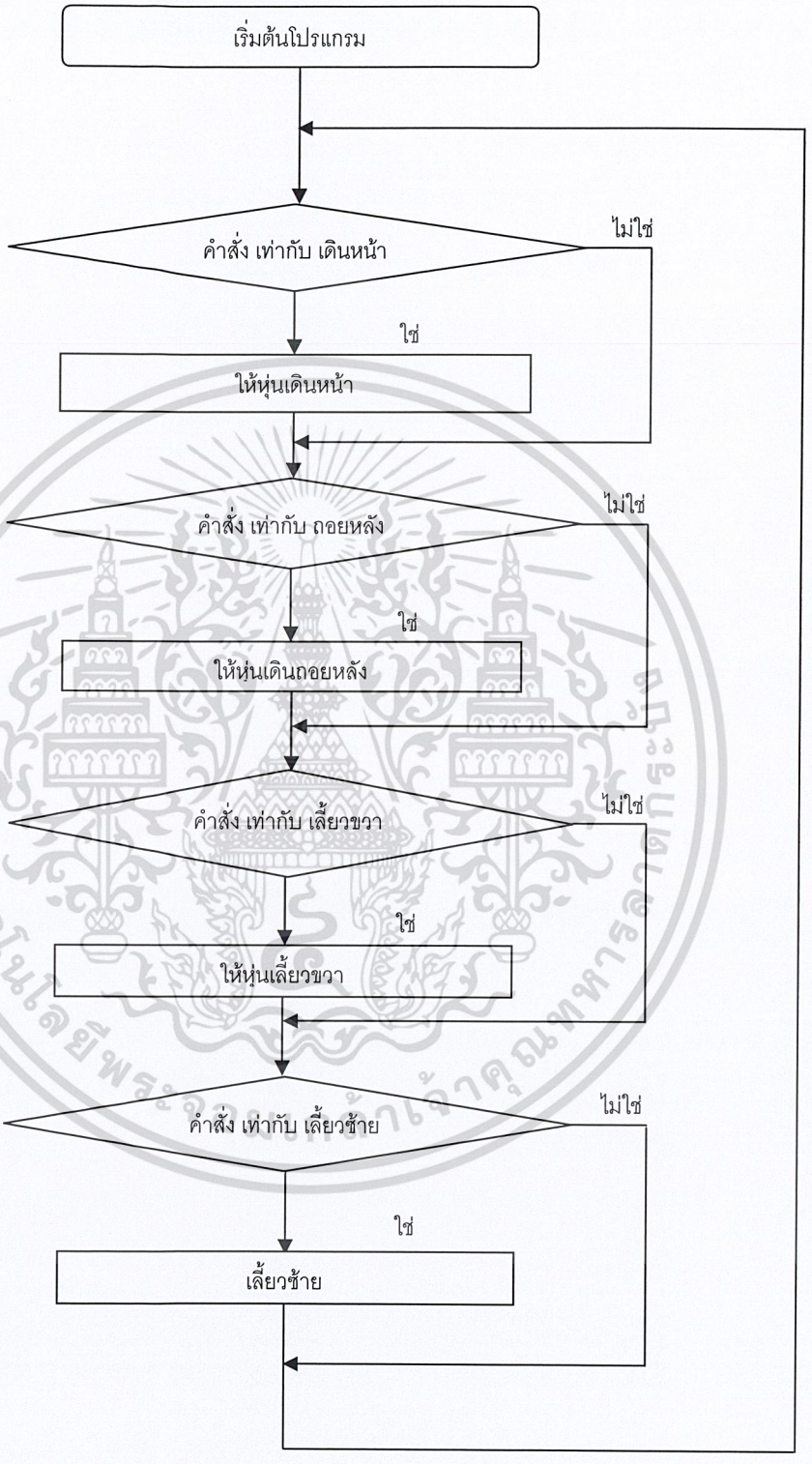


รูปที่ 3.22 หุ่นยนต์แมลง

หุ่นยนต์แมลงที่ประกอบชิ้นส่วนกันเสร็จเรียบร้อยแล้ว

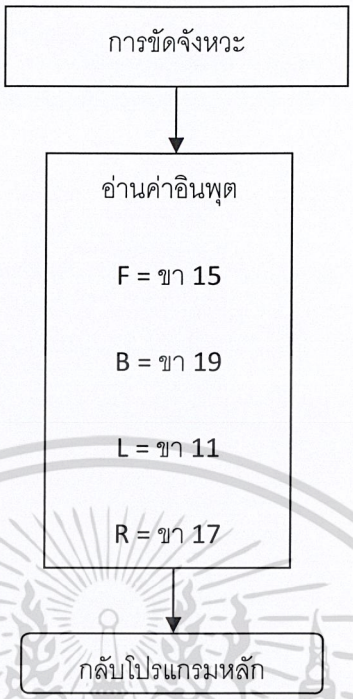
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง (Flow Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์แมลง (Back Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

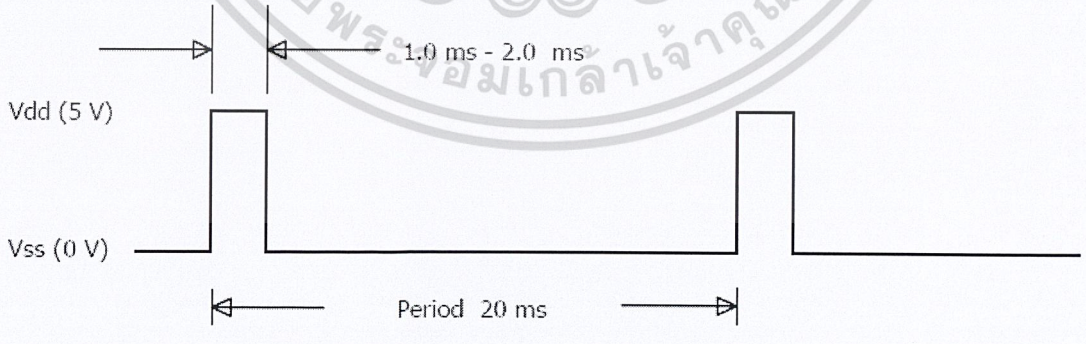
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

จากหลักการทำงานของ Servo motor ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด คือ

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศาหรือจุดกึ่งกลางของมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศาหรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

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



รูปที่ 4.1 สัญญาณในหนึ่งคาบที่ส่งให้เซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางความสัมพันธ์สัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์

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

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานทดลองสร้างระบบจำลองการผลิตอัตโนมัติ เพื่อลำเลียงสินค้าในระบบลำเลียง ไปยังหน่วยงานต่างๆ โดยการสั่งงานผ่านมอนิเตอร์นั้นทำได้จริง แต่ยังพบความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย เนื่องจากรถลำเลียงสินค้าในระบบลำเลียง มีการทำงานที่ยังไม่คงที่นัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรางไฟฟ้ามีฝุ่นเกาะ อีกอย่างหนึ่งก็คือการหยิบจับสินค้าของแขนกลยังไม่แม่นยำพอ กรณีนี้จึงควรมีการแก้ไขการเก็บค่าและการหยิบจับสินค้าเล็กน้อย ระบบจึงจะสามารถลำเลียงสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการดำเนินงานสร้างหุ่นยนต์แมลง 6 ขา เพื่อที่จะลำเลียงสินค้าระหว่างแขนกลกับหุ่นยนต์ 2 ขา ผลปรากฏว่า หุ่นยนต์แมลง 6 ขาสามารถเคลื่อนที่ไปกลับได้ แต่ยังมีปัญหาเล็กน้อยในเรื่องแบตเตอรี่และสัญญาณรบกวน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เซอร์โวมอเตอร์เกิดการขัดกันของฟันเฟืองทำให้ไม่สามารถหมุนได้
2. สายไฟจากวงจรหุ่นยนต์ขัดขวางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
3. ขาดอุปกรณ์และเครื่องมือบางอย่างในการทำงาน
4. ชิ้นงานที่กัดได้ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

1. แกะเซอร์โวมอร์เตอร์ออกมา กำจัดสิ่งที่มาขัดฟันเฟือง
2. เก็บและพันสายไฟให้เรียบร้อย
3. ติดต่อขอเบิกเครื่องมือที่ต้องการใช้
4. ใช้วิธีกัดชิ้นงานเดียวจากเครื่อง CNC หนึ่งเครื่อง จะช่วยลดความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

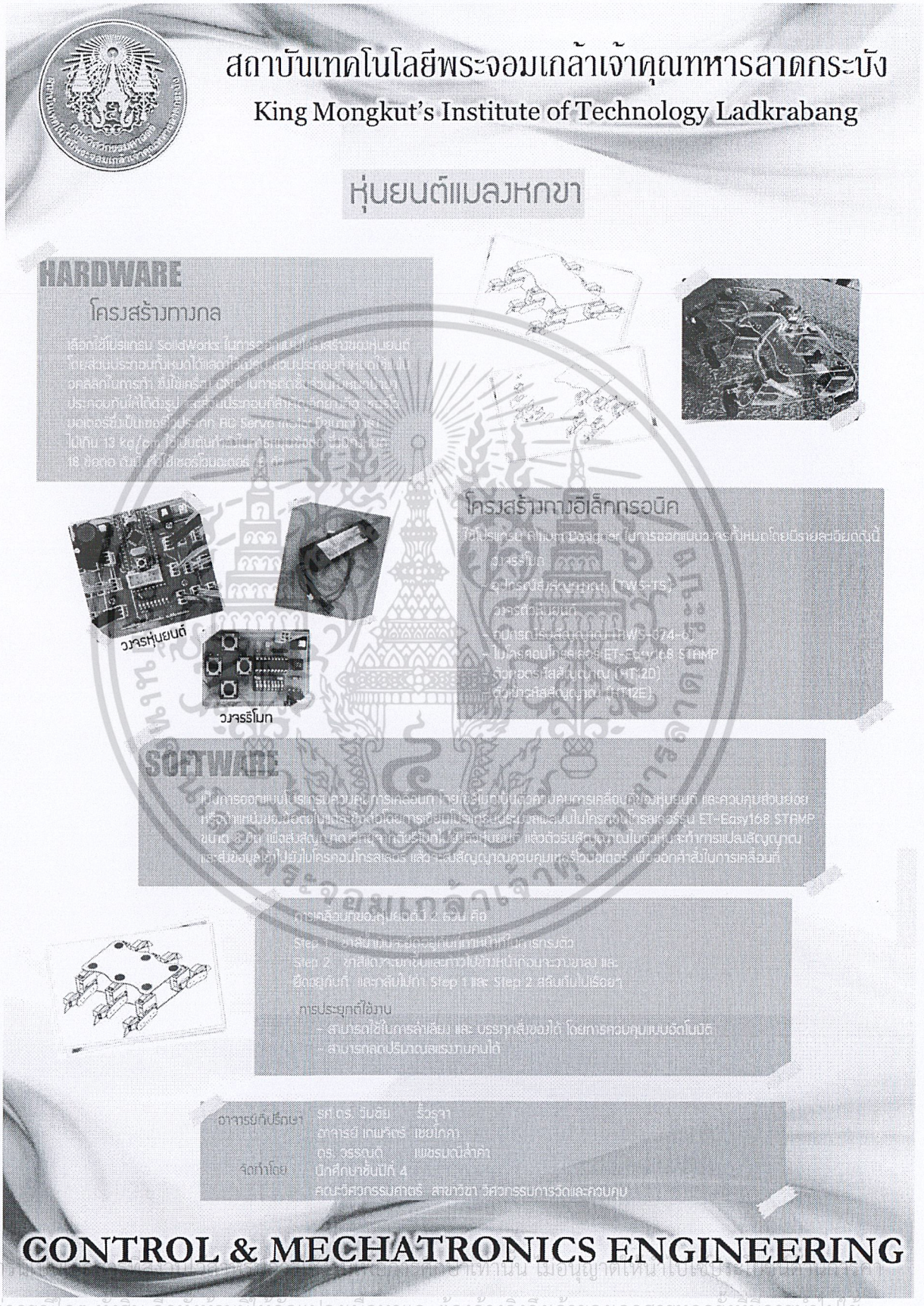
การทดลองสร้างระบบจำลองการผลิตอัตโนมัติ เพื่อลำเลียงสินค้าในระบบลำเลียงเป็นเพียงการจำลองระบบลำเลียงการผลิตแบบง่ายๆ โดยที่สายการลำเลียงมีลักษณะเป็นวงรอบ เพื่อให้ผู้ศึกษาทำความเข้าใจได้โดยง่าย ดังนั้น อาจจะมีการพัฒนาต่อยอดในรูปแบบระบบการลำเลียงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ระบบจำลองนี้ คล้ายระบบจริงในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปสเตอร์หุ่นยนต์แมลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หกขา

โปรแกรม Arduino ซึ่งเขียนเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ 6 ขา Source code ที่ใช้สามารถ Compile ในโปรแกรม Arduino และ Load Program ลงในบอร์ดควบคุม ET-Easy168 STAMP ได้

```
#include <MegaServo.h>
#define FIRST_SERVO_PIN  1
MegaServo Servos[MAX_SERVOS] ;
int sensorValue[5];
int flag = 0;
int f=1,b=1,k=1,r=1,l=1;
void setup()
{
 //Seial.begin(19200);
 // Serial.println("main");
  for( int i =0; i < 9; i++)
{
    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);

   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);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 // delay(2);
  digitalWrite(15,f);
  digitalWrite(17,r);
  digitalWrite(19,b);
  digitalWrite(11,l);
  //delay(2);
   for(int i=0;i<9;i++)
{
      Servos[i].write(90);
}
  attachInterrupt(0,cc,CHANGE);
}
void loop()
{
 attachInterrupt(0,cc,CHANGE);
  if(f&&b&&r&&l)
{
 //  Serial.println("stop");
  }
  if(f&&b&&r&&!l)
{
 //  Serial.println("left");
   TurnLeft();
}
  if(f&&b&&!r&&l)
{
  // Serial.println("right");
   TurnRight();
}
 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);
  }

void position(int n,unsigned int
first,unsigned int second)
{
 int r = 0;

 if(first<second)
 {
  for(;first<second;first++)
  {
   for(r = 0;r<500;r++)
   {
     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);
 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);
 position(3,90,90);
 position(4,90,90);
 position(5,90,90);
 position(6,90,90);
 position(7,90,90);
}

void Grean_Rlegup(void)
{
 int r = 0;
 int first = 90;
 int second = 130;
 int count = first;
 if(k==0)
 {
  for(;first<second;first++)
  {

   for(r = 0;r<100;r++)
   {
     Servos[5].write(first);
     Servos[3].write(count);
   }
    count--;
  }
  }
  }
 //For forward function
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Grean_Rforward(void)
{
 int r = 0;
 int first = 90;
 int second = 50;
 int count = first;
  if(k==0)
  {
    for(;first>second;first--)
    {

     for(r = 0;r<100;r++)
     {
       Servos[4].write(first);
       Servos[2].write(count);
     }
     count++;
     }
 }
}

//For forward function
void Grean_Rreward(void)
{
 int r = 0;
 int first = 50;
 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;
 int count = 50;
 if(k==0)
  {
   for(;second<first;first--)
   {
     for(r = 0;r<100;r++)
     {
       Servos[5].write(first);
       Servos[3].write(count);
     }
      count++;
     }
     }
}

void Grean_Llegup(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 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[0].write(first);
       Servos[7].write(count);
     }
     count++;
    }
    }
}

void Grean_Llegdown(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[0].write(first);
       Servos[7].write(count);
     }
     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);
       Servos[6].write(count);
     }
     count--;
    }
    }
}

//For forward function
void Grean_Lreward(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 int r = 0;
 int first = 130;
 int second = 90;
 int count = 50;
 if(k==0)
 {
    for(;second<first;first--)
    {

     for(r = 0;r<100;r++)
     {
       Servos[8].write(first);
       Servos[6].write(count);
     }
     count++;
    }
    }
}
//For Reward function
void Grean_back_Rforward(void)
{
 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);
      }
      count++;
     }
  }
  }

//For Reward function
void Grean_back_Rreward(void)
{
 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);
   }
   count--;
  }
  }
}

//For forward function
void Grean_back_Lforward(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 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);
   }
   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);
   }
   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);
  }
  count++;
 }
 }
}

void RswingDown(){
 int r = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  int first = 130;
  int second = 90;
  int count = 130;
  if(k==0)
  {
   for(;second<first;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);
     }
     count--;
   }
 }
}
void LswingUp(){
  int r = 0;
  int first = 90;
  int 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);
     }
     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);
     }
     count++;
   }
  }
}
void TurnRight()
{
  Grean_Rlegup();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

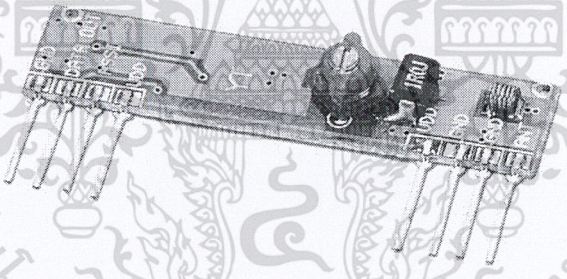
ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน RWS-374 Series

RWS-374 Series เป็นอุปกรณ์โมดูลตัวรับสัญญาณวิทยุความถี่ 433.92 MHz มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

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.

http://www.wenshing.com.tw ; http://www.rf.net.tw RWS-374 Series Data Sheet P.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

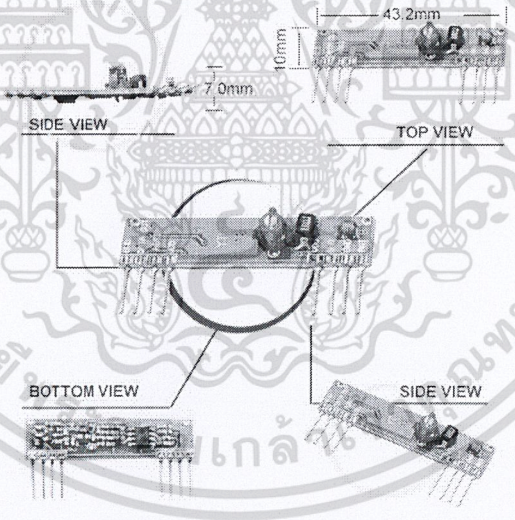
➢ Electrical Characteristics :

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 Tum On Time				3	ms

➢ DC Characteristics :

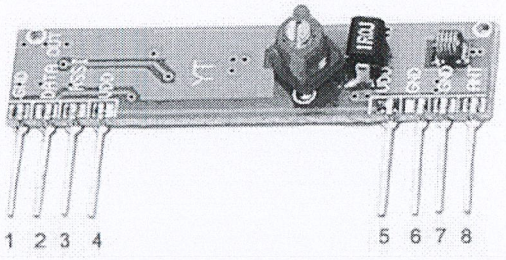
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Vcc	Operating Supply Voltage		4.9	5	5.1	
I Tot	Operating Supply Voltage			4.5		
V Data	Data Out	1 Data = -10 uA (Low)	Vcc -0.5	Vcc		V
		1 Data = -10 uA (Low)			0.3	V

➢ Size:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

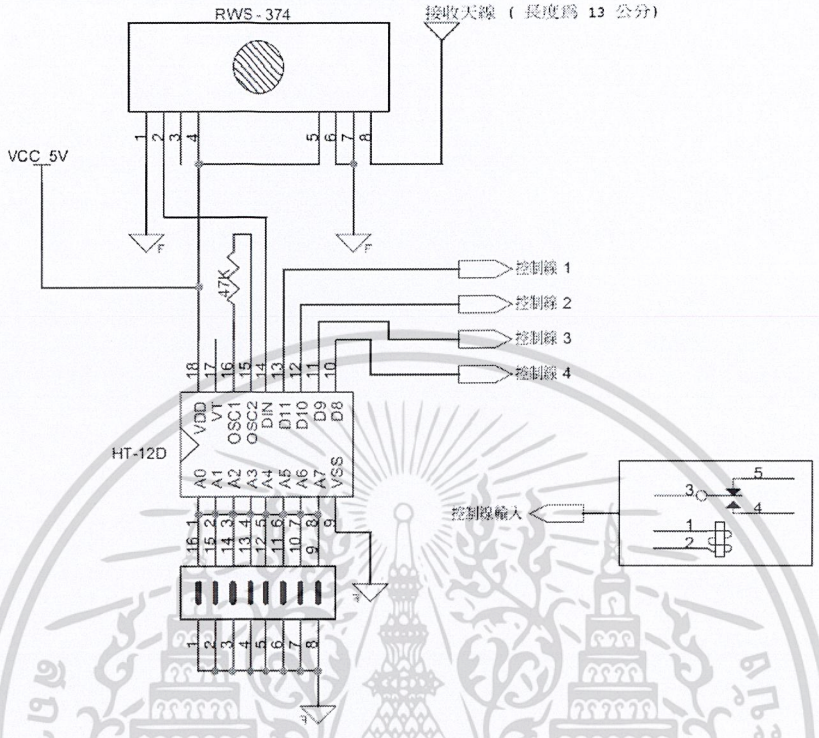
➢ Pin Assignment:



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **Demo Circuit:**



http://www.wenshing.com.tw ; http://www.rf.net.tw RWS-374 Series Data Sheet P.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน TWS-BS Series

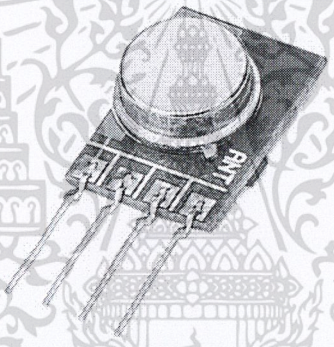
TWS-BS Series เป็นอุปกรณ์โมดูลตัวส่งสัญญาณวิทยุความถี่ 433.92 MHz มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

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

http://www.wenshing.com.tw ; http://www.rf.net.tw

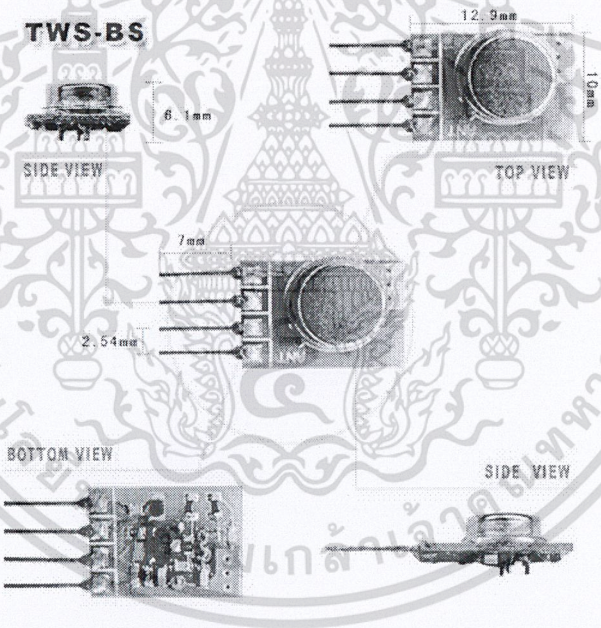
TWS-BS Series Data Sheet P.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

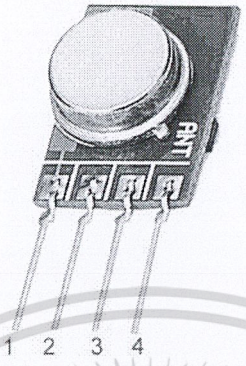
Characteristic	Sym	Min	Typ	Max	Uint
Operating Frequency (±300KHz)	VCC		433.92		MHz
Data Rate	ASK			8	Kbps
Transmitter Performance(OOK@2.4Kbps)					
Peak Input Current,12 Vdc Supply	ITP			45	mA
Peak Output Power	PO		10		mW
Tum On/ Tum Off Time	T ON/T OFF			1	US
Power Supply Voltage Range	VCC	3		12	VDC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

➢ **Size:**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **Pin Assignment:**

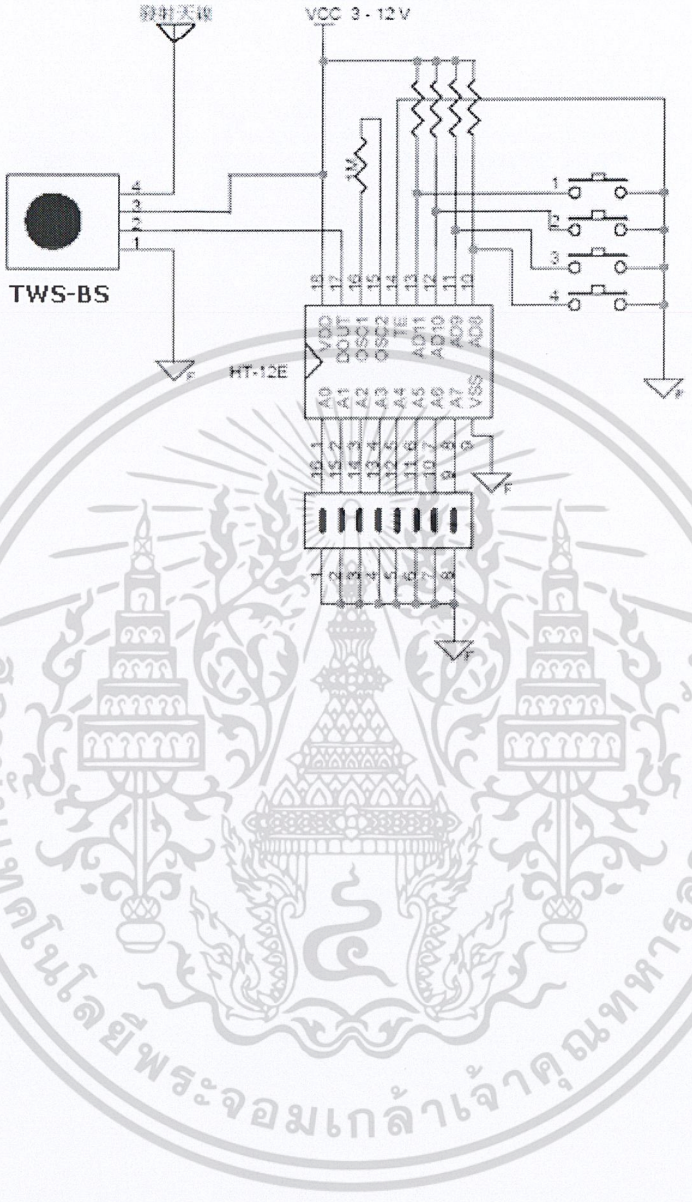


Pin	Function
1	GND
2	Data In
3	VCC
4	ANT

http://www.wenshing.com.tw ; http://www.rf.net.tw TWS-BS Series Data Sheet P.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **Demo Circuit:**



http://www.wenshing.com.tw ; http://www.rf.net.tw

TWS-BS Series Data Sheet P.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12D

ไอซี HT12D เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณวิทยุโดยสามารถปรับ Address และความถี่มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

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

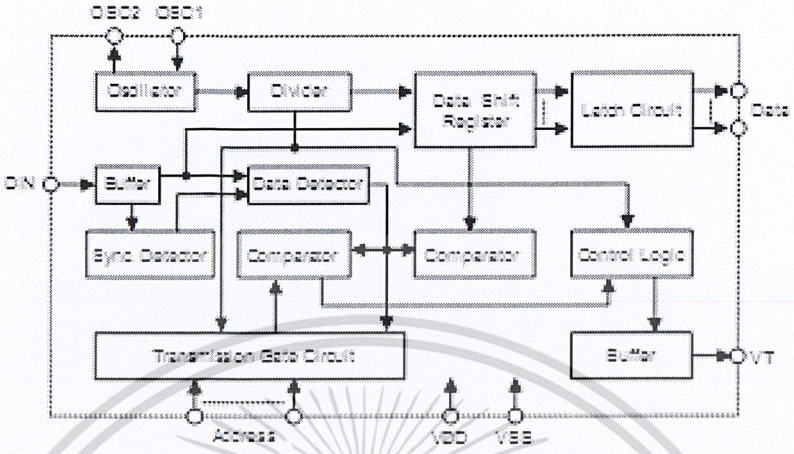
Function / Part No.	Address No.	Data No.	Data Type	VT	Oscillator	Trigger	Package
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP

Notes: Data type: L stands for latch type data output.

VT can be used as a momentary data output.

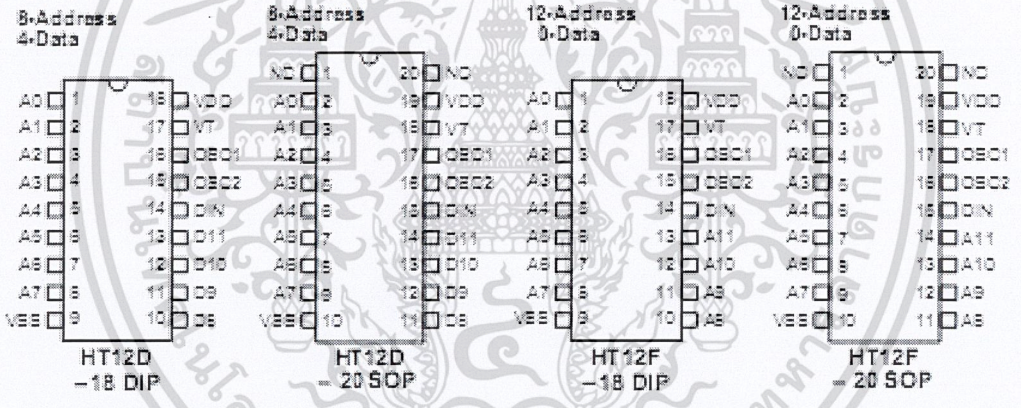
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



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

Pin Assignment

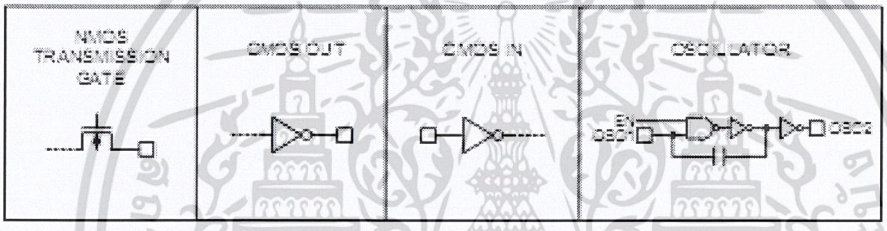


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

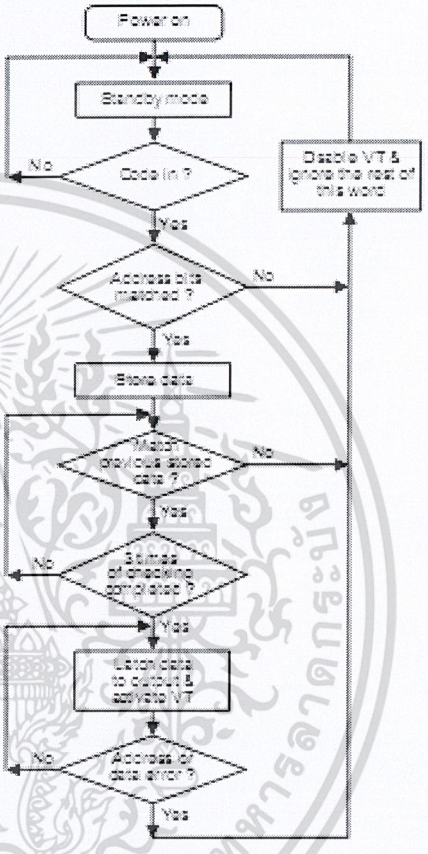
Output type

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

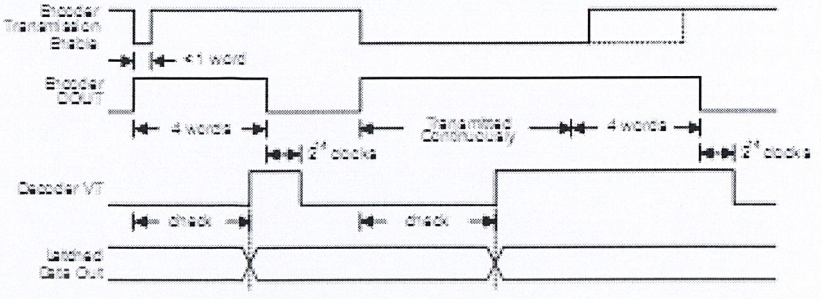
Flowchart

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.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	Y	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		
HT12F	0	12	Y	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		

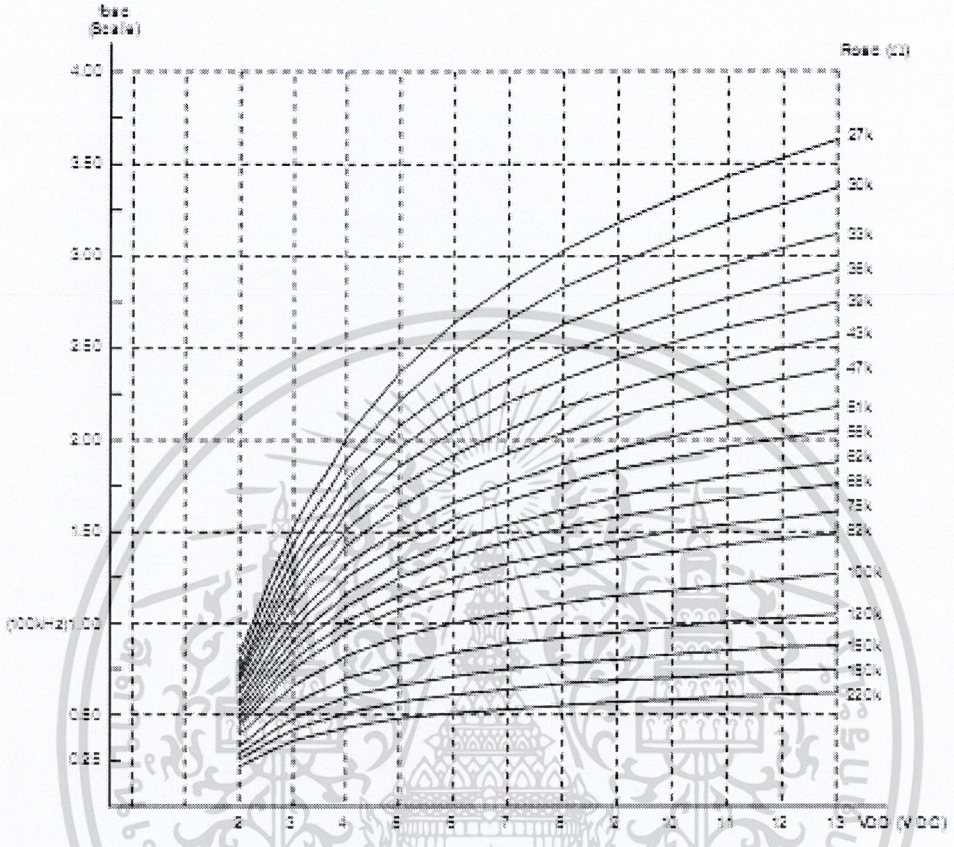
Address/Data sequence

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

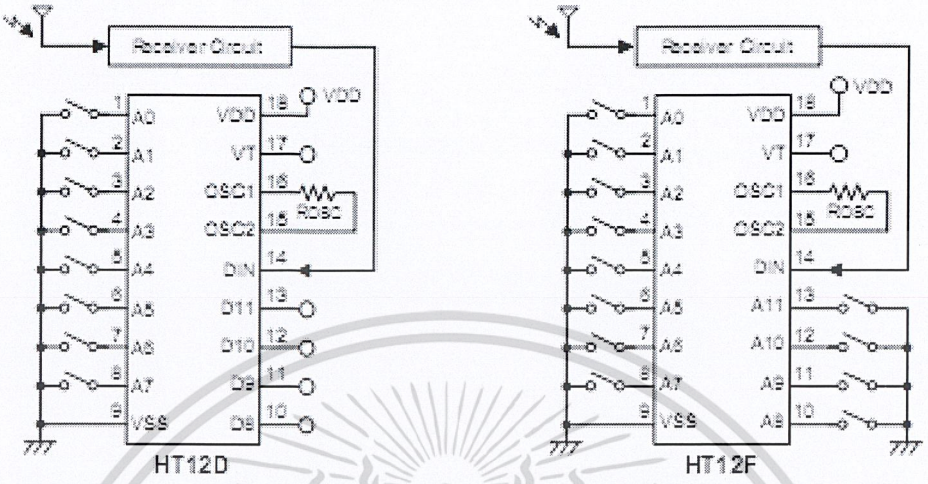


The recommended oscillator frequency is f_{OSCD} (decoder) $\cong$ 50 f_{OSCE} (HT12E encoder)

$\cong \frac{1}{3} f_{OSCE}$ (HT12A encoder).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits



Notes: Typical infrared receiver: PIC-12048T/PIC-12048S (RODESHI CORP.)
or LTM9052 (LITEON CORP.)

Typical RF receiver: JR-230 (JUWA CORP.)
RE-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)
No.3 Creation Rd. II, Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)
11F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

Holtek Semiconductor (Hong Kong) Ltd.
RM.711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Holtek Semiconductor (Shanghai) Ltd.
7th Floor, Building 2, No.889, Yi Shan Road, Shanghai, China
Tel:021-6485-5560
Fax:021-6485-0313

Holmate Technology Corp.
48521 Warm Springs Boulevard, Suite 413, Fremont, CA 94539
Tel: 510-252-9880
Fax: 510-252-9885

Copyright © 1999 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at http://www.holtek.com.tw.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 เอกสารคู่มือการใช้งาน HT12E

ไอซี HT12E เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณวิทยุเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยสามารถปรับ Address และความถี่มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

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

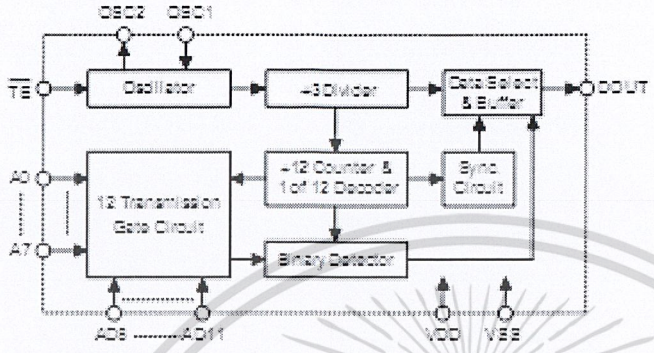
Note: Address/Data represents pins that can be address or data according to the decoder requirement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram

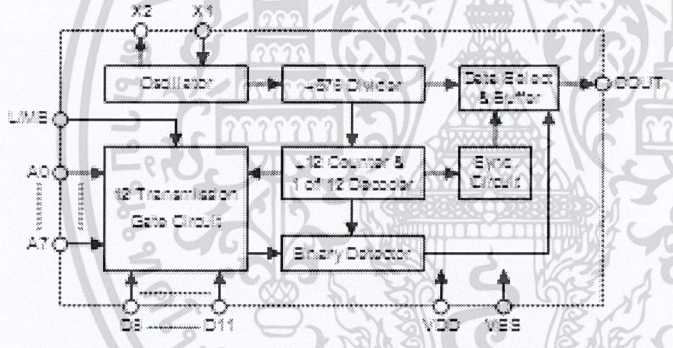
$\overline{TE}$ trigger

HT12E



DATA trigger

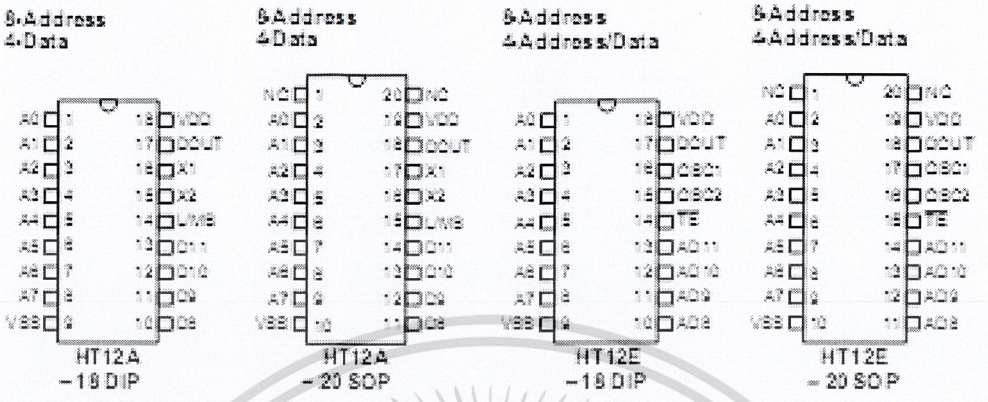
HT12A



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Assignment



Pin Description

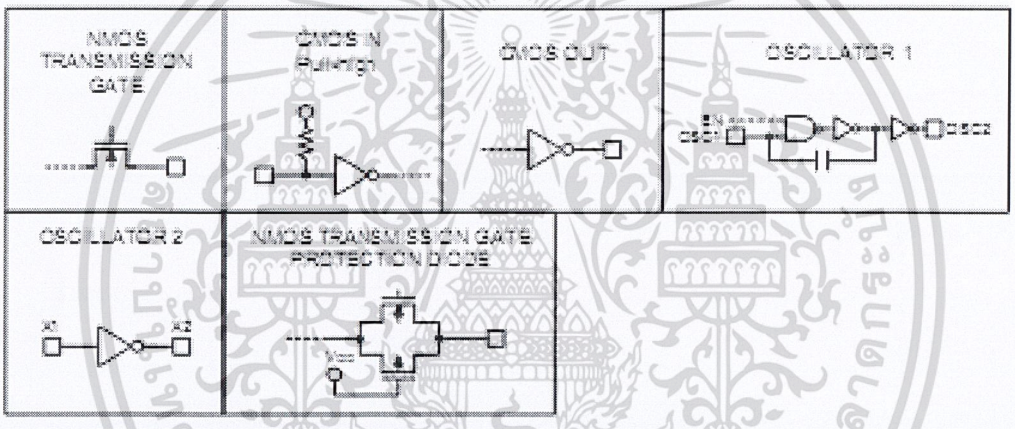
Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A)	Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
		NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	
AD8~AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data 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	—	Ibsitive 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 T_a=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	-1.8	—	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}	D8~D11 Pull-high Resistance	5V	V_{DATA}=0V	—	150	300	kΩ

HT12E T_a=25°C

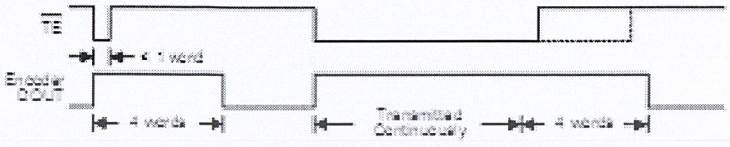
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I_{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I_{DD}	Operating Current	3V	No load f_{OSC}=3kHz	—	40	80	μA
		12V		—	150	300	μA
I_{DOUT}	Output Drive Current	5V	V_{OH}=0.9V_{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V_{OL}=0.1V_{DD} (Sink)	1	1.8	—	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

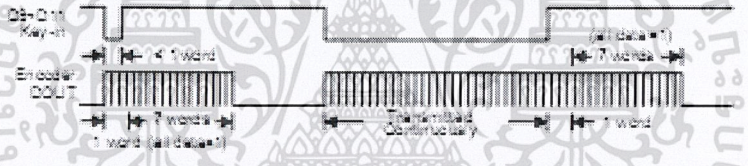
Operation

The 2^{12} series of encoders begin a 4-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 (LMB=Floating or VDD)



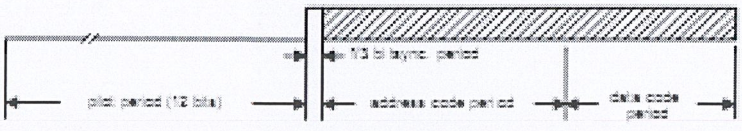
Transmission timing for the HT12A (LMB=VSS)

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.

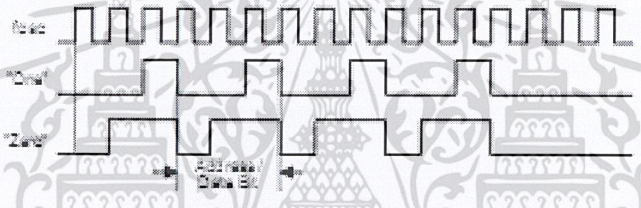
An information word consists of 4 periods as illustrated below.



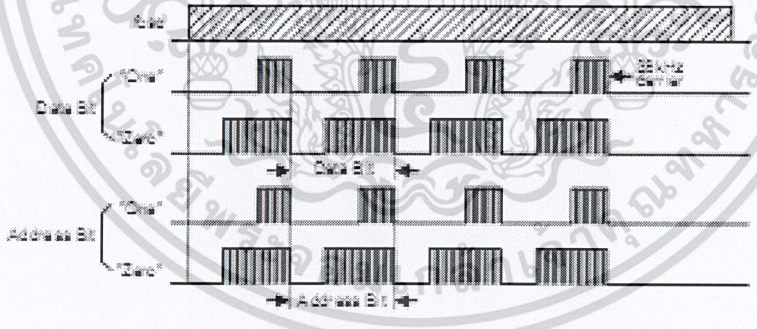
Composition of information

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.

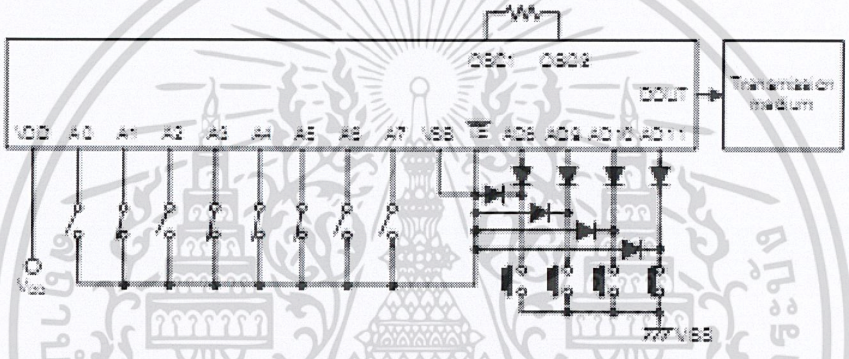
Address/data programming (preset)

The status of each address/data pin can be individually pre-set 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 1 μA 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	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

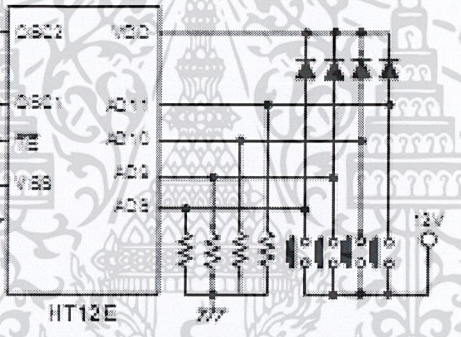
Transmission enable

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

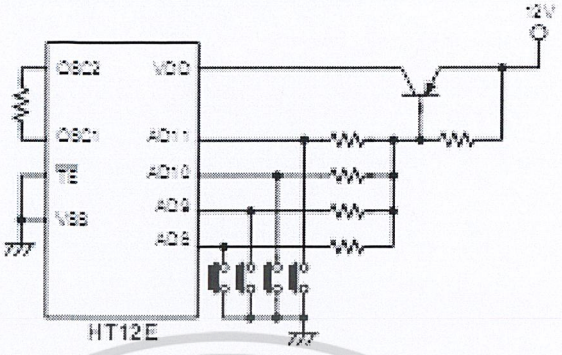
The HT12E must follow closely the application circuits provided by Holtek (see the "Application circuits").

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



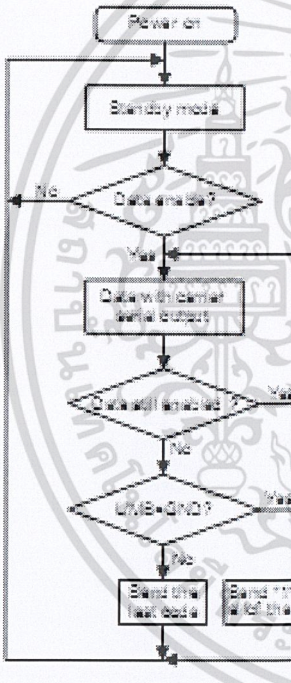
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

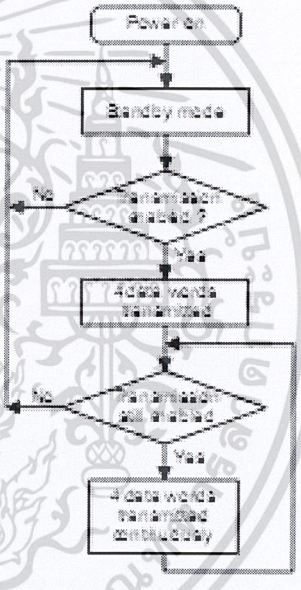


Flowchart

• HT12A



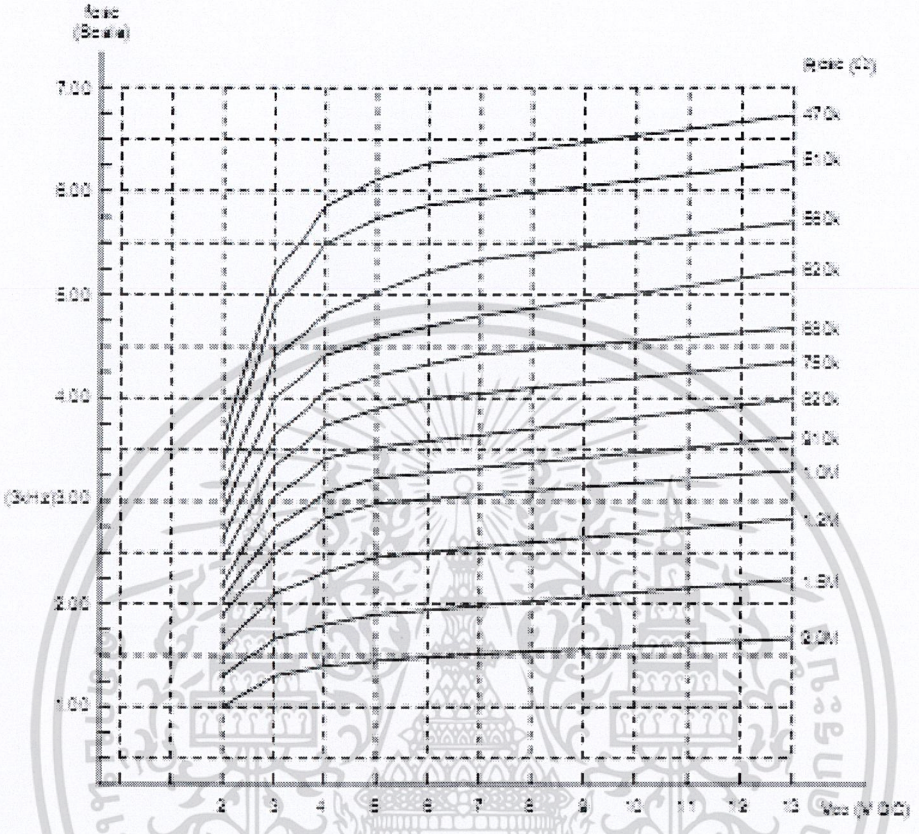
• HT12E



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

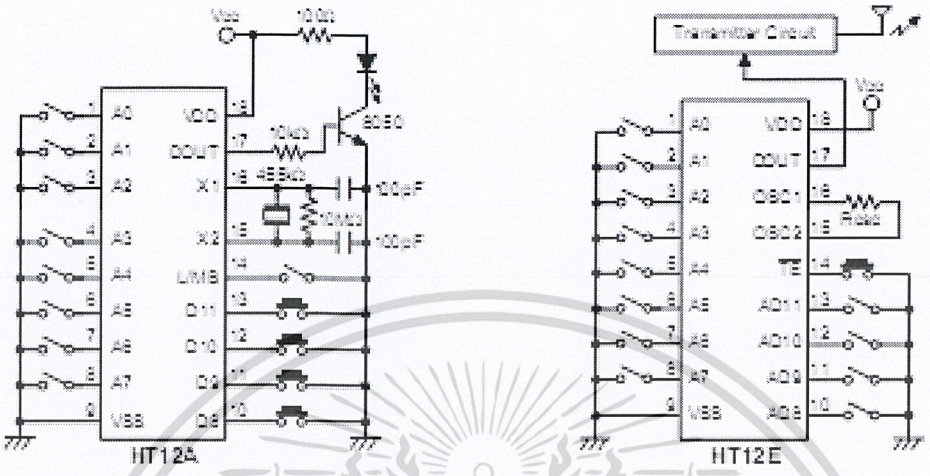


The recommended oscillator frequency is f_{OSC1} (decoder) = 50 f_{OSC2} (HT12E encoder)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits



Note: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)
Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)
No.3, Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)
11F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

Holtek Semiconductor (Hong Kong) Ltd.
RM. 711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2-745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Holtek Semiconductor (Shanghai) Ltd.
7th Floor, Building 2, No.889, Yi Shan Rd., Shanghai, China
Tel: 021-6485-5560
Fax: 021-6485-0313

Holmate Technology Corp.
46831 Warm Springs Boulevard, Suite 418, Fremont, CA 94539
Tel: 510-252-9600
Fax: 510-252-9595

Copyright © 2000 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at http://www.holtek.com.tw.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Ayres, Robert U. Computer integrated manufacturing. London : Chapman & Hall, 1991.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้