จอสัมผัส

TOUCH SCREEN

โดย

นายเกรียงศักดิ์ กรสุธาทิพย์กุล 35.104036

นางสาวสดับพิณ ฉัตรณรงค์ชัย 35.104431

นายสมปอง วิเศษพานิชกิจ 35.104442

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง

วัน เดือน ปี 1 ส.ค. 2540

เลขทะเบียน 037099

เลขเรียกหนังสือ โ 3819ม ก448จ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037099

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง จอสัมผัส

ผู้จัดทำ

1. นายเกรียงศักดิ์ กรสุธาทิพย์กุล 35.104036
2. นางสาวสดับพิณ ฉัตรณรงค์ชัย 35.104431
3. นายสมปอง วิเศษพานิชกิจ 35.104442

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอสัมผัส

TOUCH SCREEN

นายเกรียงศักดิ์ กรสุธาทิพย์กุล 35.104036

นางสาวสดับพิณ ฉัตรณรงค์ชัย 35.104431

นายสมปอง วิเศษพานิชกิจ 35.104442

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอสัมผัส

เกรียงศักดิ์ กรสุธาทิพย์กุล
สดับพิณ ฉัตรณรงค์ชัย
สมปอง วิเศษพานิชกิจ
อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

จอสัมผัสนี้เป็นอุปกรณ์ป้อนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้ ทั้งผู้ใช้ที่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์เลย ในโครงงานนี้ประกอบด้วยส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

โดยส่วนฮาร์ดแวร์จะมีวงจรสแกนซึ่งเราใช้ไดโอดอินฟราเรดเป็นตัวสแกนไปบนหน้าจอในลักษณะเมตริกซ์คือ แนวแถวและหลัก เมื่อใช้นิ้วไปบังแสงของไดโอดอินฟราเรดที่จะส่งไปให้โฟโตทรานซิสเตอร์แล้ว จะส่งผลให้เกิดตำแหน่งที่สัมผัสขึ้น และวงจรตัวรับจะส่งตำแหน่งที่สัมผัสนั้นไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมี Z80 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง และ Z80 ก็จะส่งค่านั้นไปให้กับวงจรนำข้อมูลเข้าพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ (MAX232) เพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นอนุกรมแล้วส่งให้กับเมาส์ไดรเวอร์ เพื่อเมาส์ไดรเวอร์จะนำค่าที่ได้ไปเคลื่อนที่เมาส์เคอร์เซอร์บนหน้าจอต่อไป

ในส่วนซอฟต์แวร์นั้น จะประกอบด้วยโปรแกรมควบคุมวงจรสแกน โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์ และโปรแกรมปรับสัญญาณอ้างอิงเพื่อลดผลสัญญาณรบกวน โดยโปรแกรม 3 โปรแกรมหลังจะร่วมกันทำงาน ตั้งแต่การควบคุมวงจรจอสัมผัสเพื่อหาตำแหน่งเสมือนของเมาส์เคอร์เซอร์ของวงจรจอสัมผัส การหาระยะขจัด การควบคุมการส่งโปรโตคอลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และการปรับระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการตัดสินว่ามีการสัมผัสหน้าจอหรือยัง เพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOUCH SCREEN

Kreangsak Kornsuthathipkul
Saduppin Chatnarongchai
Sompong Visespanichkit
Ms. Kanittha Saetung Advisor
1995

Abstract

The Touch Screen is the Input Device for the computer in order to facilitate the usage for both advance learners and beginners. This system comprises of Hardware and Software, details are as follows :

For Hardware section, we do use Diode Infrared in the scanning circuit to scan a matter directly to the monitor in metric dimension i.e. in row and column. If users' fingers block the Infrared before sending to the Photo Transistor, this can cause the touching area. And there is the receive circuit to send the touching area to microcontroller which has Z80 as the central processing unit (CPU). Then Z80 sends that signal through the MAX232 in order to transform the parallel data to the serial data and transmit to the Mouse Driver. Finally, the Mouse Driver use that transformed signal to move the cursor on the screen.

For Software section, There are three components : the Scanning Control Program, the Mouse Cursor Control Program and the Reference Signal Control Program. While these three components work together, it yields several functions as follows:

- Controlling the Touch Screen Circuit in order to find the approximate position of the Mouse Cursor of the Touch Screen Circuit
- Checking the Displacement
- Controlling Protocol Sending in order to control the movement of the Mouse Cursor on the Computer
- Adjusting the level of reference signal which can check whether there is a touch on the screen or not in order to reduce the result of interfere signals

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ประเภทของจอสัมผัส	1
	1.2 ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้จอสัมผัส	4
	1.3 วัตถุประสงค์ในการทำจอสัมผัส	6
	1.4 ขอบเขตของงานที่ทำ	6
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการทำงาน	8
	2.1 วงจรสแกนหน้าจอ	9
	2.2 ส่วนของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก	13
	2.3 ส่วนการนำโปรโตคอลเข้าสู่พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์	17
บทที่ 3	รายละเอียดในการออกแบบและวิธีการสร้าง ฮาร์ดแวร์	18
	3.1 การสร้างวงจรสแกนหน้าจอ	18
	3.2 การสร้างวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก	25
	3.3 วงจรอินเตอร์เฟสพอร์ตอนุกรม (MAX232)	30
บทที่ 4	การทำงานในส่วนซอฟท์แวร์	32
	4.1 โปรแกรมควบคุมวงจรจอสัมผัส	33
	4.2 โปรแกรมหาตำแหน่งและ โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์	34
	4.3 โปรแกรมควบคุมระดับสัญญาณอ้างอิงเพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน	36
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์	40
	5.1 ผลการทดลอง	40
	5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข	41
	5.2 สรุปและวิจารณ์	42
ภาคผนวก ก. (ลายวงจร)		ก
ภาคผนวก ข. (ซอฟท์แวร์)		ข
ภาคผนวก ค. (Data Sheet)		ค
กิตติกรรมประกาศ		43
หนังสืออ้างอิง		44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของวงจรทั้งหมดในโครงงานนี้ 8

รูปที่ 2.2 แสดงขนาดรูปร่างของไดโอดอินฟราเรด 9

รูปที่ 2.3 กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดอินฟราเรดที่ใช้ในโครงงาน 10

รูปที่ 2.4 แสดงขนาดรูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์ 11

รูปที่ 2.5 กราฟแสดงคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์ 12

รูปที่ 2.6 แสดงการนำเอาวงจรส่วนแนวหลักและแนวแถวไปติดตั้งบนหน้าจอ 13

รูปที่ 2.7 เป็นวงจรใช้งานทั่วไปของ DAC 0808 14

รูปที่ 2.8 การใช้ออปแอมป์เป็นตัวแปลงจากกระแสเป็นศักดาที่เอาท์พุทของ DAC 0808 15

รูปที่ 2.9 แสดงการต่อ ADC 0804 กับไมโครคอมพิวเตอร์ 16

รูปที่ 2.10 แสดงวงจร MAX232 17

รูปที่ 3.1 แสดงการต่อวงจรทั้งหมดโดยรวม 18

รูปที่ 3.2 แสดงการสแกนเป็นบล็อกของวงจรสแกนแนวหลักและแนวแถว 19

รูปที่ 3.3 วงจรสแกนด้านส่งขนาด 1 บล็อก 21

รูปที่ 3.4 การตอบสนองสัญญาณของทรานซิสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์ 21

รูปที่ 3.5 (a) แสดงการต่อโฟโตทรานซิสเตอร์

(b) แสดงลักษณะการตอบสนองสัญญาณของโฟโตทรานซิสเตอร์ 22

รูปที่ 3.6 แสดงผลของสัญญาณรบกวนแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันและกลางคืน 22

รูปที่ 3.7 แสดงการลดผลของสัญญาณรบกวนจากแสง 23

รูปที่ 3.8 แสดงวงจรสแกนด้านรับ 24

รูปที่ 3.9 กราฟแสดงจุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ที่ความเข้มแสงต่างกัน 25

รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดของวงจร ADC&DAC 26

รูปที่ 3.11 แสดงรายละเอียดของวงจร ADC 27

รูปที่ 3.12 แสดงการสุ่มสัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์เข้ามาที่ ADC โดยอนาลอกสวิทช์ 28

รูปที่ 3.13 แสดงการเชื่อมต่ออนาลอกสวิทช์กับ ADC 0804 29

รูปที่ 3.14 แสดงวงจร DAC 30

รูปที่ 3.15 แสดงการส่งข้อมูลอนุกรมโดยพอร์ตขนาน 31

รูปที่ 3.16 แสดงวงจร RS232 บัฟเฟอร์ (MAX232) 31

รูปที่ 4.1 แสดงวงจรสแกนและการควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์ 32

รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการสแกนในแนวหลักและแนวแถวตามลำดับ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แสดงการหาพิกัดเมาส์เดอร์เซอร์เสมือนในวงจรควบคุม 34
รูปที่ 4.4 แสดงการเคลื่อนที่ของเมาส์เดอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์
เมื่อตำแหน่งเมาส์เดอร์เซอร์จริงและเมาส์เดอร์เซอร์เสมือนตรงกัน 35
รูปที่ 4.5 แสดงการเคลื่อนที่ของเมาส์เดอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์
เมื่อตำแหน่งเมาส์เดอร์เซอร์จริงและเมาส์เดอร์เซอร์เสมือนไม่ตรงกัน 35
รูปที่ 4.6 แสดงระดับสัญญาณต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากสัญญาณรบกวน 36
รูปที่ 4.7 (a) แสดงลำดับการทำงานในการกำหนดสัญญาณอ้างอิง
(b) แสดงส่วนสัญญาณที่นำไปหาระดับสัญญาณอ้างอิง 37
รูปที่ 4.8 แสดงการอ่านสัญญาณของวงจร ADC ในแต่ละบล็อก 37
รูปที่ 4.9 Flowchart แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด 39
รูปที่ 5.1 แสดงระดับสัญญาณไฟฟ้าที่คอมพาเรเตอร์ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติของจอสัมผัสชนิดต่าง ๆ 5
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของไดโอดอินฟาเรด 9
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

งานป้อนข้อมูลนั้นต้องทำเป็นประจำและต้องป้อนต่อเนื่องตลอดเวลา เช่นพนักงานสายการบินต้องนำต้นขั้วตั๋วโดยสารมาป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่างานการป้อนข้อมูลเข้าระบบคอมพิว เตอร์มีความจำเป็นมาก ต้องเสียเวลาและแรงงานมาก การป้อนข้อมูลจึงต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยเพราะเทคโนโลยีเหล่านี้ได้รับการพัฒนาขึ้นตามลำดับและสามารถใช้งานได้ดี ทางด้านอุปกรณ์ อินพุทก็มีอยู่หลายกลุ่ม แต่พอแยกได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ โดยมีดังนี้

- กลุ่มแรกได้แก่ กลุ่มที่ป้อนด้วยตัวอักษร ตัวเลข นั่นคือแป้นพิมพ์ ซึ่งจะอ่านตัวอักษรและตัวเลขจากแป้นพิมพ์ตามที่ผู้ป้อนกดแป้นเข้าไปเก็บในคอมพิวเตอร์
- กลุ่มที่สองคือกลุ่มป้อนข้อมูลด้วยอุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง การป้อนลักษณะนี้เน้นการป้อนแบบกราฟิก (Graphic) อุปกรณ์ที่เห็นชัดมี แท็บเล็ต เมาส์ ปากกาแสง แทร็กบอล ตัวตรวจจับการเคลื่อนที่ จอสัมผัส
- กลุ่มที่สามคือกลุ่มสแกนเนอร์ โดยสแกนเนอร์เป็นการอ่านรูปภาพเข้าเก็บในคอมพิวเตอร์ ได้แก่ อิมเมจสแกนเนอร์ โอซีอาร์หรือเครื่องอ่านตัวอักษรจากภาพที่สแกนได้ เครื่องอ่านรหัสแถบ
- กลุ่มที่สี่ได้แก่ กลุ่มป้อนข้อมูลด้วยเสียง ได้แก่ ระบบการจดจำเสียงพูดกับระบบทวนและตรวจสอบเสียง
- กลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มป้อนข้อมูลด้วยตัวตรวจจับพิเศษ เช่น สวิทช์เซนเซอร์ทางด้านอุณหภูมิ ความดัน แล้วเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งสามารถป้อนข้อมูลแบบอัตโนมัติเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรม

1.1 ประเภทของจอสัมผัส

จอสัมผัสแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1.1.1 จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟ (Resistive Touchscreen)

1.1.2 จอสัมผัสชนิดอินฟราเรด (Infrared Touchscreen)

1.1.3 จอสัมผัสชนิดคาปาซิตีฟ (Capacitive Touchscreen)

1.1.4 จอสัมผัสชนิด SAW (Surface acoustic Wave Touchscreen)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟ

จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟ มีกรรมวิธีและโครงสร้างมากมายหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมสร้างกันก็จะถูกสร้างมาจากแผ่นพลาสติกบาง ๆ 2 ชั้น ที่วางอยู่บนแผ่นโพลีเอสเตอร์ (Polyester) บาง โปร่งแสง 2 ชั้น โดยด้านหนึ่งของแผ่นโพลีเอสเตอร์จะถูกเคลือบด้วยสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำและโปร่งแสงที่มีขนาดบางมากเช่น อินเดียมทินออกไซด์ (Indium Tin Oxide : ITO) โดยจะนำด้านที่เคลือบสารตัวนำหันเข้าหากันและแยกจากกันเล็กน้อยด้วยลูกปัดพลาสติกโปร่งแสงเม็ดเล็ก ๆ มาคั่นตรงกลางระหว่างแผ่นโพลีเอสเตอร์ทั้งสอง

จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟ จะถูกแบ่งตามลักษณะการทำงาน เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

(1) แบบอนาลอก (Analog)

(2) แบบเมตริก (Matrix)

จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบอนาลอก จะให้ภาพสัญลักษณ์และอักขระต่าง ๆ แสดงออกมาทางจอภาพได้ละเอียดมากกว่าแบบเมตริก ซึ่งความละเอียดของจอภาพนั้นจำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้งานทางด้านกราฟิก ส่วนข้อดีของจอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบเมตริกก็คือ จะมีจำนวนของจุดสัมผัสที่แน่นอน ทำให้ง่ายต่อการกำหนดตำแหน่งสัมผัสฟังก์ชั่นควบคุมอุปกรณ์และการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบทั้งอนาลอกและแบบเมตริกนั้น จะถูกกำหนดคุณสมบัติโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งจะต้องสร้างให้เหมาะกับลักษณะการทำงานและการใช้งานในแต่ละฟังก์ชั่น

จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบอนาลอก จะประกอบด้วย ITO 2 ชั้น ซึ่งจะมีขั้วต่อสำหรับต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟตรง โดยการทำงานของจอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบอนาลอกนั้นจะมีการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีการสัมผัสที่จอ ก็จะเกิดแรงกดซึ่งจะทำให้แผ่นตัวนำโปร่งแสงที่ถูกแยกจากกันโดยลูกปัดพลาสติก เคลื่อนที่เข้าสัมผัสกันและทำให้เกิดการลัดวงจรถึงกัน ซึ่งจะทำให้ความต่างศักย์ในแนวแกน X และแกน Y เปลี่ยนแปลงไป สัญญาณที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์ จะถูกส่งไปยังวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter : ADC) และถูกส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อประมวลผลหาตำแหน่งที่สัมผัสและสั่งงานให้ทำงานตามการควบคุมที่หน้าจอสัมผัสต่อไป ส่วนการทำงานจอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบเมตริกก็จะคล้ายกับจอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบอนาลอก เพียงแต่ว่าแบบเมตริกนั้น หน้าจอจะถูกแบ่งและจัดไว้ในลักษณะแถวแนวนอน (แกน X) และคอลัมน์แนวตั้ง (แกน Y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟนี้ เหมาะสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่มีการกัดกร่อนจากสารเคมีเพราะสารเคมีเหล่านั้นจะทำให้เกิดความเสียหายต่อหน้าจอสัมผัส หรือแม้แต่สารเคมีที่เป็นไอระเหย ข้อเสียของจอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟคือ ความละเอียดของจอจะลดน้อยลงไปเรื่อยๆ เนื่องมาจากชั้นของสารกึ่งตัวนำที่เคลือบอยู่จะค่อย ๆ หลุดออกไปตามอายุการใช้งานและจำนวนครั้งของการใช้งานรวมทั้งองค์ประกอบต่าง ๆ ข้างต้นเกี่ยวกับสถานที่ที่ถูกนำไปใช้งาน

ในบรรดาจอสัมผัสทั้ง 4 ชนิดนั้น จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟจะมีราคาถูกที่สุดเพราะชิ้นส่วนต่าง ๆ มีราคาถูก นอกจากนั้นแล้ว จอสัมผัสชนิดนี้สามารถติดตั้งให้เข้ากับหน้าจอมอนิเตอร์เดิม ซึ่งมีลักษณะโค้งได้พอดี

1.1.2 จอสัมผัสชนิดอินฟราเรด

จอสัมผัสชนิดอินฟราเรด เป็นจอสัมผัสชนิดแรกที่มีขายในท้องตลาด จอสัมผัสชนิดนี้จะใช้ไดโอดอินฟราเรดจำนวนหลาย ๆ ตัวติดตั้งไว้ที่บริเวณขอบจอ โดยขอบด้านที่ประชิดกันจะมีโฟโตทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ (detector) ติดไว้ที่ขอบจอด้านตรงข้ามทั้งสองขอบ วงจรควบคุมจะสั่งให้มีการฉายแสงระหว่างแกน x และแกน y สลับกันไปเรื่อย ๆ ในจังหวะที่เหมาะสม ซึ่งสามารถค้นพบได้ว่ามีการสัมผัสที่จุดใด

ข้อเสียของจอแบบอินฟราเรด คือผู้ใช้ที่ไม่เคยใช้จอชนิดนี้มาก่อนจะเกิดความสับสนมากเมื่อจะใช้นิ้วสัมผัสจอ ทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้สัมผัสแต่ก็เกิดการทำงานขึ้นแล้ว ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าการเกิดพาราเล็กซ์ (Parallex) ทั้งนี้เนื่องมาจากหน้าจอมีลักษณะโค้ง แต่แสงอินฟราเรดจะเกิดเป็นเส้นตรง ดังนั้นก็จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างลำแสดงอินฟราเรดกับหน้าจอ โดยเฉพาะบริเวณด้านขอบริม ๆ ของจอภาพ จะเกิดความห่างของช่องว่างนี้มากกว่าตรงกลางจอ

วิธีแก้เมื่อเกิดพาราเล็กซ์ก็คือ การเลือกจอที่มีความเรียบ และการกำหนดช่วงสัมผัสที่อยู่บริเวณช่วงกลาง ๆ จอเท่าที่จะเป็นไปได้ จอสัมผัสชนิดนี้ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในบริเวณที่มีความเสี่ยงในการตรวจจับสัญญาณเช่น บริเวณที่มีฝุ่นมาก ๆ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการบดบังแสงอินฟราเรดนี้ได้ แต่ถึงอย่างไรก็ยังมีข้อดีอยู่บ้าง และข้อดีของจอสัมผัสแบบอินฟราเรดคือจอที่ได้จะไม่มีการสะท้อนที่เกิดจากจอสัมผัส ทั้งนี้เนื่องมาจากจอสัมผัสชนิดอินฟราเรด จะติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่ขอบจอ ดังนั้น จึงไม่มีอุปกรณ์ส่วนใดที่ไปบดบังจอภาพเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 จอสัมผัสชนิดคาปาซิตีฟ

จอชนิดนี้จะประกอบด้วยฐานรองซึ่งชั้นบนผิวหน้าจอซึ่งจะต่อกับอิเล็กโทรด (electrode) ไว้รอบ ๆ และต่อเข้ากับวงจรออสซิเลเตอร์ (Oscillator) ที่ถูกกำหนดความถี่ไว้ โดยจะวางไว้ทั้งสี่มุมของจอ เมื่อจอถูกสัมผัสความจุไฟฟ้าในร่างกายของคนจะทำให้ความถี่ของออสซิเลเตอร์ที่ปรับค่าแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงไป อุปกรณ์ควบคุมจะตรวจวัดความถี่ทั้งในแนวแกน x และ y จากนั้นแล้วก็จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์จากความแตกต่างที่ได้ ก็จะทำให้ค้นหาจุดที่สัมผัสได้ จอสัมผัสชนิดนี้อาจถือได้ว่าเป็นจอสัมผัสที่แย่ที่สุดก็ว่าได้ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนำไปใช้งานแล้ว อาจจะเกิดการรบกวนจากเครื่องจักรและสิ่งอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ความถี่ของวงจรออสซิเลเตอร์เปลี่ยนแปลง และมีผลต่อการควบคุมจนอาจเกิดการสัมผัสเองได้โดยไม่ตั้งใจ

1.1.4 จอสัมผัสชนิด SAW

เทคโนโลยีของจอสัมผัสชนิด SAW เป็นเทคโนโลยีที่ใหม่สำหรับจอสัมผัส จะมีการส่งคลื่น SAW ผ่านจอภาพด้วยทรานสดิวเซอร์ (transducer) หลาย ๆ ตัวไปยังชุดของตัวรับ เมื่อนิ้วหรือส่วนอื่น ๆ สัมผัสจอชนิดนี้ จะเกิดการดูดกลืนพลังงานบางส่วนจากคลื่นที่ถูกส่งออกไป ส่วนควบคุมก็จะทำการตรวจวัดคลื่นที่รับได้เพื่อที่จะหาจุดที่สัมผัสต่อไป จอสัมผัสชนิด SAW ไม่เหมาะสำหรับที่จะใช้งานในที่ที่มีฝุ่นละอองเยอะ เพราะจะมีสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เข้ามาสัมผัสจอหรือผ่านเข้ามาในบริเวณที่สัมผัส ทำให้บางครั้งสามารถตรวจจับและทำให้กลายเป็นสัญญาณอินพุทจนทำให้เกิดการทำงานขึ้นได้โดยไม่ตั้งใจ แต่ข้อดีของจอสัมผัสชนิดนี้คือจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานมาก

1.2 ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้จอสัมผัส

ในการเลือกใช้จอสัมผัส เราจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดของจอ (Resolution) ความโปร่งแสง อายุการใช้งานและราคา

1.2.1 ความละเอียดของจอ

ความละเอียดของจอ หมายถึงจำนวนจุดของจอสัมผัส ซึ่งความละเอียดนี้จะแตกต่างกันไปดังในตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของจอสัมผัสและความสามารถอธิบายได้ดังนี้

ความละเอียดของจอสัมผัสแต่ละแบบแสดงไว้ในคอลัมน์ที่ 3 ในตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดงไว้ให้อยู่ในรูปของจำนวนจุดต่อแกน จะเห็นได้ว่าจอสัมผัสชนิดอินฟราเรด จะมีความละเอียดน้อยที่สุด เพราะฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับการใช้งานในลักษณะของเมนูเท่านั้น ส่วนจอที่มีความละเอียดมากที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดคือ จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟที่มีการทำงานแบบอนาลอก ซึ่งจะมีหลายพันจุดต่อแกนและเหมาะสำหรับซอฟท์แวร์ที่ต้องการใช้เมาส์ (Mouse)

1.2.2 การลดทอนของแสง

เมื่อเราได้ติดตั้งจอสัมผัสไปบนจอมอนิเตอร์เดิม ซึ่งจะทำให้เกิดการดูดกลืนแสง แต่จอส่วนมากจะดูดกลืนน้อยและจะไม่สังเกตุเห็น แต่ในการใช้งานบางอย่างก็อาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ จากตารางที่ 1.1 จะเห็นว่า จอสัมผัสชนิดรีซิสตีฟจะดูดกลืนแสงมาก จึงทำให้ดูเหมือนกับว่าจอมีความสว่างลดลงมาก (มืดลง) ส่วนจอสัมผัสชนิดอินฟราเรดจะไม่ดูดกลืนแสงเลยทั้งนี้เป็นเพราะว่า จอสัมผัสชนิดนี้จะติดตั้งเฉพาะรอบ ๆ ขอบนอกของจอมอนิเตอร์เท่านั้น

ชนิดของจอสัมผัส	การดูดกลืนแสง	จำนวนจุดต่อแกน	การใช้งาน
รีซิสตีฟ (อนาลอก)	15-40 เปอร์เซ็นต์	4096*4096	-ลารใช้งานด้านกราฟิก -โปรแกรมที่ใช้เมาส์ -งานที่ซับซ้อน
รีซิสตีฟ (เมตริก)	15-40 เปอร์เซ็นต์	256*256	-ซอฟท์แวร์ทางด้านเมนู
อินฟราเรด	0 เปอร์เซ็นต์	100*80	-ห้องควบคุม -จอประมวลผล -ซอฟท์แวร์ทางด้านเมนู
คาปาซิตีฟ	15-20 เปอร์เซ็นต์	1000*1000	-การควบคุมการผลิต
SAW	8 เปอร์เซ็นต์	550*380	-ห้องควบคุม

ตารางที่ 1.1 แสดงคุณสมบัติของจอสัมผัสชนิดต่าง ๆ

1.3 วัตถุประสงค์ในการทำจอสัมผัส

ไม่เพียงแต่คีย์สวิทช์ (Key Switch) ในคอมพิวเตอร์เท่านั้นที่ใช้ระบบจอสัมผัส ในยุคที่ผ่านมาในการควบคุมการทำงานในฟังก์ชั่น (Function) ต่าง ๆ โดยมากมักจะใช้แผงควบคุมซึ่งประกอบด้วยสวิทช์กดและปุ่มควบคุมต่าง ๆ มากมาย พร้อมกับมีตัวอักษรสัญลักษณ์กำกับไว้เพื่อให้ทราบถึงหน้าที่ของแต่ละคีย์หรือบางครั้งมีหลอดไฟ หรือ ไดโอดเปล่งแสง (LED) ติดสว่างขึ้นแสดงถึงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของคีย์ (Key) ตัวนั้น ๆในกรณีที่มีฟังก์ชั่นที่จะต้องการควบคุมมากมายหลายฟังก์ชั่น จำนวนสวิทช์ที่ใช้ก็จะเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน แต่ในทางกลับกันแล้วการออกแบบโดยการใช้สวิทช์เป็นจำนวนมากนั้น มีความลำบากมากในการออกแบบและมีการทำงานที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น และสิ่งที่ตามมาก็คือราคาที่สูงขึ้นของระบบ ทางออกที่ดีอีกทางหนึ่งก็คือการนำเอาระบบจอสัมผัสมาใช้ในการควบคุมการทำงานในฟังก์ชั่นต่าง ๆ ดังกล่าวแทนระบบเดิม เนื่องจากว่าในระบบจอสัมผัสนั้นมีความสะดวกในการปรับเปลี่ยนตำแหน่ง ลักษณะการควบคุม หรือการเปลี่ยนสัญลักษณ์ หรืออักษรเป็นต้น นอกจากนั้นการเพิ่มหรือลดจำนวนของจุดสัมผัสควบคุมก็ยังกระทำได้ง่ายอีกเช่นกัน เพราะถูกกำหนดโดยการเปลี่ยนแปลงของซอฟท์แวร์เท่านั้นสิ่งที่ดึงดูดต่อการใช้งานก็คือให้ภาพกราฟิกแทนสัญลักษณ์หรืออักขระที่สวยขึ้น จึงทำให้น่าใช้ยิ่งขึ้น

สำหรับคนทั่วไปซึ่งไม่มีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำงานทางด้านคอมพิวเตอร์ได้โดยง่าย เพียงแค่ใช้นิ้วสัมผัสจอบริเวณคำสั่งที่ต้องการ คอมพิวเตอร์จะทำงานตามคำสั่งนั้นหรือการใช้งานทางด้านธุรกิจและธนาคาร เช่น เครื่องเอทีเอ็ม เพียงใช้นิ้วสัมผัสปุ่มเท่านั้น ก็จะสามารถเลือกจำนวนเงินที่จะถอนได้

1.4 ขอบเขตของงานที่ทำ

โครงงานที่ทำนี้เป็นจอสัมผัสแบบใช้แสงอินฟราเรดซึ่งประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟท์แวร์ (Software)

ส่วนของฮาร์ดแวร์จะเกี่ยวข้องกับวงจรตรวจจับหาตำแหน่งสัมผัสหน้าจอ ซึ่งจะได้ข้อมูลของตำแหน่งที่สัมผัส โดยวงจรตรวจจับหาตำแหน่งสัมผัสหน้าจอ ต้องทำควบคู่กับโปรแกรมสแกนหน้าจอ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 เป็นตัวอินเตอร์เฟสระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ และมีการใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลและวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (Analog to Digital Converter and Digital to Analog Converter : ADC&DAC) เพื่อช่วยลดอิทธิพลจากแสงสว่างที่มีผลต่อการทำงานของตัวตรวจจับตำแหน่งสัมผัสหน้าจอ และส่วนสุดท้ายคือการส่งโปรโตคอล (Protocol) เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ส่วนของฮาร์ดแวร์จึงสรุปได้ดังนี้

- ส่วนวงจรสแกนหน้าจอ
- ส่วนวงจร ADC&DAC
- ส่วนที่จะนำโปรโตคอลจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของซอฟท์แวร์ เป็นส่วนควบคุมให้ฮาร์ดแวร์ทั้งหมดทำงานสอดคล้องกัน ในการเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์แบ่งเป็น 2 แนวทางคือ

แนวทางแรก เขียนโปรแกรมตรวจจับตำแหน่งสัมผัสบนหน้าจอ เมื่อโปรแกรมนี้ตรวจพบตำแหน่งที่นิ้วมือเราสัมผัสหน้าจอแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ก็จะทำการตัดสินใจว่าควรจะส่งโปรโตคอลไปให้กับเมาส์ไดรเวอร์เป็นจำนวนกี่ชุดให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ (โปรแกรมเมาส์ไดรเวอร์คือโปรแกรมฝังตัวที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์) โดยโปรโตคอลนี้ได้มาจากการแซมปลิง (Sampling) ข้อมูลของเมาส์เคอร์เซอร์ที่เคลื่อนที่ไป 1 ตำแหน่ง เช่น ถ้าเรากำหนดจุดอ้างอิงไว้ที่มุมซ้ายบนของเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อเราสัมผัสหน้าจอที่ตำแหน่งห่างจากจุดอ้างอิงไป n ตำแหน่ง ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งโปรโตคอลไปให้กับเมาส์ไดรเวอร์เป็นจำนวน n ชุด

อีกแนวทางหนึ่งคือ เขียนโปรแกรมตรวจจับตำแหน่งสัมผัสหน้าจอเช่นเดิม และเมื่อตรวจพบตำแหน่งสัมผัสหน้าจอแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ก็จะทำการส่งตำแหน่งสัมผัสนั้นในรูปโคออร์ดิเนต (Coordinate) ไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เมาส์ไดรเวอร์ทำการเคลื่อนที่เมาส์เคอร์เซอร์ ไปยังตำแหน่งที่เราสัมผัส (โปรแกรมเมาส์ไดรเวอร์ในแนวทางนี้ จะต้องเขียนขึ้นมาใหม่แล้วติดตั้งไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีการทำงานที่สอดคล้องกันกับโปรแกรมตรวจจับตำแหน่งสัมผัสหน้าจอ เนื่องจากเมาส์ไดรเวอร์ที่มีอยู่ในท้องตลาดนั้นจะรับข้อมูลจากเมาส์ในรูปแบบของโปรโตคอล) โดยในโครงงานนี้เราจะเลือกใช้แนวทางแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

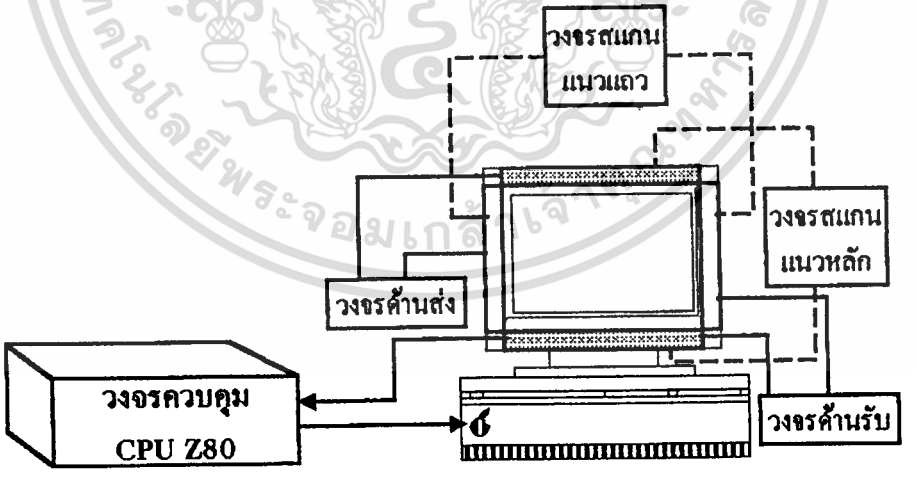
โครงงานจอสัมผัสนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟท์แวร์ (Software)

ส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ส่วนวงจรสแกนหน้าจอ ทำหน้าที่ตรวจจับการสัมผัสหน้าจอ ซึ่งต้องทำงานควบคู่ไปกับโปรแกรมสแกนหน้าจอ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นตัวอินเตอร์เฟสระหว่างวงจรและโปรแกรมสแกนหน้าจอ

2.2 ส่วนของวงจร ADC&DAC เป็นวงจรที่ช่วยลดอิทธิพลของแสงสว่าง ที่มีผลต่อระดับสัญญาณอ้างอิง (สัญญาณอ้างอิงคือ สัญญาณที่ใช้ตัดสินว่ามีการสัมผัสจอหรือยัง)

2.3 ส่วนของวงจรที่จะนำโปรโตคอล (Protocol) เข้าสู่พอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของเครื่องคอมพิวเตอร์

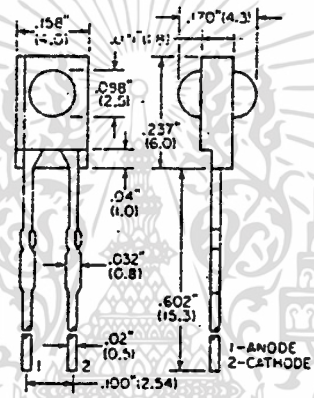


รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของวงจรทั้งหมดในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 วงจรสแกนหน้าจอ

ส่วนของวงจรสแกนหน้าจอประกอบด้วย วงจรแนวหลัก (Column) และวงจรแนวแถว (Row) ซึ่งทั้งสองแนวนั้นเราจะใช้ไดโอดอินฟราเรด (Diode Infrared) ในวงจรด้านส่ง และใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ในวงจรด้านรับ รูปร่างและลักษณะคุณสมบัติของไดโอดอินฟราเรดที่ใช้แสดงดังรูปที่ 2.2 ตารางที่ 2.1 และ รูปที่ 2.3 ดังนี้



รูปที่ 2.2 แสดงขนาดรูปร่างของไดโอดอินฟราเรด

Description		Bi-Directional IR LED
Min Power Output	P_O (mW)	1.8
Max Forward Voltage	V_F (V)	1.5
Reverse Voltage	V_R (V)	3.0
Dc Forward Current	I_F (mA)	50.0
Power Diss	P/Case (m/W)	75.0
Peak Emission Wavelength	λp (nm)	940.0
Beam Angles	θ_{HI} (Degree)	15.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของไดโอดอินฟราเรด

MLED77

TYPICAL CHARACTERISTICS

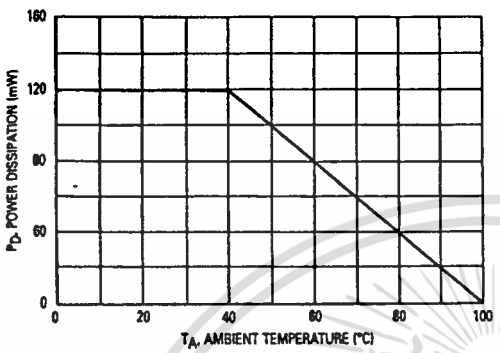


Figure 1. Power Dissipation

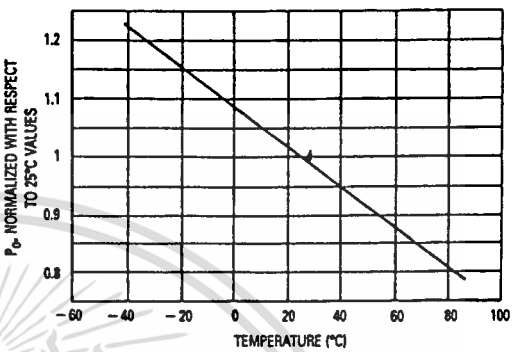


Figure 2. Instantaneous Power Output Ambient Temperature

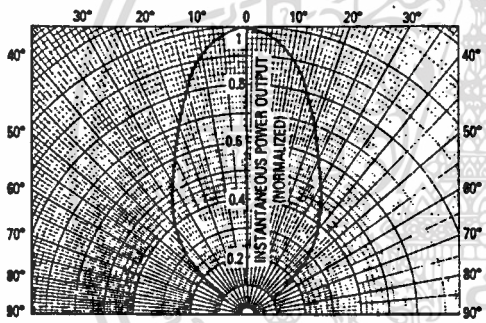


Figure 3. Spatial Radiation Pattern

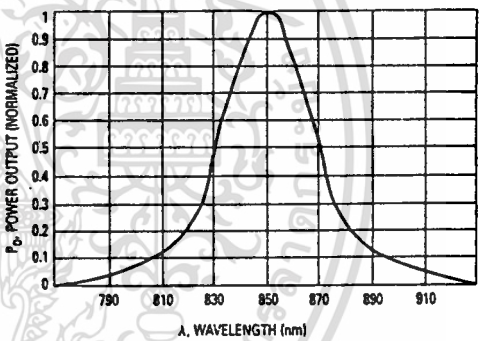


Figure 4. Relative Spectral Output

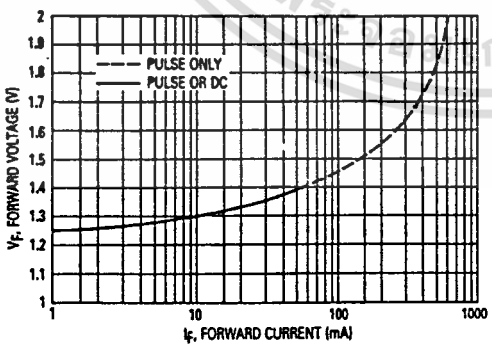


Figure 5. Forward Voltage versus Forward Current

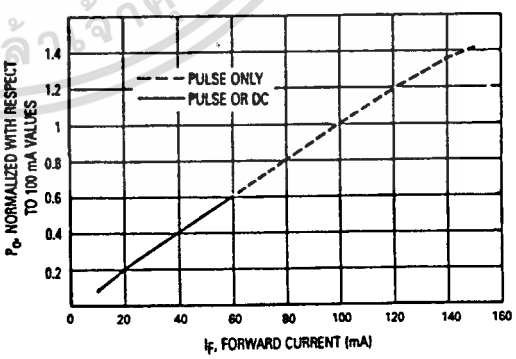
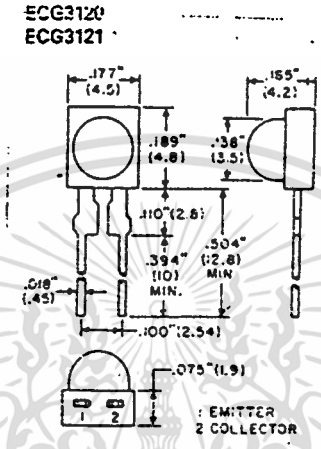


Figure 6. Instantaneous Power Output versus Forward Current

รูปที่ 2.3 กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดอินฟราเรดที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างและลักษณะคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ใช้แสดงรูปที่ 2.4 ตารางที่ 2.2 และ รูปที่ 2.5 ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงขนาดรูปร่างของโฟโตทรานซิสเตอร์

Description		NPN, Si, Darlington Visible & IR
Collector to Base Voltage	BV_{CBO} (V)	20.0
Max Collector Current	I_C (mA)	30.0
Max Dark Current	I_D at 25 ° C (nA)	500.0
Min Light Current	I_L (mA)	0.5
Max Power Diss at 25 ° C	P_t (mW)	100.0
Rise Time	T_r (μs)	100.0

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MRD701

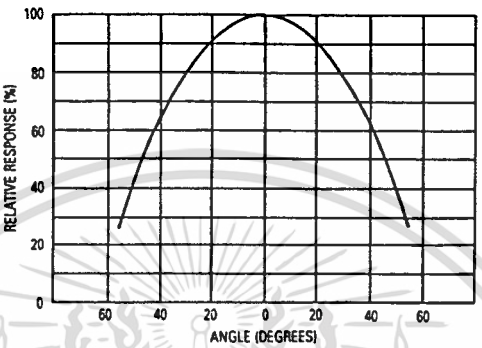


Figure 1. Angular Response

TYPICAL COUPLED CHARACTERISTICS USING MLED71 EMITTER AND MRD701 PHOTOTRANSISTOR DETECTOR

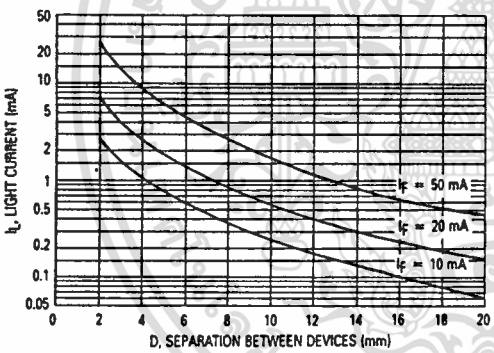


Figure 2. Continuous MRD701 Collector Light Current versus Distance from MLED71

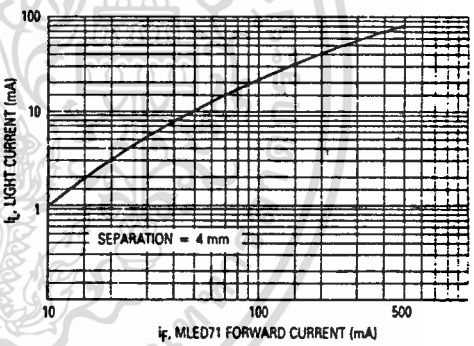
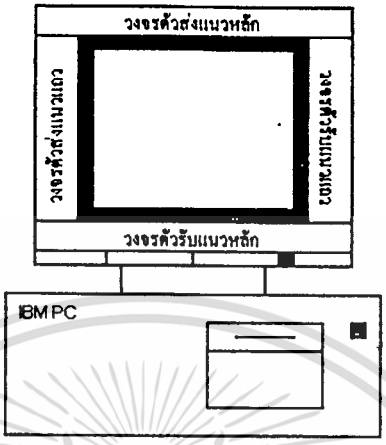


Figure 3. Instantaneous MRD701 Collector Light Current versus MLED71 Forward Current

รูปที่ 2.5 กราฟแสดงคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์

ฮาร์ดแวร์ของวงจรสแกนหน้าจอส่วนแนวหลักประกอบด้วย ตัวส่งแนวหลักโดยใช้ไดโอดอินฟราเรดเป็นตัวส่งอินฟราเรด และตัวรับแนวหลักโดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรด (Infrared Detector) ส่วนฮาร์ดแวร์ของวงจรสแกนหน้าจอส่วนแนวแถวก็จะประกอบด้วย ตัวส่งแนวแถวที่ใช้ไดโอดอินฟราเรดเป็นตัวส่งอินฟราเรด และตัวรับแนวแถวโดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรดเช่นกัน เมื่อนำเอาฮาร์ดแวร์ทั้งส่วนแนวหลักและส่วนแนวแถวไปประกอบบนหน้าจอจะได้ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงการนำเอาวงจรส่วนแนวหลักและแนวแถวไปติดตั้งบนหน้าจอ

การทำงานพื้นฐานของวงจรตัวส่งทั้ง 2 แนว จะทำงานคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เราจะทำการไบอัสตรง (Forward Bias) ให้แก่ไดโอดอินฟราเรด ในการไบอัสตรงนี้จะป้อนด้วยกระแสพัลส์ โดยกระแสพัลส์เพื่อการไบอัสตรงนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณ

ส่วนวงจรด้านรับทั้งสองแนว ก็มีการทำงานพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ โฟโตทรานซิสเตอร์จะถูกต่อในลักษณะวงจรอีมิตเตอร์ร่วม (Common Emitter) เพื่อให้ได้อัตราขยายแรงดันมากที่สุด สัญญาณที่ได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์ จะถูกต่อเข้าขาบวกของออปแอมป์คอมพาเรเตอร์ ส่วนขาลบของออปแอมป์จะต่อด้วยแรงดันอ้างอิง ออปแอมป์คอมพาเรเตอร์นี้จะใช้ในการตรวจสอบว่ามีการสัมผัสหน้าจอหรือยัง สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของออปแอมป์คอมพาเรเตอร์จะถูกส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลต่อไป

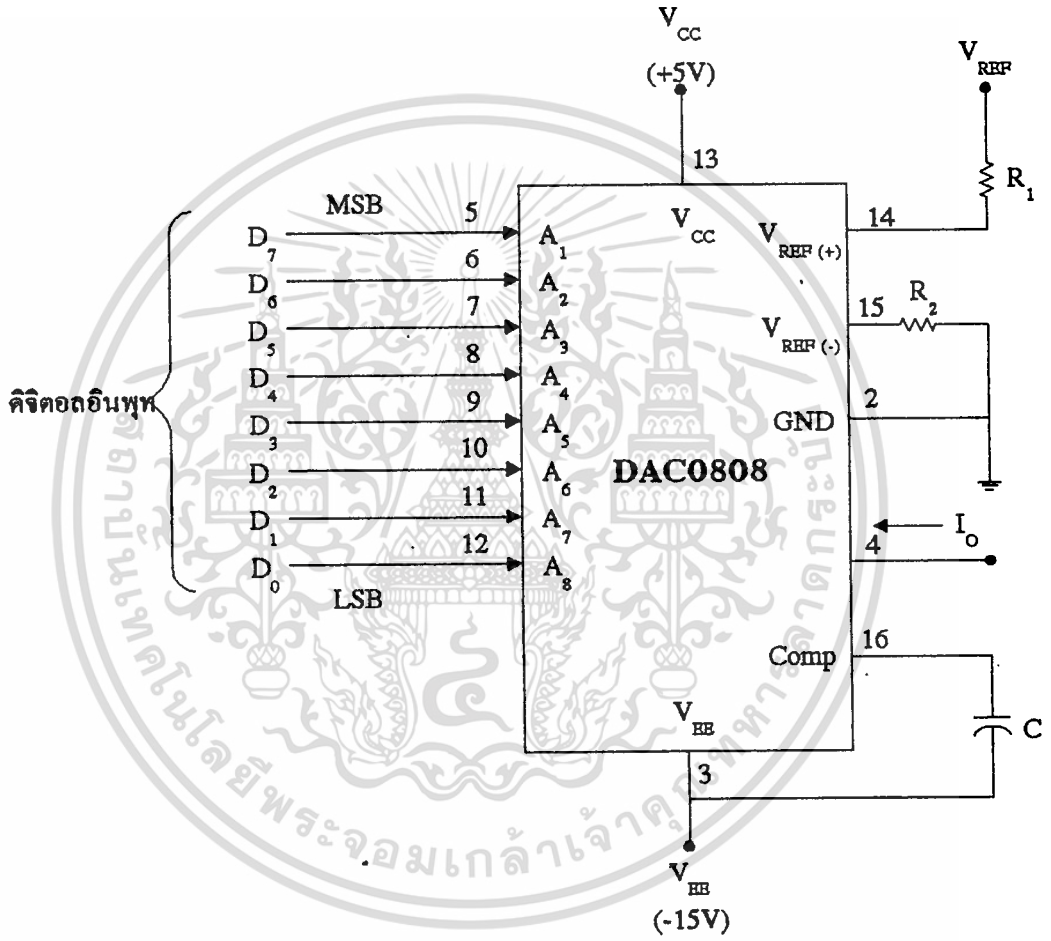
2.2 วงจร DAC & ADC

2.2.1 การแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก

หน้าที่หลักของตัวแปลงสัญญาณ DAC คือ การนำเอากลุ่มของบิตข้อมูลจากคอมพิวเตอร์หรือวงจรดิจิตอลอื่นๆและแปลงรูปแบบของบิตนั้นให้เป็นสัญญาณเสมือนระดับแรงดันที่ต่อเนื่อง ปกติแล้วรูปแบบของบิตที่ส่งผ่านตัวแปลงสัญญาณ DAC มักจะแสดงในรูปแบบเลขฐานสอง ระบบมีระดับสัญญาณเอาท์พุทของ DAC ควรจะเป็นระดับที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมีชิปของ DAC อยู่หลายชนิดตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.7 เป็นตัวอย่างของอุปกรณ์ DAC ของบริษัท NS ชื่อ DAC 0808 ซึ่งเป็นชิปแบบรับข้อมูลเข้า 8 บิตและมีกระแสเป็นเอาท์พุท กระแสเอาท์พุทขึ้นอยู่กับอินพุทไบนารี



รูปที่ 2.7 เป็นวงจรใช้งานทั่วไปของ DAC 0808

จากวงจรรูป 2.7 ของ IC เบอร์ DAC 0808 จะได้กระแสเอาท์พุทจากสูตร

$$-I_o = -V_{ref} / R_1 (D_7/2 + D_6/4 + D_5/8 + ...+ D_0/256) \quad (1)$$

ซึ่ง D_n = 1 หรือ 0

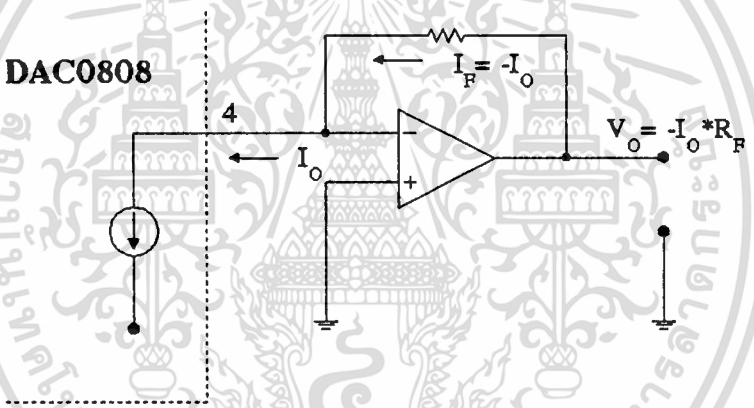
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติแล้วเรามักนิยมให้เอาท์พุทของคอนเวอร์เตอร์อยู่ในลักษณะของศักดามากกว่าอยู่ในรูปของกระแส เราสามารถทำได้โดยการต่อออปแอมป์เพิ่มที่ขา I_o ดังรูปที่ 2.8 สามารถจะได้ศักดาเอาท์พุทออกมา ดังสมการ

$$V_o = -I_o R_F \qquad (2)$$

และจากการ แทนค่า I_o จาก (1) ลงใน (2) จะได้

$$-V_o = V_{ref} (R_F / R_1) (D_7/2 + D_6/4 + D_5/8 + ...+ D_0/256) \qquad (3)$$



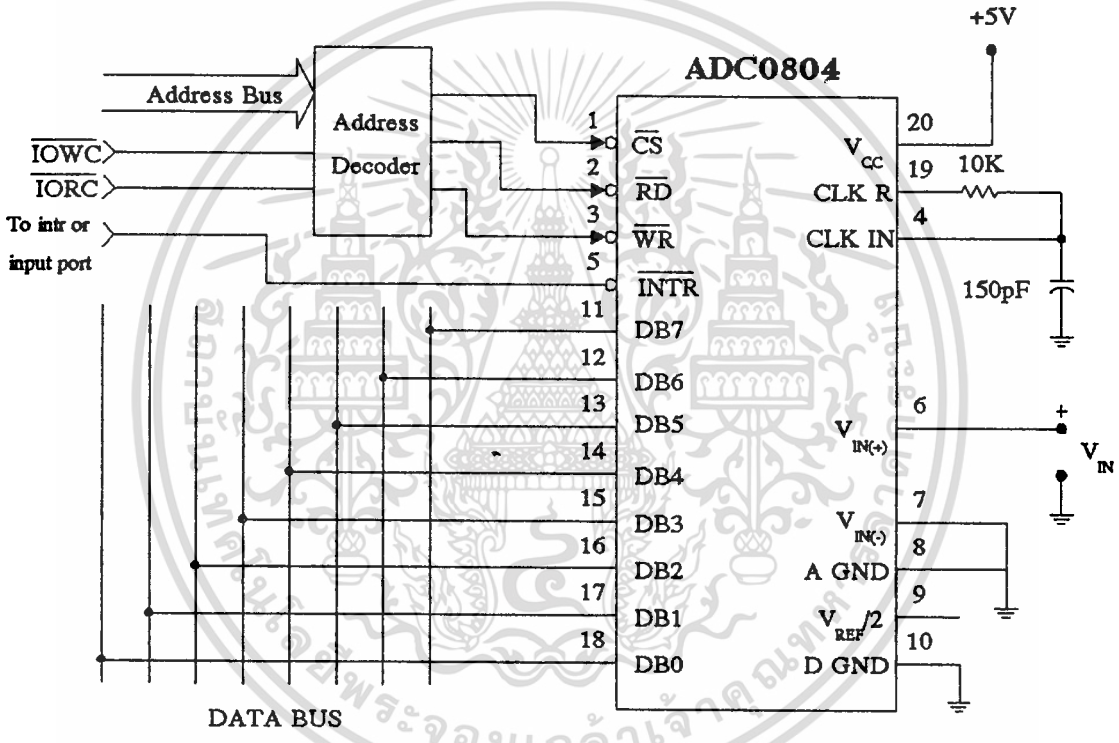
รูปที่ 2.8 การใช้ออปแอมป์เป็นตัวแปลงจากกระแสเป็นศักดาที่เอาท์พุทของ DAC 0808

2.2.2 การแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล

ปกติแล้วคอมพิวเตอร์มักมีการติดต่อกับอุปกรณ์ประเภทอนาลอกจึ งจำเป็นที่จะต้องมีการรับสัญญาณหรือรับข้อมูลเข้ามาเพื่อการประมวลผลต่อไป เช่น ในระบบนำวิถีจรวด ตัวคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณจากตัวทรานสดิวเซอร์แบบอินฟราเรดและตัวทรานสดิวเซอร์จะแสดงผลของความเร็วและตำแหน่งอื่น ๆ เพื่อให้กับคอมพิวเตอร์ไปประมวลผลกลับมาควบคุมการยิงและตำแหน่งการบินของจรวด พูดง่าย ๆสัญญาณของทรานสดิวเซอร์เป็นสัญญาณอนาลอก ตัว ADC CONVERTER คือตัวเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันวงจร ADC CONVERTER เรานิยมใช้เป็นไอซี ADC มากกว่าการต่อเป็นวงจร ตัวอย่างอุปกรณ์ ADC ก็คือ ADC 0804 ดังรูปที่ 2.9 แสดงถึงการใช้งานของไอซี ADC 0804 ซึ่งออกแบบให้ใช้งานในระบบคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) โดยเฉพาะ เนื่องจากมีขา CS (Chip Select), RD (Read), WR (Write) และขา INTR (Interrupt Request) ADC 0804 ใช้ 8 บิต แบบSAR (Sucessive Approximation Registor)



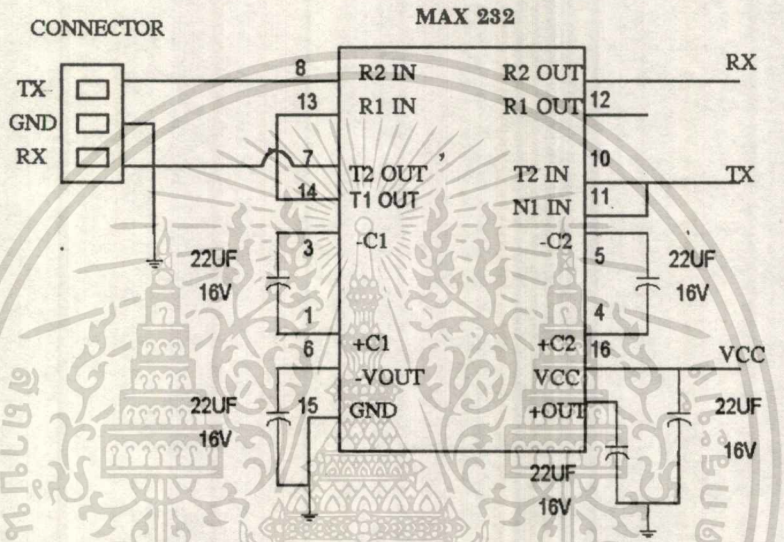
รูปที่ 2.9 แสดงการต่อ ADC 0804 กับไมโครคอมพิวเตอร์

เมื่อทำการแปลงสัญญาณ สัญญาณนาฬิกาจะสามารถต่อได้จากวงจร RC ภายนอก สังเกตว่าสายเอาท์พุทจะต่อเข้ากับบัสข้อมูล (Data Bus) เพราะว่าภายใน ADC มีตัวค้างค่า (latch) แบบสามสภาวะ (tri state) เอาท์พุทของตัวค้างค่าจะสามารถสั่งได้เมื่อมีสัญญาณระดับต่ำมาที่ขา CS และขา RD ขา INTR จะเป็นระดับต่ำเมื่อจบการแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วงจรควบคุมการนำโปรโตคอลเข้าสู่คอมพิวเตอร์

สัญญาณที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่ในรูปของโปรโตคอล จะเข้าสู่คอมพิวเตอร์ได้โดยการใช้ตัว MAX232 ซึ่งเป็นตัวแปลงระดับสัญญาณจาก TTL ให้อยู่ในรูปของสัญญาณมาตรฐาน RS-232 เพื่อนำโปรโตคอลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.10 แสดงวงจร MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

รายละเอียดในการออกแบบและวิธีสร้างฮาร์ดแวร์

โครงงานจอสัมผัสนี้มีส่วนฮาร์ดแวร์ทั้งหมด 3 ส่วนคือ

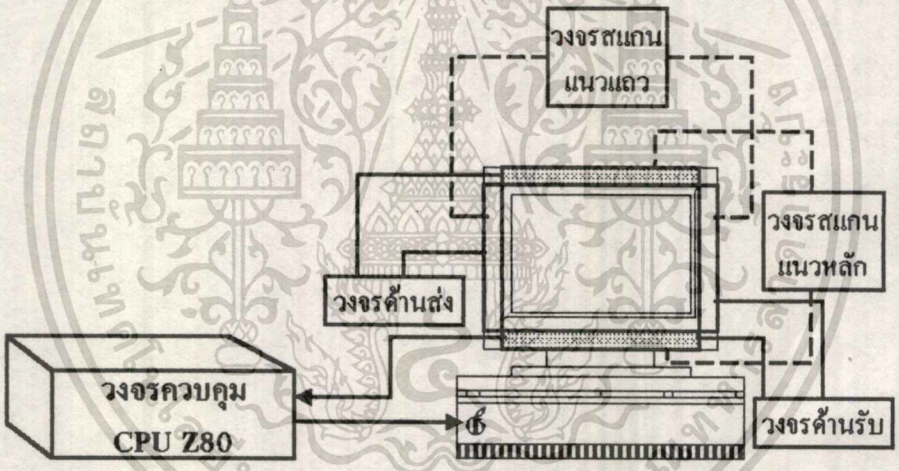
3.1 วงจรสแกนหน้าจอ

3.1.1 วงจรสแกนด้านส่ง

3.1.2 วงจรสแกนด้านรับ

3.2 วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC) และวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (DAC)

3.3 วงจรอินเตอร์เฟส RS 232C



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อวงจรทั้งหมดโดยรวม

3.1 วงจรสแกนหน้าจอ

ทั้งวงจรสแกนแนวหลักและแนวแถว ต่างมีวงจร และหลักการทำงานที่เหมือนกัน จะต่างกันก็เพียงจำนวนเส้นสแกน และลำดับการทำงาน คือ วงจรสแกนแนวหลักจะมีเส้นสแกนหรือจำนวนหลอดรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรดเท่ากับ 64 คู่ และทำการสแกนก่อน ในขณะที่วงจรสแกนแนวแถวจะมีหลอดรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด 48 คู่ และจะทำการสแกนก็ต่อเมื่อ วงจรสแกนแนวหลักได้ตรวจพบการสัมผัสแล้ว โดยทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยวงจรควบคุม (Control circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

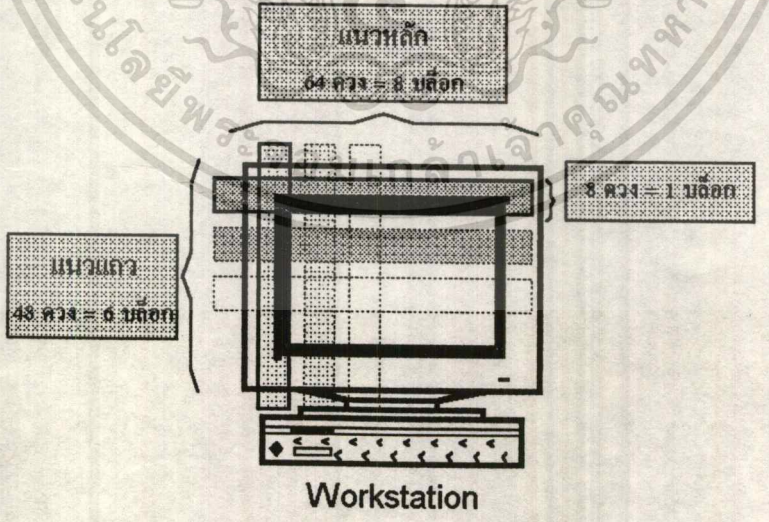
ลำดับการทำงานและการควบคุมจะถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมหลัก (Main Program) โดยโปรแกรมหลักจะทำการเรียกโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมวงจรสแกนแต่ละส่วน รวมถึงนำค่าที่ได้จากวงจรสแกนไปคำนวณหาพิกัดจุดสัมผัสและควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์ ทั้งหมดจะกล่าวถึงในส่วนซอฟท์แวร์ต่อไป

ทั้งวงจรสแกนแนวหลักและแนวแถว จะถูกแบ่งการสแกนออกเป็นบล็อก (Block) โดยแต่ละบล็อกจะทำการสแกนทีละ 8 ควง เพื่อให้ค่าที่อ่านได้จากวงจรสแกนแต่ละบล็อกมีขนาดความยาว 8 บิต พอดีกับขนาดความยาวข้อมูลในการประมวลผลของไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 และง่ายต่อการออกแบบวงจรสแกนแต่ละแนว วงจรสแกนแนวหลักและแนวแถว ประกอบด้วย

-วงจรสแกนด้านส่ง

-วงจรสแกนด้านรับ

การควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์ จะควบคุมโดยการส่งเมาส์โปรโตคอล (Mouse Protocol) ให้มีจำนวนโปรโตคอลและทิศทางตามที่ต้องการผ่านทางพอร์ตอนุกรมและใช้เมาส์ไดรเวอร์ ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์อีกครั้งหนึ่ง การทำงานในลักษณะดังกล่าวนี้จึงเปรียบได้กับเมาส์ แต่จะต่างกันก็คือ เมาส์จะไม่ทำการจดจำตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์ที่ตำแหน่งใด ๆ ในขณะที่วงจรจอสัมผัสจะจดจำตำแหน่งเดิม และการเคลื่อนที่จะสัมพัทธ์กับตำแหน่งเดิมเสมอ



รูปที่ 3.2 แสดงการสแกนเป็นบล็อกของวงจรสแกนแนวหลักและแนวแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 วงจรสแกนด้านส่ง

037099

จะทำการส่งสัญญาณอินฟราเรด โดยการไบอัสตรงให้กับไดโอดอินฟราเรด ในการควบคุมการส่งสัญญาณจะทำโดยการควบคุมการไบอัสหรือควบคุมทิศทางการไหลของกระแสผ่านไดโอดอินฟราเรด เราใช้ IC 74LS245 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ในวงจรดิจิตอลทั่วไป ในการควบคุมทิศทางการไหลของกระแส เนื่องจาก IC ดังกล่าวมีโครงสร้างแบบทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติขับกระแสได้สูงเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ IC ทั่วไป และเมื่อเอาท์พุท (output) มีสถานะต่ำ (low state: 0) จะดึงกระแส (sink) ได้สูงประมาณ 20-30 มิลลิแอมป์ ในขณะเดียวกันเมื่อเอาท์พุทมีสถานะสูง (high state:1) และสถานะ high impedance จะดันกระแส (souce) ได้ต่ำประมาณ 20 ไมโครแอมป์ หรือประมาณค่าเท่ากับกระแสรั่วไหล (leakage current: I_0)

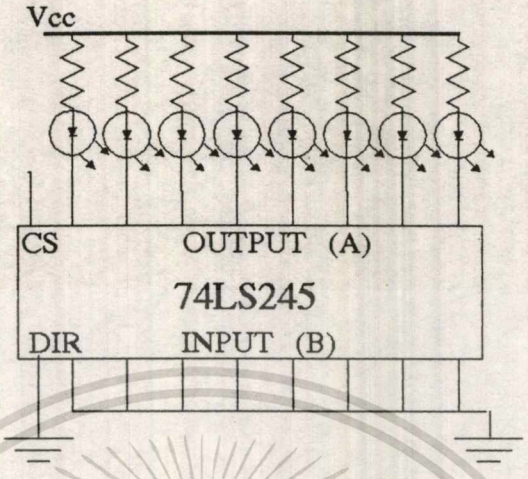
จากคุณสมบัติของ IC 74LS245 ดังกล่าว เราจึงสามารถควบคุมทิศทางการไหลของกระแสได้โดยการควบคุมสถานะของเอาท์พุทดังกล่าว และเนื่องจากเป็นบัฟเฟอร์ 2 ทิศทาง เราจึงกำหนดให้ด้านหนึ่งเป็นอินพุทมีสถานะเป็น 0 และกำหนดให้อีกด้านหนึ่งเป็นเอาท์พุท การกำหนดให้ด้านใดเป็นอินพุทด้านใดเป็นเอาท์พุทก็โดยการกำหนดทิศทางที่ขา direction (pin 1) เนื่องจาก IC เมื่อไม่มีการสั่งให้ทำงาน (Non-active) จะให้เอาท์พุทที่สถานะ high-impedance ซึ่งให้กระแสต่ำ และจากการกำหนดให้ขาอินพุทมีสถานะเป็น 0 ซึ่งเมื่อสั่งให้ทำงาน (Active) จะให้เอาท์พุทมีสถานะ 0 ซึ่งจะดึงกระแสสูง ฉะนั้น เมื่อเรามีการจัดขาสัญญาณตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงเป็นการง่ายในการควบคุมทิศทางการไหลของกระแสคือ เพียงควบคุม IC นั้น ๆ ให้ Active หรือ Nonactive โดยการควบคุมขา chip-select (cs) หรือขา 19

หมายเหตุ คุณสมบัติทางไฟฟ้า และขาสัญญาณของ IC 74LS245 สามารถดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก

จากรูป 3.3 แสดงให้เห็นถึงการจัดขาสัญญาณให้ง่ายในการควบคุมทิศทางการไหลของกระแส โดยตัวต้านทานในวงจรจะทำการจำกัดปริมาณกระแสให้พอเหมาะ คือ

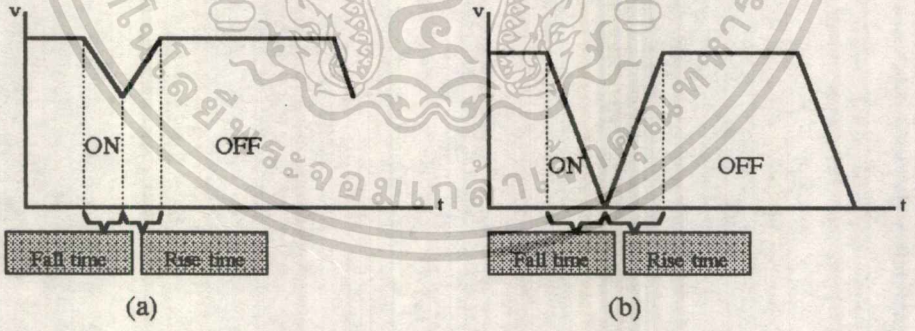
เนื่องจากวงจรทางด้านรับ ซึ่งใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ในการรับสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งถูกไบอัสให้ทำงานในคลาส D หรือทำงานเป็นสวิทช์ ในการ ON-OFF แต่ละครั้งจะเกิดช่วงเวลาหน่วง (Rise-time และ Fall-time) ขึ้น ทำให้การตรวจสอบการสัมผัสผิดพลาดไป ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาในการ ON-OFF ให้มากขึ้นเพื่อลดผลของ Delay-time ดังกล่าว ในส่วนการตรวจสอบการสัมผัสจะได้มีการกล่าวถึงต่อไปในวงจรสแกนด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรสแกนด้านส่งขนาด 1 บล็อก

ที่วงจรสแกนด้านส่ง เนื่องจากการต้องเพิ่มระยะเวลาในการ ON ให้มากขึ้นเป็นผลให้มีกระแสไหลผ่าน IC เป็นเวลานาน และในการสแกนแต่ละบล็อกจะทำการขับไดโอดอินฟราเรดพร้อมกันเป็นจำนวน 8 ดวง ทำให้มีกระแสไหลผ่าน IC เป็นจำนวนมาก ทำให้ IC ร้อนและอาจเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการใส่ตัวต้านทานเพื่อควบคุมปริมาณกระแสให้พอเหมาะ



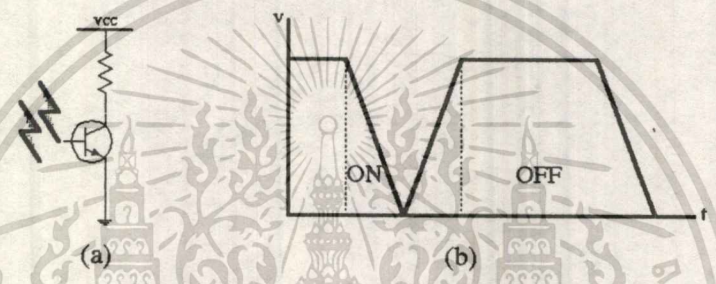
รูปที่ 3.4 การตอบสนองสัญญาณของทรานซิสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิทช์
(a) เมื่อเวลาในการ ON-OFF สั้นเกินไป
(b) เมื่อมีการเพิ่มเวลาในการ ON-OFF

การควบคุมให้แต่ละบล็อกทำงานนั้น จะถูกสั่งงานโดยตรงจากไมโครโปรเซสเซอร์ (Z80) ผ่านทางพอร์ตขนาน ของ IC 8255 (NMOS Programmable Peripheral Interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

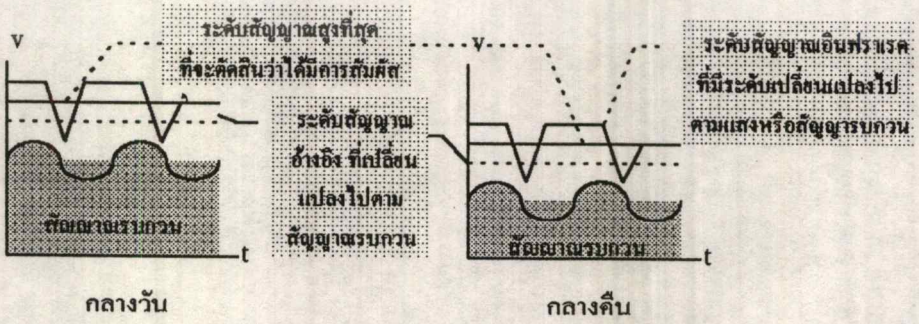
3.1.2 วงจรสแกนด้านรับ

วงจรด้านรับนี้จะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับรังสีอินฟราเรด ซึ่งโฟโตทรานซิสเตอร์จะถูกจัดวงจรเป็นแบบ Common emitter ในลักษณะของสวิทช์ แต่ในทางปฏิบัตินั้น บางครั้งมันก็ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เสียทีเดียว สาเหตุคือ สัญญาณที่รับได้มีค่าต่ำ ประกอบกับสัญญาณรบกวนมีค่าสูงเมื่อเทียบกับสัญญาณที่รับได้ เช่นแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และแสงจากดวงอาทิตย์ ทำให้มันทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณ Class A ซึ่งมีอัตราขยายแรงดันสูงแทน



รูปที่ 3.5 (a) แสดงการต่อโฟโตทรานซิสเตอร์
(b) แสดงลักษณะการตอบสนองสัญญาณของโฟโตทรานซิสเตอร์

การเพิ่มอัตราขยายโดยการเพิ่มจำนวนวงจรขยายหรือเพิ่มจำนวน stage กลับจะยิ่งทำให้อัตราขยายของวงจรโดยรวมลดลง เนื่องจากวงจรขยาย Common Emitter มีเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ต่ำ และเมื่อนำมาต่อกันเข้าหลาย ๆ stage จึงกลับทำให้อัตราขยายรวมของวงจรลดลง และเป็นการไม่สะดวกถ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

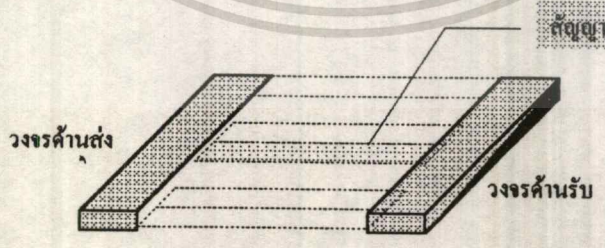
รูปที่ 3.6 แสดงผลของสัญญาณรบกวนแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันและกลางคืน

หากต้องต่อวงจรขยายหลายวงจร เนื่องจากจำนวนตัวรับในวงจรสแกนด้านรับมีจำนวนมาก ซึ่งจะเป็นการยากที่จะออกแบบให้ตัวรับทุกตัวมีอัตราขยายและมีอัตราการตอบสนองต่อสัญญาณให้เหมือนหรือใกล้เคียงกัน

แสงอาทิตย์เป็นสัญญาณรบกวนที่ดูจะมีอิทธิพลมากที่สุด ที่ทำให้การทำงานของวงจรผิดพลาดไป ทั้งนี้เนื่องจากว่า แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงและมีความเข้มแสงมากเมื่อเทียบกับสัญญาณอินฟราเรด โดยการรบกวนจะมีลักษณะคือ ในเวลากลางวันสัญญาณรบกวนจะมีความเข้มสูงมาก ในขณะที่เวลากลางคืนหรือช่วงเย็นกลับมีความเข้มต่ำ การลดผลของสัญญาณรบกวนนี้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สัญญาณผลต่างในการลดสัญญาณโหมดร่วม การเพิ่ม S/N โดยการเพิ่มกำลังส่ง เป็นต้น แต่ในโครงงานจะทำใน 2 ลักษณะคือ

- การป้องกันแสงอาทิตย์มิให้รบกวนหรือมิให้ตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์โดยตรง และ
- การปรับระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการตัดสินการสัมผัสหน้าจอ

ในการเลือกวิธีลดผลการรบกวนจากแสงอาทิตย์ดังกล่าว เนื่องมาจากข้อจำกัดหลายประการ เช่น เรื่องพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในกรณีเพิ่มพลังงานในการส่งสัญญาณ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่วงจรสแกนด้านส่ง จะทำให้การทำงานของวงจรมีประสิทธิภาพต่ำลงและอาจทำให้อุปกรณ์เสีย หายได้ในที่สุด หรือข้อจำกัดเรื่องการตอบสนองต่อสัญญาณของวงจรด้านรับ เช่นโฟโตทรานซิสเตอร์หรือวงจรเปรียบเทียบ (comparator) ซึ่งมีหลายชุด จึงเป็นการยากที่จะออกแบบให้อัตราขยายในวงจรแต่ละชุดทำงานมีการตอบสนองสัญญาณได้ใกล้เคียงกัน ฉะนั้นการเลือกวิธีลดผลการรบกวนของแสงอาทิตย์จึงต้องเป็นไปในลักษณะดังกล่าว



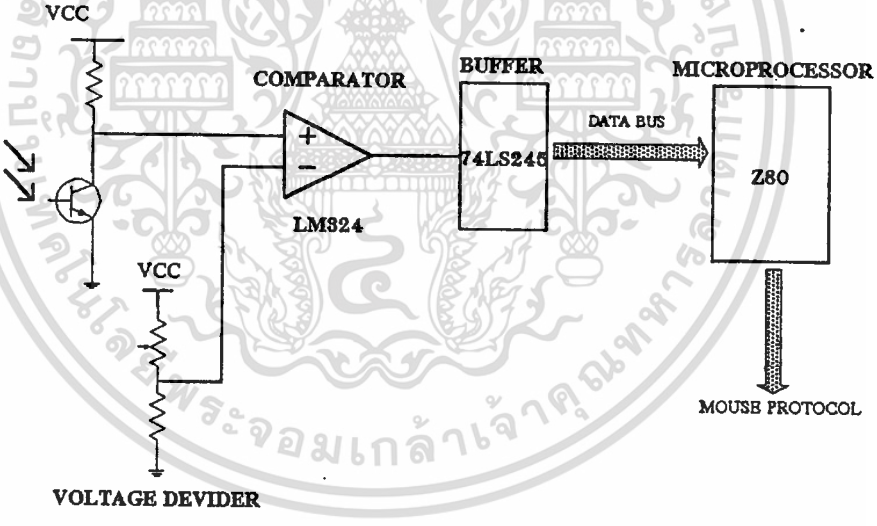
รูปที่ 3.7 แสดงการลดผลของสัญญาณรบกวนจากแสง

การป้องกันมิให้แสงอาทิตย์ซึ่งมีความเข้มของสัญญาณสูงตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์โดยตรง อาจทำได้โดยการปิดหรือลดทอนแสงอาทิตย์ในส่วนที่ไปตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงเช่น การทำฝาครอบปิดในทิศทางที่จะไม่ไปบดบังสัญญาณอินฟราเรดจากวงจรด้านส่ง วิธีการนี้ช่วยลดผลของสัญญาณรบกวนได้บ้างแต่ก็ไม่หมดเสียทีเดียว เนื่องจากสัญญาณรบกวนมีขนาดสูงมาก ในขณะที่สัญญาณอินฟราเรดมีขนาดเล็ก วิธีนี้ช่วยให้วงจรรับทำงานได้บ้างแต่ก็อาจผิดพลาดได้ ถ้ากรณีสัญญาณรบกวนมีความเข้มสูง เช่น เวลากลางวันหรือเมื่อมีแดดจัด

ขั้นที่สองซึ่งใช้ร่วมกับวิธีแรกคือ การกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการตัดสินการสัมผัส คือแทนที่เราจะกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการตัดสินการสัมผัสให้มีค่าคงที่ เช่นการใช้ IC TTL คือถือเอาขนาดสัญญาณที่มีขนาดต่ำกว่า 3 โวลต์เป็นระดับต่ำ (Low: 0) และสัญญาณที่มีขนาดสูงกว่า 3.3 โวลต์เป็นระดับสูง (High: 1) ก็ให้มีการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอ้างอิงตามระดับสัญญาณรบกวน เนื่องจากสัญญาณรบกวนจากแสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป คือไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด ทำให้เราสามารถควบคุมระดับสัญญาณอ้างอิงได้ทัน



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรสแกนด้านรับ

ดังนั้นจึงเลือกใช้ OP-AMP มาต่อในลักษณะของวงจรเปรียบเทียบ โดยขาบวก (V+) เป็นสัญญาณขาเข้าซึ่งต่อมาจากโฟโตทรานซิสเตอร์ และขาลบ (V-) จะเป็นสัญญาณอ้างอิง ระดับสัญญาณอ้างอิงนั้นจะถูกกำหนดโดยวงจร DAC ซึ่งมีการแลทช์ (Latch) ค่าไว้ ค่าสัญญาณอ้างอิงที่กำหนดผ่านวงจร DAC จะถูกควบคุมโดยโปรแกรมและวงจรควบคุม ซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนวงจร ADC-DAC และในส่วนซอฟท์แวร์ต่อไป

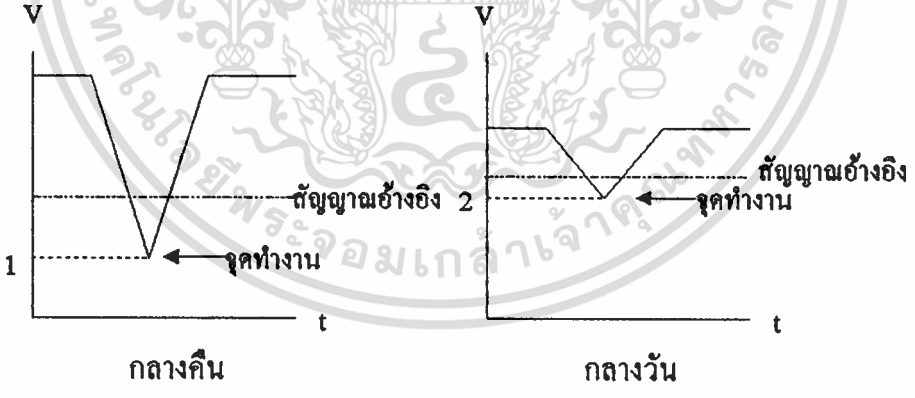
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการอ่านค่าจะกระทำพร้อม ๆ กับการสั่งให้วงจรทางด้านส่งทำงานคือส่งสัญญาณอินฟราเรด โดยที่ IC 74LS245 ในวงจรด้านรับจะทำหน้าที่อ่านค่าที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบซึ่งทำหน้าที่ตัดสินว่ามีการสัมผัสหรือไม่ให้ไปปรากฏที่สายสัญญาณข้อมูล (Data bus) ของไมโครโปรเซสเซอร์

3.2 รายละเอียดในการสร้างวงจร ADC&DAC

จากการทดลองที่ได้ศึกษามา พบว่ากราฟคุณสมบัติของโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอิทธิพลของแสงสว่าง คุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วเห็นได้ชัดเจน คือ ช่วงจุดทำงาน (Operating Point) จะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสง ปัญหานี้จะมีผลต่อโครงงาน

จอสัมผัสมาก ดังรูปที่ 3.9 กล่าวคือ ถ้าแสงมีความเข้มน้อย เช่นในเวลากลางคืน จุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์จะลดลง ทำให้ต้องตั้งค่าสัญญาณอ้างอิงไว้ที่ค่าหนึ่ง (สัญญาณอ้างอิง คือสัญญาณที่ตั้งขึ้นไว้เพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์ว่ามีการสัมผัสจอหรือยัง) และถ้าแสงมี

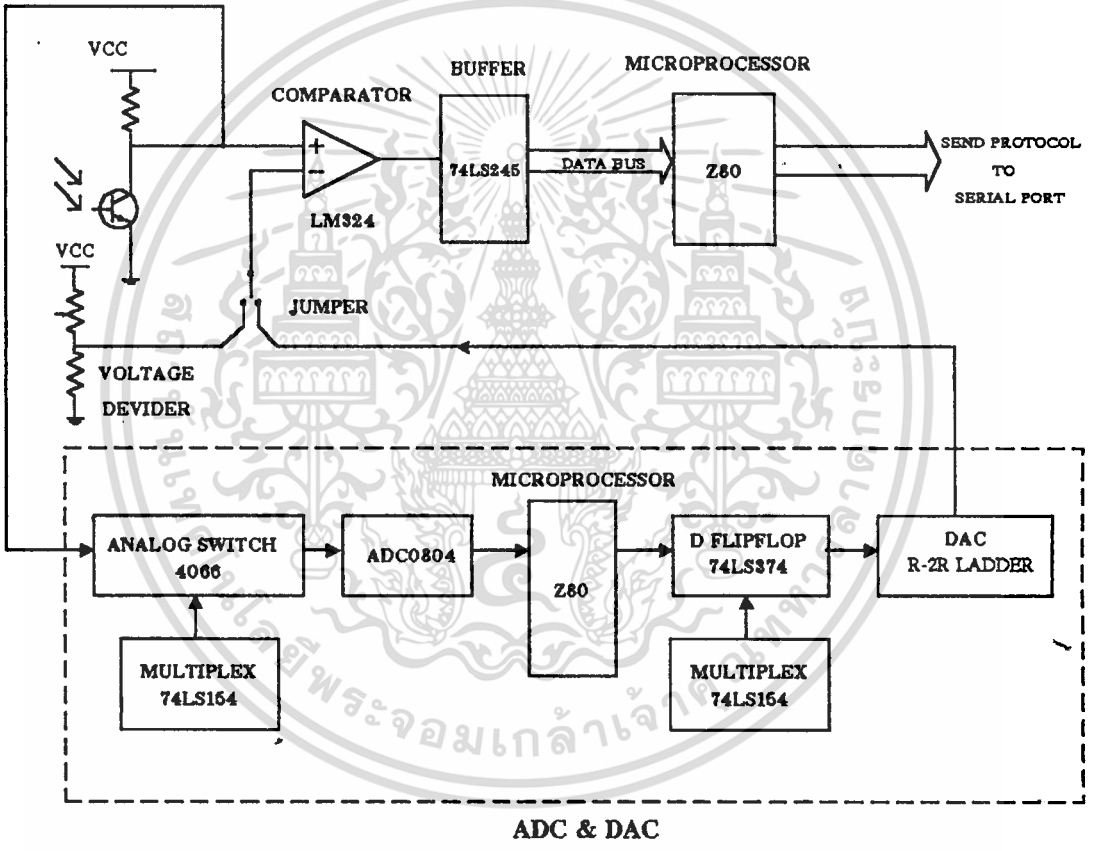


รูปที่ 3.9 กราฟแสดงจุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ที่ความเข้มแสงต่างกัน

ความเข้มมาก จุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์จะเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องตั้งค่าสัญญาณอ้างอิงไว้ที่อีกค่าหนึ่ง เห็นได้ว่าจะต้องมีระดับสัญญาณอ้างอิงถึงหลายค่า สำหรับการตรวจจับว่ามีการสัมผัสจอหรือยัง ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างวงจร ADC&DAC ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.10 จะเห็นว่าวงจร ADC&DAC จะทำการสุ่มสัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์เข้าไปยังวงจร ADC แล้ววงจร ADC จะได้นำข้อมูลสัญญาณนี้ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Z80 ประมวลผลว่าสัญญาณที่ได้อันนี้ คือสัญญาณจากสภาวะที่มีความเข้มของแสงมากหรือน้อย เพื่อจะได้ส่งสัญญาณอ้างอิงที่สอดคล้องกับแต่ละสภาวะ ออกทางวงจร DAC เพื่อไปแทนที่ระดับสัญญาณอ้างอิงเดิม ทำให้วงจรคอมพาเรเตอร์สามารถตรวจสอบว่ามีการสัมผัสจอหรือยังได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 3.10 แสดงรายละเอียดของวงจร ADC&DA

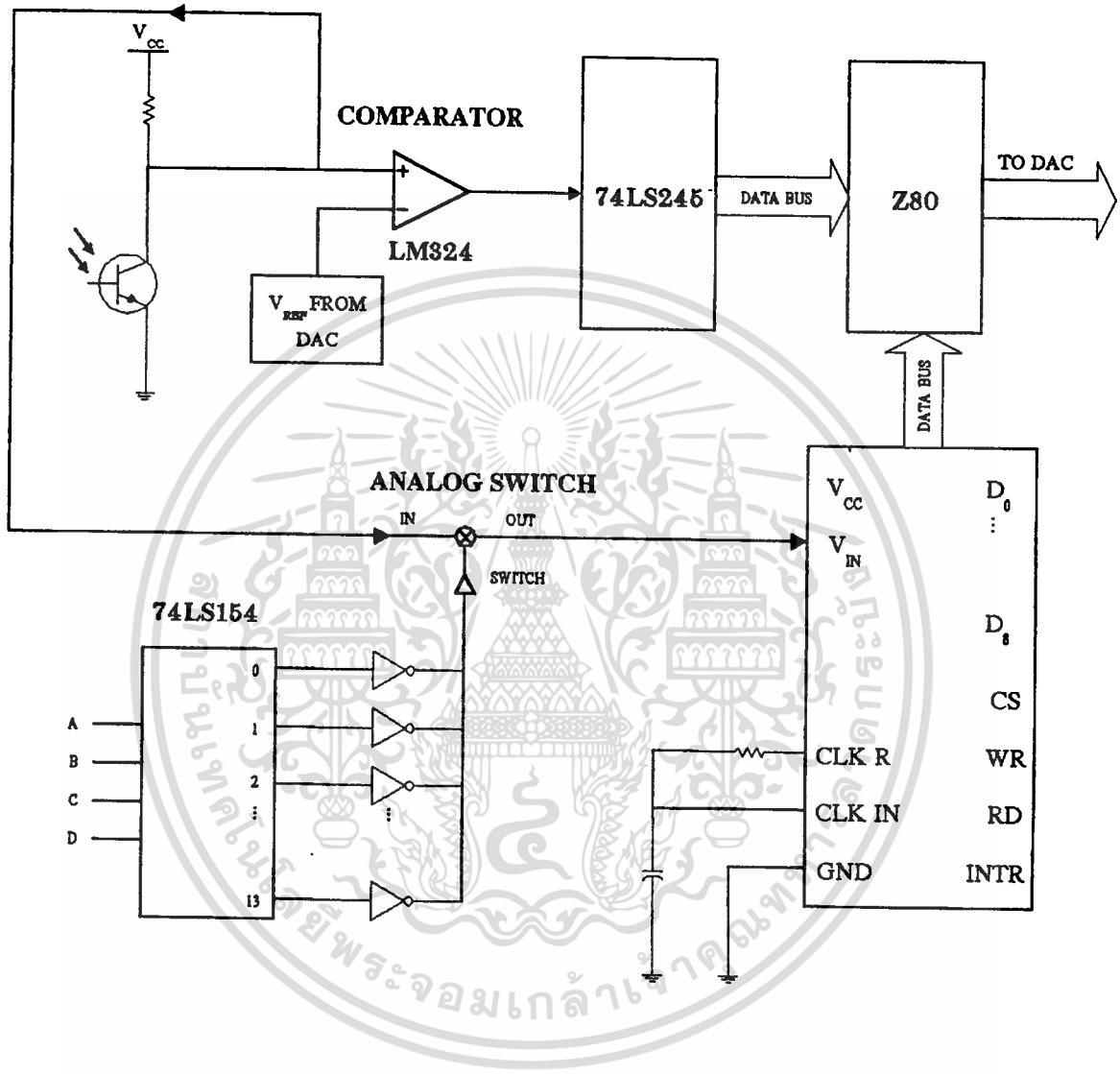
รายละเอียดในวงจร ADC&DAC มีส่วนประกอบดังนี้คือ

- ส่วนของวงจร ADC ประกอบไปด้วย Analog Switch ใช้เบอร์ CMOS 4066 , Multiplex ใช้เบอร์ 74LS154 และส่วนสุดท้ายใช้ ADC 0804

- ส่วนของวงจร DAC ประกอบไปด้วย D FLIP FLOP ใช้เบอร์ 74LS374 , Multiplex ใช้เบอร์ 74LS154 และส่วนสุดท้ายใช้ R-2R LADDER เป็นวงจร DAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

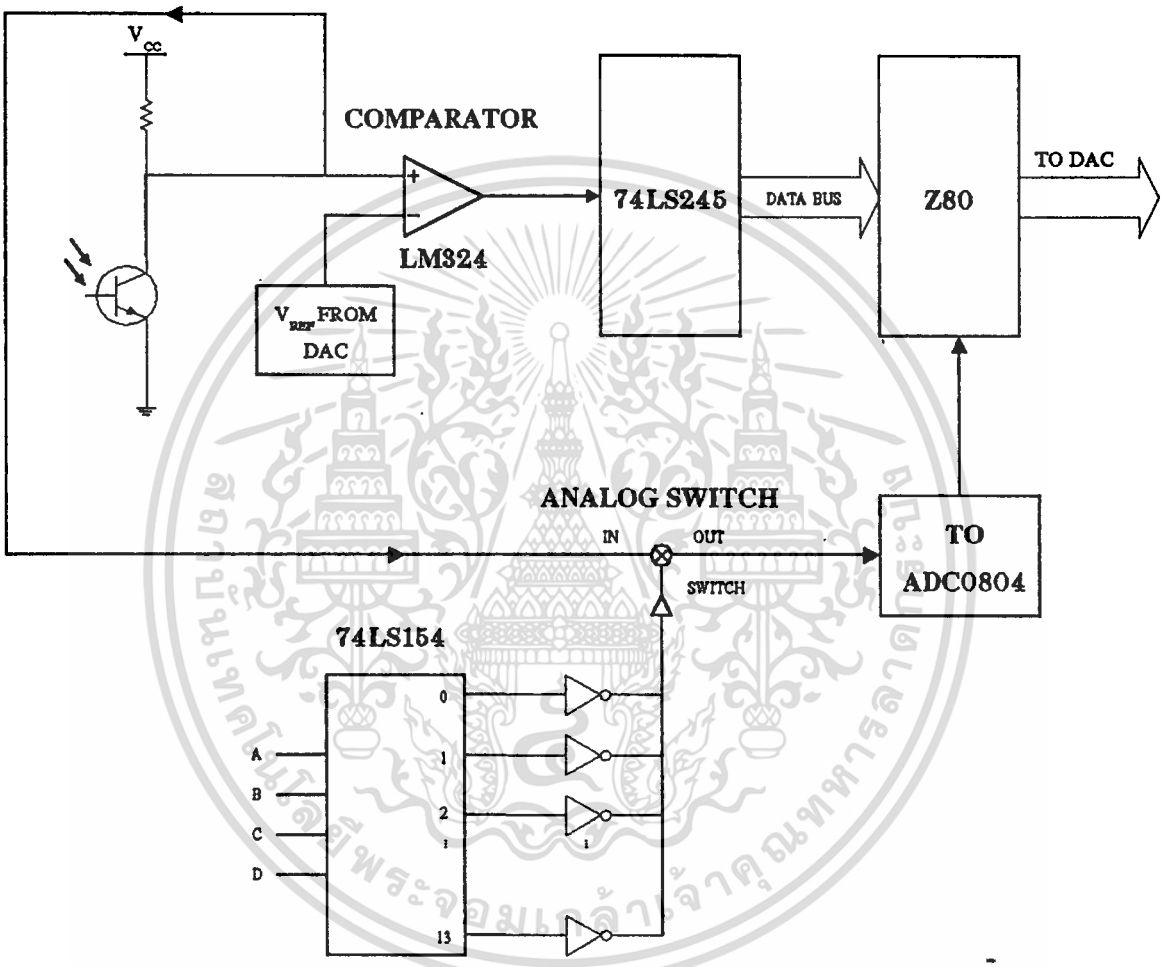
3.2.1 วงจร ADC รายละเอียดของวงจร ADC แสดงได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงรายละเอียดของวงจร ADC

จากรูป 3.11 วงจร ADC สร้างขึ้นมาเพื่อทำการสุ่มระดับสัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งสัญญาณที่วงจร ADC สุ่มขึ้นมานั้นเป็นสัญญาณที่ได้จากหลอดซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละบล็อก เราจะทำการสุ่มสัญญาณจากทุกบล็อก ซึ่งมีทั้งหมด 14 บล็อก (แนวหลัก 8 บล็อกและแนวแถว 6 บล็อก) สำหรับเหตุผลที่ต้องสุ่มสัญญาณจากทุกบล็อกก็เพราะว่า แต่ละบล็อกนั้นมีจุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ต่างกัน สัญญาณอ้างอิงที่ใช้จึงนำมาอ้างอิงร่วมกันไม่ได้ จึงทำให้ต้องมีการสุ่ม

สัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์ทุกบล็อก เพื่อส่งสัญญาณอ้างอิงที่ได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทลเลอร์ไปให้แต่ละบล็อกได้มีสัญญาณอ้างอิงเป็นของตนเอง ทำให้การทำงานของตัวตรวจจับการสัมผัสหน้าจอเป็นไปอย่างถูกต้องมากขึ้น

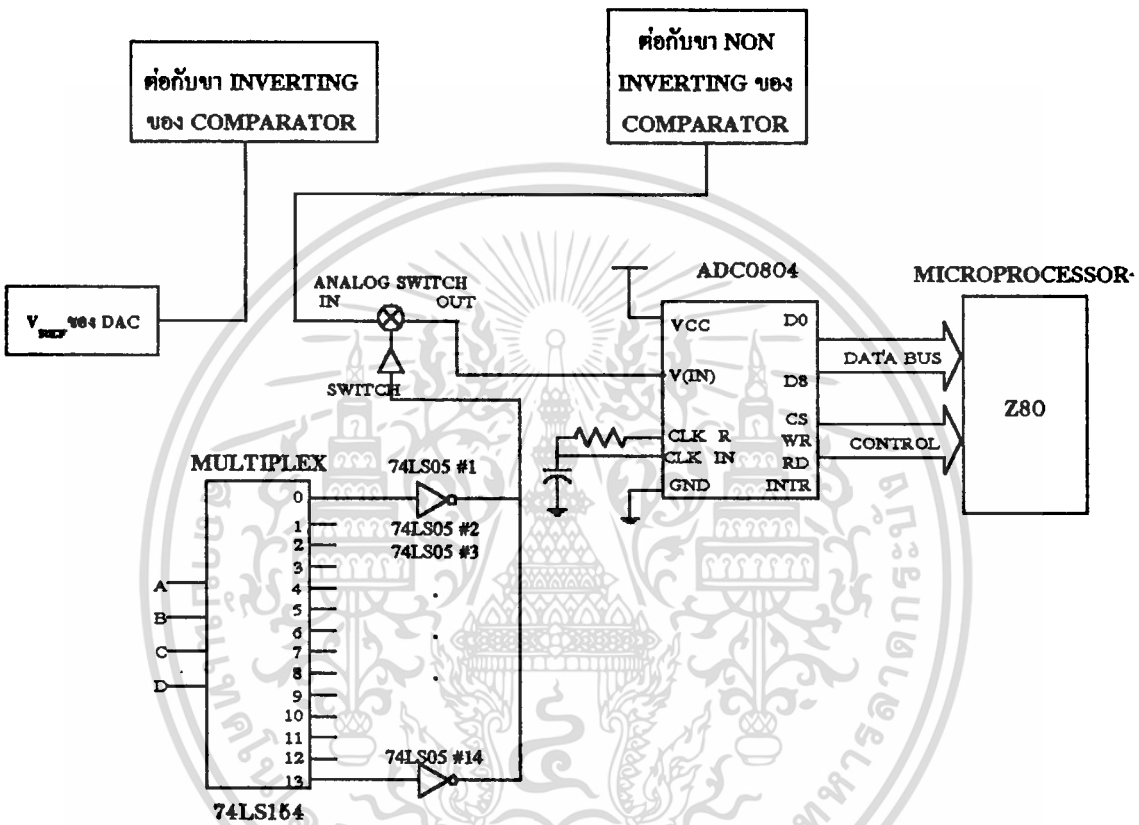


รูปที่ 3.12 การสุ่มสัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์เข้ามาที่ ADC โดยอนาลอกสวิทช์

การสุ่มสัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์เข้าวงจร ADC จะทำดังวิธีในรูปที่ 3.12 กล่าวคือ สัญญาณจากโฟโตทรานซิสเตอร์จะเข้าสู่วงจร ADC โดยการใช้อนาลอกสวิทช์ CMOS 4066 ในการสั่งให้อนาลอกสวิทช์ทำงานนั้น จะต้องมีการอีนาเบิล (ENABLE) ที่ขา Switch เสียก่อน สัญญาณที่จะนำมาอีนาเบิลอนาลอกสวิทช์เราจะใช้ตัวมัลติเพล็กซ์ 74LS154 ซึ่งเป็นแบบ 4 อินพุทให้ 16 เอาท์พุท ขาอินพุททั้ง 4 ขาจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ออกจากขาเอาท์ของอนาลอกสวิทช์จะเข้าสู่ตัว ADC0804 ซึ่งการต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 3.13



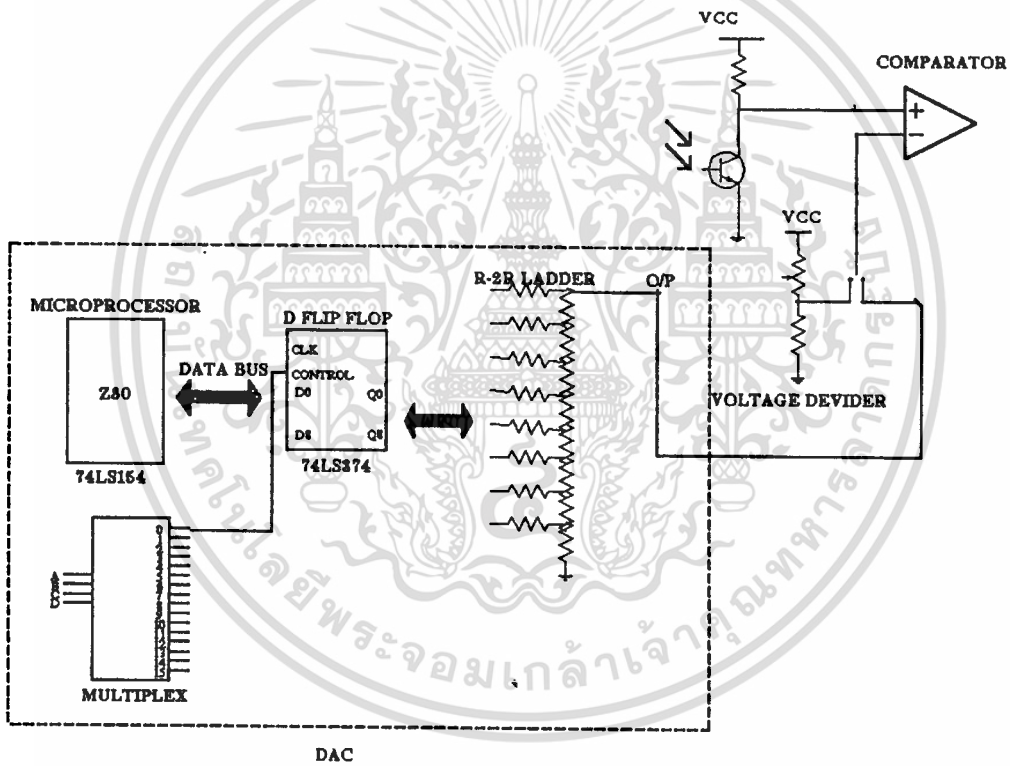
รูปที่ 3.13 แสดงการเชื่อมต่ออนาลอกสวิทช์กับ ADC 0804

สัญญาณที่ได้จาก ADC ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลจะเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผล ซึ่งค่าที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ถ้าสัญญาณที่ได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์มีระดับต่ำ ซึ่งหมายถึงมีการรบกวนต่ำ ก็จะทำการประมวลผลอย่างหนึ่ง ในขณะค่าที่ได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์มีระดับสูง หรือมีสัญญาณรบกวนมาก ก็จะทำการประมวลผลอีกแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจร DAC

ค่าที่ประมวลผลได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกแลทช์ค่าไว้โดยการใช้ D-Flipflop เบอร์ 74LS374 ซึ่ง IC ดังกล่าวจะทำงานก็ต่อเมื่อมีอีนาเบิลที่ขา CS ของมัน ซึ่งมันจะถูกควบคุมโดย IC เบอร์ 74LS154 โดยสัญญาณอินพุททั้ง 4 ขา จะถูกควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเลือกแต่ละชิปให้ทำงานอย่างถูกต้อง สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของ D-Flipflop จะเข้าสู่ วงจร DAC ซึ่งใช้วงจร R-2R LADDER เป็นวงจร DAC เพื่อแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก สัญญาณอนาลอกที่ได้จะใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงเพื่อลดผลของสัญญาณรบกวนดังรูปที่ 3.14

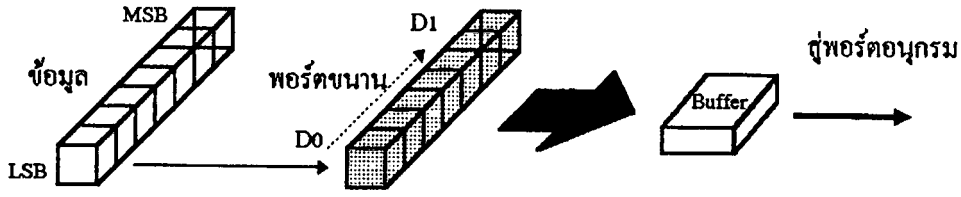


รูปที่ 3.14 แสดงวงจร DAC

3.3 วงจรอินเตอร์เฟสพอร์ตอนุกรม (MAX232)

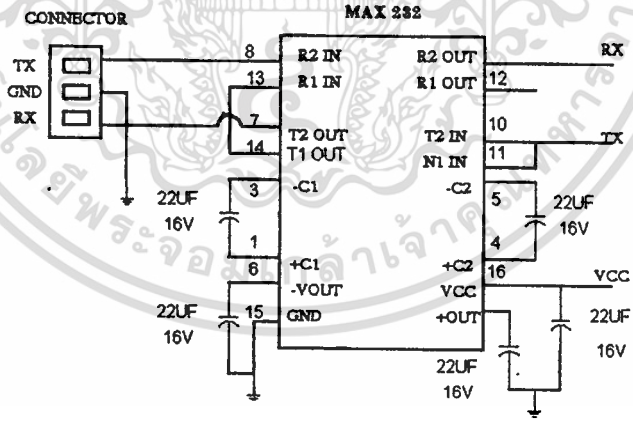
การติดต่อกับคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถติดต่อได้ทั้งทางพอร์ตอนุกรม COM1 และ COM2 เต่เนื่องจากเมาส์โปรโตคอลเป็นข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างและมีรูปแบบที่แน่นอน จึงถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำและถูกส่งเมื่อต้องการให้เมาส์เคอร์เซอร์เคลื่อนที่ โดยเมาส์โปรโตคอล 1 ชุด จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงการส่งข้อมูลอนุกรมโดยพอร์ตขนาน

เกิดการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์ 0.5 มิลลิเมตร หรือเท่ากับระยะห่างระหว่างเส้นสแกน ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้ IC ประเภท UART (Universal Asynchro-nous Receiver Transmitter) หรือ อุปกรณ์ Serial in-out แต่อย่างใด เพราะอุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้มีการส่งสัญญาณแบบแฮนด์เชค (Hand Shake) การส่งสัญญาณอนุกรมโดยพอร์ตขนาน สามารถทำได้โดยควบคุมการเอาท์ (OUT) ข้อมูลแต่ละบิต และควบคุมเวลาที่ใช้ในการส่งให้ถูกต้อง ผ่านบัฟเฟอร์เท่านั้น การควบคุมการเอาท์ข้อมูลแต่ละบิตทำได้โดยการเลื่อนข้อมูลไป 1 บิตก่อนที่จะส่งออกไป และการควบคุมความเร็วในการ



รูปที่ 3.16 แสดงวงจร RS232 บัฟเฟอร์ (MAX232)

ส่งสัญญาณ ทำโดยการควบคุมระยะเวลาในการเอาท์ในแต่ละบิต ในส่วนของบัฟเฟอร์ซึ่งทำการติดต่อกับพอร์ตอนุกรม RS 232C ใช้ IC เบอร์ MAX232 ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนระดับข้อมูลระดับแรงดัน 5 โวลต์ ไปเป็นระดับแรงดัน +/- 10 โวลต์ ในมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ RS 232C และในทางกลับกันก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันตามมาตรฐาน RS 232C ให้เป็นระดับแรงดัน 5 โวลต์ โดยที่ภายใน IC MAX232 จะมีวงจรทวีแรงดัน และวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อคอยทำหน้าที่นี้ ซึ่งต้องต่อตัวเก็บประจุ C_1,C_2,C_3 และ C_4 ไว้ภายนอกด้วย

บทที่ 4

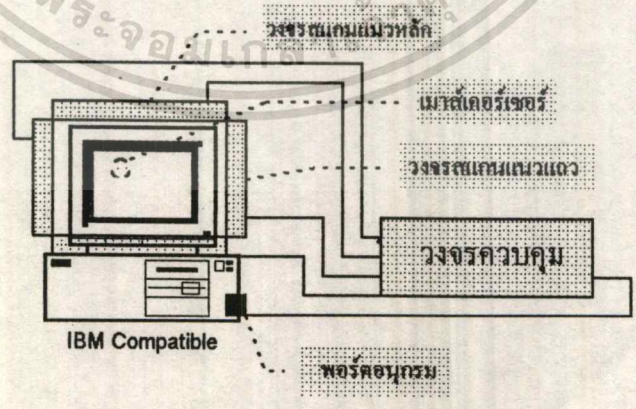
การทำงานในส่วนซอฟท์แวร์

การทำงานในส่วนซอฟท์แวร์

ในส่วนซอฟท์แวร์ เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด โปรแกรมทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในหน่วยความจำถาวร (ROM) ภายในวงจรควบคุมที่มี Z80 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง โปรแกรมทั้งหมดจะประกอบไปด้วย

- โปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor Program)
- โปรแกรมควบคุมวงจรจอสัมผัส
- โปรแกรมหาตำแหน่งและควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์
- โปรแกรมควบคุมระดับสัญญาณอ้างอิงเพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน

โปรมแกรมส่วนแรกซึ่งเป็นโปรแกรมมอนิเตอร์ เป็นส่วนที่ทำการตั้งค่าคงที่ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น การกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำสแตก (stack) เป็นต้น โดยโปรแกรม 3 โปรแกรมหลังจะร่วมกันทำงานตั้งแต่การควบคุมวงจรจอสัมผัสเพื่อหาตำแหน่งเสมือนของเมาส์เคอร์เซอร์ของวงจรจอสัมผัส การหาระยะขจัด การควบคุมการส่งโปรโตคอล เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และการปรับระดับสัญญาณอ้างอิงที่ใช้ในการตัดสินว่ามีการสัมผัสหน้าจอหรือยัง เพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน



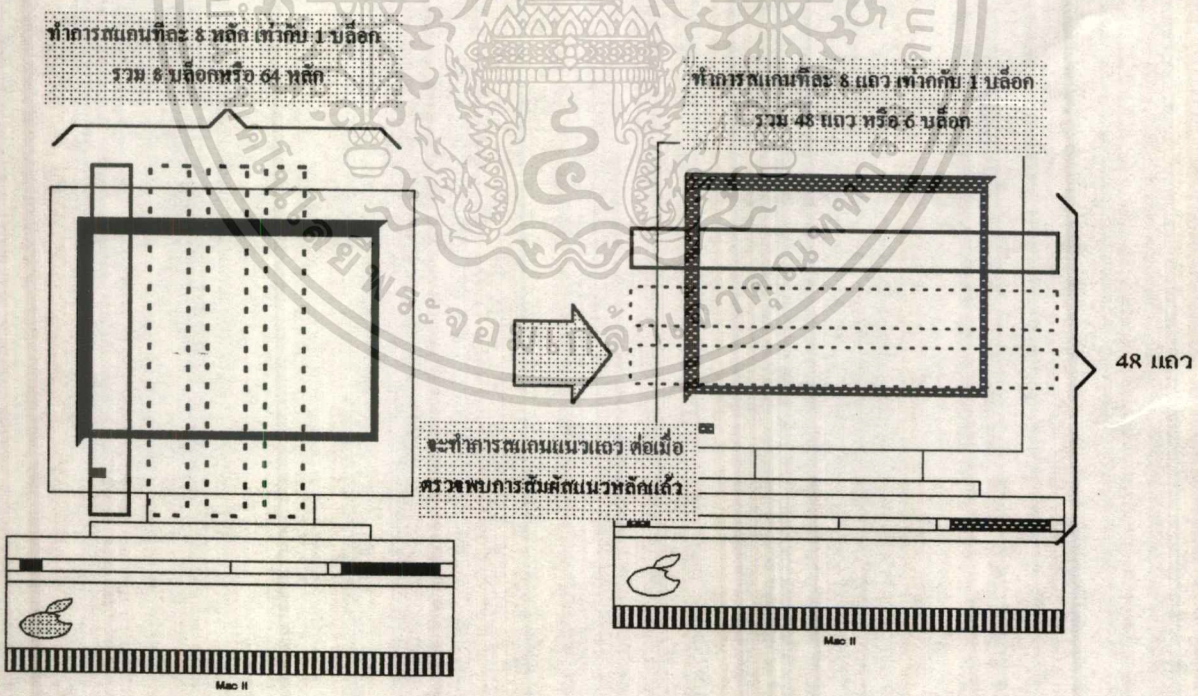
รูปที่ 4.1 แสดงวงจรสแกนและการควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 โปรแกรมควบคุมวงจรจอสัมผัส

โปรแกรมในส่วนนี้จะทำการควบคุมวงจรจอสัมผัส ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรสแกนด้านหลัก และวงจรสแกนด้านแถว ทั้งสองด้านจะมีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน จะต่างกันก็เพียงแต่จำนวนหลอด แต่ละวงจรจะมีด้านหนึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณอินฟาเรด และอีกด้านหนึ่งจะเป็นด้านรับ ซึ่งด้านรับจะทำหน้าที่คล้ายเป็นสวิทช์ที่ถูกควบคุมโดยการสัมผัสหน้าจอ การควบคุมการทำงานทั้งสองด้านจะกระทำพร้อมกันเพื่อให้ได้มาซึ่งตำแหน่งแถว และตำแหน่งหลัก ในลักษณะของเมตริก (Metrix) ซึ่งตำแหน่งทั้งสองที่ได้มาจะถูกนำไปคำนวณหาตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนสำหรับวงจรจอสัมผัสต่อไป

การทำงานจะเริ่มโดยการสั่งให้วงจรสแกนด้านแนวหลักเริ่มทำงานก่อน โดยโปรแกรมจะควบคุมให้วงจรทำการสแกนไปทีละ 8 หลัก จนครบทั้ง 64 หลัก เมื่อไม่มีการสัมผัสหน้าจอ วงจรส่วนด้านรับซึ่งทำหน้าที่คล้ายสวิทช์เปิดวงจร วงจรควบคุมก็จะทำการสแกนหน้าจอตามแนวหลักอีก ทำลักษณะนี้เรื่อยไป จนกระทั่งมีการสัมผัสหน้าจอ โปรแกรมจึงจะสั่งให้มีการตรวจสอบด้านแถวต่อไป



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการสแกนในแนวหลักและแนวแถวตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

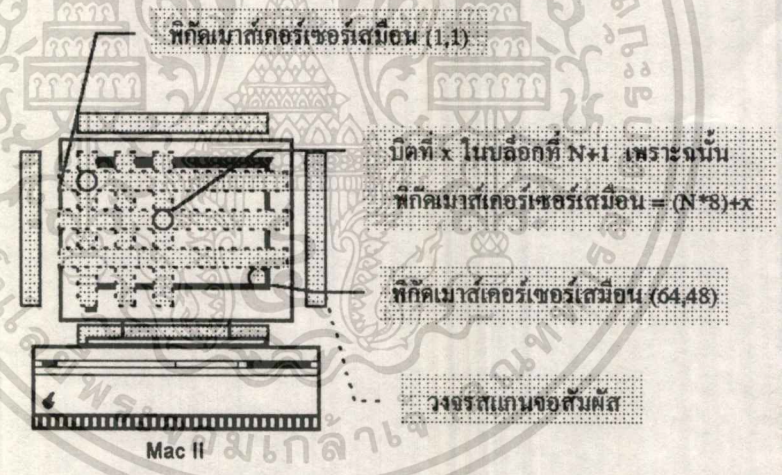
วงจรสแกนด้านแถว จะทำการตรวจสอบการสัมผัส โดยโปรแกรมควบคุมจะสั่งให้มีการสแกนทีละ 8 แถว ในลักษณะเดียวกับวงจรสแกนด้านหลัก จนกระทั่งครบ 48 แถว ถ้าไม่มี

การสัมผัสหน้าจอ โปรแกรมก็จะสั่งให้มีการตรวจสอบใหม่อีก จนกระทั่งตรวจสอบพบว่ามีการสัมผัสหน้าจอในแนวแถว ซึ่งโดยปรกติเวลาในการสัมผัสหน้าจอในแต่ละครั้งเราสามารถทำการตรวจสอบหน้าจอได้ทั้งแนวหลักและแนวแถว

ค่าที่ได้จากการสแกนหน้าจอทั้งแนวหลักและแนวแถว จะอยู่ในรูปของหมายเลขบล็อก (Block Number) และหมายเลขบิต (Bit Number) ซึ่งค่าดังกล่าวต้องนำมาหาตำแหน่งที่แท้จริงต่อไป

4.2 โปรแกรมหาตำแหน่งและควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์

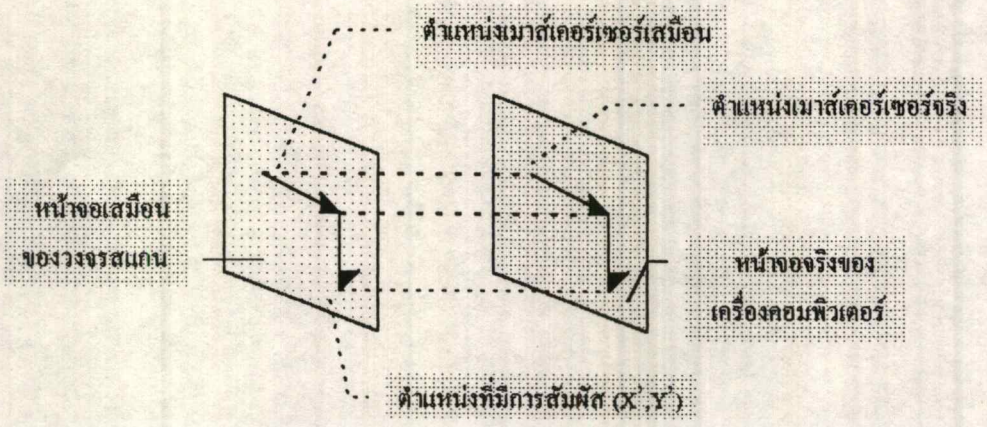
เมื่อได้ค่าต่าง ๆ จากวงจรสแกนแล้ว ค่าดังกล่าวจะถูกนำมาคำนวณหาตำแหน่งจุดสัมผัสหรือพิกัดเสมือนของเมาส์เคอร์เซอร์ปลายทาง ในการหาตำแหน่งสัมผัส ก็โดยการนำหมายเลขบล็อกมาคูณกับจำนวนหลอดในแต่ละบล็อก ซึ่งเท่ากับ 8 หลอดต่อ 1 บล็อก จากนั้นนำค่าที่ได้มาบวกกับ หมายเลขบิตในบล็อกถัดไปทั้งแนวหลักและแนวแถว ฉะนั้นพิกัดเสมือนของเมาส์เคอร์เซอร์ (x,y) จึงเริ่มตั้งแต่ (1,1) จนถึง (64,48)



รูปที่ 4.3 แสดงการหาพิกัดเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนในวงจรควบคุม

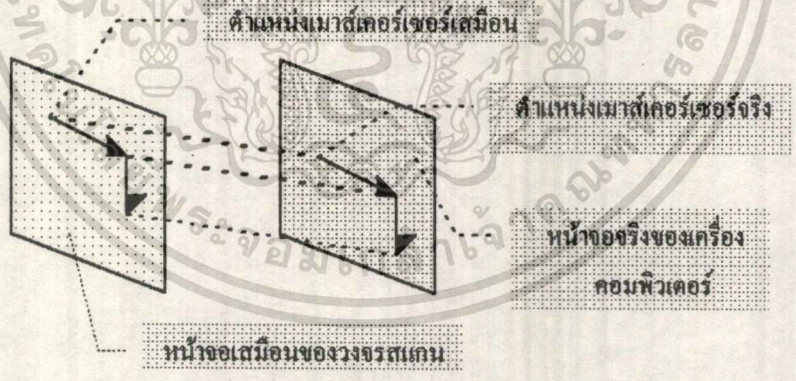
โดยการควบคุมการเคลื่อนที่อยู่เป็นลักษณะวงรอบเปิด (open loop) หมายถึง เมื่อเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนมีการเคลื่อนที่ไป ตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะถูกสั่งให้เคลื่อนที่ตาม การสั่งการเคลื่อนที่ก็จะกระทำโดยหาระยะขจัด ระหว่างเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนของวงจรควบคุมเทียบกับตำแหน่งที่สัมผัส ระยะขจัดที่ได้จะเป็นตัวกำหนดจำนวนโปรโตคอลในแนวหลักและแนวแถว ซึ่งโปรโตคอล 1 โปรโตคอลจะทำให้เมาส์เคอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เคลื่อนเป็นระยะประมาณ 0.5 เซนติเมตร หรือเท่ากับระยะ 1 หลอด และตำแหน่งที่สัมผัสนั้น ก็จะถูกกำหนดให้เป็นตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนของวงจรควบคุมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์
เมื่อตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริงและเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนตรงกัน

เนื่องจากเป็นการเคลื่อนที่แบบสัมพัทธ์กับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือน และการควบคุมการเคลื่อนที่ก็เป็นลักษณะของวงรอบเปิด คือ ตำแหน่งของเมาส์เคอร์เซอร์จริงมิได้ถูกป้อนกลับให้แก่วงจรควบคุมให้เป็นตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือน ฉะนั้นเมื่อตำแหน่งของเมาส์เคอร์เซอร์จริงที่เคลื่อนที่เกิดการผิดพลาด ตำแหน่งสุดท้ายของเมาส์เคอร์เซอร์จริงและเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนจึงต่างกัน การเคลื่อนที่ซึ่งอยู่ในลักษณะสัมพัทธ์ซึ่งมีจุดเริ่มต้นต่างกันก็จะผิดไป



รูปที่ 4.5 แสดงการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์
เมื่อตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริงและเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนไม่ตรงกัน

ฉะนั้นเมื่อการเคลื่อนที่ของเมาส์เคอร์เซอร์จริงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ผิดไป จึงจำเป็นต้องมีการรีเซตหรือกำหนดตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนใหม่ ให้มีค่าตรงกับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรมควบคุมระดับสัญญาณอ้างอิงเพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน

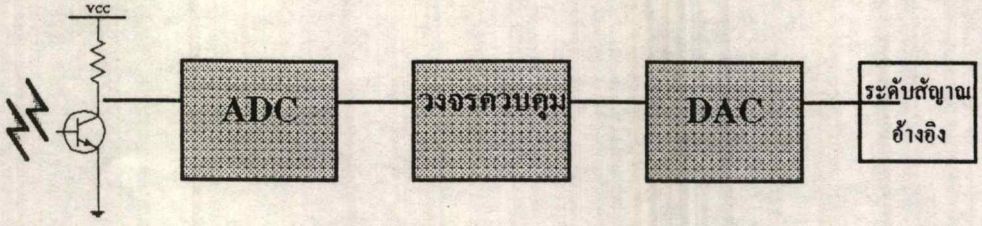
โปรแกรมส่วนนี้นับว่าเป็นอิสระกับโปรแกรมส่วนอื่น ๆ โดยโปรแกรมจะมีขึ้นเพื่อลดผลของสัญญาณรบกวนซึ่งอยู่ในรูปของแสงอาทิตย์ แสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ รวมทั้งแสงอื่น ๆ แต่ผลการรบกวนของแสงอาทิตย์ดูจะมีอิทธิพลมากที่สุด เนื่องจากแสงอาทิตย์มีความเข้มของแสงในเวลากลางวันสูงมาก ในขณะที่ในเวลากลางคืนความเข้มต่ำหรือเกือบจะไม่มีสัญญาณรบกวนจากแสงอาทิตย์เลย การเปลี่ยนแปลงของแสงอาทิตย์ที่มีความแตกต่างกันมาก ทำให้ไม่สามารถกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงให้มีค่าคงที่ได้ ซึ่งระดับสัญญาณอ้างอิงนี้จะใช้ในการตัดสินว่ามีการสัมผัสหน้าจอหรือยัง

รูปที่ 4.6 แสดงระดับสัญญาณต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากสัญญาณรบกวน

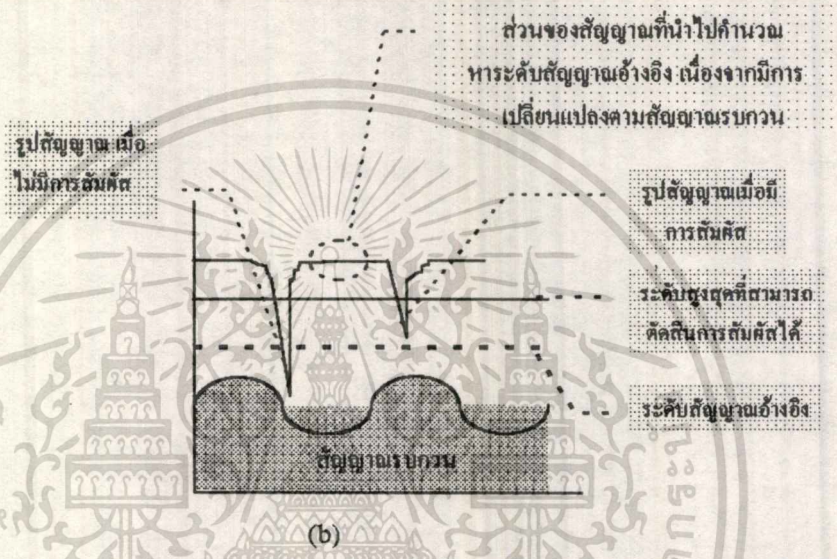
โปรแกรมทำงานในลักษณะคือ มีการอ่านค่าระดับสัญญาณอ้างอิงโดยวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter : ADC) แล้วนำมาคำนวณหาค่าที่เหมาะสม จากนั้นค่าดังกล่าวจะถูกกำหนดให้เป็นระดับสัญญาณอ้างอิงโดยวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (Digital to Analog Converter : DAC)

เนื่องจากโฟโตทรานซิสเตอร์แต่ละตัว มีการตอบสนองสัญญาณต่างกัน เช่น ค่าอัตราขยายกระแส (β) แรงดันตกคร่อมเบสอิมิตเตอร์ ($V_{BE(ON)}$) มีค่าต่างกัน ระดับสัญญาณที่แตกต่างกันนี้ทำให้ไม่สามารถกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงให้มีค่าเท่ากันได้ และเนื่องจากโฟโตทรานซิสเตอร์ในแนวแถวและแนวหลักมีจำนวน 64 ตัว และ 48 ตัว ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนมากเกินที่จะกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงที่เหมาะสมให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ทุก ๆ ตัว จึงต้องทำการจัดโฟโตทรานซิสเตอร์ที่มีการตอบสนองใกล้เคียงอยู่ด้วยกันเป็นกลุ่มหรือ เป็นบล็อก บล็อกละ 8 ตัว จากนั้นจึงทำการกำหนดระดับสัญญาณอ้างอิงให้แต่ละบล็อก แทนที่จะกำหนดให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์แต่ละตัว ซึ่งวงจร ADC จะทำการอ่านจากโฟโตทรานซิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งในแต่ละบล็อก โดยทำการอ่านส่วนสัญญาณที่รับได้ที่โฟโตทรานซิสเตอร์ดังรูป 4.7 (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



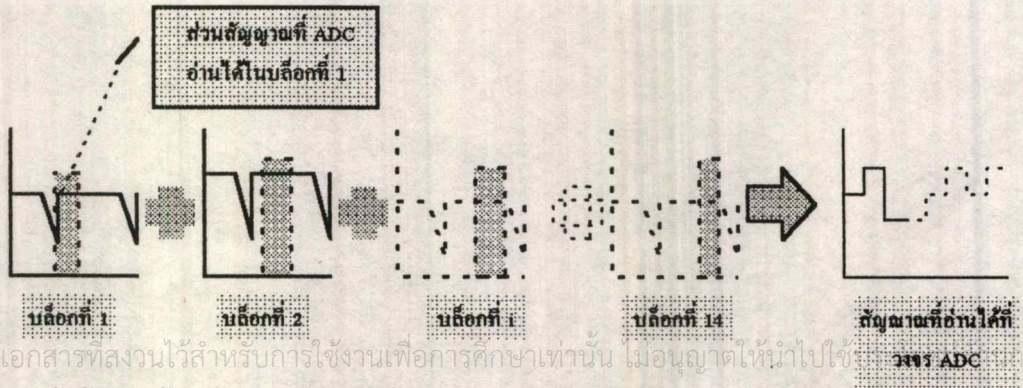
รูปที่ 4.7 (a) แสดงลำดับการทำงานในการกำหนดสัญญาณอ้างอิง



(b)

รูปที่ 4.7 (b) แสดงส่วนสัญญาณที่นำไปหาระดับสัญญาณอ้างอิง

เนื่องจากมีโฟโตทรานซิสเตอร์ในแนวแถวจำนวน 64 ตัวหรือ 8 บล็อก และโฟโตทรานซิสเตอร์ในแนวหลักจำนวน 48 ตัวหรือ 6 บล็อก ฉะนั้น จึงต้องทำการกำหนดสัญญาณอ้างอิงรวม 14 บล็อก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ... การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

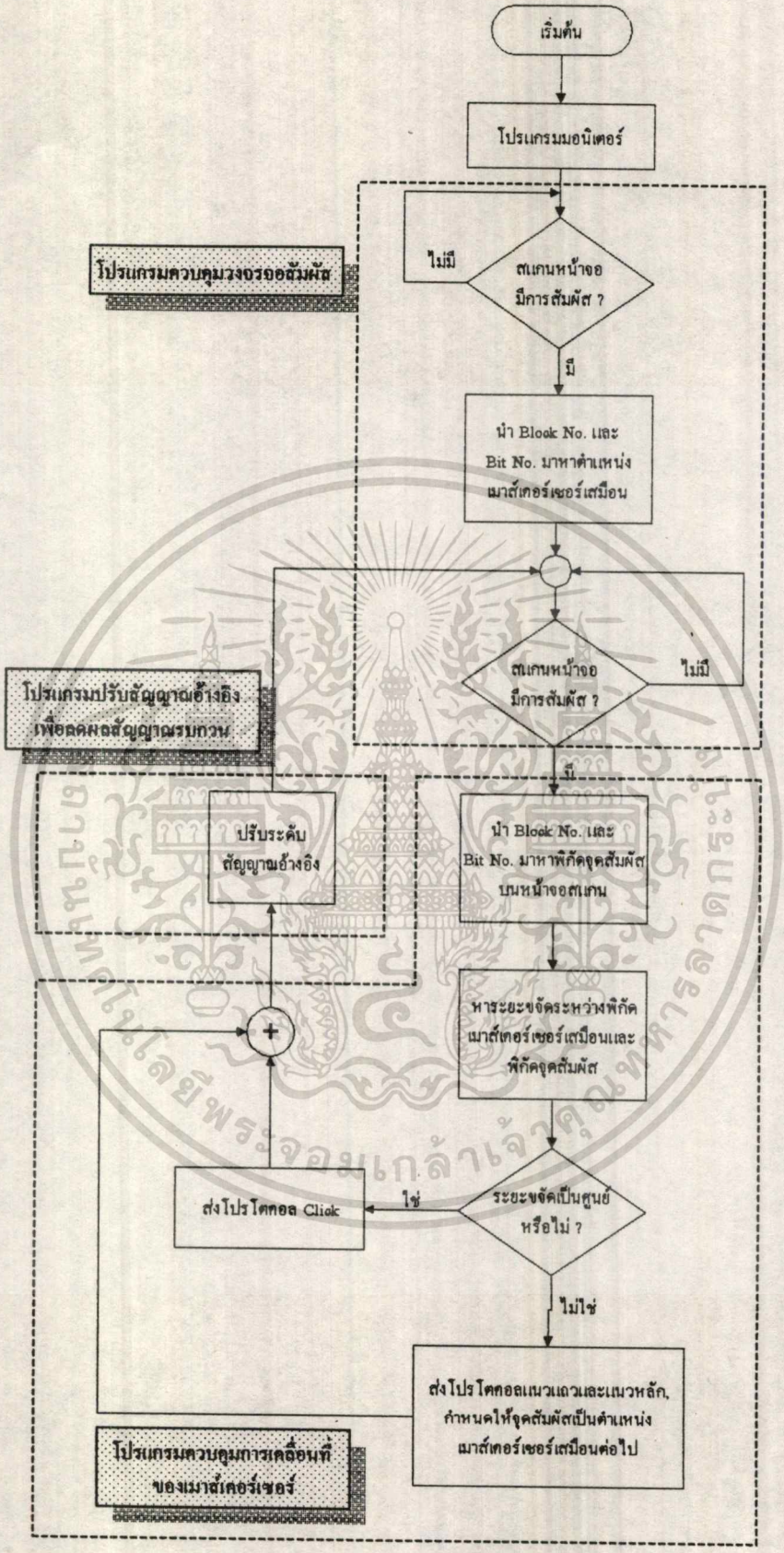
รูปที่ 4.8 แสดงการอ่านสัญญาณของวงจร ADC ในแต่ละบล็อก

การให้สัญญาณที่ขาโฟโตทรานซิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งในแต่ละบล็อก มาปรากฏที่ขาอินพุทของวงจร ADC ทำโดยการควบคุมอนาลอกสวิทช์ (Analog Switch) ซึ่งสวิทช์แต่ละตัวจะถูกกำหนดเป็นอินพุตพอร์ต (Input Port) รวม 14 พอร์ต เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุม

ค่าสัญญาณแต่ละค่าที่วงจร ADC อ่านได้ในแต่ละบล็อก จะถูกนำไปหาค่าที่เหมาะสม จากนั้นจะถูกกำหนดให้เป็นค่าสัญญาณอ้างอิงให้กับแต่ละบล็อก เพื่อให้เป็นตัวตัดสินว่ามีการสัมผัสหรือไม่ โดยวงจร DAC ซึ่งมีทั้งหมด 14 วงจร และถูกกำหนดให้เป็นเอาท์พุทพอร์ต (Output Port) รวมจำนวน 14 พอร์ต เพื่อกำหนดค่าสัญญาณอ้างอิงดังกล่าว

ในรูปที่ 4.9 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



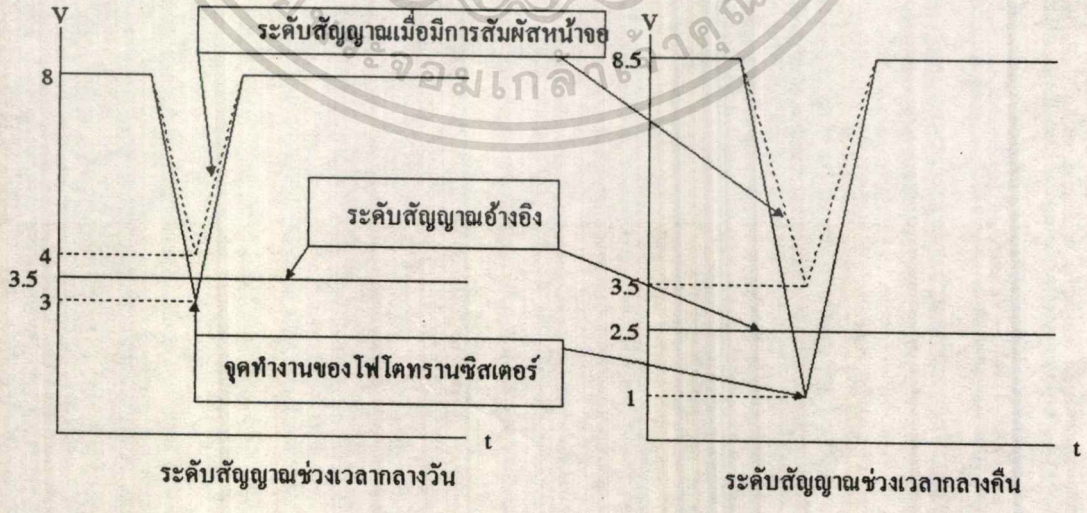
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 Flowchart แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

5.1 ผลการทดลอง

1. เวลาที่ใช้ในการเลื่อนเมาส์เคอร์เซอร์จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง พิจารณาได้เป็น 2 ช่วงดังนี้ ช่วงแรกคือช่วงที่ใช้ประมวลผลหาตำแหน่งสัมผัสหน้าจอ ซึ่งช่วงเวลาที่ใช้ ขึ้นอยู่กับชุดคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผล กล่าวคือ 1 คำสั่ง ใช้กี่ clock cycle แล้ว ชุดคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลหาตำแหน่งสัมผัสหน้าจอหลายคำสั่ง ก็นำเอา clock cycle ของแต่ละชุดคำสั่งมารวมกันเพื่อหาเวลาที่ใช้ในการประมวลการสัมผัสหน้าจอ ส่วนอีกช่วงคือเวลาที่นำโปรโตคอลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเราทำการส่งโปรโตคอลเข้าทางพอร์ตอนุกรม ซึ่งมี Baud rate = 1200 บิทต่อวินาที และโปรโตคอล 1 ชุดที่ใช้ในการเลื่อนเมาส์เคอร์เซอร์ไป 1 ตำแหน่ง จะมี 24 บิท หรือ 3 ไบท์ ดังนั้นถ้าส่งโปรโตคอล 1 ชุด เพื่อเลื่อนเมาส์เคอร์เซอร์ไป 1 ตำแหน่ง จะต้องใช้เวลา = 24/1200 = 0.02 วินาที แต่ถ้าเราต้องการเลื่อนไป n ตำแหน่ง จากจุดอ้างอิง เราต้องส่งโปรโตคอล n ชุด ซึ่งต้องใช้เวลาเท่ากับ n*0.02 วินาที ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเลื่อนเมาส์เคอร์เซอร์จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง จะมีค่าเท่ากับ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลหาตำแหน่งสัมหัสหน้าจอรวมกับเวลาที่ใช้ในการนำโปรโตคอลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5.1 แสดงระดับสัญญาณไฟฟ้าที่คอมพาเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริงกับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนจะผิดพลาดไปประมาณ 1-2 ตำแหน่งของเมาส์เคอร์เซอร์จริง เมื่อเราเอานิ้วไปสัมผัสหน้าจอ เนื่องมาจากขนาดของหน้าจอจริงและขนาดหน้าจอเสมือนมีขนาดไม่เท่ากัน

3. ระดับสัญญาณแสดงได้ดังรูปที่ 5.1

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. เนื่องจากไดโอดอินฟราเรดที่ใช้มีค่าอัตราขยายกระแส (β) และโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ใช้ก็มีค่าอัตราขยายกระแสต่างกัน ดังนั้นเมื่อเรานำมือไปสัมผัสจอแล้วเมาส์เคอร์เซอร์จะเคลื่อนที่ไปไม่ตรงตำแหน่งที่สัมผัสหน้าจอ เพราะโฟโตทรานซิสเตอร์บางตัวมีค่าอัตราขยายกระแสสูง ทำให้เกิดการตรวจจับได้เร็วกว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ที่มีค่าอัตราขยายกระแสต่ำ ทำให้เมาส์เคอร์เซอร์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น ทั้ง ๆ ที่ไม่ใช่ตำแหน่งที่เราสัมผัสจอ

2. ปัญหาระดับสัญญาณอ้างอิงเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากผลของสัญญาณรบกวนที่อยู่ในรูปของแสงอาทิตย์ แสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์รวมทั้งแสงอื่น ๆ กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวันความเข้มแสงจะมีมาก ทำให้จุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่าหนึ่ง ในขณะเวลากลางคืน ความเข้มแสงจะน้อย ทำให้จุดทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่าลดลงจากจุดทำงานในช่วงตอนกลางวัน จะเห็นว่าค่าที่ได้จากโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีหลายค่า จึงทำให้ต้องมีระดับสัญญาณอ้างอิงหลายค่าเพื่อใช้ตรวจจับการสัมผัสหน้าจอได้ถูกต้องแม่นยำ

3. ปัญหาที่ต้องมีการตั้งตำแหน่งอ้างอิงใหม่ทุกครั้ง เมื่อตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนไม่ตรงกับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริง กล่าวคือ ถ้าเราสัมผัสหน้าจอครั้งแรกเพื่อกำหนดตำแหน่งอ้างอิง แล้วเราสัมผัสหน้าจออีกครั้งเพื่อให้เมาส์เคอร์เซอร์เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ สมมติว่า ถ้าในการสัมผัสครั้งนี้ เมาส์เคอร์เซอร์จริง มีตำแหน่งไม่ตรงกับเมาส์เคอร์เซอร์เสมือน แต่ถ้าเราไม่ทำการรีเซตแล้วทำการสัมผัสหน้าจอต่อไป ก็ยิ่งจะทำให้ตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์จริงกับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนยิ่งไม่ตรงกันมากขึ้น

4. ปัญหาเนื่องจากขนาดของจอสัมผัสไม่เท่ากับจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ถ้าขนาดของจอสัมผัสมีขนาดใหญ่กว่าจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์แล้ว สมมติว่าถ้าเราทำการสัมผัสหน้าจอที่มุมสุดของด้านใดก็ได้ ก็จะทำให้ตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์ไม่ตรงกับตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์เสมือนแล้ว เนื่องจากเมาส์เคอร์เซอร์จริงจะวิ่งไปแค่สุดหน้าจอของมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์เท่านั้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีแก้ปัญหา

1. ปัญหาจากไดโอดอินฟราเรด และโฟโตทรานซิสเตอร์ มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน แก้ปัญหาโดยการเลือกไดโอดอินฟราเรดและโฟโตทรานซิสเตอร์ ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าใกล้เคียงกัน

2. ปัญหาระดับสัญญาณอ้างอิงเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากผลของสัญญาณรบกวน เช่น แสงอาทิตย์ แสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แก้ปัญหาโดยการใช้วงจร ADC&DAC เข้าช่วย เพื่อให้ได้ระดับสัญญาณอ้างอิงที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน

5.3 สรุปผลและวิจารณ์

จอสัมผัสที่ทำขึ้น นอกจากมีปัญหาเรื่องอัตราขยายกระแส (β) ต่างกัน ปัญหาเนื่องจากอิทธิพลของแสงสว่างทำให้ระดับสัญญาณอ้างอิงมีค่าแปรเปลี่ยนไป ทำให้เมาส์เคอร์เซอร์คลาดเคลื่อนไปแล้ว โครงงานจอสัมผัสที่ทำขึ้นนี้ ถ้าจะทำให้ไม่เกิดการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเมาส์เคอร์เซอร์มากเกินไปควรที่จะใช้งานในระบบ Text mode (ในระบบ DOS) ถ้าใช้ในระบบ WINDOWS จะมีข้อผิดพลาดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

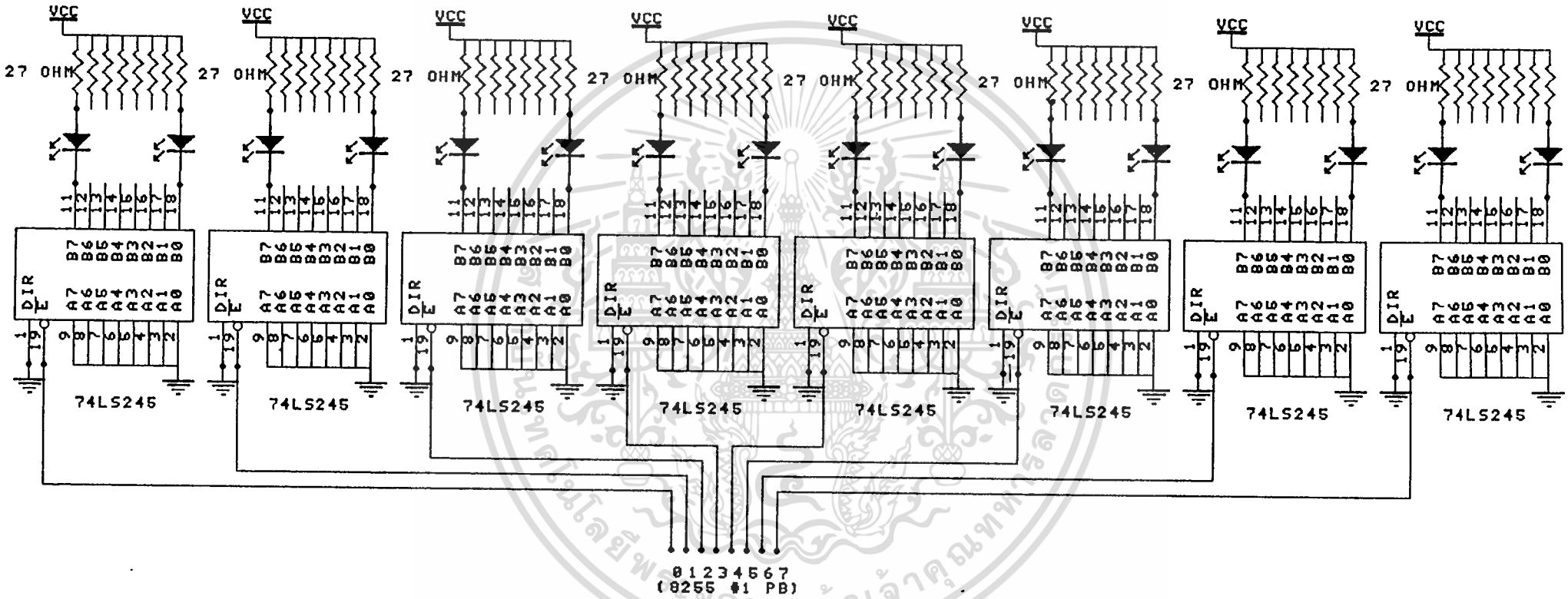
ภาคผนวก

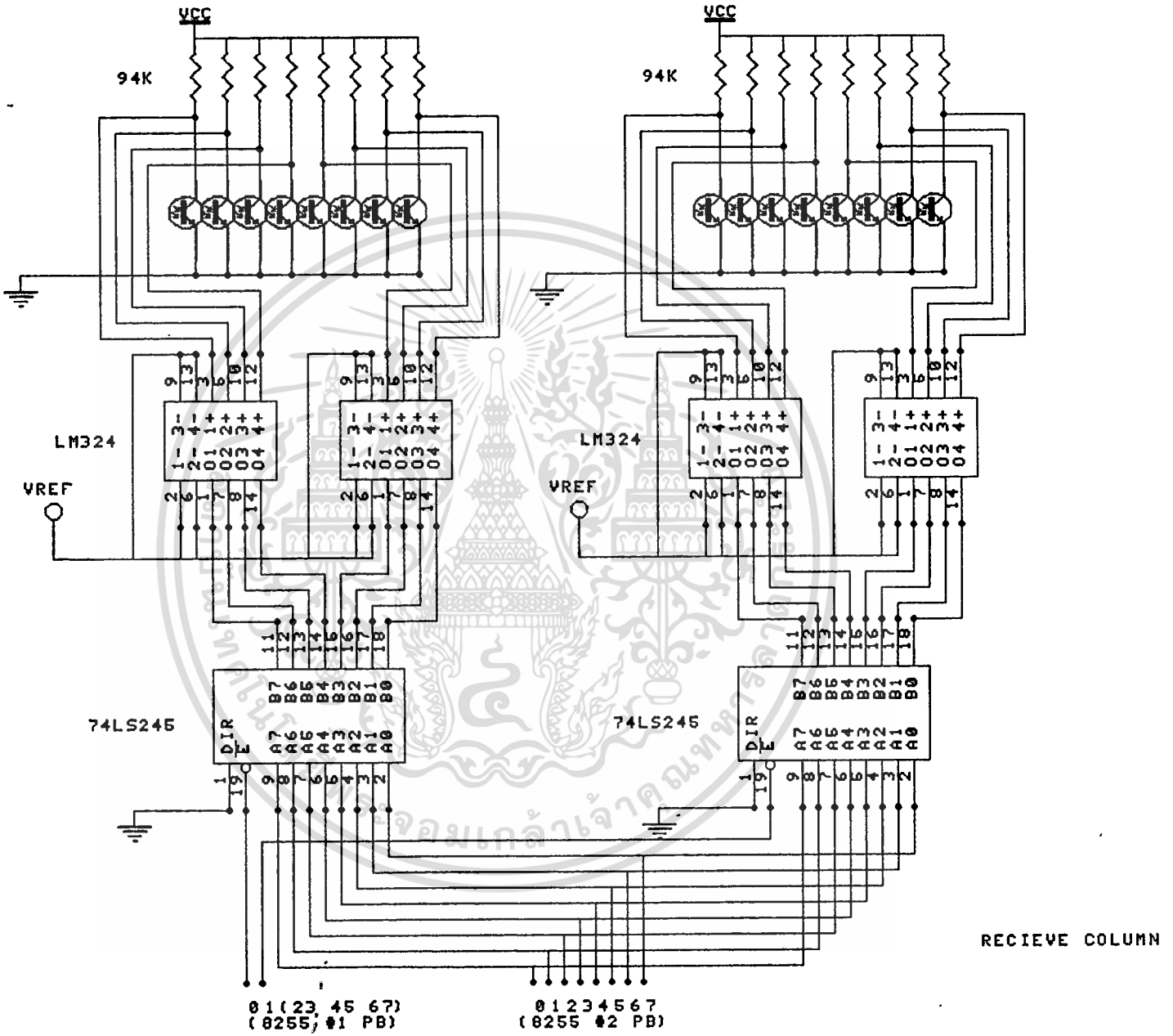
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

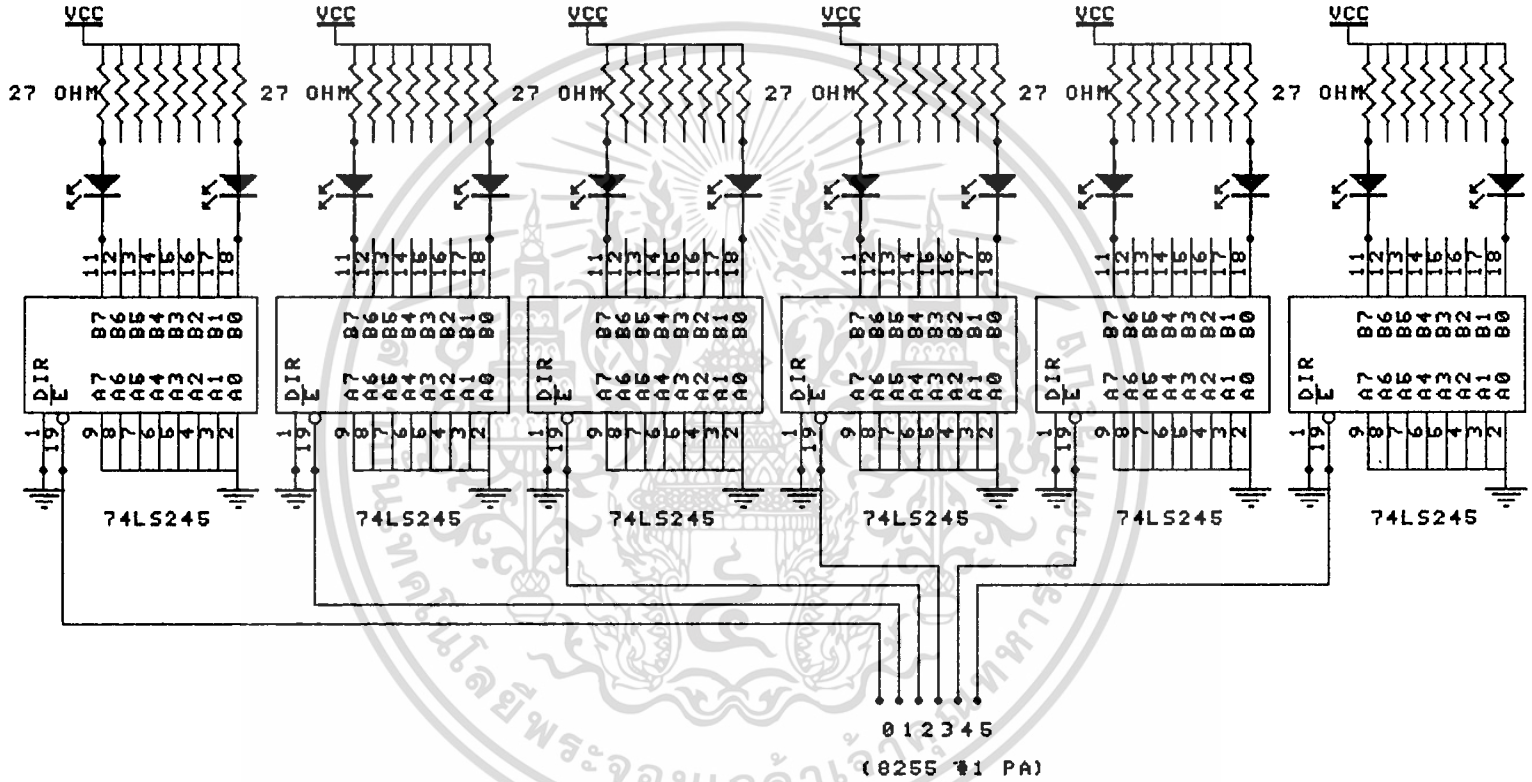
ภาคผนวก ก.

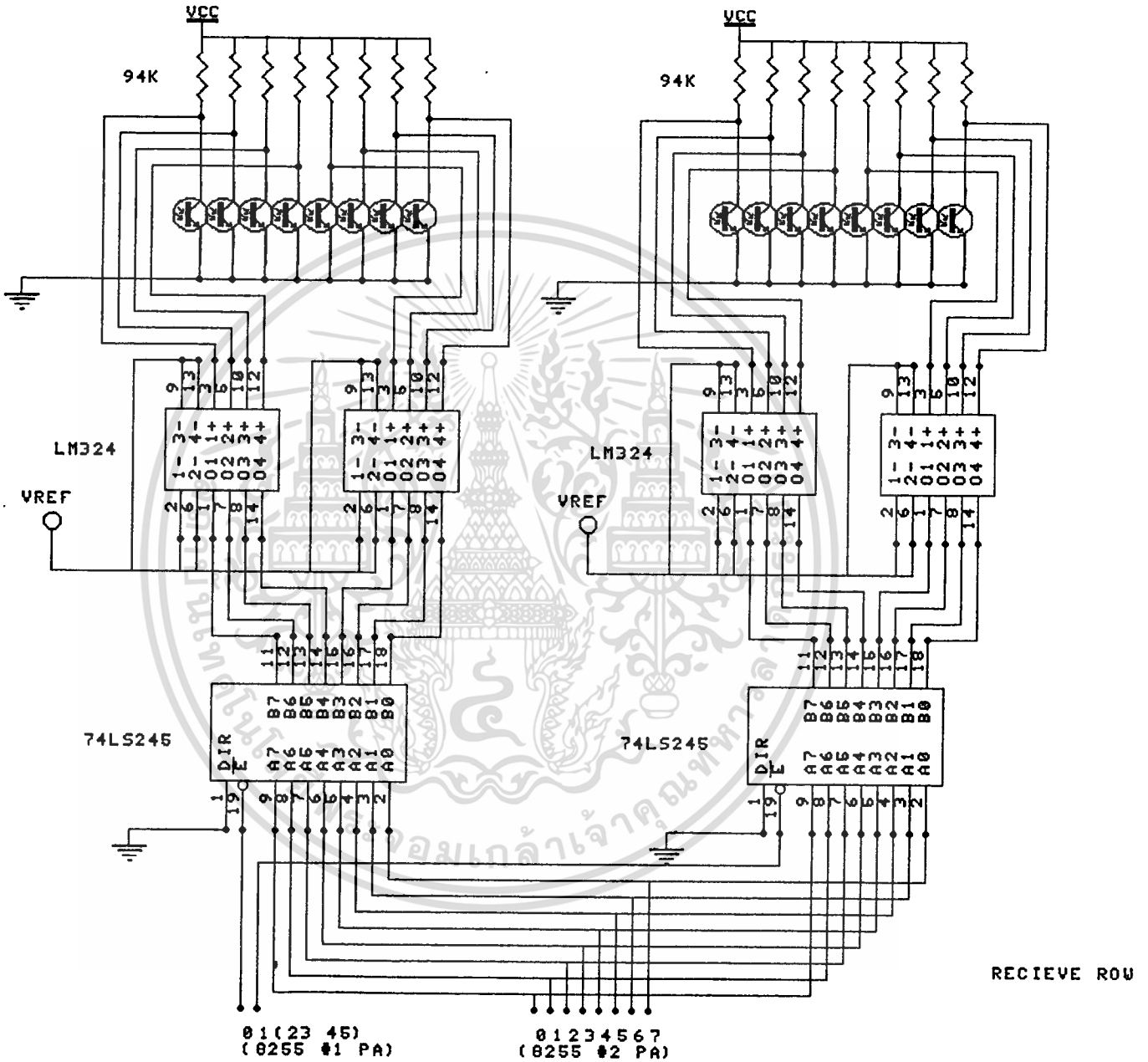
(ลายวงจร)

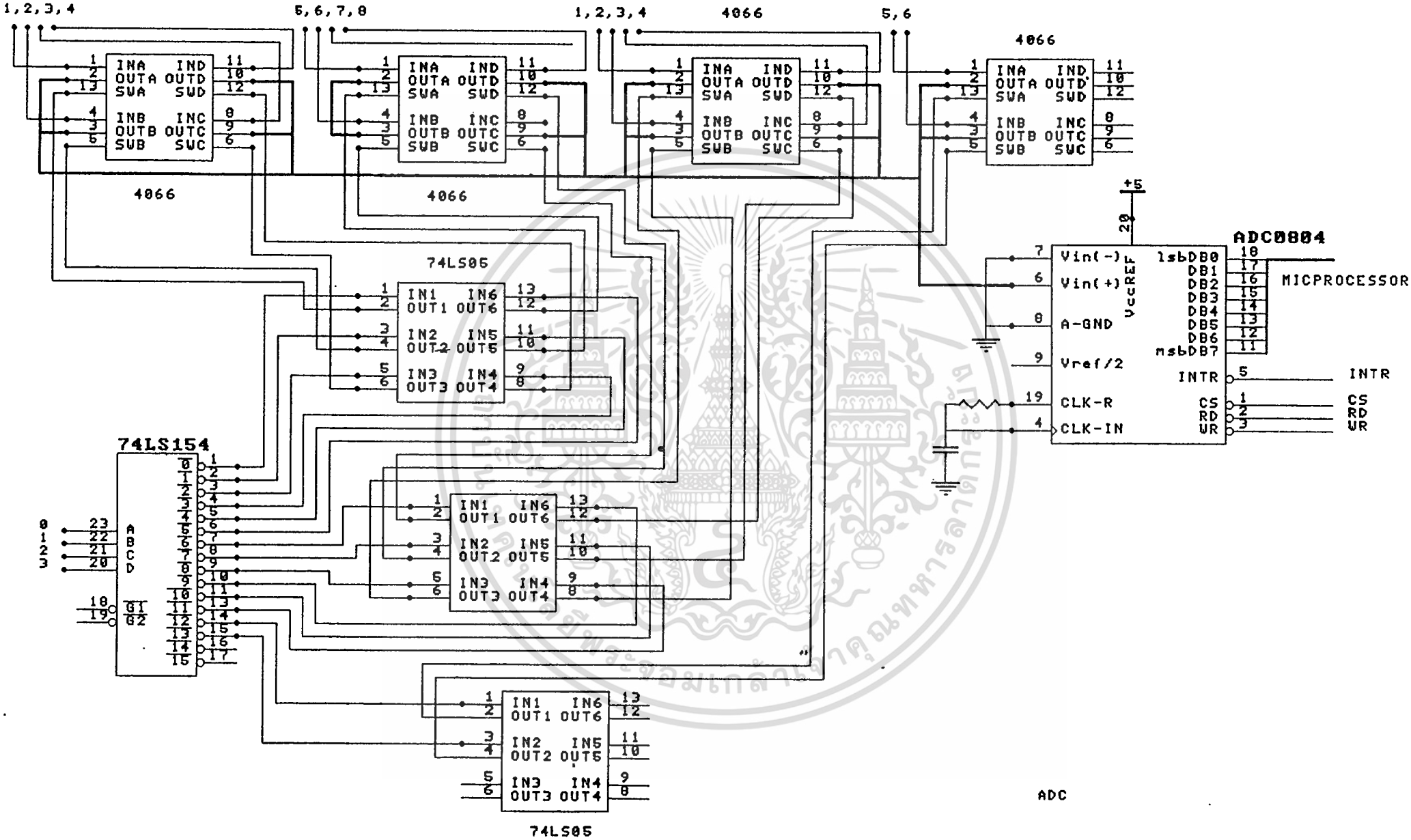
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

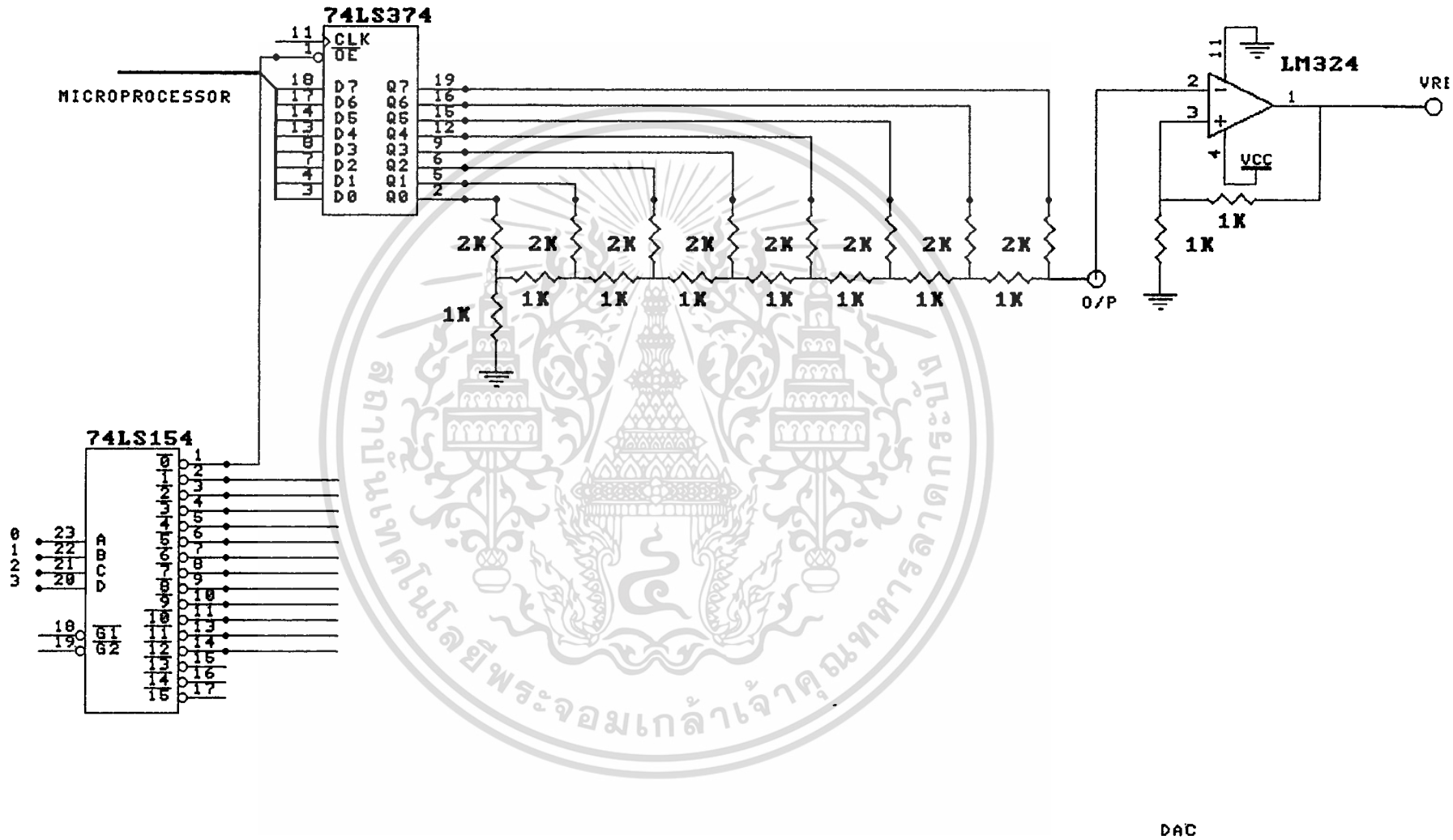

VCC
27 OHM
74LS245
DIR
E
A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0
B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 B0
0 1 2 3 4 5 6 7
(8255 #1 PB)
SCAN COLUMN


VCC
94K
LM324
VREF
74LS245
DIR
RECIEVE COLUMN
01(23 45 67)
(8255 #1 PB)
01234567
(8255 #2 PB)


VCC
27 OHM
74LS245
DIR
0 1 2 3 4 5
(8255 #1 PA)
SCANROW


VCC
94K
LM324
VREF
74LS245
DIR
E
RECIEVE ROW
01(23 45)
(8255 #1 PA)
01234567
(8255 #2 PA)


1,2,3,4
5,6,7,8
1,2,3,4
4066
5,6
4066
INA IND
OUTA OUTD
SWA SWD
INB INC
OUTB OUTC
SWB SWC
4066
4066
4066
74LS05
IN1 IN6
OUT1 OUT6
IN2 IN5
OUT2 OUT5
IN3 IN4
OUT3 OUT4
74LS154
A
B
C
D
G1
G2
74LS05
+5
ADC0804
Vin(-)
Vin(+)
A-GND
Vref/2
CLK-R
CLK-IN
VccREF
lsbDB0
DB1
DB2
DB3
DB4
DB5
DB6
msbDB7
INTR
CS
RD
WR
MICPROCESSOR
INTR
CS
RD
WR
ADC


74LS374
CLK
OE
D7
D6
D5
D4
D3
D2
D1
D0
Q7
Q6
Q5
Q4
Q3
Q2
Q1
Q0
MICROPROCESSOR
2K
1K
O/P
LM324
VCC
1K
VRE
74LS154
A
B
C
D
G1
G2

DAC

ภาคผนวก ข.
(ซอฟท์แวร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************
;    TOUCH SCEEN              *
;*****************************

      .ORG 2000H
      PA:   EQU 20H
      PB:   EQU 21H
      PC:   EQU 22H
      CTRL: EQU 23H
      ;
;
;*****************************
;    MAIN PROGRAM   *
;*****************************
MAIN:   LD  A,82H       ; ROW=PORT A:OUT,B:IN,C:MOUSE
      OUT  (CTRL),A
    ; LD  A,82H
    ; OUT  (CTRL),A     ; COLUME=PORT A:OUT B:IN
    ; CALL SCAN
    ; CALL FINDCOOR
    ; LD  IX,CURSOR
    ; LD  A,(COOR_BUF)
    ; LD  (IX),A
    ; LD  A,(COOR_BUF+1)
    ; LD  (IX+1),A

    ; CALL SCAN
      LD  A,00H
      LD  (DIS_F),A
      CALL FINDCOOR
      CALL DISPLACE
      CALL TEST
      LD  A,(DIS_F)     ;TEST DIS_F,0=CLICK OR DACK
                        ;       1=SHIF
      LD  B,00H
      OR  B
      JR  Z,CAL_CLICK
      CALL SHIFT

    ; LD  IX,CURSOR     ;MOVE COOR_BUF TO CURSOR
    ; LD  A,(COOR_BUF)
    ; LD  (IX),A
    ; LD  A,(COOR_BUF+1)
    ; LD  (IX+1),A

    JR  ENDP
CAL_CLICK: CALL CLICK
      ;
ENDP:   RST 18H         ;MONITOR
      ;
;
;*****************************
;  SUB-FINDCOOR     *
;*****************************
FINDCOOR:  PUSH AF
      PUSH HL
      PUSH BC
      PUSH IX
      PUSH IY
      LD  A,(ROWIN)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LD  C,00H
        LD  B,08H
ROWRO:  RRC  A
        JR  C,OUTRR
        INC C
        DJNZ ROWRO
        JR  OUTRRR
OUTRR:  INC C
        LD  A,C
        LD  (ROWBIT),A

OUTRRR: LD  A,(COLIN)
        LD  C,00H
        LD  B,08H
COLRO:  RRC  A
        JR  C,OUTCC
        INC C
        DJNZ COLRO
        JR  OUTCCC
OUTCC:  INC C
        LD  A,C
        LD  (COLBIT),A

OUTCCC: CALL MULROW
        LD  IX,ROWBUF
        LD  A,(ROWBIT)
        ADD A,(IX)
        LD  (COOR_BUF),A
        ;
        CALL MULCOL
        LD  IX,COLBUF
        LD  A,(COLBIT)
        ADD A,(IX)
        LD  (COOR_BUF+1),A
        ;

        POP IY
        POP IX
        POP BC
        POP HL
        POP AF
        RET
        ;
;*****************************
;   SUB MULROW      *
;*****************************
MULROW:   PUSH AF
        PUSH BC             ;B=COUNTER ,C=MULTIPILER=8
        PUSH DE
        PUSH HL             ;HL = ROWBIT
        PUSH IX             ;IX = ROWBYTE
        PUSH IY
        LD  B,08H
        LD  C,08H
        LD  IX,ROWBYTE
        LD  D,00H
        LD  E,(IX)
        LD  HL,00H          ;CLEAR OUTPUT
MULT:     SRL  C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JR  NC,NOADD
        ADD HL,DE
NOADD:  SLA E
        RL  D
        DEC B               ;DECREAST COUNTER
        JR  NZ,MULT
        LD  A,L
        LD  (ROWBUF),A
        POP IY
        POP IX
        POP HL
        POP DE
        POP BC
        POP AF
        RET
        ;
        ;
;*****************************
;   SUB MULCOL          *
;*****************************
;
MULCOL:  PUSH AF
        PUSH BC             ;B=COUNTER ,C=MULTIPILER=8
        PUSH DE
        PUSH HL             ;HL = COLBIT
        PUSH IX             ;IX = COLBYTE
        PUSH IY
        LD  B,08H
        LD  C,08H
        LD  IX,COLBYTE
        LD  D,00H
        LD  E,(IX)
        LD  HL,00H          ;CLEAR OUTPUT
MULTC:  SRL C
        JR  NC,NOADDC
        ADD HL,DE
NOADDC: SLA E
        RL  D
        DEC B               ;DECREAST COUNTER
        JR  NZ,MULTC
        LD  A,L
        LD  (COLBUF),A
        POP IY
        POP IX
        POP HL
        POP DE
        POP BC
        POP AF
        RET
        ;
;
;*****************************
;   SUB DISPLACEMENT    *
;*****************************
;
DISPLACE:  PUSH AF
        PUSH HL             ;HL = DISP
        PUSH BC
        PUSH IX             ;IX = CURSOR
        PUSH IY             ;IY = COOR_BUF
        LD  A,00H           ;SET DIRT_X & DIRT_Y = 0
        LD  (DIR_X),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LD  (DIR_Y),A
        LD  IX,CURSOR
        LD  IY,COOR_BUF
        LD  HL,DISP
        ;
FIND_Y: LD  A,(IY)        ;FIND DISPLACE Y
        SUB A,(IX)
        JR  C,RES_DIRY
        LD  (HL),A
        JR  FIND_X
RES_DIRY: LD  A,(IX)
        SUB A,(IY)
        LD  (HL),A
        LD  A,FFH         ;RESET DIRT_Y =FF (NEG)
        LD  (DIR_Y),A
        ;
FIND_X: LD  HL,DISP+1     ;FIND DISPLACE X
        LD  A,(IY+1)
        SUB A,(IX+1)
        JR  C,RES_DIRX
        LD  (HL),A
        JR  OUTF
RES_DIRX: LD  A,(IX+1)
        SUB A,(IY+1)
        LD  (HL),A
        LD  A,FFH
        LD  (DIR_X),A
        ;
OUTF:   POP IY
        POP IX
        POP BC
        POP HL
        POP AF
        RET
        ;
;
;**************************
;  SUB TEST DISP = 0 ?  *
;**************************
TEST:   PUSH AF
        PUSH BC
        PUSH HL
        PUSH IX
        PUSH IY
        ;
        LD  A,00H         ;SET FLAG
        LD  (DIS_F),A       ;DIS_F = DISPLACE FLAG
                          ;   = FFH, WHEN DISP=0
                          ;   = 00H, OTHERWISE
        LD  IX,DISP
        LD  B,(IX)
        LD  A,(IX+1)
        OR  A,B
        JR  NZ,RES_F      ;RESET FLAG
        JR  OUTEST
RES_F:  LD  A,FFH
        LD  (DIS_F),A
        ;
OUTEST: POP IY
        POP IX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP  HL
        POP  BC
        POP  AF
        RET
        ;
;
;*****************************
;  SUB SHIFT CURSOR     *
;*****************************
SHIFT:    PUSH AF
        PUSH BC             ;B= PROTOCOL COUNTER,
                          ;C= COUNTER,DIRECTION
        PUSH HL
        PUSH IX             ;IX= DISP
        PUSH IY             ;IY= TABLE OF PROTOCOL
        ;
 SHIFTY:            ;SHIFT Y POSITION
        LD   A,(DISP)
        LD   B,00H
        OR   A,B
        JR   Z,SHIFTXX
        ;
        LD   A,(DIR_Y)
        LD   B,00H
        OR   A,B
        JR   NZ,POS_Y       ;LOAD INDEX 0F NEGATIVE Y TABLE
        LD   IY,NEGY        ;LOAD INDEX OF POSITIVE Y TABLE
        JR   LOOP_Y
POS_Y:  LD   IY,POSY
        ;
LOOP_Y: LD   IX,DISP
        LD   B,(IX)
        CALL RELINE
LOOP_Y1: CALL OUTPUT
        DJNZ LOOP_Y1
        JR   SHIFTX
        ;
SHIFTXX: CALL RELINE
SHIFTX: LD   A,(DISP+1)         ;SHIFT X POSITION
        LD   B,00H
        OR   A,B
        JR   Z,OUTS
        ;
        LD   A,(DIR_X)
        LD   B,00H
        OR   A,B
        JR   NZ,NEGAT_X
        LD   IY,POSX
        JR   LOOP_X
NEGAT_X: LD   IY,NEGX
        ;
LOOP_X: LD   IX,DISP
        LD   B,(IX+1)
LOOP_X1: CALL OUTPUT
        DJNZ LOOP_X1
        ;
OUTS:   POP  IY
        POP  IX
        POP  HL
        POP  BC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP  AF
        RET
        ;
;*****************************
; SUBROTINE OUTPUT    *
;*****************************
OUTPUT: PUSH AF
        PUSH BC          ;B= COUNTER(160 BYTE PROT0COL)
        PUSH HL
        PUSH IY
        ;
        LD  B,160D
OUTPUT1: LD  A,(IY)
        OUT (PC),A
        CALL DELAY
        XOR A
        INC IY
        DJNZ OUTPUT1
        POP IY
        POP HL
        POP BC
        POP AF
        RET
;*****************************
;       RELINE      ;
;*****************************
RELINE:  PUSH AF
        PUSH BC
        PUSH IY
        ;
        LD  B,40D
        LD  IY,LINE
RELINE1: LD  A,(IY)
        OUT (PC),A
        CALL DELAY
        XOR A
        INC IY
        DJNZ RELINE1
        POP IY
        POP BC
        POP AF
        RET
;
;*****************************
;  SUBROTINE DELAY    *
;*****************************
DELAY:  PUSH BC
        LD  B,17H
DELAY1: NOP
        NOP
        DJNZ DELAY1
        POP BC
        RET
        ;
;
;*****************************
;  SUB CLICK          *
;*****************************
CLICK:  PUSH AF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        PUSH BC
        PUSH HL
        PUSH IX
        PUSH IY             ;IY = INDEX OF PRESS TABLE
        LD  IY,PRESS
        CALL OUTPUT
        LD  IY,UNPRESS      ;IY = INDEX OF UNPRESS TABLE
        CALL OUTPUT
        POP IY
        POP IX
        POP HL
        POP BC
        POP AF
        RET
        ;
;
        .ORG 3500H

POSX:   DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;

NEGX:   DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;

POSY:   DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;

NEGY:   DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH
        DB FFH,FFH,FFH,FFH,FFH  ;
PRESS:  DB 00H
UNPRESS: DB 00H
LINE:   DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H
        DB 00H,00H,00H,00H,00H  ;


        .ORG 3800H
DIR_Y:    DS 1          ;3800
DIR_X:    DS 1          ;3801
ROWBYTE:  DS 1          ;3802
ROWIN:    DS 1          ;3803
ROWBIT:   DS 1          ;3804
ROWBUF:   DS 1          ;3805
COLBYTE:  DS 1          ;3806
COLIN:    DS 1          ;3807
COLBIT:   DS 1          ;3808
COLBUF:   DS 1          ;3809
COOR_BUF: DS 2          ;380A
DISP:     DS 2          ;380C
DIS_F:    DS 1          ;380E
CURSOR:   DS 2          ;380F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

(Data Sheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic Products

74154, LS154
Decoder/Demultiplexers

1-of-16 Decoder/Demultiplexer
Product Specification

FEATURES

- **16-line demultiplexing capability**
- **Mutually exclusive outputs**
- **2-input enable gate for strobing or expansion**

DESCRIPTION

The '154 decoder accepts four active HIGH binary address inputs and provides 16 mutually exclusive active LOW outputs. The 2-input enable gate can be used to strobe the decoder to eliminate the normal decoding "glitches" on the outputs, or it can be used for expansion of the decoder. The enable gate has two AND'ed inputs which must be LOW to enable the outputs.

The '154 can be used as a 1-of-16 demultiplexer by using one of the enable inputs as the multiplexed data input. When the other enable is LOW, the addressed output will follow the state of the applied data.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74154	21ns	34mA
74LS154	15ns	9mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N74154N, N74LS154N

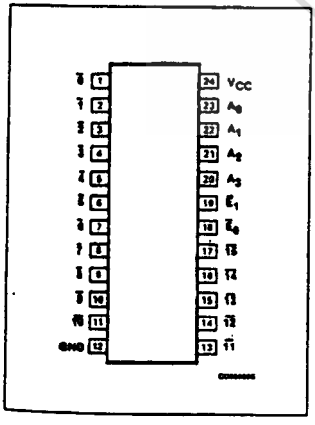
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

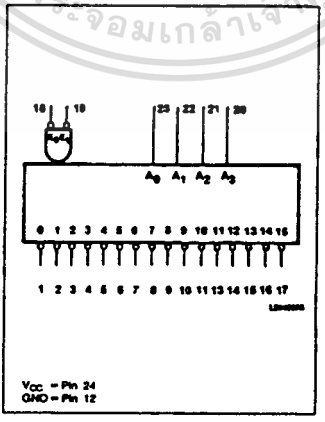
PINS	DESCRIPTION	74	74LS
All	Inputs	1ul	1LSul
All	Outputs	10ul	10LSul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40μA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}, and a 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

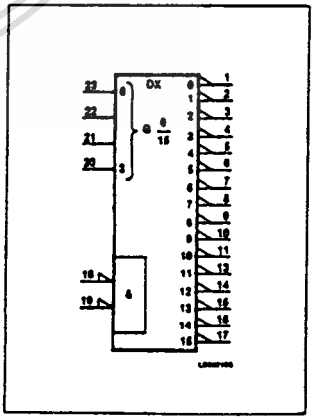
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



74LS245
Transceiver

Octal Transceiver (3-State)
Product Specification

Logic Products

FEATURES

- **Octal bidirectional bus interface**
- **3-State buffer outputs**
- **PNP inputs for reduced loading**
- **Hysteresis on all Data inputs**

DESCRIPTION

The 'LS245 is an octal transceiver featuring non-inverting 3-State bus compatible outputs in both send and receive directions. The outputs are all capable of sinking 24mA and sourcing up to 15mA, producing very good capacitive drive characteristics. The device features a Chip Enable (CE) input for easy cascading and a Send/Receive (S/R) input for direction control. All data inputs have hysteresis built in to minimize AC noise effects.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74LS245	8ns	58mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N74LS245N
Plastic SOL-20	N74LS245D

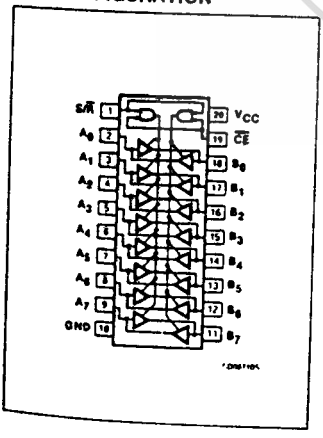
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

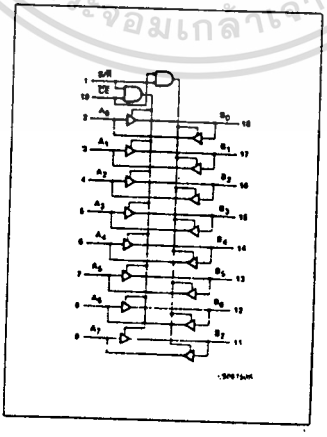
PINS	DESCRIPTION	74LS
All	Inputs	1LSul
All	Outputs	30LSul

NOTE:
Where a 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

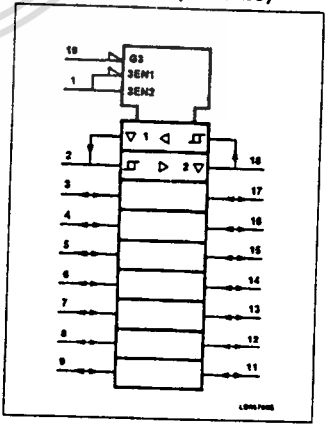
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



Logic Products

74LS373, 74LS374, S373, S374
Latches/Flip-Flops

'373 Octal Transparent Latch With 3-State Outputs
'374 Octal D Flip-Flop With 3-State Outputs
Product Specification

FEATURES
- **8-bit transparent latch — '373**
- **8-bit positive, edge-triggered register — '374**
- **3-State output buffers**
- **Common 3-State Output Enable**
- **Independent register and 3-State buffer operation**

DESCRIPTION
The '373 is an octal transparent latch coupled to eight 3-State output buffers. The two sections of the device are controlled independently by Latch Enable (E) and Output Enable ($\overline{OE}$) control gates.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74LS373	19ns	24mA
74S373	10ns	105mA
74LS374	19ns	27mA
74S374	8ns	116mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N74LS373N, N74S373N, N74LS374N, N74S374N
Plastic SOL-20	N74LS373D, N74S373D, N74LS374D, N74S374D

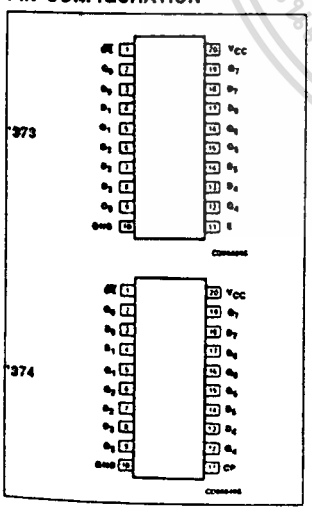
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

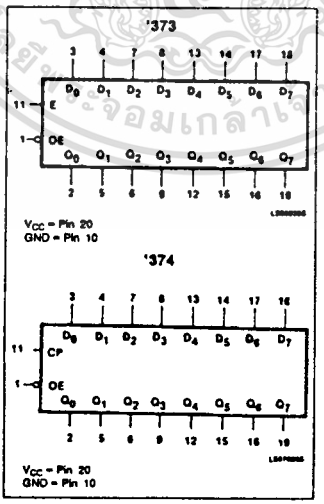
PINS	DESCRIPTION	74S	74LS
All	Inputs	1Sul	1LSul
All	Outputs	10Sul	30LSul

NOTE:
Where a 74S unit load (Sul) is 50μA I_{IH} and −2.0mA I_{IL}, and a 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

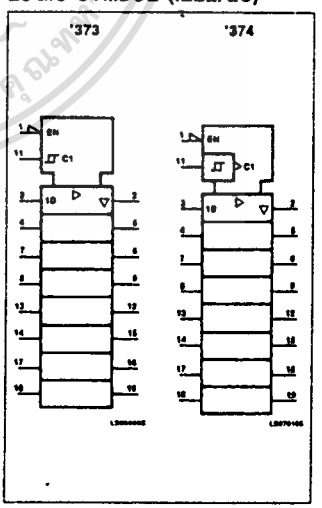
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/EC)



กิตติกรรมประกาศ

โครงงานจอสัมผัสนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือ โดยการให้คำแนะนำและให้ข้อมูลต่าง ๆ จาก อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง และเพื่อน ๆ ที่ให้คำปรึกษาทุกท่าน ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ
เกรียงศักดิ์ กรสุธาทิพย์กุล
สดับพิณ ฉัตรณรงค์ชัย
สมปอง วิเศษพานิชกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. วิสันต์ อาชาเดโชพลและ Advanced Engineering Group, "คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กและการประยุกต์ใช้งาน" ,ฟิสิกส์เซนเตอร์ , 219 หน้า , 2535

2. "คู่มือ/ทียบเบอร์ ไอซี TTL",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 398 หน้า , 2521

3. "คู่มือไอซี CMOS 4000 SERIES", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 306 หน้า , 2521

4. พงษ์ระพี เตชพาหพงษ์ ,"แอดวานซ์ เอ็มเอสดอส (Advance MS-DOS)",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ,298 หน้า ,2521

5. "ET-BOARD V3.5 NEW POWER USERS MANUAL" ,บริษัท อีทีที จำกัด, 91 หน้า 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้