สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติชนิดเคลื่อนที่ตามเส้น

AUTOMATIC AVOID THE OBSTACLE OF LINE ROBOT

โดย

นาย จิรพันธ์ สอนเจริญ

นาย ดำรงศักดิ์ ประคองกิจ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72261
วัน,เดือน,ปี 12 มิ.ย. 2550

b.11766870
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติชนิดเคลื่อนที่ตามเส้น

AUTOMATIC AVOID THE OBSTACLE OF LINE ROBOT

โดย

นาย จิรพันธ์ สอนเจริญ 47015740

นาย ดำรงศักดิ์ ประคองกิจ 47015743

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุรพล บุญจันทร์

ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาคีพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติชนิดเคลื่อนที่ตามเส้น**

AUTOMATIC AVOID THE OBSTACLE OF LINE ROBOT

ผู้จัดทำ

1. นายจิรพันธ์ สอนเจริญ 47015740
2. นายดำรงศักดิ์ ประคองกิจ 47015743

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สุรพล บุญจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาคีพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติชนิดเคลื่อนที่ตามเส้น

AUTOMATIC AVOID THE OBSTACLE OF LINE ROBOT

โดย นายจิรพันธ์ สอนเจริญ 47015740
นายคำรงศักดิ์ ประคองกิจ 47015743

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สุรพล บุญจันทร์
ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาคีพงศ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นปริญญานิพนธ์เกี่ยวกับการทดลองสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำการเคลื่อนที่ตามเส้นไปยังเป้าหมายที่กำหนดได้อย่างอัตโนมัติในระหว่างที่เคลื่อนที่หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางเองได้อัตโนมัติ เมื่อหลบสิ่งกีดขวางได้แล้วหุ่นยนต์ยังสามารถเคลื่อนที่ต่อไปตามเส้นทางเดิมที่เป็นเป้าหมายได้อย่างอัตโนมัติ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เซ็นเซอร์ชนิดอินฟาเรดเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางและเส้นทางเป้าหมาย วงจรควบคุมและตัดสินใจใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์วงจรขับเคลื่อนใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์แต่เนื่องจากสิ่งกีดขวางในสิ่งแวดล้อมจริงนั้นมีความซับซ้อนมากอาจทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางได้ลำบาก ดังนั้นเราจึงต้องจำกัดสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการทดลองไม่ให้มีความซับซ้อนจนเกินไปนัก

Abstract

This thesis is a study of an experiment to build a robot that can automatically move following the line to the goal. During the move, the robot can away from the obstacles and is able to continue moving to the goal automatically.

This thesis uses infrared sensor to detect obstacle and line to the goal. Microcontroller is used for consideration and controlling the circuit. Stepping motor is used to control the move. Due to the complexity of obstacle in real environment; the robot may have the difficulties in movement. Thus, in this thesis will limit the obstacle in this experiment not to be too complex.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีโดยได้รับการสนับสนุนความช่วยเหลือจากคนรอบข้างมากมาย การให้คำแนะนำจากอาจารย์ประจำภาควิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ สุรพล บุญจันทร์ และอาจารย์ สุทธิชัย นพนาคีพงษ์ ซึ่งท่านทั้ง 2 เป็นที่ปรึกษาของโครงงานนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆท่านที่ให้ความรู้ความเข้าใจในการศึกษาเล่าเรียนของศิษย์ทั้ง 2 คนเป็นอย่างดี และผู้ที่มีพระคุณ และที่สำคัญที่สุดคือ พ่อ แม่ และครอบครัวผู้ที่เป็นกำลังใจสนับสนุนอันยิ่งใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 1 บทนำ	**1**
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	**2**
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	2
2.1.1 ประวัติไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	2
2.1.2 ความแตกต่างของไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.1.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์AT89C51AC3	3
2.1.4 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ	4
2.2 หลักการของมอเตอร์	4
2.2.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)	5
2.2.2 หลักการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส	7
2.2.2.1 การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor)	7
2.2.2.2. การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเต็ปมอเตอร์ (Half Step Motor)	7
2.3เซนเซอร์	9
2.3.1ระบบเซนเซอร์	10
2.3.1.1ระบบการวัด	11
2.3.1.2 ระบบควบคุมวงเปิด	11
2.3.1.3 ระบบควบคุมวงปิด	12
2.3.2 อุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง	13
2.3.3หลักการทำงานเซนเซอร์อินฟราเรดแอลอีดี(Infrared LED)	13
2.3.4 ตัวอย่างชุดตรวจจับการสะท้อนของอินฟราเรด	14
2.4 หลักการควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulator)	15
2.5 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)	15
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	**17**
3.1 Sensor Interface	17
3.2 Motor Interface	19
3.2.1 การออกแบบส่วนขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	19
3.3 วงจรปรับระดับแรงดัน	23
3.4 การออกแบบส่วนอ่านอินพุตเซนเซอร์	24
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	**33**
4.1 การทดลองวงจรปรับระดับแรงดัน	33
4.2 การทดลองเซนเซอร์อินฟราเรด LED ตรวจจับระยะทางและสี	35
4.3 การทดลองวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.4 การทดลองส่วนอ่านอินพุตเซนเซอร์	39
4.4.1 กำหนดให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น	39
4.4.2 กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา	39
4.4.3 กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย	40
4.4.4 กำหนดให้หุ่นยนต์อยู่ออกนอกเส้นสีดำ	40
4.4.5 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้า	41
4.4.6 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุขนาดเล็กด้านหน้า	41
4.4.7 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางซ้าย	42
4.4.8 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 1	42
4.4.9 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 2	43
4.4.10 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 3	43
4.4.11 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางขวา	44
4.4.12 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 1	44
4.4.13 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 2	45
4.4.14 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 3	45
4.4.15 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอเส้นที่เป็นสี่แยก	46
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	**48**
5.1 โครงสร้างทั้งหมดของโครงงาน	48
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	48
ภาคผนวก	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 แสดงการจัดขาไมโครโพรเซสเซอร์ตระกูล Z-80	3
รูปที่ 2.2 แสดงการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
รูปที่ 2.3 ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก	5
รูปที่ 2.4 วงจรภายในสเต็ปปิ้งมอเตอร์	6
รูปที่ 2.5 ลักษณะรูปร่างสเต็ปปิ้งมอเตอร์	7
รูปที่ 2.6 แสดงการต่อวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป	9
รูปที่ 2.7 ระบบการวัด	10
รูปที่ 2.8 องค์ประกอบสำคัญในระบบการวัด	11
รูปที่ 2.9 ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมวงเปิด	12
รูปที่ 2.10 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแสงสว่างทางเดินแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด	12
รูปที่ 2.11 ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมวงปิด	13
รูปที่ 2.12 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด เบอร์ RPR-359F	14
รูปที่ 2.13 แสดงไอซีตระกูล 78XX ชนิด TO-220	15
รูปที่ 2.14 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	16
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น	17
รูปที่ 3.2 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด เบอร์ RPR-359F	18
รูปที่ 3.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	18
รูปที่ 3.4 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	19
รูปที่ 3.5 วงจรปรับระดับแรงดัน	23
รูปที่ 3.6 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเส้นตรง	24
รูปที่ 3.7 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเอียงซ้าย	25
รูปที่ 3.8 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเอียงขวา	25
รูปที่ 3.9 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะนอกเส้น	26
รูปที่ 3.10 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า	26
รูปที่ 3.11 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางขนาดเล็กอยู่ด้านหน้า	27
รูปที่ 3.12 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้าย	27
รูปที่ 3.13 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้าย	28
รูปที่ 3.14 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางขวา	28
รูปที่ 3.15 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางขวา	29
รูปที่ 3.16 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์ไม่มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า	29
รูปที่ 3.17 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย	30
รูปที่ 3.18 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 3.19 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 3 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย	**31**
รูปที่ 3.20 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา	**31**
รูปที่ 3.21 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา	**32**
รูปที่ 3.22 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 3 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา	**32**
รูปที่ 4.1 การต่อวงจรปรับระดับแรงดัน	33
รูปที่ 4.2 แสดง V out ขา 3 ของ 7805	34
รูปที่ 4.3 แสดง V out ขา 1 ของ 7805	34
รูปที่ 4.4 วงจรที่ใช้ในการทดลองเซนเซอร์อินฟราเรด LED ตรวจจับระยะทางและสี	35
รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่าง Vout ที่ระยะ 2 ซ.ม.ของสีขาว	36
รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่าง Vout ที่ระยะ 3 ซ.ม.ของสีขาว	37
รูปที่ 4.7 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	37
รูปที่ 4.8 แสดงการทดลองวัดสัญญาณของ ULN2804A ของพอร์ต P1.0	38
รูปที่ 4.9 แสดงการทดลองวัดสัญญาณของ ULN2804A ของพอร์ต P1.1	38
รูปที่ 4.10 ด้านข้างของหุ่นยนต์อยู่ในตำแหน่งบนเส้น	39
รูปที่ 4.11 ด้านบนของหุ่นยนต์อยู่ในตำแหน่งบนเส้น	39
รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เอียงซ้าย	40
รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เอียงขวา	40
รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์ออกนอกเส้น	41
รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้า	41
รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุขนาดเล็กด้านหน้า	42
รูปที่ 4.17 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางซ้าย	42
รูปที่ 4.18 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 1	43
รูปที่ 4.19 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 2	43
รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 3	44
รูปที่ 4.21 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางขวา	44
รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 1	45
รูปที่ 4.23 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 2	45
รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 3	46
รูปที่ 4.25 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เมื่อเจอทางแยก	46
รูปที่ 4.26 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เดินหน้าเมื่อเจอทางแยก	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 แบบฟูลเสต็ป 1 เฟส (Full Step Single-Phase Driver)	8
ตารางที่ 2.2 แบบฟูลเสต็ป 2 เฟส (Full StepTwo-Phase Driver)	8
ตารางที่ 2.3 แบบฮาลฟ์เสต็ป 1 เฟส (Half Step Motor)	8
ตารางที่ 3.1 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เดินหน้า	20
ตารางที่ 3.2 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย	20
ตารางที่ 3.3 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา	21
ตารางที่ 3.4 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลัง	21
ตารางที่ 3.5 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลังไปทางซ้าย	22
ตารางที่ 3.6 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลังไปทางขวา	22
ตารางที่ 3.7 การให้มอเตอร์หยุดหมุนการทำงาน	23
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรปรับแรงดัน	33
ตารางที่ 4.2 ค่าลอจิกและแรงดันเอาต์พุตที่สีและระยะห่างต่างๆ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เมื่อกล่าวถึงหุ่นยนต์หรือ Robot หลายๆ คนคงจะนึกถึงสิ่งประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่เป็นหุ่นที่มีลักษณะมีแขนมีขาหรือมีล้อสำหรับในการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ นั้น ล้วนแต่เป็นความคิดฝันของมนุษย์ที่จะสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดแทนการทำงานของมนุษย์ๆ มีความสนใจอย่างยิ่งที่จะทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้แต่ให้งานทั้งหมดเสร็จ เราออกแบบหุ่นยนต์ขึ้นเพื่อเพิ่มลักษณะบวกและกำจัดลักษณะลบของมนุษย์ หุ่นยนต์นั้นถือว่าเป็นเครื่องจักรชนิดหนึ่งก็ว่าได้ซึ่งจะถูกออกแบบสำหรับให้มันทำงานในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือหลายๆ ลักษณะในตัวมันเอง โดยที่ตัวมันจะถูกสั่งให้ทำงานอย่างไรขึ้นอยู่กับคำสั่งซึ่งอาจจะรับคำสั่งโดยตรงจากมนุษย์หรือจากหน่วยประมวลผลในตัวมันเองเป็นแบบอัตโนมัติก็ได้ หุ่นยนต์นี้สามารถที่จะเคลื่อนที่ได้หรือไม่ก็ได้ดังนั้นการออกแบบสร้างหุ่นยนต์ก็คือการออกแบบสร้างเครื่องจักรหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถทำงานตามที่ผู้ออกแบบต้องการได้นั่นเอง หุ่นยนต์ถูกออกแบบมาให้มีรูปแบบและขนาดต่างๆ มากมายและซอฟท์แวร์ (Softwere) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดผลสูงสุดกับความต้องการในแต่ละลักษณะเฉพาะของหุ่นยนต์ ในสภาพแวดล้อมสามมิติของเราทุกวันนี้ มีวิธีอันหลากหลายที่จะออกแบบหุ่นยนต์ให้ขยับไปถึงทุกจุดในขอบเขตการทำงานของตน ด้วยกฎที่ว่าต้องมีมอเตอร์ (Motor) หนึ่งตัวต่อหนึ่งองศาอิสระ (Degree of freedom) ที่ต้องการจะเจาะจงลงไป ดังนั้นส่วนใหญ่แล้วจะต้องมีมอเตอร์มากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป

วิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีได้มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในลักษณะงานต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสามารถแบ่ง หุ่นยนต์ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.Fixed Robot คือ หุ่นยนต์ที่ฐานถูกยึดอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เช่นแขนกลซึ่งจะทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นต้น

2.Mobile Robot คือ หุ่นยนต์ที่สามรถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยตัวฐานอาจมีล้อ ในระบบการเคลื่อนที่นิยมนำ Mobile Robot มาใช้ในงานสำรวจหรือปฏิบัติงาน เช่น งานที่เสี่ยงอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ เช่น งานกู้วัตถุระเบิด หรือ งานสำรวจที่มนุษย์เราไม่สามารถเข้าไปได้ด้วยตัวเอง โดยที่อาจมีมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงานอันได้แก่ อุณหภูมิ รังสี ฝุ่นละออง เป็นต้น

สำหรับในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบลักษณะของหุ่นยนต์ในลักษณะการเคลื่อนที่แบบใช้ล้อ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ตามเส้นและหลบสิ่งกีดขวางที่มาทับเส้นได้อัตโนมัติ และกลับเข้าเส้นได้ตามปกติ ซึ่งใช้เซนเซอร์อินฟาเรดในการจับเส้นและจับวัตถุที่กีดขวางการเคลื่อนที่ ซึ่งในการทำงานมีล้อทั้งหมด 3 ล้อ มีล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อนทั้งหมด 2 ล้อ เป็นลักษณะของล้อที่ใช้ในการเคลื่อนที่โดยใช้มอเตอร์แบบสเต็ปปิ้งและควบคุมทิศทางโดยใช้โปรแกรม ส่วนอีก 1 ล้อจะเป็นล้ออิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.1.1 ประวัติไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูลนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในงานควบคุม ดังนั้นจึงมีวงจรพื้นฐานที่จะเป็นรวมอยู่ภายในชิพแล้วทำให้สามารถที่จะทำงานได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกไมโครโปรเซเซอร์ตระกูลนี้จึงเรียกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)นับตั้งแต่บริษัท INTEL ได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-48 ได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปมากแต่ทางบริษัท INTEL ก็ไม่ได้หยุดการพัฒนาไว้เพียงเท่านั้น วิศวกรของบริษัท INTEL ยังได้หาแนวทางในการปรับปรุงตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่ๆออกมา เพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดบางอย่างที่มีในตระกูล MCS-48 และเพื่อการประยุกต์ใช้ให้ทันกับความก้าวหน้าของตัวเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จึงได้ถูกผลิตขึ้นมาโดยการเพิ่มคุณสมบัติที่ต่างจาก MCS-48 ด้วยเหตุนี้การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มาประยุกต์ใช้ในระบบงานควบคุมต่างๆ จึงสามารถทำได้อย่างสะดวกและคล่องตัวกว่าการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48

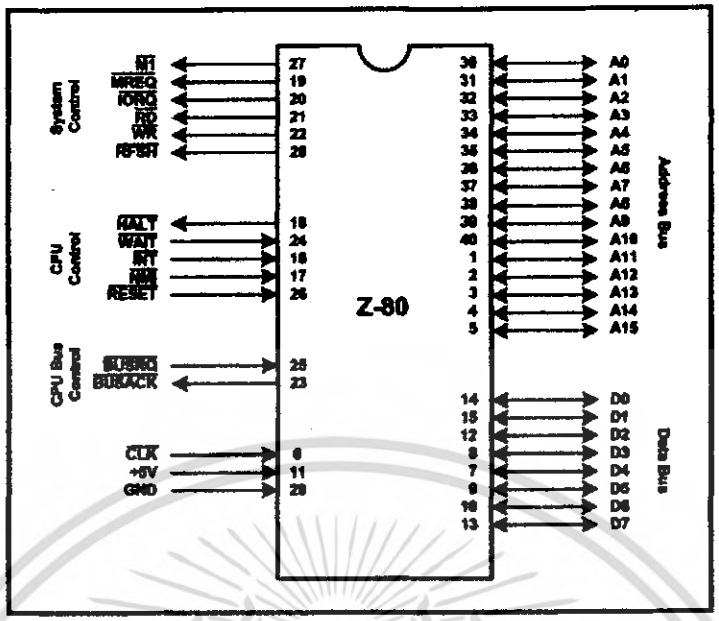
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีความเร็วและประสิทธิภาพที่สูงพอที่จะทำการควบคุมระบบขนาดเล็กๆ ไปจนถึงระบบขนาดใหญ่ที่ซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ยังมีสมาชิกอีกหลายเบอร์ที่ถูกออกแบบไว้เพื่อจุดประสงค์เฉพาะอย่างโดยตรงเช่น มีระบบสื่อสารข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อใช้ควบคุมระบบที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารความเร็วสูง สามารถใช้การเขียนโปรแกรมในระดับบิต (เลขฐาน2), ระดับไบต์ (เลขฐาน16), แอสแซมบลีและภาษาในระดับสูงเช่นภาษาเบสิกและซีเป็นต้น เพื่อให้การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้สะดวกและง่ายขึ้น มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอก จึงเป็นผลทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ มากมายในปัจจุบัน

2.1.2 ความแตกต่างของไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

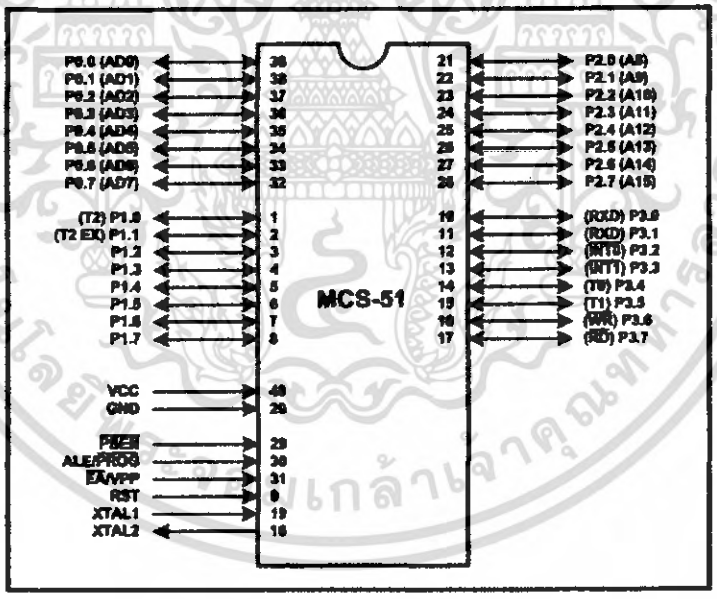
ไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีความแตกต่างอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการเข้าถึงหน่วยความจำ หรือการเข้าถึงอุปกรณ์ไอโอ (I / O: Input / Output) เนื่องจากสายสัญญาณในการควบคุมที่ต่อออกมาภายนอกมีรูปแบบแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (ดูรูปที่ 2.1 และ 2.2 ประกอบ) ดังนั้นจึงทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์มีความยืดหยุ่นมากกว่าแต่ต้องมีวงจงประกอบที่ค่อนข้างมาก ในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความยืดหยุ่นที่น้อยกว่า แต่ง่ายต่อการออกแบบวงจรเนื่องจากไม่ต้องออกแบบวงจรอื่นๆเพิ่มเติมเพราะได้จัดให้มีไอโอไว้ให้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามหากระบบมีขนาดใหญ่ก็ต้องมีการออกแบบ วงจรเพิ่มเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ

การที่จะเลือกใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นเรื่องที่ไม่ตายตัว สามารถเลือกใช้งานได้ตามความถนัดและเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงการจัดขาไมโครโพรเซสเซอร์ตระกูล Z-80



รูปที่ 2.2 แสดงการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์89C51AC3

เลือกใช้ MCU ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C51AC3 ของ Atmel เป็น MCU ประจำบอร์ดโดย เลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณแบบ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCU ให้ทำงานในโหมดความเร็ว 2 เท่าได้ ทำให้ MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz โดยมีคุณสมบัติของ MCU ได้แก่

- มีหน่วยความจำแบบ FLASH สำหรับเขียนโปรแกรมขนาด 64 KByte
- มี EEPROM ขนาด 2 KByte สำหรับเก็บข้อมูลและสามารถเขียนซ้ำได้มากกว่าหนึ่งล้านครั้ง
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 Bit จำนวน 5 พอร์ต (P0, P1, P2, P3, P4 (5Bit))
- มี RAM ใช้งาน 2304 Byte
- มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1พอร์ต และมีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
- มี Timer/Counter ขนาด 16 Bit จำนวน 3 ชุด
- มีวงจร ADC ขนาด 10 Bit จำนวน 8 ช่อง
- มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL แบบ Header 2*5 จำนวน 5 ชุด (P0, P1, P2, P3และP4)
- มีขั้วต่อใช้งาน RS 232 สำหรับใช้งาน Download ผ่าน RS 232
- มี LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power และ Self-Test สำหรับใช้ทดสอบการทำงาน
- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด +5VDC
- ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 * 6 cm.

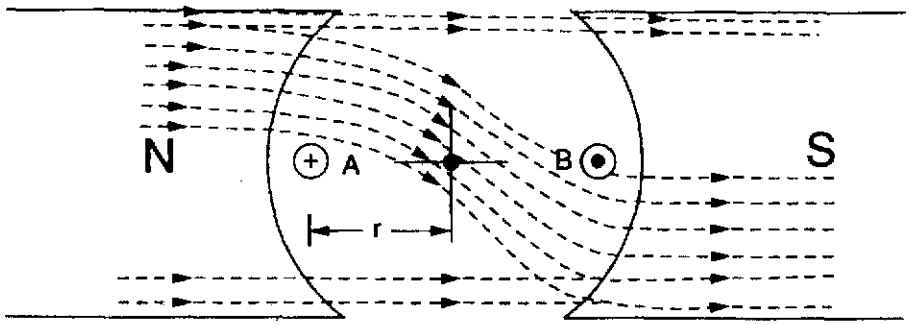
2.1.4 ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ

สำหรับขั้วต่อสัญญาณของพอร์ต I/O จาก MCU นั้นจะถูกออกแบบและจัดเตรียมไว้ผ่านขั้วต่อแบบ IDE Header ขนาด 10 Pin (2 * 5) จำนวน 5 ชุด คือ P0 , P1 , P2 , P3 และP4 ตามลำดับโดยที่ขั้วต่อสัญญาณแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยสัญญาณ I/O ที่เชื่อมต่อมาจากขาสัญญาณของ MCU โดยตรงทั้งหมด โดยแต่ละพอร์ตจะมีสัญญาณพอร์ตละ 8 Bit ยกเว้น P3 และP4 โดยพอร์ต P4 มี 5 Bit (P4.0-P4.4) และพอร์ต P3 ซึ่งจะมี 6 Bit เท่านั้นคือ P3.2-P3.7 ส่วน P3.0 และP3.1 จะถูกสงวนไว้ใช้งานเป็นขาสัญญาณ RXD และTXD สำหรับรับส่งข้อมูลของ RS 232 ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 เส้น (P3.0 และP3.1) จะถูกเชื่อมต่อผ่านวงจร Line driver (MAX232) สำหรับแปลงละดับสัญญาณจากระดับลอจิก TTL ของ MCU ให้เป็นสัญญาณแรงดันตามมาตรฐานของ RS 232 โดยสัญญาณที่ได้รับการแปลงเป็นแบบ RS 232 จะถูกเชื่อมต่อไปรอไว้ที่ขั้วต่อแบบ CPA ขนาด 4 Pin (RS 232)

2.2 หลักการของมอเตอร์ (Motor Principle)

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่าง ดังนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจึงสามารถต่อให้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้น จะทำให้เกิดแรงขึ้นในตัวนำ ทิศทางของแรงจะเกิดการทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำ จึงทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก

จากรูปที่ 2.3 แสดงขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก โดยตัวนำวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ r และให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กที่ว่า เส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้นปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากที่ด้านบนของปลาย A จึงทำให้เกิดแรงกดตัวนำ A ลงด้านล่าง และในขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้นเส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากที่ด้านล่าง ทำให้เกิดแรงดันตัวนำ B เคลื่อนที่ขึ้นด้านบน ผลของแรงที่กระทำกับตัวนำ A และ B นี้ จะทำให้อาร์เมเจอร์ของมอเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ไปได้

การกระทำของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านในขณะที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก ความยาวของตัวนำและค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F = Bli$$

เมื่อ F = แรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำ (N)

B = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Wb/m^2)

l = ความยาวของลวดตัวนำ (m)

i = กระแสที่ไหลในตัวนำ (A)

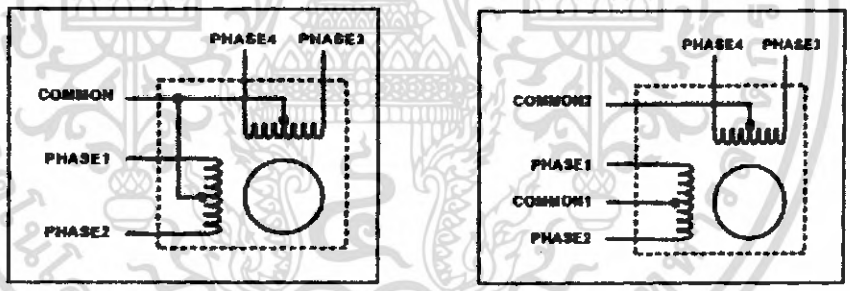
มอเตอร์ไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานแม่เหล็กเพื่อผลิตพลังงานเชิงกล หลักการทำงานก็ขึ้นอยู่กับสนามแม่เหล็กทั้ง 2 สนาม ในปกติแล้วมักจะไม่นิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในโรงอุตสาหกรรม เพราะอุปกรณ์ทั้งหลายออกแบบไว้สำหรับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ นอกจากบางกรณีเท่านั้น ซึ่งจะแปลงไฟฟ้ากระแสสลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อต้องการค่าทอร์กและควบคุมอัตราเร็ว

2.2.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping motor) เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วไป เพราะจะต้องป้อนสัญญาณปั่นพัลส์ให้แก่ขดลวดมอเตอร์เป็นจังหวะอย่างเหมาะสม และการหมุนของมอเตอร์ชนิดนี้จะหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นจังหวะตามพัลส์ที่ป้อนเข้ามาไม่หมุนต่อเนื่องเหมือนกับมอเตอร์ธรรมดาทำให้ผู้ควบคุมสามารถทำการเลือกตำแหน่งที่ต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนได้ การทำงานทางกลนั้นมีการเคลื่อนที่ด้วยความละเอียดสูง เช่นเครื่อง ปริ๊นเตอร์ (Printer) เครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) หรืออุปกรณ์ในระบบต่างๆที่ต้องการความแน่นอนในการเคลื่อนที่ จังหวะการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เรียกว่า สเต็ป (Step) ความละเอียดของมอเตอร์กำหนดเป็นองศาที่หมุนไปในหนึ่งสเต็ปหากหากมอเตอร์มีจำนวนองศาต่อสเต็ปมาก หมายความว่ามอเตอร์ตัวนี้มีความละเอียดของการหมุนต่ำยกตัวอย่าง การหมุนครบ 1 รอบจะใช้ 48 สเต็ป ก็หมายความว่าเคลื่อนที่ สเต็ปละ 7.5 องศา (360 / 48) หรือหมุน 1 รอบจะใช้ 200 สเต็ป ก็หมายความว่าเคลื่อนที่ สเต็ปละ 1.8 องศาต่อสเต็ปจะเห็นว่าตัวอย่างหลังมีความละเอียดในการหมุนมากกว่า จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำ จากตัวอย่างที่กล่าวมานั้นเป็นการป้อนลักษณะ Full Step ส่วนในการขับเคลื่อนแบบ Half Step นั้นจะให้ความละเอียดของการหมุนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า การขับแบบนี้ทำได้โดยการป้อนไฟให้ขดลวด ทีละขดเรียงกันไปโดย 1 รอบจะใช้ 96 สเต็ป นั่นก็หมายความว่าเคลื่อนที่สเต็ปละ 3.75 องศา (360 / 96) ซึ่งการเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ถือว่ามีความละเอียดมากกว่า Full Step ซึ่งการทำงานทั้งหมดข้างต้นจะกล่าวในหลักการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์อีกทีสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่มีใช้งานอยู่ทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบ 5 สาย 4 เฟส และแบบ 6 สาย 4 เฟส ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรภายในสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การต่อวงจรใช้งานโดยทั่วไปจะต่อแบบ 5 สาย โดยจะมีสายร่วม (Common) 1 สายซึ่งใช้เป็นสายร่วมของกระแสไฟฟ้า อาจจะต่อกับ VCC หรือ Ground ของระบบก็ได้ ขึ้นอยู่ในการจัดวงจร ส่วนอีก 4 สายเป็นสายเฟส ใช้ในการควบคุมการทำงานของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ส่วนในการต่อวงจรแบบ 6 สาย 4 เฟส สามารถทำได้โดยการ นำสาย Common1 และ Common2 มาต่อถึงกันเพียงแค่นี้ก็จะทำให้ได้เป็น 5 สาย 4 เฟส

ข้อดีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เมื่อเปรียบกับมอเตอร์กระแสตรง (DCMOTOR)

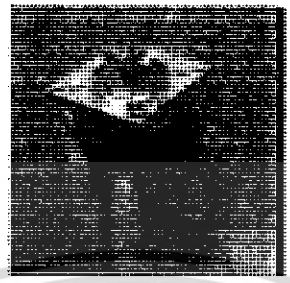
1.การควบคุมไม่ต้องอาศัยตัวตรวจจับการหมุน

2. ไม่ต้องใช้แปรงถ่าน ดังนั้นจึงทำให้ไม่มีส่วนที่จะต้องสึกหรอ และปัญหาของการสปาร์ค ที่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน้าสัมผัสของแปรงถ่านแหวนตัวนำในโรเตอร์ที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

3. การควบคุมโดยทางวงจรดิจิตอลหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก



รูปที่ 2.5 ลักษณะรูปร่างของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการทดลองนี้จะใช้สเต็ปปิ้งแบบยูนิโพล่าร์(Unipolar)ซึ่งโครงสร้างของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบนี้จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ2ส่วนด้วยกันคือ

1ส่วนที่ทำการหมุน(Rotor)จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออื่นๆ

2 ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) เป็นขดลวดที่พันไว้จำนวนหลายๆขด

2.2.2 หลักการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส

ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุนมีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับตัวขดลวดสเตเตอร์ (Stator)ในแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์อย่างเป็นลำดับที่แน่นอนโดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆเป็นสถานะลอจิก"1"และในการกระตุ้นเฟสของของสเตปปิ้งมีอยู่ด้วยกัน2 แบบคือ

2.2.2.1 การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor)

สามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก2วิธีด้วยกันคือ

1. การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Full Step Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ แสดงดังตารางที่ 2.1 จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเตปปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวดจะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขดลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีน้อย

2. การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Full Step Two-Phase Driver) แสดงดังตารางที่ 2.2 เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเตปปิ้งมอเตอร์พร้อมๆกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟสดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นและจะทำให้แรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ1เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2. การกระตุ้นเฟสแบบฮาลฟ์สเต็ป (Half Step Motor) หรือ one-two phase Driver

คือการกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แสดงดังตารางที่ 2.3 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้นเพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลงในการกระตุ้นแบบนี้เราจึงที่จะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของ สเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางแสดงการกระตุ้นเฟสแบบต่างๆของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 2.1 แบบฟูลเสต็ป 1 เฟส (Full Step Single-Phase Driver)

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

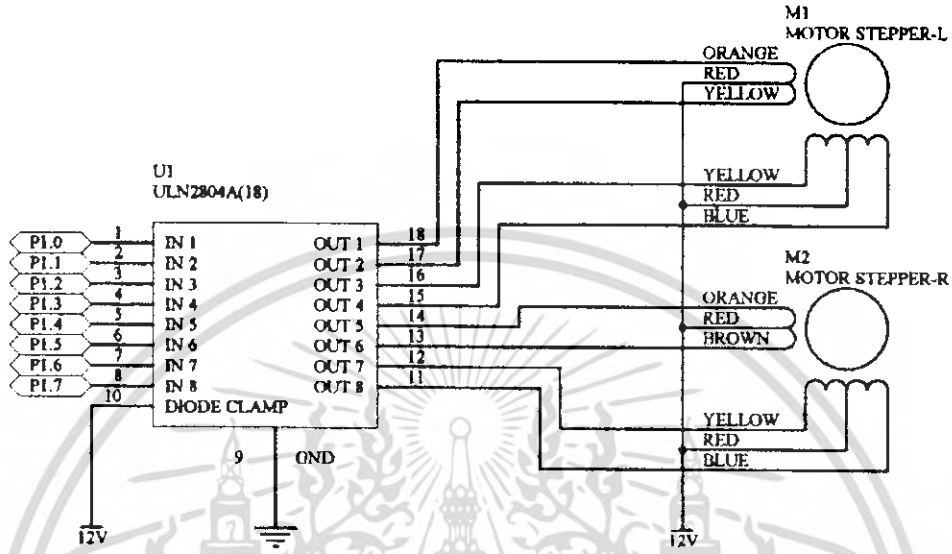
ตารางที่ 2.2 แบบฟูลเสต็ป 2 เฟส (Full StepTwo-Phase Driver)

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

ตารางที่ 2.3 แบบฮาลฟ์เสต็ป 1 เฟส (Half Step Driver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ใช้ในการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป แสดงได้ในรูปที่ 2.6โดยไอซีสำเร็จรูป เบอร์ULN2804A เนื่องจาก MCS-51 ไม่มีกำลังขับมอเตอร์เพียงพอจากตัวอย่างใช้ไอซี เบอร์ULN2804A จะมีคุณสมบัติเป็นไอซีไดรเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็คเตอร์เปิดและสามารถเลือกแรงดันได้กว้าง 5-50 โวลท์ จ่ายกระแสได้สูงถึง 600 mA ต่อขา



รูปที่ 2.6 แสดงการต่อวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป

2.3 เซนเซอร์

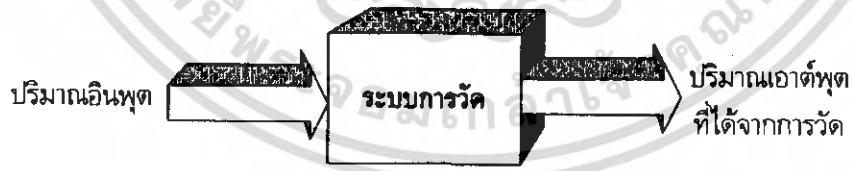
โดยทั่วไปเซนเซอร์คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือปริมาณทางฟิสกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง เสียง แรงทางกล ความดันบรรยากาศ ระยะขจัด ความเร็ว อัตราเร่ง ระดับของของเหลว หรือแม้กระทั่ง อัตราการไหล เป็นต้น จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนให้เป็น สัญญาณออก หรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ในส่วนของการตรวจวัดและตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ นั้น มักถูกกำหนดตามความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตในการที่จะตรวจสอบ ควบคุมกระบวนการ ตลอดจนนำตัวแปรทางฟิสิกส์เหล่านั้นไปใช้งานดังนั้นเงื่อนไขในการเลือกเซนเซอร์ไปใช้งานจึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่ารวมไปถึงราคาความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่จะทำการวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่สำคัญอีก เช่น ความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ โดยทั่วไปพบว่าเทคโนโลยีของเซนเซอร์ได้ถูกนำไปใช้เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในลักษณะของงานอยู่ 2 ประเภท คือ

1.ใช้ตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์เพื่อนำไปแสดงผลการตรวจวัดหรือจัดเก็บบันทึกเป็นข้อมูล

2.ใช้ในการตรวจสอบกระบวนการ ในระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์สำหรับการตรวจวัดข้อมูลที่เป็นตัวแปรทางฟิสิกส์ โดยมากจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อแสดงสถานะสภาพของระบบในขณะนั้น เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วในรถยนต์ และมิเตอร์วัดความเร็วเป็นต้น แต่ในบางครั้งเซนเซอร์ก็อาจจะใช้ในการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลแสดงสมรรถนะของระบบได้เช่นกัน สำหรับกรณีของเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบของกระบวนการในระบบควบคุมนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะมีความหลากหลายและแตกต่างกันน้อยกว่าเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดและบันทึกข้อมูลข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดและบันทึกข้อมูลจำเป็นที่จะต้องมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำการวัดและจัดเก็บเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้งานต่อไป ในส่วนของระบบควบคุมนั้นสัญญาณออกหรือข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จะถูกป้อนไปเป็นสัญญาณอินพุตให้กับอุปกรณ์ควบคุมกระบวนการ จากนั้นอุปกรณ์ควบคุมก็จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมไปปรับสภาพกระบวนการของระบบ เพื่อให้การทำงานของระบบมีความสอดคล้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น สัญญาณออกหรือข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจสอบความเร็วล้อรถในระบบเบรกแบบป้องกันล้อล็อก จะถูกส่งไปควบคุมแรงดันปั๊มไฮดรอลิกของเบรกทำการบังคับและห้ามล้อรถไม่ให้เกิดการลื่นไถลในขณะที่ผู้ขับขี่รถยนต์ทำการเบรก เป็นต้น ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ได้มีการพัฒนาเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วทำให้เทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเราเป็นอย่างมาก ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย ก็คือ ความสะดวก รวดเร็ว และยังมีความคล่องตัวในการใช้งานที่ค่อนข้างสูง ในกระบวนการวัดและการควบคุมกระบวนการมีคำศัพท์อยู่ 2 คำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ เซนเซอร์ และ ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งทั้งสองคำนี้มีความหมายคล้ายคลึงกันมาก บางครั้งถูกนำมาใช้แทนกันได้ แต่โดยความเป็นจริงแล้ว เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์มีจุดประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกัน คือ คำว่า ทรานสดิวเซอร์หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปแบบหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นจึงกล่าวทั่วไปได้ว่าเซนเซอร์ก็ คือ ทรานสดิวเซอร์ แต่ในทางกลับกันนั้นทานสดิวเซอร์บางชนิดเท่านั้นทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์



รูปที่ 2.7 ระบบการวัด

2.3.1 ระบบเซนเซอร์

กระบวนการโดยทั่วไปสามารถจำแนกชนิดและคุณลักษณะของระบบได้มากมายหลายแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาของลักษณะการควบคุมและกระบวนการแล้ว ในที่นี้จะพิจารณาตามลักษณะของระบบเซนเซอร์ที่ให้สัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตของระบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนไปตามปริมาณต่างๆ ที่ตรวจวัดทางอินพุต โดยหลักการทำงานพื้นฐานของระบบกระบวนการทั่วไปนั้นสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงได้ดังผังสัญญาณจากรูป ซึ่งการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในกระบวนการสามารถจำแนกการนำไปใช้งานในระบบต่างๆ ได้เป็น 3 ระบบดังนี้คือ

2.3.1.1ระบบการวัด

ระบบการวัด ทำหน้าที่แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลของปริมาณเอาต์พุตซึ่งได้จากปริมาณอินพุตที่ได้ทำการวัดผังสัญญาณของระบบการวัดแสดงดังรูปที่ 2.7 หลักการทำงานสำคัญของระบบการวัดคือ ระบบการวัดจะทำหน้าที่เพียงแต่แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลค่าที่ได้จากการวัดปริมาณจากอินพุตเท่านั้น ไม่สามารถปรับหรือทำการควบคุมสภาพการทำงานของระบบให้เป็นไปตามที่ต้องการได้แต่อย่างใด
องค์ประกอบสำคัญในระบบการวัด ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ 1.ส่วนตรวจจับสัญญาณ 2.ส่วนปรับแต่งสัญญาณ3.ส่วนแสดงผล หรือ ส่วนบันทึกข้อมูล ดังแสดงในผังสัญญาณของระบบในรูปที่ 2.8 ปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำการวัดจะถูกเซนเซอร์เปลี่ยนให้เป็นสัญญาณออกที่สามารถนำไปปรับแต่งหรือแสดงผลต่อได้ จากนั้นหน่วยปรับแต่งสัญญาณจะทำหน้าที่ปรับแต่งสภาพของสัญญาณออกที่ได้จากเซนเซอร์ให้มีรูปแบบเหมาะสมเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้กับหน่วยแสดงผลหรือหน่วยบันทึกข้อมูล เช่น ถ้าสัญญาณออกจากเซนเซอร์เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดของสัญญาณต่ำมากก็ต้องมีหน่วยปรับแต่งสภาพสัญญาณเป็นวงจรขยายแรงดัน เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณดังกล่าวให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือถ้าสัญญาณออกเป็นการเคลื่อนที่ทางกลที่มีระยะขจัดสั้น ก็ควรมีการเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนที่ให้มีระยะขจัดเพิ่มขึ้น เป็นต้น หลังจากนั้นสัญญาณที่มีการปรับแต่งแล้วจะถูกนำไปแสดงผลให้กับผู้ใช้งานอ่านค่าหรืออาจมีการเก็บค่าที่วัดได้ลงในเครื่องบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในภายหลัง

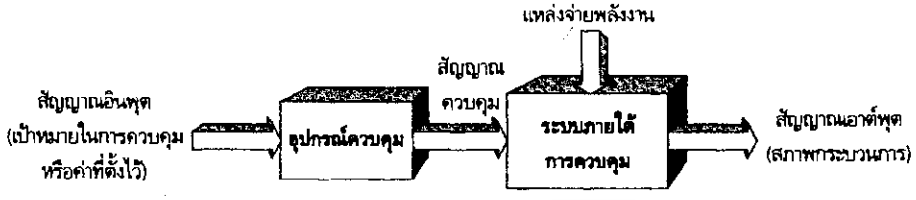
รูปที่ 2.8 องค์ประกอบสำคัญในระบบการวัด

2.3.1.2 ระบบควบคุมวงเปิด

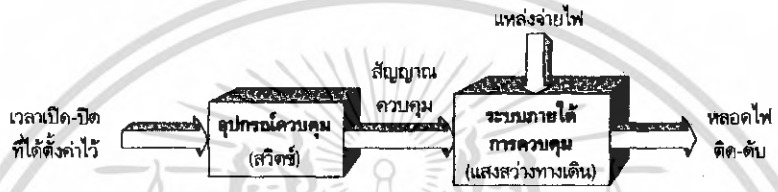
ระบบควบคุมมีหลักการทำงานพื้นฐานต่างจากระบบวัด คือ ระบบควบคุมพยายามปรับสภาพกระบวนการหรือรักษาสภาพการทำงานของกระบวนการให้มีค่าเป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ทางอินพุต หรือให้มีเป้าหมายให้เป็นไปตามที่ผู้ควบคุมกระบวนการต้องการ ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมวงเปิดแสดงได้ดังรูปที่ 2.9 สัญญาณอินพุตซึ่งเป็นค่าที่ตั้งไว้จะถูกส่งให้กับอุปกรณ์ควบคุม เพื่อสร้างสัญญาณควบคุมไปปรับสภาพของการทำงานของระบบภายใต้การควบคุมให้มีสัญญาณออกหรือสภาพกระบวนการของระบบเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยประมาณว่าการควบคุมลักษณะนี้สภาพกระบวนการของระบบสามารถเป็นไปตามค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้จากอินพุตได้โดยไม่มีการวัดหรือตรวจสอบสภาพของกระบวนการที่เอาต์พุตของระบบเลย สังเกตได้ง่ายๆจากผังสัญญาณของระบบจะเห็นว่าระบบมีกระบวนการส่งผ่านสัญญาณอินพุตเป็นลำดับไปยังเอาต์พุต โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณกลับมายังอินพุตอีกเลยพิจารณาการควบคุมระบบแสงสว่างทางเดินหรือตามท้องถนนแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด ซึ่งเป็นตัวอย่างง่ายๆ แสดงถึงการควบคุมแบบวงเปิด โดยมีผังสัญญาณการทำงานของระบบแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.9 ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมวงเปิด



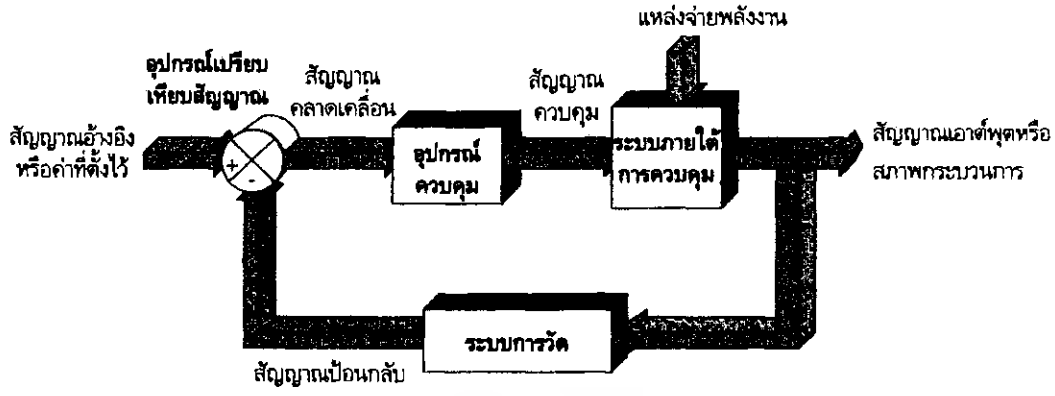
รูปที่ 2.10 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแสงสว่างทางเดินแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด

เป้าหมายที่ต้องการของระบบควบคุมแสงสว่างแบบนี้ คือ เมื่อถึงเวลากลางคืนแสงมืดลง ระบบควบคุมแสงสว่างจะทำงานเปิดหลอดไฟตามทางเดินให้สว่างขึ้น และเมื่อถึงตอนเช้าหลอดไฟจะต้องดับลง การทำงานของระบบจะถูกควบคุมโดยสัญญาณควบคุมจากสวิตช์ซึ่งทำหน้าที่เปิด-ปิดหลอดไฟตามช่วงเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ในช่วงเช้าและช่วงเย็นโดยใช้อุปกรณ์ตั้งเวลา ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าระบบควบคุมวงเปิดเป็นระบบควบคุมพื้นฐานที่มีรูปแบบง่าย การออกแบบระบบไม่ซับซ้อนมีราคาไม่แพงมากนักแต่ประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างต่ำ ทั้งยังต้องการผู้ควบคุมเข้าไปตรวจสอบหรือปรับแต่งระบบบ่อยๆ

2.3.1.3 ระบบควบคุมวงปิด

สำหรับระบบควบคุมวงปิด ซึ่งมีผังสัญญาณของระบบดังรูปที่ 2.11 จะมีองค์ประกอบของระบบต่างจากระบบควบคุมวงเปิด โดยมีการเพิ่มส่วนของระบบการวัดเพื่อทำหน้าที่วัดและตรวจสอบค่าตัวแปรเอาต์พุตหรือสภาพกระบวนการทางด้านเอาต์พุตของระบบแล้วนำสัญญาณป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้เป็นสัญญาณอ้างอิงทางอินพุตอีก จึงทำให้กระบวนการของระบบทางด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงกับเงื่อนไขทางด้านอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานของระบบควบคุมวงปิด

จากรูปที่ 2.11 สัญญาณอ้างอิงหรือค่าที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมายในการควบคุมระบบให้มีสภาพกระบวนการเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งสัญญาณส่วนนี้จะถูกอุปกรณ์เปรียบเทียบนำไปเปรียบเทียบกับสัญญาณป้อนกลับ ที่ได้จากกระบวนการวัด โดยผลต่างกับสัญญาณอ้างอิงกับสัญญาณที่ได้เรียกว่าสัญญาณคลาดเคลื่อน จากนั้นอุปกรณ์ควบคุมจะนำสัญญาณคลาดเคลื่อนนี้ไปปรับแต่งให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม แล้วสร้างเป็นสัญญาณควบคุม เพื่อทำการปรับการทำงานของระบบให้สภาพของกระบวนการทางด้านเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลง จนกระทั่งสัญญาณป้อนกลับที่ได้จากระบบการวัดมีค่าเข้าใกล้สัญญาณอ้างอิง ทำให้สัญญาณคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นศูนย์ หรือนั่นคือ สภาพกระบวนการของระบบเข้าสู่เป้าหมายในการควบคุมแล้วนั่นเอง

2.3.2 อุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับแบบใช้หลักการสะท้อนของแสง ในการกำหนดพื้นที่ในการทำงานเพื่อใช้ในการตรวจสอบเส้นทางได้อย่างแน่นอน ตัวระบบนั้นสามารถออกแบบได้ง่ายและเกิดความผิดพลาดน้อย

2.3.3 หลักการทำงานเซนเซอร์อินฟราเรด แอลอีดี (Infrared LED)

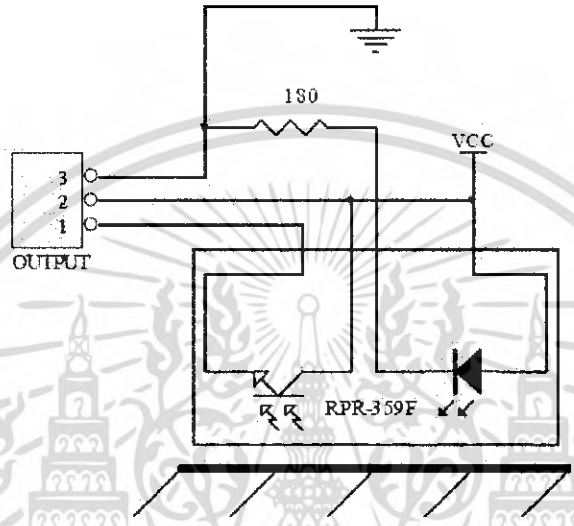
อินฟราเรด แอลอีดี ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟราเรด ช่วงที่อินฟราเรด แอลอีดี นำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารตัวนำชนิดพิเศษเกิดพลังงานขึ้นจากโฟตอนการเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปได้ทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟราเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงได้ ในช่วง 2 ความยาวคลื่นคือ อินฟราเรดแอลอีดี ที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนด์(Gallium Asenide:GaAs)จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟาเรดแอลอีดีที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอลูมินั่ม-อาเซไนด์(Gallium Aluminum Aenide:GaAlAs)จะกำเนิดแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร สำหรับคุณสมบัติของลำแสงอินฟราเรดที่ว่าจะเคลื่อนที่จากตัวส่งในลักษณะเส้นตรง และเมื่อลำแสงเคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อน ดังนั้นหลักการที่กิดขึ้นแสดงได้ดังรูป โดยอุปกรณ์เซนเซอร์ส่วนใหญ่นั้นจะมีแบบภาคส่งและภาครับในตัวเดียวกันอีกประเภทจะแยกกัน ภาคส่งจะส่งลำแสงอินฟราเรดจากอินฟราเรดตัวส่งเรียกว่า IRED (Infrared Emitting Diode) ซึ่งในปกตินั้นตัวรับจะยังไม่ได้รับแสงที่ถูกส่งออกมาจนกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำแสงจะไปตกกระทบหรือมีวัตถุตัดผ่านถึงจะเกิดการสท้อนกลับมายังตัวภาครับเกิดเอาต์พุตขึ้นเพื่อจะส่งเป็นอินพุตให้กับวงจรทำงานต่อไปจากภาครับ

2.3.4 ตัวอย่างชุดตรวจจับการสะท้อนของอินฟราเรด

การทำงานของ R-REFLEX จะใช้หลักการส่งไปและสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรด ซึ่งจะใช้ Sensor เบอร์ RPR-359F ซึ่งเป็นโมดูลส่งและรับแสงอินฟราเรดรวมอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการตรวจจับการสะท้อนกับวัตถุต่างๆได้ ซึ่งวงจรของชุดตรวจจับR-REFLEX เป็นดังรูปที่ 2.12



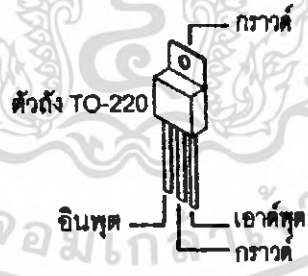
รูปที่ 2.12 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด เบอร์ RPR-359F

จากรูปวงจรจะเห็นได้ว่า Sensor เบอร์RPR-359F ซึ่งเป็น Sensor แบบ อินฟราเรดนั้นจะประกอบไปภาคส่งและภาครับแสงอินฟราเรดรวมอยู่ในตัวเดียวกันโดยในด้านของภาคส่งนั้นจะมีลักษณะโครงสร้างเป็น LED แบบอินฟราเรด ซึ่งใช้เป็นตัวส่ง และ ส่วนของภาครับอินฟราเรดนั้น จะมีโครงสร้างเป็นแบบ Transistor โดย Sensor จะถูกจัดวงจรให้ทำงานอยู่ตลอดเวลาทั้งส่วนของภาคส่ง(LED) และภาครับ (Transistor) โดยระดับแรงดันที่ขา Emitter ของทรานซิสเตอร์จากRPR-359F นั้น จะมีค่าสูงถ้ามีการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดกลับมายังภาครับในปริมาณมากและแรงดันจะมีค่าน้อยลงถ้ามีกาสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดในระดับต่ำๆ โดยผลการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดจะขึ้นอยู่กับ ปัจจัย หลัก 2 ข้อ คือ สีของวัตถุ (การสะท้อนจะอยู่ในระดับต่ำถ้าใช้กับวัตถุที่มีสีดำ) และ ระยะความห่างของวัตถุ ที่ใช้เป็นตัวสะท้อนคลื่นอินฟราเรดซึ่งถ้าระยะใกล้มากจะมีระดับแรงดันสูงแต่ถ้าระยะห่างจะมีระดับแรงดันต่ำลงตามระยะทางซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวเราสามารถนำชุด R-REFLEX ไปใช้ตรวจจับการสะท้อนของวัตถุเช่น ตรวจสอบวัตถุที่กีดขวางการเคลื่อนที่ของรถหุ่นยนต์ เป็นต้น โดยใช้วงจร A/Dในการอ่านค่าระดับแรงดันของ Sensor หรือใช้ชุด R-OPAMP เพื่อกำหนดระดับค่าแรงดันเปรียบเทียบระยะห่างของวัตถุกับ Sensor และตรวจสอบค่าโลจิก Output จาก R-OPAMP อีกต่อหนึ่ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulator)

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วๆไป ต้องการแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่คงที่ในการทำงาน เราใช้แบตเตอรี่ได้ในวงจรที่กินไฟน้อยแต่ผลที่เกิดขึ้นนั้นจะมีระยะการทำงานของช่วงเวลาที่จำกัด และเราจะต้องเปลี่ยนหรือชาร์จแบตเตอรี่ใหม่อยู่เสมอ เพื่อความสะดวกในการทำงานเราจะต้องมีวิธีแปรงไฟจ่ายสลับ 220 โวลท์ ความถี่ 50 เฮิทซ์ ซึ่งมีอยู่ในชีวิตประจำวันมาเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และอาจจะใช้ไดโอดมาจัดทิศทางการไหลของกระแส (Rectification) แต่จะมีปัญหามากเนื่องจากแรงดันของไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จะมีแรงดันวิปเปิลผสมอยู่ด้วยและนอกจากนี้แรงดันไฟตรงยังจะลดระดับเมื่อกระแสโหลดเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดแรงดันที่ได้ไม่แน่นอน ทั้งนี้เพราะแหล่งจ่ายไฟฟ้าไม่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายทำให้วงจรทำงานผิดพลาด วงจรที่จะกำจัดการแปรเปลี่ยนของแรงดันไฟจ่ายเมื่อกระแสโหลดมีค่าเปลี่ยนไป จะเรียกว่าวงจรควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) หรือเร็กกูเลเตอร์นอกจากนี้แล้วแรงดันวิปเปิลก็จะถูกกำจัดโดยวงจรควบคุมแรงดันด้วย วงจรควบคุมแรงดันสามารถสร้างขึ้นด้วยไอซีหรือทรานซิสเตอร์ในรูปแสดงการต่อในการควบคุมแรงดันอย่างง่ายในรูปแบบซีเนอร์ไดโอดแบบซันต์ถ้าแรงดันตกคร่อมไดโอดคงที่แล้วแรงดันโหลดก็คงที่ด้วยเช่นกันซึ่งสามารถออกแบบได้โดยใช้หลักการแบ่งแรงดันทั่วไป ในปัจจุบันวงการอิเล็กทรอนิกส์ มีแนวโน้มที่จะรวมการทำงานของวงจรไว้ในชิปหรือไอซีตัวเดียว วงจรควบคุมแรงดันเองก็หลีกหนีแนวโน้มดังกล่าวไม่พ้นเหมือนกัน ในชิปเพียงตัวเดียวนี้ได้รวมทรานซิสเตอร์ วงจรขยายค่าผิดพลาด วงจรแรงดันอ้างอิง และวงจรป้องกัน เข้าไว้ด้วยกัน ไอซีควบคุมแรงดันบางชนิดทำงานที่แรงดันเอาต์พุตที่มีค่าตายตัว วงจรควบคุมแรงดันตระกูล 78XX เป็นแบบที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น 7805 ให้แรงดันเอาต์พุต 5 V, 7812 ให้แรงดันเอาต์พุต 12 V , และ 7815 ให้แรงดันเอาต์พุต 15 V นอกจากนี้ยังสามารถพบไอซีตระกูลนี้ในตัวถังแบบ TO-3 ที่ใหญ่กว่า ซึ่งจะใช้สำหรับการใช้งานแบบกระแสสูงกว่า ไอซีเหล่านี้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้าแบบง่ายและราคาไม่แพง และใช้กันอย่างแพร่หลาย



รูปที่ 2.13 แสดงไอซีตระกูล 78XX ชนิด TO-220

2.5 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)

หน้าที่ของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน คือ ทำการเปรียบเทียบระดับแรงดันสัญญาณขาเข้าขาหนึ่งทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณขาเข้าอีกขาหนึ่งระดับแรงดันอาจจะมีค่าเป็น บวก ลบ หรือศูนย์ก็ได้ วงจรเปรียบเทียบสัญญาณจะมีประโยชน์มากในงานประกอบดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.วงจรชมิดทริกเกอร์ (Schmitt trigger) หรือวงจรจัดสัญญาณสี่เหลี่ยม (Squaring circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่จัดรูปลักษณะสัญญาณต่างๆ ให้อยู่ในลักษณะของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square wave signal)

2.วงจรดักสัญญาณข้ามระดับศูนย์ (Zero crossing detector) ซึ่งจะทำหน้าที่แจ้งว่าสัญญาณได้ข้ามระดับศูนย์เมื่อใด และกำลังเพิ่มระดับไปในทิศทางใด

3. วงจรดักระดับแรงดันของสัญญาณ (Voltage level detecter) ซึ่งจะทำหน้าที่แจ้งว่าสัญญาณเข้ามีระดับสูงถึงระดับแรงดันที่ต้องการเปรียบเทียบเมื่อใด

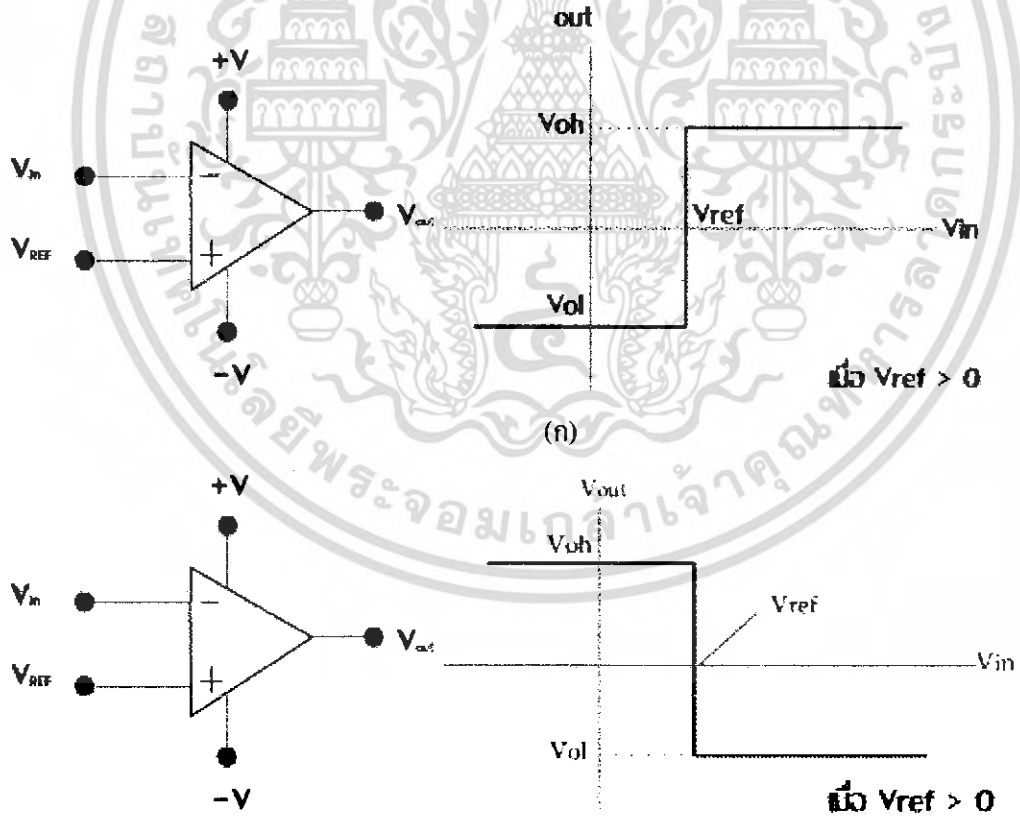
4. วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่กำเนิดรูปสัญญาณรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม

จากรูปที่ 2.14 เป็นการเปรียบเทียบแรงดันอินพุตที่ป้อนให้กับวงจรกับ แรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้แล้ว ทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเปลี่ยนแปลงอยู่ 2 สถานะ คือ สถานะสูง (High) และสถานะต่ำ (Low) เท่านั้น วงจรเปรียบเทียบแรงดันและกราฟแสดงคุณสมบัติของวงจร

รูปที่ 2.14 (ก) $V_{out} = V_{OH}$ เมื่อ $V_{in} < V_{REF}$ (ก)

รูปที่ 2.14 (ข) $V_{out} = V_{OL}$ เมื่อ $V_{in} > V_{REF}$ (ข)

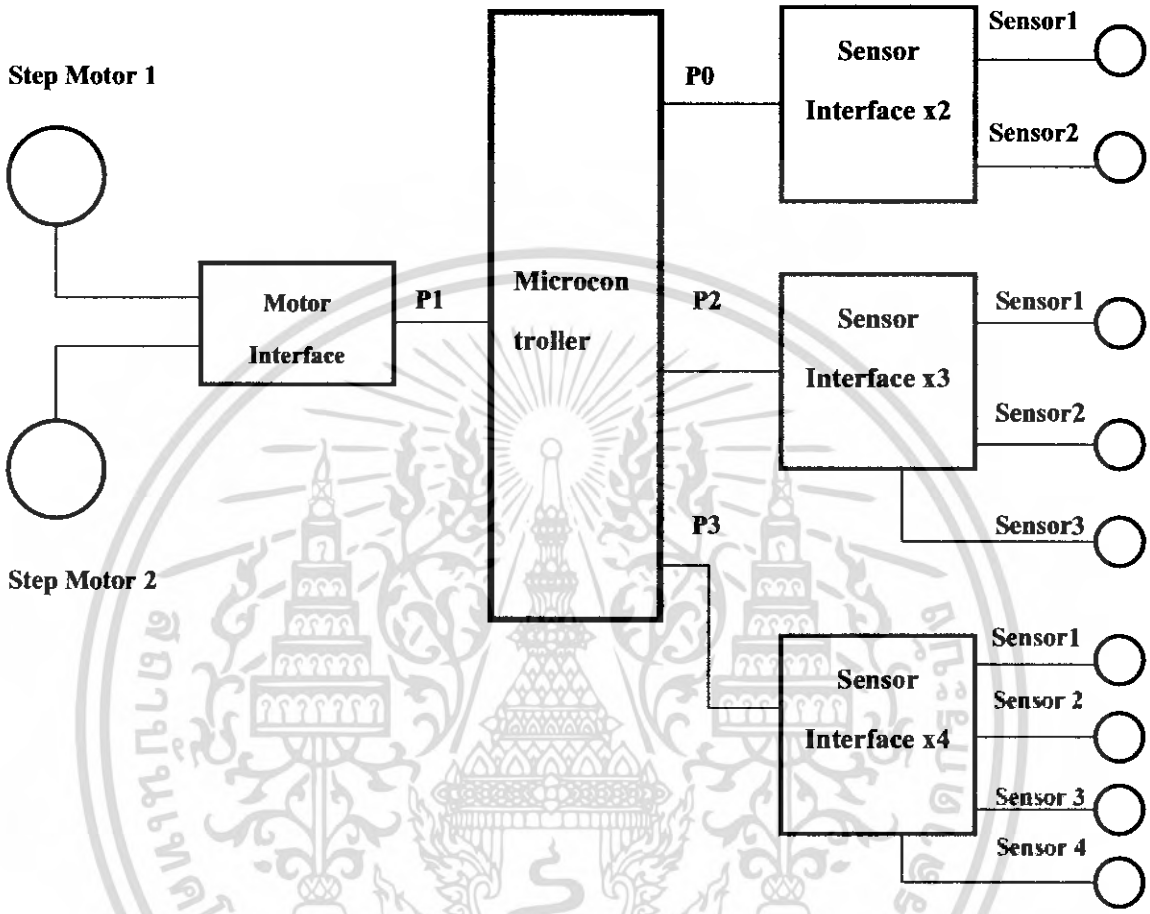
เมื่อ V_{OH} และ V_{OL} คือแรงดันเอาต์พุตอิ่มตัวของออปแอมในสภาวะสูงและสภาวะต่ำ ตามลำดับ



รูปที่ 2.14 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

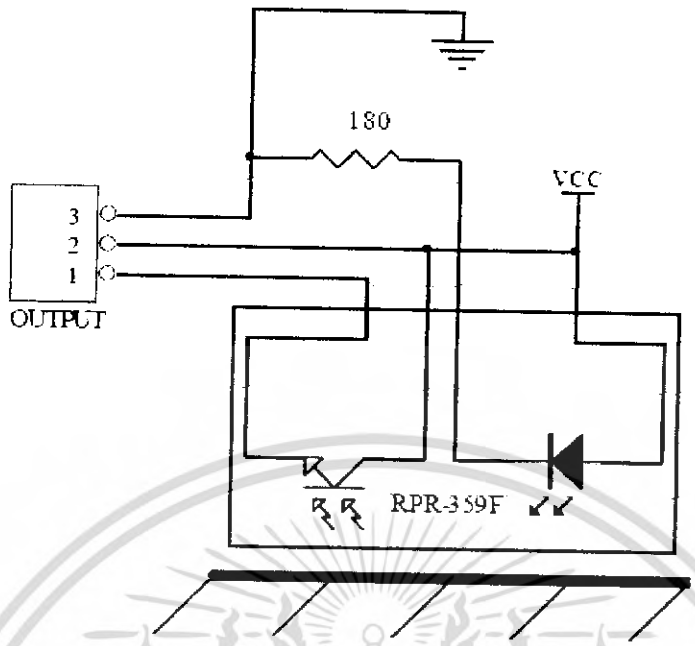


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น

3.1 Sensor Interface

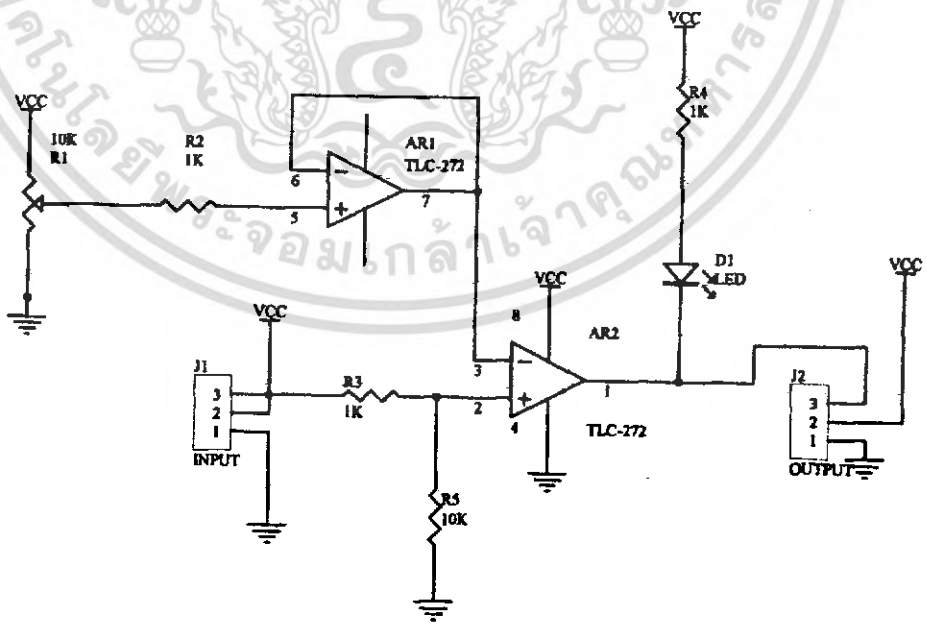
Sensor Interface ทำหน้าที่ตรวจจับเส้นทางของหุ่นยนต์ ประกอบด้วยวงจร 2 ส่วน ได้แก่ วงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด และวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้ วงจรตรวจจับแสงสะท้อนอินฟราเรด ประกอบด้วย LED อินฟราเรด ทำหน้าที่ส่งแสงอินฟราเรดไปกระทบพื้นและโฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) จะทำหน้าที่รับแสงอินฟราเรดที่สะท้อนกลับมา ถ้าไม่มีแสงอินฟราเรดมากระทบที่โฟโตทรานซิสเตอร์ เอาต์พุตจะมีค่าแรงดันต่ำในกรณีที่ได้รับแสงอินฟราเรดโฟโตทรานซิสเตอร์จะยอมให้กระแสไหลผ่านมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ได้รับ โดยแรงดันเอาต์พุตจะอยู่ที่ 0.1-5 V สำหรับโครงงานนี้จะใช้เซนเซอร์ในการจับเส้นเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ทั้งหมด 2 ตัวโดยจะติดด้านล่างของหุ่นยนต์ ใช้เซนเซอร์ในการจับวัตถุด้านหน้า 3 ตัวติดที่ด้านหน้าของหุ่นยนต์และติดเซนเซอร์ด้านข้างอย่างละ 2 ตัวในการจับวัตถุที่อยู่ด้านข้าง รวมแล้วใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 9 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72261



รูปที่ 3.2 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด เบอร์ RPR-359F

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน เนื่องจากแรงดันที่ได้จากวงจรตรวจจับแสงสะท้อนไม่เพียงพอที่จะกำหนดใน MCS-51 ดังนั้นจึงต้องมีการปรับระดับแรงดัน โดยการนำเอาต์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับแสงสะท้อนมาเข้าออปแอมป์เพื่อเปรียบเทียบแรงดัน โดยแรงดันที่มาเปรียบเทียบจะเป็น 0 โวลต์และ 5 โวลต์ จากวงจรรูปที่ 3.2 และ3.3

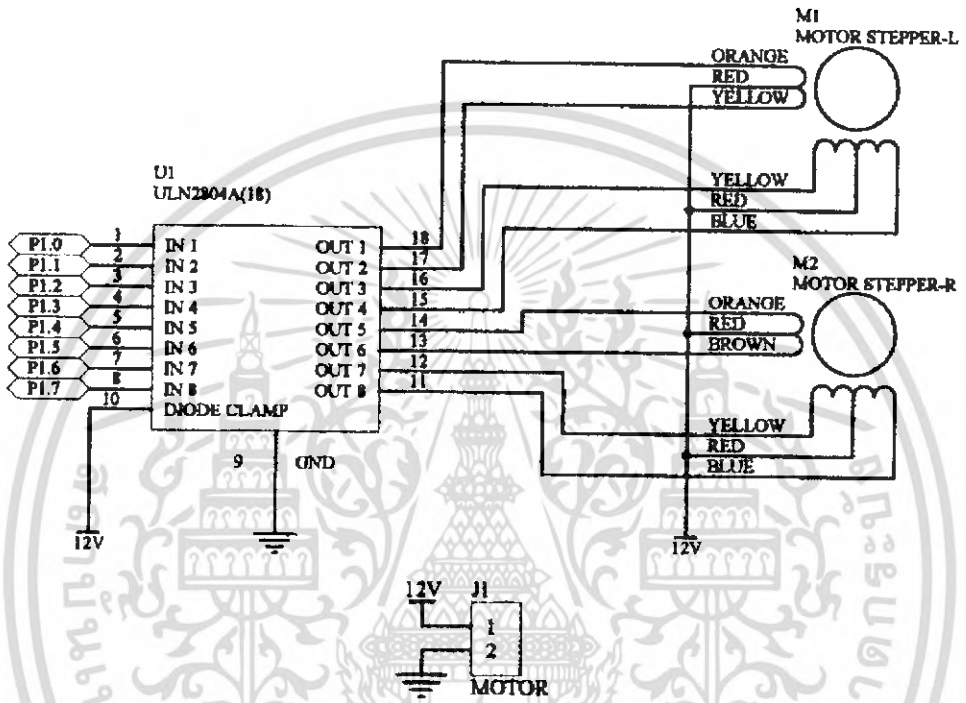


รูปที่ 3.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Motor Interface

เนื่องจากสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ต้องการกระแสไฟฟ้าในการทำงานสูงตัวหนึ่งดังนั้นในการควบคุมการทำงาน จะไม่สามารถต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง จึงมีความจำเป็นต้องมีวงจรขับเพื่อจ่ายกระแส หรือที่เรียกว่าวงจรไดรฟ์เวอร์ (Driver) ซึ่งสามารถสร้างมาจากทรานซิสเตอร์หรือไอซีก็ได้สำหรับโครงงานนี้จะใช้ไอซีสำหรับขับมอเตอร์เบอร์ ULN2804A ซึ่งสามารถขับกระแสได้สูงสุดถึง 600 mA และแรงดันสูงสุด 50 โวลต์ ซึ่งสามารถนำมาขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์มาเป็นล้อของหุ่นยนต์ได้



รูปที่ 3.4 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

3.2.1 การออกแบบส่วนขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เนื่องจากไอซี ULN2804A สามารถทำการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวได้พร้อมกัน ดังนั้นการส่งข้อมูลจากพอร์ต P1 ไปยัง ULN2804A สามารถส่งพร้อมกันได้ทั้ง 8 บิต โดย 4 บิตแรก (P1.0 ถึง P1.3) สำหรับมอเตอร์ตัวซ้าย และ 4 บิตถัดมา (P1.4 ถึง P1.7) สำหรับมอเตอร์ตัวขวา และในการขับมอเตอร์เพื่อให้ได้แรงหมุนมากจะขับแบบ Half Step Driver และกำหนดให้ขับได้ 7 แบบ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้หุ่นยนต์เดินหน้า เนื่องจากการวางมอเตอร์ให้เป็นล้อหุ่นยนต์ มอเตอร์ทั้ง 2 ตัว จะต้องวางในแนวกลับตรงข้ามกัน และในการขับมอเตอร์ให้หุ่นยนต์เดินหน้า จะให้มอเตอร์ตัวขวาหมุนไปหน้า และมอเตอร์ตัวซ้ายหมุนถอยหลัง สามารถกำหนดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step	มอเตอร์ตัวซ้าย				มอเตอร์ตัวขวา				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	1	0	0	1	0	0	0	1	0X91
2	1	0	0	0	0	0	1	1	0X83
3	1	1	0	0	0	0	1	0	0XC2
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0X46
5	0	1	1	0	0	1	0	0	0X64
6	0	0	1	0	1	1	0	0	0X2C
7	0	0	1	1	1	0	0	0	0X38
8	0	0	0	1	1	0	0	1	0X19

ตารางที่ 3.1 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เดินหน้า

2. กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย เมื่อหุ่นยนต์เอียงขวาเราจะต้องบังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย โดยวิธีการเลี้ยวซ้ายจะให้มอเตอร์ตัวขวาหมุนไปข้างหน้า และมอเตอร์ตัวซ้ายหยุดหมุนสามารถกำหนดได้ดังนี้

Step	มอเตอร์ตัวซ้าย				มอเตอร์ตัวขวา				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0X90
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0X80
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0XC0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0X40
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0X60
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0X20
7	0	0	1	1	0	0	0	0	0X30
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0X10

ตารางที่ 3.2 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา เมื่อหุ่นยนต์เอียงซ้ายเราจะต้องบังคับให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา โดยวิธีการเลี้ยวจะให้มอเตอร์ตัวซ้ายหมุนถอยหลังและมอเตอร์ตัวขวาหยุดหมุนสามารถกำหนดได้ดังนี้

Step	มอเตอร์ตัวซ้าย				มอเตอร์ตัวขวา				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0X01
2	0	0	0	0	0	0	1	1	0X03.
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0X02
4	0	0	0	0	0	1	1	0	0X06
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0X04
6	0	0	0	0	1	1	0	0	0X0C
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0X08
8	0	0	0	0	1	0	0	1	0X09

ตารางที่ 3.3 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา

4. กำหนดให้หุ่นยนต์ถอยหลัง เมื่อหุ่นยนต์ออกนอกเส้นเราจะต้องบังคับให้หุ่นยนต์ถอยกลับเข้าเส้นโดยวิธีการถอยจะให้มอเตอร์ตัวซ้ายหมุนเดินหน้าและมอเตอร์ตัวขวาหมุนถอยหลังได้ดังต่อไปนี้

Step	มอเตอร์ตัวซ้าย				มอเตอร์ตัวขวา				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	0	0	0	1	1	0	0	1	0X19
2	0	0	1	1	1	0	0	0	0X38
3	0	0	1	0	1	1	0	0	0X2C
4	0	1	1	0	0	1	0	0	0X64
5	0	1	0	0	0	1	1	0	0X46
6	1	1	0	0	0	0	1	0	0XC2
7	1	0	0	0	0	0	1	1	0X83
8	1	0	0	1	0	0	0	1	0X91

ตารางที่ 3.4 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กำหนดให้หุ่นยนต์ถอยหลังไปทางซ้าย เมื่อหุ่นยนต์ออกนอกเส้นเราจะต้องบังคับให้หุ่นยนต์ถอยกลับเข้าเส้น โดยวิธีการถอยจะให้มอเตอร์ตัวซ้ายหยุดหมุนและมอเตอร์ตัวขวาหมุนถอยหลังได้ดังต่อไปนี้

Step	มอเตอร์ตัวขวา				มอเตอร์ตัวซ้าย				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0X10
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0X30
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0X20
4	0	1	1	0	0	0	0	0	0X60
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0X40
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0XC0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0X80
8	1	0	0	1	0	0	0	0	0X90

ตารางที่ 3.5 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลังไปทางซ้าย

6. กำหนดให้หุ่นยนต์ถอยหลังไปทางขวา เมื่อหุ่นยนต์ออกนอกเส้นเราจะต้องบังคับให้หุ่นยนต์ถอยกลับเข้าเส้น โดยวิธีการถอยจะให้มอเตอร์ตัวซ้ายหมุนถอยหลังและมอเตอร์ตัวขวาหยุดหมุนได้ดังต่อไปนี้

Step	มอเตอร์ตัวขวา				มอเตอร์ตัวซ้าย				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0X09
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0X08
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0X0C
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0X04
5	0	0	0	0	0	1	1	0	0X06
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0X02
7	0	0	0	0	0	0	1	1	0X03
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0X01

ตารางที่ 3.6 การขับมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หมุนถอยหลังไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

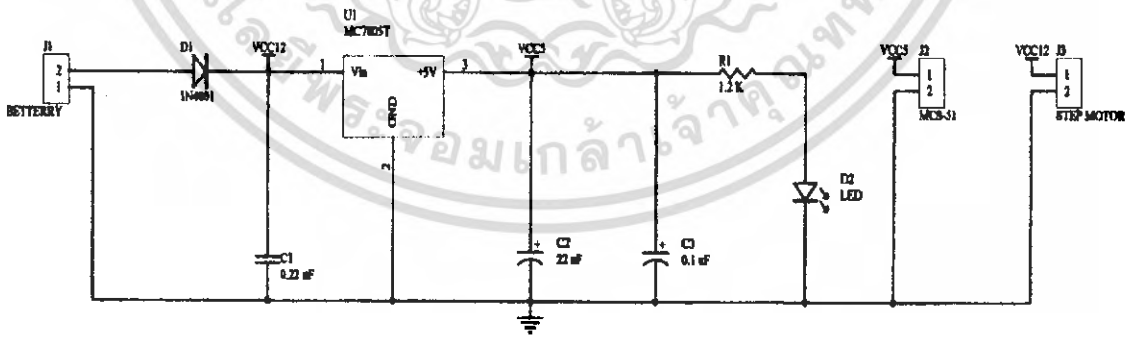
7. กำหนดให้หุ่นยนต์หยุดหมุนการทำงาน

Step	มอเตอร์ตัวซ้าย				มอเตอร์ตัวขวา				HEX
	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0X00

ตารางที่ 3.7 การให้มอเตอร์หยุดหมุนการทำงาน

3.3 วงจรปรับระดับแรงดัน

เนื่องจากภายในโครงงานนี้มีการใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ 2 ระดับคือ 5 โวลต์ (สำหรับ MCS-51) และ 12 โวลต์ (สำหรับขับมอเตอร์) โดยแหล่งจ่ายหลักจะมาจากแหล่งจ่ายเดียวกันคือ 12 โวลต์ จากนั้นจะนำมาแปลงระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับ MCS-51 โดยใช้วงจรควบคุมแรงดัน 7805 และอุปกรณ์อื่นภายในวงจร วงจรแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3.5 วงจรปรับระดับแรงดัน

ในการทำงานของการออกแบบส่วนซอฟต์แวร์ โปรแกรมควบคุมการทำงานจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่อ่านอินพุตเซนเซอร์ , ส่วนที่ขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ และส่วนควบคุมการทำงานหลัก การ

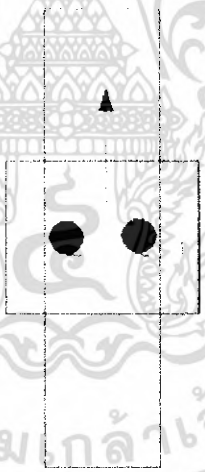
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของส่วนซอฟต์แวร์เริ่มจากนำอินพุตเซนเซอร์เข้าประมวลผลตามเงื่อนไขที่ต้องการให้หุ่นยนต์เดิน และส่งผลที่ได้ออกไปยังส่วนขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

3.4 การออกแบบส่วนอ่านอินพุตเซนเซอร์

ในการออกแบบโปรแกรมสำหรับอ่านเซนเซอร์นั้น จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งการวางเซนเซอร์ที่ตัวหุ่นยนต์ สำหรับในโครงงานนี้เราจะทำการวางเซนเซอร์จำนวน 9 ให้ 2 ตัววางไว้ที่ด้านล่างของตัวหุ่นยนต์ โดยลักษณะการจัดวางตรงข้ามกันให้อยู่ภายในแถบของเส้นทางเดินสีดำ (ถ้าเซนเซอร์อยู่ตำแหน่งในแถบสีดำ ค่าที่การอ่านได้จะเป็น OFF จะได้ลอจิกมีค่าเป็น 1 แต่ถ้าเซนเซอร์อยู่ตำแหน่งนอกแถบสีดำ ค่าที่อ่านได้จะเป็น ON จะได้ลอจิกมีค่าเป็น 0) ในการควบคุมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นทางสีดำ จะต้องอ่านค่าเซนเซอร์เข้ามาทั้งหมด 2 ตัวแล้วมาประมวลผลว่าตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่อยู่บนเส้นทางว่าอยู่ในลักษณะใด ส่วนเซนเซอร์อีก 7 ตัวจะวางไว้ด้านหน้า 3 ตัวและด้านข้างอย่างละ 2ตัวเพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุเมื่อเซนเซอร์ทั้ง 7 ตัว ทำการ ON ตัวใดตัวหนึ่งหรือ ON ทั้งหมดแสดงว่ามีวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่เซนเซอร์จับได้ ค่าที่อ่านได้จะได้ลอจิกเป็น 0 เมื่อเซนเซอร์ไม่มีวัตถุให้จับจะได้ค่าเป็น OFF จะได้ลอจิกเป็น 1 โดยจะพิจารณาจากค่าของเซนเซอร์ที่ได้อ่านซึ่งเราสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1.หุ่นยนต์เดินตรงหุ่นยนต์จะทำการเดินตามเส้นทาง ลักษณะตำแหน่งของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว และค่าที่อ่านได้ แสดงดังรูป

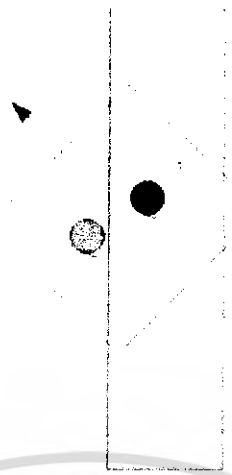


รูปที่ 3.6 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเส้นตรง

จากรูปจะเห็นได้ว่าตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่วางอยู่บนเส้นจะทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นทาง โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 1 และ2 จะเป็น 1 หมดทุกตัว

2.หุ่นยนต์เดินเอียงซ้ายเมื่อหุ่นยนต์อยู่ในตำแหน่งเอียงซ้าย ลักษณะตำแหน่งของเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัว และค่าที่อ่านได้แสดงดังรูปต่อไปนี้

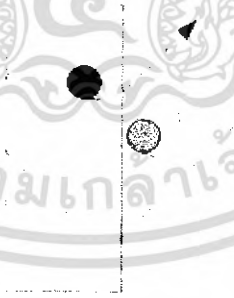
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเอียงซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่วางอยู่บนเส้นจะทำให้หุ่นยนต์เดินเอียงซ้ายโดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 2 จะเป็น 0 ขณะที่เซนเซอร์ 1 จะเป็น 1

3.หุ่นยนต์เดินเอียงขวาเมื่อหุ่นยนต์เดินอยู่ในตำแหน่งเอียงขวา ลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 2 และค่าที่อ่านได้แสดงดังรูปต่อไปนี้

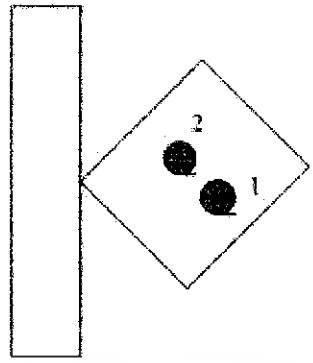


รูปที่ 3.8 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะเอียงขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่วางอยู่บนเส้นจะทำให้หุ่นยนต์เดินเอียงขวา โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 จะเป็น 0 ขณะที่เซนเซอร์ 2 จะเป็น 1

4.หุ่นยนต์เดินถอยหลังเมื่อหุ่นยนต์เดินออกจากเส้น ลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 2 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

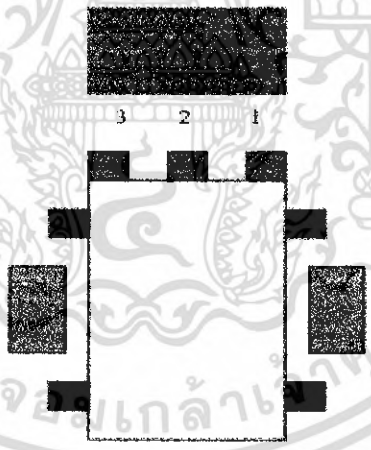
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์เดินในลักษณะนอกเส้น

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่วางอยู่นอกเส้นจะทำให้หุ่นยนต์เดินถอยหลัง โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 และ2 จะเป็น 0

5.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์ แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

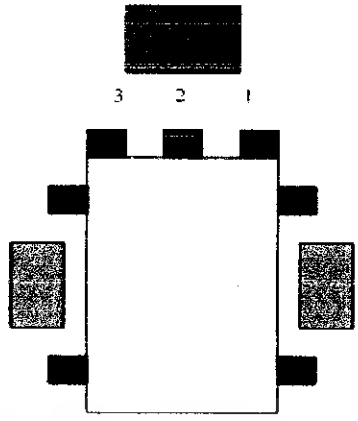


รูปที่ 3.10 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าโดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ทุกตัวจะเป็น 0 ทั้งหมด

6.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางขนาดเล็กวางอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์ แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

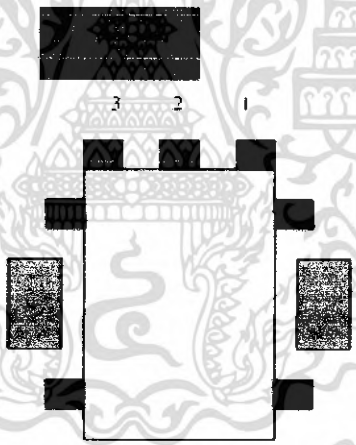
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางขนาดเล็กอยู่ด้านหน้า

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่มีสิ่งกีดขวางขนาดเล็กอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 และ3 จะเป็น 1 ส่วนในเซนเซอร์ 2 จะมีค่าเป็น 0

7.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าทางซ้ายของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 1 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

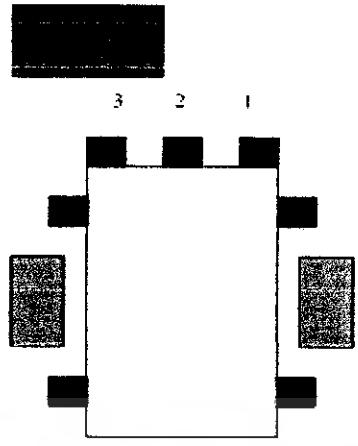


รูปที่ 3.12 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้ายวางอยู่จะทำให้ค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 จะเป็น 1 ขณะที่ตัวอื่นจะเป็น 0 หมดทุกตัว

8.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าทางซ้ายของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 2 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางซ้าย โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 และ2 จะเป็น 1 ขณะที่เซนเซอร์ตัว 3 จะเป็น 0

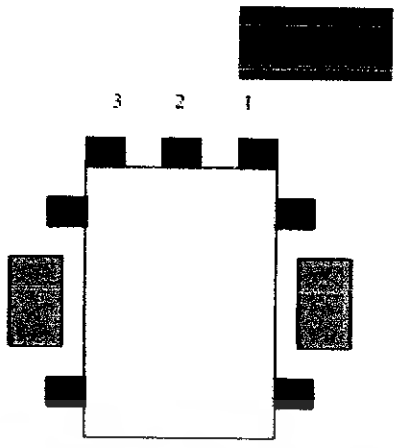
9.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าทางขวาของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 1 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.14 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางขวาโดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 และ2 จะเป็น 0 ขณะที่เซนเซอร์ 3 จะเป็น 1

10.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าทางขวาของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 2 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

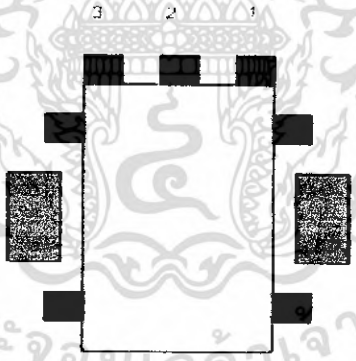
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้าทางขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าทางขวา โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ตัวที่ 1 จะเป็น 0 ขณะที่ตัวอื่นจะเป็น 1 หมดทุกตัว

11.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วไม่มีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์ แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 3 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

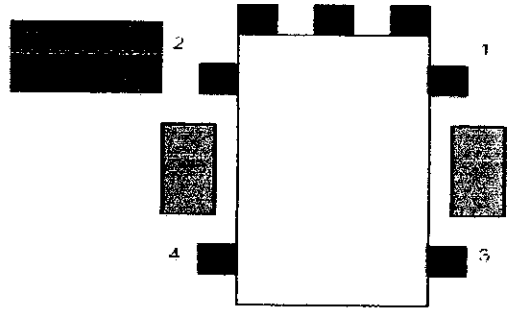


รูปที่ 3.16 แสดงเซนเซอร์ในกรณีหุ่นยนต์ไม่มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้า

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้า โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ทุกตัวจะเป็น 1

12.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางซ้ายของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 1 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

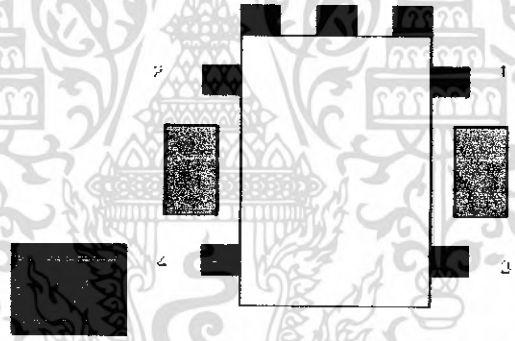
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 2 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

13.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางซ้ายของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 2 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

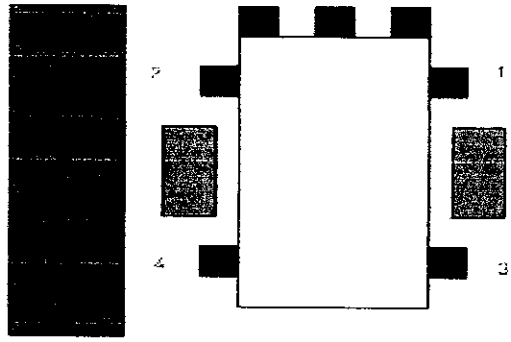


รูปที่ 3.18 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 4 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

14.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางซ้ายของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 3 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

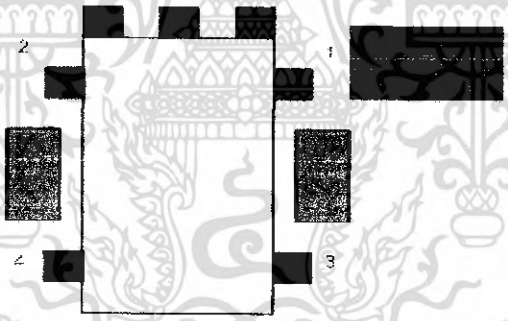
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 3 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางซ้าย โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 2 และ 4 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

15.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางขวาของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 1 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

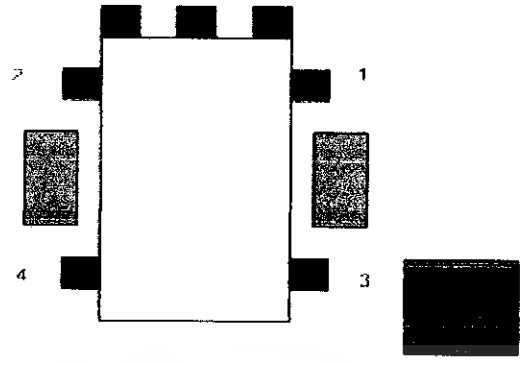


รูปที่ 3.20 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 1 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 1 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

16.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางขวาของหุ่นยนต์ในกรณีที่ 2 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้

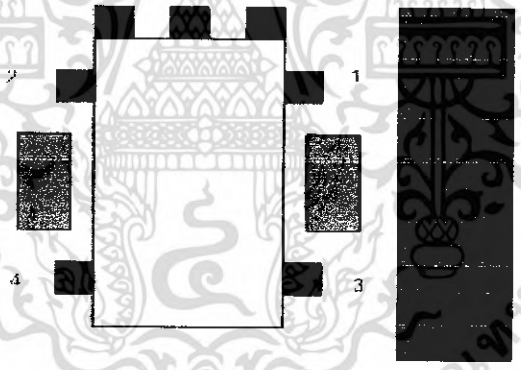
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 3 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

17.เมื่อหุ่นยนต์เดินไปข้างหน้าแล้วมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านข้างทางขวาของหุ่นยนต์ในกรณที่ 3 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ทั้ง 4 และค่าที่อ่านได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.22 แสดงเซนเซอร์ในกรณีที่ 3 เมื่อหุ่นยนต์มีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา

จากรูปตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้างทางขวา โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ 1 และ 3 จะเป็น 0 ขณะเซนเซอร์ที่เหลือทุกตัวจะเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

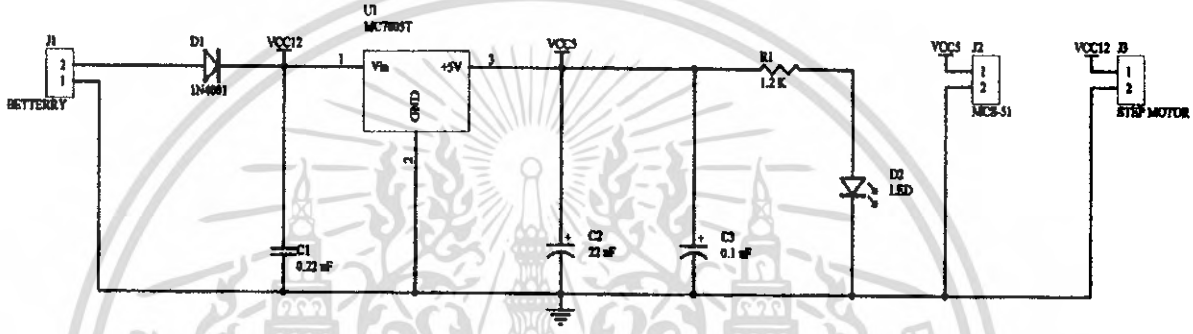
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในส่วนของการทดลองและผลการทดลองแยกออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

4.1 การทดลองวงจรปรับระดับแรงดัน

ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1 ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตที่จุดขา 1 ขา 3 และบันทึกค่าที่ได้จากการทดลองลงในตารางที่ 4.1

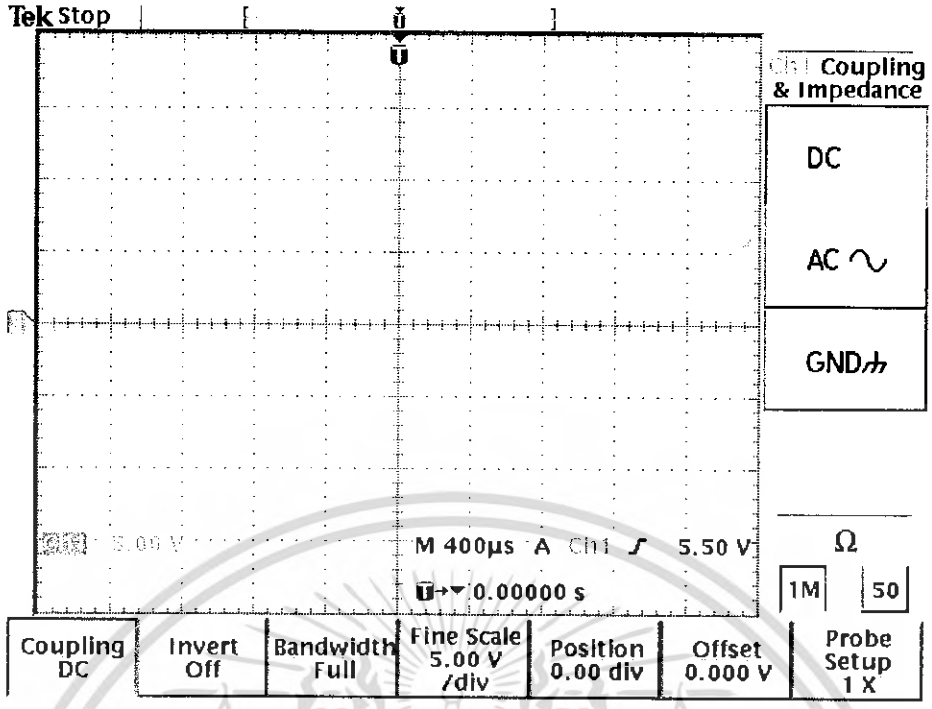


รูปที่ 4.1 การต่อวงจรปรับระดับแรงดัน

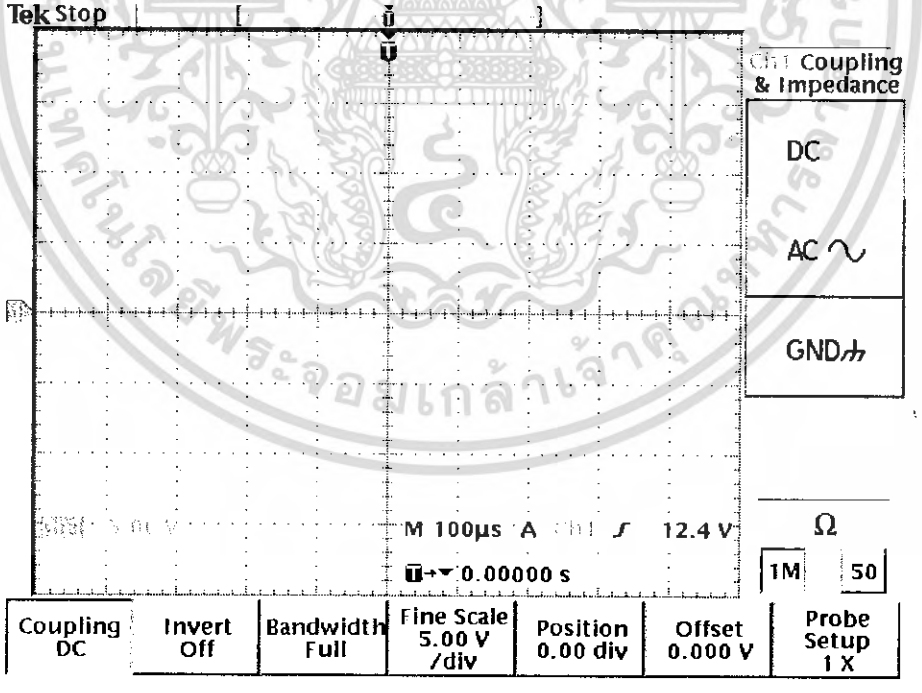
สถานะ	Vout ขา 1	Vout ขา 3
OFF	0	0
ON	5 V	12 V

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรปรับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



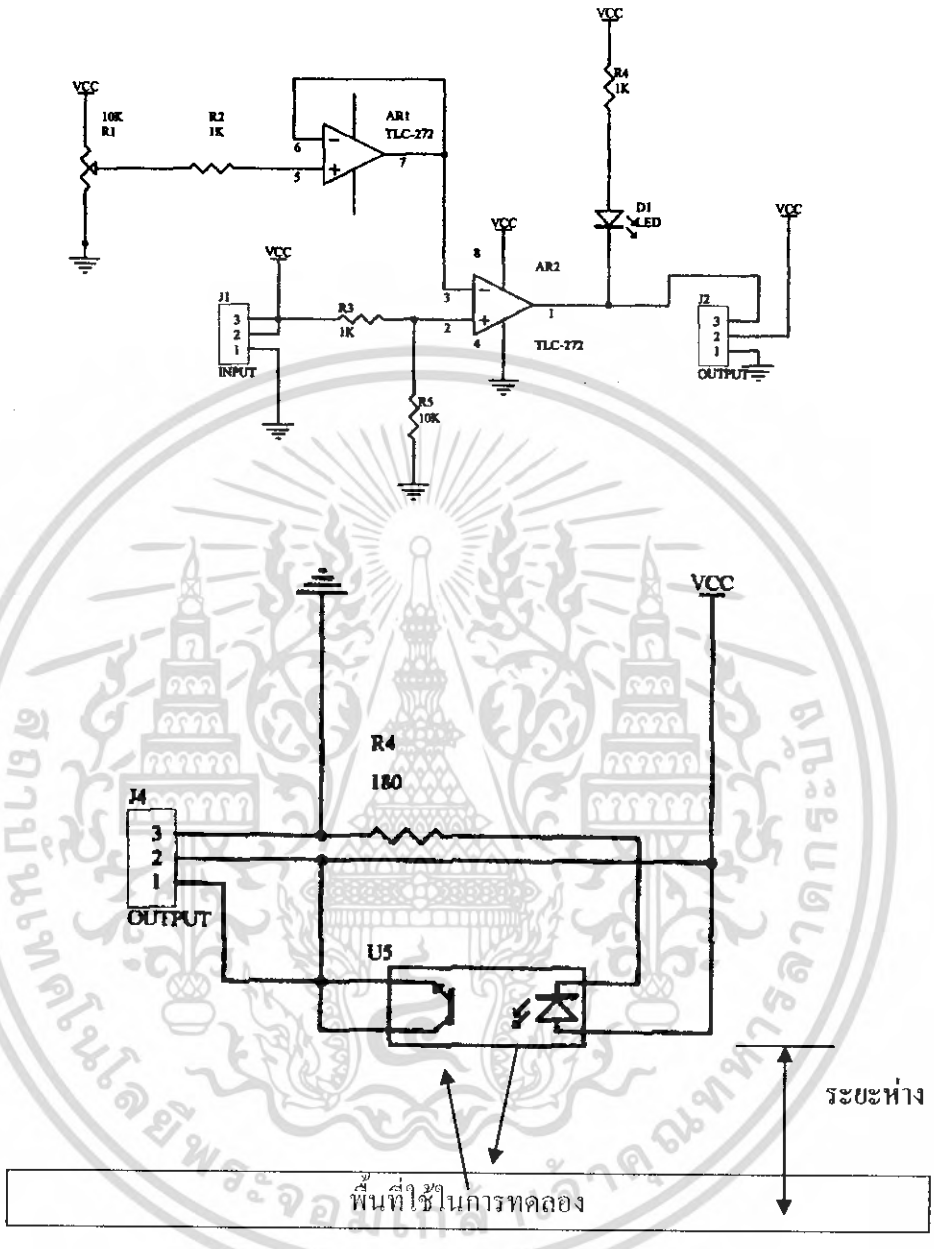
รูปที่ 4.2 แสดง V out ที่ขา 3 ของ 7805



รูปที่ 4.3 แสดง V out ที่ขา 1 ของ 7805

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองเซนเซอร์อินฟราเรด LED ตรวจจับระยะทางและสี



รูปที่ 4.4 วงจรที่ใช้ในการทดลองเซนเซอร์อินฟราเรด LED ตรวจจับระยะทางและสี

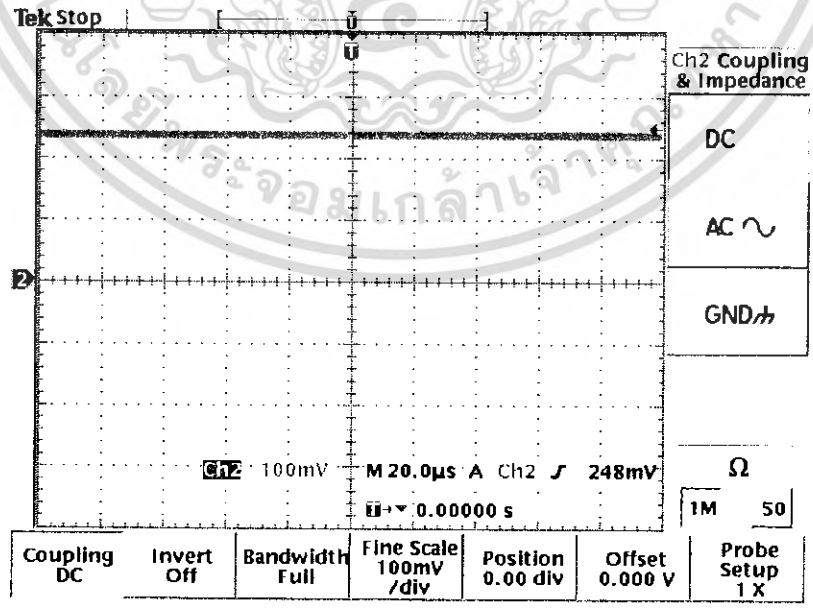
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี	ลอจิก / แรงดัน					
	ระยะห่าง 0.5 ซ.ม.	ระยะห่าง 1.0 ซ.ม.	ระยะห่าง 1.5 ซ.ม.	ระยะห่าง 2.0 ซ.ม.	ระยะห่าง 2.5 ซ.ม.	ระยะห่าง 3.0 ซ.ม.
ขาว	0 216 mV	0 216 mV	0 224 mV	0 240 mV	0 264 mV	1 4.48V
เหลือง	0 216 mV	0 220 mV	0 228 mV	0 244 mV	0 260 mV	1 4.50 V
แดง	0 216 mV	0 216 mV	0 228 mV	0 244mV	0 264 mV	1 4.49 V
เขียว	0 212 mV	0 220 mV	0 220 mV	0 240 mV	0 260 mV	1 4.51 V
น้ำเงิน	0 216 mV	0 232 mV	0 252 mV	1 4.51 V	1 4.51 V	1 4.51 V
ดำ	1 4.51 V	1 4.51 V	1 4.51 V	1 4.51 V	1 4.51 V	1 4.51 V

หมายเหตุ สถานะ LED ไม่ติดเป็น 1

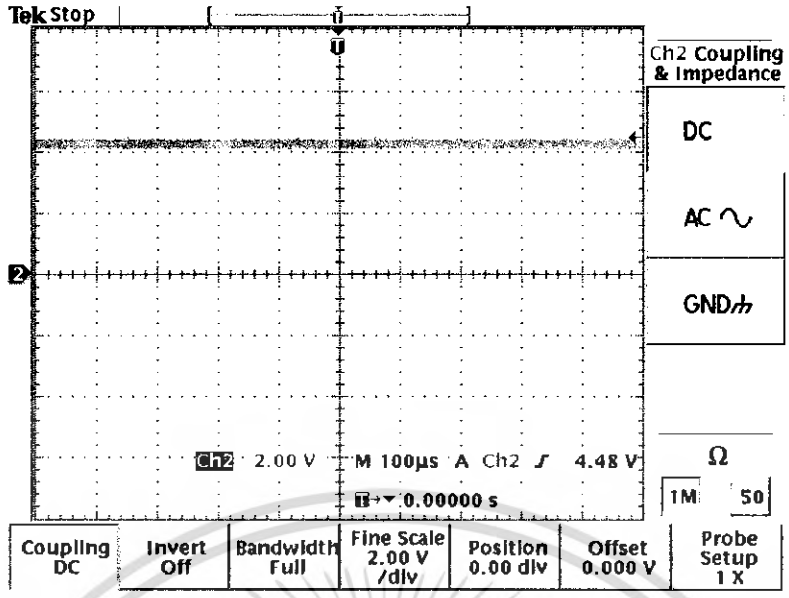
สถานะ LED ติดเป็น 0

ตารางที่ 4.2 ค่าลอจิกและแรงดันเอาต์พุตที่สีและระยะห่างต่างๆ



รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่าง Vout ที่ระยะ 2 ซ.ม.ของสีขาว

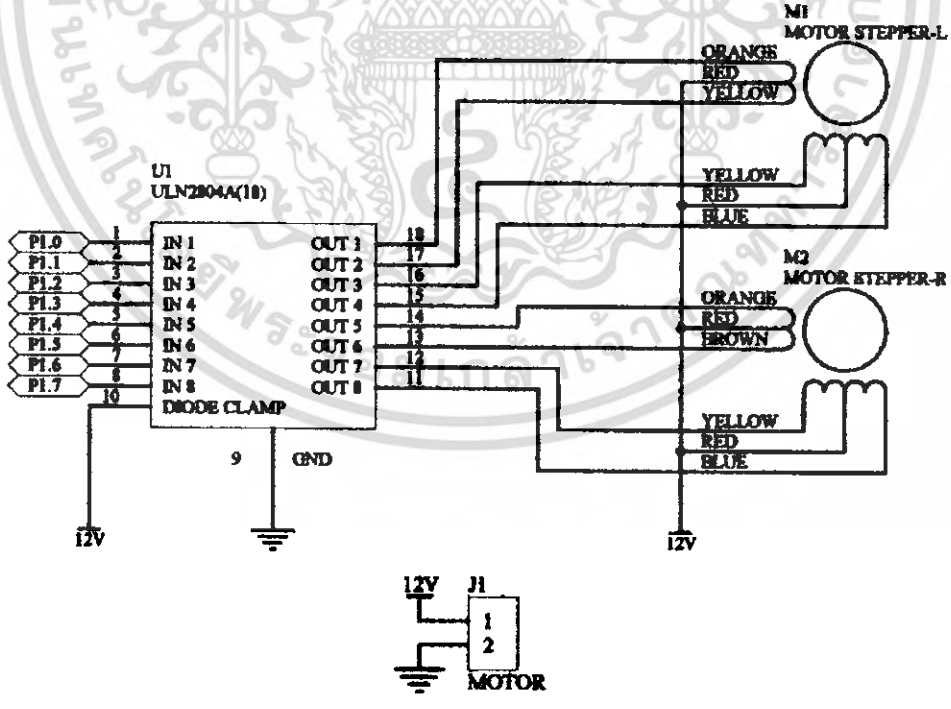
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่าง Vout ที่ระยะ 3 ซ.ม.ของสีขาว

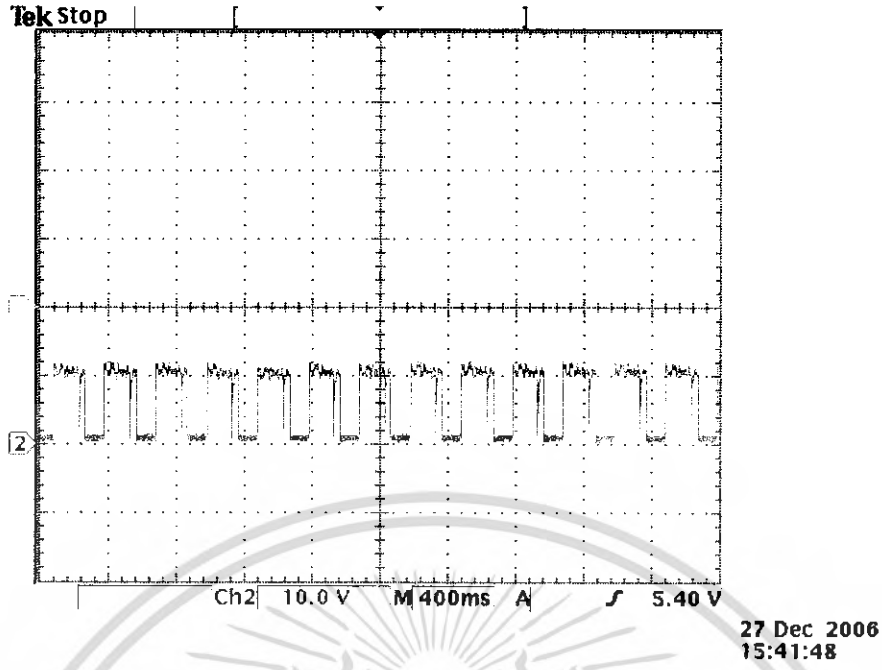
4.3 การทดลองวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

กำหนดให้หุ่นยนต์เดินหน้าต่อวงจรตามรูปที่ 4.7 ทำการรันโปรแกรมและบันทึกผลการทดลอง

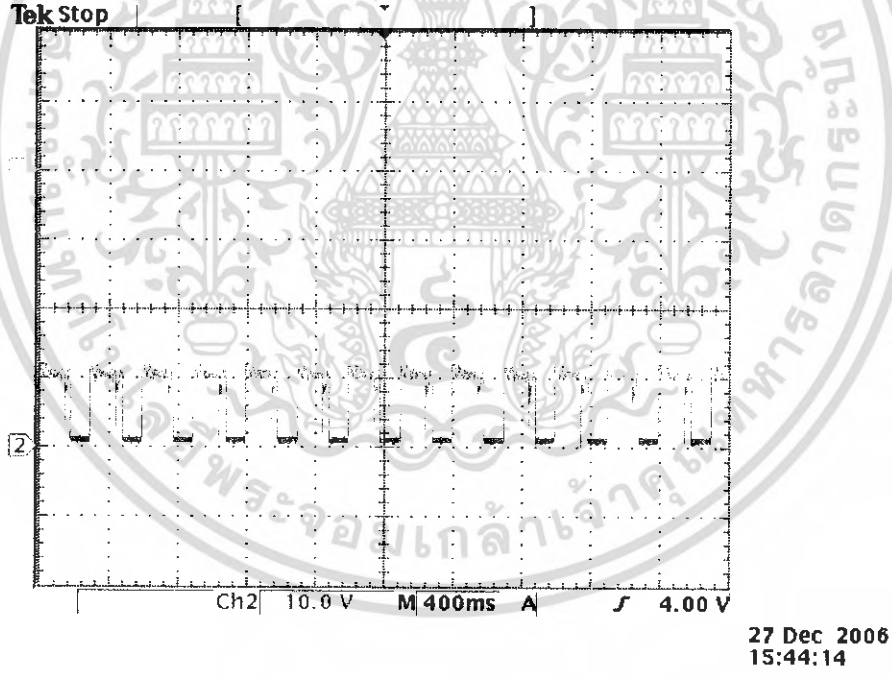


รูปที่ 4.7 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการทดลองวัดสัญญาณของ ULN2804A ทางด้าน Input และ Output ของพอร์ต P1.0



รูปที่ 4.9 แสดงการทดลองวัดสัญญาณของ ULN2804A ทางด้าน Input และOutput ของพอร์ต P1.1

จากรูปที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเป็นการวัดสถานะแรงดันที่ออกมาจาก MCS-51 ผ่านไอซี ULN2804A ออกไปยังสเตปปิ้งมอเตอร์ที่ตำแหน่ง P1.0โดยที่ลักษณะของพัลส์ 1 พัลส์จะแบ่งเป็น 8 Step ลักษณะการทำงานของคำสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าและรูปที่ 4.9 เป็นการแสดงสถานะของตำแหน่งของ

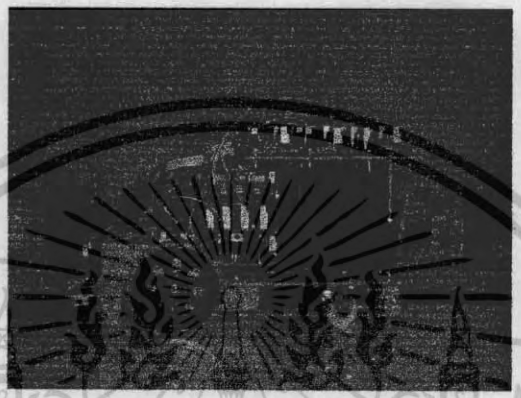
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตข้างเดียง โดยวัดที่ตำแหน่ง P1.1 เมื่อการสั่งงานของ MCS-51 กำหนดให้ลอจิกทำงานตามตารางที่ 3.1

4.4 ผลการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์

4.4.1 กำหนดให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น

จากรูปที่ 4.10 และ 4.11 เป็นลักษณะของการทำงานของหุ่นยนต์เมื่ออยู่ตำแหน่งบนเส้นสีดำโดยที่เซนเซอร์ที่ 1 และ2 ที่ใช้ในการจับเส้นให้สถานะ OFF อยู่จะให้ลอจิกเป็น 1 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าตามโปรแกรมที่ออกแบบ



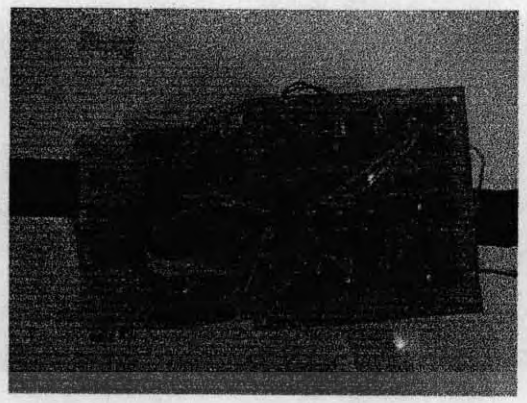
รูปที่ 4.10 ด้านข้างของหุ่นยนต์อยู่ในตำแหน่งบนเส้น

รูปที่ 4.11 ด้านบนของหุ่นยนต์อยู่ในตำแหน่งบนเส้น

4.4.2 กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา

เมื่อเซนเซอร์ 2 ของเซนเซอร์ที่ใช้จับเส้นทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินเอียงไปทางซ้ายวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาเพื่อกลับเข้าหาเส้นอีกครั้งตามการออกแบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เอียงซ้าย

4.4.3 กำหนดให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

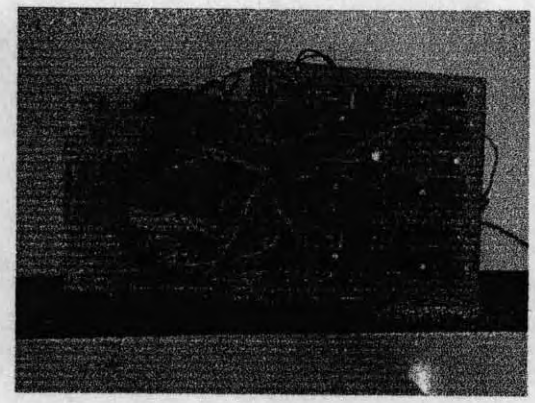
เมื่อเซนเซอร์ 1 ทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินเอียงไปทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายเพื่อกลับเข้าหาเส้นอีกครั้งตามการออกแบบโปรแกรม

รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เอียงขวา

4.4.4 กำหนดให้หุ่นยนต์อยู่ออกนอกเส้นสีดำ

เมื่อเซนเซอร์ 1 และ 2 ของ 2 ตัวที่ใช้ในการจับเส้น ON ทั้งหมดแสดงว่าหุ่นยนต์เดินออกนอกเส้นสีดำวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5 และ8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์ถอยหลังจนกว่าจะเจอเส้นแล้วจึงกลับไปทำหัวข้อที่ 4.1.1, 4.1.2 หรือ 4.1.3 .ใหม่อีกแล้วแต่สถานการณ์ที่จะเจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์ออกนอกเส้น

4.4.5 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้า

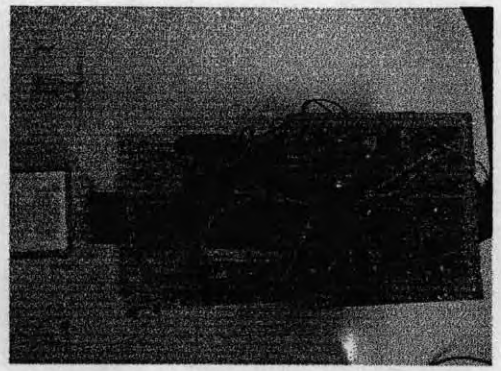
เมื่อเซนเซอร์ 3 ตัวหน้าทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 1, 2, 3 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

รูปที่ 4.15 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้า

4.4.6 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุขนาดเล็กด้านหน้า

เมื่อเซนเซอร์ 2 ของเซนเซอร์ 3 ตัวหน้าทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 2 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุขนาดเล็กด้านหน้า

4.4.7 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางซ้าย

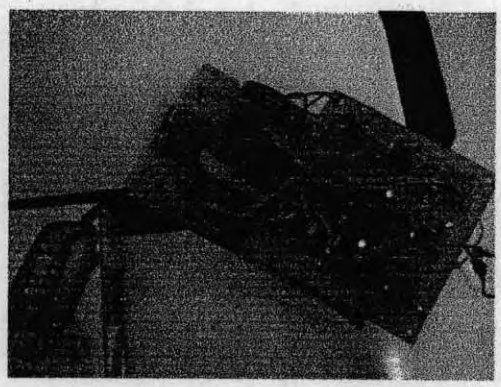
เมื่อเซนเซอร์ 3 ของเซนเซอร์ 3 ตัวหน้าทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางซ้ายวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 3 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาตามการออกแบบโปรแกรม

รูปที่ 4.17 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางซ้าย

4.4.8 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 1

เมื่อเซนเซอร์ 2 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางซ้ายวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 4 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 และเซนเซอร์ 1,2 ที่ใช้จับเส้นทำงานวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5,8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างเช่นกันจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 2 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับจึงจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายกลับเข้าหาเส้นแล้วทำตามหัวข้อที่ 4.1 ,4.2 และ4.3 อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 1

4.4.9 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 2

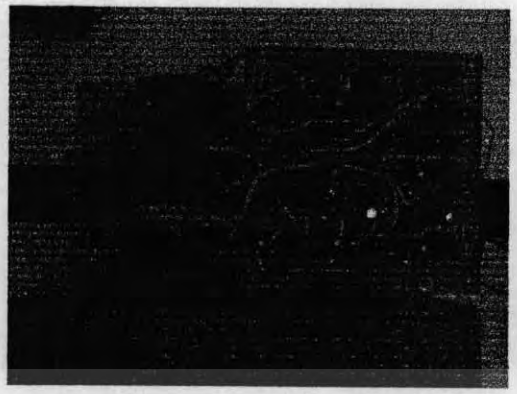
เมื่อเซนเซอร์ 4 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางซ้ายวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 9 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 และเซนเซอร์ 1,2 ที่ใช้จับเส้นทำงานวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5,8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างเช่นกันจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 4 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับจึงจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายกลับเข้าหาเส้นแล้วทำตามหัวข้อที่ 4.1 ,4.2 และ4.3 อีกครั้ง

รูปที่ 4.19 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 2

4.4.10 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 3

เมื่อเซนเซอร์ 2และ4 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางซ้ายวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 4และ9 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 2และ4 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางซ้ายกรณีที่ 3

4.4.11 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางขวา

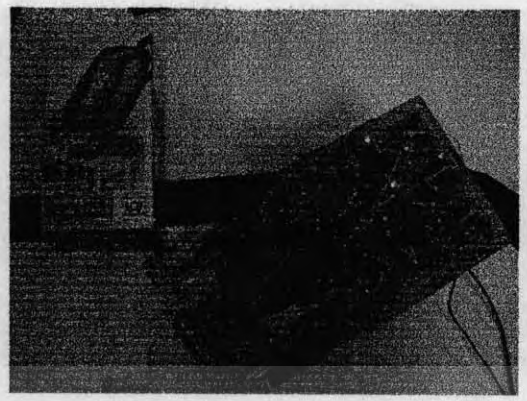
เมื่อเซนเซอร์ 1 ของเซนเซอร์ 3 ตัวหน้าทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 1 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายตามการออกแบบโปรแกรม

รูปที่ 4.21 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านหน้าทางขวา

4.4.12 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 1

เมื่อเซนเซอร์ 1 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 6 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 และเซนเซอร์ 1,2 ที่ใช้จับเส้นทำงานวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5,8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างเช่นกันจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 1 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับจึงจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวากลับเข้าหาเส้นแล้วทำตามหัวข้อที่ 4.1 ,4.2 และ4.3 อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 1

4.4.13 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 2

เมื่อเซนเซอร์ 3 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 7 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 และเซนเซอร์ 1,2 ที่ใช้จับเส้นทำงานวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5,8 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างเช่นกันจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 3 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับจึงจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายกลับเข้าหาเส้นแล้วทำตามหัวข้อที่ 4.1 ,4.2 และ4.3 อีกครั้ง

รูปที่ 4.23 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 2

4.4.14 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 3

เมื่อเซนเซอร์ 1และ3 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างทำงานแสดงว่าหุ่นยนต์เดินไปเจอวัตถุทางขวาวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 6และ7 ของหุ่นยนต์ LED จะทำการสว่างจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 และเซนเซอร์ 1,2 ที่ใช้จับเส้นทำงานวงจรเปรียบเทียบแรงดันบนตำแหน่งที่ 5,8 ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED จะทำการสว่างเช่นกันจะให้สถานะ ON ได้ลอจิกเป็น 0 สั่งให้ MCS-51 ทำการสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าจนกว่า LED ของเซนเซอร์ 1และ3 ของเซนเซอร์ 4 ตัวด้านข้างจะดับจึงจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายกลับเข้าหาเส้นแล้วทำตามหัวข้อที่ 4.1 ,4.2 และ4.3 อีกครั้ง

รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เจอวัตถุด้านข้างทางขวากรณีที่ 3

4.4.15 กำหนดให้หุ่นยนต์เจอเส้นที่เป็นสี่แยก

เมื่อหุ่นยนต์เจอเส้นทางที่เป็นสี่แยกการทำงานของหุ่นยนต์จะเดินหน้าต่อไปเพราะเซนเซอร์ที่ใช้ในการจับเส้นยังคงมีสถานะลอจิกเป็น 1 อยู่จึงสั่งให้หุ่นยนต์เดินหน้าตามเงื่อนไข

รูปที่ 4.25 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เมื่อเจอทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 แสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เดินหน้าเมื่อเจอทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 โครงสร้างทั้งหมดของโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ส่วนประมวลผลใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51AC3 ของAtmel
- ส่วนของเซนเซอร์ใช้อินฟราเรดเซนเซอร์เบอร์ RPR-359F ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแบบ R-Reflex จำนวน 9 ชุด
- ส่วนขับเคลื่อนใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 12 V 2 ตัว
- ส่วนของ Motor Interface ใช้ไอซีเบอร์ ULN2804A
- แบตเตอรี่ขนาด 12 V 1 ชุด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- ส่วนประมวลผล

- ปัญหาการศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 ด้วยภาษาแอสแซมบลีมีความเข้าใจยาก

- แนวทางแก้ไขศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาอื่นเช่น ภาษาซี , ภาษาซี 51 เป็นต้น

- ส่วนของเซนเซอร์

-ปัญหาในการจับวัตถุของเซนเซอร์เนื่องจากไม่สามารถหลบสิ่งกีดขวางกับวัตถุที่เป็นสีดำได้

-แนวทางแก้ไขในการตรวจจับวัตถุนั้นต้องไม่เป็นสีดำเพราะไม่สามารถหลบแล้วกลับเข้าหาเส้นได้จะเกิดการชนวัตถุนั้นทันทีอาจเกิดผลเสียต่อตัวหุ่นยนต์ได้

- ปัญหาระยะในการใช้งานตรวจจับพื้นและไม่สามารถแยกแยะสีของพื้นที่ใกล้เคียงกันได้

- แนวทางแก้ไขใช้ตรวจจับพื้นที่ระยะทำงานได้น้อยกว่า 3 cm การแยกแยะให้ใช้สีที่มีความแตกต่างกันมากระหว่างเส้นกับพื้นข้างเคียง เช่น เส้นใช้สีดำ และพื้นใช้สีอ่อนๆ

- ส่วนขับเคลื่อน

- ปัญหาสเต็ปปิ้งมอเตอร์ไม่สามารถจ่ายไฟได้ตรงๆ เหมือนกับ DC Motor หรือ Motor อื่นๆต้องใช้การควบคุมแบบอื่นซึ่งทำได้ลำบาก

- แนวทางแก้ไขใช้ Motor Interface ที่เป็นแบบใช้วงจรไอซีช่วยเช่น ไอซี ULN2804A จะทำให้การควบคุมได้ง่ายขึ้น

- ส่วนของ Motor Interface

- ปัญหาไอซี ULN2804A ใช้การควบคุมและออกแบบการใช้งานยาก

- ใช้โปรแกรมภาษาซี , ภาษาซี 51 ช่วยจะทำให้การควบคุมและออกแบบการใช้งานได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. อุดม รานอก , " ภาษาซีสำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ", นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี , 2548
2. สันติ นุราช , อุกฤษฎ์ ตันทสุทธานนท์ , " เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับภาษาซี ", ปทุมธานี : บริษัท MRT Design For Quality , 2548
3. ไพบูลย์ นาคมหาชลาสินธุ์ ,กนกพร คุณชัยเจริญกุล ," อิเล็กทรอนิกส์หลักและการประยุกต์ใช้งาน ", นนทบุรี : บริษัท Mc Graw Hill , 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของวงจรทั้งหมด

```
#include<reg51.h>
unsigned char STEP1[]={0X91,0X83,0XC2,0X46,0X64,0X2C,0X38,0X19};
unsigned char STEP2[]={0X90,0X80,0XC0,0X40,0X60,0X20,0X30,0X10};
unsigned char STEP3[]={0X01,0X03,0X02,0X06,0X04,0X0C,0X08,0X09};
unsigned char STEP4[]={0X19,0X38,0X2C,0X64,0X46,0XC2,0X83,0X91};
unsigned char STEP5[]={0X09,0X08,0X0C,0X04,0X06,0X02,0X03,0X01};
unsigned char STEP6[]={0X10,0X30,0X20,0X60,0X40,0XC0,0X80,0X90};
unsigned char STEP7[]={0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00,0X00};
unsigned char RS,L,R,B_1,N;
sbit FL=P2^0;
sbit FF=P2^1;
sbit FR=P2^2;
sbit UL=P0^1;
sbit UR=P0^0;
sbit SL=P3^5;
sbit SR=P3^4;
sbit SBL=P3^7;
sbit SBR=P3^6;

#define ON 0
#define OFF 1


void delay_1(unsigned int sec);
void forward();
void turn_right();
void turn_left();
void reward();
void return_left();
void return_right();
void stop();

void main(void)
{
TMOD=0X01;
while(1)
{

if(FL==ON||(FF==ON&&FL==ON))
{
RS=L;
stop();
delay_1(60);
if(FL==ON||(FF==ON&&FL==ON))
{
while((UL==OFF||UR==OFF)||FL==ON)
{
if(FL==ON||(FF==ON&&FL==ON))
return_right();
else
forward();
UL=P0^1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
UR=P0^0;
FL=P2^0;
}
turn_right();
turn_right();
while(SL==ON)
{
forward();
SL=P3^5;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SL==OFF)
turn_left();
else if(SL==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SL=P3^5;
}
while(UL==OFF||UR==OFF)
{
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SBL==OFF)
{
turn_right();
forward();
}
else if(SBL==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SBR=P3^7;
}
}
}
else if(FR==ON||(FR==ON&&FF==ON))
{
RS=R;
stop();
delay_1(60);
if(FR==ON||(FR==ON&&FF==ON)){
while((UL==OFF||UR==OFF)||FR==ON)
{
if(FR==ON||(FR==ON&&FF==ON))
return_left();
else
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
FR=P2^2;
}
turn_left();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
turn_left();
while(SR==ON)
{
forward();
SR=P3^4;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SR==OFF)
turn_right();
else if(SR==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SR=P3^4;
}
while(UL==OFF||UR==OFF)
{
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SBR==OFF)
{
turn_left();
forward();
}
else if(SBR==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SBR=P3^6;
}
}
}
else if(FF==ON||(FL==ON&&FF==ON&&FR==ON))
{
RS=B_1;
stop();
delay_1(60);
if(FF==ON||(FL==ON&&FF==ON&&FR==ON))
{
while(FF==ON||(FL==ON&&FF==ON&&FR==ON))
{
reward();
FL=P2^0;
FF=P2^1;
FR=P2^2;
}
while(FR==OFF)
{
turn_left();
FL=P2^0;
FF=P2^1;
FR=P2^2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
while((UL==OFF||UR==OFF)||FR==ON)
{
if(FR==ON||(FR==ON&&FF==ON))
return_left();
else
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
FR=P2^2;
}
turn_left();
turn_left();
while(SR==ON)
{
forward();
SR=P3^4;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SR==OFF)
turn_right();
else if(SR==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SR=P3^4;
}
while(UL==OFF||UR==OFF)
{
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
}
while(UL==ON||UR==ON)
{
if(SBR==OFF)
{
turn_left();
forward();
}
else if(SBR==ON)
forward();
UL=P0^1;
UR=P0^0;
SBR=P3^6;
}
}
}
else if(FL==OFF&&FF==OFF&&FR==OFF)
{
RS=N;
if(UL==ON&&UR==OFF)
turn_right();
else if(UR==ON&&UL==OFF)
turn_left();
else if(UL==OFF&&UR==OFF)
forward();
```

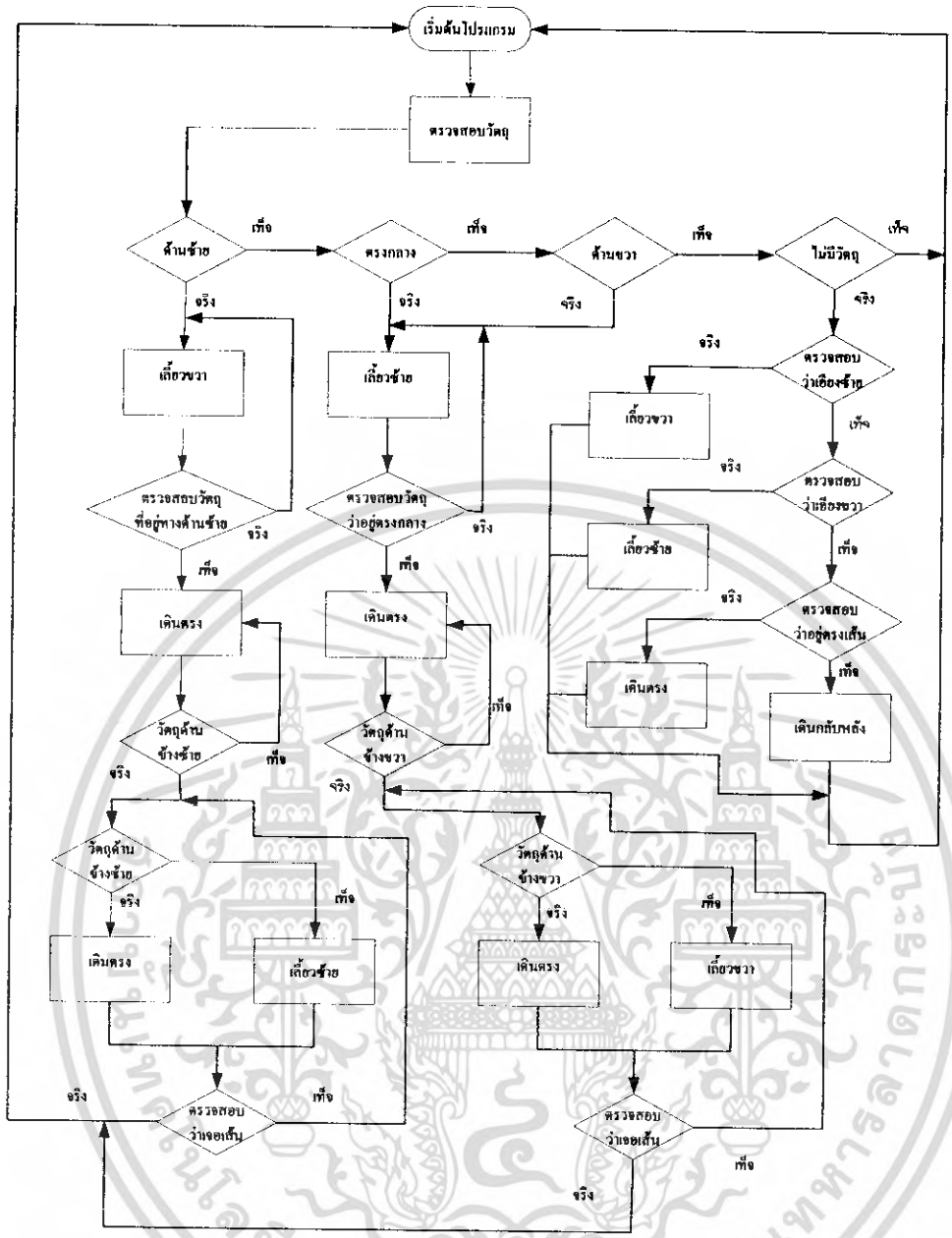
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else
{
char i;
for(i=0;i<=1;i++)
reward();
turn_right();
}
}
}
}
void turn_left()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP2[i];
delay_1(7);
}
}
void turn_right()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP3[i];
delay_1(7);
}
}
void forward()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP1[i];
delay_1(7);
}
}
void reward()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP4[i];
delay_1(7);
}
}
void stop()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP7[i];
delay_1(7);
}
}
void return_left()
{
char i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

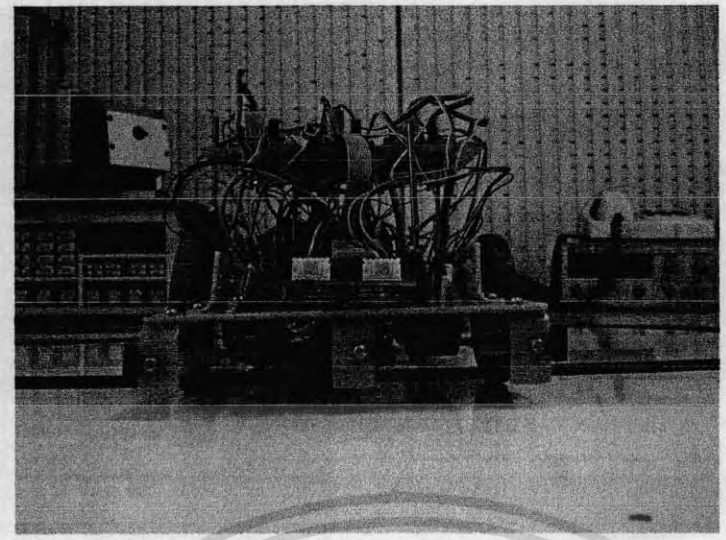
```
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP5[i];
delay_1(7);
}
}
void return_right()
{
char i;
for(i=0;i<=3;i++)
{
P1=STEP6[i];
delay_1(7);
}
}
void delay_1(unsigned int sec)
{
unsigned int i;
for(i=0;i<=sec;i++)
{
TH0=0x4B;
TL0=0xFE;
TF0=0;
TR0=1;
while(TF0==0);
TR0=0;
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

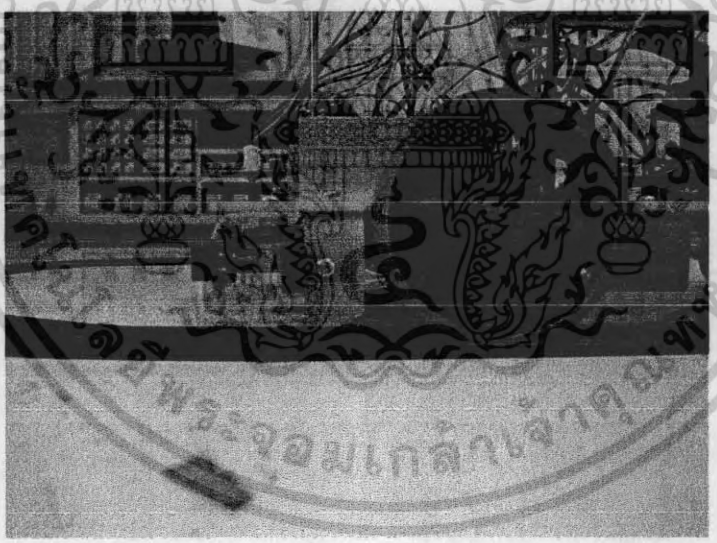


รูป Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

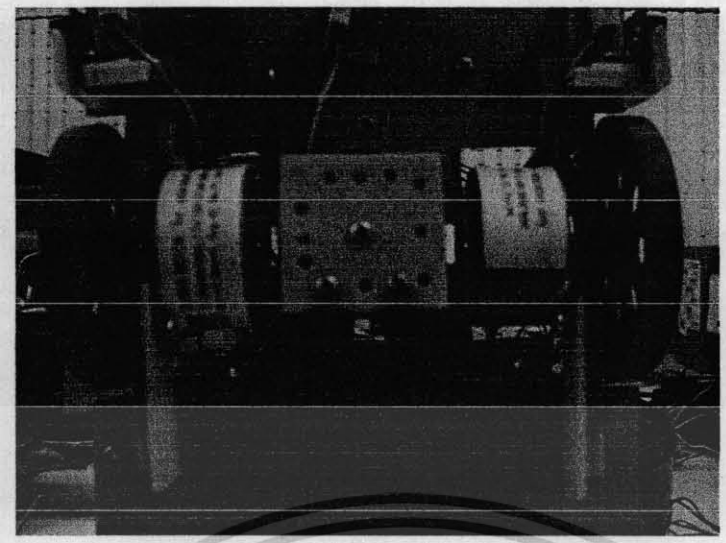


รูป แสดงส่วนของเซนเซอร์ 3 ตัวหน้า



รูป แสดงส่วนของเซนเซอร์ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงส่วนของเซนเซอร์ด้านล่าง2 ตัว

รูป แสดงส่วนของหุ่นยนต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้