



การพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลก
 The Development of Car's Speed Detection From Earth Magnetic Field Changing



นางสาววันนิษา พวงพันธ์ รหัส 45370285
 นายรัชชานนท์ แก้วเกลี้ยง รหัส 45370467

15075404

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
 วันที่รับ..... 17 ก.ค. 2549
 เลขทะเบียน..... 4900018
 เลขเรียกหนังสือ..... ๒๖.
 มหาวิทยาลัยนเรศวร ๙433๓

2548

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2548



ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ การพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลก
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาววันนิษา พวงพันธ์ รหัสนิสิต 45370285
 นายรัชชานนท์ แก้วเกลี้ยง รหัสนิสิต 45370467
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2548

.....
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรภูมิ อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม


.....ประธานกรรมการ
(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)


.....กรรมการ
(ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา)


.....กรรมการ
(อาจารย์พนัส นัตถฤทธิ์)

หัวข้อโครงการ	การพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลก		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาววันนิษา พวงพันธ์	รหัสนี้	รหัสนี้ 45370285
	นายรัชชานนท์ แก้วเกลี้ยง	รหัสนี้	รหัสนี้ 45370467
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมยศ	เกียรติวินชวีไล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2548		

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วรถยนต์จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก ระบบตรวจจับสามารถเก็บข้อมูลได้ภายในตัวมันเอง ซึ่งระบบการทำงานเป็นแบบการโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F877 ซึ่งจะประมวลผลเองโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกให้แสดงผลในคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบสื่อสารแบบอนุกรม (RS-232) หรือให้แสดงผลทางจอแอลซีดี (LCD) ระบบตรวจจับนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาความผิดพลาดในการเก็บข้อมูลในทางวิศวกรรมขนส่ง ซึ่งมักเกิดความผิดพลาดขึ้นบ่อยครั้งหากใช้มนุษย์ในการเก็บข้อมูล ตัวตรวจจับที่พัฒนาขึ้นมานี้ประกอบด้วยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก, วงจรขยายและไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ให้ทำการวัดความเร็วของรถได้จริง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ที่พัฒนา

Project Title	The Development of Car's Speed Detection From Earth Magnetic Field Changing		
Name	Miss. Wannisa	PhangPhan	ID 45370285
	Mr. Rutchanon	Kaewkliang	ID 45370467
Project Advisor	Mr. Somyot	kaitwanidvilai	
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic	2005		

.....

ABSTRACT

This project presents the development of car's speed detection by using the changing of earth's magnetic field. The detection system can be used with a data logger device for collecting the car's speed data. This system is programmed as an embedded system on Microcontroller PIC16F877 which can perform the processing unit. The data can be displayed on both monitor by transmitting the data via serial communication (RS-232) and LCD display. Our proposed system can overcome the problem of human error in collecting data process in transportation engineering. The major components in this system are earth's magnetic sensor , amplifier circuit and microcontroller. Our proposed system can be used in practical work. Experimental results show the effectiveness of the developed system.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องการพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลกได้สำเร็จขึ้นได้ เนื่องจากอาจารย์สมยศ เกียรติวนิชวิไล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้, อาจารย์อนันตชัย นัยจิตร และรุ่นพี่ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์และเพื่อนๆชมรมโรบอทที่ได้ให้โอกาส ความรู้และคำปรึกษาระหว่างที่ทำโครงการนี้ ตลอดจนได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกๆด้าน จึงขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย



นางสาววันนิษา

พวงพันธ์

นายรัชชานนท์

แก้วเกลี้ยง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 แผนการดำเนินโครงการ.....	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.7 งบประมาณของโครงการ.....	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 สนามแม่เหล็กโลก.....	5
2.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูล.....	9
2.3 อัตราความเร็ว (Speed).....	13
2.4 วงจรขยายสัญญาณ.....	13
2.5 อุปกรณ์ที่นำมาใช้.....	21
บทที่ 3 การทดลอง	
3.1 แนวคิดของโครงการ.....	28
3.2 การติดตั้งอุปกรณ์.....	29
3.3 การทำงานของระบบในแต่ละส่วน.....	30
3.4 วงจรขยายที่ออกแบบในโครงการ.....	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ลักษณะของรถที่วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก.....	36
4.2 ผลการทดลอง.....	37
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลองและแนวทางที่พัฒนาต่อ.....	49
5.2 ปัญหาข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไข.....	49
5.3 ประเมินผล โครงการ.....	50
เอกสารอ้างอิง.....	51
ภาคผนวก ก.....	52
ประวัติผู้เขียน โครงการ.....	61



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน โครงการพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็ว จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก.....	3
2.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆในคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-25.....	11
2.2 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆในคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-9.....	13
2.3 แสดงค่าอัตราขยายของแต่ละค่าความต้านทาน.....	27



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงสนามแม่เหล็กโลก.....	5
2.2 ไดอะแกรมของการนำตัว Magnetic Sensor ไปประยุกต์ใช้ในการวัดค่าต่างๆที่ต้องการ.....	6
2.3 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกอันเนื่องมาจากรถยนต์.....	7
2.4 แสดงการวางตำแหน่งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก.....	7
2.5 แสดงลักษณะของกราฟที่ความเร็วต่างกัน.....	8
2.6 แสดงการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์.....	9
2.7 แสดงการสื่อสารข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์.....	9
2.8 แสดงการสื่อสารข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์.....	9
2.9 แสดงลักษณะข้อมูลแบบอนุกรม.....	10
2.10 แสดงการส่งข้อมูลของรหัส ASCII.....	10
2.11 แสดงคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-25.....	11
2.12 แสดงคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-9.....	12
2.13 แสดงสัญลักษณ์ของออปแอมป์.....	14
2.14 แสดงวงจรตามาโวลต์ (Voltage Follower).....	15
2.15 แสดงวงจรขยายแบบกลับเฟส.....	15
2.16 แสดงวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส.....	16
2.17 แสดงวงจรขยายความต่างของสัญญาณ.....	17
2.18 แสดงวงจรขยายความต่างของสัญญาณแบบง่าย.....	18
2.19 แสดงวงจรขยายสำหรับเครื่องมือวัด.....	19
2.20 แสดงวงจรบวกสัญญาณ.....	21
2.21 สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบค่าคงที่.....	22
2.22 สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้.....	22
2.23 แสดงไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง.....	24
2.24 แสดงไดโอดและสัญลักษณ์.....	24
2.25 แสดงไดโอดในทางอุดมคติ.....	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 แสดงกราฟของไดโอดในทางปฏิบัติ.....	25
2.27 แสดงลักษณะหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซี HMC1001.....	25
2.28 แสดงลักษณะหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซี LM 741.....	26
2.29 แสดงลักษณะหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซี AD622.....	26
2.30 แสดงลักษณะหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซี KA 7810.....	27
2.31 แสดงลักษณะหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซี AN 7910.....	28
3.1 แสดงการทำงานโดยสังเขปของเครื่องตรวจจับและวัดความเร็ว.....	29
3.2 ระบบตรวจจับที่พัฒนาขึ้น.....	30
3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็ก 1 ตัว.....	30
3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ตัว.....	31
3.5 สัญญาณที่วัดได้จากการที่รถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ตัว.....	32
3.6 ส่วนแสดงผลโดยโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์.....	33
3.7 แสดงปุ่มควบคุมการแสดงผลจากไมโครคอนโทรลเลอร์.....	34
3.8 สัญญาณที่ได้จากการที่รถยนต์ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2.....	35
3.9 วงจรขยายที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก.....	36
4.1 แสดงภาพรถยนต์ที่ใช้วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก.....	37
4.2 การตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด.....	38
4.3 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.554 km/hr.....	38
4.4 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.188 km/hr.....	39
4.5 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.713 km/hr.....	40
4.6 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถยนต์ใช้ความเร็ว 1.520 km/hr.....	40
4.7 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถยนต์ใช้ความเร็ว 1.406 km/hr.....	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.184 km/hr.....	42
4.9 การตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด.....	43
4.10 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.718 km/hr.....	43
4.11 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.655 km/hr.....	44
4.12 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.934 km/hr.....	45
4.13 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.948 km/hr.....	45
4.14 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.987 km/hr.....	46
4.15 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.066 km/hr.....	47
4.16 แสดงสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก.....	48
4.17 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรขยาย.....	49
4.18 แสดงความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็ว 25.374 km/hr.....	49

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำให้โครงการเบื้องต้นซึ่งประกอบไปด้วย ที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ ขอบข่ายของโครงการ ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลการดำเนินโครงการ ผลที่คาดว่าจะได้รับและงบประมาณของโครงการ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งนับได้ว่าเป็นอภิมหาเศรษฐศาสตร์หนึ่งในการพัฒนาประเทศ ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ของชาวนานในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนอยู่ในปัจจุบัน และมีโครงการพัฒนาถนนเชื่อมต่อผ่านจังหวัดทางภาคเหนือตอนล่างไปยังประเทศจีนเพื่อขนส่งสินค้าที่ผลิตได้ในท้องถิ่นไปสู่ตลาดการค้า ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญและสามารถแข่งขันกับทั่วโลกได้ คือ ปัญหาด้านการคมนาคมขนส่ง โดยเฉพาะในชนบทที่ห่างไกลความเจริญ การจัดการทางด้านจราจรในท้องถิ่นยังมีน้อยทำให้เกิดปัญหาสำคัญต่อการพัฒนาการผลิตและการขนส่งผลิตภัณฑ์ไปจำหน่าย อาทิเช่น การขาดการสร้างถนนในเขตพื้นที่ที่จำเป็น การคมนาคมขนส่งที่ไม่สะดวกนี้จะทำให้การเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตกับตลาดนั้นเป็นไปได้ยาก การเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายของผู้ผลิตเองก็ทำได้ยากเช่นกัน , การเปิดปิดสัญญาณไฟจราจรที่ไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เช่น สัญญาณไฟจราจรเป็นสีแดงในขณะที่ถนนด้านที่เป็นสีเขียวนั้นไม่มีรถยนต์ ทำให้ต้องรอสัญญาณไฟโดยไม่จำเป็นก่อให้เกิดความสูญเสียในด้านเวลา , เชื้อเพลิง ฯลฯ เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม การจัดการทางจราจรไม่ว่าจะเป็นการสร้างถนนใหม่ , การตั้งเวลาการเปิดปิดสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสม , การขยายช่องทางเดินรถของถนนเพิ่ม , การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น จะต้องมีการศึกษาหาข้อมูลที่สำคัญก่อนการตัดสินใจเริ่มโครงการ อาทิเช่น ปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่าน , ความเร็วรถยนต์ที่วิ่งผ่าน , ประเภทของรถยนต์ , ความหนาแน่นของจราจรในกรณีที่เป็นสี่แยก ฯลฯ ซึ่งการเก็บข้อมูลดังกล่าวจะต้องใช้คนเข้าไปเก็บข้อมูล ซึ่งต้องใช้ต้นทุนสูงในการจ้างผู้บันทึกข้อมูลและในบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดจากมนุษย์ได้ง่าย อาทิเช่น นับปริมาณรถผิด , จดบันทึกความเร็วรถผิดอันเนื่องมาจากความเมื่อยล้า , ความอ่อนเพลีย ฯลฯ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น โครงการนี้จึงได้พัฒนาระบบของเครื่องตรวจจับและวัดความเร็วรถจากวงจรตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกราคาถูกรวมไปถึงการเก็บบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำที่สามารถนำไปต่อเข้าคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลจากระบบสามารถนำไปพัฒนาและหาความเร็วรถที่วิ่งอยู่ในถนนสายหลักและถนนสายรองได้ เครื่องตรวจจับนี้มีการทำงานเป็นแบบ Real time ซึ่งอาจนำไปเชื่อมต่อและคำนวณการเปิดปิดสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมที่สุดได้ในอนาคต การแยก

ประเภทนี้จะใช้หลักการวิเคราะห์กราฟด้วยโปรแกรมอย่างง่าย โดยการพัฒนาเครื่องต้นแบบในโครงการวิจัยนี้จะก่อให้เกิดผลดีโดยสรุปคือ สามารถให้ข้อมูลบางส่วนในการตัดสินใจสร้างถนนเพื่อเชื่อมต่อท้องถนนก่อให้เกิดการเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดได้สะดวกขึ้น โดยไม่ต้องใช้มนุษย์สามารถเก็บข้อมูลเพื่อการตัดสินใจโดยไม่ต้องใช้ผู้บันทึกข้อมูลทำให้ข้อมูลแม่นยำและไม่เกิดข้อผิดพลาด ทำให้เป็นการใช้ง่ายได้ตรงงบประมาณแผ่นดินมากที่สุด

ในโครงการนี้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทางการคมนาคมขนส่งเป็นหลัก โดยพัฒนาเครื่องมือที่จะเก็บข้อมูลทางการจราจรด้วยเทคนิคการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก

ระบบตรวจวัดอัตราความเร็วนี้เป็นระบบที่สามารถนำไปวัดอัตราความเร็วรถยนต์ในสถานที่ต่างๆ โดยอาศัยหลักการของเซนเซอร์ชนิดหนึ่งคือ ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก (Magnetic Sensor) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากรถยนต์ที่วิ่งผ่านออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วนำสัญญาณนี้ไปวิเคราะห์หาค่าความเร็วต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วของรถยนต์จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกได้
- 1.2.2 เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดในการเก็บข้อมูลของมนุษย์ได้
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วรถยนต์จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลก ที่สามารถเลือกการแสดงผลได้ทั้งแบบทางจอแอลซีดี หรือทางคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางระบบสื่อสารแบบอนุกรม

1.3 ขอบข่ายของโครงการ

- 1.3.1 สร้างเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลกให้สามารถวัดความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกได้
- 1.3.2 สร้างเครื่องตรวจจับความเร็วรถที่สามารถเลือกการแสดงผลได้ทั้งแบบทางจอแอลซีดี หรือทางคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางระบบสื่อสารแบบอนุกรม

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับไอซีและวงจรไฟฟ้าที่ใช้งาน
- 1.4.2 ศึกษาภาษา PICBASIC ที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 และภาษา Visual Basic
- 1.4.3 สร้างอุปกรณ์ตรวจจับความเร็ว
- 1.4.4 เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความเร็ว

1.4.5 ทดสอบและแก้ไขอุปกรณ์

1.4.6 สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 แผนการดำเนินงานโครงการ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานโครงการพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วจากการเปลี่ยนแปลง
สนามแม่เหล็กโลก

กิจกรรม	ปี 2547		ปี 2548									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับไอซีและวงจรไฟฟ้าที่ใช้งาน												
ศึกษาภาษา PICBASIC ที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 และภาษา Visual Basic												
สร้างอุปกรณ์ตรวจจับความเร็ว												
เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความเร็ว												
ทดสอบและแก้ไขอุปกรณ์												
สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน												

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้เครื่องตรวจจับความเร็วจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกที่สามารถวัดความเร็วของรถยนต์ได้
- 1.6.2 เกิดข้อมูลทางจรรยาที่ถูกต้องแม่นยำที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของรถยนต์แต่ละคันเพื่อนำข้อมูลนั้นไปทำการวิเคราะห์ในส่วนต่อไปนี้
- 1.6.3 ได้เครื่องตรวจจับความเร็วที่สามารถเลือกการแสดงผลได้ทั้งแบบทางจอแอลซีดี หรือ ทางคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางระบบสื่อสารแบบอนุกรม

1.7 งบประมาณของโครงการ

1.7.1 ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มโครงการ

1.7.2 ค่าวัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.7.3 ค่าหมึกพิมพ์

รวมเป็นเงิน 3000 บาท (สามพันบาทถ้วน)



บทที่ 2

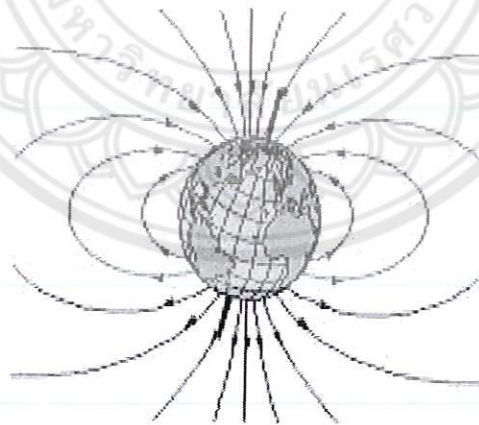
หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ โครงการงานการพัฒนาเครื่องตรวจจับความเร็วรถจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลก และอุปกรณ์ที่ใช้งานพร้อมทั้งกล่าวถึงหน้าที่ของขาแต่ละขาของไอซีแต่ละตัวดังจะกล่าวต่อไปนี้

2.1 สนามแม่เหล็กโลก

2.1.1 หลักการเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กโลก

สนามแม่เหล็กโลกได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการเดินทางมานานหลายพันปีมาแล้ว ที่คุ้นเคยกันมาจนปัจจุบันนี้ก็คือ เข็มทิศซึ่งอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงไดโพล (Dipole) ที่มีองค์ประกอบเป็นเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กที่ผ่านวัสดุนั้นๆ สนามแม่เหล็กโลกมีทิศชี้ออกจากขั้วโลกใต้และมารวมกันที่ขั้วโลกเหนือ ซึ่งทิศทางของสนามแม่เหล็กโลกบนผิวโลกส่วนใหญ่จะมีทิศชี้ไปยังขั้วโลกเหนือ ดังนั้นทิศทางของเข็มทิศที่ใช้จึงมีทิศชี้ไปยังขั้วโลกเหนือ



รูป 2.1 แสดงสนามแม่เหล็กโลก[11]

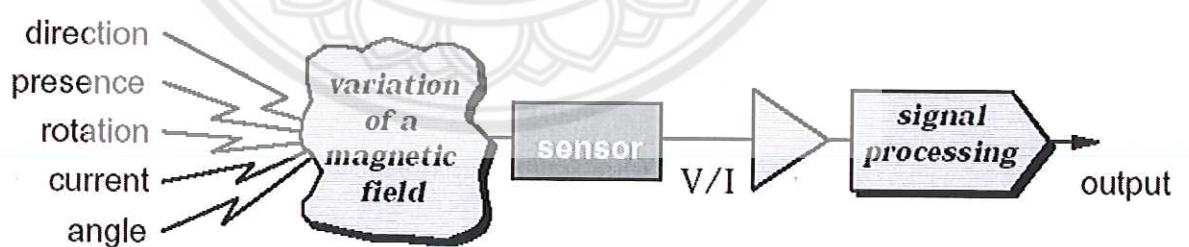
จะเห็นได้ว่าสนามแม่เหล็กโลกสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ โดยปัจจุบันนอกจากการประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กโลกในการทำเข็มทิศแล้ว ยังมีการประยุกต์ใช้ในอีกหลายๆงาน ซึ่งอย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้สนามแม่เหล็กจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดสนามแม่เหล็กโลก

เทคโนโลยีของการตรวจวัดสนามแม่เหล็กโลกได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการพัฒนาไปทั้งความไวในการวัด ขนาดของตัววัดและการประยุกต์ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ

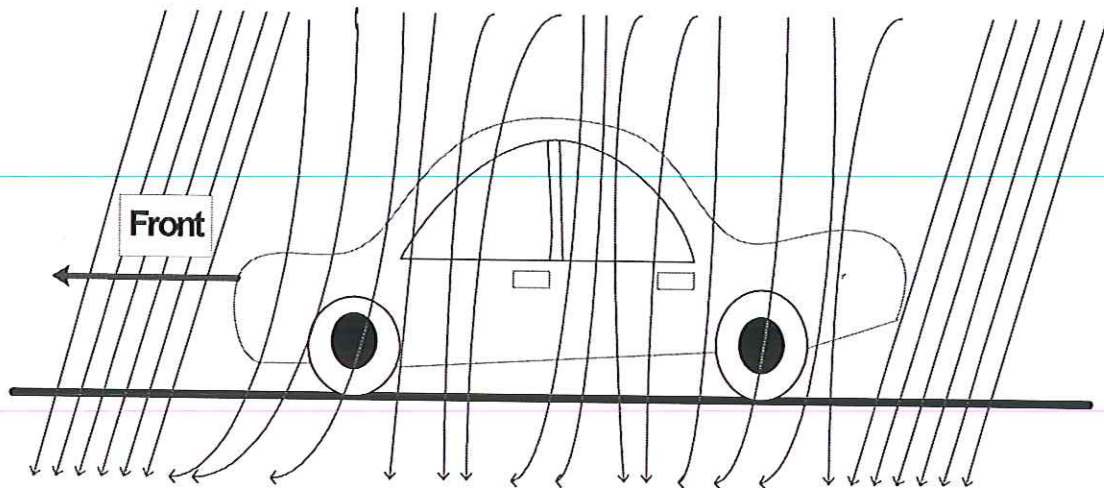
2.1.2 อุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวัดสนามแม่เหล็กโลก

อุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจวัดสนามแม่เหล็กโลก คือ Anisotropic Magnetoresistive (AMR) ซึ่งมีคุณสมบัติในการตรวจวัดสนามแม่เหล็กโลก โดยมีความเข้มอยู่ในช่วง 1 microGauss ถึง 10 Gauss ซึ่งเป็นช่วงของความเข้มของสนามแม่เหล็ก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดสนามแม่เหล็กจะถูกแบ่งโดยความเข้มของสนามแม่เหล็กได้ 3 ประเภท คือ สนามแม่เหล็กขนาดความเข้มต่ำ โดยจะมีความเข้มน้อยกว่า 1 microGauss สนามแม่เหล็กขนาดความเข้มกลาง ซึ่งมีความเข้มอยู่ระหว่าง 1 microGauss ถึง 10 Gauss และสนามแม่เหล็กขนาดความเข้มสูง ซึ่งมีความเข้มเกินกว่า 10 Gauss โดยทั่วไปแล้วการใช้ประโยชน์ของตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็กไม่ได้เกิดจากการวัดโดยตรงแต่เป็นการแปลความซึ่งได้ข้อมูลพื้นฐานมาจากการวัดความเข้มการเปลี่ยนแปลงและทิศทางของสนามแม่เหล็กเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆต่อไป ไม่ว่าจะเป็นการวัดความเร็วของล้อในการหมุน การตรวจวัดการมีอยู่ของยานพาหนะหรือทิศทางการเคลื่อนที่ จะเห็นได้ว่าการวัดดังกล่าวจำเป็นต้องมีการนำข้อมูลที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่วัดได้จากตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็กมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการประมวลผลของสัญญาณเพื่อสังเคราะห์เป็นข้อมูลที่ต้องการดังรูปที่ 2.2 ข้อมูลที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลว่าทำไมจึงมีความซับซ้อนในการนำตัวตรวจวัดสนามแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์



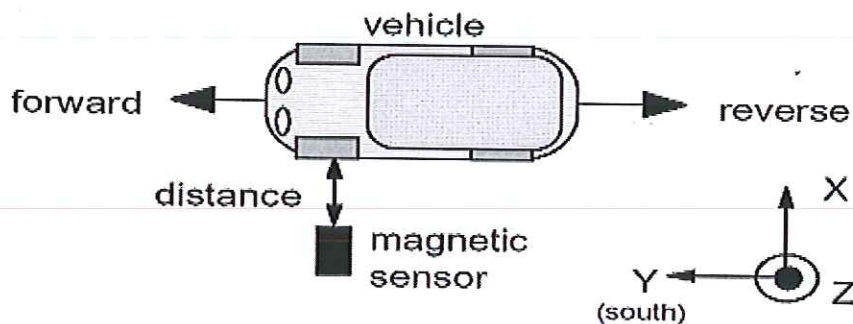
รูปที่ 2.2 โค้ดแกรมของการนำตัว Magnetic Sensor ไปประยุกต์ใช้ในการวัดค่าต่างๆที่ต้องการ[11]



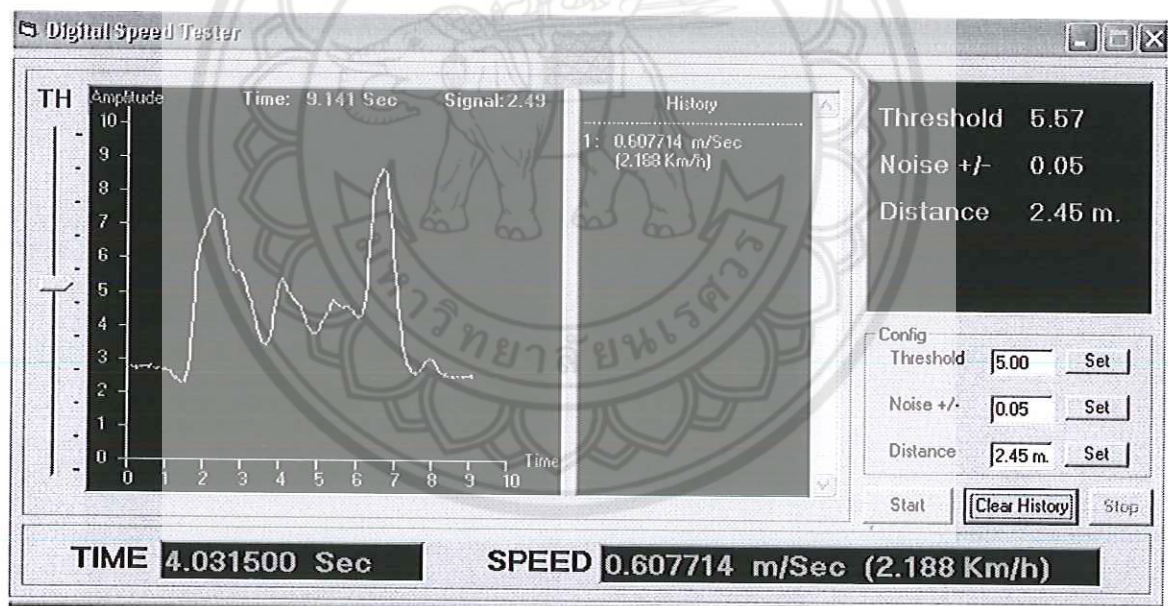
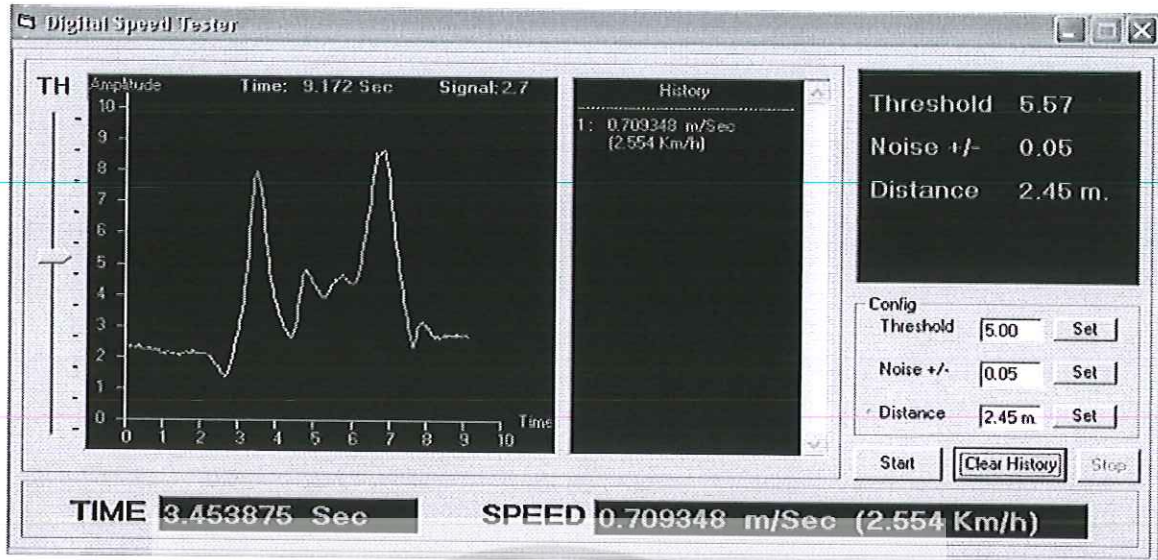
รูปที่ 2.3 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกอันเนื่องมาจากรถยนต์

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงผลของสนามแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากรถยนต์ซึ่งมีโลหะเป็นส่วนประกอบหลัก จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกสามารถวัดได้ก็จะสามารถนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้ ซึ่งค่าที่ออกมานี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น การแยกชนิดของยานพาหนะ การระบุทิศทางของยานพาหนะ การวัดความเร็วของรถยนต์ อย่างไรก็ตามการวัดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า “ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก (Magnetic Sensor)”

การนำตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกมาใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกอันเนื่องมาจากรถยนต์ ดังนั้นตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกจำเป็นต้องวางไว้ยังตำแหน่งที่ใกล้กับรถยนต์ อย่างไรก็ตามการที่จะนำตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกไปติดตั้งไว้ที่พื้นถนนอาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมเพราะน้ำหนักรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่าน อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก ดังนั้นการนำไปประยุกต์ใช้จึงควรวางตำแหน่งของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกไว้ด้านข้างถนนดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการวางตำแหน่งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของกราฟที่ความเร็วต่างกัน

เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วที่ต่างกัน จะทำให้ได้รูปร่างกราฟมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ความสูงและความกว้างของกราฟมีความแตกต่างกันดังรูปที่ 2.5 ซึ่งเราสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการบอกลักษณะเฉพาะของรถยนต์แต่ละประเภทได้

2.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวรับกับตัวส่งนั้นมีหลายวิธีดังนี้

1. การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

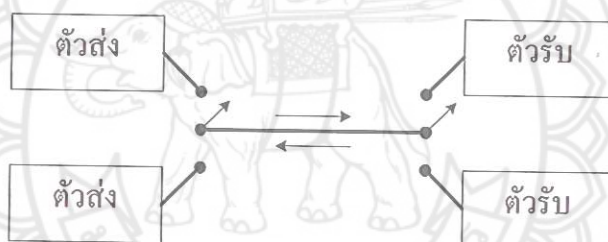
การที่ตัวส่งทำหน้าที่ส่งข้อมูลอย่างเดียว และตัวรับทำหน้าที่รับข้อมูลอย่างเดียว เช่น การส่งข้อมูลระหว่างเครื่องพิมพ์กับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์

2. การสื่อสารข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half duplex)

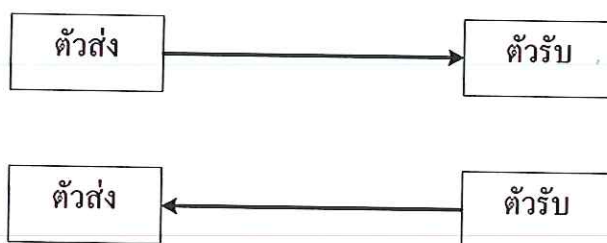
การที่ตัวส่งและตัวรับสามารถทำหน้าที่ทั้งรับข้อมูลและส่งข้อมูล ในเวลาที่ต่างกัน เช่น วิทยุตำรวจ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการสื่อสารข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์

3. การสื่อสารข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full duplex)

การที่ตัวส่งและตัวรับสามารถทำหน้าที่ทั้งรับข้อมูลและส่งข้อมูล ในเวลาเดียวกัน เช่น การพูดคุยโทรศัพท์ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการสื่อสารข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์

สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมนั้นมี การส่งข้อมูลอยู่ 2 วิธีคือ

1. การส่งข้อมูลแบบเข้าจังหวะเวลา (Synchronous)

โดยการส่งแบบเข้าจังหวะเวลานั้นจะมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูล เพื่อช่วยควบคุมการส่งข้อมูล ข้อมูลที่ส่งออกไปจะมีช่วงเวลาห่างกันที่แน่นอน

2. การส่งข้อมูลแบบไม่เข้าจังหวะเวลา (Asynchronous)

การส่งข้อมูลแบบไม่เข้าจังหวะเวลานั้นจะไม่มีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องกับข้อมูล ที่ส่งออกไปจะมีช่วงเวลาไม่แน่นอน แต่จะใช้การกำหนดอัตราเร็วในการส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากันที่เรียกว่า อัตรารับส่งข้อมูล (Baud rate) ซึ่งมีหน่วย บิตต่อวินาที (bps)

2.2.1 ลักษณะข้อมูลแบบอนุกรม

Stop	P	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Start
------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะข้อมูลแบบอนุกรม

ประกอบด้วยดังนี้

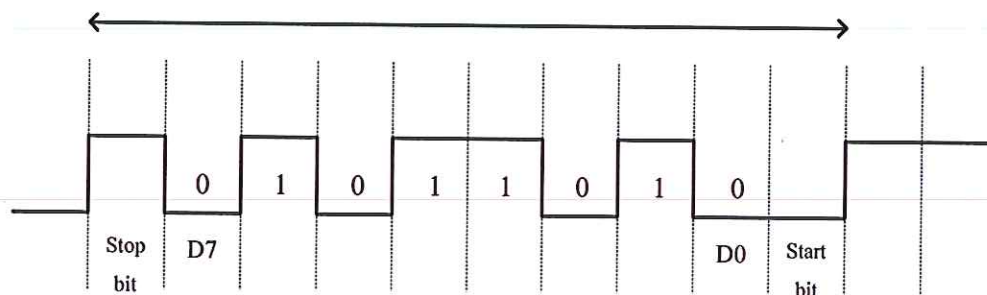
บิตเริ่มต้น (Start bit) เป็นการบอกว่ามีข้อมูลมาแล้ว แสดงระดับลอจิกเป็น “0”

บิตข้อมูล (Data bit) คือ D0-D7 ซึ่งจะมีขนาด 7 บิตหรือ 8 บิตก็ได้

บิตหยุด (Stop bit) เป็นการบอกว่าคุณสมบัติที่ส่งมา 7 หรือ 8 บิตได้สิ้นสุดลงแล้ว แสดงระดับลอจิกเป็น “1”

บิตพาริตี (Parity bit) คือ บิตที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการตรวจสอบพาริตีนี้ได้ว่าจะให้เป็นแบบพาริตีคี่ (Odd parity) หรือพาริตีคู่ (Even parity) โดยการนับจำนวนลอจิก “1” ของบิตข้อมูลถ้ามีจำนวนลอจิก “1” เป็นจำนวนคี่แสดงว่าพาริตีคี่ แต่ถ้ามีจำนวนลอจิก “1” เป็นจำนวนคู่แสดงว่าพาริตีคู่

หากต้องการส่งข้อมูลรหัส ASCII ของตัว “Z” (01011010) จะเป็นดังนี้



รูปที่ 2.10 แสดงการส่งข้อมูลของรหัส ASCII

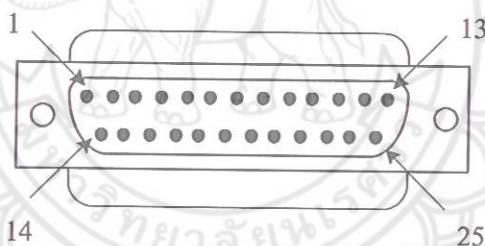
2.2.2 อัตรารับส่งข้อมูล (Baud rate)

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bps) ซึ่งพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ แต่ต้องกำหนดให้อัตรารับส่งข้อมูลให้เท่ากัน ไมเช่นนั้นจะไม่สามารถสื่อสารกันได้ โดยทั่วไปแล้วการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม RS-232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้กำหนดไว้หลายค่าตั้งแต่ 100 ถึง 9600 bps สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เพนเทียมนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ความเร็วถึง 56 kbps

2.2.3 มาตรฐานของพอร์ตอนุกรม RS-232

ส่วนใหญ่การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะใช้มาตรฐาน RS-232 ที่ถูกกำหนดโดย Electronics Industries Association หรือ EIA ในปี ค.ศ. 1960 และได้มีการพัฒนาแก้ไขมาตรฐานปี ค.ศ. 1963 , 1965 และ 1969 ที่เรียกว่า RS-232A , RS-232B , RS-232C ตามลำดับ ระดับแรงดันของลอจิกใน RS-232 นั้นลอจิก “1” แทนด้วยแรงดันไฟฟ้า -3 ถึง -25 โวลต์ ส่วนลอจิก “0” แทนด้วยแรงดันไฟฟ้า +3 ถึง +25 โวลต์

ในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลนั้นจะมีคอนเน็คเตอร์ RS-232 อยู่ 2 แบบด้วยกันคือ DB-25 แสดงไว้ดังรูปที่ 2.11 และ DB-9 แสดงไว้ดังรูปที่ 2.12



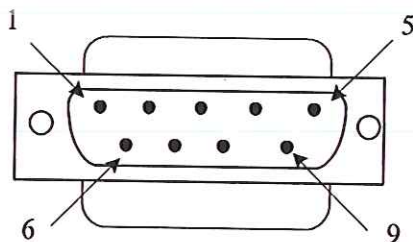
รูปที่ 2.11 แสดงคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-25

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆในคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-25

ขา	คำอธิบาย
1	Protective ground
2	Transmitted data (TxD)
3	Received data(RxD)
4	Request to send \overline{RTS}
5	Clear to send (\overline{CTS})
6	Data set ready (\overline{DSR})
7	Signal ground (GND)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขา	คำอธิบาย
8	Data carrier detect (DCD)
9/10	Reserve for data testing
11	Unassigned
12	Secondary data carrier detect
13	Secondary clear to send
14	Secondary Transmitted data
15	Transmit signal element timing
16	Secondary received data
17	Receive signal element timing
18	Unassigned
19	Secondary request to send
20	Data terminal ready (DTR)
21	Signal quality detector
22	Ring indicator
23	Data signal rate select
24	Transmitted signal element timing
25	Unassigned



รูปที่ 2.12 แสดงคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-9

ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของขาต่างๆในคอนเน็คเตอร์ RS-232 DB-9

ขา	คำอธิบาย
1	Data carrier detect (DCD)
2	Received data (RxD)
3	Transmitted data (TxD)
4	Data terminal ready (DTR)
5	Signal ground (GND)
6	Data set ready (DSR)
7	Request to send ($\overline{\text{RTS}}$)
8	Clear to send ($\overline{\text{CTS}}$)
9	Ring indicator (RI)

2.3 อัตราความเร็ว (Speed)

ความเร็วคือ การกระจัดต่อช่วงเวลาซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ ส่วนอัตราเร็วนั้นคือ ระยะทางที่เคลื่อนที่จากที่หนึ่ง ไปอีกที่หนึ่งต่อช่วงเวลา ซึ่งเป็นปริมาณสเกลาร์
ดังนั้น

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.1)$$

โดย

v คือ อัตราเร็ว มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

s คือ ระยะทางจากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

t คือ ช่วงเวลา มีหน่วยเป็นวินาที (s)

2.4 วงจรขยายสัญญาณ

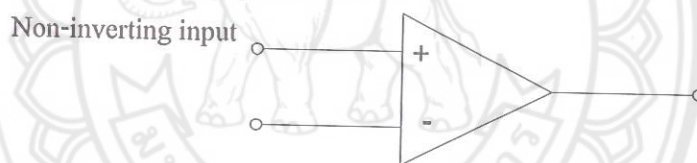
ค่าสัญญาณขาออกที่ได้จากคันทำเนิดนั้นมักจะมีค่าโวลต์หรือกระแสต่ำ แต่สัญญาณขาเข้าของวงจรที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) นั้น ส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าโวลต์อยู่ในช่วง 0-5 V ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณจากขาออกจากคันทำเนิด ดังนั้นจึงมักจะขยายสัญญาณขาออกนี้ ให้มีค่าสูงขึ้นก่อนที่จะส่งสัญญาณเข้าไปในส่วนของวงจร A/D ซึ่งจะทำการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

ปัจจุบันการออกแบบวงจรขยายนี้ทำได้ง่ายเพราะมีไอซี (IC) เบอร์ต่างๆที่เรียกว่าออปแอมป์หรือ Op Amp (Operational Amplifier) เช่น LM741 LM324 เป็นต้น ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป พร้อมทั้งสามารถออกแบบวงจรให้ขยายสัญญาณที่เป็นทั้งสัญญาณไฟกระแสสลับ (AC) และ

สัญญาณไฟกระแสตรง (DC) โดยเพิ่มเติมอุปกรณ์อีกไม่กี่ตัวเท่านั้น โดยออปแอมป์มี 2 ประเภท คือ 1. ออป-แอมป์อุดมคติ (Ideal Operational Amplifiers) 2. ออปแอมป์ที่ใช้งานจริง (Real Operational Amplifiers) ในที่นี้จะกล่าวถึง ออปแอมป์อุดมคติ (Ideal Operational Amplifiers)

2.4.1 ออปแอมป์อุดมคติ (Ideal Operational Amplifiers)

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับวงจรขยายสัญญาณโดยทั่วไป ได้แก่ อัตราการขยาย (gain) อิมพีแดนซ์ขาเข้า (input impedance) และอิมพีแดนซ์ขาออก (output impedance) เป็นต้น โดยอุดมคติแล้ว เราต้องการ อัตราการขยายเป็นอนันต์ ต้องการอิมพีแดนซ์ขาเข้าเป็นค่าอนันต์เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสัญญาณที่แหล่งกำเนิดค่า และต้องการอิมพีแดนซ์ขาเข้าเป็นศูนย์เพื่อจ่ายกระแสหรือกำลังให้กับวงจรได้อย่างไม่จำกัด สมบัติของวงจรขยายดังกล่าวนี้คือสมบัติของออปแอมป์อุดมคติ คือ $A = \infty$, $Z_i = \infty$ และ $Z_o = 0$ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้มีการนำออปแอมป์ไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น งานที่เกี่ยวข้องกับวงจรขยาย งานที่เกี่ยวข้องกับวงจรคำนวณอนุภาค เช่น วงจรบวก วงจรลบ วงจรคูณ วงจรหาอนุพันธ์ (differentiation) วงจรหาปริพันธ์ (integration) นอกจากนี้ยังทำเป็นวงจรกรองสัญญาณ (filter) แบบต่างๆ วงจรออสซิลเลเตอร์ เป็นต้น แสดงสัญลักษณ์ของออปแอมป์ โดยปกติจะไม่เขียนสายกราวด์ (GND)



รูปที่ 2.13 แสดงสัญลักษณ์ของออปแอมป์

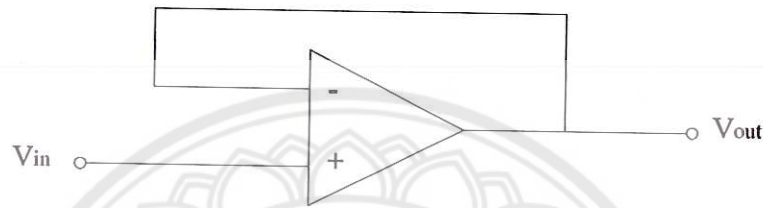
หัวใจของการทำงานของออปแอมป์ คือ การป้อนกลับทางลบ (negative feedback) ซึ่งจะให้ออปแอมป์ทำงานได้ดีและสามารถนำไปประยุกต์งานต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย

กฎที่ช่วยในการออกแบบวงจรด้วยออปแอมป์ให้ง่ายลงคือ วงจรป้อนกลับทางลบต้องพยายามปรับให้สัญญาณออกเป็นอย่างไร้ที่ติอย่างหนึ่งที่ทำให้ขาสัญญาณลบและขาสัญญาณบวกมีค่าโวลต์เท่ากันค่า อิมพีแดนซ์ขาเข้ามีค่าเป็นอนันต์, อัตราการขยายโวลต์เป็นค่าอนันต์, อิมพีแดนซ์เป็นค่าอนันต์

ไอซีที่เป็นออปแอมป์ส่วนใหญ่จะเป็นขา DIP (dual-in-line packet) แบบ 8 ขาเรียงกัน (แต่บางครั้งอาจบรรจุออปแอมป์หลายตัวไว้ใน IC ตัวเดียวกัน) ออปแอมป์ทุกตัวจะประกอบด้วยขาสัญญาณเข้าบวก ขาสัญญาณเข้าลบ ขาสัญญาณออก ขาไฟเลี้ยงบวกและขาไฟเลี้ยงลบ อีก 3 ขานั้นไม่ต้องทำการต่อ (no connection -nc) ซึ่งจะไม่มีการต่อกับกราวด์ (GND) นอกจากจะต่อเข้ากับขาไฟเลี้ยงลบเท่านั้น

1. วงจรสำเนาโวลต์ (Voltage Follower)

แหล่งกำเนิดสัญญาณ โดยทั่วไปมักจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลด (load) น้อย เมื่อมีกระแสไหลในวงจรขาออกเพียงเล็กน้อย โวลต์ของสัญญาณจะลดลงอย่างมาก ทำให้การตรวจวัดสัญญาณไม่สัมฤทธิ์ผล จึงมีความต้องการให้อิมพีแดนซ์ขาเข้าเป็นค่าอนันต์และโวลต์ขาออกเหมือนกับโวลต์ของสัญญาณขาเข้า ซึ่งจะเรียกวงจรนี้ว่า วงจรสำเนาโวลต์ (Voltage Follower) ทำให้มีอัตราขยายสัญญาณเท่ากับ 1 โดยต่อสัญญาณขาออกเข้ากับขาสัญญาณเข้าลบและต่อสัญญาณขาเข้ากับขาสัญญาณเข้าบวก ดังรูปที่ 2.14



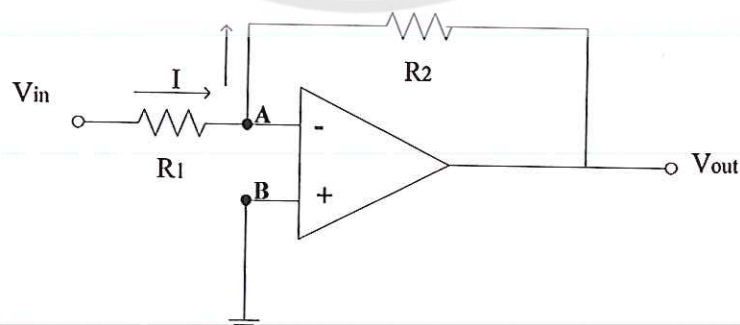
รูปที่ 2.14 แสดงวงจรสำเนาโวลต์ (Voltage Follower)

ตามกฎข้อที่ 1 ที่บอกว่า สัญญาณที่ขาสัญญาณเข้าบวกกับสัญญาณที่ขาสัญญาณเข้าลบเท่ากัน ทำให้

$$V_{out} = V_{in} \quad (2.2)$$

เมื่อมีอิมพีแดนซ์ขาเข้าของออปแอมป์อุดมคติมีค่าเป็นอนันต์จึงไม่มีกระแสในวงจรขาเข้า สัญญาณขาเข้า V_{in} จึงไม่ถูกกระทบกระเทือน

2. วงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรขยายแบบกลับเฟส

เมื่อพิจารณาวงจรตามรูปที่ 2.15 พบว่าอิมพีแดนซ์ระหว่างจุด A กับ B มีค่าอนันต์ ทำให้กระแสที่ไหลผ่าน R_1 ไหลผ่าน R_2 ด้วย ซึ่งออปแอมป์มีหน้าที่ทำให้ V_{out} ปรับตัวจนทำให้เป็นไปตามกฎข้อ 1

ส่งผลให้โวลต์ที่จุด A เท่ากับจุด B แต่จุด B ต่อดงกราวด์ ทำให้มีโวลต์เท่ากับ 0 เพราะฉะนั้น $V_A = 0$ V ตามกฎของโอห์มจะเห็นว่า

$$V_{in} - V_A = IR_1 \quad (2.3)$$

$$V_A - V_{out} = IR_2 \quad (2.4)$$

เมื่อ $V_A = 0$ ทำให้

$$V_{in} = IR_1$$

$$V_{out} = -IR_2$$

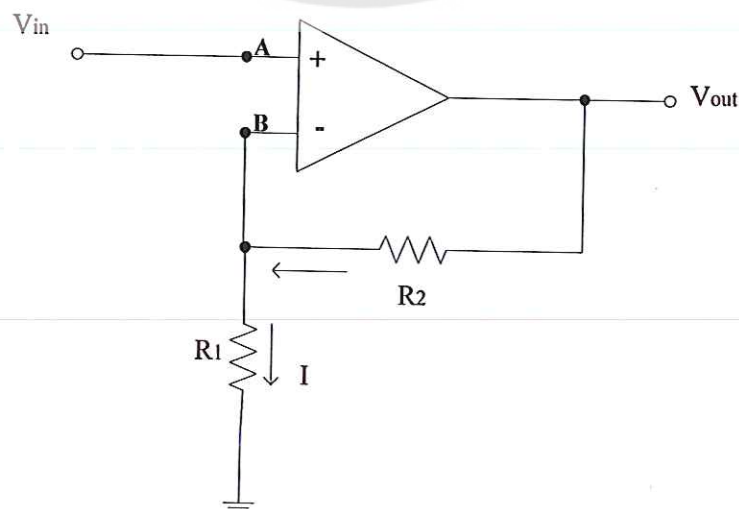
อัตราขยายโวลต์คือ

$$\begin{aligned} \frac{V_{out}}{V_{in}} &= \frac{-IR_2}{IR_1} = -\frac{R_2}{R_1} \\ \therefore V_{out} &= -\frac{R_2}{R_1} V_{in} \end{aligned} \quad (2.5)$$

จากสมการที่ 2.5 คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณขาออกกับขาเข้า ซึ่งเครื่องหมายลบแสดงถึงการกลับขั้วของสัญญาณ คือ เมื่อ V_{in} เป็น บวก V_{out} จะเป็นลบ แต่ขนาดของ V_{out} ขึ้นอยู่กับอัตราขยาย $\frac{R_2}{R_1}$ ถ้าให้ $R_1 = R_2$ อัตราขยายเท่ากับ 1 แต่สัญญาณจะกลับขั้ว

กรณีนี้อาจมีประโยชน์ถ้าต้องการวัดสัญญาณจากหัววัดที่โวลต์ออกมาเป็นลบ โดยที่เครื่องวัดต้องการสัญญาณบวกเท่านั้น โดย R_2 อาจถูกแทนด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ เพราะการออกแบบวงจรขยายที่ดีควรกำหนดคิมพีแดนซ์ขาเข้าให้คงที่ กรณีนี้คือ R_1 ถ้าให้ R_1 เป็นตัวต้านทานแบบปรับค่าได้จะทำให้ R_1 มีโอกาสเป็น 0 ได้ ตามทฤษฎีแล้วอัตราขยายขณะนั้นจะเป็นค่าอนันต์

3. วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier)



รูปที่ 2.16 แสดงวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

เมื่อพิจารณาวงจรตามรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าสัญญาณเข้าบวกถูกสลับไว้ที่ด้านบนนั้นหมายความว่าเราป้อนสัญญาณเข้ากับขาบวก จากกฎข้อ 1 บอกว่า $V_A = V_B$ ตามกฎของโอห์มจะได้ว่า

$$V_A = V_B = V_{in}$$

$$V_{out} - V_{in} = IR_2 \quad (2.6)$$

$$V_{in} - 0 = IR_1 \quad (2.7)$$

นำสมการที่ 2.7 มาแทนลงในสมการที่ 2.6 จะได้ว่า

$$V_{out} - IR_1 = IR_2$$

$$V_{out} = I(R_1 + R_2) \quad (2.8)$$

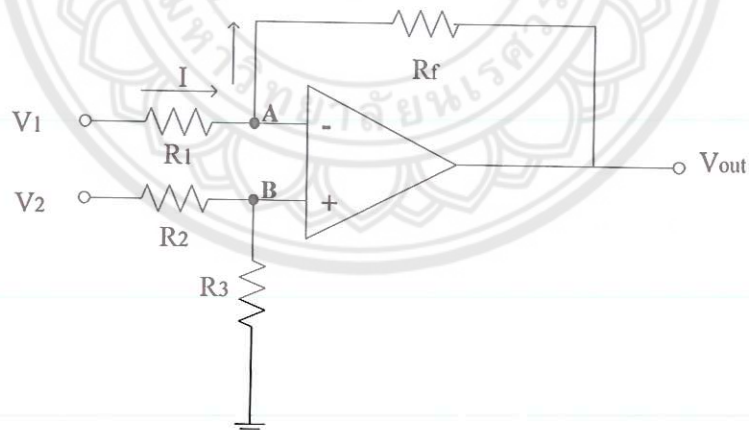
อัตราขยายโวลต์คือ

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I(R_1 + R_2)}{IR_1}$$

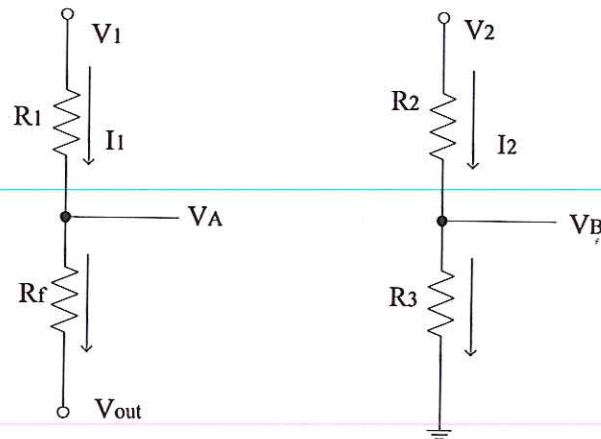
$$V_{out} = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} V_{in} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{in} \quad (2.9)$$

จากสมการที่ 2.9 จะเห็นว่าอัตราขยายสัญญาณขึ้นอยู่กับค่า R_1 กับ R_2 ถ้าเลือกค่า $R_2 = 0$ จะทำให้อัตราขยายเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าเราสามารถปรับอัตราขยายโดยการนำตัวต้านทานปรับค่าได้เข้าไปแทนที่ R_2 ได้

4. วงขยายความต่างของสัญญาณ (Difference Amplifiers)



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรขยายความต่างของสัญญาณ



รูปที่ 2.18 แสดงวงจรขยายความต่างของสัญญาณแบบง่าย

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.18 ซึ่งเป็นวงจรขยายความต่าง $V_2 - V_1$ หมายถึง V_{out} มีค่าสัดส่วนโดยตรงกับค่า $V_2 - V_1$ โดยอาศัยกฎของออปแอมป์ เราสามารถวิเคราะห์ห้วงจรได้ตามรูปที่ 2.18 จากรูปที่ 2.18 ด้านซ้ายจะได้ว่า

$$V_1 - V_A = I_1 R_1$$

$$\therefore I_1 = \frac{V_1 - V_A}{R_1} \quad (2.10)$$

$$V_A - V_{out} = I_1 R_f$$

$$\therefore I_1 = \frac{V_A - V_{out}}{R_f} \quad (2.11)$$

จากสมการที่ 2.10 และ 2.11 จะได้ว่า

$$\frac{V_1 - V_A}{R_1} = \frac{V_A - V_{out}}{R_f}$$

$$(V_1 - V_A)R_f = (V_A - V_{out})R_1$$

$$V_A R_1 + V_A R_f = V_1 R_f + V_{out} R_1$$

$$V_A = \frac{V_1 R_f + V_{out} R_1}{R_1 + R_f} \quad (2.12)$$

รูปที่ 2.18 ด้านขวาจะได้ว่า

$$V_2 - V_B = I_2 R_2$$

$$I_2 = \frac{V_2 - V_B}{R_2} \quad (2.13)$$

$$V_B - 0 = I_2 R_3$$

$$I_2 = \frac{V_B}{R_3} \quad (2.14)$$

จากสมการที่ 2.13 และ 2.14 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{V_2 - V_B}{R_2} &= \frac{V_B}{R_3} \\ (V_2 - V_B)R_3 &= V_B R_2 \\ V_B R_2 + V_B R_3 &= V_2 R_3 \\ V_B &= \frac{V_2 R_3}{R_2 + R_3} \end{aligned} \tag{2.15}$$

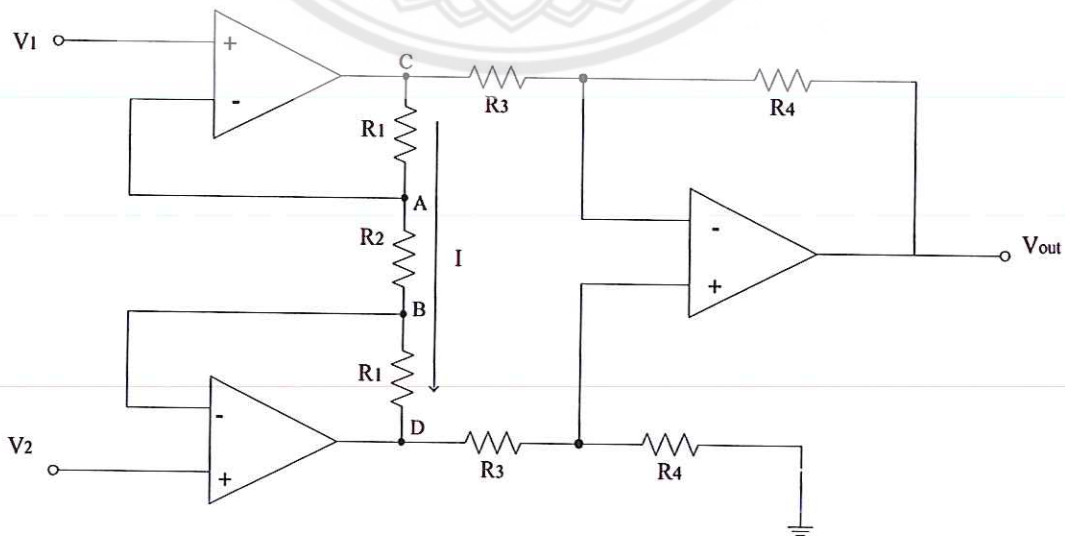
ตามกฎข้อที่ 1 ที่บอกว่า $V_A = V_B$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{V_1 R_f + V_{out} R_1}{R_1 + R_f} &= \frac{V_2 R_3}{R_2 + R_3} \\ V_1 R_f + V_{out} R_1 &= \frac{V_2 R_3}{R_2 + R_3} \times (R_1 + R_f) \\ V_{out} &= \frac{V_2 R_3 \times (R_1 + R_f)}{R_1 (R_2 + R_3)} - \frac{V_1 R_f}{R_1} \end{aligned}$$

ถ้าเลือกให้ $R_2 = R_1$ และ $R_3 = R_f$

$$\begin{aligned} V_{out} &= \frac{V_2 R_f}{R_1} - \frac{V_1 R_f}{R_1} \\ V_{out} &= \frac{R_f}{R_1} (V_2 - V_1) \end{aligned} \tag{2.16}$$

วงจรรขยายความต่างมีปัญหาหลายประการหนึ่งในนั้นคือ ค่าอิมพีแดนซ์ขาเข้าค่อนข้างต่ำจึงแก้ไข
ปัญหาโดย วงจรรขยายสำหรับเครื่องมือวัด (Instrumentation Amplifiers) ซึ่งมีการแทรกวงจรสำเนา
โวลต์ (Voltage Follower) ไว้ระหว่างขาสัญญาณทั้งสอง ทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ขาเข้าเป็นค่าอนันต์



รูปที่ 2.19 แสดงวงจรรขยายสำหรับเครื่องมือวัด

เมื่อพิจารณาวงจรรูปที่ 2.18 ตามกฎข้อที่ 1 $V_A = V_1$, $V_B = V_2$ จากกฎของโอห์มจะได้ว่า
ที่จุด C กับ A

$$V_C - V_A = IR_1$$

$$V_C = IR_1 + V_A$$

$$V_C = V_1 + IR_1 \quad (2.17)$$

ที่จุด A กับ B

$$V_A - V_B = IR_2$$

$$V_1 - V_2 = IR_2$$

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_2} \quad (2.18)$$

ที่จุด B กับ D

$$V_B - V_D = IR_1$$

$$V_2 - V_D = IR_1$$

$$V_D = V_2 - IR_1 \quad (2.19)$$

แทนค่า $V_2 = V_D - IR_1$ และ $V_1 = V_C - IR_1$ และแทน R_f ด้วย R_4 และแทน R_1 ด้วย R_3
ในสมการที่ 2.16 จะได้ว่า

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} (V_D - IR_1) - (V_C - IR_1)$$

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} (V_D - V_C) \quad (2.20)$$

แทนสมการที่ 2.17, 2.18, 2.19 ลงในสมการที่ 2.20

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} \left(V_2 - \left(\frac{V_1 - V_2}{R_2} \right) \times R_1 \right) - \left(V_1 + \left(\frac{V_1 - V_2}{R_2} \right) R_1 \right)$$

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} \left(V_2 - V_1 - \frac{2R_1}{R_2} (V_1 - V_2) \right)$$

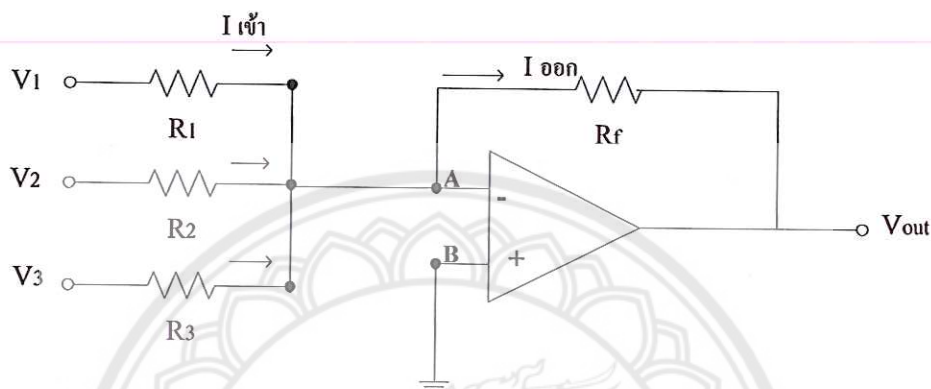
ถ้าให้ $R_2 = 2R_1$ จะได้

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} \left(V_2 - V_1 - \frac{2R_1}{2R_1} (V_1 - V_2) \right)$$

$$V_{out} = \frac{R_4}{R_3} (2V_2 - 2V_1) = 2 \frac{R_4}{R_3} (V_2 - V_1) \quad (2.21)$$

จากสมการ 2.21 นั้น การปรับอัตราขยายขึ้นอยู่กับค่า R_4 และ R_3 โดย R_2 ต้องเท่ากับ $2R_1$ เท่านั้นถึงจะใช้คุณสมบัตินี้ได้ ดังนั้นจึงมีการผลิต โอซีชขยายสัญญาณสำหรับเครื่องมือวัดออกมาจำหน่าย ซึ่งใช้งานง่าย โดยต่อตัวต้านทานเข้ากับขาโอซีบบางขาเท่านั้น เช่น AD622

5. วงจรบวกสัญญาณ (Summation or Adder Circuits)



รูปที่ 2.20 แสดงวงจรบวกสัญญาณ

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.20 คือวงจรขยายผลบวกของสัญญาณขาเข้าตั้งแต่ 2 สัญญาณขึ้นไป การวิเคราะห์วงจรก็เหมือนเดิม $V_A = V_B = 0$, $i_{เข้า} = i_{ออก}$

$$i_{เข้า} = i_{ออก}$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = -\frac{V_{out}}{R_f}$$

$$V_{out} = -\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right) R_f$$

ถ้าให้ $R_1 = R_2 = R_3 = R_f$

$$V_{out} = -(V_1 + V_2 + V_3) \quad (2.22)$$

สังเกตเห็นว่าสัญญาณขาเข้าอาจเข้าบวกหรือลบและไม่จำกัดจำนวนของสัญญาณที่จะนำมาบวกกัน

2.5 อุปกรณ์ที่นำมาใช้

2.5.1 ตัวต้านทาน (Resistors)

ซึ่งบางครั้งก็ถูกเรียกว่า “รีซิสเตอร์” หรือ อาร์(R) มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω) เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีขั้วบวกและขั้วลบ โดยทำหน้าที่ในการกำจัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ถ้าตัวต้านทานมีค่าความต้านทานมากจะ

ส่งผลให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทานน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าตัวต้านทานมีค่าความต้านทานน้อยจะส่งผลให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทานมาก นอกจากนี้ตัวต้านทานยังถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)

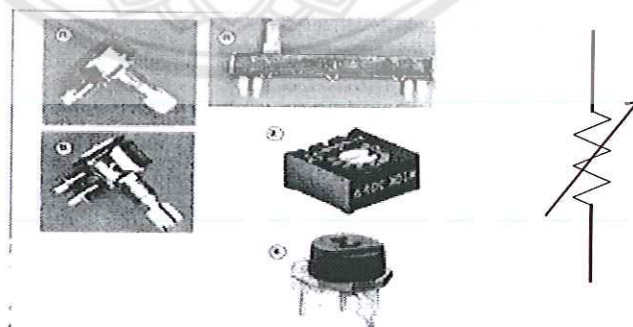
ซึ่งมีค่าต่างๆมากมายตั้งแต่ 0.01 โอห์ม ถึง 10 เมกะโอห์ม โดยวิธีการอ่านค่าตัวต้านทานจะอ่านตามแถบสีที่ปรากฏตัวต้านทาน ซึ่งมีทั้งแบบ 4 แถบสีและ 5 แถบสี โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ตัวต้านทานที่มีขนาด 0.25 วัตต์ถึง 2 วัตต์ ซึ่งมีค่าผิดพลาดอยู่ในช่วงประมาณ ± 1 เปอร์เซ็นต์ถึง ± 20 เปอร์เซ็นต์ สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบค่าคงที่ปรากฏดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบค่าคงที่[10]

2. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Variable Resistor)

เป็นตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้โดยการหมุนหรือใช้ไขควงและแบบเลื่อนลักษณะของรูปร่างก็จะแตกต่างกัน แต่ราคาจะแพงกว่าแบบตัวต้านทานชนิดคงที่ สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ปรากฏดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์และลักษณะของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้[9]

2.5.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitors)

ตัวเก็บประจุมีหลายชนิดและมีการใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งตัวเก็บประจุจะมีทั้งแบบมีขั้วและแบบไม่มีขั้ว สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้

1. ตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์ (Mylar capacitor)

เป็นแบบไม่มีขั้วมีค่าความจุตั้งแต่ 2.2 พิโคฟารัดถึง 0.01 ไมโครฟารัด เป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง มีความเสถียรภาพต่ออุณหภูมิและความถี่ นิยมใช้ในวงจรอนุออสซิลเลเตอร์หรือวงจรขยายเสียงทั่วไป ลักษณะของอุปกรณ์คือ ตัวสี่เหลี่ยม ม้วนวาว

2. ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก (Ceramic capacitor)

เป็นตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่ไม่มีขั้ว มีลักษณะกลมๆแบนๆ บางครั้งอาจพบแบบสี่เหลี่ยมแบนๆ ค่าความจุที่นิยมใช้ในปัจจุบันอยู่ในช่วง 1 พิโคฟารัดถึง 0.47 ไมโครฟารัดและสามารถพบแรงดันได้ประมาณ 50-100 โวลต์

3. ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ทริก (Electrolytic capacitor)

ตัวเก็บประจุชนิดนี้เป็นแบบที่มีขั้วแน่นอน ซึ่งต้องระวังในการนำไปใช้งาน ค่าของความจุอยู่ในช่วง 0.1 ไมโครฟารัดถึง 1 ฟารัด (หลายๆพันไมโครฟารัด) อีกอย่างที่ต้องระวังคือขั้ว ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะมีอัตราทนแรงดันพิมพ์ติดไว้มีหน่วยเป็นโวลต์ แต่บางตัวเป็นWVC (Working Voltage) หมายถึงแรงดันที่ใช้งาน โดยปกติในการใช้งานจะเพื่อแรงดันของตัวเก็บประจุให้สูงกว่าแรงดันที่ใช้งานจริงประมาณเท่าตัว

4. ตัวเก็บประจุชนิดแทนทาลัม (Tantalum capacitor)

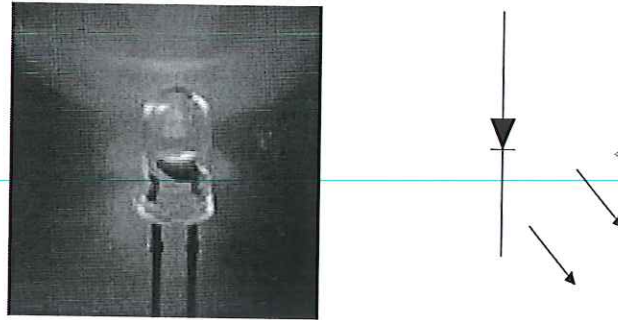
เป็นตัวเก็บประจุที่มีขั้วบวกและลบเหมือนตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ทริกแต่มีค่าความจุขนาดเล็ก ราคาแพงกว่า สามารถใช้แทนแบบอิเล็กโทรไลต์ทริกได้ ค่าความจุมีตั้งแต่ 0.1 ไมโครฟารัดถึง 100 ไมโครฟารัด

5. ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ (Variable capacitor)

เป็นตัวเก็บประจุที่สามารถปรับค่าได้ด้วยการหมุนแกนของตัวเก็บประจุ ค่าความจุก็จะเปลี่ยนไปตามมุมที่หมุน จะพบเห็นตัวเก็บประจุชนิดนี้ได้ในวงจรเครื่องรับส่งวิทยุทั่วไป

2.5.3 ไดโอดเปล่งแสง (Light-Emitting diode)

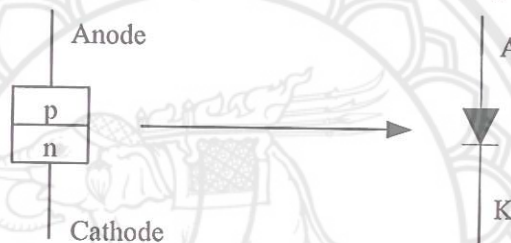
บางครั้งก็เรียกกันว่า LED คือ ไดโอดที่เปล่งแสงออกมาได้ประกอบกันเป็นคลื่นความถี่เดียวและเป็นเฟสต่อเนื้อที่มีความถี่แตกต่างกันมารวมกันจนเกิดเป็นแสงออกมา ซึ่งไดโอดนั้นเป็นสารกึ่งตัวนำ สัญลักษณ์และลักษณะไดโอดเปล่งแสงดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แสดงไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง[12]

2.5.4 ไดโอด (Diode)

ไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode ; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และ แคโทด (Cathode ; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n ดังรูปที่ 2.24

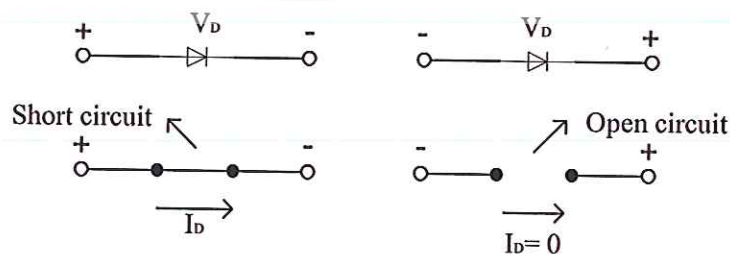


รูปที่ 2.24 แสดงไดโอดและสัญลักษณ์[12]

ไดโอดแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. ไดโอดในทางอุดมคติ (Ideal Diode)

ไดโอดในอุดมคติมีลักษณะเหมือนสวิตช์ที่สามารถนำกระแสไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว



รูปที่ 2.25 แสดงไดโอดในทางอุดมคติ[12]

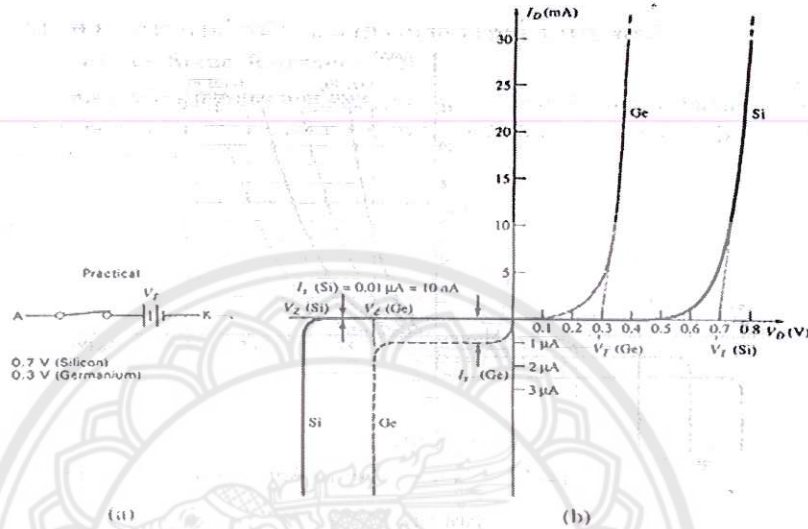
จากรูปที่ 2.25 ถ้าต่อขั้วแบตเตอรี่ให้เป็นแบบไบอัสตรง ไดโอดก็จะเปรียบเสมือนสวิตช์ที่ปิด (Close Switch) หรือ ไดโอดลัดวงจร (Short Circuit) I_D ไหลผ่านไดโอดได้ แต่ถ้าต่อขั้วแบตเตอรี่แบบไบอัสกลับ ไดโอดจะเปรียบเสมือนสวิตช์เปิด (Open Switch) หรือเปิดวงจร (Open Circuit) ทำให้ I_D เท่ากับศูนย์

15075464

4900018

2. ไดโอดในทางปฏิบัติ (Practical Diode)

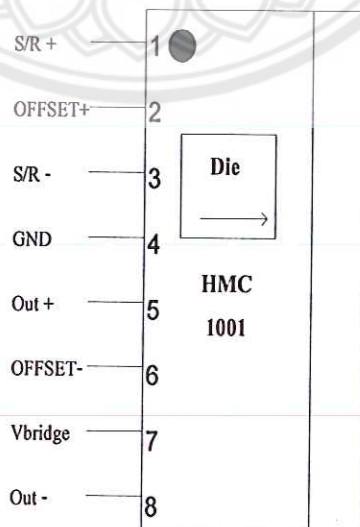
ไดโอดในทางปฏิบัติมีการแพร่กระจายของพาหะส่วนน้อยที่บริเวณรอยต่ออยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้น ถ้าต่อไบอัสตรงให้กับไดโอดในทางปฏิบัติก็จะเกิด แรงดันเสมือน ($V_G \geq 0.3V$; $V_S \geq 0.7V$) ซึ่งต้านแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเพื่อการไบอัสตรง ดังรูปที่ 2.26



15.
14330
2548
e.2

รูปที่ 2.26 แสดงกราฟของไดโอดในทางปฏิบัติ[12]

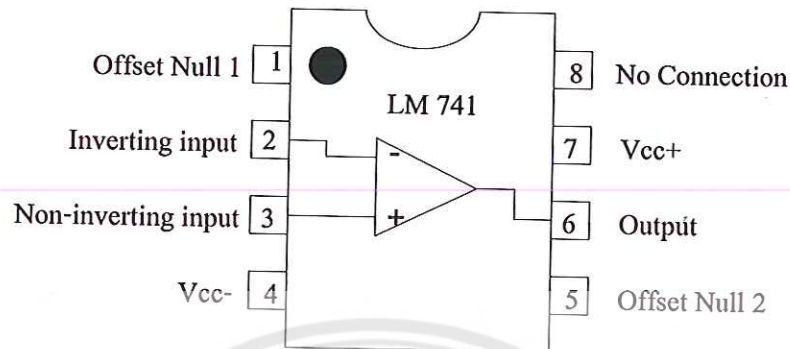
2.5.5 ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก (Magnetic Sensor) คือ ไอซีเบอร์ HMC1001 เป็นตัวตรวจจับที่สามารถตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกได้ 1 ทิศ โดยจะมีลักษณะ 8 ขาเป็นแบบ SIP ซึ่งจะสามารถรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 5-12 V



รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะหน้าทีของขาแต่ละขาของไอซี HMC1001[5]

2.5.6 ออปแอมป์ (Op-Amplifier)

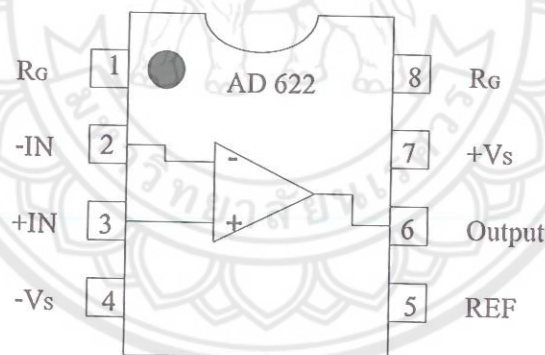
คือไอซีเบอร์ LM741 เป็นออปแอมป์ที่ใช้ขยายสัญญาณ โดยมีการจ่ายไฟทั้งไฟบวกและไฟลบที่ค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง ± 22 โวลต์ โดยมีลักษณะ 8 ขาเป็นแบบ DIP ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี LM 741[6]

2.5.7 อุปกรณ์ขยายสำหรับเครื่องมือวัด (Instrumentation Amplifier)

คือไอซีเบอร์ AD622 สามารถรองรับค่าอัตราการขยาย ได้อยู่ในช่วง 2 ถึง 1000 เท่าซึ่งจะสามารถรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง ± 2 ถึง ± 15 โวลต์ โดยมีลักษณะ 8 ขาเป็นแบบ DIP ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 แสดงลักษณะหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี AD622[4]

โดยมีสูตรคำนวณหาค่าความต้านทาน (R_G) เพื่อให้ได้ค่าอัตราการขยายตัวที่ต้องการ ดังสมการที่ 2.23

$$R_G = \frac{50.50k\Omega}{G - 1} \quad \text{โอห์ม} \quad (2.23)$$

โดยที่

R_G คือค่าตัวต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม

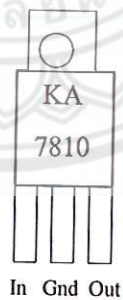
G คือ ค่าอัตราการขยายที่ต้องการ

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าอัตราการขยายของแต่ละค่าความต้านทาน

อัตราการขยายตามที่ต้องการ	ค่าความต้านทาน (R_G)	อัตราการขยายตามที่ได้
2	51.1 k	1.988
5	12.7 k	4.946
10	5.62 k	99.86
20	2.67 k	19.91
33	1.58 k	32.96
40	1.3 k	39.85
50	1.02 k	50.50
65	787	65.17
100	511	99.83
200	255	199.0
500	102	486.1
1000	51.1	989.3

2.5.8 Positive Voltage Regulator

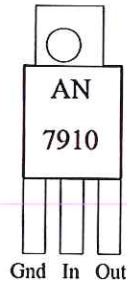
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแรงดันไฟฟ้าให้ออกเป็นค่าบวก โดยมีขาทั้งหมด 3 ขา ดังรูปที่ 2.42
 ในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ KA 7810 ซึ่งจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ + 10 โวลต์



รูปที่ 2.30 แสดงลักษณะหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี KA 7810[7]

2.5.9 Negative Voltage Regulator

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับแรงดันไฟฟ้าให้ออกเป็นค่าลบ โดยมีขาทั้งหมด 3 ขา ดังรูปที่ 2.43 ในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ AN 7910 ซึ่งจะให้ค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ - 10 โวลต์



รูปที่ 2.31 แสดงลักษณะหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี AN 7910[8]



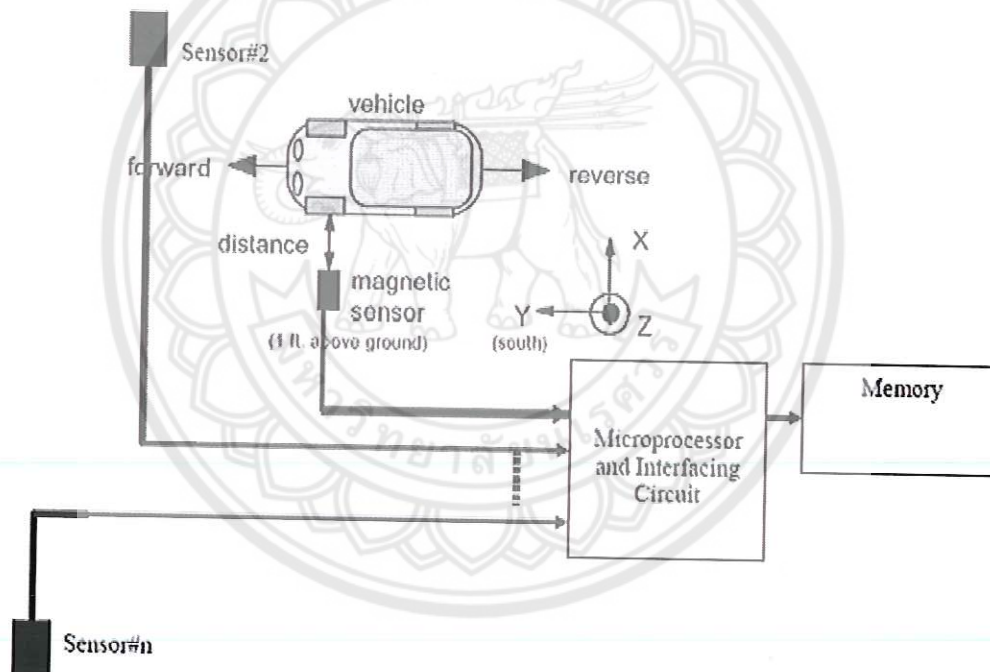
บทที่ 3

การทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดของโครงการ การติดตั้งอุปกรณ์ และวงจรรขยายที่ออกแบบในโครงการ ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบการทำงานของรถตรวจสอบความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด และ ระบบการทำงานของรถตรวจสอบความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แนวคิดของโครงการ

โครงการนี้พัฒนาเครื่องมือตรวจสอบความเร็วของรถยนต์ ดังรูปที่ 3.1

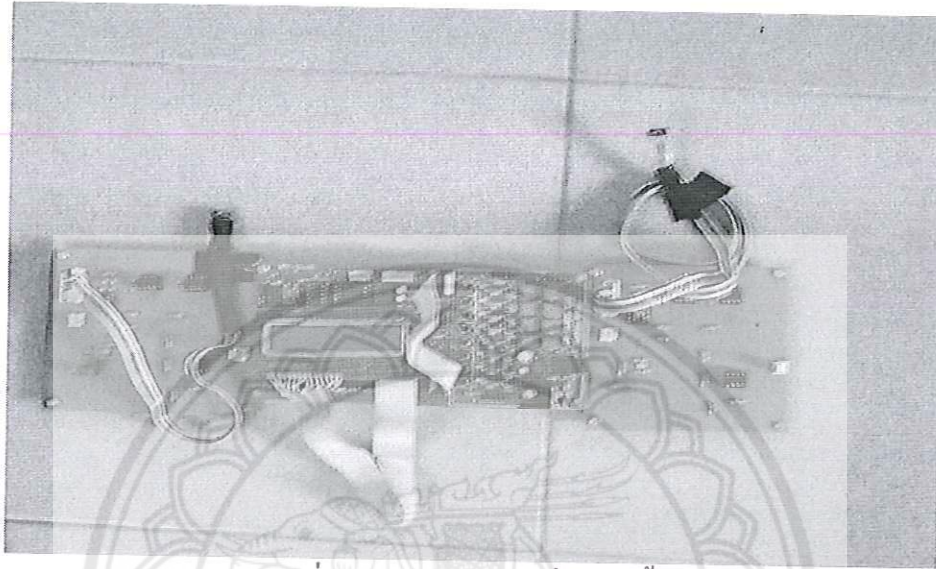


รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานโดยสังเขปของเครื่องตรวจจับและวัดความเร็ว

โดยมีตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกเป็นตัวรับสัญญาณจากรถยนต์ที่วิ่งผ่านแปลงสัญญาณนี้ในรูปแบบของสัญญาณที่เหมาะสมเข้าสู่วงจรรขยายและให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

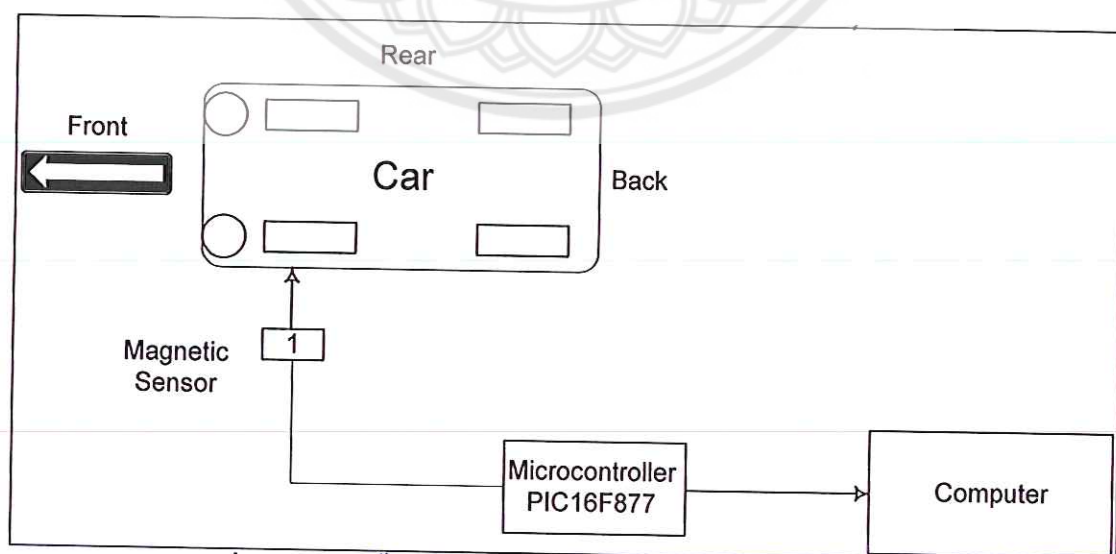
3.2 การติดตั้งอุปกรณ์

โดยทำการวางอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วของรถยนต์จากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกไว้ด้านข้างของรถยนต์ ซึ่งอุปกรณ์นี้ต้องติดตั้งสูงถึงกึ่งกลางของล้อรถยนต์จากรูปที่ 3.2 เป็นอุปกรณ์ระบบตรวจจับที่พัฒนาขึ้น ซึ่งโครงการนี้มีระบบการทำงาน 2 ระบบด้วยกัน



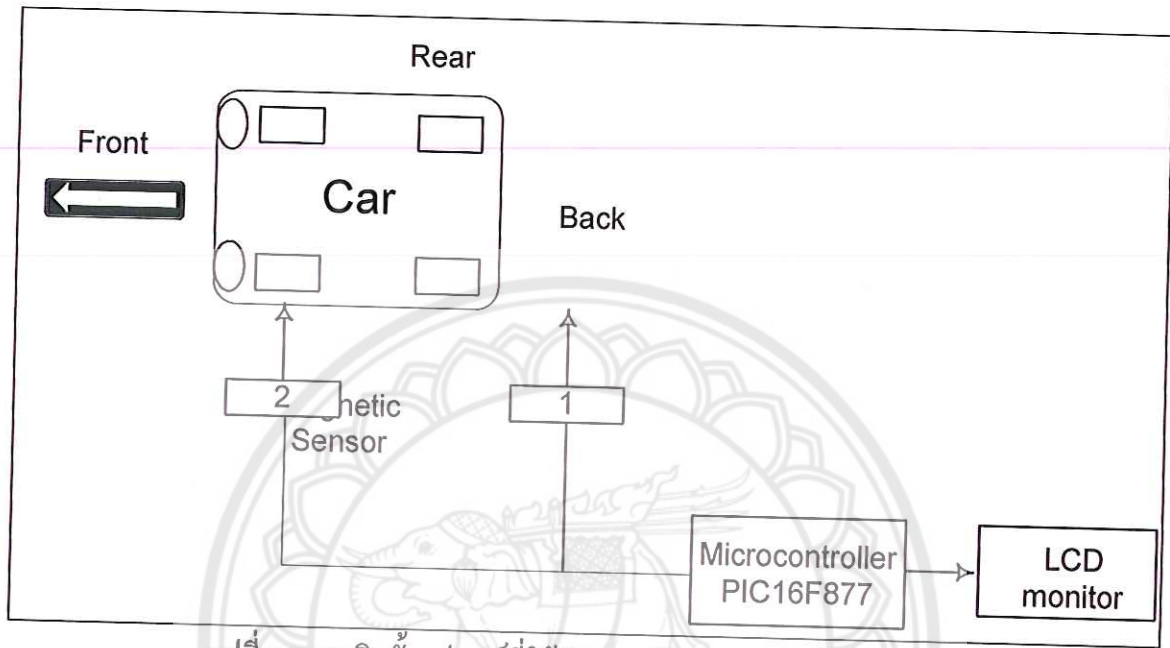
รูปที่ 3.2 ระบบตรวจจับที่พัฒนาขึ้น

1. การติดตั้งอุปกรณ์การตรวจจับความเร็วโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด
การติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนนี้จะมีอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วรถยนต์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์ปรากฏดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด

2. การติดตั้งอุปกรณ์การตรวจจับความเร็วโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด
 การติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนนี้จะมีอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วของรถยนต์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์ปรากฏดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด

3.3 การทำงานของระบบในแต่ละส่วน

3.3.1 ระบบการทำงานของ การตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด

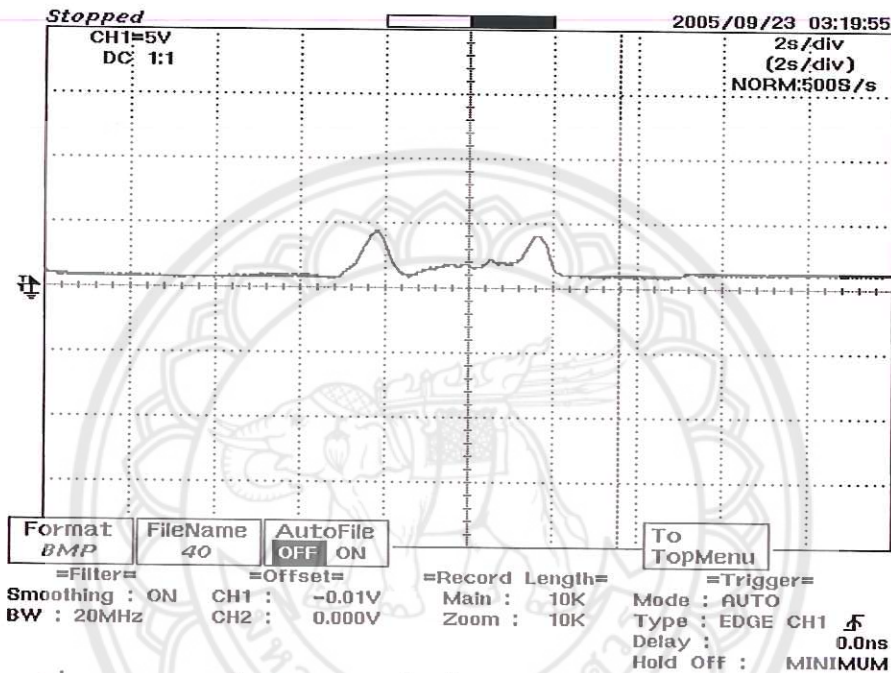
ในส่วนนี้ก็จะถูกแยกหน้าที่การทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

ในโครงการนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 จะมี A/D ขนาด 10 บิต ภายในตัวมีจำนวน 8 ช่องทาง (channel) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 จะรับข้อมูลจากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ HMC1001 และทำการแปลงสัญญาณแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำ จากนั้นจึงผ่านสัญญาณไฟฟ้านี้เข้าสู่วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier Circuit) ซึ่งทำการออกแบบวงจรด้วยไอซีเบอร์ AD622 และ LM741 เพื่อปรับสัญญาณให้เข้าสู่ไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านทาง A/D ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ส่วนของคอมพิวเตอร์

เป็นส่วนของการคำนวณความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก จากรูปที่ 3.5 นั้นเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรขยายแล้วสัญญาณที่ได้นี้จะถูกต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 ผ่านพอร์ตอนุภาคเพื่อเข้าสู่ A/D ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล



รูปที่ 3.5 สัญญาณที่วัดได้จากการที่รถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นว่าสัญญาณที่ได้จะมีค่ายอด (peak) 2 ค่า โดยค่ายอดแรกเกิดจากการตรวจจับสัญญาณที่ล้อหน้าของรถยนต์ ส่วนค่ายอดที่สองเป็นการตรวจจับสัญญาณได้ที่ล้อหลัง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุภาคให้เป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วนำข้อมูลดิจิทัลที่ได้ส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (RS-232)

ในส่วนของคอมพิวเตอร์นี้จะทำการเขียนโปรแกรมในการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 ถึงค่ายอดที่ 2 แล้วนำค่าเวลาที่ได้นี้มาทำการคำนวณตามหลักการนี้คือ

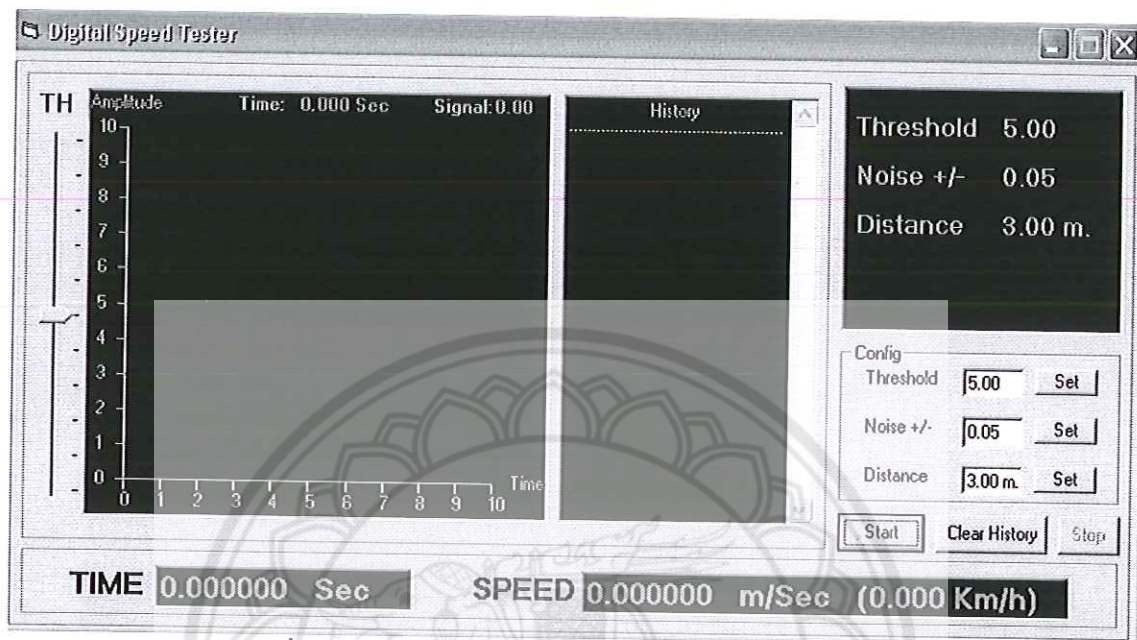
$$v = \frac{s}{t} \quad \text{m/s} \quad (3.1)$$

v = อัตราเร็วมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

s = ระยะห่างระหว่างล้อหน้ากับล้อหลังมีหน่วยเป็นเมตร (m)

t = เวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ในรูปที่ 3.6 เป็นรูปการแสดงผลของหน้าจอที่ใช้ติดต่อกันระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องตรวจจับความเร็วจากการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียน



รูปที่ 3.6 ส่วนแสดงผลโดยโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยแต่ละส่วนทำหน้าที่ดังนี้

1. หน้าต่างแสดงผลของสัญญาณรถยนต์
 2. ส่วน Threshold เป็นส่วนที่ทำการเซตค่าการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นที่ไม่ใช่จุดค่ายอดของกราฟ (peak) สามารถกำหนดได้ 2 แบบคือ โดยใช้การเลื่อนสไลด์บาร์ (slide bar) หรืออาจป้อนค่าเข้าไป
 3. ส่วนแสดงผลของเวลา (Time) ทำหน้าที่จับเวลาระหว่างจุดยอดของกราฟ (peak) ทั้งสองมีหน่วยเป็นวินาที
 4. ส่วนแสดงผลอัตราความเร็ว (Speed) มีทั้งหน่วย m/s และ km/hr
 5. ส่วนกรอกข้อมูลเกี่ยวกับระยะห่างระหว่างล้อหน้ากับล้อหลัง
 6. ส่วน History เป็นการบันทึกค่าอัตราความเร็วรถยนต์แต่ละคันที่วิ่งผ่าน
- 3.3.2 ระบบการทำงานของเครื่องตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด**

1. ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

ทำหน้าที่รับอินพุตที่ได้จากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก ซึ่งเป็นค่าสัญญาณไฟฟ้าที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นจึงต้องนำสัญญาณไฟฟ้านี้เข้าสู่วงจรขยายสัญญาณ หลังจากนั้นผ่านสัญญาณที่ได้

จากสัญญาณเข้าสู่วงจร A/D ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 หลังจากนั้นจะได้สัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิทัลออกมา ซึ่งสัญญาณดิจิทัลก็จะผ่านเข้าไปสู่ในส่วนของกรคำนวณหาอัตราเร็วจากรูปที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าการใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{m/s} \quad (3.2)$$

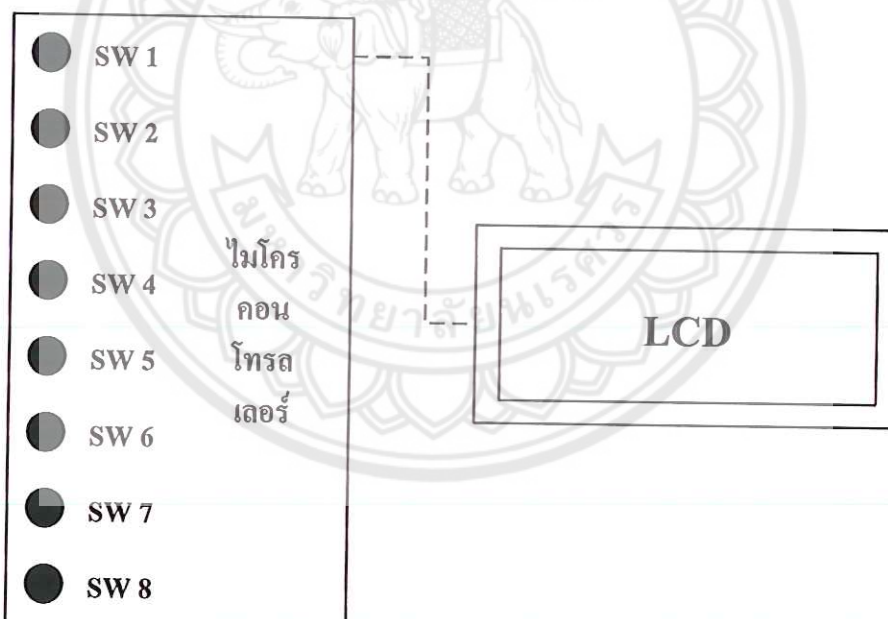
โดย

v = อัตราเร็วมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

s = ระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 กับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 2 มีหน่วยเป็นเมตร (m)

t = ระยะเวลาระหว่างการเปลี่ยนของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 กับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 2 มีหน่วยเป็นวินาที (s)

ในรูปที่ 3.7 แสดงเมนูการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องตรวจจับความเร็ว

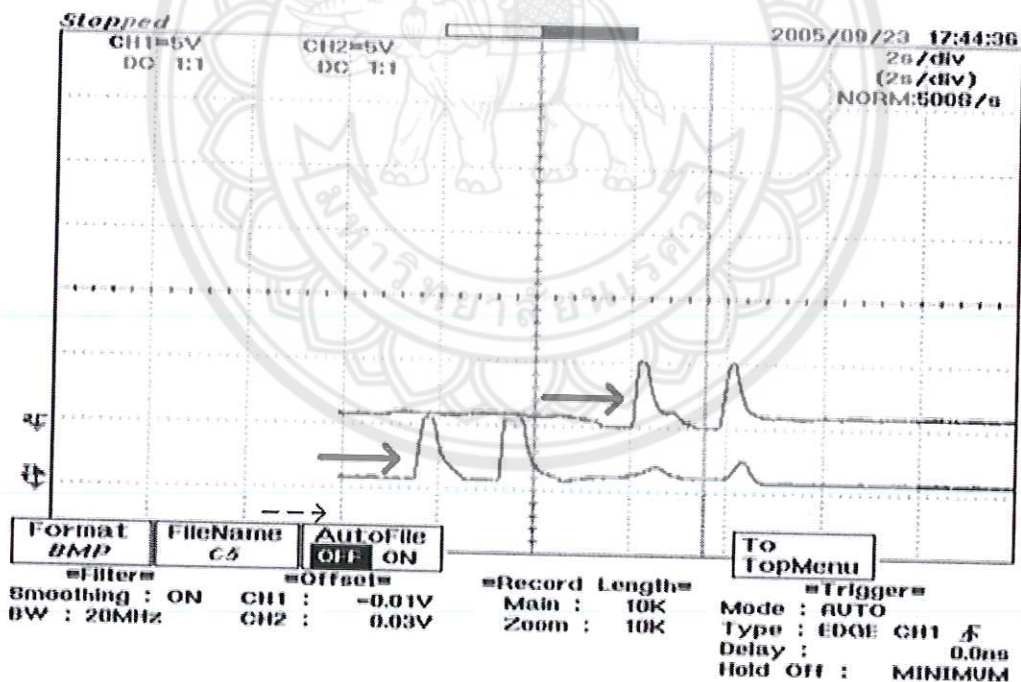


รูปที่ 3.7 แสดงปุ่มควบคุมการแสดงผลจากไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยแต่ละส่วนทำหน้าที่ดังนี้

1. ส่วนสวิตช์ 1 (SW1) เป็นสวิตช์เริ่มจับเวลา
2. ส่วนสวิตช์ 2 (SW2) สวิตช์หยุดเวลา

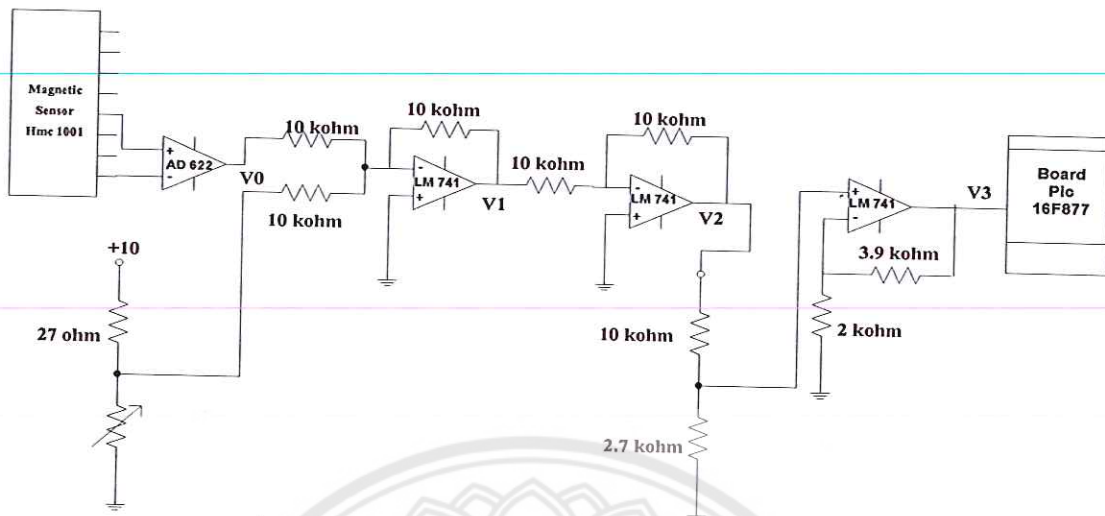
3. ส่วนสวิตช์ 3 (SW3) ตั้งค่าเพิ่มหรือลด โดยจะเพิ่มหรือลดทีละ 1, 10, 100, 1000 และตั้งค่าระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 กับตัวที่ 2 โดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm) และทำหน้าที่ตั้งค่าให้สัญญาณเริ่มนับที่สัญญาณสูงกว่าปกติหรือต่ำกว่าสัญญาณปกติ (+/-)
4. ส่วนสวิตช์ 4 (SW4) บันทึกราคาทุกอย่างที่ทำการตั้งค่าไว้ได้แก่ ค่าระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 กับตัวที่ 2
5. ส่วนสวิตช์ 5 (SW5) แสดงค่าสัญญาณที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลและแสดงค่าสัญญาณที่จะให้ทำการเริ่มจับเวลา
6. ส่วนสวิตช์ 6 (SW6) ปุ่มเพิ่มค่าหรือให้แสดงหน่วยเป็น m/s
7. ส่วนสวิตช์ 7 (SW7) ปุ่มลดค่าหรือให้แสดงหน่วยเป็น Km/h
8. ส่วนสวิตช์ 8 (SW8) ทำหน้าที่ยกเลิกและออกจากโปรแกรมการจับเวลาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877 จากรูปที่ 3.8 จะเห็นว่าจะมีการจับเวลาเมื่อสัญญาณที่เข้ามาสูงกว่าค่าที่จะให้สัญญาณเริ่มจับเวลา (ตรงที่ลูกศรกำกับ)



รูปที่ 3.8 สัญญาณที่ได้จากการที่รถยนต์ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2

หลังจากนั้นทำการเริ่มจับเวลาเมื่อรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 จนกระทั่งรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 2 แล้วนำค่าเวลาที่ได้นี้มาแสดงผลผ่านจอแอลซีดี (LCD) พร้อมทั้งค่าอัตราเร็วที่ได้มาจากการคำนวณของสมการที่ 3.2

3.4 วงจรขยายที่ออกแบบในโครงการ



รูปที่ 3.9 วงจรขยายที่ใช้ต่อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าที่ได้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการขยายสัญญาณให้สูงขึ้นเพื่อเข้าสู่วงจร A/D ในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัล

V0 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่มีค่าประมาณมิลลิโวลต์ (mv) ด้วยค่าอัตราการขยายประมาณ 901.78 ทำให้ได้ค่าเอาต์พุต V0 ที่ออกจาก AD622 มีค่าประมาณ -9.05 โวลต์ จะเห็นได้ว่าค่าสัญญาณมีค่าเป็นลบ ดังนั้นจึงมีการนำวงจรบวกเข้ามาช่วยยกสัญญาณให้มาอยู่ช่วงเดียวกัน

V1 เป็นค่าแรงดันเอาต์พุตได้จากวงจรบวกสัญญาณมีค่าสูงสุดประมาณ -8.75 โวลต์ ทำให้สัญญาณมาอยู่ช่วงเดียวกันหมดแต่อยู่ด้านซีกลบดังนั้นจึงใช้วงจรขยายแบบกลับเฟสเข้ามาช่วย

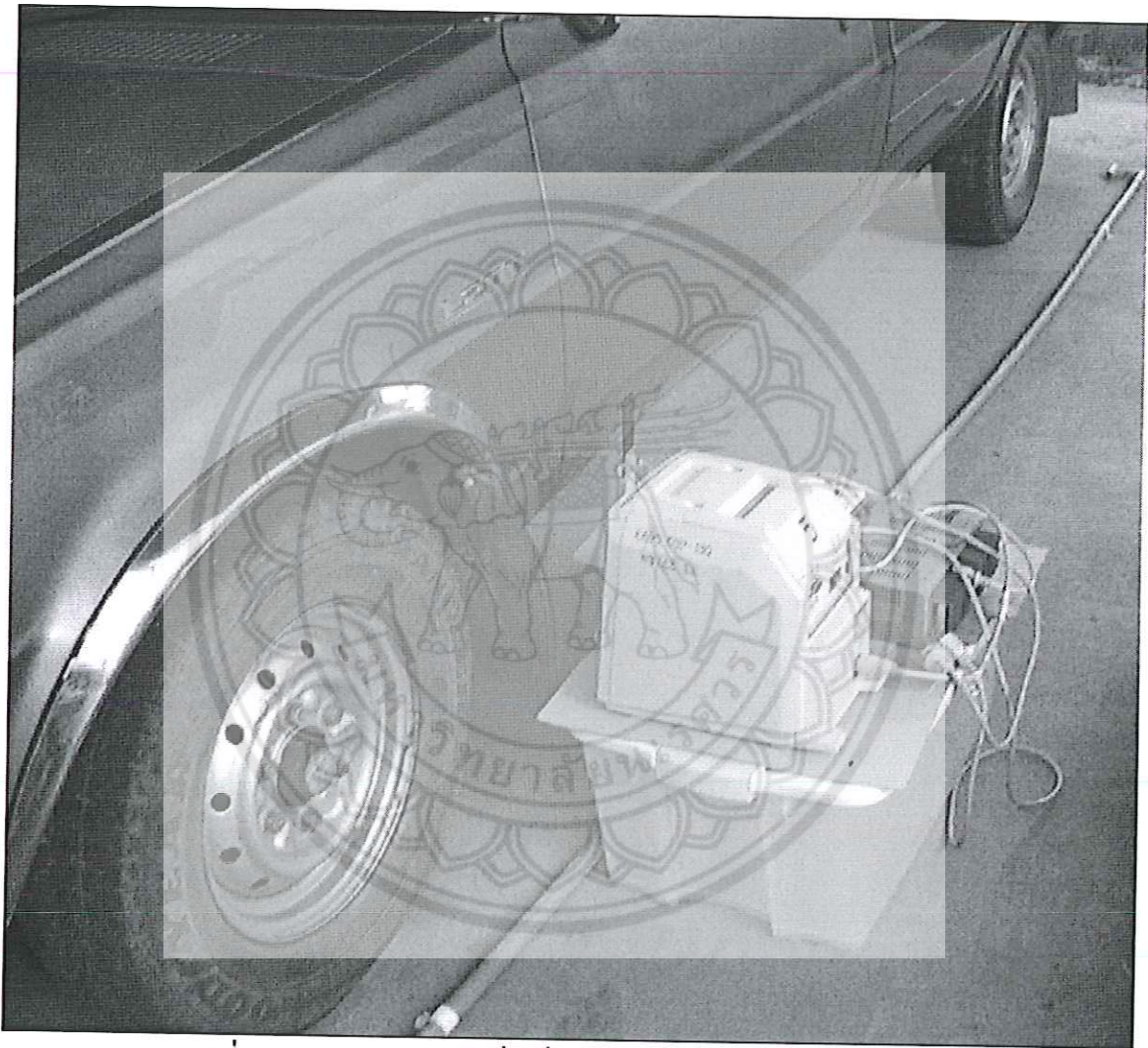
V2 เป็นค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรขยายแบบกลับเฟสมีค่าสูงสุดประมาณ 8.75 โวลต์ ทำให้สัญญาณอยู่ด้านซีกบวกแต่มีค่าสูงกว่า 5 โวลต์ ดังนั้นจึงต้องลดค่าแรงดันไฟฟ้าลง เพื่อต่อเข้าสู่วงจร A/D โดยต่อเข้ากับวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

V3 เป็นค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส โดยค่าแรงดันอินพุตที่เข้ามีค่าประมาณ 1.52 โวลต์ ส่งผลให้ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้มีค่าสูงสุดประมาณ 4.49 โวลต์ ซึ่งค่า V3 นี้จะนำไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 16F877

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะของรถที่วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก



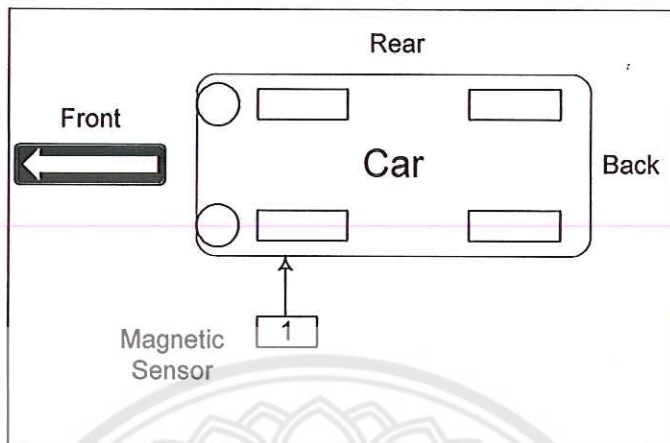
รูปที่ 4.1 แสดงภาพรถยนต์ที่ใช้วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกจะวางอยู่ที่ตำแหน่งด้านข้างของรถยนต์ และอยู่สูงจากพื้นดินประมาณกึ่งกลางของล้อรถยนต์

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ส่วนแสดงผลของการทำงานของการทำงานของตัวตรวจจับความเร็วโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

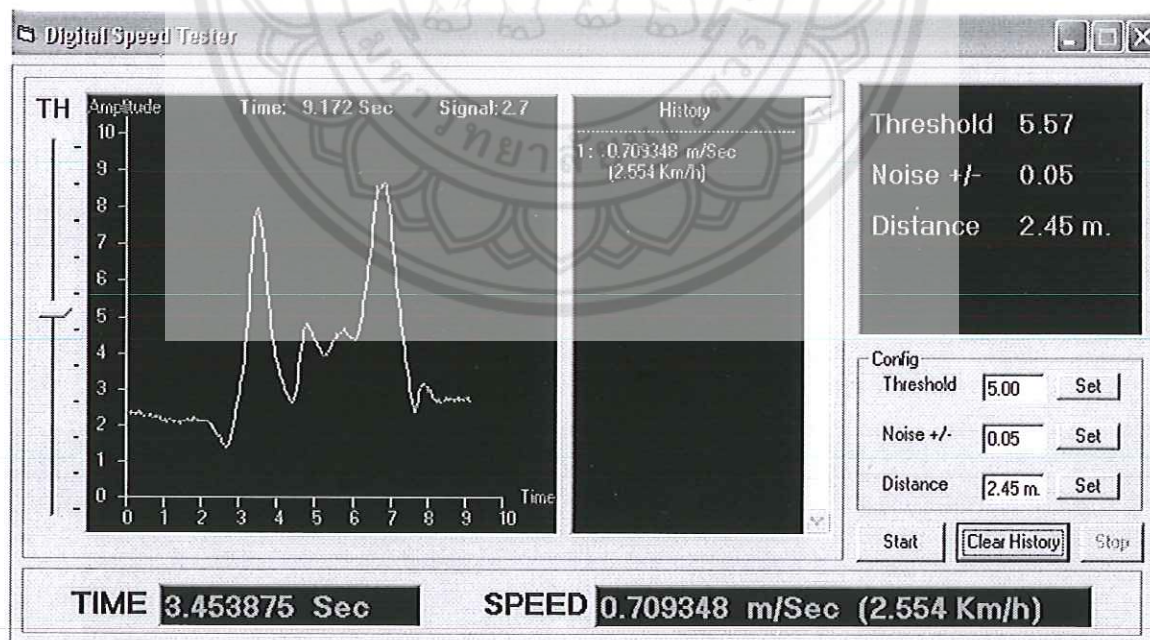
1 ชุด



รูปที่ 4.2 การตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด

โดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด ดังรูปที่ 4.2 ในการตรวจจับสัญญาณรถที่วิ่งผ่าน โดยจะมีค่ายอด 2 ค่า ที่ปรากฏขึ้นแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กโลกของล้อหน้ากับล้อหลัง

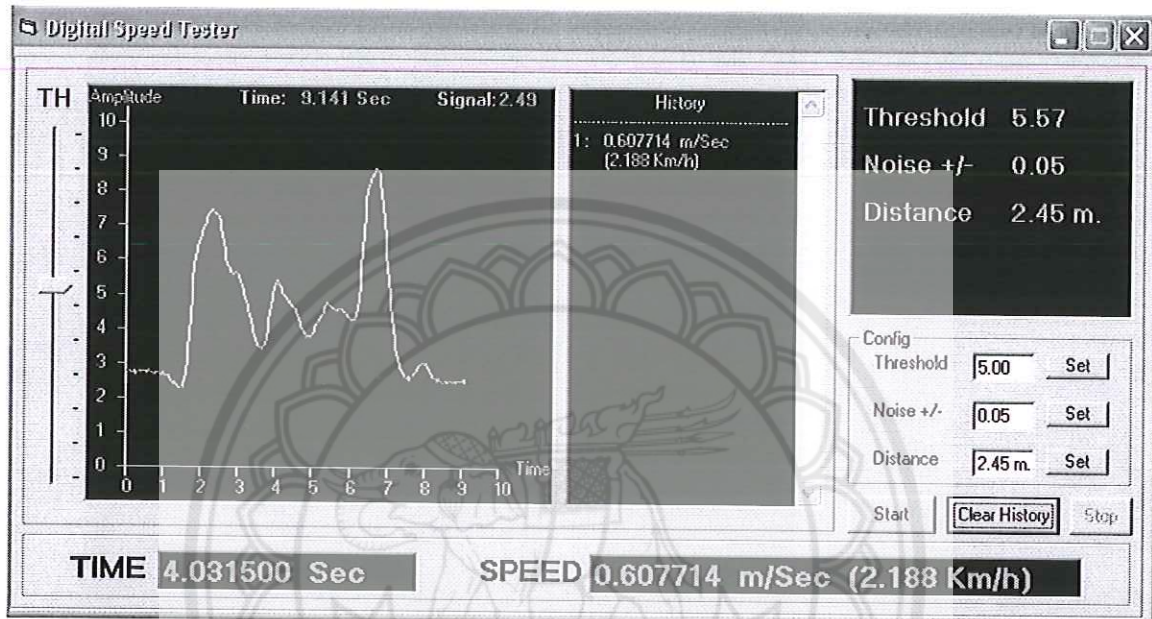
1. ผลจากรอยนต์เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด



รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด

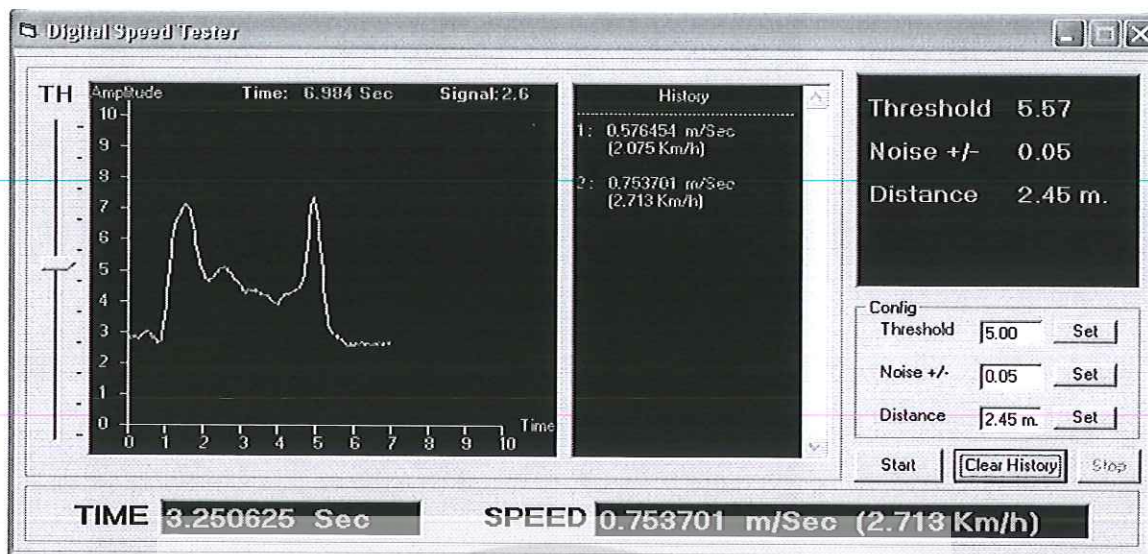
เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.554 km/hr

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่ได้นี้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 5.57 โวลต์เพื่อตัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถยนต์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 2.5 km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 15 เซนติเมตร เครื่องตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 2.554 ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อนำรถยนต์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.188 km/hr

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่ได้นี้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 5.57 โวลต์เพื่อตัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 2 km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 25 เซนติเมตร เครื่องตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 2.188 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.5 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด
เมื่อนำรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 2.713 km/hr

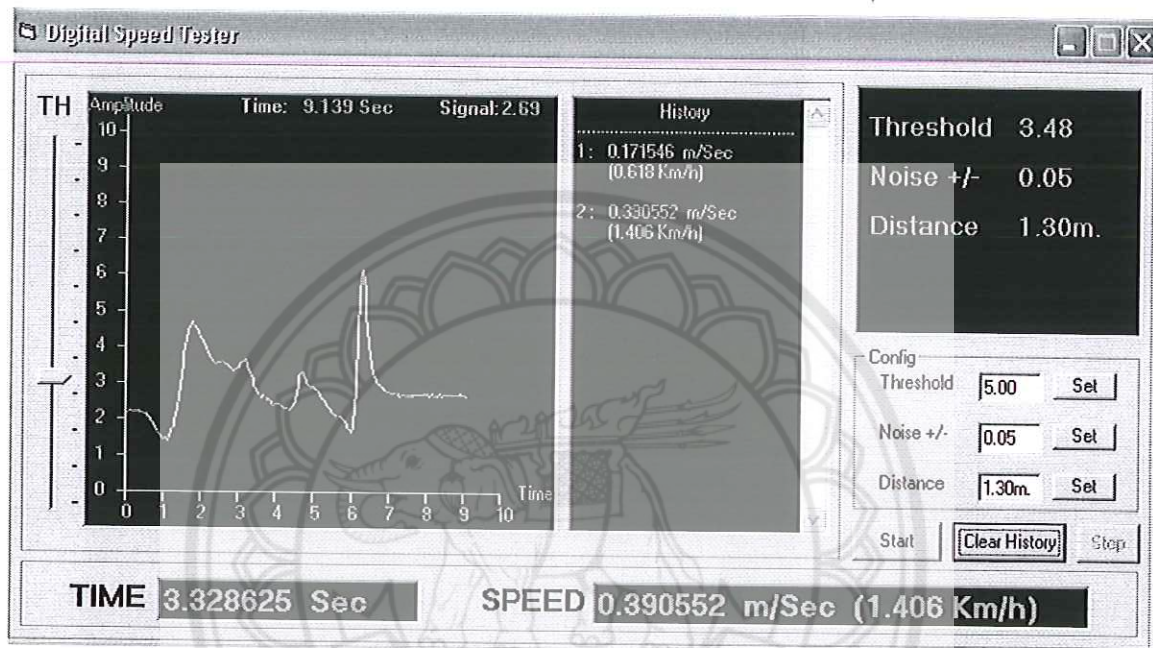
จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่
ได้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 5.57 โวลต์เพื่อคัดแยกสัญญาณที่
ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถยนต์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 2.5
km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 20 เซนติเมตร เครื่อง
ตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 2.713 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง

2. ผลการทดลองใช้ชุดเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด



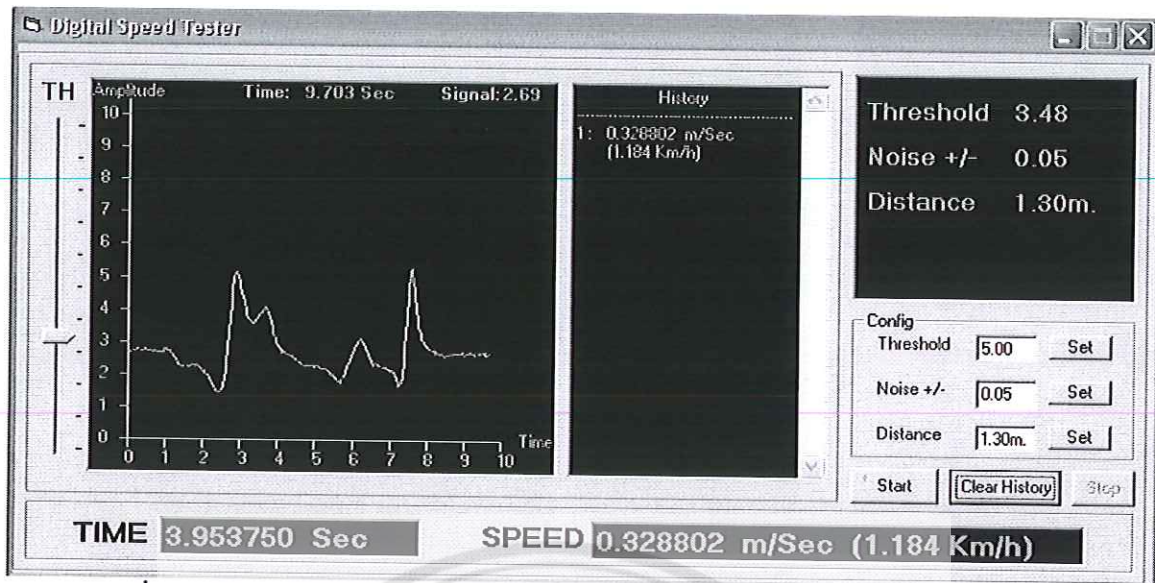
รูปที่ 4.6 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด
เมื่อนำรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.520 km/hr

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่ได้นี้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 3.48 โวลต์เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.5 km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 25 เซนติเมตร เครื่องตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 1.520 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อนำรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.406 km/hr

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่ได้นี้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 3.48 โวลต์เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.5 km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 20 เซนติเมตร เครื่องตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 1.406 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เมื่อรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.184 km/hr

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าค่าเวลาได้จากการจับเวลาระหว่างค่ายอดที่ 1 กับค่ายอดที่ 2 แล้วนำเวลาที่ได้นี้มาคำนวณตามสมการที่ 3.1 ในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ 3.48 โวลต์เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่ค่ายอดทั้งสองออก เมื่อนำรถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr โดยตั้งระยะห่างระหว่างล้อกับตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ระยะ 15 เซนติเมตร เครื่องตรวจจับความเร็วได้ประมาณ 1.184 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง

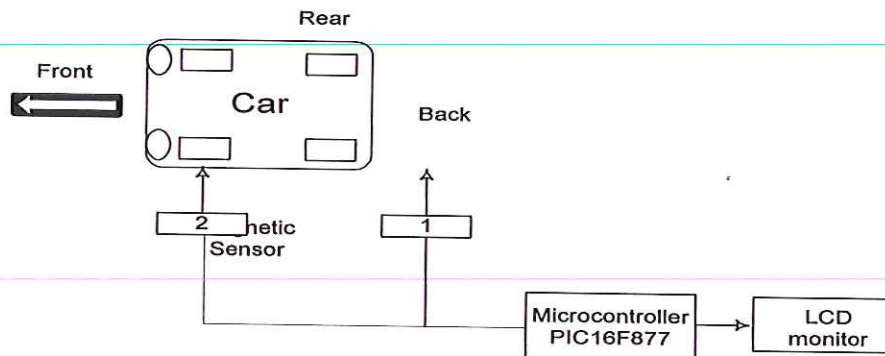
ในส่วนการแสดงผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์ของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด นั้นจะเห็นได้ว่า รถยนต์และรถมอเตอร์ไซค์นั้นมีลักษณะของกราฟที่แตกต่างกัน ทำให้แต่ละชนิดมีกราฟที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวเองและรถยนต์ชนิดเดียวกันที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วแตกต่างกันก็ยิ่งทำให้กราฟที่ออกมามีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งปัจจัยที่ทำให้กราฟมีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อยมี 2 ส่วน คือ

1. ระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับความเร็วกับรถที่วิ่งผ่านและความเร็วที่เคลื่อนที่ผ่าน ถ้าระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับความเร็วกับรถที่วิ่งผ่านมีระยะไกลจะทำให้จุดสูงสุดของกราฟมีค่าต่ำ แต่ในทางกลับกันถ้าระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับความเร็วกับรถยนต์ที่วิ่งผ่านมีระยะใกล้จะทำให้จุดสูงสุดของกราฟทั้งสองมีค่าสูงขึ้น

2. ความเร็วที่วิ่งผ่านนั้น ถ้ารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจะทำให้ความกว้างระหว่างจุดสูงสุดของกราฟทั้งสองแคบ แต่ถ้ารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำจะทำให้ความกว้างระหว่างจุดสูงสุดของกราฟทั้งสองกว้างขึ้น

4.2.2 ส่วนแสดงผลของการทำงานของการทำงานของการตรวจจับความเร็วโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก

2 ชุด

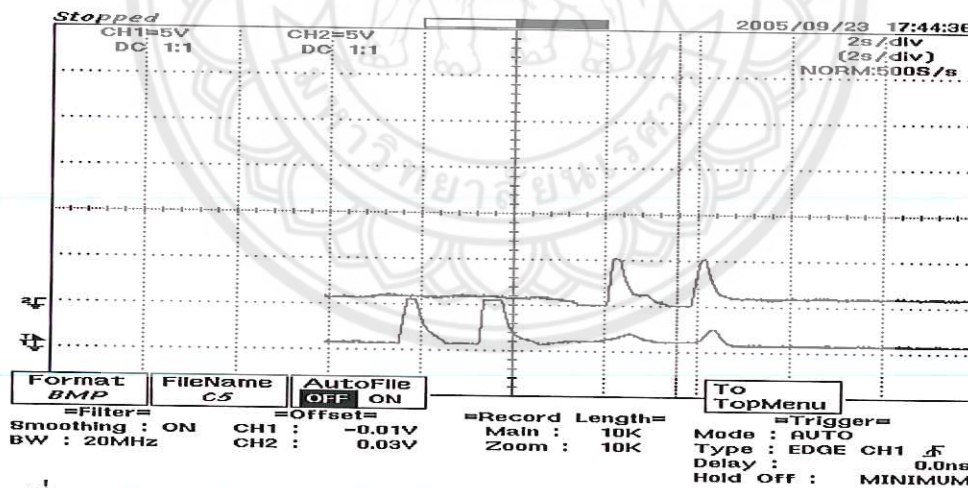


รูปที่ 4.9 การตรวจจับความเร็วโดยตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด

โดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด ปกติจากรูปที่ 4.9 ในการตรวจจับสัญญาณรถที่วิ่งผ่าน ต้องจัดวางตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ในระยะที่เหมาะสม

โดยจะเริ่มจับเวลาเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และหยุดจับเวลาเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 2

1. ผลจากรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด

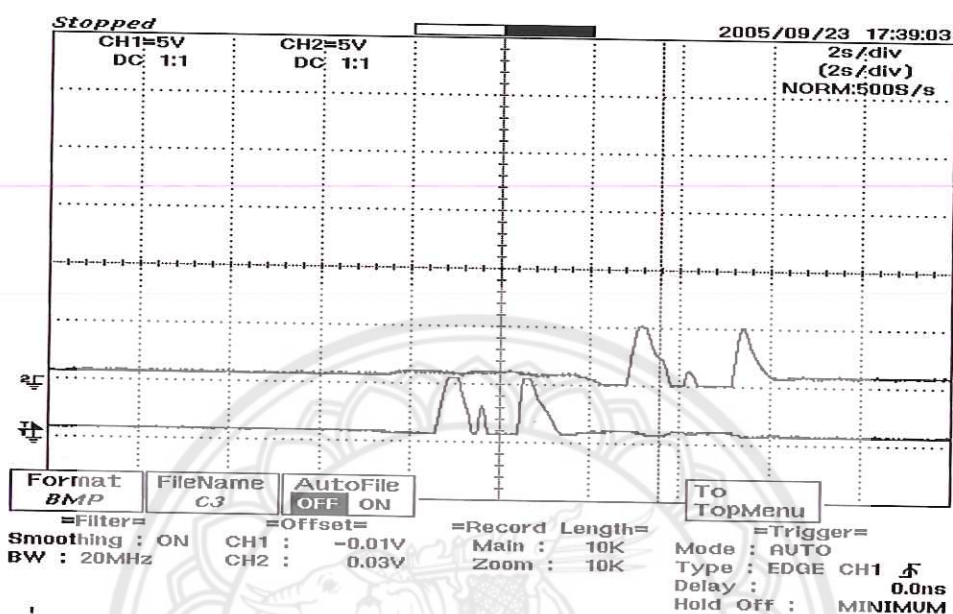


รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด

เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.718 km/hr

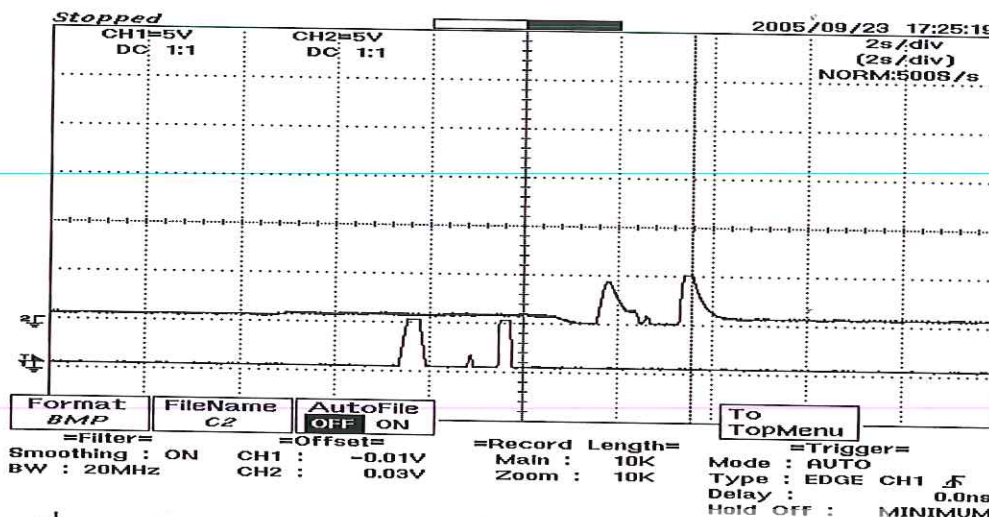
จากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถยนต์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 5.567 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าดิจิทัล 450 เพื่อตัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน

4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 0.718 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อนำรถวิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.655 km/hr

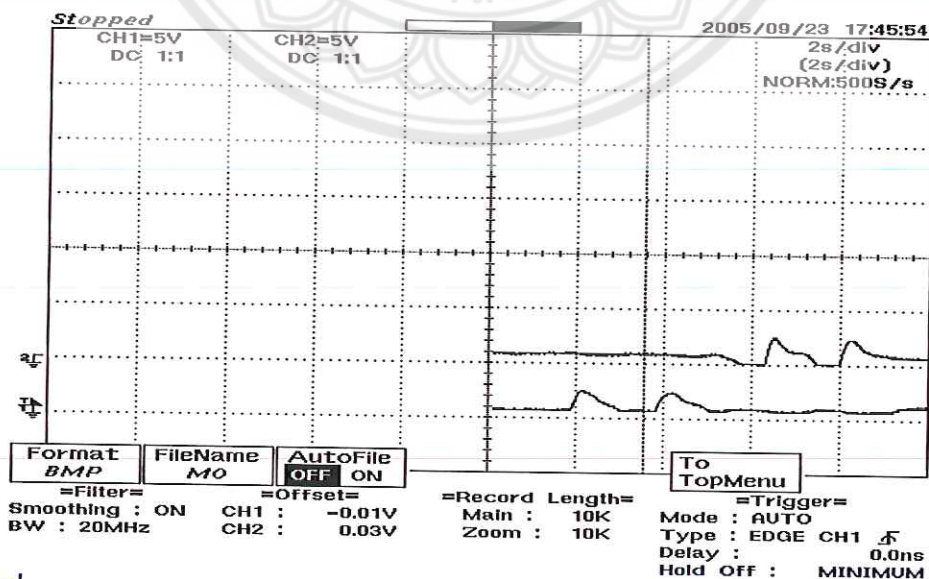
จากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 6.105 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าดิจิทัล 450 เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน 4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 0.655 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 0.5 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.12 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด
เมื่orryนตัววิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.934 km/hr

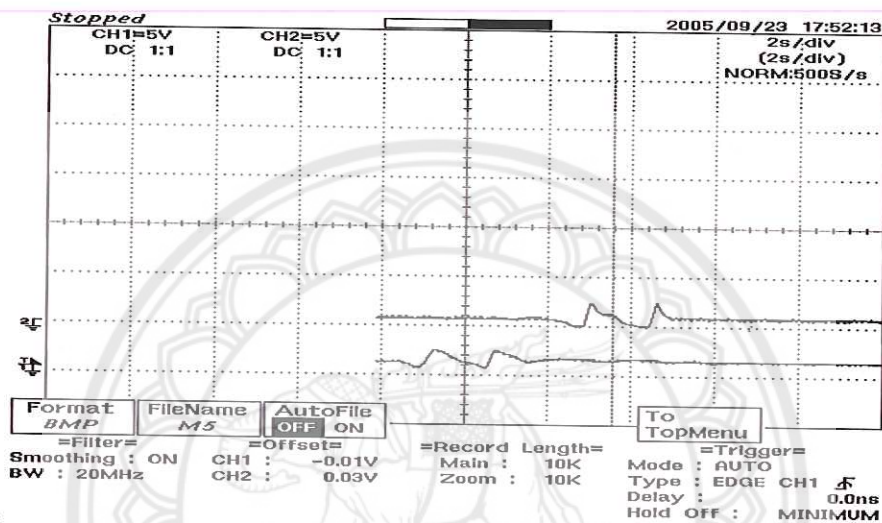
จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถยนต์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 4.150 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าจิจิตอล 450 เพื่อตัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน 4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 0.934 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง

2. ผลการทดลองมอเตอร์ไซค์เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด



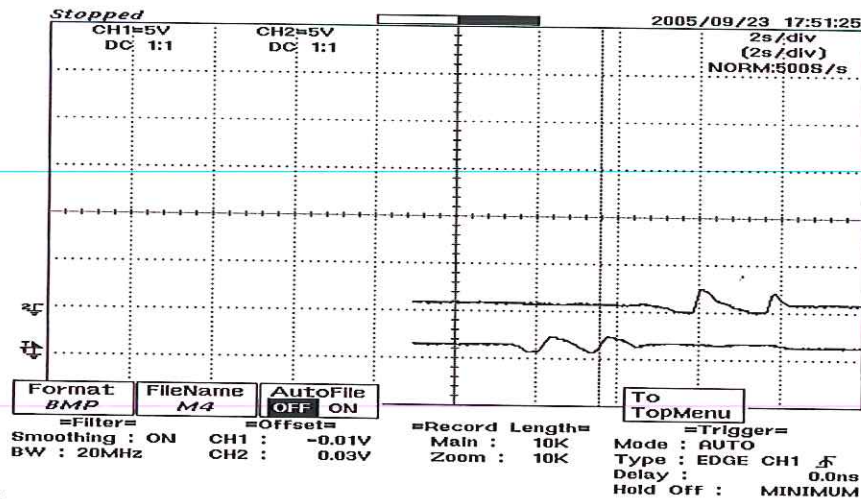
รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด
เมื่orryนมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 0.948 km/hr

จากรูปที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 4.218 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าดิจิทัล 220 เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน 4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 0.948 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.14 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อบรรยากาศที่ความเร็ว 0.987 km/hr

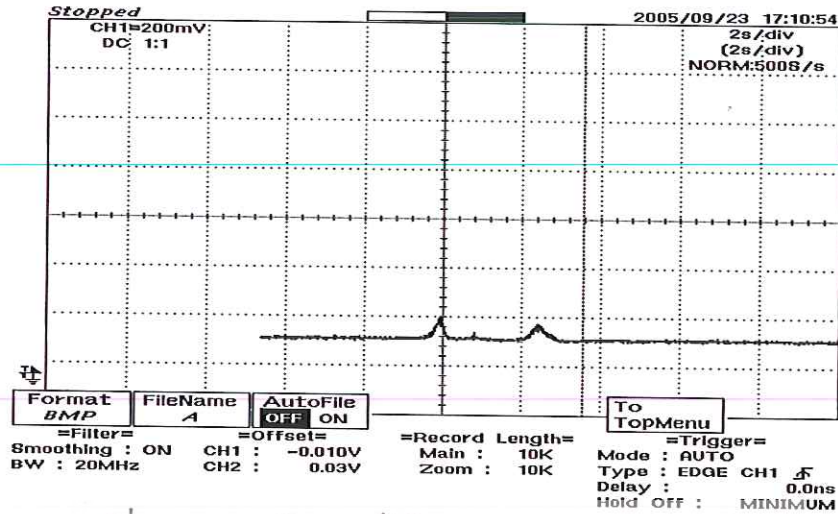
จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 4.050 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าดิจิทัล 220 เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน 4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 0.987 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง



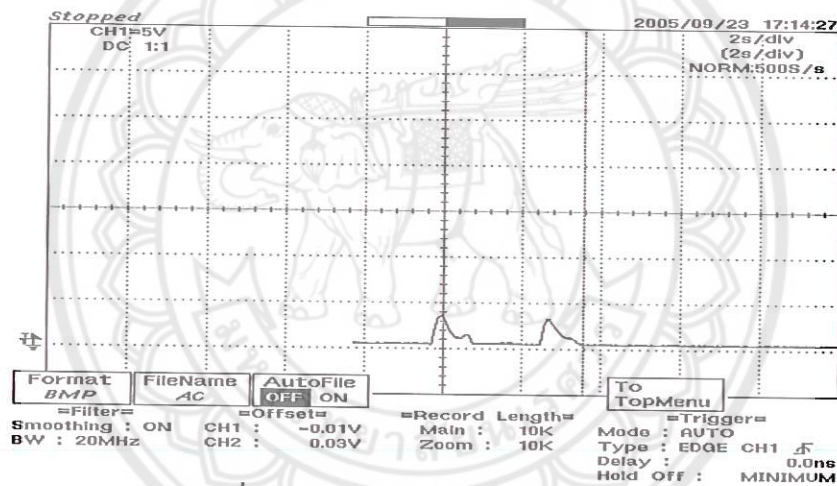
รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด
เมื่อรถมอเตอร์ไซด์วิ่งผ่านที่ความเร็ว 1.066 km/hr

จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าค่าเวลาที่ได้จากการที่รถมอเตอร์ไซด์วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 คือ 3.750 วินาที ซึ่งในที่นี้ได้ทำการตั้งค่า Threshold ไว้ที่ค่าดิจิทัล 220 เพื่อคัดแยกสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณที่ได้จากการที่รถวิ่งผ่าน โดยที่การตั้งตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกห่างกัน 4.00 เมตร เมื่อได้ค่าเวลาแล้วก็นำค่านั้นมาทำการคำนวณตามสมการที่ 3.2 จึงทำให้ค่าความเร็วที่ได้คือ 1.066 km/h เมื่อนำรถวิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วประมาณ 1.0 km/hr ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ในส่วนการแสดงผลการทดลองจากออสซิลโลสโคปของตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด เมื่อรถแต่ละชนิดวิ่งผ่าน จะเห็นได้ว่าลักษณะสัญญาณของรถแต่ละชนิดที่เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้จากการที่รถเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกแต่ละตัวจะไม่มีจุดสูงสุดของกราฟสองตำแหน่ง ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อโปรแกรมเนื่องจากว่าในส่วนขงไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการแก้ไขปัญหานี้ โดยทำการจับเวลาเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



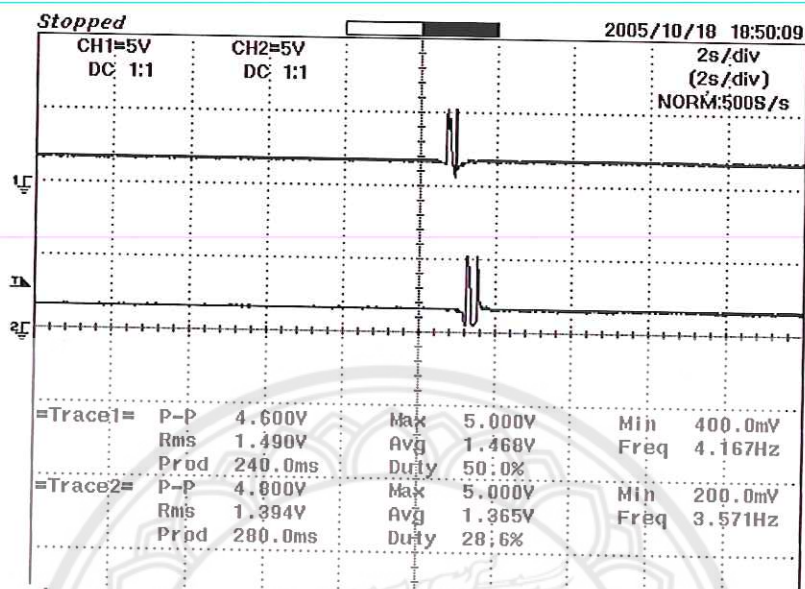
รูปที่ 4.16 แสดงสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก



รูปที่ 4.17 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรถยาย

จากรูปที่ 4.16 และ 4.17 จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกจะมีค่าประมาณ 220 มิลลิโวลต์ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับมิลลิโวลต์ เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านที่ระยะห่างจากตัวตรวจจับสัญญาณแม่เหล็กโลกมากขึ้นจะทำให้สัญญาณที่ได้มีค่าแรงดันไฟต่ำลงเรื่อยๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรถยายเพื่อขยายสัญญาณให้มีค่าแรงดันสูงขึ้นและสามารถวัดสัญญาณได้ไกลขึ้นด้วย

โดยโครงการนี้สามารถวัดความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกด้วยความเร็วสูงสุดประมาณ 20 ถึง 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ปรากฏดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงความเร็วของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่านด้วยความเร็ว 25.374 km/hr

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลองและแนวทางที่พัฒนาต่อ

ในโครงการนี้ได้ผลสรุปการทดลองคือการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุดจะดีกว่าอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุด เนื่องจากมีการใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ตัวทำให้ข้อจำกัดในเรื่องระยะทางระหว่างล้อรถที่ต้องรู้ก่อนไม่มี โดยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด จะทำการจับเวลาที่ต่อเมื่อมีรถผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 1 และหยุดจับเวลาเมื่อรถผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกตัวที่ 2 พร้อมทั้งสามารถเคลื่อนย้ายไปตามที่ต่างๆ ได้ง่าย การแสดงผลจะแสดงผ่านทางจอแอลซีดี (LCD) ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 1 ชุดนั้น จะจับเวลาระหว่างค่ายอด (peak) ของกราฟทั้ง 2 บางครั้งสัญญาณที่ได้อาจมีค่ายอด (peak) มากกว่า 2 จุดทำให้การจับเวลาผิดพลาดและมีข้อจำกัดคือต้องรู้ระยะระหว่างล้อรถ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่ใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลก 2 ชุด

อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กโลกนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างไรก็ตามก็ยังคงต้องทำการทดลองกับรถยนต์ที่วิ่งตามถนนจริง โดยเปรียบเทียบความถูกต้องกับอุปกรณ์วัดความเร็วที่มีอยู่ในท้องตลาด เช่น ปืนวัดความเร็ว เพื่อยืนยันความถูกต้อง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า รถแต่ละชนิดจะมีลักษณะของกราฟที่เป็นเอกลักษณ์ ถึงแม้ว่าจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ลักษณะของกราฟก็ยังมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงอาจนำประโยชน์ของลักษณะกราฟที่เป็นเอกลักษณ์มาประยุกต์ในงานต่างๆ เช่น ทำอุปกรณ์แยกชนิดรถ เป็นต้น

โดยโครงการนี้สามารถวัดความเร็วรถที่วิ่งผ่านตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกที่ความเร็วสูงสุดประมาณ 20 ถึง 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

แนวทางที่จะพัฒนาต่อไปคือ ต้องการออกแบบวงจรให้มีสัญญาณรบกวนน้อยลง เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นและสามารถวัดในระยะไกลขึ้นถึงแม้ว่ารถจะวิ่งในอัตราเร็วสูง

5.2 ปัญหาข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไข

- 5.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์นั้นทำได้ยาก เนื่องจากตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกเป็นแบบแกนเดี่ยว ดังนั้นเวลาติดตั้งต้องทำการหันไปในทางที่ถูกต้องส่งผลให้ใช้เวลานานในการค้นหาทิศทาง
- 5.2.2 มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากสายไฟที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ จึงควรให้สายสั้นกว่านี้หรือใช้สายไฟที่ตัดสัญญาณรบกวนที่ดีกว่านี้

- 5.2.3 ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกนั้นจะเป็นแบบ SIP ซึ่งระยะห่างระหว่างขาแคบ ดังนั้นจึงต้องใช้สายไฟในการบัดกรี ซึ่งอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนได้ ดังนั้นจึงควรนำตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กโลกลงแผ่น PCB

5.3 ประเมินผลโครงการ

สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้คือ

- 5.3.1 สามารถสร้างอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่สามารถวัดจริงได้จริง
- 5.3.2 สามารถวัดอัตราความเร็วของรถยนต์ได้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง
- 5.3.3 สามารถสร้างอุปกรณ์ที่สามารถเลือกการแสดงผลได้ทั้งแบบทางจอแอลซีดี หรือ ทางคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางระบบสื่อสารแบบอนุกรม



เอกสารอ้างอิง

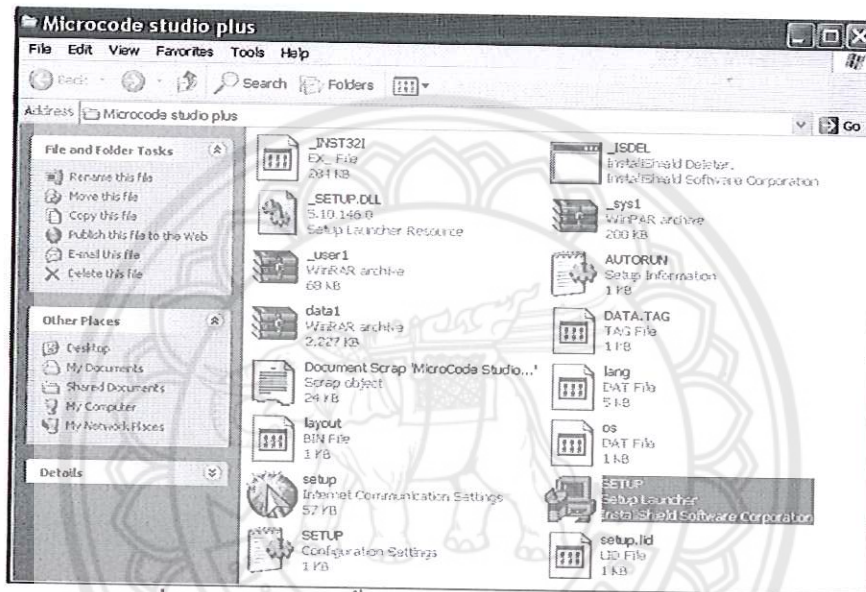
- [1] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล. ภาษาแอสเซมบลีสำหรับMCS-51. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2546
- [2] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2543
- [3] นายวัชรินทร์ เคารพ. เรียนรู้และเข้าใจไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ด้วยภาษาเบสิก. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อีทีที จำกัด. 2547
- [4] คู่มือไอซี AD622. www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/218546992AD622_c.pdf
- [5] คู่มือไอซี HMC1001. www.honeywell-sensor.com.cn/prodinfo/sensor_magnetic/datasheet/HMC1001_1002.pdf
- [6] คู่มือไอซี LM741. <http://www.elparadise.com/dsheet.asp>
- [7] คู่มือไอซี KA7810. <http://www.fairchildsemi.com>
- [8] คู่มือไอซี AN7910. <http://www.fairchildsemi.com>
- [9] ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้. http://electronics.se-ed.com/contents/040h085/040h085_p04.asp
- [10] ตัวต้านทานค่าคงที่. <http://sanook.to/thaibeam/basic.htm>
- [11] Michael J. Caruso and Lucky S. Withanawasam. Vehicle Detection and Compass Applications using AMR Magnetic Sensors. Honeywell Company. Plymouth, MN. USA
- [12] ตัวไดโอด. http://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/device/diode_transistor/diode.htm

ภาคผนวก ก

การติดตั้งโปรแกรมในการเขียนภาษา PICBASIC PRO

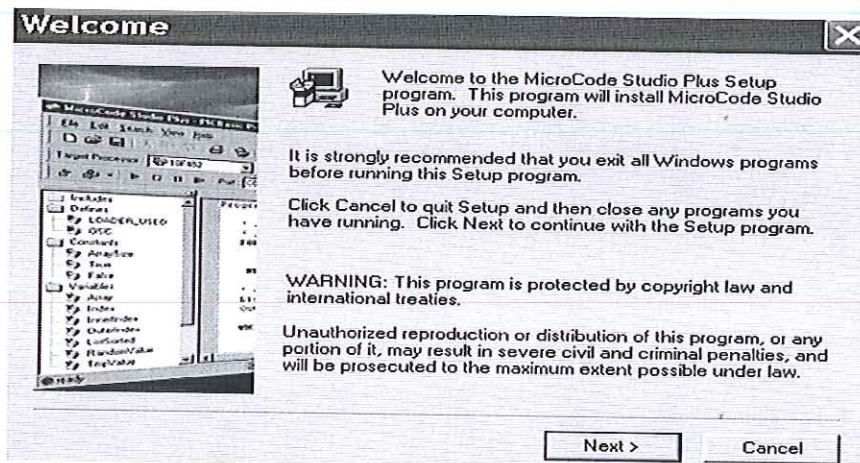
1. ติดตั้งโปรแกรมโปรแกรม MicroCode Studio Plus

1.1 ใส่แผ่นซีดีของ โปรแกรม MicroCode Studio Plus แล้วไปที่โฟลเดอร์ของ MicroCode Studio Plus แล้วทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอน SETUP.EXE ดังรูปที่ 1



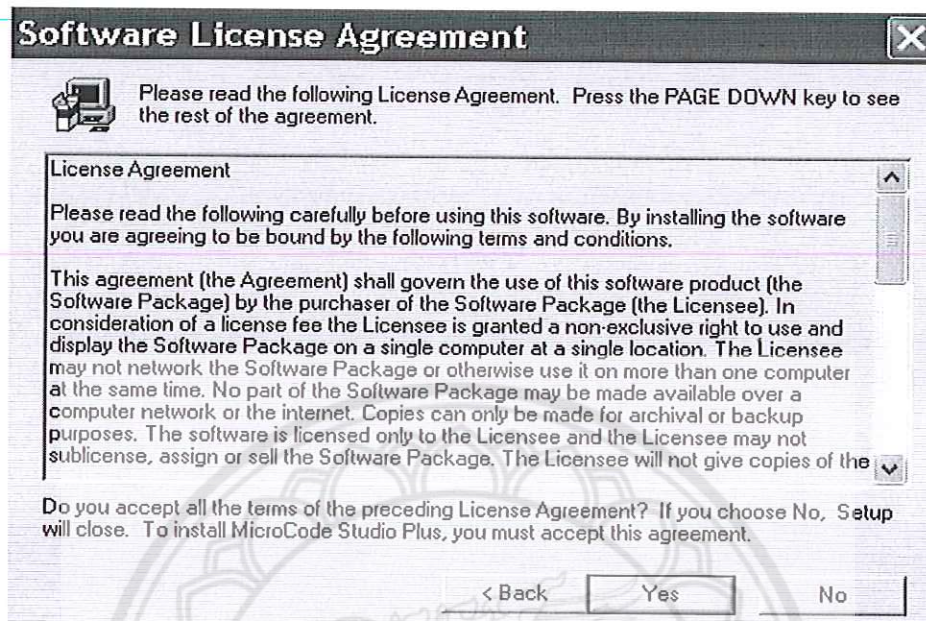
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งโปรแกรม MicroCode Studio Plus

1.2 เมื่อดับเบิลคลิกแล้วก็จะปรากฏดังรูปที่ 2 แล้วคลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป
แล้วจะปรากฏหน้าต่าง Software License Agreement ดังรูปที่ 3



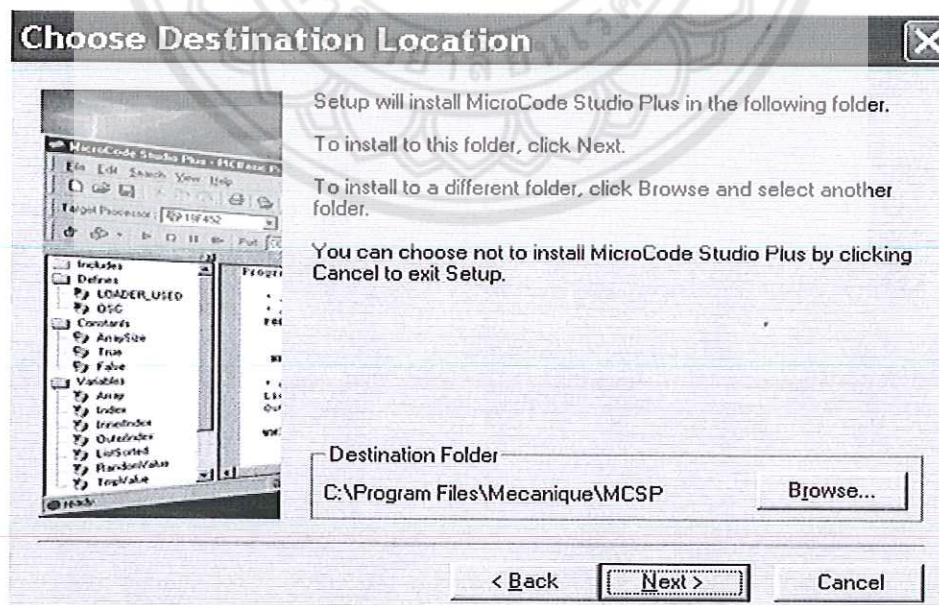
รูปที่ 2 แสดงหน้าต่างต้อนรับเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรม

1.3 ทำการคลิกเลือกที่ Yes เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Choose Destination Location ดังรูปที่ 5



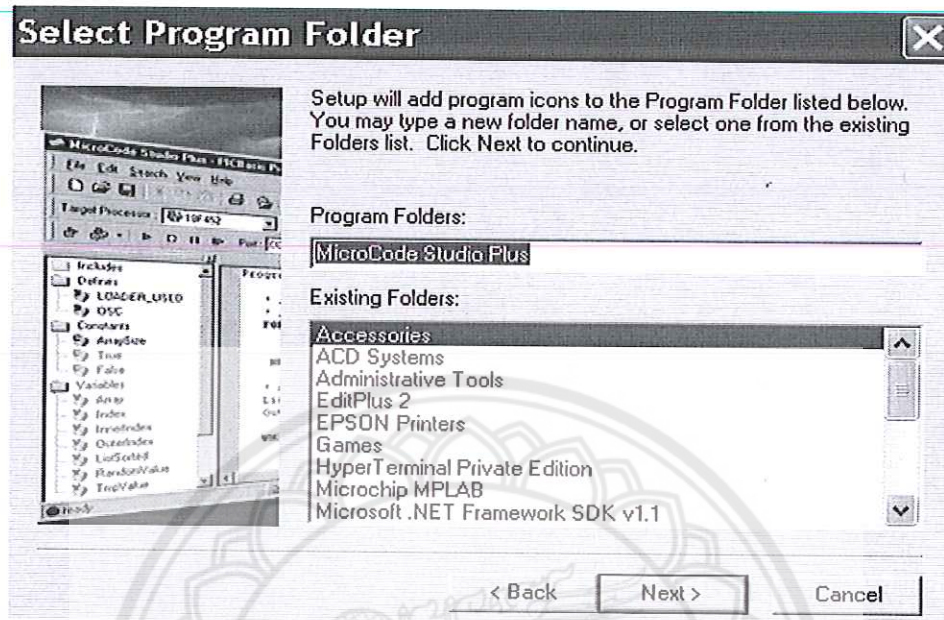
รูปที่ 3 แสดงหน้าต่าง Software License Agreement

1.4 เมื่อทำการเลือกเส้นทางที่จะให้ติดตั้ง โปรแกรมได้แล้วคลิก NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Select Program Folder ดังรูปที่ 5



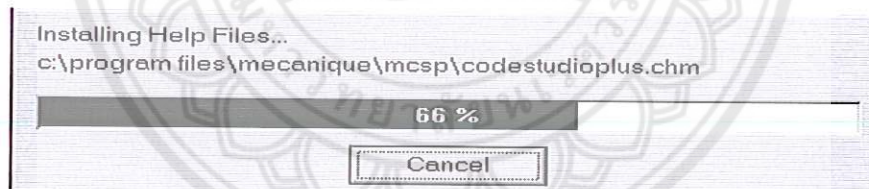
รูปที่ 4 แสดงหน้าต่าง Choose Destination Location

1.5 คลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Install Program ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 แสดงหน้าต่าง Select Program Folder

1.6 รอให้การติดตั้งโปรแกรมเสร็จแล้วให้ทำการคลิก Finish ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 แสดงหน้าต่าง Install Program

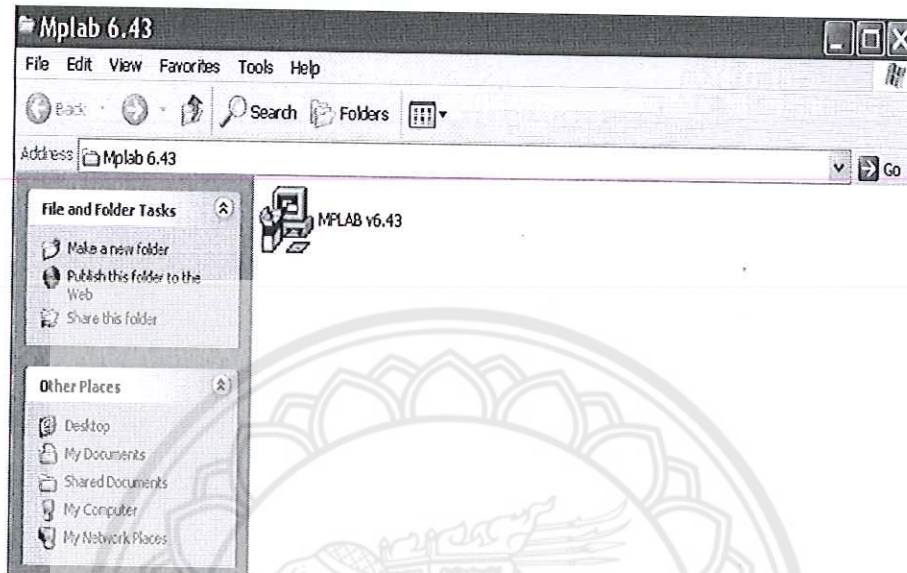
1.7 สิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม MicroCode Studio Plus ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงหน้าต่าง Setup Complete

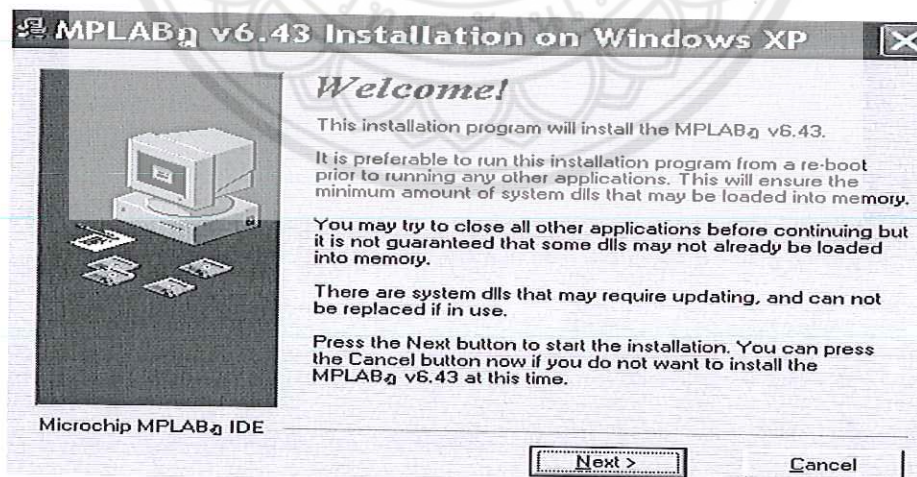
2. ติดตั้งโปรแกรมโปรแกรม MPLAB

2.1 ไล่แผ่นซีดีของโปรแกรม MPLAB แล้วทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอน SETUP.EXE ดังรูปที่ 8



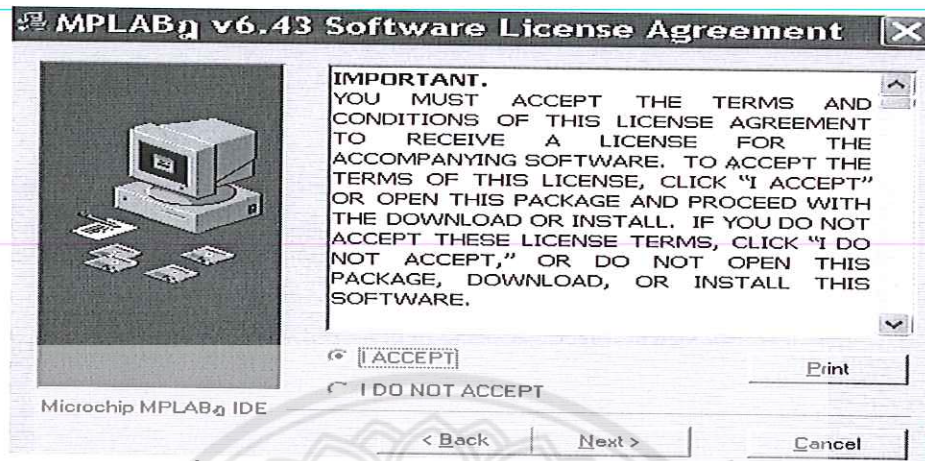
รูปที่ 8 แสดงหน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม MPLAB

2.2 เมื่อดับเบิลคลิกแล้วก็จะปรากฏหน้าต่าง Welcome ดังรูปที่ 9 แล้วคลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Software License Agreement ดังรูปที่ 10



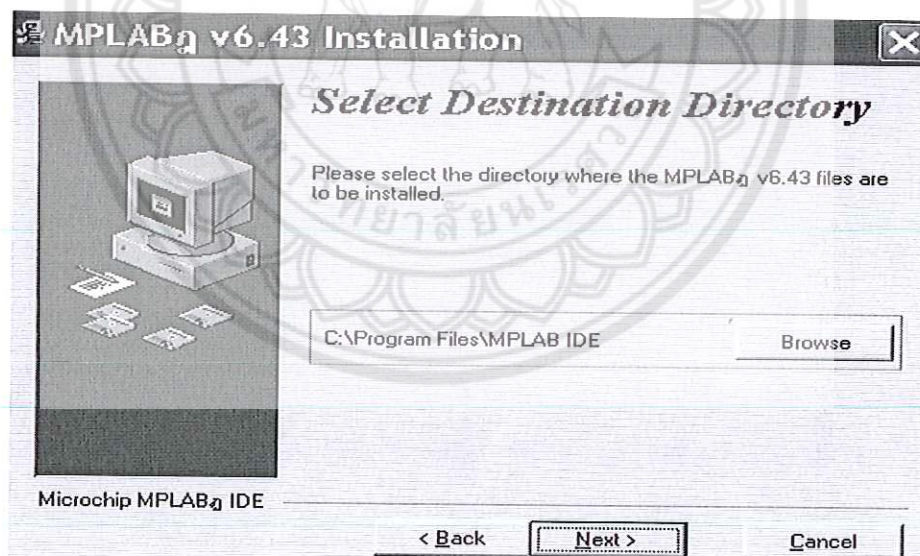
รูปที่ 9 แสดงหน้าต่าง Welcome

2.3 ทำการเลือกที่ช่อง I Accept แล้วคลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Selection Destination Directory ดังรูปที่ 11



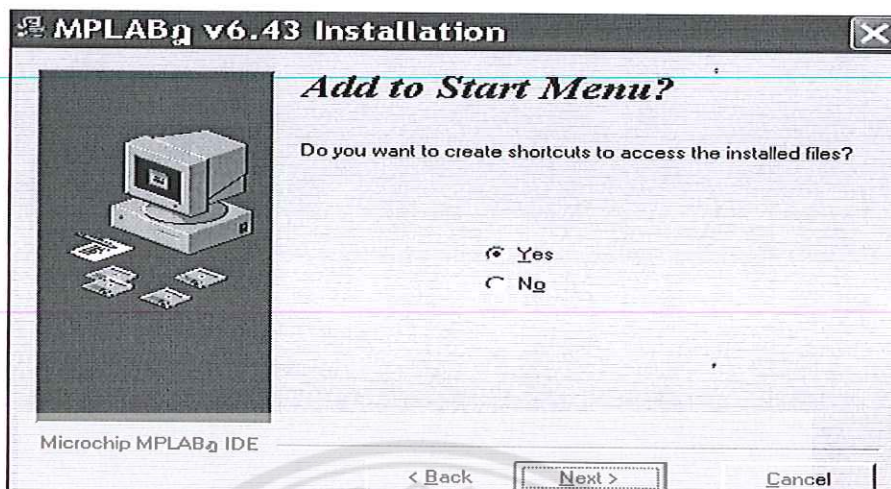
รูปที่ 10 แสดงหน้าต่าง Software License Agreement

2.4 เมื่อทำการเลือกเส้นทางที่จะให้ติดตั้ง โปรแกรม ได้แล้วคลิก NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Add to Start Menu ดังรูปที่ 12



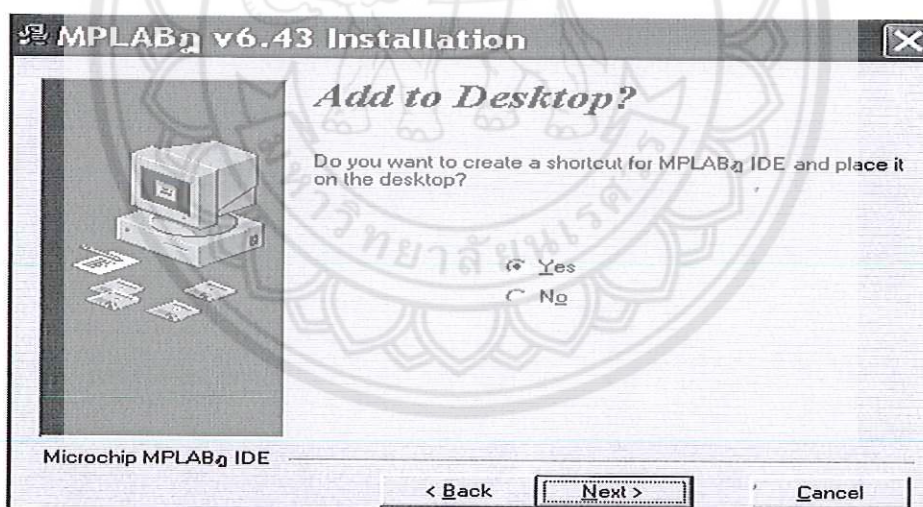
รูปที่ 11 แสดงหน้าต่าง Selection Destination Directory

2.5 คลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Add to Desktop ดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 แสดงหน้าต่าง Add to Start Menu

2.6 คลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Ready to Install ดังรูปที่ 14



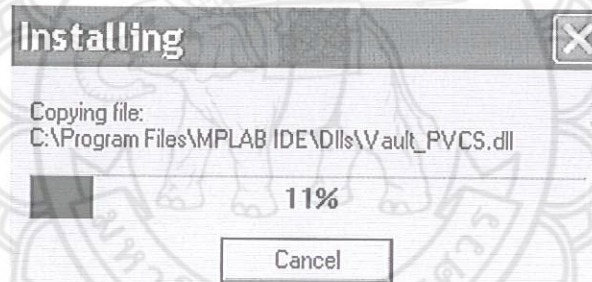
รูปที่ 13 แสดงหน้าต่าง Add to Desktop

2.7 คลิกเลือกที่ NEXT > เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Install Program ดังรูปที่ 15



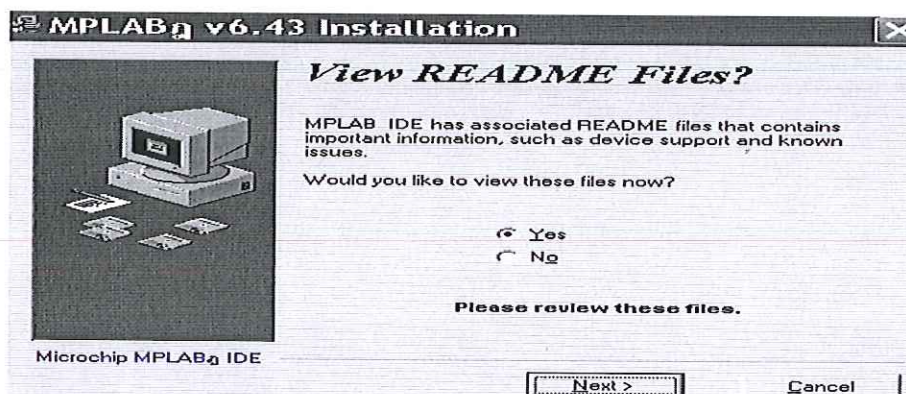
รูปที่ 14 แสดงหน้าต่าง Ready to Install

2.8 ปรากฏหน้าต่างการ Install ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 แสดงหน้าต่างการ Install Program

2.9 คลิก Yes ถ้าต้องการอ่านเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ MPLAB แล้วทำการคลิกที่ NEXT > หลังจากนั้นก็มีเอกสารต่างให้เลือกว่าต้องการอ่านอะไร หลังจากนั้นการติดตั้งก็จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์



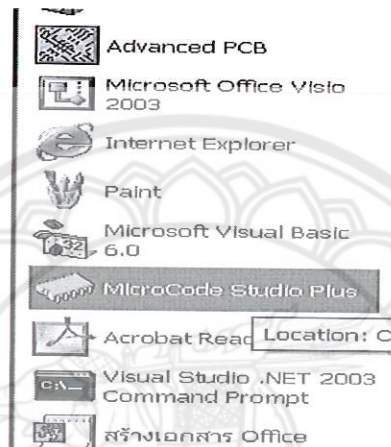
รูปที่ 16 แสดงหน้าต่างการ View Read me File

3. ติดตั้งโปรแกรม PicBasicPro

เวอร์ชันที่มี Setup.exe ให้ทำการดับเบิลคลิกแล้วทำการ Setup เมื่อโปรแกรมทั่วไป แต่ถ้าตัวใด Setup.exe ไม่มีตัวก็ให้ทำการคัดลอกไฟล์นั้นไปวางไว้ที่ Drive C หรือ Drive อื่นก็ได้

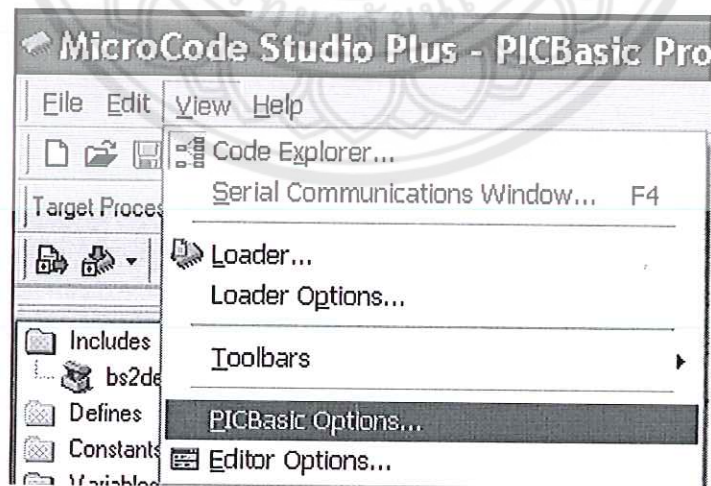
4. ทำการเชื่อมต่อโปรแกรม MicroCode Studio Plus กับ PicBasicPro และ MPLAB

4.1 ไปที่ Start เลือกโปรแกรม MicroCode Studio Plus ดังรูปที่ 17



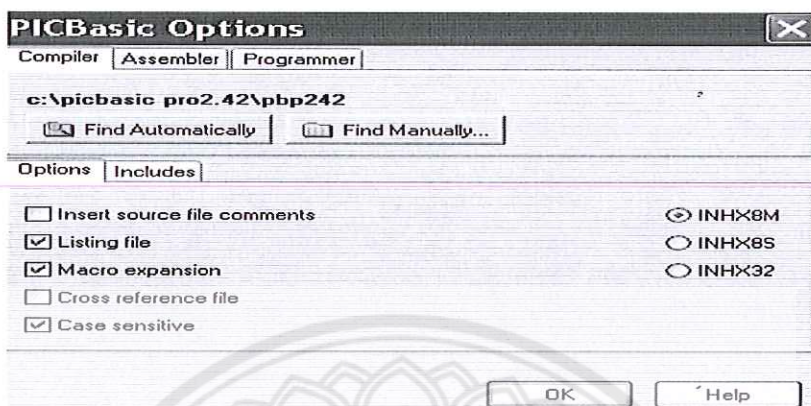
รูปที่ 17 แสดงการเลือกโปรแกรม MicroCode Studio Plus

4.2 หลังจากนั้นไปที่ View -> PicBasic options จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 18



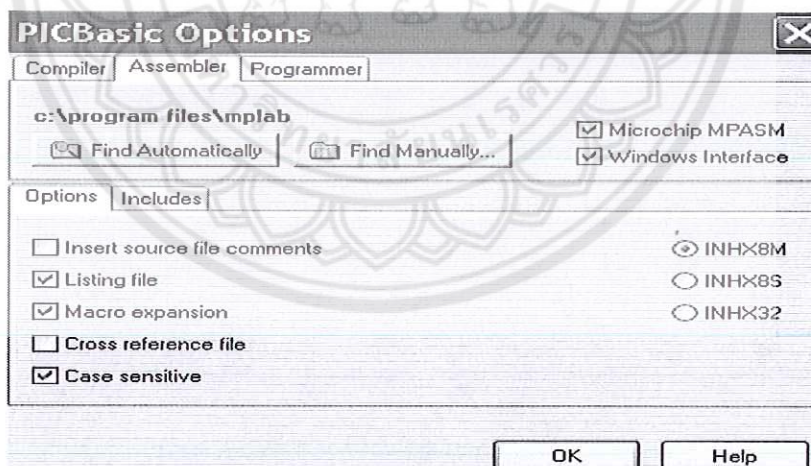
รูปที่ 18 แสดงการเลือก PicBasic options

4.3 ให้ทำการเลือก Compiler หลังจากนั้นคลิกที่ Find Automatically ก็จะแสดงเส้นทางมี โปรแกรม PicbasicPro อยู่ในที่นี้คือ c:\picbasic pro2.42\pbbp242 เป็นอันว่าทำการเชื่อมต่อกับ โปรแกรม PicbasicPro ได้สำเร็จดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 แสดงการติดต่อกับ โปรแกรม PicBasicPro

4.4 ให้ทำการเลือก Assembler หลังจากนั้นคลิกที่ Find Automatically ก็จะแสดงเส้นทางมี โปรแกรม MPLAB อยู่ในที่นี้คือ c:\program files\mplab เป็นอันว่าทำการเชื่อมต่อกับ โปรแกรม MPLAB ได้สำเร็จดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 แสดงการติดต่อกับ โปรแกรม MpLab

4.5 คลิก OK สิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม

ประวัติผู้เขียนโครงการ



ชื่อ นายรัชชานนท์ แก้วเกลี้ยง
 ภูมิลำเนา 1/16 ต.ผึ้งรวง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.สระบุรี 18000
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail jackcommon@hotmail.com



ชื่อ นางสาววันนิษา พวงพันธ์
 ภูมิลำเนา 353 ม.15 ต.ท้ายทุ่ง อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร 66150
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตะพานหิน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail onenisa_ix@hotmail.com