สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเพื่อประยุกต์ใช้ในรถไร้คนขับ

DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEM FOR UNMANNED GROUND VEHICLE

T104085

ขวัญพงศ์ เมืองสมุทรนาวี
พิชิต รินทระ
อภิรมณ์ บุญประสิทธิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104085
วัน,เดือน,ปี 28 ต.ค. 2552

ค.....
ง.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเพื่อประยุกต์ใช้ในรถไร้คนขับ

DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEM FOR UNMANNED GROUNDVEHICLE

ผู้จัดทำ

1. นายขวัญพงศ์ เมืองสมุทรนาวี
2. นายพิชิต รินทระ
3. นายอภิรมณ์ บุญประสิทธิ์

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วัชระ ฉัตรวิริยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเพื่อประยุกต์ใช้ในรถไร้คนขับ

นายขวัญพงศ์	เมืองสมุทรนาวี	49015271
นายพิชิต	รินทระ	49015291
นายอภิรมณ์	บุญประสิทธิ์	49015316
ดร.วัชระ	ฉัตรวิริยะ	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเดินทางโดยยานพาหนะทางบกประเภทรถยนต์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างยิ่ง รถบนท้องถนนมากขึ้น ประกอบกับฝ่าฝืนกฎจราจร ความประมาทและความอ่อนเพลียของผู้ขับขี่ ทำให้เราต้องพบเจอกับสภาพการจราจรที่ติดขัดและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นเหตุให้เกิดแนวคิดในการสร้างระบบรถไร้คนขับเพื่อแทนการขับเคลื่อนโดยมนุษย์

ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยที่ไร้คนขับนั้นจะมีส่วนการทำงาน 3 ส่วนหลักคือ 1)ส่วนควบคุมระบบขับเคลื่อนของรถ เช่น ความเร็ว การเบรก และการเลี้ยว 2)ส่วนเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งปัจจุบันของรถ รวมทั้งตรวจจับสิ่งกีดขวางในเส้นทางการวิ่งของรถ 3) ส่วนของซอฟท์แวร์ควบคุม ส่วนที่หนึ่งของระบบจะต้องอ่านสถานะปัจจุบันและควบคุมฮาร์ดแวร์ในการสั่งการเลี้ยวหรือ การเบรก ครอบคลุมถึงการวางแผนการวิ่งของรถไร้คนขับจากต้นทางไปถึงปลายทางและหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นในเส้นทางได้ ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาระบบนี้อาจช่วยอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ใช้รถยนต์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEM FOR UNMANNED GROUNDVEHICLE

Mr. Khwanpong	Muamgsamatanwe	49015271
Mr. Pichit	Rintara	49015291
Mr. Apirom	Boomphasit	49015316
Dr.Watchara	Chatwiriya	Advisor

Academic Year 2008

ABSTRACT

Unmanned Ground Vehicle can be defined as an automated mobile system that can navigate itself to the desired destination. In this project, a battery powered electric tri-cycle is used as the vehicle. The hardware and software are designed and implemented to control the tri-cycle to automatically move along the predefined path. The system consists of three parts, the vehicle-drive/break and direction control part, the sensors sensing part included current position and object detection sensors and the planning and decision software part. This project can accomplish the basic goal of the automated navigation and can be used as the platform for further research

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จัดทำขึ้นเป็นผลสำเร็จได้เนื่องจาก อาจารย์วัชระ ฉัตรวิริยะ ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยอบรมสั่งสอนให้รู้จักการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบว่าควรทำอย่างไรและมอบโอกาสที่ดีในการพัฒนาศักยภาพการทำงาน และขอบคุณอาจารย์ศมิทธิ์ เอมสมบัติ ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างสูงที่ช่วยวางรากฐานระบบและถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ทำงานต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอบคุณห้องวิจัยระบบสมองกลฝังตัว Embedded System Lab (ESL) ที่มีเครื่องมือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีทุกสิ่งทุกอย่างครบครัน

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมความสะดวก เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาเป็นไปด้วยความสะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งยังมีอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง ให้บริการสำหรับการค้นหาข้อมูลและความรู้ต่างๆ

ขอบคุณพี่ๆ ที่ห้องวิจัย ESL ที่ให้การต้อนรับและให้คำปรึกษาในทุกๆ เรื่องอย่างอบอุ่นและเพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอบคุณศิลป์ รักษ์ผดา ที่ให้ยืม GPS ใช้งานพร้อมทั้งให้มอเตอร์ไฟฟ้ามาด้วย และคุณลุงซึ่งเป็นพนักงานรักษาความปลอดภัยสมาคมศิษย์เก่าที่ให้ใช้ไฟฟ้าในการพัฒนารถทดสอบนอกอาคาร

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้รวมทั้งแนวทางการคิดและแนวทางปฏิบัติแก่คณะผู้จัดทำจนสำเร็จตามเป้าหมาย

และสุดท้ายนี้ก็ขอขอบคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดในชีวิตคือ บิดา มารดาและบุคคลในครอบครัวอันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งได้เลี้ยงดูสั่งสอนมาเป็นอย่างดี ดังนั้นจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

นายขวัญพงศ์ เมืองสมุทรนาวี
นายพิชิต รินทระ
นายอภิรมณ์ บุญประสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 ส่วนประกอบของรายงาน 2

บทที่ 2 การออกแบบและพัฒนา 3

2.1 บทนำ 3

2.2 โครงสร้างและระบบโดยรวมของรถไร้คนขับ 3

2.2.1 โครงสร้างของรถไร้คนขับ 3

2.2.2 ระบบโดยรวมของรถไร้คนขับ 5

2.3 ส่วนกลางการตัดสินใจ 5

2.3.1 การออกแบบและการต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 5

2.3.2 โปรโตคอลไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนตัดสินใจและส่วนเซนเซอร์ 9

2.3.3 Flowchart โปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เจ็ด 10

2.4 เซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ในการจัดการ 16

2.4.1 GPS module (2 ตัว ตัวหลัก-ตัวรอง) 16

2.4.2 Compass module 28

2.4.3 Ultrasonic module 31

2.4.4 Accelerometer module & Power 35

2.4.5 Encoder module 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ส่วนระบบควบคุม (Hardware Control) 43
2.6 ระบบความเร็ว 46
2.6.1 การทำงานของระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ 47
2.7 ระบบเลี้ยว 49
2.8 ระบบเบรก 52
2.8.1 ขั้นตอนการปรับแต่งมอเตอร์เบรกให้ปรับแรงเบรกได้ 53
2.8.2 การควบคุมเบรก 58
2.8.3 การออกแบบระบบและกระบวนการเบรกในรถไร้คนขับ 60
2.8.4.ส่วนการป้องกันในส่วนเบรก 62
2.9 การควบคุมความเร็ว การเลี้ยวและเบรกฉุกเฉินผ่านเครื่องรับวิทยุบังคับ 64
2.10 การวางแผนการวิ่งของรถไร้คนขับ 66
2.10.1 การว่างแผนการวิ่งเมื่อไม่มีขอบถนน 66
2.10.2 การว่างแผนการวิ่งเมื่อมีขอบถนน (Boundary) 67
2.11 การควบคุมและบังคับทิศทาง 67
2.11.1.การกำหนดมุมเทียบทิศเหนือ 68

บทที่ 3 ผลการดำเนินงาน 71
3.1 การทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ 71
3.1.1.การทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ 71
3.1.2 ขั้นตอนการบันทึกจุดพิกัด GPS ในเส้นทาง 73
3.1.3 ผลในการทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ 75
3.2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวางในเส้นทาง 75
3.2.1 ผลการทดสอบหลบหลีกสิ่งกีดขวาง 75
3.3 ระบบเบรกในรถไร้คนขับ 76

บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ 78
4.1 สรุปแนวคิดที่ได้จากโครงงาน 78
4.2 สรุปผลการดำเนินงานที่ได้จากโครงงาน 78
4.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ผลการวัดแรงดึงของเบรกจากตาชั่งสปริงแบบชนิดตะขอเกี่ยว..... 53

3.1 การเปรียบเทียบระยะเบรกจริงและความเร็วของรถไร้คนขับ..... 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 รถไร้คนขับ 3

2.2 โครงสร้างของรถไร้คนขับ 4

2.3 ภาพรวมระบบของรถไร้คนขับ 5

2.4 ไดอะแกรมวงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์7 6

2.5 วงจร Switch port RS232 7

2.6 การวางอุปกรณ์บนลายวงจร Switch port RS232 7

2.7 ลายปริ้น PCB ในวงจร Switch port RS232 8

2.8 ลายปริ้น PCB ในวงจร Switch port RS232 ในการลงอุปกรณ์แล้ว 8

2.9 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์7 10

2.10 ฟังก์ชัน rs232_isr(); 11

2.11 หน้าเมนูการทำงานที่แสดงออกทาง Hyper terminal 12

2.12 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน start_run_ugv(); 13

2.13 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน memory_point_gps(); 14

2.14 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน check_all_sensor(); 15

2.15 การติดตั้งเสาของ GPS module 16

2.16 โมดูล GPS ตัวหลัก 17

2.17 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์1 17

2.18 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์1 18

2.19 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 18

2.20 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว 19

2.21 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์1 20

2.22 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน rs232_isr() ในการตรวจสอบโปรโตคอล
ไมโครคอนโทรลเลอร์1 21

2.23 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์6 22

2.24 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์6 22

2.25 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์6 23

2.26 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 6 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว 23

2.27 โมดูล GPS ตัวสำรอง 24

2.28 วงจรรับโมดูล GPS 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.29 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรรองโมดูล GPS 25
2.30 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักในไมโครคอนโทรลเลอร์6 26
2.31 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน getGPS(); 27
2.32 การติดตั้ง Compass module 28
2.33 Compass module 28
2.34 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์2 29
2.35 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์2 29
2.36 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 29
2.37 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์2 30
2.38 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน CMP03(); ของไมโครคอนโทรลเลอร์2 30
2.39 Flowchart ของฟังก์ชันการทำงาน rs232_isr(); 31
2.40 Ultrasonic module 31
2.41 การติดตั้ง Ultrasonic module 32
2.42 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์3 32
2.43 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์3 33
2.44 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์3 33
2.45 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว 33
2.46 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์3 34
2.47 Flowchartฟังก์ชัน UL(); และ UR(); 35
2.48 Accelerometer module 36
2.49 การติดตั้ง Accelerometer module 36
2.50 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์4 37
2.51 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์4 37
2.52 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์4 38
2.53 แผ่น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์4 38
2.54 Flowchart การทำงานฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์4 39
2.55 การทำงานฟังก์ชั่น rs232_isr() ในไมโครคอนโทรลเลอ์ตัวที่4 40
2.56 การติดตั้ง Encoder module บริเวณล้อหน้า 40
2.57 Encoder module 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.58 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์5 41

2.59 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์5 42

2.60 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์5 42

2.61 PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5 ที่ลงตัวอุปกรณ์แล้ว 42

2.62 วงจรส่วนเชื่อมต่อของอุปกรณ์วงจรควบคุม 43

2.63 มอเตอร์ขนาด 24V ที่ใช้ขับเคลื่อนจักรยานไฟฟ้าขนาด 250W 46

2.64 รูปแบบการควบคุมความเร็วด้วยระบบ Manual หรือแบบระบบ Auto 46

2.65 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ 47

2.66 วงจรควบคุมความเร็วที่ลงแผ่น PCB แล้ว 48

2.67 กล่องสวิทช์สำหรับเลือกเป็นแบบ Auto หรือแบบ Manual 48

2.68 การติดตั้ง Servo การบังคับเลี้ยวของรถไร้คนขับ 49

2.69 วงจร Servo driver ในการบังคับเลี้ยวของรถไร้คนขับ 49

2.70 การประกอบเฟืองเพื่อทดระยะในช่วงการเลี้ยวที่ต้องการ 50

2.71 วงจร Limit Switch Motor 50

2.72 การติดตั้ง Limit Switch Motor 51

2.73 การติดตั้ง Limit switch ด้านหลัง 51

2.74 การติดตั้ง Limit switch ด้านหน้า 52

2.75 การติดตั้งเบรกภายใต้รถบริเวณล้อหลัง 52

2.76 หาแรงดึงของเบรกจากตาชั่งสปริงแบบชนิดตะขอเกี่ยว 53

2.77 การวัดองศาการหมุนในช่วงของมอเตอร์เบรก 54

2.78 แผ่นเฟรมเบรกอะคิลิกใส A ตามขนาดจริง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร 54

2.79 แผ่นเฟรมเบรกอะคิลิกใส B ตามขนาดจริง มีหน่วยมิลลิเมตร 55

2.80 ขนาดของพลาสติกป้องกันการหมุนเกินของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร 55

2.81 ประกอบเสร็จแล้ว 56

2.82 การวางอุปกรรณ์ภายใน 56

2.83 เหล็กดันชักเบรกก่อนการปรับแต่ง (ซ้าย) และเหล็กที่ล๊อคแกนมอเตอร์
โดยใช้น็อตล็อค (ขวา) 57

2.84 การออกแบบเหล็กดันชักที่สามารตั้งระยะเบรกได้ด้วยเกลียวสตัด 57

2.85 การติดตั้งเหล็กดันชักที่ปรับแต่งและติดตั้งกับเซอร์โวมอเตอร์ของระบบเบรก 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.86 วงจรควบคุมการเบรกและแสดงผลความเร็ว 58

2.87 แผ่นลายปริ้นลายวงจรควบคุมการเบรกและแสดงผลความเร็วที่ลงตัวอุปกรณ์แล้ว 59

2.88 กล่องควบคุมความเร็วที่แสดงข้อมูลความเร็วและระยะทางได้ 59

2.89 การกำหนดช่วงเปรียบเทียบความเร็ว ระยะของการเบรก
และอัตราการเบรกของรถไร้คนขับ 60

2.90 วงจร Current Limit แบบ NPN 63

2.91 วงจร Current Limit แบบ PNP 63

2.92 การวางอุปกรณ์วงจร Current Limit แบบ NPN 64

2.93 วงจรแปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน 64

2.94 แผ่นลายวงจรแปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน 65

2.95 แผ่นลายวงจร PCB แปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน 65

2.96 แผ่นลายวงจร PCB แปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดันที่ลงอุปกรณ์แล้ว 65

2.97 P1 เป็นต้นทางและ P2 เป็นปลายทาง 66

2.98 การกำหนดตำแหน่งเป้าหมาย (waypoint) 66

2.99 การกำหนดตำแหน่งเป้าหมาย (waypoint) ตามกราฟการวางแผนการวิ่ง 66

2.100 การวางแผนเส้นทางที่มีขอบ Boundary 67

2.101 การเทียบมุมในแบบต่างๆ 67

2.102 มุมการเลี้ยวแบบต่างๆ 68

2.103 การควบคุมและบังคับทิศทางอุดมคติไม่มีสิ่งกีดขวาง 69

2.104 การควบคุมและบังคับทิศทางทางปฏิบัติและไม่มีสิ่งกีดขวาง 69

2.105 การควบคุมและบังคับทิศทางทางปฏิบัติและไม่มีสิ่งกีดขวาง 70

3.1 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบการวิ่งในเส้นทางของรถไร้คนขับ 71

3.2 เมนูการเก็บจุดพิกัด GPS ผ่านหน้าจอ Hyperterminal ตอนเริ่มโปรแกรม 72

3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนการตัดสินใจและหมายเลขปุ่มการทำงาน 73

3.4 เมนูการบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก 73

3.5 เมนูการกดยืนยันเพื่อบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก 74

3.6 การบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก 74

3.7 การตรวจจับพบสิ่งกีดขวางและกำลังตัดสินใจเลี้ยวหลบสิ่งกีดขวางนั้น 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันการเดินทางโดยยานพาหนะทางบกประเภทรถยนต์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างยิ่ง รถบนท้องถนนมากขึ้น ประกอบกับฝ่าฝืนกฎจราจร ความประมาทและความอ่อนเพลียของผู้ขับขี่ ทำให้เราต้องพบเจอกับสภาพการจราจรที่ติดขัดและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นเหตุให้เกิดแนวคิดในการสร้างระบบรถไร้คนขับเพื่อแทนการขับเคลื่อนโดยมนุษย์

ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยที่ไร้คนขับนั้นจะมีส่วนการทำงาน 3 ส่วนหลักคือ 1) ส่วนควบคุมและตัดสินใจของรถ เช่น ความเร็ว การเบรก และการเลี้ยว 2) ส่วนเซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งปัจจุบันของรถ รวมทั้งตรวจจับสิ่งกีดขวางในเส้นทางการวิ่งของรถ 3) ส่วนของซอฟท์แวร์ควบคุม ส่วนที่หนึ่งของระบบจะต้องอ่านสถานะปัจจุบันและควบคุมฮาร์ดแวร์ในการสั่งการเลี้ยวหรือ การเบรก ครอบคลุมถึงการวางแผนการวิ่งของรถไร้คนขับจากต้นทางไปถึงปลายทางและหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นในเส้นทางได้ ประโยชน์ที่ได้รับจากการพัฒนาระบบนี้อาจช่วยอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ใช้พาหนะทางบกในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 สามารถพัฒนาระบบซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์สำหรับรถวิ่งในเส้นทางได้โดยไร้คนขับ

1.2.2 สามารถพัฒนารถไร้คนขับให้วิ่งในเส้นทางที่กำหนดและหลบหลีกสิ่งกีดขวางระหว่างเส้นทาง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ของรถไร้คนขับ

1.3.2 ได้ระบบสมองกลฝังตัวที่จะทำให้รถไร้คนขับวิ่งในเส้นทางที่กำหนดและหลบหลีกสิ่งกีดขวางระหว่างเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 วางแผนเส้นทางการวิ่งของรถจากต้นทางไปปลายทางโดยใช้เส้นทางในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4.2 รถสามารถหลบสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นทาง

1.4.3 เป็นรถสามล้อไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

1.5 ส่วนประกอบของรายงาน

ในบทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ของโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของโครงงาน และส่วนประกอบของรายงานฉบับนี้

เนื้อหาในบทที่ 2 กล่าวถึงชิ้นงานของโครงงานนี้ การออกแบบระบบโดยรวม ส่วนที่ได้พัฒนาขึ้นสองส่วนคือ 1 ส่วนฮาร์ดแวร์ได้แก่ ระบบขับเคลื่อน ระบบเลี้ยว ระบบเบรกที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 และส่วนที่ 2 คือส่วนซอฟท์แวร์การควบคุมการวิ่ง อัลกอริทึมที่คำนวณหาเส้นทางจากต้นทางไปยังปลายทาง การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง โปรโตคอลการสื่อสาร

เนื้อหาบทที่ 3 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง การประยุกต์ตัวงานกับโมดูลสำเร็จรูป การวัดประสิทธิภาพของระบบ

เนื้อหาบทที่ 4 เป็นบทวิจารณ์และสรุป ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การออกแบบและพัฒนา

2.1 บทนำ

ระบบรถไร้คนขับนั้นจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาจากเซนเซอร์ซึ่งเปรียบเสมือนอินพุตมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อกำหนดการวิ่งไปตามเส้นทางที่ทำการกำหนดไว้อย่างชาญฉลาด ไม่ว่าจะเป็นการรักษาการวิ่งให้อยู่บนเส้นทางหรือการหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นตามรายทาง โดยสั่งการควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนเอาท์พุตนั้นไปเพื่อบังคับอุปกรณ์ทาง Hardware ภายในรถไร้คนขับให้ทำการขับเคลื่อน เลี้ยว หรือทำการเบรก

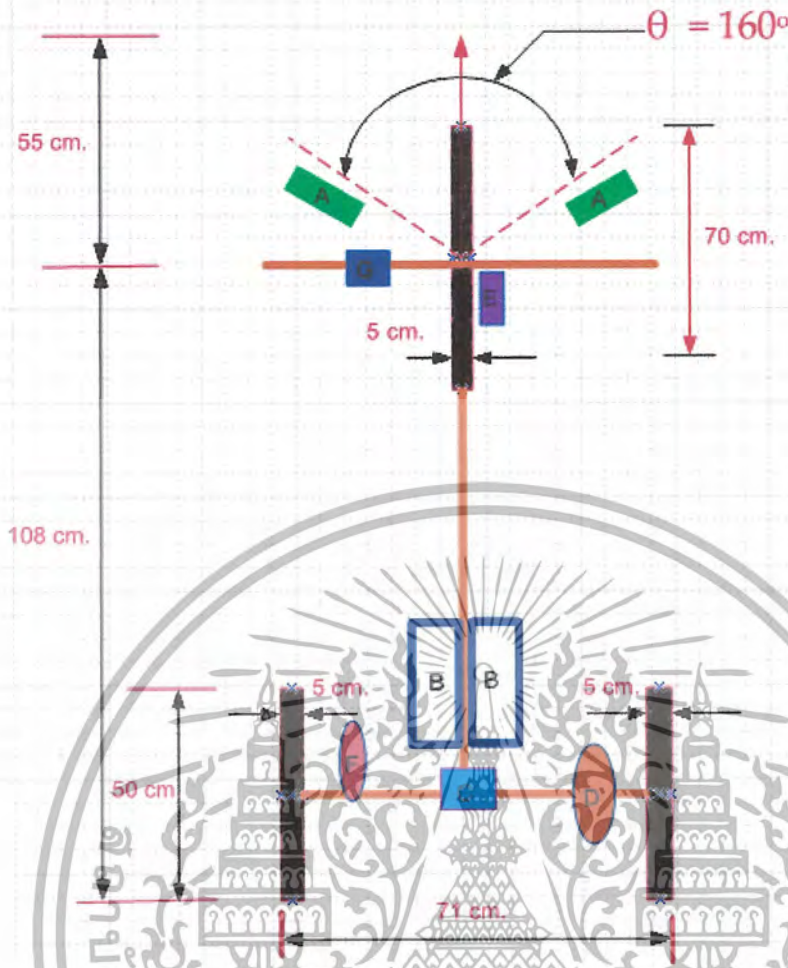
2.2 โครงสร้างและระบบโดยรวมของรถไร้คนขับ

2.2.1 โครงสร้างของรถไร้คนขับ

โครงสร้างของรถไร้คนขับนั้นเป็นโครงสร้างที่มีทั้งหมด 3 ล้อ มี 2 ล้อหลังขับเคลื่อนและมีการบังคับเลี้ยวที่ล้อหน้า โครงสร้างทั้งหมดทำด้วยท่อเหล็กกลวง สามารถปั่นและบังคับได้คล้ายจักรยาน ดังแสดงในรูปด้านล่าง

รูปที่ 2.1 รถไร้คนขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของรถไร้คนขับ

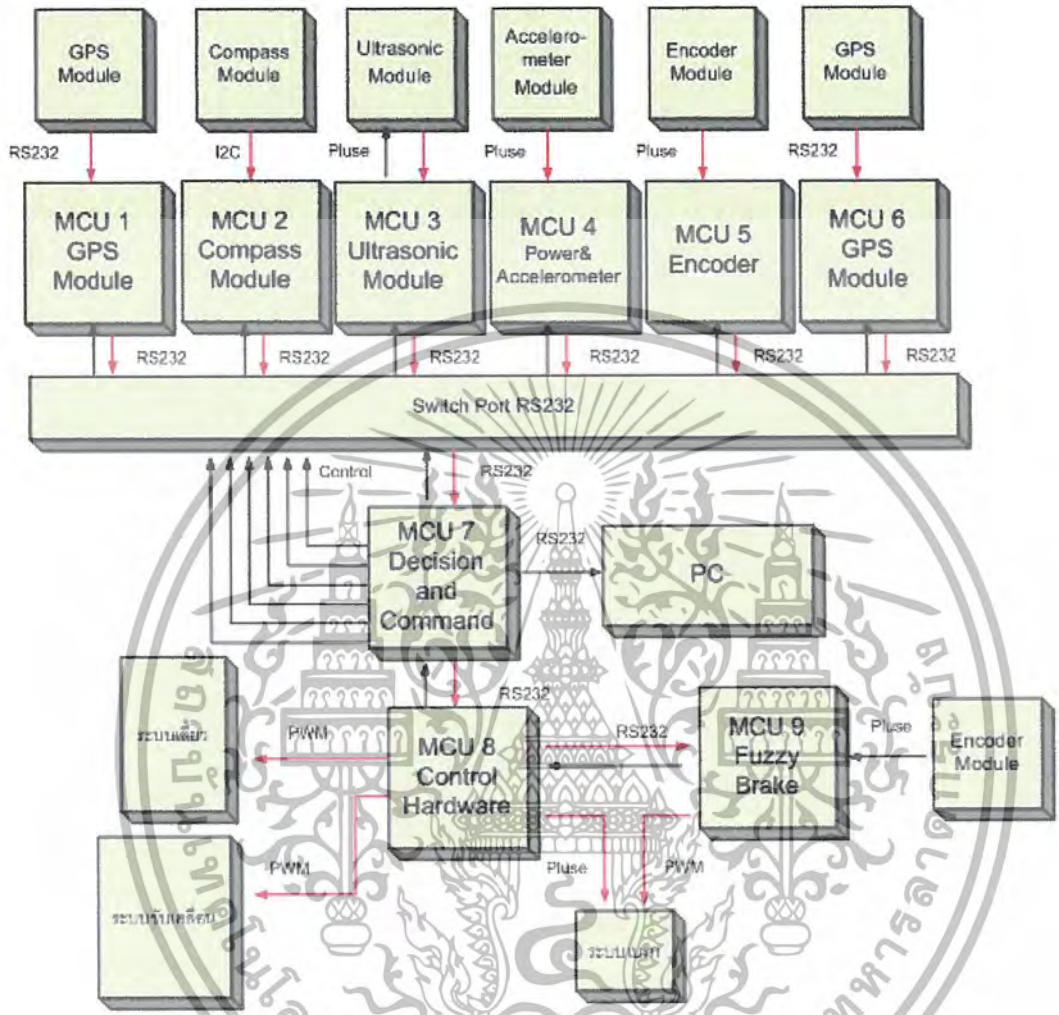
โดยในจุดต่างๆ ที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทาง Hardware และเซนเซอร์โมดูลที่แสดงในรูปที่ 2.2 สามารถแจกแจงได้ดังนี้

- จุด A ทำการติดตั้งเซนเซอร์ Ultrasonic
- จุด B ทำการติดตั้งแบตเตอรี่
- จุด C ทำการติดตั้งมอเตอร์ขับเคลื่อน
- จุด E ทำการติดตั้งเซนเซอร์ Encoder
- จุด F ทำการติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เบรก
- จุด G ทำการติดตั้งเซนเซอร์ GPS (GPS:Global Positioning System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบโดยรวมของรถไร้คนขับ

ซึ่งแสดงระบบภาพรวมของรถไร้คนขับในการติดต่อในแต่ละส่วนได้ดังนี้



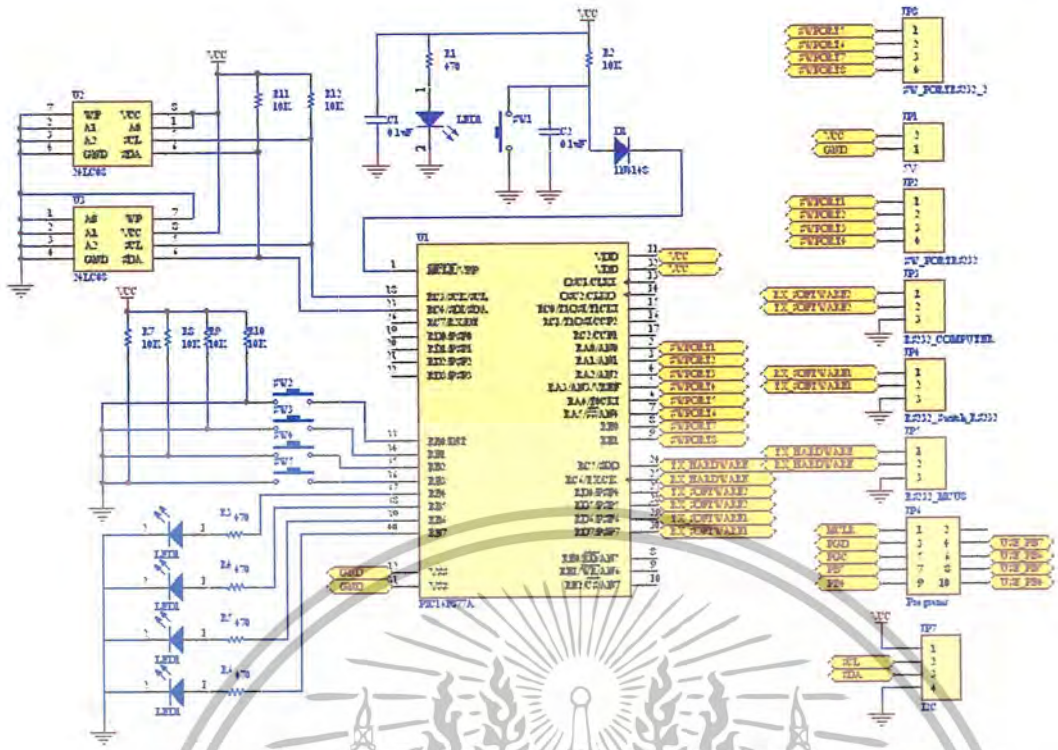
รูปที่ 2.3 ภาพรวมระบบของรถไร้คนขับ

2.3 ส่วนกลางการตัดสินใจ

2.3.1 การออกแบบและการต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดจากรูปภาพรวมของระบบนั้น ถูกใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจโดยรับค่าข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณว่าจะควบคุมรถอย่างไร เมื่อตัดสินใจและคำนวณได้แล้วจะสั่งคำสั่งควบคุมไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แปดที่ถูกใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้การควบคุมทาง Hardware ต่อไป ซึ่งการออกแบบวงจรแสดงดังรูปที่ 2.4

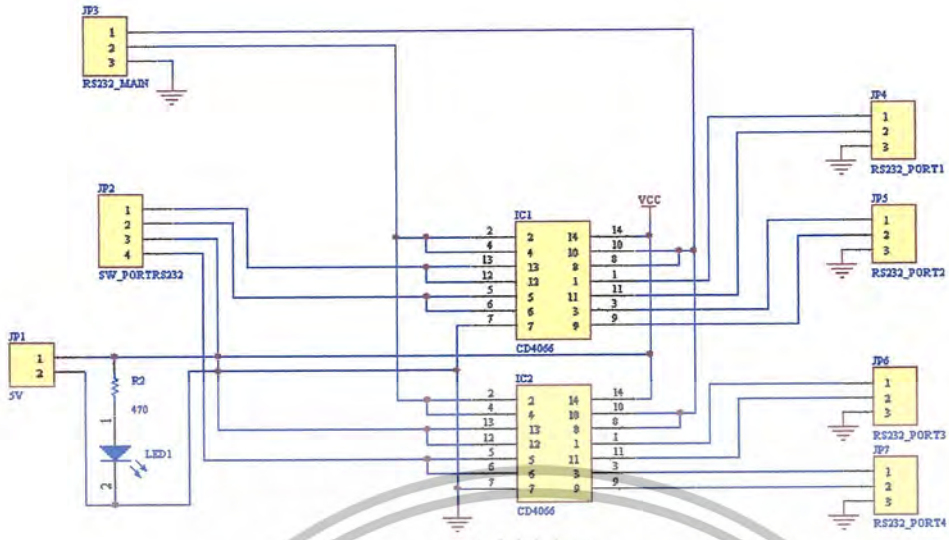
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



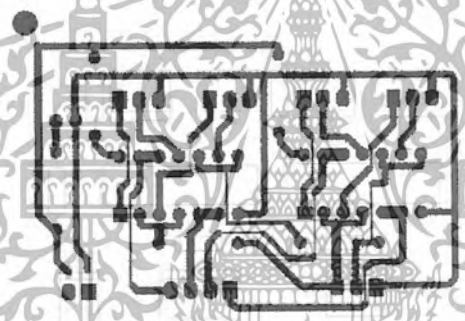
รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมวงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 7

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้น ประกอบไปด้วย สวิทช์ควบคุมจำนวน 4 ตัว ต่อที่ขาพอร์ต PB0 – PB4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ด LED จะแสดงสถานะจำนวน 4 ตัวต่อที่ขาพอร์ต PB4 – PB7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ด หน่วยความจำเบอร์ 24LC08 จำนวนสองตัวที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเจ็ด สื่อสารผ่านมาตรฐาน I2C เพื่อเอาไว้บันทึกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด ที่ต้องการจะให้รถวิ่งไป และส่วนบอร์ดที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกมีการติดต่อกันดังนี้ JP1 (5V) จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5V จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับวงจร JP2 (SW_PORTRS232) ต่อเข้ากับ JP2 (SW_PORT) ของบอร์ด Switch port RS232 ตัวที่หนึ่ง ทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณ RS232 ของสวิตช์ เพื่อเลือกช่องทางในการติดต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงสี่ JP8 (SW_PORTRS232_2) ต่อเข้ากับ JP2 (SW_PORT) ของบอร์ด Switch port RS232 ตัวที่สอง ทำหน้าที่เลือกช่องสัญญาณ RS232 ของสวิตช์เพื่อเลือกช่องทางการติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ห้ากับหก การออกแบบวงจร Switch Port RS232 เป็นดังรูปที่ 2.5 JP3 (RS232_COMPUTER) ต่อเข้ากับพอร์ตคอมหนึ่งของคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งข้อมูลไปแสดงบน Hyper terminal ของคอมพิวเตอร์ JP4 (RS232_Switch_RS232) ต่อเข้ากับ JP3 (RS232_MAIN) ของบอร์ด Switch Port RS232 ทั้งสองตัว JP5 (RS232_MCU8) ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่แปด JP7 (I2C) ออกแบบไว้เพื่อการสื่อสารแบบ I2C แต่ยังไม่ได้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

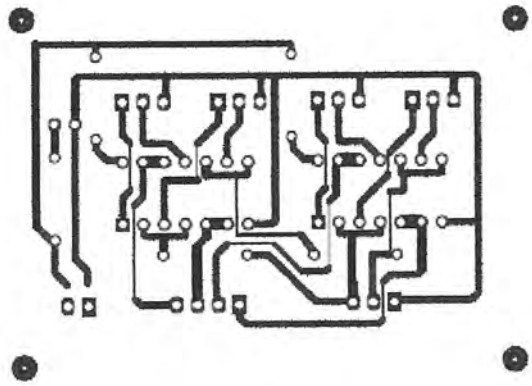


รูปที่ 2.5 วงจร Switch port RS232



รูปที่ 2.6 การวางอุปกรณ์บนลายวงจร Switch port RS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ลายปริ้น PCB ในวงจร Switch port RS232

รูปที่ 2.8 ลายปริ้น PCB ในวงจร Switch port RS232 ในการลงอุปกรณ์แล้ว

ในการต่อ Switch port RS232 ตัวที่หนึ่งนั้นจะมีการต่อพ่วงกันดังนี้

- JP4 (RS232_PORT1) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP5 (RS232_PORT2) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สองที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP6 (RS232_PORT3) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP7 (RS232_PORT4) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สี่ที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP1 (5V) ของ Switch port RS232 ต่อเข้ากับแหล่งจ่าย 5 V
- JP2 (RS232_MAIN) ของทั้งสองตัวต่อเข้ากับ JP4(RS232_Switch_RS232)ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่เจ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อ Switch port RS232 ตัวทีสองนั้นจะมีการต่อพ่วงกันดังนี้

- JP4 (RS232_PORT1) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ห้าที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP5 (RS232_PORT2) ต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หกที่ JP2 (HARDWARE_RS232)
- JP1 (5V) ของ Switch port RS232 ต่อเข้ากับแหล่งจ่าย 5 V
- JP2 (RS232_MAIN) ของทั้งสองตัวต่อเข้ากับ JP4(RS232_Switch_RS232)ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่เจ็ด

2.3.2 โปรโตคอลไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนตัดสินใจและส่วนเซนเซอร์

ในการติดต่อและขอรับค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดนั้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดต้องการจะรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวใดก็ต้องสั่งการควบคุมไปที่ Switch port RS232 เพื่อสลับช่องสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ต้องการติดต่อด้วย หลังจากนั้นจะทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ติดต่อด้วยได้รับข้อมูลและตรวจสอบว่าตรงกับการร้องขอข้อมูลใด ก็จะส่งข้อมูลนั้นออกมาโดยกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกรับข้อมูลและปฏิบัติดังนี้

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ หนึ่ง ได้รับ GP# ก็จะทำการส่งค่าละติจูด กับลองจิจูดออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สอง ได้รับ CM# ก็จะทำการส่งค่ามุมของหน้ารถออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สาม ได้รับ UL# ก็จะทำการส่งค่าระยะห่างจากวัตถุทางด้านซ้ายของตัวรถออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สาม ได้รับ UR# ก็จะทำการส่งค่าระยะห่างจากวัตถุทางด้านขวาของตัวรถออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สี่ ได้รับ AV# ก็จะทำการส่งระดับแรงดันไฟแบตเตอรี่ที่วัดได้ออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สี่ ได้รับ AX# ก็จะทำการส่งระดับความเอียงทางแนวแกน X ออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ สี่ ได้รับ AY# ก็จะทำการส่งระดับความเอียงทางแนวแกน Y ออกมา

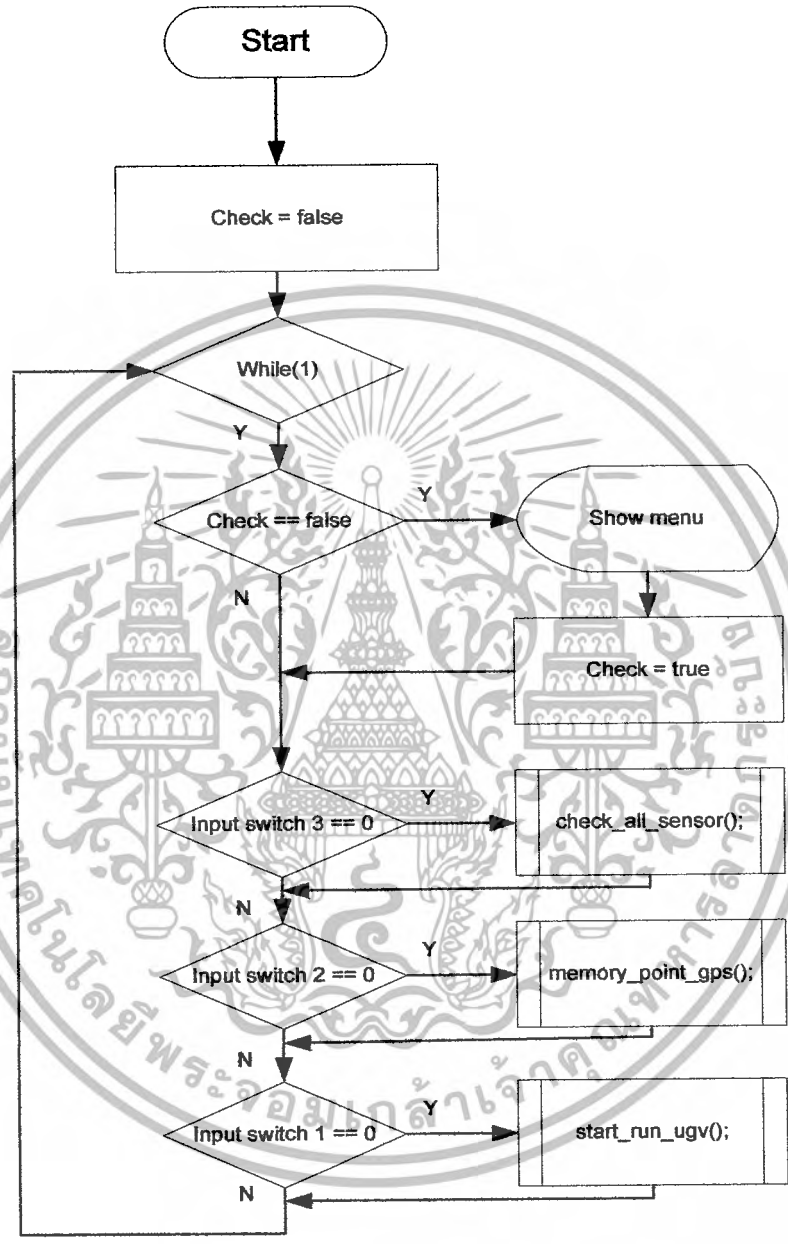
เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ห้า ได้รับ DI# ก็จะทำการส่งจำนวนการหมุนของล้อรถออกมา

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ หก ได้รับ GP# ก็จะทำการส่งค่าละติจูดกับลองจิจูดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

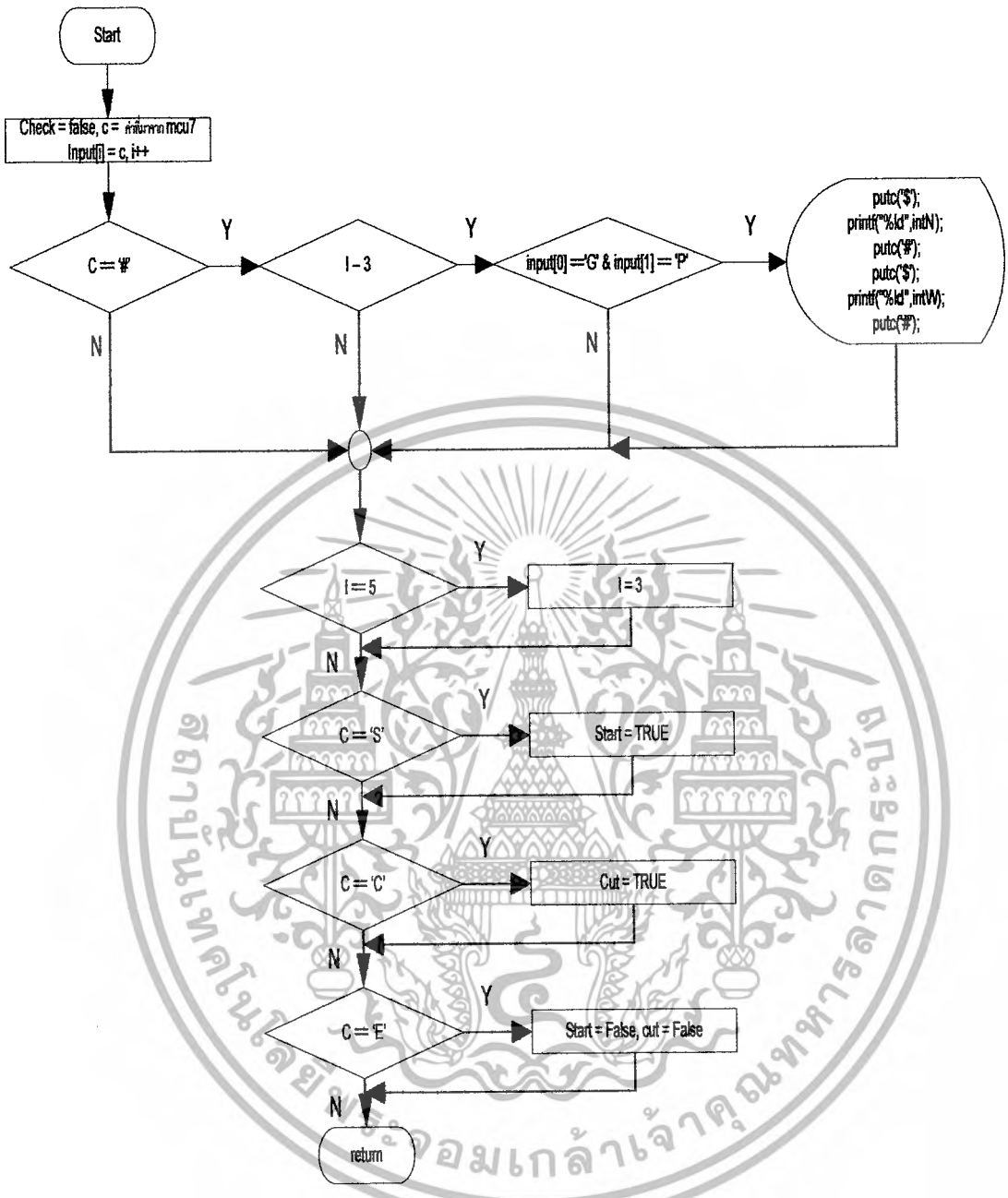
2.3.3 Flowchart โปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เจ็ด

โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดนั้นเริ่มที่การทำงานของฟังก์ชันหลัก ซึ่งมี Flowchart ของการทำงานภายในฟังก์ชันหลัก รูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



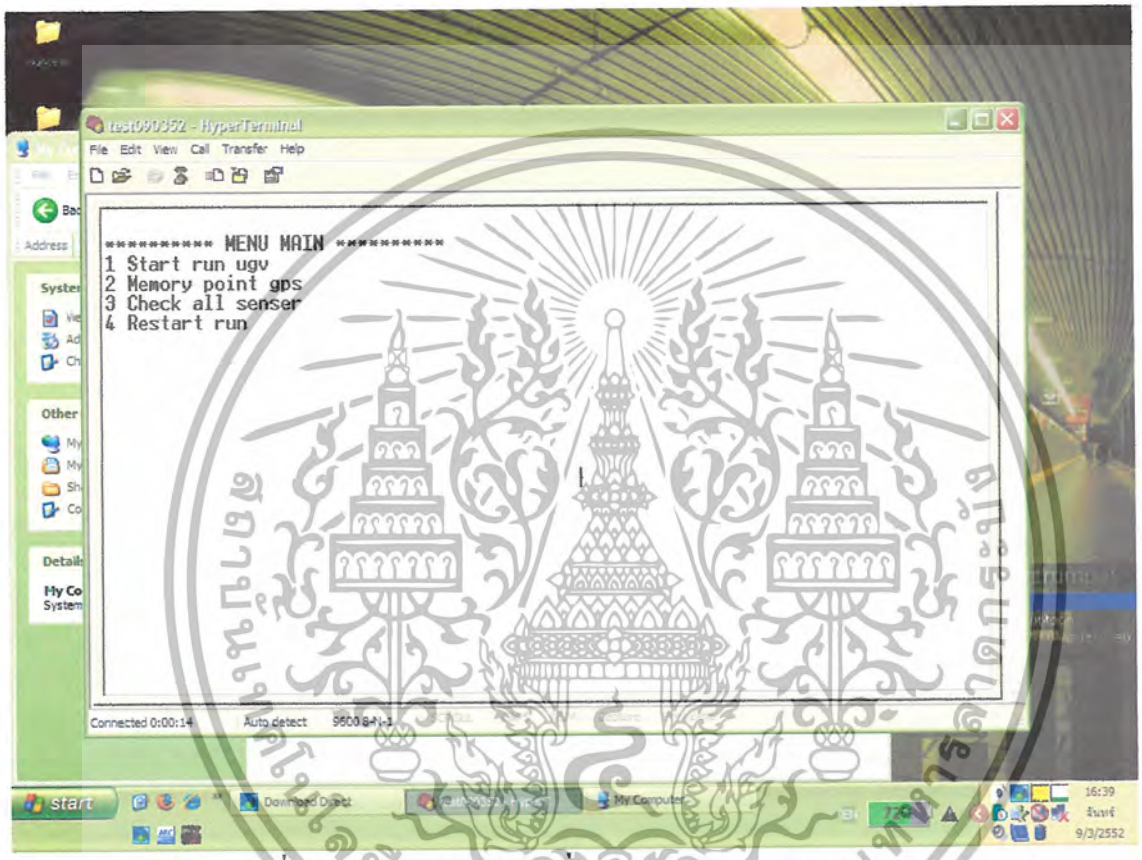
รูปที่ 2. 10 ฟังก์ชัน rs232_isr();

การทำการในส่วนนี้จะไม่มีการสิ้นสุดโปรแกรมจะทำการวนลูปที่ทำงานตลอดไป โดยถ้ามีการกดสวิตซ์หนึ่งจะเข้าไปทำงานในฟังก์ชัน start_run_ugv(); เพื่อเข้าสู่ระบบการวิ่ง ถ้ามีการกดสวิตซ์สองจะเข้าไปทำงานในฟังก์ชัน memory_point_gps(); เพื่อเข้าไปในส่วนการบันทึกค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ต้องการจะวิ่งและแสดงค่าตำแหน่งที่บันทึกไว้ด้วย ถ้ามีการกดสวิตซ์สามจะเข้าไปทำงานที่ฟังก์ชัน check_all_sensor(); เป็นการแสดงค่าที่รับเข้ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหก

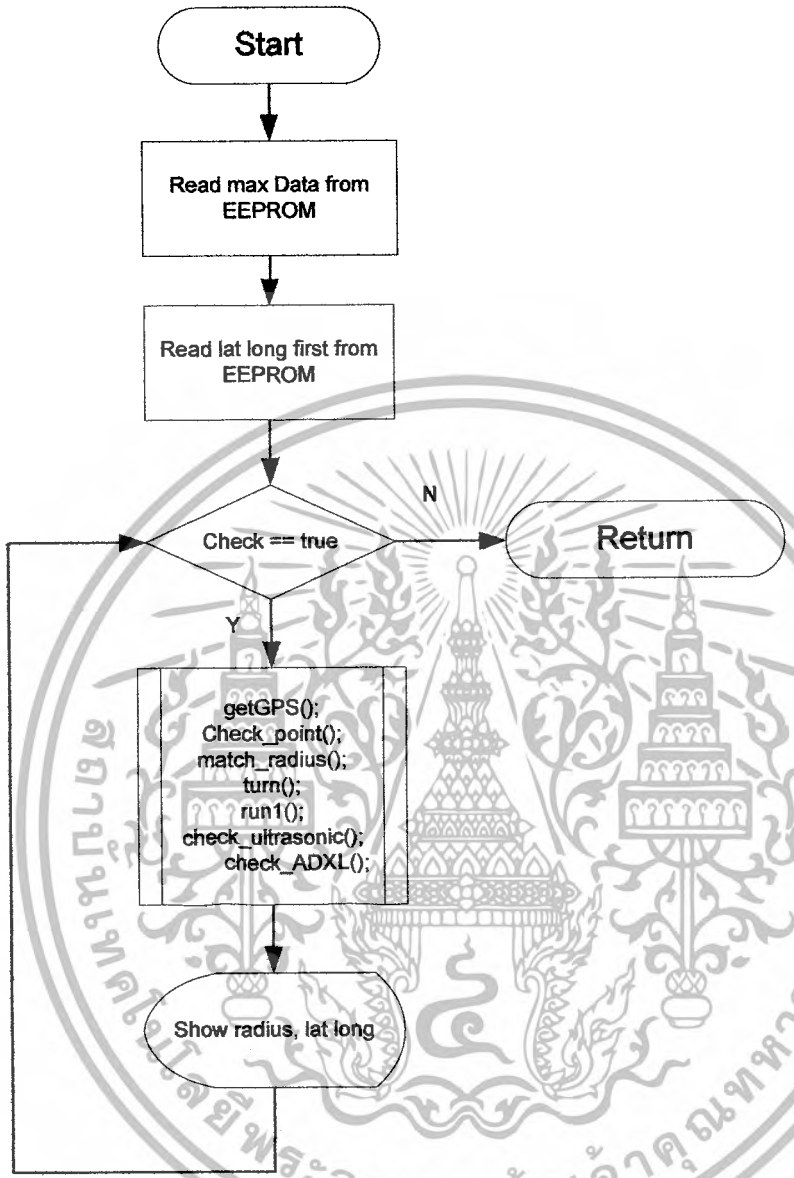
การทำงานของโปรแกรมทั้งหมดภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดนั้นจะมีการขัดจังหวะโดยการกดสวิตซ์ที่สี่ ซึ่งการกดสวิตซ์ที่สี่จะเข้าไปกำหนดให้ตัวแปร Check เท่ากับ false เพื่อออกจากการทำงานของฟังก์ชัน start_run_ugv(); memory_point_gps(); และ check_all_sensor(); กับมาสู่การทำงานในส่วนของฟังก์ชันหลัก



รูปที่ 2.11 หน้าเมนูการทำงานที่แสดงออกทาง Hyper terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานภายในฟังก์ชัน start_run_ugv(); เป็นดังรูปที่ 2.12



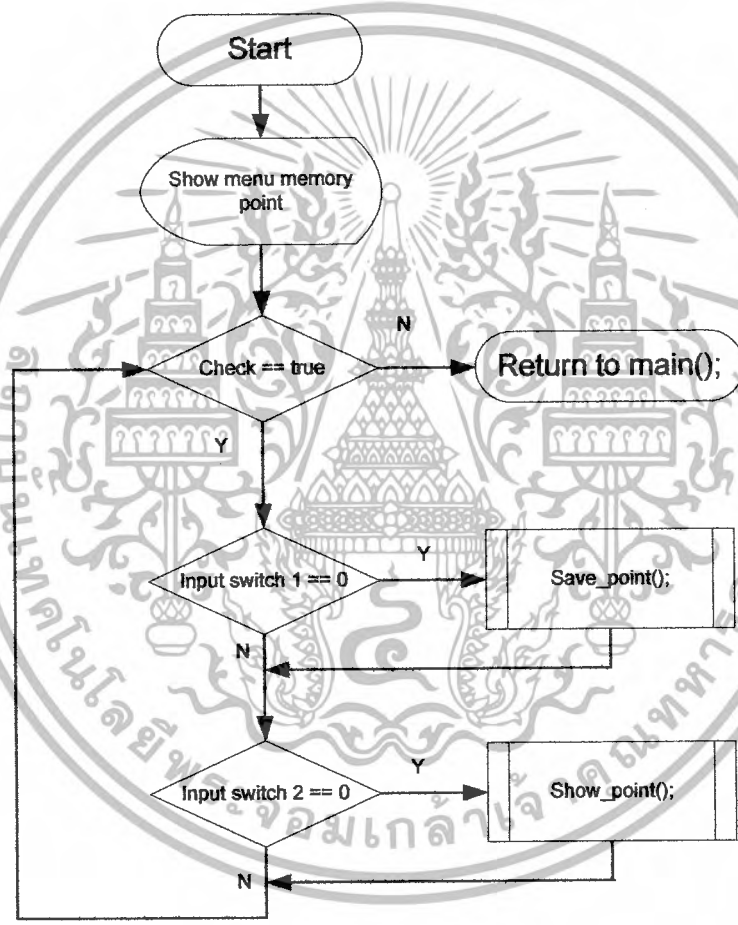
รูปที่ 2.12 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน start_run_ugv ();

การทำงานหลักของฟังก์ชันในส่วนนี้คือตัดสินใจและควบคุมการเคลื่อนที่ของรถไปสู่จุดหมายโดยการทำงานเริ่มแรกจะอ่านค่าจำนวนของตำแหน่งที่บันทึกไว้ และเริ่มอ่านตำแหน่งแรกของละติจูดและลองจิจูดที่บันทึกไว้เข้ามา ต่อมาจะเข้าสู่ลูปการทำงานจะออกจากลูปนี้ก็ต่อเมื่อถึงจุดหมายปลายทางหรือมีการกดสวิตซ์ตัวที่สี่ โดยการทำงานในลูปนั้นเริ่มแรกจะเรียกฟังก์ชันตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- getGPS(); เพื่ออ่านค่าตำแหน่งที่รถอยู่
- check_point(); เพื่อตรวจสอบว่าเข้าสู่จุดหมายแล้วยัง
- match_radius(); เพื่อคำนวณหามุมที่จะสั่งเลี้ยว
- turn(); เป็นฟังก์ชันที่ควบคุมการเลี้ยวของรถ
- run1(); เป็นฟังก์ชันสั่งให้รถวิ่งไปข้างหน้า
- check_ultrasonic(); ทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง
- check_ADXL(); ทำการตรวจสอบระดับแรงดันและความโน้มเอียงของรถไร้คนขับ

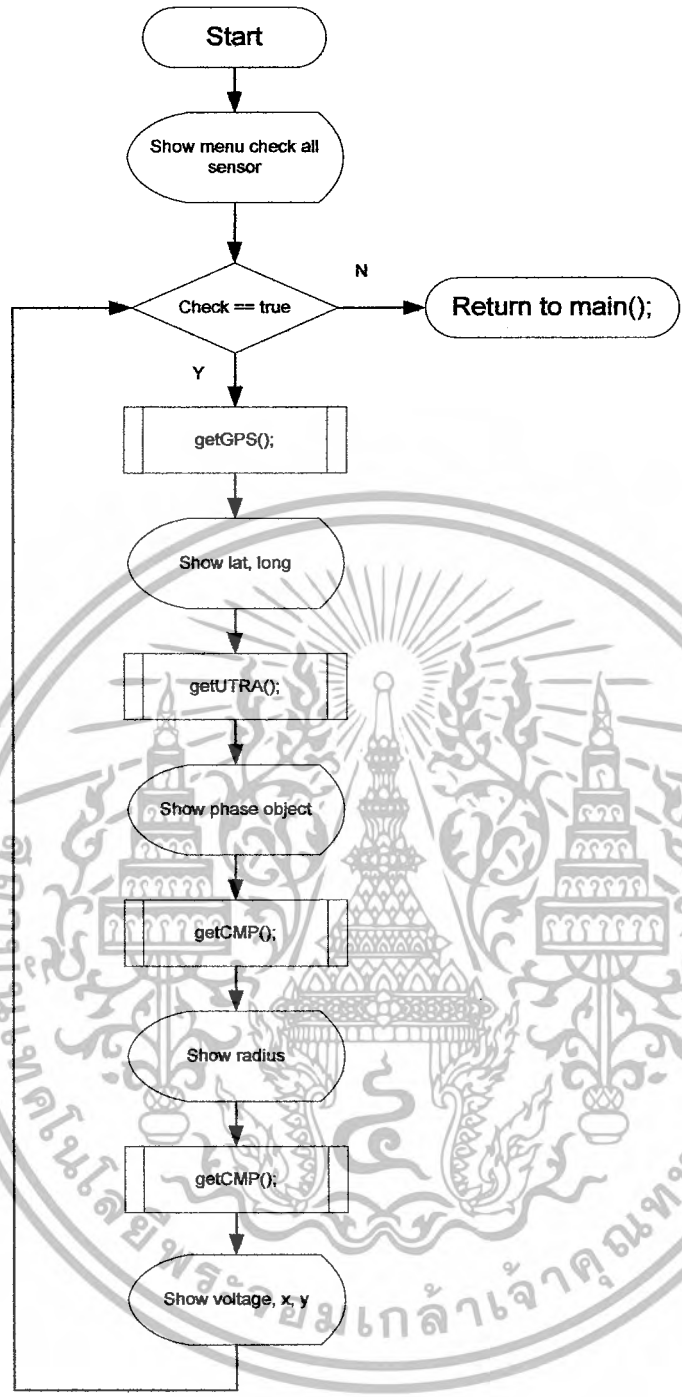
หลักการทำงานภายในฟังก์ชัน memory_point_gps(); เป็นดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน memory_point_gps();

ฟังก์ชันนี้มีส่วนการทำงานสองอย่างคือเลือกเข้าไปในส่วนของการบันทึกตำแหน่งที่ต้องการจะวิ่งและการแสดงค่าที่บันทึกไว้ หลักการทำงานภายในฟังก์ชัน check_all_sensor(); เป็นดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน check_all_sensor();

ฟังก์ชัน check_all_sensor(); นี้แสดงค่าข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกให้ดูว่าระบบทำสื่อสารถึงกันได้เป็นการตรวจสอบการทำงานก่อนสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดประมวลผลจากข้อมูลที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จัดการในส่วนของเซนเซอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ในการจัดการ

เซนเซอร์ที่ใช้ได้แก่

- GPS module (2 ตัว ตัวหลัก – ตัวสำรอง)
- Compass module
- Ultrasonic module
- Encoder module
- Accelerometer module & Power

2.4.1 GPS module (2 ตัว ตัวหลัก – ตัวสำรอง)

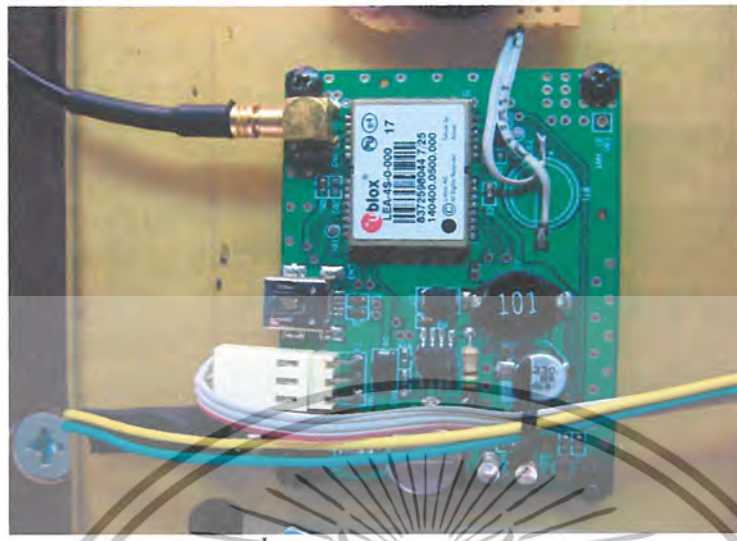
1) GPS module ตัวหลัก

ตัวโมดูล GPS จะส่งค่าตำแหน่งพิกัดเป็นค่าละติจูดและลองจิจูดเพื่อใช้ในการกำหนดเส้นทางของรถไร้คนขับและใช้ในการคำนวณหาจุดต่อไปที่รถไร้คนขับนั้นควรจะวิ่งไปในเส้นทางขณะรถกำลังขับเคลื่อนอยู่ โดยประมาณแล้วค่าความผิดพลาดในแต่ละพิกัดในโมดูล GPS นั้นอยู่ระหว่างรัศมีวงกลม 10 เมตร

รูปที่ 2.15 การติดตั้งเสาของ GPS module

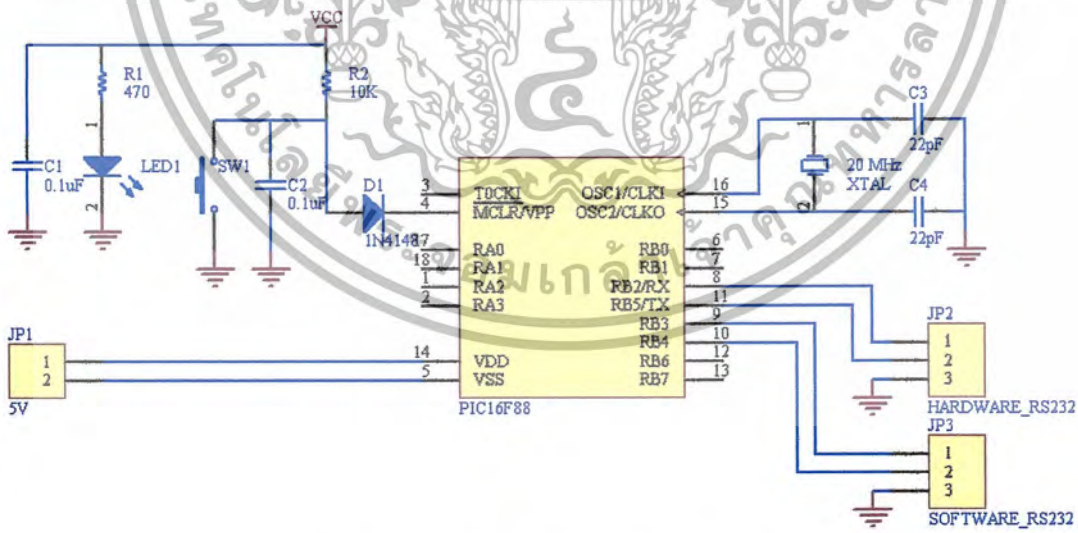
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



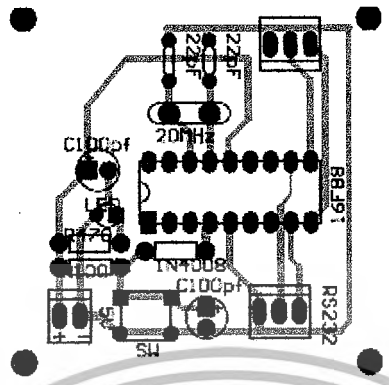
รูปที่ 2.16 โมดูล GPS ตัวหลัก

ในไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งนั้นทำหน้าที่รับข้อมูลจากโมดูล GPS ตัวหลักและทำหน้าที่ตัดเอาค่าละติจูดและลองจิจูดของโปรโตคอลที่ใช้งานมาเก็บไว้เพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อนำค่าตำแหน่งที่ได้ไปประมวลผลต่อไป การออกแบบวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.17

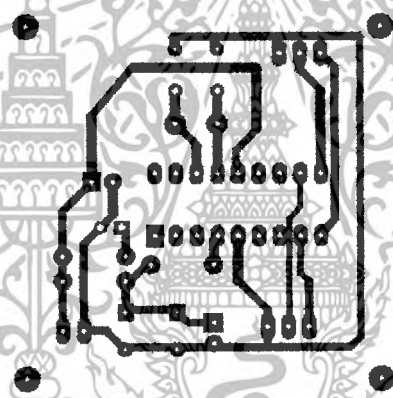


รูปที่ 2.17 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104085



รูปที่ 2.18 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 1



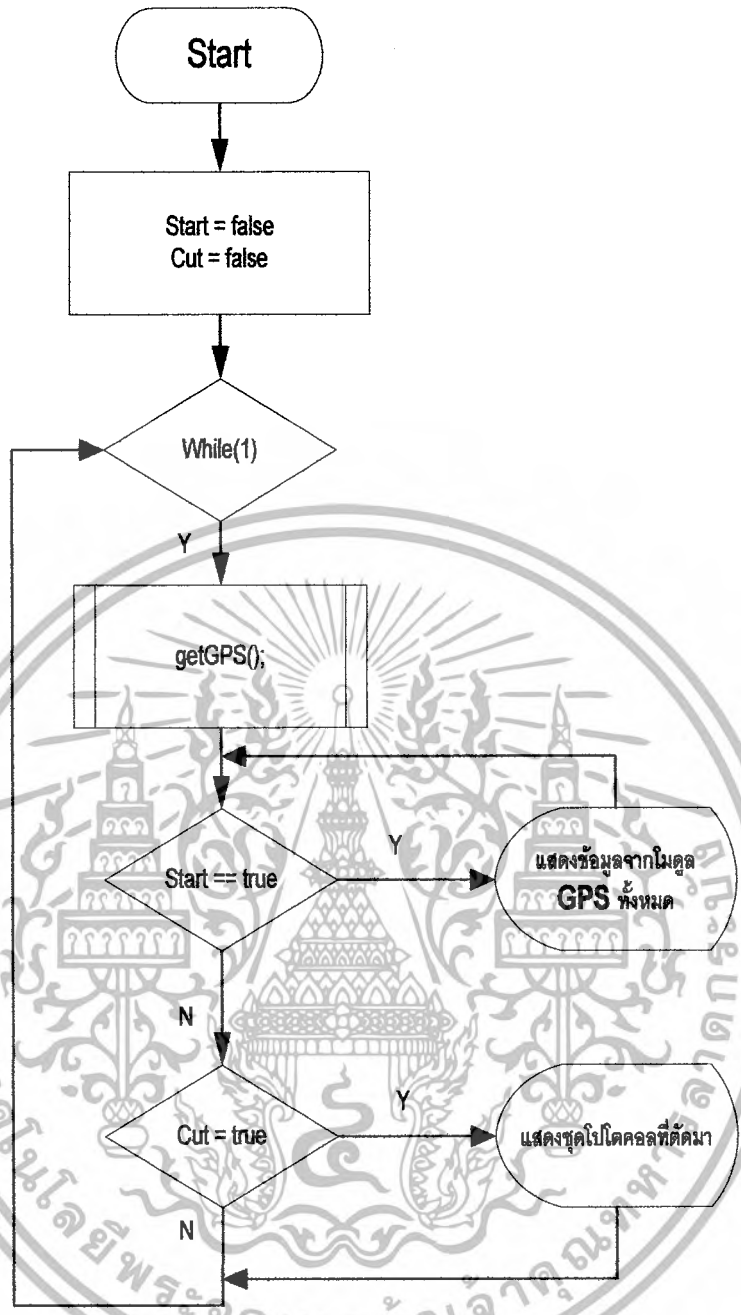
รูปที่ 2.19 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว

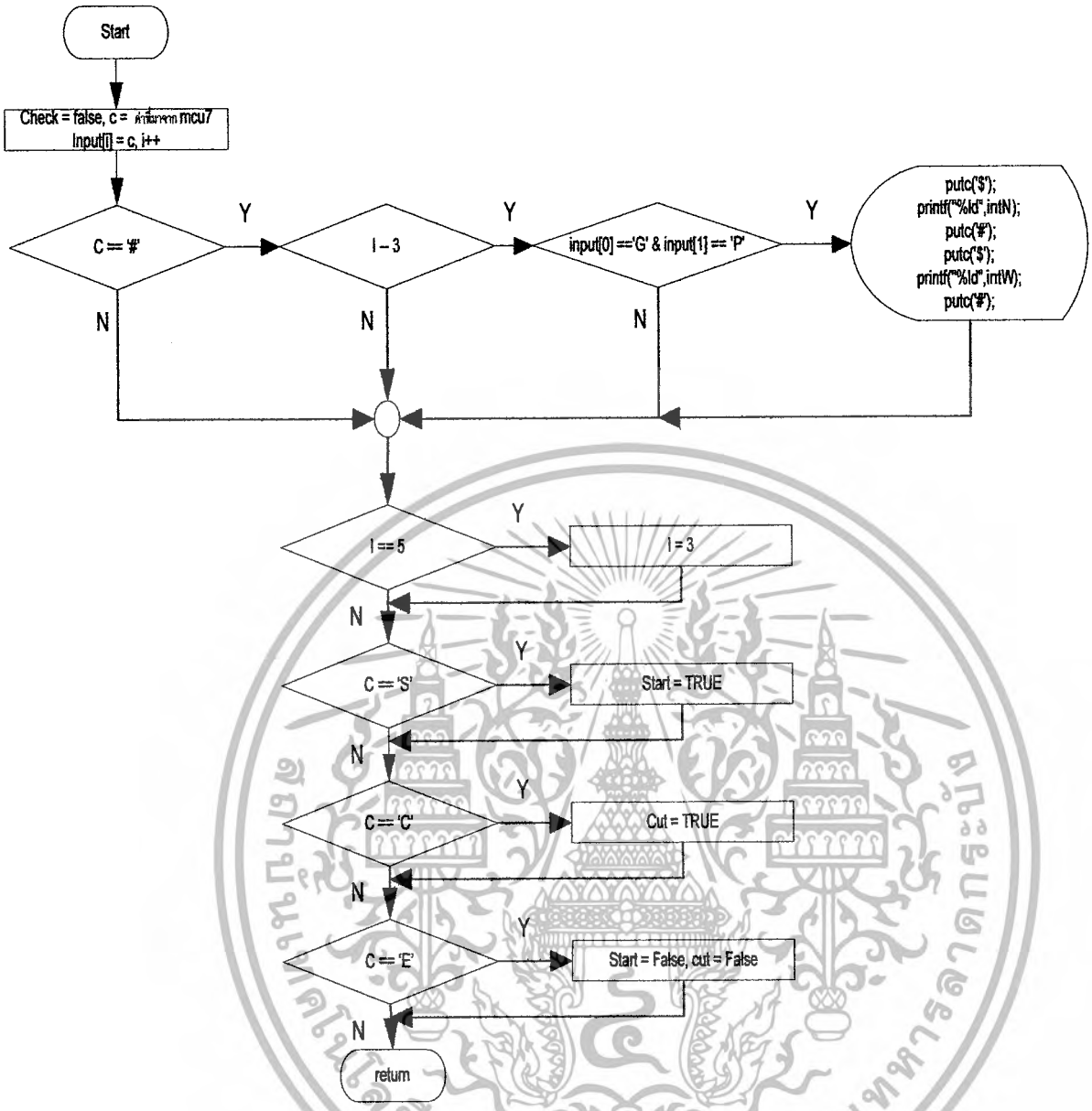
การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตรฐาน RS232 โดย JP2 (HARDWARE_RS232) ต่อเข้ากับ JP4 (RS232_PORT1) ของ Switch Port RS232 ของตัวที่หนึ่งและการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งเข้ากับโมดูล GPS นั้นเชื่อมต่อผ่านมาตรฐาน RS232 โดยใช้ JP3 (SOFTWARE_RS232) เชื่อมต่อกับโมดูล GPS ส่วนขา JP1 (5V) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งนั้นเอาไว้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ ซึ่ง Flowchart การทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

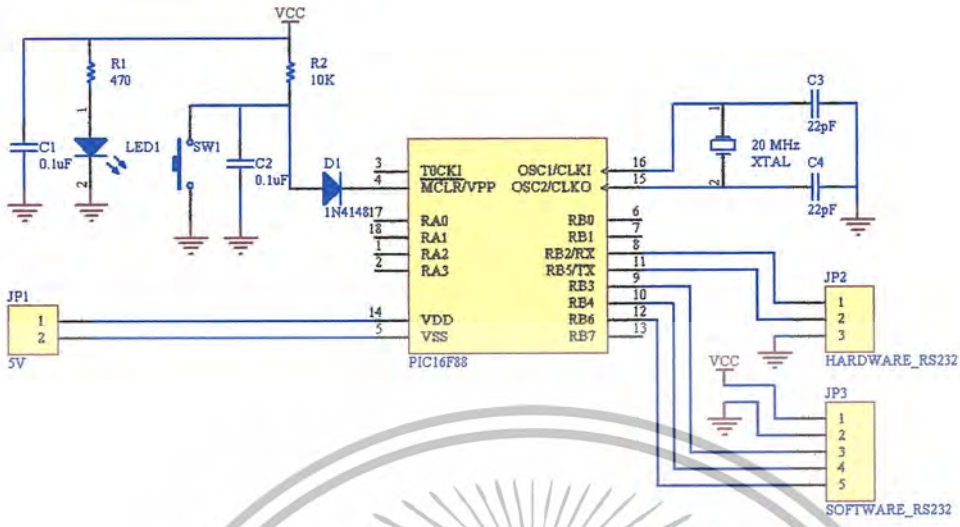


รูปที่ 2.22 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน rs232_isr() ในการตรวจสอบโปรโตคอลไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

2) GPS module ตัวสำรอง

ในไมโครคอนโทรลเลอร์หกนั้นทำหน้าที่รับข้อมูลจากโมดูล GPS ตัวสำรองและทำหน้าที่ตัดเอาค่าละติจูดและลองจิจูดของโปรโตคอลที่ใช้งานมาเก็บไว้ภายในเพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดในการตัดสินใจเมื่อมีการร้องขอค่ามา เพื่อนำค่าตำแหน่งที่ได้นั้นไปประมวลผลต่อไป การออกแบบวงจรแสดงในรูปที่ 2.23

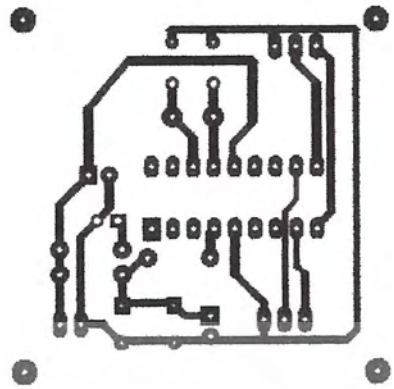
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

รูปที่ 2.24 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



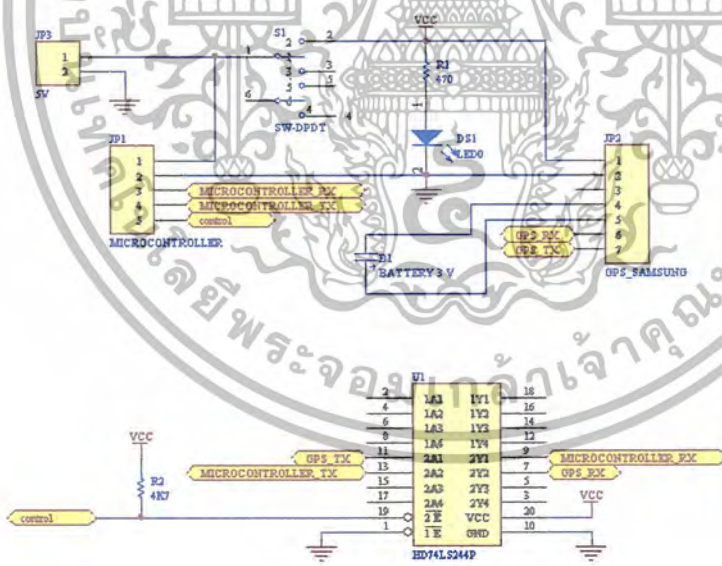
รูปที่ 2.25 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

รูปที่ 2.26 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 6 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

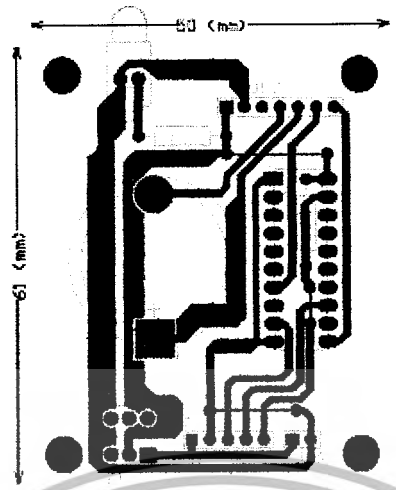
รูปที่ 2.27 โมดูล GPS ตัวสำรอง

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์หกจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 JP2 (HARDWARE_RS232) ต่อเข้ากับ JP5 (RS232_PORT2) ของ Switch Port RS232 ตัวที่สองและเชื่อมต่อกับโมดูล GPS ผ่านมาตรฐาน RS232 แต่เนื่องจากโมดูล GPS ตัวที่ใช้นี้จำเป็นจะต้องออกแบบฐานรองเพิ่มด้วยดังรูปที่ 2.28 จากวงจรที่ออกแบบเพิ่มมีสายสัญญาณควบคุมอีกหนึ่งเส้นเพื่อควบคุมให้ข้อมูลจากโมดูล GPS ส่งออกมา โดยบอร์ดที่ออกแบบต่อที่ JP3 (SOFTWARE_RS232) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หก ส่วน JP1 (5V) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หกนั้นเอาไว้ต่อแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.28 วงจรรองรับโมดูล GPS

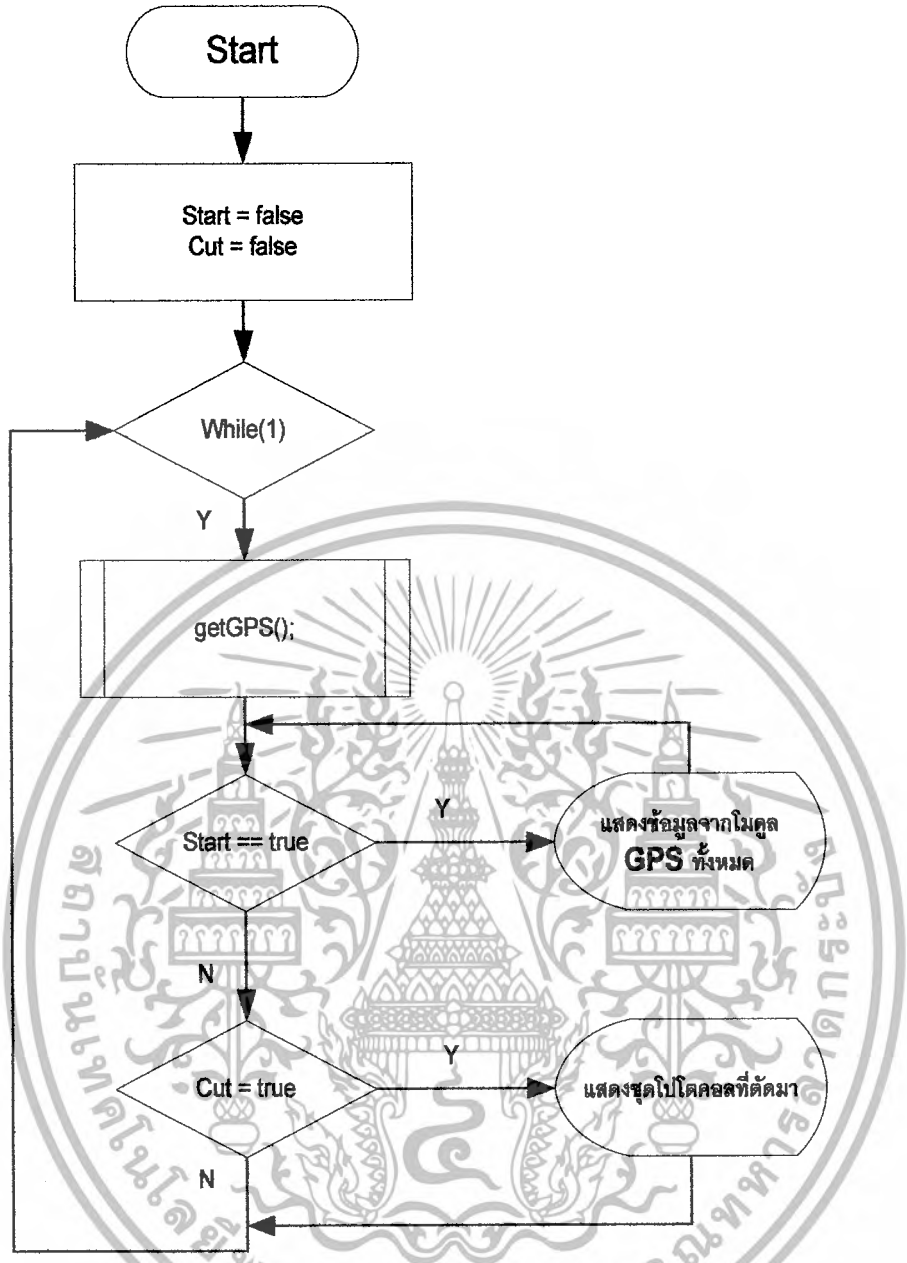
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรรองโมดูล GPS

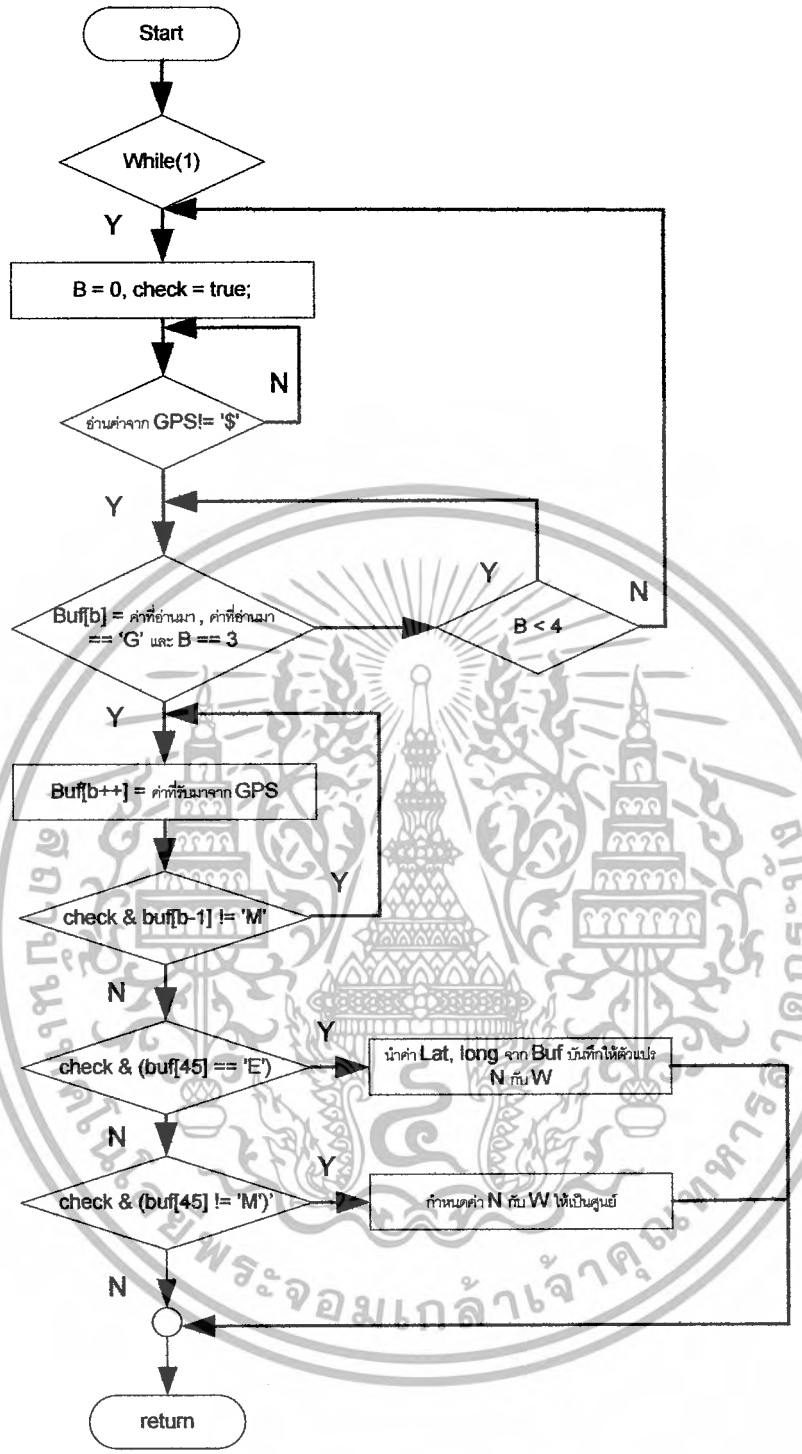
การต่อใช้งานบอร์ดรอง GPS นั้น JP1 (MICROCONTROLLER) ต่อกับ JP3 (SOFTWARE_ RS232) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หกส่วน JP2 (GPS_SAMSUNG) ต่อกับโมดูล GPS SAMSUNG ส่วน JP3 (5V) ต่อกับไฟเลี้ยง 5V ซึ่งมี Flowchart การทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์หกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักในไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



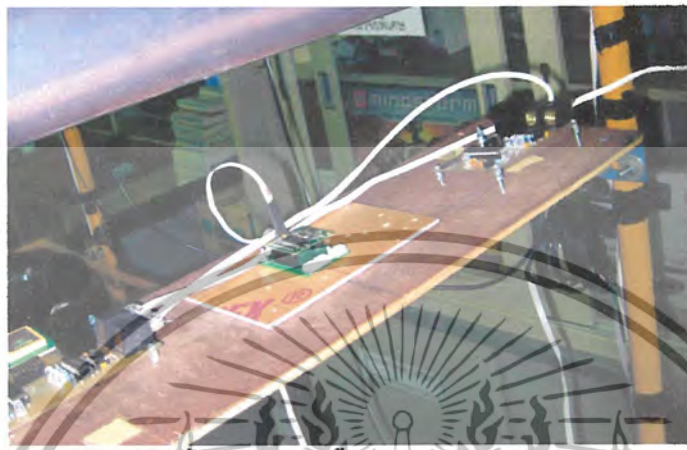
รูปที่ 2.31 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน getGPS();

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์หกจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 และเชื่อมต่อกับโมดูล GPS ผ่านมาตรฐาน RS232 แต่มีสายสัญญาณควบคุมอีกหนึ่งเส้นเพื่อควบคุมให้ข้อมูลจากโมดูล GPS ส่งออกมา

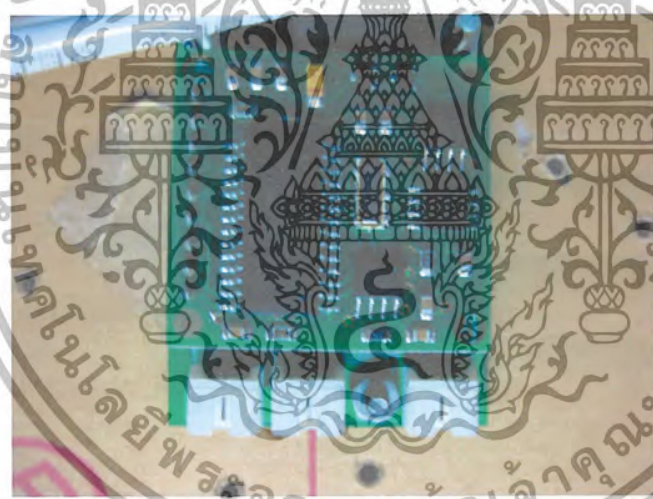
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 Compass module

ตัวโมดูล Compass หรือเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะช่วยบอกทิศทางที่รถนั้นหันหน้าอยู่เทียบกับทิศเหนือโดยค่าที่ถูกส่งออกมานั้นจะนำมาตัดสินใจร่วมกับค่าละติจูดและลองจิจูดเพื่อใช้ในการหาทิศทางที่รถไร้คนขับเคลื่อนที่ไปยังจุดต่อไปในเส้นทาง



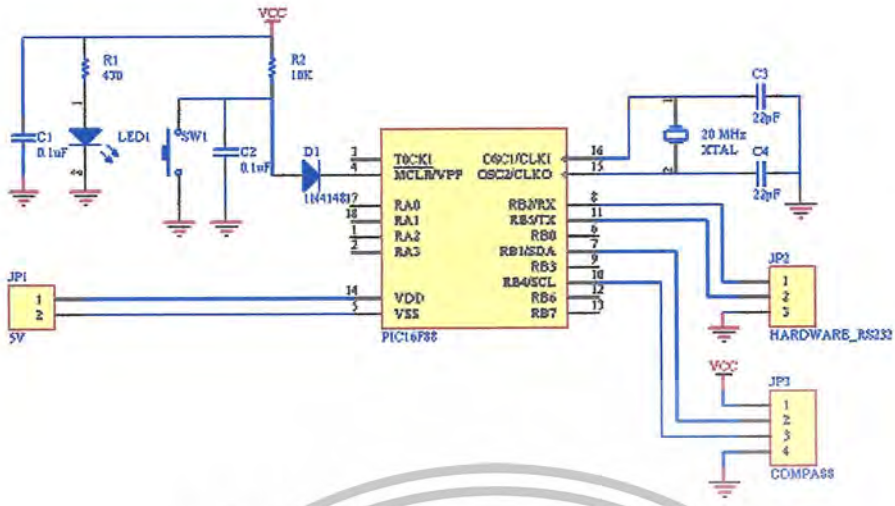
รูปที่ 2.32 การติดตั้ง Compass module



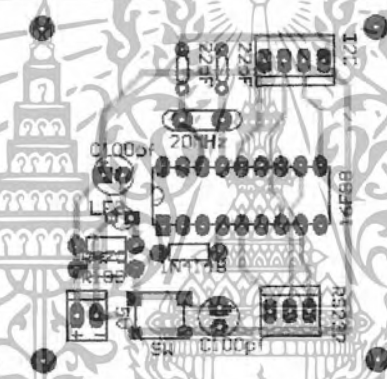
รูปที่ 2.33 Compass module

ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์สองนั้นจะทำหน้าที่อ่านค่าข้อมูลจากโมดูลเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นมุมที่รถหันหน้าอยู่ มาเก็บไว้ภายใน เพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดร้องขอค่ามา เพื่อนำค่ามุมที่รถหันหน้าอยู่ไปประมวลผลต่อไป การออกแบบวงจรเป็นดังรูปที่ 2.34

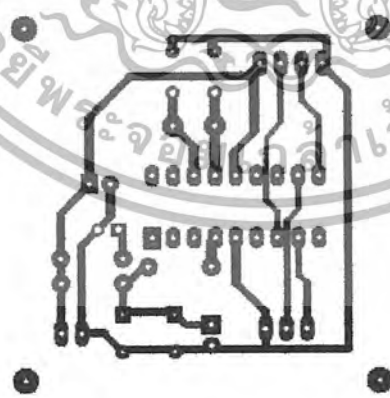
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 2



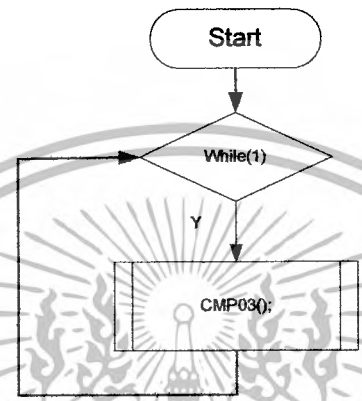
รูปที่ 2.35 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 2



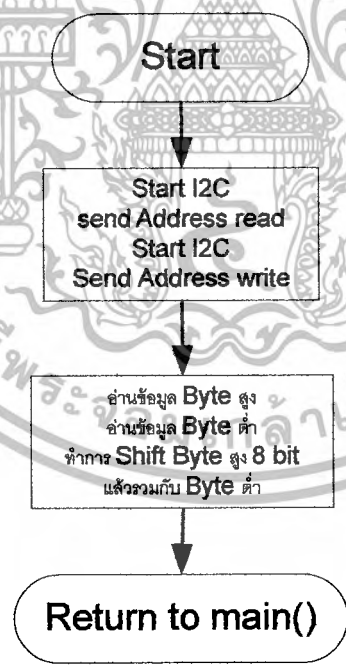
รูปที่ 2.36 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์สองจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 โดย JP2 (HARDWARE_RS232) ต่อเข้ากับ JP5 (RS232_PORT2) ของ Switch Port RS232 ตัวที่หนึ่ง และการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์สองเข้ากับโมดูลเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์นั้นเชื่อมต่อผ่านมาตรฐาน I2C โดยใช้ JP3 (COMPASS) ต่อเข้ากับโมดูลเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์ JP1 (5V) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สองนั้นเอาไว้ต่อแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งมี Flowchart การทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สอง ดังนี้

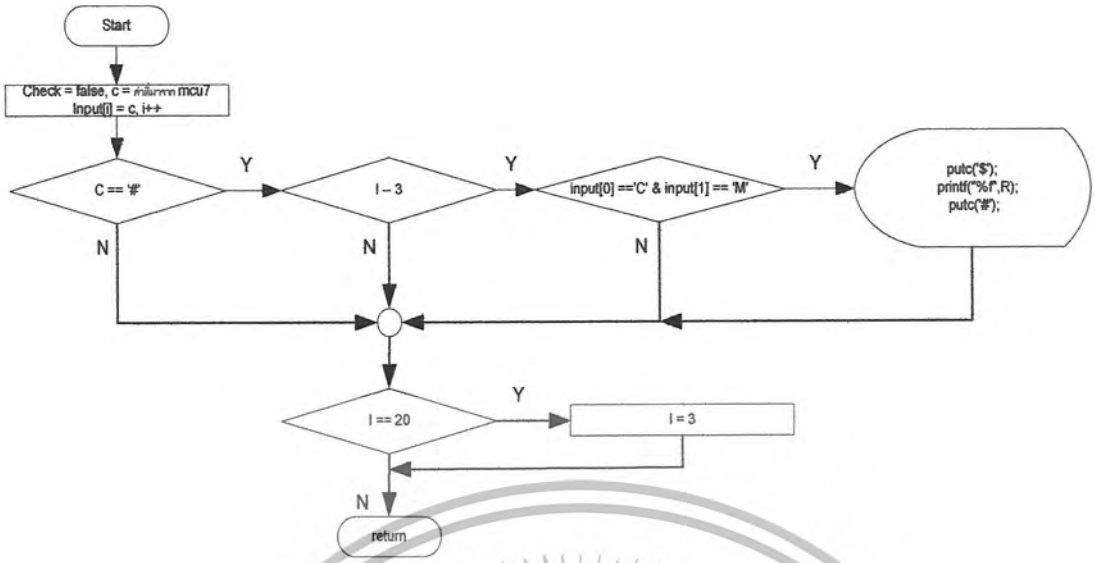


รูปที่ 2.37 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ 2



รูปที่ 2.38 Flowchart การทำงานของฟังก์ชัน CMP03(); ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



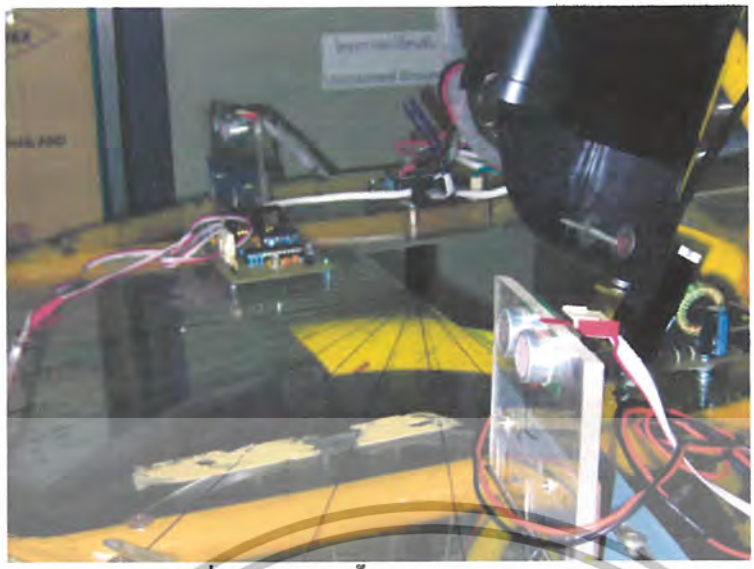
รูปที่ 2.39 Flowchart ของฟังก์ชันการทำงาน rs232_isr();

2.4.3 Ultrasonic module

โมดูล Ultrasonic เป็น โมดูลที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นตามเส้นทาง ค่าที่ถูกส่งมานั้นจะเป็นระยะของช่วงเวลาที่เกิดการสะท้อนกลับของสิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นตรงหน้า ซึ่งการวัดระยะที่ตรวจสอบได้มากที่สุดคือ 4 เมตร แต่รถไร้คนขับนั้นจะยืนยันว่ามีสิ่งกีดขวางและปรับให้มีการหลบหลีกที่ระยะ 2.50 เมตร

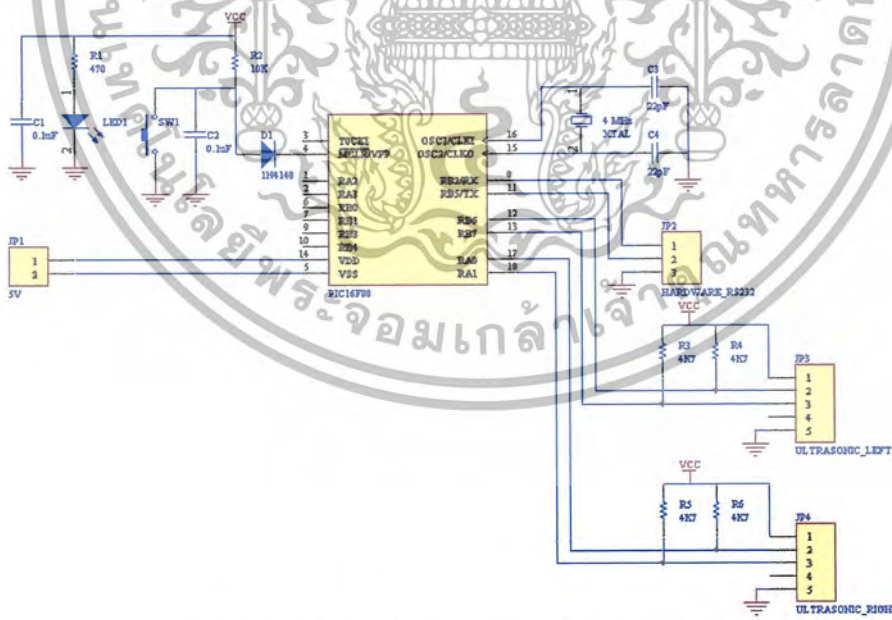
รูปที่ 2.40 Ultrasonic module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



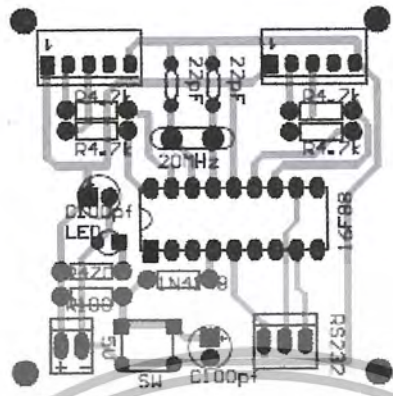
รูปที่ 2.41 การติดตั้ง Ultrasonic module

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สามนั้นจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและรับค่าจากโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิก ค่าระยะทางจากวัตถุที่ตรวจจับได้จะเก็บไว้ภายใน เพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ด เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดนั้นร้องขอค่ามา เพื่อนำค่าระยะทางจากหน้ารถถึงวัตถุไปประมวลผลต่อไป การออกแบบวงจรเป็นดังรูปที่ 2.42

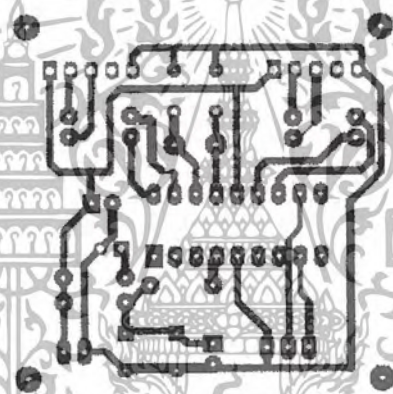


รูปที่ 2.42 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 3

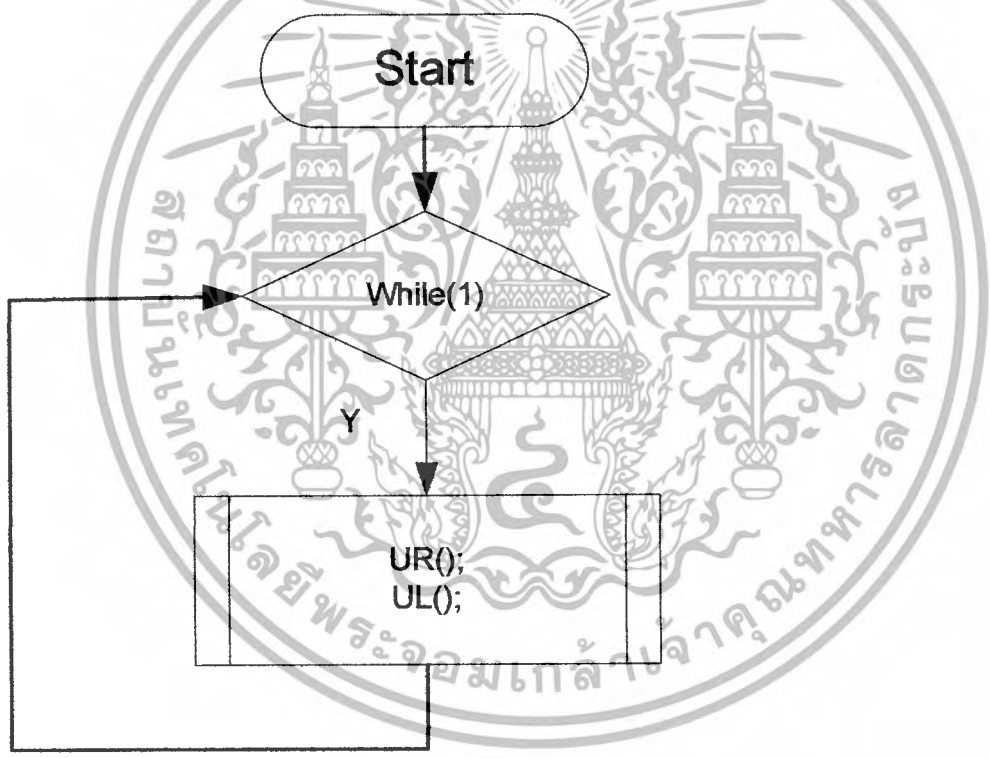


รูปที่ 2.44 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 3

รูปที่ 2. 45 แผ่น PCB ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 ที่ลงอุปกรณ์แล้ว

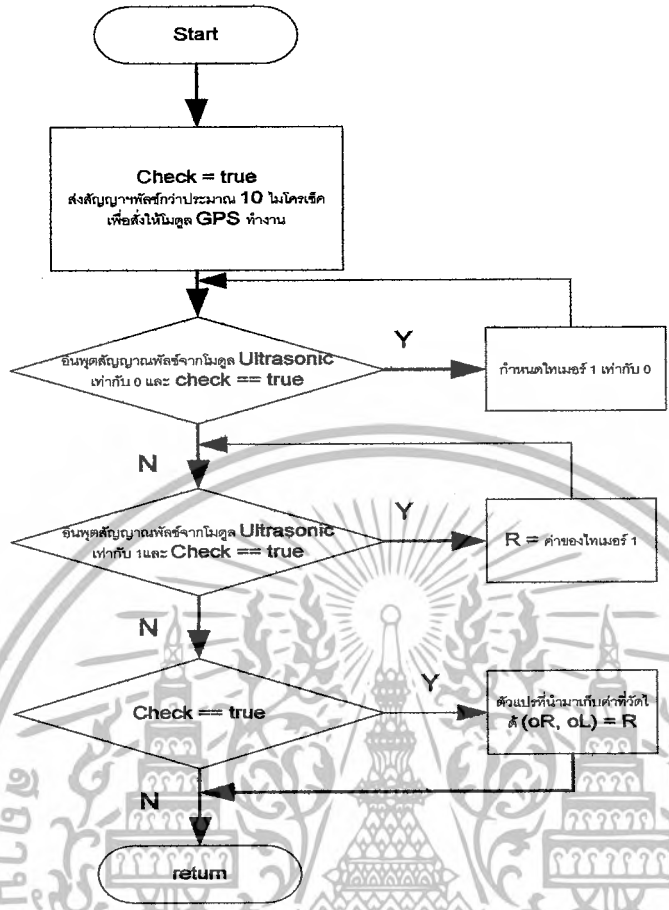
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์สามจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 โดย JP2 (HARDWARE_RS232) ต่อเข้ากับ JP6 (RS232_PORT3) ของ Switch Port RS232 ตัวที่หนึ่ง และทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์สามเข้ากับโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิกผ่านสายสัญญาณสองเส้น เส้นที่หนึ่งเอาไว้ควบคุมการทำงานคือเมื่อมีสัญญาณพัลซ์บวกกว้างประมาณ 10 ไมโครเซ็คก็จะทำงานและจะให้ค่าระยะทางออกมาที่สายสัญญาณเส้นที่สองเป็นกว้างพัลซ์แปรผันกับระยะทางที่วัด ในส่วนนี้นั้นได้ออกแบบให้มีการต่อโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิกจำนวนสองตัว โดยต่อที่ JP3 (ULTRASONIC_LEFT) กับ JP4 (ULTRASONIC_RIGHT) ส่วน JP1 (5V) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามนั้นเอาไว้ต่อแหล่งจ่ายไฟ โดยมี Flowchart การทำงานโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สามดังนี้



รูปที่ 2.46 Flowchart การทำงานของฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

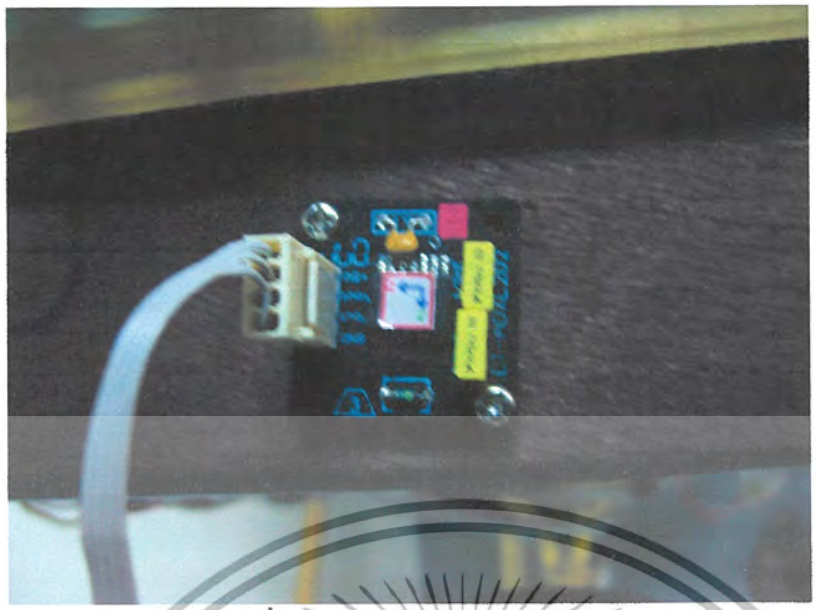


รูปที่ 2.47 Flowchartฟังก์ชัน UL0; และ UR0;

2.4.4 Accelerometer module & Power

อุปกรณ์ตรวจวัดความโน้มเอียงทางแกน X และ Y หรือ ADXL202 นั้นจะให้สัญญาณ PWM (PWM:Pluse width modulation) ออกมาซึ่งแปรผันตรงกันความเอียงทางแนวแกน X และ Y โดยสัญญาณที่ส่งออกมาจะส่งออกมาตลอดเวลา ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ที่ต่อกับขา X และ Y ของ ADXL202 นั้นจะต้องกำหนดเป็นอินพุตและเมื่อต้องการทราบค่าความเอียงทางแนวแกนใดจะทำการตรวจสอบว่ามีสัญญาณพัลส์ลบเข้ามาหรือเปล่าและเมื่อมีพัลส์บวกเข้ามาก็จะทำการจับความยาวของพัลส์บวกและจับความยาวพัลส์ลบที่ต่อจากพัลส์บวกนี้ด้วยเพื่อนำมาคำนวณหาค่าความโน้มถ่วง แล้วนำมาเปรียบเทียบว่ามีความเอียงเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

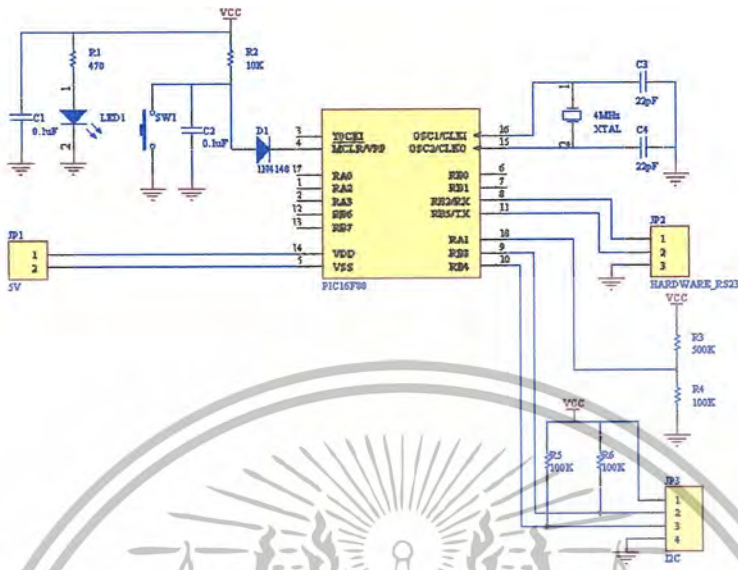


รูปที่ 2.48 Accelerometer module

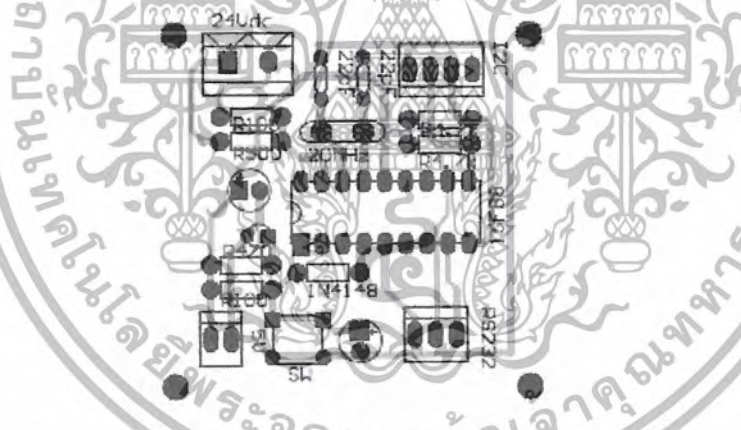
รูปที่ 2.49 การติดตั้ง Accelerometer module

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สี่นั้นจะทำหน้าที่วัดระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่และอ่านค่าความเอียงจากโมดูลวัดความเอียงเพื่อนำค่าต่างๆมาเก็บไว้ เพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ด เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดร้องขอค่ามา เพื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่และความเอียงของตัวรถไปประมวลผลต่อไป ซึ่งการออกแบบวงจรเป็นดังรูปที่ 2.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

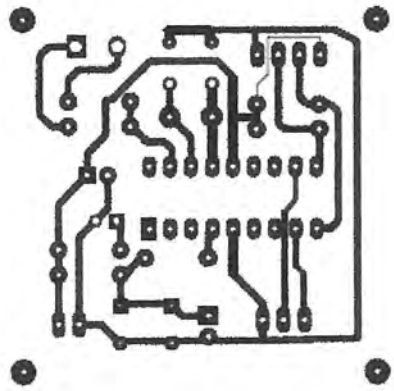


รูปที่ 2.50 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 4



รูปที่ 2.51 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



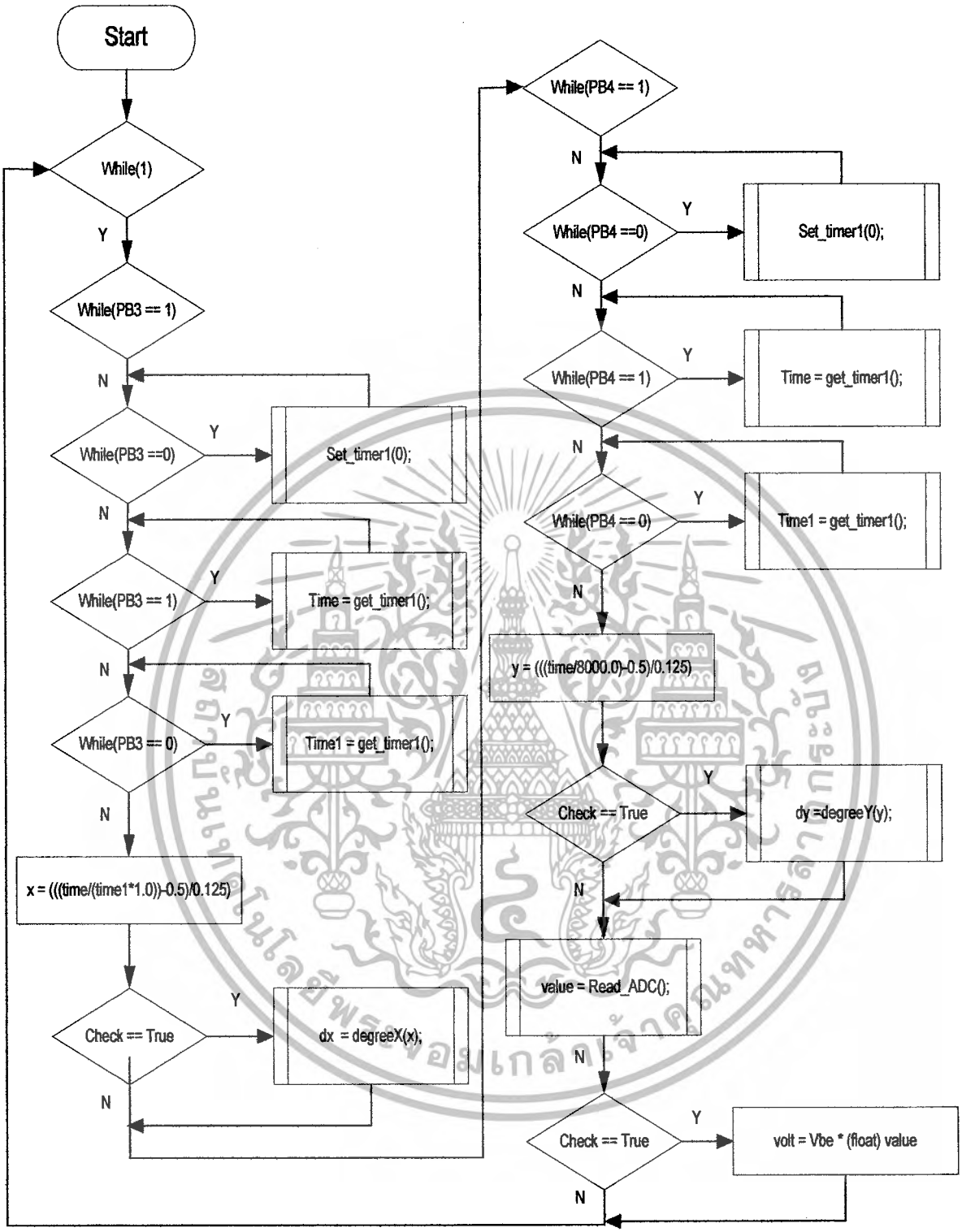
รูปที่ 2.52 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 4

รูปที่ 2.53 แผ่น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 4

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์สี่จะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 โดย JP2 (HARDWARE_RS232) ต่อเข้ากับ JP7 (RS232_PORT4) ของ Switch Port RS232 ตัวที่หนึ่ง การวัดระดับแรงดันไฟฟ้านั้นจะใช้คุณสมบัติภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งสามารถวัดได้สูงสุดห้าโวลต์จึงต้องมีวงจรแบ่งแรงดันด้วย

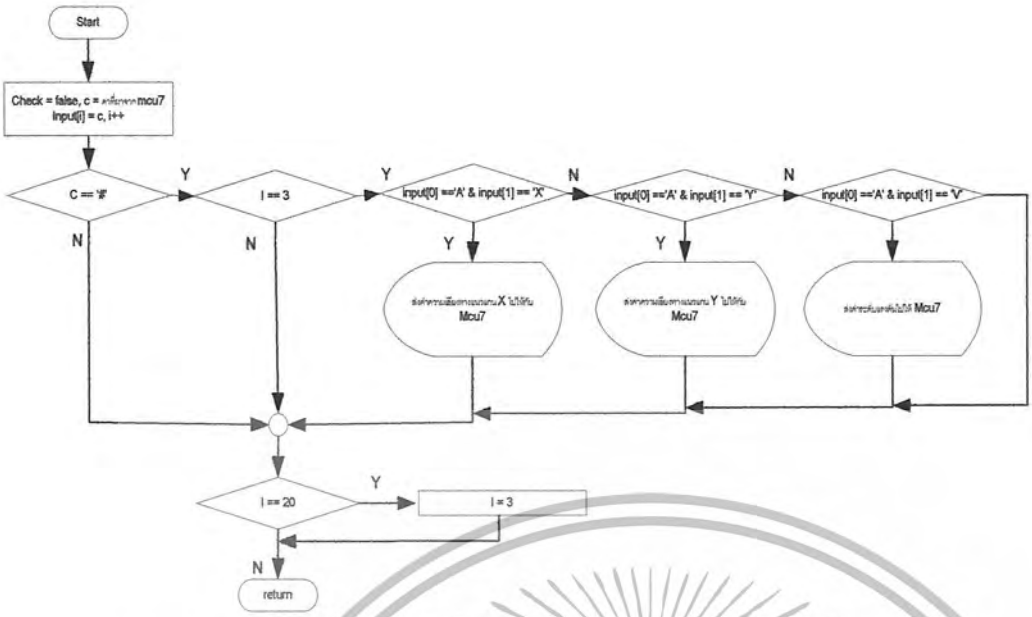
ซึ่งจากวงจรแบ่งแรงดันที่ออกแบบนี้จะทำการลดแรงดันจาก 30V เป็น 5V ดังนั้นถ้าแรงดันสูงเกิน 30V จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สี่เกิดความเสียหายได้ ส่วนในการวัดความเอียงใช้การเชื่อมต่อกับโมดูลวัดความเอียงโดยใช้สายสัญญาณสองเส้นซึ่งค่าที่ออกมาจะเป็นความกว้างพัลซ์แปรผันกับความเอียง โดยที่โมดูลวัดความเอียงต่อที่ JP3 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สี่ ส่วน JP1 (5V) ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอรสี่นั้นต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยจะมี Flowchart การทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สี่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.54 Flowchart การทำงานฟังก์ชันหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



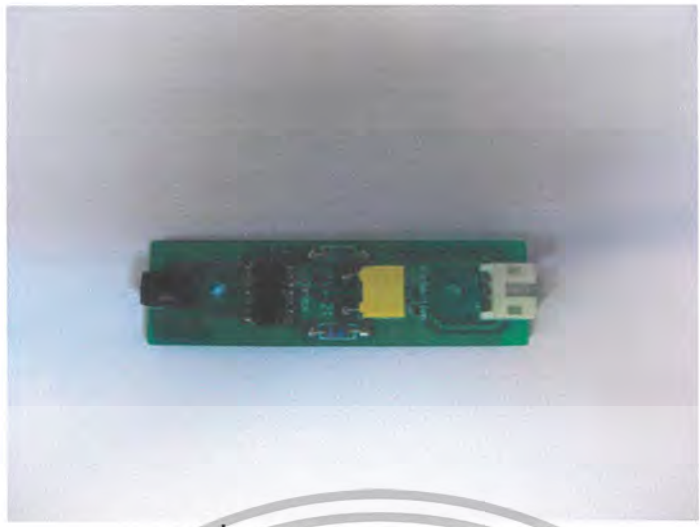
รูปที่ 2.55 การทำงานฟังก์ชั่น rs232_isr() ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 4

2.4.5 Encoder module

โมดูล Encoder ใช้ในการวัดระยะทางของเส้นทางที่รถไร้คนขับนั้นเคลื่อนที่ได้รวมถึงถูกนำมาใช้เพื่อหาความเร็วในการหาอัตราของแรงเบรกของรถไร้คนขับที่เกิดขึ้นด้วย ค่าที่ส่งออกมาจะเป็นพัลซ์ ซึ่งพัลซ์ที่จะถูกสร้างขึ้นใน 1 รอบของล้ออยู่ที่ 9 พัลซ์

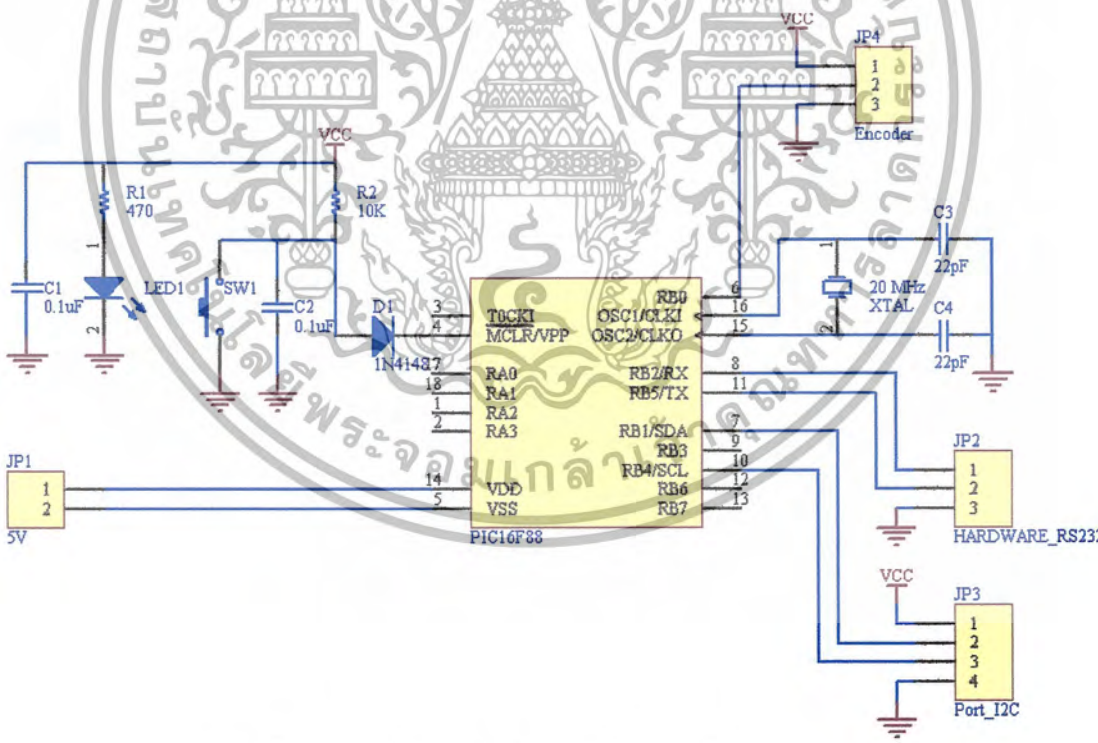
รูปที่ 2.56 การติดตั้ง Encoder module บริเวณล้อหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



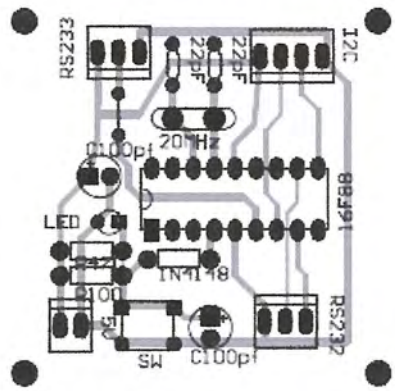
รูปที่ 2.57 Encoder module

ไมโครคอนโทรลเลอร์ห้านั้น ทำหน้าวัดระยะทางที่รถเคลื่อนที่ไปมาเก็บไว้ เพื่อรอทำการส่งให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ด เมื่อมีการร้องขอค่ามา เพื่อนำค่าระยะทางที่รถเคลื่อนที่ไปนี้มาประมวลผลต่อไป

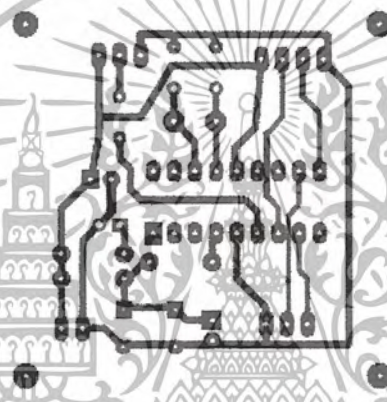


รูปที่ 2.58 วงจรในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.59 การวางอุปกรณ์บนลายวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5



รูปที่ 2.60 ลายปริ้น PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5

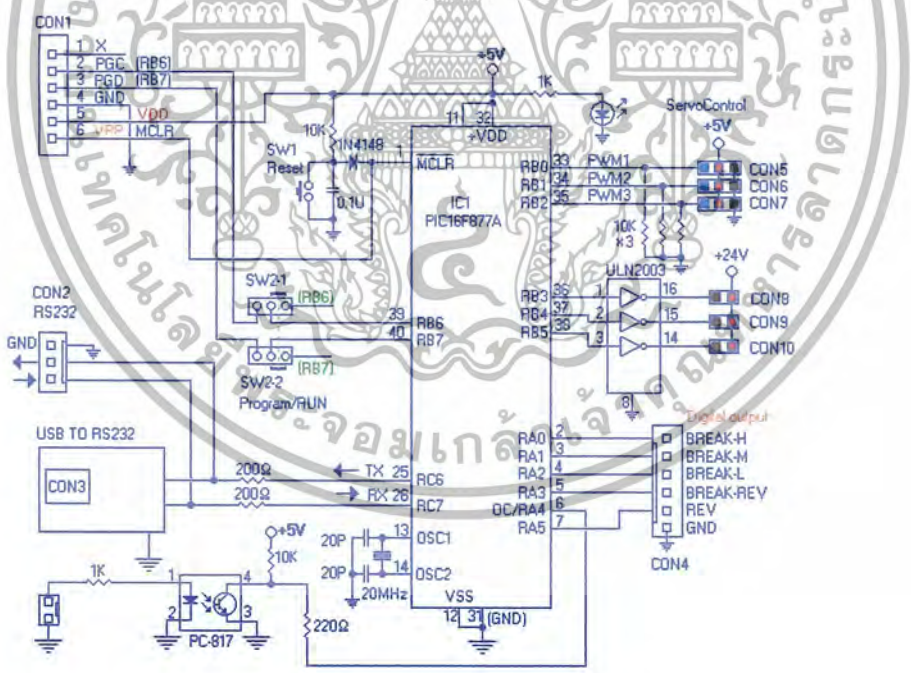
รูปที่ 2.61 PCB ในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5 ที่ลงตัวอุปกรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรในส่วนนี้นั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ห้าจะสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดผ่านมาตราฐาน RS232 หรือผ่านมาตรฐาน I2C ก็ได้ซึ่งวงจรส่วนนี้ได้ออกแบบไว้ด้วย การวัดระยะทางไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนนี้รับสัญญาณพัลซ์จาก Encoder ซึ่งจะมีสัญญาณพัลซ์ออกมาเมื่อล้อรถมีการเคลื่อนที่วงจรในส่วนนี้จึงมีการต่อรับสัญญาณจาก Encoder เพียงหนึ่งเส้นเท่านั้น

2.5 ส่วนระบบควบคุม (Hardware Control)

การออกแบบวงจรควบคุมผู้ออกแบบกำหนดให้ใช้ PIC16F877 ในการควบคุมเพราะด้วยจำนวนขาและคุณสมบัติที่เพียงพอสามารถไร้คนขับที่จะนำมาประมวลผลสัญญาณที่ได้รับได้อย่างมีประสิทธิภาพพอร์ต B0-B2 ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM (PWM:Pulse-width modulation) โดยที่ RB0 เป็นระบบหยุดฉุกเฉิน RB1 เป็นการควบคุมความเร็วซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป ส่วน RB2 เป็นการควบคุมทิศทาง พอร์ต A0-A3,A5 ทำหน้าที่ควบคุมระดับการหยุดรถไร้คนขับ CON1 เป็นอินพุตโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ CON2 และ CON3 เป็นช่องทางการสื่อสารแบบอนุกรมใช้คอยตรวจสอบคำสั่งการควบคุมทิศทางรถไร้คนขับจากส่วนตัดสินใจหรือไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่เจ็ด



รูปที่ 2.62 วงจรส่วนเชื่อมต่อของอุปกรณ์วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดโปโตคอลการสื่อสารระหว่างส่วนการควบคุมและส่วนตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเป็นการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดที่ทำหน้าที่ประมวลผลและตัดสินใจการทำงาน กับไมโครคอนโทรลเลอร์แปดซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อนและส่งสัญญาณควบคุมระบบเบรก นั้นมีรูปแบบการส่งข้อมูลในการสื่อสารดังนี้

Packet format <SOH> AA CC DD <EOT> ขนาด 5 byte

โดยในการสื่อสารเชื่อมต่อผ่านมาตรฐาน RS232 Baud rate 9600 No parity 8 Stop bit 1 ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ทำการติดต่อสื่อสาร และการให้เริ่มต้น Packet format และสิ้นสุด Packet format เป็นดังนี้

<S0H> คือการส่ง 01 ในรูปแบบฐาน 16

<EOT> คือการส่ง 04 ในรูปแบบฐาน 16

การที่กำหนดส่วนเริ่มต้นและสิ้นสุด Packet format นั้นเพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางสามารถจับและตรวจสอบการสิ้นสุดเฟรมข้อมูลได้ โดยมีรายละเอียดภายใน Packet format นั้นเป็นดังนี้

AA: Address 00 – FF

CC: Command 01 = read, 02 = write

DD: Data มีค่าตั้วแต่ 00 – FF

โดยส่วนของ Address มีการกำหนดความหมาย ที่ใช้ดังนี้

00: hand shank

01: L/R เลี้ยวซ้ายขวา

02: Speed

03: Brake High

04: Brake Mediem

05: Brake Low

06: ปล่อย Brake

07: ถอยหลัง

08: Light Left

09: Light Brake

0A: Light Right

0B: Fuzzy Brake

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address 00 Hand shake

มีการส่งข้อมูลดังนี้ 01 00 00 00 04 ในการทำ Hand shake

Address 01 L/R เลี้ยวซ้ายขวา

ปรับจุดกึ่งกลางหน้ารถ ทำการส่ง 01 01 02 80 04 ส่วนในการเลี้ยวขวาสุดส่ง 01 01 02 FF 04 ซึ่งจะเลี้ยวไปทางขวา 80 องศา และในการเลี้ยวซ้ายสุดก็จะส่ง 01 01 02 00 04 ซึ่งจะเลี้ยวไปทางซ้าย 80 องศา

Address 01 Speed

เป็นการสั่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไปข้างหน้าโดยส่ง 01 02 02 00 04 จะเป็นการกำหนดความเร็วที่ 0 รถจะไม่มีการเคลื่อนที่ ถ้าส่ง 01 02 02 FF 04 รถจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุด ระดับความเร็วกำหนดในส่วนของ DATA มีระดับความเร็วตั้งแต่ 00 – FF

Address 03 Brake High

เบรกในระดับสูงสุดส่ง 01 03 02 FF 04

Address 04 Brake Medium

เบรกในระดับกลางส่ง 01 04 02 FF 04

Address 05 Brake Low

เบรกในระดับต่ำสุดส่ง 01 05 02 FF 04

Address 06 ปล่อย Brake

มีการส่งข้อมูลดังนี้ 01 06 02 FF 04

Address 07 Rev ถอยหลัง

เป็นการสั่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไปข้างหลังโดยส่ง 01 07 02 00 04 จะเป็นการกำหนดความเร็วที่ 0 รถจะไม่มีการเคลื่อนที่ ถ้าส่ง 01 02 02 FF 04 รถจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุด ระดับความเร็วกำหนดในส่วนของ DATA มีระดับความเร็วตั้งแต่ 00 – FF

Address 08 Light Left

สั่งควบคุมให้ไฟเลี้ยวด้านซ้ายติด โดยส่ง 01 08 02 FF 04 สั่งควบคุมให้ไฟเลี้ยวด้านซ้ายดับ โดยส่ง 01 08 02 00 04

Address 09 Light Brake

สั่งควบคุมให้ไฟเบรกติด โดยส่ง 01 08 02 FF 04 สั่งควบคุมให้ไฟเบรกดับ โดยส่ง 01 08 02 00 04

Address 0A Light Right

สั่งควบคุมให้ไฟเลี้ยวด้านขวาติด โดยส่ง 01 08 02 FF 04 สั่งควบคุมให้ไฟเลี้ยวด้านขวาดับ โดยส่ง 01 08 02 00 04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address 0B Fuzzy Brake

สั่งควบคุมให้มีการเบรก โดยส่ง 01 0B 02 DD 04 โดยที่ DD คือระยะที่ต้องการให้รถหยุด สนิท มีหน่วยเป็นเมตร

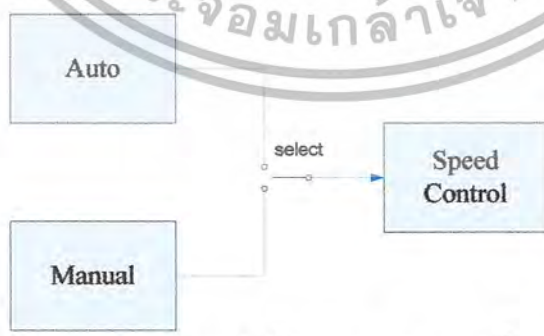
รวมถึงมีการส่งคำสั่งพิเศษที่กำหนดขึ้นมาในกรณีฉุกเฉินหรือไม่รู้ว่ามีคำสั่งใดค้างอยู่ มีอยู่ สองคือ 01 FF 99 00 04 รถจะหยุดการทำงานทั้งหมดแต่รถยังเลี้ยวอยู่ และ 01 FF 98 00 04 รถจะหยุดการทำงานทั้งหมดพร้อมกับควบคุมมุมเลี้ยวของรถให้ตรง

2.6 ระบบความเร็ว

จะเป็นการการควบคุมความเร็วมอเตอร์ 24 V แบบทิศทางเดียว

รูปที่ 2.63 มอเตอร์ขนาด 24V ที่ใช้ขับเคลื่อนจักรยานไฟฟ้าขนาด 250W

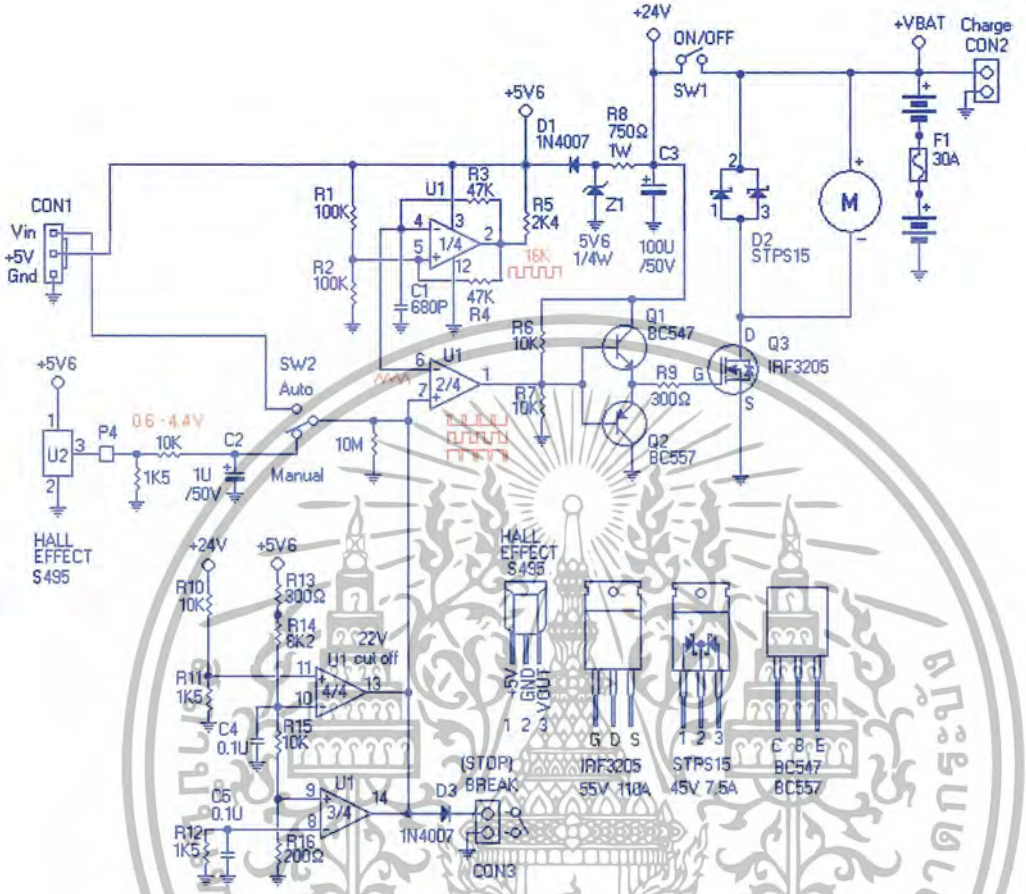
ซึ่งมีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์เป็น 2 ภาคคือการขับเคลื่อนโดยการสั่งงานทางไมโครคอนโทรลเลอร์และโดยการหมุนคันบิดของแฮนจับ



รูปที่ 2.64 รูปแบบการควบคุมความเร็วด้วยระบบ Manual หรือแบบระบบ Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.64 จะแสดงรูปแบบการควบคุมความเร็วโดยที่ระบบ Manual จะเป็นการบังคับด้วยแฮนมือและระบบ Auto จะเป็นการบังคับผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.65 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์

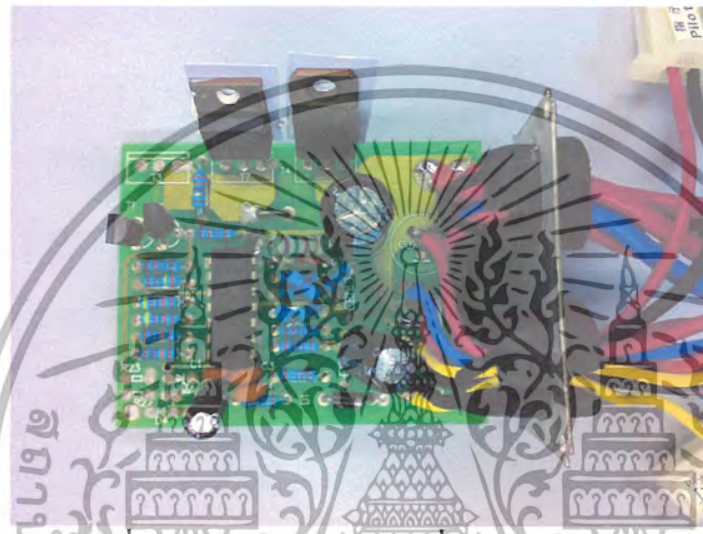
2.6.1 การทำงานของวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์

การทำงานของระบบ Manual เมื่อ U1-1 ทำหาที่กำเนิดสัญญาณ 16 KHz เมื่อด้วยการบิดคันเร่ง คันบังคับจักรยานทำให้ Hall Effect ทำงาน แรงดันที่ได้จะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มสนามแม่เหล็กที่ได้รับจะให้ เอาต์พุต 0.6-4.4V ร่วมกับ U1-2 ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยมที่ได้มาจาก U1-1 เข้ามาทางขา 6 กับระดับแรงดันที่ขา 7 จะทำให้เกิดแรงดันที่เป็นแบบ PWM ออกมาทางขา 1 เพื่อเข้าวงจรขับมอเตอร์ Q1 Q2และQ3 ส่วน D2 ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับ ส่วน U1-3 และ U1-4 ทำหน้าที่ตัดการทำงานเมื่อแรงดันต่ำกว่า 22 V

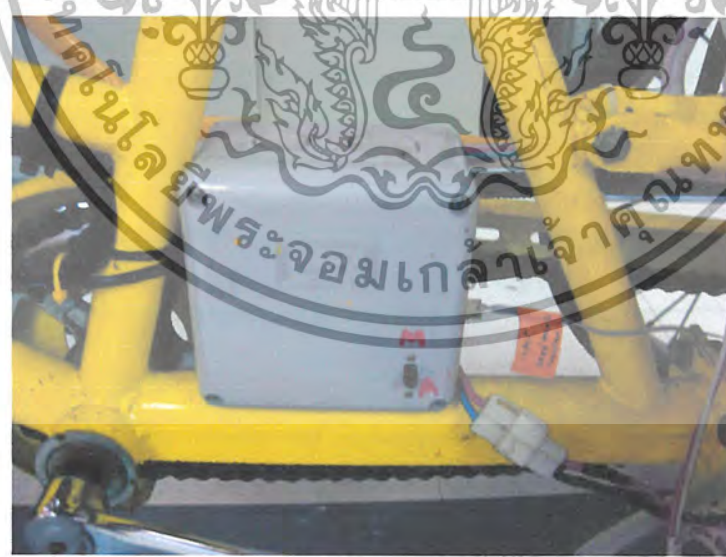
การทำงานของระบบ AUTO เหมือนกับของระบบ Manual แต่จะแตกต่างกันที่ไม่ใช้แรงดันจาก Hall Effect โดยใช้วงจรภาค PWM To Voltage เพื่อแปลงจากสัญญาณ PWM เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดัน 0.3-4.3 VDC มีหลักการทำงานดังนี้ คอนเน็คเตอร์ J1 เลือกว่าจะใช้แรงจ่ายไฟจากคอนเน็คเตอร์ด้านใด สัญญาณ PWM ที่ได้จะถูกแยก Input ด้วย U1 แล้วส่งต่อสัญญาณที่ได้ให้กับ U2-1ที่ขา 2 กับขา 1 ทำหน้าที่เป็น Buffer แบบ Inverter และเอาต์พุตที่ขา 3 จะต่อกับ VR1+R3,C1 ทำหน้าที่เป็นวงจร mono stable เพื่อกำเนิดสัญญาณเปรียบเทียบ U2-1 ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณที่ได้จาก Mono Stable และอินพุตผลที่ได้ (Pulse width error) จะเปลี่ยนเป็นแรงดันโดยผ่าน Q1 ออกมาทางขา 1 ของ CON2 ตามรูปที่ 2.65 โหมด Manual input จะรับแรงดันที่ได้จากเอาต์พุต HALL EFFECT (U2) แรงดันที่ได้จะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มสนามแม่เหล็กที่ได้รับ



รูปที่ 2.66 วงจรควบคุมความเร็วที่ลงแผ่น PCB แล้ว

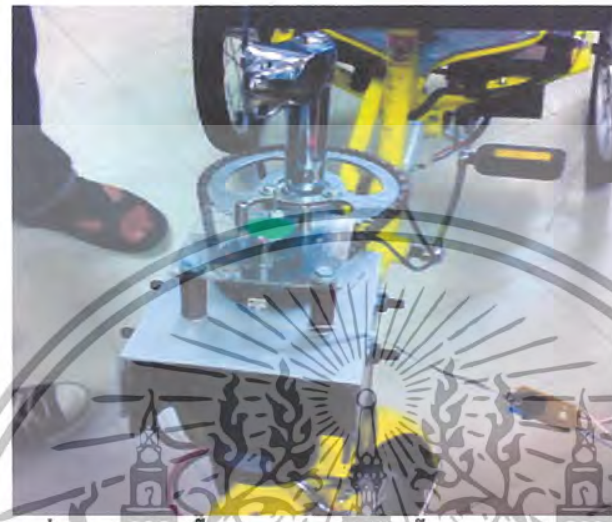


รูปที่ 2.67 กล่องสวิทซ์สำหรับเลือกเป็นแบบ Auto หรือแบบ Manual

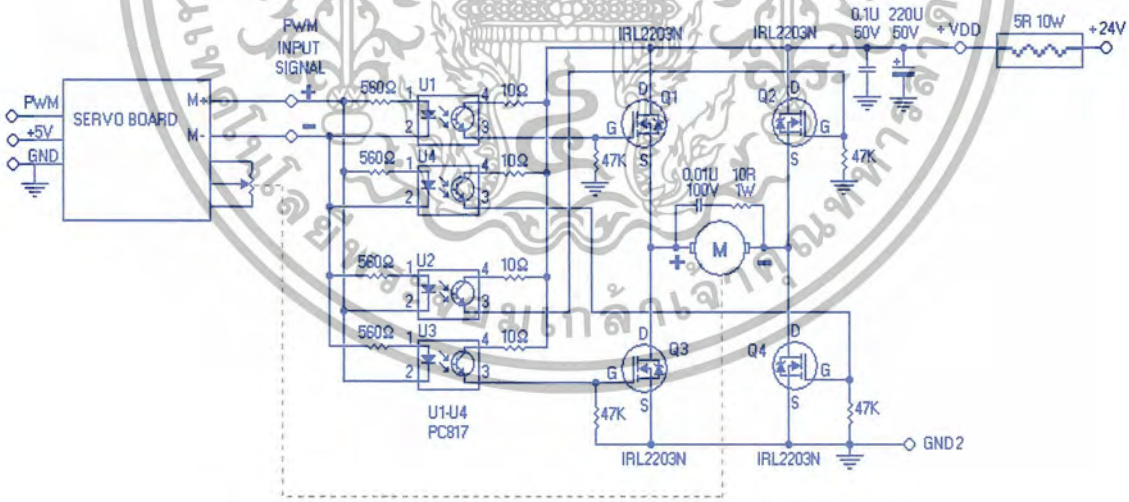
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบเลี้ยว

ในระบบเลี้ยวในรถไร้คนขับนั้นได้ใช้มอเตอร์เกียร์เพื่อขับการหมุนซึ่งได้เลือกมอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบต่ำแต่อัตราการทดสูง และจะมีวงจร Servo driver เพื่อเพิ่มแรงขับให้กับ Servo เพื่อที่สามารถนำไปใช้กับงานที่ต้องการแรงบิดสูงได้

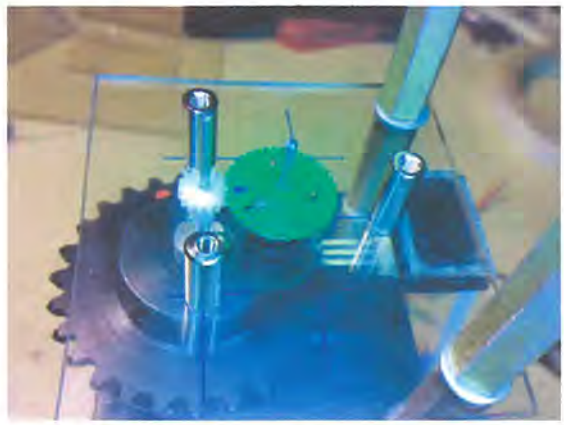


รูปที่ 2.68 การติดตั้ง Servo การบังคับเลี้ยวของรถไร้คนขับ



รูปที่ 2.69 วงจร Servo driver ในการบังคับเลี้ยวของรถไร้คนขับ

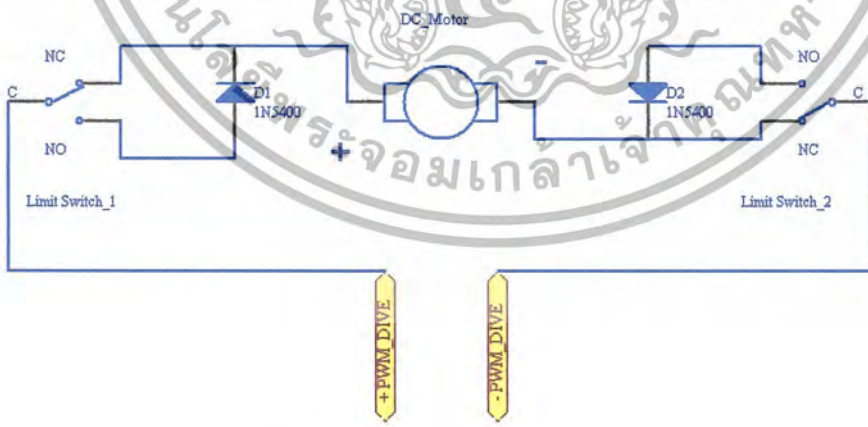
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.70 การประกอบเฟืองเพื่อทดระยะในช่วงการเลี้ยวที่ต้องการ

ซึ่งมีวงจรป้องกันการกระชากขององศาเลี้ยวในรถไร้คนขับ ในการเลี้ยวที่มีมุมในการองศา หักเลี้ยวมากเกินไปนั้นจะทำให้ส่วนที่เป็นค่าความต้านทานที่ควบคุมการหมุนในแกน Servo นั้น ขาดลงจึงจำเป็นต้องมีวงจร Limit Switch Motor ที่ช่วยป้องกันไม่ให้องศาการหมุนของมอเตอร์หมุนเกินกำหนด

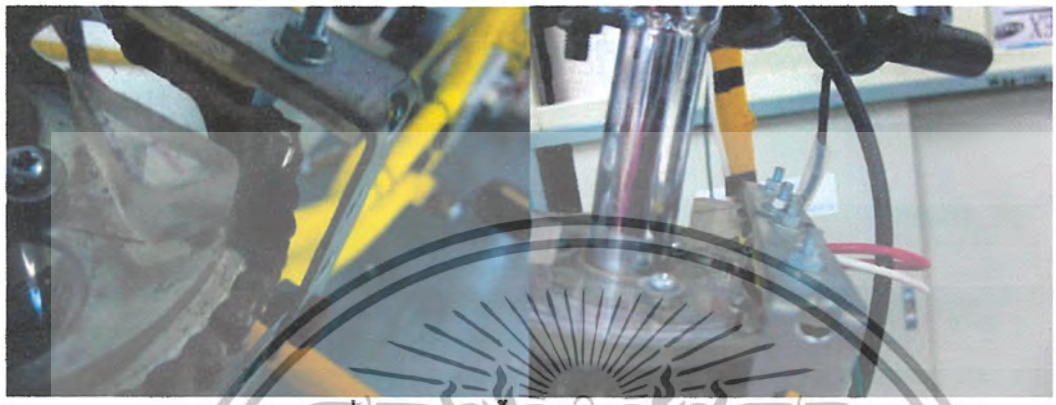
วงจร Limit Switch Motor ออกแบบมาเพื่อป้องกันไม่ให้องศาหมุนมอเตอร์หมุนเกินกว่ากำหนดซึ่งจะทำให้สามารถป้องกันการเสียหายที่ตัวเซอร์โวมอเตอร์ (Servo) ที่เราสร้างเนื่องจากแรงหมุนของมอเตอร์สามารถทำให้ตัวต้านทานป้อนกลับ ทำหน้าที่ป้อนสัญญาณเอาต์พุตกลับเข้ามาในวงจรเสียหายอย่างรุนแรงจนไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของการหมุนมอเตอร์หน่วงของการหมุนมอเตอร์



รูปที่ 2.71 วงจร Limit Switch Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

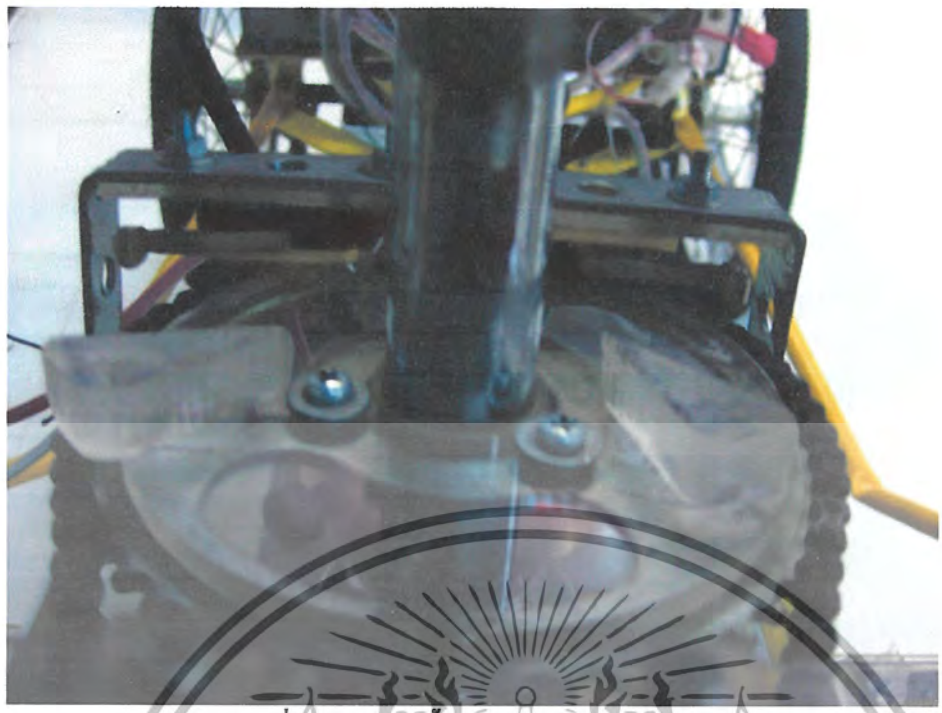
หลักการทำงานของวงจรคือเมื่อมอเตอร์หมุนเกินกว่าองศาที่กำหนดทำให้แกนหมุนของมอเตอร์ไปชน Limit switch ระหว่างขา NC กับขา NO มีไดโอด 1N4500 ช่วยในการตัดต่อกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์หมุนในช่วงที่องศากำหนดได้ซึ่งใช้กับมอเตอร์ควบคุมระบบเลี้ยวและมอเตอร์ระบบเบรก ตามรูปที่ 2.72



รูปที่ 2.72 การติดตั้ง Limit Switch Motor

รูปที่ 2.73 การติดตั้ง Limit switch ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.74 การติดตั้ง Limit switch ด้านหน้า

2.8 ระบบเบรก

ระบบเบรกใช้สัญญาณ PWM จากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมระดับการเบรกซึ่งค่า PWM ที่ได้จะอยู่ในช่วง 1 ms ถึง 1.7 ms จากระยะเบรกที่ต่ำสุดไปยังระยะเบรกมากที่สุดตามลำดับ

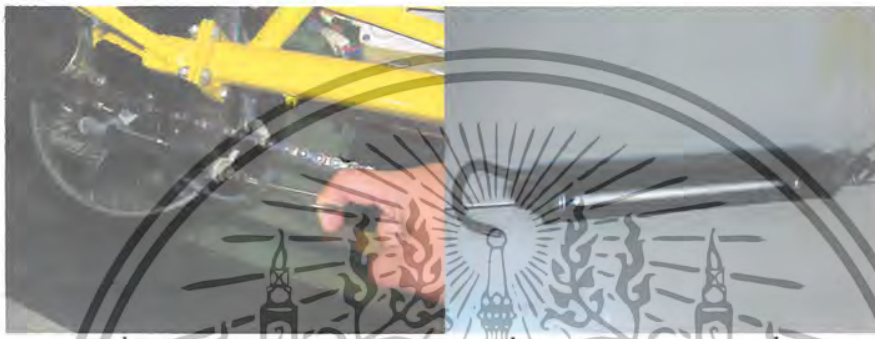
รูปที่ 2.75 การติดตั้งเบรกภายใต้รถบริเวณล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างระบบเบรกในส่วนของกลไกที่ใช้ในการเบรกของจักรยานสามล้อไฟฟ้า เราใช้ Servo Motor เพราะว่าเราสามารถปรับองศาการหมุนของมอเตอร์โดยการป้อนสัญญาณพัลส์ PWM เพื่อดึงเบรกของจักรยานสามล้อไฟฟ้า แต่เซอร์โวมอเตอร์ (Servo) ที่มีขายในท้องตลาดนั้นแกนหมุนของมอเตอร์มีโครงสร้างที่ไม่อำนวย (แกนกลางเป็นพลาสติก) จึงต้องสร้างเซอร์โวมอเตอร์ (Servo) ขึ้นใช้เองโดยใช้ DC เกียร์มอเตอร์ (DC gear) แทนเซอร์โวมอเตอร์ (Servo)

2.8.1 ขั้นตอนการปรับแต่งมอเตอร์เบรกให้ปรับแรงเบรกได้

- หาแรงดึงของเบรกโดยวัดจากตาชั่งสปริงแบบชนิดตะขอเกี่ยวตามตารางที่ 2.1



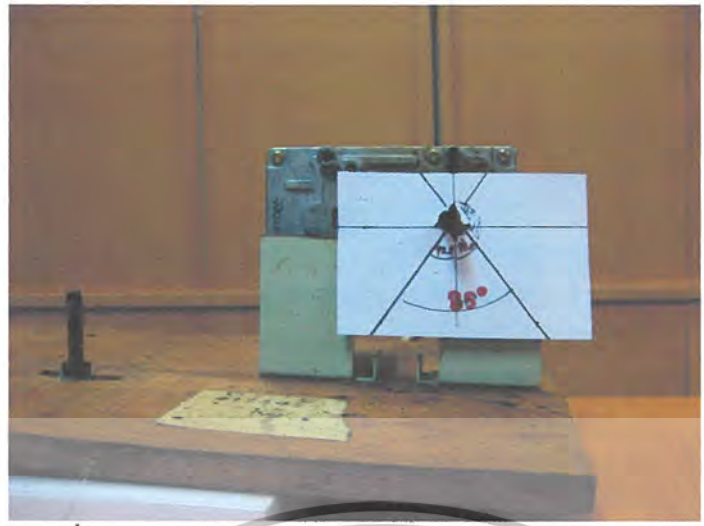
รูปที่ 2.76 การหาแรงดึงของเบรกจากตาชั่งสปริงแบบชนิดตะขอเกี่ยว

ตารางที่ 2.1 ผลการวัดแรงดึงของเบรกจากตาชั่งสปริงแบบชนิดตะขอเกี่ยว

แรงดึงหน่วยเป็นกิโลเมตร	ผลการตอบสนองของล้อที่ทำการเบรก
0-4 Kg	ยังไม่เริ่มเบรก
5 kg	เริ่มเบรก
6-9 Kg	ทำการเบรก
10 kg	ล้อล็อก

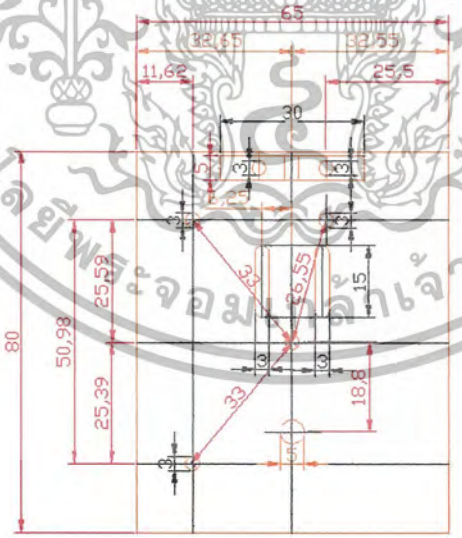
- ได้เลือกมอเตอร์ที่ใช้งานเป็นดีซี เกียร์มอเตอร์เพราะมีโครงสร้างที่แข็งแรง Motor Gear DC 12 - 24V ,150 RPMและมีอัตราทดของเกียร์อยู่ที่ 1:80 แรงบิดสูงมาก โครงสร้าง เป็นโลหะ ทั้งหมด แข็งแรงทนทานน้ำหนักไม่เกิน 30 Kg สามารถใช้สร้างเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เบรกได้ และหาองศาของ DC เกียร์มอเตอร์ที่ใช้ในการเบรกในที่นี้ใช้ระยะเบรกจริงเป็นมุม 85 องศา ในการดึงเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



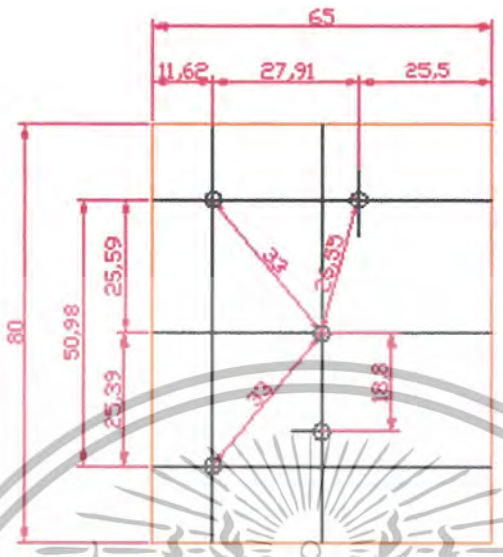
รูปที่ 2.77 การวัดองศาการหมุนในช่วงของมอเตอร์เบรก

- การคำนวณอัตราส่วนในการทดเฟืองระหว่างมอเตอร์กับตัวต้านทานป้อนกลับ ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่สัมพันธ์กันในองศาการหมุนของมอเตอร์ส่วนด้วยองศาการหมุนตัวต้านทานป้อนกลับจะได้เท่ากับจำนวนเฟืองของมอเตอร์ส่วนด้วยจำนวนเฟืองของตัวต้านทานป้อนกลับ เป็น 85/120 เพราะฉะนั้นอัตราส่วน 3:4 จึงเป็นอัตราส่วนในการทดเฟือง
- ทำการออกแบบกลไลการทดเฟือง โดยใช้อะคิลิกใส่ตามแบบ



รูปที่ 2.78 แผ่นเฟรมเบรกอะคิลิกใส A ตามขนาดจริง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

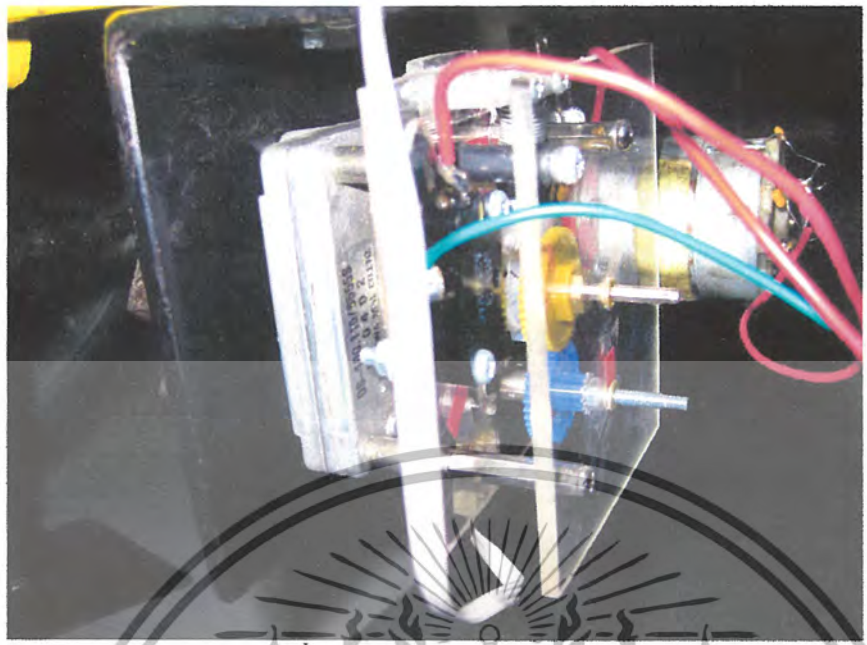
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



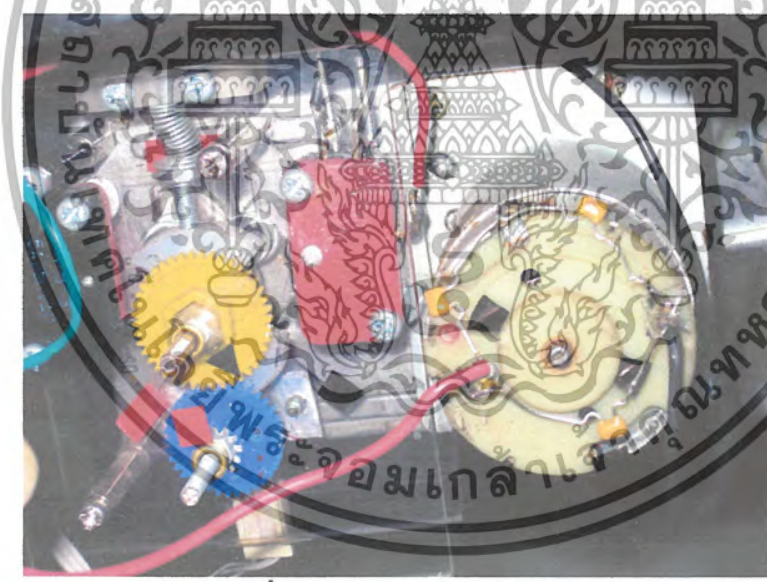
รูปที่ 2.79 แผ่นเฟรมแบรกอะคิลิกใส B ตามขนาดจริง มีหน่วยมิลลิเมตร

รูปที่ 2.80 ขนาดของพลาสติกป้องกันการหมุนเกินของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



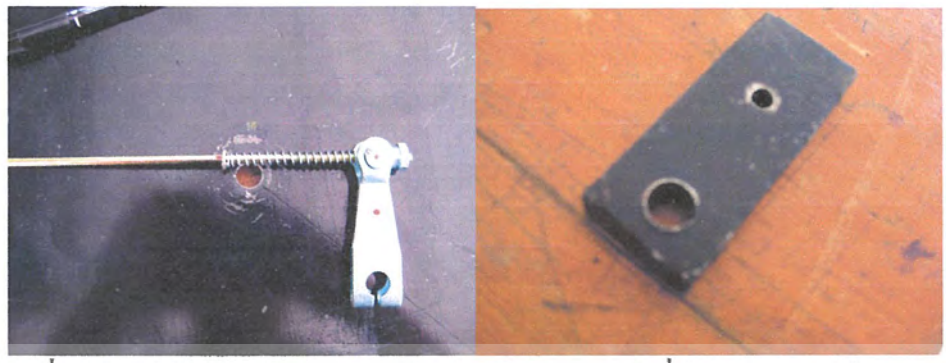
รูปที่ 2.81 หลังประกอบเสร็จแล้ว



รูปที่ 2.82 การวางอุปกรณ์ภายใน

- ขั้นตอนต่อไปทำในส่วนของแกนคันชักเบรก ที่เลือกใช้นั้นต้องการที่จะต้องปรับตั้งระยะการเบรกได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้อะไหล่สายตั้งเบรกแบบมอเตอร์ไซต์มาปรับเพิ่มเติม โดยการตัดเหล็กเป็นระยะตามที่ออกแบบและประกอบเป็นโมเดลด้วยวิธีเชื่อมแบบไฟฟ้า

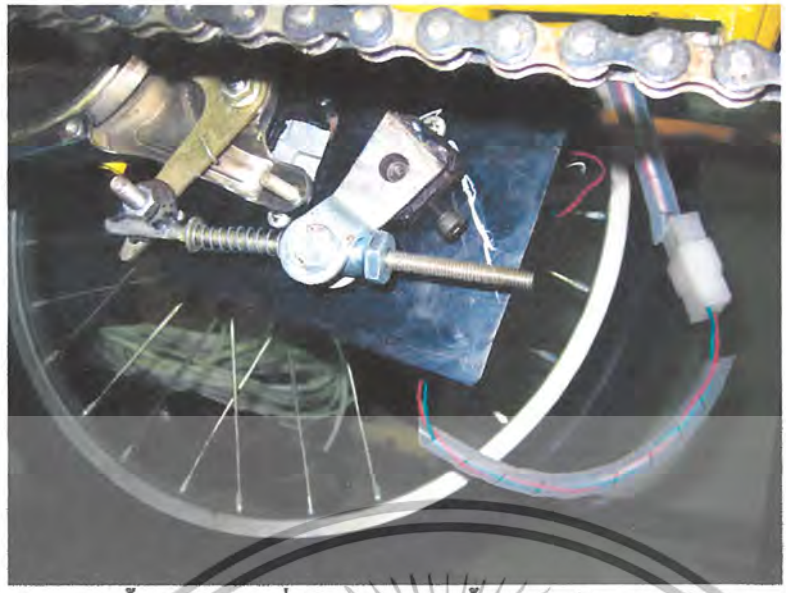
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.83 เหล็กคันชักเบรกก่อนการปรับแต่ง (ซ้าย) และเหล็กที่ล็อคแกนมอเตอร์โดยใช้น็อตล็อก (ขวา)

รูปที่ 2.84 การออกแบบเหล็กคันชักที่สามารถตั้งระยะเบรกได้ด้วยเกลียวฉุดตัด

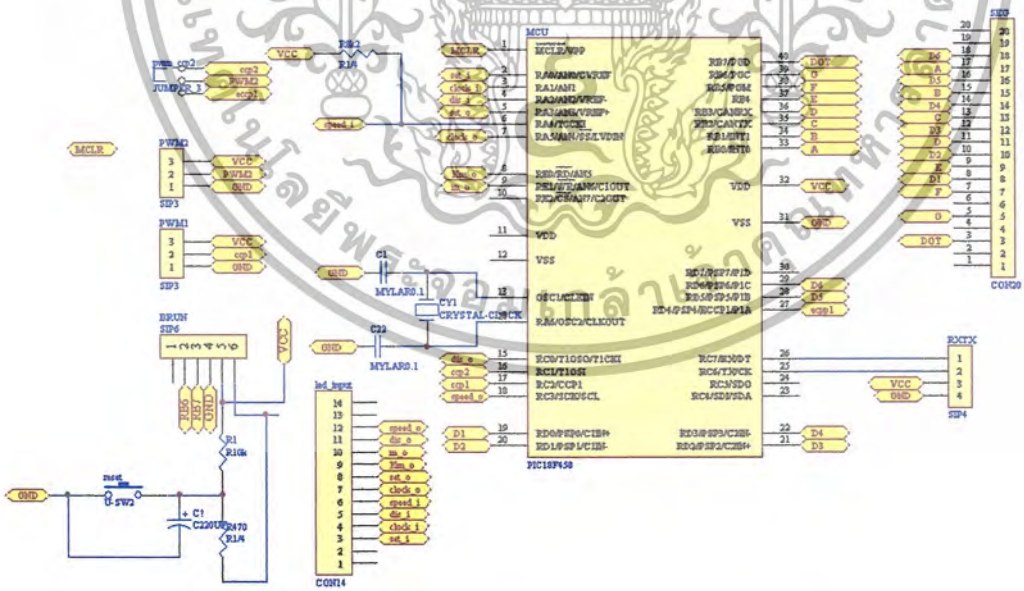
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.85 การติดตั้งเหล็กดันชักที่ปรับแต่งและติดตั้งกับเซอร์โวมอเตอร์ของระบบเบรก

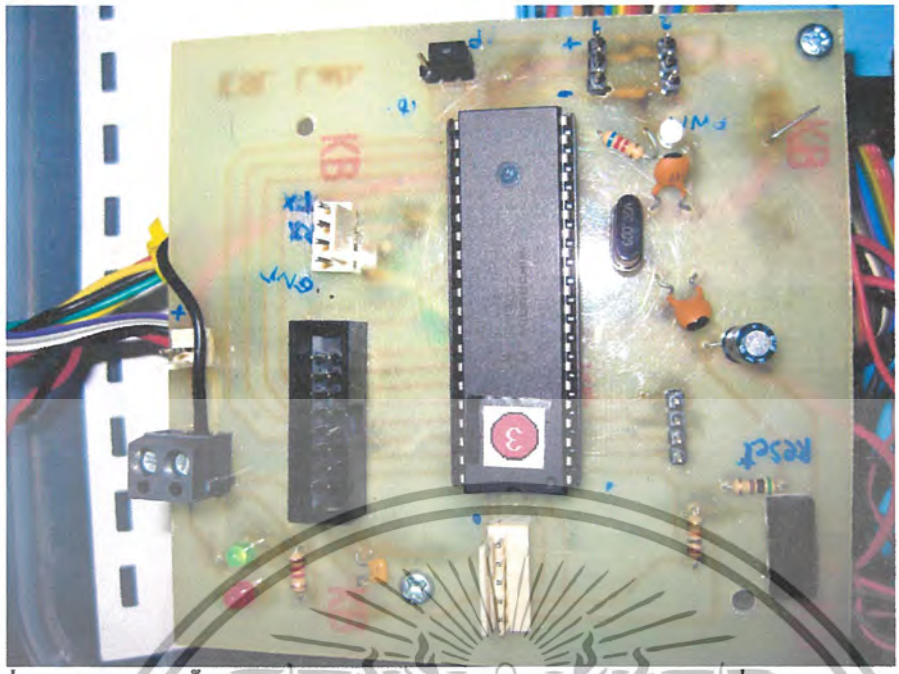
2.8.2 การควบคุมการเบรก

ในการควบคุมการเบรกนั้นใช้ทฤษฎีฟัซซี่ ลอจิกจึงจำเป็นต้องมีการประมวลผลที่ค่อนข้างสูงในการคำนวณค่าของแรงเบรกที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงความเร็วภายในช่วงเวลาต่างๆ ดังนั้นจึงมีการแยกส่วนในการควบคุมการสั่งเบรก ซึ่งวงจรที่ใช้เพื่อควบคุมการเบรกและแสดงผลความเร็วดังรูปที่ 2.86

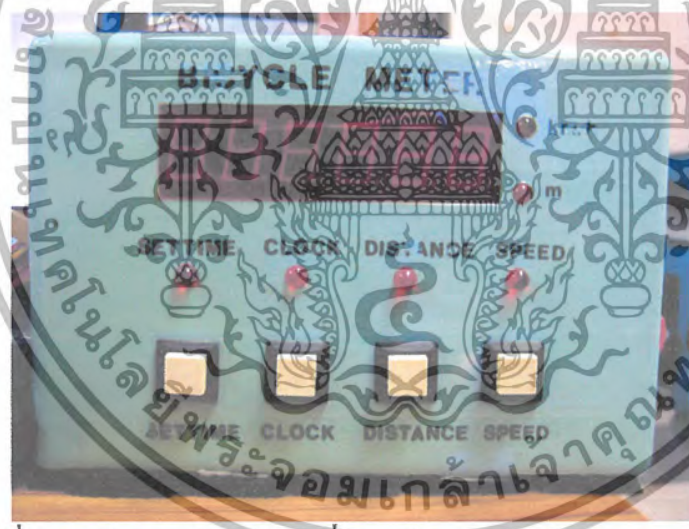


รูปที่ 2.86 วงจรควบคุมการเบรกและแสดงผลความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.87 แผ่นลายปริ้นลายวงจรควบคุมการเบรกและแสดงผลความเร็วที่ลงตัวอุปกรณ์แล้ว



รูปที่ 2.88 กล่องควบคุมความเร็วที่แสดงข้อมูลความเร็วและระยะทางได้

ในการควบคุมเราจะใช้สัญญาณพัลซ์ที่สร้างมาจากการแบ่งช่วงเวลาของ Timer1 เพื่อควบคุมการเบรก ซึ่งจะมีช่วงในการ cutoff ของเวลาในแต่ละช่วงสัญญาณทีไมโครคอนโทรลเลอร์ตีความนั้นอยู่ที่ 16 ms แต่ช่วงการเบรกจากต่ำสุดไปยังค่าเต็มที่ของการเบรกที่พัฒนานั้นอยู่ที่ 1ms ถึง 1.7 ms ซึ่งในทางโปรแกรมเราจะตีความให้อยู่ในอัตราตั้งแต่ 0–100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการเบรกนี้จะแปรผันกันต่อระยะทางและความเร็วของรถ

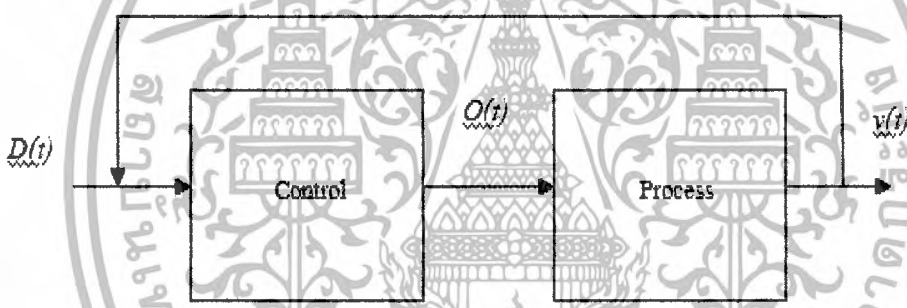
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณหาค่าความเร็ว ณ ขณะนั้นเราจะใช้ Timer0 รวมถึงการแบ่งช่วงเวลาในการแสดงผลที่กล่องแสดงผลด้วย โดยจากรูปที่ 2.88 จะแสดงปุ่มด้านหน้าโดยจะรายละเอียดดังนี้

- **Settime** เป็นปุ่มกดทดสอบการเบรกในช่วงเวลาต่างๆโดยไม่ผ่าน RS232
- **Clock** เป็นปุ่มกดแสดงความเร็วเมตรต่อวินาที
- **Distance** เป็นปุ่มกดแสดงระยะทางที่รถวิ่งมาทั้งหมดโดยคิดหน่วยเป็นเมตร
- **Speed** เป็นปุ่มกดแสดงความเร็วเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.8.3 การออกแบบระบบและกระบวนการเบรกในรถไร้คนขับ

ในการเบรกของรถไร้คนขับนั้นจะแบ่งการเบรกออกเป็น 100 ช่วง หรือ 1 ถึง 100% โดยใช้หลักการของฟัซซี่ลอจิกเข้ามาช่วยในการพิจารณาอัตราของการเบรกนั้น สำหรับเบรกที่ใช้จะหลักการคล้ายดรัมเบรก (Drum brake) แต่แทนที่เราจะไปดันผ้าเบรกให้สัมผัสกับจานเบรกนั้น เราใช้การดึงของดันชักเพื่อให้ผ้าเบรกนั้นสัมผัสกับจานหมุนเพื่อให้ล้อนั้นชะลอและหยุดลงในที่สุด ในการออกแบบโครงสร้างฟัซซี่นั้นเรากำหนดค่าตัวแปรที่นำมาพิจารณาคือ



รูปที่ 2.89 การกำหนดช่วงเปรียบเทียบความเร็ว ระยะของการเบรก และอัตราการเบรกของรถไร้คนขับ

v(t) = ความเร็วของรถไร้คนขับ มีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Km/hr)

D(t) = ระยะที่ต้องการให้รถไร้คนขับนั้นหยุดสนิท มีหน่วยเป็น เมตร (Meter)

O(t) = อัตราการเบรกของรถเทียบเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์ (%)

กฎทางฟัซซี่ ลอจิกเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการหาระยะการเบรก

- ถ้าความเร็วรถช้าและระยะที่ให้เบรกนั้นใกล้ดังนั้นให้อัตราเบรกสูง
- ถ้าความเร็วรถช้าและระยะที่ให้เบรกนั้น กลางดังนั้นให้อัตราเบรกกลาง
- ถ้าความเร็วรถ ช้าและระยะที่ให้เบรกนั้นไกลดังนั้นให้อัตราเบรกกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าความเร็วรถกลางและระยะที่ให้เบรกนั้นใกล้ดังนั้นให้อัตราเบรกกลาง
- ถ้าความเร็วรถกลางและระยะที่ให้เบรกนั้นกลาง ดังนั้นให้อัตราเบรกกลาง
- ถ้าความเร็วรถกลางและระยะที่ให้เบรกนั้นไกล ดังนั้นให้อัตราเบรกน้อย
- ถ้าความเร็วรถสูงและระยะที่ให้เบรกนั้นใกล้ ดังนั้นให้อัตราเบรกสูง
- ถ้าความเร็วรถสูงและระยะที่ให้เบรกนั้นกลาง ดังนั้นให้อัตราเบรกกลาง
- ถ้าความเร็วรถสูงและระยะที่ให้เบรกนั้นไกล ดังนั้นให้อัตราเบรกน้อย

เราจะเอากฎทั้งเหล่านี้เข้ามากระทำในกระบวนการหาความจริงที่เป็นไปได้สูงสุดที่จะเกิดขึ้น สามารถเขียนเป็น Pseudocode code ได้ดังนี้

- ถ้ากฎข้อ i และข้อ j ตรงตามเงื่อนไขคือมีระยะทางและความเร็วที่อยู่ในขอบเขตของกฎนั้น
- นำค่าทั้งสองมาเพื่อกำหนดดีกรีความสำคัญซึ่งดีกรีนี้ขึ้นอยู่กับความสันพันธ์ในฟัซซี่เซตนั้น
- มากระทำการที่เรียกว่าการกระทำการทางฟัซซี่ ซึ่งโดยปกติจะใช้การ AND ในค่าสมาชิก จะทำให้เกิดค่าสมาชิกที่ล้ำกันในขั้นตอนนี้
- นำค่าดีกรีที่น้อยที่สุดนั้นของแต่ละช่วงนั้นมายูเนียนกันที่ผลลัพท์สุดท้าย
- หาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของเซตผลลัพธ์ที่น่าจะเป็น ก็จะได้ค่าผลลัพธ์ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วนำค่านั้นไปใช้งาน
- กระทำตั้งแต่ข้อแรกใหม่ในทุกๆช่วงเวลาที่กำหนด จนกว่าค่าของความเร็วนั้นจะเป็นศูนย์

โครงสร้างกระบวนการการควบคุมและการทำงานของเบรกโดยฟัซซี่ คอนโทรล (Fuzzy control) กฎทางฟัซซี่ ลอจิกเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการหาระยะการเบรกนั้นใช้หลักการแบบ mamdani ในการหาค่าผลเฉลี่ยของน้ำหนักของเซตในค่าสมาชิกของเซตที่เป็นผลลัพท์ โดยซึ่งได้กำหนดช่วงเปรียบเทียบความเร็ว ระยะของการเบรก และอัตราการเบรกของรถไร้คนขับได้ดังนี้

- ความเร็วของรถไร้คนขับ
  - ความเร็วต่ำ = ความเร็วของรถ ณ ขณะนั้น < 7 Km/hr
  - ความเร็วปานกลาง = 6 Km/hr < ความเร็วของรถ ณ ขณะนั้น < 18 Km/hr
  - ความเร็วสูง = 12 Km/hr < ความเร็วของรถ ณ ขณะนั้น
- ระยะของการเบรก
  - ระยะของการเบรกใกล้ = ระยะเบรก < 4 เมตร
  - ระยะของการเบรกกลาง = 2 เมตร < ระยะเบรก < 7 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะของการเบรกไกล = 6 เมตร < ระยะเบรก

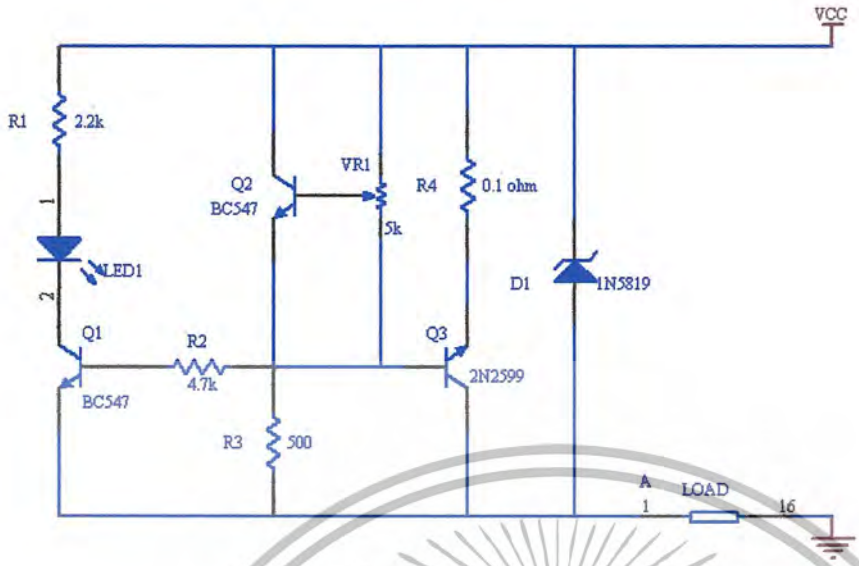
- อัตราการเบรก
  - อัตราการเบรกน้อย = อัตราการเบรก > 40 %
  - อัตราการเบรกปานกลาง = 15% < อัตราการเบรก < 40%
  - อัตราการเบรกสูง = 60 % < อัตราการเบรก

2.8.4 ส่วนการป้องกันในส่วนเบรก

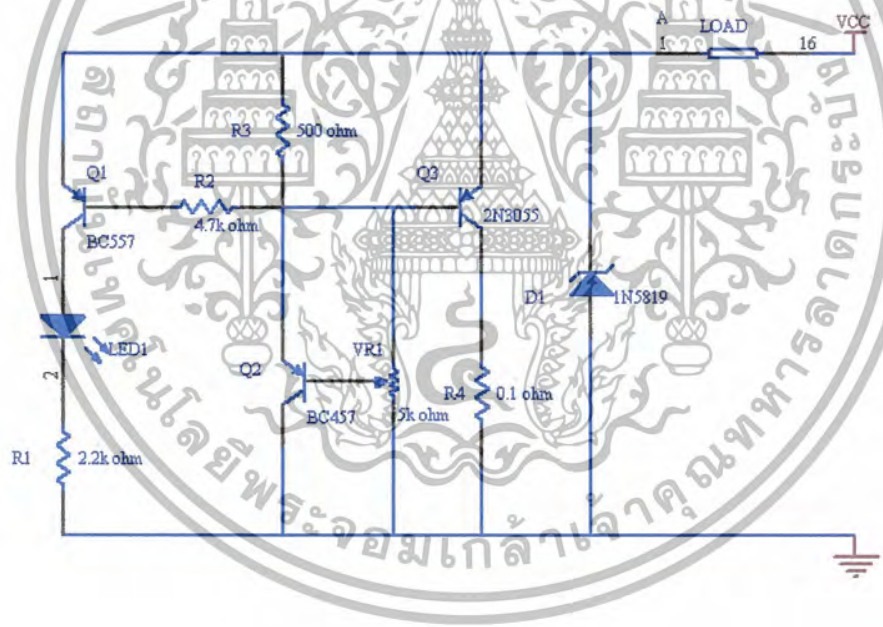
ซึ่งในการทดสอบนั้นมีการการกินกระแสที่สูงจึงต้องมีวงจรที่ช่วยในการควบคุมกระแสเพื่อประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่และไม่ให้ตัวอุปกรณ์เสียหายอันมาจากการความร้อนในตัวอุปกรณ์ที่กินกระแสมากจนเกินไป

วงจร Current Limit ออกแบบมาเพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าของเซอร์โวมอเตอร์เบรกไม่ให้มอเตอร์เกิดความเสียหาย โดยหลักการทำงานของวงจร Current Limit เป็นการควบคุมการไบอัสกระแสของทรานซิสเตอร์จึงทำให้โหลดซึ่งในที่นี้เป็นมอเตอร์สามารถจำกัดแรงบิดของมอเตอร์ (Torque) ที่จะให้ทำให้เกิดแรงดึงในระบบเบรกตัวต้านทาน R4 มีค่า 0.1-0.6 โอม และ VR1 เป็นการปรับไบอัสกระแสให้แรงดันที่ตกคร่อม VR1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1,Q2 ทำงานส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q3 จำกัดกระแสให้โหลดประมาณ 1-5 แอมป์โดย LED1 เป็นตัวแสดงสภาวะการทำงานของวงจร Current Limit สามารถออกแบบ ได้สองรูปแบบ NPN และ PNP ขึ้นอยู่กับลักษณะในการใช้งานของวงจร ซึ่งในรถไร้คนขับจะเลือกแบบ NPN เพราะวงจรนี้เชื่อมต่อโดยตรงกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นกราวด์บริสุทธิ์ ส่วน PNP ออกแบบโดยมองรูปกลับฝั่งกระดานกันจะเป็น NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

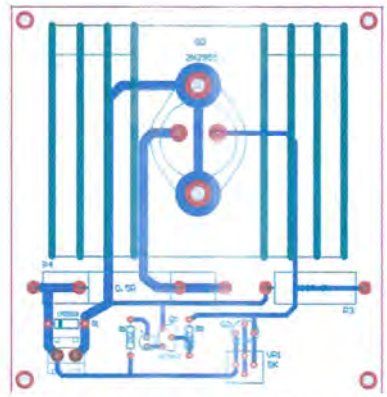


รูปที่ 2. 90 วงจร Current Limit แบบ NPN



รูปที่ 2. 91 วงจร Current Limit แบบ PNP

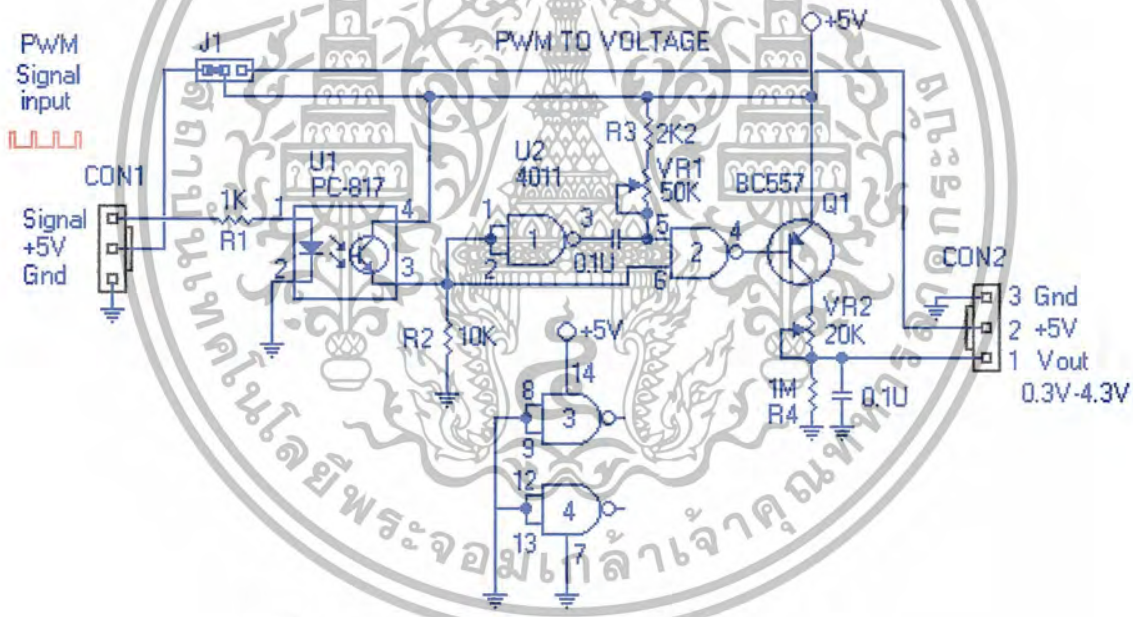
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.92 การวางอุปกรณ์วงจร Current Limit แบบ NPN

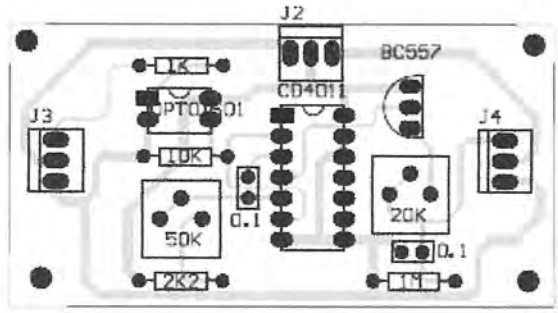
2.9 การควบคุมความเร็ว การเลี้ยวและเบรกฉุกเฉินผ่านเครื่องรับวิทยุบังคับ

ในการควบคุมความเร็ว การเลี้ยวและเบรกฉุกเฉินนั้น ในการส่งสัญญาณวิทยุมายังตัวรับนั้น จำเป็นต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณ PWM มาเป็นแรงดันซึ่งมีวงจรที่แสดงได้ดังรูปวงจรด้านล่าง

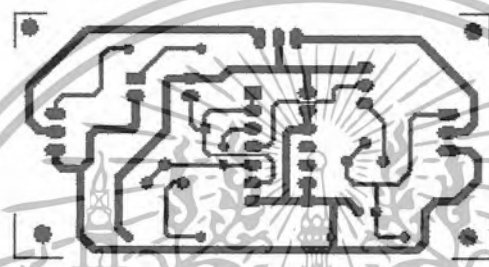


รูปที่ 2.93 วงจรแปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.94 แผ่นลายวงจรแปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน



รูปที่ 2. 95 แผ่นลายวงจร PCB แปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดัน

รูปที่ 2. 96 แผ่นลายวงจร PCB แปลงสัญญาณ PWM เป็นแรงดันที่ลงอุปกรณ์แล้ว

ค่าที่ได้จากตัวโมดูลเครื่องรับนั้นจะเป็นค่าพัลส์ที่สัญญาณต่ำมากดังนั้นจะต้องมีวงจรที่ช่วย Drive ให้มีกำลังส่งที่สูงพอที่จะเปลี่ยนให้เป็นแรงดันที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะตีความได้ว่าเป็น high แทนปุ่มกดได้ รวมถึงอุปกรณ์ทาง hardware อื่นๆเช่นกัน เช่นการเลี้ยวและการบังคับให้วิ่งนั้น ล้วนแต่ต้องใช้สัญญาณ PWM ในการตีความเป็นข้อมูลทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การวางแผนการวิ่งของรถไร้คนขับ

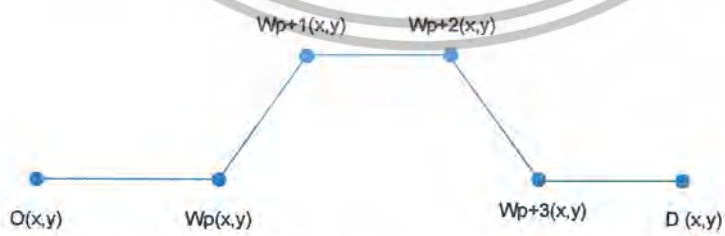
การที่จะทำให้รถวิ่งได้นั้นจำเป็นที่ต้องทำการการวางแผนการวิ่งของรถก่อนเสมอโดยการระบุพิกัดต้นทางและพิกัดปลายทางเพื่อที่จะสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้ถูกต้อง โดยพิกัดที่ใช้เป็นพิกัดทางแกน x และทาง yในทางปฏิบัติเป็นพิกัดของละติจูดและพิกัดลองจิจูดที่ได้จาก GPS นำไปสร้างแผนที่เพื่อวางแผนการวิ่งของรถตามรูปที่ 2.97

รูปที่ 2. 97 P1 เป็นต้นทางและ P2 เป็นปลายทาง

2.10.1 การวางแผนการวิ่งเมื่อไม่มีขอบถนน

แต่การสร้างเส้นทางเพื่อวางแผนการวิ่งนั้นไม่ได้เป็นทางตรงเสมอไปมีทางเลี้ยว ทางโค้ง ทางแยก จึงทำให้แผนการวิ่งนั้นมีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) ดังนั้นจึงต้องสร้างจุดอ้างอิง (waypoint) เพื่อตรวจสอบการวิ่งผ่านจุดกำหนดของรถโดยส่วนมากนิยมกำหนดจุดตามทางแยก ทางเลี้ยว ทางโค้งต่างๆ ตามรูปที่ 2.98 โดยที่จุด O เป็นจุดเริ่มต้น และจุด D เป็นจุดปลายทางและwp กับ wp+1 เป็นตำแหน่งเป้าหมาย (waypoint)

รูปที่ 2.98 การกำหนดตำแหน่งเป้าหมาย (waypoint)



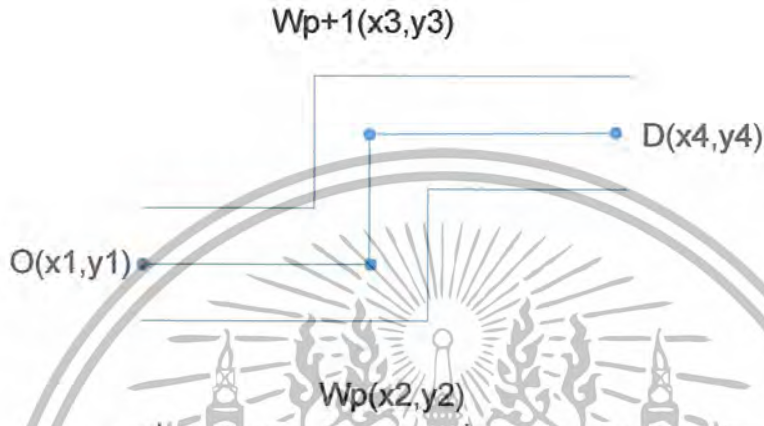
รูปที่ 2.99 การกำหนดตำแหน่งเป้าหมาย (waypoint) ตามกราฟการวางแผนการวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการวิ่งจากจุดเริ่มต้นไปปลายทางโดยไม่มีขอบถนนและไม่จำเป็นผ่านจุด waypoint ทุกจุด สามารถวิ่งได้โดยตรงจากต้นทางจุด O ไปยังจุด D ได้ซึ่งไม่ทำให้รถเกิดการเสียหาย

2.10.2 การวางแผนการวิ่งเมื่อมีขอบถนน (Boundary)

ทำตามขั้นตอนที่ 2.10.1 และต้องเก็บค่า GPS ของขอบถนนเผื่อสร้างเขตไม่ให้รถวิ่งออกนอกขอบ Boundary ตามรูปที่ 2.100



รูปที่ 2.100 การวางแผนเส้นทางที่มีขอบ Boundary

2.11 การควบคุมและบังคับทิศทาง

นอกจากต้นเหน่งพิกัดละติจูดและติจูดทิศทางเป็นพารามิเตอร์สำคัญในการเดินทางเพื่อใช้บอกทิศของรถขณะทำการวิ่งไปสู่จุดหมายไม่ว่าจะเป็น waypoint หรือจุดปลายทาง โดยอ้างอิงเทียบศูนย์องศากับทิศเหนือ ซึ่งจะแตกต่างกับการอ้างอิงแกนสองแกนหรือสองเส้นซึ่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน แกนทั้งสองแกนนี้เรียกว่า แกนพิกัดฉาก และจุดตัดของแกนทั้งสองเรียกว่า จุดศูนย์กำเนิด Origin of Coordinate ที่เทียบศูนย์องศากับทิศตะวันออก

รูปที่ 2.101 การเทียบมุมในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องเทียบทิศกับทิศเหนือเพราะในบางครั้งควรใช้ค่ามุมองศาที่เป็นลบแทนมุมที่เป็นค่าบวก เช่น หน้ารถอยู่ที่ 0 องศาแทนที่จะทำการเลี้ยวไปที่มุม 315 องศา แต่จะเลือกเลี้ยวที่มุม -45 องศา เพราะใช้มุมเลี้ยวน้อยกว่า

2.11.1 การกำหนดมุมเทียบทิศเหนือ

การกำหนดมุมเทียบทิศเหนือนั้นสามารถคำนวณได้โดยแบ่งช่วงเป็นสี่ช่วง Quadrant ค่าเดลต้า x และค่าเดลต้า y เป็นช่วงค่าลบหรือบวกขึ้นอยู่กับอยู่ในช่วง Quadrant ได้แก่ช่วงที่หนึ่ง (Δx เป็นบวก กับ Δy เป็นบวก) ช่วงที่สอง (Δx เป็นลบ กับ Δy เป็นบวก) ช่วงที่สาม (Δx เป็นบวก กับ Δy เป็นลบ) และช่วงสี่ (Δx เป็นลบกับ Δy เป็นลบ) การกำหนดช่วง Quadrant สามารถบอกได้ว่ามุมองศาที่เกิดขึ้นมีค่าตามที่กำหนดตามรูปที่ 2.102 ทางด้านซ้ายของรูปการคำนวณมุมองศาที่เกิดขึ้นได้จาก

กรณีที่มุมที่เกิดขึ้นน้อยกว่า 90 องศา

$$\emptyset = \tan^{-1} (\Delta x / \Delta y) \qquad (2.1)$$

กรณีที่มุมที่เกิดขึ้นมากกว่า 90 องศา

$$\alpha = [\tan^{-1} (\Delta y / \Delta x)] + 90 \qquad (2.2)$$

รูปที่ 2.102 มุมการเลี้ยวแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มุมการเลี้ยวของรถได้จาก Sensor ซึ่งมุมที่เกิดขึ้นเป็นสมการดังนี้

$$Ø\ Sensor = E_mechanice \pm E_environment \quad (2.3)$$

Ø คือมุมที่ได้จาก Sensor

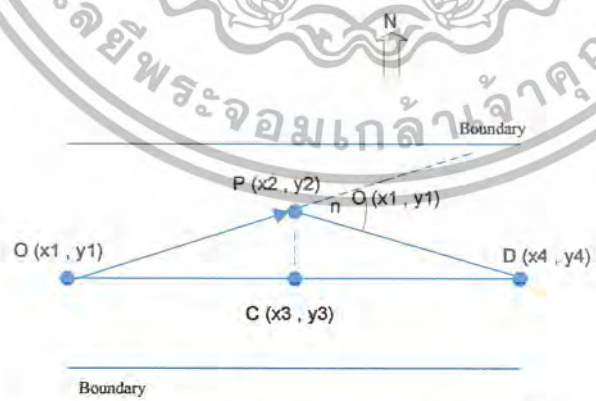
E_mechanice คือ ค่า Error ที่เกิดขึ้นจากกลไกทาง mechanics เช่น โซ่ เฟือง ลูกปืน เป็นต้น

E_environment คือค่า Error ที่เกิดขึ้นสภาวะภายนอกที่คาดการณ์ไม่ได้ เช่น ถนนเป็นหลุม บ่อ

T คือระยะเวลาการตรวจสอบสถานะของรถจะต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม (หน่วยควรเป็น ms) ว่ารถอยู่ตำแหน่งใดออกนอกเส้นทางหรือไม่จะต้องทำการปรับเลี้ยวเป็นมุมเท่าใด การปรับทุกๆ ระยะเวลา T กรณีอุดมคติไม่มีสิ่งกีดขวาง

รูปที่ 2.103 การควบคุมและบังคับทิศทางอุดมคติไม่มีสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ เป็นแสดงการควบคุมและบังคับทิศทางอุดมคติไม่มีสิ่งกีดขวางโดยจะเห็นได้ว่าการวิ่งของรถไม่มีการออกนอกเส้นทางกรณีใช้งานทางปฏิบัติที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 2.104 การควบคุมและบังคับทิศทางทางปฏิบัติและไม่มีสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.104 เป็นแสดงการควบคุมและบังคับทิศทางในทางปฏิบัติที่ไม่มีสิ่งกีดขวางโดยจะเห็นได้ว่าการวิ่งของรถมีการออกนอกเส้นทางจึงต้องมีการประบวนการ ควบคุมและบังคับทิศทางดังนี้

เริ่มต้นที่จุด Origin ที่ตำแหน่ง O (x1,y2) รถจะทำการอ่านค่าตำแหน่งปัจจุบันของรถที่ได้จากโมดูล GPS เป็นตำแหน่งพิกัด x1,y1 และการอ่านค่าจาก Compass โมดูลที่วัดมุมเลี้ยวของรถและนำค่ามาคำนวณองศาการเลี้ยวของรถเพื่อวิ่งหาเข้าสู่เป้าหมาย แต่เกิดเหตุการณ์ที่รถวิ่งออกจากเป้าหมายจึงต้องกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบสถานะของรถจะต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อหยุดรถตรวจสอบว่ารถอยู่ตำแหน่งใดออกนอกเส้นทางหรือไม่ถ้าออกนอกเส้นทางจริงต้องทำการอ่านค่าเซนเซอร์จากจะต้องคำนวณองศาการเลี้ยวเป็นมุมเท่าใด การปรับทุกๆ ระยะเวลา T จนกว่าจะวิ่งเข้าถึงเป้าหมาย

ถ้าถนนมีลักษณะของถนนเป็นทางโค้งดั้งนั้นจะต้องสร้างกระบวนการ Polygon approximation หรือ Line segmention ซึ่งจะทำการแยกการวิ่งทางโค้ง

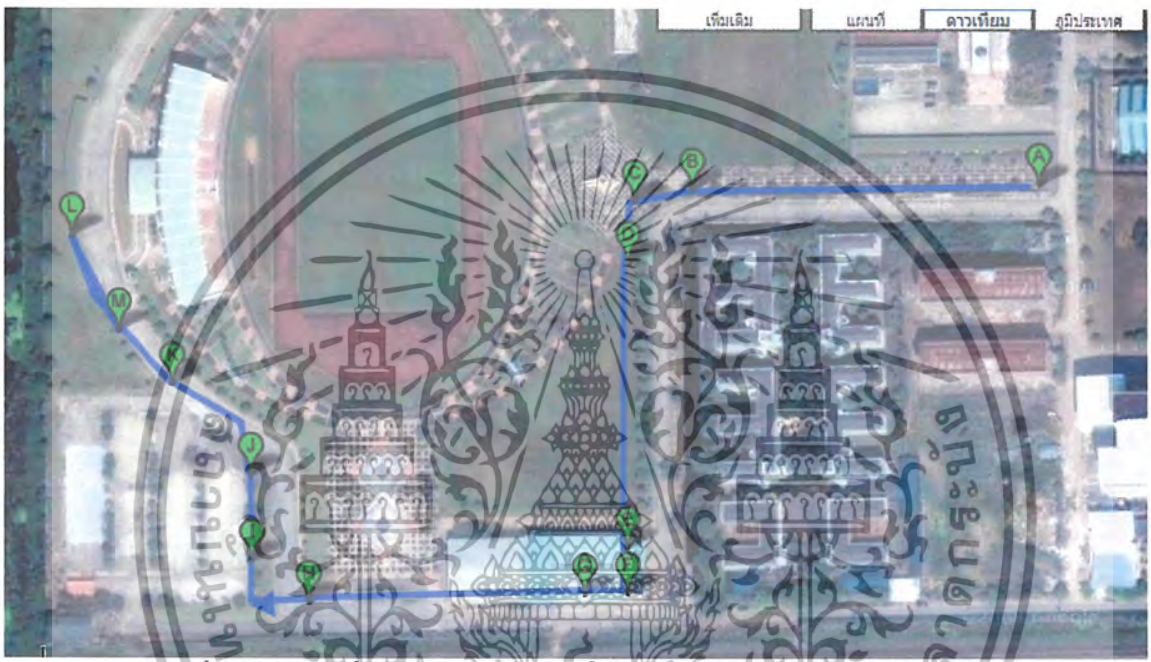
รูปที่ 2. 105 การควบคุมและบังคับทิศทางทางปฏิบัติและไม่มีสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ผลการดำเนินงาน

3.1 การทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ

ในการวิ่งทดสอบในเส้นทางของรถไร้คนขับนั้น ได้กำหนดเส้นทางเพื่อทำการวิ่งอยู่ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เส้นทางที่ใช้วิ่งได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 3.1



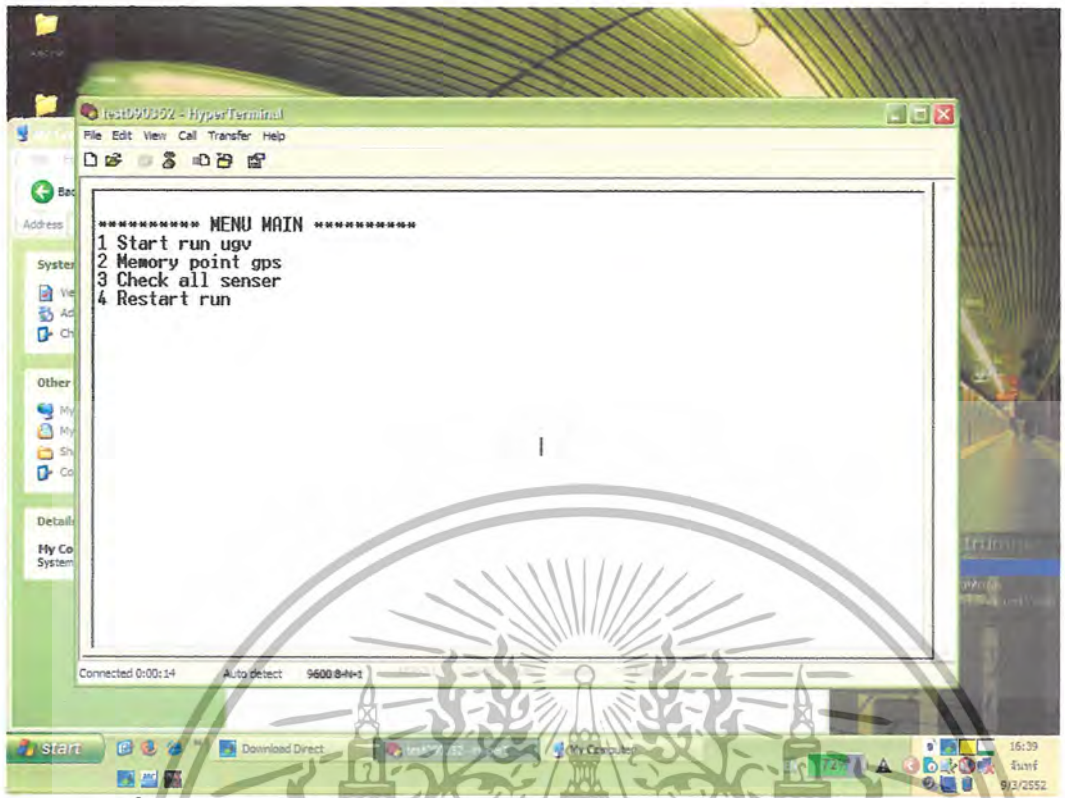
รูปที่ 3.1 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบการวิ่งในเส้นทางของรถไร้คนขับ

ซึ่งจุดเขียวในรูปด้านบนนั้น จะแสดงการบันทึกจุดพิกัดตำแหน่ง GPS เพื่อกำหนดถึงเส้นทางที่รถไร้คนขับนั้นได้จะทำการทดสอบโดยไล่จากจุด A ต้นทางไปยังจุด L ซึ่งเป็นจุดปลายทางของเส้นทางที่กำหนดนี้

3.1.1 การทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ

การบันทึกจุดเป็นสิ่งที่ต้องทำในขั้นต้นเพื่อกำหนดถึงเส้นทางที่ต้องการจะทดสอบ ซึ่งการบันทึกจุดพิกัด GPS นั้นได้แสดงหน้าจอในการบันทึกพิกัดจุด GPS ผ่าน Hyperterminal ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



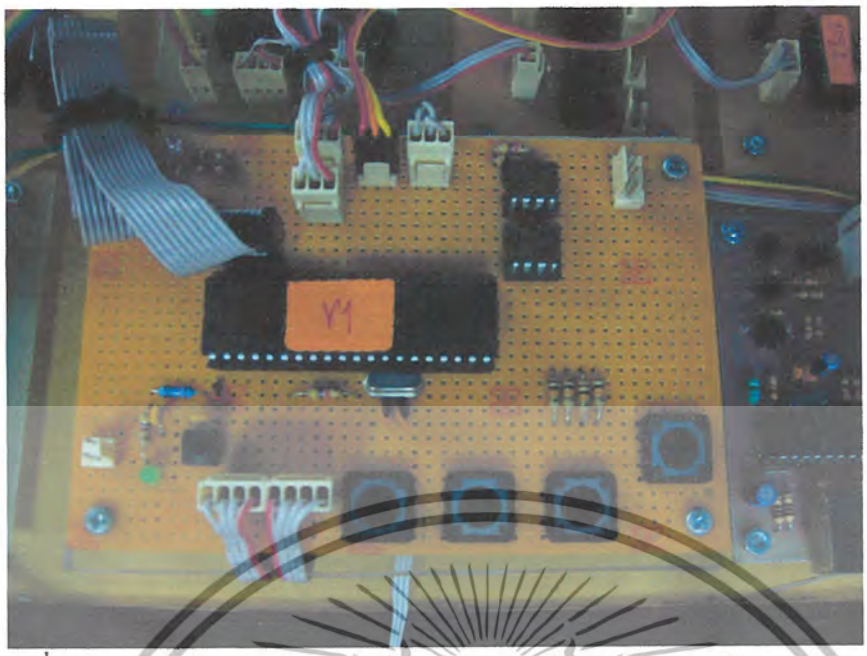
รูปที่ 3.2 เมนูการเก็บจุดพิกัด GPS ผ่านหน้าจอ Hyperterminal ตอนเริ่มโปรแกรม

จากเมนูด้านบน หมายเลข 1 ถึง 4 จะแสดงถึงฟังก์ชันการทำงานต่างๆดังนี้

- หมายเลข 1 จะทำการสั่งให้รถไร้คนขับนั้นเริ่มการคำนวณเพื่อตัดสินในการวิ่งตามเส้นทางที่กำหนดไว้
- หมายเลข 2 จะเข้าการทำงานบันทึกตำแหน่งของจุดพิกัด GPS เพื่อกำหนดเส้นทางการวิ่ง
- หมายเลข 3 เป็นฟังก์ชันการตรวจสอบเซนเซอร์ทั้งหมดอันได้แก่ GPS module, Compass module, Ultrasonic moduleและโมดูลที่ใช้ตรวจวัดความโน้มเอียง
- หมายเลข 4 จะเป็นการเคลียร์ค่าในหน่วยความจำทั้งหมด รวมถึงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการตัดสินใจด้วย

ซึ่งฟังก์ชันการทำงานทั้ง 4 ตัวนี้จะทำงานโดยการกดปุ่มเลือกจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนการตัดสินใจดังรูปที่ 3.2 ซึ่งตัวเลขด้านบนปุ่มจะเรียงจากซ้ายไปทางขวามือจะแทนหมายเลขในการทำงานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

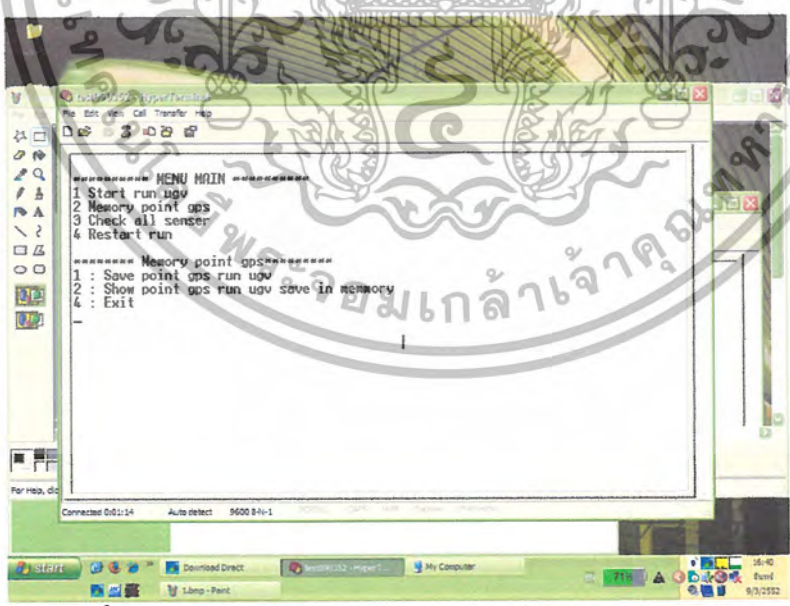
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนการตัดสินใจและหมายเลขปุ่มการทำงาน

3.1.2 ขั้นตอนการบันทึกจุดพิกัด GPS ในเส้นทาง

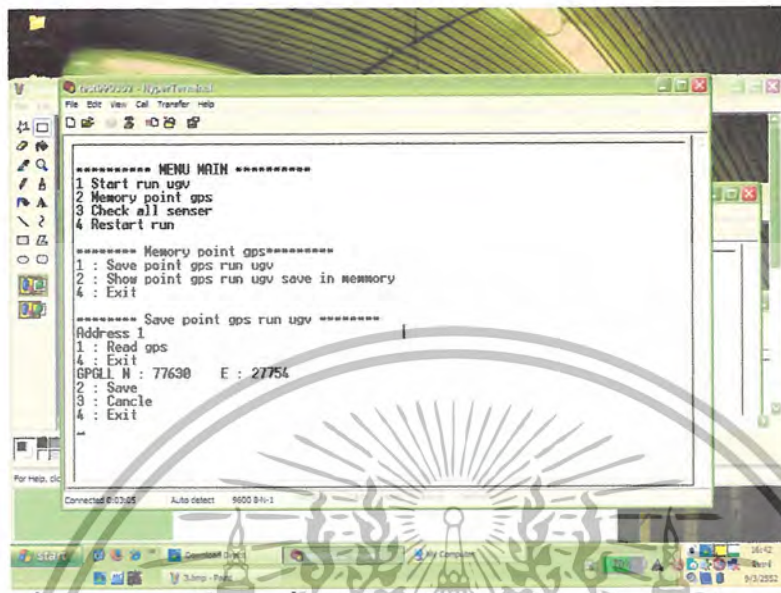
กดปุ่มหมายเลข 2 เพื่อทำการบันทึกจุดพิกัด GPS จะเข้าให้เลือกว่าจะทำการบันทึก แสดงค่าจุด GPS ได้เก็บมาแล้วหรือออกไปยังเมนูหลัก



รูปที่ 3.4 เมนูการบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก

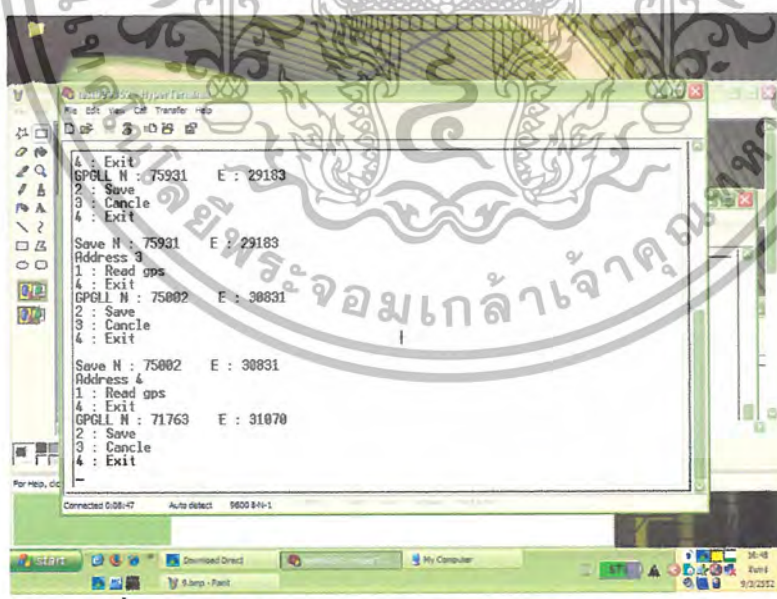
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำจะการบันทึก จะมีค่าจุดพิกัด GPS มาแสดงและให้มีการยืนยันการบันทึก ยกเลิก หรือกลับเข้าแมนูหลัก



รูปที่ 3.5 เมนูการกดยืนยันเพื่อบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก

ทำการบันทึกจุดพิกัด GPS ตลอดจนครบทั้งเส้นทาง ซึ่งการเก็บค่าพิกัด GPS ในแต่ละช่วงนั้นควรที่จะไม่ใกล้หรือไกลจนเกินไป ตลอดทั้งตรงจุดทางเลี้ยวหรือช่วงทางแยกด้วย



รูปที่ 3. 6 การบันทึกจุดพิกัด GPS ในหน่วยความจำภายนอก

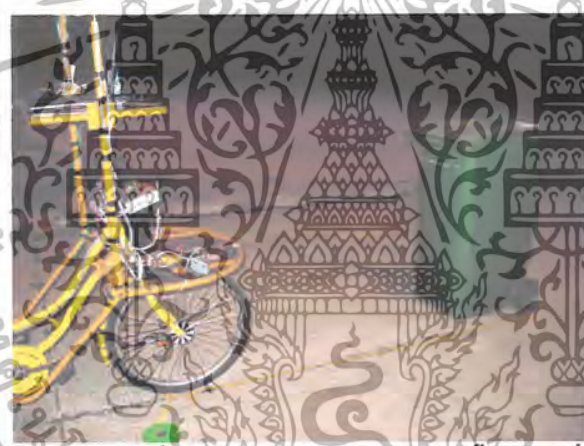
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ผลในการทดสอบการวิ่งตามเส้นทางของรถไร้คนขับ

สามารถที่จะวิ่งตามเส้นทางอย่างต่ำในระยะ 150 เมตรในเส้นทางที่กำหนดไว้ได้แก่ เส้นทางตรง ทางโค้งหักศอกและทางโค้งที่เป็นวงแหวนโดยที่ไม่หลุดออกนอกเส้นทางหรือชนขอบถนน ในความเร็วที่ประมาณ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งในวันทดสอบจำเป็นต้องเป็นวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสเพื่อที่จะได้รับสัญญาณ GPS ได้อย่างมีปัญหาที่น้อยที่สุด

3.2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวางในเส้นทาง

ในส่วนการหลบหลีกสิ่งกีดขวางในเส้นทางนั้นได้กำหนดสิ่งกีดขวางไว้ว่าอย่างน้อยที่สุดต้องมีขนาดสี่เหลี่ยมกว้างและยาวอย่างน้อยที่สุดคือ 50x50 เซนติเมตร แต่ในการทดสอบนั้นเราจะจำลองว่าถังขยะนั้นคือสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 3.7 การตรวจจับพบสิ่งกีดขวางและกำลังตัดสินใจเลี้ยวหลบสิ่งกีดขวางนั้น

3.2.1 ผลการทดสอบหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

ในการทดสอบนั้นเราสามารถที่จะหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ซึ่งอยู่ในระยะ 2.50 เมตร แต่ภายหลังในการหลบหลีกสิ่งขวางนั้น แม้จะมีการปรับให้มีการหันมุมไปยังจุดพิกัดที่ทำการบันทึกต่อไปนั้นแต่ก็มีความคลาดเคลื่อนในเรื่องการหักหลบเพราะเป็นการสุ่มว่าจะเลือกหลบไปทางซ้ายหรือทางขวา ซึ่งทำให้บางกรณีอาจตกถนนหรือหลุดออกนอกเส้นทางได้

ซึ่งในการทดสอบเราจึงตั้งสิ่งกีดขวางไว้ตรงกลางของเส้นถนนเพื่อให้รถไร้คนขับนั้นรักษาเส้นทางในการวิ่งเดิมไว้ให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบเบรกในรถไร้คนขับ

ใช้หลักการทฤษฎีฟัซซี่ ในแบบวิธีแมมดาไน (Mamdani) ใช้วิธี Clipping โดยการหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยรวมโดยซึ่งเป็นวิธีที่ใช้หลักการคณิตศาสตร์ไม่มากนักเพื่อให้เหมาะสมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18f458 และมีวิธีดีบักโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Mathlab ในการทดสอบการเบรกของรถไร้คนขับเราได้ทำการเก็บค่าความเร็ว ระยะที่ต้องการเบรก และระยะที่เกิดการเบรกจริงโดยที่มีคนนั่งได้ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบระยะเบรกจริงและความเร็วของรถไร้คนขับ

ระยะการเบรกที่กำหนด(m)	ความเร็ว ณ ขณะนั้น(Km/hr)	ระยะเฉลี่ยทางเบรกที่เกิดจริง(m) วัด 5 ครั้ง
2	6.5	1.9
2	11	2.3
2	15	2.7
3	6.5	2.6
3	13	3.2
3	17	3.8
4	6.5	3.2
4	11	3.8
4	15	4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบดังกล่าวเป็นการเบรกตามระยะจริงตามกฎฟิซซี่ลอจิกซึ่งในทางความเป็นจริงจะมีการคำนวณระยะเผื่อเพื่อเบรกเต็มที่เพื่อเมื่อเกิดกรณีมีค่าผิดพลาดจากการคำนวณเป็นระยะ 80 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและวิจารณ์

4.1 สรุปแนวคิดที่ได้จากโครงงาน

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเพื่อประยุกต์ใช้ในรถไร้คนขับ มีแนวคิดเนื่องมาจากใจปัจจุบันการเดินทางโดยยานพาหนะทางบกประเภทรถยนต์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างยิ่ง รถบนท้องถนนมากขึ้น ประกอบกับฝ่าฝืนกฎจราจร ความประมาท และความอ่อนเพลียของผู้ขับขี่ ทำให้เราต้องพบเจอกับสภาพการจราจรที่ติดขัดและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นเหตุให้เกิดแนวคิดในการสร้างระบบรถไร้คนขับเพื่อแทนการขับเคลื่อนโดยมนุษย์นี้ขึ้น

4.2 สรุปผลการดำเนินงานที่ได้จากโครงงาน

ซึ่งการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวเพื่อประยุกต์ใช้ในรถไร้คนขับของระบบนี้ได้มุ่งเน้นไปที่การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กซึ่งมีขายทั่วไปตามท้องตลาดในการควบคุมซึ่งผลการดำเนินการ สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็กควบคุมรถให้สามารถวิ่งไปตามเส้นทางที่ที่กำหนดไว้ได้ การเข้าโค้งก็ทำได้ โดยใช้เพียงแค่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ในการประมวลผลจากข้อมูลที่ได้มาจากส่วนต่าง ซึ่งในการตัดสินใจของการขับเคลื่อนในระบบนี้ใช้ข้อมูลจากโมดูล GPS และโมดูลเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์เป็นหลักเพื่อขับเคลื่อนรถไปสู่จุดหมาย ส่วนในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางมีปัญหาในบางครั้งถ้าวัตถุที่ตรวจพบโดยโมดูลตรวจสอบและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิกมีขนาดใหญ่มากการหลบหลีกสิ่งกีดขวางจะไม่พ้นเนื่องจากการตรวจสอบของโมดูลจะตรวจสอบพบในระยะที่ใกล้ประกอบกับระยะเบรกจะทำให้รถอยู่ใกล้วัตถุมากและมุมเลี้ยวสูงสุดของรถแปดสิบองศาทำให้บางครั้งหลบวัตถุไม่พ้น การวัดระดับแรงดันแบตเตอรี่ การวัดความเอียงของตัวรถมีปัญหาตรงที่ว่าบางครั้งค่าความเอียงกระโดดสูงเกินจริงไป

4.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

แนวทางการพัฒนาต่อนั้นจากระบบที่ออกแบบมาในส่วนของการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดต้องเปลี่ยนรูปแบบการสื่อสารเป็นแบบที่ไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกสามารถติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดเมื่อไรก็ได้ด้วยเพื่อเมื่อมีกรณีฉุกเฉินไมโครคอนโทรลเลอร์หนึ่งถึงหกจะได้สามารถติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดได้โดยไม่ต้องรอให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดมาถามซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่สำคัญมาถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์เจ็ดเร็วขึ้น เช่นข้อมูลที่ตรวจสอบพบสิ่งกีดขวางถ้าไมโครคอนโทรเลอร์เจ็ดรับรู้เร็วเท่าไรก็จะทำการสั่งเบรกเร็วมากขึ้นเท่านั้น ทำให้มีระยะที่จะหลบหลีกสิ่งกีดขวางมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ประจิน พลังสันติกุล. 2545. **PIC microcontroller programming with CCS C compliler.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

ประจิน พลังสันติกุล. 2551. **PIC Works Examples and C Source Code.** กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์เทค.

สัญญา นามี, ศุภชัย นิศวอนุตรพันธ์. 2549. **AutoCAD Handbook.** กรุงเทพฯ : ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.

Alfred Leick. 2004. **GPS SATELLITE SURVEYING.** United States of Amarica : WILEY.

Bruce Littlefield, Duane Hanselman. 2005. **Mastering MATLAB7.** United States of Amarica : Pearson Prentice Hall.

Rolland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh. 2004. **Introduction to Autonomous Mobile Robots.** London : The MIT Press.

Itmelody. **Best microcontroller**. [Online]. Available : http://www.best-microcontroller-projects.com

Itmelody. **Compiler mikroc**. [Online]. Available : http://www.mikroc.com

Itmelody. **GPS**. [Online]. Available : http://aprs.gids.nl/gps

Itmelody. **PIC microcontroller**. [Online]. Available : http://www.thaimicrotron.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้