สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดยจีพีเอส

GPS CONTROL VEHICLE

โดย

นายภาณุพันธ์ คู่สุวรรณกุล

นางสาวมนัสวี ตุลยเดชาภา

นางสาวยาใจ ชุ่มเชย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61763
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดยจีพีเอส

GPS CONTROL VEHICLE

โดย

นายภาณุพันธ์ คู่สุวรรณกุล เลขประจำตัว 44010364

นางสาวมนัสวี ตุลยเดชาภา เลขประจำตัว 44010372

นางสาวยาใจ ชุ่มเชย เลขประจำตัว 44010388

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดยจีพีเอส (GPS CONTROL VEHICLE)

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุพันธ์	คู่สุวรรณกุล	รหัสประจำตัว 44010364
2. นางสาวมนัสวี	ตุลยเดชาภา	รหัสประจำตัว 44010372
3. นางสาวยาใจ	ชุ่มเชย	รหัสประจำตัว 44010388

(อ.ณิชา แสงรัตน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง (ภาษาไทย) เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดยจีพีเอส

(ภาษาอังกฤษ) GPS CONTROL VEHICLE

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุพันธ์	คู่สุวรรณกุล	รหัสประจำตัว 44010364
2. นางสาวมนัสวี	ตุลยเดชาภา	รหัสประจำตัว 44010372
3. นางสาวยาใจ	ชุ่มเชย	รหัสประจำตัว 44010388

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่ทำการสอบได้

(รศ. ชนิษฐ ทองเจือ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดย GPS

นายภาณุพันธ์ คู่สุวรรณกุล
นางสาวมนัสวี ตุลยเดชาภา
นางสาวยาใจ ชุ่มเชย
รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ขับเคลื่อนตามพิกัดโดยอาศัยระบบ GPS (Global Position System) โดยรับค่าพิกัดรุ้งแวงของโลกจากเครื่องรับส่ง GPS ที่อยู่ในอุปกรณ์ขับเคลื่อนซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปของรหัส NMEA (National Marine Electronics Association) แล้วส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมเข้าวงจรคัดเลือกข้อมูลโดยโปรแกรมแยกเอาข้อมูลที่ต้องการ แล้วนำไปเก็บไว้เป็นข้อมูลเส้นทางที่อุปกรณ์ขับเคลื่อนได้เคลื่อนที่ผ่านมาแล้ว จากนั้นได้นำข้อมูลนี้มาใช้ในการโปรแกรมเส้นทางเพื่อควบคุมรถให้อุปกรณ์ขับเคลื่อนเคลื่อนที่กลับตามตำแหน่งเดิมที่ได้เก็บไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GPS CONTROL VEHICLE

Mr.Panuphan Koosuwankul
MissManasavee Toolyadechapa
MissYajai Chumchey
Assc.Prof. Khanitha Saetang (Advisor)

Semester 2004

Abstract

The movement controlled of vehicle by using GPS (Global Position System). The GPS receiver inside vehicle link to the NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Position System) satellites and received the positions which is NMEA (National Marine Electronics Association) data codes. The data codes sent from its serial output port to microcontroller and select the data remained only the necessary parts, stored the data in memory. Then return the data to control moveable of the vehicle in the same route that memorized.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		I
Abstract		II
สารบัญ		III
สารบัญภาพ		IV-V
สารบัญตาราง		VI
บทที่1	แนวคิดและขอบเขตของโครงงาน	1-3
บทที่ 2	GPS (Global Positioning System)	4-10
	2.1 ระบบ GPS	4
	2.2 องค์ประกอบหลักของระบบ GPS	4-6
	2.3 การคำนวณหาตำแหน่ง	6
	2.4 รูปแบบของการบอกตำแหน่ง	7
	2.5 ลักษณะรหัสสัญญาณในระบบ GPS	8
	2.6 ข้อมูลจากเครื่องรับ GPS	8-10
บทที่ 3	MCS-51	11-17
	3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	11-14
	3.2 พอร์ตอนุกรม RS-232	15
	3.3 หน่วยความจำ	15-17
บทที่ 4	อุปกรณ์รับส่งแบบไร้สาย	18-22
	4.1 การสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์	18
	4.2 การมอดูเลต (Modulation)	19-21
	4.3 การดีมอดดูเลต (Demodulation)	21-22
บทที่ 5	การออกแบบ	23-34
	5.1 การออกแบบรถบังคับวิทยุ	23-29
	5.2 การออกแบบส่วน GPS	29-34
บทที่6	การทดสอบการทำงาน	35-42
	6.1 การทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนของเครื่อง	35-39
	6.2 การทดสอบการทำงานรวมของเครื่อง	39-42
บทที่7	สรุปและวิจารณ์	43
บรรณานุกรม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่1.1 แสดงการการทำงานของเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถโดย GPS	2
รูปที่2.1 แสดงวงโคจรของกลุ่มดาวเทียมในระบบ GPS	4
รูปที่2.2 แสดงภาพฉายวงโคจรของดาวเทียมในระบบ GPS	5
รูปที่2.3 แสดงสถานีควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS	5
รูปที่2.4 แสดงการส่วนของผู้ใช้งานในระบบ GPS	6
รูปที่2.5 แสดงกฎ Trilateration ที่ใช้ในการหาตำแหน่งใน GPS	7
รูปที่2.6 แสดงความแตกต่างของความแม่นยำที่มาตรฐานต่างๆ	8
รูปที่3.1 แสดงสถาปัตยกรรมของ 89C51	12
รูปที่3.2 แสดงการต่อ Oscillator ใน 89C51	14
รูปที่3.3 แสดงวงจรปรับเลื่อนระดับแรงดันสำหรับการอินเตอร์เฟส เข้ากับพอร์ตRS-232	15
รูปที่3.4 แสดงแผนผังการทำงานภายในของ I^2C EEPROM	16
รูปที่3.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของรหัสควบคุม	17
รูปที่4.1 แสดงแผนผังแสดงระบบสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์	18
รูปที่4.2 แสดงการมอดูเลททางความถี่	20
รูปที่4.3 แสดงผลการทำงานของวงจรควอดดราเจอร์ดีเทกเตอร์	22
รูปที่4.4 แสดงรูปวงจรรวมตัวส่งและตัวรับ TLP434-RLP434	22
รูปที่5.1 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ ของรถตามพิกัดโดยGPS	23
รูปที่5.2 แสดงการทำงานของรถวิทยุบังคับ	23
รูปที่5.3 แสดงวงจรที่ใช้ในการเข้ารหัส	24
รูปที่5.4. แสดงการเชื่อมต่อสวิตช์	25
รูปที่5.5 แสดงการเชื่อมต่อของชุดเข้ารหัสกับภาคส่ง	25
รูปที่5.6 แสดงภาคส่งโดยใช้โมดูลตัวส่ง TLP-434	25
รูปที่5.7 แสดงภาครับโดยใช้โมดูลตัวรับ RLP-434	26
รูปที่5.8 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดัน	26
รูปที่5.9 แสดงแผนผังการเชื่อมต่อของภาครับกับชุดถอดรหัส	27
รูปที่5.10 แสดงวงจรที่ใช้ในการถอดรหัส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่5.11 แสดงการต่อวงจรขับมอเตอร์ 28
รูปที่5.12 แสดงลักษณะการทำงานของระบบส่วน GPS 29

หน้า

รูปที่5.13 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่อง 30
รูปที่5.14 แสดงการทำงานในส่วนการเก็บข้อมูล GPS 31
รูปที่5.15 แสดงการทำงานในส่วนเครื่องตั้งเวลา 33
รูปที่5.16 แสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนควบคุมมอเตอร์ 34
รูปที่6.1 สัญญาณที่จะนำมามอดดูเลท 35
รูปที่6.2 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 1 เมตร 36
รูปที่6.3 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 3 เมตร 36
รูปที่6.4 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 4 เมตร 37
รูปที่6.5 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 5 เมตร 37
รูปที่6.6 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 6 เมตร 38
รูปที่6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่คลาดเคลื่อนและระยะทางที่เคลื่อนที่ 41
รูปที่6.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่คลาดเคลื่อนและครั้งที่ทดสอบ 41
รูปที่6.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของระยะที่คลาดเคลื่อน 42
และระยะทางที่เคลื่อนที่
รูปที่6.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของระยะที่คลาดเคลื่อน 42
และระยะทางที่เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่2.1 แสดงการเปรียบเทียบระบบ GPS แบบ SPS และแบบ PPS 7

ตารางที่2.2 แสดงชุดข้อมูลในรหัส NMEA ของเครื่องรับ GPS 9-10

ตารางที่2.3 แสดงความหมายของข้อมูลที่อยู่ในชุดข้อมูล GLL 10

ตารางที่5.1 อธิบายการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ 29

ตารางที่6.1 แสดงความหมายของข้อมูลในรูปที่6.7 38

ตารางที่6.2 แสดงผลความระยะรัศมีที่ผิดพลาดจากตำแหน่งเริ่มต้นที่ระยะทางต่างๆ 40

ตารางที่6.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของระยะที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้นที่ 40
ระยะทางที่ต่างๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
แนวคิดและขอบเขตของโครงงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีสิ่งประดิษฐ์ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มากมาย ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อสนองตอบจินตนาการและความต้องการของมนุษย์ รถยนต์ก็ถือเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่นับวันจะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นกับชีวิตประจำวันของคนเรา ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมรถยนต์ต่างก็พยายามคิดค้นระบบต่างๆ ทำให้รถมีความสามารถมากขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับรถ ไม่ว่าจะเป็นระบบเบรกที่กันล้อล็อคได้ หรือ ABS (Anti Brake System) ระบบกันขโมย ระบบขับเคลื่อนสี่ล้อ สำหรับเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดย GPS (Global Positioning System) นี้ก็เป็นเครื่องที่มีแนวคิดเพื่อเพิ่มความสามารถความฉลาดให้กับรถด้วยเช่นกันคือ เป็นการทำให้รถสามารถเคลื่อนที่กลับได้เองโดยไม่ต้องมีคนบังคับ

นอกจากเป็นการเพิ่มความสามารถให้รถแล้ว ยังมีประโยชน์ในสภาวะปัจจุบัน ซึ่งเป็นสภาวะที่ราคาน้ำมันแพง การจราจรติดขัด โดยผู้ใช้รถอาจจะเลือกใช้รถส่วนตัวเป็นระยะทางหนึ่ง เช่น ขับจากบ้านถึงปากซอยทางเข้าหมู่บ้าน แล้วเลือกใช้บริการระบบขนส่งมวลชนต่อ ซึ่งเป็นการประหยัดทั้งเวลาและเงิน ส่วนรถส่วนตัวที่ได้ติดตั้งเครื่องควบคุมนี้ไว้ก็สามารถตั้งการทำงานให้รถเคลื่อนที่กลับไปจอดที่บ้าน พร้อมทั้งตั้งเวลาให้รถออกมารับเมื่อถึงเวลากลับบ้าน โดยการทำงานของเครื่องควบคุมนี้ จะอ้างอิงตำแหน่งของรถจากระบบ GPS (Global Positioning System)

ระบบ GPS เป็นระบบที่ใช้บอกพิกัดตำแหน่งวัตถุบนพื้นโลก โดยอาศัยเครื่องรับ GPS (GPS Receiver) รับสัญญาณจากกลุ่มดาวเทียม GPS หรือที่เรียกว่า NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging Global Position System) เมื่อรับสัญญาณได้เครื่องรับจะทำการคำนวณหาตำแหน่งของเครื่องรับซึ่งบอกเป็นพิกัดละติจูด ลองจิจูด โดยเริ่มจากการหาเวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง แล้วคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมแต่ละดวงกับเครื่องรับ โดยระยะทางที่ได้นี้จะเป็นรัศมีของทรงกลมซึ่งมีดาวเทียมแต่ละดวงเป็นจุดศูนย์กลาง และจุดตัดของทรงกลมเหล่านี้ก็จะเป็นตำแหน่งของเครื่องรับนั่นเอง โดยจะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวงจึงจะสามารถคำนวณหาค่าตำแหน่งได้ นอกจากค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูด GPS ยังให้ข้อมูลอื่นๆ อีก เช่น ทิศทาง ความเร็ว เวลา เป็นต้น

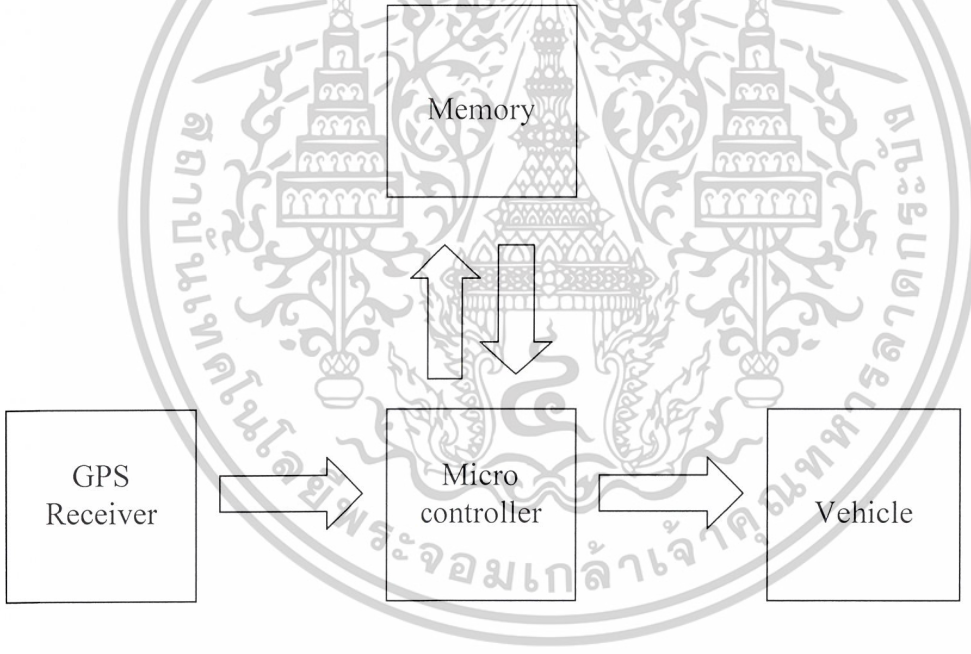
จากหลักการของระบบ GPS เราจึงประยุกต์ใช้ โดยนำเครื่องรับมาติดตั้งกับรถ เพื่อบอกตำแหน่งของรถ โดยในขณะที่บังคับรถให้เคลื่อนที่ไป จะกำหนดให้เครื่องรับรับค่าพิกัด โดยเครื่องรับจะส่งข้อมูลออกมาผ่านมาทางพอร์ตอนุกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์คัดแยกเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาทำการเก็บในหน่วยความจำ โดยจะเก็บข้อมูลไว้ตลอดระยะทางที่เคลื่อนที่จนถึงจุดหมาย เมื่อต้องการให้เคลื่อนที่กลับก็ทำการสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทยอยนำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหน่วยความจำเหล่านั้นออกมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งปัจจุบันของรถ แล้วควบคุมให้รถเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งที่ได้เก็บไว้เรื่อยๆ จนในที่สุดรถจะเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งเริ่มต้นได้นั่นเอง นอกจากนี้เราก็ได้เพิ่มเติมความสามารถของเครื่องเข้าไปอีก คือ เมื่อรถเคลื่อนกลับไปที่จุดเริ่มต้นแล้ว เราสามารถตั้งเวลาให้รถเคลื่อนที่กลับมาหาเราที่ปลายทางเองได้ด้วย

สิ่งสำคัญในโครงงานนี้นอกจากเรื่องการประยุกต์ใช้ GPS แล้ว ก็คือ รถที่ใช้จะเป็นรถบังคับแทนการใช้รถยนต์จริง เนื่องจากว่าในรถยนต์จริงมีระบบควบคุมและขับเคลื่อนที่ซับซ้อนมาก ซึ่งต้องศึกษาอย่างละเอียด รวมถึงเหตุผลในเรื่องของความปลอดภัย อุบัติเหตุ ความเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นด้วย ดังนั้นจึงเลือกใช้รถบังคับวิทยุ ซึ่งสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ง่าย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และปลอดภัยกว่า

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นโครงสร้างการทำงานคร่าวๆ ได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการการทำงานของเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถโดย GPS

1. ส่วนเครื่องรับ GPS ทำหน้าที่รับสัญญาณ GPS จากกลุ่มดาวเทียม และส่งข้อมูลรหัส NMEA ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของเครื่องรับ ไปที่ส่วนตัวควบคุม

2. ส่วนตัวควบคุม ทำหน้าที่คัดแยกข้อมูลเอาเฉพาะที่ต้องการส่งไปเก็บที่ส่วนหน่วยความจำ และ รับข้อมูลจากส่วนหน่วยความจำมาประมวลผลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนหน่วยความจำ ทำหน้าที่ เก็บข้อมูลตำแหน่งที่รถเคลื่อนที่ผ่าน จากต้นทางถึงปลายทาง แล้วส่งให้ตัวควบคุม

4. ส่วนตัวขับเคลื่อน ก็คือ รถบังคับ จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนตามที่ได้รับคำสั่ง จากตัวควบคุม โดยคำสั่งที่ผ่านมาที่ตัวควบคุมมี 2 แบบด้วยกัน แบบแรกเป็นคำสั่งโดยตรงจากการบังคับของผู้ใช้งานหรือผู้ขับ ส่วนแบบที่สองเป็นการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

GPS (Global Positioning System)

ส่วนประกอบที่สำคัญในเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่นี้จะประกอบไปด้วยระบบ GPS ส่วนการควบคุมการขับเคลื่อน และ อุปกรณ์ขับเคลื่อน โดยในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา หลักการ การทำงาน คุณสมบัติ ตลอดจนรายละเอียดต่างๆ ของระบบ GPS โดยสังเขป

2.1 ระบบ GPS

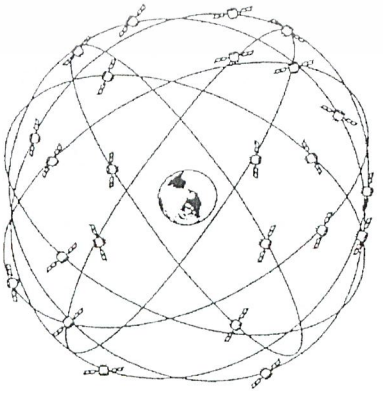
ระบบ GPS หรือ Global Positioning System คือระบบบอกพิกัดตำแหน่งของวัตถุบนผิวโลก โดยอ้างอิงจากกลุ่มดาวเทียม GPS ที่เรียกว่า NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging Global Position System) ซึ่งจะส่งสัญญาณลงมายังเครื่องรับ GPS เครื่องรับนี้จะทำการคำนวณตำแหน่ง เวลา ความเร็ว และค่าอื่นๆ ออกมาโดยจะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวงจึงจะสามารถคำนวณหาค่าต่างๆ ได้ ระบบ GPS นี้เป็นระบบที่จัดตั้งและควบคุมโดย กระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกา (The United States Department of Defense) เริ่มใช้ครั้งแรกเฉพาะในทางทหารในปี 1960 และเปิดให้บุคคลทั่วไปใช้ได้ในปี 1980

2.2 องค์ประกอบหลักของระบบ GPS

ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนอวกาศ (Space segment) ส่วนควบคุม (Control segment) และส่วนผู้ใช้งาน (User segment) ซึ่งแบ่งดังนี้

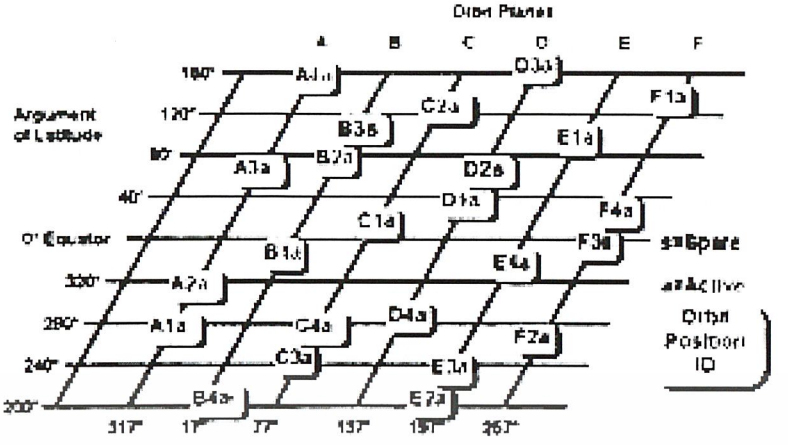
2.2.1. ส่วนอวกาศ (Space segment)

ดาวเทียม GPS มีทั้งหมด 24 ดวง โคจรอยู่ที่ระดับความสูง 20,162.61 กิโลเมตร เหนือเส้นศูนย์สูตร โดยแบ่งระนาบการโคจร (Obital plane) ออกเป็น 6 ระนาบ ทำมุม 60 องศา ระหว่างกันโดยแต่ละระนาบจะมีดาวเทียมระนาบละ 4 ดวง แต่ละวงโคจรของดาวเทียมทำมุม 55 องศากับแนวเส้นศูนย์สูตร ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบประมาณ 11 ชั่วโมง 58 นาที รูปที่ 2.1 และ 2.2 แสดงการวงโคจรของกลุ่มดาวเทียม



รูปที่ 2.1 แสดงวงโคจรของกลุ่มดาวเทียมในระบบ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงภาพฉายวงโคจรของดาวเทียมในระบบ GPS

2.2.2. ส่วนควบคุม (Control segment)

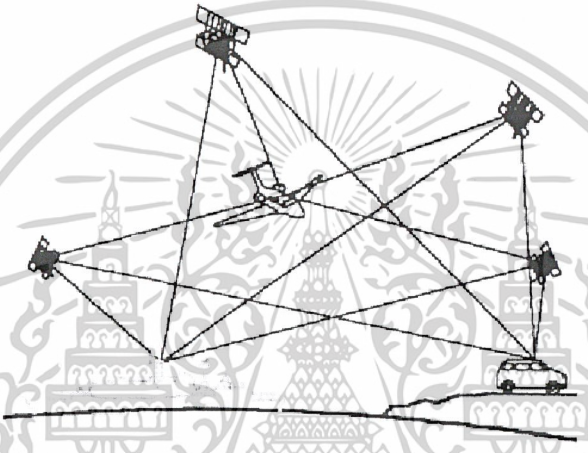
ส่วนควบคุมประกอบด้วยสถานีที่ทำหน้าที่ควบคุมและสังเกตการทำงานของดาวเทียมให้อยู่ในสภาพที่ถูกต้องอยู่เสมอ โดยส่วนควบคุมจะส่งข้อมูลการโคจร (navigation massage) ไปยังดาวเทียมวันละครั้ง หรือตามที่ต้องการ โดยส่วนควบคุมมี 5 สถานีกระจายอยู่ทั่วโลก ได้แก่ สถานี Hawaii, สถานี Colorado Springs, สถานี Ascension Island, สถานี Diego Garcia และสถานี Kwajalein Island และ มีเสาอากาศพื้นดิน (ground antennas) อยู่ 3 แห่งคือ Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein โดยสถานีควบคุมหลักจะอยู่ที่ Schriever Air Force Base ในรัฐ Colorado

รูปที่2.3 แสดงสถานีควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3. ส่วนผู้ใช้ (User segment)

ระบบ GPS สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ใช้เป็นระบบนำร่องของเครื่องบิน, ใช้เป็นระบบนำทางติดรถยนต์หรือเรือ เป็นต้น การใช้งานทั้งหมดจะต้องใช้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องรับ GPS (GPS Receivers) ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียม GPS แล้วถอดรหัสสัญญาณเพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลหาตำแหน่งต่อไป ในการที่จะระบุตำแหน่งได้แม่นยำจะต้องมีการรับสัญญาณจากดาวเทียมพร้อมกันอย่างน้อย 4 ดวงดังรูปที่2.4

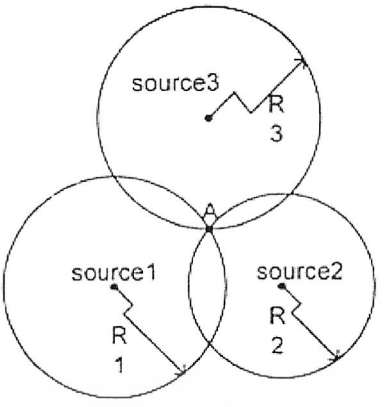


รูปที่2.4 แสดงการส่วนของผู้ใช้งานในระบบ GPS

2.3 การคำนวณหาตำแหน่ง

โดยเครื่องรับจะทำการคำนวณหาระยะทางที่ดาวเทียมห่างจากเครื่องรับโดยคำนวณจากเวลาที่สัญญาณใช้ในการเคลื่อนที่จากดาวเทียมมายังเครื่องรับ แล้วคำนวณกับความเร็วของสัญญาณจะได้ระยะทางออกมาเป็นทรงกลม จากนั้นอาศัยใช้กฎสามกลมหนึ่งมุม (Trilateration) ก็จะทราบพิกัดซึ่งก็คือจุดตัดของทรงกลมทั้งสามดังรูปที่ 3.5 โดยถ้าใช้ดาวเทียมเพียง 3 ดวง ก็จะรู้ตำแหน่งในระนาบแค่ 2 มิติ แต่ถ้าใช้ดาวเทียม 4 ดวงจะได้ทรงกลม 4 ทรงกลม ก็จะทราบตำแหน่งในระนาบ 3 มิติได้ คือ ทราบความสูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.5 แสดงกฎ Trilateration ที่ใช้ในการหาตำแหน่งใน GPS

2.4 รูปแบบของการบอกตำแหน่ง มี 2 รูปแบบคือ

2.4.1. การบอกตำแหน่งแบบมาตรฐาน (SPS: Standard Positioning Service)

การบอกตำแหน่งรูปแบบนี้เปิดให้ใช้โดยเสรีไม่มีการเข้ารหัสใดๆ แต่ข้อมูลที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าการบอกตำแหน่งแบบละเอียด คือ 100 เมตร ในแนวนอน 156 เมตร ในแนวตั้ง และความคลาดเคลื่อนของ Coordinated Universal Time (UTC) 340 nsec

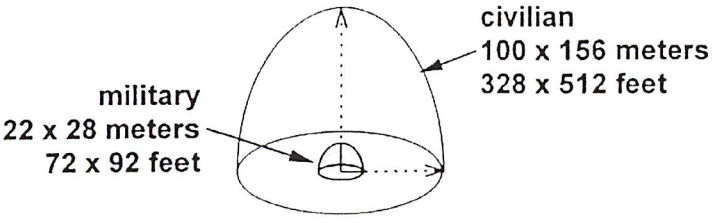
2.4.2 การบอกตำแหน่งแบบละเอียด (PPS: Precise Positioning Service)

การบอกตำแหน่งโหมดละเอียดถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับงานทางทหารหรืองานที่ได้รับอนุญาตเป็นพิเศษจากกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ข้อมูลที่ได้จะถูกเข้ารหัสไว้เพื่อไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตลักลอบนำข้อมูลไปใช้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้มีความเที่ยงตรงกว่าการบอกตำแหน่งแบบมาตรฐานมากคือ 22 เมตร ในแนวนอน และ 27.7 เมตร ในแนวตั้ง และความคลาดเคลื่อนของ UTC 200 nsec

ตารางที่2.1 แสดงการเปรียบเทียบระบบ GPS แบบ SPS และแบบ PPS

ข้อมูลที่ได้	Precise-PS	Standard-PS
ความแม่นยำทางแนวนอน	22 เมตร / 72ฟุต	100 เมตร / 328ฟุต
ความแม่นยำทางแนวตั้ง	28 เมตร / 92ฟุต	156 เมตร / 512ฟุต
ความแม่นยำของเวลาดีเลย์	200 นาโนวินาที	340 นาโนวินาที
ความแม่นยำของความเร็ว	0.2 เมตรต่อวินาที	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงความแตกต่างของความแม่นยำที่มาตรฐานต่างๆ

2.5 ลักษณะรหัสสัญญาณในระบบ GPS

เครื่องรับทั่วไปจะรับได้เฉพาะสัญญาณที่เป็นรหัส C/A-code (coarse/acquisition code) ที่ส่งมาที่ความถี่ในช่วง L1 (Link 1) มีค่าความถี่ 1575.42 MHz ส่วนเครื่องรับทางทหารจะใช้รหัส P-code (precise or precision code) ที่ส่งมากับความถี่ในช่วง L1 และ L2 (Link 2) โดยที่ L2 มีความถี่ 1227.6 MHz

ข้อแตกต่างระหว่างรหัสสัญญาณประเภทต่างๆ

1. รหัสทางทหาร (P-Code)

รหัส P เป็นชุดรหัสที่ใช้ในทางทหารหรือทางราชการซึ่งจะให้ได้ค่าที่แม่นยำกว่า ใช้ 1ชุดรหัส C/A เนื่องจากชุดรหัส P จะมีชุดรหัสที่ยาวกว่า โดยมีความผิดพลาดของตำแหน่งน้อยกว่า 30 เมตร

2. รหัสทั่วไป (C/A-Code)

รหัส C/A เป็นชุดรหัสที่ใช้ในการหาระยะทางสำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งเปิดให้ใช้ได้ แต่ความแม่นยำจะน้อยกว่าแบบทางทหารเนื่องจากชุดรหัสสั้นกว่า โดยความผิดพลาดของตำแหน่งน้อยกว่า 100 เมตร

3. รหัสที่ผ่านการเข้ารหัสอีกชั้นEncrypted (Y-Code)

รหัส Y เป็นการนำรหัส P มาเข้ารหัสอีกรอบซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษโดยอุปกรณ์ที่ใช้เข้ารหัสจะเรียกว่า Spoofing และอุปกรณ์ที่ใช้ในการถอดรหัสจะเรียกว่า Anti-Spoofing โดยอุปกรณ์เหล่านี้ถูกนำมาใช้ทางการทหาร ในหารใช้งานรหัสนี้นิยมใช้เพื่อส่งข้อมูลผ่านดาวเทียม เช่น ข้อมูลลับต่างๆ โดยเครื่องรับสัญญาณ GPS ชนิดนี้จะต้องมีอุปกรณ์ถอดรหัสเพื่อใช้ในการรับข้อมูลลับเหล่านั้นด้วย

2.6 ข้อมูลจากเครื่องรับ GPS

ข้อมูลที่ได้จากเครื่องได้นั้นมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น ตำแหน่งของเครื่องรับ, พิกัดเวลามาตรฐาน (UTC: Universal Time Coordinated), ความเร็ว ทิศทางในการเคลื่อนที่ สถานะการรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมที่ปรากฏ ฯลฯ โดยอาจจะดูได้จากการแสดงผลที่หน้าจอของเครื่องรับ ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรุ่น ยี่ห้อของเครื่องรับ GPS แล้วก็ยังขึ้นกับเวอร์ชั่นของมาตรฐาน NMEA ที่ใช้ด้วย โดยเราสามารถศึกษาการใช้งานได้จากคู่มือการใช้งานที่มากับเครื่องรับ หรืออาจดูข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม

การส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมจะเป็นมาตรฐานเดียวกันในทุกรุ่น ทุกยี่ห้อ โดยใช้มาตรฐานการส่งแบบ NMEA ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารชนิดหนึ่ง กำหนดขึ้นโดยองค์กรกลางคือ National Marine Electronics Association โดยข้อมูลที่ส่งออกมา (NMEA Message) จะสามารถแบ่งเป็นเรคคอร์ด (Record) หรือ ชุดข้อมูล ย่อยๆ โดยในแต่ละชุดข้อมูลจะประกอบด้วยรหัสASCIIซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร โดยแสดงตัวอย่างชุดข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่2.2 แสดงชุดข้อมูลในรหัส NMEA ของเครื่องรับ GPS

ชุดข้อมูล	ข้อมูลที่บรรจุอยู่
APA	Autopilot cross track error , direction to steer , status of GPS , route status ,destination waypoint name , and bearing from origin to destination (old format)
APB	Revised autopilot message contains all of the above plus : heading to steer toward destination , bearing from the present position to the destination
BWC	Range and bearing to a waypoint
GGA	GPS position , time , fix quality , number of satellites used , HDOP(Horizontal Dilution of the Precision) , differential reference information , and age
GLL	GPS – derived latitude , longitude , and rime of fix
GSA	GPS receiver operating mode , satellites used in the navigation solution reported by the S—GGA sentence and DOP (Dilution of Precision) values
GSV	Number of satellites in view , satellites numbers , elevation , azimuth , and SNR value
ชุดข้อมูล	ข้อมูลที่บรรจุอยู่
RMB	Data status , cross track error , direction to steer , origin ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	destination landmark , landmark location , bearing to destination , and velocity toward and the destination
RMC	Time , latitude ,longitude , speed , heading , and date
VTG	Track (magnitude and true) and groundspeed (knots and KPH)

ในที่นี้จะยกตัวอย่างเป็นชุดข้อมูล GLL โดยให้ชุดข้อมูล GLL ที่เครื่องรับ GPS ส่งออกมาเป็นดังนี้

$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A*2C<CR><LF>

แสดงความหมายของข้อมูลภายในชุดข้อมูล GLL ได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่2.3 แสดงความหมายของข้อมูลที่อยู่ในชุดข้อมูล GLL

Name	Example	Description
Message ID	$GPGLL	GLL protocol header
Latitude	3723.2475	ddmm.mmmm
N/S Indicator	N	N = north or S= south
Longitude	12158.3416	ddmm.mmmm
E/W Indicator	W	E = east or W = west
UTC Position	161229.487	hhmmss.ss
Status	A	A = data valid or V = data not valid
Checksum	*2C	
<CR> <LF>		End of message termination

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

MCS-51

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการขับเคลื่อน ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 และหน่วยความจำซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นส่วนควบคุมการทำงานของชุดควบคุมมอเตอร์ที่ควบคุมการขับเคลื่อนของล้อ โดยหน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในโครงงานนี้มีดังนี้

1. รับคำสั่งควบคุมมอเตอร์จากเครื่องรับโดยตรง
2. รับข้อมูลตำแหน่งที่รถเคลื่อนที่จากเครื่องรับ GPS แล้วประมวลผลเพื่อควบคุมการขับเคลื่อน

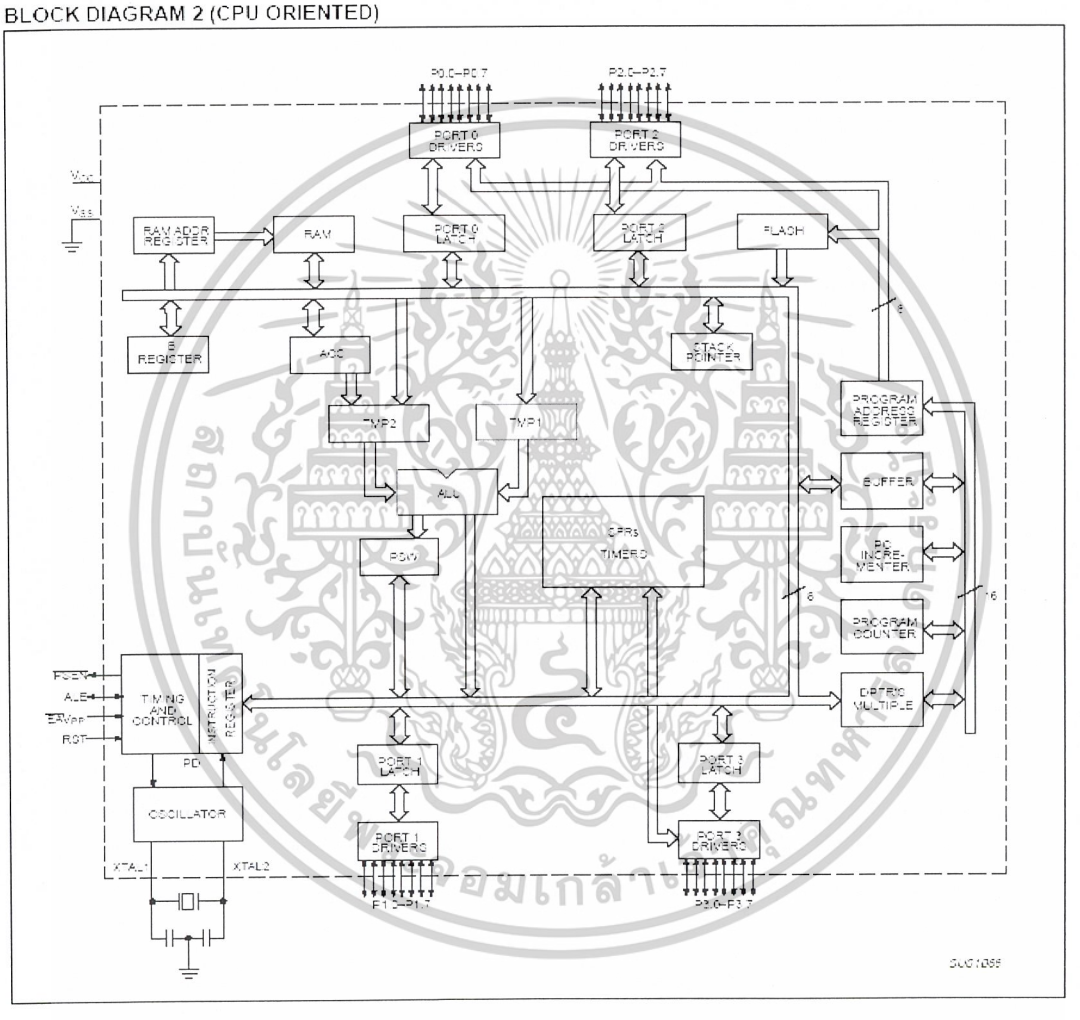
3.1.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51

89C51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ละข้างจะมีขา 20 ขารวมทั้งหมด 40 ขา โดย V ขาที่ 40 เป็นขาป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลต์ เข้าไปเพื่อให้วงจรรวมทำงานได้ ระดับแรงดันของลอจิก 0 และ 1 ของ 89C51 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์ ลอจิกแบบ TTL โดยตรง พอร์ต 1 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 1 ถึง 8 เริ่มจากบิต 0 ถึง บิต 7 ตามลำดับ แต่ละขาจะเขียนว่า P1.0 , P1.1 , ... , P1.7 หมายถึง บิต 7 ของพอร์ต 1 ซึ่งเป็นบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด และ P.1.0 คือ บิต 0 ของพอร์ต 1 เป็นบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด พอร์ต 0 นี้ ใช้ได้ทั้งการรับส่ง ตำแหน่งของข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้เป็นพอร์ตรับส่งข้อมูลก็ได้ ข้อมูลที่ถูกส่งออกทางพอร์ต 1 จะถูกค้างค่าไว้ที่ขาพอร์ต

วงจรภายในส่วน Timing และ Control จะเป็นตัวสร้างสัญญาณมาควบคุมวงจร เพื่อให้การทำงานแต่ละอย่างข้างต้น เมื่อแต่ละบิตของพอร์ต 1 มีการทำงาน คือรับส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory และใช้รับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตโดยตรง ในกรณีที่ไม่มีการใช้หน่วยความจำ Program Memory หรือ Data Memory ภายนอกแล้ว วงจร Timing And Control จะทำให้สภาวะลอจิกของขา Control เป็น 1 ซึ่งทำให้สวิทซ์ MUX อยู่ในตำแหน่งข้างบน เมื่อพอร์ต 1 จะส่งข้อมูลซึ่งเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำหรือข้อมูลที่จะเขียนออกไปยังหน่วยความจำภายนอก ก็จะส่งค่าดังกล่าวมายัง ADDR / DATA ถ้าข้อมูลที่ส่งมาเป็น 1 ก็จะทำให้สัญญาณออกจาก AND GATE เป็น 1 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter ดังนั้น FET ตัวบนเปิด (สภาวะเปิดของ FET คือ ความต้านทานระหว่างขา D กับ S มีค่าต่ำมากเสมือนวงจรปิด) ส่วน FET ตัวล่างปิด (สภาวะปิดของ FET คือ ความต้านทานระหว่างขา D กับ S มีค่าสูงมากเสมือนวงจรเปิด) สภาวะลอจิกที่ขา P1.X PIN จะเป็น 1 แต่ถ้า ข้อมูลที่ส่งออกมายัง ADDR / DATA เป็น 1 ก็จะทำให้สัญญาณจาก AND GATE เป็น 0 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter เป็น 1 ดังนั้น FET ตัวบนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิด ส่วน FET ตัวล่างจะเปิด ทำให้สภาวะลอจิกที่ขา P0.X PIN เป็น 0 เมื่อ 89C51 ต้องการใช้พอร์ต 0 สำหรับ อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกก็จะทำได้โดยวงจร Timing and Control ทำให้สภาวะลอจิกของสัญญาณ Control ในรูปเป็น 0 ทำให้เอาท์พุทจาก AND GATE เป็น 0 FET ตัวบนจะปิดและสวิทช์ MUX จะอยู่ในตำแหน่งข้างล่างดังนั้น FET ตัวล่างจะเปิดหรือปิดก็แล้วแต่ ข้อมูลที่ขา Q มีสภาวะลอจิก 0 ทำให้ FET ตัวล่างปิดดังนั้น ขา P0.X PIN จะอยู่ในสภาวะอิมพิแดนซ์สูง เพราะ FET ทั้ง 2 ตัวปิด



รูปที่3.1 แสดงสถาปัตยกรรมของ 89C51

พอร์ต 1 เป็นพอร์ตขานขนาด 8 บิต คือ ขา P1.0 หมายถึงบิต 0 ของพอร์ต 1 เป็นบิตนัยสำคัญต่ำสุดและ บิต P1.7 หมายถึง บิตที่ 7 ของพอร์ต 1 ซึ่งเป็นบิตนัยสำคัญสูงสุด

ส่วนที่ 1 พอร์ต 1 Latch ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนส่วนที่ 1 ของพอร์ต 0 ส่วนที่ 2 คือ พอร์ต 1 driver จะมีตัวต้านทานต่ออยู่เป็น Internal Pull Up พอร์ต 1 นี้จะใช้ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น ข้อมูลที่ถูกส่งออกมาทางพอร์ต 1 จะถูก Latch ไว้ แล้วส่งออกไปทางแต่ละขาก่อนที่จะอ่านข้อมูลเข้าไปทางพอร์ต 1 จะต้องเขียน 1 ไปยังทุกบิตของพอร์ต 1 เสียก่อน เพื่อให้ FET อยู่ในสภาวะปิดก่อน มิฉะนั้นแล้วถ้ามีข้อมูล 0 ส่งมาค้างอยู่ก็จะทำให้ FET อยู่ในสภาวะเปิด ดังนั้นถ้าสัญญาณภายนอกส่งเข้ามาที่พอร์ตนี้ขานี้ก็จะถูกลัดลงกราวน์ โดยไม่สนใจว่าลอจิกของสัญญาณที่เข้ามาจะเป็นอะไร ข้อมูลที่อ่านเข้าไปจะเป็น 0 เสมอ

พอร์ต 3 คือขา P3.0 ถึง P3.7 ตามลำดับ โดยข้อมูลที่เขียนมายังพอร์ต 3 ทาง internal bus เหมือนกับพอร์ตอื่นๆและ พอร์ต 3 จะมี Internal Pull Up อยู่ทุกบิต แต่พอร์ต 3 นี้ แต่ละบิตจะใช้ในการทำงานอื่นได้โดยใช้คำสั่งควบคุมการทำงาน และจะมีส่วนที่มีสัญญาณ alternative Output Function ที่สร้างมาจากส่วน Timing And Control สัญญาณ Alternative Output Function เป็นสัญญาณที่ส่งออกในกรณีที่ใช้พอร์ต 3 ทำงานในฟังก์ชั่นอื่น และจุด Alternative Input Function เป็นจุดที่จะเอาสัญญาณไปเข้ากับส่วนอื่นตามการทำงานของบิตนั้น แต่ละบิตของพอร์ต 3 จะมีฟังก์ชั่นอื่นๆ ดังนี้

P3.0 / RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับส่งข้อมูล

P3.1 / TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช่ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2 / INTO (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะภายนอก

P3.4 / TO (Timer / Counter 0 External Interrupt) ขารับสัญญาณเข้าไปในวงจร Timer / Counter ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ TO นี้หรือ สัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5 / T1 (Timer / Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer / Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ TO

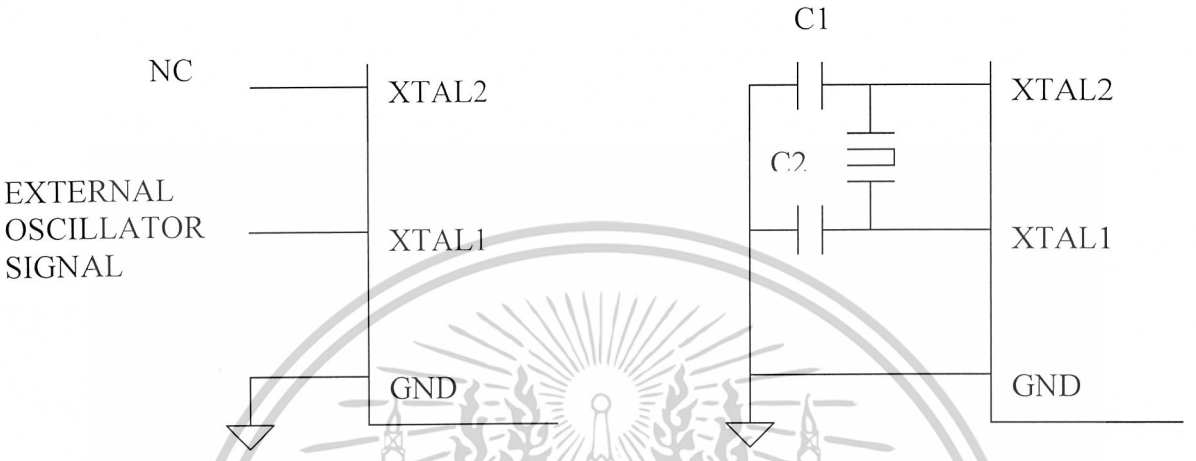
P3.7 / RD ขาสัญญาณข้อมูล

RST ขารีเซ็ทขานี้จะใช้ทำการรีเซ็ทการทำงานของ 89C51 ที่ขา RST ภายใน 89C51 จะมีตัวต้านทานต่อระหว่างขานี้กับกราวน์ถ้าป้อนสัญญาณที่สภาวะลอจิก 1 เข้าไปที่ขานี้จะเป็นการรีเซ็ทการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นจึงสามารถต่อตัวเก็บประจุภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง +5 โวลท์ เพื่อให้เกิดการรีเซ็ท เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 89C51 ซึ่งเรียกว่า “Power On Reset”

XTAL 1 ขาที่ 5 ขานี้จะต่อเข้ากับของ Inverting Amplifier (วงจรขยายแบบป้อนกลับเฟสสัญญาณ) ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งจะเห็นว่าวงจรภายในออสซิลเลเตอร์ NAND GATE จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยาย แบบกลับเฟสของสัญญาณที่จะควบคุมให้มีการออสซิลเลตหรือไม่ก็ขึ้นกับสัญญาณ PD ซึ่งต่อมาจากบิต PD ของรีจิสเตอร์ POON ถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกา ควบคุมการทำงานของ 89C51 ก็ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้ แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในก็ให้ต่อ Crystal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XTAL 2 ขาที่ 4 ขานี้เป็นจุดเอาท์พุทของวงจรขยายแบบกลับเฟส สัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งอินพุทคือขา XTAL 1 ถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาของ 89C2051 แล้ว ให้ปล่อยขานี้ลอยไว้ แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาที่ขา XTAL 1 ดังรูปที่ 3.2



รูปที่3.2 แสดงการต่อ Oscillator ใน 89C51

สำหรับในโครงงานนี้เราเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252 ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างเพิ่มเติมมาจาก 89C51 ดังนี้

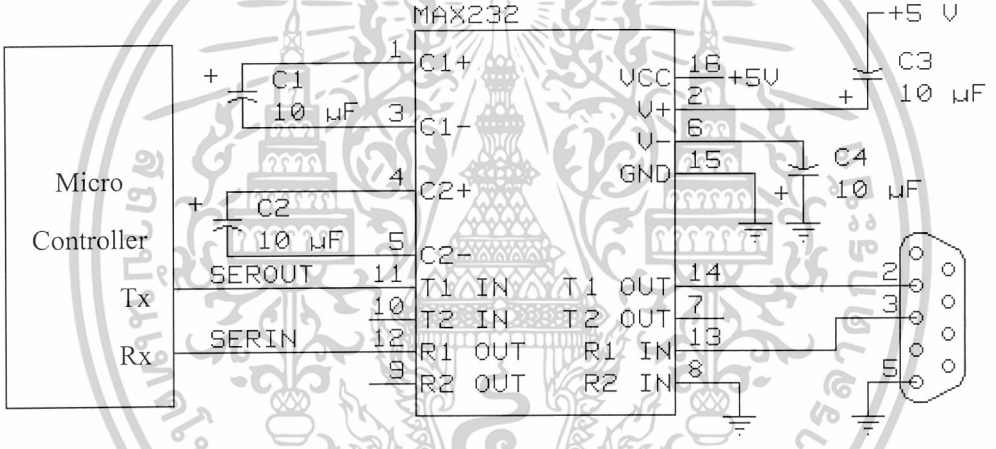
1. มีหน่วยความจำโปรแกรม (Code Memory) แบบแฟลช ขนาด 8 กิโลไบต์ สามารถเขียนและลบได้ถึง 1,000 ครั้ง
2. มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) แบบEEPROM ขนาด 2 กิโลไบต์ สามารถเขียนและลบได้ 100,000 ครั้ง
3. ใช้สัญญาณนาฬิกาได้สูงสุด 24 MHz
4. สามารถกำหนดรูปแบบการป้องกันข้อมูลโปรแกรมในตัวchip ได้ 3 ระดับ
5. ระบบWatchdog Timer
6. มีระบบประหยัดพลังงาน
7. มีระบบติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้างแบบอนุกรม หรือ SPI (Serial Peripheral Interface)
8. แหล่งกำเนิดอินเทอร์รัพท์ 9 แหล่ง
9. วงจรไทเมอร์และตัวนับ ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 พอร์ตอนุกรม RS-232

ในการส่งข้อมูลจากเครื่องรับGPS เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เราใช้พอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งมีลักษณะเป็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรมดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิต จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ช่องสัญญาณในการส่งข้อมูลอาจจะใช้เพียง 1 หรือ 2 ช่องสัญญาณเท่านั้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารถูกกว่าแบบขนานแต่อัตราการส่งข้อมูลจะล่าช้ากว่าการส่งแบบขนาน ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลที่ต้องการส่งจะอยู่ในลักษณะเป็นไบต์ จะถูกทยอยส่งที่ละบิต แล้วมารวมกันเป็นไบต์ ซึ่งทางด้านอุปกรณ์รับจะต้องคอยตรวจสอบว่า บิตใดเป็นบิตเริ่มแรกของไบต์นั้น การตรวจสอบขึ้นอยู่กับรูปแบบของรหัสของบิตที่ใช้

ในการต่อจริงจำเป็นต้องมีวงจรเพื่อปรับเลื่อนระดับแรงดัน (Level Shift) สำหรับการอินเตอร์เฟสเข้ากับพอร์ตอนุกรม RS-232 โดยมีการต่อดังรูปที่3.3



รูปที่3.3 แสดงวงจรปรับเลื่อนระดับแรงดันสำหรับการอินเตอร์เฟสเข้ากับพอร์ต RS-232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3 หน่วยความจำ

ในที่นี้เรานำอุปกรณ์แบบ I^2C EEPROM มาใช้เป็นหน่วยความจำ เพื่อเก็บค่าพิกัดที่รถเคลื่อนที่ผ่าน โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการจัดเก็บและการนำข้อมูลเหล่านั้นออกไป

3.3.1 I^2C หรือ I^2C Bus (Inter Integrate Circuit Bus)

เป็นวิธีการสื่อสารอนุกรมแบบหนึ่ง เป็นที่นิยมใช้กันเนื่องจากมีข้อดี คือ ใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อเพียงสองเส้น (SCL และ SDA) แต่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จำนวนหลายๆ ตัวร่วมในบัสเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

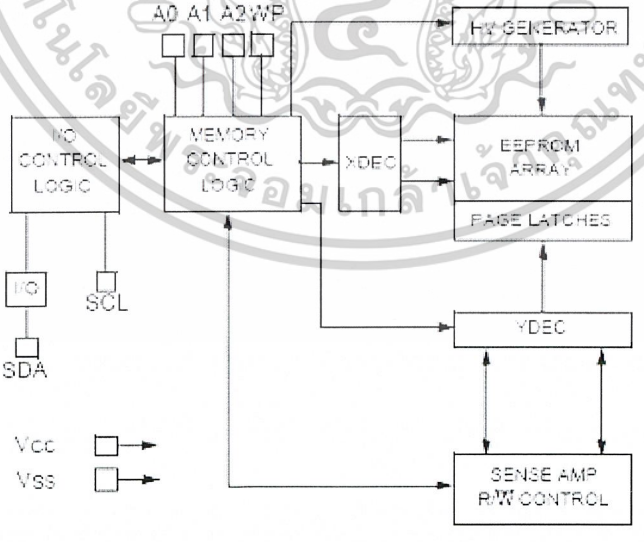
3.3.2 หน่วยความจำแบบ EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) นั้นจัดเป็นหน่วยความจำถาวร เนื่องจากสามารถเก็บรักษาข้อมูลภายในตัวไว้ได้แม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัวหน่วยความจำก็ตาม จุดเด่นประการหนึ่งก็คือ สามารถทำการลบและเขียนซ้ำได้หลายๆ ครั้ง ด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า หน่วยความจำแบบนี้ที่ใช้วิธีการเชื่อมต่อแบบอนุกรมจะเรียกว่า Serial EEPROM ซึ่งมีอยู่หลายชนิด I^2C EEPROM ก็เป็นหนึ่งในนั้น

3.3.3 I^2C EEPROM

คุณสมบัติที่สำคัญของหน่วยความจำที่ใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม I^2C Bus มีหลายประการดังนี้

- มีตัวถังขนาดเล็ก
- ใช้สัญญาณในการเชื่อมต่อน้อยเส้น
- สามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้นานกว่า 200ปี
- สามารถลบและเขียนซ้ำได้ถึง 1 ล้านครั้ง

I^2C EEPROM ตัวที่ใช้ในโครงงานนี้คือ 24XX256 มีโครงสร้างภายในดังรูปที่3.4 โดย A0,A1,A2 คือ Chip Select bit ใช้ในการบอก Address ของ Chip ทำให้เราสามารถต่อChip (24XX256) ใน Bus เดียวกันได้ถึง 8 ตัว SDA (Serial Data) ใช้ส่งAddress และ ข้อมูลเข้าออกจากอุปกรณ์ SCL (Serial Clock) ใช้ในการซิงโครไนซ์ในการส่งข้อมูลเข้าและออก WP คือ Write Protect ใช้ในการป้องกันการอ่านหรือเขียน

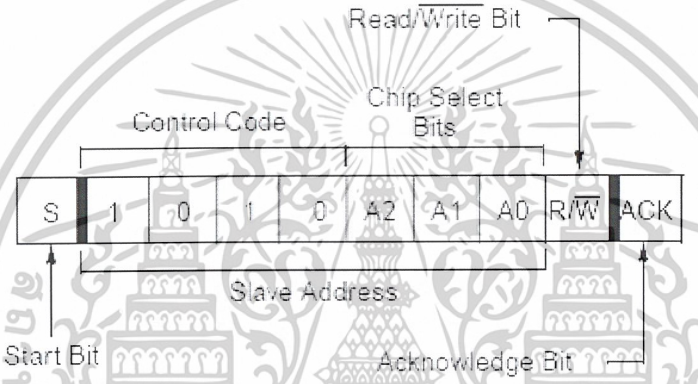


รูปที่3.4 แสดงแผนผังการทำงานภายในของ I^2C EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในการรับส่งข้อมูลจะเริ่มจากตัวแม่(master) จะสร้างสภาวะเริ่มต้น (Start condition) เพื่อขอใช้บัส จากนั้นจึงเริ่มการส่งรหัสควบคุม(Control Byte) เพื่อใช้ระบุตำแหน่งแอดเดรสของตัวลูก (slave) ที่ต้องการ โดยในรหัสควบคุมนี้จะมีขนาด 8 บิต 7 บิตแรก(MSB) จะเป็นค่าตำแหน่งแอดเดรสของตัวลูก ส่วนบิต 8 (LSB) จะเป็นบิตสุดท้ายของไบท์ที่ใช้สำหรับระบุทิศทางของข้อมูลในการรับส่ง โดยถ้า LSB มีค่าเป็น “1” จะหมายถึง ตัวแม่ ต้องการอ่านข้อมูลจากตัวลูก แต่ถ้า LSB เป็น“0”จะหมายถึงตัวแม่ต้องการเขียนข้อมูลไปให้ตัวลูก โดยข้อมูลจะทำการรับส่งกันครั้งละหนึ่งไบท์ และปิดท้ายข้อมูลด้วยบิตแสดงการตอบรับ(Acknowledge Bit) โดยลักษณะโครงสร้างของรหัสควบคุมมีดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของรหัสควบคุม

61763
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
อุปกรณ์รับส่งแบบไร้สาย

ในโครงงานนี้เราได้นำอุปกรณ์การขับเคลื่อนคือ รถบังคับวิทยุมาใช้เป็นแบบจำลองตัวขับเคลื่อน ซึ่งในรถวิทยุบังคับมีอุปกรณ์รับส่งที่มีหลักการดังนี้

4.1 การสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์

หมายถึง การส่ง (Transmission), การรับ (Reception) และการประมวลผลของข้อมูลหรือข่าวสาร (information, intelligence, data, signal) ระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่าด้วยการใช้อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในรูปที่ 4.1 จะเป็นแผนผังแสดงระบบสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่4.1 แสดงแผนผังแสดงระบบสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์

ตัวกลางการสื่อสาร (Communication Medium) เป็นช่องทางหรือตัวกลางซึ่งสัญญาณของระบบสื่อสารใช้เป็นทางผ่านจากจุดส่งไปยังจุดรับ เราสามารถแบ่งชนิดของการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ ตามชนิดของตัวกลางการสื่อสารได้เป็น 2 แบบคือ

1. แบบมีสาย (Wire) สายในที่นี้อาจเป็นสายตัวนำไฟฟ้าหนึ่งคู่ หรือ เส้นใยนำแสง (Optic fiber)

2. แบบไร้สาย (Wire less) หรือวิทยุ (Radio) สัญญาณของระบบสื่อสารแบบไร้สายจะอยู่ในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงแสง

เครื่องส่ง (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ หรือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ถูกออกแบบสำหรับ แปลงสัญญาณจากแหล่งกำเนิดสัญญาณที่จะสื่อสาร ให้กลายเป็นสัญญาณที่มีรูปแบบ และระดับพลังงานที่เหมาะสมกับตัวกลางการสื่อสารของแต่ละระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับ (Receiver) จะเป็นอุปกรณ์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์อีกชุดหนึ่ง ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ได้รับมาจากตัวกลาง ให้กลายเป็นสัญญาณที่มีรูปแบบ และระดับพลังงานที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ปลายทางด้านรับ ตัวอย่างเช่น

4.2 การมอดดูเลต(Modulation)

คือ ขบวนการเลื่อนความถี่ของสัญญาณเบสแบนด์ (Base Band) โดยสัญญาณเบสแบนด์หรือสัญญาณมอดดูเลทติ้ง (MODULATING SIGNAL: Vm(t)) จะไปทำให้คุณสมบัติบางประการของคลื่นพาห์ (Carrier Signal : Vc(t)) ซึ่งมีความถี่สูงกว่าสัญญาณมอดดูเลตติ้งเปลี่ยนแปลง เหตุผลที่ ต้องมีการมอดดูเลชั่น สำหรับระบบการสื่อสายไร้สายมีดังต่อไปนี้

1. สัญญาณแบบแถบฐาน(Base Band) ที่มีต้นกำเนิดชนิดเดียวกันจะมีความถี่ใกล้เคียงกัน เช่น เสียงมนุษย์ทุกคนก็จะมีแถบความถี่ใกล้เคียงกัน ประมาณ 300 HZ - 3 KHz คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกไป จะมีแถบความถี่ที่ทับซ้อนกัน ทำให้ข้อมูลแต่ละข้อมูลจะเกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน โดยการผ่านการมอดดูเลท เราสามารถเลื่อนแถบความถี่ของสัญญาณแถบฐาน (Base Band) มิให้ซ้อนทับกันได้ จากการเลือกความถี่คลื่นพาห์ ไม่เท่ากัน

2. เป็นการยากมาก ในการที่จะสร้างสายอากาศที่จะแผ่กระจายคลื่นของสัญญาณแถบฐาน (Base Band) ให้มีคุณภาพสูงตลอดย่านแถบความถี่ ของสัญญาณแถบฐานเนื่องจาก สัญญาณแถบฐานมักจะมีความถี่ต่ำ และแถบความถี่กว้าง (ค่าความถี่ต่ำสุด และสูงสุดต่างกันหลายเท่า) โดยการผ่านกระบวนการมอดดูเลท แถบความถี่ของสัญญาณที่ถูกมอดดูเลตจะมีค่าแทบความถี่เชิงสัมพัทธ์แคบลงมาก ทำให้สามารถสร้างสายอากาศที่สามารถแผ่กระจายคลื่นได้ดี ตลอดแถบความถี่ของสัญญาณที่ถูกมอดดูเลท

ตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการส่งเสียงของมนุษย์ซึ่งมีแถบความถี่ 300 Hz- 3 KHz เหมือนกัน ถึงแม้ว่าเราสามารถ สร้างสายอากาศในอุดมคติที่สามารถแผ่กระจายคลื่น 300Hz- 3KHz ได้อย่างมีประสิทธิภาพทุกความถี่ เสียงของบุคคลต่างๆ จะรบกวนซึ่งกันและกัน ทำให้ไม่สามารถสื่อสารกันได้

ในการสร้างสายอากาศแผ่กระจายคลื่น สายอากาศควรมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น แถบความถี่เสียงของสัญญาณมนุษย์ คือ 300Hz- 3 KHz ถึงแม้ว่าเราสามารถสร้างสายอากาศที่แผ่กระจายคลื่นความถี่ 300 Hz ได้ สายอากาศนั้นก็จะไม่สามารถแผ่กระจายคลื่นความถี่ 2700 Hz หรือ 3 KHz ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ยิ่งไปกว่านั้นสัญญาณแถบฐานBase Band มักจะมีความถี่ต่ำ สายอากาศที่เหมาะสมในการกระจายคลื่นที่มีความถี่ 300 Hz จะมีความยาวประมาณ 500Km ซึ่งแทบจะเป็นไปไม่ได้ที่เราจะสร้างสายอากาศที่มีความยาวขนาดนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

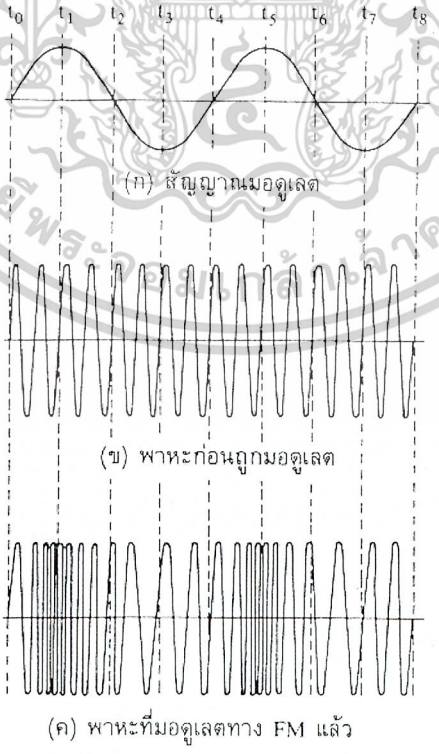
แต่ถ้าเรานำสัญญาณเสียง 300 Hz- 3 KHz ไปมอดดูเลตกับคลื่นพาห์ที่มีความถี่ 1MHz แบบ AM แถบความถี่ของสัญญาณเสียง จะถูกเลื่อนเป็น 1 MHz + 3 KHz และ 1MHz – 3 KHz ดังนั้น สายอากาศที่มีความยาว ประมาณ 150 เมตร ซึ่งการสร้างสายอากาศที่มีความยาว 150 เมตรนั้นจะอยู่ในพิสัยที่เราสามารถทำได้ และนอกจากนั้นยังสามารถ แผ่กระจายคลื่นที่มีความถี่อยู่ในช่วง 997 KHz - 1003 KHZ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งเราสามารถแบ่งประเภทของการมอดดูเลทได้ออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การมอดดูเลตเชิงขนาด (Amplitude Modulation) : AM
2. การมอดดูเลตเชิงมุม (Angular Modulation) ซึ่งการมอดดูเลตเชิงมุมนี้สามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ การมอดดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation) และ การมอดดูเลตทางเฟส (Phase Modulation)ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงการมอดดูเลตเชิงมุมเท่านั้น

การมอดดูเลตเชิงความถี่

รูปคลื่นของสัญญาณ FM เกิดจากสัญญาณมอดดูเลต ดังรูปที่ 4.2(ก) เช่น สัญญาณเสียงซึ่งเป็น ข่าวสารเข้าไปมอดดูเลตลงบนสัญญาณพาหะ ดังรูปที่4.2 (ข) สัญญาณพาหะหลังจากถูกมอดดูเลตแล้ว ดังรูปที่ 4.2(ค) เป็นสัญญาณ FM จะเห็นว่าที่เวลา *t0* สัญญาณ FM อยู่ที่ความถี่กลาง เมื่อสัญญาณที่เข้ามา มอดดูเลตมีค่าทางบวกสูงสุด ความถี่พาหะจะเพิ่มขึ้นสูงสุดด้วย นั่นคือสัญญาณมอดดูเลต ถึงจุดสุดยอด (สัญญาณมอดดูเลตมีขนาดสูงสุดนั่นเอง) ที่เวลา *t1*



รูปที่4.2 แสดงการมอดูเลททางความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เวลา t_2 สัญญาณมอดดูเลตลดลงมีค่าเป็นศูนย์ ความถี่ของพาหะก็จะลดลงมาที่ความถี่กลางดังเดิมหลังจากเวลาของสัญญาณมอดดูเลตมีค่าตกลงต่ำกว่าศูนย์จนกลายเป็นลบ พาหะจะมีความถี่ลดลงต่ำกว่าความถี่กลาง และเมื่อเวลาสัญญาณมอดดูเลตกลับเป็นศูนย์อีกครั้งหนึ่ง ความถี่ของพาหะก็จะกลับมายังความถี่กลางดังเดิม เช่นกัน ในช่วงเวลา *t4* ถึง *t8* ก็จะซ้ำแบบเดิมเรื่อยๆ ไป สรุปแล้วความถี่ของพาหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณมอดดูเลต และพาหะยังคงอยู่ที่ความถี่กลางเมื่อสัญญาณมอดดูเลตเป็นศูนย์

ช่วงความถี่ที่พาหะเบี่ยงเบนไปจากความถี่กลางเรียกว่า ความถี่เบี่ยงเบน (Frequency deviation) หรือ 'ดีวิเอชั่น" ตัวอย่างเช่น พาหะมีความถี่ 100 เมกะเฮิรตซ์ ลดลงต่ำสุดเป็น 99 MHz และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 100.1 MHz สลับไปมาเช่นนี้ หมายความว่าช่วงความถี่เบี่ยงเบนเท่ากับ +0.1,-0.1 MHz หรือ +100,-100 KHz

อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณ FM ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลต ตัวอย่างเช่น ถ้าสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลตเป็นโทน (สัญญาณเสียง) ความถี่ 1000 Hz อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณ FM จะเท่ากับ 1000 ครั้งต่อวินาที ถ้าสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลตเพิ่มความถี่เป็น 10 KHz โดยคงค่าแอมพลิจูดเท่าเดิม ช่วงความถี่เบี่ยงเบนก็จะยังคงเท่าเดิม คือเท่า +100KHz หรือ -100KHz แต่อัตราการเบี่ยงเบนจะเพิ่มเป็น 1000 ครั้งต่อวินาที นั่นคือ ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลตเป็นตัวกำหนดอัตราการเบี่ยงเบนความถี่

สำหรับแอมพลิจูดของสัญญาณมอดดูเลต จะเป็นตัวกำหนดช่วงความถี่เบี่ยงเบน ตัวอย่างเช่น สัญญาณโทนที่มีแอมพลิจูดสูงสุดจะทำให้ความถี่เบี่ยงเบนไป + 100 KHz หรือ - 100 KHz สัญญาณโทนที่มีแอมพลิจูดน้อยลงจะทำให้ความถี่เบี่ยงเบนไป + 50 KHz หรือ - 50 KHz

กล่าวโดยสรุป สัญญาณ FM มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

1. มีแอมพลิจูดคงที่ตลอด แต่ความถี่เปลี่ยนตามสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลต
2. อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณพาหะจะมีค่าเท่ากับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลต
3. ช่วงความถี่ที่เบี่ยงเบน(หรือดีวิเอชั่น) เป็นสัดส่วนกับแอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามามอดดูเลต

4.3 การดีมอดดูเลต (Demodulation)

การดีมอดดูเลตเป็นวิธีทีการที่ตรงกันข้ามกับการมอดดูเลต ซึ่งการมอดดูเลต (Modulate) นั้นจะหมายถึง การนำสัญญาณเสียงเข้าไปในคลื่นพาหะ ดังนั้นการดีมอดดูเลตจะเป็นวิธีการที่จะนำสัญญาณเสียงออกมาจากคลื่น พาหะ

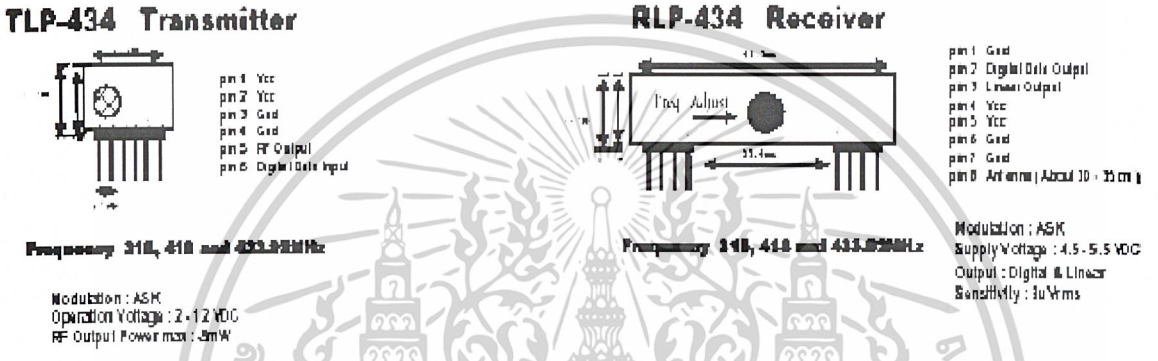
การดีมอดดูเลตสัญญาณ FM นั้นมีวิธีการทำได้หลายวิธีเช่น

1. สโลปดีเทกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์ วงจรดีเทกเตอร์ชนิดนี้อาศัยหลักการคูณสัญญาณ FM กับสัญญาณ FM ตัวเดิมแต่เลื่อนเฟสไป 90 องศา ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นสัญญาณมอดดูเลต
3. การดีมอดดูเลตโดยการใช้ PLL

ในโครงงานนี้เราเลือกใช้โมดูลรับส่งสำเร็จรูปเบอร์ TLP434 และ RLP434 เนื่องจากลดปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนทำให้สามารถส่งสัญญาณได้ในระยะที่ไกลขึ้น โดย TLP434 และ RLP434 ซึ่งมีลักษณะ ดังรูปที่4.4 โดยใช้งานได้ที่ความถี่ 315, 418 และ 433.92 MHz และมีการมอดดูเลตแบบ ASK (Amplitude Shift Keying)

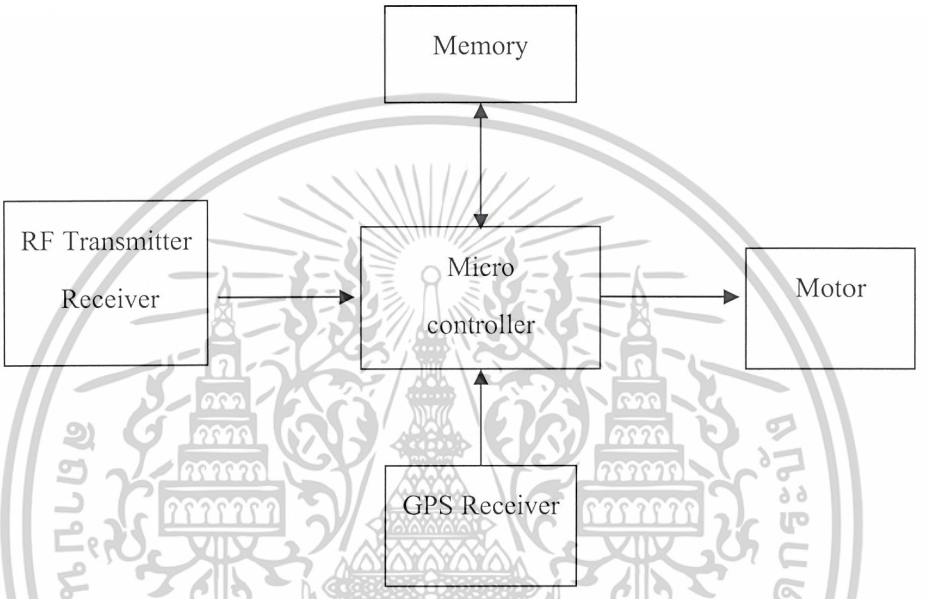


รูปที่4.4 แสดงรูปวงจรรวมตัวส่งและตัวรับ TLP434-RLP434

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบ

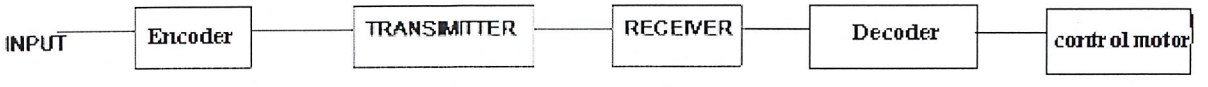
ในการออกแบบระบบจะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ การออกแบบในส่วนของรถบังคับวิทยุและส่วนGPS โดยแสดงเป็นแผนผังการทำงานดังรูปที่5.1



รูปที่5.1 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดยGPS

5.1 การออกแบบรถบังคับวิทยุ

ในส่วนรถบังคับวิทยุจะประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญคือ ส่วนเข้ารหัส ภาคส่ง ภาครับ และส่วนถอดรหัส และควบคุมมอเตอร์ โดยแสดงเป็นแผนผังการทำงานดังรูปที่ 5.2



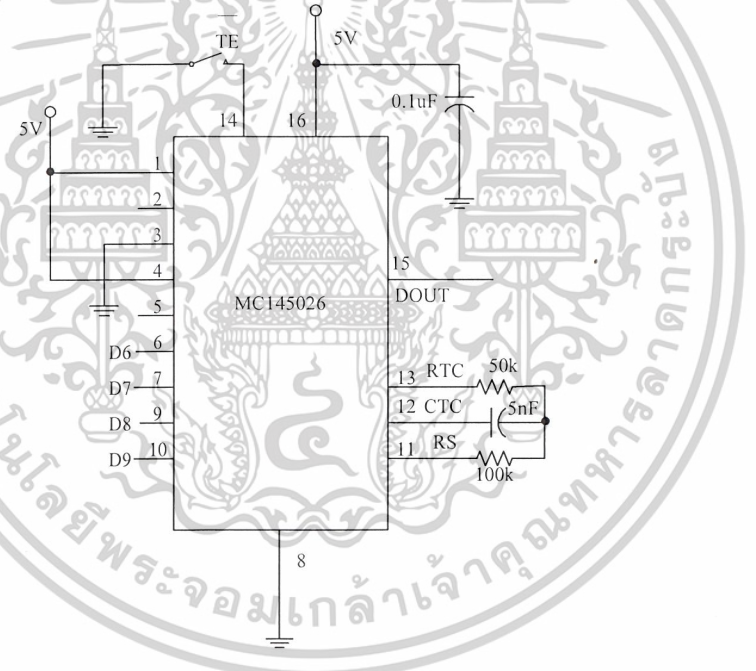
รูปที่ 5.2 แสดงการทำงานของรถวิทยุบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.1 ส่วนเข้ารหัส (Encoder)

วงจรส่วนนี้จะใช้ IC 145026 ซึ่งเป็นตัวเข้ารหัส ซึ่งมีการทำงานดังนี้คือ รับข้อมูลเข้ามาแบบขนาน และส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม โดย อินพุทของภาคส่งจะเข้ามาทางA1-A9 A1-A5เป็นขาแอดเดรส(ต้องตรงกับภาครับ จึงจะรับส่งข้อมูลกันได้) A6-A9เป็นขาข้อมูล สถานะทางอินพุทนี้มีได้ 3 สถานะ (tristate) คือ low(ลอจิก 0) , high(ลอจิก1) และopen(high impedance) ซึ่งทำให้สามารถเข้ารหัสได้ถึง 3^9=19,683 รหัส ในการส่งข้อมูลออกแบบอนุกรมจะส่งได้เมื่อ ขา TE (Transmit Enable) เป็น low เอาท์พุทที่ได้จะมีความยาว 2 word และมีลักษณะ คือถ้าข้อมูลเป็น ลอจิก 0 จะได้พัลซ์สั้น 2 ลูก ถ้าข้อมูลเป็น ลอจิก 1 จะได้พัลซ์ยาว 2 ลูก ถ้าข้อมูลเป็น open จะได้พัลซ์ยาว1ลูก ตามด้วยพัลซ์สั้น1ลูก ความถี่ของข้อมูลที่ส่งออกไปจะขึ้นกับความถี่ที่RC Oscillator ผลิตขึ้นมา โดยคำนวณได้จากสูตร

$$f_{osc}=1/(2.3R_{TC}*C_{TC}) \quad \text{Hz} \quad (1)$$



รูปที่5.3 แสดงวงจรที่ใช้ในการเข้ารหัส

ขา A1-A5 เป็น Address

ขา $\overline{TE}$ เป็นขา Transmit Enable

ขา Dout เป็นขา output

ขา Vss เป็น GND

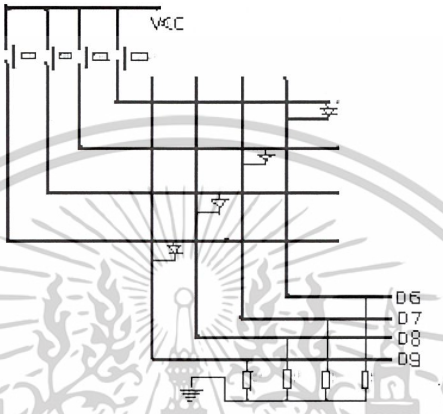
ขา Vdd เป็น ไฟเลี้ยง

ขา Rs,Ctc,Rtc เป็นขาที่ใช้สร้าง รูปแบบสัญญาณที่ออกมา โดยมีค่าดังนี้ 50k,5nF,100k ตามลำดับ

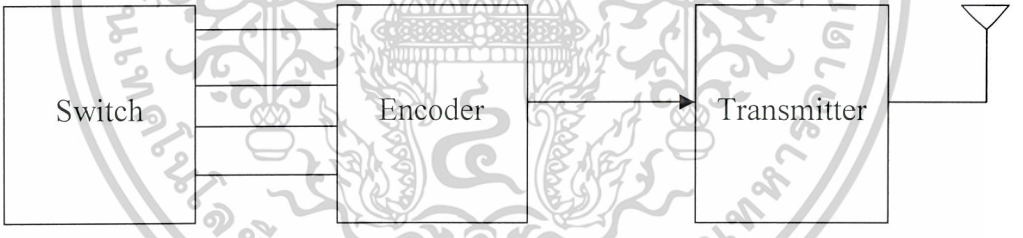
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาD6-D10 เป็นขาที่ส่งข้อมูลเข้า โดยจะต่อกับสวิตช์ 4 ปุ่ม โดยกำหนดให้มีรหัสดังนี้ คือ

1. เดินหน้า 1000
2. ถอยหลัง 0100
3. เลี้ยวซ้าย 0010
4. เลี้ยวขวา 0001



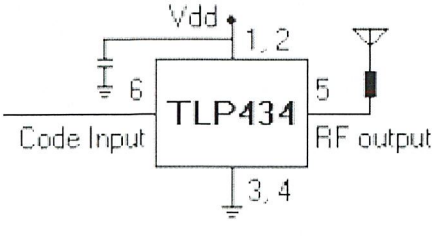
รูปที่ 5.4. แสดงการเชื่อมต่อสวิตช์



รูปที่5.5 แสดงการเชื่อมต่อของชุดเข้ารหัสกับภาคส่ง

5.1.2 ส่วนภาคส่ง

ใช้โมดูลตัวส่งสำเร็จรูป TLP-434 มีการต่อวงจรดังรูปที่5.6 โดยสัญญาณที่เข้าที่Code Input นั้นจะได้มาจากชุดเข้ารหัส (Encoder)

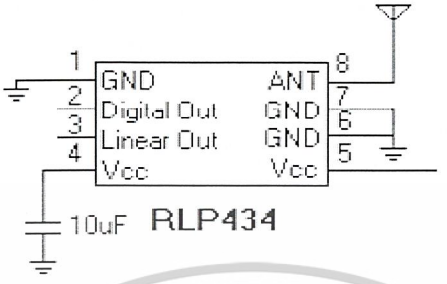


รูปที่ 5.6 แสดงภาคส่งโดยใช้โมดูลตัวส่ง TLP-434

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ส่วนภาครับ

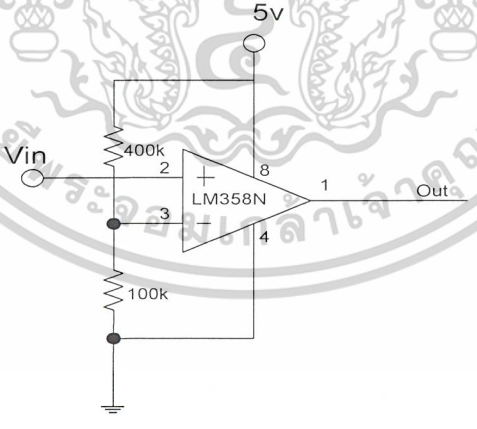
ใช้โมดูล ตัวรับสำเร็จรูป RLP-434 ที่เป็นคู่กับ TLP-434 โดยต่อวงจรดังรูปที่5.7 โดยสัญญาณที่ได้จะส่งออกมาทางขาDigital Out ซึ่งต้องนำไปผ่านส่วนถอดรหัสต่อไป



รูปที่5.7 แสดงภาครับโดยใช้โมดูลตัวรับ RLP-434

5.1.4 ส่วนวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator)

เมื่อส่งสัญญาณระยะไกลจะมีการลดทอนสัญญาณเกิดขึ้นจะทำให้สัญญาณที่ได้รับมีขนาดแรงดันน้อยลงอาจส่งผลให้ตัวถอดรหัสไม่สามารถถอดรหัสได้เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้รับมีขนาดน้อยเกินไป ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวอาจทำได้โดยก่อนที่จะเข้าตัวถอดรหัสนั้นจะให้สัญญาณผ่านวงจรเปรียบเทียบแรงดันเสียก่อน โดยต่อแบบ Non Inverting โดยออกแบบให้มีแรงดันอ้างอิง (Voltage Reference) มีค่า 1 โวลต์ ซึ่งมีการต่อวงจรดังรูปที่ 5.8

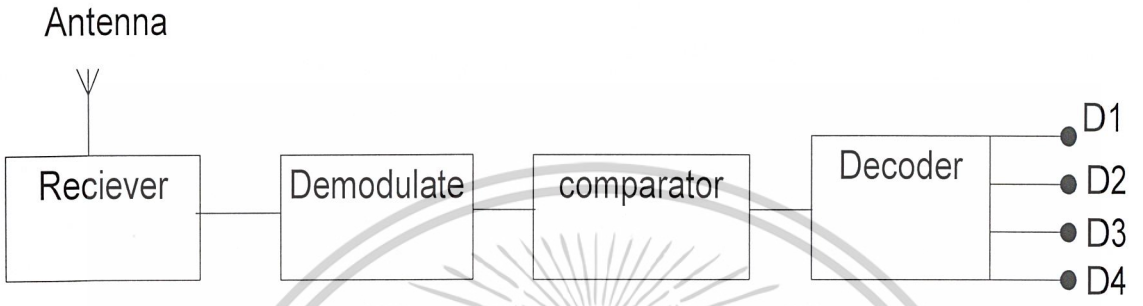


รูปที่ 5.8 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

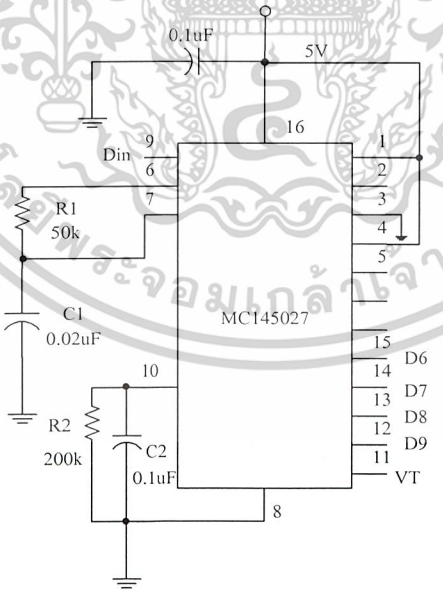
5.1.5 ส่วนถอดรหัส (Decoder)

เมื่อสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจากวงจรดีมอดดูเลทแล้ว สัญญาณที่ได้จะถูกต่อเข้ากับวงจรถอดรหัส (Decoder) และจะได้ข้อมูล 4 บิต ซึ่งจะนำไปควบคุมมอเตอร์ต่อไป โดยเขียนเป็นแผนผังแสดงการทำงานได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่5.9 แสดงแผนผังการเชื่อมต่อของภาครับกับชุดถอดรหัส

รูปที่ 5.10 จะเป็นวงจรของ MC145027 ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณที่ได้มาจากส่วนดีมอดดูเลท แล้วจะได้เอาท์พุท เป็นข้อมูล 4 บิต ซึ่ง นำไปใช้ต่อไป



รูปที่5.10 แสดงวงจรที่ใช้ในการถอดรหัส

ขา A1-A5 เป็น Address

ขา D6-D9 เป็น data output ซึ่งมี 4 bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา Din เป็นขา input

ขา Vss เป็น GND

ขา Vdd เป็น ไฟเลี้ยง

ขา R1,R2,C2,C2 เป็นขาที่ได้จากวงจรเข้ารหัส ซึ่งต้องใส่ให้เหมาะสมเพื่อสามารถล็อคความถี่ได้

$$R_1C_1 = 3.95\,R_{tc}C_{tc}$$

$$R_2C_2 = 77\,R_{tc}C_{tc}$$

$$R_S = 2R_{tC}$$

5.1.6 ส่วนวงจรขับมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

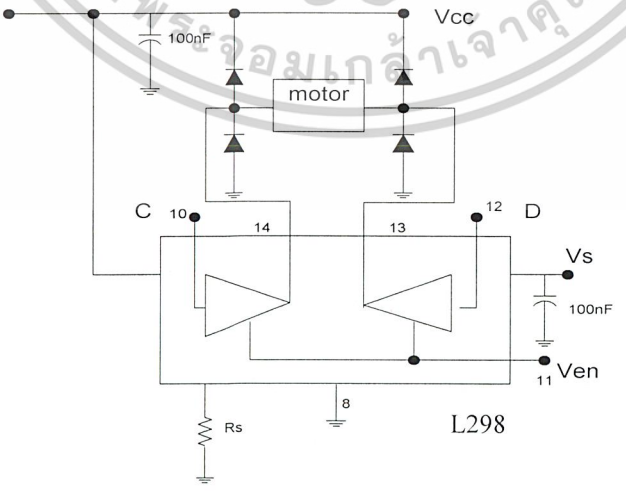
1. มอเตอร์หน้า

ในการออกแบบมอเตอร์หน้านั้นจะเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์เนื่องจากโครงงานนี้เราจำลองระบบขับเคลื่อนที่ใช้ได้กับรถจริงๆ ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้เหมือนหรือคล้ายกับรถจริงๆมากที่สุด

2. มอเตอร์หลัง

เนื่องจากมอเตอร์หลังเป็นมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนของตัวรถดังนั้นจำเป็นต้องมีแรงขับเคลื่อนสูง จึงเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีการทดเฟืองอยู่ภายใน

วงจรขับมอเตอร์ในโครงงานนี้จะใช้วงจรรวมเบอร์ L298N เนื่องจากใช้งานง่ายอีกทั้งยังขับมอเตอร์กระแสสูงได้อีกด้วยซึ่งส่วนประกอบภายในจะเป็นวงจรขับแบบ H-Bridge จำนวน 2 ชุดด้วยกัน จากนั้นจะมีการต่อวงจรภายนอกเพิ่มเติมเพื่อไปประยุกต์ใช้กับมอเตอร์ทั้งมอเตอร์หน้าและมอเตอร์หลัง ซึ่งมีการต่อวงจรขับมอเตอร์ดังแสดงในรูปที่5.11



รูป5.11 แสดงการต่อวงจรรวมขับมอเตอร์L298

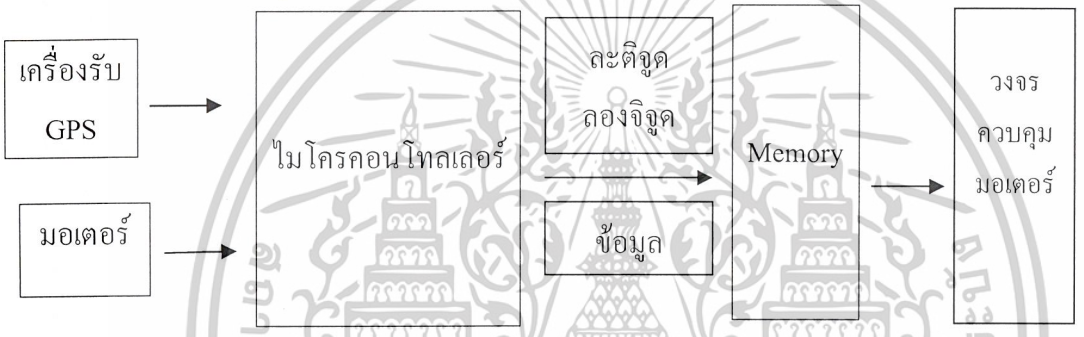
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5.1 อธิบายการทำงานของวงจรขับมอเตอร์

INPUT		OUTPUT
Ven = H	10=H;12=L	Forward
	10=L;12=H	Reverse
	10=12	Fast motor stop
Ven = L	10=X;12=X	Free running motor stop

L = LOW H = HIGH X = DON'T CARE

5.2 การออกแบบส่วน GPS



รูปที่5.12 แสดงลักษณะการทำงานของระบบส่วน GPS

ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนเก็บข้อมูล GPS เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องรับ GPS เพื่อรับข้อมูลรหัส NMEAจากพอร์ตอนุกรมของเครื่องรับ เพื่อแยกเอาเฉพาะตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดมาเก็บไว้ใน EEPROM

2. ส่วนเก็บข้อมูลมอเตอร์ เป็นส่วนที่เชื่อมกับวงจรมอเตอร์ เพื่อรับสัญญาณจากพอร์ตเข้ามาถอดรหัสให้อยู่ใน code ที่จะเก็บไว้ใน EEPROM

ข้อมูลใน EEPROM จะถูกเก็บให้อยู่ในลักษณะชุดข้อมูล 1 ชุดข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูล GPS กับข้อมูลมอเตอร์

<u>ข้อมูล 1 ชุด</u> มีลักษณะดังนี้

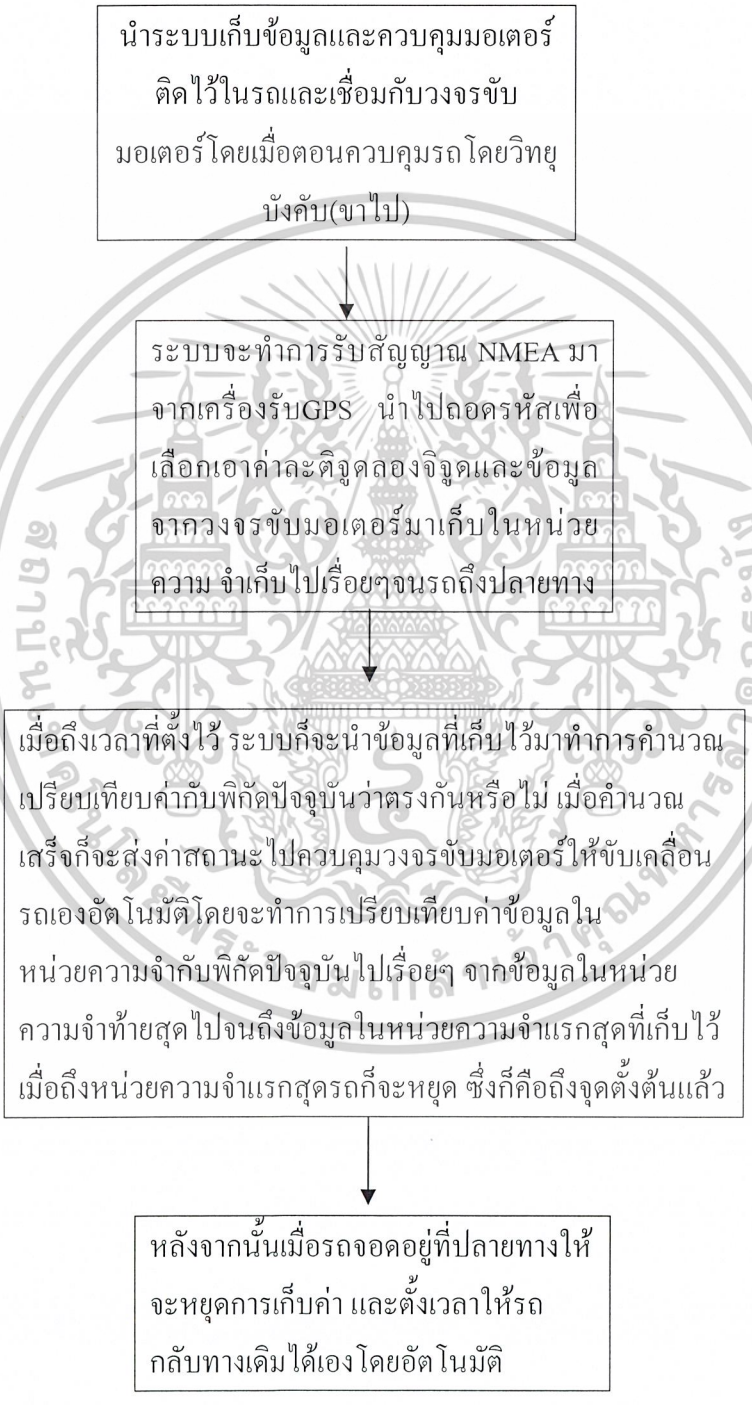
ค่าละติจูด	ค่าลองจิจูด	ทิศทางการเคลื่อนที่

3. ส่วนเครื่องตั้งเวลาให้รถขับเองอัตโนมัติสามารถแสดงบอกเวลามาตรฐาน และตั้งเวลาให้รถกลับเองได้อัตโนมัติ โดยแสดงเวลาที่ตั้งไว้โดยเซเว่นเซกเมนต์ โดยใช้การควบคุมด้วยโปรแกรมจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนควบคุมมอเตอร์จะเป็นการนำเอาข้อมูลที่เก็บไว้ท้ายสุดมาประมวลผลเพื่อเช็คว่าข้อมูลที่เก็บไว้ตรงกับพิกัดปัจจุบันหรือไม่ เมื่อคำนวณเสร็จแล้วจะมีการส่งสถานะไปควบคุมวงจรขับมอเตอร์โดยจะทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงข้อมูลชุดแรกที่เก็บ

ลักษณะการทำงานของเครื่องสรุปเป็นแผนผังการทำงานได้ดังรูปที่5.14



รูปที่5.13 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 ส่วนเก็บข้อมูล GPS

รูปที่5.14 แสดงการทำงานในส่วนการเก็บข้อมูล GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของส่วนนี้มีหน้าที่รับรหัส NMEA มาทางพอร์ตอนุกรมของเครื่องรับ GPS หลักการที่สำคัญของการทำงานส่วนนี้มี 2 ส่วน คือ ส่วนแรก การแยกชุดข้อมูลที่เราต้องการออกมานั้นคือ ชุดข้อมูล GLL โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวแยกซึ่งลักษณะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ในส่วนนี้จะเป็นดังรูปที่ 5.14

เริ่มต้นจะต้องทำการกำหนดอัตราการแปลงข้อมูลหรือ Baud rate ให้มีค่าเท่ากับอัตรา Baud rate ที่เครื่องรับ GPS ส่งออกมา จากนั้นก็รับค่าสัญญาณ NMEA มาประมวลผลหาชุดของข้อมูลที่มีค่าขึ้นต้นว่า GLL ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่มีข้อมูลที่เราต้องการ คำสั่ง NMEA ที่ส่งมานี้เป็นรหัส ASCII ดังนั้นเราจะเขียนโปรแกรมให้ถอดรหัส ASCII ออกมาเมื่อถอดรหัสเสร็จแล้วจะได้พิกัดละติจูดและลองจิจูดเราจะนำค่านี้ไปเก็บไว้ใน EEPROM แล้วก็ค่อยนำค่าข้อมูลไปเก็บไว้ต่อใน EEPROM ก็จะได้ข้อมูล 1 ชุด เพื่อจะนำไปใช้ในส่วนควบคุมมอเตอร์ต่อไป

5.2.2 ส่วนเก็บข้อมูลมอเตอร์

จะทำการเชื่อมวงจรขับมอเตอร์กับพอร์ตของไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อรับค่าข้อมูลของมอเตอร์ว่าเลี้ยวซ้ายหรือขวา เดินหน้าหรือถอยหลัง มาแปลงให้เป็นรหัสข้อมูล ก่อนค่อยนำไปเก็บในหน่วยความจำเพื่อประหยัดพื้นที่ในหน่วยความจำ

ดังนั้นในหน่วยความจำจะมีข้อมูลเป็นชุด ๆ ดังนี้

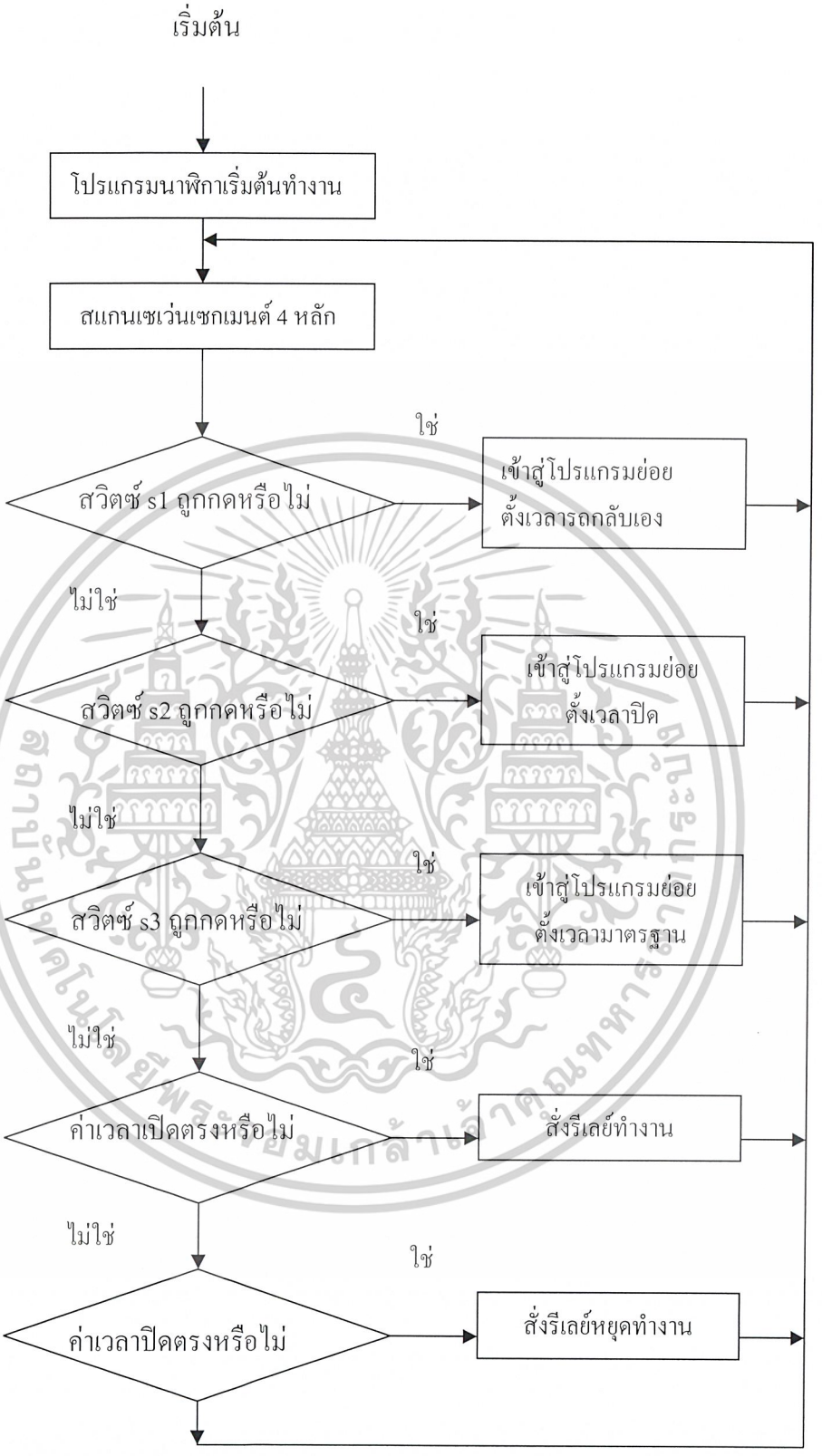
ละติจูด	ลองจิจูด	รหัสข้อมูลมอเตอร์

5.2.3 ส่วนเครื่องตั้งเวลาให้รถขับเองอัตโนมัติ

จะต่อรีเลย์ของเครื่องตั้งเวลาเข้ากับพอร์ต1.1 หรือ 1.3 ของไมโครคอนโทรเลอร์ ถ้าต่อกับพอร์ต 1.1 จะเป็นการตั้งเวลาให้รถกลับเองหลังจากที่ผู้ใช้บังคับรถมาถึงที่หมายแล้ว ส่วนการต่อกับพอร์ต1.3 จะเป็นการตั้งเวลาให้รถกลับมารับผู้ใช้

โดยถ้าถึงเวลาที่ตั้งไว้ให้กลับเองแล้วรีเลย์ก็จะทำงานทำให้พอร์ต1.1 หรือ 1.3 ที่ต่อเข้ากับรีเลย์มีค่า 5V รถก็สามารถขับกลับเองได้โดยอัตโนมัติโดยใช้ข้อมูลในหน่วยความจำเป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ การทำงานในส่วนนี้แสดงได้ดัง Flow chart รูปที่5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

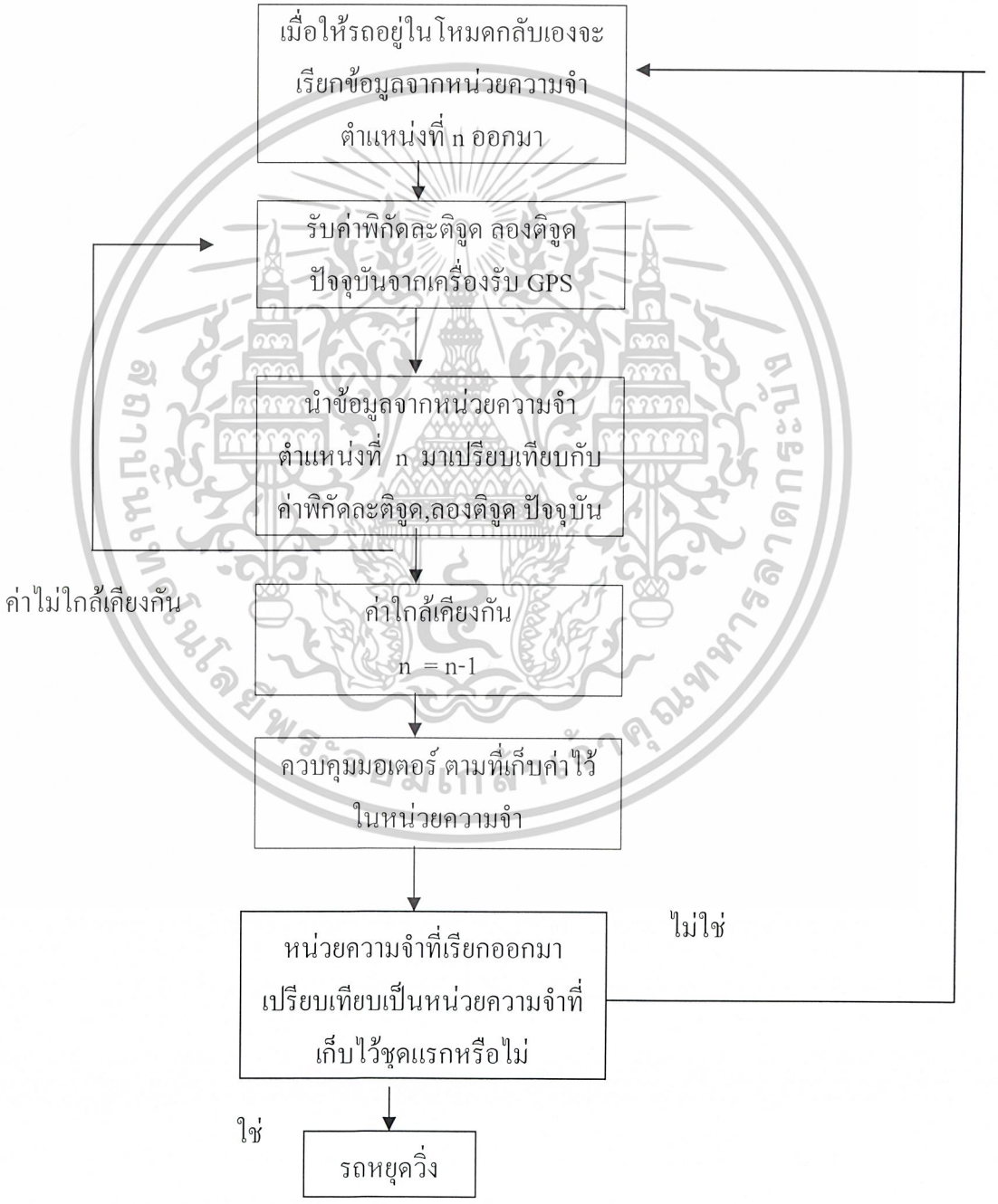


รูปที่5.15 แสดงการทำงานในส่วนเครื่องตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 ส่วนควบคุมมอเตอร์

เมื่อรถถึงจุดหมายที่กำหนดก็จะจอดรถไว้และตั้งเวลาให้รถกลับเส้นทางเดิมได้เองอัตโนมัติ โดยจะเรียกชุดข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำในตำแหน่ง สุดท้ายมาประมวลผลเปรียบเทียบกับพิกัดปัจจุบันว่าใกล้เคียงกันไหมถ้าใกล้เคียงกันก็ให้เรียกข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งต่อไปมาเปรียบเทียบกับพิกัดปัจจุบัน ไปถึงข้อมูลชุดแรกที่เก็บเข้ามา รถก็จะหยุดวิ่งเพราะถือว่าถึงจุดเริ่มต้นแล้ว ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นเรียกข้อมูลในหน่วยความจำออกมาทีละชุดเพื่อมาประมวลผลและนำผลที่ได้ไปควบคุมมอเตอร์ ลักษณะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ในส่วนนี้จะแสดงในรูปที่5.16



รูปที่5.16 แสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทดสอบการทำงาน

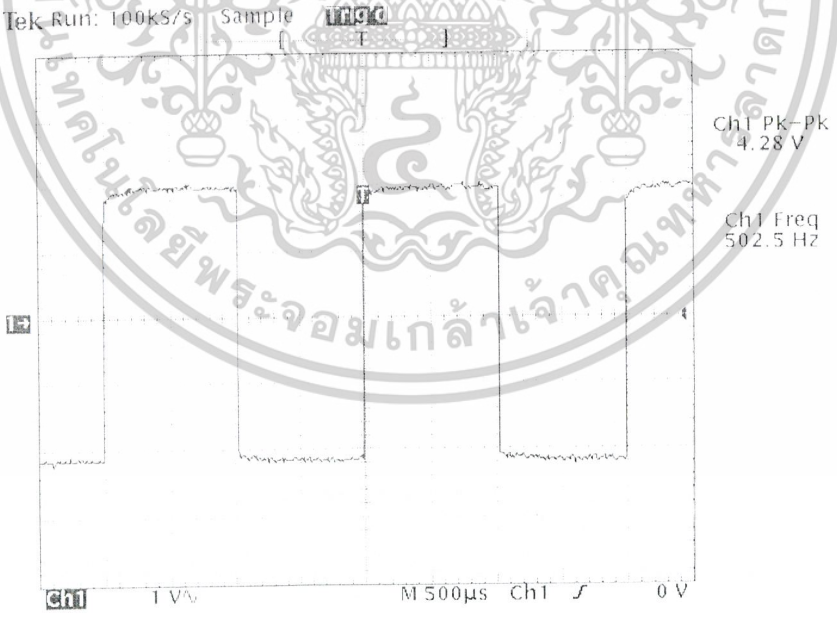
ในส่วนการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมการเคลื่อนที่ของรถตามพิกัดโดย GPS นี้ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนของเครื่อง และ การทดสอบการทำงานทั้งหมด

6.1 การทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนของเครื่อง

จากการออกแบบการทำงานที่แบ่งเป็นส่วนรถบังคับ และ ส่วนGPS สามารถสรุปการทดสอบทำงานและผลการทำงานได้ดังนี้

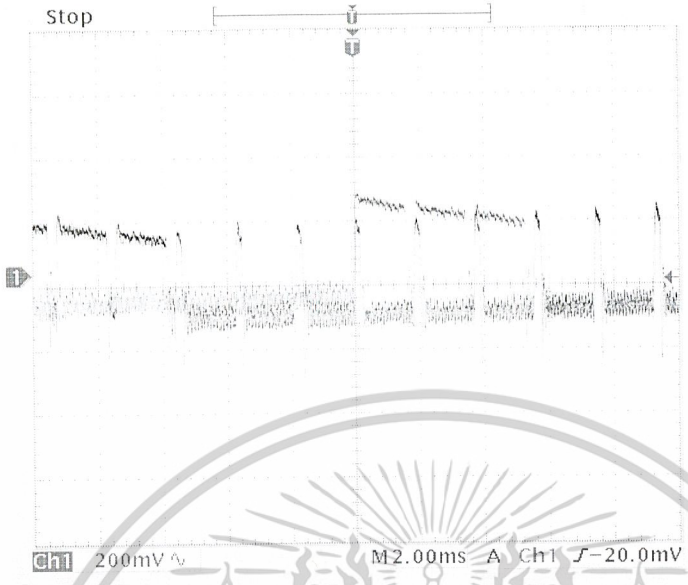
6.1.1 การทดสอบรถบังคับวิทยุ

เมื่อส่งข้อมูลออกทางรีโมทเพื่อควบคุมรถให้เคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ คือ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้า ถอยหลัง ปรากฏว่ารถสามารถเคลื่อนที่ตามทิศทางที่บังคับได้ถูกต้อง และ สามารถรับส่งสัญญาณวิทยุได้ไกลถึง 30 เมตร และเมื่อนำอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณวิทยุที่รถบังคับและรีโมทไปวัดสัญญาณก่อนการส่งและหลังการส่งได้ผลดังนี้คือ



รูปที่ 6.1 สัญญาณที่จะนำมามอดดูเลท

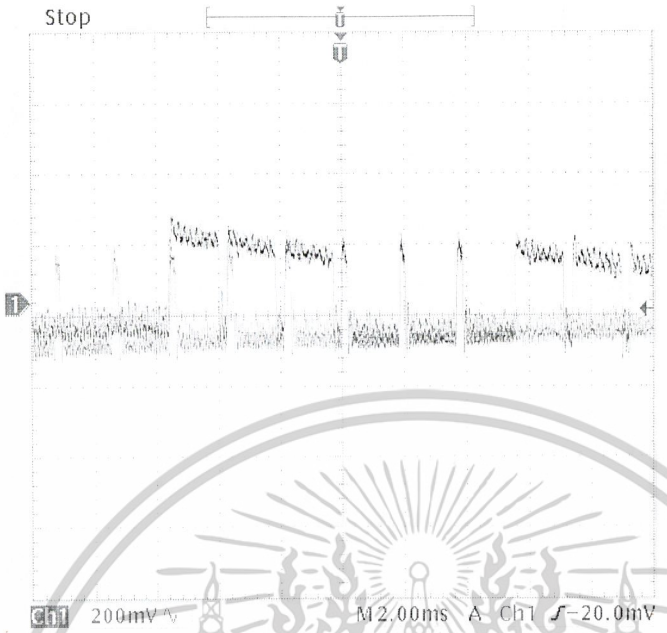
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



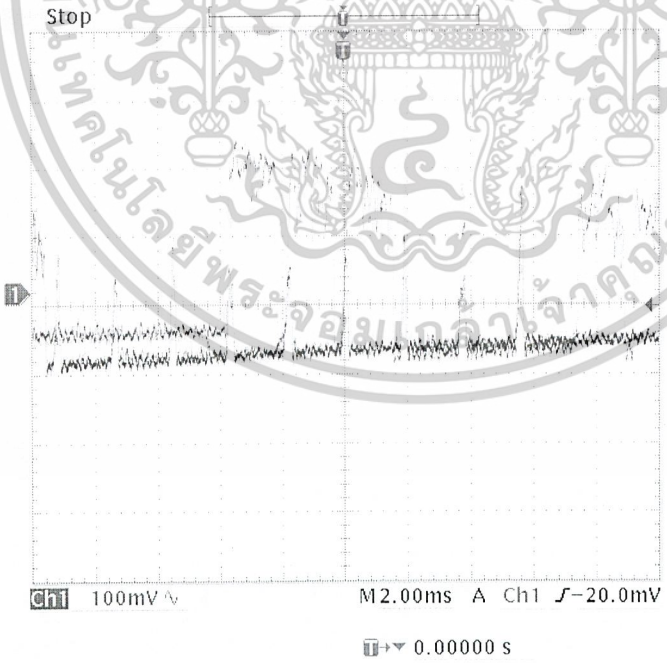
รูปที่ 6.2 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 1 เมตร

รูปที่ 6.3 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

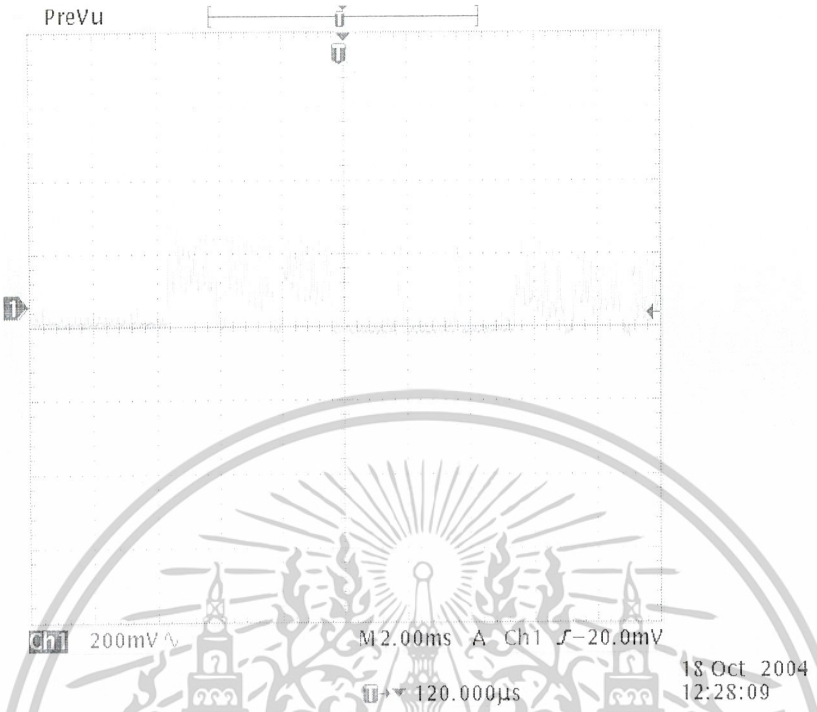


รูปที่ 6.4 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 4 เมตร



รูปที่ 6.5 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6 สัญญาณที่ผ่านการดีมอดดูเลทในระยะ 10 เมตร

6.1.2 การออกแบบทาง GPS

1. การทำงานส่วนถอดรหัส NMEA คือ เมื่อต่อเชื่อมส่วนถอดรหัสเข้ากับเครื่องรับGPSแล้วทำการควบคุมให้ส่วนถอดรหัส NMEA นำข้อมูลชุดGLL ที่ประกอบด้วยละติจูด ลองจิจูดออกมาแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ผลที่ได้คือ ค่าละติจูดและลองจิจูดที่แสดงทางคอมพิวเตอร์นั้นตรงกับที่แสดงทางหน้าจอของเครื่องรับ GPS แสดงว่า ส่วนถอดรหัสทำงานได้ถูกต้อง โดยแสดงตัวอย่างข้อมูลจริงที่แสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

$GPGLL,1346.17,N,10046.72,E

ตารางที่6.1 แสดงความหมายของข้อมูลได้ดังนี้

Name	Example	Description
Message ID	$GPGLL	GLL protocol header
Latitude	1346.17	ddmm.mmmm
N/S Indicator	N	N = north or S= south
Longitude	10046.72	ddmm.mmmm
E/W Indicator	W	E = east or W = west

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อถอดรหัสเสร็จแล้วจะไปสู่ส่วนตัดข้อมูลโดยเราจะเลือกตัดข้อมูลเฉพาะข้อมูลละติจูด,ลองจิจูด เฉพาะหลังจุดทศนิยมซึ่งมีความละเอียดที่สุดเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ จากรูปที่6.7 จะได้ผลดังนี้

พิกัดละติจูด 1346.17 เลือกตัดข้อมูล 17 พื่อนำไปเก็บที่หน่วยความจำ ที่ 72-73

พิกัดละติจูด 10046.72 เลือกตัดข้อมูล 72 เพื่อนำไปเก็บที่หน่วยความจำ ที่ 74-75

2. การทำงานส่วนนำข้อมูลที่เก็บไว้ออกมา คือจะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องรับGPSและทิศทางการเคลื่อนที่ จากEEPROMไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงจุดหมาย แล้วเมื่อเรียกข้อมูลที่เก็บไว้EEPROM ออกมาแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้คือค่าข้อมูลที่เก็บท้ายสุดจะถูกเรียกออกมาก่อนและไล่ไปเรื่อยๆ จนถึงข้อมูลชุดแรกที่ได้เก็บไว้พบว่า ข้อมูลที่เรียกออกมานั้นตรงกันกับข้อมูลที่ได้บันทึกไว้

3. การทำงานส่วนเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อควบคุมให้รถกับเส้นทางเดิมได้เองคือ จะกำหนดไว้ว่าถ้าพิกัดละติจูด ลองจิจูดของพิกัดปัจจุบันกับพิกัดที่ได้เก็บไว้ถ้ามีค่าต่างกันไม่มากก็ให้วงจรขับมอเตอร์ทำงานตามข้อมูลทิศทางที่บันทึกไว้ และให้โหลดข้อมูลชุดต่อไปมาเปรียบเทียบไล่ไปเรื่อย ๆ จนกว่าถึง

6.2 การทดสอบการทำงานรวมของเครื่อง

เมื่อทำการทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆ แล้ว ต่อไปเราจะทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมนี้ ซึ่งสามารถสรุปการทำงานของเครื่องจะเริ่มตั้งแต่เมื่อผู้ใช้บังคับรถออกจากจุดตั้งต้น จนถึงจุดปลายทาง เมื่อถึงแล้วผู้ใช้งานต้องตั้งระบบให้เป็นแบบเคลื่อนที่กลับอัตโนมัติ

ในการทดสอบการทำงานรวมของเครื่องจะวัดจากระยะของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเมื่อรถเคลื่อนที่กลับแบบอัตโนมัติ โดยวัดเป็นระยะรัศมีวงกลม ซึ่งมีจุดตั้งต้นเป็นจุดศูนย์กลาง โดยให้เคลื่อนที่เป็นระยะต่างๆ กัน ตั้งแต่ 50 ถึง 400 เมตร แสดงผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนดังตารางที่6.2 และรูปที่6.7 และ 6.8 ส่วนในตารางที่6.3 และรูปที่6.9 และ 6.4 แสดงผลการทดสอบเป็นเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่6.2 แสดงผลความระยะรัศมีที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้นที่ระยะทางต่างๆ

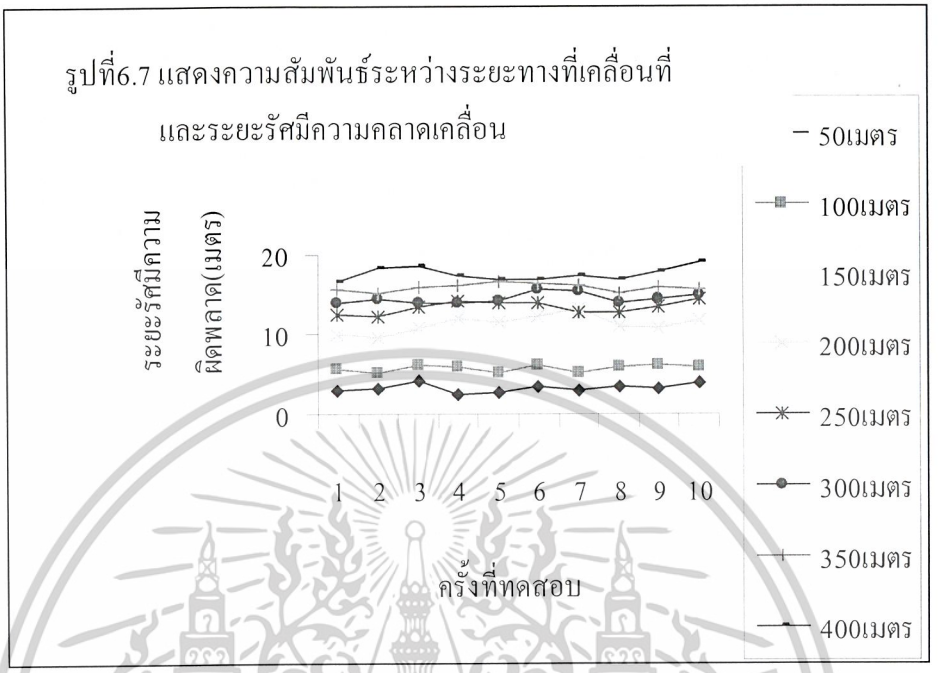
ระยะทาง (เมตร)	ระยะรัศมีที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้น(เมตร) ในการวัดครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	3.0	3.2	4.2	2.5	2.7	3.5	2.9	3.4	3.2	4.0
100	5.5	5.2	6.0	5.8	5.2	6.1	5.2	5.8	6.2	5.8
150	8.8	8.5	7.9	7.8	8.2	7.9	9.2	10	8.0	8.2
200	10.0	9.5	10.8	12.0	11.5	12.1	13.2	10.9	10.8	11.6
250	12.5	12.2	13.5	14.2	13.8	14.0	12.8	12.6	13.5	14.5
300	13.8	14.4	14.0	13.9	14.2	15.5	15.4	13.8	14.5	14.8
350	15.5	15.2	15.8	16.0	16.5	16.4	16.2	15.2	15.8	15.5
400	16.6	18.2	18.5	17.3	16.9	16.8	17.2	16.8	17.8	19

ตารางที่6.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของระยะที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้นที่ระยะทางที่ต่างๆ

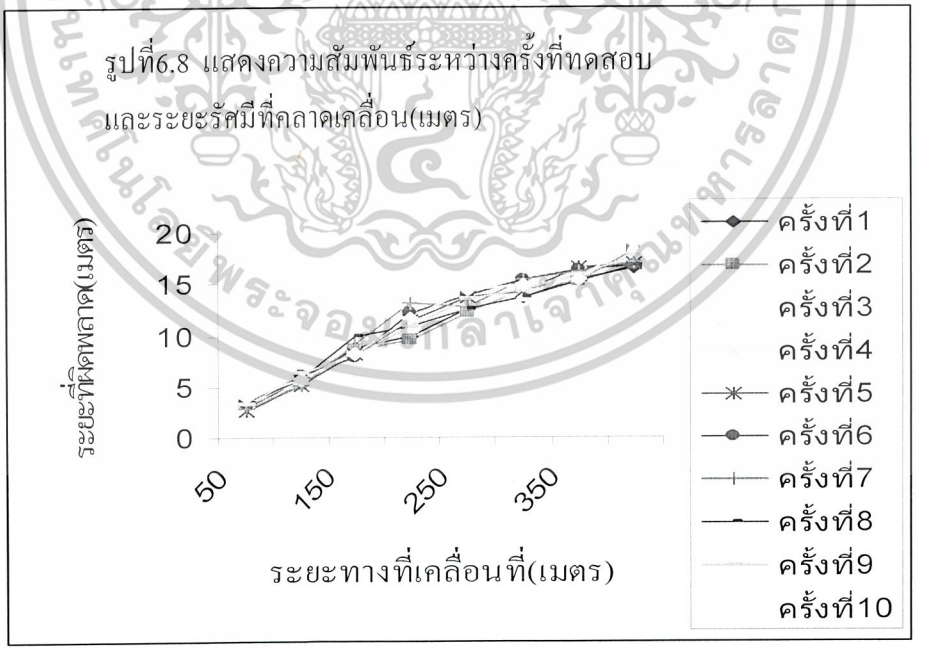
ระยะทาง (ม.)	เปอร์เซ็นต์ของระยะที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้น(ม.) ในการวัดครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	6.0	6.4	8.4	5.0	5.4	7.0	5.8	6.8	6.4	8.0
100	5.5	5.2	6.0	5.8	5.2	6.1	5.2	5.8	6.2	5.8
150	5.87	5.67	5.27	5.2	5.47	5.27	6.13	6.62	5.3	5.47
200	5	4.75	5.4	6.0	5.75	6.05	6.6	5.45	5.4	5.8
250	5	4.88	5.4	5.68	5.52	5.6	5.12	5.04	5.4	5.8
300	4.6	4.8	4.67	4.63	4.73	5.16	5.13	4.6	4.83	4.93
350	4.42	4.34	4.51	4.57	4.71	4.68	4.62	4.34	4.51	4.42
400	4.15	4.55	4.62	4.32	4.22	4.2	4.3	4.2	4.45	4.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่เคลื่อนที่
และระยะรัศมีความคลาดเคลื่อน

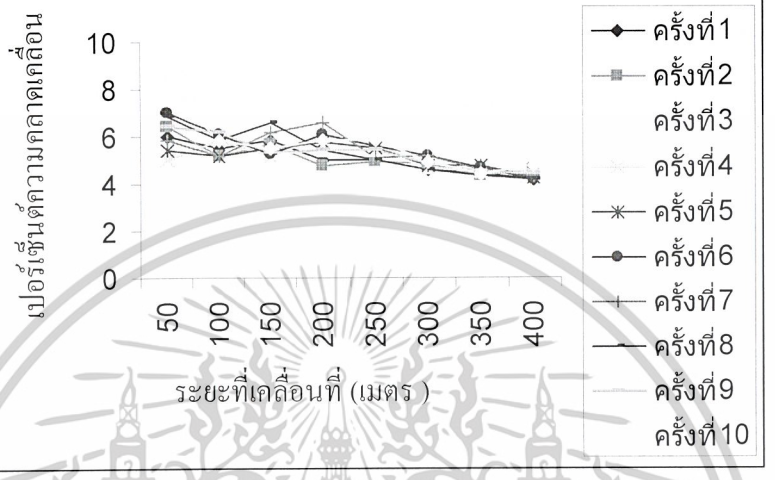


รูปที่6.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่ทดสอบ
และระยะรัศมีที่คลาดเคลื่อน(เมตร)

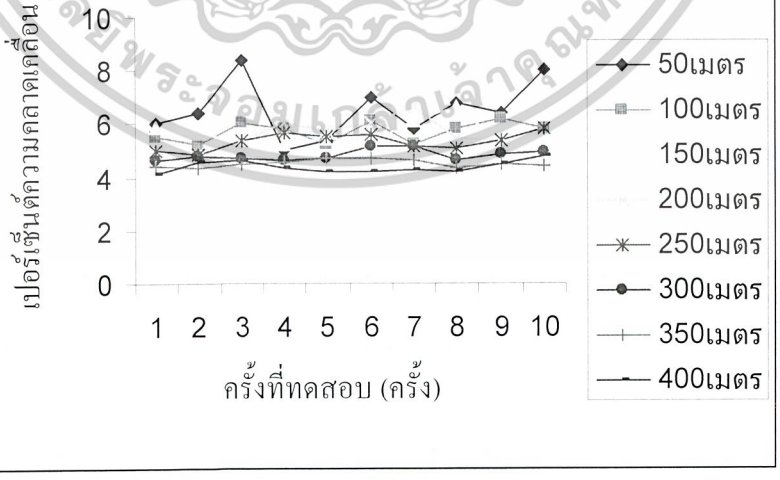


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่6.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่คลื่อนที่
และเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อน



รูปที่6.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่ทดสอบ
และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปและวิจารณ์

จากผลการทำงานในบทที่6 สามารถสรุปได้ดังนี้คือ เมื่อบังคับรถออกจากจุดตั้งต้น จนถึงจุดหมาย แล้วตั้งระบบให้เคลื่อนที่กลับอัตโนมัติ พบว่ามีความผิดพลาดโดยประมาณ 6-10 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อให้ระยะทางไกลมากขึ้นระยะความผิดพลาดจะมากขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจะลดลง

ในการพัฒนาต่อไปเพื่อใช้กับรถยนต์จริงจำเป็นต้องเพิ่มระบบต่างๆ เช่น ต้องมีเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางติดไว้รอบๆ รถ การเบรกอัตโนมัติ การควบคุมเกียร์ การเปลี่ยนเกียร์ ควรมีการติดตั้งกล้องจับภาพเพื่อนำมาประมวลผลในการควบคุมรถ

สภาวะที่เหมาะสมในการใช้เครื่องนี้คือ ควรใช้ในถนนส่วนบุคคล ภายในบริเวณบ้าน หรือบริเวณที่ไม่มีรถอื่นมากนัก ถ้าหากนำไปใช้กับถนนสาธารณะ ซึ่งมีรถมากๆ จะเป็นปัญหา เนื่องจากรถยังไม่สามารถแยกแยะระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถด้วยกันที่อาจจะจอดติดไฟแดงอยู่

นอกจากนี้ในการใช้เครื่องควบคุมนี้ก็ยังไม่เหมาะที่จะใช้กับระยะทางใกล้ๆ โดยจากการทดลองพบว่า เครื่องรับGPS รุ่นที่ใช้นี้มีความละเอียดในการหาตำแหน่งประมาณ 20 เมตร ดังนั้นควรจะใช้กับการเคลื่อนที่เป็นระยะทางตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป

ปัญหาที่พบในงานก็คือ รถบังคับวิทยุที่ใช้ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีนักคือ รถยังวิ่งเอียงทางขวาเล็กน้อย น้ำหนักของเครื่องรับGPS ที่วางอยู่เหนือบริเวณล้อหน้า ทำให้รถเคลื่อนที่ช้า และ ล้อหน้าบิดได้ไม่มาก ทำให้มุมเลี้ยวของรถน้อย ทำให้ต้องมีการเพิ่มส่วนวงจรบัฟเฟอร์ เพิ่มแรงดัน และกระแสให้กับมอเตอร์ นอกจากนี้ยังมีการทดเฟืองเพื่อให้รถแรงมากขึ้นด้วย

ปัญหาในส่วนGPS คือ ข้อมูลที่ใช้ยังมีความละเอียดไม่มากคือ ความละเอียดของทศนิยมของข้อมูลละติจูดลองจิจูด ถึงตำแหน่งที่สอง ซึ่งการปรับปรุงต่อไปควรให้ได้ถึงตำแหน่งที่สามหรือที่สี่ โดยยิ่งมีความละเอียดมาก ตำแหน่งในการเคลื่อนที่ก็จะยิ่งมีความละเอียดแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุลและชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทลเลอร์MCS-51 แบบแฟลช; สำนักพิมพ์อินโนเวทีฟเอ็กซ์เพอริเมนต์

[2] สุนทร วิทูสุรพจน์, การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล8051; สำนักพิมพ์ซีเอ็ดเอ็ดดูเคชั่น

[3] เอกชัย มะการ, ปฏิบัติการทดลองและใช้งานไมโครคอนโทลเลอร์MCS-51 ด้วยภาษาเบสิก; บริษัทอีทีทีจำกัด

[4] L. Casey Larijani, GPS FOR EVERYONE How the Global Positioning System Can Work for You ; American Interface Corporation

[5] http://www.thaimtb.com

[6] http://www.garmin.com/aboutGPS/

[7] http://www.astronautix.com/project/navstar.ht

[8] http://gge.unb.ca/Resources/HowDoesGPSWork.html

[9] http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

[10] http://www.spaceandtech.com/spacedata/constellations/navstar-gps_consum.shtml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือในการแนะนำและสั่งสอนทั้งในเรื่องทฤษฎีและการทำงานจาก อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่นๆ อีกทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ช่วยแนะนำและเป็นกำลังใจให้เสมอผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

.....

นายภาณุพันธ์ คู่สุวรรณกุล

.....

นางสาวมนัสวี ตุลยเดชาภา

.....

นางสาวยาใจ ชุ่มเชย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
' Header DATA GPS
$large
$regfile = "89S8252.DAT"
$baud = 9600
$crystal = 18432000
$ramstart = 0
$ramsize = 2056
'-------------------------------------------------------------------------------
Dim A          As String * 1
Dim Search     As String * 1
Dim Pstr       As String * 28
Dim Pos0       As Byte
Dim L          As bit
Dim Pos1       As Byte
Dim Position   As Byte
Dim Number     As Byte
Dim Num1       As Byte
Dim Value      As String * 2
Dim new_lat    As String * 2
Dim new_long   As String * 2
Dim Pstr1      As String * 2
Dim Newlat     As Byte
Dim Oldlat     As Byte
Dim Newlong    As Byte
Dim Oldlong    As Byte

Dim Number1    As Byte
Dim dat        As Byte
Dim Dat1       As String * 1
Dim Character  As String * 1

Dim address    As word
Dim total_address    As word
Dim total    As byte
Dim Byte_adr   As Byte

Dim Message    As String * 3
Dim old_lat    As String * 3
Dim old_long   As String * 3
Dim diff_long  As integer
Dim diff_lat   As integer
Dim lat1       As integer
Dim lat2       As integer
Dim long1      As integer
Dim long2      As integer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim old_direction    As String * 2
Dim I          As Byte
Dim j          As Byte
Dim k          As Byte
Config Sda = P1.7
Config Scl = P1.6
Const  addressw = &b10101000
Const  addressr = &b10101001
'-------------------------------------------------------------------------------
Declare Sub Savedata
Declare Sub Cutdata
Declare Sub Write_eeprom (address As Word ,dat As Byte)
Declare Sub Read_eeprom (address As Word , dat As Byte)
Declare Sub Converse
Declare Sub Returndata
Declare Sub Comparedata
Declare Sub inputgps
'-------------------------------------------------------------------------------
Print "Test Program gps"
Search = "."
p0 = &h0000
p2 = &hff
I = 0
j = 0
L = 1
'-------------------------------------------------------------------------------
Begin:

  if p1.1 = 0 then   'car_stop
      p1.2 = 0       'led_on
      p1.5 = 0
    Print "finish_save_data_total_address";total_address
    while p1.1 = 0
      P2 = &B00000000
    wend
  end if

    A = Inkey()
    If A = "$" Then

      While Pos0 <> 28
        Input Pstr Noecho
        Pos0 = Len(pstr)
      Wend

        Print Pstr
        Call Cutdata

    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Waitms  50
   p1.5 = 1
   p1.2 = 1
   I = 0
   Pos0 = 0
   j = 1

goto begin
'-------------------------------------------------------------------------------
Sub Cutdata

    Do
        Pos1 = Instr(pstr , Search)
        I = I + 1
        If Pos1 <> 1 Then
          Position = Pos1 + 1
          Value = Mid(pstr,Position,2)

          If I = 1 then
'******************car_run_automatic -->p1.0 = 0 lat+long*******************
            if p1.0 = 0 then
             Print "new_lat: ";value
             new_lat = value

             Print "start loop run auto L: ";L

            if L = 1 then
              if address = 6 then
              Print "load_data_finish"
              while  address = 6
              P2 = &B00000000    'carstop
              p1.2 = 0
              p1.5 = 0
              wend
            else
              Address = Address-12
              call Returndata
              p1.2 = 0  'led_on
              L= 1
            end if

           elseif L = 0   then
             if address = 6 then
               Print "load_data_finish"
               while  address = 6
                 P2 = &B00000000     'carstop
                 p1.2 = 0
                 p1.5 = 0
               wend
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else
                  p1.5 = 0   'led_off
                  Print "*****veryold_lat:";old_lat
                  L = 0
                end if
              end if
'*******************car_save_lat------>p1.0<>0************************
            else
              call Converse
              p1.2 = 0  'led_on
              'p1.5 = 0
             end if
'-------------------------------------------------------------------------
          elseif I = 2 then
            If P1.0 = 0 then
              Print "new_long: ";value
              New_long = Value
             if L = 1 then
                call Returndata
                p1.2 = 0  'led_on
                L= 1
              elseif L = 0 then
                Print "*****verryold_long:";old_long
                p1.5 = 0   'led_on
                L = 0
              end if
'***************car_save_long------>p1.0<>0*****************************
            else
              call Converse
              'p1.2 = 0  'led_on
              p1.5 = 0
            endif
          end if
          Number = Len(pstr)
          Num1 = Number - Pos1
          Pstr = Right(pstr,pos1)
        Elseif Pos1 = 1 Then
          Print "message = 0"
          Position = Pos1 - 1
          Number = Len(pstr)
          Num1 = Number - Pos1
          Pstr = Right(pstr , Num1)
        End If
    Loop Until Pos1 = 0
    print"//\\I:";I
    If I <> 5 then
      Waitms   50
      p1.5 = 1
      p1.2 = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        I = 0
        Pos0 = 0
        j = 1
        If L = 1 then address = address+10
        if L = 0 then address = address+0
        goto   begin
      end if
'********************'car_run_automatic*****************************
     if p1.0 = 0 then
          I = 3
          if L = 1 then
            call Returndata
            p1.2 = 0  'led_on
            L= 1
          elseif L = 0 then
            Print "*****verryold_direction:";old_direction
            p1.5 = 0   'led_off
            L = 0
          end if

     call comparedata
     end if
'****************car_save_direction------>p1.0<>0**********************

    if p1.0 = 1 then    'car_run_by_remote

          If     P2 = &HF8      Then          'Left
                 Value = "04"
                 print "save turn LEFT"
                 call Converse
          Elseif P2 = &HF4   Then          'Right
                 Value = "03"
                 print "save turn RIGHT"
                 call Converse

          Elseif P2 = &HF1   Then          'Forward
                 Value = "01"
                 print "save FORWARD"
                 call Converse

          Elseif P2 = &HF2   Then          'Backward
                 Value = "02"
                 print "save BACKWARD"
                 call Converse

          Else
                 Value = "00"
                 Print "Save NO PRESS "
                 call Converse
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Endif

    endif


End Sub
'--------------------------------------------------------------------------
Sub Converse

    Pstr1 = Value
    Number1 = Len(pstr1)
    Do
        Dat1 = Left(pstr1 , 1)
        Print "data(String): ";Dat1

        Call Savedata
        Number1 = Number1 - 1
        Pstr1 = Right(pstr1 , Number1)

    Loop Until Number1 = 0

End Sub
'--------------------------------------------------------------------------
Sub Savedata
  dat = Val(Dat1)
  Call Write_eeprom(address,dat)
  print "write_address/ ";address
  Address = Address + 1
  total_address = address
End Sub
'--------------------------------------------------------------------------

Sub Write_eeprom(address As Word , dat As Byte)
  I2cstart                              'start condition
  I2cwbyte Addressw
  Byte_adr = High(address)                  'slave address
  I2cwbyte Byte_adr                        'address of EEPROM
  Byte_adr = Low(address)
  I2cwbyte Byte_adr
  I2cwbyte dat                          'value to write
  I2cstop                              'stop condition
  Waitms 20                             'wait for 10 milliseconds
End Sub
'--------------------------------------------------------------------------
Sub Read_eeprom(address As word , dat As Byte)
  I2cstart                             'generate start
  I2cwbyte addressw
  Byte_adr = High(address)                  'slave adsress
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    I2cwbyte Byte_adr
    Byte_adr = Low(address)
    I2cwbyte Byte_adr                    'address of EEPROM
    I2cstart                             'repeated start
    I2cwbyte addressr                    'slave address (read)
    I2crbyte dat , 9                     'read byte
    I2cstop                              'generate stop
End Sub

'--------------------------------------------------------------------------
 Sub Returndata


     k=1
     Message = ""
     Print "Next addr:";address
     Do
          Call Read_eeprom(address,dat)
          Character = str(dat)
          Message = Message + Character
          address = address + 1
          k = k+1
     loop until k=3


     Print "Next_addr:";address

     if I = 1 then
       old_lat = Message
       Print "*****old_lat:";old_lat
     elseif I = 2 then
       old_long = Message
       Print "*****old_long:";old_long
     elseif I = 3 then
       old_direction = Message
       Print "*****old_direction:";old_direction
     endif

 End Sub
 '--------------------------------------------------------------------------
 Sub Comparedata
               long1 =  val(Old_long)
               long2 =  val(New_long)
               diff_long = long1-long2
               diff_long = diff_long*diff_long

               lat1 =  val(Old_lat)
               lat2 =  val(New_lat)
               diff_lat = lat1-lat2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

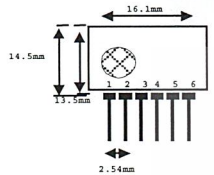
```
        diff_lat = diff_lat*diff_lat

      If diff_long  < 5 then
        IF diff_lat < 5then
          if old_direction = "01" then            'Forward
            P2 = &B11110010
            L = 1
            Print "/\L: ";L
            Print "forward"
          elseif old_direction = "02" then        'Backward
            P2 = &b11110001
            L = 1
            Print "/\L: ";L
            Print "backward"
          elseif old_direction = "03" then        'Right
            P2 = &b11110110   'LEFT
            L = 1
            Print "/\L: ";L
            Print "left"
          elseif old_direction = "04" then        'Left
            P2 = &b11111010   'RIGH
            L = 1
            Print "/\L: ";L
            Print "right"
          elseif old_direction = "00" then        'No press
            P2 = &B00000000   '
            L = 1
            Print "/\L: ";L
            Print "no press\forward"

          ENDIF
        else
          P2 = &B11110010
          L = 0
          Print "/L: ";L
          Print "/forward"
        end if
      Else
          P2 = &B11110010
          L = 0
          Print "//L: ";L
          Print "//forward"
      end if

      Print "**L: ";L
End Sub
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TLP/RLP434 RF ASK Low Cost Hybrid Modules for Radio Control and Telemetry applications

TLP-434 Transmitter

Easy-Link Wireless



pin 1 : Vcc
pin 2 : Vcc
pin 3 : Gnd
pin 4 : Gnd
pin 5 : RF Output
pin 6 : Digital Data Input

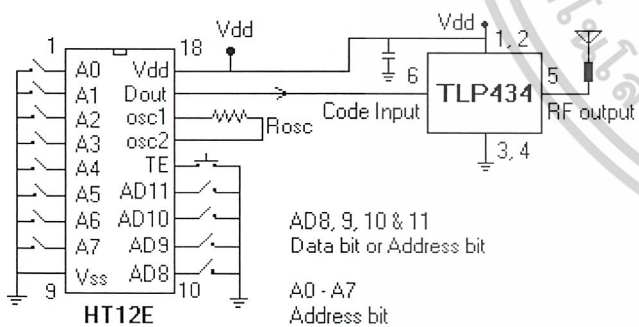
Frequency 315, 418 and 433.92MHz

Modulation : ASK
Operation Voltage : 2 - 12 VDC
RF Output Power max : 8mW

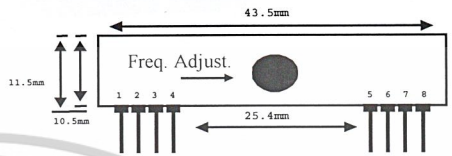
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc	Peak Current		-	5	-	mA
Vh	Input High Voltage	Idata= 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
Vl	Input Low Voltage	Idata= 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
	Relative To 433.92MHz			+/-150	+/-200	KHz
PO	RF Output Power- 50ohm	Vcc = 9V to 12V	-	14	-	dBm
		Vcc = 5V to 6V	-	16	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	-	2.4K	3K	bps

Notes : (Case Temperature = 25°C +- 2°C , Test Load Impedance = 50 ohm)

Application Circuit I:
Typical Key-chain Transmitter using HT12E-18DIP, a Binary 12 bit Encoder from Holtek Semiconductor Inc.



RLP-434 Receiver



pin 1 : Gnd
pin 2 : Digital Data Output
pin 3 : Linear Output
pin 4 : Vcc
pin 5 : Vcc
pin 6 : Gnd
pin 7 : Gnd
pin 8 : Antenna (About 30 - 35 cm)

Frequency 315, 418 and 433.92MHz

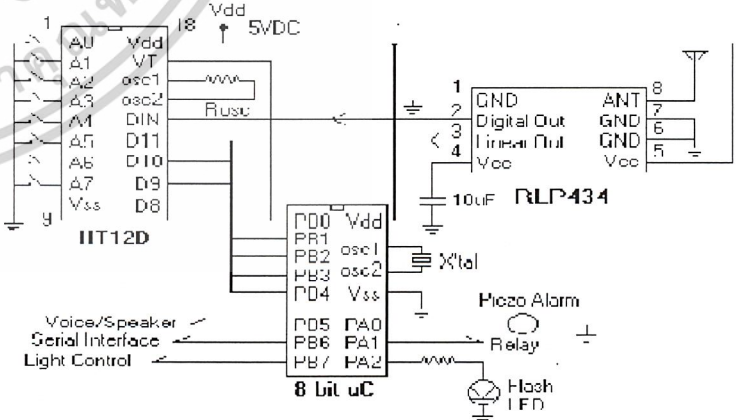
Modulation : ASK
Supply Voltage : 4.5 - 5.5 VDC
Output : Digital & Linear
Sensitivity : 3uVrms

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	Operating supply voltage		4.5	5	5.5	V
Itot	Operating Current		-	3.5	4.5	mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

Electrical Characteristics

Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit
Operation Radio Frequency	FC		315, 418 and 434		MHz
Sensitivity	Pref	-100	-103	-106	dBm
Channel Width			+-1.5		Khz
Receiver Turn On Time			5		ms
Noise equivalent BW	NEB		4		Khz
Baseboard Data Rate			3	5	Khz

Application Circuit II:
Typical RF Receiver using HT12D-18DIP, a Binary 12 bit Decoder with 8 bit uC HT48RXX from Holtek Semiconductor Inc.



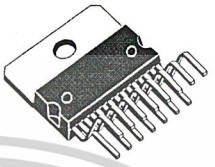
Laipac Technology, Inc.
105 West Beaver Creek Rd. Unit 207 Richmond Hill Ontario L4B 1C6 Canada
Tel: (905)762-1228 Fax: (905)770-6143 e-mail: info@laipac.com

LAIPAC TECH

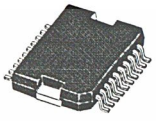
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)



Multiwatt15



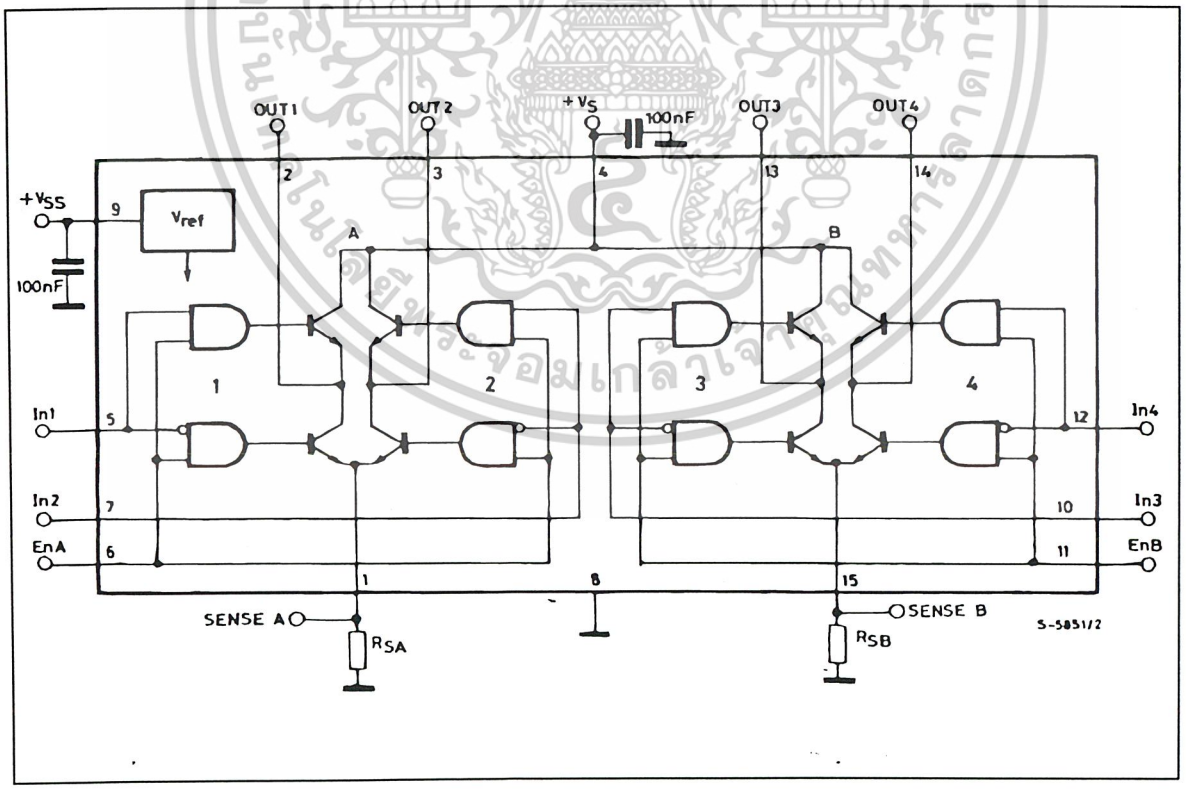
PowerSO20

ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM

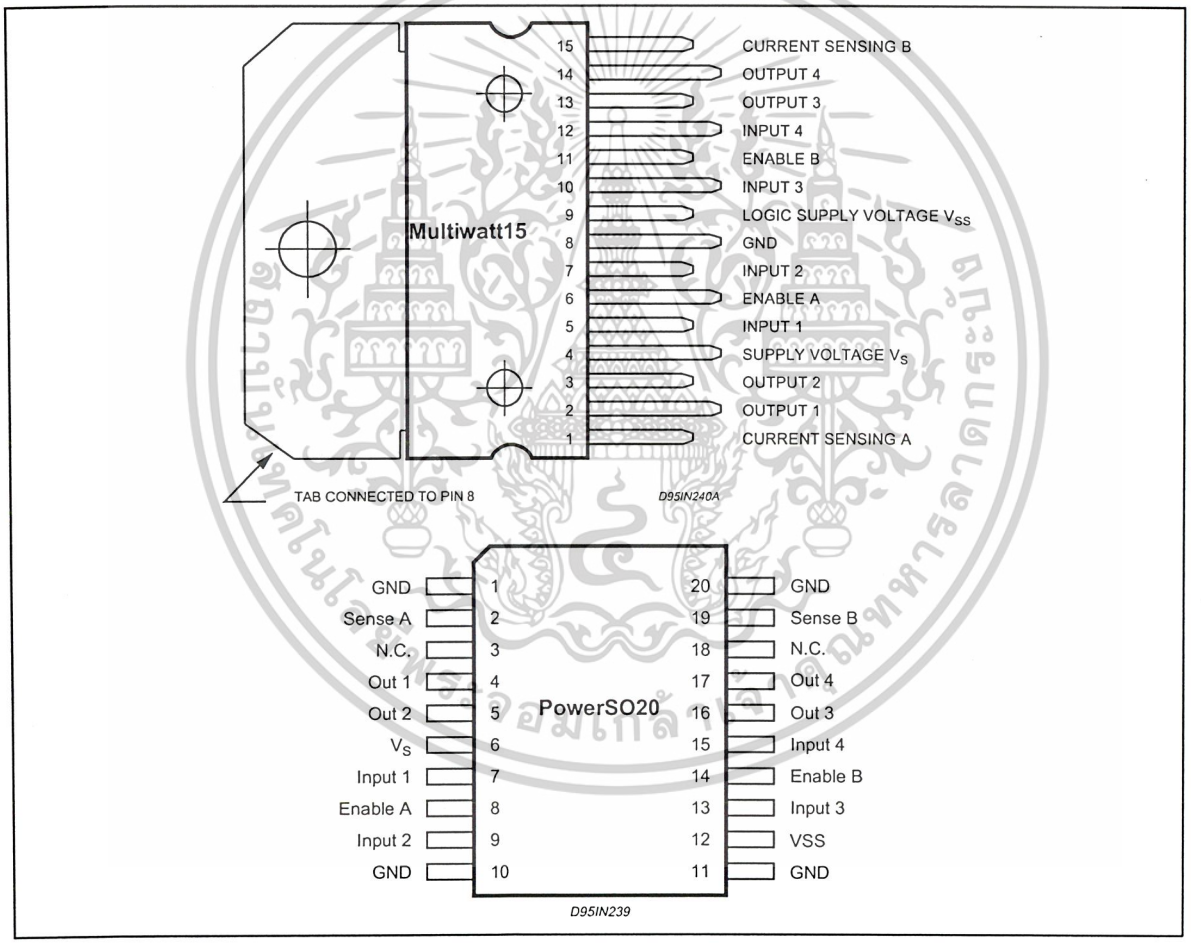


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_I,V_{en}	Input and Enable Voltage	–0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel) – Non Repetitive (t = 100µs) –Repetitive (80% on –20% off; t_{on} = 10ms) –DC Operation	 3 2.5 2	 A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	–1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation (T_{case} = 75°C)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	–25 to 130	°C
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	–40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th\ j\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	–	3	°C/W
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	°C/W

(*) Mounted on aluminum substrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V_S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	VSS	Supply Voltage for the Logic Blocks. A100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_j = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition		V_{IH} +2.5		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)			4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L V_i = H		13 50	22 70	mA mA
		V_{en} = L	V_i = X			4	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	V_{en} = H; I_L = 0	V_i = L V_i = H		24 7	36 12	mA mA
		V_{en} = L	V_i = X			6	mA
V_{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			–0.3		1.5	V
V_{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)			2.3		VSS	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V_i = L				–10	µA
I_{iH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	Vi = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
V_{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)			–0.3		1.5	V
V_{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)			2.3		V_{SS}	V
I_{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = L				–10	µA
I_{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V_{en} = H ≤ V_{SS} –0.6V			30	100	µA
$V_{CEsat\ (H)}$	Source Saturation Voltage	I_L = 1A I_L = 2A		0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
$V_{CEsat\ (L)}$	Sink Saturation Voltage	I_L = 1A (5) I_L = 2A (5)		0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V_{CEsat}	Total Drop	I_L = 1A (5) I_L = 2A (5)		1.80		3.2 4.9	V V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)			–1 (1)		2	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_1 (V_i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (2); (4)		1.5		µs
T_2 (V_i)	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		0.2		µs
T_3 (V_i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.1 I_L (2); (4)		2		µs
T_4 (V_i)	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.7		µs
T_5 (V_i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		0.7		µs
T_6 (V_i)	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_7 (V_i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		1.6		µs
T_8 (V_i)	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.2		µs
fc (V_i)	Commutation Frequency	I_L = 2A		25	40	KHz
T_1 (V_{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (2); (4)		3		µs
T_2 (V_{en})	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		1		µs
T_3 (V_{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.1 I_L (2); (4)		0.3		µs
T_4 (V_{en})	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.4		µs
T_5 (V_{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		2.2		µs
T_6 (V_{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.35		µs
T_7 (V_{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_{en} to 0.9 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_8 (V_{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.1		µs

1) 1)Sensing voltage can be –1 V for t ≤ 50 µsec; in steady state V_{sens} min ≥ – 0.5 V.
2) See fig. 2.
3) See fig. 4.
4) The load must be a pure resistor.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

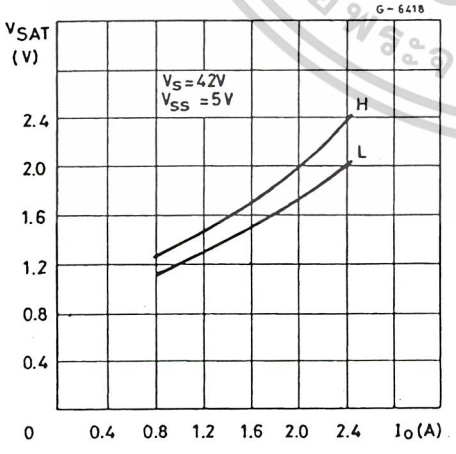
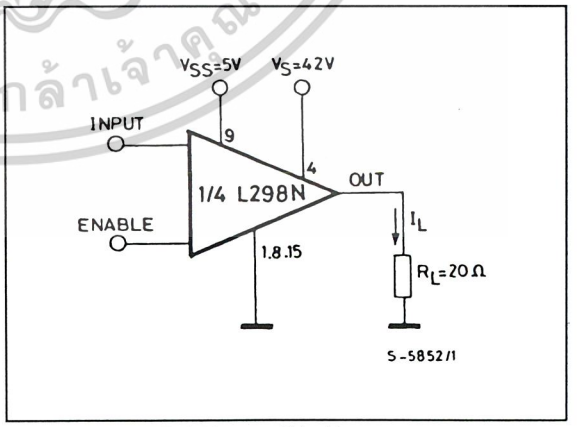


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

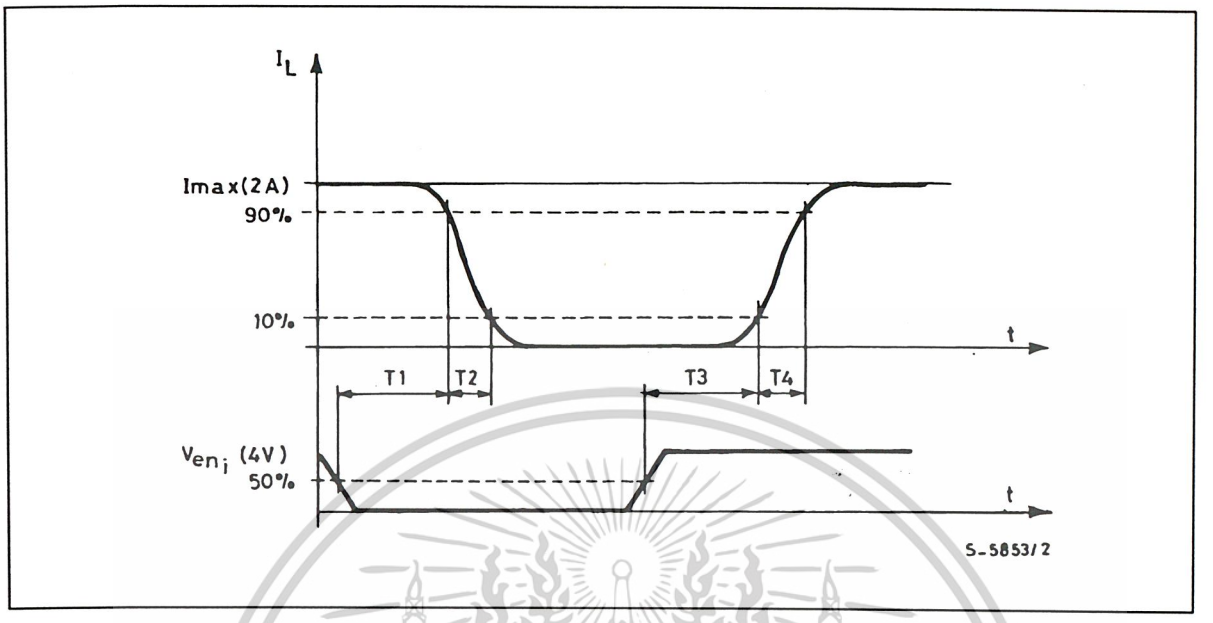
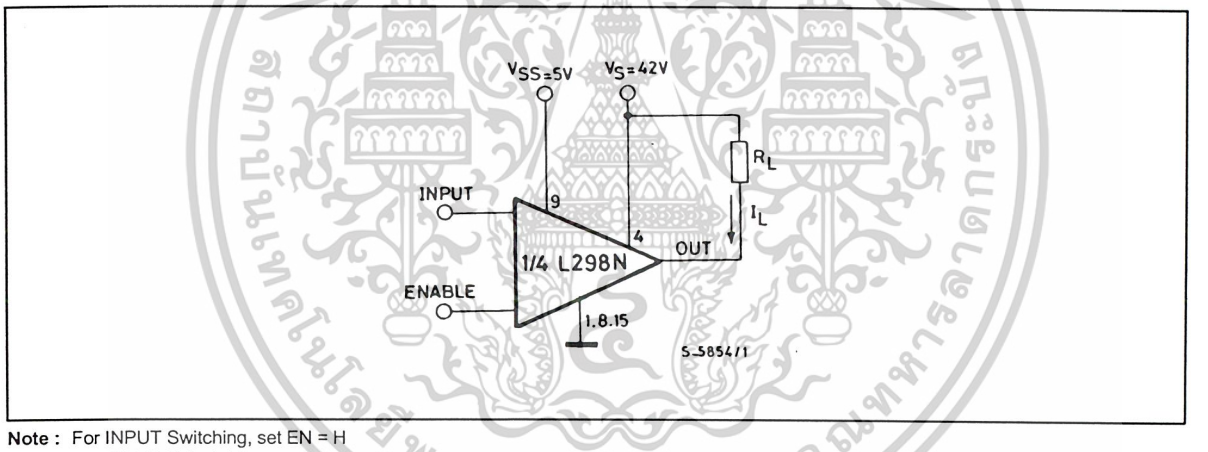


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input 0 V Enable Switching.

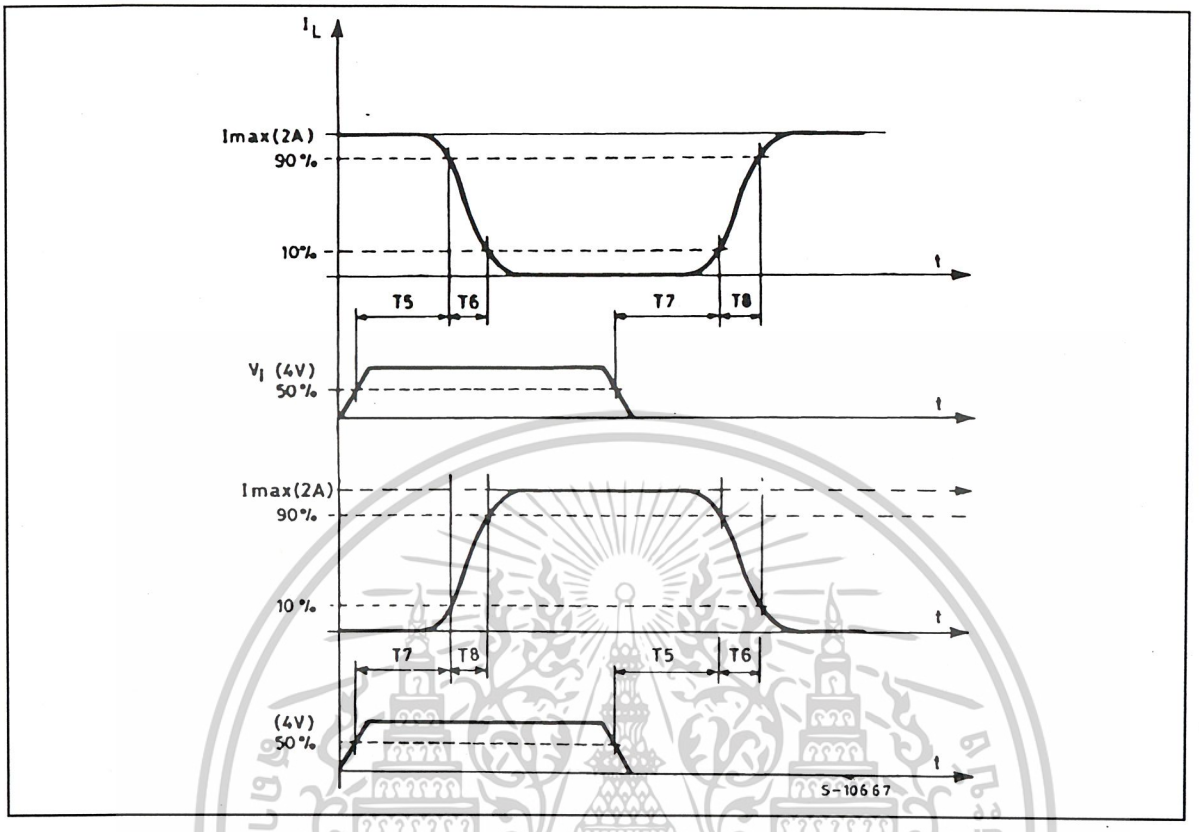
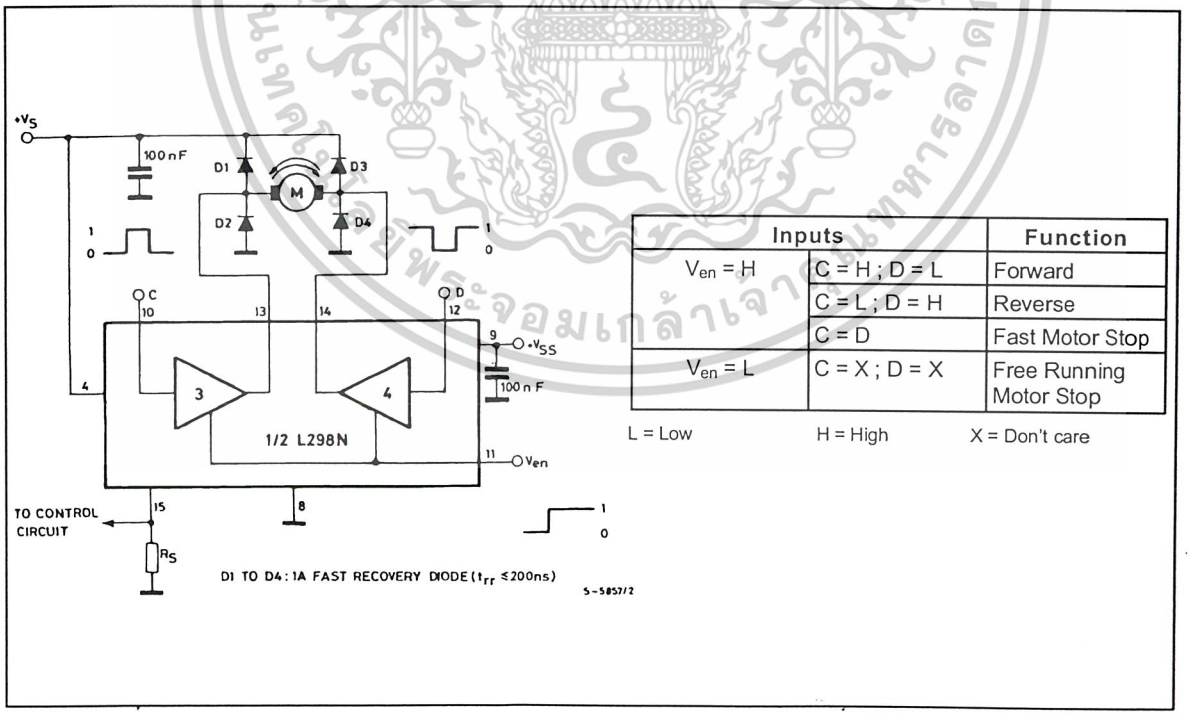


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.

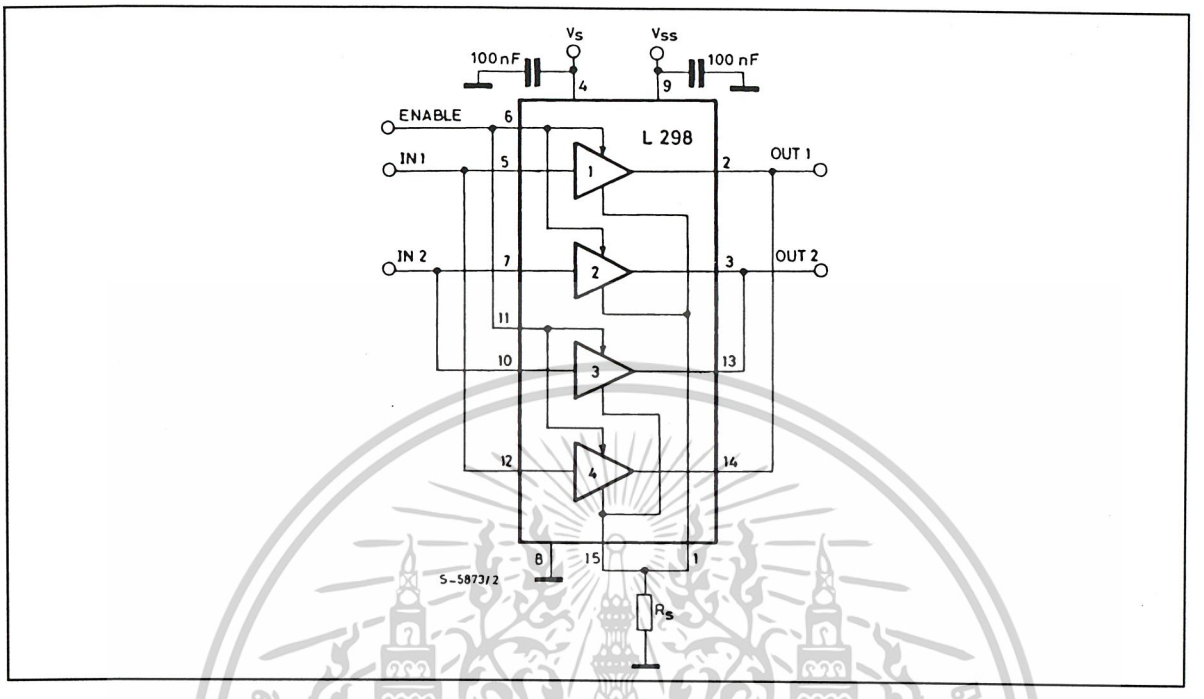


Inputs		Function
V_{en} = H	C = H ; D = L	Forward
	C = L ; D = H	Reverse
	C = D	Fast Motor Stop
V_{en} = L	C = X ; D = X	Free Running Motor Stop

L = Low H = High X = Don't care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A ; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differenzial mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output : an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}.) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are In1 ; In2 ; EnA and In3 ; In4 ; EnB. The In inputs set the bridge state when The En input is high ; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both Vs and Vss, to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of Vs that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off : Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements (trr ≤ 200 nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped ; Shottky diodes would be preferred.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

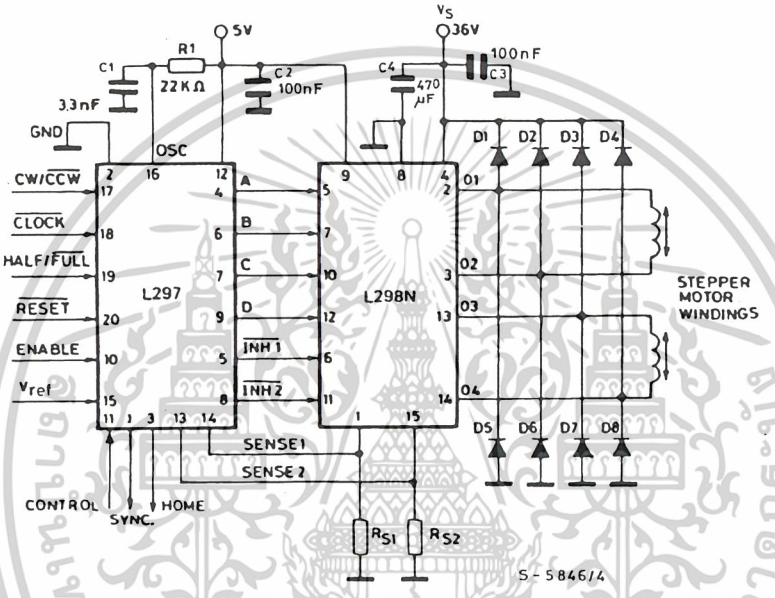
On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.



$R_{S1} = R_{S2} = 0.5\ \Omega$

D1 to D8 = 2 A Fast diodes { $V_F \leq 1.2$ V @ I = 2 A ; trr ≤ 200 ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

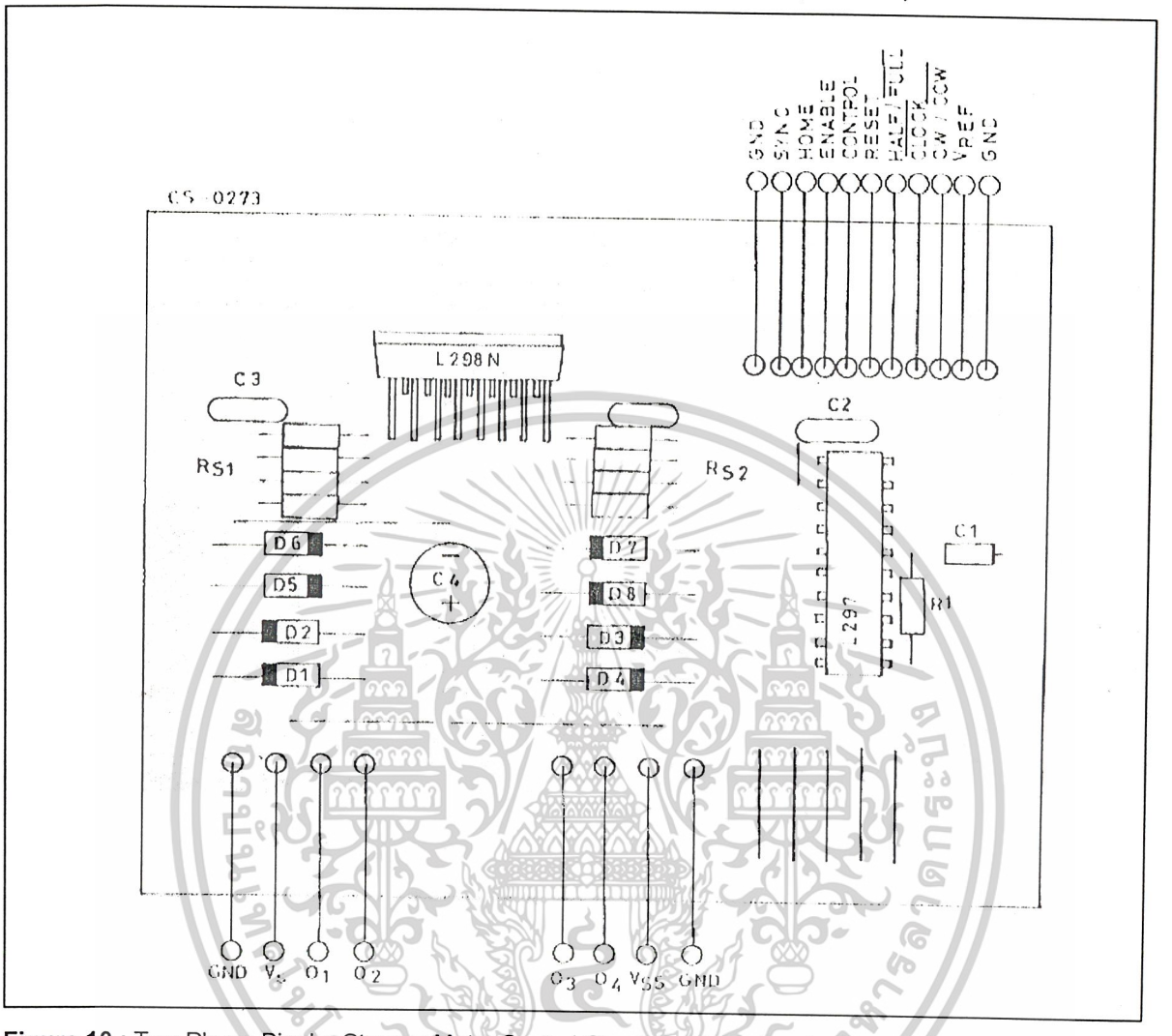
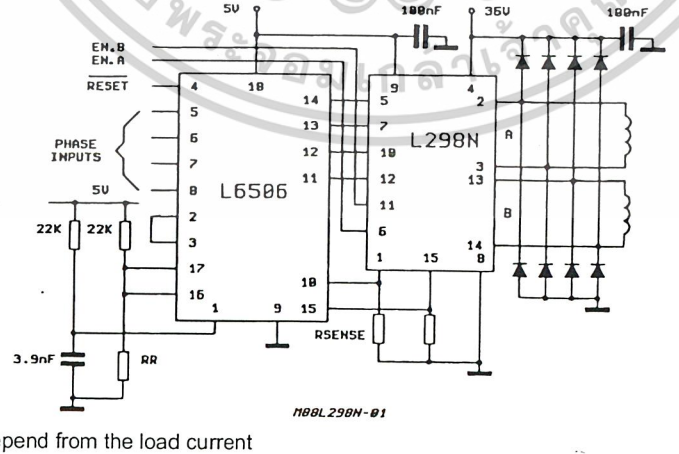


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.

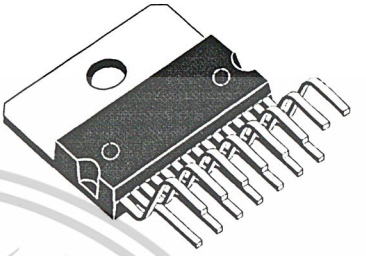


R_R and R_{sense} depend from the load current

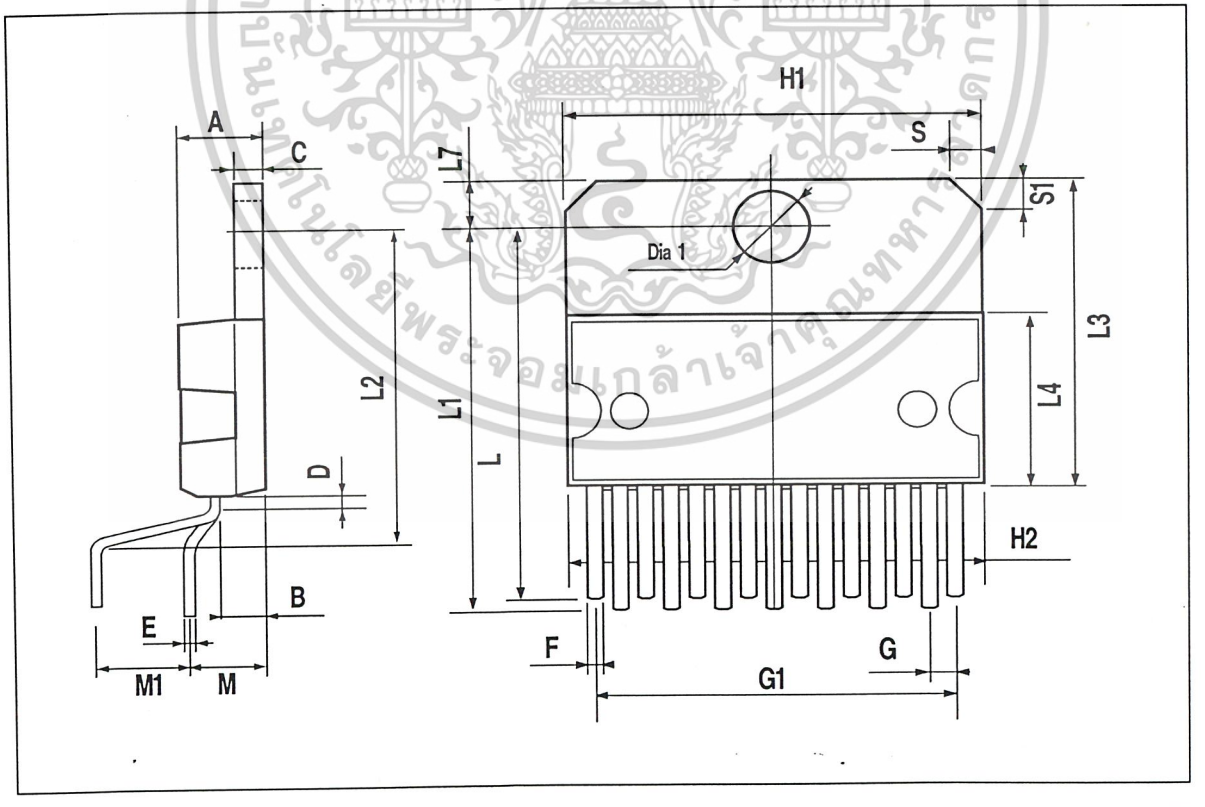
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
D		1			0.039	
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.66		0.75	0.026		0.030
G	1.02	1.27	1.52	0.040	0.050	0.060
G1	17.53	17.78	18.03	0.690	0.700	0.710
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L	21.9	22.2	22.5	0.862	0.874	0.886
L1	21.7	22.1	22.5	0.854	0.870	0.886
L2	17.65		18.1	0.695		0.713
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
M	4.25	4.55	4.85	0.167	0.179	0.191
M1	4.63	5.08	5.53	0.182	0.200	0.218
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



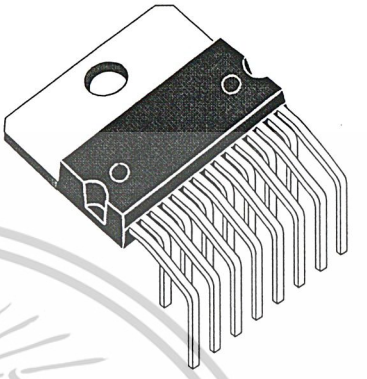
Multiwatt15 V



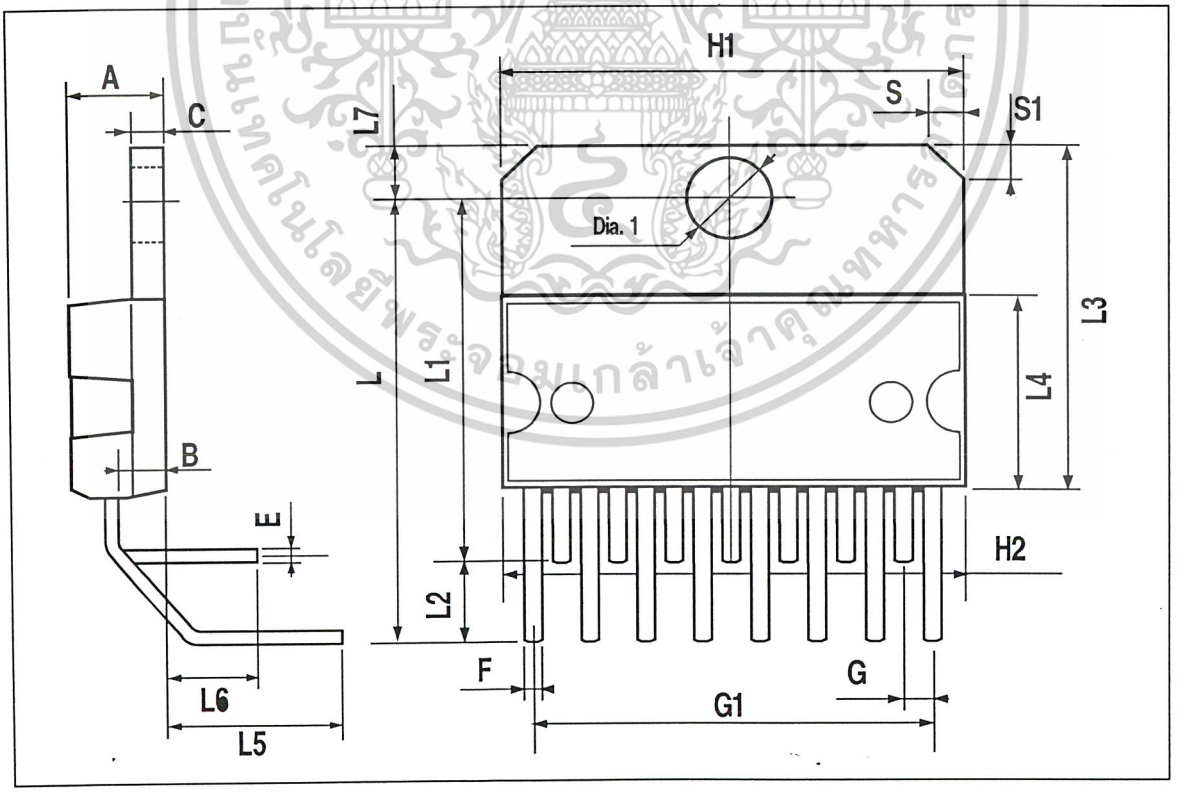
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.66		0.75	0.026		0.030
G	1.14	1.27	1.4	0.045	0.050	0.055
G1	17.57	17.78	17.91	0.692	0.700	0.705
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L		20.57			0.810	
L1		18.03			0.710	
L2		2.54			0.100	
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L5		5.28			0.208	
L6		2.38			0.094	
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



Multiwatt15 H

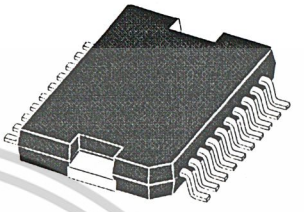


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.6			0.142
a1	0.1		0.3	0.004		0.012
a2			3.3			0.130
a3	0		0.1	0.000		0.004
b	0.4		0.53	0.016		0.021
c	0.23		0.32	0.009		0.013
D (1)	15.8		16	0.622		0.630
D1	9.4		9.8	0.370		0.386
E	13.9		14.5	0.547		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.9		11.1	0.429		0.437
E2			2.9			0.114
E3	5.8		6.2	0.228		0.244
G	0		0.1	0.000		0.004
H	15.5		15.9	0.610		0.626
h			1.1			0.043
L	0.8		1.1	0.031		0.043
N	10° (max.)					
S	8° (max.)					
T		10			0.394	

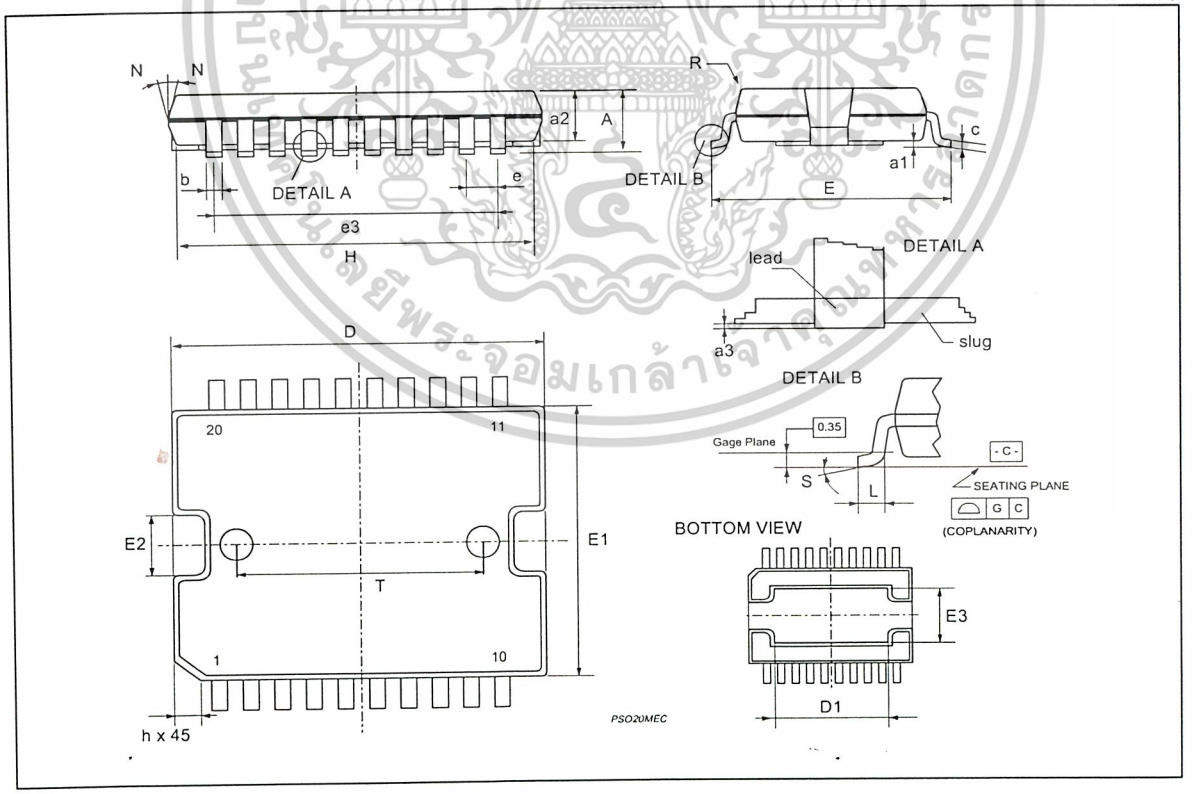
(1) "D and F" do not include mold flash or protrusions.
- Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm (0.006").
- Critical dimensions: "E", "G" and "a3"

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



JEDEC MO-166

PowerSO20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้