สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก

นางสาวกัญญา ตอบกลาง
นายสุชล จิระศิลป์

วพ.
ก383ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81598
วัน,เดือน,ปี 19 มี.ย. 2551

b 11934694
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low–cost vehicle speed detector

Ms. Kanya Tobklang

Mr. Suchon Jirasilp

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก
นักศึกษา	นางสาวกัญญา ตอบกลาง
	นายสุชล จิระศิลป์
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ **คณะวิทยาศาสตร์**
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ - เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. วิษณุ เพชรภา

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ อ.กาจปัญญา สุวรรณสุโข	
กรรมการ อ.ธนภรณ์ ลีลาวัฒนานนท์	
กรรมการ อ.ทุติยาภรณ์ ทิวาวงศ์	
กรรมการที่ปรึกษา รศ.ดร.วิษณุ เพชรภา	

.....

(รองศาตราจารย์วิชาญ เตชิตธีระ)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	**เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก**
นักศึกษา	**นางสาวกัญญา ตอบกลาง**
	นายสุชล จิระศิลป์
ภาควิชา	**ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์**
สาขาวิชา	**ฟิสิกส์ประยุกต์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม**
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	**รศ.ดร.วิษณุ เพชรภา**

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างและพัฒนาชุดเครื่องมือวัดความเร็วยานพาหนะที่มีต้นทุนต่ำ โดยใช้เทคนิคทางแสง ระบบเครื่องมือประกอบไปด้วย ตัวเปล่งแสงอินฟราเรดซึ่งจะเป็นตัวส่งสัญญาณ และตัวตรวจวัดแสงซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณจำนวน 2 ชุด และส่วนของการประมวลผลและแสดงผล โดยเครื่องจะคำนวณค่าของความต่างเวลาจากสัญญาณอินฟราเรดทั้ง 2 ชุด ซึ่งสะท้อนกับยานพาหนะที่ต้องการวัด โดยค่าเวลาที่ได้นั้นจะนำไปคำนวณและแสดงผลค่าและประมวลผลแสดงค่าออกมาเป็นความเร็วของยานพาหนะ โดยเทคนิคนี้สามารถหาค่าของความเร็วโดยสอดคล้องกับความเร็วที่เกิดขึ้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Low–cost vehicle speed detector
Name	Ms. Kanya Tobklang
	Mr. Suchon Jirasilp
Department	Applied Physics **Faculty of Science**
Program	Applied Physics-Science and Industry Instrumentation
Academic Year	2007
Special Project Advisor	Assoc.Prof. Wisanu Pecharapa

ABSTRACT

This special project is proposed in order to develop an efficient and low–cost instrument by optical technique for measuring vehicle speed. The system consists of two sets of long-distance infrared transmitter/receiver units, data processing unit, and display unit. Time-of-flight of tested vehicle between designated distance was measured. The measured time can lead to the corresponding speed by simple calculation and simultaneously displayed via the LCD display unit. By this technique, the speed of any moving object can be measured and obtained result shows comparably good correspondence to the real speed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ประสบปัญหาและอุปสรรค์ต่างๆมากมาย และการแก้ไขปัญหาต่างๆเหล่านี้จะไม่สามารถแก้ไขปัญหาและอุปสรรค์ดังกล่าวได้ ถ้าขาดบุคคลเหล่านี้

บิดามารดา และครอบครัว	ที่ให้ความสนับสนุนด้านเงินทุนการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา
รศ.ดร.วิษณุ เพชรภา	ผู้ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและแนวทางในการแก้ไขปัญหา
รศ.วิชิต ศิริโชติ	ผู้ที่ให้ความรู้ คำแนะนำในเรื่องทฤษฎีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์
อ.วิฑูรย์ ยินดีสุข	ผู้ที่ให้ความรู้ คำแนะนำในเรื่องทฤษฎีทางวงจรไฟฟ้า
เพื่อนๆฟิสิกส์ทุกคน	ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

นางสาวกัญญา ตอบกลาง

นายสุชล จิระศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 แสงอินฟราเรด	3
2.1.1 ข้อดีและข้อเสียของคลื่นอินฟราเรด	4
2.2 ไดโอดเปล่งแสง	4
2.3 ไดโอดเปล่งแสงชนิดอินฟราเรด	5
2.3.1 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaAs	5
2.3.2 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaAlAs	6
2.3.3 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaInAsP	6
2.4 การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง	7
2.4.1 การติดตั้งตัวรับและตัวส่งแสง	7
2.5 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด	12
2.5.1 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1	12
2.5.2 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2	13
2.6 ความเร็ว	14
2.7 วงจรพัลส์และสัญญาณนาฬิกา	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 หลักการของวงจรพัลส์และสัญญาณนาฬิกา	16
2.7.1.1 หลักการกำเนิดสัญญาณพัลส์	16
2.7.1.2 หลักการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	16
2.7.2 วงจรพื้นฐานของสัญญาณนาฬิกา	17
2.8 วงจรฟลิป-ฟลอป หรือไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	20
2.8.1 S-R ฟลิป-ฟลอป	20
2.9 AND Gate	21
2.10 MCS-51 Mircocontroller	23
2.10.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	24
2.10.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx	25
2.10.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51	27
2.10.4 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช	30
2.10.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)	31
2.10.4.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	43
3.1 การออกแบบเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะ	43
3.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจวัดความเร็ว	43
3.1.2 ชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F	44
3.1.3 วงจรปรับคุณภาพสัญญาณ	45
3.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	46
3.1.5 วงจร S-R ฟลิปฟลอป	47
3.1.6 วงจร And Gate	47
3.2 คอนโทรลเลอร์ (Controller)	48
3.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์	48
3.2.2 ส่วนซอฟแวร์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	52
4.1 การวัดสัญญาณที่ได้ชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F	52
4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรฟลิป-ฟลอป และวงจร AND Gate	53
4.3 การวัดสัญญาณที่ได้จาก IC เบอร์ 555 ที่สร้างพัลส์ 1 ms	53
4.4 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ และแบตเตอร์รี่แห้ง	54
4.5 การทดลองการแสดงผลของไมโครคอนโทรลเลอร์บนจอ LCD	55
4.6 การวัดความเร็วของรถจักรยานยนต์	55
4.7 การวัดความเร็วของรถยนต์	58
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	60
5.1 สรุปผลการทดลอง	60
5.2 ปัญหาที่พบ	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางความจริงของ Active – HIGH input S-R Flip-Flop 21

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงของ AND Gate 23

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่ Atmel ผลิตขึ้นและใช้ในการอ้างอิง 27

ตารางที่ 2.4 การเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แบงก์ R0-R7 38

ตารางที่ 4.1 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 56

ตารางที่ 4.2 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 8 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 57

ตารางที่ 4.3 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 10 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 57

ตารางที่ 4.4 แสดงความเร็วของรถยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร 8 เมตร และ 10เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 สเปกตรัมของแสง 3

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ LED ชนิดแสงอินฟราเรด 6

รูปที่ 2.3 ลักษณะของเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด ชนิดตัวรับและตัวส่งแสงชุดเดียวกัน 8

รูปที่ 2.4 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด 8

รูปที่ 2.5 ลักษณะรูปร่างของชุดเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ 9

รูปที่ 2.6 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ 9

รูปที่ 2.7 ลักษณะรูปร่างของชุดเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง 10

รูปที่ 2.8 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง 10

รูปที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรมสำหรับเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด 11

รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมสำหรับเซนเซอร์ที่มีตัวรับและตัวส่งรวมอยู่ในชุดเดียวกัน 11

รูปที่ 2.11 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1 12

รูปที่ 2.12 วงจรรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1 13

รูปที่ 2.13 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2 13

รูปที่ 2.14 วงจรรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2 14

รูปที่ 2.15 แผนภาพแสดงหลักการกำเนิดสัญญาณแบบต่างๆ 15

รูปที่ 2.16 แสดงหลักการกำเนิดสัญญาณพัลส์ 16

รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะของสัญญาณพัลส์ 16

รูปที่ 2.18 แสดงหลักการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 17

รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะสัญญาณนาฬิกา 17

รูปที่ 2.20 แสดงคุณลักษณะของ เบอร์ NE555 18

รูปที่ 2.21 สูตรการคำนวณวงจร Astable Multivibrator ของ เบอร์ NE555 18

รูปที่ 2.22 แสดงแผนภาพวงจรสัญญาณนาฬิกา 19

รูปที่ 2.23 แสดงคาบเวลาสัญญาณนาฬิกา 19

รูปที่ 2.24 แสดงวงจร Astable Multivibrator ใช้ไอซีเบอร์ NE555 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.25 แสดง Active – HIGH input S-R Flip-Flop และสัญลักษณ์ 20

รูปที่ 2.26 (ก.)แสดงสัญลักษณ์ของ AND Gate และ (ข.)วงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบ 22

รูปที่ 2.27 แสดงไดอะแกรมของเวลาของ AND Gate 23

รูปที่ 2.28 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ในอนุกรม AT89Cxx 26

รูปที่ 2.29 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ในอนุกรม AT89Sxx 26

รูปที่ 2.30 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x 28

รูปที่ 2.31 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 30

รูปที่ 2.32 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 31

รูปที่ 2.33 การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 33

รูปที่ 2.34 การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 33

รูปที่ 2.35 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 34

รูปที่ 2.36 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 35

รูปที่ 2.37 (ก)โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูล ภายในส่วนบนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 36

(ข) การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR)

รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังของชุดเครื่องตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะ 43

รูปที่ 3.2 ชุดอินฟราเรดเซนเซอร์รุ่น GP2Y0A700K0F 44

รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมภายในของ GP2Y0A700K0F 44

รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับระยะทางที่เกิดการสะท้อนกลับของเซนเซอร์ 45

รูปที่ 3.5 วงจรปรับคุณภาพสัญญาณ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.6 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	47
รูปที่ 3.7 แสดงแผนผังการทำงานของชุดคอนโทรลเลอร์ (Controller)	48
รูปที่ 3.8 แสดงบอร์ด MCS-51	49
รูปที่ 3.9 แสดง Flowchart โปรแกรมหลักที่ใช้	50
รูปที่ 3.10 แสดง Flowchart แสดงผล	51
รูปที่ 4.1 แสดงชุดเซนเซอร์ตัวรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F	52
รูปที่ 4.2 สัญญาณก่อนมีสัญญาณอินพุทเข้ามา	52
รูปที่ 4.3 สัญญาณหลังมีสัญญาณอินพุทเข้ามา	52
รูปที่ 4.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรฟลิป-ฟลอป และวงจร AND Gate	53
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้จาก IC เบอร์ 555 ที่สร้างพัลส์ 1 ms	53
รูปที่ 4.6 แสดงส่วนของชุดคอนโทรลเลอร์ (Controller) และ แบตเตอรี่แห้ง	54
รูปที่ 4.7 แสดงการติดตั้งชุดเครื่องมือตรวจวัดความเร็วยานพาหนะที่จัดทำขึ้น	54
รูปที่ 4.8 แสดงผลการวัดอัตราเร็วบนจอ LCD	55
รูปที่ 4.9 แสดงการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรถจักรยานยนต์	55
รูปที่ 4.10 แสดงการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรถยนต์	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ในปัจจุบันชีวิตประจำวันของเราต้องพึ่งพาสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือว่ามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือ กล้องถ่ายรูป หรือยานพาหนะต่างๆ ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านแสงและคลื่นมาประยุกต์ใช้จำนวนมาก ทั้งทางด้านการติดต่อสื่อสาร การคมนาคม อุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งทางทหารหรือตำรวจก็ตาม เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวมีความสะดวกในการใช้งาน มีขนาดเล็ก และมีความรวดเร็วอย่างมากนั่นเอง

การตรวจวัดความเร็วยานพาหนะ บริเวณเส้นทางที่จำกัดความเร็วของตำรวจจะใช้เครื่องตรวจวัดความเร็วแบบมือถือ ตรวจวัดความเร็วรถยนต์ขณะวิ่ง และอ่านค่าความเร็วจากหน้าปัดของเครื่อง เมื่อตรวจพบรถยนต์ที่มี ความเร็วเกินกำหนด ก็จะวิทยุแจ้งให้เจ้าหน้าที่อีกกลุ่มหนึ่งดักจับ แต่เนื่องจากเครื่องตรวจวัดความเร็วที่ใช้ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน และราคาสูงมาก

เมื่อทราบถึงปัญหา และข้อขัดข้องตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ทางผู้จัดทำจึงได้คิดริเริ่มและจึงเสนอ โครงงานวิจัยเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก ซึ่งเป็นโครงการที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาและข้อขัดข้องดังกล่าวได้ โดยเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูกนั้นสามารถตรวจวัดความเร็วรถยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่จุดตรวจวัด เมื่อมีรถยนต์หรือยานพาหนะที่พบว่าวิ่งเกินความเร็วที่กำหนด ทางผู้ใช้งานจะสามารถใช้เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูกนี้ในการตรวจสอบ และเครื่องจะส่งสัญญาณเกี่ยวกับความเร็วรถ และสัญญาณเตือน จากจุดตรวจวัดความเร็วรถ ผ่านทางหน้าจอแสดงผลที่เครื่องประมวลผลของความเร็วที่ตรวจวัดความเร็วแล้ว ให้เจ้าหน้าที่ก็สามารถดำเนินการตรวจวัดความเร็วยานพาหนะได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้การทำงานมีความสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบในการตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะราคาถูกแบบอัตโนมัติ สำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะต่างๆ ในเส้นทางที่จำกัดความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

จัดทำและตรวจสอบ การทำงานของเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก คณะทำงาน ได้ดำเนินการสร้าง ชุดรับส่งสัญญาณอินฟราเรด (Infrared) จำนวน ๒ ชุด เพื่อตรวจวัดระยะเวลาที่ยานพาหนะวิ่งผ่าน ตัวเซนเซอร์ทั้งสอง โดยมีชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่คำนวณความเร็ว และส่งข้อมูลมาแสดงผลที่หน้าจอแสดงผล ซึ่งคณะทำงานได้ทำการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในกรณีที่ยานพาหนะมีความเร็วเกินกำหนด เครื่องตรวจวัดจะสามารถแสดงผลได้โดยอัตโนมัติ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลและหลักการทำงานของอินฟราเรดเซนเซอร์ และการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในการใช้งานและการประยุกต์

2. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและออกแบบการทดลอง

3. จัดทำชุดต้นแบบในการวัดความเร็วโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ในการตรวจวัด และจัดทำในส่วนของตัวต้นแบบในการแสดงผลที่ได้ในการวัดทางหน้าจอแสดงผล

4. จัดทำชุดเครื่องวัดเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูกที่ได้ทำการทดลองจากชุดต้นแบบ มาใช้ในการทำงานในสถานที่จริง

5. ตรวจสอบผลการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ และแก้ไขในส่วนของข้อมูลที่ผิดพลาด และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวต้นแบบเครื่องตรวจวัดความเร็วรถยนต์อัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานจริงได้

2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้รถใช้ถนน ตระหนักและเคารพกฎจราจรมากขึ้น

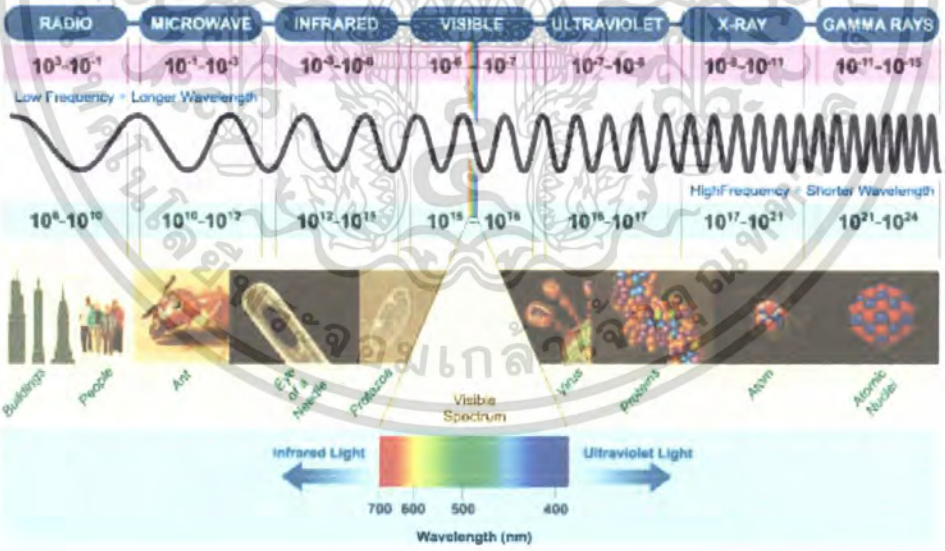
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แสงอินฟราเรด

อินฟราเรด หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 10^{-4} m ถึง $7x10^{-7}$ m (สีแดง) และความยาวคลื่นจะแปรผกผันกับความถี่(ความยาวคลื่นมาก ความถี่จะน้อย ความยาวคลื่นน้อย ความถี่จะมาก) กล่าวคือ เป็นคลื่นที่มีความถี่ถัดจากความถี่ของสีแดงลงมา (infra = ใต้, red = แดง) เราจึงมองไม่เห็น (ช่วงที่มองเห็นต้องมีความยาวคลื่นในช่วง $7x10^{-7}$ m(สีแดง) ถึง $4x10^{-7}$(สีม่วง)กล่าวคืออยู่ในช่วงสีรุ้ง ม่วง,คราม,น้ำเงิน,เขียว,เหลือง,แสด,แดง) เนื่องจากความถี่เป็นสัดส่วนกับพลังงาน (ความถี่มาก พลังงานจะมากตาม) คลื่นอินฟราเรดจึงเป็นคลื่นที่มีพลังงานต่ำ ใช้ได้ในระยะไม่ไกลมากนัก เราสามารถตรวจพบรังสีอินฟราเรด ได้ทั่วทุกที่รอบตัวเรา เพราะว่าแท้จริงแล้วรังสีพวกนี้ก็คือรังสีความร้อนนั่นเอง อีกอย่างเราใช้อินฟราเรดในการตรวจจับสิ่งมีชีวิต ที่เห็นได้ชัดคือ กล้องส่องกลางคืนของพวกทหาร เนื่องมาจากอุณหภูมิของสิ่งมีชีวิตจะสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบโดยเฉพาะตอนกลางคืน



รูปที่ 2.1 สเปกตรัมของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอินฟราเรด (infrared light) คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 1 μm ถึงประมาณ 1,000 μm ถูกค้นพบโดย Sir William Herchel เมื่อ ค.ศ. 1800 แสงอินฟราเรดแบ่งออกเป็นช่วงย่อยๆ ได้ 3 ช่วง คือ 1. ช่วงแสงอินฟราเรดใกล้ (near infrared : 0.75–3 μm) 2. ช่วงแสงอินฟราเรดกลาง (middle infrared : 3–25 μm) 3. ช่วงแสงอินฟราเรดไกล (far infrared : 25–1000 μm)

2.1.1 ข้อดีและข้อเสียของคลื่นอินฟราเรด

ข้อดีของคลื่นอินฟราเรด

1. ใช้พลังงานน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่อง laptops , โทรศัพท์

2. แผงวงจรควบคุมราคาต่ำ (Low circuitry cost) เรียบง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้อย่างรวดเร็ว

3. มีความปลอดภัยในการส่งข้อมูลสูง ลักษณะการส่งคลื่น (Directionality of the beam) จะไม่รั่วไปที่เครื่องรับตัวอื่นในขณะที่ส่งสัญญาณ

4. กฎข้อห้ามระหว่างประเทศของ IrDA (Infrared Data Association) มีค่อนข้างน้อยสำหรับนักเดินทางทั่วโลก

5. คลื่นแทรกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงมีน้อย (high noise immunity)

ข้อเสียของคลื่นอินฟราเรด

1. เครื่องส่ง (transmitter) และเครื่องรับ (receiver) ต้องอยู่ในแนวเดียวกัน คือต้องเห็นว่าอยู่ในแนวเดียวกัน

2. คลื่นจะถูกกันโดยวัตถุทั่วไปได้ง่ายเช่น คน กำแพง ต้นไม้ ทำให้สื่อสารไม่ได้

3. ระยะทางการสื่อสารจะน้อย ประสิทธิภาพจะตกลงถ้าระยะทางมากขึ้น

4. สภาพอากาศ เช่น หมอก แสงอาทิตย์ ฝนและมลภาวะมีผลต่อประสิทธิภาพการสื่อสาร

5. อัตราการส่งข้อมูลจะช้ากว่าแบบใช้สายไฟทั่วไป

2.2 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงหรือแอลอีดี (LED) มาจากคำเต็มว่า LIGHT EMITTING DIODE เป็นไดโอดชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน เช่นเดียวกับไดโอดธรรมดามีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือขาแอโนด (A) และขาแคโทด (K) เหมือนกัน การจ่ายไบอัสเพื่อให้ไดโอดเปล่งแสงทำงานก็เหมือนกันคือ ไบอัสตรงนำกระแส ไบอัสกลับไม่นำกระแส ส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันของไดโอดเปล่งแสงกับไดโอดธรรมดา ตรงที่ไดโอดเปล่งแสง สามารถเปล่งแสงออกมาได้ เมื่อได้รับไบอัสตรง แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียว และมีเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งแตกต่างไปจากแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น จะประกอบไปด้วยคลื่นที่มีเฟส และความถี่ต่างกันมารวมกัน แสงที่เปล่งออกมาจากตัวไดโอดเปล่งแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แสงที่ตาคนมองเห็น และแสงที่ตาคนมองไม่เห็น

2.2.1 แสงชนิดที่ตาคนมองเห็น จะมีแสงที่เปล่งออกมา 3 สี คือ แสงสีแดง แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง และอาจมีแสงสีส้มเพิ่มขึ้นมา แต่ความจริงก็คือแสงสีเหลืองเข้มนั่นเอง ไดโอดเปล่งแสงชนิดนี้จะถูกเรียกว่า LIGHT EMITTING DIODE ใช้ตัวย่อว่า LED

2.2.2 แสงชนิดที่ตาคนมองไม่เห็น จะเป็นแสงที่อยู่ในย่านแสงอินฟราเรด ซึ่งในขณะเปล่งแสงออกมาตามนุษย์จะไม่สามารถมองเห็นได้ ไดโอดเปล่งแสงชนิดนี้จะถูกเรียกว่า INFRARED EMITTING DIODE ใช้ตัวย่อว่า IRED

2.3 ไดโอดเปล่งแสงชนิดอินฟราเรด

วัสดุสำหรับ LED ที่เปล่งแสงอินฟราเรดที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ GaAs , GaAlAs และ GaInAsP โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaAs

(ก) กรณีโดปด้วย Si

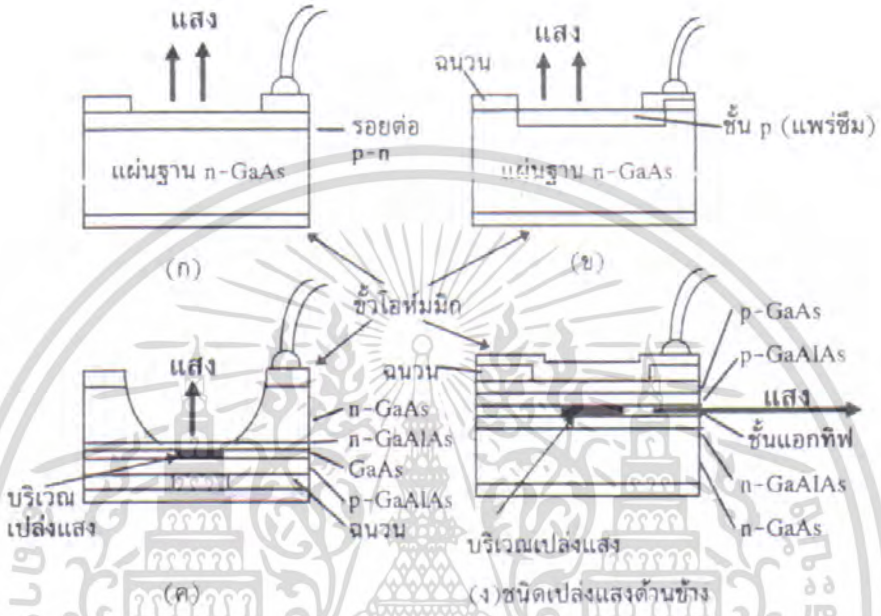
GaAs เป็นสารประกอบกึ่งตัวนำตระกูล III-V เนื่องจาก Si เป็นธาตุตระกูล IV ดังนั้น Si ที่ถูกโดปเข้าไปใน GaAs จึงสามารถเป็นได้ทั้งโดเนอร์และแอกเซ็ปเตอร์ โดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการผลิตทำให้ได้รอยต่อ p-n ได้ง่ายและเป็น LED ที่ให้แสงอินฟราเรดที่มีเอาต์พุตสูงมาก ในการปลูกผลึก GaAs ด้วยวิธี LPE นั้นจะเติมธาตุ Si เข้าไปในเบ้าของ Ga และเมื่อลดอุณหภูมิลงจาก 900 °C จะได้ผลึกเป็นชนิด n และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงกว่า 850 °C ก็จะได้ผลึกเป็นชนิด p LED ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงมากประมาณ 60% จัดว่าเป็น LED ที่ผลิตเป็นจำนวนมากๆที่ได้คุณภาพสูง จึงมีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายในรีโมตคอนโทรล

(ข) กรณีโดปด้วย Zn

ใช้ n-GaAs เป็นแผ่นฐาน จากนั้นจึงแพร่ซึมธาตุ Zn เข้าไปเพื่อให้เกิดรอยต่อ p-n เมื่อฉีดพาหะเข้าสู่ LED ชนิดนี้ อิเล็กตรอนจากแถบคอนดักชันจะรวมตัวกับโฮลในแถบเวเลนซ์โดยตรง ดังนั้นผลตอบสนองต่อเวลาจะรวดเร็วมากเป็นหน่วยของนาโนวินาที ให้แสงความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

910 nm แต่มีข้อเสียว่าเนื่องจากความยาวคลื่นแสงเท่ากับช่องว่างพลังงานจึงทำให้แสงถูกดูดกลืนภายในด้วยแผ่นฐานมาก ทำให้เอาต์พุตแสงมีค่าต่ำ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ LED ชนิดแสงอินฟราเรด

2.3.2 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaAlAs

LED ชนิด GaAlAs มีโครงสร้างแบบรอยต่อดับเบิลเฮเทโร (Double Heterojunction) คล้ายเลเซอร์ไดโอด แต่ชั้นเปล่งแสงตรงกลางหนากว่าชั้นเปล่งแสงในเลเซอร์ไดโอด และมีการออกแบบให้แสงเปล่งออกจากระนาบได้ดีดังโครงสร้างในรูปที่ 2.2 เอาต์พุตของแสงมีค่าสูงมาก สามารถใช้ในการสื่อสารด้วยแสงได้ดี นอกจากนี้การออกแบบให้ LED มีรูปเป็นโดมจะยิ่งทำให้แสงวิ่งออกมาจาก LED ได้ดียิ่งขึ้น บางรุ่นมีประสิทธิภาพควอนตัมสูงกว่า 50%

2.3.3 ไดโอดเปล่งแสงชนิด GaInAsP

LED ชนิดนี้เปล่งแสงอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าชนิดอื่นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้กับเส้นใยแก้วนำแสงโดยเฉพาะ ซึ่งต้องการแสงความยาวคลื่น 1.3 และ 1.55 μm เนื่องจากการสูญเสียของแสงภายในเส้นใยแก้วนำแสงมีค่าน้อยที่สุดที่ความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 และ 1.55 μm ดังนั้น LED ชนิดนี้ จึงเหมาะสมมากที่สุดในการใช้งานในระบบการสื่อสารด้วยแสง

2.4 การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสง

การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ทางแสงสำหรับตรวจวัดการกระจัดหรือเซนเซอร์วัสดุใดๆ โดยทั่วไปชุดของเซนเซอร์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วนคือ ตัวรับแสง (Receiver) และตัวส่งแสง (Transmitter) อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงส่วนใหญ่จะนิยมใช้ Photodiode และ Phototransistor ส่วนตัวส่งแสงนั้นนอกจากจะเป็นแสงสว่างจากดวงอาทิตย์แล้วถ้าใช้งานร่วมกับ Photodiode และ Phototransistor จะใช้ LED (Light Emitting Diode) เป็นตัวกำเนิดแสงเนื่องจากเหตุผลหลายประการ เช่น มีราคาถูกและสามารถหาซื้อได้ทั่วไป การต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้โดยง่าย สะดวกในการบำรุงรักษาตลอดจนใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ อีกทั้งไม่มีผลกระทบจากสภาวะรอบข้างไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน ซึ่ง LED ที่เลือกนำมาใช้นั้นก็จะมีแสงสีที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสีและลักษณะพื้นผิวของวัสดุ ตลอดจนระยะห่างของวัสดุที่ต้องการเซนเซอร์ ซึ่งอินฟราเรดเป็นตัวกำเนิดแสงที่นิยมใช้มากที่สุด

2.4.1 การติดตั้งตัวรับและตัวส่งแสง

การพิจารณานำเอาชุดเซนเซอร์ไปประยุกต์ใช้งานไม่ว่าจะเป็นการเซนเซอร์การเคลื่อนไหว ขนาดรูปร่าง ลักษณะพื้นผิว หรือระยะห่างของวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ต่อไปนี้ เช่น ขนาดของพื้นที่สำหรับการติดตั้งและตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์ ตลอดจนลักษณะของงานหรือวัสดุที่ต้องการตรวจวัด โดยทั่วไปสามารถแบ่งลักษณะการติดตั้งและการวางตำแหน่งตัวรับและตัวส่งแสงได้ 3 ลักษณะ คือ

(ก) ชุดเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด (Through – Beam Sensor)

(ข) ชุดเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ (Retro – Reflective Sensor)

(ค) ชุดเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง (Diffuse – Reflective Sensor)

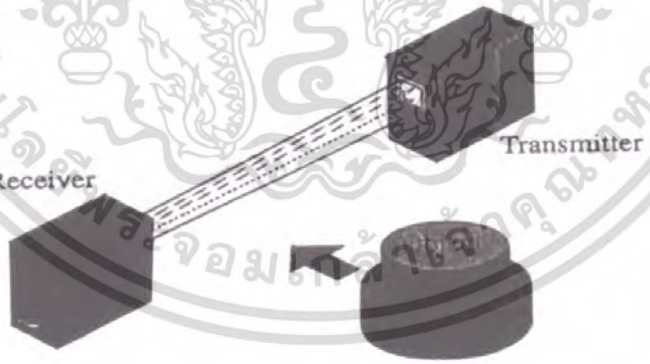
(ก) ชุดเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด (Through – Beam Sensor)

การติดตั้งชุดเซนเซอร์ลักษณะนี้จะเป็นการแยกตัวรับและตัวส่งแสงออกจากกัน โดยใช้หลักการตัดต่อลำแสงของวัสดุที่ต้องการเซนเซอร์เมื่อเคลื่อนที่ผ่านระหว่างตัวรับและตัวส่งแสง ดังแสดงลักษณะรูปร่างในรูปที่ 2.3 ซึ่งเซนเซอร์ชนิดนี้จะเหมาะสำหรับการเซนเซอร์วัสดุที่มีบริเวณหรือพื้นที่ในการวางตำแหน่งติดตั้งเพียงพอ ข้อดีคือสามารถเซนเซอร์วัสดุได้ในระยะไกลที่สุดเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับการติดตั้งทั้ง 3 ลักษณะ แต่จะมีข้อเสียตรงที่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าป้อนให้กับทั้งตัวรับและตังส่งแสงจึงทำให้เกิดความสิ้นเปลืองสายไฟในการติดตั้ง อีกทั้งจะตั้งหมั่นคอยดูแลในเรื่องของการจัดระดับ (Alignment) ระหว่างตัวรับและตัวส่งแสงให้ทำมุมอยู่ในแนวเดียวกันเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการเซนเซอร์ ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ สามารถเซนเซอร์ได้เฉพาะวัสดุที่มีลักษณะพื้นผิวทึบแสงเท่านั้น ไม่สามารถเซนเซอร์วัสดุที่มีสภาพผิวที่โปร่งแสงได้

รูปที่ 2.3 ลักษณะของเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด ชนิดตัวรับและตัวส่งแสงชุดเดียวกัน



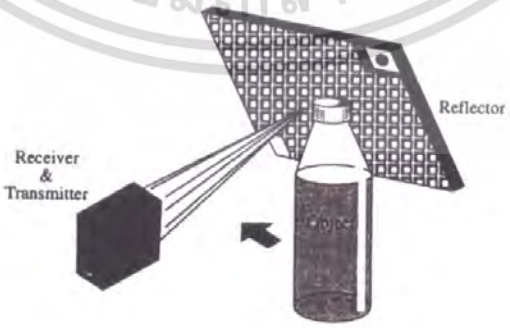
รูปที่ 2.4 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) ชุดเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ (Retro – Reflective Sensor)

เซนเซอร์ชนิดนี้จะมีตัวรับและตัวส่งแสงรวมอยู่ในชุดเดียวกันเพื่อสะดวกในการเดินสายไฟและนำไปติดตั้งหรือวางตำแหน่งของชุดเซนเซอร์กรณีที่เซนเซอร์วัตถุในบริเวณที่มีพื้นที่ที่จำกัด โดยใช้หลักการส่งแสงออกไปสะท้อนกับแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) กลับมาที่ตัวรับ ซึ่งจะเริ่มทำการเซนเซอร์เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านลำแสงระหว่างตัวเซนเซอร์กับแผ่นสะท้อนแสง การใช้แผ่นสะท้อนแสงก็เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้น และมีผลทำให้ระยะทางในการเซนเซอร์เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีการจัดระดับของตัวเซนเซอร์และแผ่นสะท้อนแสงให้ทำมุมอยู่ในตำแหน่งที่มีการสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับให้มากที่สุด เพื่อให้ชุดเซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ข้อจำกัดของเซนเซอร์ชนิดนี้คือ ไม่สามารถเซนเซอร์วัตถุที่มีผิวมันเงาและโปร่งแสงได้ แต่จะเหมาะกับวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่ดูดกลืนและไม่สามารถสะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ หรืออาจจะใช้เซนเซอร์วัสดุที่มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระก็ได้เช่นเดียวกัน

รูปที่ 2.5 ลักษณะรูปร่างของชุดเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ



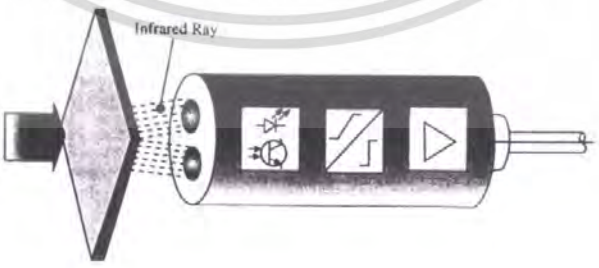
รูปที่ 2.6 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) ชุดเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง (Diffuse – Reflective Sensor)

เซนเซอร์ชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างเช่นเดียวกับเซนเซอร์ชนิดสะท้อนลำแสงกลับคือ มีตัวรับและตัวส่งแสงติดตั้งอยู่ในชุดเดียวกันตามรูปที่ 2.7 แต่แตกต่างกันตรงที่การนำไปใช้งานเท่านั้น นั่นคือเซนเซอร์ชนิดนี้จะส่งลำแสงออกไปเพื่อกระทบกับวัตถุโดยตรงและใช้วัตถุหรือชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนลำแสงนั้นกลับมายังตัวรับแสงโดยไม่ใช่แผ่นสะท้อนแสงกลับ การใช้วัตถุหรือชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนแสงนั้นมีข้อเสียคือจะมีระยะในการเซนเซอร์ที่ไม่ไกลนัก เพราะฉะนั้นการใช้งานชุดเซนเซอร์ในลักษณะนี้จะมีระยะในการเซนเซอร์ที่ใกล้กว่าการติดตั้งชุดเซนเซอร์ทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาข้างต้นมาก แต่ก็มีข้อดีคือเป็นชนิดที่สะดวกในการติดตั้งใช้งานมากที่สุด เนื่องจากใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย อีกทั้งไม่ต้องคอยกังวลเกี่ยวกับเรื่องการจัดระดับของตัวเซนเซอร์กับวัตถุที่ต้องการเซนเซอร์มากนัก ชุดเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรงสามารถเซนเซอร์วัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่ด้านหรือดูดกลืนแสงและวัสดุที่โปร่งแสง ดังนั้นวัตถุที่เหมาะสมกับตัวเซนเซอร์ชนิดนี้ควรจะเป็นวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบเป็นมันวาวและทึบแสง

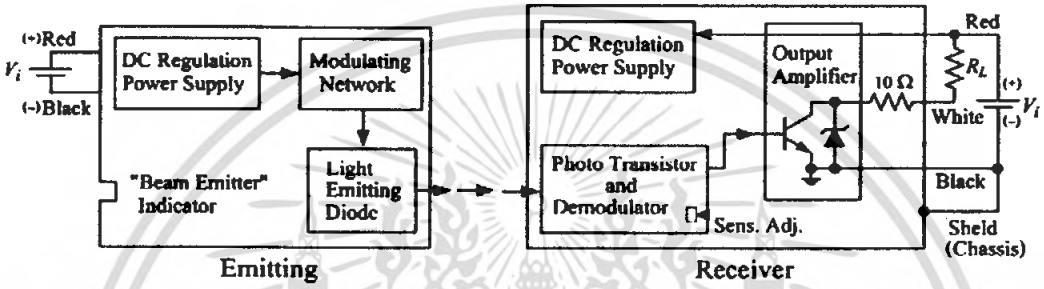
รูปที่ 2.7 ลักษณะรูปร่างของชุดเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง



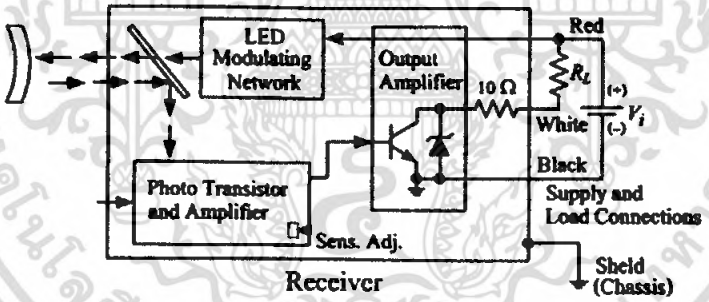
รูปที่ 2.8 แสดงการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน Photo Sensor ไม่ว่าชนิดใดก็ตามจำเป็นต้องใช้ร่วมกับวงจรจัดระดับเงื่อนไขของสัญญาณเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.9 และ 2.10 ตามลำดับ โดยรูปที่ 2.9 เป็นบล็อกไดอะแกรมซึ่งประกอบด้วยวงจรต่างๆ ที่ใช้งานร่วมกับ Photo Sensor ชนิดแยกตัวรับและตัวส่งแสงออกจากกันหรือเป็นการติดตั้งแบบลำแสงผ่านตลอด ส่วนในรูปที่ 2.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรที่ใช้สำหรับ Photo Sensor ที่มีตัวรับและตัวส่งแสงรวมอยู่ในชุดเดียวกัน นั่นคือชนิดสะท้อนลำแสงกลับและชนิดเซนเซอร์วัตถุโดยตรง



รูปที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรมสำหรับเซนเซอร์ชนิดลำแสงผ่านตลอด



รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมสำหรับเซนเซอร์ที่มีตัวรับและตัวส่งรวมอยู่ในชุดเดียวกัน

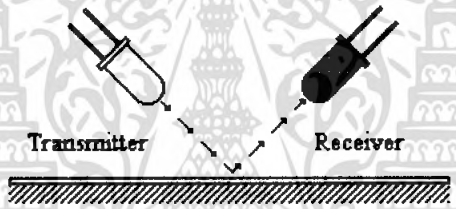
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด

2.5.1 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1

หลักการทำงาน

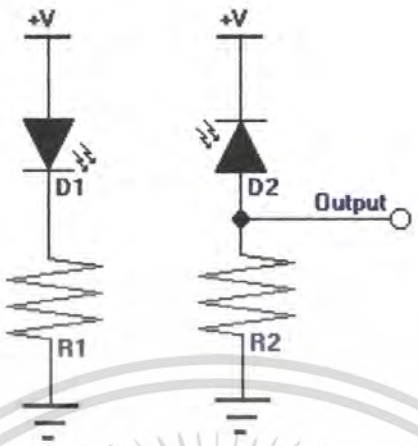
แสงอินฟราเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดงลงไป ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เองจึงทำให้เซนเซอร์ชนิดที่ใช้แสงอินฟราเรด เป็นที่นิยมนำมาใช้กันมาก โดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสงเป็นแหล่งกำเนิด ปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุด้านหน้า มันก็จะสะท้อนแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสง ส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้น ขึ้นอยู่กับสี และสภาพความมันของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำ จะมีอัตราการสะท้อนกลับน้อยกว่าสีขาว , หรือสภาพพื้นผิวที่มีความราบเรียบเป็นมันวาว จะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่าพื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น



รูปที่ 2.11 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1

วงจรภาคส่งจะประกอบไปด้วย LED infrared ตัวส่ง D1 ทำงานร่วมกับค่าความต้านทาน R1 ที่มีหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ LED ตัวส่งไม่ให้เสียหาย วงจรภาครับจะประกอบด้วย LED infrared ตัวรับ D2 และค่าความต้านทาน R2 สำหรับการใช้งาน LED ตัวรับ ให้นำกระแส เราจะต้องต่อแบบ Reverse เมื่อไม่มีแสงมาตกกระทบที่ตัวมัน จะมีค่าความต้านทานเป็นอนันต์ จึงไม่สามารถนำกระแสได้ แต่เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ค่าความต้านทานจะลดลง จนสามารถนำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

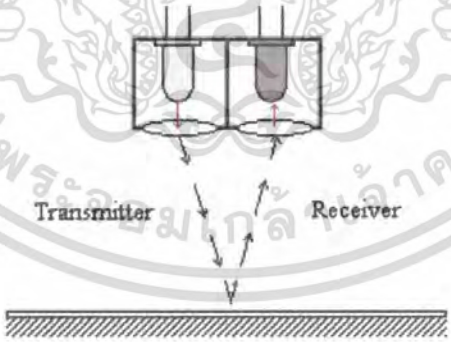


รูปที่ 2.12 วงจรรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 1

2.5.2 เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2

หลักการทำงาน

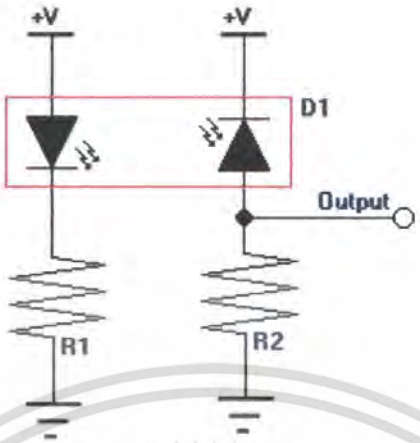
เซนเซอร์ตัวนี้ใช้หลักการของการสะท้อนกลับของแสงอินฟรารเรด เช่นเดียวกันกับแบบแรก แต่ต่างกันตรงตัวเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้นั้น จะรวมเอาตัวรับแสงและตัวส่งแสง รวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งเป็นการสะดวกในการนำมาใช้งาน เพราะเราไม่ต้องมาจัดระยะห่างเอง ไม่ต้องมาจัดมุมสะท้อนเอง เพราะทุกอย่างนั้น ได้ถูกจัดการมาจากโรงงานผลิตเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2.13 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2

สำหรับเซนเซอร์ชุดนี้นั้นได้นำเอาตัวรับและตัวส่งรวมเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน แล้วแยกขาออกมา 4 ขานอกตัวถัง คือ ตัวส่ง 2 ขา และตัวรับ 2 ขา ดังนั้นการใช้งานเราจะใช้งานเหมือนแบบที่ 1 เพียงแต่ไม่ต้องมาจัดระยะห่างของตัวรับและตัวส่งเหมือนแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรรับส่งสัญญาณของเซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด แบบที่ 2

2.6 ความเร็ว

ในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ได้ระยะทางและการกระจัดในเวลาเดียวกัน และต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดปริมาณสัมพันธ์ขึ้น ปริมาณดังกล่าวคือ

1. อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณสเกลลาร์ หน่วยในระบบเอสไอ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที

2. ความเร็ว คือ ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ใช้หน่วยเดียวกับอัตราเร็ว

สมการแสดงความสัมพันธ์ของอัตราเร็ว ระยะทาง และเวลาเป็นดังนี้

ให้ v เป็นค่าอัตราเร็วหรือความเร็ว

s เป็นระยะทางหรือการกระจัด

t เป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

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

อัตราเร็ว และความเร็ว เป็นปริมาณที่แสดงให้ทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าในทุกๆ หน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยขนาดของอัตราเร็ว หรือ ความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรืออัตราเร็วคงที่ ถ้าพิจารณาแล้วพบว่าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วหรือความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง หรือ ความเร่ง ในกรณีนี้การหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วหาได้สองลักษณะคือ

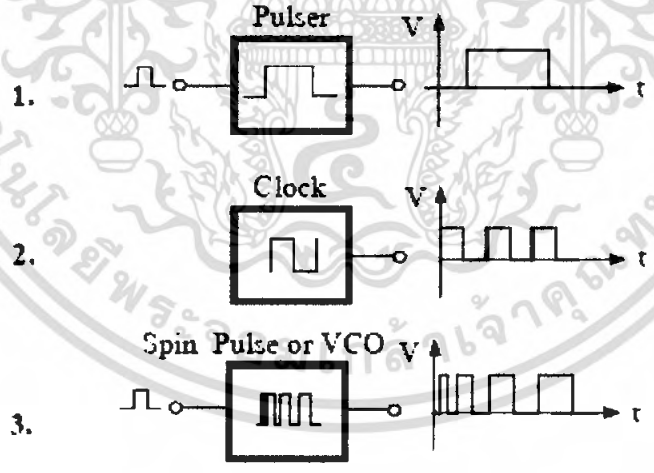
1. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หรือความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่

2. อัตราเร็วเฉลี่ยหรือความเร็วเฉลี่ย เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วหลังจากมีการเคลื่อนที่ โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่ หรือการเฉลี่ยการกระจัดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ข้อสังเกต วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ค่าอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง กับค่าอัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากัน

2.7 วงจรพัลส์และสัญญาณนาฬิกา

วงจรพัลส์ และ สัญญาณนาฬิกาคือวงจรที่สร้างสัญญาณพัลส์ที่มีคาบเวลาแน่นอนหรือมีความถี่คงที่ เพื่อป้อนให้กับวงจรในระบบดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์คือวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ (Combination Logic) และวงจรลอจิกเชิงลำดับ (Sequention Logic) ซึ่งแบ่งวงจรออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะของสัญญาณที่ออกมาทางเอาต์พุตของวงจรดังนี้



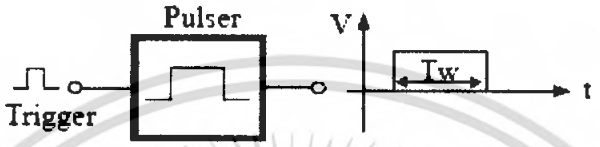
รูปที่ 2.15 แผนภาพแสดงหลักการกำเนิดสัญญาณแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 หลักการของวงจรพัลส์และสัญญาณนาฬิกา

2.7.1.1 หลักการกำเนิดสัญญาณพัลส์

วงจรสัญญาณพัลส์ คือ วงจรที่มีพื้นฐานมาจากวงจร Monostable Multivibrator หรือ One Short แสดงดังนี้



รูปที่ 2.16 แสดงหลักการกำเนิดสัญญาณพัลส์

วงจรสัญญาณพัลส์ จะมีการทำงานในลักษณะที่ต้องมีสัญญาณกระตุ้นทางอินพุต เรียกว่าสัญญาณจุดชนวน(Trigger) จึงจะผลิตสัญญาณพัลส์ออกมาที่เอาต์พุตจะมีพัลส์เพียง 1 ลูก เท่านั้นทำให้เอาต์พุตที่ได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม มีคาบเวลาคงที่ตามค่า RC ในวงจรที่เรียกว่า Time Constant อาจจะเป็นพัลส์บวก หรือ พัลส์ลบ แล้วแต่ความต้องการ แสดงได้ดังนี้

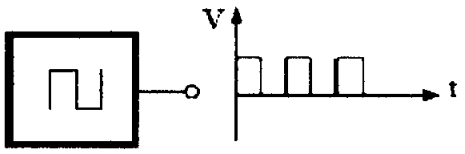
รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะของสัญญาณพัลส์

สูตรหาความกว้างของพัลส์ $$Tw = 0.693RC \qquad (2.2)$$

2.7.1.2 หลักการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

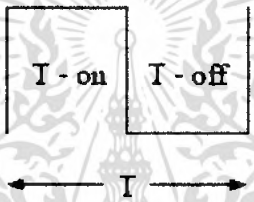
วงจรสัญญาณนาฬิกา คือ วงจรที่มีพื้นฐานมาจากวงจรAstable Multivibrator หรือ Oscillator มีลักษณะแสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงหลักการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

วงจรสัญญาณนาฬิกาจะมีลักษณะการทำงานที่เปลี่ยนแปลงสถานะอยู่ตลอดเวลา ทำให้เอาต์พุตที่ได้เป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม(Square Wave) ที่เกิดต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งมีคาบเวลาและความถี่คงที่ตลอดเกิดจาก RC ในวงจรที่เรียกว่า Time Constant แสดงดังนี้



รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะสัญญาณนาฬิกา

จากรูปสัญญาณพัลส์ 1 คาบเวลา(T) จะเห็นช่วงเวลาของพัลส์ T_{on} และ T_{off} คงที่ตลอดเวลาทำให้สามารถนำค่าของคาบเวลามาคำนวณหาค่าความถี่ได้ตามสมการดังนี้

คำนวณหาคาบเวลาได้จากสมการ $$T = T_{on} + T_{off} \quad (2.3)$$

เมื่อทราบคาบเวลา สามารถคำนวณหาความถี่ได้จาก

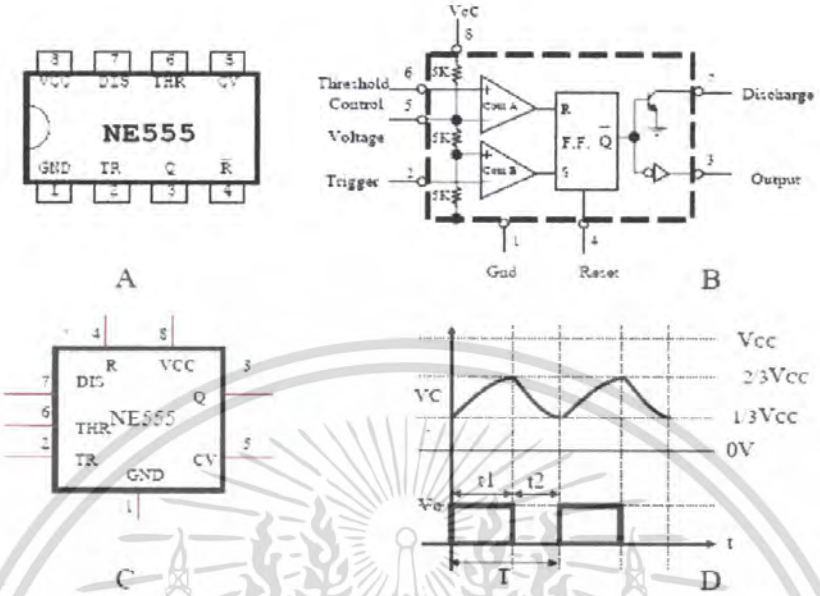
$$f = \frac{1}{T} \quad (2.4)$$

และสามารถหาอัตราส่วนคาบเวลาจาก $$D = \left[\frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}\right] \times 100 \quad (2.5)$$

2.7.2 วงจรพื้นฐานของสัญญาณนาฬิกา

วงจรสัญญาณนาฬิกา หรือ Astable Multivibrator จะใช้อุปกรณ์ที่เป็นหลายเบอร์ แต่จะใช้เพียงเบอร์ NE555 เท่านั้น รายละเอียดได้แสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
81598

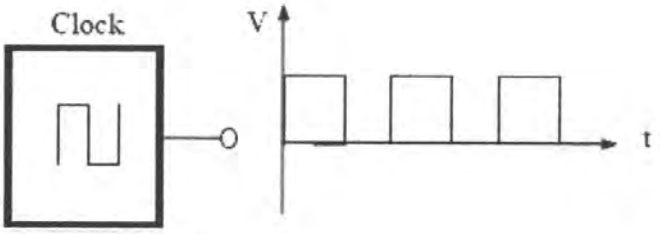


รูปที่ 2.20 แสดงคุณลักษณะของ เบอร์ NE555

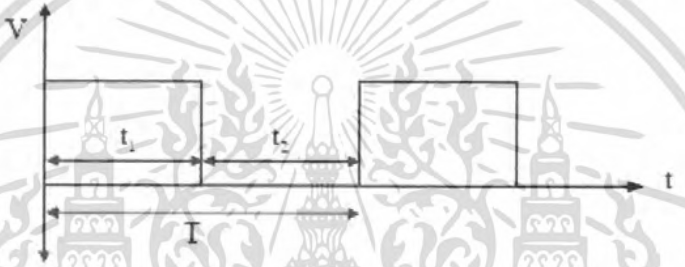
สูตร	NE555
คาบเวลาของพัลส์ T (Time Period)	$T = t_1 + t_2$ $t_2 = T - t_1$
คาบเวลาการประจุ C_1 (Charge) $t_1 = t_{on}$ PW (Pulse Width)	$t_1 = 0.693 \times (R_A + R_B) \times C_1$ $C_1 = t_1 / [0.693 \times (R_A + R_B)]$
คาบเวลาการคายประจุ C_1 (Discharge) $t_2 = t_{off}$ SW (SpaceWidth)	$t_2 = 0.693 \times R_B \times C_1$ $R_B = t2 / (0.693 \times C_1)$
อัตราส่วนของพัลส์ D % D (Duty Cycle)	$D = [t_1 / (t_1 + t_2)] \times 100\ \%$ $D = t_1 / T$
กระแสต่ำสุดที่ไหลผ่าน C_1 $I_{C\,min}$ (Minimum Current)	$I_{C\,min} = (1/3\ V_{CC}) / R_1$ $R_1 = V_{CC} / (3 \times I_{C\,min})$

รูปที่ 2.21 สูตรการคำนวณวงจร Astable Multivibrator ของ เบอร์ NE555

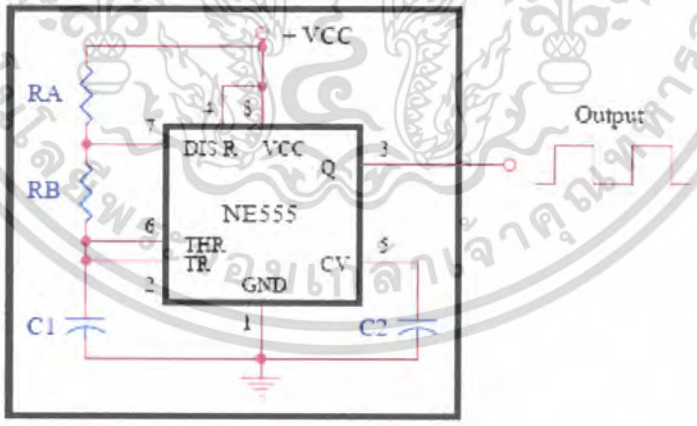
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดงแผนภาพวงจรสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.23 แสดงคาบเวลาสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.24 แสดงวงจร Astable Multivibrator ใช้ไอซีเบอร์ NE555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 วงจรฟลิป-ฟลอป หรือไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

วงจรฟลิป-ฟลอป โดยทั่วไปใช้ทำหน้าที่เก็บและรับส่งข้อมูลในระบบดิจิตอล ลักษณะทั่วไปของวงจรฟลิป-ฟลอปจะมี 2 อินพุท และ 2 เอาท์พุท แต่ละเอาท์พุทจะมี 2 สถานะคือ 0 และ1 สัญลักษณ์แทนเอาท์พุททั้งสองคือ Q และ $\overline{Q}$ โดยเอาท์พุททั้งสองนี้จะมีสถานะตรงกันข้ามเรียกว่า สถานะเซ็ต (Set) และรีเซ็ต (Reset) โดย

เซ็ต : เอาท์พุท Q เป็นลอจิก 1

เอาท์พุท $\overline{Q}$ เป็นลอจิก 0

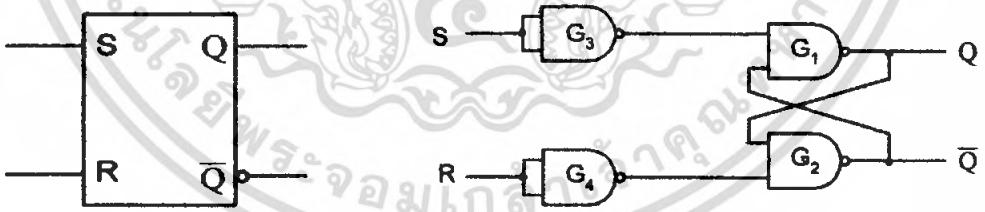
รีเซ็ต: เอาท์พุท Q เป็นลอจิก 0

เอาท์พุท $\overline{Q}$ เป็นลอจิก 1

โดยฟลิป-ฟลอปถูกแบ่งเป็นชนิดต่างๆตามลักษณะการทำงาน

2.8.1 S-R ฟลิป-ฟลอป

วงจร Active – HIGH input SET-RESET (S-R) Flip-Flop สร้างจาก NOR GATE 2 ตัว ดังรูปที่ 2.25 โดยมีลักษณะเฉพาะของฟลิป-ฟลอปทุกชนิด คือมีการต่อเอาท์พุทของเกทแต่ละตัวมายังอินพุทของเกทตรงกันข้าม เป็นลักษณะของการป้อนกลับ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวงจรมัลติไวเบรเตอร์ทุกชนิด



รูปที่ 2.25 แสดง Active – HIGH input S-R Flip-Flop และสัญลักษณ์

จากรูป 2.25 จะสามารถสรุปได้ว่าเมื่ออินพุททั้งสองของฟลิป-ฟลอปเป็น 0 ทั้งคู่เอาท์พุทฟลิป-ฟลอปจะคงสถานะเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าเอาท์พุท Q ของฟลิป-ฟลอปเป็น 1 เรียกว่าฟลิป-ฟลอป มีสถานะเซ็ต (set) เมื่อสถานะเอาท์พุท Q ของฟลิป-ฟลอป เป็น 0 เรียกว่าฟลิป-ฟลอป มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะรีเซ็ต (reset) ในกรณีของ Active – HIGH input S-R Flip-Flop ไม่อนุญาตให้ป้อนอินพุททั้งสองเป็น 1 พร้อมกัน ซึ่งผิดหลักการทำงานของฟลิป-ฟลอป เรียกว่าสภาวะต้องห้าม

ตารางที่ 2.1 ตารางความจริงของ Active – HIGH input S-R Flip-Flop

อินพุท		เอาท์พุท		คำอธิบาย
S	R	Q	$\overline{Q}$	
0	0	Q_n	$\overline{Q}_n$	คงสถานะเดิม
0	1	0	1	สถานะรีเซ็ต
1	0	1	0	สถานะเซ็ต
1	1	1	1	สภาวะต้องห้าม

2.9 AND Gate

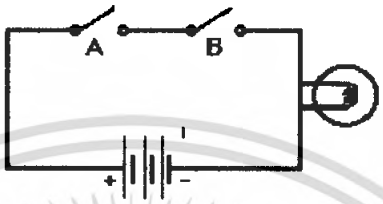
ในทางปฏิบัติอุปกรณ์ที่ใช้แทนตัวกระทำทางตรรกะ เราเรียกว่า เกต (Gate) ซึ่งประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีความคิดพื้นฐานมาจากวงจรสวิตชิ่ง สำหรับเกตพื้นฐานมี 3 ชนิด ได้แก่ AND , OR และ NOT นิพจน์บูลลีน หรือ ลอจิกฟังชั่น ส่วนใหญ่จะประกอบขึ้นด้วยเกตทั้งสาม จะขอกล่าวรายละเอียดของ AND Gate เกี่ยวกับ สัญลักษณ์(logic symbol) ตารางความจริง (Truth table) ไดอะแกรมของเวลา (Timing diagram) และนิพจน์บูลลีน (Boolean expression)

การใช้ AND เป็นตัวกระทำระหว่างตัวแปรทั้งสอง อาจเรียกว่า การคูณทางลอจิก (Logic Product หรือ Conjunction)

AND Gate เป็นเกตที่มีอินพุตตั้งแต่สองอินพุตขึ้นไป เอาท์พุตของ AND Gate จะเป็น "1" ถ้าอินพุตทั้งหมดเป็น "1" ถ้ามีอินพุตใดอินพุตหนึ่งเป็น "0" เอาท์พุตก็จะเป็น "0" ตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. สัญลักษณ์ของ AND Gate



ข. วงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบ

รูปที่ 2.26 (ก.)แสดงสัญลักษณ์ของ AND Gate และ (ข.)วงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบ

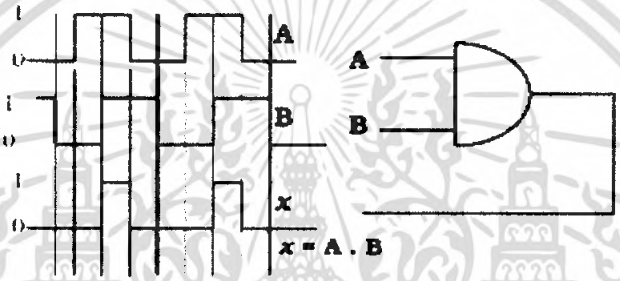
ข้างบนเป็นวงจรไฟฟ้าสำหรับเปรียบเทียบการทำงานของ AND Gate โดยมีสวิตช์ A และ B ต่ออนุกรมกัน

- A เป็นสวิตช์ที่เทียบได้กับอินพุท A ของ AND Gate
- B เป็นสวิตช์ที่เทียบได้กับอินพุท B ของ AND Gate
- กำหนดให้เมื่อสวิตช์ต่อวงจร มีค่าลอจิกเป็น "1" และเมื่อสวิตช์เปิดวงจรมีค่าลอจิกเป็น "0"
- มีหลอดไฟมันจะแสดงผลออกมาว่า สว่าง("1") หรือดับ ("0")
- ถ้าสวิตช์ทั้งสองต่อวงจร คือ ทั้งสองมีค่าลอจิกเป็น "1" จะทำให้หลอดไฟสว่าง ("1")
- ถ้าสวิตช์ตัวหนึ่งตัวใดหรือทั้งสองตัวเปิดวงจร คือ มีค่าลอจิกเป็น "0" จะทำให้หลอดไฟดับ ("0")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงของ AND Gate

อินพุท		เอาท์พุท
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



รูปที่ 2.27 แสดงไดอะแกรมของเวลาของ AND Gate

นิพจน์บูลีน (Boolean expression)

$$f(A.B) = A \cdot B \text{ หรือ } X = A \cdot B$$

2.10 MCS-51 Microcontroller

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) เป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่บรรจุความสามารถมากมายไม่ว่าจะเป็นหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณออกทางเอาต์พุต หน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานแทนวงจรเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดีโดยช่วยลดจำนวนของอุปกรณ์และขนาดของระบบลงในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ "ไมโคร" (micro) ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปการณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ซึ่งภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรเชื่อมต่อสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า "คอนโทรลเลอร์" (controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

2.10.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ที่ใช้เรียนรู้ในการทำโครงงานเล่มนี้จะอ้างอิงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช(flash memory) เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบนี้ในการเรียนรู้เพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS - 51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงได้อย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูลเลเตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3. บริษัทผู้ผลิต ได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาหลายเบอร์และมีความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4. ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่หรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจร หรือในระบบ (In – system programming) ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุงตลอดจนการปรับปรุงหรืออัปเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

6. ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตไม่ว่าจะเป็นอินเทล , ซีเมนส์ หรือดัลลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

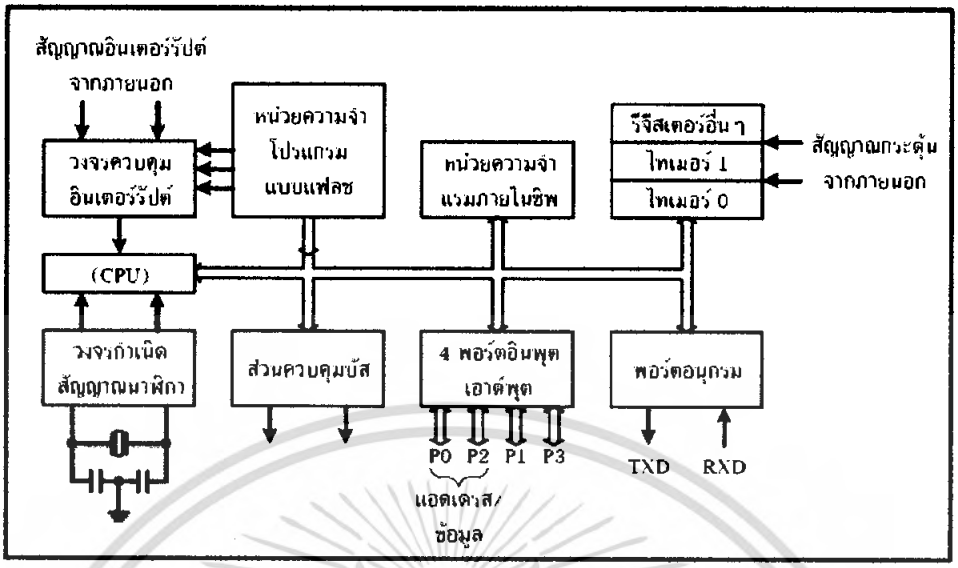
2.10.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

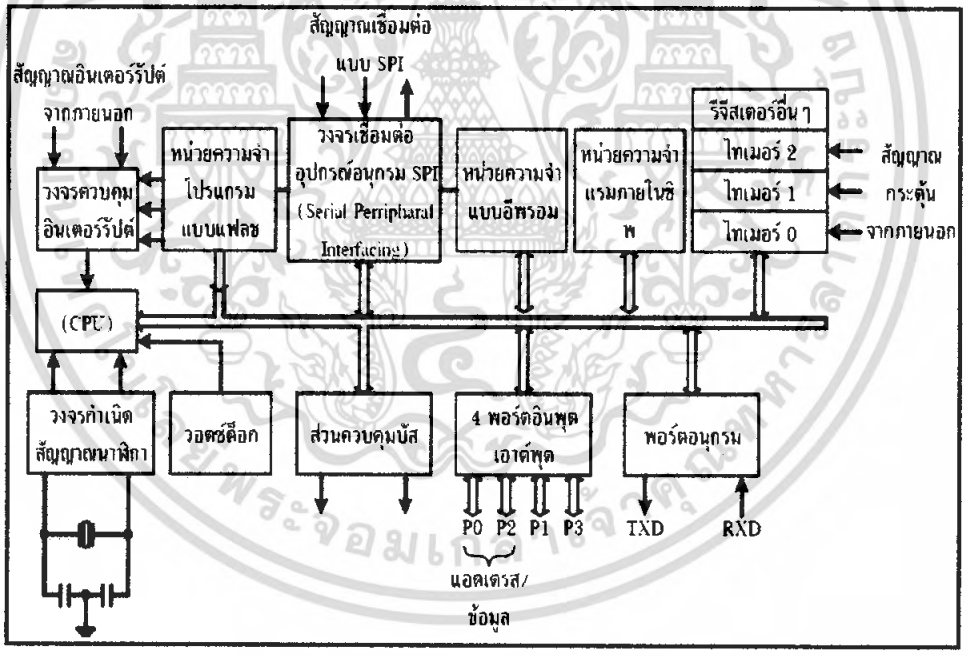
ในรูปที่ 2.28 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

สำหรับในรูปที่ 2.29 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบที่เพิ่มเติมแตกต่างจาก AT89Cxx อยู่หลายส่วน อาทิ วงจรเชื่อมต่ออนุกรมแบบ SPI ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดตัวชิปออกไปจากระบบหรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจร ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกหนึ่งตัวเป็นไทเมอร์ 2 และวงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลชในอนุกรม AT89Cxx



รูปที่ 2.29 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลชในอนุกรม AT89Sxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ที่ Atmel ผลิตขึ้นและใช้ในการอ้างอิง

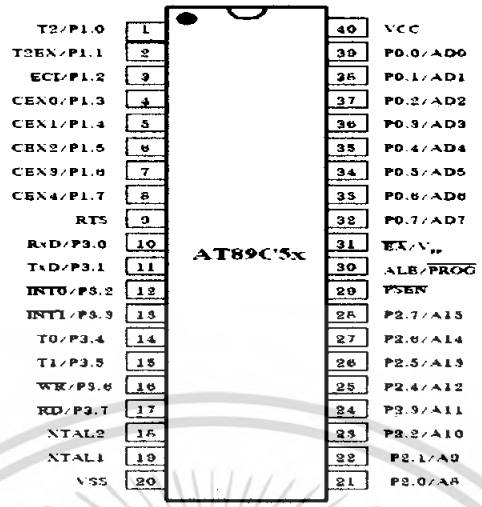
เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต
AT89C1051	แบบแฟลช 1 กิโลไบต์	แรม 64 ไบต์	1
AT89C2051	แบบแฟลช 2 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C51	แบบแฟลช 4 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C52	แบบแฟลช 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89C55	แบบแฟลช 20 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89S8252	แบบแฟลช 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์ อีอีพรอม 2 กิโลไบต์	3
AT89S53	แบบแฟลช 12 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3

ในตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 แต่ละเบอร์ที่ Atmel ผลิตขึ้น และมีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

2.10.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 2.30 และรูปที่ 2.31 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x

ขา V_{CC} ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขอแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0 – A7) และขาข้อมูล (D0–D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรมAT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดสรไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8–A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือ ขา $\overline{INT0}$

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือ ขา $\overline{INT1}$

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง1 หรือขาT1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{WR}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P 3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{RD}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต(Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา $\overline{ALE}$/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

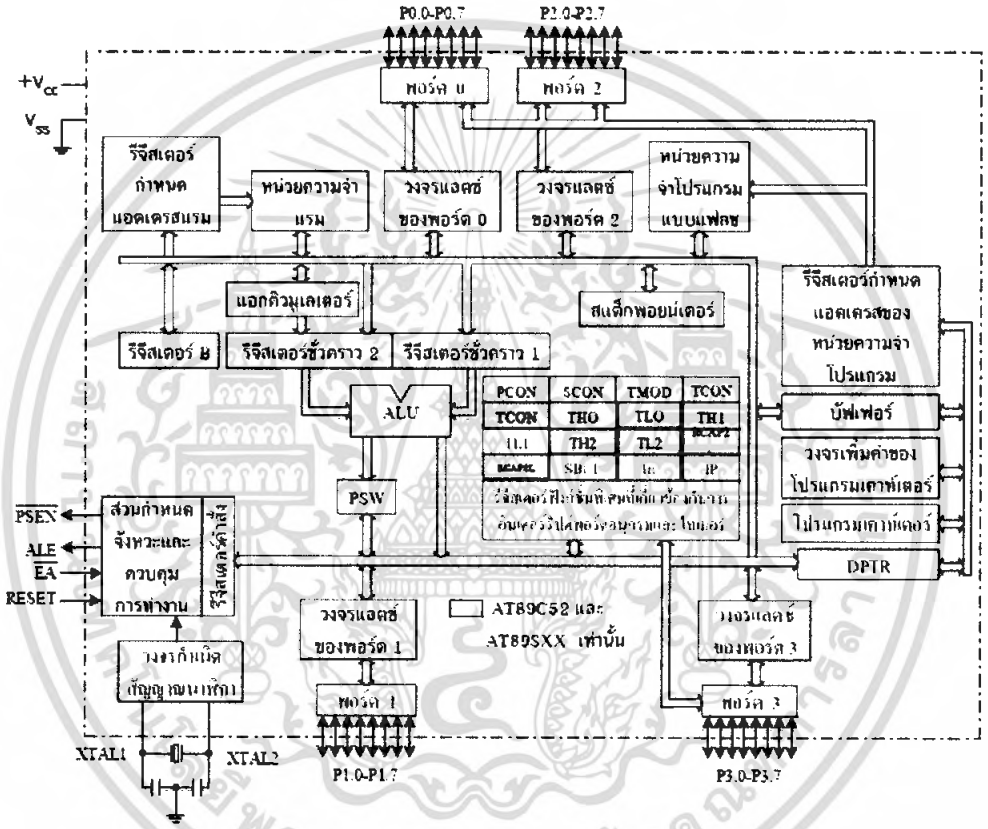
ขา $\overline{PSEN}$ (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขาติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา $\overline{EA}$ /V_{pp} (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น“1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับติดต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.31 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2.10.4 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำภายในหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งก็มีขนาดและการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์ในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการจัดสรรหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 แบบแฟลช การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก และข้อมูลเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2.10.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

ในรูปที่ 2.32 แสดงการจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 แบบแฟลช เบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่า ทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอกหรือเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกอย่างเดียวก็ได้ ดังรูปที่2.32 โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52จะมีขนาด 8 กิโลไบต์

ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

รูปที่ 2.32 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำโปรแกรมใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor program) หากใช้หน่วยความจำภายนอกมักจะบรรจุอยู่ในหน่วยความจำชนิดอีพรอม ซึ่งสามารถกระทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียว

หน่วยความจำโปรแกรมแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H เมื่อซีพียูได้รับการรีเซตให้เริ่มต้นการทำงาน จะต้องมาเริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H นี้เสมอ อย่างไรก็ตามในพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ว่าจะใช้งานจากภายในหรือภายนอกก็ตาม ต้องมีการสงวนพื้นที่บางตำแหน่งเอาไว้สำหรับการบริการอินเตอร์รัปต์ 6 ประเภท ประเภทละ 8 ไบต์ ประกอบด้วย

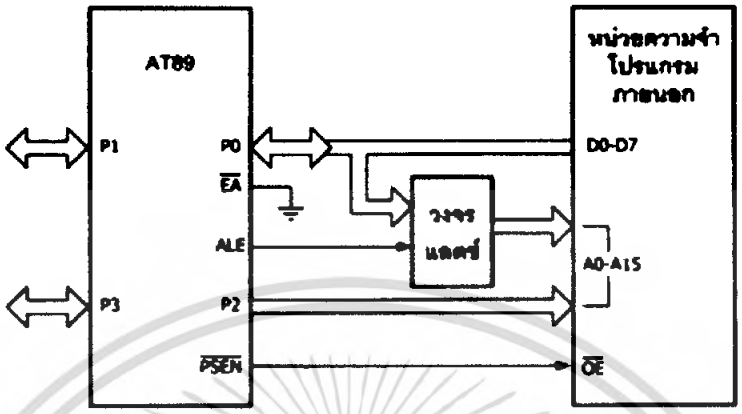
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่ แอดเดรส 0003H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0013H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 001BH
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ของการสื่อสารอนุกรม กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H
พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

กรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแต่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกด้วย สามารถทำได้โดยต้องกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมให้ต่อจากแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์ มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 0000H-OFFFH เมื่อต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกต้องกำหนดให้แอดเดรสอยู่ในช่วง 1000H–FFFFH

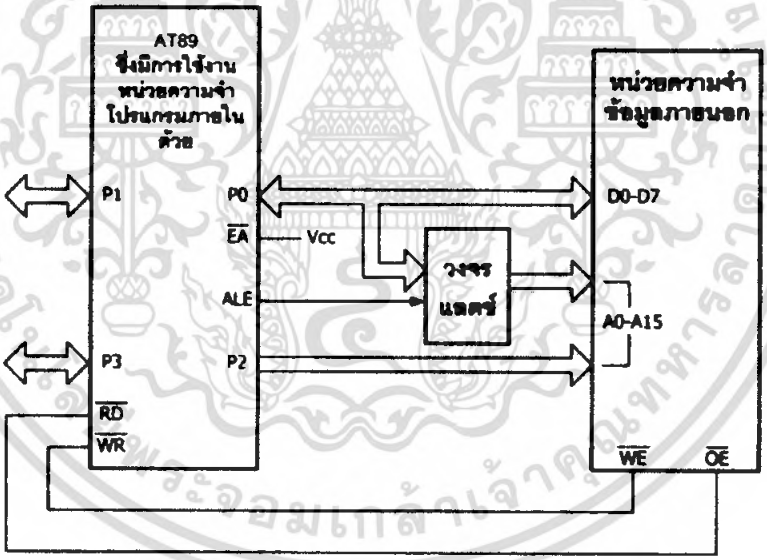
การต่อหน่วยความจำภายนอกดังรูปที่ 2.33 ขาพอร์ต P0.0-P0.7 ถูกใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7 และขาแอดเดรสไบต์ต่ำ โดยผ่านวงจรแลตช์ ซึ่งปกติใช้ไอซีเบอร์ 74HC573 และใช้สัญญาณ ALE และ PSEN ในการเลือกว่า ต้องการใช้งานขา P0.0-P0.7 เพื่อเป็นขาข้อมูลหรือขาแอดเดรส ในขณะที่ขา P2.0-P2.7 ใช้ในการเชื่อมต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูง A8-A15 ดังนั้นเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหลือขาพอร์ตใช้งานเพียง 16 บิต คือขาพอร์ต P1.0-P1.7 และ P3.0-P3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.4.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)



รูปที่ 2.33 การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51



รูปที่ 2.34 การเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51 แบบแฟลช

มีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายในโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64

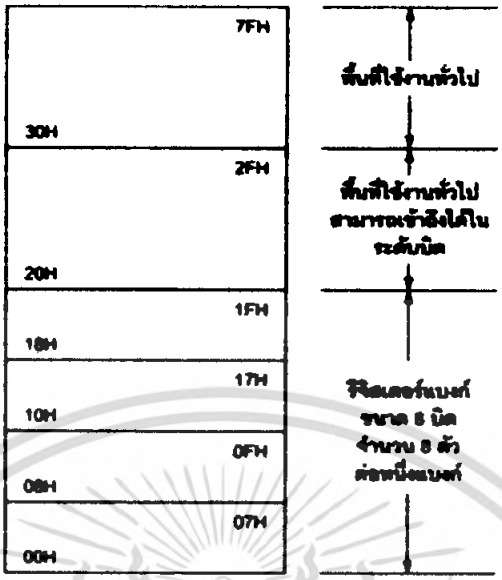
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชแสดงดังในรูปที่ 2.34 จะเห็นได้ว่า มีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นคือ ขา $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรมโดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไปในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วน**คือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower), ส่วนบน (Upper)** และ**รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR : Special Function Register)** แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์ ดังแสดงการจัดสรรในรูปที่ 2.35

รูปที่ 2.35 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



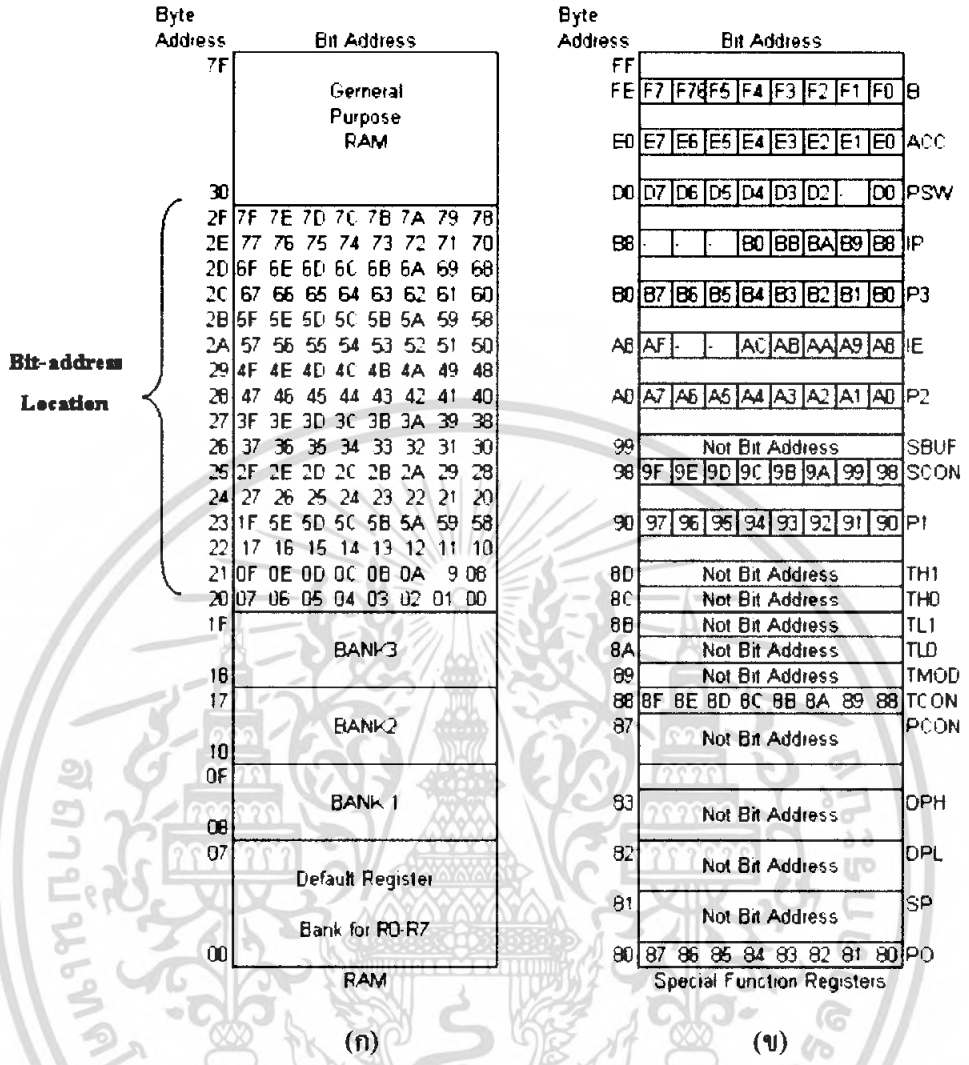
รูปที่ 2.36 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

จะเห็นได้ว่า หน่วยความจำข้อมูลส่วนบนและรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษมีตำแหน่งทับซ้อนกัน แต่จะใช้การติดต่อที่แตกต่างกัน และในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บางเบอร์จะไม่มีหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน

ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชโดยแท้จริงแล้วมีเพียง 256 ไบต์ แต่ด้วยการจัดการเข้าถึงที่แตกต่างกัน จึงดูเหมือนว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำข้อมูลภายในสูงถึง 384 ไบต์ โดยในหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H - FFH สามารถเข้าถึงแบบโดยอ้อมเท่านั้น ในขณะที่รีจิสเตอร์ SFR ใช้การเข้าถึงแบบโดยตรง ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่าย ตลอดจนป้องกันความสับสนในการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้นจึงควรใช้หน่วยความจำข้อมูลภายในเพียง 128 ไบต์ จากหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างร่วมกับรีจิสเตอร์ SFR

รูปที่ 2.36 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หน่วยความจำ 32 ไบต์ต่ำสุดที่แอดเดรส 00H-1FH แบ่งเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า 4 แบงก์ แต่ละแบงก์ก็มีรีจิสเตอร์ 8 ตัวคือ R0-R7 การติดต่อกับหน่วยความจำในแบงก์ใดให้กำหนดที่รีจิสเตอร์ PSW (Program Status Word register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.37(ก)โครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูล ภายในส่วนบนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
(ข) การจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR)

หน่วยความจำข้อมูล 16 ไบต์ถัดมาที่แอดเดรส 20H - 2FH เป็นพื้นที่สำหรับใช้งานทั่วไป สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต และหน่วยความจำข้อมูลที่เหลือ 80 ไบต์ จะต้องแบ่งส่วนหนึ่งสำรองไว้เป็นพื้นที่ของสแต็ก การเข้าถึงหน่วยความจำในส่วนนี้ต้องใช้การเข้าถึงในระดับไบต์

รูปที่ 2.37 (ก) แสดงโครงสร้างของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนซึ่งจะมีลักษณะที่คล้ายกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หากแต่ใน 80 ไบต์บนไม่จำเป็นต้องสำรองไว้สำหรับสแต็ก และต้องใช้การเข้าถึงในลักษณะโดยอ้อมเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register : SFR)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ทั้งหมดมีด้วยกัน 22 ตัว สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 และ 28 ตัวในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และอนุกรม AT89Sxx ทั้งนี้ เนื่องจากใน AT89C52 และ AT89Sxx มีจำนวนไทเมอร์เคาน์เตอร์มากกว่า AT89C51

รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 80H - FFH ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สามารถเข้าถึงได้โดยตรง รูปที่ 2.37 (ข) แสดงการจัดสรรพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR แต่ละตัวในหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ SFR มีดังนี้

รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Words : PSW)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต นั่นหมายความว่า สามารถกระทำคำสั่งหรือกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ตัวนี้ได้อย่างอิสระ **มีแอดเดรสอยู่ที่ D0H** เป็นรีจิสเตอร์ที่เก็บสถานะของการทำงานของโปรแกรมในขณะนั้น จะเรียกสถานะต่างๆ ของโปรแกรมว่า แฟลก เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้น ผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมาปรากฏที่บิตต่างๆ

จะเห็นได้ว่า นอกจากรีจิสเตอร์ PSW ถูกใช้ในการเก็บสถานะของโปรแกรมแล้ว ที่บิต RS0 และ RS1 ยังใช้ในการเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0-R7 ดังตารางที่ 2.4 โดยปกติแล้วในการใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 มักนิยมเลือกใช้แบงก์ 0 เป็นอันดับแรก หากไม่เพียงพอจึงเลือกในแบงก์อื่นๆ มาใช้แต่ต้องระมัดระวังในการกำหนดค่าและลำดับการติดต่อให้ดี มิเช่นนั้นอาจทำให้การเขียนโปรแกรมเกิดความสับสน

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

CY : แฟลกทด (Carry flag) เป็น "1" เมื่อมีการทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วค่า ของแอกคิวมูเลเตอร์เกิน 255 (ฐาน 10) หรือ FFH

AC : แฟลกทดเสริม (Auxiliary Carry flag) เป็น "1" เมื่อมีการทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์แล้ว ทำให้เกิดการทดข้ามจากบิต 3 มายังบิต 4

FO : แฟลกใช้งานทั่วไป เมื่อมีผู้เขียนโปรแกรมกำหนดค่าที่บิตนี้แล้วไม่ว่าจะกระทำคำสั่ง ใดๆ ที่บิตนี้ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS1 : บิตเลือกรีจิสแบงก์ (Register Select1) ใช้งานร่วมกับบิต RS0 เพื่อเลือกแบงก์ของ รีจิสเตอร์ R0 – R7

RS0 : บิตเลือกรีจิสแบงก์ (Register Select1) ใช้งานร่วมกับบิต RS1 เพื่อเลือกแบงก์ของ รีจิสเตอร์ R0 – R7

OV : บิตเกิน (Overflow) เป็น "1" เมื่อมีการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วทำ ให้เกิดการทดข้ามจากบิต 6 มายังบิต 7 ของแอคคิวมูลเลเตอร์ หรือแอคคิว-มูเลเตอร์มีค่าเกิน 127 (ฐาน 10) นอกจากนั้นยังใช้เป็นการแสดงค่าลบด้วย

- : บิตนี้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดใช้งานได้อย่างอิสระ

P : บิตพาริตี้ (Parity) ใช้ในการตรวจสอบจำนวนค่า "1" ภายในแอคคิวมูเลเตอร์ถ้าหากในแอคคิวมูเลเตอร์มี จำนวนบิต "1" รวมกันเป็นเลขคู่ บิตนี้จะเป็น "0" ถ้ารวมกันเป็นเลขคี่บิตนี้จะเป็น "1"

ตารางที่ 2.4 การเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่างเพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์แบงก์ R0-R7

RS1	RS0	แบงก์ของรีจิสเตอร์	ร่วมแอดเดรส
0	0	แบงก์ 0	00H – 07H
0	1	แบงก์ 1	08H – 0FH
1	0	แบงก์ 2	10H – 17H
1	1	แบงก์ 3	18H – 1FH

แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator : ACC)

มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง E0H เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก ก่อนที่จะส่งข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นให้แก่ซีพียูเพื่อทำการประมวลผลต่อไป อาจเรียกรีจิสเตอร์แอกคิวมูเลเตอร์อย่างสั้นๆ ว่า รีจิสเตอร์ A หรือ ACC

รีจิสเตอร์ A นี้สามารถเข้าถึงระดับบิตได้ นั่นหมายความว่า สามารถกระทำคำสั่งหรือกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ตัวนี้ได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ B

มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ FOH มีหน้าที่พิเศษคือ หากมีความต้องการคูณหรือหารทางคณิตศาสตร์ จะต้องนำข้อมูลที่ต้องการหารหรือคูณนั้น มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ B นี้ แล้วจึงกระทำคำสั่งการคูณหรือหารกับค่าในรีจิสเตอร์ A ต่อไป

ในกรณีที่ไม่ได้มีความต้องการคูณหรือหารข้อมูล สามารถใช้รีจิสเตอร์ B นี้ในการเก็บข้อมูลทั่วไปได้ เหมือนกับรีจิสเตอร์ปกติ และสามารถเข้าถึงในระดับบิตได้เช่นเดียวกับ รีจิสเตอร์ A

โปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter : PC)

มีขนาด 16 บิต มีหน้าที่แจ้งแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมในตำแหน่งถัดไปที่ซีพียูจะต้องไปทำงาน รีจิสเตอร์ PC เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวที่ไม่ได้จัดสรรไว้รวมกับรีจิสเตอร์ SFR ตัวอื่นๆการเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ PC จะขึ้นอยู่กับผลของการกระทำคำสั่งแต่ละคำสั่งภายในหน่วยความจำโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด

รีจิสเตอร์ PC มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่า คำเนินไปตามลำดับขั้นตอนตามที่กำหนดไว้หรือไม่

สแต็กพอยน์เตอร์ (Stack Pointer)

รีจิสเตอร์ตัวชี้สแต็ก มีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 81H ใช้ในการเก็บค่าตำแหน่งของตัวชี้สแต็ก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อซีพียูกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย หรือกระโดดโปรแกรมย่อยกลับมายังโปรแกรมหลัก เมื่อมีการเซตเกิดขึ้น ค่าของรีจิสเตอร์ SP จะเท่ากับ 07H นั่นหมายความว่า ตัวชี้สแต็กมีค่า 07 แอดเดรสแรกของพื้นที่ที่สำรองไว้ทำหน้าที่เป็นสแต็กจะเท่ากับ 08H

รีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลหรือดาต้าพอยน์เตอร์ (Data Pointer : DPTR)

มีขนาด 16 บิต โดยแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์สูง (DPH) และรีจิสเตอร์ชี้ข้อมูลไบต์ต่ำ (DPL) แต่ละตัวมีขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 82H สำหรับ DPL และ 83H สำหรับ DPH รีจิสเตอร์ DPTR นี้ใช้ในการเก็บค่าแอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ภายนอกที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์พอร์ต (Port register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตที่ใช้เก็บข้อมูลของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีด้วยกันทั้งสิ้น 4 ตัวคือ รีจิสเตอร์พอร์ต 0 หรือ P0 มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H, รีจิสเตอร์พอร์ต 1 หรือ P1มีแอดเดรสอยู่ที่ 90H รีจิสเตอร์พอร์ต 2 หรือ P2 มีแอดเดรสอยู่ที่ A0H และรีจิสเตอร์พอร์ต 3 หรือ P3 มีแอดเดรสอยู่ที่ B0H รีจิสเตอร์ทุกตัวสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต เมื่อต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลออกไปพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์นี้ทุกครั้ง

รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF)

รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ทำการส่งออกหรือรับเข้าของวงจรสื่อสารอนุกรมที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยภายในรีจิสเตอร์ SBUF นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล และรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูล เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังริจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxDหรือP3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

สำหรับรายละเอียดของรีจิสเตอร์ SBUF และวงจรสื่อสารอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชจะกล่าวถึงในบทที่ว่าด้วยเรื่องการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

รีจิสเตอร์ไทเมอร์ (Timer register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต แต่จะจัดแบ่งเป็นไบต์สูงและไบต์ต่ำเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์ DPTR รีจิสเตอร์ไทเมอร์ใช้ในการเก็บค่าของตัวนับหรือเคาน์เตอร์ (counter) ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการสร้างฐานเวลา , จับเวลา หรือนับจำนวนพัลส์สัญญาณนาฬิกาภายใน บางทีเรียกรีจิสเตอร์ตัวนี้ว่า รีจิสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 จะมีรีจิสเตอร์ไทเมอร์เคาน์เตอร์ 2 ตัว แบ่งเป็น T0 หรือ Timer 1 ในรีจิสเตอร์ยังแบ่งเป็นรีจิสเตอร์ไทเมอร์ไบต์ต่ำ (TL) และรีจิสเตอร์ไทเมอร์ไบต์สูง (TH) เหมือนกันโดยรีจิสเตอร์ TL0 จะมีแอดเดรสอยู่ที่ 8AH รีจิสเตอร์ TH0มีแอดเดรสอยู่ที่ 8BH ในขณะที่ TL1 และ TH1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 8CH และ 8DH ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx จะมีรีจิสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ถึง 3 ตัว โดยมีรีจิสเตอร์ TL2 และ TH2 ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ CCH และ CDH ตามลำดับเพิ่มเติมเข้ามา

รีจิสเตอร์แคปเจอร์ (Capture register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต มีเฉพาะในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx เท่านั้น เนื่องจากต้องใช้ร่วมกับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 (Timer 2) ซึ่งมีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx โดยรีจิสเตอร์แคปเจอร์นี้มีชื่อเรียกอย่างย่อว่า รีจิสเตอร์ RCAP2 ซึ่งแบ่งออกเป็นไบต์ต่ำคือ RCAP2L มีแอดเดรสอยู่ที่ CAH และไบต์สูงคือ RCAP2H มีแอดเดรสอยู่ที่ 0CBH

รีจิสเตอร์แคปเจอร์จะถูกใช้งานเมื่อกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ทำงานในโหมดแคปเจอร์ ซึ่งเป็นโหมดที่กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภานะทางลอจิกที่ขา T2EX ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการวัดคาบเวลา ความถี่ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณพัลส์ที่ขา T2EX

รีจิสเตอร์ควบคุม (Control register)

รีจิสเตอร์ PCON เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรมและกำหนดการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชจะได้กล่าวถึงรายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ว่าด้วยการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม และการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

รีจิสเตอร์ SCON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรสื่อสารอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

รีจิสเตอร์ TCON และ T2CON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทเมอร์เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดย T2CON ใช้สำหรับไทเมอร์เคาน์เตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx

รีจิสเตอร์ TMOD และ T2MOD เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้กำหนดโหมดหรือลักษณะในการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดย T2MOD ใช้สำหรับไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ 2 ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ IE และ IP เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ (interrupt :การขัดจังหวะการทำงานปกติของซีพียู) โดย IE เป็นรีจิสเตอร์สำหรับอีนาเบิลหรือใช้ในการกำหนดลักษณะของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ ในขณะที่ IP เป็นรีจิสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ว่า จะให้ซีพียูตอบสนองการเกิดอินเตอร์รัปต์ในลักษณะใดก่อนหรือหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

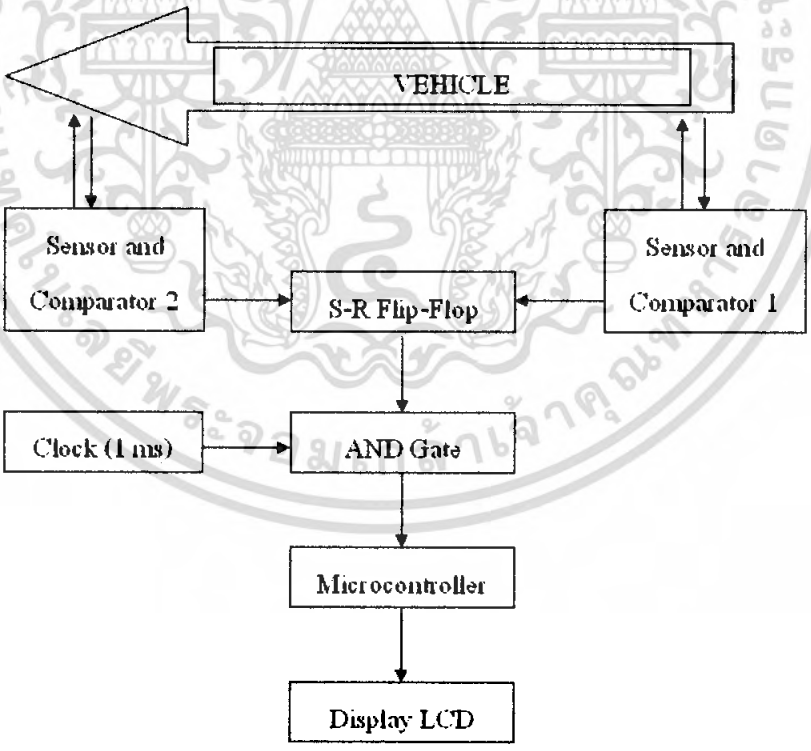
บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 การออกแบบเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะ

3.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจวัดความเร็ว

จากการศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทำให้ทราบว่าการทำงานของระบบเครื่องมือที่ต้องการออกแบบนั้นจะต้องมีส่วนประกอบของระบบต่างๆซึ่งสามารถพิจารณาเป็นส่วนๆได้ดังนี้

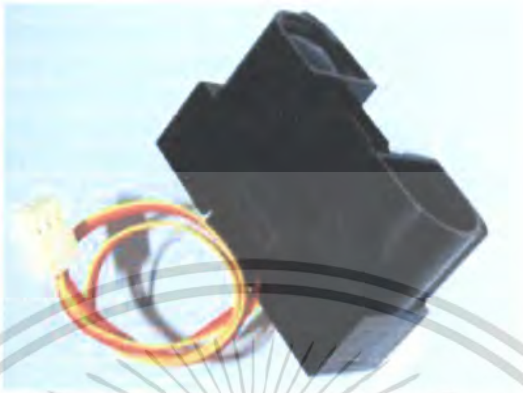
1. ชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F
2. วงจรปรับคุณภาพสัญญาณ
3. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา
4. วงจร S-R ฟลิปฟลอป
5. วงจร AND Gate



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังของชุดเครื่องตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

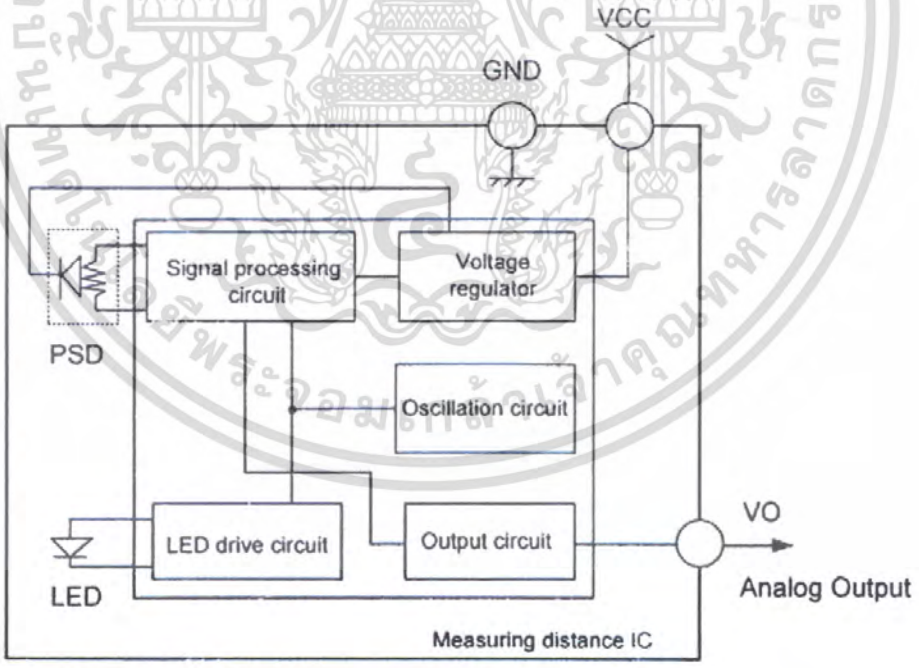
3.1.2 ชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F



รูปที่ 3.2 ชุดอินฟราเรดเซนเซอร์รุ่น GP2Y0A700K0F

หลักการทำงาน

บล็อกไดอะแกรมภายในของ GP2Y0A700K0F



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมภายในของ GP2Y0A700K0F

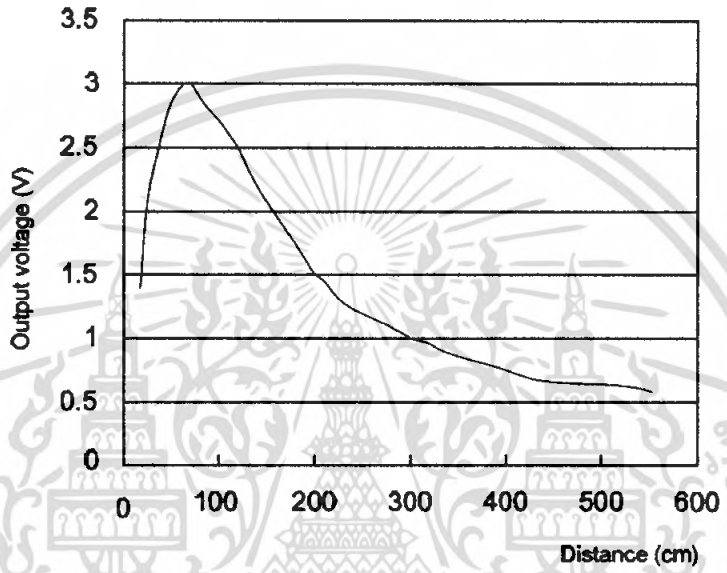
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติชุดอินฟราเรดเซนเซอร์รุ่น GP2Y0A700K0F

1. สีผิวของวัตถุต่างๆ จะมีผลกระทบน้อยมากต่อการสะท้อนสัญญาณของตัวเซนเซอร์ จะมีผลบ้างในวัตถุที่มีสีดำ ซึ่งเป็นสีที่ทำให้การสะท้อนของสัญญาณอินฟราเรดทำได้ไม่ดีนัก

2. ระยะทางในการตรวจจับวัตถุ 100 ถึง 500 เซนติเมตร

3. ให้ค่าเอาต์พุทเป็นแรงดัน (Analog Voltage)



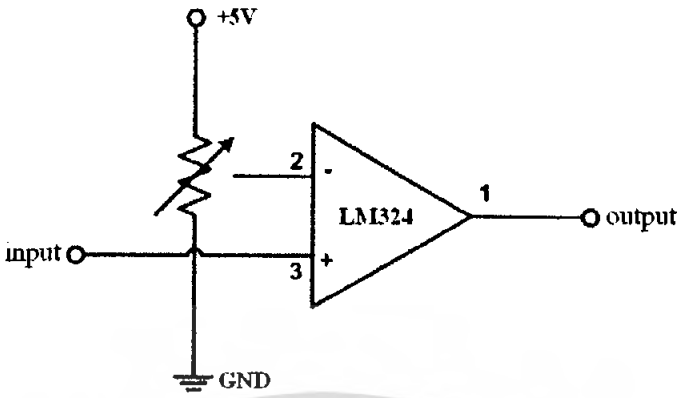
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับระยะทางที่เกิดการสะท้อนกลับของเซนเซอร์

จากรูปที่ 3.4 กราฟเป็นระดับเอาต์พุตของสัญญาณที่ขา V_o ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการสะท้อนของวัตถุในช่วงระยะทาง 100 ถึง 500 cm ซึ่งเป็นระยะในการตรวจจับวัตถุของเซนเซอร์ โดยจากกราฟทดสอบโดยใช้แผ่นกระดาษสีขาวซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนสัญญาณอินฟราเรดได้ดี

3.1.3 วงจรปรับคุณภาพสัญญาณ

เป็นวงจรที่รับสัญญาณมาจากชุดรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด โดยนำสัญญาณที่ได้จากวงจรดังกล่าวมาทำการปรับคุณภาพสัญญาณเพื่อให้สัญญาณที่ได้มีขนาดที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในวงจรถัดไป และใช้ปรับระยะส่งของตัวเซนเซอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



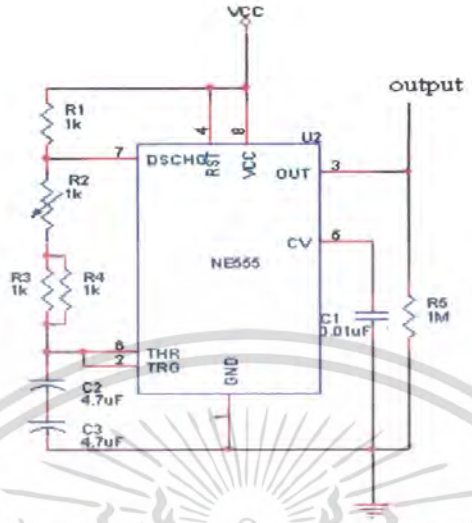
รูปที่ 3.5 วงจรปรับคุณภาพสัญญาณ

หลักการของวงจรที่ใช้ออปแอมป์เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดันซึ่งค่าแรงดันอ้างอิงคงที่อันหนึ่งจะถูกป้อนเข้าขา 2 ของออปแอมป์ ส่วนแรงดันที่เปลี่ยนค่าที่ต้องการเปรียบเทียบจะถูกป้อนเข้าทางขา 3 ทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับของสัญญาณขาเข้ากับค่าที่กำหนดไว้ หากระดับของสัญญาณขาเข้ามีค่ามากกว่าค่าแรงดันขีดเริ่ม วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีตรรกะเป็น High ในทางตรงข้ามหากสัญญาณขาเข้ามีค่าต่ำกว่าค่าแรงดันขีดเริ่ม วงจรจะให้สัญญาณขาออกที่มีตรรกะเป็น Low

3.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

เป็นวงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ไอซีเบอร์555 ที่สามารถกำหนดให้กำเนิดสัญญาณในช่วงเวลา 1 วินาที เนื่องจากที่เราต้องการวัดค่าของเวลาที่เซนเซอร์รับส่งทั้ง 2 ชุดมีการเปลี่ยนแปลงสถานะในหน่วยมิลลิวินาที เพื่อนำมาคำนวณความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ใช้หลักการของการcharge discharge ของ C กับการเปลี่ยนแปลงค่า logic ของ Schmitt Trigger ที่มีการเปลี่ยนแปลง output ทันทีทันใด เมื่อถึงระดับของการรับรู้ว่าเป็น logic ใด ซึ่งจะใช้ IC เบอร์ 555 ในการสร้างวงจรนี้ขึ้น

การคำนวณหาค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกา

สูตรการคำนวณ $$T = 0.693 \times R_1 \times C_1 \quad (3.1)$$

เลือก $C_1 = 1.44$ uF และ $R_1 = 1$ kΩ

จะทำให้ได้ $$T = 0.693 \times 1.44 \times 10^{-6}\,\text{F} \times 1 \times 10^{3}\,\Omega$$

$$T = 1.00 \times 10^{-3}\,\text{s}$$

หรือ $T = 1$ ms

3.1.5 วงจร S-R ฟลิปฟลอป

เป็นวงจรที่ใช้ในการค้างค่าของActive High ไว้เพื่อกำหนดช่วงของการเปลี่ยนแปลงสถานะของเซนเซอร์แต่ละตัว

3.1.6 วงจร AND Gate

เป็นวงจรรวมคลื่นสัญญาณที่ออกมาจาก S-R ฟลิปฟลอป และ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เมื่อมีสัญญาณเข้ามาจากชุดเซนเซอร์ทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คอนโทรลเลอร์ (Controller)

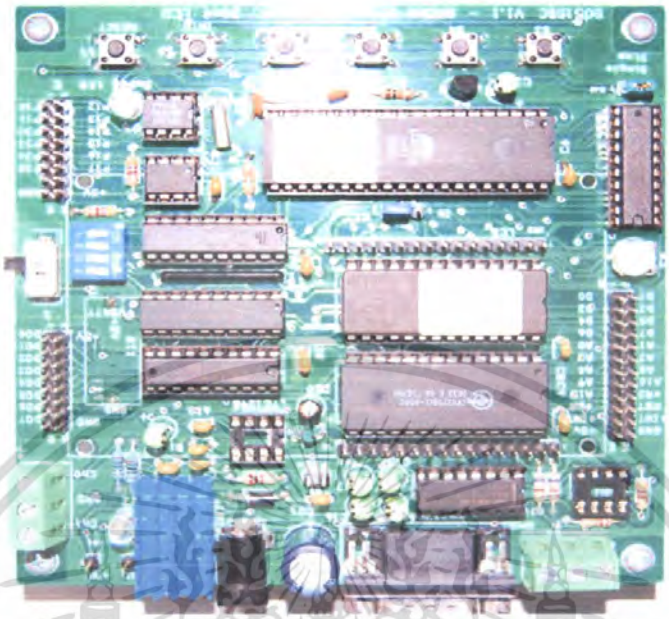
มีหน้าที่ควบคุมการนับและประมวลผลสัญญาณเพื่อนำไปคำนวณความเร็ว และควบคุมการแสดงผล โดยจะรับสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบและทำการนับสัญญาณค่าของเวลาที่ได้ จากการวิ่งผ่านของยานพาหนะในตำแหน่งของชุดอินฟราเรดเซนเซอร์ทั้ง2ชุด แล้วส่งสัญญาณมาที่ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งใช้ MCS-51 Microcontroller เพื่อทำการคำนวณเป็นผลค่าของความเร็วแสดงผลบนจอ LCD ซึ่งการทำงานจะเป็นไปตามรูปที่ 3.7 ดังนี้

รูปที่ 3.7 แสดงแผนผังการทำงานของชุดคอนโทรลเลอร์ (Controller)

3.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

เป็นส่วนของวงจรทั้งหมดที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายในประกอบด้วยส่วนของบอร์ดที่มีการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม (serial port) และส่วนที่ต่อกับ LCD วงจรทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 3.8 โดยมีอุปกรณ์ที่สำคัญคือ ไอซี AT89S52 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และพอร์ตอินพุตและเอาท์พุต เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อใช้ในการรับค่าสัญญาณและส่งออกแสดงผลทางจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงบอร์ด MCS-51

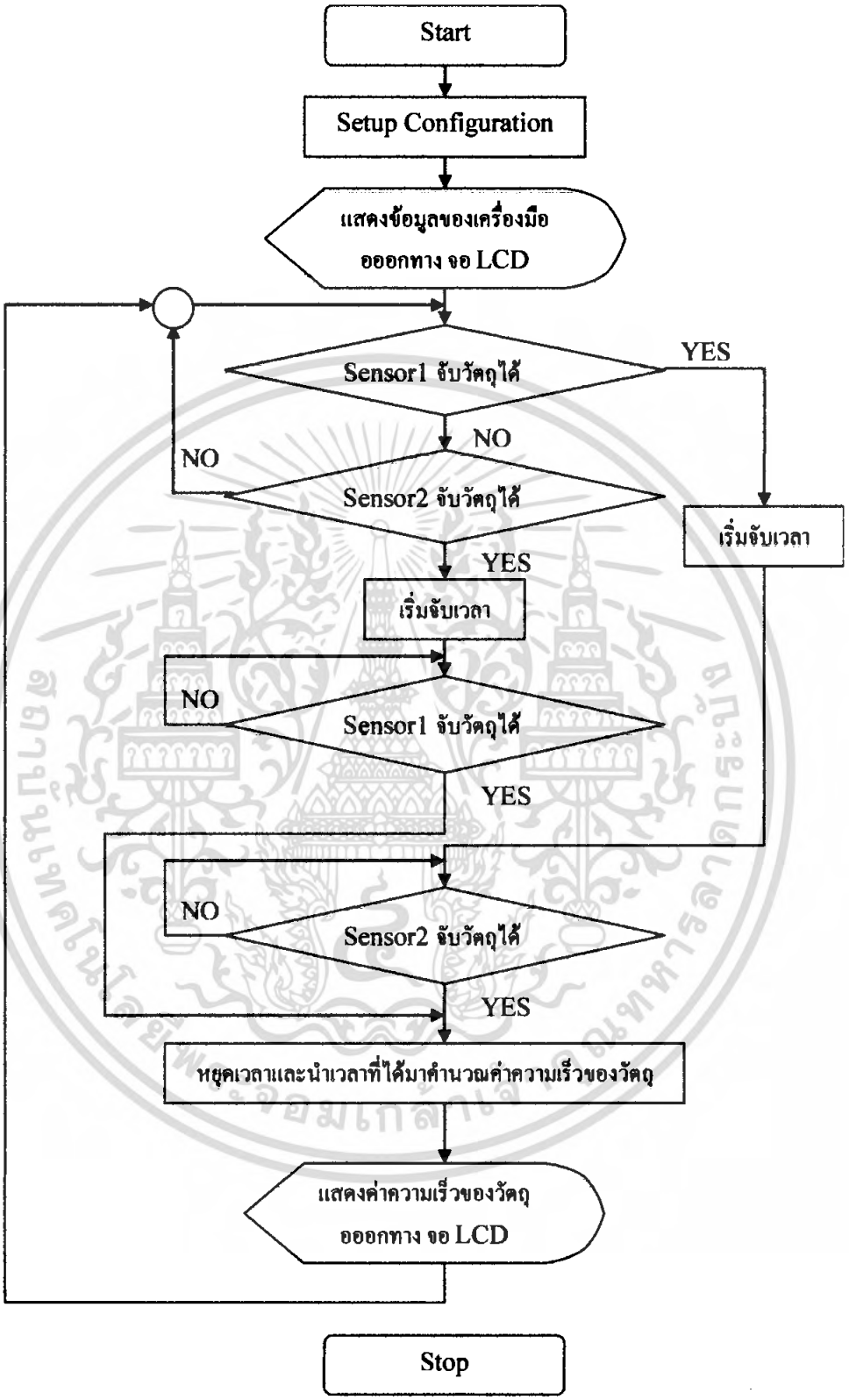
3.2.2 ส่วนซอฟแวร์

เป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมด ประกอบด้วยส่วนของโปรแกรมหลักที่ใช้ คือส่วนรับค่าสัญญาณพัลล์จากพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุต แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเร็วของยานพาหนะ และส่วนของโปรแกรมที่แสดงผลค่าความเร็วของยานพาหนะทางจอ LCD

โฟลว์ชาร์ต (Flowchart) การทำงานของโปรแกรม

- ในการทำงานของโปรแกรมเราทำการ Setup Configuration เพื่อกำหนดระยะของการวางเซนเซอร์ทั้ง 2 เมื่อมีวัตถุหรือยานพาหนะวิ่งตัดผ่านเซนเซอร์ตัวแรกจะเริ่มทำการนับเวลา แล้วจะหยุดเวลาเมื่อยานพาหนะนั้นวิ่งผ่านเซนเซอร์ตัวที่ 2 จากนั้นนำค่าของเวลาที่ได้มาคำนวณและประมวลความเร็วที่ได้ นำค่าออกแสดงผล ดังแสดงที่รูป 3.9

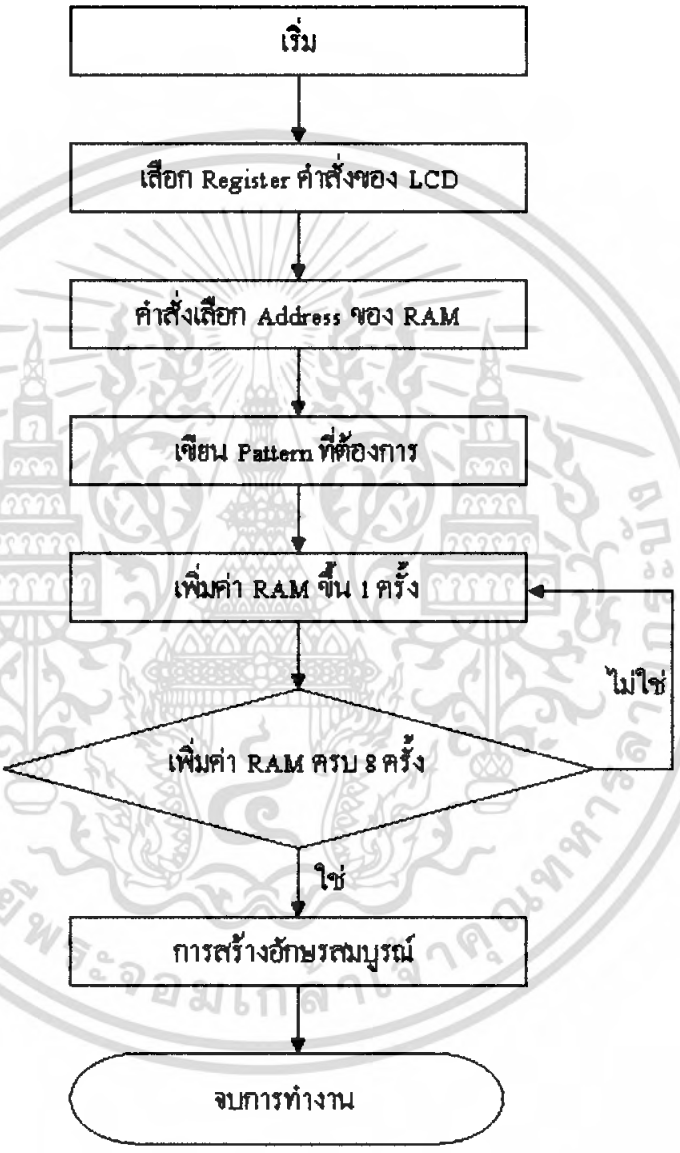
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดง Flowchart โปรแกรมหลักที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการสั่งให้ LCD รับข้อมูลแล้วเขียนลงในรีจิสเตอร์ (Register) คำสั่งทำการเลือกแอดเดรส (Address) โดยเริ่มที่ 00H จากนั้นเขียนแพทเทิร์น (Pattern) ที่ต้องการลงแอดเดรสที่กำหนด แล้วทำการเพิ่มค่าแอดเดรสขึ้นทีละ 1 ทำการเขียนแพทเทิร์นอีก เมื่อเขียนแพทเทิร์นจนครบ 8 ครั้ง ก็จะสร้างตัวอักษรได้ 1 ตัว แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดง Flowchart แสดงผล

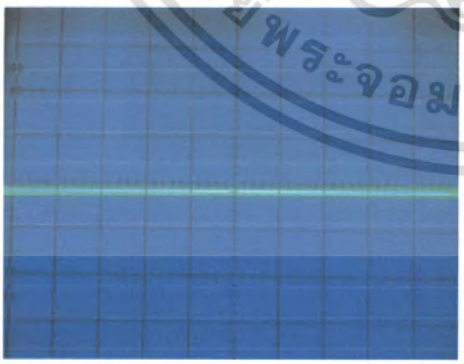
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

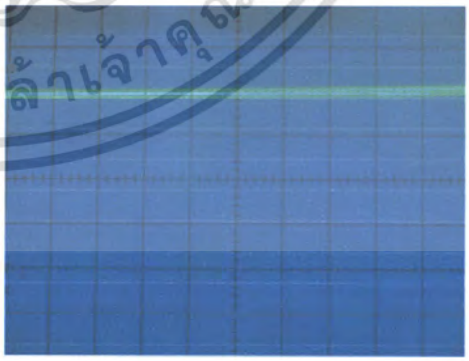
รูปแสดงส่วนประกอบต่างๆ ในเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะ

รูปที่ 4.1 แสดงชุดเซนเซอร์ตัวรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F

4.1 การวัดสัญญาณที่ได้ชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรด รุ่น GP2Y0A700K0F



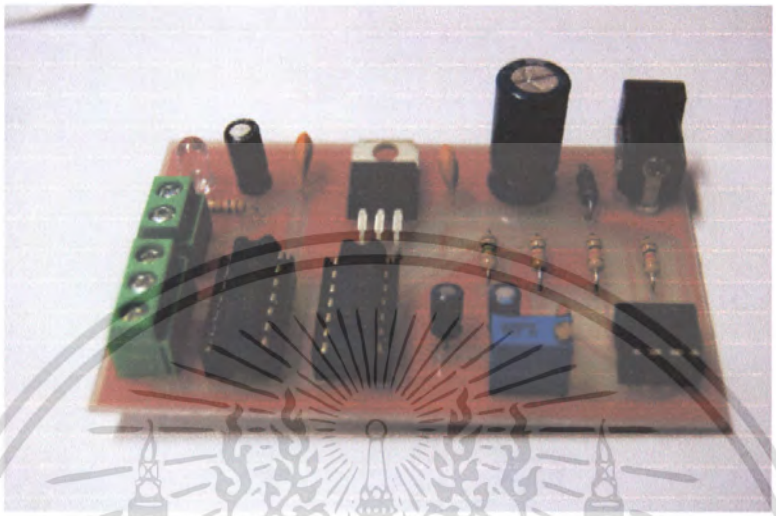
รูปที่ 4.2 สัญญาณก่อนมีสัญญาณอินพุทเข้ามา



รูปที่ 4.3 สัญญาณหลังมีสัญญาณอินพุทเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรฟลิป-ฟลอป และวงจร AND Gate



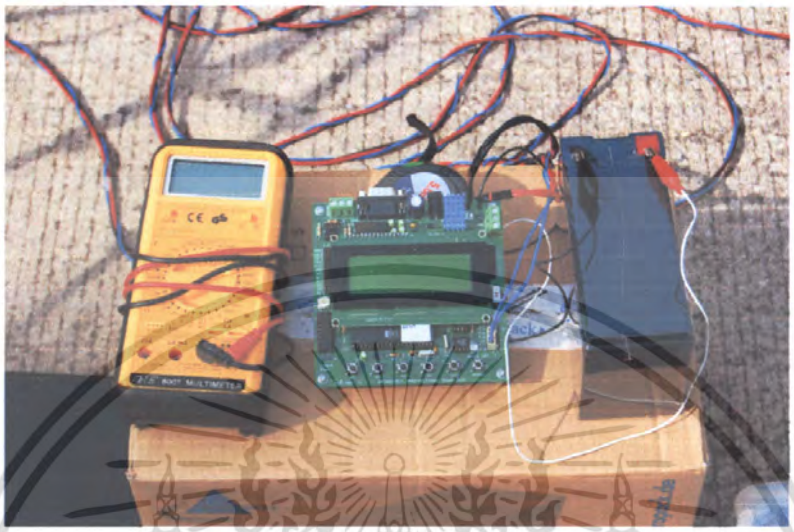
รูปที่ 4.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา วงจรฟลิป-ฟลอป และวงจร AND Gate

4.3 การวัดสัญญาณที่ได้จาก IC เบอร์ 555 ที่สร้างพัลส์ 1 ms

รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้จาก IC เบอร์ 555 ที่สร้างพัลส์ 1 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ และแบตเตอร์รี่แห้ง



รูปที่ 4.6 แสดงส่วนของชุดคอนโทรลเลอร์ (Controller) และ แบตเตอรรี่แห้ง

รูปที่ 4.7 แสดงการติดตั้งชุดเครื่องมือตรวจวัดความเร็วยานพาหนะที่จัดทำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองการแสดงผลของไมโครคอนโทรลเลอร์บนจอ LCD

รูปที่ 4.8 แสดงผลการวัดอัตราเร็วบนจอ LCD

4.6 การวัดความเร็วของรถจักรยานยนต์

ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะที่จะทำการทดลอง ดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 แสดงการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรถจักรยานยนต์

2. กำหนดระยะทางระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง ที่ต้องการวัดความเร็ว แล้วทำการบันทึกค่าความเร็วเมื่อรถจักรยานยนต์วิ่งผ่านชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการทดลองข้อที่ 2 ซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของความเร็ว

4. เปรียบเทียบค่าความเร็วที่ได้จากข้อ 3 กับค่าความเร็วที่ได้จากมาตรวัดบนหน้าปัดรถจักรยานยนต์

5. เปลี่ยนค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์และระยะทางระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง แล้วทำการทดลองข้อที่ 2-4 ซ้ำ

ในการทดลองนั้น เราจะทำการวัดความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่มีความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร 8 เมตร และ 10 เมตร โดยนำผลการทดลองที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่าความเร็วของรถจักรยานยนต์ที่แสดงบนหน้าปัดวัดความเร็ว ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ความเร็วของรถจักรยานยนต์ (km/hr)	ความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดได้ (km/hr)						เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
30	32.239	31.765	31.765	32.239	30.000	31.602	5.34
40	39.273	38.571	41.538	39.273	40.755	39.882	0.30
50	50.233	46.957	48.000	52.683	52.683	50.111	0.22
60	58.378	58.378	58.378	60.000	58.378	58.702	2.16
						เฉลี่ย	2.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 8 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ความเร็วของรถจักรยานยนต์ (km/hr)	ความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดได้ (km/hr)						เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
30	31.648	31.648	29.691	31.304	29.091	30.676	2.25
40	38.400	41.739	40.000	40.000	39.452	39.918	0.21
50	51.429	51.429	51.429	49.655	50.526	50.894	1.79
60	58.776	60.000	58.776	57.600	60.000	59.030	1.62
						เฉลี่ย	1.47

ตารางที่ 4.3 แสดงความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 10 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ความเร็วของรถจักรยานยนต์ (km/hr)	ความเร็วของรถจักยานยนต์ที่ทำการวัดได้ (km/hr)						เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย	
30	30.000	31.432	31.727	29.091	31.739	30.798	2.66
40	41.860	40.449	42.373	40.000	39.273	40.791	1.98
50	50.704	49.315	52.174	50.000	50.000	50.439	0.88
60	60.000	62.286	60.000	58.143	59.315	59.949	0.09
						เฉลี่ย	1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การวัดความเร็วของรถยนต์

ขั้นตอนการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะที่จะทำการทดลอง ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 แสดงการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรถยนต์

2. กำหนดระยะทางระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง ที่ต้องการวัดความเร็ว แล้วทำการบันทึกค่าความเร็วเมื่อรถยนต์วิ่งผ่านชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง

3. เปรียบเทียบค่าความเร็วที่ได้จากข้อ 2 กับค่าความเร็วที่ได้จากมาตรวัดบนหน้าปัดรถยนต์

4. เปลี่ยนค่าความเร็วของรถยนต์และระยะทางระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง แล้วทำการทดลองข้อที่ 2-3 ซ้ำ

ในการทดลองนั้น เราจะทำการวัดความเร็วของรถยนต์ที่มีความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร 8 เมตร และ 10 เมตร โดยนำผลการทดลองที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่าความเร็วของรถยนต์ที่แสดงบนหน้าปัดวัดความเร็ว ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงความเร็วของรถยนต์ที่ทำการวัดที่ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง 6 เมตร 8 เมตร และ 10 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ความเร็วของรถยนต์ (km/hr)	ความเร็วของรถยนต์ที่ทำการวัดได้ (km/hr) ระยะห่างระหว่างชุดรับและส่งสัญญาณอินฟราเรดทั้งสอง				เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	6 เมตร	8 เมตร	10 เมตร	เฉลี่ย	
50	49.091	51.429	49.444	49.988	0.02
70	69.677	72.000	72.455	71.377	1.97
90	86.400	89.000	92.308	89.236	0.85
				เฉลี่ย	0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาโครงงานพิเศษเรื่อง เครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูก ได้จัดทำชุดรับส่งสัญญาณอินฟราเรดขึ้นมาวัดค่าความเร็วของยานพาหนะบนท้องถนน โดยใช้เทคนิคและคุณสมบัติของคลื่นอินฟราเรด และการสร้างวงจรขยายและวงจรจับเวลาแล้วทำการคำนวณความเร็วของยานพาหนะโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วจึงแสดงผลทางจอ LCD หลังจากนั้นนำค่าความเร็วที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วยานพาหนะที่สร้างขึ้นมาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วจากมาตรวัดความเร็ว

ซึ่งค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดสร้างเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะราคาถูกทั้งหมดเป็นจำนวนเงิน 5,000 บาท

5.2 ปัญหาที่พบ

การวางตัวของระยะของเซนเซอร์ต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการคำนวณของวงจรในระยะ 6 ถึง 10 เมตร จึงต้องระมัดระวังอย่างมากในการวางอุปกรณ์ให้ตรงกับระยะที่เครื่องได้ตั้งไว้เพื่อไม่ให้ค่าความเร็วที่ได้นั้นผิดพลาดไปจากค่าจริง

เนื่องจากชุดรับส่งสัญญาณอินฟราเรดมีระยะ 1 ถึง 5 เมตรทำให้ในการวัดความเร็วของยานพาหนะบนถนนที่มีการวิ่งสวนกัน ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดของเครื่องตรวจจับความเร็วยานพาหนะที่สร้างขึ้น

ผลที่ได้จากการทดลองวัดความเร็วของยานพาหนะ เราไม่สามารถทราบได้ว่ายานพาหนะนั้นๆ มีความเร็วที่แน่นอนเท่าใด เนื่องจากมาตรวัดความเร็วของยานพาหนะเป็นแบบอนาลอก

5.3 ข้อเสนอแนะ

ปรับปรุงชุดเครื่องตรวจวัดความเร็วยานพาหนะขึ้นใหม่ โดยให้ระยะของเซนเซอร์ 2 ตัว สามารถอยู่ใกล้กันมากขึ้นโดยไม่มีการผิดพลาดของข้อมูล และให้มีการประมวลผลและแสดงข้อมูลได้รวดเร็วกว่าเดิม

และเพื่อประโยชน์สูงขึ้นควรจะสร้างเครื่องส่งข้อมูลที่สามารถใช้งานได้ไกล และเพื่อเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ อาจติดตั้งกล้องถ่ายภาพยานพาหนะที่วิ่งผ่านชุดเครื่องมือได้ด้วยจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นประโยชน์สูงสุด หรือเมื่อยานพาหนะวิ่งผ่านชุดรับส่งสัญญาณอินฟราเรด อาจจะแสดงข้อความเตือนใจบนจอ LCD ขนาดใหญ่ เพื่อบอกค่าความเร็วของยานพาหนะและเตือนใจผู้ขับขี่ยานพาหนะทุกชนิด ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถช่วยลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นบนท้องถนนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วราวุฒิ เถาลัดดา. **ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 2.** ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัตน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2543. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 Flash Microcontroller.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

วิศรุต ศรีรัตนะ. 2550. **เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ดุสิต เครืองาม. 2542. **ฟิสิกส์ เทคโนโลยีและการใช้งาน เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

"เซนเซอร์ตรวจจับแสงอินฟราเรด" [Online].Available: http://research.crma.ac.th/2549/index.php

"แสงอินฟราเรด" [Online].Available: http://research.crma.ac.th/2549/index.php/2

"ความเร็ว" [Online].Available: http://www.snr.ac.th/clearning/kosit/sec02p01.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาษา C Controller

```
#include <stdio.h>
#include <reg52.h>
#include <math.h>


sbit DETECT1 = P1^2;
sbit DETECT2 = P1^3;



char i=0;
char tick,go;
float velocity,time,distance;
unsigned int value;
char buffer[16];

// functions prototype declarartion
InitLcd(void);
clr_screen(void);
char *Puts(char* str);
goto_xy(char x,char y);
void putch_lcd(char ch);


// timer interrupt service routine


void timer0int (void)  interrupt 1  using 1  {
        TH0 |= 0xdc; // reload value with 8MHz Xtal
        TL0 |= 0x00;
        value++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void DelayMs(unsigned int count)
{  // mSec Delay 11.0592 Mhz
   unsigned int i;
   while(count)
            {
     i = 115;
                        while(i>0) i--;
     count--;
   }
}


void ex0_interupt (void) interrupt 0{
                        distance=distance+0.5;
                        if(distance>10)
                                distance=1;

                        clr_screen();
                        Puts(" V Detector");
                        sprintf(buffer,"D=%1.1f m\0",distance);
                        goto_xy(0,1);
                        Puts(buffer); // write to lcd
                        DelayMs(250); // Debounce switch
}


void main()
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    EA = 1;
    ET0 = 1;
    EX0 = 1;
    TMOD |= 0x01; /* timer 0 run 16 bit counter */
    TR0 = 1;
    DETECT1=0;
    DETECT2=0;
    velocity=0;
    time=t2=0;
    distance=5;
    go=0;
    InitLcd();
    Puts(" V Detector Device ");
    goto_xy(0,1);
    DelayMs(1000);
    Puts(" Version 1.0 Rev 3. ");
    goto_xy(0,2);
    DelayMs(1000);
    Puts("  Applied Physics.  ");
    goto_xy(0,3);
    DelayMs(1000);
    Puts("      KMITL.      ");
    DelayMs(5500);
    clr_screen();
    Puts(" V Detector Device ");
    goto_xy(0,2);
    Puts("     Ready!!!      ");

while(1)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DETECT1=DETECT2=0;

while(go==0)
{
        if(DETECT1)
                {
                clr_screen();
                go=1;
                Puts(" V Detector");
                goto_xy(14,0);
                Puts("D1");
                }
        if(DETECT2)
                {
                clr_screen();
                go=2;
                Puts(" V Detector");
                goto_xy(14,0);
                Puts("D2");
                }
}
value=0;

if(go==1)
{
        while(DETECT2==0)
        {
        ;
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                time=value;
                        goto_xy(16,0);
                        Puts(">D2");
        }


        if(go==2)
        {
                while(DETECT1==0)
                {
                ;
                }
                time=value;
                        goto_xy(16,0);
                        Puts(">D1");

        }


Puts(" V Detector");
sprintf(buffer,"D=%1.1f m\0",distance);
goto_xy(0,1);
Puts(buffer); // write to lcd
//cal=5*1000/value;


sprintf(buffer,"T=%2.2f s\0",time/100);
goto_xy(10,1);
Puts(buffer); // write to lcd


velocity=distance*100/time; // 3.6-->convert to Km/H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                sprintf(buffer,"V=%2.4f m/s\0",velocity);
                goto_xy(0,2);
                Puts(buffer); // write to lcd

                velocity=3.6*distance*100/time; // 3.6-->convert to Km/H

                sprintf(buffer,"V=%3.3f Km/h\0",velocity);
                goto_xy(0,3);
                Puts(buffer); // write to lcd
                go=0;
                DelayMs(1000);        //Or 2000
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง GP2Y0A700K0F

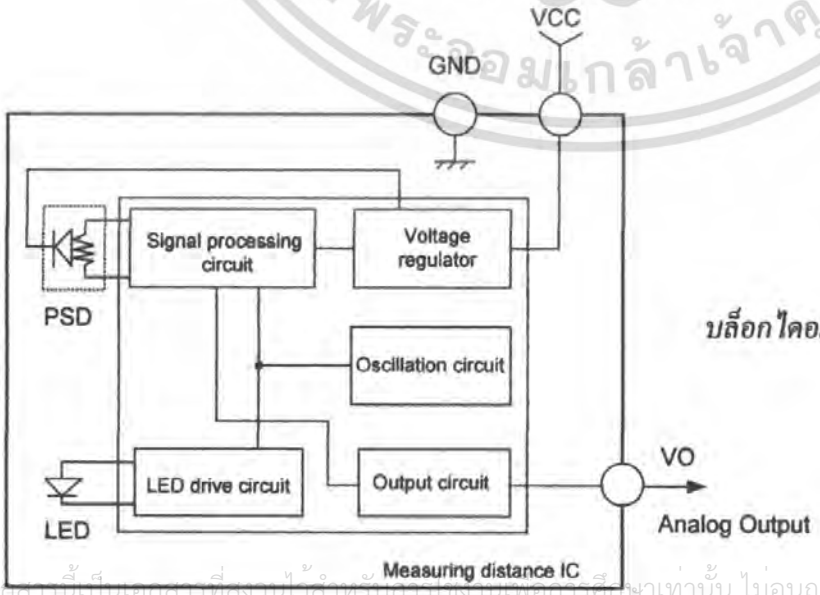
(Distance Measuring Sensors)

คุณสมบัติ

1. สีผิวของวัตถุต่างๆ จะมีผลกระทบน้อยมากต่อการสะท้อนสัญญาณของตัวเซนเซอร์ จะมีผลบ้างในวัตถุที่มีสีดำ ซึ่งเป็นสีที่ทำให้การสะท้อนของสัญญาณอินฟราเรดทำได้ไม่ดีนัก
2. ระยะทางในการตรวจจับวัตถุ 100 ถึง 500 เซนติเมตร
3. ให้ค่าเอาต์พุตเป็นแรงดัน (Analog Voltage)
4. ไม่จำเป็นต้องมีวงจรควบคุมภายนอกเพียงแค่จ่ายไฟเลี้ยง (VCC ,GND) ก็สามารถนำเอาต์พุตของตัวเซนเซอร์ไปใช้งานได้เลย ซึ่งแรงดัน Vcc ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 4.5 ถึง 5.5 V โดยปกติจะใช้ที่ 5 V แต่สามารถทนแรงดันต่ำสุด และ สูงสุด ได้ –0.3 ถึง +7 V

■Absolute Maximum Ratings (T_a=25°C,Vcc=5V)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	V_{CC}	-0.3 to +7	V
Output terminal voltage	V_O	-0.3 to V_{CC}+0.3	V
Operating temperature	T_{opr}	-10 to +60	°C
Storage temperature	T_{stg}	-40 to +70	°C

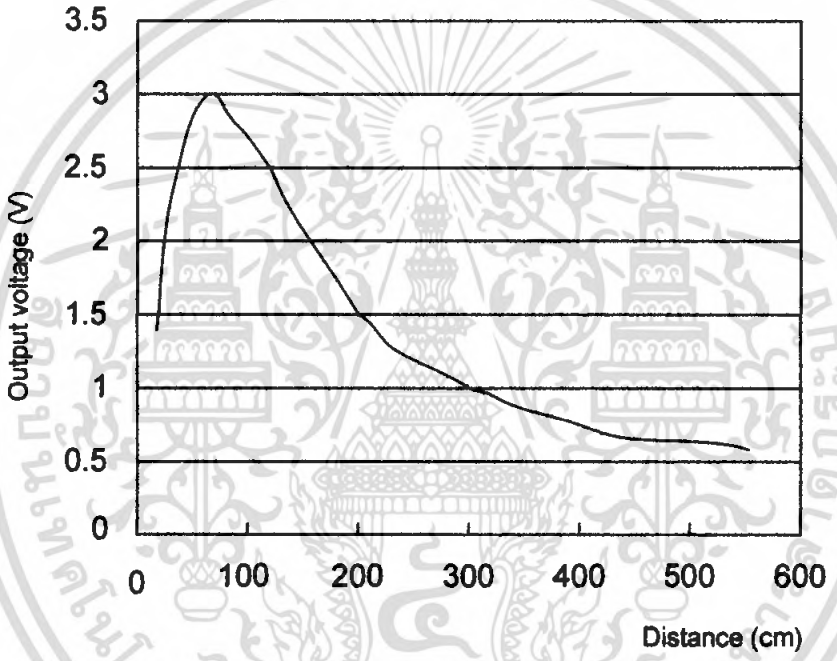


*บล็อกไดอะแกรมภายในของ **GP2Y0A700K0F***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปประยุกต์ใช้งาน (Applications)

1. ใช้ในฟังก์ชันการโฟกัสระยะของเครื่องโปรเจคเตอร์ Projector (for auto focus)
2. ใช้เป็นเซนเซอร์ของหุ่นยนต์ทำความสะอาด (Robot cleaner)
3. สวิตช์ อัตโนมัติ สำหรับหลอดไฟ หรือ เครื่องใช่ไฟฟ้า อื่นๆ (Auto-switch for illumination, etc.)
4. เซนเซอร์ตรวจจับตัวบุคคล (Human body detector)
5. เซนเซอร์ตรวจนับวัตถุบนสายพานลำเรียงในงานอุตสาหกรรม
6. เซนเซอร์ป้องกันอันตรายจากการปิดประตู ของระบบประตูอัตโนมัติ เช่น รถไฟฟ้า, ลิฟโดยสาร เป็นต้น



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันเอาต์พุต กับ ระยะทางที่เกิดการสะท้อนกลับของเซนเซอร์

จากรูปกราฟเป็นระดับเอาต์พุตของสัญญาณที่ขา Vo ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการสะท้อนของวัตถุ ในช่วงระยะทาง 100 ถึง 500 cm ซึ่งเป็นระยะในการตรวจจับวัตถุ (Detection) ของเซนเซอร์ โดยจากกราฟทดสอบโดยใช้แผ่นกระดาษสีขาวซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนสัญญาณอินฟราเรดได้ดี (Reflectance 90%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคุณสมบัติของตัวเซนเซอร์

■Electro-optical Characteristics (T_a=25 C,Vcc=5V)

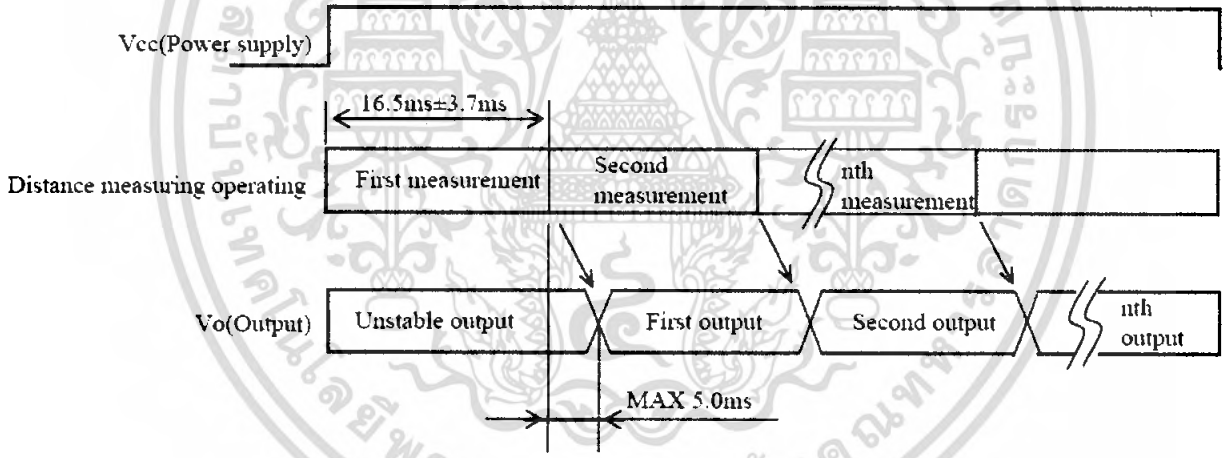
Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Average supply current	I_{CC}		—	30	50	mA
Distance measuring	ΔL	(Note 1)	100	—	550	cm
Output voltage	V_O	L=100cm (Note 1) 3	2.5	2.7	2.9	V
Output voltage differential	ΔV_{O1}	Output voltage difference between L=100cm and L=200cm (Note 1)	1.0	1.2	1.4	V
	ΔV_{O2}	Output voltage difference (L=100cm→200cm)/ Output voltage differentce (L=200cm→550cm)(Note 1.2)	1.0	1.5	2.0	V

***L** : คือ ระยะทางของการสะท้อนวัตถุ

Note 1 : ทดสอบโดย ใช้การสะท้อนวัตถุที่เป็น กระดาษสีขาวที่มีค่าการสะท้อน (reflectance) 90 %

Note 2 : ค่าที่วัดได้ระยะทาง 550 ซม. เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบวัดค่า ทั้งหมด 20 ครั้ง

ตามเวลาการทำงานของเซนเซอร์

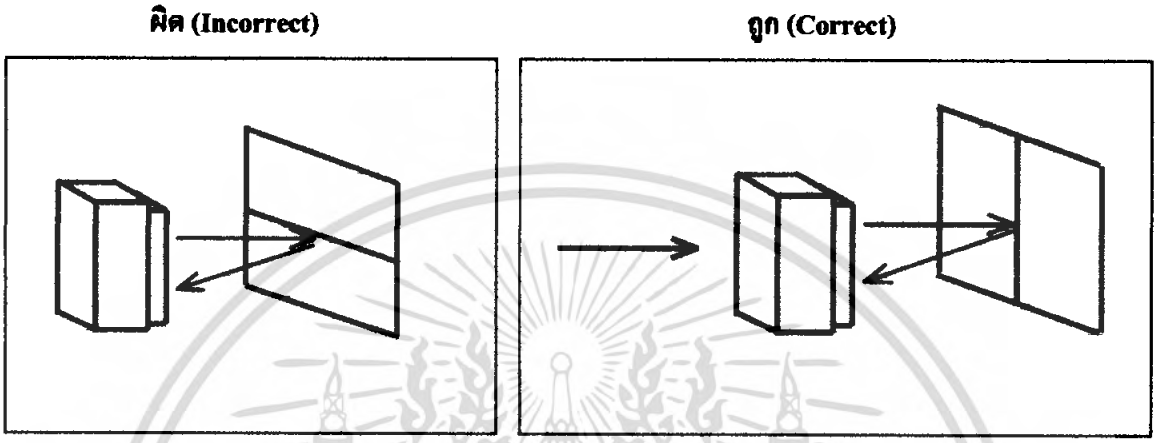


ข้อแนะนำการใช้งานเซนเซอร์

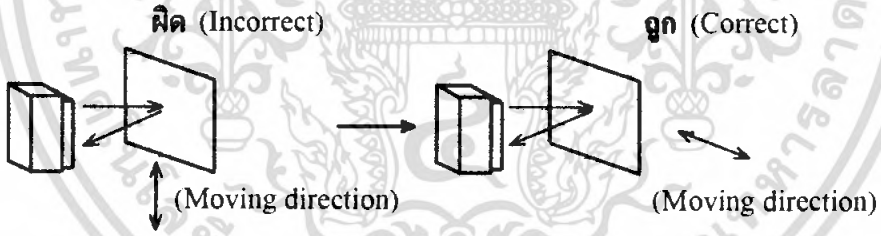
1. ควรดูแลรักษาเลนส์ ของเซนเซอร์ให้สะอาดอยู่เสมอ เพราะ ฝุ่น , น้ำ , น้ำมัน หรือ สิ่งสกปรก จะมีผลต่อคุณสมบัติการทำงานของเซนเซอร์
2. เนื่องจากเซนเซอร์นี้ใช้คุณสมบัติของการส่ง และ สะท้อนคลื่นแสงของ LED ที่มีความยาวแสง (λ = 870 ± 70nm) ดังนั้นแสงจากภาวะแวดล้อม เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ หรือ อุปกรณ์กำเนิดแสงอื่นๆ อาจมีผลกระทบกับคุณสมบัติของเซนเซอร์ ดังนั้นในการติดตั้งเซนเซอร์ ควรพิจารณาเรื่องภาวะแวดล้อมของแสงให้ดี หรืออาจทำการครอบตัวอุปกรณ์ด้วยวัสดุต่างๆ เพื่อป้องกันการรบกวนของแสงจากภายนอก แต่ห้ามครอบบังเลนส์ของเซนเซอร์เด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พื้นผิวของวัตถุมีผลต่อการสะท้อนของสัญญาณ เช่น พื้นผิวที่ลาดเอียงของวัตถุอาจสะท้อนสัญญาณหักเหออกไป ไม่สะท้อนกลับมายังเซนเซอร์ ดังนั้นจึงควรพิจารณาเรื่องพื้นผิวของวัตถุให้ดี เช่น จัดวัตถุให้วางตั้งฉากกับเซนเซอร์ เป็นต้น
4. ในกรณีที่ใช้เซนเซอร์ตรวจจับเส้นรอยต่อของวัตถุควรให้เส้นอยู่ในแนวตั้ง ดังรูปด้านล่าง



5. กรณีการตรวจจับ หรือ นับวัตถุที่เคลื่อนที่ แนะนำให้ออกแบบการเคลื่อนที่ของวัตถุให้เคลื่อนผ่านทางแนวนอน ไม่ควรออกแบบให้เป็นแนวตั้งเพราะอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่าย ดังรูปด้านล่าง

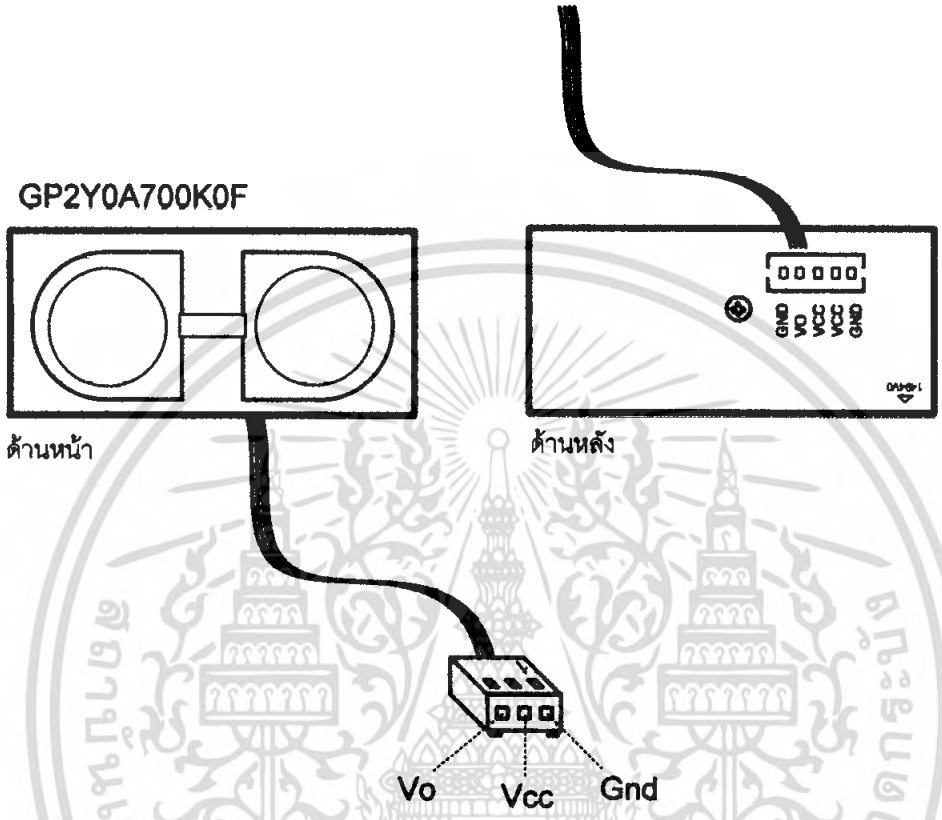


5. เพื่อเสถียรภาพของไฟเลี้ยงที่จ่ายให้เซนเซอร์ แนะนำให้ต่อคาปาซิเตอร์ 10uF คร่อม VCC และ GND ของตัวเซนเซอร์
6. ควรใช้ Power Supply ที่สามารถจ่ายกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 350mA เพราะอุปกรณ์เซนเซอร์นี้ต้องการกระแสอย่างต่ำ 330mA
7. <u>ห้าม</u> ล้างทำความสะอาดตัวเซนเซอร์ด้วยน้ำ ควรใช้ผ้าสะอาด และ แห้งเช็ดทำความสะอาดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปต่อใช้งาน

จะมีขาสัญญาณสำหรับต่อใช้งาน 3 ขา คือขาสัญญาณ Vo (Analog Output) , VCC และ GND มีการจัดเรียงในลักษณะต่อไปนี้

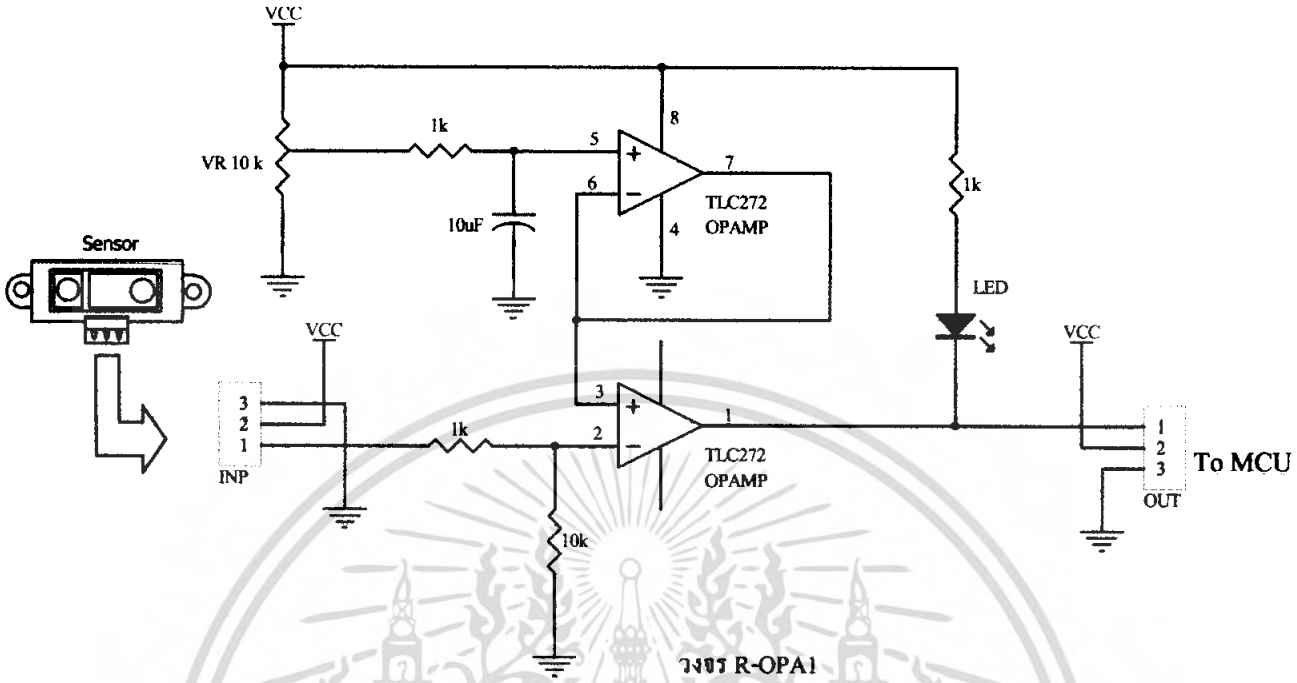


การนำไปประยุกต์ใช้งานสามารถทำได้ในหลายลักษณะขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่เราต้องการ เช่น ใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจสอบระยะการชนของรถยนต์ หรือ นำมาใช้กับ Robot เพื่อตรวจสอบวัตถุหรือสิ่งกีดขวางในตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการ

เนื่องจากเอาต์พุตของตัวเซนเซอร์จะได้ออกมาเป็นแรงดันอนาลอก ดังนั้นการจะนำมาต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจึงต้องผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณเสียก่อนเพื่อให้ได้สัญญาณ ในรูปแบบดิจิตอลที่ MCU สามารถประมวนผลได้ โดยใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Analog to Digital Converter หรือ อาจนำเอาเอาต์พุตของตัวเซนเซอร์มาต่อเข้ากับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator) แล้วให้มีสภาวะเอาต์พุตออกมาเป็น “0” (0 V) หรือ “1” (+5V) ก็ได้เช่นกัน

กรณีต้องการต่อร่วมกับ ET-ROBOT STAMP P40 ซึ่งเนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ไม่มีโมดูลแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A to D) ภายในดังนั้นวิธีการง่ายสุดก็คือการนำมาต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันดังตัวอย่างวงจรต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจร R-OPA1

จากวงจรเราสามารถปรับระดับระยะทางในการตรวจจับได้โดยการปรับที่ VR10k โดยหากต่อวงจรในลักษณะนี้เมื่อ Sensor มีการสะท้อนกับวัตถุหรือ ตรวจจับวัตถุได้เอาต์พุตของวงจรนี้จะเป็นลอจิก "0" (LED ติดสว่าง) และ หากไม่มีการสะท้อนสัญญาณจากวัตถุเอาต์พุตของวงจรก็จะมีลอจิก "1" (LED ดับ)

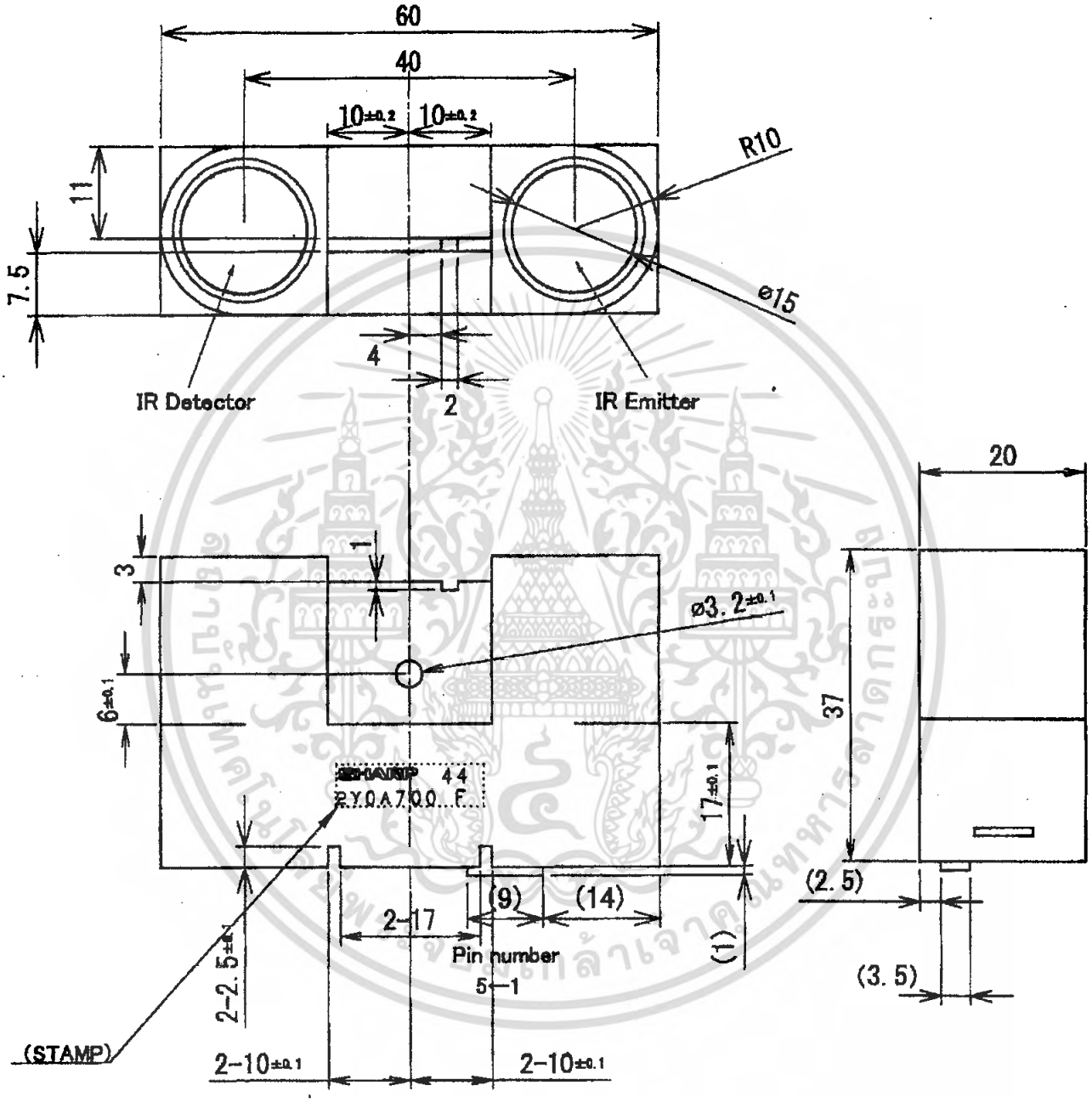
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERENCE

2. Outline

GP2Y0A700K0F

Drawing No.: CY13025J02B Scale: Free Unit: mm



STAMP (Example)

SHARP 44
2Y0A700 F
Model name

Production year : Last digit of prod. year
Production month : Jan. to Sep. ; 1 to 9
Oct. ; X, Nov. ; Y, Dec. ;Z

Note1) Unspecified tolerances shall be ±0.3mm

2) Pin arrangements

1, 5: GND

2, 3: Vcc

4 : Vo

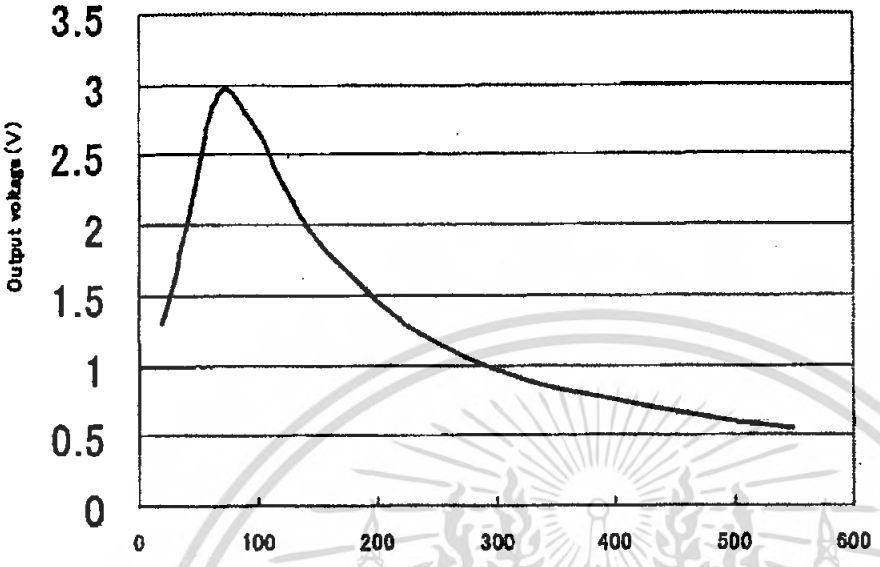
3) The connector is made by JST and its parts number is B5B-ZR.

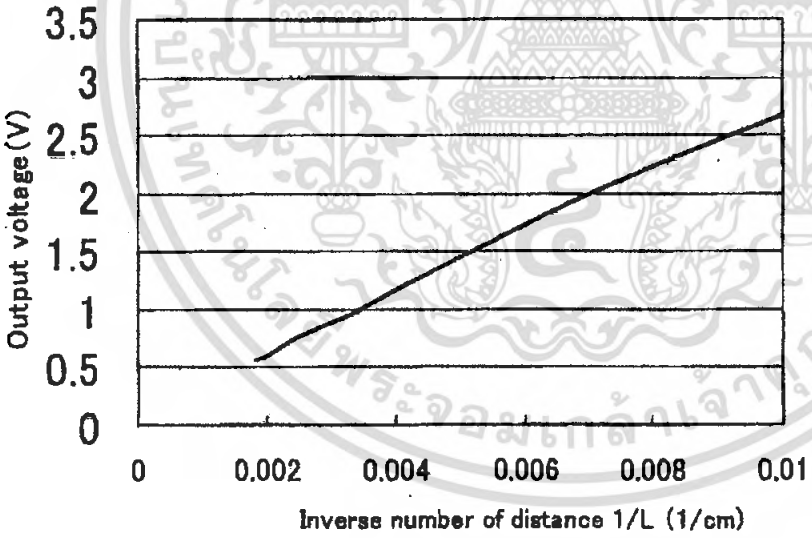
4) The dimensions in parenthesis are shown for reference.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERENCE

6-1. Example of distance measuring characteristics (output)





Note. Reflection: White paper (reflectance : 90%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้