สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจข้อสอบ

TEST CHECKER

โดย

นายธิติ คงสุคนธ์

นายศุภวัฒน์ รัตนบุรี

นายสุวิทย์ ขวดทอง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72929
วัน,เดือน,ปี 26 มิ.ย. 2550

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจข้อสอบ

TEST CHECKER

โดย

นายธิติ คงสุคนธ์ รหัส 47015171

นายศุภวัฒน์ รัตนบุรี รหัส 47015186

นายสุวิทย์ ขวดทอง รหัส 47015192

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจข้อสอบ (TEST CHECKER)

ผู้จัดทำ

1. นาย นาย ธิติ คงสุคนธ์ รหัส 47015171
2. นาย ศุภวัฒน์ รัตนาบุรี รหัส 47015186
3. นาย สุวิทย์ ขวดทอง รหัส 47015192

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจข้อสอบ

TEST CHECKER

นายธิติ คงสุคนธ์ 47015171

นายศุภวัฒน์ รัตนบุรี 47015186

นายสุวิทย์ ขวดทอง 47015192

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจข้อสอบ

นาย ธิติ คงสุคนธ์ รหัส 47015171
นาย ศุภวัฒน์ รัตนบุรี รหัส 47015186
นาย สุวิทย์ ขวดทอง รหัส 47015192
อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ได้อธิบายการออกแบบ และการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบ โดยแบ่งการทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบออกเป็นสี่ส่วนใหญ่ๆ คือในส่วนอินพุตหรือรับข้อมูล, ส่วนประมวลผลหรือเปรียบเทียบข้อมูล, ส่วนเอาต์พุตหรือแสดงผล และหน่วยความจำ ส่วนอินพุตจะรับข้อมูลโดยใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบโดยจะต้องอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยมาเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อนจากนั้นก็อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบของนักศึกษา แล้วจะนำข้อมูลทั้งสองส่วนส่งให้ส่วนเปรียบเทียบโดยไมโครคอนโทลเลอร์ทำการเช็คข้อถูก,ข้อผิด,รหัสวิชาและนับจำนวนข้อที่ถูกจากนั้นก็จะเก็บรหัสนักศึกษากับคะแนนไว้ในหน่วยความจำและสามารถโหลดข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์หรือส่งไปยังเครื่องพิมพ์ให้พิมพ์ข้อมูลที่เป็นรหัสนักศึกษาและคะแนนออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CHECKER

Mr. Thiti Kongsukon ID.47015171

Mr. Suppavat Rattanabure ID.47015186

Mr. Suwit Khundtong ID.47015192

Chinnapat Nantajiwakornchai Advisor

Educational Year 2006

Abstract

This thesis describes the designate and building of Test checker. There are four main parts which are receiver, data comparing, memory and outcome. The receiver will read the correct answer and subject ID from the master answer sheet by using phototransistor and keep the correct answer in memory then read the student ID code, subject ID and answer. Both of the data will be transferred to comparing part to check the answers and process the correct/incorrect answers. The number of correct answers will be counted and transferred to the outcome parts the student ID code and score will be stored in ram and be able to be loaded to a computer or printer to print out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบพระคุณ อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย เป็นอย่างสูงที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ มาอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อนๆ ที่ให้คำแนะนำทุกครั้งเมื่อต้องการคำปรึกษา

.....

(นายธิติ คงสุดนธ์)

.....

(นายศุภวัฒน์ รัตนบุรี)

.....

(นายสุวิทย์ ขวดทอง)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 แสง	4
2.1.1 คุณสมบัติของแสง	4
2.1.2 การนำคุณสมบัติของแสงไปใช้งาน	7
2.2 ออปแอมป์ (Operation amplifier)	7
2.2.1 คุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติ	8
2.2.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน(Comparator)	8
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	9
2.3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51	9
2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	10
2.3.3 โครงสร้างหน่วยความจำ	12
2.3.4 Bit – addressable RAM	12
2.3.5 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)	12
2.3.6 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)	12
2.3.7 Program Staus Word	13
2.3.8 รีจิสเตอร์ B (B Register)	14
2.3.9 ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)	14
2.3.10 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)	14
2.3.11 รีจิสเตอร์พอร์ต (Port Register)	15
2.3.12 รีจิสเตอร์เวลา (Timer Register)	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.13 รีจิสเตอร์พอร์ตอนุกรม (Serial Port Register)	15
2.3.14 รีจิสเตอร์อินเตอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)	15
2.3.15 เพาเวอร์คอนโทรลรีจิสเตอร์ (PCON)	15
2.3.16 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)	15
2.4 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ(Multiplex)	17
2.5 การขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์	18
2.5.1 โครงสร้างเบื้องต้นของ 8255	18
2.5.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255	19
2.5.3 การติดต่อกับพอร์ตต่างๆของ 8255	21
2.5.4 การกำหนดโหมดการทำงาน	22
2.5.5 การนำ 8255 ไปใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์	24
2.6 อุปกรณ์รับแสงโฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor)	26
2.6.1 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์	26
2.6.2 ลักษณะสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์	27
2.6.3 วงจรพื้นฐานสำหรับการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์	29
2.6.4 การใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ในการอ่านกระดาษคำตอบ	31
2.7 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	32
2.7.1 จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	33
2.7.2 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	33
2.7.3 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232	34
2.7.4 ไอซี MAX232, L232	35
2.7.5 ไอซี DS275	36
2.7.6 วงจรจากทรานซิสเตอร์	37
2.8 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)	38
2.8.1 ข้อดีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เมื่อเปรียบกับมอเตอร์กระแสตรง	38
2.8.2 ส่วนประกอบของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.8.3 สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบ	39
2.8.4 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส	39
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร	43
3.1 หลักการออกแบบวงจร	43
3.2 Flowchart การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ	43
3.3 หลักการทำงานของวงจร	45
3.2.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน(Comparator)	45
3.2.2 วงจรมัลติเพล็กซ์	46
3.2.3 การขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์	48
3.2.4 การต่อหน่วยความจำภายนอก	49
3.2.5 การต่อ Sensor	50
3.2.6 วงจร DC motor	51
3.2.7 การออกแบบ Hard ware	52
บทที่ 4 ผลการทดลอง	55
4.1 การทดลองการอ่านค่าจากกระดาษคำตอบ	58
4.2 การใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ	59
4.3 การทดลองวงจรขับมอเตอร์	63
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	69
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ	2
รูปที่ 2.1 การสะท้อนของแสง	5
รูปที่ 2.2 การสะท้อนเมื่อแสงเดินทางกระทบกับวัตถุ	5
รูปที่ 2.3 การหักเหของแสง	5
รูปที่ 2.4 ความยาวคลื่นในช่วงต่างๆ	6
รูปที่ 2.5 แถบพลังงานของแสง	6
รูปที่ 2.6 การใช้การสะท้อนของแสงในโครงงาน	7
รูปที่ 2.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	8
รูปที่ 2.8 แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51	10
รูปที่ 2.9 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	12
รูปที่ 2.10 การต่อหน่วยความจำภายนอก	16
รูปที่ 2.11 ไดอะแกรมของกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล	16
รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	17
รูปที่ 2.13 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้า 8 ออก 1	18
รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของ 8255	19
รูปที่ 2.15 ตำแหน่งของขา 8255	20
รูปที่ 2.16 รายละเอียดของคำสั่งควบคุม	21
รูปที่ 2.17 การนำ 8255 ไปใช้ขยายพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์	25
รูปที่ 2.18 ภาพถ่ายโฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดต่าง ๆ	26
รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของโฟโตทรานซิสเตอร์ แสงอินพุตเข้าที่ผิวของชั้นเบส	27
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างลักษณะการขึ้นกับความถี่มอดูเลชันของเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์	27
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการขึ้นกับอุณหภูมิของกระแสไฟฟ้ามืดในโฟโตทรานซิสเตอร์	28
รูปที่ 2.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายกระแสและกระแสคอลเลคเตอร์ในโฟโตทรานซิสเตอร์	29
รูปที่ 2.23 เป็นการต่อโฟโตแบบดาร์ลิงตัน	29
รูปที่ 2.24 แสดงวิธีการต่อโฟโตทรานซิสเตอร์กับอินเวอร์เตอร์ไอซี (Inverter IC)	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.25 การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ความถี่สูง	31
รูปที่ 2.26 เครื่องตรวจข้อสอบรุ่น Opscan 3	31
รูปที่ 2.27 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนานและแบบอนุกรม	32
รูปที่ 2.28 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที	33
รูปที่ 2.29 แสดงการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมพร้อมด้วย บิตเริ่มต้น, บิตพาริตี้, บิตหยุด ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที	34
รูปที่ 2.30 แสดงระดับแรงดันสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 กับ TTL ในสถานะลอจิก "1" และ "0"	35
รูปที่ 2.31 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232, L232 และการต่อใช้งาน	36
รูปที่ 2.32 แสดงตำแหน่งขาของไอซี DS275 และการต่อใช้งาน	37
รูปที่ 2.33 แสดงวงจรจากทรานซิสเตอร์ และการต่อใช้งาน	37
รูปที่ 2.34 แสดง Stepping Motor	38
รูปที่ 2.35 โครงสร้างของ Stepping Motor	39
รูปที่ 2.36 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	42
รูปที่ 3.1 Flowchart การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ	43
รูปที่ 3.2 Sensor ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของกระดาษ	44
รูปที่ 3.3 Sensor ตรวจตำแหน่งกระดาษหน้าชุดอ่าน	45
รูปที่ 3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	46
รูปที่ 3.5 IC 74LS151 มัลติเพล็กซ์เข้า 8 ออก 1	47
รูปที่ 3.6 การนำ 8255 ไปใช้ขยายพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์	48
รูปที่ 3.7 การต่อหน่วยความจำภายนอกขนาน 32 kB	50
รูปที่ 3.8 แสดงการต่อ sensor TCRT5000	50
รูปที่ 3.9 แสดงการต่อ sensor H21A1	51
รูปที่ 3.10 วงจรขับมอเตอร์	52
รูปที่ 3.11 ด้านหน้าและหลังของกระดาษคำตอบ	53
รูปที่ 3.12 หัวอ่าน	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.13 ชุดฟีดกระดาษ	55
รูปที่ 3.14 ชุดรับกระดาษ	56
รูปที่ 3.15 แผงวงจรควบคุมมอเตอร์	56
รูปที่ 3.16 รูปเครื่องตรวจข้อสอบที่ออกแบบและสร้าง	57
รูปที่ 4.1 กระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลอง	58
รูปที่ 4.2 การอ่านกระดาษคำตอบ	58
รูปที่ 4.3 จุดที่ทำการทดสอบ	59
รูปที่ 4.4 การทดลองการใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ	61
รูปที่ 4.5 กระดาษคำตอบที่ใช้ทดลอง	62
รูปที่ 4.6 วงจรขับมอเตอร์	64
รูปที่ 4.7 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อไม่ได้จ่ายพัลส์ที่ขา 6	64
รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 00	65
รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 01	65
รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 10	66
รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 11	66
รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 7	67
รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบสัญญาณเมื่อปรับ DIP_SW ที่ตำแหน่งต่างๆ	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นของแสงสีต่างที่มองเห็น	6
ตารางที่ 2.2 การควบคุมสัญญาณมัลติเพล็กซ์เข้า 8 ออก 1	18
ตารางที่ 2.3 การเลือกพอร์ตของ 8255	21
ตารางที่ 2.4 การทำงานกับพอร์ตต่างของ 8255	21
ตารางที่ 2.5 สัญญาณตรวจสอบของพอร์ต C	23
ตารางที่ 2.6 แสดงการทำงานของพอร์ตC เป็นสัญญาณตรวจสอบในโหมด 2	24
ตารางที่ 2.7 แสดงการถอดรหัสตำแหน่ง 8255	25
ตารางที่ 2.8 การคอนโทรลพอร์ตและโหมดการทำงานของ 8255	25
ตารางที่ 2.9 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส	40
ตารางที่ 2.10 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส	40
ตารางที่ 2.11 การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเต็ป	41
ตารางที่ 3.1 การควบการทำงานของ IC 74LS151 โดย MCS-51	47
ตารางที่ 3.2 แสดงการถอดรหัสตำแหน่ง 8255	49
ตารางที่ 3.3 การคอนโทรลพอร์ตและโหมดการทำงานของ 8255	49
ตารางที่ 3.4 การถอดรหัสตำแหน่งการติดต่อกับ IC 62256	50
ตารางที่ 4.1 การทดลองการอ่านค่าจากกระดาษคำตอบ	59
ตารางที่ 4.2 รหัสที่ป้อนให้กับชุดหัวอ่าน	60
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

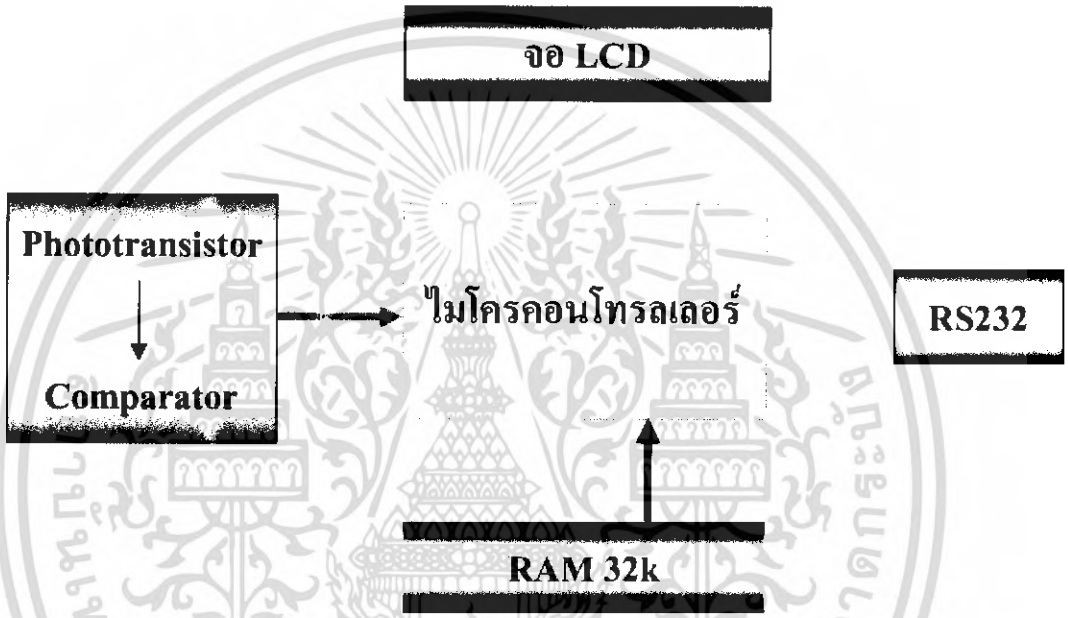
ณ ปัจจุบันการศึกษาเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก และในการสอบเข้ามหาลัยในแต่ละปีก็มีการแข่งขันสูงมาก ซึ่งเห็นได้ว่าทุกๆคนต่างให้ความสำคัญกับการศึกษาและการสอบ และไม่ใช่เฉพาะตอนที่จะเข้ามหาลัยเท่านั้นที่มีการสอบ เพราะเมื่อเข้ามหาลัยหรือสถานศึกษาได้แล้วในการเรียนการสอนภายในสถานศึกษานั้นก็ต้องมีการสอบและทดสอบอยู่เป็นประจำ ซึ่งในการสอบแต่ละครั้งต่างก็มีความสำคัญไม่แพ้กันและในการสอบนั้นก็จะส่งผลโดยตรงต่อนักศึกษาหรือนักเรียน ปัจจัยที่ทำให้ผลการสอบออก มาดีก็ขึ้นอยู่กับตัวของผู้สอบเอง แต่ยังมีปัจจัยอีกอย่างที่หลายๆคนอาจจะคิดไม่ถึงคือการตรวจข้อสอบของอาจารย์หรือกรรมการตรวจข้อสอบ ซึ่งอาจจะมีความผิดพลาดได้หรือถ้าใช้เครื่องตรวจข้อสอบเครื่องนั้นก็จะต้องมีมาตรฐานที่จะทำให้ผู้ที่สอบมั่นใจได้ว่าสิ่งที่เขาตั้งใจทำมาจะไม่พังไปเพราะการทำงานที่ผิดพลาดของเครื่องตรวจข้อสอบ

โครงงานฉบับนี้เป็นการนำเสนอถึงเครื่องตรวจข้อสอบ เครื่องตรวจข้อสอบเป็นอุปกรณ์ที่นำมาอำนวยความสะดวกและลดระยะเวลาในการตรวจข้อสอบ เครื่องตรวจข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบันเป็นเครื่องที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ การทำงานของเครื่องต้องทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผล เครื่องจะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบเท่านั้นแล้วส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล แต่เครื่องตรวจข้อสอบที่จะกล่าวถึงในโครงงานนี้นั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและจะเก็บรหัสนักศึกษากับคะแนนที่ผ่านการตรวจไว้ในหน่วยความจำและสามารถส่งข้อมูลดังกล่าวเข้าคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ พิมพ์ข้อมูลออกมาได้ หลักการทำงานเริ่มจากใช้อุปกรณ์เปล่งแสงส่องแสงไปยังกระดาษคำตอบ แล้วใช้หลักการสะท้อนของแสงและการดูดซับแสงของวัตถุคือวัตถุที่มีสีดำจะมีการดูดซับแสงมากกว่าวัตถุที่มีสีขาว ในที่นี้คือจุดที่ถูกฝนด้วยดินสอกับจุดที่ไม่ถูกฝน ทำให้ระดับการสะท้อนแสงของทั้งสองจุดแตกต่างกัน แสงที่สะท้อนมาจากกระดาษคำตอบจะถูกรับด้วยอุปกรณ์รับแสง(Phototransistor) ทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมเปลี่ยนแปลง ค่าแรงดันดังกล่าวจะถูกนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบ(Comparator) ได้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0,1 โดยจุดที่ถูกฝนด้วยดินสอเป็น 1 ไม่ถูกฝนเป็น 0 แล้วจะนำเปรียบเทียบและประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นเครื่องจะทำการรวมคะแนนที่ได้แล้วเก็บในหน่วยความจำพร้อมกับรหัสนักศึกษา เห็นได้ว่าเครื่องจะสามารถทำงานได้โดยไม่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเป็นการศึกษาคุณสมบัติของแสงเพื่อประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์รับแสง
2. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานด้านการเปรียบเทียบข้อมูล
3. เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทางพอร์ตUSB



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ

หลักการทำงาน

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1.1 สามารถแบ่งการทำงานออกเป็นสี่ส่วนคือ ส่วนอินพุต ส่วนเอาต์พุต ส่วนประมวลผล และหน่วยความจำ ซึ่งจะขออธิบายตามลำดับการทำงานดังนี้

ส่วนแรกคืออินพุตจะรับข้อมูลโดยใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ และใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันทำการเปรียบเทียบแรงดันเป็นลอจิก 0,1 เพื่อที่จะสามารถส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ข้อมูลชุดแรกเป็นข้อมูลที่อ่านมากระดาษคำตอบที่เป็นเฉลยโดยจะอ่านรหัสวิชาและคำตอบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลชุดที่สองเป็นข้อมูลที่อ่านจากกระดาษคำตอบของนักศึกษาโดยจะอ่านรหัสนักศึกษา,รหัสวิชาและคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองคือการประมวลผลหรือเปรียบเทียบข้อมูล จะนำข้อมูลสองชุดมาทำการเปรียบเทียบกันโดยจะเช็คระหัสนักศึกและคำตอบถูกผิด แล้วทำการนับจำนวนข้อที่ถูกแล้วนำไปเก็บในหน่วยความจำ RAM พร้อมกับรหัสนักศึกษา

ส่วนที่สามเป็นเอาต์พุตและแสดงผล ข้อมูลจะถูกส่งออกไปสองส่วนคือ ทางจอแสดง ผล LCD จะแสดงสถานการทำงานของเครื่องและข้อมูลที่กดทางแป้นพิมพ์ อีกส่วนจะส่งข้อมูลที่เป็นรหัสกับคะแนนของนักศึกษาให้กับคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ (Printer)

ส่วนที่สี่เป็นหน่วยความจำขนาด 32 kB จะเก็บข้อมูลที่เป็นเฉลยของข้อสอบเพื่อจะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากกระดาษคำตอบของนักศึกษา และเก็บข้อมูลที่เป็นรหัสนักศึกษากับคะแนนที่ได้

ขอบเขตของโครงงาน

ในส่วนของภาคการศึกษาที่หนึ่งจะศึกษาในส่วนของการใช้อุปกรณ์รับแสง (Photo transistor) และออกแบบชุดอ่านข้อมูลในการวัดระดับแสงที่สะท้อนจากกระดาษคำตอบแล้วแปลงเป็นลอจิก 0,1

ในส่วนของภาคการศึกษาที่สอง ทำการออกแบบวงจรในส่วนของ Hard ware เพื่อที่จะประกอบเป็นชุดตรวจข้อสอบ และจะได้อ่านข้อมูลมาประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนทฤษฎีในบทที่ 2 จะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่จำเป็น และเกี่ยวข้องสำหรับการนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบวงจรที่ใช้ในโครง งานนี้เท่านั้น โดยแสดงรายระเอียดออกเป็นข้อๆดังนี้

2.1 แสง

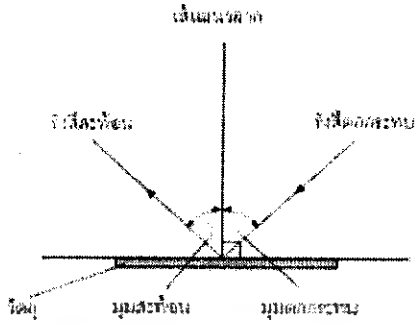
แสงเป็นพลังงานที่เราไม่สามารถจับต้องได้ แต่สามารถเรารับรู้ได้โดยการมองด้วยสายตา เพราะการที่เรามองเห็นวัตถุต่างๆนั้นเกิดจากแสงเดินทางไปกระทบกับวัตถุนั้นแล้วเกิดสะท้อนมายังตาของเรา และการที่เราสามารถแยกแยะวัตถุและสี่ต่างๆได้นั้นเพราะการสะท้อนแสงของวัตถุแต่ละชนิดและสีที่ต่างกัน

2.1.1 คุณสมบัติของแสง

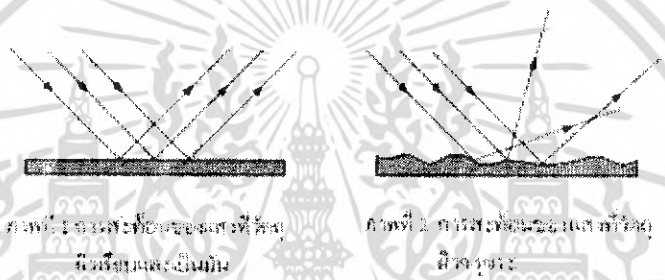
1) การเคลื่อนที่ของแสง แสงจะมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงออกจากจุดกำเนิดไปยังวัตถุด้วยความเร็ว 300 ล้านเมตร/วินาที จากคุณสมบัตินี้ก็ได้มีการนำแสงมาประยุกต์ใช้งานแพร่หลาย อย่างที่เห็นได้ชัดก็ได้ใช้ในการสื่อสารทางแสงซึ่งเป็นประโยชน์มากในปัจจุบัน

2) การสะท้อนของแสงที่ผิวราบ จากที่แสงมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเราสามารถใช้เส้นตรงแทนทิศทางและการเคลื่อนที่ของแสงได้ดังรูปที่ 2.1 เมื่อรังสีของแสงตกกระทบผิววัตถุที่จุดใดก็ตาม ถ้าเราลาก เส้นตั้งฉาก กับผิววัดถุนั้น เส้นตั้งฉากที่ลากนี้เรียกว่า เส้นแนวฉาก และเรียกมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉากว่า มุมตกกระทบ มุมที่รังสีสะท้อนทำกับแนวฉาก เรียกว่า มุมสะท้อน จากกฎการสะท้อนของแสงพบว่า รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉากจะอยู่บนระนาบเดียวกันแล้วมุมตกกระทบของแสงเท่ากับมุมสะท้อนแสง และวัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะต้องมีผิวเรียบและเป็นมัน เช่น กระจกเงา จะทำให้เกิดการสะท้อนอย่างมีระเบียบดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ดังภาพที่ 1) แต่ถ้าวัตถุที่มีผิวไม่เรียบ จะเกิดการสะท้อนไม่มีระเบียบ (ดังภาพที่ 2) แต่การสะท้อนของแสดงเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง และการสะท้อนของแสงขึ้นอยู่กับสีของวัตถุด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

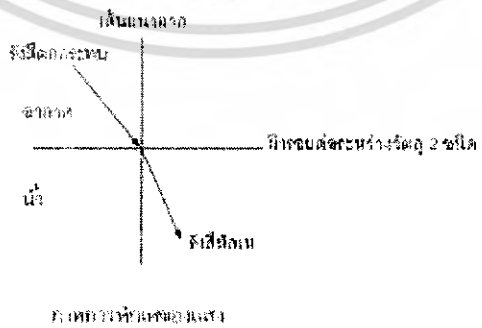


รูปที่ 2.1 การสะท้อนของแสง



รูปที่ 2.2 การสะท้อนเมื่อแสงเดินทางกระทบกับวัตถุ

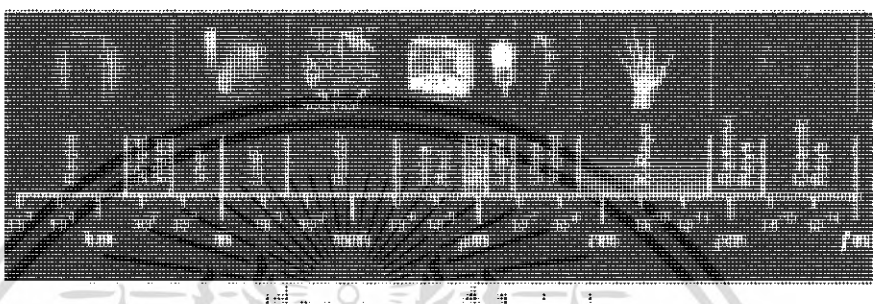
3) การหักเหของแสง เป็นสมบัติอย่างหนึ่งของแสง โดยปกติแสงจะเดินทางเป็นเส้นตรงเมื่อเดินทางผ่านวัตถุโปร่งใสชนิดเดียวกัน แต่บางครั้งการเดินทางของแสงผ่านวัตถุ 2 ชนิด เช่น แสงเดินทางผ่านอากาศแล้วผ่านไปในน้ำ การเดินทางของแสงในวัตถุทั้งสองจะเป็นเส้นตรง แต่ไม่อยู่ในแนวเดียวกัน นั่นคือแสงจะเกิดการหักเหไปจากแนวเดิม ตรงรอยต่อระหว่างผิวของวัตถุทั้ง 2 ชนิดนั้น เราเรียกว่า การหักเหของแสง



รูปที่ 2.3 การหักเหของแสง

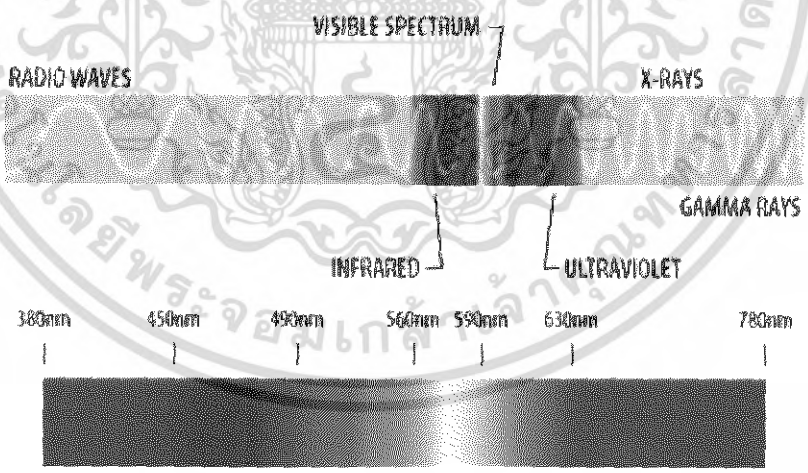
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ความยาวคลื่นของแสง แสงเป็นพลังงานที่ทำให้เกิดการมองเห็น ในทางฟิสิกส์ถือว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดมีคุณสมบัติในการกระจายพลังงานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆกัน แหล่ง กำเนิดแสงธรรมชาติ ที่รู้จักกันดีคือดวงอาทิตย์ซึ่งให้พลังงานออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆกว้างมากตั้งแต่รังสีคอสมิกจนถึงคลื่นวิทยุ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความยาวคลื่นในช่วงต่างๆ

แต่แถบพลังงานที่มีอิทธิพลต่อตาตนเราและทำให้เกิดการมองเห็นเป็นเพียงช่วงแคบๆ ระหว่าง 380 - 780 นาโนเมตร เรียกช่วงของการกระจายนี้ว่า visible spectrum ช่วงความยาวคลื่นช่วงนี้เราสามารถแยกให้เห็นแถบของการกระจายพลังงานอย่างกว้างๆได้ 7 แถบ แต่ละแถบของการกระจายพลังงานเรียกว่า Spectrum ช่วงการกระจายที่ต่างกันทำให้เรามองเห็นสีต่างกันดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แถบพลังงานของแสง

ตารางที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นของแสงสีต่างที่มองเห็น

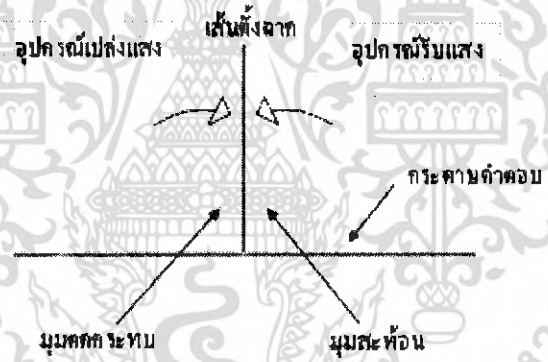
แสงสี	ความยาวคลื่น (nM)
แดง	780 - 630
ส้ม	630 - 590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลือง	590 - 560
เขียว	560 - 490
น้ำเงิน	490 - 440
คราม	440 - 420
ม่วง	420 - 380

2.1.2 การนำคุณสมบัติของแสงไปใช้งาน

ในโครงงานชิ้นนี้ได้นำคุณสมบัติการเคลื่อนที่และการสะท้อนของแสงมาใช้ โดยที่เราทราบว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง เราก็ได้ปล่อยแสงจากอุปกรณ์เปล่งแสง (LED) ลงไปยังกระดาษคำตอบ และจากคุณสมบัติการสะท้อนของแสง แสงก็จะสะท้อนกลับมายังอุปกรณ์รับแสง (phototransistor) โดยมุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อน และระดับพลังงานการสะท้อนของจุดที่ได้ฝนด้วยดินสอกับจุดที่ไม่ได้ฝนแตกต่างกัน ซึ่งจะใช้อุปกรณ์รับแสงเป็นตัวตรวจสอบ



รูปที่ 2.6 การใช้การสะท้อนของแสงในโครงงาน

2.2 ออปแอมป์ (Operation amplifier)

ออปแอมป์หรือโอเปอร์เรชั่นแอมปริไฟเออร์ (Operation amplifier) เป็นอุปกรณ์จำพวกไอซีแบบลิเนียร์ (Linear IC) สามารถขยายสัญญาณได้ มีอัตราขยายสูงมาก มีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์สูงมาก (High Input Impedance) และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำ (Low Output Impedance) สัญญาณรบกวนมีผลต่อวงจรน้อยมาก มีสองอินพุตคือ ขาอินพุตขั้วลบ (Inverting Input) เป็นขาที่ทำให้ได้เอาต์พุตกลับเฟสเมื่อป้อนสัญญาณเข้าทางขานี้ และอีกขาคือ ขาอินพุตบวก (Non Inverting Input) ถ้าป้อนสัญญาณทางขานี้เอาต์พุตที่ได้มีเฟสเดียวกับอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติ

1) อัตราการขยายแรงดันสูงมากจนเป็นอนันต์

2) ความต้านทานทางอินพุตสูงมากจนเป็นอนันต์

3) ความต้านทานทางเอาต์พุตต่ำมากจนเป็นศูนย์

4) แรงดันออฟเซ็ตทางอินพุตเป็นศูนย์

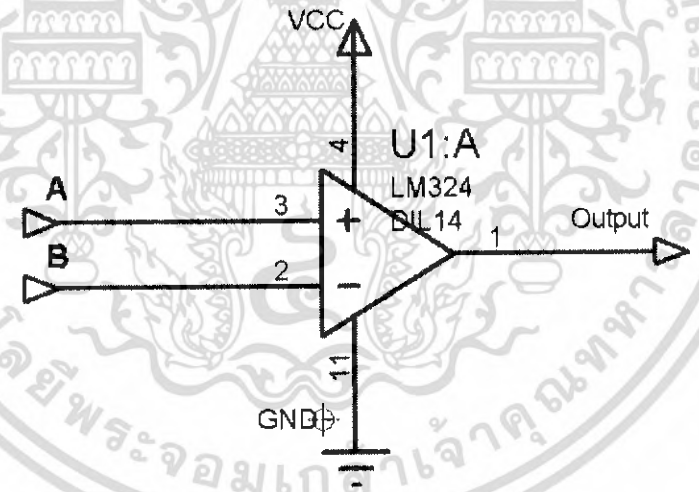
5) กระแสออฟเซ็ตทางอินพุตเป็นศูนย์

6) ลักษณะคุณสมบัติเชิงความถี่ ขยายได้ดีตั้งแต่ไฟตรงจนถึงความถี่อนันต์

7) ไม่มีข้อบกพร่องอื่นๆ

2.2.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน(Comparator)

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ในการทำงานขณะลูปเปิดนั้น ออปแอมป์จะสามารถเปรียบเทียบระดับสัญญาณระหว่างขั้วอินพุตทั้งสองได้อย่างแม่นยำ กล่าวคือกำหนดให้ขาอินพุตขาใดขาหนึ่งเป็นขาแรงดันอ้างอิง และอีกขาเป็นขาอินพุต ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

จากรูปที่ 2.7 ถ้ากำหนดให้ขั้ว A แรงดันอ้างอิง ขั้ว B เป็นอินพุต เมื่อแรงดันอินพุตมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงทำให้เอาต์พุตมีค่าเปลี่ยนจาก ค่าแรงดันจาก Vcc เป็น Gnd และถ้ากำหนดให้ขั้ว B แรงดันอ้างอิง ขั้ว A เป็นอินพุต เมื่อแรงดันอินพุตมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงทำให้เอาต์พุตมีค่าเปลี่ยนจาก ค่าแรงดันจาก Gnd เป็น Vcc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันจะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เล็กๆ หรือเรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์เกือบทั้งสิ้น ในปัจจุบันจะเรียกชื่อเป็นศัพท์เทคนิคว่าระบบฝังตัว(Embedded System) ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีหน่วยประมวลผลกลางที่เรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจหลักของการทำงาน โดยบริษัทอินเทลได้สร้างไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 4004 ซึ่งประมวลผลแบบ 8 บิต ออกมาเป็นรุ่นแรก ต่อมาได้ออกรุ่นที่ประมวลผลแบบ 8 บิตตามมาได้แก่ 8008, 8080 และ 8085 ทำให้การประมวลผลได้รวดเร็วขึ้น ส่วนบริษัทโมโตลาได้ออกเบอร์ 6800 และบริษัทไซลอกได้ออกเบอร์ Z80 ซึ่งจะประมวลผลแบบ 8 บิต เช่นกัน ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นต่อมา จะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นและได้มีการผลิตรุ่นใหม่ๆออกมาเลื่อยๆ

เมื่อนำไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4 บิต มาใช้ในการควบคุมจะทำให้ระบบควบคุมทำงานได้ดีขึ้นฉลาดมากขึ้น ปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 4 บิต นี้จะถูกนำมาใช้ในเตาไมโครเวฟ โทรทัศน์ และของเด็กเล่นเป็นต้น สำหรับระบบควบคุมที่ต้องการประสิทธิภาพมากขึ้นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ แบบ 8 บิต เป็นตัวประมวลผล แต่ราคาของระบบก็แพงขึ้นตามไปด้วย

2.3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบรอม บางเบอร์เป็นแบบอีพรอม และปัจจุบันมีแบบแฟลชรอม คุณ สมบัติที่สำคัญของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

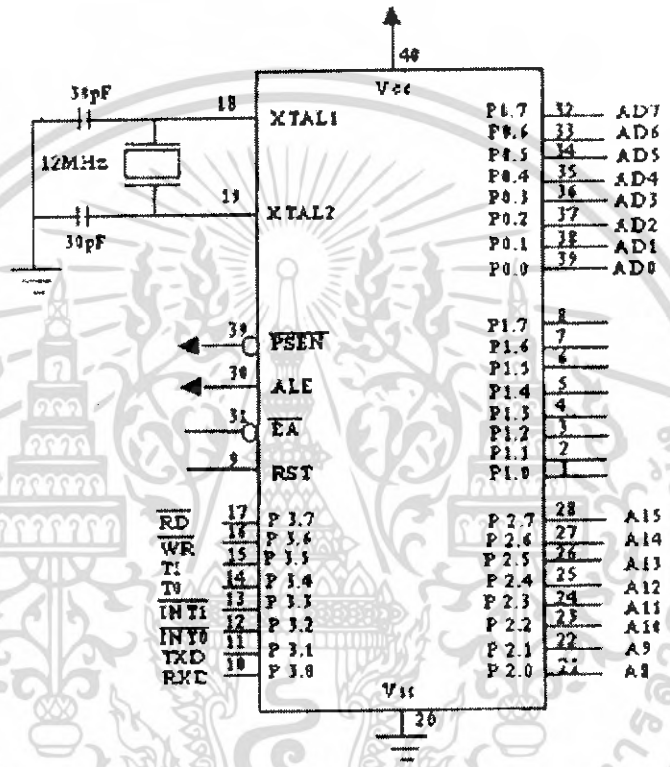
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5V เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำภายในชิพ จำนวน 128 ไบต์ (บาง CPU จะมี 256 ไบต์)
- มีพอร์ทอินพุตเอาต์พุตจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกันได้รวมทั้งสิ้น 32 บิต
- สามารถ Interrupts ได้จาก 5 แหล่ง
- มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ ด้วยอัตราเร็วในการรับส่งได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายในชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิร์ต
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาท์เตอร์เพื่อนับสัญญาณนาฬิกาภายในชิพหรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งในระดับไบต์และระดับบิตเพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานเหมือนกันดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51

จากรูปที่ 2.8 เราสามารถอธิบายความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

พอร์ต 0 (Port 0) ได้แก่ ขาที่ 32-39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตสามารถใช้แบบบิตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบัสแอดเดรส และบัสข้อมูลอีกด้วย

พอร์ต 1 (Port 1) ได้แก่ ขาที่ 1-8 เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุต8 บิต สามารถใช้แบบบิตได้ คือ P1.0 – P1.7

พอร์ต 2 (Port 2) ได้แก่ ขาที่ 21-28 จะใช้งานสองหน้าที่คือ ใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสามารถใช้แบบบิตได้และใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิต ในการอ้างอิงหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต 3 (Port 3) ได้แก่ ขาที่ 10-17 จะใช้เป็นสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตใช้แบบบิตได้ และใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมต่างๆ ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

- ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม
- ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลไปภายนอกแบบอนุกรม
- ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 0
- ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 1
- ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาท์เตอร์ของไทเมอร์ 0
- ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาท์เตอร์ของไทเมอร์ 1
- ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ
- ขา P3. ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

PSEN (Program Store Enable) เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกที่ขา 29 ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็นอีพรอม ขา PSEN จะต่อกับขาสัญญาณเปิดด้านเอาต์พุต (Output Enable: OE) ของอีพรอม

ALE/PROG (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ต 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้มัลติเพล็ก (Multiplex) สัญญาณบัสตำแหน่งของ พอร์ต 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับพอร์ต 0 ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ต 0 ไว้เพื่อใช้ พอร์ท 0 เป็นบัสข้อมูล

EA/Vpp (External Access) ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก "0" จะให้ MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา EA เป็น "0" ขา PSEN จะแอคทีฟ) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา EA จะเป็น "0" เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในและให้ขา EA เป็น "0" ซึ่งจะหยุดการทำงานของรอม ภายในและอ่านโปรแกรมจากอีพรอมภายนอกแทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 คาบเวลา จึงจะรีเซ็ตระบบได้

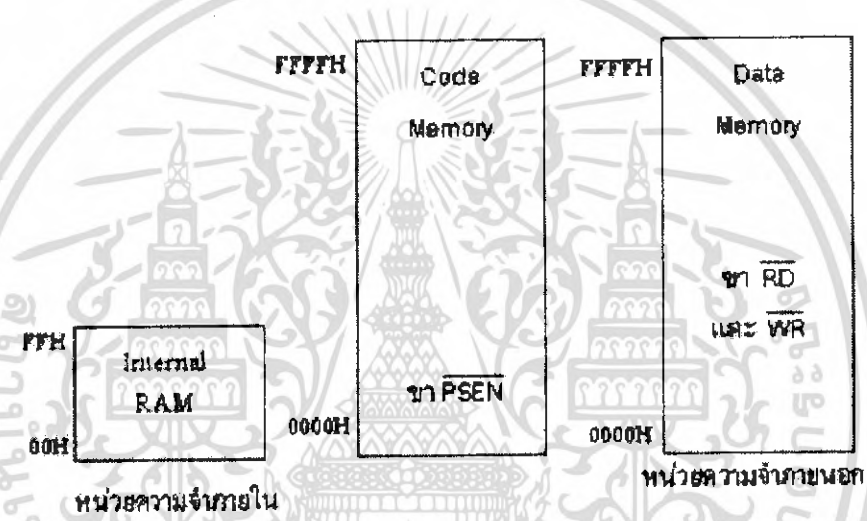
XTAL1 ขาที่ 19 ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลตอร์

XTAL2 ขาที่ 19 ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นเอาท์พุทต่อออกจากวงจรออสซิลเลตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS-51 จะมี 2 ชนิดคือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมรอม กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล แรม MCS-51 บางเบอร์ 8051, 8052 จะมีหน่วยความจำในชิพ และMCS-51 ทุกเบอร์ยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ สำหรับหน่วยความจำแรมภายใน จะประกอบไปด้วยพื้นฐานที่ใช้งานทั่วไป, ชุดรีจิสเตอร์, พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031 ได้ดังรูปที่ 2.4 โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะแอคทีฟ



รูปที่ 2.9 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

2.3.4 Bit – addressable RAM

ใน MCS-51 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 20H ถึง 2FH รวม 16 ไบต์ โดยสามารถ เซ็ต, เคลียร์, แอนท์, ออร์ ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128 บิต (8 บิต X 16 ไบต์)

2.3.5 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32 ตำแหน่ง โดยจะมี 4 ชุด แต่ละชุดจะมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H - 7H

2.3.6 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

ใน MCS-51 รีจิสเตอร์จะมีหน่วยความจำภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register: SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัว โดยรีจิสเตอร์พิเศษต่างๆจะเริ่มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจิสเตอร์ฟังชั่นพิเศษ เพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032/8051 จะใช้ 26 ตำแหน่งหรือมี SFR 26 ตัว

2.3.7 Program Staus Word

เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต จึงสามารถกำหนดค่าในแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ตัวนี้ได้อย่างอิสระ มีแอดเดรสอยู่ที่ D0H ทำหน้าที่เก็บสถานะของการทำงานของโปรแกรมในขณะนั้นจะเรียกสถานะต่างๆ ของโปรแกรม ว่า แฟลก เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์และลอจิกแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้น ผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นจะมาปรากฏที่บิตต่างๆ ของรีจีสเตอร์ PSW จะเห็นได้ว่านอกจากรีจีสเตอร์ PSW ถูกใช้ในการเก็บสถานะของโปรแกรมแล้ว ที่บิต RS0 และ RS1 ยังใช้ในการเลือกแบงก์ของหน่วยความจำส่วนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ R0-R7 มักนิยมใช้แบงก์ 0 เป็นลำดับแรก หากไม่เพียงพอจึงเลือกในแบงก์อื่นๆ มาใช้ แต่ต้องระมัดระวังในการกำหนดค่าและลำดับการติดต่อให้ดี มิฉะนั้นอาจทำให้การเขียนโปรแกรมเกิดความสับสน ดังนั้น สำหรับผู้เริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จึงควรเลือกใช้รีจีสเตอร์ R0-R7 ในแบงก์ 0 เพียงแบงก์เดียวให้ชำนาญเสียก่อน

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

1. แฟลกซ์ตัวทด (Carry Flag : CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซ็ต เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะที่ทำการบวกเลข หรือ เซ็ตเมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข
2. แฟลกซ์ตัวช่วยทด (Auxiliary Carry Flag) เมื่อมีการบวกแบบ Binary – Code – Decimal (BCD) บิต แฟลกซ์ตัวช่วยทด (AC) หรือบิตตัวช่วยทดจะถูกเซ็ต เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง 0AE - 0FH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9 ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยตำสั่ง DAA (Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9 โดยบวกเลข 6 เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้
3. แฟลกซ์ศูนย์ (Flag 0) เป็นแฟลกซ์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้
4. บิตเลือกชุดรีจิสเตอร์ (Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน MCS-51จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอคทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะเคลียร์ ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซ็ต ถ้าหากต้องการต่อกับชุดรีจิสเตอร์ 3 โดยย้ายข้อมูลจาก R7 (ตำแหน่ง 1FH) มาเก็บในแอคคิวมูลเลเตอร์

5. แฟลกซ์ค่าเกิน(Overflow Flag) แฟลกซ์ OV จะถูกเซ็ต หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดค่าเกิน คือจำนวนที่เกิดจากการบวกหรือลบ มีค่าเกินกว่าจำนวนไบต์จะเป็นไปได้ คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า -127 ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการบวกเลขสองจำนวนนี้จะเกิดการเซ็ตบิต OV ขึ้นใน PSW
6. บิตพาริตี้ (Parity Bit) พาริตี้บิต (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจิสเตอร์ แอคคิวมูลเลเตอร์ ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซ็ตหรือเคลียร์ขึ้นกับแอคคิวมูลเลเตอร์ เช่น ถ้าแอคคิวมูลเลเตอร์มีค่าเป็น 10101101B บิต P จะเป็น "1"

2.3.8 รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง F0H ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดนทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณ หรือหารกับรีจิสเตอร์แอคคิวมูลเลเตอร์ เช่น การทำคำสั่ง MUL AB ซึ่งเป็นการคูณแบบ 8 บิต โดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด 16 บิต ซึ่งรีจิสเตอร์ A จะเก็บค่า 8 บิตต่ำ และรีจิสเตอร์ B จะเก็บค่า 8 บิตสูง สำหรับการหาร โดยการทำคำสั่ง DIV AB โดยค่าใน A จะถูกหารด้วย B ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บในรีจิสเตอร์A และ B โดย B จะเก็บค่า 8 บิตต่ำ ส่วน A จะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์B นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยตำแหน่งของบิตคือตำแหน่ง F0H ถึง F7H

2.3.9 ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)

ตัวชี้สแตค (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ที่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ตัวชี้สแตคชี้อยู่นี้ เรียกว่า "pushing" สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่ เรียกว่า "Popping" ค่าของตัวชี้สแตคจะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไป และจะลดลงไปหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจิสเตอร์สแตคนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรม (PC)ก่อนที่จะกระทำโปรแกรมย่อย เมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จแล้วจะคืนค่าในสแตคให้กับโปรแกรม ตามเดิม โดยปกติค่าโปรแกรมจะกำหนดให้อยู่ในแรมภายใน

2.3.10 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจิสเตอร์นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำโดยเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8 บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะรวมกันกลายเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ถ้าหากต้องหาเก็บค่า 55H ไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตำแหน่งที่ 1000 H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.11 รีจิสเตอร์พอร์ต (Port Register)

ใน MCS-51 ค่าของพอร์ตจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลจากพอร์ท ก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ตนั้นอยู่ใน MCS-51 พอร์ต 0 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ต 1 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H, พอร์ต 2 จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ต 3 จะอยู่ที่ตำแหน่ง B0H พอร์ต 0, 2 และ3 โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือพอร์ตพิเศษ (เช่น อินเทอร์รัพท์, พอร์ทสื่อสารอนุกรม) โดยปกติและแล้วจะใช้ พอร์ต 1 ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ตทุกพอร์ตสามารถอ้างถึงข้อมูลในระดับบิตได้

2.3.12 รีจิสเตอร์เวลา (Timer Register)

ใน MCS–51 เบอร์ 8051 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16 บิต 2 ตัว คือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TL0 ซึ่งจะเป็น 8 บิตต่ำ และ 8CH หมายถึง 8 บิตสูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือ ไทม์เมอร์ 1 โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็น 8 บิตต่ำ TH1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8DH เป็น 8 บิตสูง การใช้งานไทม์เมอร์ จะต้องกำหนดการใช้งานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.3.13 รีจิสเตอร์พอร์ตอนุกรม (Serial Port Register)

MCS–51 จะมีพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port) อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้อง การส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์นี้ ตัวพอร์ทอนุกรมสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ 4 โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 99H

2.3.14 รีจิสเตอร์อินเตอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)

MCS–51 สามรถอินเตอร์รัพท์ได้ 5 ตำแหน่ง โดยมี 2 – priority ตัวอินเตอร์รัพท์จะไม่ทำงานหลังจากระบบถูกรีเซ็ต และทำงานหลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ลำดับความสำคัญสามารถเซ็ตที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง B8H

2.3.15 เพาเวอร์คอนโทรลรีจิสเตอร์ (PCON)

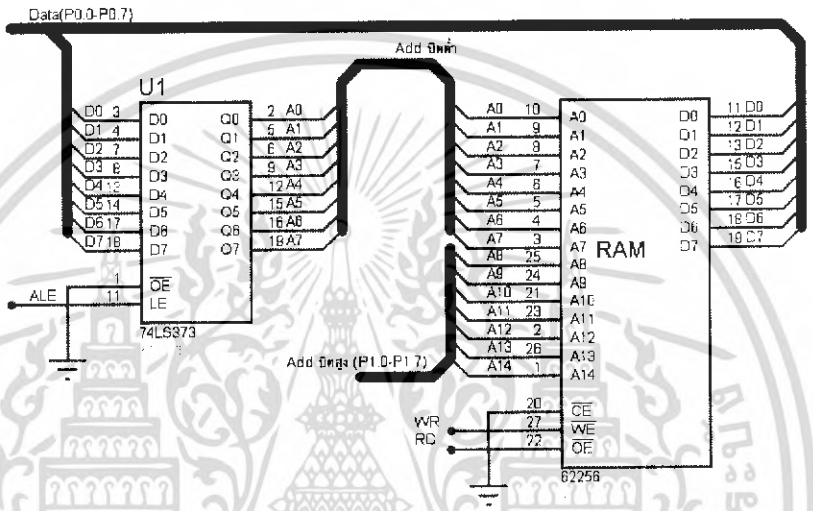
รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ MCS–51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่างๆ ภายใน MCS–51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ MCS–51 ลงด้วย

2.3.16 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)

MCS–51 สามารถอ้างหน่วยความจำภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ MCS–51 จะใช้พอร์ต 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิต

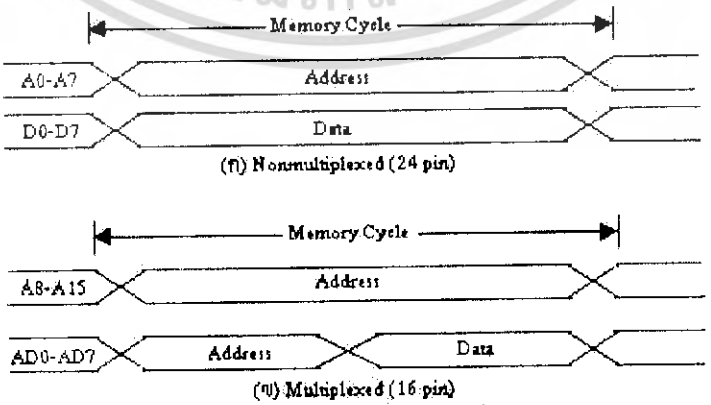
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ตข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาคงค่าข้อมูลพอร์ต 0 และใช้พอร์ต 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64 กิโลไบต์) นอกจากพอร์ต 0 จะใช้งาน 2 หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้ วิธีมัลติเพล็กระหว่างตำแหน่งกับข้อมูล พิจารณาจากรูปที่ 2.10 ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 32 กิโลไบต์ จะต้องใช้สายสัญญาณ 23 เส้น คือเป็นขาตำแหน่ง 15 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น



รูปที่ 2.10 การต่อหน่วยความจำภายนอก

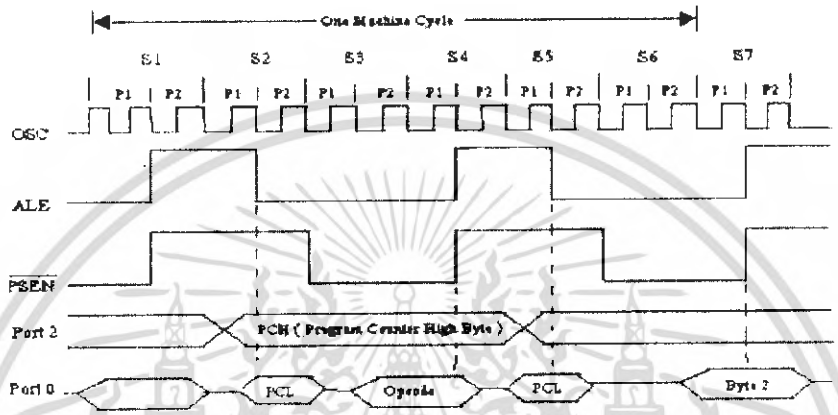
แต่ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กคือใช้ขา A0-A7 เป็นขาข้อมูลด้วยคือ D0-D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้นเท่านั้น จากรูปที่ 2.10 จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณตำแหน่ง A0-A7 ออกมาก่อน 8 เส้นเข้าวงจร Latches จะเก็บสัญญาณตำแหน่ง A0-A7 ไว้แล้วส่งออกไปเมื่อมีสัญญาณมาที่ขา LE พร้อมกับสัญญาณ A8-A14 และเวลาต่อมาขา A0-A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0-D7



รูปที่ 2.11 ไดอะแกรมของกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

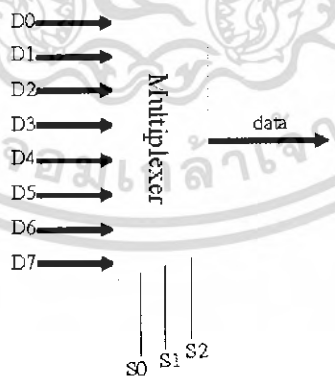
การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS–51 สามารถอ่านและเขียนได้ การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS–51 จะส่งขากำหนดตำแหน่งออกไปทางพอร์ต 0 และพอร์ต 1 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไปคงค่าตำแหน่ง 8 บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา RD (P.7) และขา WR (P3.6) ตามลำดับ



รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

2.4 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ(Multiplex)

ในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูลทางดิจิตอลหรือสัญญาณที่แทนข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลไปในช่องสัญญาณเดียวกัน ทำได้โดยการมัลติเพล็กซ์สัญญาณดังในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้า 8 ออก 1

จากรูปเป็นวงจรมัลติเพล็กซ์เข้า 8 ออก 1 เราสามารถเลือกข้อมูลหรือสัญญาณ D0-D7 สัญญาณใดสัญญาณหนึ่งออกทางเอาต์พุตได้โดยการควบคุมลอจิกทาง S0, S1, S2 ดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72929

ตารางที่ 2.2 การควบคุมสัญญาณมัลติเพล็กซ์เข้า 8 ออก 1

S2	S1	S0	Data
0	0	0	D0
0	0	1	D1
0	1	0	D2
0	1	1	D3
1	0	0	D4
1	0	1	D5
1	1	0	D6
1	1	1	D7

จากตารางที่ 2 เราจะเห็นได้ว่าข้อมูล D1-D7 จะถูกเลือกให้ออกทางเอาต์พุตโดยการป้อนลอจิกให้ S0-S2 ทำให้สามารถเขียนฟังก์ชันชันทางเอาต์พุตได้คือ

$$f_o = D_0\overline{S}_0\overline{S}_1\overline{S}_2 + D_1S_0\overline{S}_1\overline{S}_2 + D_2\overline{S}_0S_1\overline{S}_2 + D_3S_0S_1\overline{S}_2 + D_4\overline{S}_0\overline{S}_1S_2 + D_5S_0\overline{S}_1S_2 + D_6\overline{S}_0S_1S_2 + D_7S_0S_1S_2$$

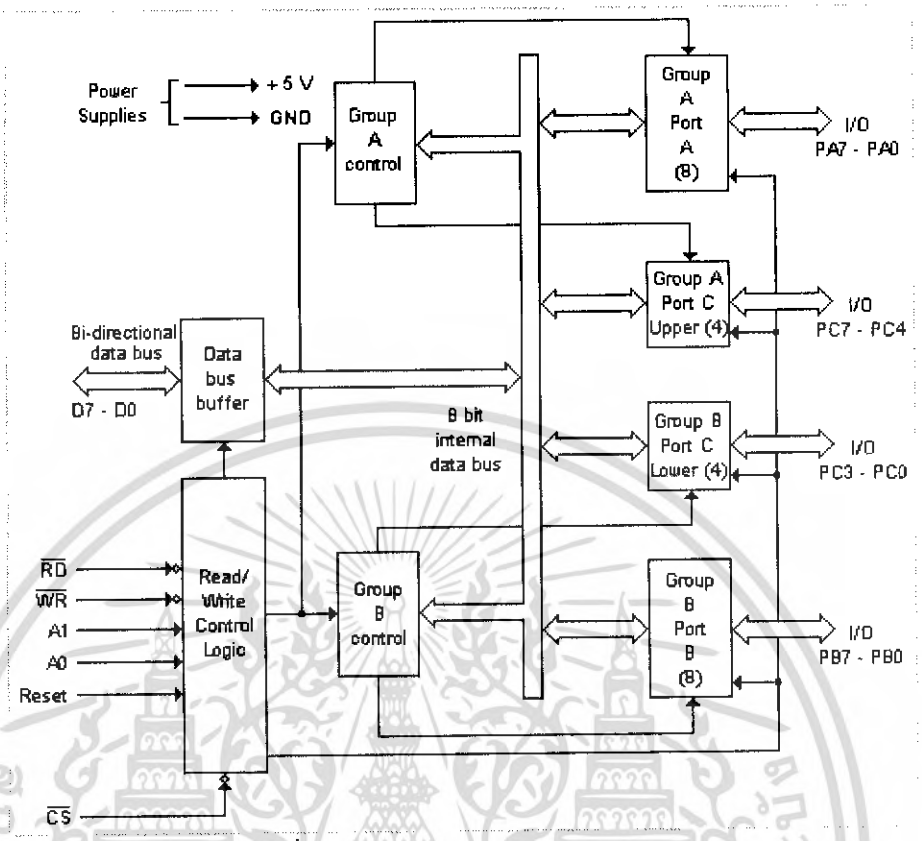
2.5 การขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ในบางครั้งจำนวนพอร์ตที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่เพียงพอกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน จึงได้มีการขยายพอร์ตเพิ่มเพื่อให้พอกับการใช้งาน ซึ่งในโครงงานชิ้นนี้ก็เช่นกันที่ต้องมีการขยายพอร์ต โดยใช้อุปกรณ์ขยายพอร์ต 8255 ซึ่งมีรายระเอียดดังนี้

2.5.1 โครงสร้างเบื้องต้นของ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ประเภท PPI (Programmable Peripheral Interfacing) ภายในเป็น LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ในแพ็กเกจ 40 ขา แบบ DIP (dual-in-line package) คุณสมบัติเบื้องต้นในการนำ 8255 มาใช้งานคือ เป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต โดยมีพอร์ตขนาด 8 บิต ที่สามารถสั่งให้เป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ทให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ได้ 3 พอร์ท รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255 ซึ่งการทำงานของแต่ละบล็อกมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของ 8255

บล็อกกลุ่มแรกได้แก่ บล็อก 4 บล็อกที่อยู่ทางขวามือของรูปที่ 2.14 เป็นส่วนที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยแบ่งออกเป็น พอร์ต A (PA7-PA0), พอร์ต B (PB7-PB0), พอร์ต C ซึ่งพอร์ต C นี้แบ่งออกเป็นพอร์ต C บน (PC7-PC4) และ พอร์ต C ล่าง (PC3-PC0) โดยพอร์ตทุกพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต

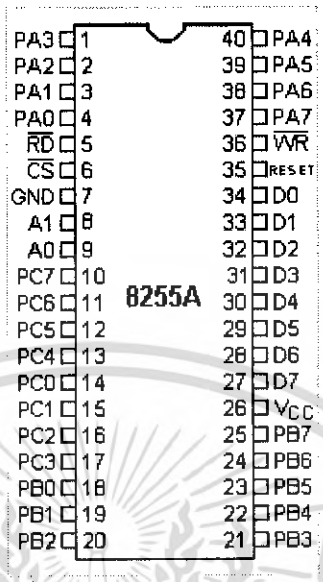
บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ Group A control, Group B control ทำหน้าที่กำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตทั้ง 3 พอร์ต (8255 มีโหมดการทำงาน 3 โหมดสามารถกำหนดได้จากการโปรแกรมโดยคำส่งควบคุม) โดย Group A control จะควบคุมพอร์ต A กับพอร์ต C สี่บิตด้านสูง และ Group B control จะควบคุมพอร์ต B กับพอร์ต C สี่บิตด้านต่ำ

บล็อกกลุ่มสุดท้ายได้แก่ บัฟเฟอร์ของบัสข้อมูล (Data bus buffer) และส่วนควบคุมการอ่าน/เขียน (read/write control) บล็อกนี้เป็นส่วนที่ติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์และเป็นส่วนที่ควบ คุมข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานของระบบ

2.5.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255

จะพิจารณาหน้าที่แต่ละขาของ 8255 ซึ่งจะได้นำไปใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ตำแหน่งของขา 8255

D0-D7 : เป็นขาสำหรับให้ข้อมูลผ่าน ต่อเข้ากับบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์

A0-A1 : (สัญญาณแอดเดรส) สัญญาณจากทั้งสองขาจะถอดรหัสเป็น 4 รหัส เพื่อ กำหนดรีจิสเตอร์ภายใน

PA0-PA7 : เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ท A

PB0-PB7 : เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ท B

PC0-PC7 : เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ทของ 8255 ที่เรียกว่า พอร์ท C โดยจะแบ่ง เป็น 2 กลุ่ม คือ PC0-PC3, PC4-PC7

CS : (สัญญาณเลือกชิป) เป็นขาที่รับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป เมื่อขานี้เป็น "0" จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

RD : (สัญญาณอ่าน) เป็นสัญญาณอินพุทจากซีพียู เมื่อสัญญาณนี้และสัญญาณ CS เป็น "0" 8255 จะให้ซีพียูอ่านข้อมูลจากบัส

WR : (สัญญาณเขียน) เช่นเดียวกับสัญญาณ RD แต่เป็นการเขียนข้อมูล

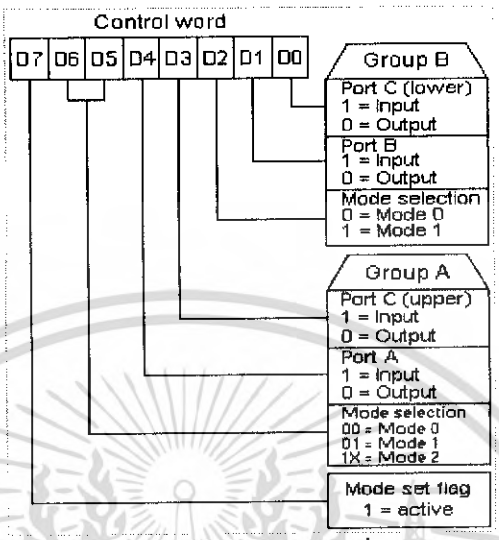
RESET : (สัญญาณรีเซท) เป็นสัญญาณจากภายนอกที่ส่งเข้ามาเพื่อทำการรีเซท 8255 เมื่อได้รับสัญญาณนี้ พอร์ททุกพอร์ทจะกลายเป็นพอร์ทอินพุท

Vcc: แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

Gnd: กราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดให้พอร์ตA, B หรือ C เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต ขึ้นกับคำสั่งควบคุมที่สั่งไปยังรีจิสเตอร์ควบคุม รายละเอียดของแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 รายละเอียดของคำสั่งควบคุม

2.5.3การติดต่อกับพอร์ตต่างๆของ 8255

พอร์ทแต่ละพอร์ตของ 8255 นั้นเปรียบเสมือนรีจิสเตอร์แต่ละตัวที่สามารถ เขียนหรืออ่านได้ ซึ่งจะถูกกำหนดด้วยแอดเดรสตามที่ตั้งไว้โดยรีจิสเตอร์ แต่ละตัวจะได้รับการกำหนดควบคู่กับสัญญาณ RD และ WR สัญญาณจะมีความหมายต่างๆกันตามแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 การเลือกพอร์ตของ 8255

A1	A0	พอร์ตที่ติดต่อ
0	0	A
0	1	B
1	0	C
1	1	Control

ตารางที่ 2.4 การทำงานกับพอร์ตต่างของ 8255

CS	RD	WR	A1	A0	การทำงาน
0	1	0	0	0	เขียนพอร์ต A ซึ่งเป็นข้อมูล
0	0	1	0	0	อ่านพอร์ต A ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	0	1	เขียนพอร์ต B ซึ่งเป็นข้อมูล
0	0	1	0	1	อ่านพอร์ต B ซึ่งเป็นข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0	1	0	1	0	เขียนพอร์ต C ซึ่งเป็นข้อมูล
0	0	1	1	0	อ่านพอร์ต C ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	1	1	เขียนข้อมูล ซึ่งเป็นรหัสควบคุม
0	0	1	1	1	อ่านเข้ามา ไม่มีความหมายใด
1	x	x	x	x	ไม่ทำงานมีสถานะเป็นค่าความต้านทานสูง

ขา CS, WR, RD ของ8255 จะทำงานเมื่อได้รับลอจิก “0”

2.5.4 การกำหนดโหมดการทำงาน

การใช้งาน 8255 นั้นจะต้องส่งรหัสควบคุมเข้าสู่พอร์ตควบคุมเพื่อควบคุม การทำงานของ 8255 โดยใช้พอร์ต 13H การควบคุมการทำงานของ 8255 มีหลายโหมด แต่ละโหมดก็จะแตกต่างกันไป แบ่ง เป็น โหมด 0, โหมด 1 และโหมด 2 จะกำหนดโดยการส่งข้อมูลซึ่งเป็นรหัสควบคุมไปยังพอร์ตควบคุมของ 8255 ซึ่งก็คือพอร์ต 13Hโดยแต่ละบิตของรหัสควบคุมก็จะมีความหมายของตนเองโดยความหมาย ของแต่ละบิตมีดังนี้

D7: ถ้าบิตนี้เป็น "1" หมายถึงรหัสควบคุมนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเซทโหมด

D6-D5 : ใช้เลือกโหมด ถ้าเป็น

00 หมายถึง โหมด 0

01 หมายถึง โหมด 1

1x หมายถึง โหมด 1

D4 : ใช้กำหนดพอร์ต A โดยถ้าเป็น "0" หมายถึงกำหนดพอร์ต A เป็นเอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึงกำหนดพอร์ต A เป็นอินพุต

D3 : ใช้กำหนดพอร์ต C บน โดยถ้าเป็น "0" หมายถึงกำหนดพอร์ต C บน เป็นเอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึงกำหนดพอร์ด C บน เป็นอินพุต

D2 : เป็นการเลือกโหมด ถ้าเป็น "0" หมายถึงเป็นโหมด 0 ถ้าเป็น "1" หมายถึง การเลือกโหมด 1

D1 : ใช้กำหนดพอร์ต B โดยถ้าเป็น "0" หมายถึงกำหนดพอร์ต B เป็นเอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึงกำหนดพอร์ต B เป็นอินพุต

D0 : ใช้กำหนดพอร์ต C ล่าง โดยถ้าเป็น "0" หมายถึงกำหนดพอร์ต C ล่าง เป็นเอาต์พุต ถ้าเป็น "1" หมายถึงกำหนดพอร์ต C ล่าง เป็นอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การโปรแกรม 8255 จะทำได้โดยเอาต์พุตค่าที่ต้องการไปยังพอร์ตควบคุม เช่น ถ้าต้องการให้ทุกพอร์ตเป็นพอร์ตเอาต์พุตหมด และให้ทำงานเป็นโหมด 0 ดังนั้น รหัสควบคุมจะเท่ากับ 10000000 หรือ 80H เขียนคำสั่งได้เป็น

```
LD A,80H;      เป็นการกำหนดรหัสควบคุม
OUT (13H),A;   เป็นการส่งค่าไปยังพอร์ตควบคุม
```

การทำงานในโหมด 0 ในโหมดนี้ทุกพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ทั้งพอร์ต A, พอร์ต B, พอร์ต C บน และ พอร์ต C ล่าง ดังนั้นจึงมีรูปแบบทั้งหมด 2x2x2x2 = 16 แบบ

การทำงานในโหมด 1 เป็นโหมดที่ทำให้อินพุตเอาต์พุตมีการตรวจสอบสัญญาณ (Handshaking) โดยการใช้ พอร์ตA และ พอร์ต B เป็นหลัก ส่วนพอร์ต C ใช้เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณ โดย

พอร์ท C บน จะเป็นตัวตรวจสอบสัญญาณของพอร์ต A ในขณะที่

พอร์ท C ล่าง จะเป็นตัวตรวจสอบสัญญาณของพอร์ต B

เมื่อให้ 8255 เป็นโหมด 1 แล้ว พอร์ต C จะเป็นสัญญาณควบคุม โดยแต่ละบิต ของพอร์ต C จะมีค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 สัญญาณตรวจสอบของพอร์ต C

ขา	กรณีอินพุท	กรณีเอาท์พุท
PC0	INTR-B	INTR-B
PC1	IBF-B	OBF-B
PC2	STB-B	ACK-B
PC3	INTR-A	INTR-A
PC4	STB-A	I/O
PC5	IBF-A	I/O
PC6	I/O	ACK-A
PC7	I/O	OBF-A

การทำงานในโหมด 2 การทำงานในโหมด 2 นั้น จะใช้พอร์ท A สามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งพอร์ทอินพุท และพอร์ทเอาท์พุท โดยโครงสร้างของพอร์ท A ทั้งอินพุทและเอาท์พุทจะมี ตัวตรวจสอบสัญญาณทั้งคู่ ในขณะที่พอร์ท C จะทำหน้าที่เป็นสัญญาณตรวจสอบ โดยมีสัญญาณแต่ละขาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงการทำงานของพอร์ตC เป็นสัญญาณตรวจสอบในโหมด 2

พอร์ท C	ความหมาย
PC0	I/O
PC1	I/O
PC2	I/O
PC3	INTR-A
PC4	STB-A
PC5	IBF-A
PC6	ACK-A
PC7	OBF-A

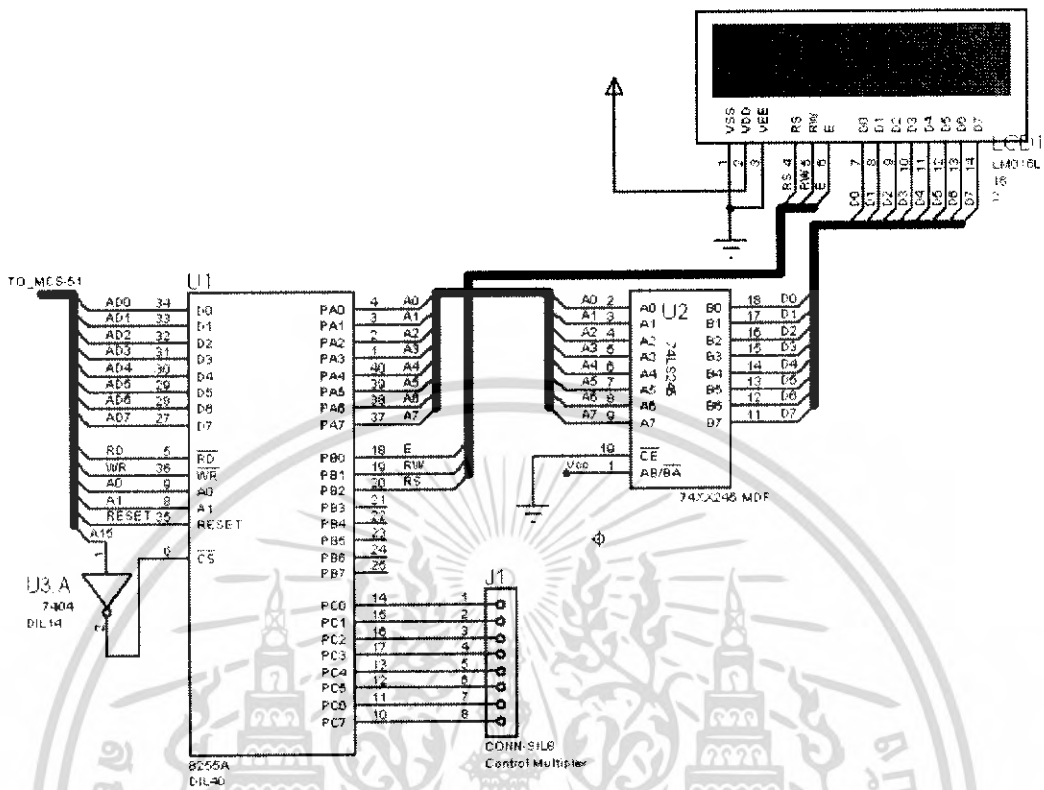
เมื่อโปรแกรมพอร์ท A เป็นโหมด 2 แล้ว พอร์ต B จะต้องโปรแกรมเป็นโหมด 0 หรือโหมด 1 ก็ได้ ซึ่งก็ทำงานแบบแยกอิสระอีก

2.5.5 การนำ 8255 ไปใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

การต่อ 8255 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหมือนกับการต่อหน่วยความจำภายนอก เนื่อง จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่มีการแยกพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตออกมาใช้ภายนอกชิพ การใช้งานพอร์ตต่างๆ จะเหมือนการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ การทำงานในลักษณะนี้เรียกว่าการใช้หน่วย ความจำแมปอินพุต/เอาต์พุต (memory mapped I/O)

ในรูปที่ 2.17 เป็นการต่อ 8255 ขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 พอร์ต A (PA0-PA7) และ พอร์ต B (PB0-PB7) เป็นเอาต์พุตพอร์ตใช้แสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานของจอแสดงผล LCD ส่วนพอร์ต C (PC0-PC7) เป็นเอาต์พุตส่งสัญญาณควบคุมการทำงานของวงจร Multiplex ให้อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ 8255 จะทำงานที่ตำแหน่ง 8000H-8003H โดยพอร์ต A จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8000H พอร์ต B จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8001H พอร์ต C จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8002H และที่ตำแหน่ง 8003H เป็นพอร์ตควบคุมของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การนำ 8255 ไปใช้ขยายพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.7 แสดงการถอดรหัสตำแหน่ง 8255

	A15-A12	A11-A8	A7-A4	A3-A0	HEX
8255	1000	0000	0000	0000	8000
	1000	0000	0000	0011	8003

8255 จะทำงานเมื่อบิต A15 เป็นลอจิก 1 ทำให้สัญญาณผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์กับสัญญาณเป็นลอจิก 0 เข้าขา CS ของ 8255 ซึ่งจะทำงานที่ลอจิก 0

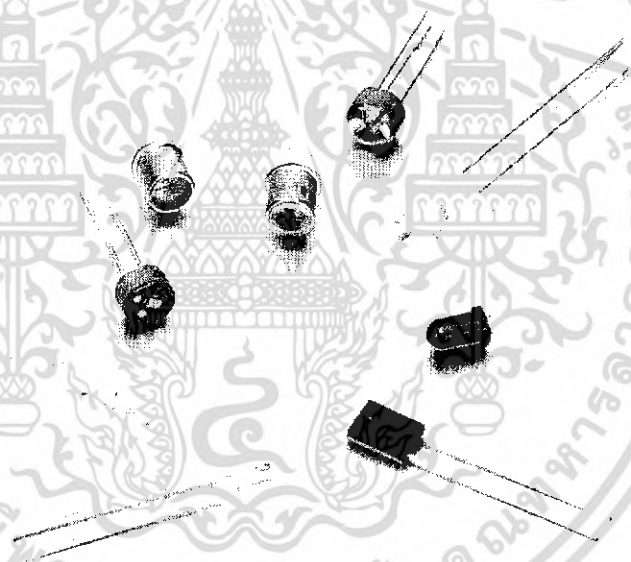
ตารางที่ 2.8 การคอนโทรลพอร์ตและโหมดการทำงานของ 8255

A1-A0	D7-D4	D3-D0	HEX
11	1000	1001	89H
Control	ควบคุมพอร์ตและโหมดการทำงาน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุปกรณ์รับแสงโฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor)

โฟโตทรานซิสเตอร์(Phototransistor) คือสิ่งประดิษฐ์ตรวจรับแสงที่มีโครงสร้างเป็นทั้งโฟโตไดโอด(Photodiode)และทรานซิสเตอร์(Transistor)ในตัวเดียวกัน โดยทั่วไปมีโครงสร้างคล้ายทรานซิสเตอร์กล่าวคือ มีรอยต่อของสารกึ่งตัวนำแบบรอยต่อ pnp หรือ npn หรืออาจออกแบบให้มีโครงสร้างแบบทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันก็ได้ การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ มักใช้สำหรับการตรวจวัดแสงว่ามีหรือไม่มีเนื่อง จากสัญญาณขนาดเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์แปรเปลี่ยนกับความเข็มของแสงในลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นที่ดีนักจึงไม่นิยมใช้เป็นตัววัดความเข้มของแสง แต่นิยมใช้วัดว่ามีแสงอินพุตเข้ามาหรือไม่เท่านั้น เช่นใช้เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณแสงจาก LED ใช้เป็นอุปกรณ์รับแสงในโฟโตกัปเปลอร์(photocoupler)ใช้ตรวจเช็คการวิ่งตัดแสงของวัสดุ ใช้ในโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์(photointerrupter) เป็นต้น



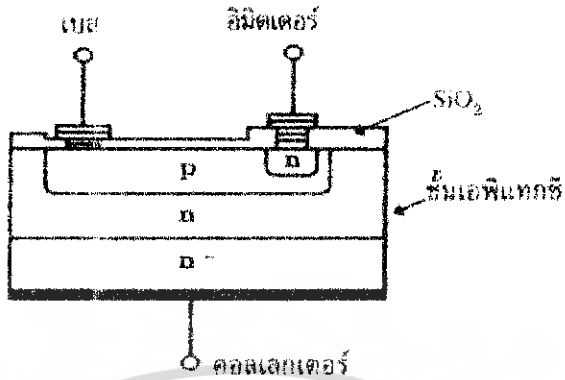
รูปที่ 2.18 ภาพถ่ายโฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.18 เป็นตัวอย่างภาพถ่ายของโฟโตทรานซิสเตอร์ซึ่งมีแบบทั้งหุ้มฉนวนด้วยอีพอกซีและแบบบรรจุอยู่ในภาชนะกระป๋อง

2.6.1 โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์

โฟโตทรานซิสเตอร์มีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 2.19 ได้แก่รอยต่อ pnp และ npn ของสารกึ่งตัวนำคล้ายทรานซิสเตอร์ แต่จะออกแบบพิเศษให้ชั้นเบสเปิดหน้าออก เพื่อให้ชั้นเบสรับแสงอินพุทได้โดยตรงและพยายามให้พื้นผิวรับแสงของเบสมีพื้นที่ขนาดใหญ่ ๆ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าโฟโตมาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของโฟโตทรานซิสเตอร์ แสงอินพุตเข้าที่ผิวของชั้นเบส

2.6.2 ลักษณะสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์

1) การทำงานที่ความถี่สูงๆ

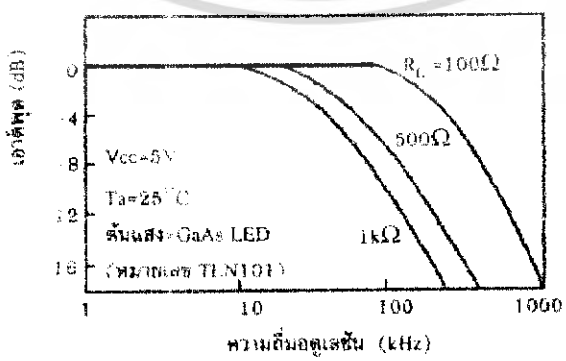
แม้ว่าโฟโตทรานซิสเตอร์จะให้กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตที่มีค่ามาก ๆ ได้ แต่ความเร็วในการตอบสนองต่อเวลาของโฟโตทรานซิสเตอร์จะช้ากว่าโฟโตไดโอดถึงกว่า 10 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากความจุไฟฟ้าที่รอยต่อระหว่างเบสและ คอลเลกเตอร์ C_{BC} มีค่ามาก จึงทำให้ความจุไฟฟ้า C ของโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่ามากขึ้นเป็น

$$C=C_{BC}.h_{FE}$$

สมการนี้บอกให้ทราบว่า ความจุไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์เพิ่มขึ้นตามค่าของ h_{FE} ดังนั้นถ้าให้ความต้าน ทานของโหลดมีค่าเท่ากับ R_L จะได้ค่าคงที่เวลา τ (time constant) ของโฟโตทรานซิสเตอร์ว่า

$$\tau = C_{BC}.h_{FE}.R_L$$

จากสมการทำให้เราทราบว่าความเร็วในการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ช้าลง h_{FE} เท่าดังนั้นถ้ายิ่งอัตราขยายกระแสไฟฟ้ามีค่าสูง ก็ยิ่งทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานช้าลง



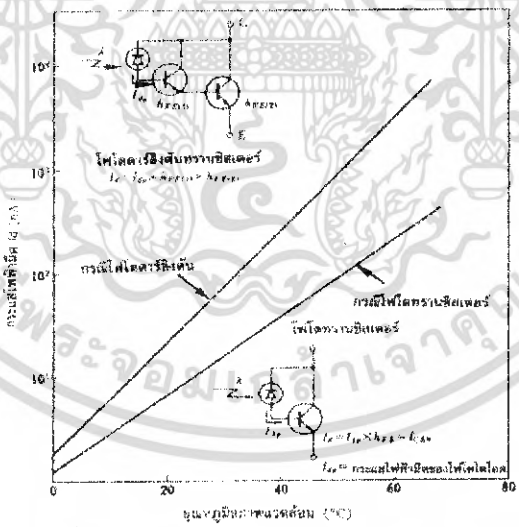
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างลักษณะการขึ้นกับความถี่มอดูเลชันของเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างความถี่มอดูเลชันของแสง (การเปิดและปิดของแสง) และขนาดเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยที่พารามิเตอร์ในรูปคือ ความต้านทานของโหลด จากรูปนี้ทำให้เราทราบเพิ่มอีกว่าถ้าโหลดมีความต้านทานมากจะทำให้ผลตอบสนองต่อแสงที่ความถี่สูงเลวลงด้วย ดังนั้นในการออกแบบจึงควรใช้ R_L ที่มีค่าน้อย ๆ ซึ่งจะทำให้ผลตอบสนองความถี่สูงดีขึ้น

2) กระแสไฟฟ้ามืดในโฟโตทรานซิสเตอร์

กระแสไฟฟ้ามืดในโฟโตทรานซิสเตอร์ คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลแม้ยังไม่มีแสง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนในโฟโตทรานซิสเตอร์ ถ้าให้กระแสมืดของโฟโตไดโอดเท่ากับ I_{dp} จะได้กระแสไฟฟ้ามืดของโฟโตทรานซิสเตอร์ว่ามีค่าเท่ากับ $h_{FE} \times I_{dp}$ ค่านี้เปรียบเสมือนค่า I_{CEO} ของทรานซิสเตอร์ธรรมดา และมีค่าสูงกว่าในโฟโตไดโอดถึงร้อยกว่าเท่า ดังนั้นกระแสไฟฟ้ามืดจึงเป็นอุปสรรคในการใช้งานที่สำคัญอย่างหนึ่งของโฟโตทรานซิสเตอร์ด้วย ถ้าอุณหภูมิการใช้งานสูงขึ้น จะทำให้กระแสไฟฟ้ามืดมีค่าสูงขึ้นดังตัวอย่างในรูปที่ 2.21 ถ้าผลิตให้มีโครงสร้างเป็นโฟโตดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์จะยิ่งทำให้กระแสไฟฟ้ามืดมีค่าสูงขึ้นอีก



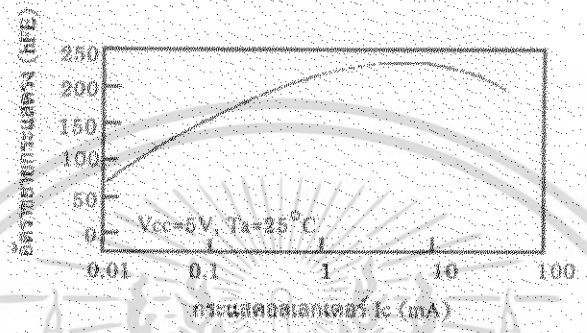
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการขึ้นกับอุณหภูมิของกระแสไฟฟ้ามืดในโฟโตทรานซิสเตอร์

3) อัตราขยายกระแสของโฟโตทรานซิสเตอร์

โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานโดยผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแสงในชั้นของโฟโตไดโอดและทำการขยายสัญญาณให้เพิ่มอีก h_{FE} เท่าตัว ดังนั้นคุณสมบัติเอาต์พุตจึงเกี่ยวข้องกับค่า h_{FE} ด้วย จากรูปที่ 2.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง h_{FE} และ I_C (กระแสคอลเลคเตอร์) h_{FE} มีค่าสูงสุดเมื่อ I_C มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 10 mA ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดจากคุณสมบัติพื้นฐานของทรานซิสเตอร์ กล่าวคือในช่วงที่ I_C มีค่าน้อย จะมีกระแสไฟฟ้าชนิดรีคอมบิเนชัน(recombination current)ไหลที่ผิวของรอยต่อระหว่างชั้น B และชั้น E ทำให้ h_{FE} มีค่าน้อย และในช่วงที่ I_C มีค่ามากๆจะเกิดการเปลี่ยน แปลงของความเข้มของสารเจือปนในชั้นเบส ทำให้ประสิทธิภาพของการฉีดประจุไฟฟ้าเสวลง

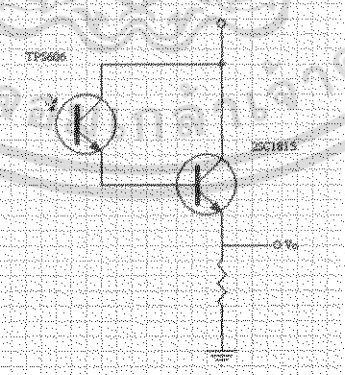


รูปที่ 2.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายกระแสและกระแสคอลเลคเตอร์ในโฟโตทรานซิสเตอร์

2.6.3 วงจรพื้นฐานสำหรับการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์

ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์นั้นไม่ควรใช้สำหรับวัดความเข้มของของแสงแบบอนาลอก แต่ควรใช้ในลักษณะเป็นตัวสวิตช์ชิงสำหรับวัดว่ามีแสงหรือไม่เท่านั้น ในหัวข้อนี้ จะขอยกตัวอย่างวิธี การต่อวงจรสำหรับใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์เพิ่มเติมจากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

1) การต่อทรานซิสเตอร์เข้ากับโฟโตทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.23 เป็นการต่อโฟโตแบบดาร์ลิงตัน

รูปที่ 2.23 เป็นวงจรโฟโตดาร์ลิงตันแบบอิมิตเตอร์เอาต์พุตโดยมีขา E ของโฟโตทรานซิสเตอร์ต่อกับขา B ของทรานซิสเตอร์ชนิด npn และมีตัวต้านทานต่อที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ มีลักษณะเป็นวงจรแบบอิมิตเตอร์ฟอลโลเวอร์ชนิดหนึ่ง ข้อดีเด่น คือให้กระแสไฟฟ้าโฟโตสูง

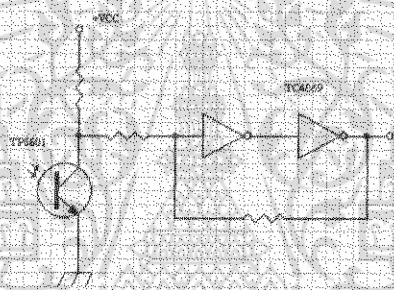
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_o = I_{PT} \times h_{FE} \times R_E$$

โดยที่ I_{PT} คือกระแสไฟฟ้าโฟโตของโฟโตทรานซิสเตอร์ h_{FE} คืออัตราขยายกระแสไฟฟ้าของทรานซิส เตอร์และ R_E คือความต้านทานของโหลด

2) การต่อโฟโตทรานซิสเตอร์กับวงจรไอซี

โดยคุณสมบัติแล้ว โฟโตทรานซิสเตอร์มีความสามารถในการขยายสัญญาณอยู่ในตัวอยู่แล้วและถ้าต่อโฟโตทรานซสเตอร์เข้ากับไอซีด้วยก็จะทำให้การใช้งานยิ่งมีคุณภาพมากขึ้น ดังในรูปที่ 2.24 แสดงวิธีการต่อโฟโตทรานซิสเตอร์กับอินเวอร์เตอร์ไอซี (Inverter IC) โดยใช้อินเวอร์เตอร์ 2 ตัวต่อแบบวงจรชมิตต์ ช่วงระยะเวลาขาขึ้นจะสั้นมากและคงทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีเหมาะกับการใช้เป็นวงจรอินเตอร์เฟสของวงจรดิจิตอลได้

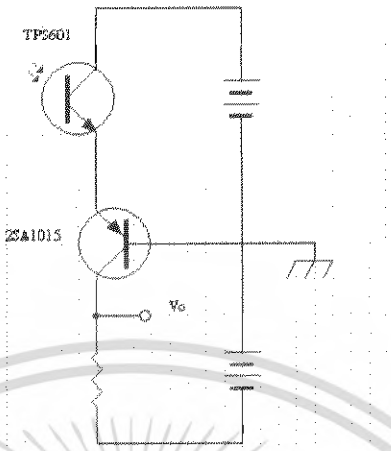


รูปที่ 2.24 แสดงวิธีการต่อโฟโตทรานซิสเตอร์กับอินเวอร์เตอร์ไอซี (Inverter IC)

3) วงจรสำหรับการใช้งานที่ความถี่สูง

แม้ว่าการใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงจะช่วยให้เอาต์พุตมีค่าสูงขึ้น แต่ขณะเดียวกันจะทำให้ค่าคงที่เวลาของวงจรมีค่ามากขึ้น จึงทำให้มีปัญหากับการใช้งานในย่านความถี่สูง ในหัวข้อนี้จะขอยก ตัวอย่างวงจรที่ช่วยทำให้สามารถใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ในย่านความถี่สูงได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

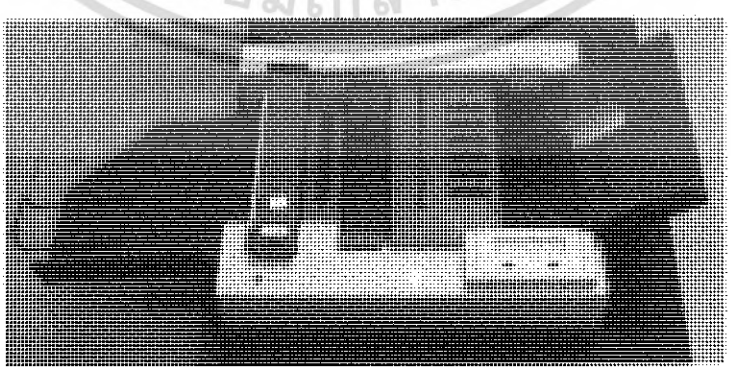


รูปที่ 2.25 การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ความถี่สูง

รูปที่ 2.25 ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด pnp ต่อเข้ากับขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์และต่อขาเบสลงดิน วงจรนี้เปรียบเสมือนตัวแปลค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance transformation) ดังนั้นแม้จะเพิ่ม R_L แต่จะไม่มีผลกระทบต่อโฟโตทรานซิสเตอร์

2.6.4 การใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ในการอ่านกระดาษคำตอบ

เราสามารถใช้ LED และโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อ่านรหัสที่ถูกระบายในวงกลมของกระดาษคำตอบในกระดาษคำตอบจะมีช่องระบายขนาดเล็กช่องประมาณ 3 มิลลิเมตร และต้องการความไว้วางใจสูงในงานเช่นนี้ ทั้ง LED และโฟโตทรานซิสเตอร์ จึงเหมาะสมมาก รูปที่ 2.26 แสดงรูป เครื่องตรวจข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบัน รุ่น Opscan 3 ซึ่งในปัจจุบันมีถึงรุ่น Opscan 10 ในภาคแปล่งแสงอาจใช้ LED หลาย ๆ ตัวต่อแบบอนุกรม หรือขนานก็ได้ ส่วนในภาครับแสงจะต้องระวังไม่ให้ผิดพลาดแม้ความหนาหรือสีของกระดาษจะเปลี่ยนแปลง

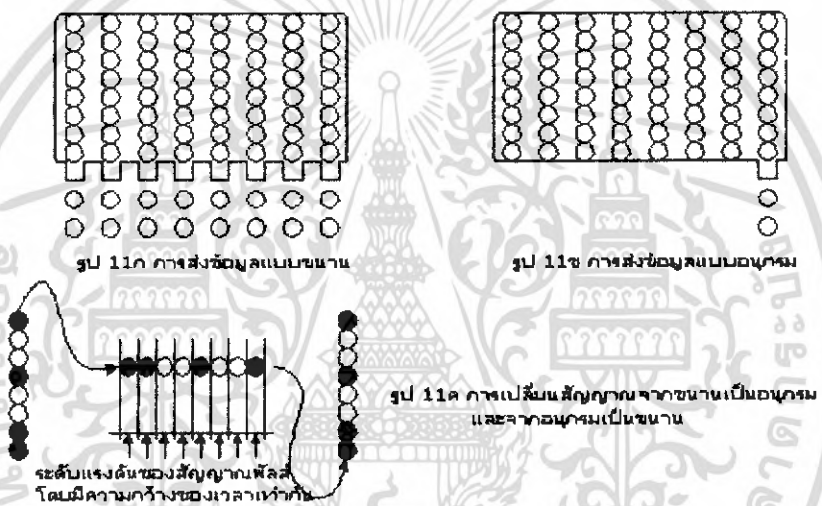


รูปที่ 2.26 เครื่องตรวจข้อสอบรุ่น Opscan 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

ข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เราใช้ศึกษาอยู่นี้ จะเป็นข้อมูลที่มีความยาวขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิตซึ่งโดยปกติถ้าเราจะให้ส่งข้อมูลพร้อมๆกันไป 8 บิตจะเป็นวิธีการส่งข้อมูลแบบขนาน แสดงได้ดังรูปที่ 2.27 ก จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตพร้อมกันไปยังอุปกรณ์ภายนอก และจะต้องมีจำนวนของสายสัญญาณจำนวน 8 เส้น เพื่อให้พอดีกับจำนวนของบิตที่ต้องการจะส่ง การส่งข้อมูลแบบขนานจึงทำให้มีการส่งข้อมูลที่มีความรวดเร็ว แต่ถ้าหากมีการสื่อสารข้อมูลในระยะไกลก็จะต้องใช้จำนวนของสาย และระยะทางของสายมากขึ้นจึงทำให้มีการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง



รูปที่ 2.27 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนานและแบบอนุกรม

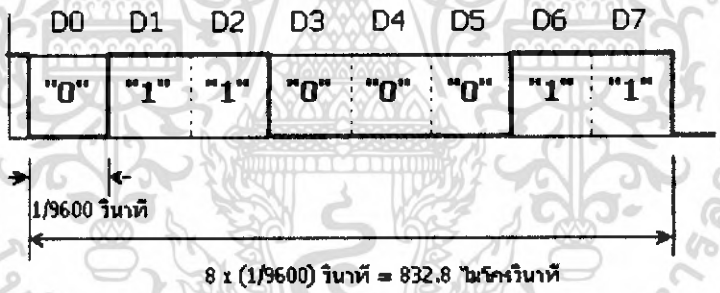
ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจึงถูกนำมาใช้ ในการสื่อสาร โดยจะใช้สายเพียงเส้นเดียวในการส่งข้อมูล หรือรับข้อมูล (คำว่าเส้นเดียวหมายความว่าสายส่ง(TxD) 1 เส้น สายรับ(RxD) 1 เส้น และสายกราวด์ร่วม(Ground) 1 เส้น) นำมาใช้สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกในระยะทางที่ไกล ดังในรูปที่ 2.27ข ถ้าหากต้องการส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ก็จะทำการส่งข้อมูลออกไปทีละบิตเป็นลำดับไป จนกว่าจะครบจำนวนทั้ง 8 บิต ดังในรูปที่ 2.27ค จะแสดงการเปลี่ยนข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกส่งไปตามสายสัญญาณที่ละบิตตามจังหวะเวลาที่กำหนด เป็นความกว้างของพัลส์ โดยจังหวะเวลาที่กล่าวนี้จะต้องมีมาตรฐาน ของฝ่ายส่ง และฝ่ายรับด้วย ในการรับสัญญาณที่ส่งมาทีละบิต จะทำการตรวจสอบระดับแรงดันของสัญญาณที่เข้ามาเพื่อแปลงเป็นลอจิก "1" หรือ "0" เมื่อรับข้อมูลเข้ามาครบใน 1 ไบต์ที่กำหนดไว้ ก็จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลแบบขนานเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อรับหรือส่งข้อมูล จะเป็นลักษณะของกลุ่มข้อมูล ดังนั้นอัตราความเร็วจะต้องมีค่าเท่ากันระหว่างการรับและการส่งโดยทั่วไปเราจะระบุความเร็วของจำนวนบิตในการรับและส่งข้อมูล เป็นจำนวนของบิตที่จะส่งใน 1 วินาที โดยเรียกความเร็วในการส่งข้อมูลว่า อัตราบอด (Baud Rate) ซึ่งมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที เช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 และ 9,600 บิตต่อวินาที ในรูปที่ 2.28 ถ้าหากมีการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที จะใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104.1 ไมโครวินาที และเวลาในการรับส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตจะมีค่าเท่ากับ 8 x 104.1 หรือ832.8 ไมโครวินาที

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	0	0	0	1	1	0



รูปที่ 2.28 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

2.7.2 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัสเป็นวิธีการรับและส่งข้อมูลโดยไม่ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาส่งร่วมไปด้วย แต่จะใช้อัตราความเร็วของจำนวนข้อมูลต่อวินาที และจะทำการเพิ่มบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริง เพื่อจะได้ทำการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นแสดงดังรูปที่ 2.29 ซึ่งประกอบด้วยกัน 4 ส่วนคือ

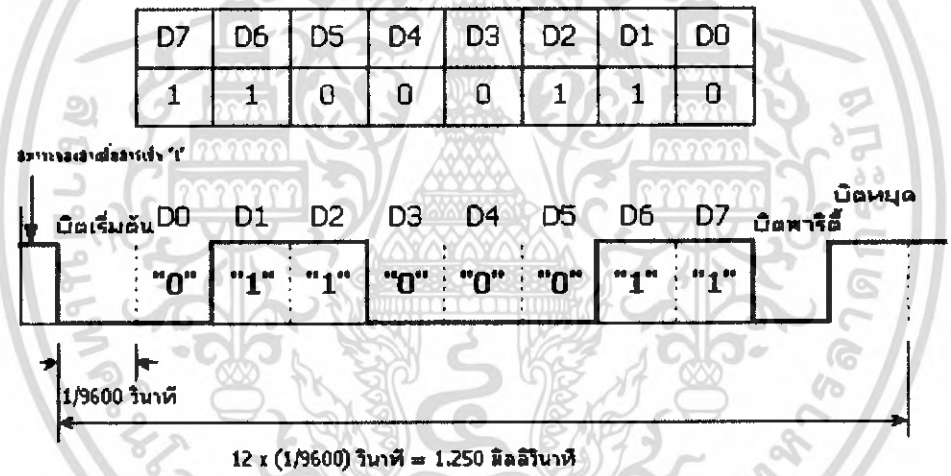
1. บิตเริ่มต้น (Start bit) จะมีขนาด 1 บิต จะเป็นละดับลอจิกตรงกันข้ามกับระดับลอจิกของสภาวะสายสื่อสาร ขณะที่ยังไม่มีการส่งข้อมูล

2. บิตข้อมูล (Data bit) จะเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดก่อนหรือ บิต LSB ก่อน โดยข้อมูลที่จะส่งอาจจะมีขนาด 5 ,6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บิตแสดงสภาวะเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตโดยบิตนี้จะนำไปต่อท้ายกับบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนค่าของข้อมูลที่เป็น "1" โดยเลือกการส่งข้อมูลเป็นแบบ พาริตี้คู่ หรือ พาริตี้คี่ ตัวอย่าง ถ้ากำหนดให้มีการส่งข้อมูลแบบพาริตี้คู่ แต่ข้อมูลมีเลข 1 เป็นจำนวนคี่ก็จะให้บิตพาริตี้นี้เป็น "1"เพื่อจะได้จำนวนเลข "1" เป็นคู่นั้นเอง ทำนองเดียวกันทางด้านรับเองก็ต้องมีการตรวจสอบจำนวนข้อมูลที่รับเข้ามาเป็น "1" รวมทั้งบิตพาริตี้ 1 บิต ถ้ามีค่า "1"เป็นจำนวนคู่ แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง (สามารถกำหนดการรับและส่งข้อมูลเป็นแบบ NONE โดยไม่ต้องมีการตรวจสอบพาริตี้บิตก็ได้)

4. บิตสุดท้ายหรือบิตหยุด (Stop bit) เป็นการระบุถึงขอบเขตของการสิ้นสุดข้อมูล โดยจะทำให้ขาข้อมูลมีสถานะ ลอจิกเป็น "1" ซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า หนึ่งบิตก็ได้ เช่น 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต

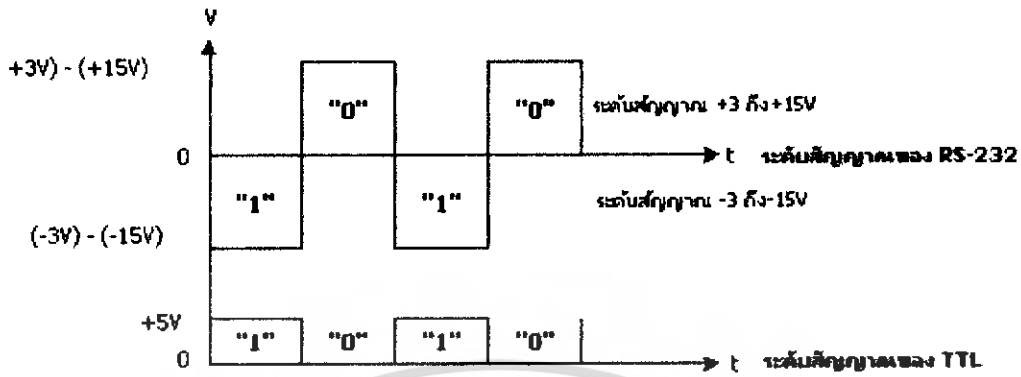


รูปที่ 2.29 แสดงการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมพร้อมด้วย บิตเริ่มต้น,บิตพาริตี้,บิตหยุด ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

2.7.3 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232

การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม EIA RS-232 (x) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมโดยคณะกรรมการสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association) ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส 2 ทิศทาง เพื่อให้มีการใช้งาน ในการเชื่อมต่อที่สอดคล้องกัน ระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ การรับส่งสัญญาณจะกำหนดความยาวสูงสุดไว้ที่ไม่เกิน 50 ฟุตโดยมีระดับ สัญญาณตั้งแต่ 3 โวลท์ จนถึง 15 โวลท์ สำหรับลอจิก "0" และมีระดับแรงดันที่ -3 โวลท์ จนถึง -15 โวลท์ สำหรับลอจิก "1" ดังแสดงในรูปที่2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

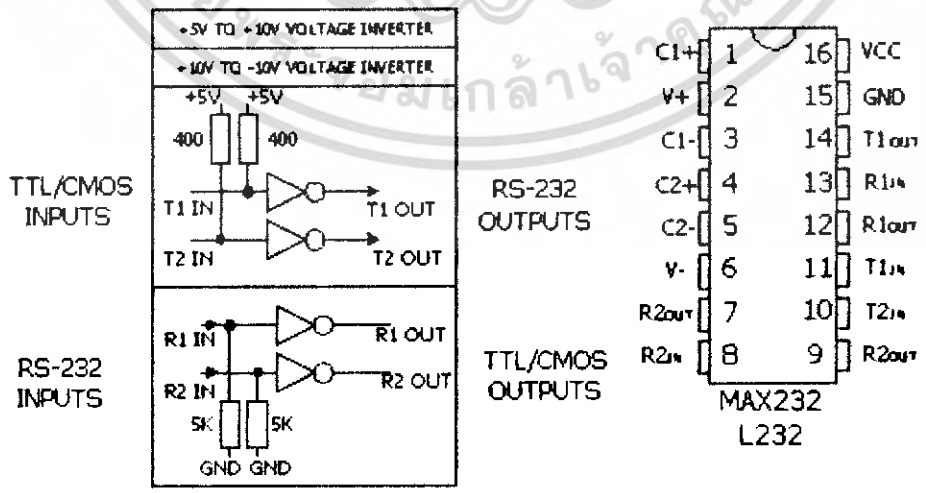


รูปที่ 2.30 แสดงระดับแรงดันสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 กับ TTL ในสถานะลอจิก "1" และ "0"

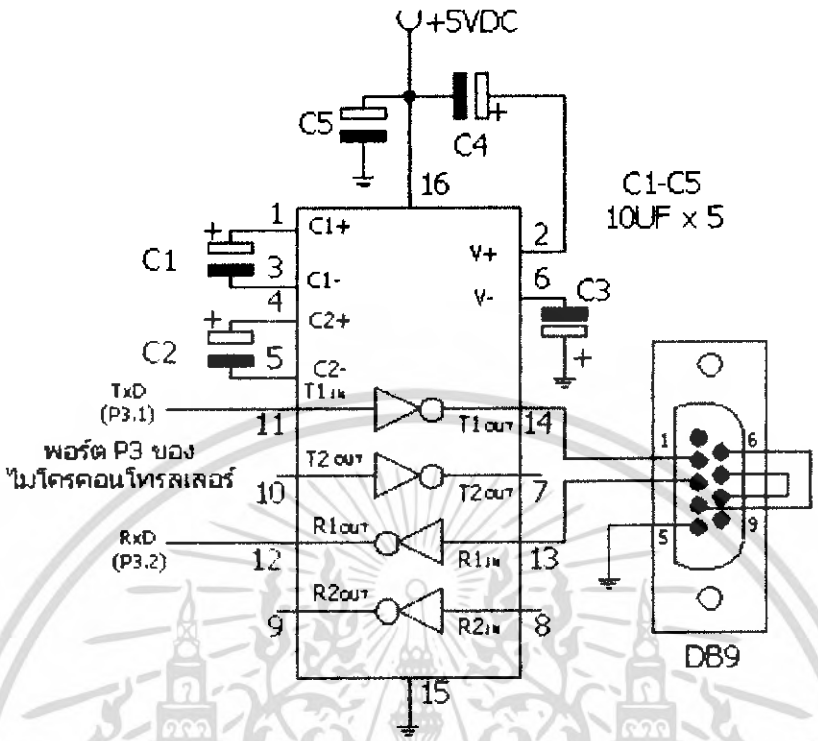
ดังนั้นสังเกตได้ว่าจะมีระดับแรงดันที่ใช้ในสถานะลอจิก "0" และ ลอจิก "1" แตกต่างออกไปจากระบบไอซีดิจิตอลทั่วๆไป การต่อใช้งานจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันจาก 0 - 5 โวลท์ จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้เป็นระดับแรงดันที่สูงกว่า +3 หรือต่ำกว่า - 3 โดยจะมีไอซีสำเร็จรูปพร้อมใช้งาน หรืออาจจะต่อวงจรจากทรานซิสเตอร์ได้

2.7.4 ไอซี MAX232, L232

ไอซี MAX232, L232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณจากระดับ TTL ไปเป็นระดับของ RS-232 และในทำนองเดียวกันก็รับระดับสัญญาณจาก RS-232เพื่อแปลงเป็นระดับสัญญาณจากระดับ TTL ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232, L232 และการต่อใช้งาน

2.7.5 ไอซี DS275

การจัดวงจรภายในของไอซีDS275รายละเอียดของขาใช้งาน

RXOUT (ขา 1) :สัญญาณเอาต์พุตของด้านรับRS-232

VDRV(ขา 2) :ขารับแรงดัน+Vของด้านส่ง

TXIN(ขา 3) :ขารับสัญญาณอินพุตด้านส่งRS-232GND(ขา14) :กราวด์

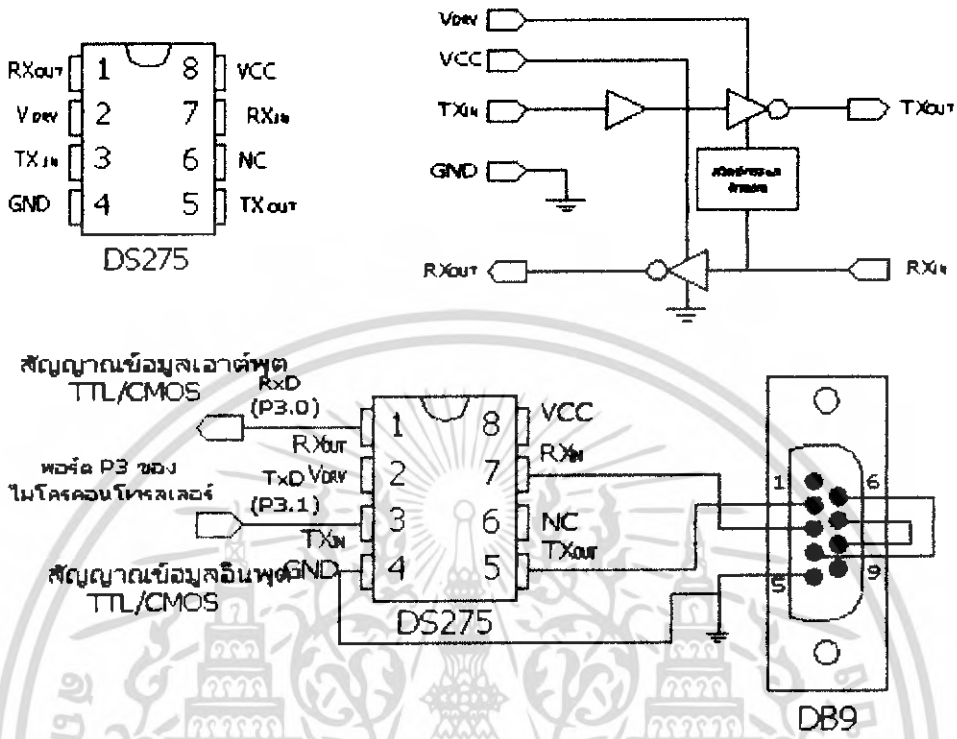
VCC(ขา 5) :ขารับไฟเลี้ยง +5 โวลท์ RXIN (ขา 6) :ขารับสัญญาณอินพุต ด้านรับ RS-232

NC(ขา 7) :ไม่ใช้งาน

TXOUT (ขา 8) :ขารับสัญญาณเอาต์พุตด้านส่ง RS-232

ไอซี DS275 เราใช้ไอซีเพียงตัวเดียว ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลได้และใช้อุปกรณ์ร่วมน้อยชิ้น มีคุณสมบัติโดยใช้กำลังงานจากแหล่งจ่ายต่ำในการรับ-ส่ง ผ่านพอร์ตอนุกรม ระดับสัญญาณในการส่งอยู่ในช่วง +5 ถึง +I2 โวลท์

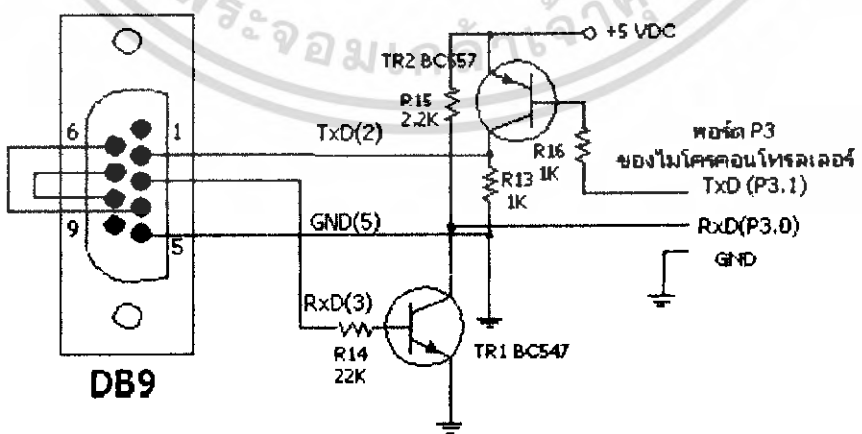
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงตำแหน่งขาของไอซี DS275 และการต่อใช้งาน

2.7.6 วงจรจากทรานซิสเตอร์

เป็นวิธีการใช้งานในแบบที่ประหยัดมากที่สุด โดยประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ 2 ตัวเป็นวงจรหลักแสดงได้ดังรูป 2.33



รูปที่ 2.33 แสดงวงจรจากทรานซิสเตอร์ และการต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้นๆ ละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ปๆ ได้ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิตอล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดร์ฟ(Disk drive) ฯลฯ

2.8.1 ข้อดีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เมื่อเปรียบกับมอเตอร์กระแสตรง

1.การควบคุมไม่ต้องอาศัยตัวตรวจจับการหมุน

2.ไม่ต้องใช้แปรงถ่านดังนั้นจึงทำให้ไม่มีส่วนที่จะต้องสึกหรอและปัญหาของการสปาร์ค (ที่เกิดจากหน้าสัมผัสของแปรงถ่านแหวนตัวนำในโรเตอร์) ที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

3. การควบคุมโดยทางวงจรดิจิตอลหรือไมโคร โพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก

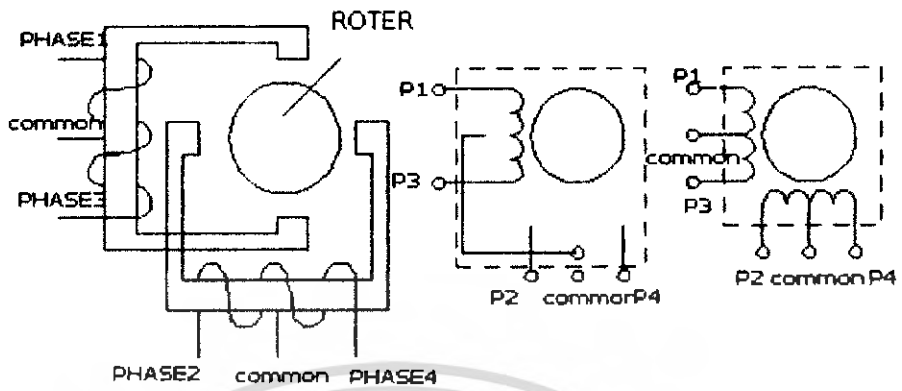
รูปที่ 2.34 แสดง Stepping Motor

2.8.2 ส่วนประกอบของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

1. ส่วนที่ทำการหมุน (Rotor) จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออื่นๆ

2. ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) เป็นขดลวดที่พันไว้จำนวนหลายๆขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 โครงสร้างของ Stepping Motor

2.8.3 สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบ่งออกเป็น 3 แบบ

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM) สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรง กระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR) สเต็ปมอเตอร์แบบVR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H) สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกะทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

2.8.4 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส

ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุนมีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดเตเตอร์(Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆเป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสเต็ปปิ้งมีอยู่ด้วยกัน2แบบคือ

1. การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก2วิธีด้วยกันคือ

1.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ แสดงดังตารางที่ 2.9 จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแส ที่ไหลในขดลวด จะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีน้อย

ตารางที่ 2.9 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

1.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) แสดงดังตารางที่ 2.10 เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์พร้อมๆกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

ตารางที่ 2.10 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

2. การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเต็ป (Half Step Motor) หรือ One-Two Phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบ ฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แสดงดังตารางที่ 2.11 แรงบิดที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

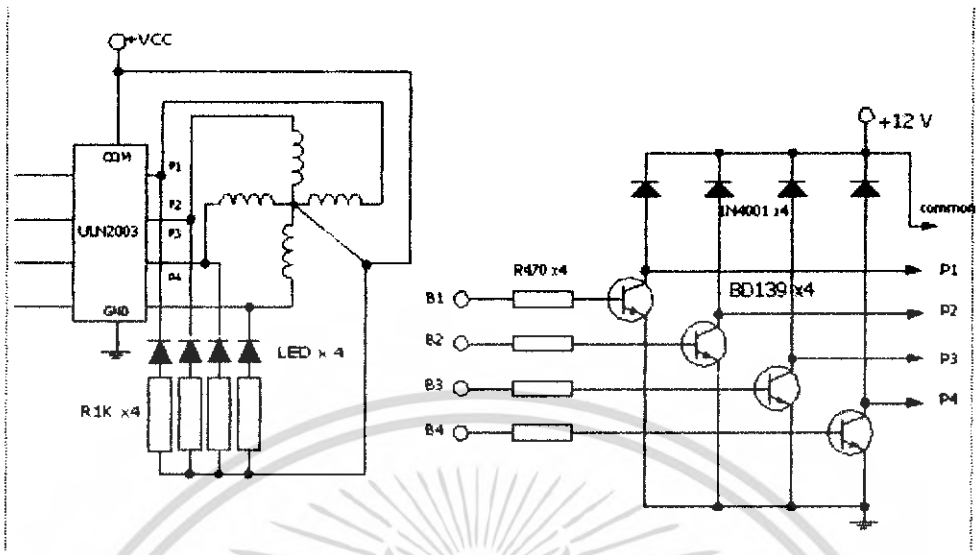
จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของ สเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียวของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.11 การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเต็ป

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	0	0	0	1

วงจรที่ใช้ในการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป และวงจรจากทรานซิสเตอร์ แสดงได้ในรูปที่ 2.36 โดย ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ ULN2003 จะมีคุณสมบัติเป็นไอซีไดรเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็คเตอร์เปิด สามารถเลือกแรงดันได้กว้าง 5-30 โวลท์ จ่ายกระแสได้สูงถึง 500 mA ต่อขา และมีไดโอดที่ป้องกันกระแสย้อนกลับอยู่ภายในไอซี ส่วนแอลอีดีที่ต่อในวงจรเราจะต่อไว้เพื่อแสดงการกระตุ้นแต่ละเฟส ของแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

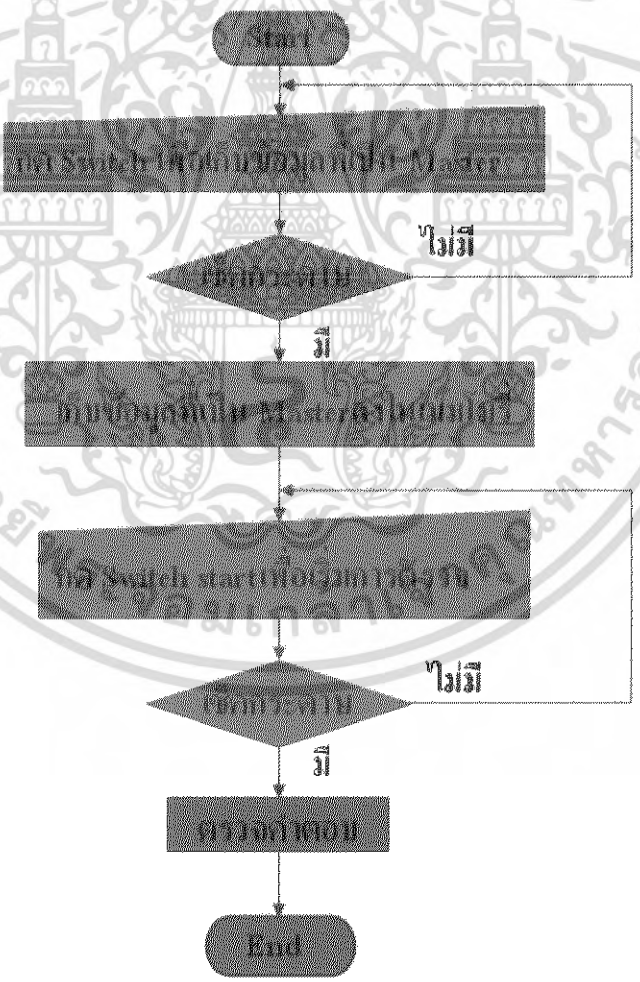
บทที่ 3

หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร

3.1 หลักการออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลัก ซึ่งต้องรับข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบผลสองส่วนคือ ข้อมูลที่เป็นคำตอบของข้อสอบกับส่วนที่เป็นกระดาษคำตอบของนักศึกษา ซึ่งข้อมูลทั้งสองส่วนจะถูกอ่านเข้ามาโดยใช้ Phototransistor เป็นตัวอ่าน จากนั้นก็ทำการรวบรวมคะแนนที่ได้พร้อมรหัสนักศึกษาเก็บไว้ในหน่วยความจำ

3.2 Flowchart การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ



รูปที่ 3.1 Flowchart การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

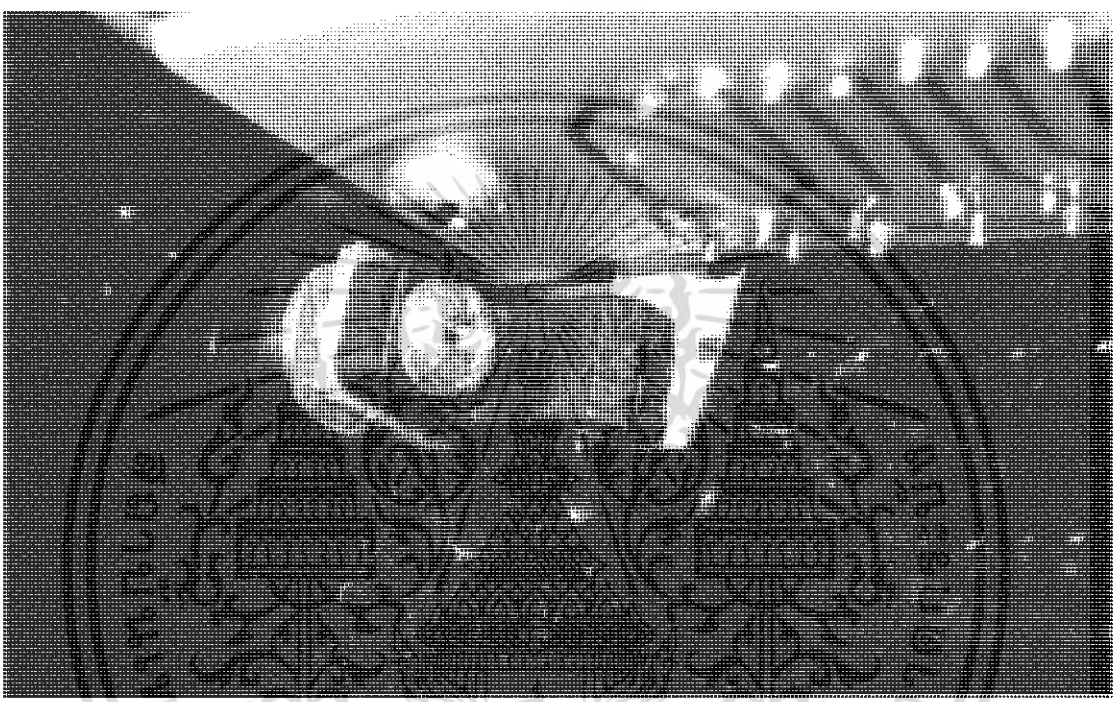
การทำงานเริ่มขึ้นเมื่อได้ทำการเปิดเครื่อง เครื่องจะรอผู้ที่ใช้งานกด Switch เพื่อที่ทำการบันทึกข้อมูลที่เป็นเฉลยของข้อสอบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อน โดยเมื่อมีการกด Switch เครื่องจะตรวจสอบสถานะของตัว Sensor ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของกระดาษว่ามีหรือไม่ ถ้าสัญญาณที่ได้รับเป็นลอจิก 0 แสดงว่ามีกระดาษ ถ้าเป็น 1 เครื่องจะกลับไปทำงานที่ตำแหน่งเริ่มและรอการกด Switch อีก ต่อไปเมื่อมีกระเครื่องจะส่งสัญญาณเป็นพัลส์ลบส่งไปให้วงจรขับมอเตอร์ทั้งสองชุดทำงาน เพื่อจะโหลดกระดาษเข้ามา ต่อไปเครื่องตรวจสอบสถานะของ Sensor ที่ติดตั้งที่ด้านหน้าชุดอ่าน ว่ากระดาษเคลื่อนที่มาถึงชุดอ่านหรือยัง ถ้าสัญญาณดังกล่าวเป็น 1 แสดงว่ากระดาษยังเคลื่อนที่มาไม่ถึง เครื่องจะรอต่อไปจนกว่าสัญญาณเป็น 0 เครื่องก็จะส่งสัญญาณให้กับชุดอ่านข้อมูล ให้ทำการอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ แล้วนำมาประมวลผลออกเป็นแต่ละข้อและเก็บในหน่วยความจำ เป็นอันเสร็จกระบวนการบันทึกข้อมูลที่เป็นเฉลย

รูปที่ 3.2 Sensor ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของกระดาษ

ต่อไปเครื่องจะรอการกด Switch เริ่มการตรวจ เมื่อมีการกด Switch เครื่องจะตรวจสอบสถานะของตัว Sensor ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของกระดาษว่ามีหรือไม่อีกครั้ง แล้วก็จะทำงานเหมือนเดิมจนถึงการอ่านค่าจากกระดาษ แต่ครั้งนี้เมื่อประมวลผลออกเป็นแต่ละข้อแล้วจะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดที่เป็นเฉลย โดยจะเปรียบเทียบรหัสวิชาก่อนถ้าไม่ตรงกันก็จะไม่เปรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบต่อ ถ้าตรงกันเครื่องจะประมวลต่อ และจะรวบรวมคะแนนกับรหัสนักศึกษาเก็บไว้ในหน่วยความจำรอส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ต่อไป ก็เป็นอันเสร็จกระบวนการตรวจและบันทึกข้อมูลที่เป็นรหัสนักศึกษา รอบต่อไปเครื่องจะตรวจสอบสถานะของกระดาษ ถ้ามีกระดาษก็จะโหลดมาตรวจอีกและจะรวบรวมคะแนนกับรหัสนักศึกษาเก็บไว้ในหน่วย ความจำอีก



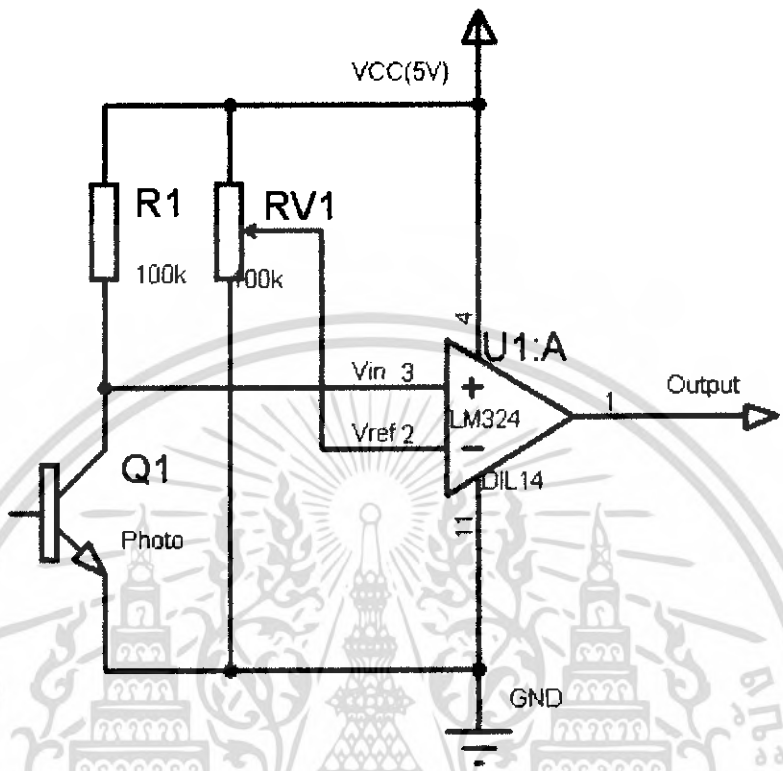
รูปที่ 3.3 Sensor ตรวจตำแหน่งกระดาษหน้าชุดอ่าน

3.3 หลักการทำงานของวงจร

3.3.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน(Comparator)

ใช้ไอซีออปแอมป์ LM 324 เพราะสามารถทำงานได้โดยจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงแบบ Vcc-Gnd ได้ เป็นวงจรที่ทำการเปรียบเทียบแรงดันที่ตกคร่อม Phototransistor กับแรงดันอ้างอิง โดยให้ขา Inverting(-) เป็นขาแรงดันอ้างอิง (Vref) มีค่าประมาณ 3 โวลต์และแรงดันที่ตกคร่อม Photo transistor (Vin) ขา Non Inverting(+) มีค่าประมาณ 2.21-3.79 โวลต์ในตอนที่รับแสง สะท้อนจากกระดาษคำตอบ โดยจุดที่ถูกฝนด้วยดินสอจะทำให้มีแรงดันประมาณ 3.25-3.79 โวลต์ และจุดที่ไม่ได้ฝนประมาณ 2.21-2.36 โวลต์ จากวงจรในรูปที่ 3.4 ถ้าแรงดัน Vin มีค่ามากกว่าแรงดัน Vref ทำให้เอาต์พุตมีค่าเปลี่ยนจาก Gnd เป็น Vcc โดยประมาณ หรือจากลอจิก 0 เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

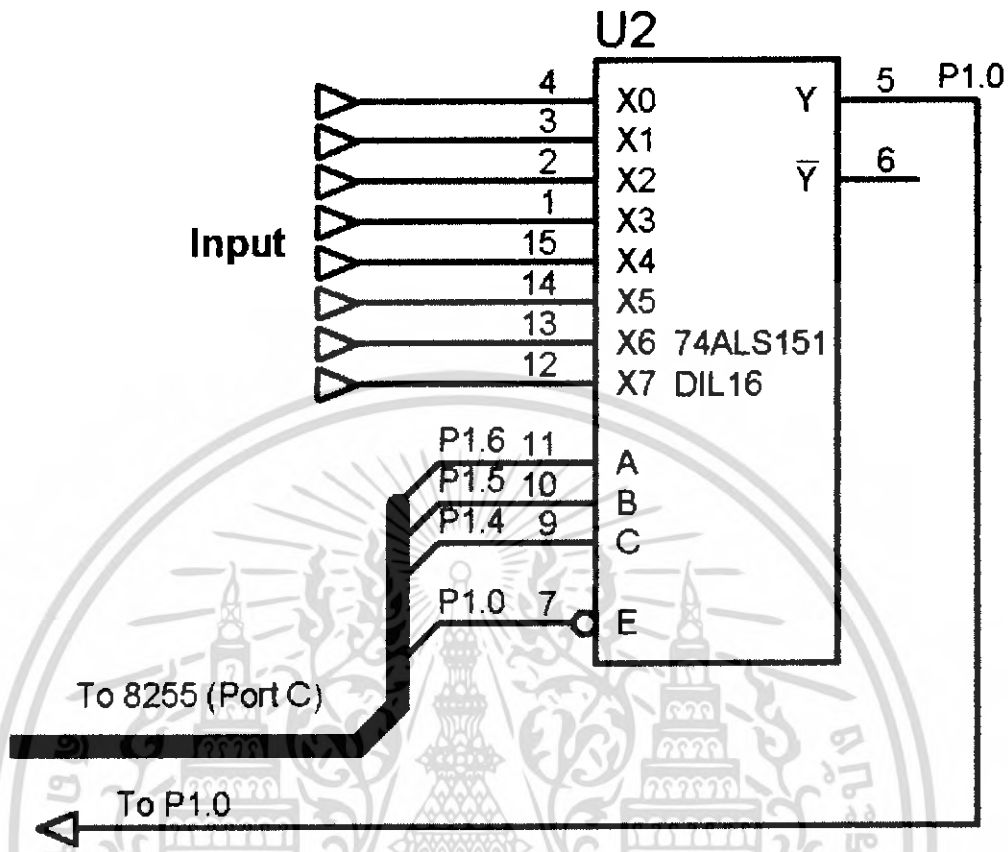


รูปที่ 3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

3.3.2 วงจรมัลติเพล็กซ์

เนื่องจากจำนวนแถวหรือในหนึ่งแถบของกระดาษคำตอบมีจำนวน 31 จุดหรือ 31 บิตที่จะต้องอ่านในแต่ละครั้ง มันจึงเป็นไปไม่ได้ที่จะรับข้อมูลทั้งหมดเข้ามาในไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมกัน จึงต้องใช้ IC 74ALS151 เป็น IC Multiplexer เข้า 8 (X0-X7) ออก 1 (Y) นำมาต่อกันดังในรูปที่ 3.5 IC แต่ละตัวจะถูกควบคุมการทำงานโดยขา E และ A, B, C เป็นขาควบคุมข้อมูลที่ออกทางด้านเอาต์พุต แสดงดังตารางที่ 3.1 โดยเลือกให้ IC ตัวที่ 1 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 IC 74LS151 มัลติเพล็กซ์เข้า 8 ออก 1

ตารางที่ 3.1 การควบการทำงานของ IC 74LS151 โดย MCS-51

P1.0	P1.4	P1.5	P1.6	Output Y
0	0	0	0	X0
0	0	0	1	X1
0	0	1	0	X2
0	0	1	1	X3
0	1	0	0	X4
0	1	0	1	X5
0	1	1	0	X6
0	1	1	1	X7
1	x	x	x	x

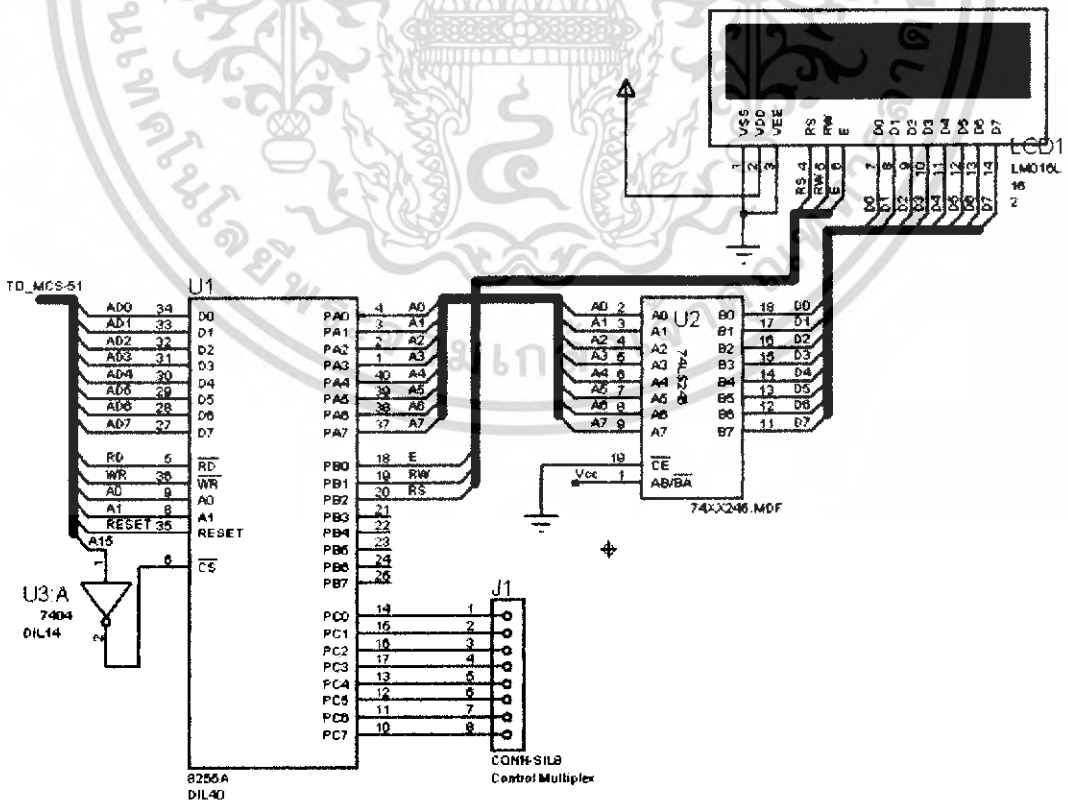
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีพอร์ตใช้งาน 4 พอร์ต ด้วยกันแต่ในการใช้งานในโครงงานนี้ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ เพราะในการติดต่อกับหน่วยจำภายนอกก็ต้องใช้ไปถึง 2 พอร์ตด้วยกันคือ P0 กับ P2 พอร์ต P3 เป็นพอร์ตควบคุม ก็เหลือพอร์ต P1 ที่สามารถใช้งานได้ ซึ่งก็ไม่พอจึงต้องนำ 8255 มาต่อร่วมด้วย เพื่อที่ขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์

การต่อ 8255 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหมือนกับการต่อหน่วยความจำภายนอก เนื่อง จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่มีการแยกพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตออกมาใช้ภายนอกชิป การใช้งานพอร์ตต่างๆ จะเหมือนการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ การทำงานในลักษณะนี้เรียกว่าการใช้หน่วย ความจำแมปอินพุต/เอาต์พุต (memory mapped I/O)

ในรูปที่ 3.6 เป็นการต่อ 8255 ขยายพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 พอร์ต A (PA0-PA7) และ พอร์ต B (PB0-PB7) เป็นเอาต์พุตพอร์ตใช้แสดงข้อมูลและควบคุมการทำงานของจอแสดงผล LCD ส่วนพอร์ต C (PC0-PC7) เป็นเอาต์พุตส่งสัญญาณควบคุมการทำงานของวงจร Multiplex ให้อ่านข้อมูลจากกระดานคำตอบทีละหนึ่งบิต 8255จะทำงานที่ตำแหน่ง 8000H-8003H โดยพอร์ต A จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8000H พอร์ต B จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8001H พอร์ต C จะอยู่ที่ตำแหน่ง 8002H และที่ตำแหน่ง 8003H เป็นพอร์ตควบคุมของ 8255



รูปที่ 3.6 การนำ 8255 ไปใช้ขยายพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการถอดรหัสตำแหน่ง 8255

	A15-A12	A11-A8	A7-A4	A3-A0	HEX
8255	1000	0000	0000	0000	8000
	1000	0000	0000	0011	8003

8255 จะทำงานเมื่อบิต A15 เป็นลอจิก 1 ทำให้สัญญาณผ่านวงจรอินเวอเตอร์กับสัญญาณเป็นลอจิก 0 เข้าขา CS ของ 8255 ซึ่งจะทำงานที่ลอจิก 0

ตารางที่ 3.3 การคอนโทรลพอร์ตและโหมดการทำงานของ 8255

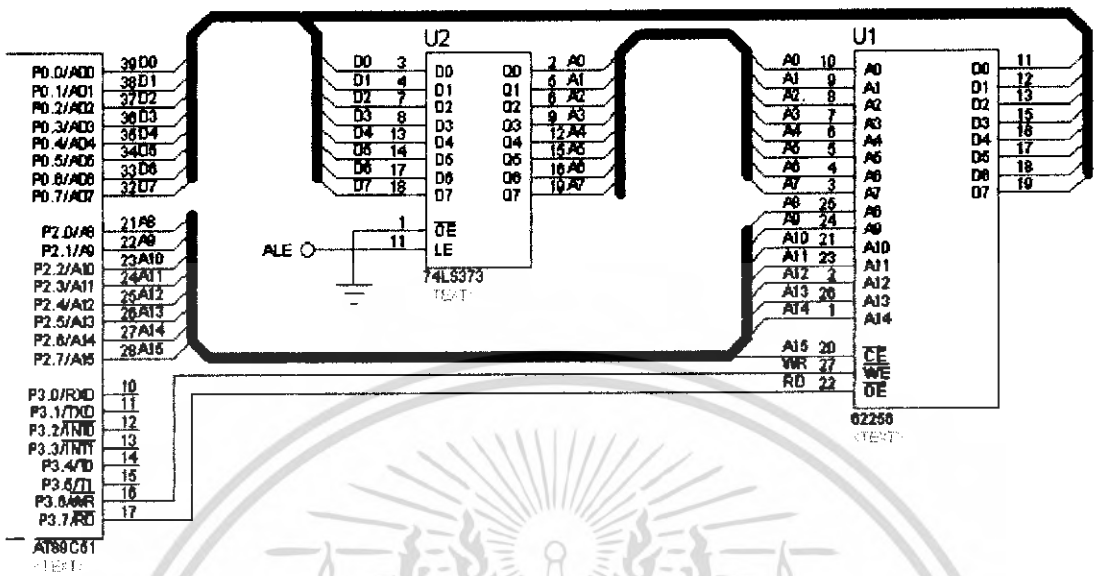
A1-A0	D7-D4	D3-D0	HEX
11	1000	1001	89H
Control	ควบคุมพอร์ตและโหมดการทำงาน		

3.3.4 การต่อหน่วยความจำภายนอก

ในโครงงานฉบับนี้ใช้หน่วยความจำภายนอกขนาด 32 กิโลไบต์ ใช้ขาอ้างตำแหน่ง 15 ขา (A0-A14) ขาข้อมูล 8 ขา (D0-D7) ขา CE ต่อกับขา P2.7 (A15) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อขานี้มีค่าเป็นลอจิก 0 ชิพจะทำงาน จากนั้นก็ส่งค่าตำแหน่งออกไป ขา OE, WE ต่อกับ RD, WR เป็นขาที่เลือกว่าจะอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำหรือเขียนข้อมูลลงไป

ในการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะส่งออกไปทีละ 8 บิต คือส่งบิตต่ำ A0-A7 (P0.0-P0.7) ไปเก็บใน IC Latches ก่อน จากนั้นส่ง 8 บิตสูง A8-A14 (P2.0-P2.6) ออกไปพร้อมกับสัญญาณ ALE ที่ควบคุมให้ IC Latches ส่งข้อมูลที่เก็บไว้ออกไป ในขณะเดียวกันพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) ก็จะเปลี่ยนหน้าที่ทำงานจากที่เป็นเอาต์พุตส่งค่าตำแหน่งข้อมูลบิตต่ำ เป็นอินพุตรับข้อมูลหรือเอาต์พุตส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การต่อหน่วยความจำภายนอกขนาน 32 kB

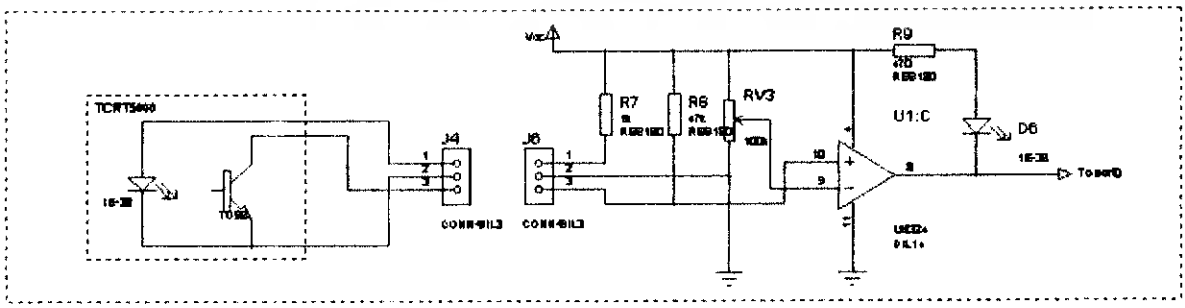
ตารางที่ 3.4 การถอดรหัสตำแหน่งการติดต่อกับ IC 62256

	A15-A12	A11-A8	A7-A4	A3-A0	HEX
RAM	0000	0000	0000	0000	0000h
	0111	1111	1111	1111	7ffffh

จากตารางที่ 3.4 IC 62256 จะทำงานเมื่อสัญญาณ A15 มีค่าเป็นลอจิก 0 การอ้างตำแหน่งหน่วยความจำภายในของ IC 62256 ทำได้จาก 0000h-7ffffh ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้ 32 kB

3.3.5 การต่อ Sensor

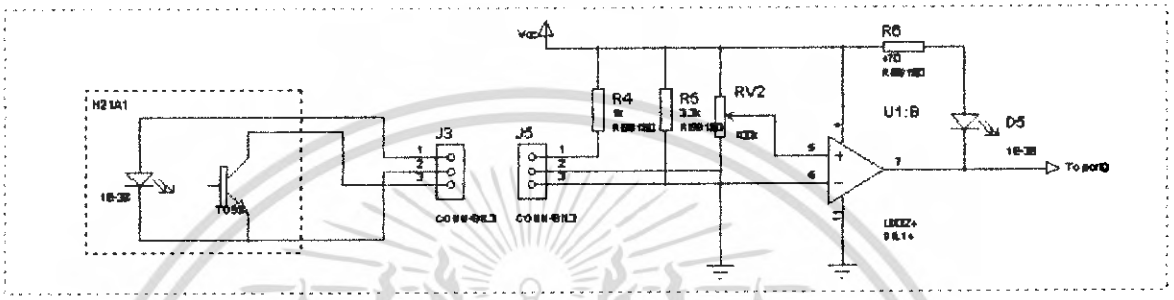
ภายในเครื่องตรวจข้อสอบจะมี Sensor 3 ตัวโดยใช้เบอร์ TCRT5000 และ H21A1



รูปที่ 3.8 แสดงการต่อ sensor TCRT5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 เป็นวงจรของ Sensor เบอร์ TCRT5000 วงจรนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับกระดาษคำตอบว่าตอนนี้กระดาษหมดหรือยัง โดยจะนำ TCRT5000 ต่อวงจรตามรูปและต่อร่วมเข้ากับวงจรเปรียบเทียบแรงดันทำให้ได้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0,1 โดยที่สถานะ 0 แสดงว่ากระดาษคำตอบหมด สถานะ 1 แสดงว่ากระดาษคำตอบยังมีอยู่



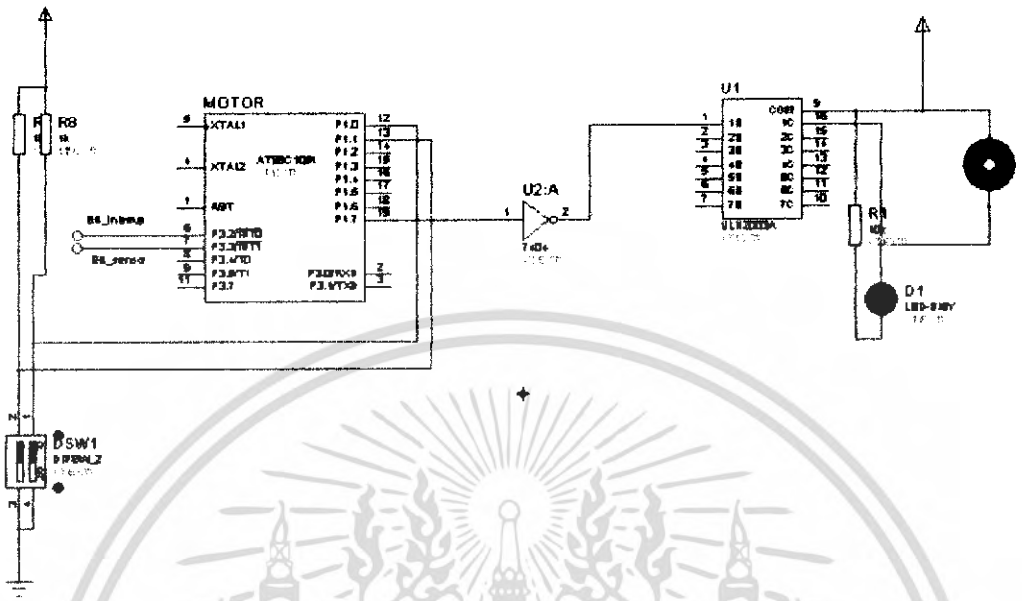
รูปที่ 3.9 แสดงการต่อ sensor H21A1

รูปที่ 3.9 เป็น Sensor H21A1 ซึ่งในเครื่องตรวจข้อสอบใช้ Sensor เบอร์นี้ 2 ตัว ตัวแรกจะเช็คการฟีดกระดาษคำตอบแล้วส่งสถานะไปให้วงจรขับมอเตอร์ส่วน Sensor อีกตัวจะเช็คตำแหน่งของกระดาษคำตอบที่เคลื่อนที่เข้ามายังชุดอ่านข้อมูล เพื่อที่จะได้เริ่มทำการอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ โดย Sensor H21A1 ทั้งสองตัวจะนำมาต่อเป็นวงจรดังรูปที่ 3.9 วงจรเปรียบเทียบแรงดันจะทำการเปรียบเทียบแรงดันทำให้ได้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0,1 แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำลอจิกดังกล่าวไปประมวลผลต่อไป

3.3.6 วงจร DC Motor

DC motor นำมาใช้ในการฟีดกระดาษโดยจะใช้ 2 ตัว มอเตอร์ตัวแรกจะใช้ขับชุดฟีดกระดาษ ตัวที่สองขับชุดรับกระดาษให้เคลื่อนที่ผ่านชุดหัวอ่าน มอเตอร์ทั้งสองตัวจะต่อร่วมกับวงจร PWM (pulse-width modulation) โดยใช้ IC AT89C2051 เป็นตัวสร้างพัลส์ ดังในรูปที่ 3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวจ่ายพัลส์และควบคุมการหมุนของมอเตอร์ผ่าน IC7404 ซึ่งเป็น not gate ทำหน้าที่กลับสัญญาณ 0 เป็น 1 และ 1 เป็น 0 ทำให้เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์จ่าย 1 ออกมาจะถูกกลับเป็น 0 และส่งเข้า IC ULN2003 ซึ่งจะไม่ทำงานเมื่อได้รับลอจิก 0 ถ้าจะให้ทำงานต้องจ่ายลอจิก 1 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องจ่ายลอจิก 0 ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรขับมอเตอร์

วงจรขับมอเตอร์ทั้งสองตัวจะทำงานเมื่อมีสัญญาณพัลส์ลบมาทริกส์ที่ EN_interrup และจะหยุดทำงานเมื่อส่งสัญญาณพัลส์ลบมาทริกส์ที่ EN_interrup อีกครั้ง แต่วงจรของชุดฟีดกระดาษจะมีการตรวจสอบการฟีดกระดาษในแต่ระรอบด้วยโดยใช้ Sensor H21A1 แล้วส่งสัญญาณเข้ามาที่ EN_Sensor ทำให้สามารถฟีดกระดาษได้ครั้งละหนึ่งแผ่น วงจรขับมอเตอร์สามารถปรับความเร็วของมอเตอร์โดยใช้ DIP_SW เป็นตัวปรับความเร็วโดย DIP_SW เป็นตัวที่ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายพัลส์ที่มีความกว้างไม่เท่ากัน

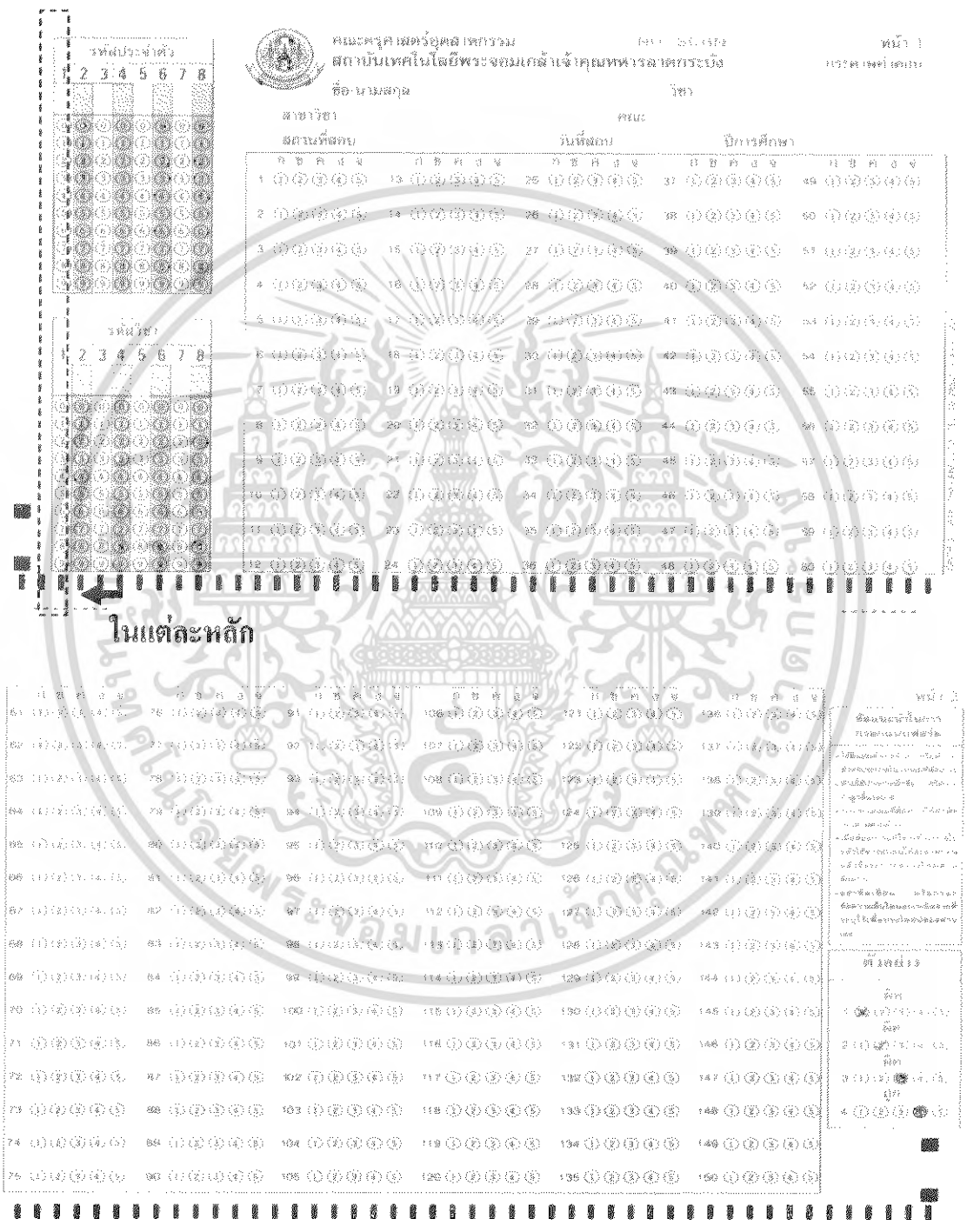
3.3.7 การออกแบบ Hard ware

หลักการออกแบบหัวอ่านของเครื่องตรวจข้อสอบ(TEST CHECKER)

ในขั้นตอนของการออกแบบหัวอ่านของเครื่องขั้นตอนแรกจะต้องรู้รูปแบบของกระดาษที่จะนำมาตรวจ ซึ่งในที่นี้ก็ได้ใช้กระดาษคำตอบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นหลักในการออกแบบชุดหัวอ่าน ซึ่งจากรูปที่ 3.11 เป็นกระดาษคำตอบที่ใช้ในการออกแบบ ในการออกแบบจะต้องออกแบบให้สามารถอ่านข้อมูลได้ทีละหลัก ซึ่งในแต่ละหลักจะต้องอ่านข้อมูล 31 จุด จากนั้นก็จะทำการวัดขนาดของความห่างของแต่ละช่องของจุดจากที่ได้ออกแบบหัวอ่านความห่างของแต่ละจุดโดยวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ล่ะจุดจะเท่า 0.42164 เซนติเมตร เมื่อวัดขนาดได้ตรงกับช่องแต่ล่ะช่องก็ทำการออกแบบหัวอ่าน สิ่งที่นำมาประดิษฐ์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

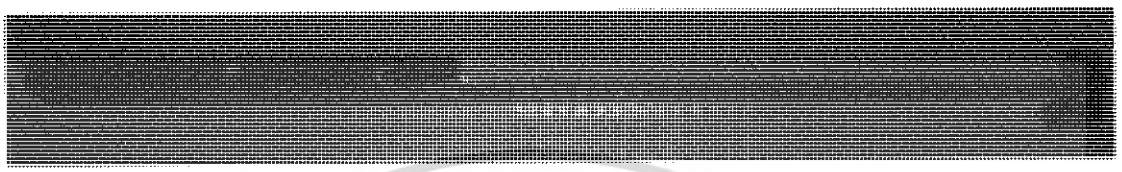
ชุดหัวอ่านจะใช้แผ่นพลาสติก(แผ่นอะคิลิก) มาเจาะรูตามขนาดที่ได้ทำการวัดไว้หลังจากนั้นก็ถูตะไบแผ่นอะคิลิกให้เฉียงเพื่อเป็นตัวสะท้อนแสงให้แสงสามารถผ่านเข้าไปในช่องได้ดีขึ้นและ



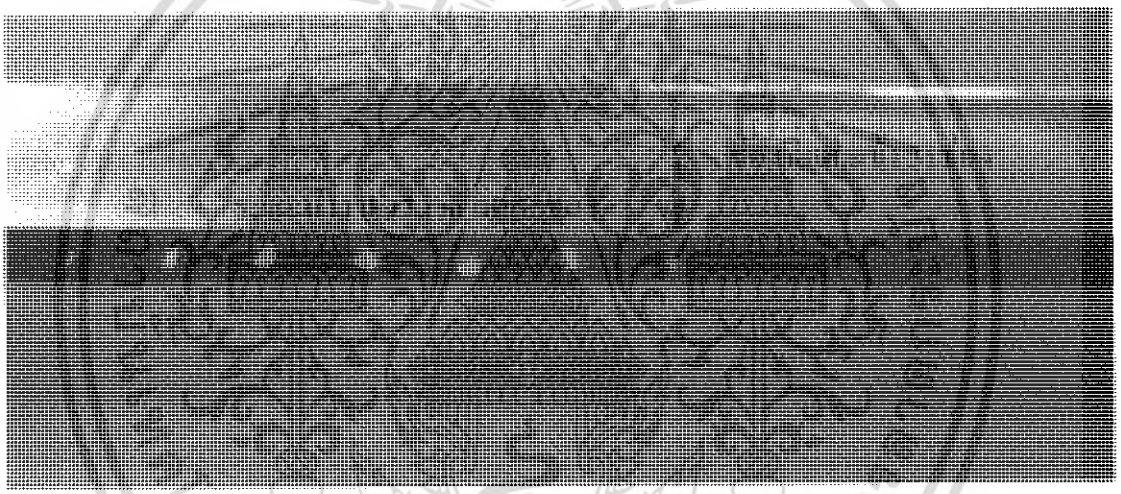
รูปที่ 3.11 ด้านหน้าและหลังของกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

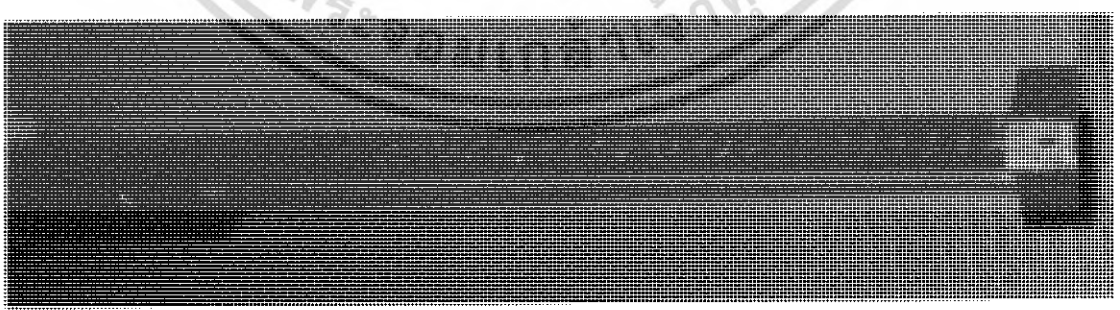
เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมก็จะเอาแผ่นสติกเกอร์สะท้อนแสงติดตามแนวเฉียงที่ได้ตะไบเอาไว้ ในส่วนของด้านบนจะเป็นจุดวางหลอดโฟโตในส่วนนี้จะเจาะรูให้พอขนาดให้ชุดหลอดโฟโตรับแสงได้ ซึ่งจะได้ชุดหัวอ่านจากรูปที่ 3.12



ก.รูปด้านข้าง



ข.รูปด้านล่าง



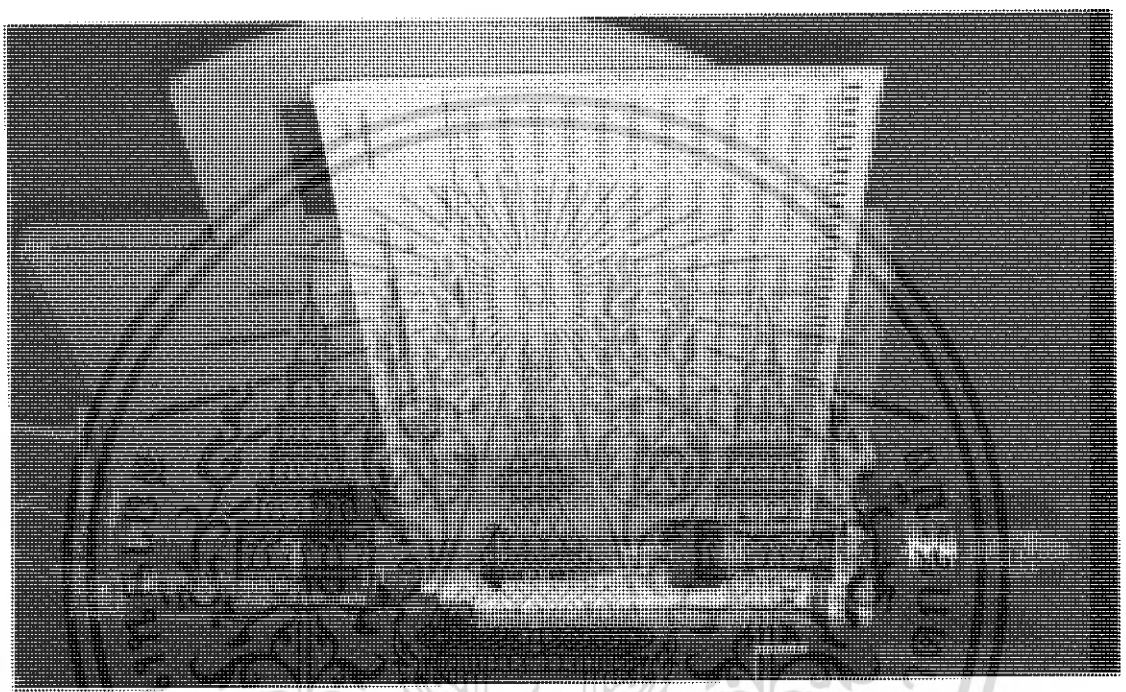
ค.รูปด้านบน

รูปที่ 3.12 หัวอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการออกแบบชุดฟีดและรับกระดาษของเครื่องตรวจข้อสอบ

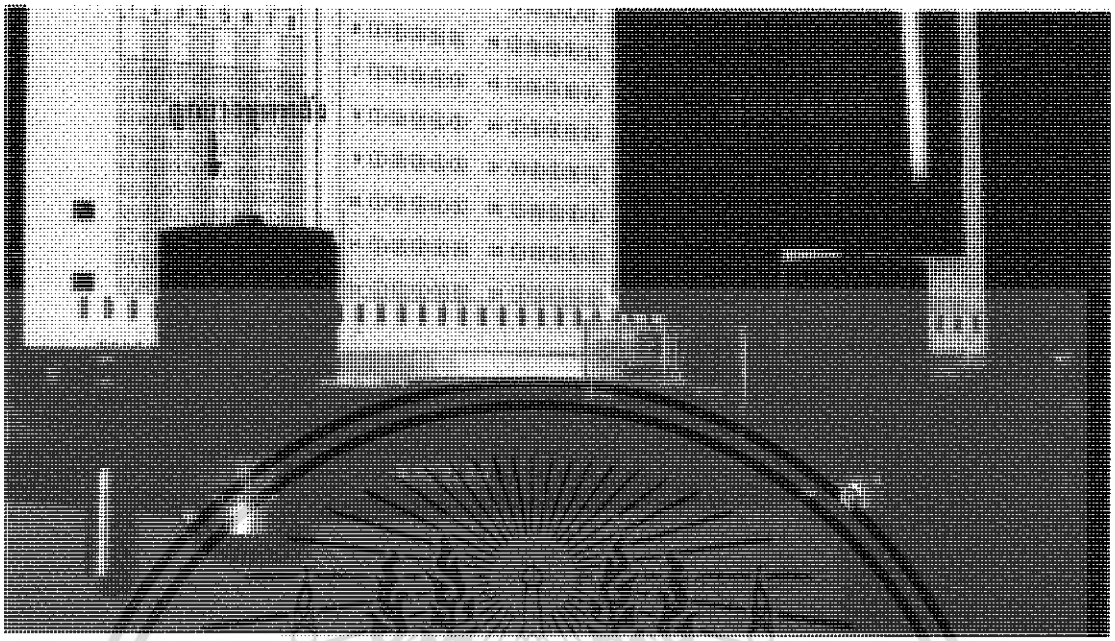
ขั้นตอนการออกแบบชุดฟีดกระดาษจะใช้หลักการเดียวกับเครื่องปริ้นเตอร์ และได้นำส่วนฟีดกระดาษของเครื่องปริ้นเตอร์มาประกอบเข้าด้วยกันกับตัวเครื่องและได้ทำการดัดแปลงประกอบกับมอเตอร์ DC ดังในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดฟีดกระดาษ

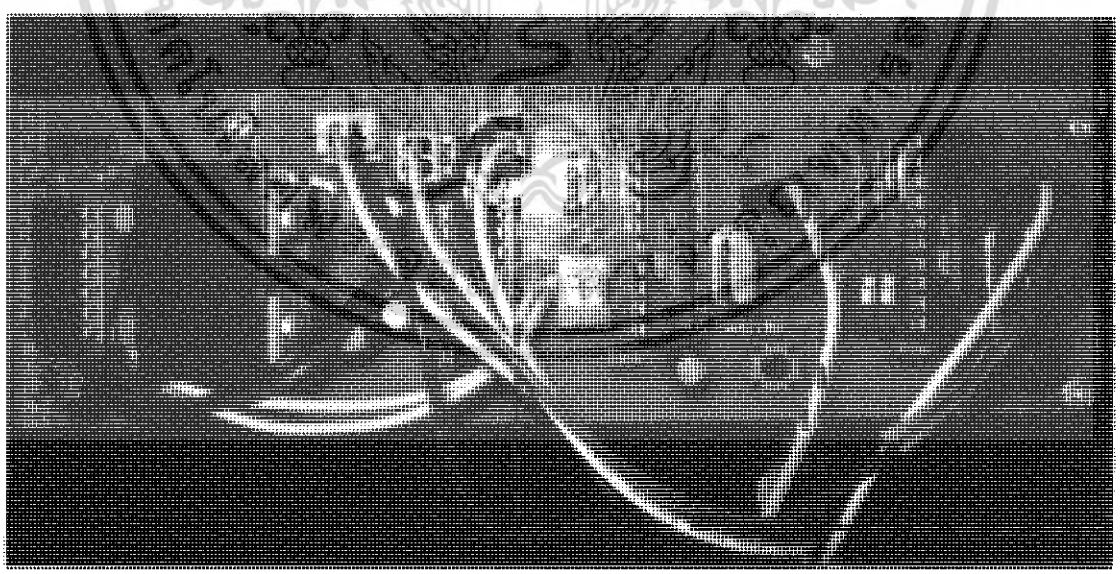
ส่วนในชุดรับกระดาษจะรับกระดาษมาจากชุดฟีดกระดาษ จะใช้ลูกยางสองชุด เพื่อที่จะรับกระดาษแล้วพากระดาษเข้าหัวอ่านและฟีดออกมา ซึ่งลูกยางทั้งสองชุดใช้มอเตอร์ DC อีกตัวเป็นตัวขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



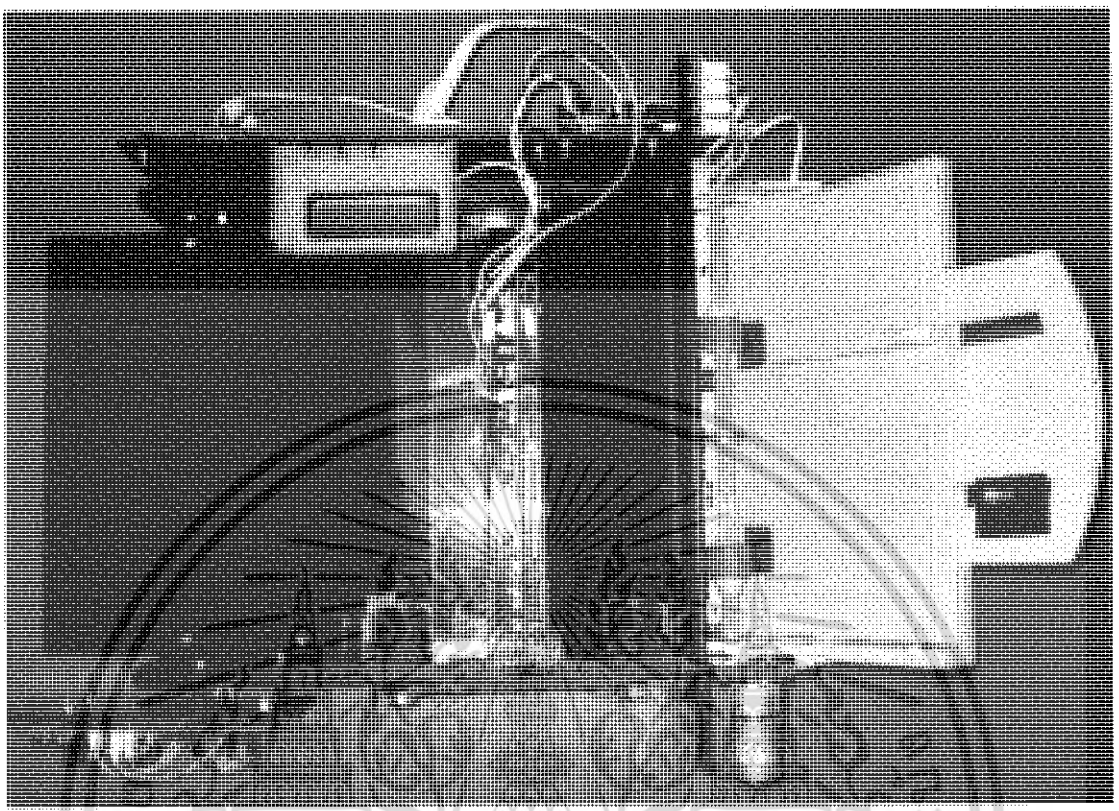
รูปที่ 3.14 ชุดรับกระดาษ

มอเตอร์ทั้งสองตัวจะต่อร่วมกับวงจร PWM (pulse-width modulation) โดยใช้ IC AT89C2051 เป็นตัวสร้างพัลส์ ดังในรูปวงจรที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แผงวงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 รูปเครื่องตรวจข้อสอบที่ออกแบบและสร้าง

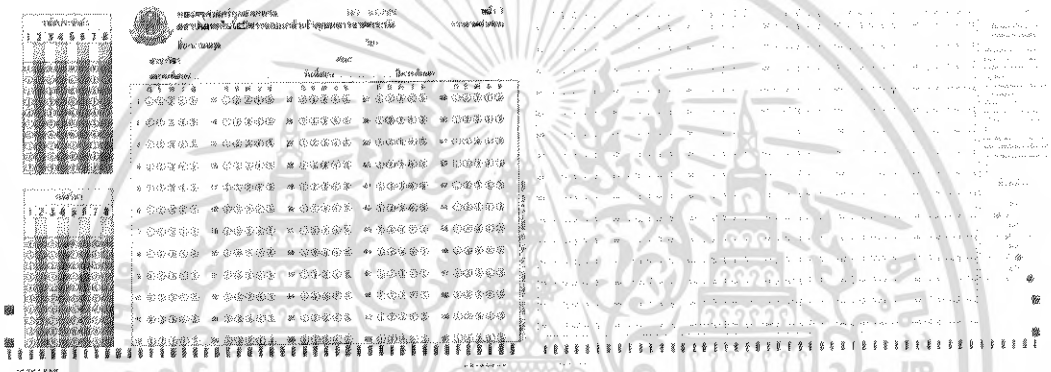
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองการอ่านค่าจากกระดาษคำตอบ

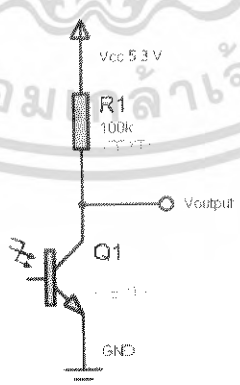
กระดาษนี้ใช้ในการทดลองเป็นกระดาษคำตอบที่ใช้ในการสอบจริงๆ ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีจำนวนสองหน้า มีทั้งหมด150 ข้อ หน้าแรกแบ่งเป็น 5 แถวๆ ละ 12 ข้อรวม 60 ข้อ หน้าหลังแบ่งเป็น 6 แถวๆ ละ 15 ข้อรวม 90 ข้อ มีรหัสนักศึกษาและรหัสวิชาอย่างละ 8 หลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.1



ด้านหน้าของกระดาษคำตอบ ด้านหลังของกระดาษคำตอบ

รูปที่ 4.1 กระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้หลอด LED เป็นอุปกรณ์ที่ให้แสงส่องลงไปยังกระดาษคำตอบแล้วตัวรับเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยต่อวงจรตามรูปที่ 4.2 ได้ผลดังตารางที่ 4.1

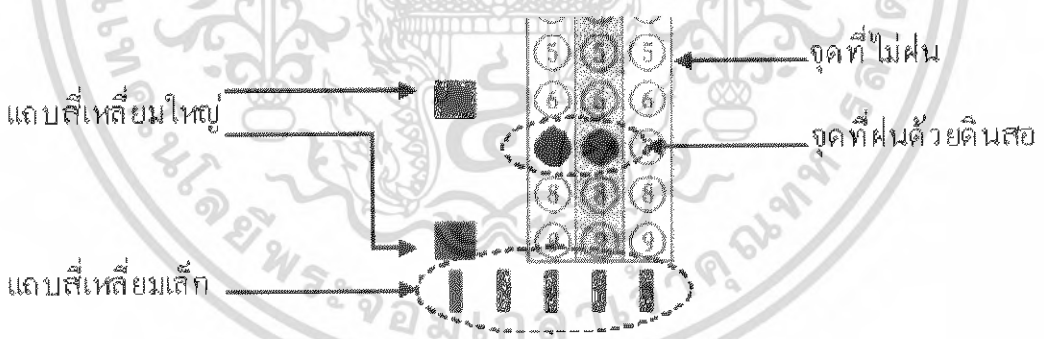


รูปที่ 4.2 การอ่านกระดาษคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การทดลองการอ่านค่าจากกระดาษคำตอบ

จำนวนครั้ง	จุดที่ฝน (v)	จุดที่ไม่ฝน (v)	แถบสี่เหลี่ยมเล็ก (v)	แถบสี่เลี่ยมใหญ่ (v)
1	3.38	2.24	3.68	4.03
2	3.25	2.25	3.71	3.95
3	3.79	2.21	3.69	3.89
4	3.49	2.24	3.09	3.92
5	3.65	2.36	3.19	3.98
6	3.59	2.30	3.22	4.00
7	3.70	2.29	3.65	4.01
8	3.45	2.14	3.61	3.98
9	3.55	2.10	3.30	3.89
10	3.63	2.20	3.42	3.90
ค่าเฉลี่ย	3.54	2.23	3.45	3.95



รูปที่ 4.3 จุดที่ทำการทดสอบ

4.2 การใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ

ในการอ่านค่าจากกระดาษคำตอบนั้นจะต้องอ่านเข้ามาทีละหลัก หลักละ 31 จุด ในการทดลองนำชุดหัวอ่านอ่านค่าจากกระดาษคำตอบนั้นจะต้องป้อนรหัสให้กับชุดหัวอ่านให้อ่านข้อมูลเข้ามาทีละจุดจนครบทั้งหมด 31 จุด

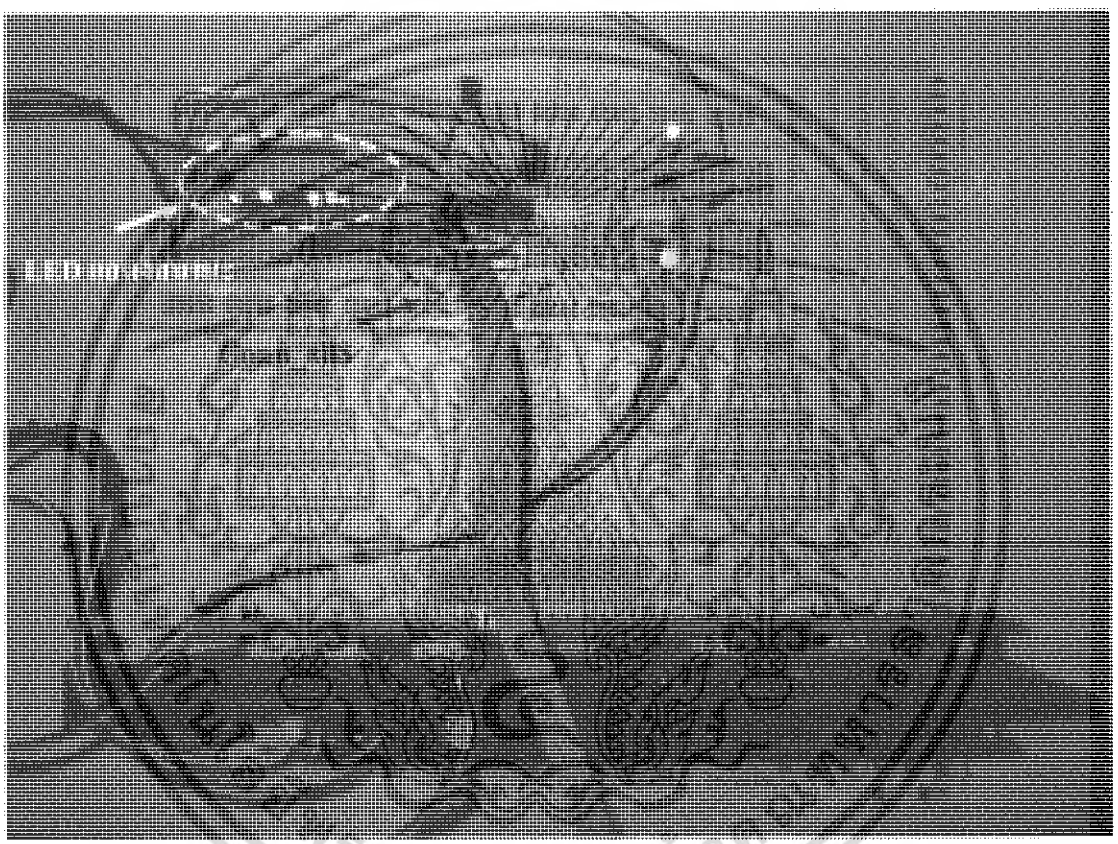
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 รหัสที่ป้อนให้กับชุดหัวอ่าน

หมายเลขสาย conn_sil8 8765 4321	hex	Number Photo select
0000 0000	0x00	1
0000 0001	0x01	2
0000 0010	0x02	3
0000 0011	0x03	4
0000 0100	0x04	5
0000 0101	0x05	6
0000 0110	0x06	7
0000 0111	0x07	8
0000 1000	0x08	9
0000 1001	0x09	10
0000 1010	0x0a	11
0000 1011	0x0b	12
0000 1100	0x0c	13
0000 1101	0x0d	14
0000 1110	0x0e	15
0000 1111	0x0f	16
0001 0000	0x10	17
0001 0001	0x11	18
0001 0010	0x12	19
0001 0011	0x13	20
0001 0100	0x14	21
0001 0101	0x15	22
0001 0110	0x16	23
0001 0111	0x17	24
0001 1000	0x18	25
0001 1001	0x19	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0001 1010	0x1a	27
0001 1011	0x1b	28
0001 1100	0x1c	29
0001 1101	0x1d	30
0001 1110	0x1e	31

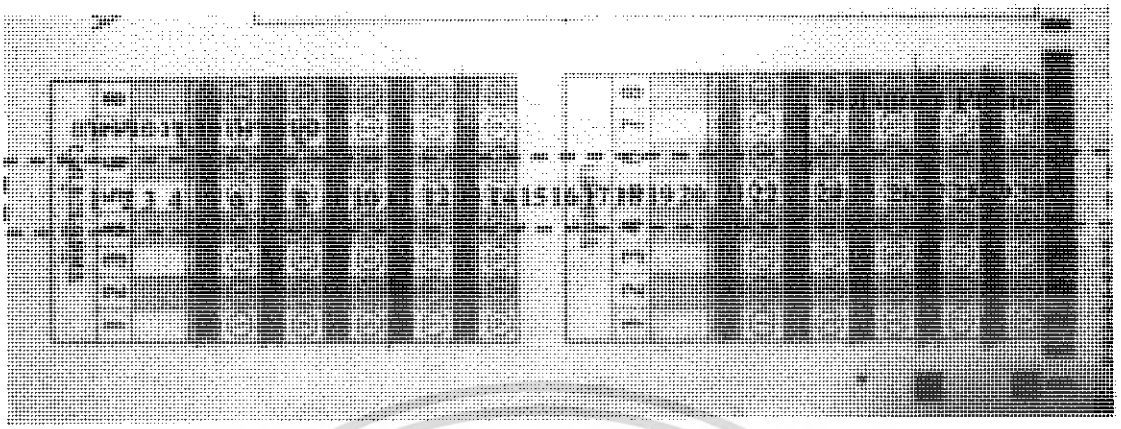


รูปที่ 4.4 การทดลองการใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ

ข้อมูลที่อ่านได้จากกระดาษคำตอบจะนำมาต่อกับหลอด LED เพื่อให้แสดงสถานะของข้อมูลที่อ่านได้จากกระดาษคำตอบ โดยต่อเข้าที่ขาลบของหลอด LED ดังนั้น LED จะติดเมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 0 นั้นคือข้อมูลที่อ่านได้ที่จุดนั้นเป็นสีขาวหรือไม่ได้ฝนด้วยดินสอ

ในการทดลองได้ฝนกระดาษแถวเว้นแถวดังในรูปที่ 4.5 เมื่อทดลองก็สังเกตหลอด LED นับจำนวนติดดับ แล้วนำมาตรวจสอบกับจำนวนที่ฝนและไม่ฝน และตรวจสอบว่าค่าที่อ่านได้กับจุดที่อ่านมีค่าตรงกันและถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กระดาษคำตอบที่ใช้ทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ

Number Photo	data	data_interrup
1	ติด	-
2	ติด	-
3	ติด	-
4	ติด	-
5	ดับ	-
6	ติด	-
7	ดับ	-
8	ติด	-
9	ดับ	-
10	ติด	-
11	ดับ	-
12	ติด	-
13	ดับ	-
14	ติด	-
15	ติด	-
16	ติด	-
17	ติด	-
18	ติด	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

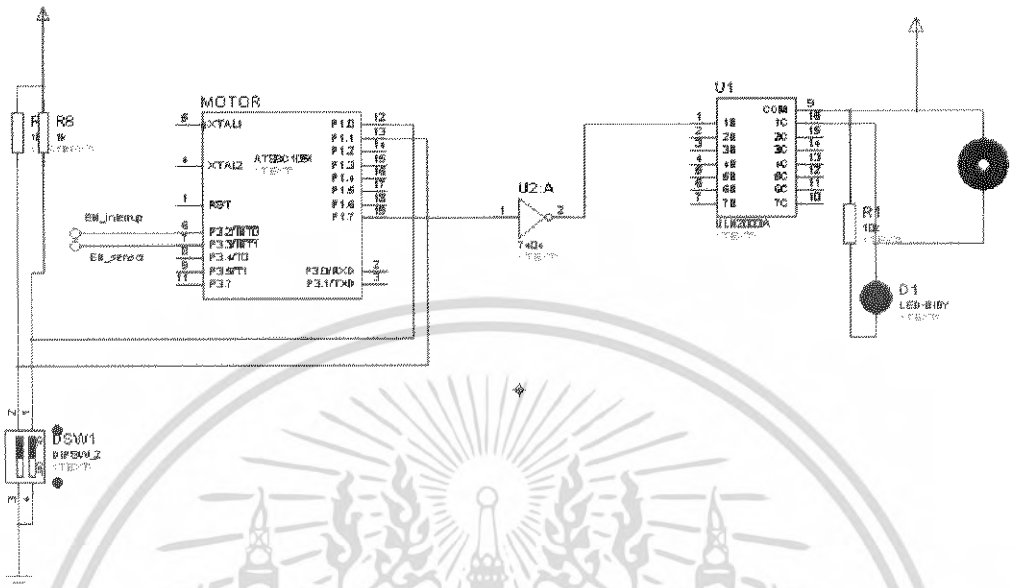
19	ติด	-
20	ติด	-
21	ดับ	-
22	ติด	-
23	ดับ	-
24	ติด	-
25	ดับ	-
26	ติด	-
27	ดับ	-
28	ติด	-
29	ดับ	-
30	ติด	-
31	ดับ	ติด

4.3 การทดลองวงจรขับมอเตอร์

มอเตอร์จะถูกขับด้วยวงจร PWM โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์ และใช้ IC เบอร์ ULN2003 เป็นตัวไดรกระแสดังในรูปที่ 4.5 IC7404 เป็น not gate ทำหน้าที่กลับสัญญาณ 0 เป็น 1 และ 1 เป็น 0 ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องจ่ายลอจิก 0 จึงจะทำให้มอเตอร์หมุน และจะทำให้มอเตอร์ไม่ทำงานเมื่อมีการรีเซตเครื่อง วงจรขับมอเตอร์ที่ทดลองจะถูกควบคุมจากการเริ่มทำงาน และหยุดทำงานโดยการจ่ายสัญญาณพัลส์ลบชั่วขณะให้กับขาที่ 6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (int0) และยังสั่งให้หยุดทำงานได้โดยส่งสัญญาณพัลส์ลบชั่วขณะให้กับขาที่ 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์(int1) ซึ่งออกแบบเพื่อจะคอยรับสัญญาณจากวงจร Sensor H21A1 ที่จะเช็คให้ฟีดกระดาษครั้งละแผ่นแล้วหยุด

วงจรขับมอเตอร์ในรูปที่ 4.5 สามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้โดยการปรับ DIP_SW ที่ต่อเข้ากับขา 12 และ13 ซึ่งสามารถปรับได้ 4 ระดับ

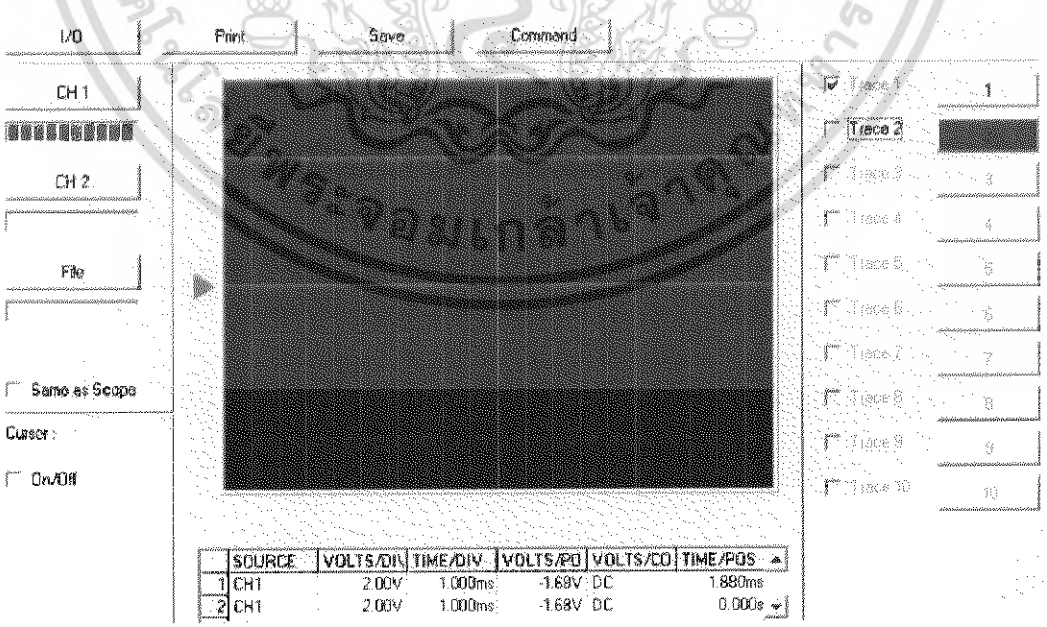
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรขับมอเตอร์

การทดลองต่อวงจรดังรูปที่ 4.6 ใช้สโคปวัดสัญญาณที่ขา 19 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วทำการปรับ DIP_SW สังเกตรูปสัญญาณที่ได้

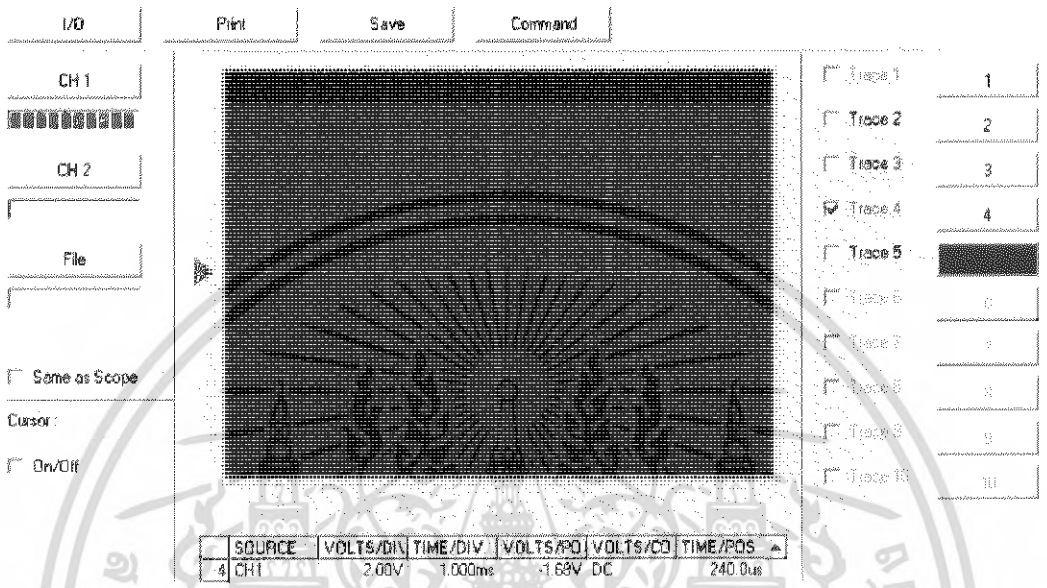
1.วัดสัญญาณโดยไม่มีการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีค่าเป็น 1 มอเตอร์จึงไม่ทำงาน



รูปที่ 4.7 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อไม่ได้จ่ายพัลส์ที่ขา 6

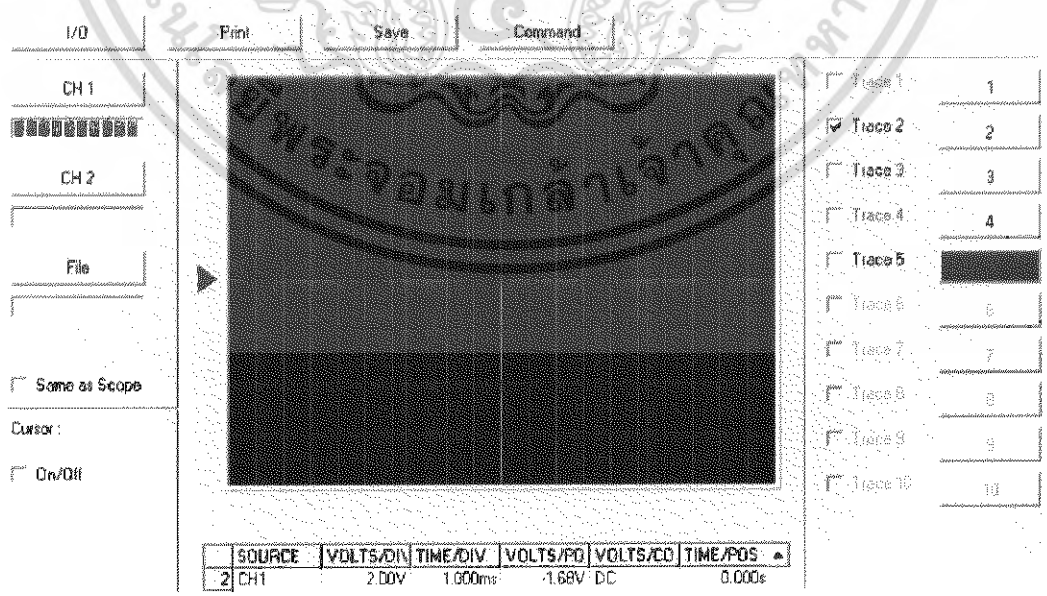
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัดสัญญาณ โดยมีการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 และปรับ DIP_SW ไปที่ตำแหน่ง 00จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.8 ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 00

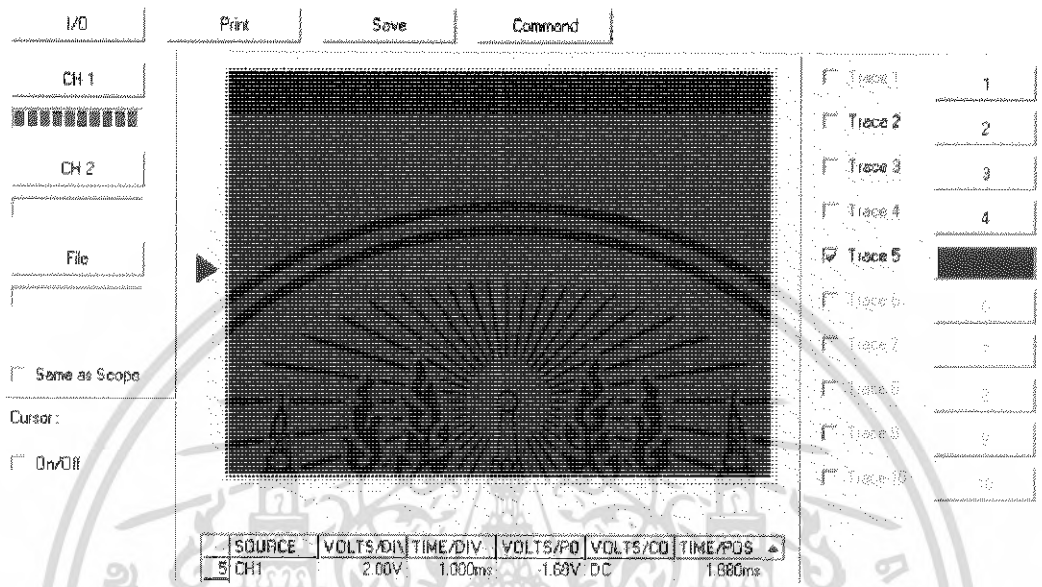
3. วัดสัญญาณ โดยมีการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 และปรับ DIP_SW ไปที่ตำแหน่ง 01จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.9 ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 01

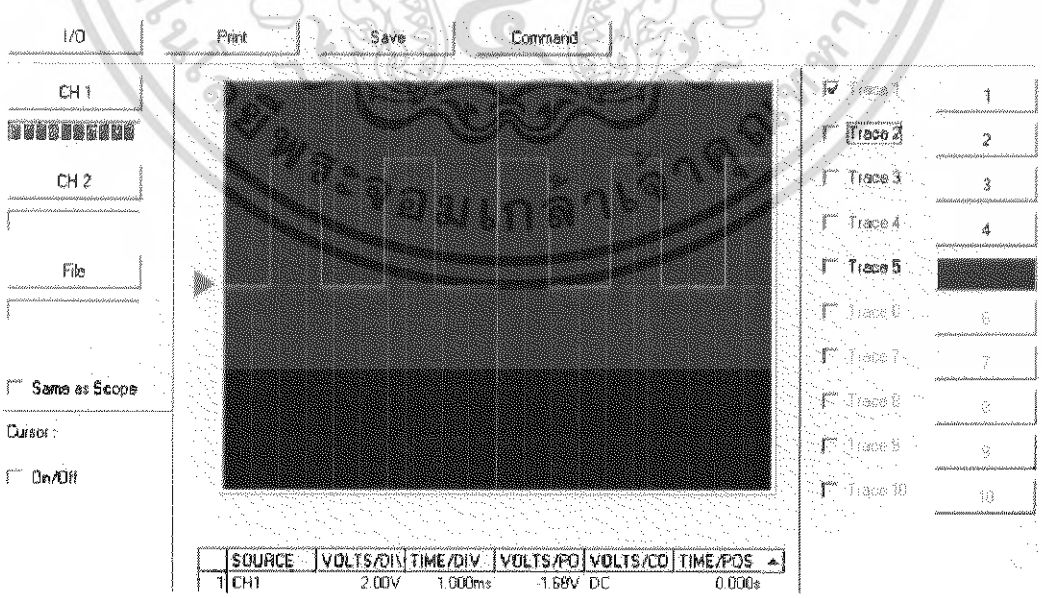
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วัดสัญญาณโดยมีการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 และปรับ DIP_SW ไปที่ตำแหน่ง 10 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.10 ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 10

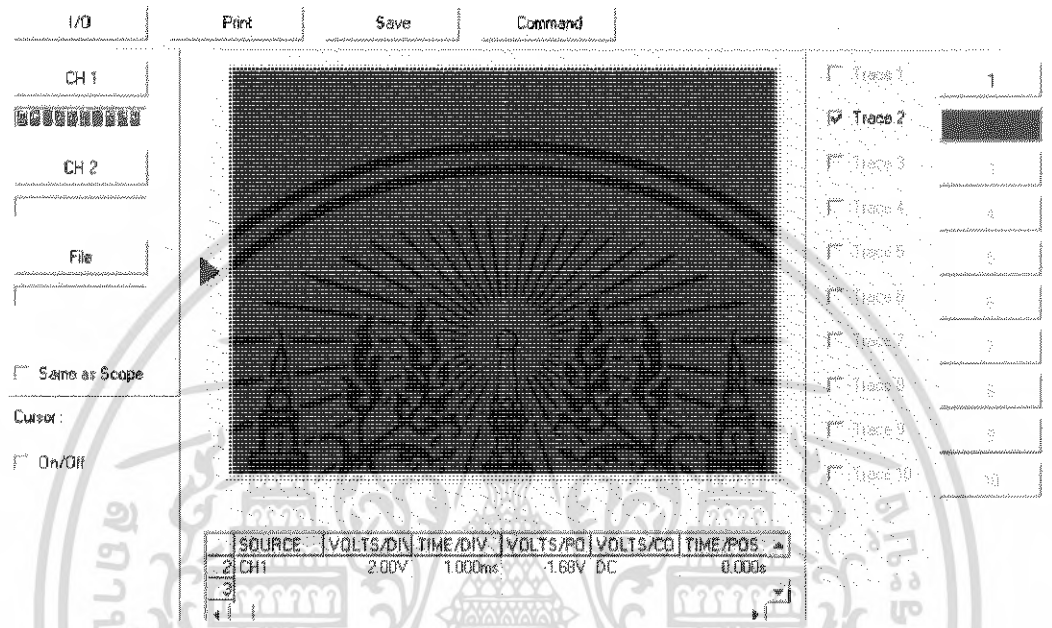
5. วัดสัญญาณโดยมีการจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 และปรับ DIP_SW ไปที่ตำแหน่ง 11 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.11 ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ทำงาน



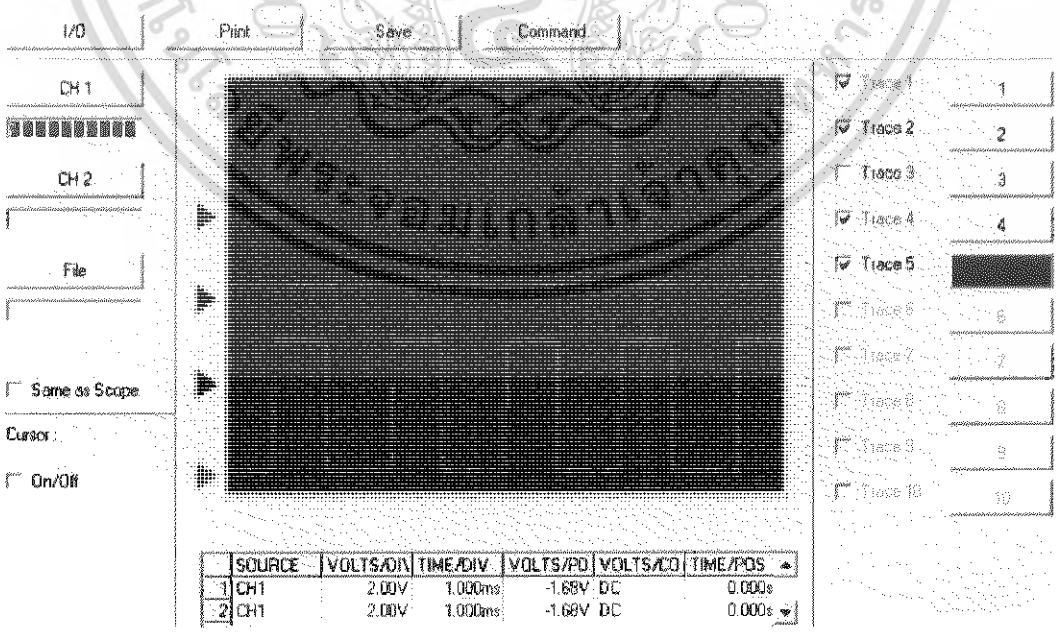
รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 6 และ DIP_SW อยู่ที่ตำแหน่ง 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.วัดสัญญาณโดยจ่ายสัญญาณพัลส์ที่ขาที่ 6 ให้มอเตอร์ทำงานก่อน หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จากวงจร Sensor H21A1 ในรูปที่ 3.6 ขณะทำงาน ซึ่งเป็นสัญญาณพัลส์ลบจ่ายเข้าที่ขา 7 ของวงจรในรูปที่ 4.5 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.12 ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีค่าเป็น 1 มอเตอร์จึงหยุดทำงาน



รูปที่ 4.12 รูปสัญญาณที่ขา 19 เมื่อจ่ายพัลส์ที่ขา 7



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบสัญญาณเมื่อปรับ DIP_SW ที่ตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองข้อ 1 และ 5 มอเตอร์ไม่ทำงาน ส่วนในข้อที่ 2-4 มอเตอร์ทำงานแต่มีความเร็วไม่เท่ากัน โดยความเร็วมอเตอร์จะหมุนช้าแล้วค่อยๆเร็วขึ้นตามตำแหน่ง DIP_SW 00,01,10,11 ตามลำดับ เพราะมอเตอร์จะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณที่เป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการใช้ชุดหัวอ่านอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ โดยป้อนสัญญาณให้กับชุดหัวอ่านแล้วให้อ่านข้อมูลออกมาทีละจุด หัวอ่านสามารถอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบได้แต่ยังไม่ได้นำข้อมูลดังกล่าวเข้ามาเปรียบเทียบและประมวลผลเพื่อแยกแยะ และตรวจสอบข้อถูกผิด

ในส่วนชุดโหลดกระดาษสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีโดยใช้ Sensor เป็นตัวตรวจสอบและส่งสัญญาณไปควบคุมให้ชุดมอเตอร์ทำงาน

ปัญหาที่เจอระหว่างทดลอง

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่พร้อมทำให้การทำงานล้าช้า เช่น เครื่องเจาะที่ใช้เจาะหัวอ่าน
2. ขาดความรู้ในทางด้านแมคคานิคที่ทำชุดโหลดกระดาษ
3. มอเตอร์มีกำลังต่ำต้องทดลองและเปลี่ยนมอเตอร์หลายตัว

แนวทางการพัฒนาต่อ

นำข้อมูลที่ได้จากชุดอ่านข้อมูลมาทำการประมวลผลและเปรียบเทียบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือจะนำข้อมูลดังกล่าวเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะทำการประมวลผลเปรียบเทียบข้อถูกผิด และแสดงข้อมูลออกมาหรือเก็บไว้ในหน่วยความจำเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรวัฒน์ ประกอบผล , " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ " , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 21-42 , 2548
2. ดุสิต เครืองาม , " สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ฟิสิกส์เทคโนโลยีและการใช้งานเล่ม 1 " , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , หน้า 11-26 , 123-125 , 403-424 , 2542
3. น.อ.ธวัชชัย เลื่อนฉวี , พ.อ. อนุรักษ์ เถื่อนศิริ , " ดิจิตอลเทคนิค เล่ม 1 " , บริษัท ศุภาลัย มีเดีย จำกัด , หน้า 147-149 , 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้