สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจวัดความเร็ว

(VELOCITY DETECTOR)

T042330

โดย

นายประพันธ์ อังค์สุธาสาวิทย์

นายปิยวัฒน์ พันธ์ไพศาล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42330
วัน, เดือน, ปี 17 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจวัดความเร็ว

VELOCITY DETECTOR

ผู้จัดทำ 1. นายประพันธ์ อังค์สุธาสาวิทย์

2. นายปิยวัฒน์ พันธ์ไพศาล

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ถาวร เบญจนราสุทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจวัดความเร็ว

ประพันธ์ อังค์สุธาสาวิทย์
ปิยวัฒน์ พันธ์ไพศาล
ถาวร เบญจนราสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการสร้างเครื่องตรวจวัดความเร็วโดยประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการตรวจวัดความเร็ววัตถุ อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จะส่งคลื่นความถี่สูงออกไปตรวจว่า เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านก็จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจับเวลาและคำนวณความเร็ว ค่าของความเร็วนี้จะถูกแสดงที่หลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน และไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณเตือน เมื่อความเร็วที่วัดได้มีค่าเกินกว่าความเร็วที่ถูกกำหนดจากสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ในการบันทึกภาพวัตถุที่มีความเร็วเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะทำการบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์โดยการกดเม้าส์เพื่อเก็บภาพ

Abstract

In this project, the velocity detector is constructed by using the application of physics theory and the microcontroller in order to detect the moving object. The ultrasonic transducer sends high frequency wave to detect the moving object when it passes through and then sends the signal to the microcontroller for time counting and velocity calculating. The calculated velocity is then displayed on the seven segments. When the calculated velocity is larger than the limited velocity set by the keypad, the buzzer will alarm and the red LED will turn on by the microcontroller. The moving object that has the velocity larger than the limited velocity will be recorded by clicking the mouse of the computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
ขอบข่ายของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและการออกแบบโครงงาน	2
2.1 การออกแบบโครงงาน	2
2.1.1 การออกแบบโครงสร้าง (Case) และ การเลือกวัสดุที่ใช้ในการประกอบ	2
2.1.2 การเลือกใช้แรงดันไฟฟ้า	4
2.2 ทฤษฎีพื้นฐาน	5
2.2.1 ส่วนการควบคุมและประมวลผล	5
2.2.1.1 หน้าที่ของส่วนควบคุมและประมวลผล	5
2.2.1.2 คุณสมบัติเด่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252	6
2.2.1.3 ข้อดีและข้อเสียในการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252	6
2.2.2 อุปกรณ์ขยายพอร์ต	7
2.2.2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ขยายพอร์ต	8
2.2.2.2 ข้อดีและข้อเสียของอุปกรณ์ขยายพอร์ต 8255	9
2.2.3 ส่วนการรับค่าความเร็วจำกัด	10
2.2.3.1 หน้าที่ของส่วนรับค่าความเร็วจำกัด	10
2.2.3.2 ข้อดีของการใช้สวิตช์เมตริกซ์ 4 x 3	10
2.2.4 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์	12
2.2.4.1 วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ภาคส่ง	12
2.2.4.2 วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ภาครับ	13
2.2.4.3 หน้าที่ของวงจรตรวจจับวัตถุ	14
2.2.4.4 ข้อดีและข้อเสียของการเลือกใช้วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์	14
2.2.5 ส่วนการแสดงผลและการส่งสัญญาณเตือนเมื่อค่าความเร็วที่ได้มีค่าเกินความเร็วจำกัด	15
2.2.5.1 หน้าที่ของส่วนแสดงผล	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.2.5.2 หน้าที่ของส่วนส่งสัญญาณเตือนเมื่อความเร็วที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าความเร็วจำกัด 15
2.2.5.3 ข้อดีของการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ 15
2.2.5.4 ข้อดีของการมีการส่งสัญญาณเตือน 16
2.2.6 ส่วนการจับภาพและบันทึกภาพลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ 17
2.2.6.1 ข้อดีและข้อเสียของการเก็บบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์ 17
บทที่ 3 รายละเอียดการทำงานของโครงงาน 18
3.1 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ 18
3.2 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนการรับค่าความเร็ว 21
3.2.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 1 21
3.2.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 2 22
3.2.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 3 22
3.2.4 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 4 24
3.2.5 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 5 26
3.2.6 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 6 27
3.3 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนวงจรการตรวจจับวัตถุและการจับเวลา 29
3.3.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 7 29
3.3.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 8 29
3.3.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 9 31
3.4 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนประมวลผลและแสดงค่าความเร็ว 34
3.4.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 10 34
3.4.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 11 34
3.4.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 12 35
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 36
4.1 การทดลองการวัดระยะทางการตรวจจับได้ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ 36
4.2 การทดลองเปรียบเทียบความเร็วระหว่างความเร็วที่ได้จากการนำเวลาที่จับได้จากนาฬิกามาคำนวณ กับความเร็วที่คำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทที่ 5 บทวิจารณ์สรุปและปัญหาที่พบในการทดลอง	40
บทวิจารณ์	40
บทสรุป	40
ปัญหาที่พบในการทดลอง	41
ภาคผนวก ก. รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน	II
4011B	II-1
LM741	II-2
74HC541	II-3
74LS138	II-4
74LS245	II-5
74LS373	II-6
ภาคผนวก ข. รายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และการถ่ายภาพ	III
รายละเอียดของโปรแกรมแอสแซมบลีที่ใช้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	III-1
รายละเอียดของโปรแกรมเดลไฟล์ที่ใช้ควบคุมการบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์	III-2
กิตติกรรมประกาศ	IV
หนังสืออ้างอิง	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
บทที่ 2	**ทฤษฎีพื้นฐานและการออกแบบโครงงาน**	
รูปที่ 2.1	ภาพถ่ายด้านบนของชิ้นงาน	3
รูปที่ 2.2	ภาพถ่ายตำแหน่งการติดตั้งของกล้อง	3
รูปที่ 2.3	ภาพถ่ายด้านหน้าของชิ้นงาน	4
รูปที่ 2.4	แสดงรายละเอียดการใช้งานของขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์	7
รูปที่ 2.5	แสดงการใช้งานของขาต่าง ๆ ของ ไอซี 74LS 373 และ 74LS138 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในวงจรขยายพอร์ต	8
รูปที่ 2.6	แสดงรายละเอียดการใช้งานของขาต่าง ๆ ของอุปกรณ์ขยายพอร์ต 8255	9
รูปที่ 2.7	ภาพถ่ายสวิตช์เมตริกซ์ 4x3	10
รูปที่ 2.8	วงจรสวิตช์เมตริกซ์ 4x3	11
รูปที่ 2.9	วงจรอัลตราโซนิคภาคส่ง	12
รูปที่ 2.10	วงจรอัลตราโซนิคภาครับ	13
รูปที่ 2.11	ภาพถ่ายเซนเซอร์ทั้ง 2 ชุด ซึ่งมีระยะห่างกัน 25 เซนติเมตร	14
รูปที่ 2.12	วงจรหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	16
รูปที่ 2.13	ภาพถ่ายลำโพง (Buzzer) ที่ใช้ในโครงงาน	16
บทที่ 3	**รายละเอียดการทำงานของโครงงาน**	
รูปที่ 3.1	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนการรับค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ 4x3	20
รูปที่ 3.2	ภาพถ่ายขณะยังไม่ได้เปิดสวิตช์	21
รูปที่ 3.3	ภาพถ่ายขณะที่เปิดสวิตช์แล้ว	21
รูปที่ 3.4	แสดงหน้าจอการแสดงผลของหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน เพื่อรอการกำหนดความเร็ว	22
รูปที่ 3.5	ภาพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3	23
รูปที่ 3.6	ภาพถ่ายแสดงการแสดงผลการกดครั้งที่ 1 บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	24
รูปที่ 3.7	ภาพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 2	25
รูปที่ 3.8	ภาพถ่ายแสดงการแสดงผลการกดครั้งที่ 2 บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน	25
รูปที่ 3.9	ภาพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 เพื่อกำหนดค่าความเร็ว	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 โฟลช์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนวงจรการตรวจจับวัตถุและการจับเวลา 28
รูปที่ 3.11 ภาพถ่ายด้านข้างขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1 29
รูปที่ 3.12 ภาพถ่ายด้านบนขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1 30
รูปที่ 3.13 ภาพถ่ายการแสดงสัญญาณไฟสีเขียวทางหลอดแสดงผลในขณะที่ทำการจับเวลา 30
รูปที่ 3.14 ภาพถ่ายด้านข้างขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 2 31
รูปที่ 3.15 ภาพถ่ายด้านบนขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 2 32
รูปที่ 3.16 ภาพถ่ายหลอดแสดงผลในขณะที่หยุดจับเวลา 32
รูปที่ 3.17 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนประมวลผลและแสดงค่าความเร็ว 33
รูปที่ 3.18 ภาพถ่ายสวิตช์รีเซต 34
รูปที่ 3.19 ภาพถ่ายหลอดแสดงผลสีแดงเมื่อวัตถุมีความเร็วเกินความเร็วที่กำหนดไว้ 35

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 รูปแสดงการทดลองการเปรียบเทียบความเร็วระหว่างความเร็วที่ได้จากการนำเวลาที่จับได้จากนาฬิกามาคำนวณหาความเร็ว กับความเร็วที่ได้จากการคำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 37
รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายรถบังคับวิทยุซึ่งใช้ในการทดลอง 38
รูปที่ 4.3 รูปแสดงการจัดวางตำแหน่งทำการทดลอง 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.1 36

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.2 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีต่างๆได้ถูกคิดค้น พัฒนา อยู่ตลอดเวลา โดยมีจุดประสงค์หลักคือเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการอำนวยความสะดวก ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ทำให้การดำเนินชีวิต และการทำงานของมนุษย์เป็นไปได้อย่างง่ายดาย รวดเร็ว จากเดิมงานที่ต้องทำอะไรหลายๆอย่างพร้อมกัน ต้องการความถูกต้องสูง หรือมีการคำนวณที่ยุ่งยาก ก็เริ่มที่จะมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมแทน

ในหลายๆประเทศ ได้มีการนำเอาวิวัฒนาการของเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ร่วมกับการคมนาคม เช่น การควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติ การควบคุมการเปิดปิดไฟถนน และการใช้อุปกรณ์ตรวจจับความเร็ว ซึ่งบางเทคโนโลยียังไม่ได้นำมาใช้ในประเทศไทย โครงงานชิ้นนี้เสนอความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อไปในการประดิษย์อุปกรณ์วัดความเร็วรถโดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวก และความถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่ออำนวยความสะดวก และเพิ่มความถูกต้อง ในการวัดความเร็วรถ
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วอัตโนมัติ โดยใช้งบประมาณไม่สูงมาก

ขอบข่ายของโครงงาน

1. สามารถวัดความเร็วของวัตถุได้
2. สามารถจำกัดความเร็วสูงสุดที่อนุญาตได้
3. แสดงสัญญาณเตือนเมื่อค่าความเร็วที่วัดได้ มากกว่าค่าความเร็วสูงสุดที่จำกัดไว้
4. ใช้กล้องจับภาพวัตถุและบันทึกเก็บไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและการออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเบื้องต้นของวงจร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในโครงงาน นอกจากนี้จะกล่าวถึงการออกแบบของโครงงาน การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น 8255 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ เป็นต้น รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อื่น ๆ ด้วย

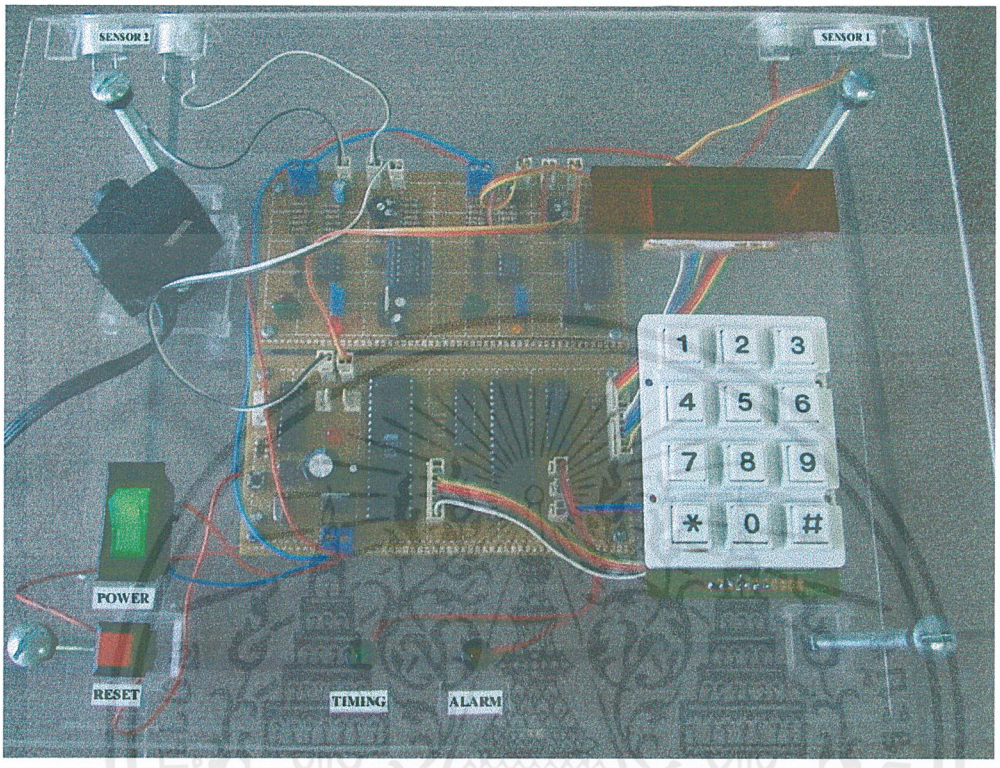
2.1 การออกแบบโครงงาน

เพื่อความสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ การออกแบบจึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการใช้งาน การเลือกตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์ การเลือกชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ เป็นต้น

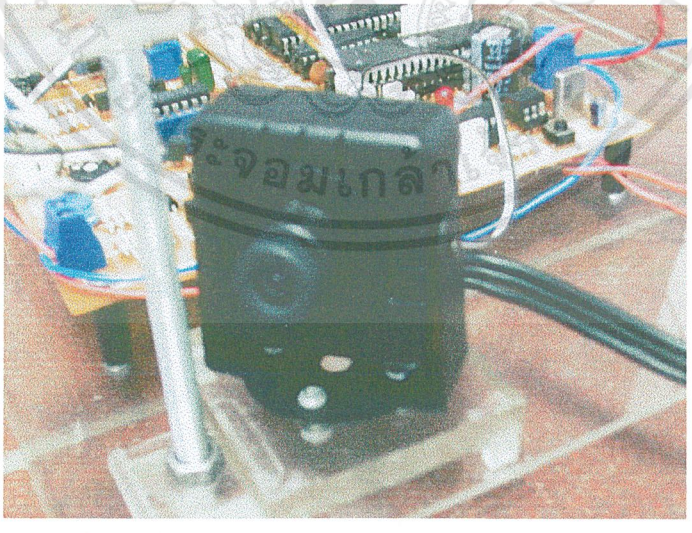
2.1.1 การออกแบบโครงสร้าง (Case) และ การเลือกวัสดุที่ใช้ในการประกอบ

เนื่องจากโครงสร้างส่วนบนจำเป็นต้องมี สวิตช์จ่ายไฟ (Power Switch 12 V) สวิตช์รีเซต (Reset switch) ส่วนแสดงผลแบบหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน (LED 7 segments) และ สวิตช์เมตริกซ์ 4x3 (Keypad 4x3) สำหรับโครงสร้างส่วนหน้าจะทำการติดเซนเซอร์ (Sensor) 2 ชุดที่วางห่างกัน 25 เซนติเมตร ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้เป็นโครงสร้างจึงต้องมีความแข็งแรง สวยงามราคาไม่แพงจนเกินไป และ หาได้ง่าย จึงตัดสินใจเลือกใช้พลาสติกใส ขนาด กว้าง 9 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น ยึดกันโดยใช้น็อตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด ¼ นิ้ว 4 ตัว ฐานทำการเสริมด้วยพลาสติก ขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร หนา 8 มิลลิเมตร ที่มุมทั้งสี่ ตรงกลางระหว่างแผ่นพลาสติกทั้ง 2 ไว้สำหรับติดตั้งวงจร และ กล้องถ่ายภาพซึ่งจัดวางไว้ถัดจากเซนเซอร์ชุดที่ 2 โดยทำมุมประมาณ 60° กับแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อทำการบันทึกภาพเมื่อมีวัตถุที่มีความเร็วเกินกำหนดเคลื่อนที่ผ่าน สำหรับการจัดวางอุปกรณ์บนโครงสร้างส่วนบนนั้นจัดตามความเหมาะสมและความสวยงาม คือ สวิตช์จ่ายไฟ และ สวิตช์รีเซตวางคู่กันทางซ้ายมือ ส่วนแสดงผลแบบหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน และสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 วางคู่กันทางด้านขวา ตรงกลางมีหลอดแสดงผลสีเขียวและสีแดงวางอยู่ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 และ การติดตั้งเซนเซอร์ทั้ง 2 ชุด แสดงไว้ในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

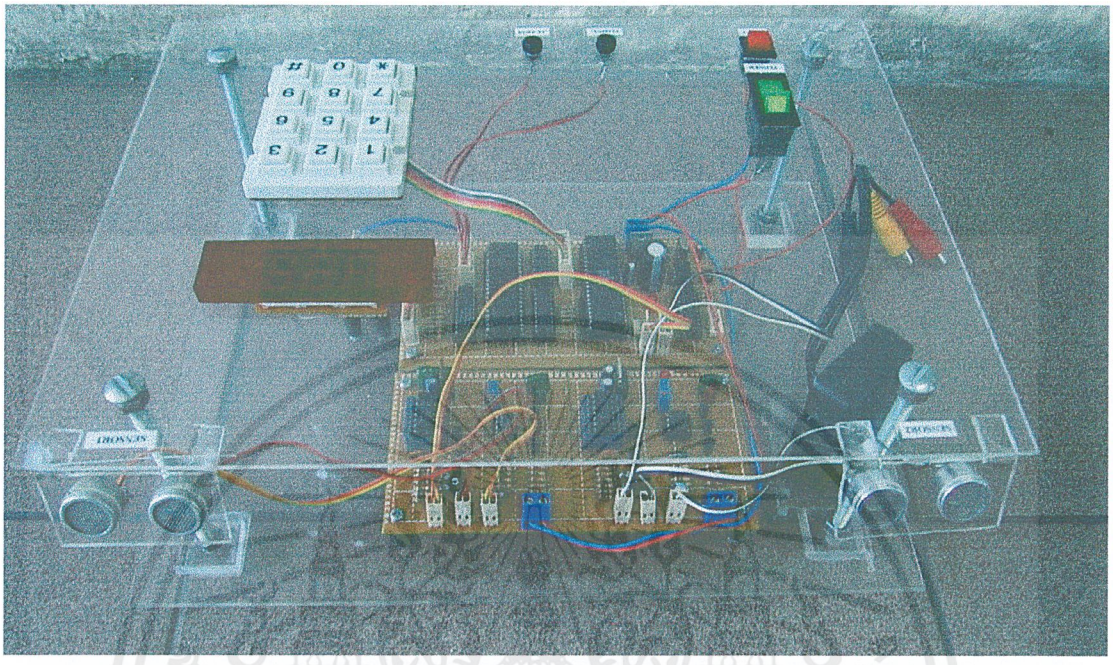


รูปที่ 2.1 ภาพถ่ายด้านบนของชิ้นงาน



รูปที่ 2.2 ภาพถ่ายตำแหน่งการติดตั้งของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ภาพถ่ายด้านหน้าของชิ้นงาน

2.1.2 การเลือกใช้แรงดันไฟฟ้า

สำหรับโครงงานชิ้นนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าทั้งหมด 2 ค่าด้วยกัน คือ 5 V สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ และไอซีเบอร์ต่างๆ ส่วนวงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จะใช้แรงดันไฟฟ้า 9 V ด้วยเหตุนี้จึงเกิดความไม่สะดวกในการจ่ายไฟให้กับวงจร จึงแก้ปัญหาด้วยการออกแบบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับ สวิตช์จ่ายไฟหลัก 12 V แล้วใช้เรกกูเลเตอร์ (Regulator) เบอร์ 7805 และ 7809 เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 V เป็น 5 V เพื่อจ่ายให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 9 V เพื่อจ่ายให้กับส่วนวงจรอัลตราโซนิคตามลำดับ

ข้อดีของการใช้เรกกูเลเตอร์เบอร์ 7805 และ 7809

1. ต้องการแหล่งแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรต่างๆเพียงแค่ 1ค่า คือ 12 V
2. หากต้องการวัดความเร็วของวัตถุนอกสถานที่สามารถใช้แบตเตอรี่ 12 V เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีพื้นฐาน

โครงงานชิ้นนี้สามารถแบ่งเป็นส่วนประกอบได้หลายส่วนอันได้แก่

- ส่วนควบคุมและประมวลผล
- อุปกรณ์ขยายพอร์ต
- ส่วนการรับค่าความเร็วจำกัด
- วงจรตรวจจับวัตถุด้วยอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์
- ส่วนการแสดงผล และการส่งสัญญาณเตือนเมื่อความเร็วมีค่าเกินความเร็วจำกัด
- ส่วนจับภาพ และบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์

2.2.1 ส่วนการควบคุมและประมวลผล

ในโครงงานนี้เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เกือบทุกอย่าง ยกเว้นในส่วนของการจับและบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์

2.2.1.1 หน้าที่ของส่วนควบคุมและประมวลผล

- รับและเก็บค่าความเร็วจำกัดจากสวิตช์เมตริกซ์ 4 x 3 หรือคีย์แพด
- ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของวงจรตรวจจับวัตถุ
- เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับเวลา โดยใช้ไทม์เมอร์ 1 ที่มีอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์
- คำนวณหาค่าความเร็วจากเวลาที่วัดได้
- ส่งสัญญาณไปยังส่วนแสดงผล รวมทั้งส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ที่ใช้เตือนในกรณีที่ความเร็วที่คำนวณได้มีค่าเกินกว่าความเร็วจำกัด

เนื่องจากส่วนควบคุมและประมวลผลจำเป็นต้องมีคุณสมบัติหลายอย่าง เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ และการทำงาน ในโครงงานนี้จึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมทั้งทั้งทางด้านราคา และการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 คุณสมบัติเด่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252

- มีช่วงการทำงานกว้าง คือตั้งแต่ 2.7 – 6 โวลต์
- มีหน่วยความจำ Flash Memory 8 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำ EEPROM 2 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำแรมภายใน 256 x 8 บิต
- มี Timer/Counter 3 ชุด
- สามารถรองรับการอินเทอร์รัพท์ได้ 9 ช่องทาง
- สามารถโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงโดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม

2.2.1.3 ข้อดีและข้อเสียในการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252

ข้อดี

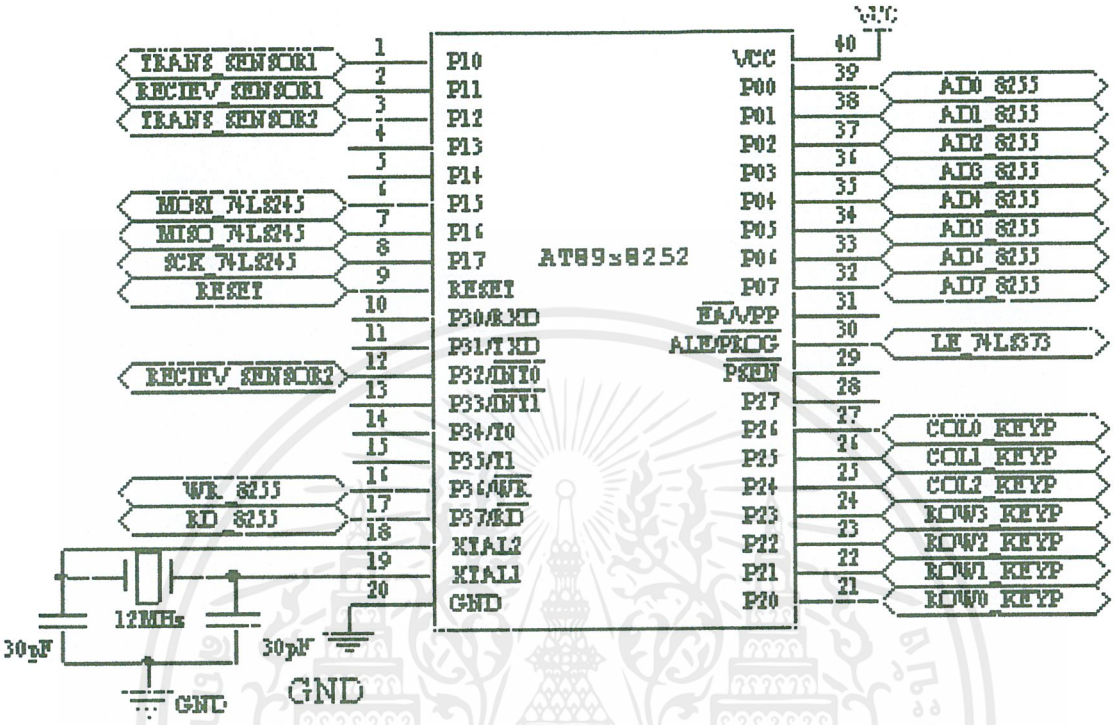
1. สามารถรับโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมข้อมูล (เครื่อง Burn) แต่จำเป็นต้องเพิ่มวงจรเข้าไปบางส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.3 สำหรับการส่งผ่านข้อมูลจะทำผ่านพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. สามารถโปรแกรมข้อมูลได้ถึง 1,000 ครั้ง

ข้อเสีย

1. มีราคาสูงกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์อื่น ๆ เล็กน้อย

เพื่อให้เห็นแนวความคิดในการใช้งานพอร์ตอินพุต และ เอาท์พุต ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 จึงแสดงรายละเอียดการใช้งานของพอร์ตไว้ในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดการใช้งานของขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.2 อุปกรณ์ขยายพอร์ต

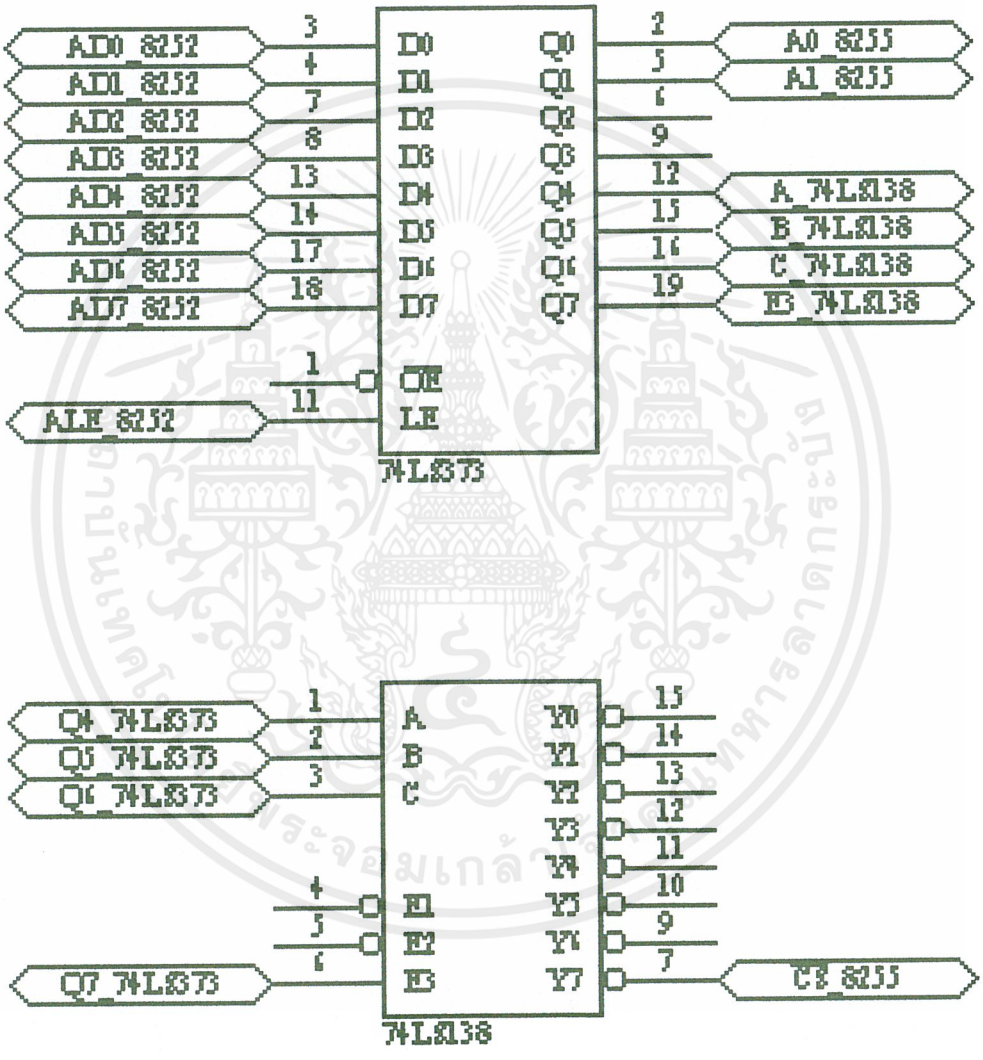
ไมโครคอนโทรลเลอร์นอกจากจะทำงานติดต่อกับหน่วยความจำโดยการนำข้อมูลไปเก็บไว้หรืออ่านข้อมูลใด ๆ ออกจากหน่วยความจำแล้ว ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์อาจจะต้องติดต่อกับส่วนประกอบภายนอกอื่น ๆ อีกด้วย เช่น การรับค่าจากคีย์แพด การแสดงผล โดยผ่านทางพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต

เนื่องจากโครงงานชิ้นนี้มีการติดต่อกับอุปกรณ์หลายตัวด้วยกัน พอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีไม่เพียงพอกับการใช้งาน จึงจำเป็นต้องใช้ไอซี 8255 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขยายพอร์ตเข้ามาช่วย เพื่อให้จำนวนพอร์ตมีเพียงพอกับความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

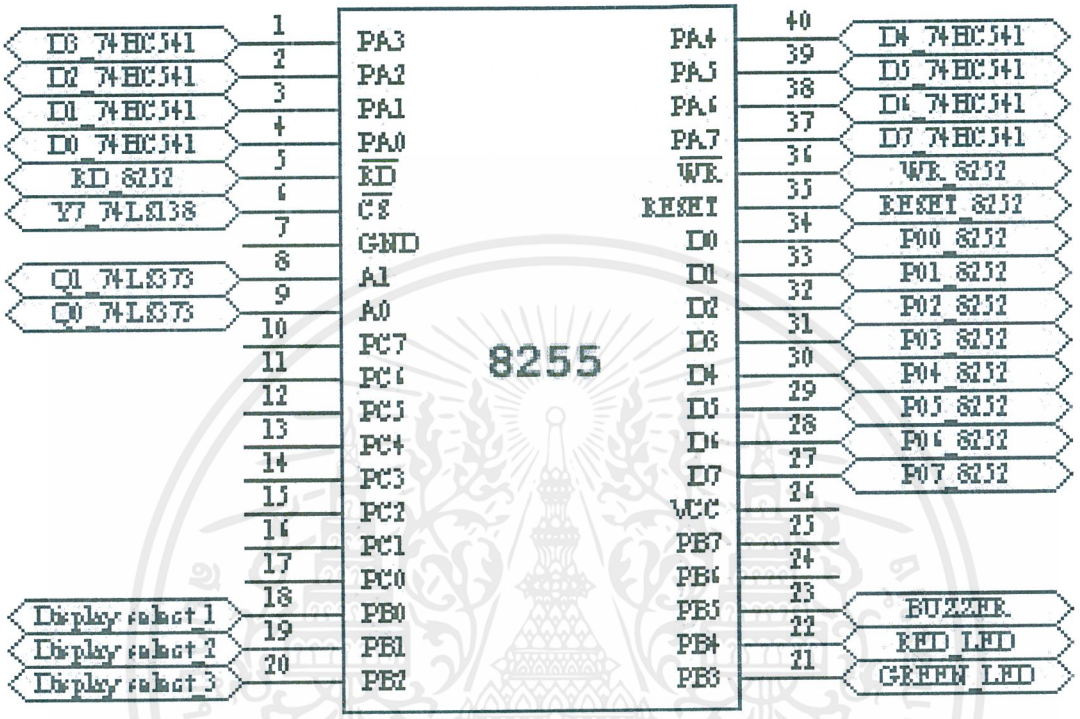
2.2.2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ขยายพอร์ต

- เพิ่มพอร์ตอินพุตเอาต์พุต เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ



รูปที่ 2.5 แสดงการใช้งานของขาต่างๆของ ไอซี 74LS 373 และ 74LS138 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในวงจรขยายพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดการใช้งานของขาต่างๆของอุปกรณ์ขยายพอร์ต 8255

2.2.2.2 ข้อดีและข้อเสียของอุปกรณ์ขยายพอร์ต 8255

ข้อดี

1. เนื่องจากไอซี 8255 เป็นที่นิยมใช้จึงทำให้หาซื้อได้ง่าย
2. ราคาถูก

ข้อเสีย

1. เพิ่มความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ส่วนการรับค่าความเร็วจำกัด

เพื่อความความสะดวกในการกำหนดค่าความเร็วจำกัดของวัตถุที่เราต้องการวัดความเร็ว จึงมีการนำสวิตช์เมตริกซ์ 4 x 3 มาใช้ในส่วนนี้

2.2.3.1 หน้าที่ของส่วนรับค่าความเร็วจำกัด

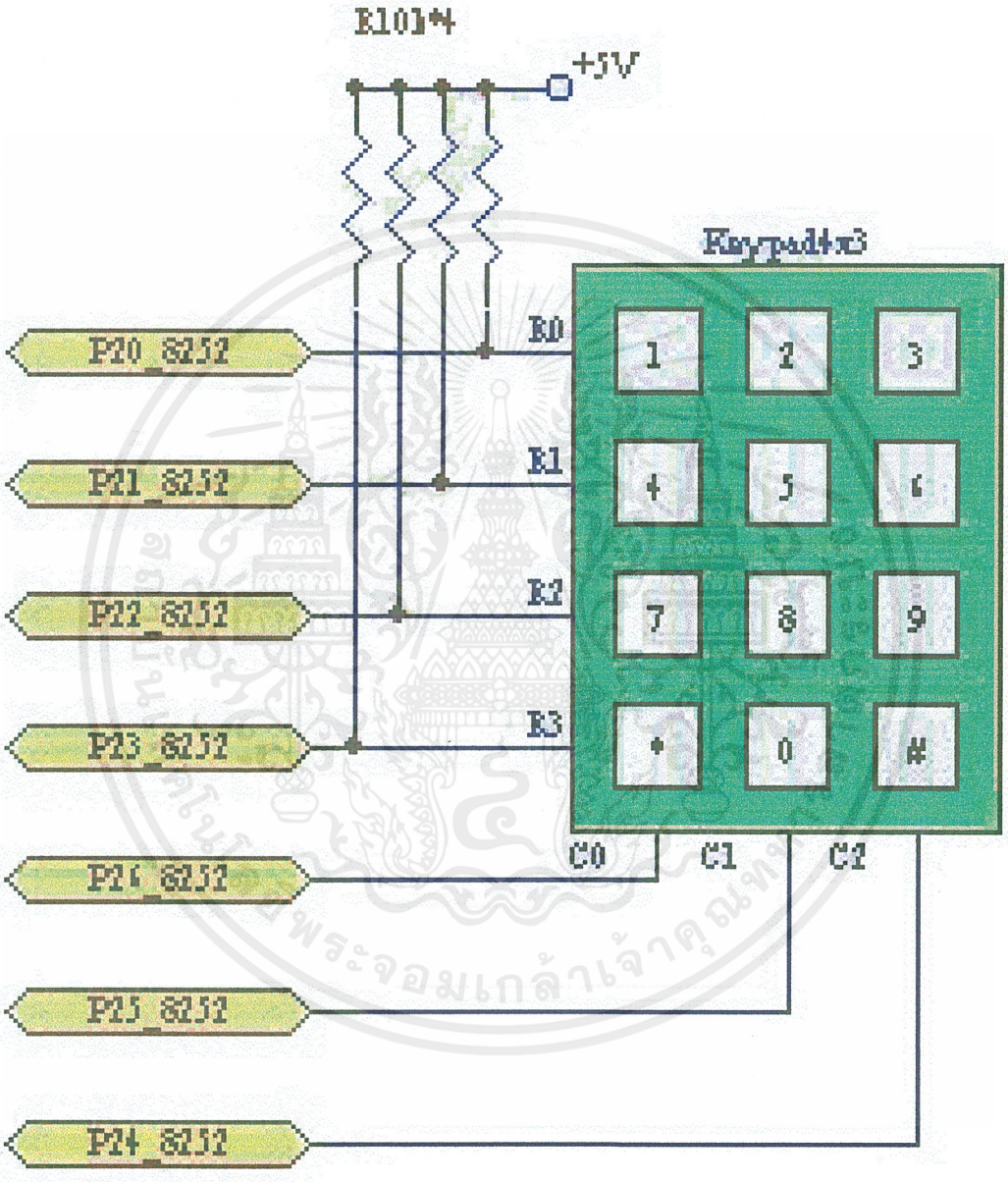
- รับค่าความเร็วจำกัดจากสวิตช์เมตริกซ์ 4 x 3 หรือคีย์แพด
- ส่งค่าความเร็วจำกัดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.3.2 ข้อดีของการใช้สวิตช์เมตริกซ์ 4 x 3

1. ใช้งานง่าย เป็นที่เข้าใจในระดับสากล
2. ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถจำกัดความเร็วได้หลายค่า โดยไม่ต้องโปรแกรมใหม่

รูปที่ 2.7 ภาพถ่ายสวิตช์เมตริกซ์ 4x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์ 4x3

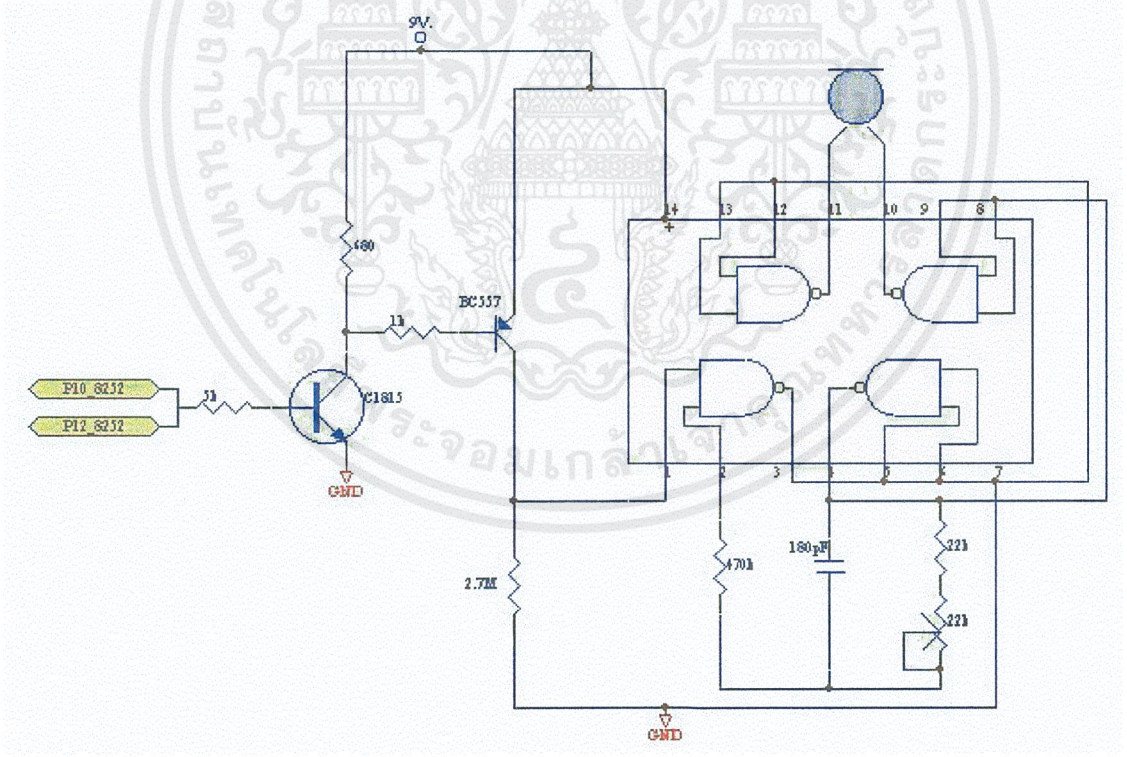
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จะประกอบด้วย 2 ภาคได้แก่

2.2.4.1 วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ภาคส่ง

จากรูปใช้ IC เบอร์ 4011B ซึ่งภายในประกอบด้วยแนนเกต (NAND GATE) 4 ตัว เอา Gate 2 ตัว มาทำเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์สร้างคลื่นรูปสี่เหลี่ยมขึ้นมา Gate อีก 2 ตัวที่เหลือ เป็นภาคบัฟเฟอร์เพื่อกันโหลดไม่ให้มามีผลต่อวงจรออสซิลเลเตอร์ บัฟเฟอร์แต่ละตัวจะนำเอาสี่เหลี่ยมสองสัญญาณซึ่งมีเฟสต่างกันมาป้อนให้แต่ละขาของตัวส่งในลักษณะของพุชพูลเพื่อเพิ่มขนาดของสัญญาณคร่อมตัวส่งให้สูงขึ้นเป็นประมาณสองเท่าเมื่อเทียบกับการต่อตัวส่งเข้ากับเอาท์พุตของบัฟเฟอร์เพียงตัวเดียว ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ที่เหมาะสมปรับได้โดยการปรับค่าตัวต้านทานปรับค่าได้

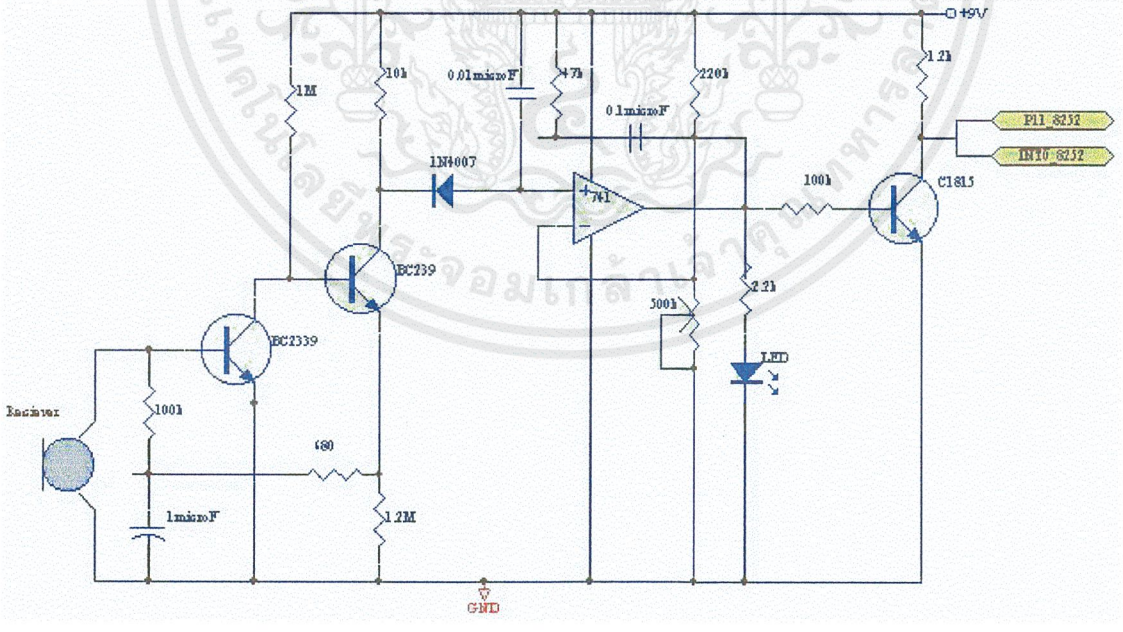


รูปที่ 2.9 วงจรอัลตราโซนิคภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2 วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ภาคส่ง

จากรูปทรานซิสเตอร์เบอร์ BC109 สองตัว ทำการขยายสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิครูปซายน์ (sine)ขนาดเล็ก ๆ ที่ออกมาจากตัวรับให้โตขึ้นแล้วนำมาเร็คติไฟร์(Rectifier) ด้วยไดโอด 1N4007 โดยมีตัวเก็บประจุ 0.01 μF และตัวต้านทาน 47kΩ แปลงให้สัญญาณออกมาเป็นพัลส์ลบมาป้อนให้แก่ขาทั้งสองของออปแอมป์ 741 อินพุทสองขานี้จะเปรียบเทียบสูงสุดของพัลส์นี้ กับแรงดันที่ขา 3 ซึ่งถูกกำหนดโดยการแบ่งแรงดันของตัวต้านทาน 220kΩ และตัวต้านทานปรับค่าได้ 550kΩ โดยตัวต้านทานปรับค่าได้นี้เป็นตัวปรับแต่งความไวให้เหมาะสม เมื่อไม่มีสัญญาณปรากฏที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ BC109 ขาสองจะมีแรงดันเป็น “สูง” ทำให้แรงดันที่ขา 6 ของออปแอม)เป็น 0 โวลต์ แต่เมื่อมีสัญญาณพัลส์ลบเข้ามาที่ขา 2 จะทำให้แรงดันที่ขา 2 ต่ำกวาที่ขา 3 แรงดันเอาต์พุตจะเปลี่ยนไปเป็น “สูง” โดยมี “LED” แสดงให้รู้ว่า มีสัญญาณอัลตราโซนิคเข้ามาอยู่ในขณะนั้น ส่วนตัวเก็บประจุ 0.1 μF ทำหน้าที่ช่วยลดการทำงานผิดพลาดของออปแอมป์เนื่องจากสัญญาณรบกวน โดยสัญญาณพัลส์จะต้องเข้ามาเป็นปริมาณหนึ่งวงจรจึงจะรับรู้



รูปที่ 2.10 วงจรอัลตราโซนิคภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 หน้าที่ของวงจรตรวจจับวัตถุ

- ส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ไทม์เมอร์เริ่มจับเวลาเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ 1
- ส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้ไทม์เมอร์หยุดการจับเวลาเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ 2

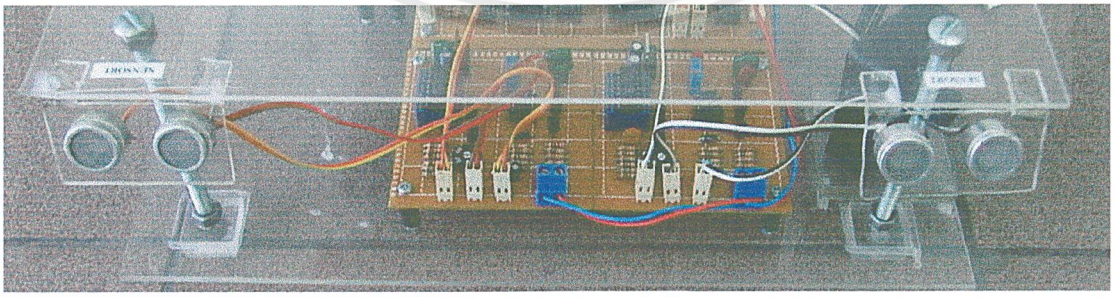
2.2.4.4 ข้อดีและข้อเสียของการเลือกใช้วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

ข้อดี

1. สามารถปรับระยะในการส่งคลื่นใกล้ไกลได้ตามความเหมาะสม โดยปรับที่ตัว R ปรับค่าได้ในวงจรภาคส่ง (แสดงไว้ในผลการทดลองที่ 4.1)
2. อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่งคลื่นสามารถจัดไว้ให้อยู่ข้างเดียวกัน ทำให้สะดวกในการนำไปใช้งานมากกว่าการใช้อินฟราเรดซึ่งจำเป็นต้องจัดให้ตัวรับตัวส่งอยู่ตรงข้ามกัน

ข้อเสีย

1. ในอุตสาหกรรมที่มีการใช้อุปกรณ์ที่มีการใช้คลื่นในย่าน 40 กิโลเฮิร์ท อาจก่อให้เกิดการรบกวนการทำงานของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ได้
2. มีราคาสูงกว่าวงจรตรวจจับที่ใช้สัญญาณอินฟราเรด
3. หากปรับระยะในการส่งคลื่นให้ยาวเกินไปอาจทำให้เกิดความไม่เสถียรในการรับคลื่นได้ เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิคเมื่อมีการเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลจะทำให้เกิดการกระจายของคลื่นได้



รูปที่ 2.11 ภาพถ่ายเซนเซอร์ทั้ง 2 ชุด ซึ่งมีระยะห่างกัน 25 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ส่วนการแสดงผลและการส่งสัญญาณเตือนเมื่อค่าความเร็วที่ได้มีค่าเกินความเร็วจำกัด

วงจรการแสดงผลนับเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญมากอย่างยิ่งในโครงงานนี้ เนื่องจากเป็นส่วนแสดงผลค่าต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้ใช้เครื่องได้รับรู้ อันได้แก่ค่าความเร็วจำกัด ค่าความเร็วที่คำนวณได้เป็นต้น ซึ่งในโครงงานนี้ได้จัดให้มีส่วนแสดงผลทั้งสิ้น 3 หลัก โดยทำการแสดงผลผ่านหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งต่อกันแบบมัลติเพล็กซ์

การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์นี้มีหลักการทำงานคร่าว ๆ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าให้หลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนติดทีละหลักในอัตราเร็วสูงมากเกินกว่าสายตามนุษย์จะสามารถแยกได้ จึงเสมือนเห็นว่าหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนทั้ง 3 หลักติดพร้อมกัน

สำหรับการส่งสัญญาณเตือน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งสัญญาณก็ต่อเมื่อค่าความเร็วที่คำนวณได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่ามากกว่าค่าความเร็วจำกัดที่ตั้งไว้ตอนเริ่มต้น

2.2.5.1 หน้าที่ของส่วนแสดงผล

- เป็นหน้าจอเพื่อแสดงตัวเลขในขณะทำการตั้งค่าความเร็วจำกัดผ่านทางคีย์แพด
- แสดงค่าความเร็วที่คำนวณได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.5.2 หน้าที่ของส่วนส่งสัญญาณเตือนเมื่อความเร็วที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าความเร็วจำกัด

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณให้วงจรบัซเซอร์ทำงาน
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุมให้หลอดไฟสีแดงสว่าง

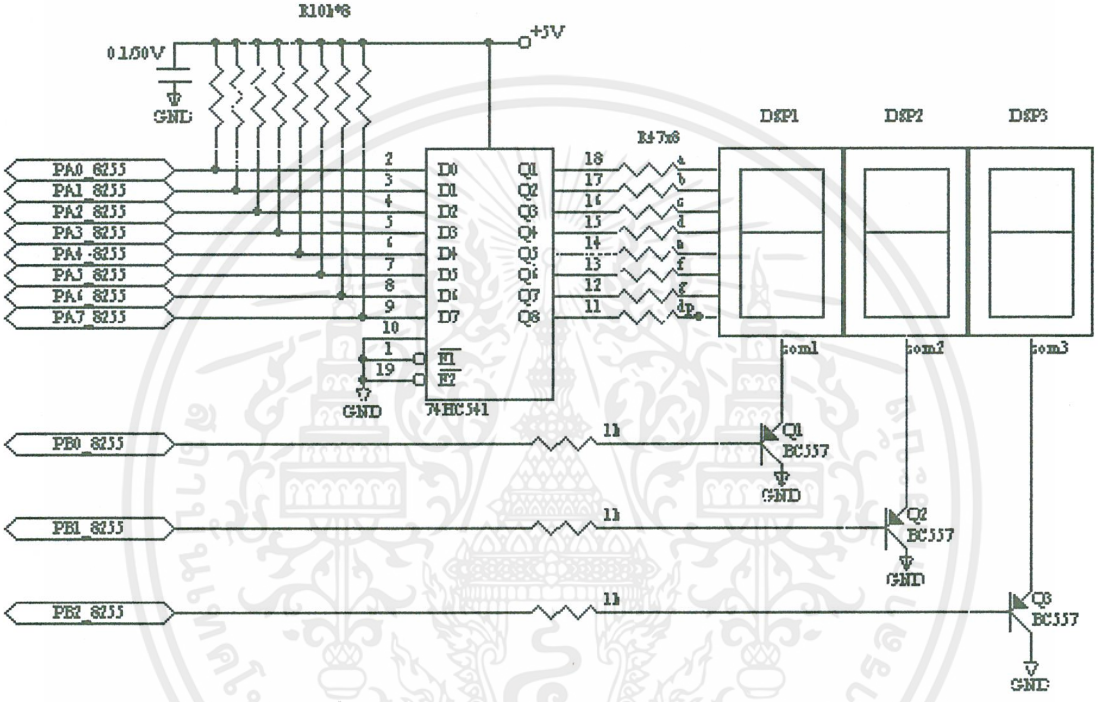
2.2.5.3 ข้อดีของการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์

1. ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ทำให้ขนาดของแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเล็กลง ส่งผลให้ขนาดโดยรวมของระบบเล็กลงด้วย
2. ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนได้มากกว่า 1 หลัก โดยที่ใช้จำนวนพอร์ตเพิ่มเติมเฉพาะการติดต่อกับขาคอมมอนเท่านั้น
3. ลดจำนวนตัวต้านทานที่ใช้ในการจำกัดกระแสของ LED ในแต่ละเซกเมนต์ โดยใช้ตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสให้ LED ในแต่ละเซกเมนต์เพียง 8 ตัวไม่ว่าจะขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนกี่หลักก็ตาม

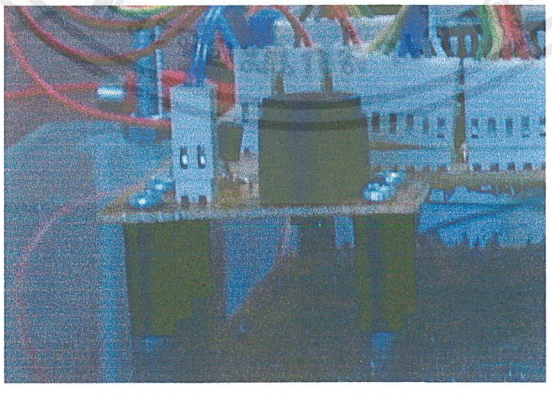
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.4 ข้อดีของการมีการส่งสัญญาณเตือน

1. ทำให้สามารถรับรู้ได้ง่ายว่ามีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเครื่องวัดความเร็วด้วยความเร็วที่เกินกว่าความเร็วจำกัด



รูปที่ 2.12 วงจรหลอดแสดงผลตัวเลข 7ส่วน



รูปที่ 2.13 ภาพถ่ายลำโพง (Buzzer)ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.6 ส่วนการจับภาพและบันทึกภาพลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเครื่องวัดความเร็วด้วยความเร็วที่เกินความเร็วจำกัดแล้ว นอกจากจะมีการส่งสัญญาณเตือนจากบัซเซอร์และหลอดแสดงผล (LED) สีแดงแล้ว ในขณะเดียวกันก็จะมีกล้องทำการจับภาพวัตถุที่วิ่งผ่านนี้ พร้อมกับบันทึกภาพนั้นลงในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยการบันทึกภาพนี้จะทำการจัดเก็บให้อยู่ในไฟล์บิตแมป (BMP)

2.2.6.1 ข้อดีและข้อเสียของการเก็บบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์

ข้อดี

1. สะดวกในการจัดทำเป็นฐานข้อมูล (Database)
2. สามารถนำรูปที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานด้านอื่น ๆ เช่น การอ่านทะเบียนรถ อ่านหมายเลขสินค้า

ข้อเสีย

1. จำเป็นที่ต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในบริเวณที่ต้องการวัดความเร็ว เนื่องจากการจับภาพนี้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมทั้งหมด นอกจากนี้การบันทึกภาพยังจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อีกด้วย เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำไม่เพียงพอต่อการเก็บบันทึกรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42330

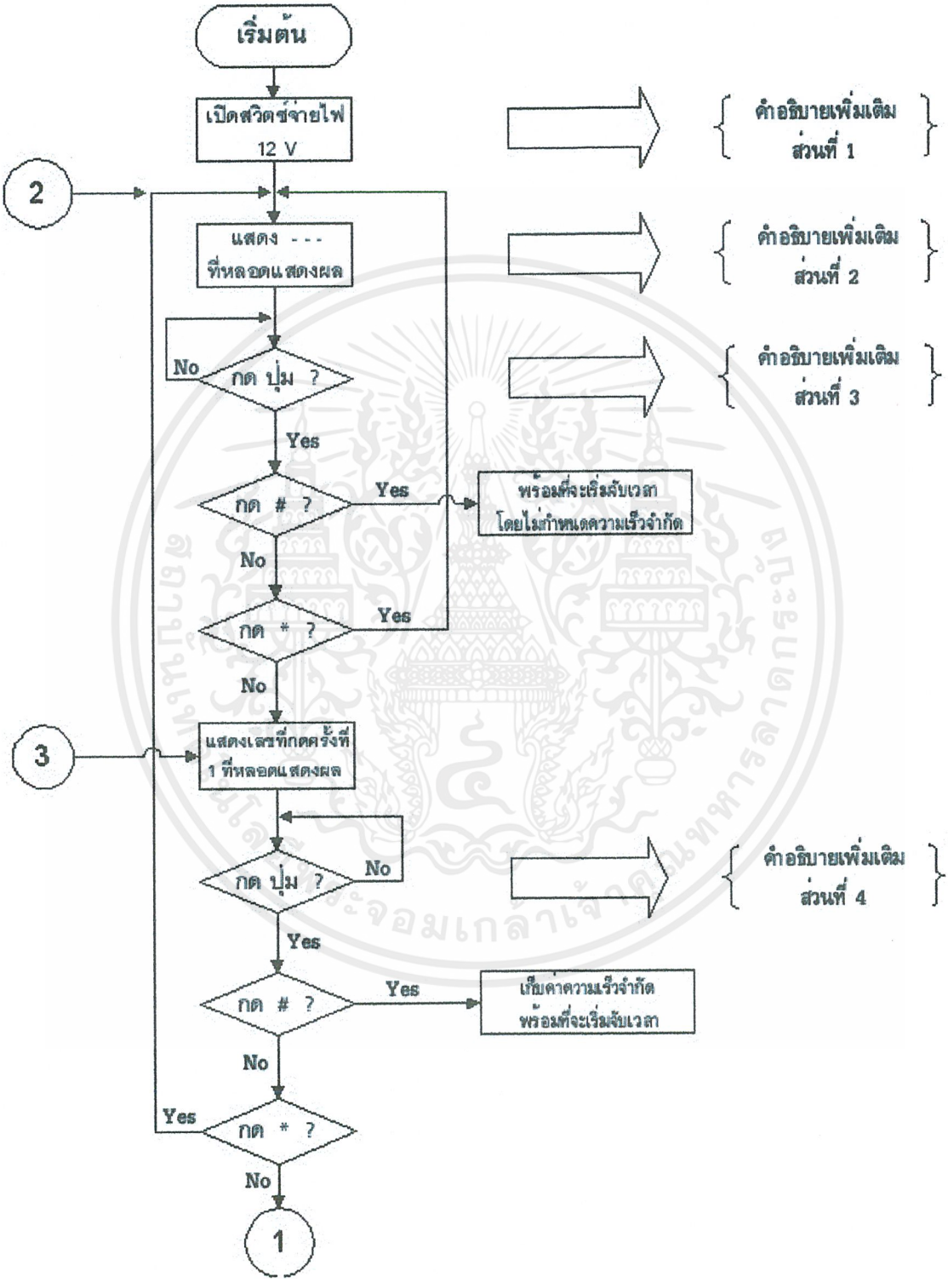
บทที่ 3
รายละเอียดการทำงานของโครงงาน

ในบทที่แล้วได้มีการกล่าวถึงการออกแบบและพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับโครงงานไปบ้างแล้วพอสมควร สำหรับบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทำงานของอุปกรณ์ และการเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์รวมทั้งกล้องด้วย โดยจะแสดงเป็น โฟลว์ชาร์ต (Flowchart) พร้อมกับการอธิบายประกอบภาพเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์

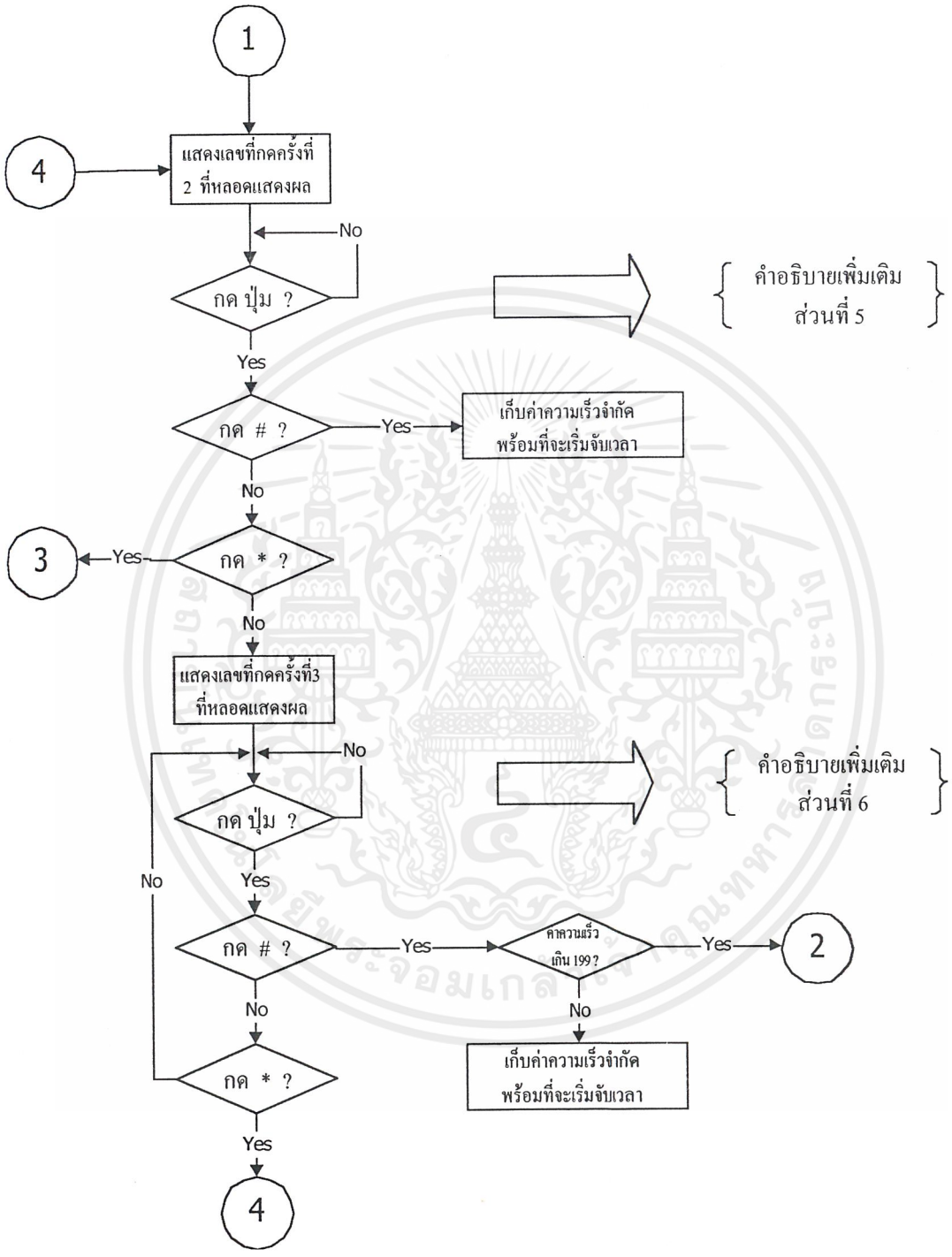
3.1 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์

1. เปิดสวิตช์จ่ายไฟ
2. กำหนดค่าความเร็วจำกัดที่ต้องการผ่านทางสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 โดยค่าความเร็วจำกัดต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0-199 กิโลเมตร/ชั่วโมง (หากไม่ใส่ค่าความเร็วแล้วกดตกลง(Enter) จะถือว่าไม่มีใส่ค่าความเร็วจำกัด อุปกรณ์จะทำงานในระบบวัดความเร็วเพียงอย่างเดียว ไม่มีการส่งสัญญาณเตือน)
3. เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มจับเวลา พร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีเขียวบนหลอดแสดงผล (Green LED)และจะหยุดจับเวลาเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ 2 และ สัญญาณไฟสีเขียวบนหลอดแสดงผลจะดับลง
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการคำนวณค่าความเร็ว จากเวลาที่ได้จากการจับเวลา และจากระยะห่างคงที่ของเซนเซอร์ (25 เซนติเมตร)
5. แสดงค่าความเร็วที่คำนวณได้บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง
6. หากค่าความเร็วที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าความเร็วจำกัด ก็จะมีเสียงสัญญาณเตือนจากลำโพง (Buzzer) และ แสดงสัญญาณไฟสีแดงบนหลอดแสดงผล (Red LED)
7. รอให้มีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ 1 และ เซนเซอร์ 2 อีกครั้งหนึ่ง
8. หากต้องการกำหนดค่าความเร็วจำกัดใหม่ กดสวิตช์รีเซต แล้วกำหนดค่าความเร็วจำกัดใหม่อีกครั้งหนึ่ง
9. ปิดสวิตช์จ่ายไฟเมื่อสิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



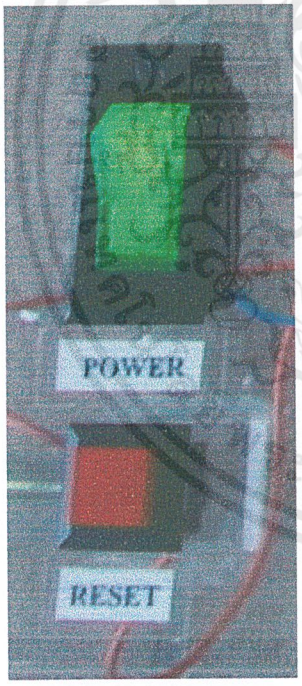
รูปที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนการรับค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ 4x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนการรับค่าความเร็ว

3.2.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 1

การเปิดสวิตช์จ่ายไฟ 12 โวลต์ เป็นการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทำงาน โดยใช้เรกกูเลเตอร์แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ และ 9 โวลต์ เพื่อใช้ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนของวงจรอัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปิดสวิตช์จ่ายไฟแล้วจะมีไฟแสดงที่สวิตช์เพื่อให้ทราบว่าได้มีการจ่ายแรงดันให้กับอุปกรณ์แล้ว แต่ถ้าหากไม่เปิดสวิตช์ก็จะไม่มีไฟแสดงและอุปกรณ์ในส่วนต่างๆก็จะไม่สามารถทำงานได้



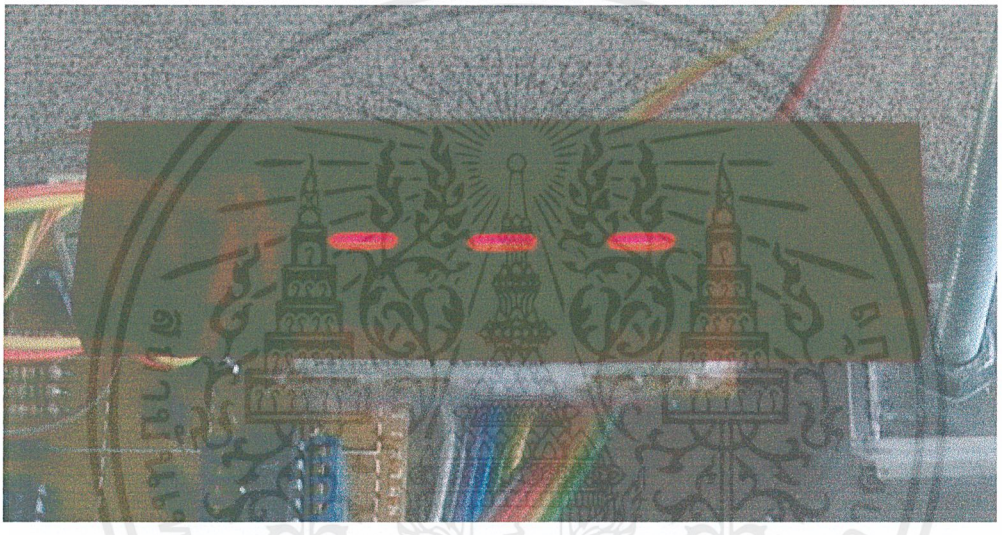
รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายขณะยังไม่ได้เปิดสวิตช์

รูปที่ 3.3 ภาพถ่ายขณะที่เปิดสวิตช์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 2

ทันทีที่มีการเปิดสวิตช์หลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ทั้ง 3 หลักก็จะแสดงเครื่องหมาย — — — เพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์พร้อมที่จะทำงานแล้ว ซึ่งหน้าจอการแสดงผลของหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน จะคงเครื่องหมายนี้ไว้จนกว่าจะมีการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 เพื่อกำหนดค่าความเร็ว



รูปที่ 3.4 แสดงหน้าจอการแสดงผลของหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน เพื่อรอการกำหนดความเร็ว

3.2.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 3

การกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน

1. การกดสวิตช์ตัวเลข 0-9
2. การกดสวิตช์ # เปรียบเสมือนการกดตกลงเพื่อกำหนดค่าความเร็ว
3. การกดสวิตช์ * เปรียบเสมือนการกดลบ (Erase) เพื่อลบตัวเลขที่แสดงค่าอยู่ในหลักสุดท้ายไปที่ละหลัก

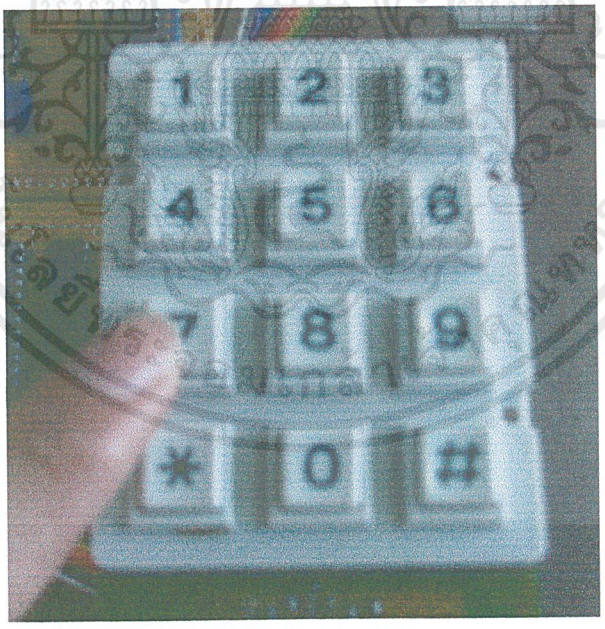
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งแรก ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตรวจสอบว่าเป็นการกดสวิตช์ในกลุ่มใด เพื่อจะได้กำหนดการทำงานได้อย่างถูกต้อง

หากเป็นการกดสวิตช์ตัวเลข 0-9 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าตัวเลขที่กดไปแสดงผลยังหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน โดยแสดงบนหลักขวาสุดก่อน

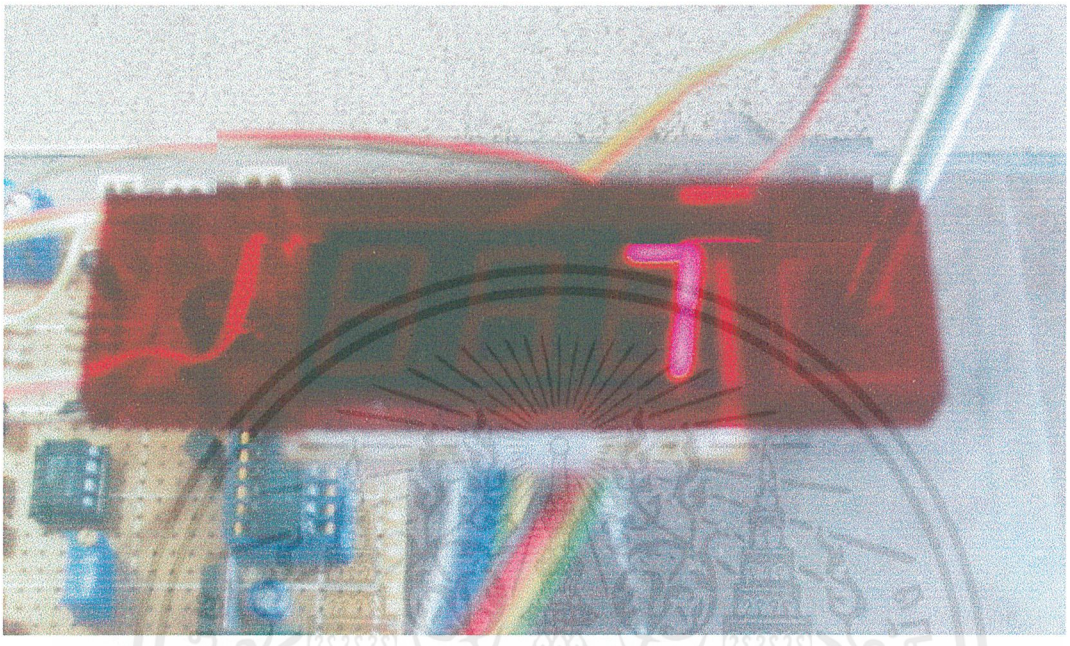
หากเป็นการกดสวิตช์ # ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปที่วงจรตรวจจับวัตถุให้เริ่มทำงาน โดยถือว่าไม่มีการกำหนดค่าความเร็วจำกัด ดังนั้นอุปกรณ์จะทำแสดงค่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณเท่านั้น ไม่มีการส่งสัญญาณเตือน

หากเป็นการกดสวิตช์ * ซึ่งเป็นการลบตัวเลขที่แสดงอยู่ แต่เนื่องจากเป็นการกดสวิตช์ครั้งแรก จึงยังไม่มีตัวเลขแสดงบนหน้าจอการแสดงผล ทำให้หน้าจอการแสดงผลยังคงแสดงเครื่องหมาย——— ดังเดิม และรอการกดสวิตช์ครั้งแรกใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.5 าพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ภาพถ่ายแสดงการแสดงผลการกดครั้งที่ 1บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

3.2.4 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 4

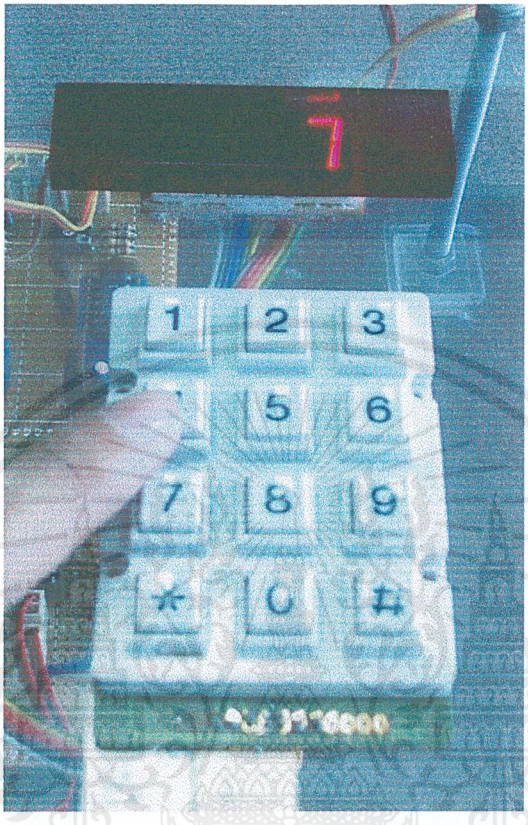
เป็นการรอรับค่าการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 2 ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

หากกดสวิตช์ตัวเลข 0-9 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าตัวเลขที่กดไปแสดงผลยังหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน โดยขยับตัวเลขตัวแรกที่ทำการกดครั้งแรกมาแสดงบนหลักกลางแล้วจึงนำเลขที่ทำการกดครั้งที่ 2 ไปแสดงยังหลักขวาสุด

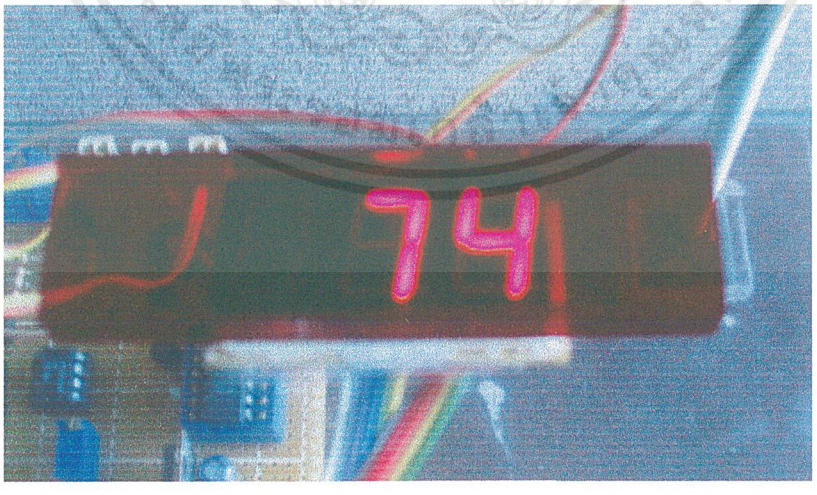
หากกดสวิตช์ # ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเก็บค่าตัวเลขที่แสดงอยู่บนหน้าจอของส่วนแสดงผลไปเป็นค่าความเร็วจำกัด และทำการส่งสัญญาณไปที่วงจรตรวจจับวัตถุให้เริ่มทำงาน

หากเป็นการกดสวิตช์ * ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการลบตัวเลขที่แสดงอยู่บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน แล้วกลับไปแสดงเครื่องหมาย ——— และรอการกดสวิตช์ครั้งแรกใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ภาพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 2



รูปที่ 3.8 ภาพถ่ายแสดงการแสดงผลการกดครั้งที่ 2 บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

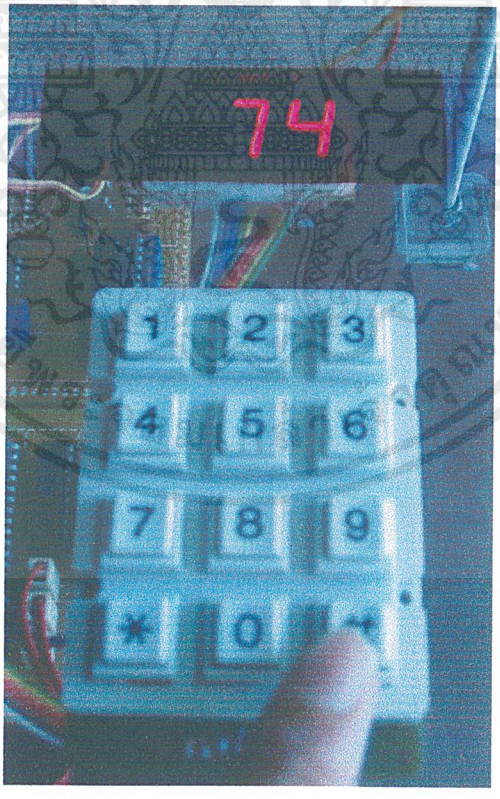
3.2.5 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 5

เป็นการรอรับค่าการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

หากกดสวิตช์ตัวเลข 0-9 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าตัวเลขที่กดไปแสดงผลยังหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน โดยขยับตัวเลขตัวแรกที่ทำการกดครั้งแรกมาแสดงบนหลักซ้ายสุด นำเลขที่ทำการกดครั้งที่ 2 แสดงบนหลักกลาง แล้วจึงนำเลขที่ทำการกดครั้งสุดท้ายมาแสดงยังหลักซ้ายสุด

หากกดสวิตช์ # ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเก็บค่าตัวเลขที่แสดงอยู่บนหน้าจอของส่วนแสดงผลไปเป็นค่าความเร็วจำกัด และทำการส่งสัญญาณไปที่วงจรตรวจจับวัตถุให้เริ่มทำงาน

หากเป็นการกดสวิตช์ * ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการลบตัวเลขที่แสดงอยู่บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนหลักขวาสุด แล้วย้ายตัวเลขที่เคยแสดงอยู่ในหลักกลางมายังหลักขวาสุดแทน และรอการกดสวิตช์ครั้งที่ 2 ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.9 ภาพถ่ายแสดงการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 เพื่อกำหนดค่าความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 6

เป็นการรอรับค่าการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

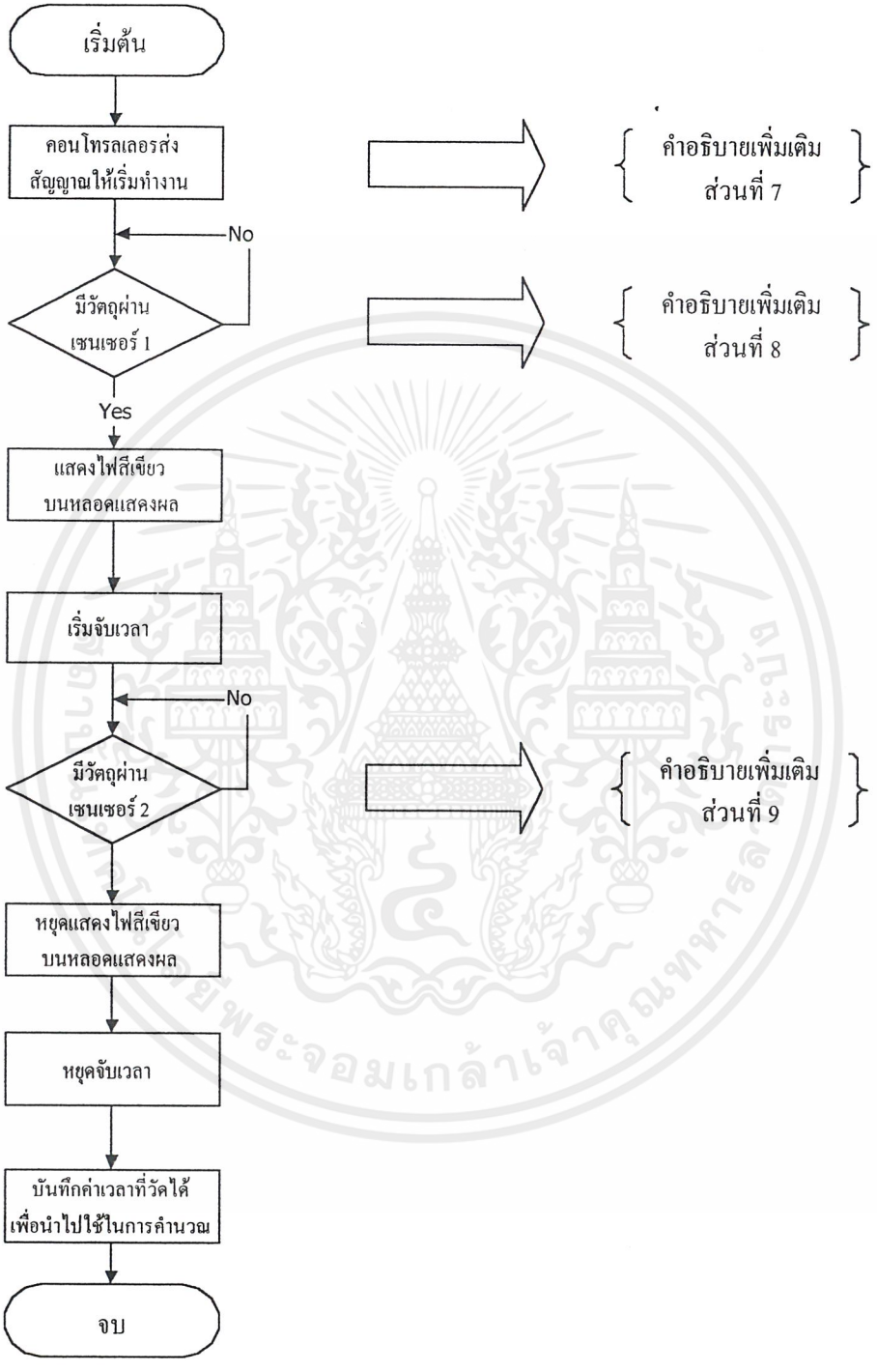
หากกดสวิตช์ตัวเลข 0-9 จะไม่มีผลอะไรหน้าจอการแสดงผลของหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ยังคงเหมือนเดิม เนื่องจากใส่ตัวเลขครบทั้ง 3 หลักแล้ว

หากกดสวิตช์ # ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบว่าค่าความเร็วจำกัดที่กำหนดขึ้นมีค่าเกิน 199 กิโลเมตร/ชั่วโมงหรือไม่ ถ้าเกินหน้าจอการแสดงผลจะแสดงเครื่องหมาย — — — และให้ใส่ค่าความเร็วจำกัดใหม่ แต่ถ้าหากไม่เกิน 199 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะเก็บค่าตัวเลขที่แสดงอยู่บนหน้าจอของส่วนแสดงผลไปเป็นค่าความเร็วจำกัด และทำการส่งสัญญาณไปที่วงจรตรวจจับวัตถุให้เริ่มทำงาน

หากเป็นการกดสวิตช์ * ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการลบตัวเลขที่แสดงอยู่บนหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วนจากหลักขวาสุดไป 1 หลัก ย้ายตัวเลขที่แสดงอยู่ในหลักกลางมาแสดงในหลักขวาสุด แล้วย้ายตัวเลขที่แสดงอยู่ในหลักซ้ายมาแสดงในหลักกลางแทน ซึ่งในขณะนี้จะกลับไปสู่การรอให้มีการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 ใหม่

ในการรอรับค่าการกดสวิตช์เมตริกซ์ 4x3 ครั้งที่ 3 นี้ หากไม่กดสวิตช์ # ก็จะไม่สามารถเริ่มทำงานในส่วนการตรวจจับวัตถุด้วยอัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนวงจรการตรวจจับวัตถุและการจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

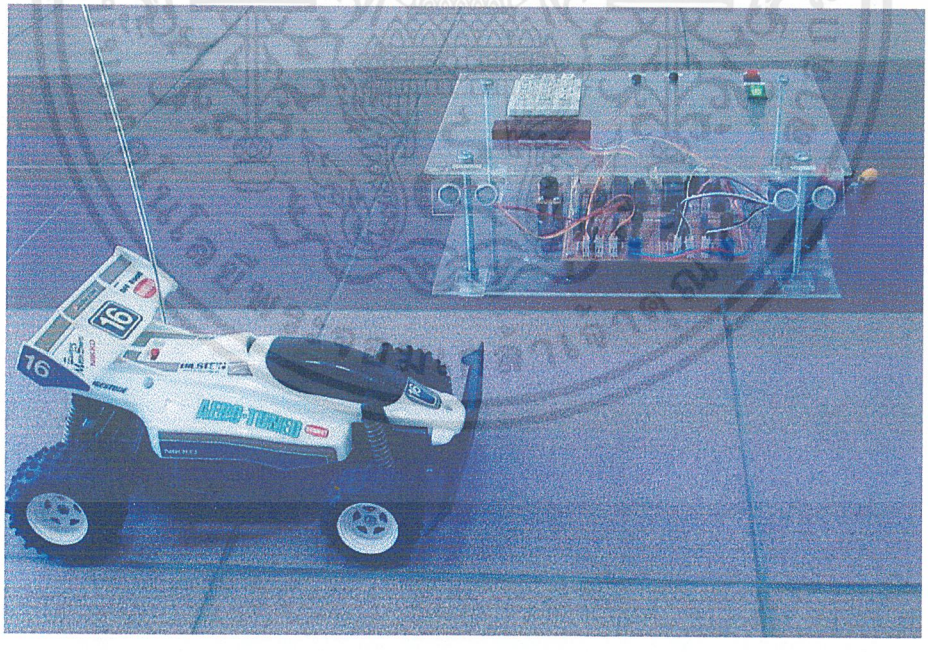
3.3 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนวงจรการตรวจจับวัตถุและการจับเวลา

3.3.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 7

หลังจากกำหนดค่าความเร็วจำกัดแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณมายังวงจรตรวจจับวัตถุ เพื่อให้อัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์เริ่มทำงาน คือรอให้มีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1

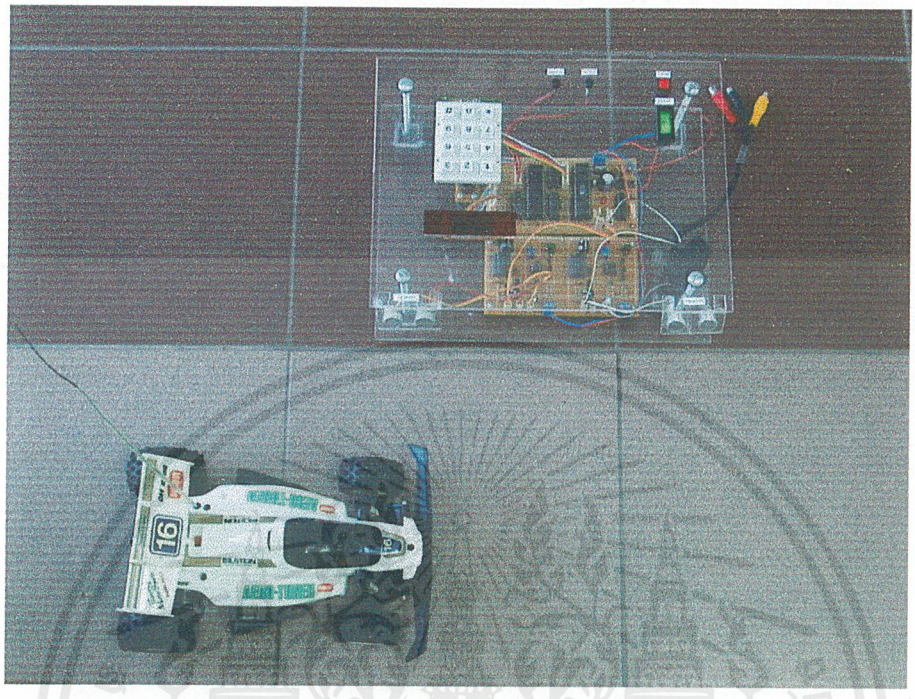
3.3.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 8

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำการจับเวลาโดยใช้ไทม์เมอร์ 0 ซึ่งสามารถวัดได้ละเอียดถึง 10^{-4} วินาที และในขณะเดียวกันก็จะแสดงสัญญาณไฟสีเขียวบนหลอดแสดงผลด้วย ซึ่งไฟสีเขียวนี้จะติดอยู่ตลอดในขณะที่ทำการจับเวลา

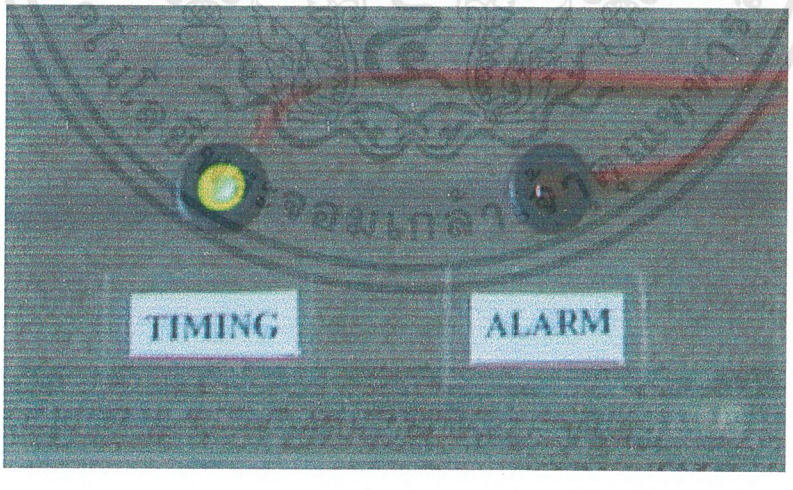


รูปที่ 3.11 ภาพถ่ายด้านข้างขณะที่กำลังวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ภาพถ่ายด้านบนขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1



รูปที่ 3.13 ภาพถ่ายการแสดงสัญญาณไฟสีเขียวทางหลอดแสดงผลในขณะที่ทำการจับเวลา

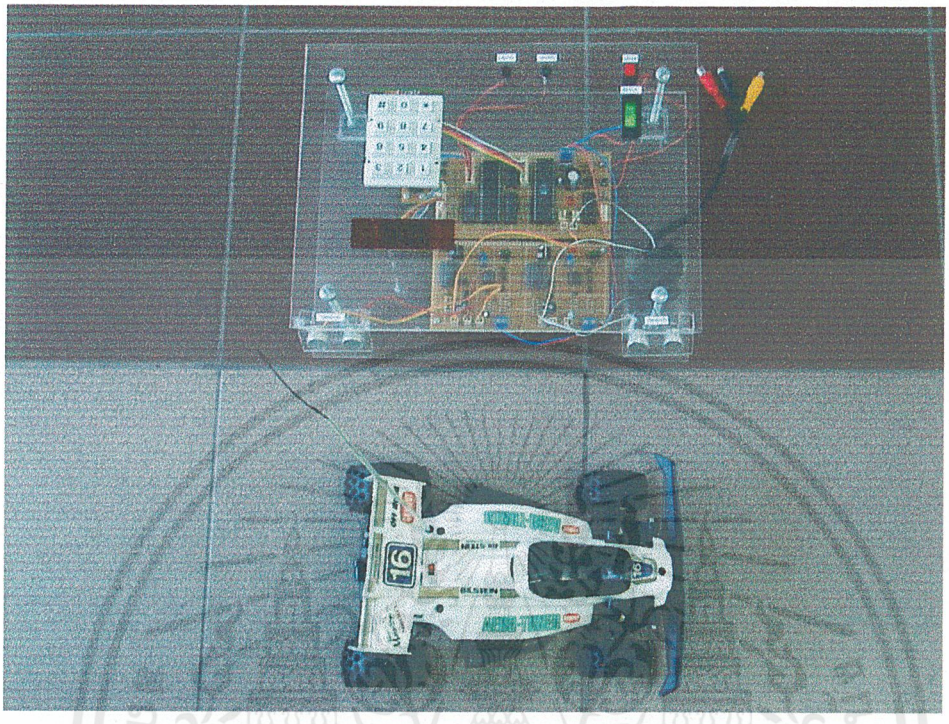
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 9

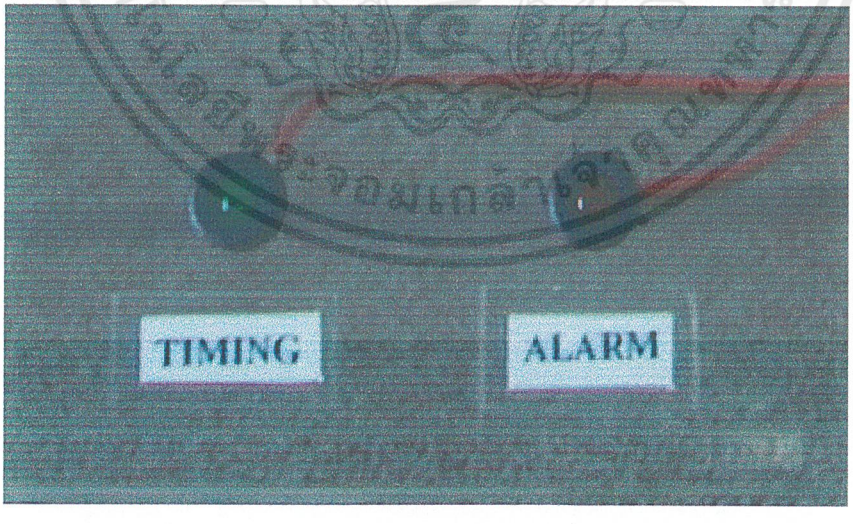
เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะหยุดจับเวลา และหยุดการแสดงไฟสีเขียว แล้วนำค่าเวลาที่ได้บันทึกลงในรีจิสเตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจะนำไปใช้ในการคำนวณค่าความเร็วต่อไป ซึ่งถือว่าจบการทำงานในส่วนของการตรวจจับวัตถุและจับเวลา

รูปที่ 3.14 ภาพถ่ายด้านข้างขณะที่กำลังวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

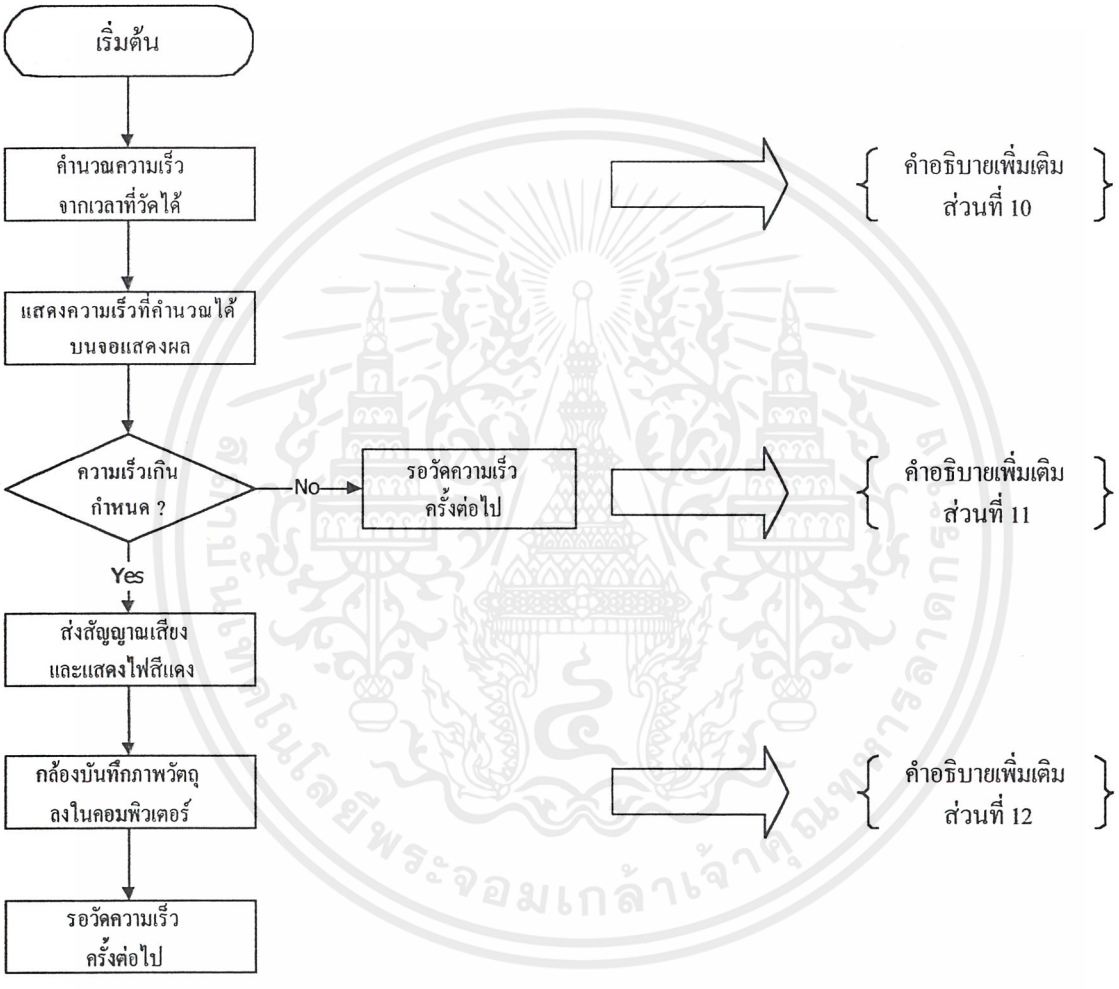


รูปที่ 3.15 ภาพถ่ายด้านบนขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 2



รูปที่ 3.16 ภาพถ่ายหลอดแสดงผลในขณะที่หยุดจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนประมวลผลและแสดงค่าความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 คำอธิบายขั้นตอนการทำงานประกอบโฟลว์ชาร์ตในส่วนประมวลผลและแสดงค่าความเร็ว

3.4.1 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 10

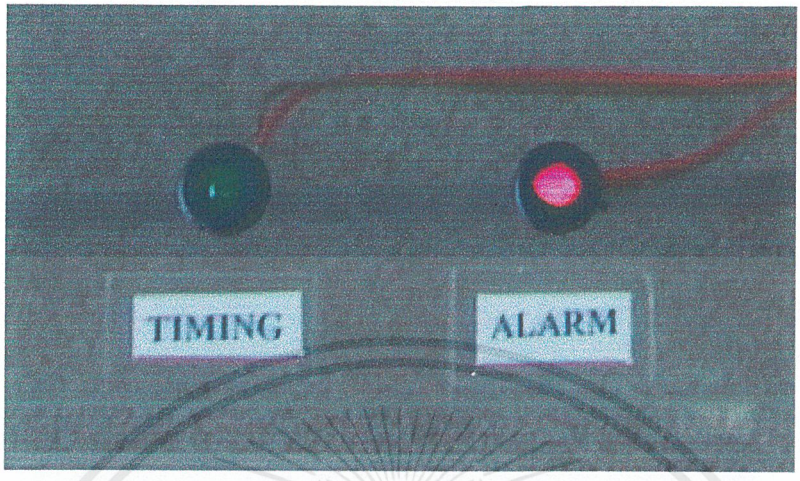
ในส่วนของการคำนวณค่าความเร็ว สามารถทำการคำนวณได้จากทฤษฎีพื้นฐานทางฟิสิกส์ คือ ความเร็ว = ระยะทาง/เวลา ซึ่งระยะทางในที่นี้คือระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ทั้ง 2 ชุดนั่นเอง แล้วนำค่าเวลาที่ได้จากการจับเวลาของไทม์เมอร์มาหารก็จะได้ค่าความเร็วออกมาในหน่วย เมตร/วินาที แล้วทำการแปลงความเร็วให้อยู่ในหน่วยกิโลเมตร/ชั่วโมง ก็จะได้ค่าความเร็วที่พร้อมจะแสดงทางหลอดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน ในรูปทศนิยม 1 ตำแหน่ง สำหรับการเขียนโปรแกรมแอสแซมบลีควบคุมการทำงานและการคำนวณของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก

3.4.2 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 11

เมื่อได้ค่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะต้องนำความเร็วนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าความเร็วจำกัดที่ทำการกำหนดไว้ตั้งแต่ตอนแรก ถ้าค่าความเร็วที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าความเร็วจำกัด ก็จะส่งสัญญาณเสียงซึ่งมาจากลำโพง(Buzzer) และแสดงสัญญาณไฟสีแดงทางหลอดแสดงผล แต่หากค่าความเร็วที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าความเร็วจำกัด ก็จะไม่ส่งสัญญาณเตือนใดๆ และก็เตรียมพร้อมสำหรับการวัดความเร็วครั้งต่อไปนั่นคือรอให้มีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ชุดที่ 1 อีกครั้ง ซึ่งหากต้องการกำหนดค่าความเร็วจำกัดใหม่ สามารถทำได้โดยกดสวิตช์รีเซตแล้วจึงกำหนดค่าความเร็วจำกัดใหม่ลงไป

รูปที่ 3.18 ภาพถ่ายสวิตช์รีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ภาพถ่ายหลอดแสดงผลสีแดงเมื่อวัตถุมีความเร็วเกินความเร็วที่กำหนดไว้

3.4.3 คำอธิบายเพิ่มเติมส่วนที่ 12

สำหรับการบันทึกภาพของวัตถุลงในคอมพิวเตอร์ จะเขียนโปรแกรมโดยใช้เดลไฟล์ (Delphi) ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

เราต้องสร้างขอบเขต (Frame)ในการถ่ายภาพก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงทำการจับภาพต่อเนื่องที่ทำการถ่ายโดยกล้องมาแสดงบนขอบเขตที่เราสร้างขึ้น จากนั้นเมื่อมีสัญญาณให้มีการบันทึกภาพก็จะทำการหยุดภาพต่อเนื่องแล้วทำการสร้างขอบเขตขึ้นมาใหม่ซึ่งมีขนาดเท่ากับขอบเขตแรกที่ทำการสร้างขึ้น ทำการคัดลอกค่าสีทุกตำแหน่งจากขอบเขตแรกมายังขอบเขตที่ 2 ก็จะบันทึกภาพที่ต้องการได้ โดยเก็บเป็นไฟล์บิทแมต (Bmp) จากนั้นก็สั่งให้กล้องทำงานต่อ ภาพก็จะเคลื่อนไหวต่อเนื่องเช่นเดิม แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความเร็วในการทำงานสูงดังนั้นในขณะที่ทำการหยุดภาพต่อเนื่องเพื่อทำการบันทึกภาพนั้นมนุษย์ไม่สามารถมองได้ทันจึงเห็นเสมือนไม่มีการหยุดภาพเลย

เมื่อสามารถบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์ได้แล้วก็เป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปใช้งานอื่นต่อ เนื่องจากสามารถเรียกใช้ได้ง่าย และสะดวกในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการทดลองรวมทั้งผลการทดลอง ซึ่งได้ทำการทดลอง ได้แก่ การวัดระยะทางตรวจจับได้ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ และการเปรียบเทียบความเร็วระหว่างความเร็วที่ได้จากการนำเวลาที่จับได้จากนาฬิกามาคำนวณ กับความเร็วที่ได้จากการคำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1 การทดลองการวัดระยะทางการตรวจจับได้ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

เนื่องจากในวงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จะมีตัว R ปรับค่าได้อยู่ 1 ตัว เพื่อใช้ปรับระยะการตรวจจับได้ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ จึงทำการทดลองโดยการเคลื่อนวัตถุไปที่ระยะต่าง ๆ แล้วทำการหาค่าความต้านทานของวงจรที่อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตรวจจับได้ในระยะนั้น ๆ

การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความต้านทานที่เหมาะสมในการใช้โครงงานนี้ในที่ต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของค่าความต้านทาน เมื่อเราปรับระยะวัตถุในระยะที่แตกต่าง ๆ กัน

ระยะไกลสุดที่เซนเซอร์ จับได้ (cm)	ค่า R (KΩ) ของ sensor 1	ค่า R (KΩ) ของ sensor 2
40	117	90
35	115	82.2
30	110.6	76.4
25	92	71.6
20	91.8	68.6
15	78.8	66.6
10	74.7	62.2
5	57.7	54.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.1

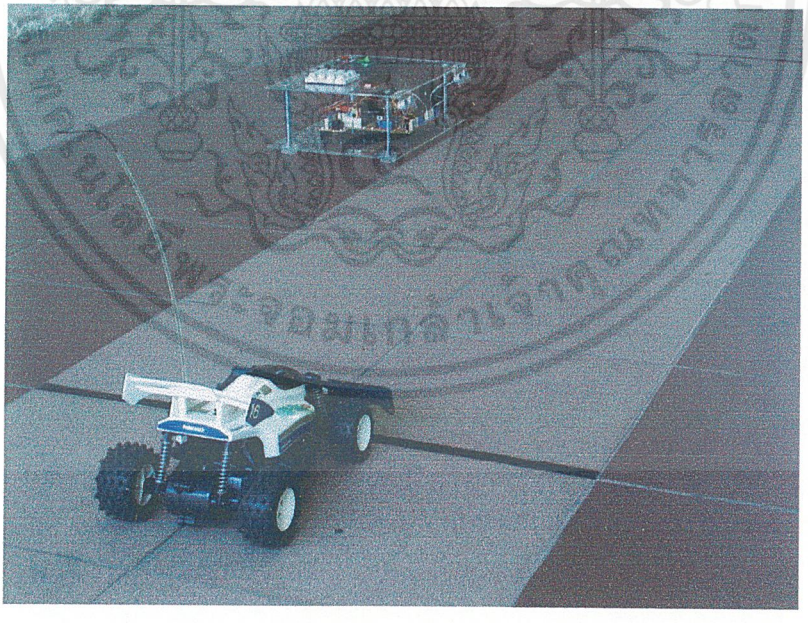
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้ เราเลือกใช้ค่าความต้านทานขนาด 78.8 และ 66.6 $K\Omega$ เนื่องจากเราต้องการให้อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตรวจจับได้ที่ระยะทางประมาณ 15 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าเราตั้งค่าให้อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์สามารถตรวจจับได้ระยะทางไกล ๆ จะทำให้สัญญาณที่ส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดความผิดพลาด (ไม่เสถียร) เท่าที่ควร

4.2 การทดลองเปรียบเทียบความเร็วระหว่างความเร็วที่ได้จากการนำเวลาที่จับได้จากนาฬิกามาคำนวณ กับความเร็วที่คำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองนี้จัดทำเพื่อหาค่าผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของชิ้นงาน โดยเทียบกับการจับเวลาจริงจากการใช้นาฬิกาจับเวลา

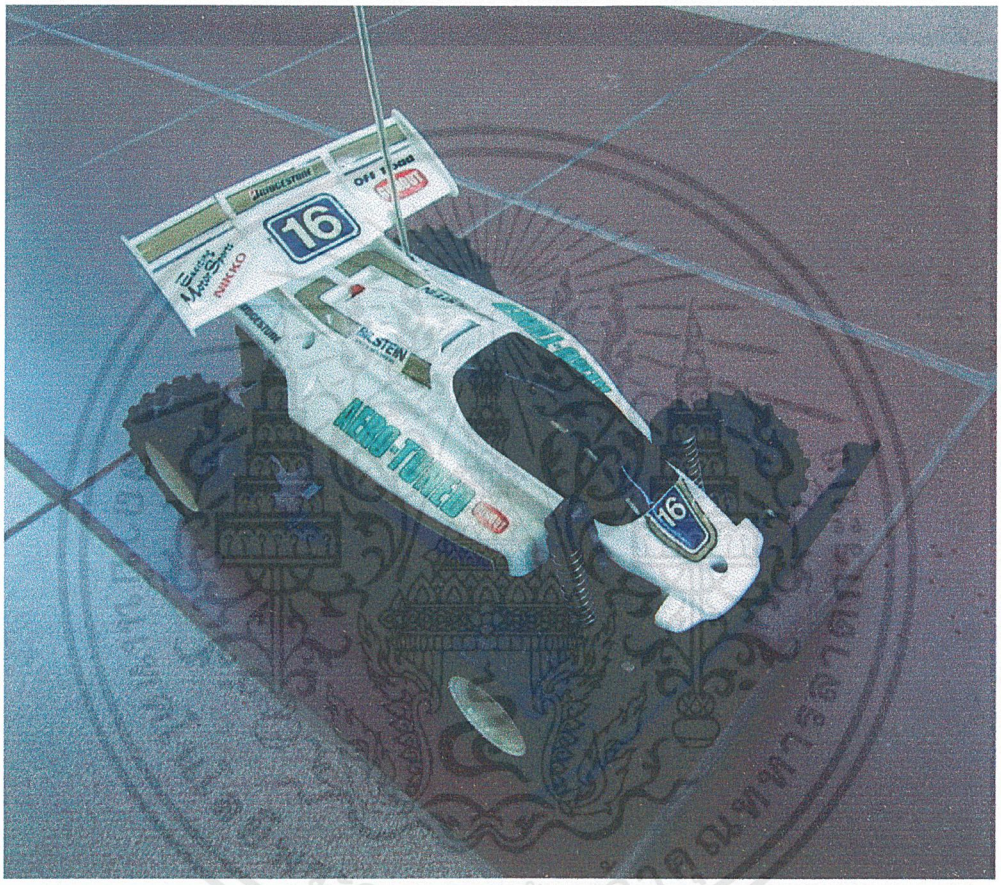
ส่วนของการทดลองจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา เราจะทำการทดลองโดยให้รถเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 2 เมตรดังรูปที่ 4.1 เพื่อลดความผิดพลาดซึ่งอาจเกิดจากตัวผู้จับเวลากดให้นาฬิกาจับเวลาเริ่มต้นและหยุดการจับเวลาไม่ตรงกับความเป็นจริง



รูปที่ 4.1 รูปแสดงการทดลองการเปรียบเทียบความเร็วระหว่างความเร็วที่ได้จากการนำเวลาที่จับได้จากนาฬิกามาคำนวณหาความเร็ว กับความเร็วที่ได้จากการคำนวณจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

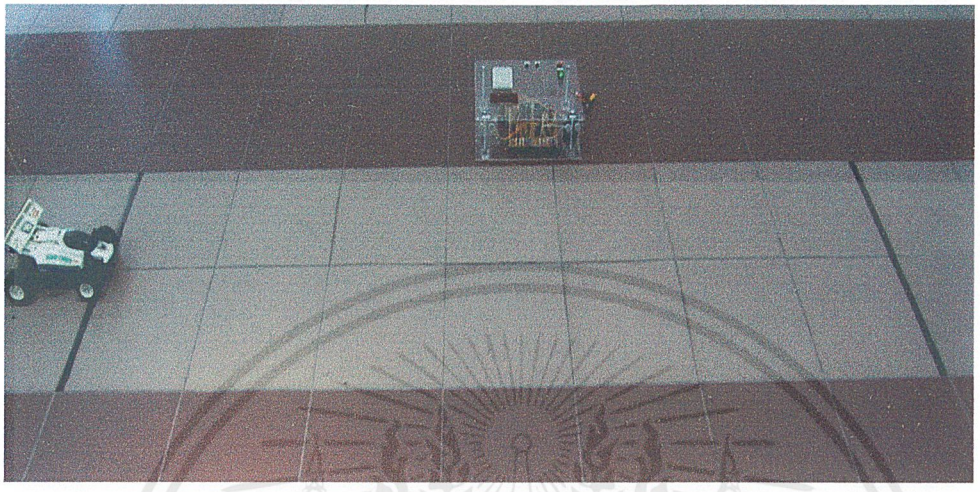
ในส่วนของวัตถุที่ใช้ในการทดลองนี้ ทางผู้จัดทำได้เลือกนำรถบังคับวิทยุซึ่งสามารถควบคุมได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายรถบังคับวิทยุซึ่งใช้ในการทดลอง

สำหรับการจัดสถานที่ทำการทดลอง เราจะจัดให้วัตถุวิ่งตัดผ่านเครื่องตรวจวัดความเร็วเป็นระยะทาง 2 เมตร แล้วใช้เวลาที่ได้จากการจับเวลาจากนาฬิกาจับเวลามาคำนวณหาความเร็ว แล้วนำความเร็วที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่ได้จากเครื่องวัดเพื่อหาค่าความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 รูปแสดงการจัดวางตำแหน่งทำการทดลอง

เมื่อทำการทดลองแล้วได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ครั้งที่	ค่าเวลา(วินาที) ที่ได้จากการเคลื่อนที่ของวัตถุ (2เมตร)	ความเร็วที่ได้จากการคำนวณ (นาฬิกา)	ความเร็วที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ (โปรแกรม)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	0.76	9.47	8.3	14.09
2	0.67	10.74	9.5	13.05
3	1.18	6.10	5.3	15.09
4	0.72	9.99	10.1	1.08
5	0.67	10.76	12.2	11.8

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์สรุปและปัญหาที่พบในการทดลอง

บทวิจารณ์

อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์นั้นสามารถใช้งานในช่วงความถี่ประมาณ 40 กิโลเฮิร์ท และมีช่วงแบนวิดท์ประมาณ 4.5 กิโลเฮิร์ท สำหรับตัวส่ง ส่วนตัวรับจะมีค่าแบนวิดท์ประมาณ 5 กิโลเฮิร์ท หากใช้ค่าความถี่ที่ต่างจากที่กำหนดมากๆ แล้วนั้นตัวอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จะไม่สามารถใช้งานได้เลย จึงต้องคำนึงถึงความถี่ที่วงจรภาคส่งผลิตออกมาด้วย

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ การนับเวลาของไทเมอร์นั้นนับว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก เนื่องจากมีโอกาสในการผิดพลาดได้ง่าย และหากผิดพลาดก็จะทำให้การคำนวณค่าความเร็วผิดไปจากความเป็นจริงด้วย

จากผลการทดลองที่ 4.2 นั้น ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นน่าจะเกิดจากผู้จับเวลาทำการจับเวลาได้ไม่ดีพอ เนื่องจากนอกจากการทดลองนี้แล้ว ผู้จัดทำยังได้ทำการทดสอบโปรแกรมการคำนวณความเร็วด้วยโปรแกรมซิมูเลต (simulate) อีกด้วย ซึ่งผลที่ได้ออกมาจะมีค่าความผิดพลาดจากตัวไทม์เมอร์อยู่ประมาณ 1 วินาทีในการจับเวลาทั้งหมด 1 นาที โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าที่น้อยมากเมื่อเทียบกับระยะทาง 25 เซนติเมตรที่ใช้ในการจับเวลา

บทสรุป

โครงงานนี้ใช้อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ เนื่องจากมีระยะในการส่งสัญญาณได้ไกลพอสมควร และ มีชุดรับ และ ส่งอยู่ข้างเดียวกันจึงสะดวกในการใช้งาน

ในส่วนของการคำนวณความเร็ว ส่วนการแสดงผล และการรับค่าความเร็วจำกัดจากคีย์แพด เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุม ยกเว้นแต่ส่วนของการถ่ายภาพและการเก็บภาพจะใช้การควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบในการทดลอง

ในส่วนของวงจรการตรวจจับวัตถุ ต้องทำของวงจรเพื่อให้ชุดส่งของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์สามารถส่งความถี่ประมาณ 40 กิโลเฮิร์ท วงจรตรวจจับวัตถุจึงสามารถทำงานได้ นอกจากนี้แล้วยังต้องหาระยะที่เหมาะสมในการตรวจจับของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์โดยทำการปรับค่าความต้านทานอีกตัวหนึ่งในวงจร การปรับระยะนี้ให้เท่ากันทั้ง 2 ชุด ทำได้ยาก ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดของอุปกรณ์ เมื่อมีวัตถุความเร็วสูงมากผ่านวงจรตรวจจับอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จึงไม่สามารถตรวจพบ

ในส่วนของการบันทึกภาพของวัตถุลงบนคอมพิวเตอร์ มีปัญหา คือ ไม่สามารถเก็บภาพทั้งหมดที่ทำการถ่ายไว้ทั้งหมด สามารถเก็บได้เพียงภาพเดียวโดยให้เก็บทับกันไปเรื่อยๆ และไม่สามารถสั่งให้มีการเก็บภาพโดยอัตโนมัติ ปัญหานี้อาจเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาโดยละเอียดของการเขียนโปรแกรม รวมทั้งมีเวลาจำกัดในการศึกษา

ในส่วนของการโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะมีปัญหาหากใช้กับโปรแกรมยาวๆ ซึ่งคาดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากส่วนของวงจรการโปรแกรมที่ต่อเพื่อใช้งานเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4011B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

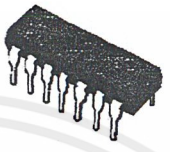
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

HCC4011B/12B/23B
HCF4011B/12B/23B

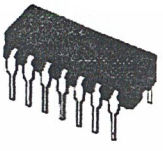
NAND GATES

QUAD 2 INPUT HCC/HCF 4011B
DUAL 4 INPUT HCC/HCF 4012B
TRIPLE 3 INPUT HCC/HCF 4023B

- PROPAGATION DELAY TIME = 60ns (typ.) AT C_L = 50pF, V_{DD} = 10V
- BUFFERED INPUTS AND OUTPUTS
- QUIESCENT CURRENT SPECIFIED TO 20V FOR HCC DEVICE
- INPUT CURRENT OF 100nA AT 18V AND 25°C FOR HCC DEVICE
- 100% TESTED FOR QUIESCENT CURRENT
- 5V, 10V AND 15V PARAMETRIC RATINGS
- MEETS ALL REQUIREMENTS OF JEDEC TENTATIVE STANDARD N°. 13A, "STANDARD SPECIFICATIONS FOR DESCRIPTION OF "B" SERIES CMOS DEVICES"



EY
(Plastic Package)



F
(Ceramic Frit Seal Package)

M1
(Micro Package)

C1
(Plastic Chip Carrier)

ORDER CODES :

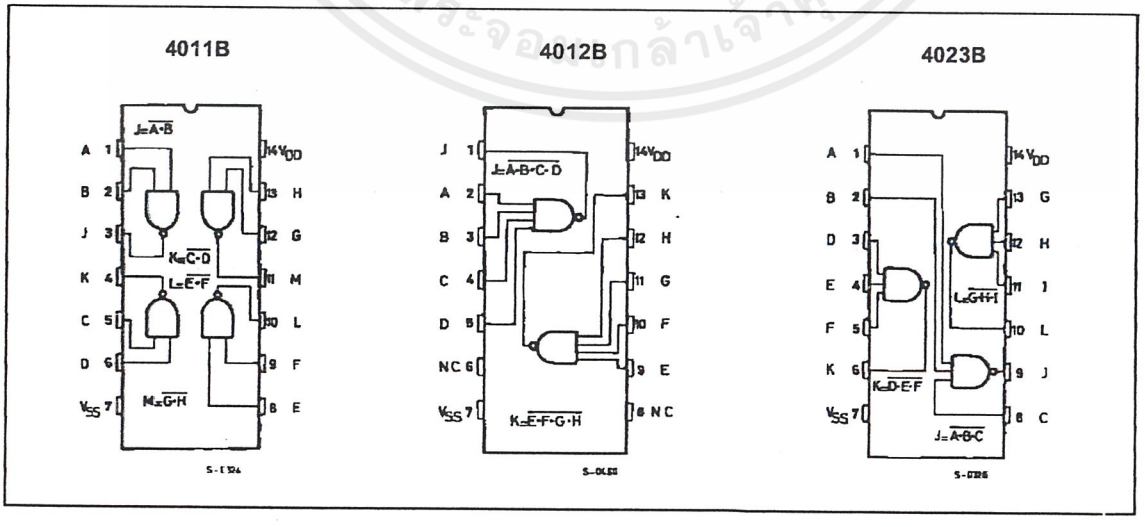
HCC40XXBF	HCF40XXBM1
HCF40XXBEY	HCF40XXBC1

DESCRIPTION

The **HCC4011B, HCC4012B** and **HCC4023B** (extended temperature range) and **HCF4011B, HCF4012B** and **HCF4023B** (intermediate temperature range) are monolithic, integrated circuit, available in 14-lead dual in-line plastic or ceramic package and plastic micropackage.

The **HCC/HCF4011B, HCC/HCF4012B** and **HCC/HCF4023B** NAND gates provide the system designer with direct implementation of the NAND function and supplement the existing family of COS/MOS gates. All inputs and outputs are buffered.

PIN CONNECTIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}*	Supply Voltage : **HCC** Types **HCF** Types	– 0.5 to + 20 – 0.5 to + 18	V V
V_i	Input Voltage	– 0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_I	DC Input Current (any one input)	± 10	mA
P_{tot}	Total Power Dissipation (per package) Dissipation per Output Transistor for T_{op} = Full Package-temperature Range	200 100	mW mW
T_{op}	Operating Temperature : **HCC** Types **HCF** Types	– 55 to + 125 – 40 to + 85	°C °C
T_{stg}	Storage Temperature	– 65 to + 150	°C

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for external periods may affect device reliability.

* All voltage values are referred to V_{SS} pin voltage.

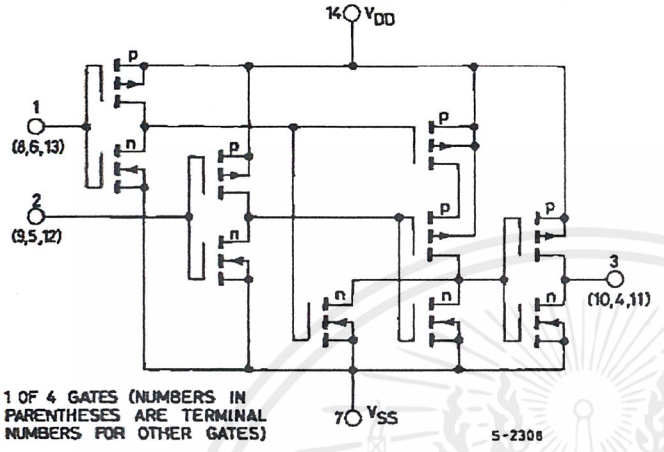
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	Supply Voltage : **HCC** Types **HCF** Types	3 to 18 3 to 15	V V
V_I	Input Voltage	0 to V_{DD}	V
T_{op}	Operating Temperature : **HCC** Types **HCF** Types	– 55 to + 125 – 40 to + 85	°C °C

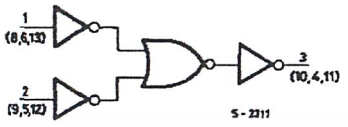
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

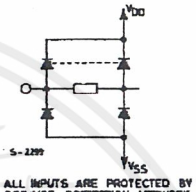
SCHEMATIC AND LOGIC DIAGRAMS

4011B



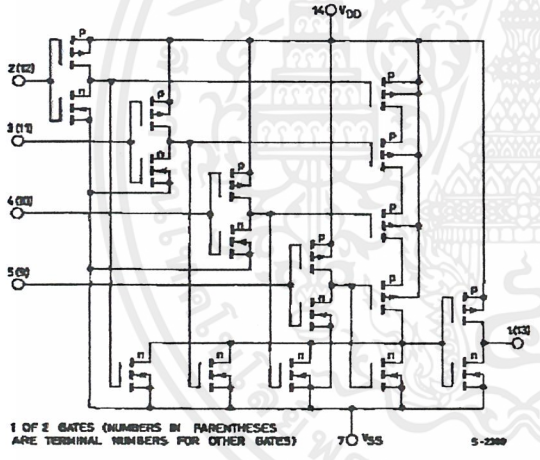
1 OF 4 GATES (NUMBERS IN PARENTHESES ARE TERMINAL NUMBERS FOR OTHER GATES)



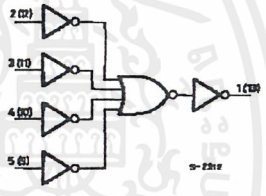


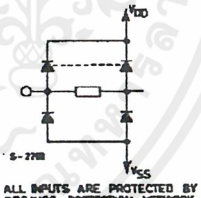
ALL INPUTS ARE PROTECTED BY COS/MOS PROTECTION NETWORK

4012B



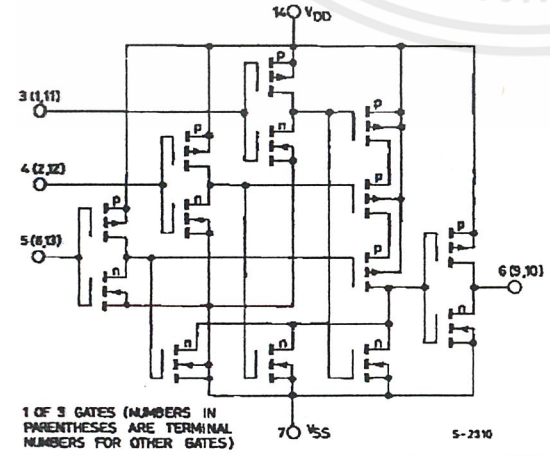
1 OF 2 GATES (NUMBERS IN PARENTHESES ARE TERMINAL NUMBERS FOR OTHER GATES)



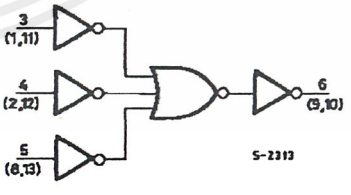


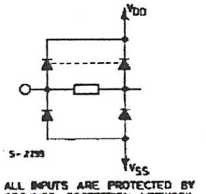
ALL INPUTS ARE PROTECTED BY COS/MOS PROTECTION NETWORK

4023B



1 OF 3 GATES (NUMBERS IN PARENTHESES ARE TERMINAL NUMBERS FOR OTHER GATES)





ALL INPUTS ARE PROTECTED BY COS/MOS PROTECTION NETWORK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (over recommended operating conditions)

Symbol	Parameter		Test Conditions V_I (V)	V_O (V)	$\|I_O\|$ (µA)	V_{DD} (V)	Value T_{Low}* Min.	T_{Low}* Max.	25°C Min.	25°C Typ.	25°C Max.	T_{High}* Min.	T_{High}* Max.	Unit
I_L	Quiescent Current	HCC Types	0/5			5		0.25		0.01	0.25		7.5	µA
			0/10			10		0.5		0.01	0.5		15	
			0/15			15		1		0.01	1		30	
			0/20			20		5		0.02	5		150	
		HCF Types	0/ 5			5		1		0.01	1		7.5	
			0/10			10		2		0.01	2		15	
			0/15			15		4		0.01	4		30	
V_{OH}	Output High Voltage		0/5		< 1	5	4.95		4.95			4.95		V
			0/10		< 1	10	9.95		9.95			9.95		
			0/15		< 1	15	14.95		14.95			14.95		
V_{OL}	Output Low Voltage		5/0		< 1	5		0.05			0.05		0.05	V
			10/0		< 1	10		0.05			0.05		0.05	
			15/0		< 1	15		0.05			0.05		0.05	
V_{IH}	Input High Voltage			0.5/4.5	< 1	5	3.5		3.5			3.5		V
				1/9	< 1	10	7		7			7		
				1.5/13.5	< 1	15	11		11			11		
V_{IL}	Input Low Voltage			4.5/0.5	< 1	5		1.5			1.5		1.5	V
				9/1	< 1	10		3			3		3	
				13.5/1.5	< 1	15		4			4		4	
I_{OH}	Output Drive Current	HCC Types	0/5	2.5		5	− 2		− 1.6	− 3.2		− 1.15		mA
			0/5	4.6		5	− 0.64		− 0.51	− 1		− 0.36		
			0/10	9.5		10	− 1.6		− 1.3	− 2.6		− 0.9		
			0/15	13.5		15	− 4.2		− 3.4	− 6.8		− 2.4		
		HCF Types	0/5	2.5		5	− 1.53		− 1.36	− 3.2		− 1.1		
			0/5	4.6		5	− 0.52		− 0.44	− 1		− 0.36		
			0/10	9.5		10	− 1.3		− 1.1	− 2.6		− 0.9		
			0/15	13.5		15	− 3.6		− 3.0	− 6.8		− 2.4		
I_{OL}	Output Sink Current	HCC Types	0/5	0.4		5	0.64		0.51	1		0.36		mA
			0/10	0.5		10	1.6		1.3	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	4.2		3.4	6.8		2.4		
		HCF Types	0/5	0.4		5	0.52		0.44	1		0.36		
			0/10	0.5		10	1.3		1.1	2.6		0.9		
			0/15	1.5		15	3.6		3.0	6.8		2.4		
I_{IH}, I_{IL}	Input Leakage Current	HCC Types	0/18	Any Input		18		± 0.1		$\pm 10^{-5}$	± 0.1		± 1	µA
		HCF Types	0/15			15		± 0.3		$\pm 10^{-5}$	± 0.3		± 1	
C_I	Input Capacitance			Any Input						5	7.5			pF

* T_{LOW} = − 55°C for **HCC** device : − 40°C for **HCF** device.
* T_{HIGH} = + 125°C for **HCC** device : + 85°C for **HCF** device.
The Noise Margin for both "1" and "0" level is : 1V min. with V_{DD} = 5V, 2V min. with V_{DD} = 10V, 2.5V with V_{DD} = 15V.

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

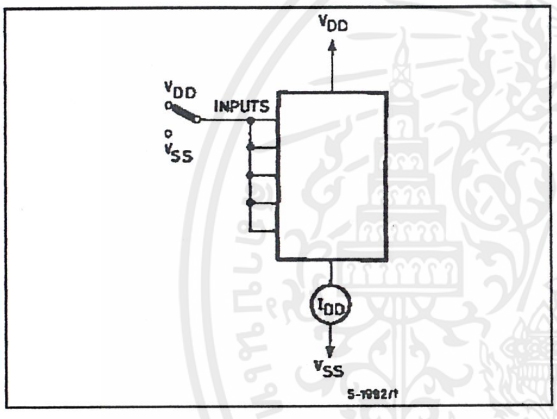
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C, C_L = 50pF, R_L = 200kΩ, typical temperature coefficient for all V_{DD} values is 0.3%/°C, all input rise and fall times = 20ns)

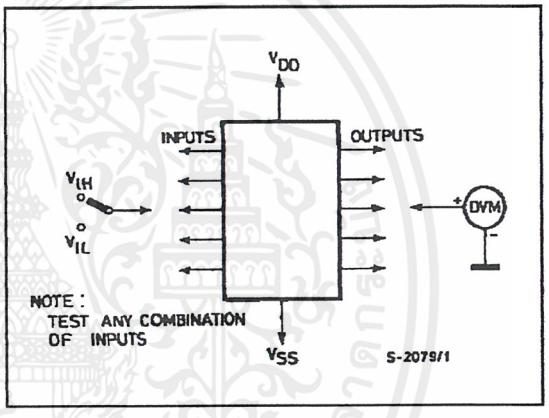
Symbol	Parameter	Test Conditions		Value			Unit
			V_{DD} (V)	Min.	Typ.	Max.	
t_{PLH}, t_{PHL}	Propagation Delay Time		5		125	250	ns
			10		60	120	
			15		45	90	
t_{THL}, t_{TLH}	Transition Time		5		100	200	ns
			10		50	100	
			15		40	80	

TEST CIRCUITS

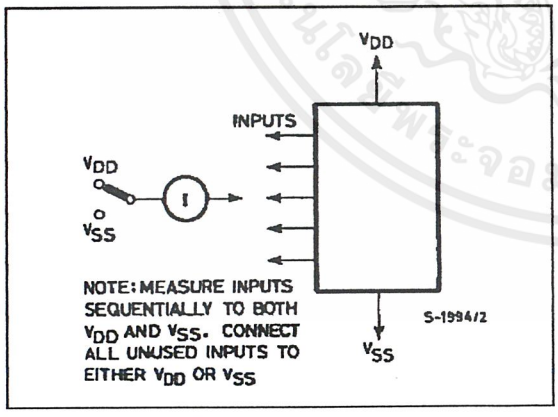
Quiescent Device Current



Noise Immunity.

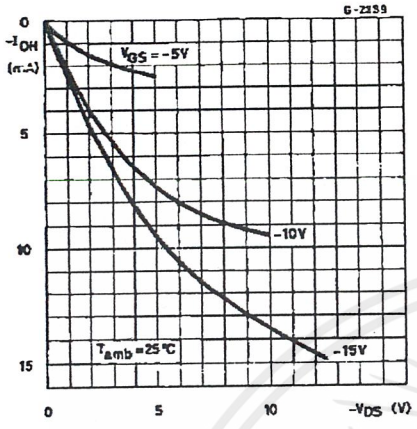


Input Leakage Current.

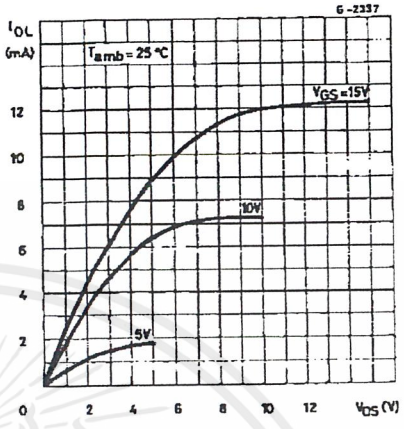


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

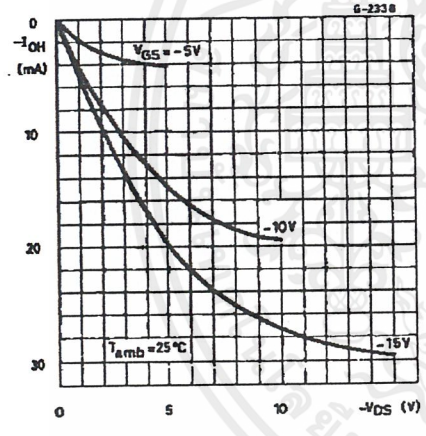
Minimum Output High (source) Current Characteristics.



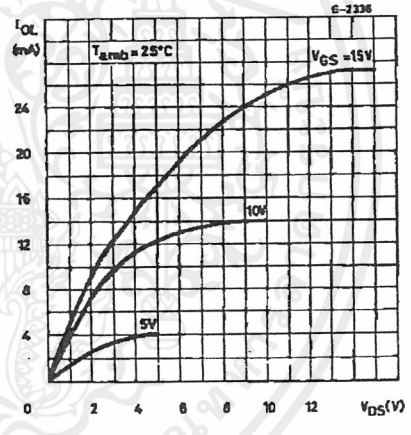
Minimum Output Low (sink) Current Characteristics.



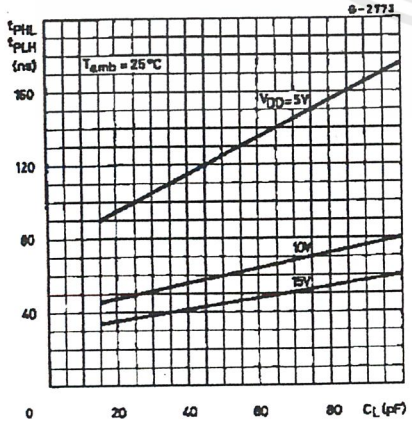
Typical Output High (source) Current Characteristics.



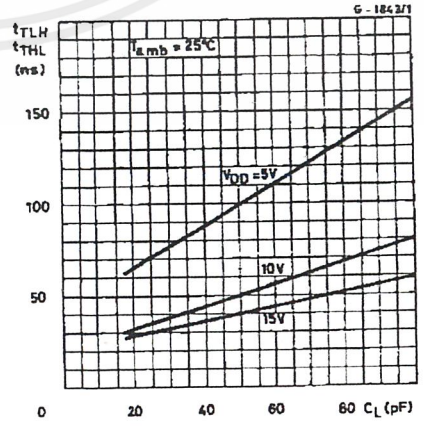
Typical Output Low (sink) Current Characteristics.



Typical Propagation Delay Time per Gate as a Function of Load Capacitance.

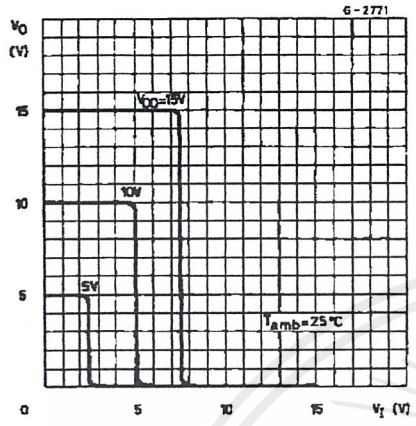


Typical Transition Time vs. Load Capacitance.

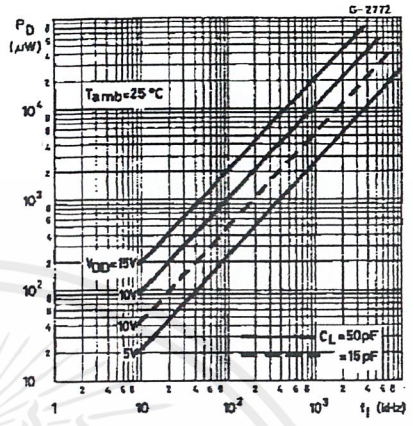


SGS-THOMSON MICROELECTRONICS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Voltage Transfer Characteristics.



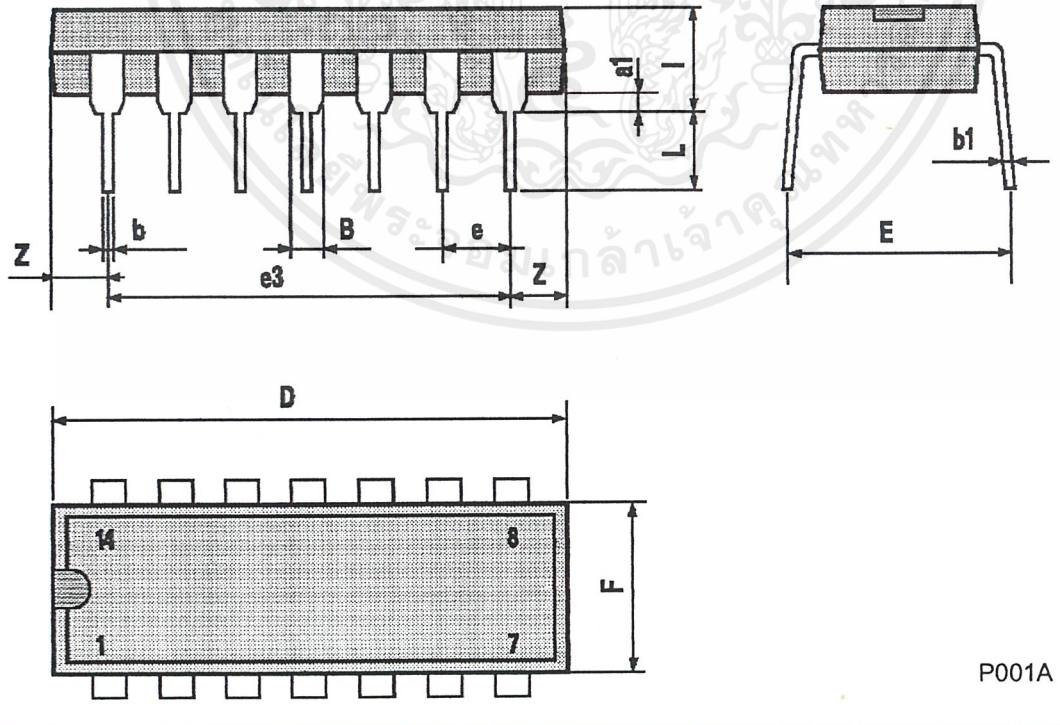
Typical Power Dissipation/gate vs Frequency.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plastic DIP14 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100



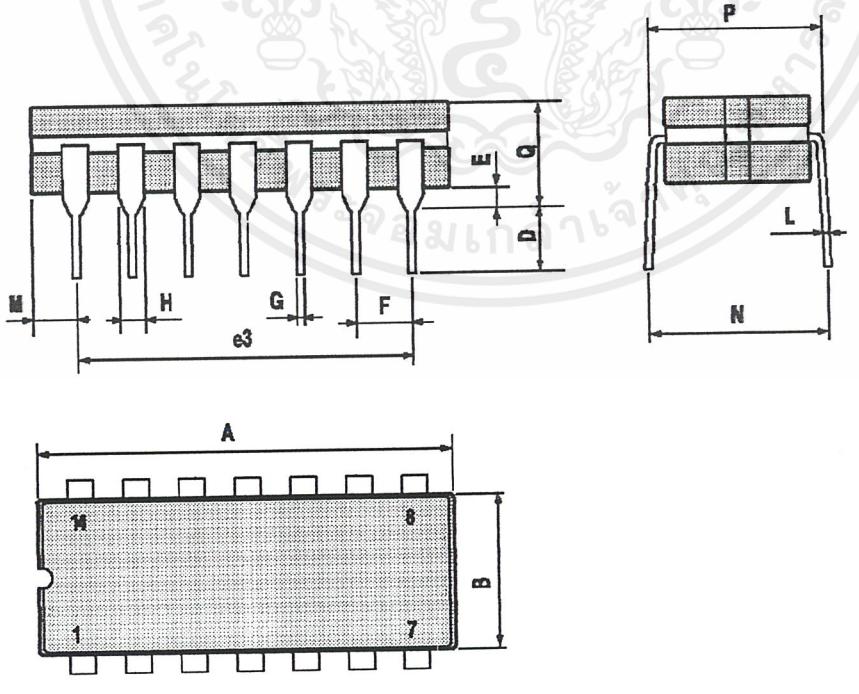
P001A

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ceramic DIP14/1 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			20			0.787
B			7.0			0.276
D		3.3			0.130	
E	0.38			0.015		
e3		15.24			0.600	
F	2.29		2.79	0.090		0.110
G	0.4		0.55	0.016		0.022
H	1.17		1.52	0.046		0.060
L	0.22		0.31	0.009		0.012
M	1.52		2.54	0.060		0.100
N			10.3			0.406
P	7.8		8.05	0.307		0.317
Q			5.08			0.200

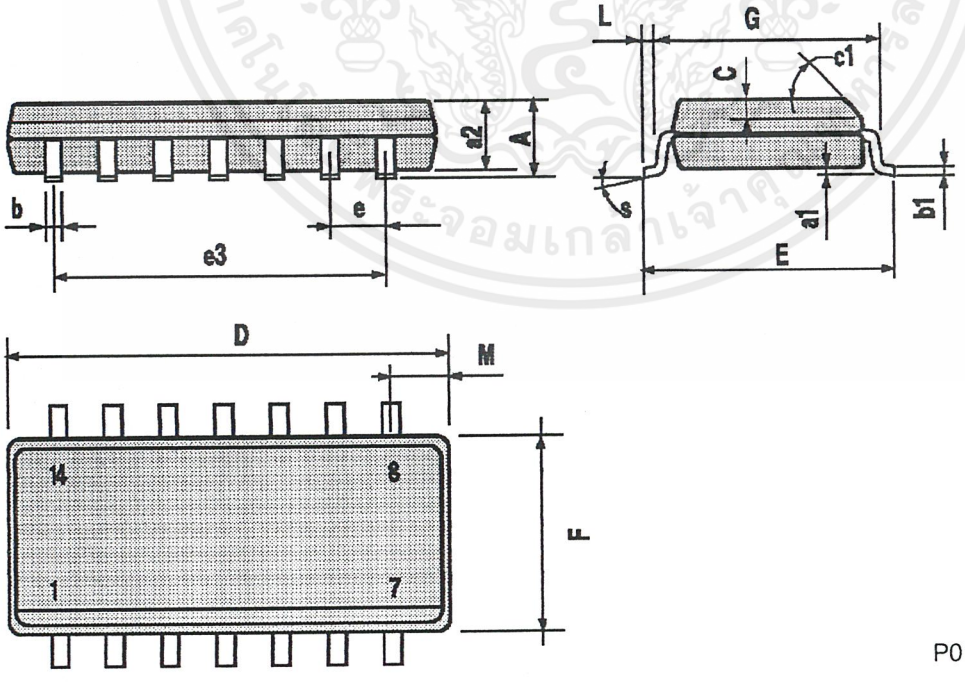


P053C

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO14 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.003		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	45° (typ.)					
D	8.55		8.75	0.336		0.344
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.68			0.026
S	8° (max.)					

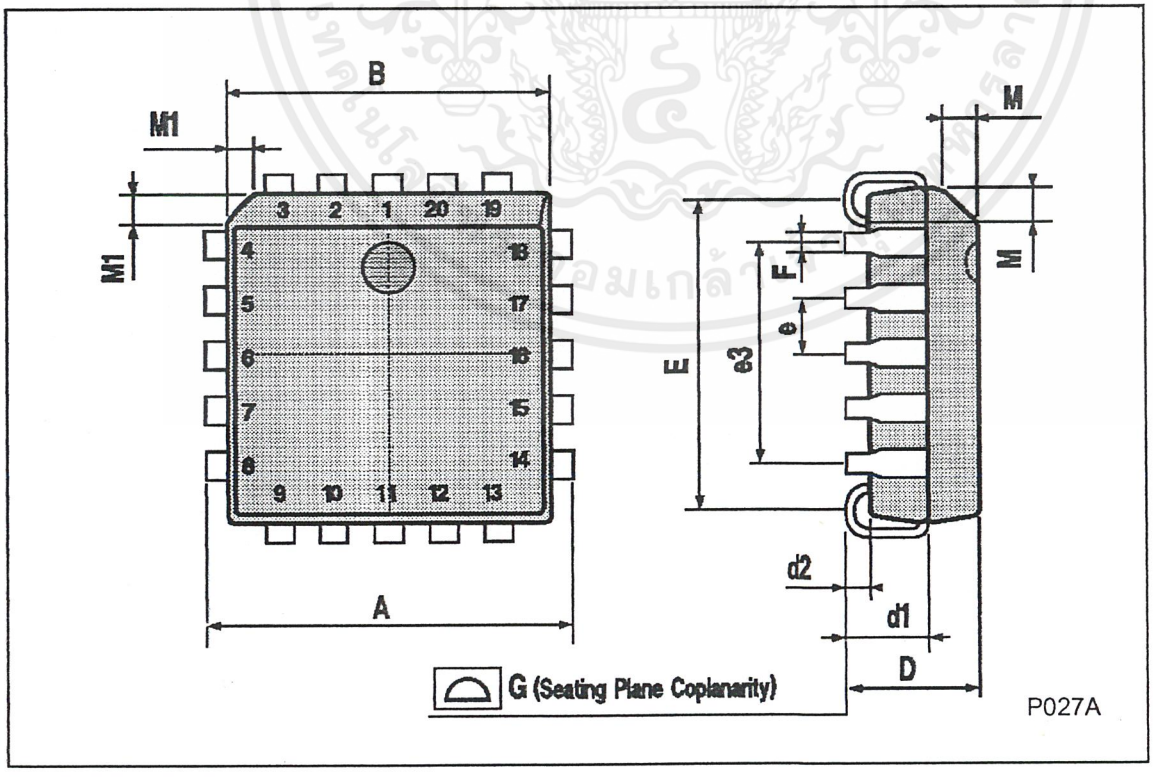


P013G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLCC20 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	9.78		10.03	0.385		0.395
B	8.89		9.04	0.350		0.356
D	4.2		4.57	0.165		0.180
d1		2.54			0.100	
d2		0.56			0.022	
E	7.37		8.38	0.290		0.330
e		1.27			0.050	
e3		5.08			0.200	
F		0.38			0.015	
G			0.101			0.004
M		1.27			0.050	
M1		1.14			0.045	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, SGS-THOMSON Microelectronics assumes no responsability for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may results from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of SGS-THOMSON Microelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. SGS-THOMSON Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SGS-THOMSON Microelectonics.

© 1994 SGS-THOMSON Microelectronics - All Rights Reserved

SGS-THOMSON Microelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - France - Germany - Hong Kong - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74HC541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal buffer/line driver; 3-state | 74HC/HCT541

FEATURES

- Non-inverting outputs
- Output capability: bus driver
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT541 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT541 are octal non-inverting buffer/line drivers with 3-state outputs. The 3-state outputs are controlled by the output enable inputs $\overline{OE}_1$ and $\overline{OE}_2$. A HIGH on $\overline{OE}_n$ causes the outputs to assume a high impedance OFF-state.
The "541" is identical to the "540" but has non-inverting outputs.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n	C_L = 15 pF; V_{CC} = 5 V	10	12	ns
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per buffer	notes 1 and 2	37	39	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW):
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz
   f_o = output frequency in MHz
   $\Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs
   C_L = output load capacitance in pF
   V_{CC} = supply voltage in V
2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}
   For HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} – 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 19	$\overline{OE}_1$, $\overline{OE}_2$	output enable input (active LOW)
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A_0 to A_7	data inputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	Y_0 to Y_7	bus outputs
20	V_{CC}	positive supply voltage

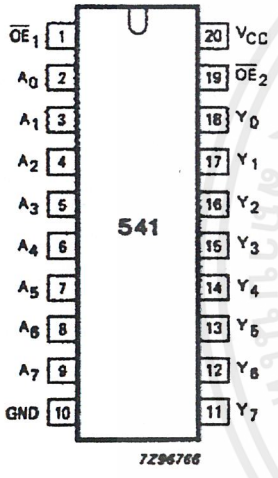


Fig.1 Pin configuration.

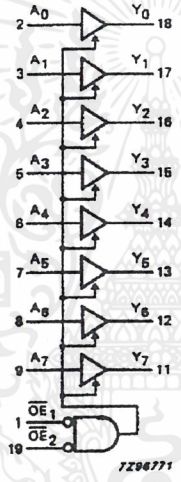


Fig.2 Logic symbol.

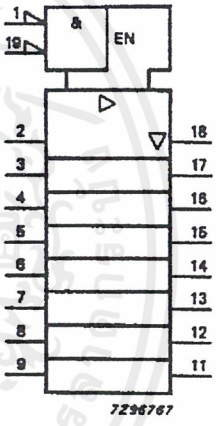


Fig.3 IEC logic symbol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

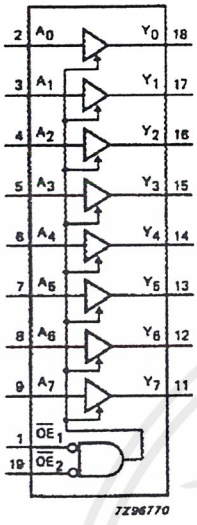


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUT
$\overline{OE}_1$	$\overline{OE}_2$	A_n	Y_n
L	L	L	L
L	L	H	H
X	H	X	Z
H	X	X	Z

Notes

1. H = HIGH voltage level
   L = LOW voltage level
   X = don't care
   Z = high impedance OFF-state

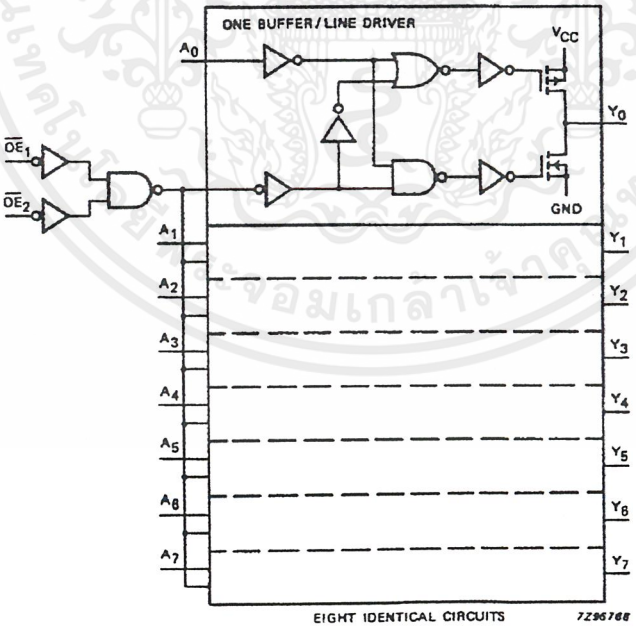


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HC

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

AC CHARACTERISTICS FOR 74HC

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HC								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			–40 to +85		–40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n		33 12 10	115 23 20		145 29 25		175 35 30	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6
t_{PZH}/ t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Y_n		55 20 16	160 32 27		200 40 34		240 48 41	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{PHZ}/ t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Y_n		61 22 18	160 32 27		200 40 34		240 48 41	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{THL}/ t_{TLH}	output transition time		14 5 4	60 12 10		75 15 13		90 18 15	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

Note to HCT types

The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
$\overline{OE}_1$	1.50
$\overline{OE}_2$	1.00
A_n	0.70

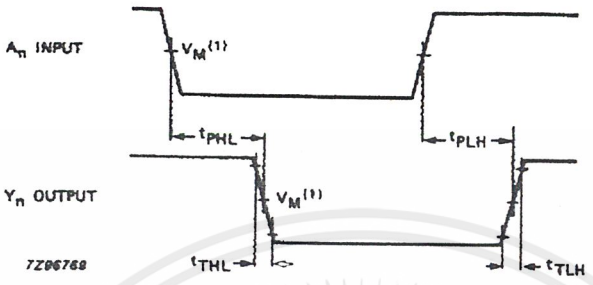
AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HCT								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			–40 to +85		–40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n		15	28		35		42	ns	4.5	Fig.6
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Y_n		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Y_n		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t_{THL}/t_{TLH}	output transition time		5	12		15		18	ns	4.5	Fig.6

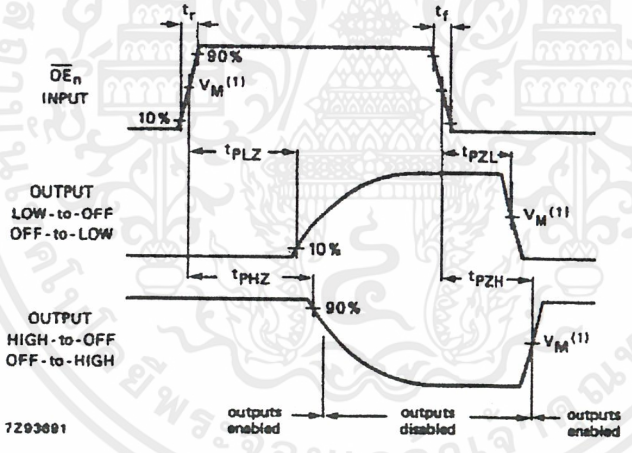
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC WAVEFORMS



(1) HC : V_M = 50%; V_I = GND to V_{CC}.
HCT: V_M = 1.3 V; V_I = GND to 3 V.

Fig.6 Waveforms showing the input (A_n) to output (Y_n) propagation delays and the output transition times.



(1) HC : V_M = 50%; V_I = GND to V_{CC}.
HCT: V_M = 1.3 V; V_I = GND to 3 V.

Fig.7 Waveforms showing the 3-state enable and disable times.

PACKAGE OUTLINES

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised March 2000

DM74LS138 • DM74LS139
Decoder/Demultiplexer

General Description

These Schottky-clamped circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications, requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When used with high-speed memories, the delay times of these decoders are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The DM74LS138 decodes one-of-eight lines, based upon the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented with no external inverters, and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The DM74LS139 comprises two separate two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs, presenting only one normalized load to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design.

Features

- Designed specifically for high speed:
  - Memory decoders
  - Data transmission systems
- DM74LS138 3-to-8-line decoders incorporates 3 enable inputs to simplify cascading and/or data reception
- DM74LS139 contains two fully independent 2-to-4-line decoders/demultiplexers
- Schottky clamped for high performance
- Typical propagation delay (3 levels of logic)
  - DM74LS138 21 ns
  - DM74LS139 21 ns
- Typical power dissipation
  - DM74LS138 32 mW
  - DM74LS139 34 mW

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS138M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS138SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS138N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
DM74LS139M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS139SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS139N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

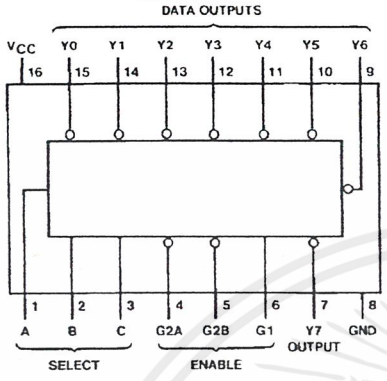
Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation

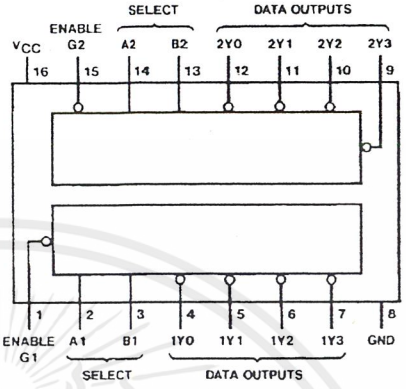
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagrams

DM74LS138



DM74LS139



Function Tables

DM74LS138

Inputs					Outputs							
Enable		Select										
G1	G2 (Note 1)	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

DM74LS139

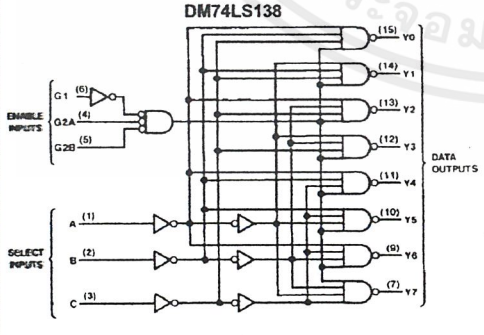
Inputs			Outputs			
Enable	Select					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Level
L = LOW Level
X = Don't Care

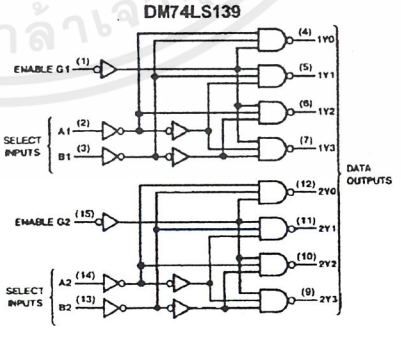
Note 1: G2 = G2A + G2B

Logic Diagrams

DM74LS138



DM74LS139



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings(Note 2)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note 2: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

DM74LS138 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			−0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

DM74LS138 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 4)	−20		−100	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 5)		6.3	10	mA

Note 3: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 5: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

DM74LS138 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	R_L = 2 kΩ				Units
				C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		
				Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	3		28		40	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DM74LS139 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			−0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

DM74LS139 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 6)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 7)	−20		−100	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 8)		6.8	11	mA

Note 6: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 7: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 8: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

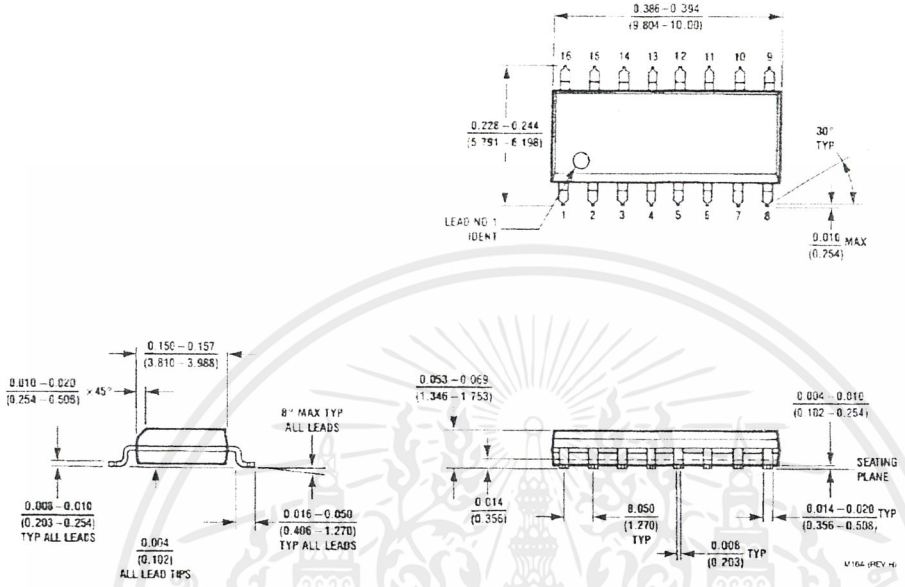
DM74LS139 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R_L = 2 kΩ				Units
			C_L = 15 pF		C_L = 50 pF		
			Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output		24		40	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

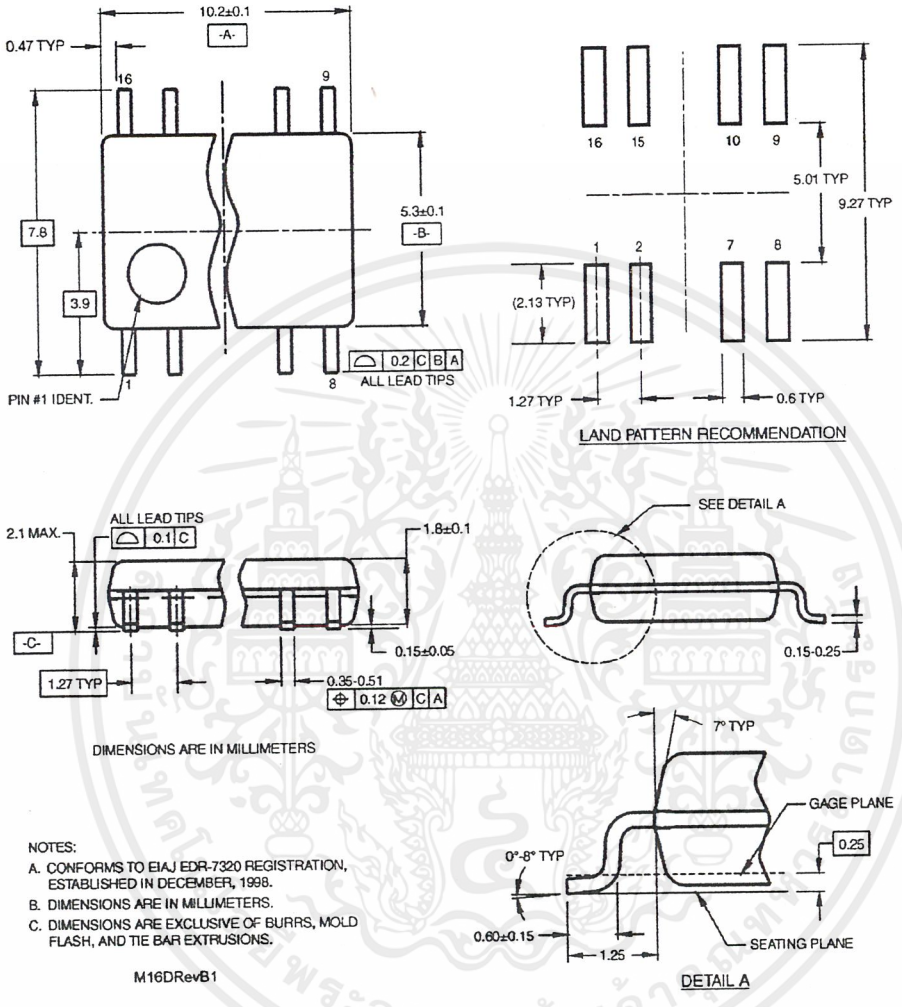
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
Package Number M16A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



NOTES:

A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.

B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

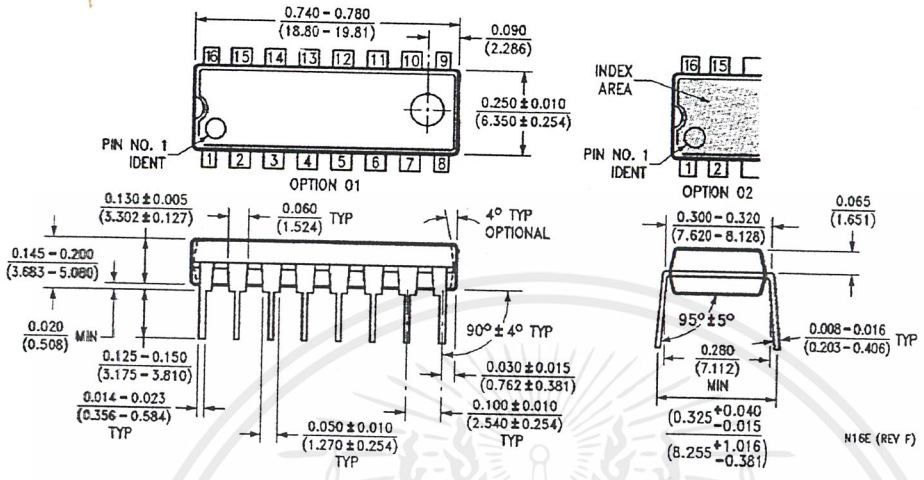
C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M16DRevB1

16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M16D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N16E

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS245

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised March 2000

DM74LS245
3-STATE Octal Bus Transceiver

General Description

These octal bus transceivers are designed for asynchronous two-way communication between data buses. The control function implementation minimizes external timing requirements.

The device allows data transmission from the A Bus to the B Bus or from the B Bus to the A Bus depending upon the logic level at the direction control (DIR) input. The enable input ($\overline{G}$) can be used to disable the device so that the buses are effectively isolated.

Features

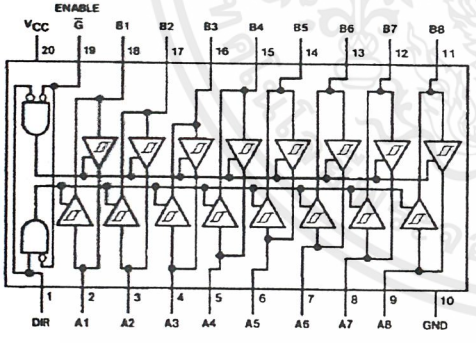
- Bi-Directional bus transceiver in a high-density 20-pin package
- 3-STATE outputs drive bus lines directly
- PNP inputs reduce DC loading on bus lines
- Hysteresis at bus inputs improve noise margins
- Typical propagation delay times, port-to-port 8 ns
- Typical enable/disable times 17 ns
- I_{OL} (sink current)
  24 mA
- I_{OH} (source current)
  −15 mA

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS245WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
DM74LS245SJ	M20D	20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS245N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

Enable $\overline{G}$	Direction Control DIR	Operation
L	L	B Data to A Bus
L	H	A Data to B Bus
H	X	Isolation

H = HIGH Level
L = LOW Level
X = Irrelevant

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	
DIR or $\overline{G}$	7V
A or B	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			−15	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			24	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions			Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA					−1.5	V
HYS	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = Min			0.2	0.4		V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max, I_{OH} = −1 mA			2.7			V
		V_{CC} = Min, V_{IL} = Min, V_{IL} = Max, I_{OH} = −3 mA			2.4	3.4		
		V_{CC} = Min, V_{IH} = Min, V_{IL} = 0.5V, I_{OH} = Max			2			
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	I_{OL} = 12 mA				0.4	V
			I_{OL} = Max				0.5	
I_{OZH}	Off-State Output Current, HIGH Level Voltage Applied	V_{CC} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	V_O = 2.7V				20	µA
I_{OZL}	Off-State Output Current, LOW Level Voltage Applied		V_O = 0.4V				−200	µA
I_I	Input Current at Maximum Input Voltage	V_{CC} = Max	A or B	V_I = 5.5V			0.1	mA
			DIR or $\overline{G}$	V_I = 7V			0.1	
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V					20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V					−0.2	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 3)			−40		−225	mA
I_{CC}	Supply Current	Outputs HIGH		V_{CC} = Max		48	70	mA
		Outputs LOW				62	90	
		Outputs at Hi-Z				64	95	

Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, not to exceed one second duration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

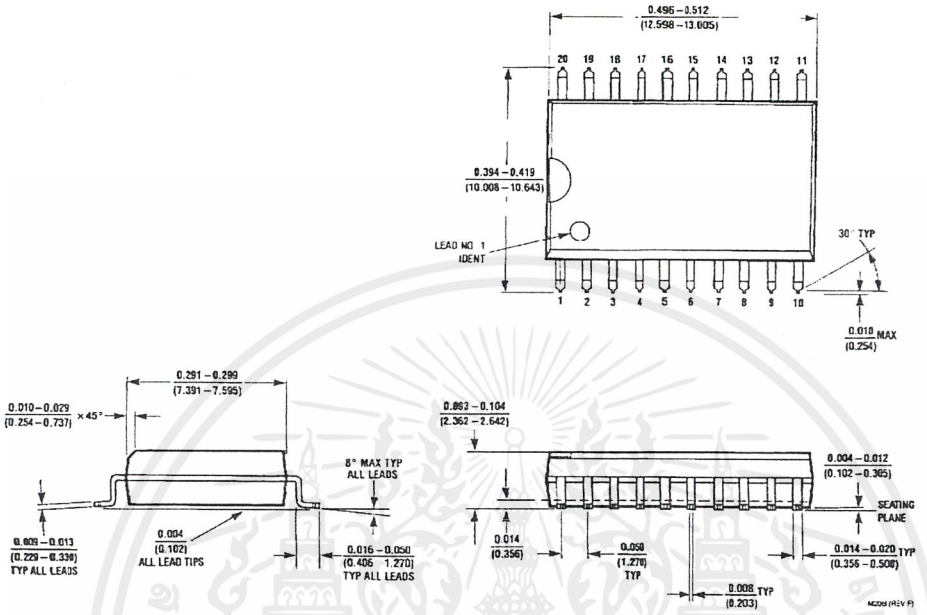
Switching Characteristics

V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
t_{PLH}	Propagation Delay Time, LOW-to-HIGH Level Output	C_L = 45 pF, R_L = 667Ω		12	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time, HIGH-to-LOW Level Output			12	ns
t_{PZL}	Output Enable Time to LOW Level			40	ns
t_{PZH}	Output Enable Time to HIGH Level			40	ns
t_{PLZ}	Output Disable Time from LOW Level	C_L = 5 pF, R_L = 667Ω		25	ns
t_{PHZ}	Output Disable Time from HIGH Level			25	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time, LOW-to-HIGH Level Output	C_L = 150 pF, R_L = 667Ω		16	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time, HIGH-to-LOW Level Output			17	ns
t_{PZL}	Output Enable Time to LOW Level			45	ns
t_{PZH}	Output Enable Time to HIGH Level			45	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

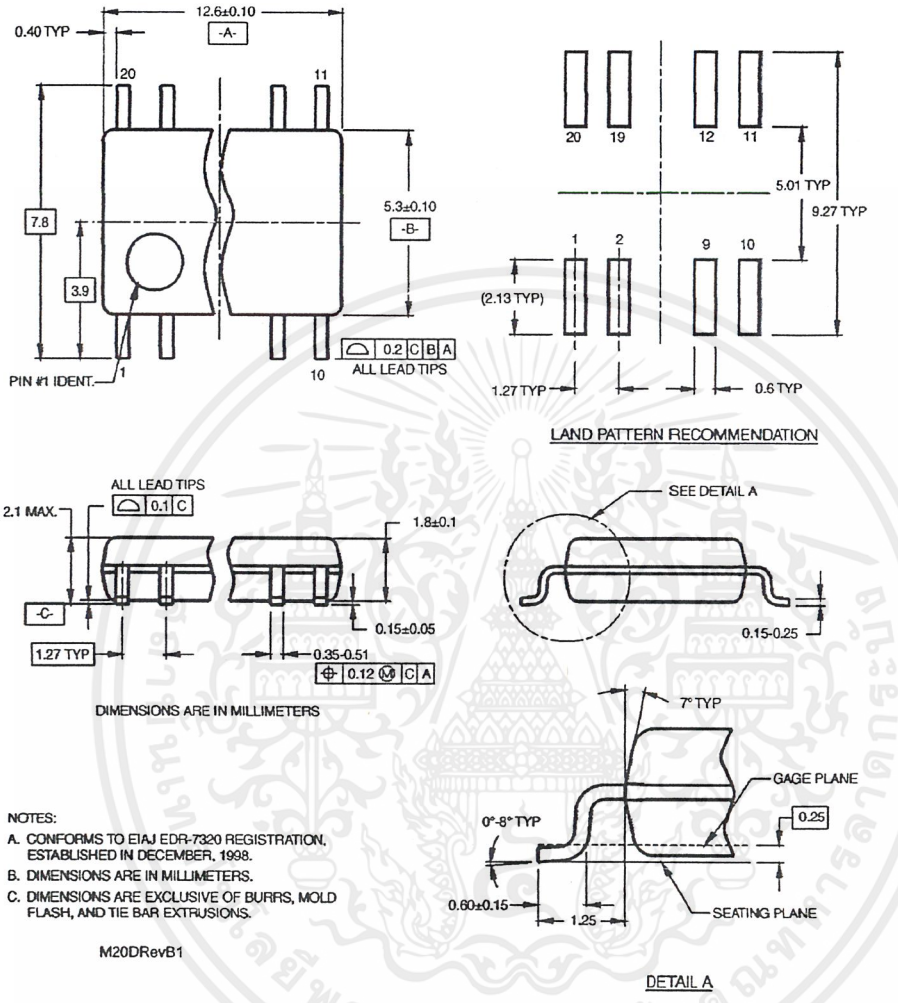
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



NOTES:

A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.

B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

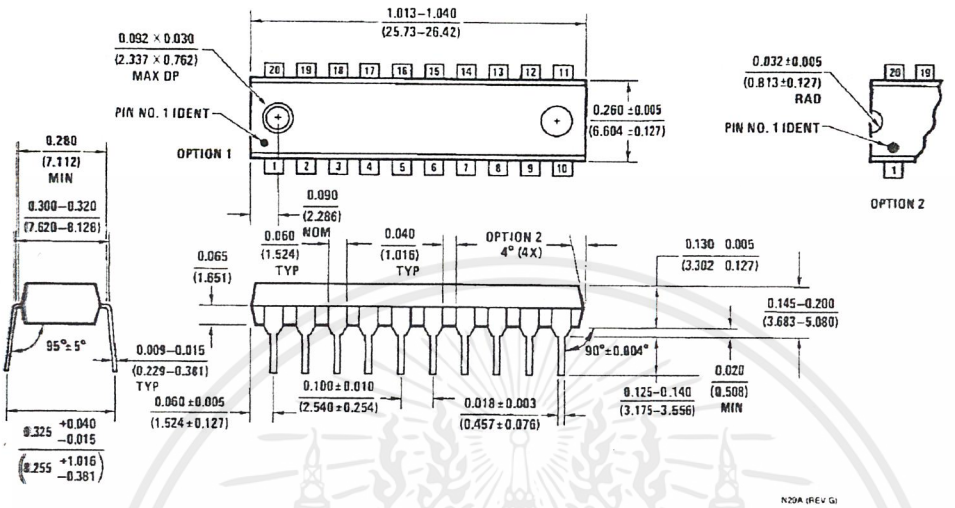
C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M20DRevB1

20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M20D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N20A

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS373

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

April 1986
Revised March 2000

DM74LS373 • DM74LS374
3-STATE Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

General Description

These 8-bit registers feature totem-pole 3-STATE outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance state and increased high-logic level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull-up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers.

The eight latches of the DM74LS373 are transparent D-type latches meaning that while the enable (G) is HIGH the Q outputs will follow the data (D) inputs. When the enable is taken LOW the output will be latched at the level of the data that was set up.

The eight flip-flops of the DM74LS374 are edge-triggered D-type flip flops. On the positive transition of the clock, the Q outputs will be set to the logic states that were set up at the D inputs.

A buffered output control input can be used to place the eight outputs in either a normal logic state (HIGH or LOW logic levels) or a high-impedance state. In the high-impedance state the outputs neither load nor drive the bus lines significantly.

The output control does not affect the internal operation of the latches or flip-flops. That is, the old data can be retained or new data can be entered even while the outputs are OFF.

Features

- Choice of 8 latches or 8 D-type flip-flops in a single package
- 3-STATE bus-driving outputs
- Full parallel-access for loading
- Buffered control inputs
- P-N-P inputs reduce D-C loading on data lines

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS373WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
DM74LS373SJ	M20D	20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS373N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
DM74LS374WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
DM74LS374SJ	M20D	20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
IDM29901NC	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

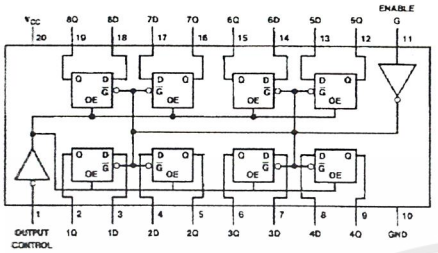
Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation

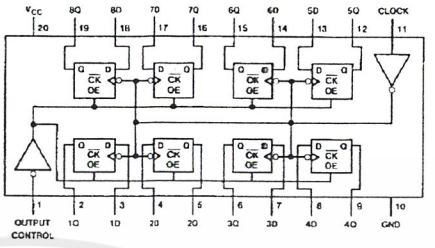
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagrams

DM74LS373



DM74LS374



Function Tables

DM74LS373

Output Control	Enable G	D	Output
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

DM74LS374

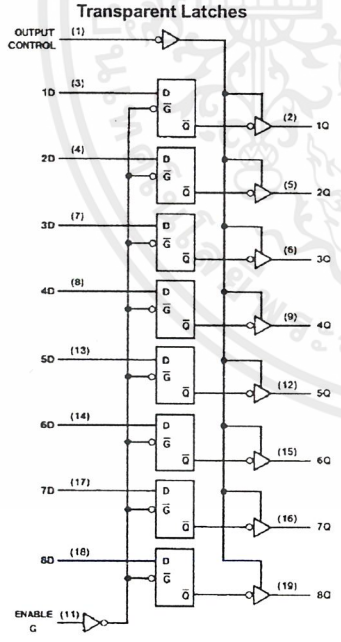
Output Control	Clock	D	Output
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

H = HIGH Level (Steady State) L = LOW Level (Steady State) X = Don't Care Z = High Impedance State

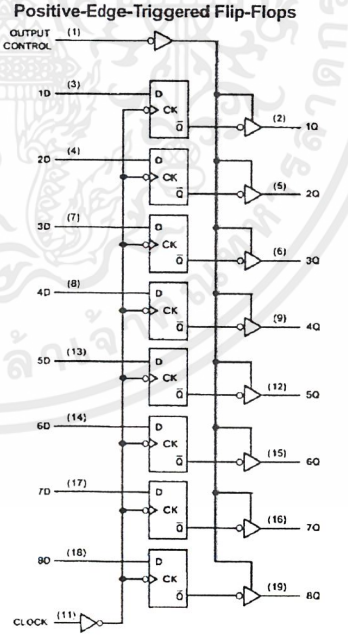
↑ = Transition from LOW-to-HIGH level Q_0 = The level of the output before steady-state input conditions were established.

Logic Diagrams

DM74LS373
Transparent Latches



DM74LS374
Positive-Edge-Triggered Flip-Flops



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

DM74LS373 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter		Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage		4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage		2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage				0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current				−2.6	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current				24	mA
t_W	Pulse Width	Enable HIGH	15			ns
	(Note 3)	Enable LOW	15			
t_{SU}	Data Setup Time (Note 2) (Note 3)		5↓			ns
t_H	Data Hold Time (Note 2) (Note 3)		20↓			ns
T_A	Free Air Operating Temperature		0		70	°C

Note 2: The symbol (↓) indicates the falling edge of the clock pulse is used for reference.

Note 3: $T_A = 25°C$ and $V_{CC} = 5V$.

DM74LS373 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 4)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.4	3.1		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 12 mA, V_{CC} = Min			0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.4	mA
I_{OZH}	Off-State Output Current with HIGH Level Output Voltage Applied	V_{CC} = Max, V_O = 2.7V, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max			20	µA
I_{OZL}	Off-State Output Current with LOW Level Output Voltage Applied	V_{CC} = Max, V_O = 0.4V, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max			−20	µA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 5)	−50		−225	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max, OC = 4.5V, D_n, Enable = GND		24	40	mA

Note 4: All typicals are at $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25°C$.

Note 5: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DM74LS373 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	R_L = 667Ω				Units
			C_L = 45 pF		C_L = 150 pF		
			Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Data to Q		18		26	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Data to Q		18		27	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Q		30		38	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Q		30		36	ns
t_{PZH}	Output Enable Time to HIGH Level Output	Output Control to Any Q		28		36	ns
t_{PZL}	Output Enable Time to LOW Level Output	Output Control to Any Q		36		50	ns
t_{PHZ}	Output Disable Time from HIGH Level Output (Note 6)	Output Control to Any Q		20			ns
t_{PLZ}	Output Disable Time from LOW Level Output (Note 6)	Output Control to Any Q		25			ns

Note 6: C_L = 5 pF.

DM74LS374 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter		Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage		4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage		2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage				0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current				−2.6	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current				24	mA
t_W	Pulse Width (Note 8)	Clock HIGH	15			ns
		Clock LOW	15			
t_{SU}	Data Setup Time (Note 7) (Note 8)		20↑			ns
t_H	Data Hold Time (Note 7) (Note 8)		1↑			ns
T_A	Free Air Operating Temperature		0		70	°C

Note 7: The symbol (↑) indicates the rising edge of the clock pulse is used for reference.

Note 8: T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DM74LS374 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 9)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.4	3.1		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 12 mA, V_{CC} = Min		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	µA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.4	mA
I_{OZH}	Off-State Output Current with HIGH Level Output Voltage Applied	V_{CC} = Max, V_O = 2.7V, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max			20	µA
I_{OZL}	Off-State Output Current with LOW Level Output Voltage Applied	V_{CC} = Max, V_O = 0.4V, V_{IH} = Min, V_{IL} = Max			−20	µA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 10)	−50		−225	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max, D_n = GND, OC = 4.5V		27	45	mA

Note 9: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 10: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

DM74LS374 Switching Characteristics

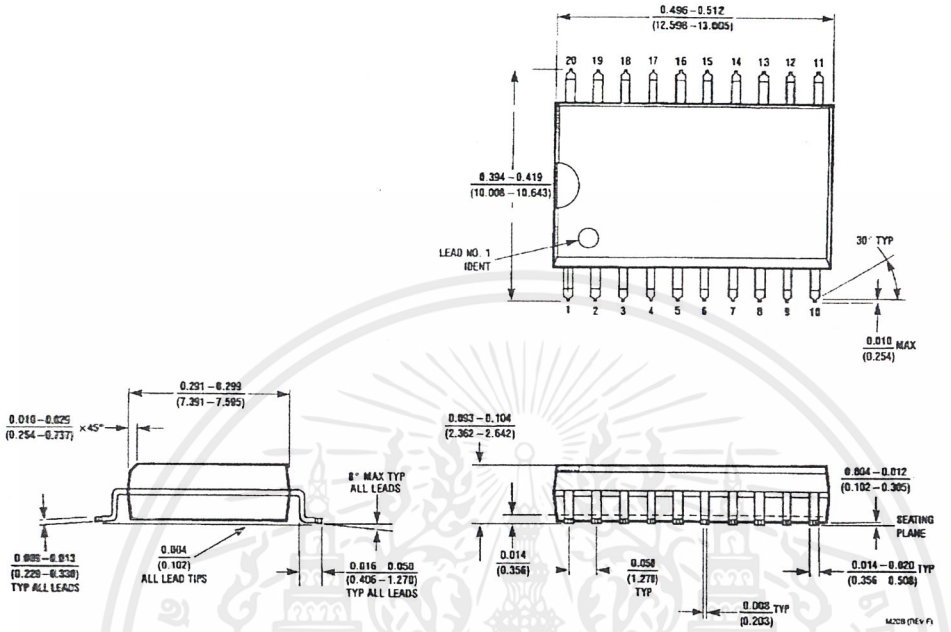
at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	R_L = 667Ω				Units
		C_L = 45 pF		C_L = 150 pF		
		Min	Max	Min	Max	
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency	35		20		MHz
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output		28		32	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output		28		38	ns
t_{PZH}	Output Enable Time to HIGH Level Output		28		44	ns
t_{PZL}	Output Enable Time to LOW Level Output		28		44	ns
t_{PHZ}	Output Disable Time from HIGH Level Output (Note 11)		20			ns
t_{PLZ}	Output Disable Time from LOW Level Output (Note 11)		25			ns

Note 11: C_L = 5 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

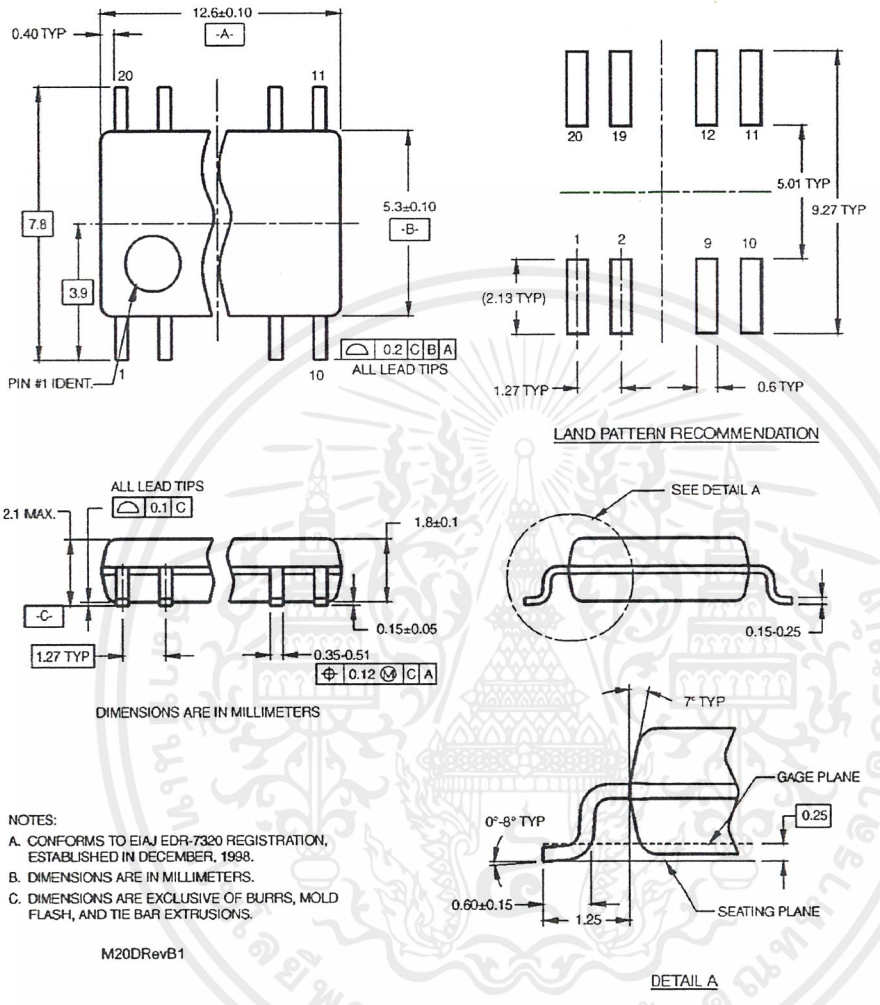
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



NOTES:

A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.

B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

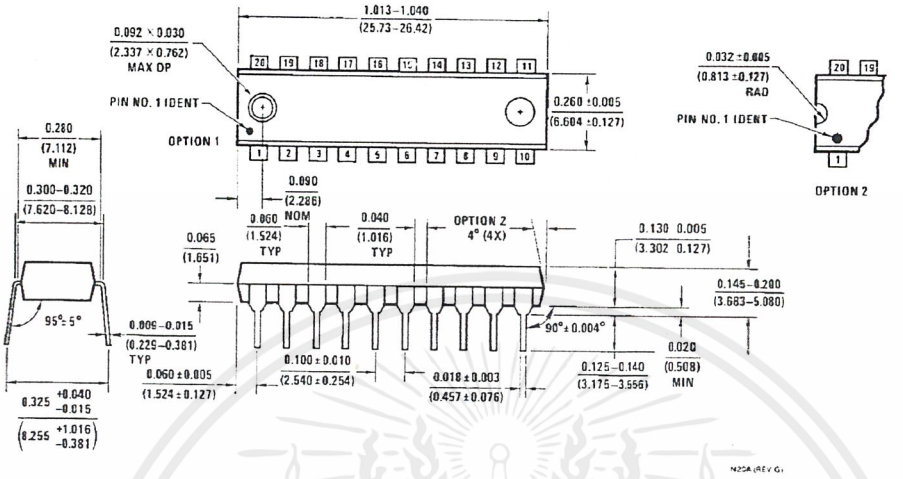
C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M20DRevB1

20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M20D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
Package Number N20A

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM741

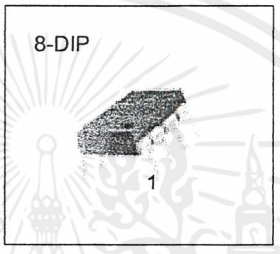
Single Operational Amplifier

Features

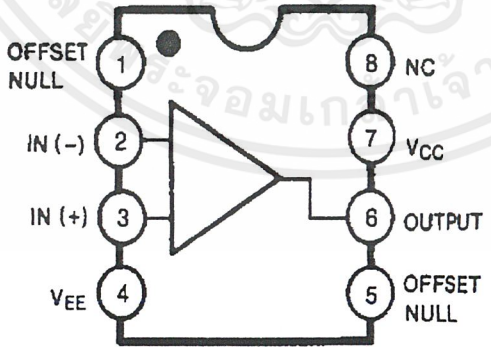
- Short circuit protection
- Excellent temperature stability
- Internal frequency compensation
- High Input voltage range
- Null of offset

Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers. It is intended for a wide range of analog applications. The high gain and wide range of operating voltage provide superior performance in intergrator, summing amplifier, and general feedback applications.

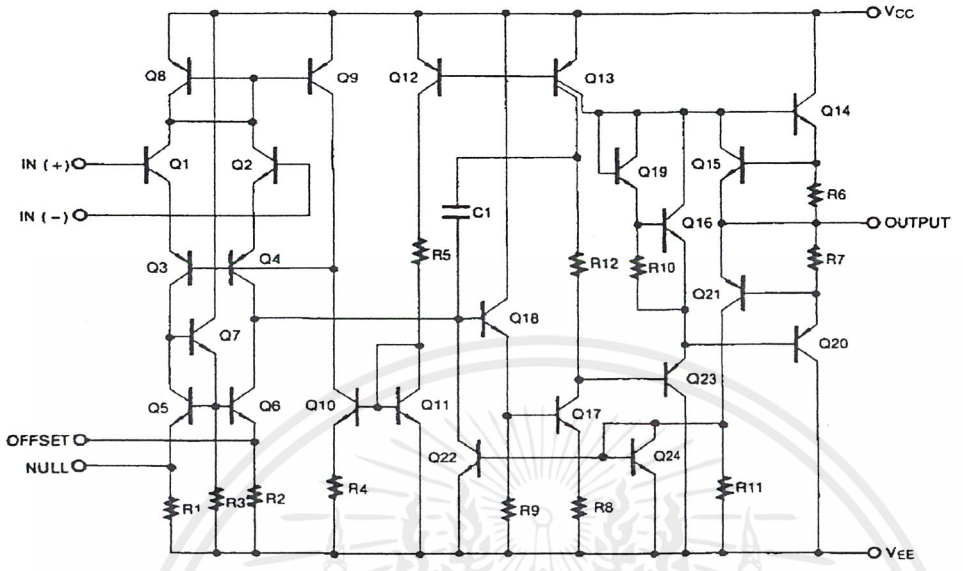


Internal Block Diagram



©2000 Fairchild Semiconductor International
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic Diagram



Absolute Maximum Ratings (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	LM741	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	±18	V
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	30	V
Input Voltage	V_I	±15	V
Output Short Circuit Duration	-	Indefinite	-
Power Dissipation	P_D	500	mW
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ + 70	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ + 150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

(V_{CC} = 15V, V_{EE} = - 15V. T_A = 25 °C, unless otherwise specified)

Parameter		Symbol	Conditions		LM741			Unit
					Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage		V_{IO}	R_S≤10KΩ		-	2.0	6.0	mV
			R_S≤50Ω		-	-	-	
Input Offset Voltage Adjustment Range		$V_{IO(R)}$	V_{CC} = ±20V		-	±15	-	mV
Input Offset Current		I_{IO}	-		-	20	200	nA
Input Bias Current		I_{BIAS}	-		-	80	500	nA
Input Resistance		R_I	V_{CC} =±20V		0.3	2.0	-	MΩ
Input Voltage Range		$V_{I(R)}$	-		±12	±13	-	V
Large Signal Voltage Gain		G_V	R_L≥2KΩ	V_{CC} =±20V, $V_{O(P-P)}$ =±15V	-	-	-	V/mV
				V_{CC} =±15V, $V_{O(P-P)}$ =±10V	20	200	-	
Output Short Circuit Current		I_{SC}	-		-	25	-	mA
Output Voltage Swing		$V_{O(P-P)}$	V_{CC} = ±20V	R_L≥10KΩ	-	-	-	V
				R_L≥10KΩ	-	-	-	
			V_{CC} = ±15V	R_L≥10KΩ	±12	±14	-	
				R_L≥10KΩ	±10	±13	-	
Common Mode Rejection Ratio		CMRR	R_S≤10KΩ, V_{CM} = ±12V		70	90	-	dB
			R_S≤50Ω, V_{CM} = ±12V		-	-	-	
Power Supply Rejection Ratio		PSRR	V_{CC} = ±15V to V_{CC} = ±15V R_S≤50Ω		-	-	-	dB
			V_{CC} = ±15V to V_{CC} = ±15V R_S≤10KΩ		77	96	-	
Transient Response	Rise Time	t_R	Unity Gain		-	0.3	-	µs
	Overshoot	OS			-	10	-	%
Bandwidth		BW	-		-	-	-	MHz
Slew Rate		SR	Unity Gain		-	0.5	-	V/µs
Supply Current		I_{CC}	R_L= ∞Ω		-	1.5	2.8	mA
Power Consumption		P_C	V_{CC} = ±20V		-	-	-	mW
			V_{CC} = ±15V		-	50	85	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

(0°C ≤T_A≤70 °C V_{CC} = ±15V, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions		LM741			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
Input Offset Voltage	V_{IO}	R_S≤50Ω		-	-	-	mV
		R_S≤10KΩ		-	-	7.5	
Input Offset Voltage Drift	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-		-	-		µV/ °C
Input Offset Current	I_{IO}	-		-	-	300	nA
Input Offset Current Drift	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	-		-	-		nA/ °C
Input Bias Current	I_{BIAS}	-		-	-	0.8	µA
Input Resistance	R_I	V_{CC} = ±20V		-	-	-	MΩ
Input Voltage Range	$V_{I(R)}$	-		±12	±13	-	V
Output Voltage Swing	$V_{O(P-P)}$	V_{CC} =±20V	R_S≥10KΩ	-	-	-	V
			R_S≥2KΩ	-	-	-	
		V_{CC} =±15V	R_S≥10KΩ	±12	±14	-	
			R_S≥2KΩ	±10	±13	-	
Output Short Circuit Current	I_{SC}	-		10	-	40	mA
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	R_S≤10KΩ, V_{CM} = ±12V		70	90	-	dB
		R_S≤50Ω, V_{CM} = ±12V		-	-	-	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	V_{CC} = ±20V to ±5V	R_S≤50Ω	-	-	-	dB
			R_S≤10KΩ	77	96	-	
Large Signal Voltage Gain	Gv	R_S≥2KΩ	V_{CC} = ±20V, $V_{O(P-P)}$ = ±15V	-	-	-	V/mV
			V_{CC} = ±15V, $V_{O(P.P)}$ = ±10V	15	-	-	
			V_{CC} = ±15V, $V_{O(P-P)}$ = ±2V	-	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

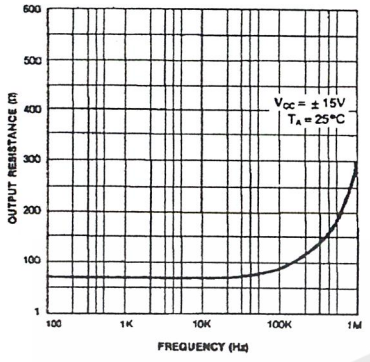


Figure 1. Output Resistance vs Frequency

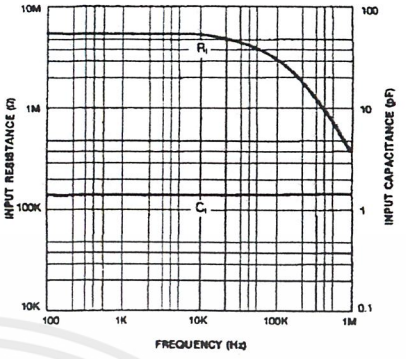


Figure 2. Input Resistance and Input Capacitance vs Frequency

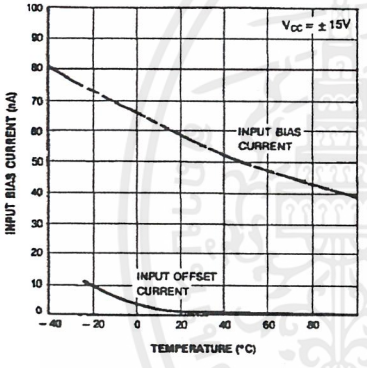


Figure 3. Input Bias Current vs Ambient Temperature

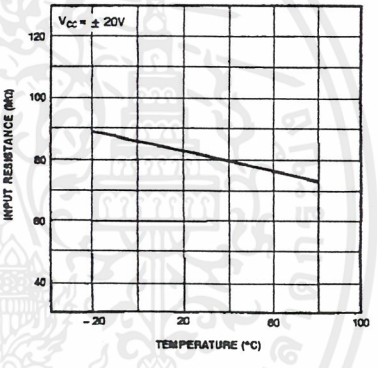


Figure 4. Power Comsumption vs Ambient Temperature

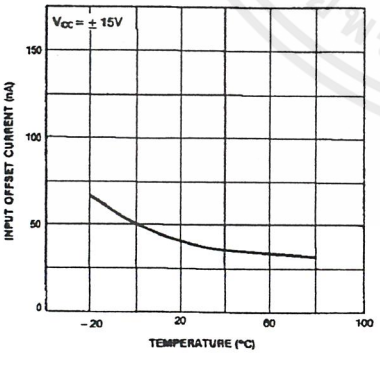


Figure 5. Input Offset Current vs Ambient Temperature

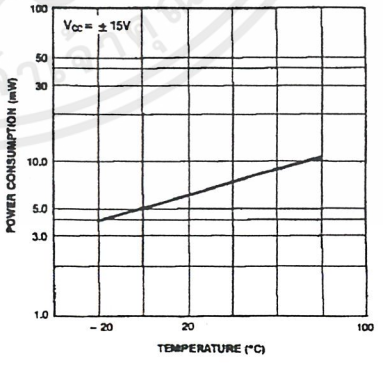


Figure 6. Input Resistance vs Ambient Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (continued)

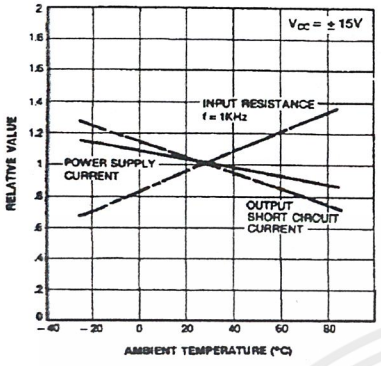


Figure 7. Normalized DC Parameters vs Ambient Temperature

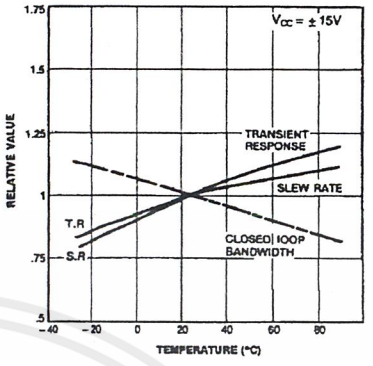


Figure 8. Frequency Characteristics vs Ambient Temperature

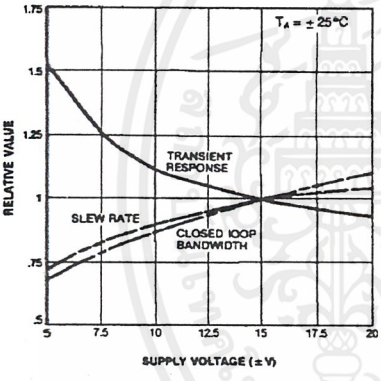


Figure 9. Frequency Characteristics vs Supply Voltage

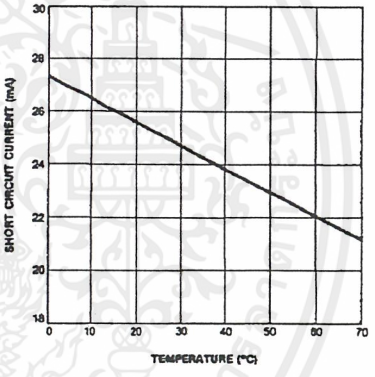


Figure 10. Output Short Circuit Current vs Ambient Temperature

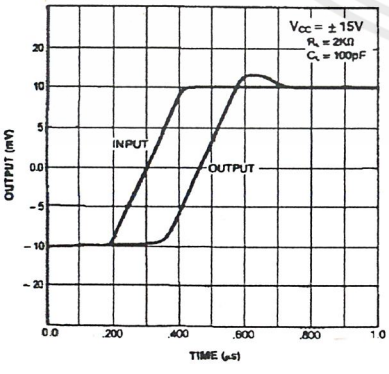


Figure 11. Transient Response

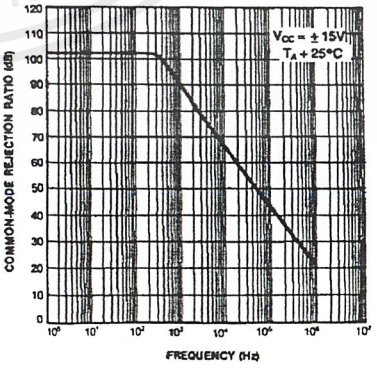


Figure 12. Common-Mode Rejection Ratio vs Frequency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (continued)

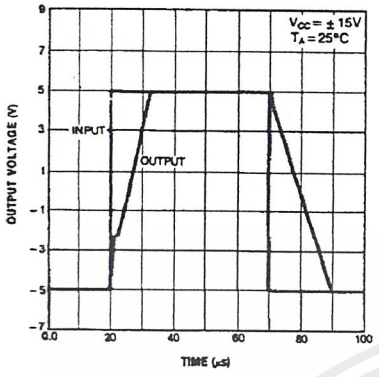


Figure 13. Voltage Follower Large Signal Pulse Response

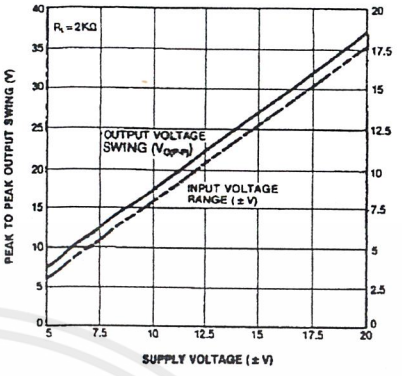


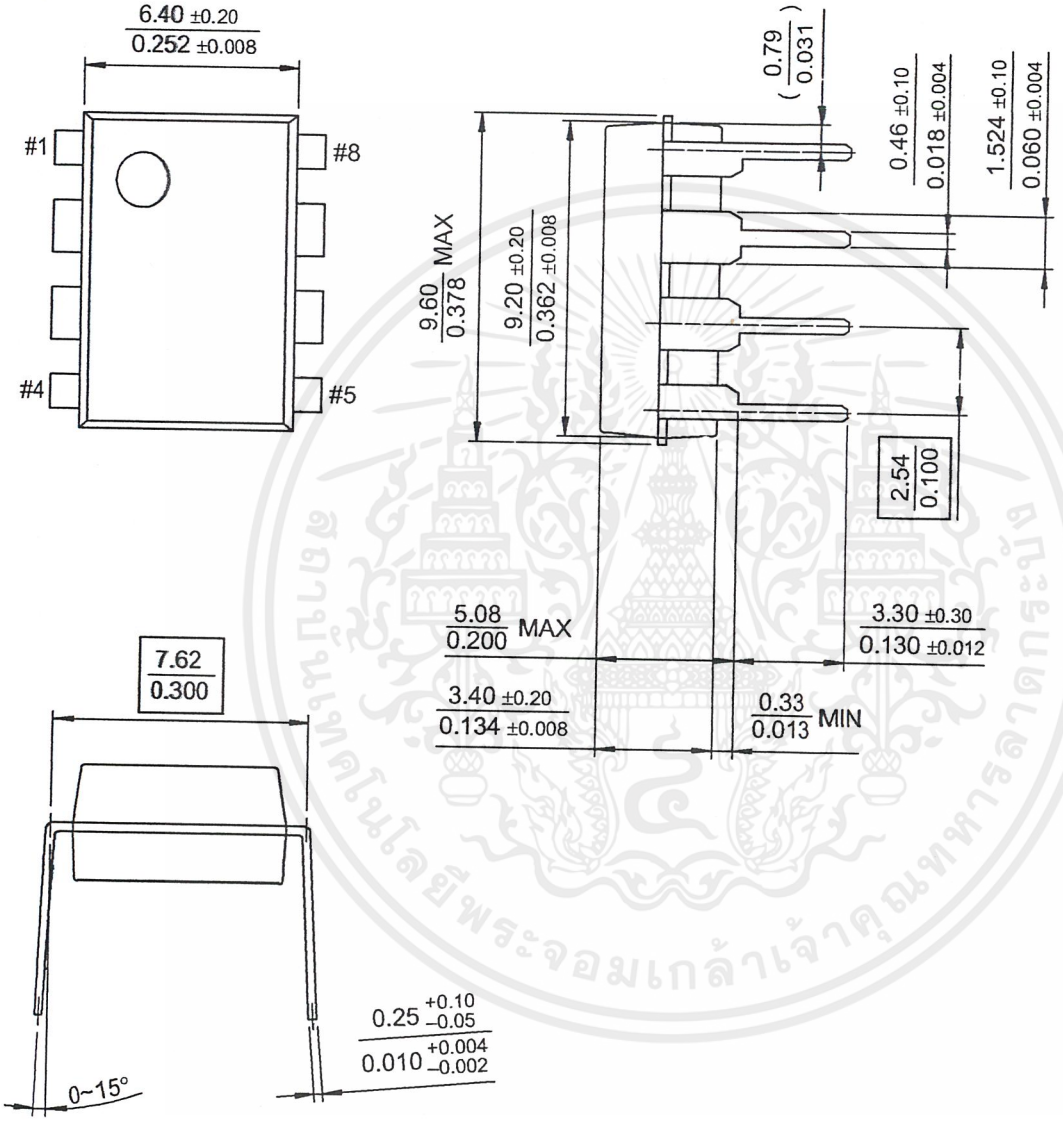
Figure 14. Output Swing and Input Range vs Supply Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mechanical Dimensions

Package

8-DIP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Product Number	Package	Operating Temperature
LM741CN	8 DIP	0 ~ + 70°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

7/12/00 0.0m 001
Stock#DSxxxxxxxx
© 2000 Fairchild Semiconductor International

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดโปรแกรมแอสแซมบลีที่ใช้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                                   Define Port & Pin Name
;-------------------------------------------------------------------------------

AD0             BIT             P0.0
AD1             BIT             P0.1
AD2             BIT             P0.2
AD3             BIT             P0.3
AD4             BIT             P0.4
AD5             BIT             P0.5
AD6             BIT             P0.6
AD7             BIT             P0.7

SENSOR1_T       BIT             P1.0
SENSOR1_R       BIT             P1.1
SENSOR2_T       BIT             P1.2
S_8252_1        BIT             P1.3
S_8252_2        BIT             P1.4
S_8252_3        BIT             P1.5
EMPTY1          BIT             P1.6
EMPTY2          BIT             P1.7

KPAD_ROW0       BIT             P2.0
KPAD_ROW1       BIT             P2.1
KPAD_ROW2       BIT             P2.2
KPAD_ROW3       BIT             P2.3
KPAD_COL2       BIT             P2.4
KPAD_COL1       BIT             P2.5
KPAD_COL0       BIT             P2.6
DRIVER_LE       BIT             P2.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                                   Define User Register
;-------------------------------------------------------------------------------

KPAD_DATA       EQU     032H
LIMIT_V         EQU     033H
NUM1            EQU     034H
NUM2            EQU     035H
NUM3            EQU     036H
TIME            EQU     037H
V1              EQU     038H
V2              EQU     039H
D1              EQU     03AH
D2              EQU     03BH
D3              EQU     03CH
REG6            EQU     03DH
REG7            EQU     03EH

P_A             EQU     0F0H
P_B             EQU     0F1H
P_C             EQU     0F2H
P_CON           EQU     0F3H

;                                   Initial
;-------------------------------------------------------------------------------

        ORG     0000H
        LJMP    MAIN
        ORG     0003H
        LJMP    STOP_TIMER          ; Stop by active low (INT0-12)
        ORG     0030H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                                   Main Program.
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MAIN:       MOV     A,#80H          ; Set 8255 all output mode
            MOV     R0,#P_CON
            MOVX    @R0,A

            MOV     R0,#P_B
            MOV     A,#3FH          ; Off  Buzzer , LED & DSP 1-3
            MOV     R1,#P_B
            MOVX    @R0,A           ; Connecting PORT_B

            MOV     P1,#00000010B   ; 0 =Off  sensor/1=No obj pass sensor
            MOV     P2,#01111111B
            MOV     TMOD,#02H       ; TIMER_0 MODE_1
            MOV     IE,#85H
            MOV     IP,#05H

START:      CLR     SENSOR1_T
            CLR     SENSOR2_T
            SETB    SENSOR1_R
            MOV     R1,#04H
            MOV     A,R1
            MOV     R0,#P_A
            MOVX    @R0,A
            MOV     A,#3BH
            MOV     R0,#P_B
            MOVX    @R0,A
            CALL    DELAY_125MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R1,#08H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3BH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#08H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3DH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#08H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R1,#10H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#20H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#01H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R1,#01H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3DH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#01H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3BH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#02H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3BH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R1,#40H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3BH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#40H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3DH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS

MOV     R1,#40H
MOV     A,R1
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_125MS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#40H
                MOV     A,R1
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
                MOV     A,#38H
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CALL    DELAY_125MS
                CALL    CLEAR
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms

                MOV     R1,#40H
                MOV     A,R1
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
                MOV     A,#38H
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CLR     SENSOR1_T
                CLR     SENSOR2_T
                SETB    SENSOR2_R

KPAD_LOOP:      MOV     LIMIT_V,#200        ; Set LIMIT_V = 0
KPAD_LOOP_1:    CALL    GET_KPAD            ; Get KPAD_DATA
                MOV     A,KPAD_DATA
                JZ      KPAD_LOOP_1         ; Check key pressed ?  (Y-XX N-00)
CHK_HASH:       CJNE    A,#0CH,CHK_STAR     ; Check # pressed ?    (Y-0C N-XX)
                CALL    CLEAR
                JMP     BLINK1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_STAR:     CJNE    A,#0AH,SHOW_NUM     ; Check * pressed ?   (Y-0A N-XX)
              CALL    CLEAR
              JMP     START
SHOW_NUM:     JMP     SHOW

KPAD_LOOP2:   MOV     LIMIT_V,#0          ; Set LIMIT_V = 0
KPAD_LOOP_2:  CALL    GET_KPAD            ; Get KPAD_DATA
              MOV     A,KPAD_DATA
              JZ      KPAD_LOOP_2         ; Check key pressed ?  (Y-XX N-00)
CHK_HASH2:    CJNE    A,#0CH,CHK_STAR2    ; Check # pressed ?   (Y-0C N-XX)
              MOV     LIMIT_V,NUM1
              JMP     BLINK2
CHK_STAR2:    CJNE    A,#0AH,SHOW_NUM2    ; Check * pressed ?   (Y-0A N-XX)
              CALL    CLEAR
              JMP     START
SHOW_NUM2:    JMP     SHOW2

KPAD_LOOP3:   MOV     LIMIT_V,#0          ; Set LIMIT_V = 0
              DJNZ    R7,iiiiiiii

KPAD_LOOP_3:  CALL    GET_KPAD            ; Get KPAD_DATA
              MOV     A,KPAD_DATA
              MOV     R7,#1
              JZ      iiiiiiii            ; Check key pressed ?  (Y-XX N-00)
CHK_HASH3:    CJNE    A,#0CH,CHK_STAR3    ; Check # pressed ?   (Y-0C N-XX)
              MOV     A,NUM1
              MOV     B,#10
              MUL     AB
              MOV     R1,NUM2
              ADD     A,R1
              MOV     LIMIT_V,A
              JMP     BLINK3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_STAR3:    CJNE    A,#0AH,SHOW_NUM3    ; Check * pressed ? (Y-0A N-XX)
              CALL    CLEAR
              JMP     SHOW1
SHOW_NUM3:    JMP     SHOW3

KPAD_LOOP4:   MOV     LIMIT_V,#0          ; Set LIMIT_V = 0
KPAD_LOOP_4:  CALL    GET_KPAD            ; Get KPAD_DATA
              MOV     A,KPAD_DATA
              JZ      SHOW_NUM4           ; Check key pressed ? (Y-XX N-00)
CHK_HASH4:    CJNE    A,#0CH,CHK_STAR4    ; Check # pressed ? (Y-0C N-XX)
              MOV     R5,NUM1
              CJNE    R5,#0,CHECK_199
              JMP     GET_LIMIT_V
CHECK_199:    CJNE    R5,#1,BLINK5_1
GET_LIMIT_V:  MOV     A,NUM1
              MOV     B,#100
              MUL     AB
              MOV     R1,A
              MOV     A,NUM2
              MOV     B,#10
              MUL     AB
              ADD     A,R1
              MOV     R1,NUM3
              ADD     A,R1
              MOV     LIMIT_V,A
              JMP     BLINK4
CHK_STAR4:    CJNE    A,#0AH,SHOW_NUM4    ; Check * pressed ? (Y-0A N-XX)
              CALL    CLEAR
              MOV     R7,#145
iiiiiiiii:    JMP     SHOW2_1
SHOW_NUM4:    JMP     SHOW3_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SHOW:   MOV     R1,KPAD_DATA
        CJNE    R1,#0BH,JUMP0
        MOV     R1,#0
JUMP0:  MOV     NUM1,R1

SHOW1:  MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     R1,NUM1
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms
        JMP     KPAD_LOOP2

BLINK5_1: JMP   BLINK5

SHOW2:  MOV     R7,#145
        MOV     R1,KPAD_DATA
        CJNE    R1,#0Bh,JUMP1
        MOV     R1,#0
JUMP1:  MOV     NUM2,R1
SHOW2_1: MOV    R1,NUM2
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms

        MOV     R1,NUM1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3DH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms

        JMP     KPAD_LOOP3

SHOW3:  MOV     R1,KPAD_DATA
        CJNE    R1,#0BH,JUMP2
        MOV     R1,#0
JUMP2:  MOV     NUM3,R1
JUMP3_1: MOV    R1,NUM3
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,NUM2
                MOV     DPTR,#SEG_CODE
                MOV     A,R1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
                MOV     A,#3DH
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CALL    DELAY_1ms

                MOV     R1,NUM1
                MOV     DPTR,#SEG_CODE
                MOV     A,R1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
                MOV     A,#3EH
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CALL    DELAY_1ms
                JMP     KPAD_LOOP4

BLINK1:         CALL    CLEAR
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms

                MOV     R3,#198
S1:             MOV     R1,#40H
                MOV     A,R1
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#38H
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CALL    DELAY_1ms
                DJNZ    R3,S1

                CALL    CLEAR
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms

                MOV     R3,#198
S1_1:           MOV     R1,#40H
                MOV     A,R1
                MOV     R0,#P_A
                MOVX    @R0,A
                MOV     A,#38H
                MOV     R0,#P_B
                MOVX    @R0,A
                CALL    DELAY_1ms
                DJNZ    R3,S1_1

                CALL    CLEAR
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms

                JMP     BEGIN

BLINK2:         CALL    CLEAR
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R3,#196
S2:     MOV     r1,num1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S2
        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms

        MOV     R3,#196
S2_1:   MOV     R1,NUM1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S2_1
        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms
        JMP     BEGIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLINK3:   CALL    CLEAR
          CALL    DELAY_100ms
          CALL    DELAY_100ms

          MOV     R3,#98
S3:       MOV     R1,NUM2
          MOV     DPTR,#SEG_CODE
          MOV     A,R1
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     R0,#P_A
          MOVX    @R0,A
          MOV     A,#3BH
          MOV     R0,#P_B
          MOVX    @R0,A
          CALL    DELAY_1ms

          MOV     R1,NUM1
          MOV     DPTR,#SEG_CODE
          MOV     A,R1
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     R0,#P_A
          MOVX    @R0,A
          MOV     A,#3DH
          MOV     R0,#P_B
          MOVX    @R0,A
          CALL    DELAY_1ms
          DJNZ    R3,S3

          CALL    CLEAR
          CALL    DELAY_100ms
          CALL    DELAY_100ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R3,#98
S3_1:   MOV     R1,NUM2
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms

        MOV     R1,NUM1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3DH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S3_1


        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms

        JMP     BEGIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BLINK5:   CALL    CLEAR
          CALL    DELAY_100ms
          CALL    DELAY_100ms

          MOV     R3,#66
S5:       MOV     R1,NUM3
          MOV     DPTR,#SEG_CODE
          MOV     A,R1
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     R0,#P_A
          MOVX    @R0,A
          MOV     A,#3BH
          MOV     R0,#P_B
          MOVX    @R0,A
          CALL    DELAY_1ms

          MOV     R1,NUM2
          MOV     DPTR,#SEG_CODE
          MOV     A,R1
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     R0,#P_A
          MOVX    @R0,A
          MOV     A,#3DH
          MOV     R0,#P_B
          MOVX    @R0,A
          CALL    DELAY_1ms

          MOV     R1,NUM1
          MOV     DPTR,#SEG_CODE
          MOV     A,R1
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     R0,#P_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3EH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S5
        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms

        MOV     R3,#66
S5_1:   MOV     R1,NUM3
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms

        MOV     R1,NUM2
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3DH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R1,NUM1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3EH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S5_1

        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms
        JMP     START

BLINK4: CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms

        MOV     R3,#66
S4:     MOV     R1,NUM3
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3BH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R1,NUM2
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3DH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms

        MOV     R1,NUM1
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     R0,#P_A
        MOVX    @R0,A
        MOV     A,#3EH
        MOV     R0,#P_B
        MOVX    @R0,A
        CALL    DELAY_1ms
        DJNZ    R3,S4

        CALL    CLEAR
        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms

        MOV     R3,#66
S4_1:   MOV     R1,NUM3
        MOV     DPTR,#SEG_CODE
        MOV     A,R1
        MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3BH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_1ms

MOV     R1,NUM2
MOV     DPTR,#SEG_CODE
MOV     A,R1
MOVC    A,@A+DPTR
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3DH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_1ms

MOV     R1,NUM1
MOV     DPTR,#SEG_CODE
MOV     A,R1
MOVC    A,@A+DPTR
MOV     R0,#P_A
MOVX    @R0,A
MOV     A,#3EH
MOV     R0,#P_B
MOVX    @R0,A
CALL    DELAY_1ms
DJNZ    R3,S4_1
CALL    CLEAR
CALL    DELAY_100ms
CALL    DELAY_100ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OFF_LED1:       MOV     R1,#P_B
                MOV     A,#3FH          ; Off green LED (PB.4)
                MOV     R1,#P_B
                MOVX    @R1,A           ; Connecting PORT_B

BEGIN:          SETB    SENSOR1_T       ; Send wave
                SETB    SENSOR1_R       ; None wave receive
                CLR     SENSOR2_t       ; None send wave
                CALL    CLEAR

BEGIN_1:        JB      SENSOR1_R,BEGIN_1   ; Jump if SENSOR_R = 1
                JMP     START_TIMER0

WAIT_NO_INT:    DJNZ    R5,WAIT_NO_INT
                CLR     SENSOR2_T

OFF_LED2:       MOV     R1,#P_B
                MOV     A,#3FH          ; Off green LED (PB.4)
                MOV     R1,#P_B
                MOVX    @R1,A           ; Connecting PORT_B

                JMP     FIND_V
Q:              CALL    CONVERT_R
                JMP     CHK_ALARM

START_TIMER0:   MOV     R0,#0
                MOV     TIME,R0
                MOV     R5,#11H         ; Set R5=11H
                MOV     R6,#0
                MOV     B,#1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ON_LED:     MOV     R0,#P_B
            MOV     A,#37H          ; On green LED (PB.4)
            MOV     R1,#P_B
            MOVX    @R0,A           ; Connecting PORT_B

            CLR     SENSOR1_T       ; Stop to send wave
            SETB    SENSOR2_T

            MOV     R4,#255         ;********** 0.1,1,10 ms **********
AGAIN:      MOV     R7,B
AGAIN_1:    MOV     TL0,#-90        ;********* DELAY 0.1ms********
            SETB    TR0             ;
WAIT:       JNB     TF0,WAIT        ; Wait TIMER 0 (1)  Overflow
            CLR     TR0             ;
            CLR     TF0             ;********* DELAY 0.1 ms *******
            DJNZ    R7,AGAIN_1
            CJNE    R5,#11H,END1    ; If R3 <> #11H jump to END1
            INC     R0
            MOV     TIME,R0
            MOV     REG6,R6
            MOV     REG7,B
            CJNE    R0,#37,SKIP
            MOV     R6,#1
SKIP:       DJNZ    R4,AGAIN        ;********** 0.1,1,10 ms **********
            MOV     R2,B
            CJNE    R2,#100,SS

            MOV     R1,#P_B
            MOV     A,#3FH          ; Off green LED (PB.4)
            MOV     R1,#P_B
            MOVX    @R1,A           ; Connecting PORT_B
            JMP     BEGIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SS:             MOV     A,#10
                MUL     AB
                MOV     B,A
                MOV     R0,#26
                MOV     R4,#229
                MOV     R6,#0
                JMP     AGAIN
END1:           MOV     R7,B
                JMP     WAIT_NO_INT

STOP_TIMER:     MOV     R5,#05H
                RETI

FIND_V:         MOV     R0,TIME
                MOV     R6,REG6
                MOV     R7,REG7
                CJNE    R6,#0,SET_A200      ; R6=0 A=20   ,R6=1 A=200
                MOV     A,#20
                MOV     B,R0
                CALL    DIV20
                JMP     CALCULATE
SET_A200:       MOV     A,#200
                MOV     B,R0
                CALL    DIV200
CALCULATE:      MOV     R5,#9
                CALL    MUL
                MOV     R5,#5
                CALL    MUL
                CJNE    R6,#0,XXXX          ; R6=0 (1-36)  ,R6=1 (37-255)
                CJNE    R7,#10,LEVEL_3      ; R7=10
                MOV     V1,R1
                MOV     V2,R2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JMP     Q
LEVEL_3:        MOV     A,R1
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R1,A
                MOV     R2,B
                MOV     V1,R1
                MOV     V2,R2
                JMP     Q

XXXX:           CJNE    R7,#1,CHECK_LEVEL
                MOV     V1,R1
                MOV     V2,R2
                JMP     Q

CHECK_LEVEL:    MOV     A,R1
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R1,A
                MOV     R2,B
                CJNE    R7,#10,LEVEL_3
                MOV     V1,R1
                MOV     V2,R2
                JMP     Q

DIV20:          MOV     B,R0
                DIV     AB              ; A/B
                MOV     R1,A            ; R1 = ANSWER1

                MOV     A,#10
                MUL     AB
                MOV     B,R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DIV     AB
                MOV     R4,B            ; R4 = REMAINDER
                MOV     R2,A            ; R2 = ANSWER2
                MOV     A,R0            ; A  = T
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R5,A            ; R5 = T/10

                MOV     A,R4
                MOV     B,R5
                DIV     AB
                CJNE    A,#10,YAHOO1
                MOV     A,#9
YAHOO1:         CJNE    A,#13,YAHOO
                MOV     A,#9
YAHOO:          MOV     R3,A            ; R3 = ANSWER3
                RET

DIV200:         MOV     B,R0
                DIV     AB              ; A/B
                MOV     R1,A            ; R1 = ANSWER1
                MOV     R4,B            ; R4 = REMAINDER

                MOV     A,R0            ; A  = T
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R5,A            ; R5 = T/10

                MOV     A,R4
                CJNE    R5,#20,NORMAL
                INC     R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NORMAL:   MOV     B,R5
          DIV     AB
          MOV     R2,A          ; R2 = ANSWER2
          MOV     A,#10
          MUL     AB

          MOV     B,R5
          DIV     AB
          MOV     R3,A          ; R3 = ANSWER3

          MOV     B,#10
          MOV     A,R2
          DIV     AB
          CJNE    A,#1,DOO_R3
          MOV     R2,#9

DOO_R3:   MOV     B,#10
          MOV     A,R3
          DIV     AB
          CJNE    A,#1,RET
          MOV     R3,#9

RET:      RET

MUL:      MOV     A,R3
          MOV     B,R5
          MUL     AB

          MOV     B,#10
          DIV     AB
          MOV     R3,B          ; R3 = ANSWER3
          MOV     R4,A          ; R4 = CARRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,R2
                MOV     B,R5
                MUL     AB

                ADD     A,R4
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R2,B            ; R2 = ANSWER2
                MOV     R4,A            ; R4 = CARRY

                MOV     A,R1
                MOV     B,R5
                MUL     AB

                ADD     A,R4
                MOV     R1,A            ; R1 = ANSWER1
                RET

CONVERT_R:      MOV     A,V2
                MOV     D3,A

                MOV     A,V1
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     D1,A
                MOV     D2,B
                RET

CHK_ALARM:      MOV     A,D3
                CJNE    A,#0,COMPARE
                DEC     V1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COMPARE:      MOV     A,V1
              MOV     B,LIMIT_V
              DIV     AB
              CJNE    A,#0,ON_RED        ; A=0 real_v < limit_v (no alarm)
              JMP     DISPLAY_V
ON_RED:       MOV     R0,#P_B
              MOV     A,#0FH             ; ON red LED (PB.5) & buzzer
              MOV     R1,#P_B
              MOVX    @R0,A
ALARM_SHOW:   MOV     R2,#222

DISPLAY_VA:   MOV     A,#9
SHOW_D1a:     MOV     R1,D1
show_D1_1a:   MOV     DPTR,#SEG_CODE
              MOV     A,R1
              MOVC    A,@A+DPTR
              MOV     R1,#P_A
              MOVX    @R1,A
              MOV     A,#0EH
              MOV     R1,#P_B
              MOVX    @R1,A
              CALL    DELAY_4ms
SHOW_D2a:     MOV     R1,D2
SHOW_D2_1a:   MOV     DPTR,#POINT_CODE
              MOV     A,R1
              MOVC    A,@A+DPTR
              MOV     R1,#P_A
              MOVX    @R1,A
              MOV     A,#0DH
              MOV     R1,#P_B
              MOVX    @R1,A
              CALL    DELAY_4ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SHOW_D3a:     MOV     R1,D3
SHOW_D3_1a:   MOV     DPTR,#SEG_CODE
              MOV     A,R1
              MOVC    A,@A+DPTR
              MOV     R1,#P_A
              MOVX    @R1,A
              MOV     A,#0BH
              MOV     R1,#P_B
              MOVX    @R1,A
              CALL    DELAY_4ms
              DJNZ    R2,DISPLAY_VA

              MOV     R2,#222
DISPLAY_Vb:   MOV     A,#9

SHOW_D1b:     MOV     R1,D1
SHOW_D1_1b:   MOV     DPTR,#SEG_CODE
              MOV     A,R1
              MOVC    A,@A+DPTR
              MOV     R1,#P_A
              MOVX    @R1,A
              MOV     A,#2EH
              MOV     R1,#P_B
              MOVX    @R1,A
              CALL    DELAY_3ms

SHOW_D2b:     MOV     R1,D2
SHOW_D2_1b:   MOV     DPTR,#POINT_CODE
              MOV     A,R1
              MOVC    A,@A+DPTR
              MOV     R1,#P_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @R1,A
                MOV     A,#2DH
                MOV     R1,#P_B
                MOVX    @R1,A
                CALL    DELAY_3ms

SHOW_D3b:       MOV     R1,D3
SHOW_D3_1b:     MOV     DPTR,#SEG_CODE
                MOV     A,R1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R1,#P_A
                MOVX    @R1,A
                MOV     A,#2BH
                MOV     R1,#P_B
                MOVX    @R1,A
                CALL    DELAY_3ms
                DJNZ    R2,DISPLAY_Vb
                JMP     BEGIN

DISPLAY_V:      MOV     R7,#222
DISPLAY_v1:     MOV     A,#9
SHOW_D1:        MOV     R1,D1
SHOW_D1_1:      MOV     DPTR,#SEG_CODE
                MOV     A,R1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R1,#P_A
                MOVX    @R1,A
                MOV     A,#3EH
                MOV     R1,#P_B
                MOVX    @R1,A
                CALL    DELAY_7ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SHOW_D2:    MOV     R1,D2
SHOW_D2_1:  MOV     DPTR,#POINT_CODE
            MOV     A,R1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     R1,#P_A
            MOVX    @R1,A
            MOV     A,#3DH
            MOV     R1,#P_B
            MOVX    @R1,A
            CALL    DELAY_7ms

SHOW_D3:    MOV     R1,D3
SHOW_D3_1:  MOV     DPTR,#SEG_CODE
            MOV     A,R1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     R1,#P_A
            MOVX    @R1,A
            MOV     A,#3BH
            MOV     R1,#P_B
            MOVX    @R1,A
            CALL    DELAY_7ms
            DJNZ    R7,DISPLAY_v1
            JMP     BEGIN

;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
;                                   Keypad Scankey Subroutine
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

GET_KPAD:   MOV     P2,#0FFH
            MOV     KPAD_DATA,#0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_COL0:     CLR     KPAD_COL0
              MOV     A,P2
              ANL     A,#00FH
              CJNE    A,#00FH,COL0_DETECT
              JMP     CHK_COL1

COL0_DETECT:  MOV     KPAD_DATA,#01
              JMP     GET_ROW

CHK_COL1:     SETB    KPAD_COL0
              CLR     KPAD_COL1
              MOV     A,P2
              ANL     A,#00FH
              CJNE    A,#00FH,COL1_DETECT
              JMP     CHK_COL2

COL1_DETECT:  MOV     KPAD_DATA,#02
              JMP     GET_ROW

CHK_COL2:     SETB    KPAD_COL1
              CLR     KPAD_COL2
              MOV     A,P2
              ANL     A,#00FH
              CJNE    A,#00FH,COL2_DETECT
              RET

COL2_DETECT:  MOV     KPAD_DATA,#03

GET_ROW:      CLR     KPAD_COL0
              CLR     KPAD_COL1
              CLR     KPAD_COL2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JB          KPAD_ROW0,CHK_ROW1
                RET

CHK_ROW1:       JB          KPAD_ROW1,CHK_ROW2
                MOV         A,KPAD_DATA
                ADD         A,#3
                MOV         KPAD_DATA,A
                RET

CHK_ROW2:       JB          KPAD_ROW2,CHK_ROW3
                MOV         A,KPAD_DATA
                ADD         A,#6
                MOV         KPAD_DATA,A
                RET

CHK_ROW3:       MOV         A,KPAD_DATA
                ADD         A,#9
                MOV         KPAD_DATA,A
                RET

;-------------------------------------------------------------------------------------------------------
;                               Clear Screen & Register Value(R1,R2)
;-------------------------------------------------------------------------------------------------------

CLEAR:          MOV         A,#3FH          ; CLR DSP1-3,BUZZER & LED
                MOV         R0,#P_B
                MOVX        @R0,A

                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------------------------------------
;                                          Delay time
;-------------------------------------------------------------------------------------------------

DELAY_1ms:      MOV         R5,#0E6H            ; Each loop = 1ms
DELAY_1ms_1:    NOP
                NOP
                DJNZ        R5,DELAY_1ms_1
                RET

DELAY_3ms:      MOV         R4,#3
DELAY_3ms_      1: CALL     DELAY_1ms
                DJNZ        R4,DELAY_3ms_1
                RET

DELAY_4ms:      MOV         R4,#4
DELAY_4ms_1:    CALL        DELAY_1ms
                DJNZ        R4,DELAY_4ms_1
                RET

DELAY_7ms:      MOV         R4,#7
DELAY_7ms_1:    CALL        DELAY_1ms
                DJNZ        R4,DELAY_7ms_1
                RET

DELAY_10ms:     MOV         R4,#10
DELAY_10ms_1:   CALL        DELAY_1ms
                DJNZ        R4,DELAY_10ms_1
                RET
```

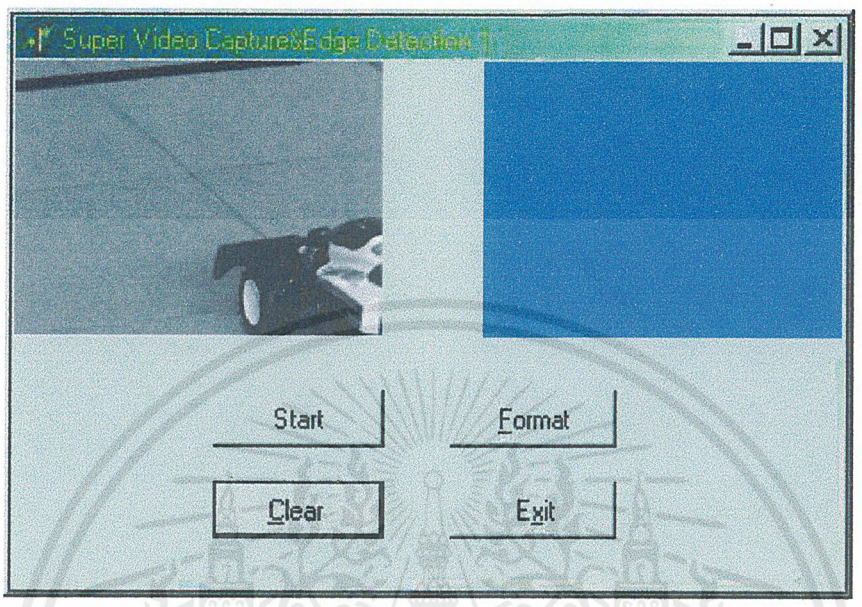
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_100ms:   MOV      R4,#100
DELAY_100ms_1: CALL     DELAY_1ms
               DJNZ     R4,DELAY_100ms_1
               RET

DELAY_125ms:   MOV      R4,#125
DELAY_125ms_1: CALL     DELAY_1ms
               DJNZ     R4,DELAY_125ms_1
               RET

DELAY_1s:      MOV      R6,#10
DELAY_1s_1:    CALL     DELAY_100ms
               DJNZ     R6,DELAY_1s_1
               RET

;-------------------------------------------------------------------------------
;                          Table of 7 segments
;-------------------------------------------------------------------------------

SEG_CODE:      DB       3FH,06H,5BH,4FH,66H
               DB       6DH,7DH,07H,7FH,6FH,00H,3FH,00H,40H

POINT_CODE:    DB       0BFH,86H,0DBH,0CFH,0E6H
               DB       0EDH,0FDH,87H,0FFH,0EFH

;-------------------------------------------------------------------------------

               END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของโปรแกรมเดลไฟล์ที่ใช้ควบคุมการบันทึกภาพลงคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าจอการทำงานของโปรแกรมเดลไฟล์ก่อนที่จะทำการบันทึกภาพ

หน้าจอการทำงานจะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

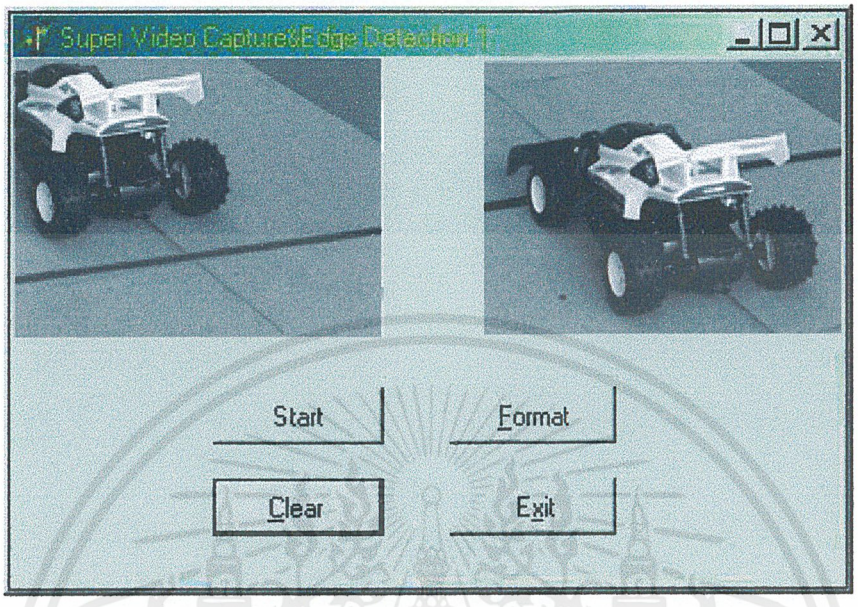
1. **หน้าจอทางด้านซ้าย** เป็นหน้าจอแสดงภาพถ่ายที่ส่งมาจากกล้องที่ทำการติดตั้งไว้ที่อุปกรณ์ โดยจะเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว เมื่อมีสัญญาณสั่งที่ปุ่มเริ่ม (start button) ก็จะทำการเรียกโปรแกรมย่อยสั่งให้ทำการบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งแสดงภาพที่ทำการบันทึกทางหน้าจอทางด้านขวาด้วย ซึ่งหน้าจอทางด้านซ้ายยังคงแสดงภาพถ่ายเป็นภาพเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

2. **หน้าจอทางด้านขวา** เป็นหน้าจอแสดงภาพนิ่งที่ถูกบันทึกเมื่อมีสัญญาณมาสั่งที่ปุ่มเริ่ม ซึ่งภาพนี้จะถูกบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย เพื่อจะได้สามารถเรียกใช้ได้ตามต้องการ

คำอธิบายภาพเพิ่มเติม

ก่อนที่จะทำการบันทึกภาพ หน้าจอซ้ายจะแสดงภาพเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่หน้าจอขวาจะแสดงหน้าจอว่าง เนื่องจากยังไม่มีภาพที่ถูกบันทึกส่งมาแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าจอการทำงานของโปรแกรมเคลไฟล์หลังจากทำการบันทึกภาพ

คำอธิบายภาพเพิ่มเติม

เมื่อมีสัญญาณมาที่ปุ่มเริ่ม คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกภาพในขณะนั้นลงในเครื่องในรูปของไฟล์บิทแมต (.bmp) พร้อมทั้งแสดงภาพที่ถูกบันทึกลงในหน้าจอทางด้านขวาด้วย ในขณะที่หน้าจอซ้ายยังคงแสดงภาพเคลื่อนไหวอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unit modu;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, Video;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Clear: TButton;
    Start: TButton;
    Exit: TButton;
    Format: TButton;
    Image1: TImage;
    VideoCap1: TVideoCap;

    procedure ClearClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure StartClick(Sender: TObject);
    procedure ExitClick(Sender: TObject);
    procedure VideoCap1Status(Sender: TObject);
    procedure FormatClick(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm1.ClearClick(Sender: TObject);
begin
    image1.visible:=false;
    VideoCap1.CleanupInstance;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
     VideoCap1.Videopreview:= true;
end;

procedure TForm1.StartClick(Sender: TObject);
var x1,x2,y1,y2:integer;
   x3,x4,y3,y4:integer;
   Bitmap:TBitmap;
   Frame,Image:TRect;
   count:integer;
begin
    VideoCap1.GrabFrame;
    VideoCap1.CapToFile:=true;
    VideoCap1.SaveAsDIB;
    VideoCap1.SingleImageFile:='E:\FLYVIDEO\champ\image1.bmp';
    image1.visible:=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    x1:=image1.left;
    x2:=image1.width;
    y1:=image1.top;
    y2:=image1.height;
    x3:=VideoCap1.left;
    x4:=VideoCap1.width;
    y3:=VideoCap1.top;
    y4:=VideoCap1.height;
    Frame:=Rect(x3,y3,x3+x4,y3+y4);
    Image:=Rect(x1,y1,x1+x2,y1+y2);
    Bitmap := TBitmap.Create;
    Bitmap.LoadFromFile('E:\FLYVIDEO\champ\image1.bmp');
    Form1.Canvas.BrushCopy(Frame,Bitmap,Frame,clBlack);
    Form1.Canvas.CopyRect(Image,Bitmap.Canvas,Frame);
    image1.update;form1.update;
    Bitmap.Free;
    VideoCap1.Videopreview:= true;form1.update;
end;

procedure TForm1.ExitClick(Sender: TObject);
begin
    form1.close;
end;

procedure TForm1.VideoCap1Status(Sender: TObject);
begin
    VideoCap1.SetDriverName('FlyVideo98 Capture Driver');
    VideoCap1.DriverName:='FlyVideo98 Capture Driver';
    VideoCap1.DriverOpen:=true;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm1.FormatClick(Sender: TObject);
begin
   VideoCap1.DlgVFormat;
end;

end.
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้คงจะไม่สามารถประสบสำเร็จได้หากปราศจากบุคคลใดบุคคลหนึ่งดังต่อไปนี้

อาจารย์ถาวร เบญจนราสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำต่างๆในเรื่องที่สงสัย คอยถามไถ่ปัญหา และตามงานอยู่เสมอ ซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้พวกผมตั้งใจทำงานอย่างไม่เคยมีมาก่อน แม้ว่างานจะไม่ได้ออกมาสมบูรณ์แบบมากนักก็ตาม แต่ก็พยายามทำให้ดีที่สุดแล้วครับ

จตุรวิทย์ (เต้ย) ที่ช่วยเหลือทุกๆเรื่องที่สงสัย ใคร่อยากรู้มาโดยตลอดตั้งแต่เทอมแรกมาจนถึงเทอมนี้

กมลวรรณ (ต้า) และ ยุวดี (ยุวดี) ที่ให้การช่วยเหลือในเรื่องการโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ และ โปรแกรมการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Program simulate)

นันธวุฒิ (เส่ง) ที่ช่วยแนะนำในเรื่องการใช้วงจรอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

ประสิทธิ์ (อิ่ม) พสุธา (ปี๋) ปิติพงษ์ (แชมป์) และภัทรชัย(เจตน์)ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องการใช้โปรแกรมเคลไฟล์

สุพิศิษฐ์ (ต้น) ที่ให้ยืมคอมพิวเตอร์ ใช้เสมอมาไม่ว่าจะเป็นเพื่อความบันเทิง หรือ เรื่องงาน

พิชญ์นุช (ต้อม) ที่ช่วยพิมพ์รายงานบางส่วนให้ และอำนวยความสะดวกในเรื่องอาหารการกิน

เกรียงศักดิ์ (บ้วย) และ จิรวัสส์(จิ) คอยส่งข่าวคราวยามฉุกเฉิน และเป็นแรงกระตุ้นให้เราทำงานเมื่อเห็นพวกนายทำงานอย่างขะมักเขม้น

พี่เอก และพี่ยุ้ย ที่ให้กำลังใจและช่วยกันพิมพ์รายงานให้น้องชายทั้งสอง

น้าทั้งสองของพวกเราที่ทำให้เรามีวันนี้

และที่สำคัญที่สุด คือความรัก ความห่วงใย และกำลังใจจากบุพการีทั้งสองของเรา

สุดท้ายภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมที่ให้สถานที่ในการทำโครงงาน....ขอบคุณมาก ๆ ครับ

ด้วยความจริงใจ

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ธีรวัฒน์ ประกอบผล , " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ " , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 235 หน้า , 2542

2. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด , " เข้าใจสร้างเล่นไมโครโปรเซสเซอร์ 2 " , บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ , " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 " , คณะวิศวกรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. กมลมาศ กำจรกิจการ , " คู่มือ Borland Delphi 5 ฉบับสมบูรณ์" , บริษัท โปรวิชัน จำกัด , 520 หน้า , 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้