ปีการศึกษา 2532

เครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด

โดย

นาย ทศพล สอดระกูล 29-1063

นางสาว นันทพร ดำรงศิริ 29-1086

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชนิษฐา แซ่ตั้ง

026880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

ภาควิชา อิเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด

ผู้จัดทำ

นาย ทศพล สอตระกูล

นางสาว นันทพร ดำรงศิริ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

026880

21 พ.ย. 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด

(Blind's Communication Device)

นาย ทศพล สอตระกูล 29-1063

นางสาว นันทพร ดำรงศิริ 29-1086

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชนิษฐา แซ่ตั้ง

ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงาน " เครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด " ในวิชา Project II ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสื่อสารทางภาพกับคนตาบอด โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์รับข้อมูล ซึ่งผู้ส่งข้อมูลสามารถกำหนดขึ้นเองในลักษณะของภาพจุดขนาด 12*12 จุด จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการแปลงรหัสจุดภาพให้เป็นรหัสของสัญญาณข้อมูล ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังส่วนแสดงผล โดยมีวงจรถอดรหัส (Decoder) ทำหน้าที่เชื่อมต่อ (Interface) สัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์กับส่วนแสดงผล เมื่อได้รับสัญญาณการเลือกพอร์ต (Port) เบอร์ #300-#303 โดยมี 8255PIO ทำหน้าที่จัดลำดับข้อมูล โดยแยกออกเป็นส่วนของสัญญาณข้อมูลและส่วนของสัญญาณเอนเนเบิ้ล (Enable) ผ่านบัฟเฟอร์ (Buffer) ซึ่งจะช่วยจ่ายกระแสแทน 8255PIO แล้วส่งให้ดาต้าฟลิปฟลอป (Data Flip-Flop) ทำการคงค่าข้อมูลไว้ ก่อนที่จะส่งไปยังสแตกกิ้งไดร์ฟเวอร์ (Stagging Driver) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนแสดงผลให้ปรากฏเป็นภาพนูนขนาด 12*12 จุด ที่คนตาบอดสามารถรับรู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Blind's Communication Device

Thotsapon Sortrakul 291063

Nanthaporn Damrongsiri 291086

Advisor : Khanittha Saetang

Abstract.

This thesis plays a part in the Blind's Communication Device project of the Project II course on which Electronic Electrical Engineering's undergraduates of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang have to enroll.

The Blind's Communication Device project is planned with the aim of increasing the blind's communicative competence by letting them touch dotted pictures. The procedure of this communication is accomplished by computers. The computer will receive the 12*12 dots picture which the trasmitter draws on the terminal. Then, the CPU will convert dotted picture code into data signal code and transmit the final code to the output unit. The decoder will interface signals between the CPU and the output unit when being signalled to select the port No. 300 - 303; then, the 8255 PIO will sort the data by splitting them into Data Signal Unit and Enable Signal Unit. These two signal units will be sent through the buffer which send the data given to the Data Flip-Flop unit to latch the data given until it reaches 144 points. Then, the data will be sent to the Stagging Driver (whose function is to control the output unit) to plot a bas-relief picture with a 12*12 dots size, which blindmen are able to sense.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	1	บทนำ	1
บทที่	2	ทฤษฎีและหลักการออกแบบ	2
บทที่	3	ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	4
		3.1 หลักการออกแบบวงจรส่วนฮาร์ดแวร์	5
		3.2 โครงสร้างของฮาร์ดแวร์	6
		3.3 ทฤษฎีและการออกแบบฮาร์ดแวร์	8
		3.4 การทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์	13
		3.5 การตรวจสอบการทำงานของส่วนแสดงผล	20
บทที่	4	ซอฟท์แวร์ (Software)	23
		4.1 ทฤษฎีและหลักการออกแบบซอฟท์แวร์	23
		4.2 การออกแบบซอฟท์แวร์	24
		4.3 หลักการทำงานในส่วนซอฟต์แวร์	35
		4.4 การทดลองและผลการทดลองในส่วนซอฟต์แวร์	41
บทที่	5	บทสรุป	47
		5.1 บทสรุปและวิจารณ์ส่วนของซอฟท์แวร์	47
		5.2 บทสรุปและวิจารณ์ส่วนฮาร์ดแวร์	48

ภาคผนวก

โปรแกรม TBCD

โปรแกรม BCD

ตัวอย่างอักษรเบรลล์

ข้อมูลของอุปกรณ์

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีคนตาบอดอยู่เป็นจำนวนมาก ในขณะที่มีอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกหรือส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความรู้ความสามารถของคนตาบอดอยู่อย่างจำกัดและส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศในราคาสูง ยิ่งไปกว่านั้น อุปกรณ์เหล่านั้นยังถูกสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับคนตาบอดของประเทศผู้ผลิตเป็นหลัก เช่น การใช้ภาษาก็ยึดตามภาษาอังกฤษ ดังนั้น โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดจึงถูกริเริ่มขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการติดต่อสื่อสารของคนตาบอด

ในการดำเนินชีวิตในปัจจุบันของคนตาบอด ย่อมต้องมีการติดต่อสื่อสารกับคนทั่ว ๆ ไป และกับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งถ้าเป็นการติดต่อที่ใช้เสียงย่อมไม่เป็นปัญหาเท่าใดนัก เนื่องเพราะคนตาบอดโดยทั่วไปจะไม่หูหนวก แต่ในกรณีที่เขาต้องติดต่อโดยใช้สายตา เช่น ตัวอักษรต่าง ๆ รูปภาพทั้งหลาย และสัญลักษณ์ต่าง ๆ เมื่อนั้นปัญหาย่อมเกิดขึ้น แต่ถ้าพวกเขาสามารถรับรู้ถึงความหมายของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นจากการสัมผัส พวกเขาก็จะไม่ต่างไปจากคนตาดีเท่าใดนักหรืออาจจะดีกว่าด้วย ดังคำกล่าวที่ว่า "สิบปากว่าไม่เท่าตาเห็น สิบตาเห็นไม่เท่ามือคลำ" นั่นเอง

การสื่อความหมายระหว่างคนตาบอดและคนทั่ว ๆ ไป มักจะเป็นการสื่อสารกันด้วยคำพูด แต่ก็มีบางกรณีที่ไม่สามารถจะใช้คำพูดในการสื่อสารได้ เช่น การทำสัญญาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางราชการ หรือทางธุรกิจ ซึ่งมักจะต้องการหลักฐานเป็นลายลักษณ์อักษร จึงมีความจำเป็นที่คนตาบอดจะต้องสามารถเขียนอักษรได้บ้าง เช่น ชื่อและนามสกุล เป็นต้น แต่ในปัจจุบันคนตาบอดส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนอักษรของคนตาดีได้ เนื่องจากมีอักษรเบรลล์สำหรับคนตาบอดซึ่งเป็นที่นิยมใช้และมีรูปแบบที่ง่ายต่อการจดจำมากกว่าอักษรของคนตาดี ดังนั้นโครงงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการติดต่อสื่อสารของคนตาบอด ในด้านการรับรู้และการสื่อความหมายของอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด มีแนวความคิดที่จะช่วยเหลือคนตาบอด ให้สามารถเขียนอักษรต่างๆ ได้มากกว่าเดิม รวมทั้งสามารถรับรู้ลักษณะของภาพหรือสัญลักษณ์ที่ไม่ซับซ้อนมากได้ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยในรับส่งข้อมูลที่ต้องการให้คนตาบอดรับรู้

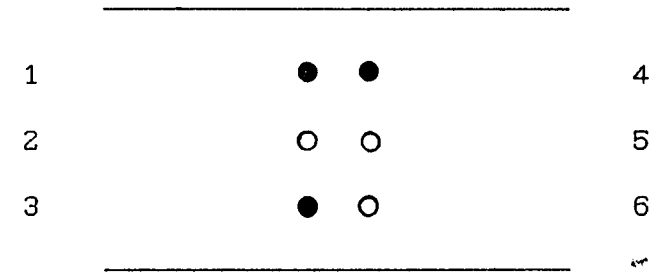
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการออกแบบ

เมื่อเริ่มทำโครงงานนี้ ผู้ได้ทำได้ทำการค้นคว้าข้อมูล และสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงงานนี้จากผู้สอนคนตาบอด ที่โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพฯ ในการนี้ ผู้จัดทำได้รับความร่วมมือจากอาจารย์ผู้สอนหลายฝ่าย ทั้งในด้านข้อมูลของคนตาบอด การเรียนหนังสือและตัวอักษรที่ใช้ การใช้งานคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน รวมทั้งข้อคิดในการดำเนินโครงงานนี้

โดยที่แนวความคิดเดิมของโครงงานนี้ที่ต้องการสร้างอุปกรณ์ที่จะทำให้เกิดภาพนูนของตัวอักษรภาษาไทยขนาดประมาณปลายนิ้วสัมผัส เพื่อให้คนตาบอดสามารถรับรู้หรืออ่าน โดยใช้ปลายนิ้วสัมผัสในลักษณะเดียวกับการอ่านอักษรเบรลล์ของคนตาบอด โดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูล และทำการเก็บข้อมูลที่ต้องการไว้ในไฟล์ แล้วทำการอ่านข้อมูลออกมาทีละตัวอักษรมาแสดงที่อุปกรณ์ในส่วนแสดงผล จากแนวความคิดดังกล่าว อาจารย์ สุจิตรา ติกวัฒนานนท์ ได้กรุณาให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคนตาบอดว่า คนตาบอดส่วนใหญ่ไม่รู้จักลักษณะของอักษรคนตาดีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เพราะคนตาบอดมีอักษรเฉพาะสำหรับคนตาบอดคืออักษรเบรลล์ซึ่งมีลักษณะเป็นจุดนูนเล็ก ๆ ใน 1 ช่อง (1 เซลล์) ประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรคนตาดี หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ ได้ การเขียนอักษรเบรลล์ก็ใช้เครื่องมือโดยเฉพาะเรียกว่า สเลท (Slate) และดินสอ (Stylus) การพิมพ์ก็ใช้เครื่องพิมพ์ที่เรียกว่า เบรลเล่อร์ (Brailler) โดยใช้กระดาษหนาขนาดกระดาษวาดรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างของอักษรเบรลล์ 1 เซล โดย ● หมายถึง จุดนูน และ o คือจุดที่ไม่ใช้ในช่องนั้น

ดังนั้น โครงงานที่วางไว้อาจจะไม่มีประโยชน์ต่อคนตาบอดก็ได้ ถึงแม้ว่า ยังมีคนตาบอดที่ไม่ได้เป็นมาตั้งแต่กำเนิด ที่พอจะรู้จักกับอักษรตาดี แต่คนเหล่านี้ก็ไม่สามารถอ่านอักษรในลักษณะของคนตาดีซึ่งมีขนาดเล็กเท่านั้นได้ โดยใช้ปลายนิ้วสัมผัสเหมือนการอ่านอักษรเบรลล์ เพราะอักษรคนตาดีจะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าอักษรเบรลล์

นอกจากนี้อาจารย์ยังได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้อักษรคนตาดีของคนตาบอดว่า คนตาบอดก็มีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้อักษรคนตาดี เพื่อนำไปใช้ในการติดต่อสื่อสารที่ต้องมีหลักฐานเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น การทำสัญญาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางราชการหรือทางธุรกิจ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การส่งบุตรหลานเข้าศึกษา จะต้องมีการลงนามเป็นหลักฐาน หรือการลงนามในการทำสัญญาซื้อขาย หรือการมอบฉันทะ เป็นต้น โดยเมื่อคนตาบอดมีความจำเป็นจะต้องเขียนอักษรใด ก็จะใช้เชือกหรือลวดมาขดเป็นตัวอักษรให้คนตาบอดคลำ บางทีจะต้องเอาไปทำให้แข็ง เมื่อใช้งานเสร็จ ก็จะเก็บไว้เพื่อนำมาใช้ในครั้งต่อไป

จากแนวทางการดำเนินโครงงานและข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ถ้ามีอุปกรณ์ที่สามารถแสดงภาพนูน ของอักษรคนตาดี ในขนาดที่คนตาบอดจะรับรู้ได้ ก็จะเป็นประโยชน์แก่คนตาบอด และอาจารย์พรรณา นรินทร อาจารย์ภาคคอมพิวเตอร์ ยังได้ให้ความเห็นว่า ถ้าสามารถให้อุปกรณ์แสดงผลนั้น แสดงภาพอื่น ๆ ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งอาจจะเป็นอาจารย์ผู้สอนหรือ คนตาบอด ก็จะทำให้โครงงานนี้น่าสนใจขึ้น เพราะ การสื่อความหมายด้วยภาพย่อมดี สะดวกกว่าการอธิบาย หลายต่อหลายเท่า

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงปรับปรุงแนวทางในการดำเนินงาน เพื่อให้มีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ โดยการขยายขนาดของอุปกรณ์แสดงผล โดยให้ระยะห่างระหว่างจุดแต่ละตำแหน่งมีขนาดใกล้เคียงกับภาพที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ (เบรลเลอร์) (2.5 MM) โดยให้แสดงภาพจุดในลักษณะแมททริกซ์ขนาด 12*12 รวม 144 ตำแหน่ง เพื่อให้สามารถแสดงตัวอักษรภาษาไทยได้ (เลียนแบบจาก Font ของ Computer) โดยใช้ Computer ในการรับส่งข้อมูล ในลักษณะของภาพจุด ขนาด 12*12 จุด ที่ต้องการสื่อให้คนตาบอดรับรู้

เอกสารนี้เป็นการสืบค้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ฮาร์ดแวร์

โครงงานนี้แรกทีเดียวผู้จัดทำได้มีแนวความคิดที่จะช่วยเหลือคนตาบอดให้สามารถเข้าถึงข่าวสารต่าง ๆ ได้ เนื่องจากได้เล็งเห็นว่า คนตาบอดมีข้อจำกัดทางการรับรู้ข่าวสารเพราะไม่สามารถจะอ่านหนังสือได้ด้วยตนเอง ดังนั้น การสร้างเครื่องมือที่แสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรนูน หรือรูปภาพนูน ก็จะทำให้คนตาบอดสามารถอ่านหนังสือเหล่านั้นได้เอง โดยไม่ต้องพึ่งพาใคร แนวความคิดนี้ ก็ได้มีคณะผู้จัดทำหลายต่อหลายรุ่นได้ดำเนินการไปบ้างแล้ว เช่น สร้างเครื่องช่วยการอ่านสำหรับคนตาบอด โดยใช้หลักการของ OPTIC FIBER และเครื่องแปลงอักษรเบรลล์ เป็นต้น

ในช่วงแรกของการดำเนินงานโครงงานนี้ ผู้จัดทำมีแนวความคิดที่จะสร้างเครื่องที่สามารถช่วยคนตาบอดให้อ่านหนังสือของคนตาดีได้เลย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า IMAGE SCANNER ช่วยในการอ่านข้อมูลจากหนังสือ (เก็บข้อมูล) แล้วใช้คอมพิวเตอร์ในการนำข้อมูลเหล่านี้มาประมวลผล แล้วนำส่งออกไปยังเครื่องแสดงผลซึ่งผู้จัดทำจะได้ประดิษฐ์ขึ้น เครื่องแสดงผลนี้จะแสดงผลออกมาเป็นภาพ หรือตัวอักษรภาษาไทยที่มีลักษณะเป็นจุดที่นูนขึ้นมา

ภายหลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ และประโยชน์ของเครื่องมือชิ้นดังกล่าวโดยการไปเก็บข้อมูลที่โรงเรียนสอนคนตาบอด ผู้จัดทำจึงได้รับแนวความคิดใหม่ในการประดิษฐ์เครื่องมือเพื่อช่วยเหลือคนตาบอด เนื่องจากคนตาบอดไม่สามารถจะอ่านตัวหนังสือภาษาอื่นใดได้นอกจาก อักษรเบรลล์ ดังนั้น แนวความคิดเดิมจึงต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในส่วนแสดงผล เนื่องจาก ผู้จัดทำได้คิดจะใช้พื้นที่ส่วนแสดงผลเพียงเท่ากับพื้นที่สัมผัสของนิ้วชี้เท่านั้น (เนื่องจากในการคลำตัวอักษรเบรลล์ คนตาบอดจะใช้เพียงนิ้วชี้) เพราะฉะนั้น ในแนวความคิดใหม่ ผู้จัดทำก็จะได้ปรับพื้นที่ส่วนแสดงผลให้เป็นพื้นที่ที่เท่ากับขนาดกราฟฟิกของรูปภาพที่คนตาบอดสามารถอ่านได้ (ถ้าหากใช้พื้นที่เพียงเท่านิ้วชี้โดยใช้ภาพจุดถึง 144 จุด คนตาบอดจะไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างของแต่ละภาพได้) ซึ่งขนาดกราฟฟิกดังกล่าวจะมีขนาดเท่ากับพื้นที่ 6x4 cells ของอักษรเบรลล์ ในส่วนของการเก็บข้อมูล จากเดิมที่จะรับข้อมูลจากเครื่อง IMAGE SCANNER ก็จะรับข้อมูลจากการคีย์ลงบนคีย์บอร์ดแทน

กล่าวโดยสรุป โครงงานนี้จะเป็นการสร้างเครื่องสอนคนตาบอดให้รู้จักกับอักษรของคนตาดี โดยการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อพิมพ์ตัวอักษรตัวใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรตัวนั้นก็จะไปปรากฏเป็นตัวนูนบนเครื่องแสดงผล ซึ่งคนตาบอดสามารถจะสัมผัสรู้ถึงทิศทางการเขียนตัวอักษรนั้น ๆ ได้ พร้อมทั้งแสดงตัวอักษรเบรลล์ (ตัวนูน) เพื่อการเปรียบเทียบ อยู่ทางมุมซ้ายบนของกระดาษด้วย สำหรับโปรแกรม TBCD และสำหรับโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาต่อมา คือ โปรแกรม BCD นั้น ผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มขีดความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับคนตาบอดมากขึ้น โดยจัดสร้างโปรแกรมที่สามารถรับข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นกราฟฟิกได้ ส่วนรายละเอียดทั้งหมดของโปรแกรมทั้งสองจะอยู่ในบทซอฟท์แวร์

3.1 หลักการออกแบบวงจรส่วนฮาร์ดแวร์

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด มีเป้าหมายที่จะสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความรู้ความสามารถของคนตาบอด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายและมีราคาที่ไม่แพงจนเกินไป

จากการศึกษาโครงงานต่าง ๆ ของรุ่นพี่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น โครงงานเครื่องช่วยการอ่านสำหรับคนตาบอด และโครงงานเครื่องแปลงอักษรเบรลล์ รวมทั้งการสำรวจความต้องการ และความเป็นไปได้ของโครงงานจาก โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ ทำให้ได้แนวความคิดในการออกแบบ และพัฒนาโครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด ดังนี้

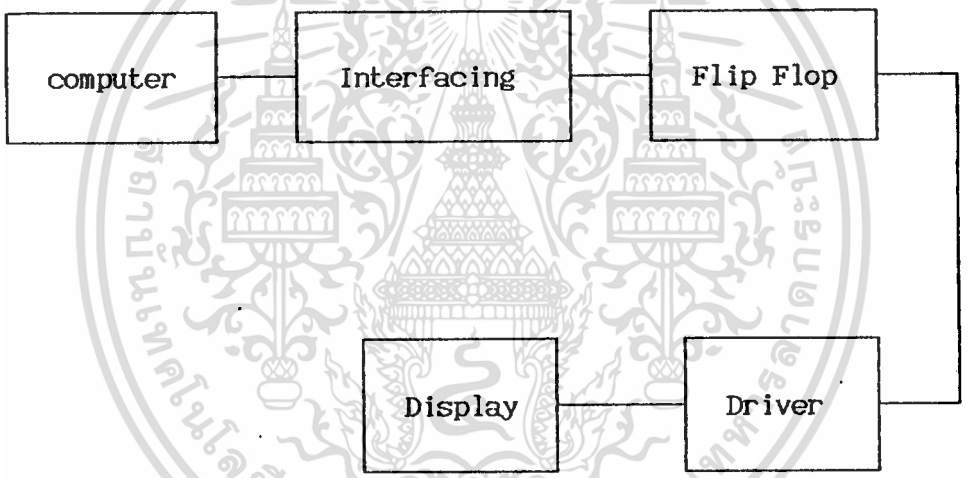
การออกแบบฮาร์ดแวร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้หรือคนตาบอด ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับรู้ผลที่แสดงออกมาทางอุปกรณ์แสดงผลเป็นสำคัญ โดยจะให้แสดงภาพในลักษณะของภาพนูนเป็นจุด ๆ ดังนั้นสิ่งแรกที่ควรพิจารณา คือ ความละเอียดของภาพ โดยในโครงงานนี้ จะแสดงผลในลักษณะของภาพจุดขนาด 12x12 จุด การเลือกใช้ความละเอียดของภาพขนาดนี้ เพราะโดยจุดประสงค์หลักต้องการใช้เครื่องนี้ในการแสดงภาพของอักษรภาษาไทยซึ่งจากการศึกษาถึงวิธีการสร้างตัวอักษรภาษาไทยของโปรแกรมราชวิถี โปรแกรมจุฬา และการสร้างตัวอักษรของการพิมพ์บนเครื่องพิมพ์ และพิจารณาถึงความสามารถในการรับรู้ของคนตาบอด ทำให้ผู้จัดทำเลือกการแสดงภาพขนาด 12x12 นี้ เนื่องจากภาพขนาดนี้สามารถแสดงตัวอักษรภาษาไทยได้และยังมีที่เหลือพอแสดงอักษรเบรลล์อีกด้วย โดยให้มีระยะห่างระหว่างจุดแต่ละจุดประมาณ 2.5 mm ซึ่งเป็นขนาดของระยะห่างของภาพจุดนูนที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ เพราะถ้าให้แต่ละจุดมีระยะห่างมากกว่านี้จะทำให้การรับรู้ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำได้ลำบากหรือทำให้รู้สึกขาดตอนไป และถ้าให้แต่ละจุดมีระยะห่างน้อยกว่านี้ประสาทสัมผัสในการรับรู้ของคนตาบอดอาจไม่สามารถแยกได้ว่าภาพมีลักษณะใด และยังเป็นการยากในการสร้างส่วนแสดงผลอีกด้วย

3.2 โครงสร้างของฮาร์ดแวร์

โครงสร้างของฮาร์ดแวร์ เพื่อความง่ายต่อการทำความเข้าใจ ขอให้ทำการพิจารณารูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1

จากรูปที่ 3.1 ข้อมูลที่ถูกส่งออกจากคอมพิวเตอร์จะผ่านอุปกรณ์ส่วนที่เรียกว่าส่วนอินเตอร์เฟส ซึ่งมีหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนแสดงผลหรืออุปกรณ์ต่อพ่วงกับ CPU และส่วนนี้จะทำการจัดรูปแบบข้อมูลตามที่ได้กำหนดไว้ โดยข้อมูลจะถูกส่งออกมาจากคอมพิวเตอร์ทีละ 12 ค่า แบ่งเป็น 12 ชุด เพื่อทำการควบคุมส่วนแสดงผลทั้ง 144 จุด ในลักษณะของ เมททริกซ์ ข้อมูลที่ได้รับการจัดลำดับแล้วจะถูกส่งออกไปยังฟลิปฟลอปเพื่อทำการคงค่าไว้จนกว่าจะมีการส่งข้อมูลชุดใหม่ ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ที่ฟลิปฟลอปจะเป็นตัวควบคุมการทำงานของส่วนไดร์ฟเวอร์ ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสให้แก่รีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้อุปกรณ์ในส่วนฮาร์ดแวร์

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้ เน้นความสะดวกในการใช้งานเป็นหลัก จึงเน้นที่จะเลือกใช้งานในอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและประหยัดเป็นหลัก และเนื่องจากต้องการความสะดวกในการใช้งานจึงเลือกที่จะใช้ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมาก และสามารถหาได้อย่างสะดวก ส่วนการเลือกใช้อุปกรณ์ในการใช้งานทางด้านฮาร์ดแวร์ ตามบล็อกข้างต้นจะมีดังนี้

ในส่วนอินเตอร์เฟส

เนื่องจากการแสดงผลต้องการข้อมูล 144 ตัว ที่แบ่งเป็นเมททริกซ์ขนาด 12 x 12 จุด เพื่อทำการลดขนาดของวงจรและจัดให้มีรูปแบบอย่างง่ายพร้อมทั้งความเร็วในการทำงานจึงเลือกใช้ 8255PIO ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการรับส่งข้อมูลแบบขนาน เพราะการส่งของมูลแบบอนุกรมจะช้ากว่ามาก นอกจากนั้นในการส่งข้อมูลของ 8255PIO สามารถส่งข้อมูลได้ทีละ 12 ตามที่ต้องการได้โดยการใช้พอร์ต A หรือ B กับพอร์ต C บนหรือล่าง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เด่นของ 8255PIO

ในส่วนของฟลิปฟลอป

เลือกใช้ 74LS373 และ 74LS375 ประกอบกันโดย 74LS373 และ 74LS375 มีลักษณะเป็นดาต้าฟลิปฟลอป ทำให้ง่ายต่อการควบคุมและสามารถรับข้อมูลได้ 12 บิต ด้วยการใช้ 74LS373 และ 74LS375 ประกอบกันอย่างละตัวเท่านั้น โดย 74LS373 ประกอบไปด้วยฟลิปฟลอปภายใน 8 ตัว และ 74LS375 มีฟลิปฟลอปภายใน 4 ตัว

ในส่วนของไดร์ฟเวอร์

เลือกใช้ ULN2003 ซึ่งมีความสามารถสูงกว่าการใช้ทรานซิสเตอร์โดยตรง เพราะภายใน ULN2003 มีดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์อยู่ถึง 7 ชุด และในการควบคุมการทำงาน ก็เพียงแต่ป้อนสัญญาณควบคุมที่ขาเบสของแต่ละชุดเท่านั้น จึงมีความสะดวกในการใช้งาน และยังมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับการใช้ทรานซิสเตอร์จำนวนเท่ากัน

ในส่วนแสดงผล

ได้เลือกใช้รีเลย์ในการแสดงผล เพราะมีขนาดเล็กและสะดวกในการควบคุมมากกว่าการใช้ซตลวดโซลีนอยด์ ซึ่งถ้าต้องการแรงดันสูงพอที่จะดันเข็มให้นูนขึ้นมาได้นั้นจะมีขนาดใหญ่มาก นอกจากนั้นรีเลย์ยังเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและสามารถหาได้ง่ายและมีราคาไม่สูงนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทฤษฎีและการออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบวงจรในส่วนฮาร์ดแวร์ในหัวข้อนี้ จะเป็นการนำเสนอทฤษฎีและคุณสมบัติต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบวงจรส่วนฮาร์ดแวร์ในหัวข้อต่อ ๆ ไป โดยจะทำการสรุปคุณสมบัติอย่างคร่าว ๆ ถ้าผู้อ่านมีความสนใจและต้องการศึกษาเพิ่มเติมจะสามารถหาอ่านได้ตามบรรณานุกรมที่ได้จัดเรียงไว้ท้ายเล่ม แต่ถึงแม้ว่าผู้อ่านจะไม่สนใจที่จะค้นคว้าเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้สรุปไว้ในบทนี้ก็น่าจะเพียงพอกับการทำความเข้าใจในการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์ของโครงงานนี้เป็นอย่างดี

3.3.1 8255PIO/PIA (Programmable Interface Adapter)

8255 เป็นอุปกรณ์ประเภท LSI (Large Scale Integrated circuit) บรรจุอยู่ในแพคเกจ (Package) แบบดิพ (DIP ; Dual-In-Line Package) 40 ขา ลักษณะการวางตำแหน่งขาทั้ง 40 ขา และ บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) สามารถศึกษาจากภาคผนวก

รายละเอียดของการจัดเรียงขาต่าง ๆ ของ 8255

D0-D7 เป็นสายข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทแบบสองทิศทาง (Bidirectional Bus) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ตต่างๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูล

CS (Chip Select Input) ขานี้เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกใช้งาน 8255 โดยเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิก (Logic) เป็น "0" CPU จะสามารถติดต่อสื่อสารกับ 8255 ได้

RD (Read Input) ขานี้จะถูกใช้งานร่วมกับ CS ในการอ่านข้อมูลจาก 8255 โดยเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น "0" และขา CS มีสถานะทางลอจิกเป็น "0" ด้วย CPU จะสามารถอ่านข้อมูลจาก 8255 ได้

WR (Write Input) ขานี้จะถูกใช้งานร่วมกับ CS ในการเขียนข้อมูลเข้า 8255 โดยเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น "0" และขา CS มีสถานะทางลอจิกเป็น "0" ด้วย CPU จะสามารถเขียนข้อมูลเข้าสู่ 8255 ได้

A0-A1 (Address Input) เป็นตัวกำหนดการเลือกใช้พอร์ตทั้งสามของ 8255 โดยทั่วไปมักจะนำเอา A0 และ A1 จากบัสแอดเดรสของ CPU มาต่อเข้าโดยตรงเพื่อเป็นการกำหนดการใช้งานกับพอร์ตต่าง ๆ ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A0	A1	พอร์ตที่ถูกเลือก
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	ส่วนควบคุมการทำงาน

RESET เป็นขาที่ใช้ในการรีเซ็ต 8255 โดยเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น "1" 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตซึ่งพอร์ตทั้งสามของ 8255 จะถูกเซ็ทให้อยู่ในโหมดอินพุท

PA0-PA7,PB0-PB7,PC0-PC7 ขาต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกใช้ในการรับหรือส่งข้อมูลของ 8255 กับ CPU

สรุปการทำงานในโหมดต่าง ๆ ของ 8255

<u>การทำงานในโหมด 0</u>

การทำงานในโหมดศูนย์ของ 8255 เป็นการกำหนดให้พอร์ตต่าง ๆ ของ 8255 ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลกับ CPU โดยสามารถแยกการทำงานของแต่ละพอร์ตให้ทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือตัวส่งข้อมูลด้วยการส่งคำสั่งควบคุม (Control Word) ไปยังส่วนควบคุมการทำงาน (A0=1,A1=1)

<u>การทำงานในโหมด 1</u>

การทำงานในโหมด 1 ของ 8255 นี้จะเป็นการทำงานในลักษณะแฮนด์เช็ค (Handshake) พอร์ต A และ พอร์ต B จะทำหน้าที่เป็นพอร์ตข้อมูล ส่วนพอร์ต C จะถูกใช้เป็นสัญญาณแฮนด์เช็ค โดย 4 บิตบนจะเป็นสัญญาณแฮนด์เช็คให้กับพอร์ต A ส่วน 4 บิตล่างจะเป็นสัญญาณแฮนด์เช็คให้กับพอร์ต B

<u>การทำงานในโหมด 2</u>

การทำงานในโหมด 2 ของ 8255 นี้เป็นการใช้งานในลักษณะที่ให้พอร์ต A ทำหน้าที่เป็นพอร์ตข้อมูลแบบสองทิศทาง และใช้พอร์ต C สำหรับการส่งสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรถอดรหัส

วงจรถอดรหัสเป็นวงจรที่ช่วยในการเลือกใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ CPU โดย

อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดค่าแอดเดรส (Address) ใช้งานที่แตกต่างกันขึ้นมาและเมื่อ CPU ส่งสัญญาณแอดเดรสที่ตรงกับอุปกรณ์ชิ้นใด วงจรถอดรหัสจะเป็นตัวกำหนดให้อุปกรณ์ที่ถูกเลือกเท่านั้นที่สามารถทำงานได้ วงจรถอดรหัสที่นิยมใช้โดยทั่วไปมักประกอบด้วยอุปกรณ์ประเภทเกท (Gate) ต่าง ๆ เช่น ออร์เกท(OR Gate) แอนด์เกท(AND Gate) นอร์เกท(NOR Gate) แน่นด์เกท(NAND Gate) เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการทำงานของอุปกรณ์นี้ 2 ชิ้น คือ นอร์เกท และแนนด์เกท ที่ใช้ในการถอดรหัสเลือกใช้งาน 8255 ในการเชื่อมต่อข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังส่วนแสดงผล

นอร์เกท (NOR GATE)

คือ เกทที่จะให้เอาท์พุทมีสถานะสูงก็ต่อเมื่ออินพุททุกขามีสถานะต่ำ เปรียบเทียบได้กับการเอาอินพุทหลายมาทำการทางตรรกด้วยเครื่องหมาย "หรือ" แล้วกลับค่าเป็นตรงกันข้าม หรือเป็นการอินเวอร์ส(Inverse)ค่าสัญญาณอีกที สัญญาณที่ได้นี้จะเป็นสัญญาณเอาท์พุท

แนนด์เกท (NAND GATE)

คือ เกทที่จะให้เอาท์พุทมีสถานะต่ำก็ต่อเมื่ออินพุททุกขามีสถานะสูง เปรียบเทียบได้กับการเอาอินพุทหลายมาทำการทางตรรกด้วยเครื่องหมาย "และ" แล้วกลับค่าเป็นตรงกันข้าม หรือเป็นการอินเวอร์ส(Inverse)ค่าสัญญาณอีกที สัญญาณที่ได้นี้จะเป็นสัญญาณเอาท์พุท

3.3.3 วงจรบัฟเฟอร์

วงจรบัฟเฟอร์ เป็นวงจรที่มีประโยชน์ในการเชื่อมต่อโหลดที่มีค่าต่ำกับจุดวงจรที่ต้องการอิมพิแดนซ์ค่าสูง กล่าวคือ วงจรบัฟเฟอร์จะเป็นวงจรที่ช่วยจ่ายกระแสให้กับโหลดที่ต้องการกระแสสูงแทน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ระบบต้องจ่ายกระแสสูงจนเกินไป โดยวงจรบัฟเฟอร์ที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีอินพุทอิมพิแดนซ์สูงและต้องการกระแสอินพุทในการไบอัสต่ำมาก
2. มีอินพุทและเอาท์พุทออฟเซ็ทโวลเตจ (Offset Voltage) ต่ำ
3. โวลเตจเกน (Voltage Gain) มีค่าแน่นอน โดยทั่วไปมักจะมีค่าเท่ากับ 1.00
4. มีแบนด์วิด (Bandwidth) กว้างทั้งสัญญาณระดับต่ำและระดับสูง
5. มีเอาท์พุทอิมพิแดนซ์ต่ำมากและมีความสามารถในการจ่ายกระแสโหลดได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

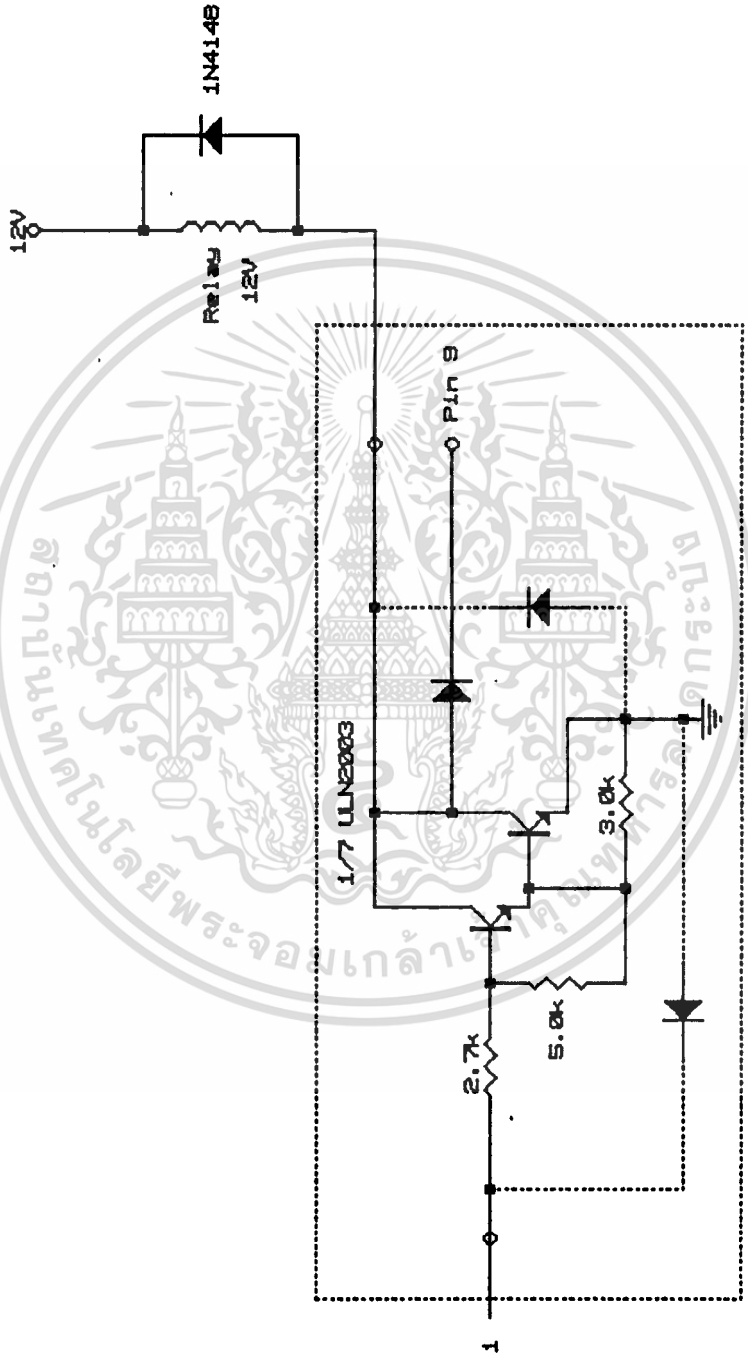
3.3.4 วงจรฟลิปฟลอป

วงจรฟลิปฟลอปเป็นวงจรที่ใช้ในการคงค่าข้อมูล (Latch) โดยจะมีการรับข้อมูลเข้ามาเก็บไว้เมื่อได้รับสัญญาณเอนเนเบิ้ลและคงค่าข้อมูลนั้นไว้ที่เอาท์พุท และเมื่อมีสัญญาณเอนเนเบิ้ลเข้ามาอีก ก็จะทำการเปลี่ยนค่าสัญญาณที่เอาท์พุทให้มีค่าตามลักษณะของค่าสัญญาณข้อมูลที่อินพุท แล้วแต่คุณสมบัติของวงจรฟลิปฟลอปนั้น และคงค่านั้นไว้จนกว่าจะมีการส่งสัญญาณเอนเนเบิ้ลเข้ามาใหม่ วงจรฟลิปฟลอปมีหลายชนิดเช่น RS ฟลิปฟลอป (RS Flip-Flop) JK ฟลิปฟลอป (JK Flip-Flop) ดาต้าฟลิปฟลอป (D Flip-Flop) เป็นต้น ในการใช้งานได้ใช้ไอซีเบอร์ 373 และ 375 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการคงค่าข้อมูล โดยวงจรภายในจะประกอบไป ด้วยดาต้าฟลิปฟลอปจำนวน 8 ตัว และ 4 ตัว ตามลำดับ การทำงานของดาต้าฟลิปฟลอปแต่ละตัวภายในไอซีทั้งสองมีดังนี้คือ เมื่อขา G ได้รับสัญญาณสถานะต่ำ ดาต้าฟลิปฟลอปจะทำการรับสัญญาณจากขาดาต้าเข้ามาและทำการแสดงสถานะตามสถานะของดาต้าที่รับเข้ามาและคงค่านั้นไว้ จนกว่าจะได้รับสัญญาณสถานะต่ำที่ขา G อีกครั้งหนึ่งฟลิปฟลอปถึงจะทำการรับข้อมูลมาเก็บไว้แทนข้อมูลเดิม และไม่ว่าสถานะของสัญญาณข้อมูลที่ขาดาต้าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ถ้าสัญญาณที่ขา G ไม่ได้มีสถานะต่ำ ข้อมูลที่เอาท์พุทจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3.3.5 วงจรไดร์ฟเวอร์ (Driver)

โดยทั่วไปรีเลย์จะทำงานเมื่อจ่ายโวลเตจและกระแส ที่เหมาะสมให้กับวงจรของรีเลย์ ซึ่งวิธีการอย่างง่ายๆ ก็คือการต่อกับแหล่งจ่ายกระแสโดยตรง และใช้สวิตช์เปิดปิดในการควบคุมการทำงานของรีเลย์ แต่ถ้าต้องการความเป็นระเบียบ และให้ง่ายแก่การควบคุมจะสามารถใช้ตัวทรานซิสเตอร์ในการเปิดปิดรีเลย์ได้ โดยการต่อรีเลย์เข้าที่ขาคอลเลคเตอร์แทนตัวต้านทานที่ขาคอลเลคเตอร์ และควบคุมการทำงานโดยการเปิดปิดทรานซิสเตอร์ ด้วยกระแสเบสของวงจรคอมมอนอิมิเตอร์ ส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของรีเลย์นี้ จะเรียกว่า ส่วนวงจรไดร์ฟเวอร์ เพราะวงจรนี้จะมีหน้าที่ในการไดร์ฟกระแสให้แก่รีเลย์ เพื่อให้รีเลย์ทำงานตามความต้องการ สำหรับวงจรใช้งานจริงนั้นได้ใช้ไอซี ULN2003 ซึ่งเป็นไอซีแพคเกจที่ประกอบด้วยวงจรทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตัน (Daringtон Transistor Arrays) ถึง 7 ตัวในแพคเกจเดียว วงจรภายในของ ULN 2003 มีลักษณะดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นได้ว่าทรานซิสเตอร์แต่ละชุดของ ULN2003 นั้นถูกประกอบในลักษณะของดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ และได้ทำการเปิดส่วนคอลเลคเตอร์ไว้สำหรับการต่อเชื่อม ซึ่งถ้านำเอารีเลย์มาต่อแทน จะเห็นได้ว่าเมื่อจ่ายกระแสเบส ทรานซิสเตอร์จะทำงานและดึงกระแสจากรีเลย์พร้อมกับทำตัวเสมือนเป็นกราวด์ ซึ่งถ้าขาอีกด้านของรีเลย์ต่ออยู่กับซัพพลายบวก รีเลย์ก็จะทำงานได้ และเมื่อหยุดจ่ายกระแสเบสตัวทรานซิสเตอร์ก็จะเปิดวงจรออก รีเลย์ก็จะหยุดทำงาน และจากข้อมูลของ ULN2003 ทำให้ทราบว่าแต่ละตัวสามารถรับกระแสคอลเลคเตอร์ได้ถึง 0.5 แอมป์ ซึ่งมากกว่ากระแสที่จะผ่านรีเลย์ถึง 10 เท่า ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาสำหรับการควบคุมรีเลย์ นอกจากนี้ ULN 2003 ยังมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับการใช้ทรานซิสเตอร์ ในการควบคุมรีเลย์

3.3.6 ส่วนแสดงผล (Display)

จากจุดมุ่งหมายที่ต้องการจะติดต่อสื่อสารกับคนตาบอด จึงจำเป็นต้องออกแบบอุปกรณ์ที่คนตาบอดสามารถรับรู้ได้ นั่นคือจะต้องทำการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถแยกระดับความสูงต่ำของภาพได้ ในที่นี้ได้กำหนดให้ภาพที่จะทำการสื่อสารกับคนตาบอดมีลักษณะเป็นจุด ๆ จำนวน 144 จุด ประกอบไปด้วย 12 แถว แต่ละแถวมี 12 จุด รวมเป็น 144 จุด โดยแต่ละจุดสามารถนูนขึ้นมาได้ อย่างเป็นอิสระแก่กันและกัน และสามารถควบคุมได้โดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจากข้อกำหนดต่าง ๆ ข้างต้น และจากการศึกษาค้นคว้าจึงได้เลือกใช้รีเลย์ในการสร้างส่วนแสดงผลนี้ โดยจะใช้การดูดและปล่อยของหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์ในการดันเอ็นซึ่งจะทำให้จุดที่ต้องการมีลักษณะนูนขึ้นมาได้ และยังสามารถควบคุมการทำงานของรีเลย์ได้โดยง่ายอีกด้วย

3.4 การทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์

ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาถึงรูปแบบต่างๆ ของการทำงานของส่วนแสดงผลซึ่งได้ทำการพิจารณามาบ้างแล้วในการศึกษาถึงทฤษฎีและการออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ เช่นเดียวกันกับหัวข้อที่แล้ว การทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์จะมีการแยกการพิจารณาออกเป็นส่วน ๆ และจะทำการอธิบายอย่างละเอียดไปทีละส่วน ดังต่อไปนี้

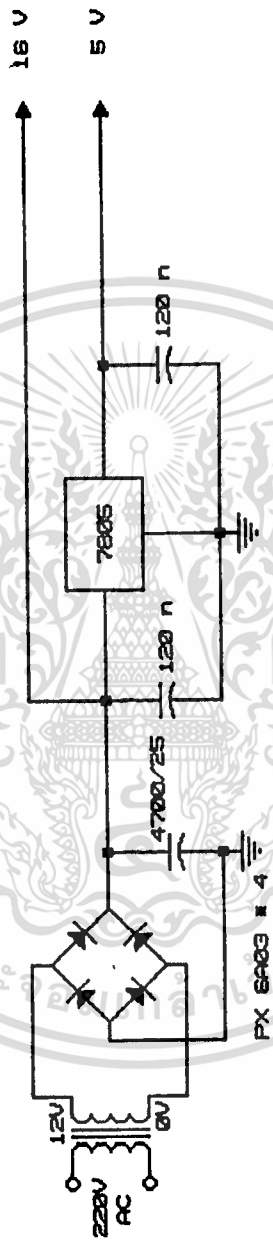
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ส่วนจ่ายกำลัง (Power Supply)

ในการออกแบบวงจรจ่ายกำลังสำหรับโครงงานนี้ มิได้มีจุดมุ่งหมายให้มีคุณสมบัติที่ดีเลิศ แต่จะเน้นที่ความสามารถในการนำไปใช้งานมากกว่า ดังนั้นจึงมิได้ออกแบบป้องกันการลัดวงจรไว้ ในการใช้งานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนั้น มีความต้องการไฟเลี้ยงของวงจรสองแบบด้วยกัน คือ ไฟดีซี 5 โวลต์ สำหรับไอซีทั้งหลายในวงจร และ ไฟดีซี 12 โวลต์ สำหรับวงจรส่วนแสดงผล ซึ่งไฟเลี้ยงสำหรับไอซีนั้นต้องการความเรียบสูงพอสมควร จึงใช้ไอซีเรกกูเรเตอร์ (Regulator) 7805 ที่สามารถจ่ายกระแสได้ 1 แอมป์ในการควบคุมระดับดีซีให้มีความเรียบเพียงพอสำหรับไอซีต่าง ๆ ในวงจร ส่วนไฟดีซี 12 โวลต์ เนื่องจากถูกนำไปใช้งานในส่วนแสดงผล ซึ่งเป็นรีเลย์เพียงอย่างเดียวไม่จำเป็นต้องมีความเรียบสูงเท่าใดนัก จึงไม่จำเป็นต้องต่อไอซีเรกกูเรเตอร์เพิ่ม ดังแสดงในรูปที่ 3.3

จากรูปจะเห็นได้ว่า เมื่อจ่ายไฟเอซี 220 โวลต์ ให้กับหม้อแปลง ๆ จะทำการแปลงไฟให้มีค่าประมาณ 12 โวลต์ ส่งผ่านไปยังวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ (Bridge Rectifier) ซึ่งไดโอดแต่ละตัวสามารถทนกระแสได้ประมาณ 6 แอมป์ และทำการฟิลเตอร์ (Filter) ด้วยคาปาซิเตอร์ 4700/25 ได้ไฟดีซีมีค่าประมาณ 16 โวลต์ ซึ่งจะแยกการใช้งานของไฟนี้ออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกจะเอาไปใช้กับรีเลย์แสดงผล และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปผ่านไอซีเรกกูเลเตอร์ 7805 ทำการแปลงเป็นไฟดีซีที่มีความเรียบสูงขึ้น สำหรับไอซีทั้งหมดในวงจร ซึ่งจะเห็นได้ว่าการนำเอาไฟจากเอาท์พุทของวงจรบริดจ์เรกกูเลเตอร์ ที่มีค่าประมาณ 16 โวลต์มาผ่าน 7805 โดยตรง อาจจะทำให้ 7805 มีอุณหภูมิสูงกว่าเดิม จึงได้ทำการติดตั้งฮีทซิงค์ให้กับ 7805 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ส่วนอินเตอร์เฟส (Interface)

ส่วนอินเตอร์เฟสประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

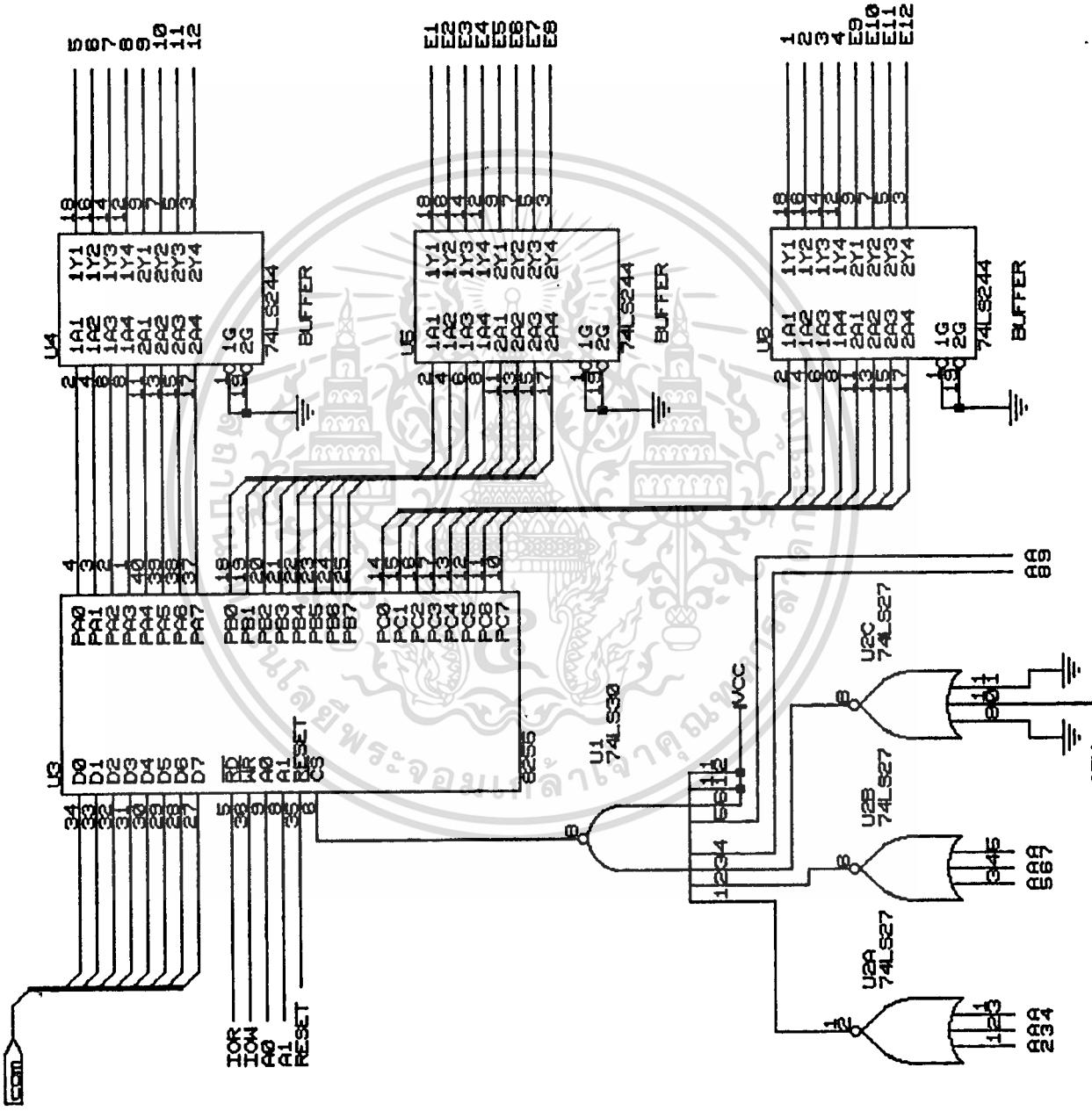
1. 8255PIO ทำหน้าที่จัดลำดับข้อมูลให้มีรูปแบบตามที่กำหนด
2. 74LS244 ทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ให้กับ 8255PIO
3. 74LS30 ทำหน้าที่เป็นวงจรถอดรหัสร่วมกับ 74LS27
4. 74LS27 ทำหน้าที่เป็นวงจรถอดรหัสร่วมกับ 74LS30

<u>การทำงาน</u>

การทำงานของส่วนอินเตอร์เฟสมีดังนี้คือ

1. ตรวจสัญญาณการเลือกใช้ส่วนแสดงผลจาก CPU โดยจะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณเลือกพอร์ตเบอร์ #300-#303 ดังนี้คือ
   - 1.1 #300 ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่าง CPU กับพอร์ต A ของ 8255PIO
   - 1.2 #301 ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่าง CPU กับพอร์ต B ของ 8255PIO
   - 1.3 #302 ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่าง CPU กับพอร์ต C ของ 8255PIO
   - 1.4 #303 ใช้ในการส่งข้อมูลกำหนดการทำงานให้แก่ 8255PIO
2. แยกสัญญาณเอาท์พุทออกเป็นสองส่วนๆ ละ 12 เส้น โดยใช้พอร์ต A ร่วมกับพอร์ต C ล่าง และพอร์ต B ร่วมกับพอร์ต C บน เพื่อใช้เป็นสัญญาณข้อมูลและสัญญาณเอนเนเบิ้ลสำหรับดาต้าฟลิปฟลอป ตามลำดับ การแยกสัญญาณออกเป็นสัญญาณข้อมูลและสัญญาณเอนเนเบิ้ลก็เพื่อความสะดวกในการกำหนดการทำงานของรีเลย์โดยการกำหนดเป็นเมททริกซ์ขนาด 12*12 จุด ซึ่ง 8255PIO จะทำการส่งสัญญาณข้อมูลออกไปทีละชุด ๆ ละ 12 บิต เป็นจำนวน 12 ครั้งจึงจะครบ 144 จุด โดยสัญญาณข้อมูลแต่ละชุดจะถูกเก็บไว้ด้วยดาต้าฟลิปฟลอป ที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณเอนเนเบิ้ล ซึ่งทำให้สามารถควบคุมการแสดงผลตามจุดต่าง ๆ ทั้ง 144 จุด ได้ตามต้องการ รูปของส่วนอินเตอร์เฟสได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4 จากรูปจะเห็นได้ว่าไอซี 74LS30 และ 74LS27 ทำการกำหนดการเลือกพอร์ต #300-#303 โดยการต่อเข้ากับขา CS ซึ่งจะให้สถานะต่ำเมื่อได้รับสัญญาณเลือกพอร์ต #300-#303 นอกนั้นจะให้สถานะสูง ทำให้ 8255 ไม่ทำงาน ส่วนขา WR และ RD กำหนดให้ทำการเขียนข้อมูลลง 8255PIO เพียงอย่างเดียว และได้ต่อ 74LS244 ไว้กับเอาท์พุทพอร์ตทั้งสามของ 8255 เพื่อช่วยในการจ่ายกระแสด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ส่วนไดร์ฟเวอร์

วงจรไดร์ฟเวอร์ในที่นี้ประกอบด้วย

1. 74LS373 ทำหน้าที่เป็นดาต้าฟลิปฟลอปในการคงค่าข้อมูลไว้พร้อมทั้งส่งให้ ULN2003
2. 74LS375 ทำหน้าที่เป็นดาต้าฟลิปฟลอปในการคงค่าข้อมูลไว้พร้อมทั้งส่งให้ ULN2003
3. ULN 2003 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์

วงจรไดร์ฟเวอร์มีหน้าที่โดยสรุปดังนี้

1. ทำการแยกค่าข้อมูลออกเป็น 144 จุด
2. ทำการคงค่าข้อมูลไว้จนกว่าข้อมูลชุดใหม่จะถูกส่งมา
3. ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตามข้อมูลที่ถูกส่งให้

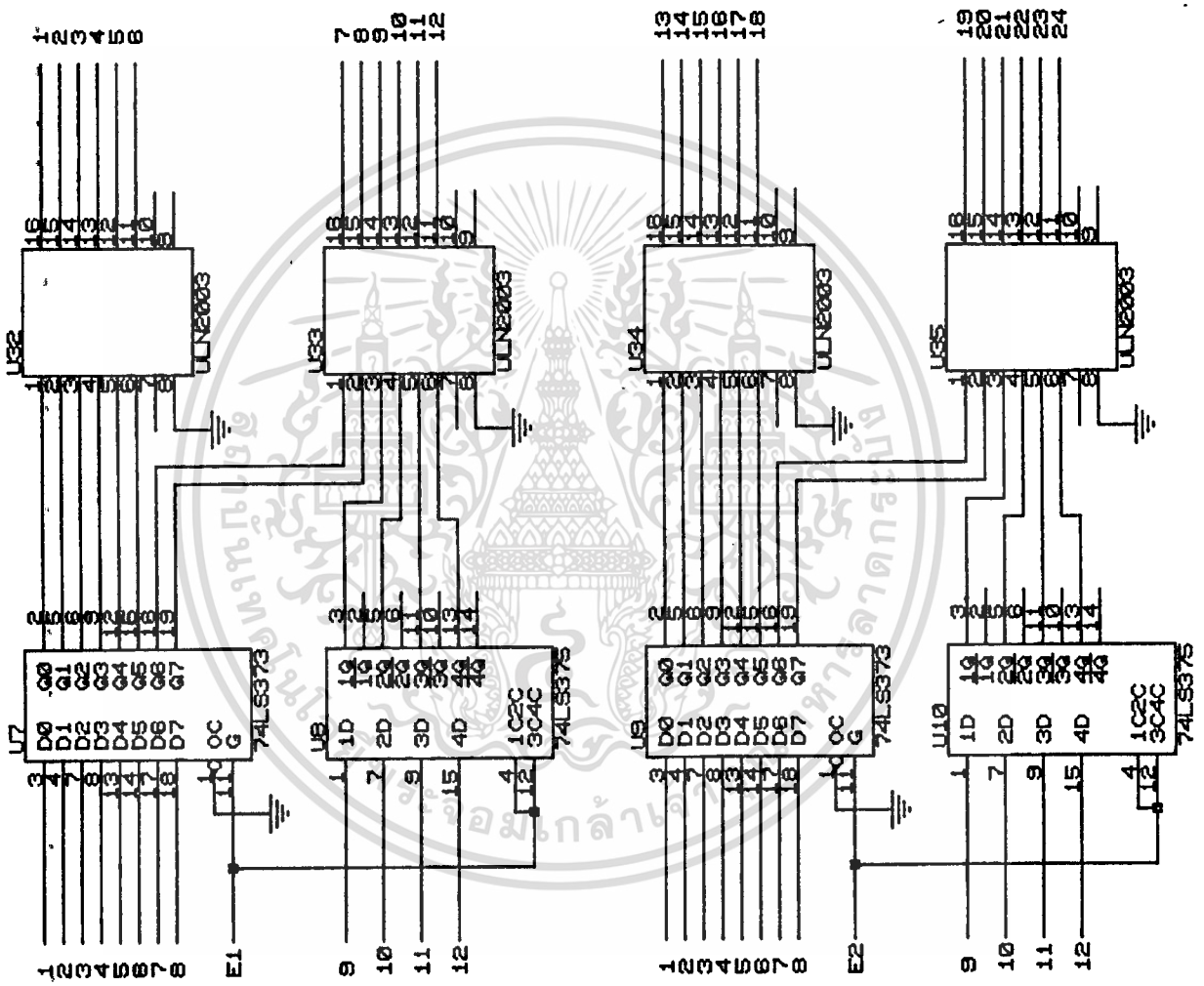
เมื่อสัญญาณทั้งสองส่วนของ 8255PIO ถูกส่งมายังไดร์ฟเวอร์ ข้อมูลจะถูกรับเข้ามาจนครบ 144 ค่า ด้วยดาต้าฟลิปฟลอปซึ่งจะทำการคงค่าไว้ พร้อมทั้งส่งไปให้ ULN2003 ซึ่งจะทำการควบคุมการทำงานของรีเลย์ทั้ง 144 ตัว ตามข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ที่ตัวดาต้าฟลิปฟลอปดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 จากรูปจะเห็นได้ว่า ดาต้าฟลิปฟลอปถูกแบ่งออกเป็น 12 ชุด แต่ละชุดจะประกอบด้วย 74LS373 และ 74LS375 อย่างละตัว รวมเป็น 24 ตัว และ ULN2003 อีกชุดละ 2 ตัว รวม 24 ตัว เช่นกัน และจะเห็นอีกว่าดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ภายใน ULN2003 ถูกใช้เพียง 6 ตัว เพื่อความสะดวกในการออกแบบลายวงจร

3.4.4 ส่วนแสดงผล

ในการใช้งานรีเลย์จะทำหน้าที่เป็นส่วนแสดงผล ซึ่งจะถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นเมททริกซ์ 12*12 จุด โดยแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ๆ ละ 36 ตัว รวม 144 ตัว ที่หน้าสัมผัสของรีเลย์แต่ละตัวจะถูกติดไว้ด้วยเอ็นและท่อพลาสติก ที่จะทำหน้าที่เป็นจุดนูนและทางเดินของเอ็นตามลำดับ

ในการใช้ทรานซิสเตอร์ควบคุมโหลดที่เป็นขดลวด จะต้องระวังแรงดันทรานเซี้ยนท์ที่เกิดจากขดลวด เมื่อกระแสหยุดลงไม่ให้เกินแรงดันเบรคดาวน์ (Breakdown) ของทรานซิสเตอร์ วิธีที่มีประสิทธิภาพมากและใช้กันโดยทั่วไปคือ การต่อไดโอดคร่อมขดลวดในวงจรได้ใช้ 1N4148 ต่อคร่อมรีเลย์ทุกตัว เพื่อเป็นการป้องกันดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ภายในไอซี ULN2003 ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การตรวจสอบการทำงานของส่วนแสดงผล

ในการทำงานของระบบ เป็นที่ทราบว่าสามารถแยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนซอฟท์แวร์ และส่วนฮาร์ดแวร์ ในหัวข้อนี้จะเน้นการทดลองในส่วนของฮาร์ดแวร์เป็นหลัก โดยได้ทำการทดลองอย่างละเอียด ทุกขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

3.5.1 การจำลองระบบการทำงานของโครงงาน

ในการออกแบบโครงงานนี้ เริ่มต้นได้ทำการจำลองรูปแบบของระบบทั้งหมดที่จะนำมาใช้ประกอบกันในการสร้างเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอด โดยได้ทำการทดลองใช้ฟลิปฟลอปและ ULN2003 ในการควบคุมการทำงานของรีเลย์ 7 ตัว ตามส่วนประกอบภายในของ ULN2003 เพื่อเป็นการทดสอบให้แน่ใจว่า ULN2003 สามารถไดร์ฟกระแสให้แก่รีเลย์จริง ซึ่งปรากฏว่า ULN2003 สามารถไดร์ฟตัวรีเลย์ทั้ง 7 ตัวได้อย่างสบาย

3.5.2 การตรวจสอบการทำงานของส่วนอินเตอร์เฟส

การตรวจสอบส่วนอินเตอร์เฟส เป็นการทดสอบว่าส่วนอินเตอร์เฟส สามารถใช้งานได้ถูกต้องตามต้องการหรือไม่ ในการทดลองได้ทำการส่งค่าไปให้ 8255PIO ทำการส่งค่าต่าง ๆ ออกไป โดยมีการควบคุมตัว 8255PIO ด้วยการส่งคำสั่งควบคุมไปยังพอร์ต #303 แล้วทำการติดต่อกับพอร์ตทั้งสามของ 8255PIO ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการต่อเอาท์พุทกับ LED ในการตรวจสอบการทำงานของส่วนอินเตอร์เฟสนี้ปรากฏว่า สามารถส่งข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามต้องการทุกประการ

3.5.3 การตรวจสอบการทำงานของรีเลย์

การตรวจสอบการทำงานของรีเลย์นี้ เนื่องจากส่วนแสดงผลเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของโครงงานนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียด ดังนั้นจึงได้ทำการตรวจสอบการทำงานทุกตัว ด้วยการจ่ายไฟตรง 16 โวลต์ คร่อมรีเลย์ทีละตัว และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างดี การตรวจสอบนี้ได้ทำการตรวจสอบมากกว่า 8 ครั้ง ดังนี้

<u>ครั้งที่ 1</u> เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัวก่อนที่จะทำการติดเอ็น

<u>ครั้งที่ 2</u> เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัวหลังจากทำการติดเอ็น

<u>ครั้งที่ 3</u> เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัวหลังจากทำการติดเอ็นและทำการติดตั้งลงบนแผ่นวงจรแล้ว

<u>ครั้งที่ 4</u> เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัวที่ติดตั้งอยู่บนแผ่นวงจรและได้ทำการต่อท่อนำเอ็นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 5 เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัว ก่อนทำการประกอบแผ่นวงจรทั้ง 4 แผ่นเข้าด้วยกัน

ครั้งที่ 6 เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัว หลังทำการประกอบแผ่นวงจรทั้ง 4 แผ่นเข้าด้วยกัน

ครั้งที่ 7 เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัวก่อนต่อเอ็นทั้งหมดเข้ากับแผ่นหน้าสัมผัสของกล่องส่วนแสดงผล

ครั้งที่ 8 เป็นการตรวจสอบการทำงานของรีเลย์ทุกตัว หลังจากต่อเอ็นทั้งหมดเข้ากับแผ่นหน้าสัมผัสของกล่องส่วนแสดงผล

นอกเหนือจากที่ได้สรุปเป็นครั้ง ๆ มานี้ แล้วก็ยังมีการตรวจสอบรีเลย์อีกหลายต่อหลายครั้งเพื่อให้แน่ใจว่า สามารถทำงานได้จริงตามที่ต้องการ

3.5.4 การทดสอบการทำงานของระบบ

การทำงานของเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้ จะเริ่มนับตั้งแต่การรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปจนกระทั่งสามารถแสดงผลออกมาเป็นลักษณะของจุดนูนขนาด 12*12 จุด ดังนั้นการทดสอบการทำงานของระบบ จะเริ่มต้นด้วยการเรียกใช้โปรแกรม BCD หรือ TBCD โปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่ง เพื่อทำการส่งข้อมูลที่ต้องการไปยังส่วนแสดงผล ที่คนตาบอดสามารถรับรู้ได้

จากการทดสอบการทำงานของระบบในตอนแรกปรากฏว่า เมื่อทำการส่งสัญญาณแสดงผลไปยังส่วนแสดงผลแล้ว รีเลย์ทำงานไม่เป็นไปตามที่ต้องการ กล่าวคือ มีรีเลย์จำนวนหนึ่งไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง จึงได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบว่าที่ไม่ทำงานนั้นเป็นเพราะอะไร เพื่อทำการแก้ไข ดังนี้

3.5.1 ทำการวัดโวลเตจคร่อมขดลวดพบว่ามีค่าลดลงจาก 16 โวลต์ เหลือเพียง 10 โวลต์ จึงสันนิฐานได้ว่าวงจรฟิลเตอร์อาจไม่ดีพอจึงทำการต่อคาปาซิเตอร์ขนาดเท่าเดิมขนานไปอีก 4 ตัว ซึ่งก็สามารถช่วยให้โวลเตจเพิ่มขึ้นเป็น 11.5 โวลต์ แต่ก็ยังไม่ทำงานเหมือนเดิม

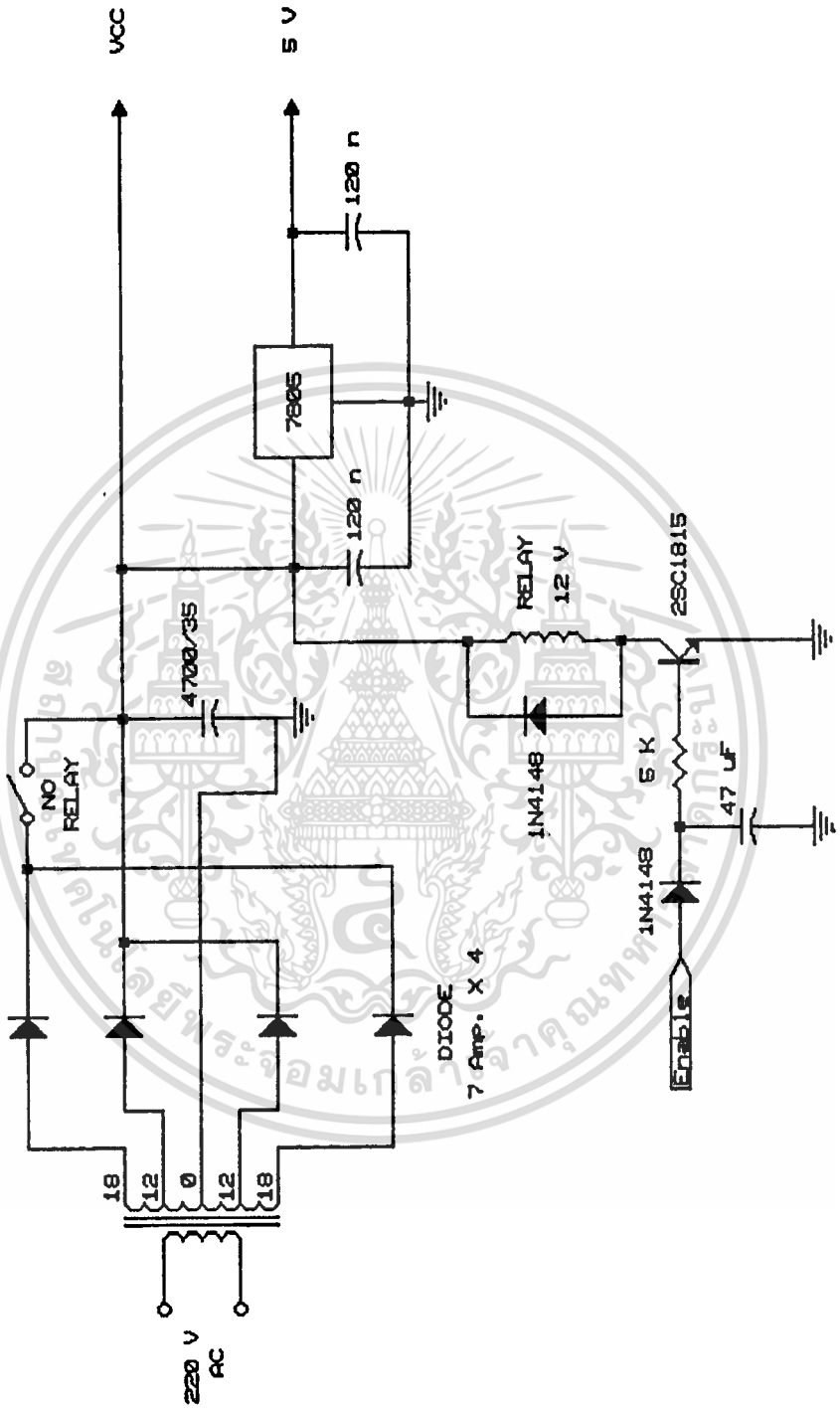
3.5.2 เมื่อฟิลเตอร์ไม่สามารถใช้ได้ จึงทดลองใช้หม้อแปลงอีกตัวหนึ่งแยกการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับรีเลย์ ซึ่งก็ยังไม่ได้ผลทำให้คิดว่า กระแสไม่พออาจไม่ใช่สมมุติฐานที่ถูกต้องแต่ก็ยังต้องทำการทดลองต่ออีก โดยการใช้แบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งมีความต่างศักดิ์เท่ากับ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง ทำซ้ำ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดี แต่สามารถจ่ายกระแสได้ถึง 35 แอมป์ มาทำการทดลอง ปรากฏว่ารีเลย์ก็ยังทำงานไม่ครบอยู่ดี จึงสรุปได้ว่าปัญหาไม่ได้อยู่ที่ กระแสไม่พอกับการทำงานของรีเลย์

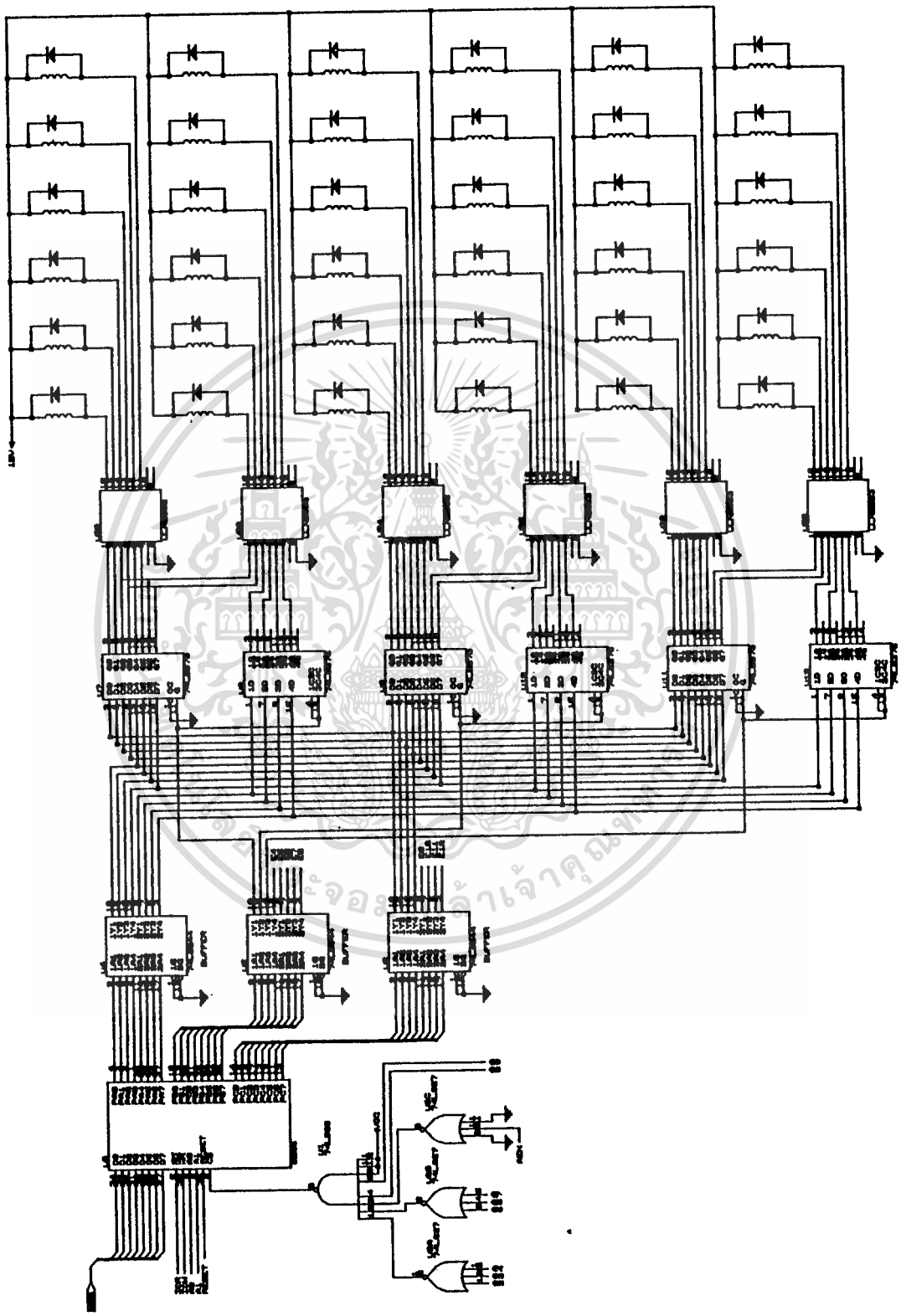
3.5.3 จากการที่พบว่ากระแสไม่น่าจะมีผลเท่าใดนัก จึงมาถึงสิ่งที่สำคัญสำหรับการเริ่มทำงานของรีเลย์ นั่นคือ โวลเตจซึ่งรีเลย์ที่ใช้เป็นรีเลย์แบบ 12 โวลต์ สามารถเริ่มทำงานได้ตั้งแต่ 9 โวลต์ ขึ้นไป แล้วแต่ความสามารถของแต่ละตัว แต่ในกรณีนี้ได้มีการติดเอ็นกับหน้าสัมผัสของรีเลย์ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จึงต้องการโวลต์ที่สูงขึ้น จากการทดลองพบว่าต้องการโวลเตจประมาณ 15 โวลต์ จึงจะเริ่มทำงานได้ครบทุกตัว แต่การทำงานที่โวลต์สูง ๆ ของรีเลย์ก็จะมีปัญหาในด้านของความร้อน ดังนั้นจึงควรจะใช้โวลต์สูงเฉพาะในช่วงเริ่มทำงานเท่านั้น และเมื่อรีเลย์ทำงานแล้วสามารถลดระดับโวลเตจลงได้ถึงประมาณ 6 โวลต์ รีเลย์จึงเลิกการทำงาน ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาวงจรซัพพลาย ให้มีลักษณะดังรูปที่ 3.6 ซึ่งการทำงานจะมีดังนี้คือ ในช่วงแรกเมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ฟลิปฟลอป จะมีการส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของรีเลย์พิเศษอีกตัวหนึ่งให้ทำการสวิตช์ขดลวดของหม้อแปลงขึ้นไป ให้ทำการจ่ายโวลต์ด้วยขด 18 โวลต์ จากนั้นเมื่อสัญญาณทั้งหมดถูกเก็บไว้ที่ฟลิปฟลอปเรียบร้อย หรือรีเลย์ทุกตัวทำงานเรียบร้อยแล้ว รีเลย์พิเศษก็จะหยุดการทำงานทำการต่อส่วนซัพพลายกับขด 12 โวลต์ โดยอัตโนมัติเพื่อเป็นการป้องกันความร้อนที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานของรีเลย์ที่ซัพพลายค่าสูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

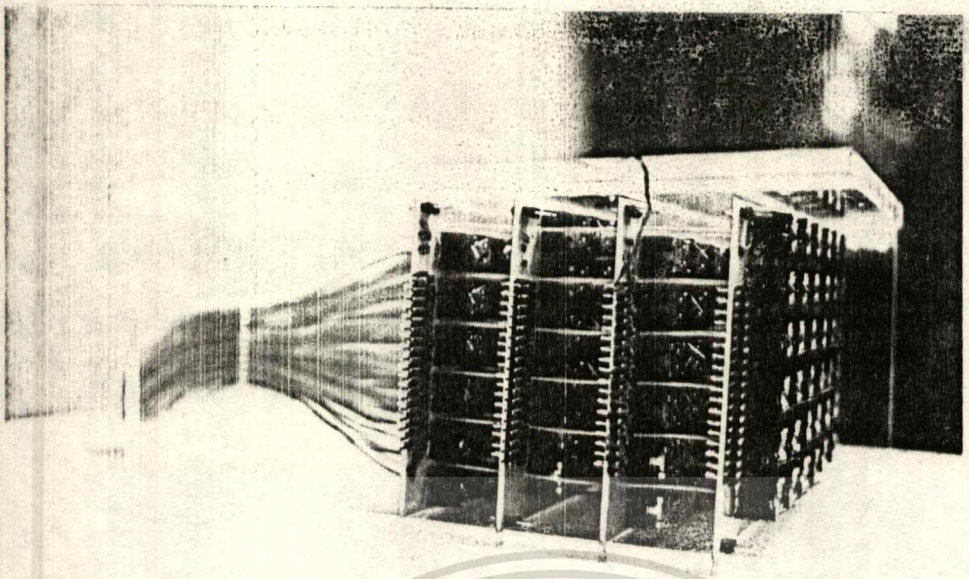


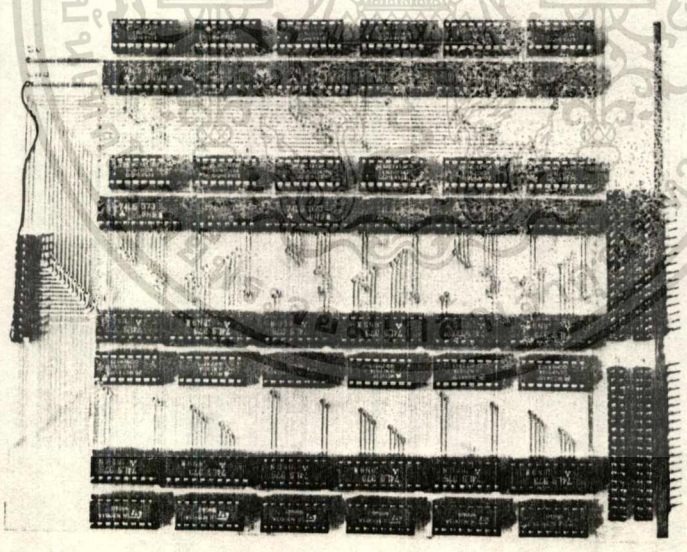
รูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ซอฟต์แวร์

ในบทนี้จะกล่าวถึง เรื่องทั้งหมดที่เกี่ยวข้องภายในโครงงานเครื่องช่วยสื่อสารกับคนตาบอดทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยเริ่มจากการนำข้อมูลจากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้มาสรุปเพื่อออกแบบซอฟท์แวร์ จนกระทั่งถึงผลการทดสอบทางด้านซอฟท์แวร์ โดยจะแยกออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ทฤษฎีและหลักการออกแบบซอฟท์แวร์

ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้อง ได้ถูกนำมาพิจารณาเป็นประเด็นสำคัญในการออกแบบซอฟท์แวร์ เนื่องจากงานใดๆก็ตาม ถึงแม้ว่าจะถูกสร้างขึ้นมาอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าไม่สามารถสนองตอบความต้องการของผู้ใช้ได้ ผลงานชิ้นนั้นก็ดูไร้ค่า

ดังนั้นการออกแบบซอฟท์แวร์ จึงคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ทั้งทางด้านความสะดวกในการใช้ซอฟท์แวร์ และความสามารถในการรับรู้ผลที่ส่งออกมาทางอุปกรณ์แสดงผล รวมทั้งยังต้องพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ด้วย

จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้งานพบว่า ผู้ใช้งานต้องการซอฟท์แวร์ที่มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งสามารถสร้างข้อมูลที่ต้องการส่งขึ้นเองได้ และเนื่องจากผู้รับข้อมูลเป็นบุคคลตาบอดซึ่งเป็นที่แน่ชัดอยู่ว่า เขาจะต้องใช้ประสาทสัมผัสส่วนอื่นมาช่วยในการรับข้อมูลแทนการมองเห็น ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ออกแบบซอฟท์แวร์ให้สามารถส่งข้อมูลที่มีลักษณะไม่ยุ่งยาก และมีเสียงเตือนเมื่อมีการส่งข้อมูลแต่ละครั้งเกิดขึ้น รวมทั้งมีคำอธิบายวิธีการใช้ซอฟต์แวร์กำกับอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถศึกษาการใช้ซอฟท์แวร์ด้วยตนเองได้

ในโครงงานนี้ได้จัดทำโปรแกรมขึ้นมา 2 โปรแกรม เพื่อให้เกิดความสะดวกและความเหมาะสมแก่การใช้งานแต่ละประเภท โปรแกรมทั้งสองคือ โปรแกรม TBCD และโปรแกรม BCD

โปรแกรม TBCD สามารถแสดงผลเป็นภาษาไทยหรือตัวเลขพร้อมทั้งอักษรเบรลล์เป็นภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12 เพื่อใช้เป็นสื่อในการสอนให้คนตาบอดรู้จักตัวอักษรภาษาไทยและตัวเลขไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม BCD สามารถแสดงผลเป็นภาพจุด ในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12 ที่ผู้ใช้สามารถสร้างขึ้นเองได้ โดยใช้ฟังก์ชันต่างๆในโปรแกรม BCD เพื่อใช้เป็นสื่อในการสอนให้คนตาบอดได้มีโอกาสรู้จักลักษณะของภาพหรือสัญลักษณ์ที่ไม่ซับซ้อนมากได้

โปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้ใช้ภาษา C เนื่องจากภาษา C มีจุดเด่นที่สำคัญ คือการมีโครงสร้างที่ดีทั้งในแง่ของโครงสร้างภาษาและโครงสร้างของชนิดข้อมูล นอกจากนั้นภาษา C ยังทำให้สามารถเข้าถึงโครงสร้างของฮาร์ดแวร์ได้ในบางส่วน และเข้าถึงการประมวลข้อมูลได้ถึงระดับบิต รวมทั้งมีความรวดเร็วในการทำงาน โดยใช้ Turbo C version 2.0 เป็นคอมไพเลอร์ โดยโปรแกรมที่เขียนนี้นำมาใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต

4.2 การออกแบบซอฟท์แวร์

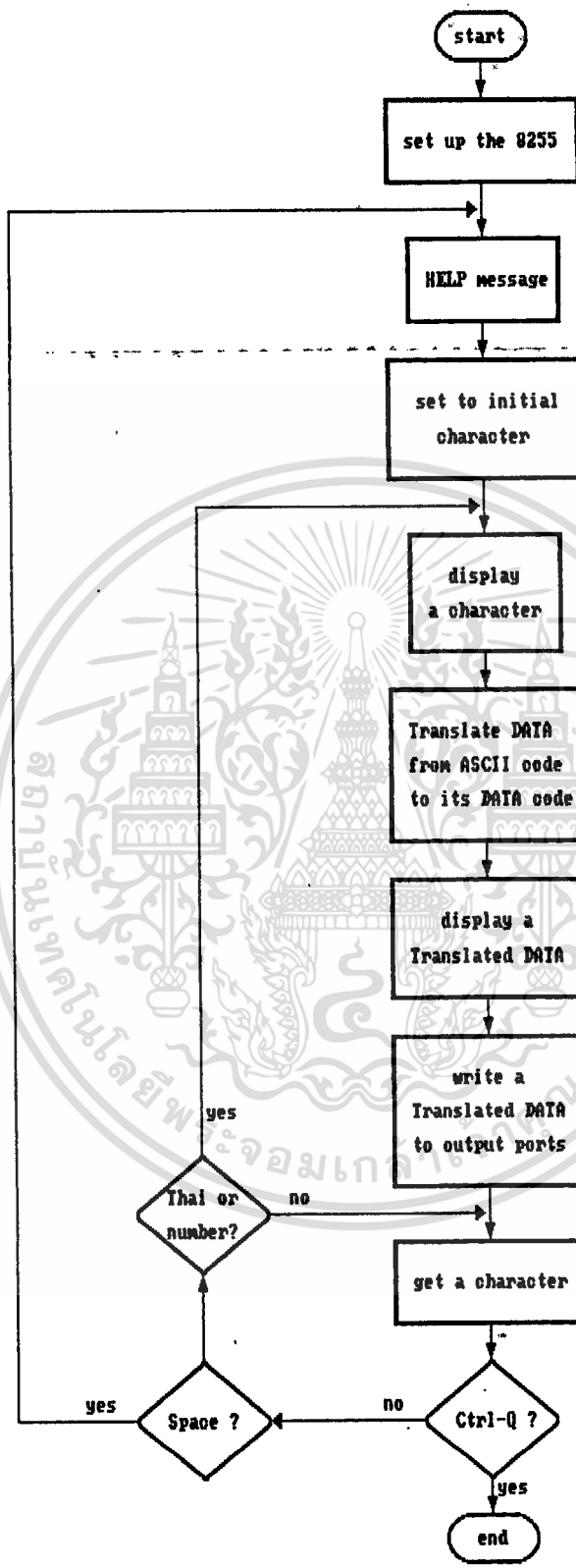
4.2.1 การออกแบบโปรแกรม TBCD

การออกแบบโปรแกรม TBCD เริ่มจากการออกแบบโฟว์ชาร์ตเพื่อกำหนดขอบเขตของงานและลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่ต้องการดังรูปที่ 4.1

ขั้นตอนการทำงานตามโฟว์ชาร์ต

- เมื่อเริ่มทำงานโปรแกรมจะกำหนดให้ 8255 PIO ทำงานในโหมด 0 โดยให้พอร์ตทุกพอร์ตเป็นพอร์ตเอาท์พุท
- แสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม และอธิบายวิธีการใช้โปรแกรม
- แสดงภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 ของการเตรียมแสดงภาพจุดของตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยพร้อมกับอักษรเบรลล์
- แสดงภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยที่จะแสดงผลในลักษณะภาพจุด
- แปลงรหัส ASCII ของตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยที่รับมาให้เป็นรหัสของข้อมูล
- แสดงภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x12 ของตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยพร้อมกับอักษรเบรลล์ที่จอภาพ
- ส่งข้อมูลและรหัสควบคุมการแสดงผลออกไปยังส่วนฮาร์ดแวร์เพื่อทำการแสดงภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12 ของตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยพร้อมกับอักษรเบรลล์ที่ส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รับคำสั่งการทำงานต่อไปโดยทำงานดังนี้

ถ้ากดคีย์ Ctrl_Q เป็นการสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

ถ้ากดคีย์ Space Bar จะไปที่ส่วนแสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม และอธิบายวิธีการใช้โปรแกรม แล้วทำงานตามลำดับต่อมา

ถ้ากดคีย์อื่นๆ จะทำการตรวจสอบว่าเป็นรหัสของภาษาไทยหรือตัวเลขหรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะรอรับคำสั่งใหม่ ถ้าเป็นรหัสของภาษาไทยหรือตัวเลขจะแสดงภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือเลขไทยที่จะแสดงผลในลักษณะภาพจุด แล้วทำงานตามลำดับต่อมา

- สิ้นสุดการทำงานของโปรแกรมโดยการกดคีย์ Ctrl_Q

การจัดวางรูปแบบของข้อมูล

การจัดวางรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 เพื่อให้สัมพันธ์กับส่วนฮาร์ดแวร์ มีลักษณะดังรูปที่ 4.2

D_{00} D_{01} D_{02} D_{03} D_{04} D_{05} D_{06} D_{07} D_{08} D_{09} D_{0A} D_{0B}

D_{10} D_{11} D_{12} D_{13} D_{14} D_{15} D_{16} D_{17} D_{18} D_{19} D_{1A} D_{1B}

D_{20} D_{21} D_{22} D_{23} D_{24} D_{25} D_{26} D_{27} D_{28} D_{29} D_{2A} D_{2B}

D_{30} D_{31} D_{32} D_{33} D_{34} D_{35} D_{36} D_{37} D_{38} D_{39} D_{3A} D_{3B}

D_{40} D_{41} D_{42} D_{43} D_{44} D_{45} D_{46} D_{47} D_{48} D_{49} D_{4A} D_{4B}

D_{50} D_{51} D_{52} D_{53} D_{54} D_{55} D_{56} D_{57} D_{58} D_{59} D_{5A} D_{5B}

D_{60} D_{61} D_{62} D_{63} D_{64} D_{65} D_{66} D_{67} D_{68} D_{69} D_{6A} D_{6B}

D_{70} D_{71} D_{72} D_{73} D_{74} D_{75} D_{76} D_{77} D_{78} D_{79} D_{7A} D_{7B}

D_{80} D_{81} D_{82} D_{83} D_{84} D_{85} D_{86} D_{87} D_{88} D_{89} D_{8A} D_{8B}

D_{90} D_{91} D_{92} D_{93} D_{94} D_{95} D_{96} D_{97} D_{98} D_{99} D_{9A} D_{9B}

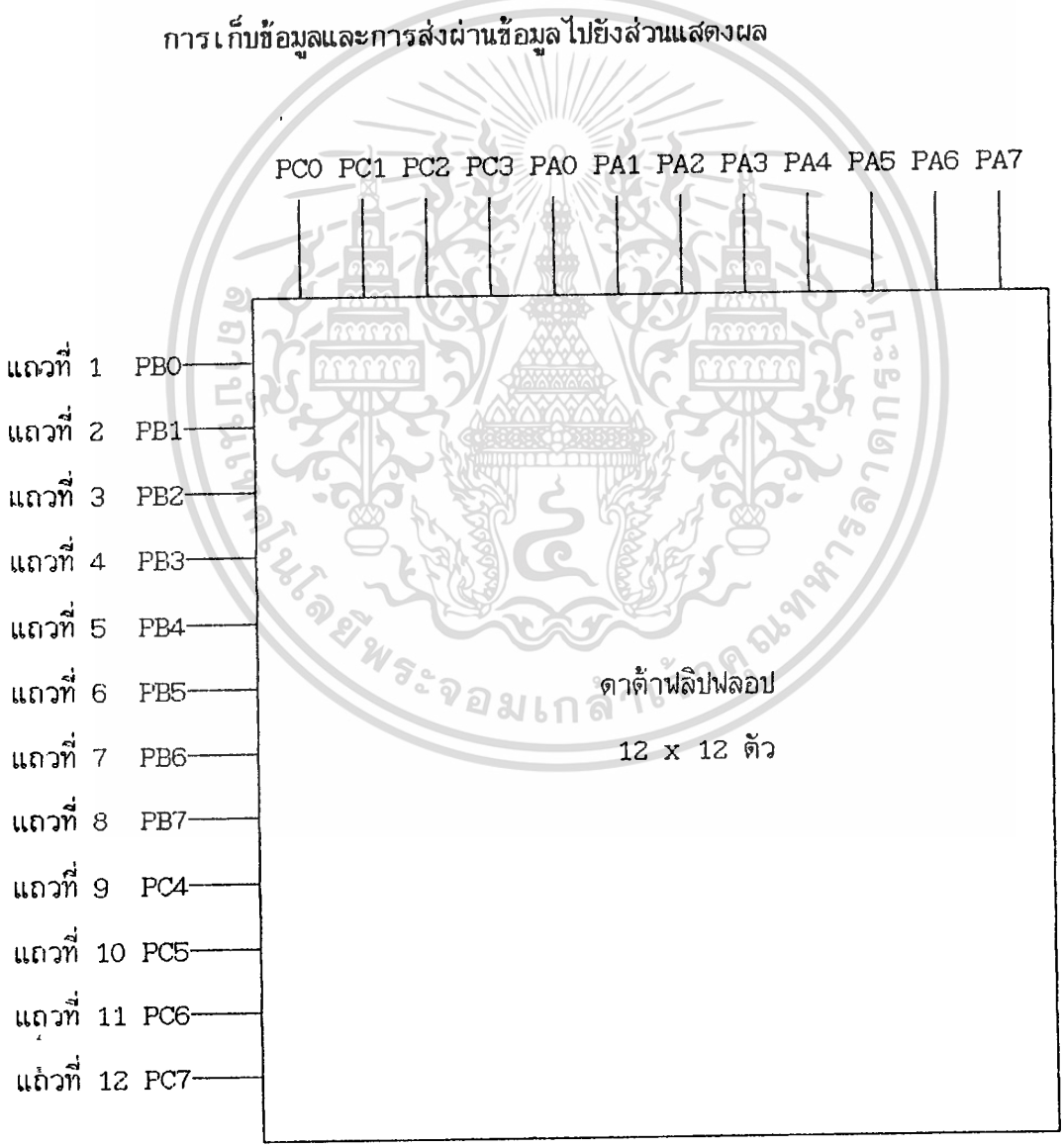
D_{A0} D_{A1} D_{A2} D_{A3} D_{A4} D_{A5} D_{A6} D_{A7} D_{A8} D_{A9} D_{AA} D_{AB}

D_{B0} D_{B1} D_{B2} D_{B3} D_{B4} D_{B5} D_{B6} D_{B7} D_{B8} D_{B9} D_{BA} D_{BB}

รูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมุมบนสุดด้านซ้ายกำหนดให้เป็นตำแหน่งของอักษรเบรลล์ 2 เซล เนื่องจากอักษรเบรลล์แต่ละเซลมีทั้งหมด 6 ตำแหน่ง โดยให้ตำแหน่ง D_{00} D_{01} D_{10} D_{11} D_{20} D_{21} เป็นตำแหน่งของอักษรเบรลล์เซลที่ 1 และให้ D_{03} D_{04} D_{13} D_{14} D_{23} D_{24} เป็นตำแหน่งของอักษรเบรลล์เซลที่ 2 โดยใช้ D_{02} D_{12} D_{22} เป็นการเว้นวรรคระหว่างเซลของอักษรทั้งนี้เนื่องจากอักษรเบรลล์ 1 ตัว จะประกอบด้วยเซลจำนวน 1 หรือ 2 เซล ส่วนตำแหน่งนอกจากที่กล่าวมาแล้วจะใช้แสดงตัวอักษรในลักษณะภาพจุด



รูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากทางด้านฮาร์ดแวร์ใช้ 8255 PIO เป็นอุปกรณ์ช่วยในการส่งข้อมูลไปยังดาต้าฟลิปฟลอป (Data Flip_Flop) จำนวน 144 ตัว ซึ่งต่อในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12 เพื่อทำการคงค่าข้อมูลที่ส่งไปยังส่วนแสดงผลโดยแบ่งได้เป็น สายสัญญาณข้อมูลสำหรับแสดงภาพซึ่งต่อกับขา D ของดาต้าฟลิปฟลอปจำนวน 12 เส้น และสายสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิปฟลอบ โดยต่อเข้าที่ขา G ของดาต้าฟลิบฟลอบจำนวน 12 เส้น ดังรูปที่ 4.3

เนื่องจาก8255 PIO มีพอร์ตข้อมูลสำหรับติดต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 คือพอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C ซึ่งแต่ละพอร์ตมีสายสัญญาณอยู่ 8 เส้น รวมสายสัญญาณทั้งหมดได้ 24 เส้น จึงได้แบ่งการใช้งานสายสัญญาณเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

1. พอร์ต A (PA0-PA7) และพอร์ต C ล่าง(PC0-PC3) เป็นสายสัญญาณข้อมูลสำหรับแสดงภาพ

2. พอร์ต B (PB0-PB7) และพอร์ต C บน (PC4-PC7) เป็นสายสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบ

ซึ่งจะเห็นว่าพอร์ต C ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อส่งข้อมูลสำหรับแสดงภาพจำนวน 4 เส้น และใช้ส่งข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบจำนวน 4 เส้น

โดยการส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล เพื่อให้เกิดภาพ 1 ภาพ จะใช้วิธีส่งสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบออกไปทีละแถว แล้วส่งข้อมูลเพื่อแสดงภาพในแต่ละแถวออกไป เพื่อให้ดาต้าฟลิบฟลอบในแต่ละแถวที่ได้รับสัญญาณเอนเนเบิ้ลรับข้อมูลได้

การออกแบบโปรแกรม TBCD ในส่วนการเก็บข้อ จึงสามารถแบ่งข้อมูลออกตามหน้าที่เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. CONTROL_WORD เป็นคำสั่งควบคุมที่ใช้กำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละพอร์ตของ 8255 โดยในที่นี้ต้องการให้ทุกพอร์ตเป็นพอร์ตเอาท์พุต ดังนั้น CONTROL_WORD จึงมีค่า 0X80 ซึ่งทำให้มีสายสัญญาณที่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ 24 เส้น

2. ข้อมูลสำหรับแสดงภาพ ซึ่งแสดงในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12 เก็บไว้ในรูปแบบของเลขจำนวนเต็ม (INTERGER) ซึ่งมีขนาด 16 บิต แต่ใช้เพียง 12 บิตล่าง คือ D_0 - D_{11} ต่อข้อมูลสำหรับแสดงภาพ 1 แถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลสำหรับแสดงภาพออกไปยังพอร์ต ต้องมีการแบ่งข้อมูลขนาด 12 บิต ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อส่งข้อมูลให้พอร์ต A 8 บิต และพอร์ต C ล่าง 4 บิต ดังรูปที่ 4.3 ดังนี้

- $D_4 - D_{11}$ ส่งให้พอร์ต A
- $D_0 - D_3$ ส่งให้พอร์ต C ล่าง

ซึ่งข้อมูล 4 บิตนี้จะต้องนำมารวมกับข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบของพอร์ต C บน 4 บิตก่อนส่งค่าให้พอร์ต C

การเก็บข้อมูลสำหรับแสดงภาพ 1 ภาพ จึงต้องมีข้อมูลขนาด 12 บิต จำนวน 12 ข้อมูล โดยมีวิธีการดังรูปที่ 4.4

ภาพของการแสดงอักษร ก												ข้อมูลของภาพแต่ละแถว
D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	(D11-D0)
*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0x003
*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0x003
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0x000
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0x000
.	.	.	.	.	.	*	*	*	*	*	.	0x7C0
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820
.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	*	0x840
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820
.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	*	0x820

รูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นข้อมูลสำหรับแสดงภาพของอักษร ก ได้แก่ 0x003, 0x003, 0x000, 0x000, 0x7C0, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820, 0x820, 0x820, 0x820

3. ข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลของดาต้าฟลิบฟลอบ จะถูกส่งผ่านสายสัญญาณไปเข้าที่ขา G ของดาต้าฟลิบฟลอบ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

- ข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต B (PB0 - PB7)
- ข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต C บน (PC4 - PC7)

การเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบ จะเอนเนเบิ้ลด้วยสัญญาณสถานะสูง โดยจะทำการเอนเนเบิ้ลทีละแถว ดังนั้นสัญญาณเอนเนเบิ้ลในแถวอื่นๆจะต้องให้มีสถานะต่ำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรับข้อมูลผิดพลาด โดยข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลของดาต้าฟลิบฟลอบในแต่ละแถวได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางแสดงข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบ

ROW NUMBER	PORT B (PB0-PB7)	PORT C บน (PC4-PC7)
1	0X01	0
2	0X02	0
3	0X04	0
4	0X08	0
5	0X10	0
6	0X20	0
7	0X40	0
8	0X80	0
9	0	0X10
10	0	0X20
11	0	0X40
12	0	0X80

ตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การออกแบบโปรแกรม BCD

การออกแบบโปรแกรม BCD เริ่มจากการออกแบบโฟว์ชาร์ตเพื่อกำหนดขอบเขตของงานและลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่ต้องการดังรูปที่ 4.5

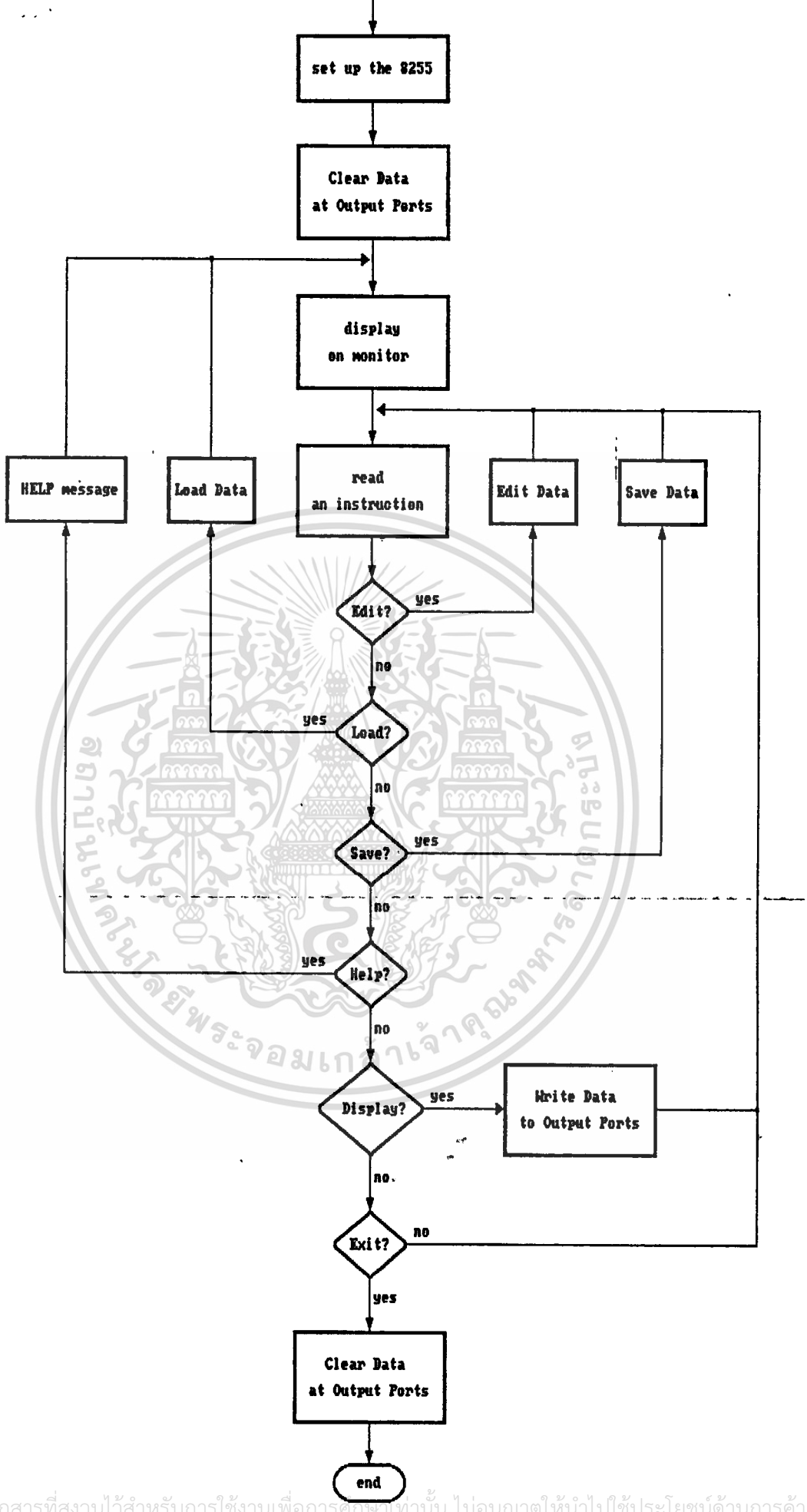
ขั้นตอนการทำงานตามโฟว์ชาร์ต

- เมื่อเริ่มทำงานโปรแกรมจะกำหนดให้ 8255 PIO ทำงานในโหมด 0 โดยให้พอร์ตทุกพอร์ตเป็นพอร์ตเอาท์พุท
- เซ็ตค่าข้อมูลของทุกพอร์ตให้เป็น 0
- แสดงภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12
- รับคำสั่งการทำงานโดยทำงานดังนี้
  1. ถ้าเป็นคำสั่งสร้างภาพ จะสร้างภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12x12
  2. ถ้าเป็นคำสั่งอ่านไฟล์ จะอ่านข้อมูลจากไฟล์ แล้วแสดงผลทางจอภาพ
  3. ถ้าเป็นคำสั่งเก็บข้อมูล จะเก็บข้อมูลจากจอภาพลงไฟล์
  4. ถ้าเป็นคำสั่งแสดงผล จะส่งข้อมูลไปที่ส่วนแสดงผล
  5. ถ้าเป็นคำสั่งเรียกดูวิธีใช้โปรแกรม จะแสดงวิธีการใช้โปรแกรม
  6. ถ้าเป็นคำสั่งออกจากโปรแกรม จะออกจากการทำงานของโปรแกรมแล้วโปรแกรมจะเซ็ตค่าข้อมูลของทุกพอร์ตให้เป็น 0 เพื่อหยุดการทำงานของฮาร์ดแวร์
  7. ถ้าไม่ใช่ทุกคำสั่งในทุกข้อที่กล่าวมา จะรอรับคำสั่งใหม่
- สิ้นสุดการทำงานของโปรแกรมโดยการกดคีย์ E หรือ F10

การจัดวางรูปแบบของข้อมูล

การจัดวางรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 เพื่อให้สัมพันธ์กับส่วนของฮาร์ดแวร์ โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.2 แต่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งการวางข้อมูลที่แน่นอน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างขึ้นได้ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



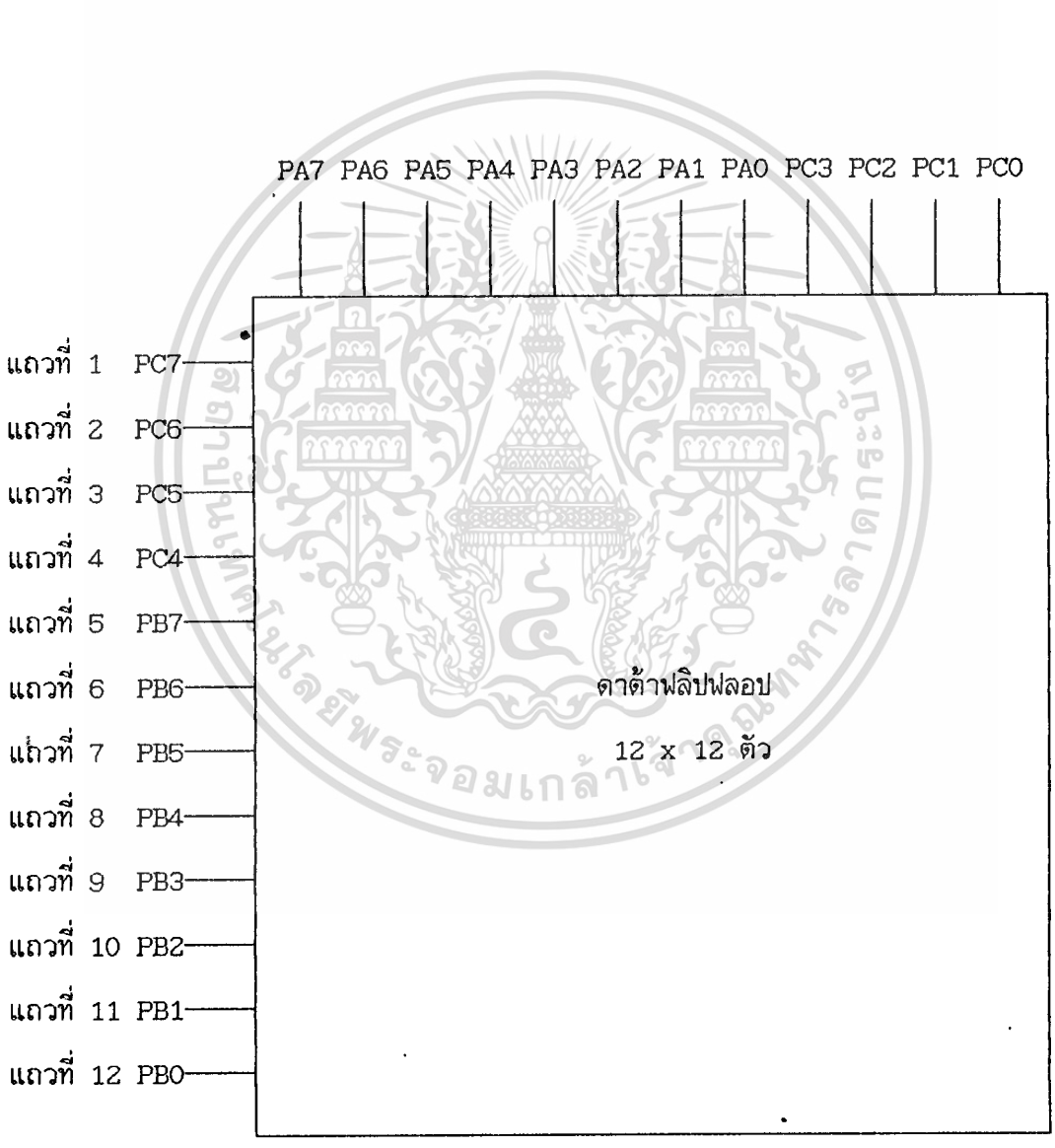
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5

การเก็บข้อมูลและการส่งผ่านข้อมูลไปส่วนแสดงผล

การเก็บข้อมูลมีข้อแตกต่างกับโปรแกรม TBCD คือ การเก็บข้อมูลสำหรับแสดงภาพของโปรแกรม BCD จะทำการเก็บค่าข้อมูลของภาพแต่ละตำแหน่งไว้ ได้แก่ค่า 0 หรือ 1 โดยตรง ดังนั้นการเก็บข้อมูลของภาพ 1 ภาพจะมีข้อมูล 144 จำนวน และการเก็บข้อมูลจะถูกทำโดยโปรแกรม

การส่งผ่านข้อมูลไปส่วนแสดงผลของโปรแกรม BCD มีลักษณะดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบของโปรแกรม BCD จะแตกต่างกับข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบของ โปรแกรม TBCD ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางแสดงข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการเอนเนเบิ้ลดาต้าฟลิบฟลอบ

ROW NUMBER	PORT B (PB0-PB7)	PORT C บน (PC4-PC7)
1	0	0x80
2	0	0x40
3	0	0x20
4	0	0x10
5	0X80	0
6	0X40	0
7	0X20	0
8	0X10	0
9	0x08	0
10	0x04	0
11	0x02	0
12	0x01	0

ตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดหมายเลขพอร์ต

การกำหนดหมายเลขพอร์ตของโปรแกรม BCD มีลักษณะเหมือนกับการกำหนดหมายเลขพอร์ตของโปรแกรม TBCD ทุกประการ เนื่องจากใช้ฮาร์ดแวร์ร่วมกัน ดังนั้นจึงนำมากล่าวรวม ณ ที่นี้

ภายใน 8255 PIO มีรีจีสเตอร์ 4 ตัว ซึ่งหน้าที่ของรีจีสเตอร์หมายเลข 0-2 ได้แก่ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C ของ 8255 จะถูกกำหนดโดยรีจีสเตอร์ หมายเลข 3 หรือรีจีสเตอร์ควบคุม (หรือพอร์ตควบคุม) ซึ่งได้กำหนดหมายเลขให้แก่พอร์ตต่าง ๆ ดังนี้

หมายเลข	ชื่อพอร์ต	หน้าที่
OX300	PORT_A	ใช้ในการรับส่งข้อมูล
OX301	PORT_B	ใช้ในการรับส่งข้อมูล
OX302	PORT_C	ใช้ในการรับส่งข้อมูล
OX303	CONTROL_PORT	ใช้ในการควบคุมการทำงานของพอร์ตต่างๆของ 8255

4.3 หลักการทำงานในส่วนซอฟต์แวร์

4.3.1 หลักการทำงานของโปรแกรม TBCD

เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานจะส่งค่า OX80 ซึ่งคือคำสั่งควบคุม(CONTRQL-WORD) ให้แก่ รีจิสเตอร์ควบคุมของ 8255PIO ซึ่งกำหนดให้มีหมายเลข OX303 เพื่อไปจัดให้พอร์ตทั้งสามของ 8255 ซึ่งเป็นส่วนอินเตอร์เฟสถึงฮาร์ดแวร์ทำหน้าที่เป็นเอาท์พุตพอร์ต

ต่อจากนั้นจะเข้าสู่ส่วนของโปรแกรมย่อย ซึ่งทำหน้าที่อธิบายขอบเขตและวิธีการใช้โปรแกรมนี้ ส่วนการเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมสามารถทำโดยการกดคีย์ Enter จากนั้นโปรแกรมจะทำการ เซ็ตให้ข้อมูลที่พอร์ตเป็น 0 ทั้งหมด และสามารถกลับเข้ามาสู่ส่วนของโปรแกรมย่อยได้อีกโดยการกดคีย์ Space Bar

โปรแกรม TBCD จะทำหน้าที่แปลงอักษรภาษาไทยหรือตัวเลข เป็นอักษรเบรลล์และภาพของอักษรภาษาไทยหรือตัวเลขของคนตาดีในลักษณะแมททริกซ์ขนาด 12x12 แล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปยังจอภาพ และส่วนแสดงผลทางฮาร์ดแวร์ โดยใช้พอร์ตทั้งสามของ 8255 คือ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C ซึ่งกำหนดให้มีหมายเลขเป็น OX300 OX301 และOX302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล จากนั้นจะรอรับอักษรตัวต่อไป จนกว่าจะกดคีย์ Space Bar เพื่อกลับไปยังโปรแกรมย่อย หรือกดคีย์ Ctrl-Q เพื่อออกจากโปรแกรม

4.3.2 การทำงานของรูทีนต่างๆในโปรแกรม TBCD

โครงสร้างของโปรแกรมภาษา C ประกอบด้วยส่วนต่างๆคือ พรีโปรเซสเซอร์ (Preprocessor) โปรแกรมหลัก (Main) และฟังก์ชัน (Function) หรือโปรแกรมย่อย (Procedure) การทำงานของแต่ละส่วนของโปรแกรม TBCD สามารถอธิบายเป็นส่วนๆได้ดังนี้

#include	ทำหน้าที่เปิดไฟล์ที่อยู่ในเครื่องหมาย <.....> เพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากไฟล์นั้น
#defind	ทำหน้าที่กำหนดค่าคงที่ให้กับสัญลักษณ์
DATA[ ][12]	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จะส่งออกพอร์ตไปยังส่วนแสดงผล เป็นอาร์เรย์ 2 มิติ ไม่จำกัดจำนวนชั้น แต่ละชั้นบรรจุข้อมูล 12 จำนวน
DATA_B[12]	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้พอร์ตB เพื่อทำการควบคุมการเอนเนเบิ้ลฟลิปฟลอป
DATA_C1[12]	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต C บน เพื่อทำการควบคุมการเอนเนเบิ้ลฟลิปฟลอป
main()	ทำหน้าที่เรียกใช้ฟังก์ชั่นต่างๆ ประกอบด้วยฟังก์ชั่นย่อยต่อไปนี้ control_port() help() title() thai((int)c) display_data(c) outport_data((int)c) condition() โดยจะทำงานวนลูปไปจนกว่าจะได้รับคีย์ Ctrl_Q
control_port()	ส่งค่า CONTROL_WORD ไปควบคุมการทำงานของพอร์ตของ 8255
help()	แสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรม และวิธีการใช้โปรแกรม
title()	แสดงหัวเรื่องการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition() ทำหน้าที่รับข้อมูลจากคีย์บอร์ด แล้วส่งไปทำงานตามเงื่อนไขดังนี้

ถ้ากดคีย์ Ctrl_Q เป็นการสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

ถ้ากดคีย์ Space Bar จะไปที่ส่วนแสดงขอบเขตการทำงานของโปรแกรมและอธิบายวิธีการใช้โปรแกรม แล้วทำงานตามลำดับต่อมา

ถ้ากดคีย์อื่น ๆ จะทำการตรวจสอบว่า เป็นรหัสของภาษาไทยหรือตัวเลขหรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะรอรับคีย์ใหม่ แล้วทำงานตามเงื่อนไขใน ฟังก์ชั่น condition() ถ้าใช่จะส่งรหัส ASCII ของตัวอักษรกลับไป

thai((int)c) ฟังก์ชันนี้ จะรับรหัสของตัวอักษรที่ได้ แสดงตัวอักษรนั้น บนจอภาพ แล้วเปลี่ยนรหัส ASCII ของตัวอักษรที่ได้เป็นรหัสของข้อมูล แล้วส่งรหัสของข้อมูลกลับไป

display_data(c) ฟังก์ชันนี้จะรับรหัสของข้อมูลเพื่อเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ แล้วแสดงผลที่ได้ออกทางจอภาพในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12

outport_data(c) ฟังก์ชันนี้จะรับรหัสของข้อมูลเพื่อเรียกข้อมูลที่เก็บไว้ นำมาจัดรูปแบบใหม่ แล้วส่งออกไปยังพอร์ตต่างๆ

4.3.3 หลักการทำงานของโปรแกรม BCD

โปรแกรม BCD จะทำหน้าที่สร้างภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 โดยการอ่านข้อมูลจากไฟล์ หรือสร้างภาพจุดโดยใช้ฟังก์ชั่นในโปรแกรม BCD และสามารถส่งข้อมูลที่ได้ไปยังจอภาพและส่วนแสดงผลทางฮาร์ดแวร์ โดยใช้พอร์ตทั้งสามของ 8255 คือ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C ซึ่งกำหนดให้มีหมายเลขเป็น 0X300 0X301 และ0X302 ตามลำดับ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล ทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลของภาพจุดที่สร้างไว้ในไฟล์ได้

เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานจะส่งค่า 0X80 ซึ่งคือคำสั่งควบคุม(CONTROL-WORD) ให้แก่ รีจิสเตอร์ควบคุมของ 8255 ซึ่งกำหนดให้มีหมายเลข 0X303 เพื่อไปจัดให้พอร์ตทั้งสามของ 8255 ซึ่งเป็นส่วนอินเตอร์เฟสถึงฮาร์ดแวร์เป็นเอาท์พุตพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นโปรแกรมจะทำการเซ็ตให้ข้อมูลที่พอร์ตเป็น 0 ทั้งหมด

โปรแกรม BCD จะทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้ตามเงื่อนไขในตารางที่ 4.3ไปจนได้รับคำสั่งจบการทำงานของโปรแกรม โปรแกรมจะทำการเซ็ตให้ข้อมูลที่พอร์ตทั้งหมดให้เป็น 0 เพื่อหยุดการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์

ตารางแสดงฟังก์ชั่นควบคุมการทำงานของโปรแกรม BCD

โหมดการทำงาน	ฟังก์ชั่น	การทำงานของฟังก์ชั่น
Edit	Space Bar	เปลี่ยนโหมดการทำงานระหว่าง NO ACTION DRAW และ ERASE
	8	เลื่อนเคอร์เซอร์ขึ้น 1 ตำแหน่ง
	2	เลื่อนเคอร์เซอร์ลง 1 ตำแหน่ง
	4	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง
	6	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา 1 ตำแหน่ง
	Home	เลื่อนเคอร์เซอร์ในทิศทะแยงขึ้นซ้าย 1 ตำแหน่ง
	PgUp	เลื่อนเคอร์เซอร์ในทิศทะแยงขึ้นขวา 1 ตำแหน่ง
	End	เลื่อนเคอร์เซอร์ในทิศทะแยงลงซ้าย 1 ตำแหน่ง
	PgDn	เลื่อนเคอร์เซอร์ในทิศทะแยงลงขวา 1 ตำแหน่ง
	F1	เก็บภาพที่วาดไว้ลงบัฟเฟอร์
	F2	นำรูปภาพที่เก็บในบัฟเฟอร์วางซ้อนภาพที่กำลังวาด
	F3	สลับรูปแบบพื้นกับภาพ
	F4	ลบภาพ
	F5	สลับภาพบนล่าง
	F6	สลับสลับภาพบนแกนเส้นทะแยงทางด้านซ้าย

ตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงฟังก์ชั่นควบคุมการทำงานของโปรแกรม BCD

โหมดการทำงาน	ฟังก์ชั่น	การทำงานของฟังก์ชั่น
Edit	F7	เลื่อนภาพวนไปทางซ้าย
	F8	เลื่อนภาพวนขึ้นข้างบน
	F9	ยกเลิกการแก้ไข
	Shift F5	สลับภาพซ้ายขวา
	Shift F6	สลับสลับภาพบนแกนเส้นทะแยงทางด้านขวา
	Shift F7	เลื่อนภาพวนไปทางขวา
	Shift F8	เลื่อนภาพวนลงข้างล่าง
Load	L หรือ l	อ่านข้อมูลจากไฟล์
Save	S หรือ s	เขียนข้อมูลลงไฟล์
Display	D หรือ d	แสดงผลทางส่วนฮาร์ดแวร์
Help	H หรือ h	แสดงวิธีใช้โปรแกรม
Exit	E หรือ e	สิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม
	หรือ F10	

ตารางที่ 4.4

4.3.4 การทำงานของรูทีนต่างๆในโปรแกรม BCD

โครงสร้างของโปรแกรมภาษา C ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ ดังนี้ คือ พรีโปรเซสเซอร์ (Preprocessor) โปรแกรมหลัก (Main) และฟังก์ชัน (Function)หรือโปรแกรมย่อย (Procedure) การทำงานของแต่ละส่วนของโปรแกรม BCD สามารถอธิบายเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

#include ทำหน้าที่เปิดไฟล์ที่อยู่ในเครื่องหมาย <.....> เพื่อเรียกใช้ข้อมูลจากไฟล์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#defind	ทำหน้าที่กำหนดค่าคงที่ให้กับสัญลักษณ์
DATA_B[12]	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้พอร์ตB เพื่อทำการควบคุมการเอนเนเบิ้ลฟลิปฟลอป
DATA_C1[12]	ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต C บน เพื่อทำการควบคุมการเอนเนเบิ้ลฟลิปฟลอป
main()	ทำหน้าที่เรียกใช้ฟังก์ชั่นต่างๆ ประกอบด้วยฟังก์ชั่นย่อยต่อไปนี้ Control_Port() Clr_Outport() Editor
Control_Port()	ทำหน้าที่ส่งค่า CONTROL_WORD <0x80> ไปให้ CONTROL_PORT <พอร์ต 0x303> ของ 8255 เพื่อควบคุมให้พอร์ตต่างๆของ 8255 เป็นพอร์ตเอาท์พุท
Outport_Data()	ทำหน้าที่ แปลงรหัสของจุดภาพให้เป็นรหัสของข้อมูลแล้วส่งรหัสของข้อมูลและสัญญาณควบคุมไปยังพอร์ตต่างๆ
ReadFileName(Name)	ทำหน้าที่อ่านชื่อไฟล์ที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล
LoadFile(Name)	ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าไฟล์ที่เปิดเพื่อทำการอ่านข้อมูลสามารถเปิดได้หรือไม่ ถ้าสามารถเปิดได้จะเปิดไฟล์เพื่อให้ทำการอ่านข้อมูล เมื่ออ่านข้อมูลเสร็จแล้วจะทำการปิดไฟล์ที่อ่านแล้ว แสดงผลบนจอภาพ
SaveFile(Name)	ทำหน้าที่ตรวจสอบว่า ไฟล์ที่เปิดเพื่อทำการเขียนข้อมูลสามารถเปิดได้หรือไม่ ถ้าสามารถเปิดได้จะเปิดไฟล์ แล้วทำการเขียนข้อมูลลงไปเมื่อทำการเขียนเสร็จแล้วจะทำการปิดไฟล์นั้น
Display(CurX,CurY)	ทำหน้าที่แสดงภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 ทางจอภาพ
Put(X,Y,NOTE,COLOR)	ทำหน้าที่พิมพ์ค่าข้อมูลนี้แทนด้วย ตัวแปร NOTE ที่ตำแหน่ง X,Y ในรูปแบบที่กำหนดด้วยข้อมูลที่แทนด้วยตัวแปร COLOR
Editor()	เป็นฟังก์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1. สร้างภาพจุดในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 2. อ่านข้อมูลจากไฟล์ แล้วแสดงผลทางจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บข้อมูลจากจอภาพลงไฟล์

4. ส่งข้อมูลไปที่ส่วนแสดงผล

5. แสดงวิธีการใช้โปรแกรม

6. ออกจากการทำงานของโปรแกรม

ICurX(CurX) ตรวจสอบตำแหน่งเคอร์เซอร์ (Cursor) ในแนวนอนให้อยู่ภายใต้ขอบเขตของภาพจุด

ICurY(CurY) ตรวจสอบตำแหน่งเคอร์เซอร์ (Cursor) ในแนวตั้ง ให้อยู่ภายใต้ขอบเขตของภาพจุด

Note() แสดงวิธีการใช้โปรแกรมอย่างย่อไว้ส่วนล่างของจอภาพ

HelpMenu() แสดงวิธีการใช้โปรแกรม BCD

Clr_Outport() ทำการส่งค่าข้อมูลที่เป็น 0 ทั้งหมดให้แก่พอร์ต

WindowBox(left,top,right,bottom) กำหนดขอบเขตของการแสดงภาพและ แสดงวิธีการใช้โปรแกรมอย่างย่อไว้ส่วนล่างของจอภาพ

Header(left,top,right,HeadString) กำหนดตำแหน่งการแสดงข้อความ

HeadWindow(left,top,right) แสดงข้อความส่วนหัวของจอภาพ

4.4 การทดลองและผลการทดลองในส่วนซอฟต์แวร์

4.4.1 การทดลองและผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม TBCD

โปรแกรมนี้ ใช้ร่วมกับไทยไดร์ฟเวอร์ (Thai Driver) รหัสของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อให้สามารถรับคีย์เป็นภาษาไทยได้ แต่ถ้าผู้ใช้ไม่มีไดร์ฟเวอร์ก็สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้แต่ภาพที่ปรากฏบนจอภาพส่วนที่เป็นภาษาไทยจะออกมาในลักษณะกราฟิค

วิธีใช้โปรแกรมนี้โดยไม่เรียก Thai Driver คือ การกดคีย์ Alt พร้อมกับกดคีย์ตัวเลขเป็นรหัสภาษาไทยของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ไรหัสเลขฐานสิบ

ตัวอย่าง

Alt-161 หมายถึง ก

Alt-203 หมายถึง ฮ

Alt-204 หมายถึง ะ

โดยใช้รหัสในช่วงหมายเลข 161 ถึง 228 หรือกดคีย์ตัวเลขก็จะได้เลขไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการทดลองในโปรแกรมนี้จึงแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

- การใช้โปรแกรม TBCD ร่วมกับไทยไดร์ฟเวอร์รหัสของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- การใช้โปรแกรม TBCD โดยไม่เรียกโปรแกรมไทยไดร์ฟเวอร์

วิธีที่ 1 การใช้โปรแกรมTBCD ร่วมกับไทยไดร์ฟเวอร์รหัสของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลการทดลองดังนี้

เมื่อเรียกโปรแกรม TBCD จะได้ผลดังรูปที่ 4.7

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
เครื่องช่วยสอนอักษรหรือสัญลักษณ์ให้คนตาบอด

ชอบเชต : เลขไทย
: อักษรภาษาไทย

เข้าโปรแกรม	การใช้โปรแกรม	ออกโปรแกรม
Enter	Space	Ctrl_Q

รูปที่ 4.7

เมื่อกดคีย์ Enter โปรแกรมจะแสดงภาพจุด ในลักษณะของแมททริกซ์ขนาด 12 x 12 ดังรูปที่ 4.8

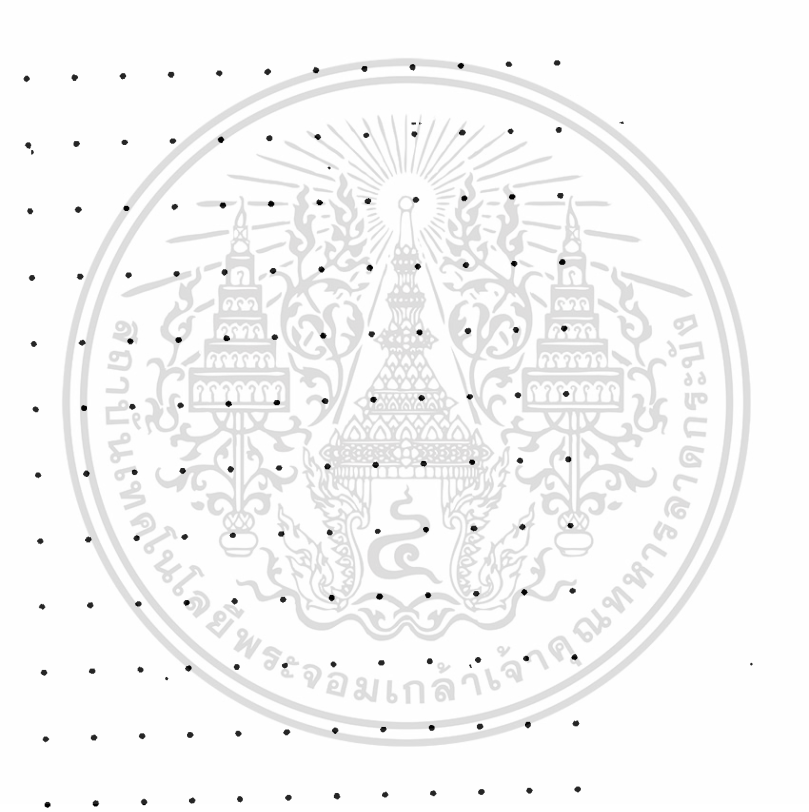
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

เครื่องช่วยสอนอักษรหรือสัญลักษณ์ให้คนตาบอด

ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์...



พิมพ์ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์...

รูปที่ 4.8

เมื่อกดคีย์ ตัวเลขหรืออักษรภาษาไทย เช่น ตัว ก จะได้ภาพดังรูปที่ 4.9

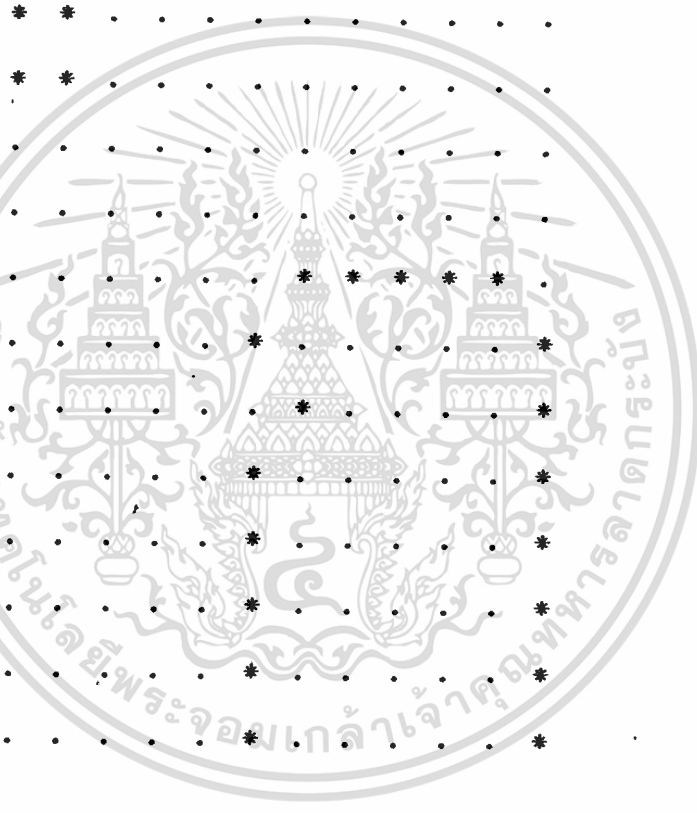
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

เครื่องช่วยสอนอักษรหรือสัญลักษณ์ให้คนตาบอด

ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์...ก



พิมพ์ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์...

รูปที่ 4.9

ถ้ากดคีย์อื่นที่ไม่ใช่ตัวเลขหรือตัวอักษรภาษาไทยหรือ Space Bar ที่มิได้กำหนดไว้โปรแกรมจะไม่ทำการแสดงผล โดยจะรอรับข้อมูลจนกว่าจะได้รับข้อมูลตามที่กำหนดไว้

ถ้ากดคีย์ Ctrl_Q จะออกจากโปรแกรม

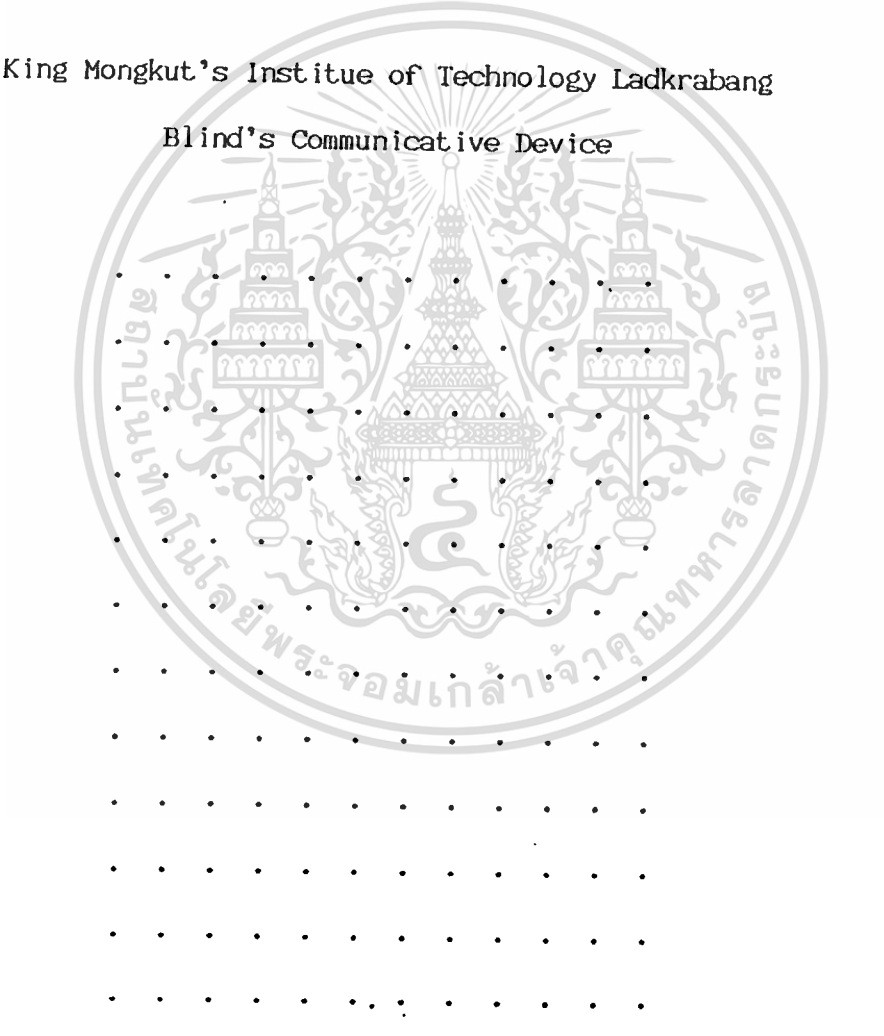
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีที่ 2</u> .. การใช้โปรแกรม TBCD โดยไม่เรียกโปรแกรมไทยไดร์ฟเวอร์ จะได้ผลการทดลองเหมือนวิธีที่ 1 แต่การป้อนข้อมูลต้องกดคีย์ Alt ร่วมกับรหัสภาษาไทยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4.2 การทดลองและผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม BCD

โปรแกรม BCD เป็นโปรแกรมที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่น สามารถเรียกใช้งานได้โดยตรง เมื่อทดลองใช้โปรแกรม BCD ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

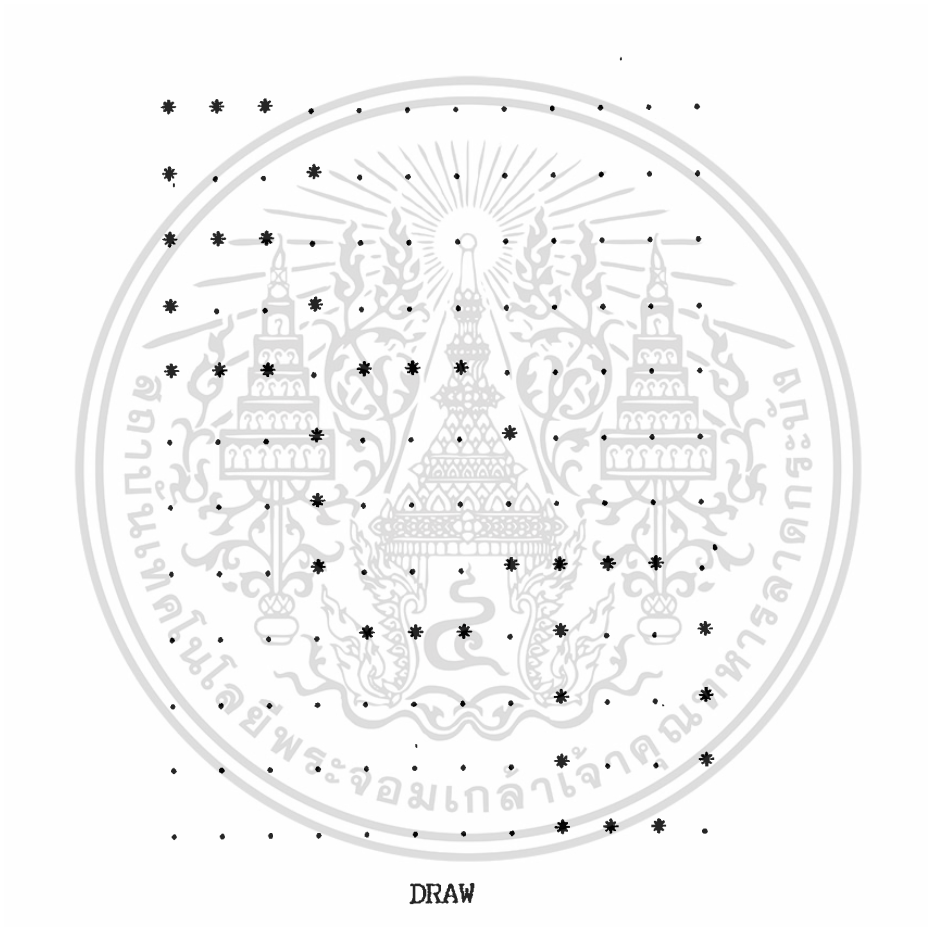
เมื่อเรียกโปรแกรม TBCD จะได้ผลดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นก็สามารถทดลองสร้างภาพจุดตามที่ต้องการขึ้น โดยใช้คำสั่งการสร้างภาพในโปรแกรม BCD จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11

ซึ่งสามารถเก็บภาพนี้ลงไฟล์ และเรียกภาพที่เก็บไว้ในไฟล์มาแสดงบนจอภาพได้

เมื่อกดคีย์ F10 หรือ E จะออกจากโปรแกรม BCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้ มีจุดมุ่งหมายในการเพิ่มขีดความสามารถของการติดต่อสื่อสารกับคนตาบอด โดยการพัฒนาความสามารถของคนตาบอดให้สามารถรับรู้ถึงอักษรและสัญลักษณ์ที่คนตาดีใช้ในการติดต่อสื่อสารกันในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสอนให้เขารู้จักตัวอักษรไทย ที่เป็นเอกลักษณ์ประจำชาติด้วย เพราะถึงแม้ว่าเขาจะตาบอด แต่เขาก็ควรจะรับรู้ได้ว่าอักษรของไทยมีความสวยงามเพียงใด และมีความภูมิใจในความเป็นคนไทย จากบทต่างๆ ที่ผ่านมาผู้อ่านคงพอจะเข้าใจในการทำงานต่างๆ ของเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดชิ้นนี้พอสมควร ในบทนี้เราจะทำการสรุปและวิจารณ์การทำงานและรูปแบบทั้งหมดของโครงงานชิ้นนี้ โดยจะแยกการสรุปออกเป็นส่วนของซอฟท์แวร์และส่วนของฮาร์ดแวร์ตามลำดับ

5.1 สรุปและวิจารณ์ส่วนซอฟต์แวร์

5.1.1 สรุปและวิจารณ์ส่วนของโปรแกรม TBCD

โปรแกรม TBCD มีข้อจำกัดคือ รูปแบบการแสดงข้อมูลถูกเก็บไว้ในตัวโปรแกรม ทำให้ไม่สามารถแสดงรูปภาพอื่นๆที่ต้องการได้ และวิธีจัดเก็บข้อมูลยุ่งยาก ทำให้ไม่สะดวกในการแก้ไขข้อมูล

ส่วนข้อดีของโปรแกรมนี้คือ สามารถแสดงผลเป็นภาษาไทยหรือตัวเลข พร้อมกับอักษรเบรลล์ในลักษณะของภาพจุดขนาด 12 x 12 ได้ทันทีโดยไม่ต้องจัดเก็บข้อมูลอีกครั้ง

5.1.2 สรุปและวิจารณ์ส่วนของโปรแกรม BCD

โปรแกรมนี้มีข้อดีคือ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งสะดวกในการแก้ไขและจัดเก็บข้อมูล เนื่องจากโปรแกรมจะเป็นตัวจัดการข้อมูลเองแต่ถ้าสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ได้ เช่น ให้สามารถแสดงภาพขนาด 12 x 24 หรือ แสดงภาพขนาด 24 x 12 ได้ โดยแสดงผลทีละ 12 x 12 ตำแหน่ง จะทำให้สามารถใช้งานโปรแกรมได้มากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 บทสรุปและวิจารณ์ส่วนฮาร์ดแวร์

ส่วนฮาร์ดแวร์ในโครงงานนี้ จะเริ่มตั้งแต่การอินเตอร์เฟสเครื่องคอมพิวเตอร์ไปจนสามารถแสดงผลเป็นภาพจุดขนาด 12*12 จุด ดังได้กล่าวมาตั้งแต่ต้น จากการทำการทดลองมาทุกขั้นตอน และทำการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกันในปีก่อนๆ สามารถเปรียบเทียบจุดเด่นที่แตกต่างไปจากเดิมได้ดังนี้

1. ในส่วนของการอินเตอร์เฟสได้ทำการจัดลำดับข้อมูล ให้มีลักษณะเป็นเมททริกซ์ ขนาด 12*12 จุด ซึ่งสามารถลดขนาดและความยุ่งยากของวงจรลงได้มากกว่าเดิม
2. ในส่วนของไดร์ฟเวอร์ได้ใช้ ULN2003 แทนตัวทรานซิสเตอร์ ซึ่งนอกจากสามารถลดขนาดและความยุ่งยากของวงจรได้แล้ว ยังสามารถจ่ายกระแสได้สูงกว่าทรานซิสเตอร์อีกด้วยเพราะมีลักษณะเป็นดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์
3. ในส่วนแสดงผลได้ใช้รีเลย์ที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมมาก และยังได้ทำการออกแบบแผงวงจรรีเลย์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ชั้นทำให้สามารถลดปัญหาในเรื่องของความผิดจากความเสียดทานของอุปกรณ์ลงได้
4. ในส่วนแสดงผลได้เลือกใช้เอ็นและท่อพลาสติกประกอบกันในการแสดงผลเป็นจุดนูน ซึ่งจะมีความเสียดทานน้อยมาก เมื่อเทียบกับโครงงานก่อน ๆ

จากผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่า โครงงานนี้สามารถทำงานได้ตามต้องการ ซึ่งผู้จัดทำคิดว่า คนตาบอดจะสามารถใช้ประโยชน์จากโครงงานนี้ได้บ้างไม่มากก็น้อย แต่โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้ยังไม่นับว่าประสพผลสำเร็จสมบูรณ์แบบ เพราะยังมีอุปสรรคอยู่บ้างในเรื่องซัพพลายของรีเลย์ ที่จะต้องใช้กระแสที่สูงมาก ทำให้วงจรซัพพลายมีขนาดใหญ่ เพราะต้องใช้หม้อแปลงที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งถ้าจะมีการพัฒนาต่อไปก็น่าจะมีการใช้สวิตชิ่งเพาว์เวอร์ซัพพลายแทน เพราะจะมีขนาดเล็กและเบากว่ามาก ส่วนเหตุผลที่ผู้จัดทำมิได้ทำการสร้างสวิตชิ่งเพาว์เวอร์ซัพพลาย ก็เนื่องจากเวลามีจำกัดและยุ่งอยู่กับการทดลองหาสาเหตุของการไม่ทำงานในตอนแรก จึงไม่สามารถสร้างได้ทันทำให้ต้องใช้หม้อแปลงที่มีขนาดใหญ่ดังกล่าว

โครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้ ผู้จัดทำมีความต้องการเพิ่มความสามารถของคนตาบอดให้สามารถรับรู้ได้ โดยอาศัยการฝึกฝนจากแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นสำหรับพวกเขาในการเรียนรู้ลักษณะตัวอักษรและรูปสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมานี้จะเน้นถึงลายเส้นของอักษรและวัตถุต่าง ๆ ที่ผู้สอนต้องการสอนหรือติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับคนตาบอด โดยในทางฮาร์ดแวร์ ได้ทำการออกแบบให้สามารถแสดงผลเป็นภาพจุดขนาด 12 x 12 จุด ซึ่งยังไม่ละเอียดเท่าใดนัก แต่สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปได้ อย่างไรก็ดี แนวทางในการสร้างเครื่องมือชิ้นนี้ ก็เป็นเพียงแนวทางหนึ่งในอีกหลาย ๆ แนวทางที่จะช่วยเหลือคนตาบอด ซึ่งถ้ามีแนวทางที่ดีกว่านี้ก็น่าจะทดลองและทำการเปรียบเทียบต่อไป ผู้จัดทำหวังว่าโครงงานเครื่องช่วยในการสื่อสารกับคนตาบอดนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของคนตาบอดให้ดีมากขึ้นกว่าเดิม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

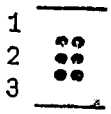
ตัวอย่างอักษรเบรลล์

แผนภาพสลอทสำหรับการอินเตอร์เฟส

ข้อมูลของไอซีเบอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

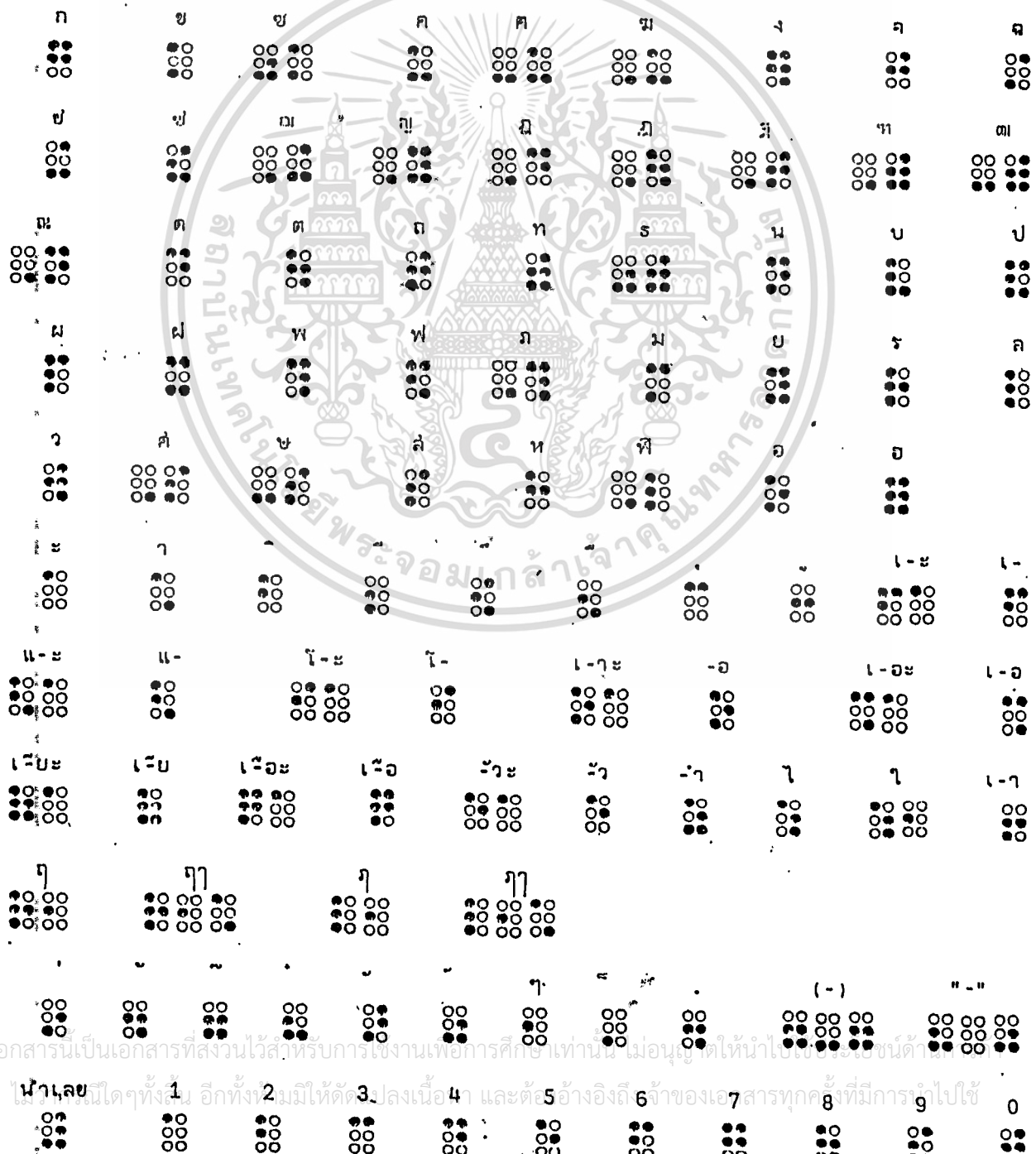
อักษรเบรลล์



เป็นอักษรสำหรับคนตาบอด มีลักษณะเป็นจุดนูนเล็ก ๆ ใน 1 ช่องประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรต่าดี หรือสัญญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ ได้ การเขียนใช้เครื่องมือเฉพาะเรียก สเลท (Slate) และดินสอ (Stylus) การพิมพ์ใช้เครื่องพิมพ์เรียก เบรลเล่อร์ (Brailler) ใช้กระดาษหนาขนาดกระดาษวาดรูป

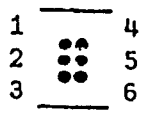
หมายเหตุ ในภาพอักษรเบรลล์ที่แสดงนี้ • หมายถึงจุดนูน o คือ จุดที่ไม่ใช้ในช่องนั้น

อักษรเบรลล์ภาษาไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

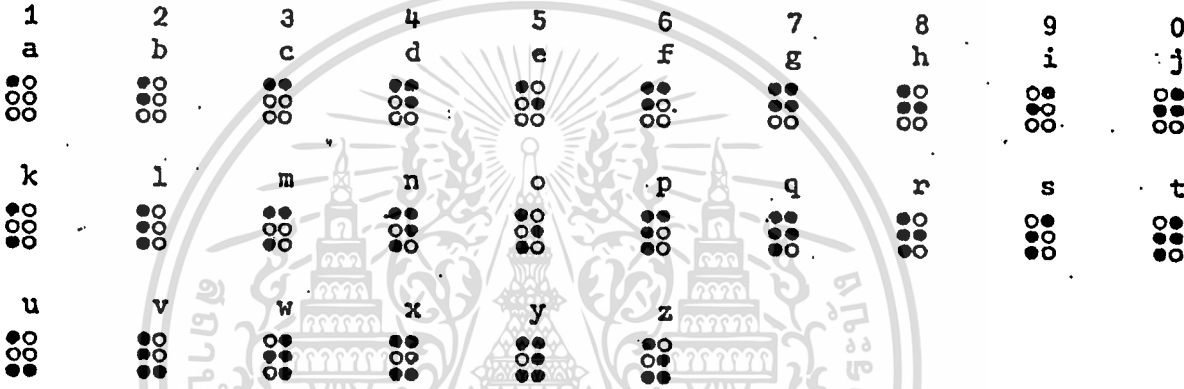
The Braille Alphabet



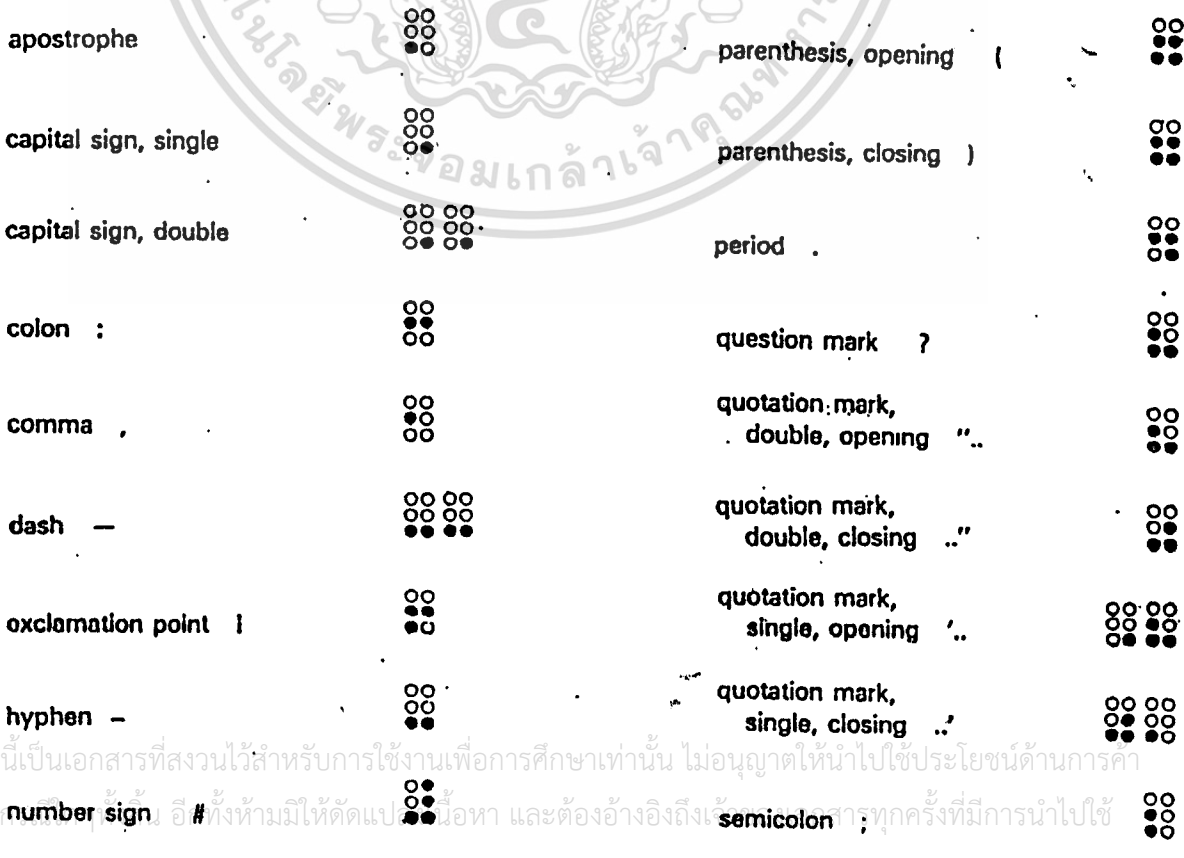
Braille is a system of embossed characters formed by using combinations of six dots consisting of two vertical columns of three dots each and known as the braille cell. These characters can be used to represent mathematical or scientific symbols, musical notes, etc. To write braille one needs a brailler or a slate and stylus and heavy paper called Jute Manila Tag or any paper of similar quality.

Note : • = embossed dot; o = unused dot in that character

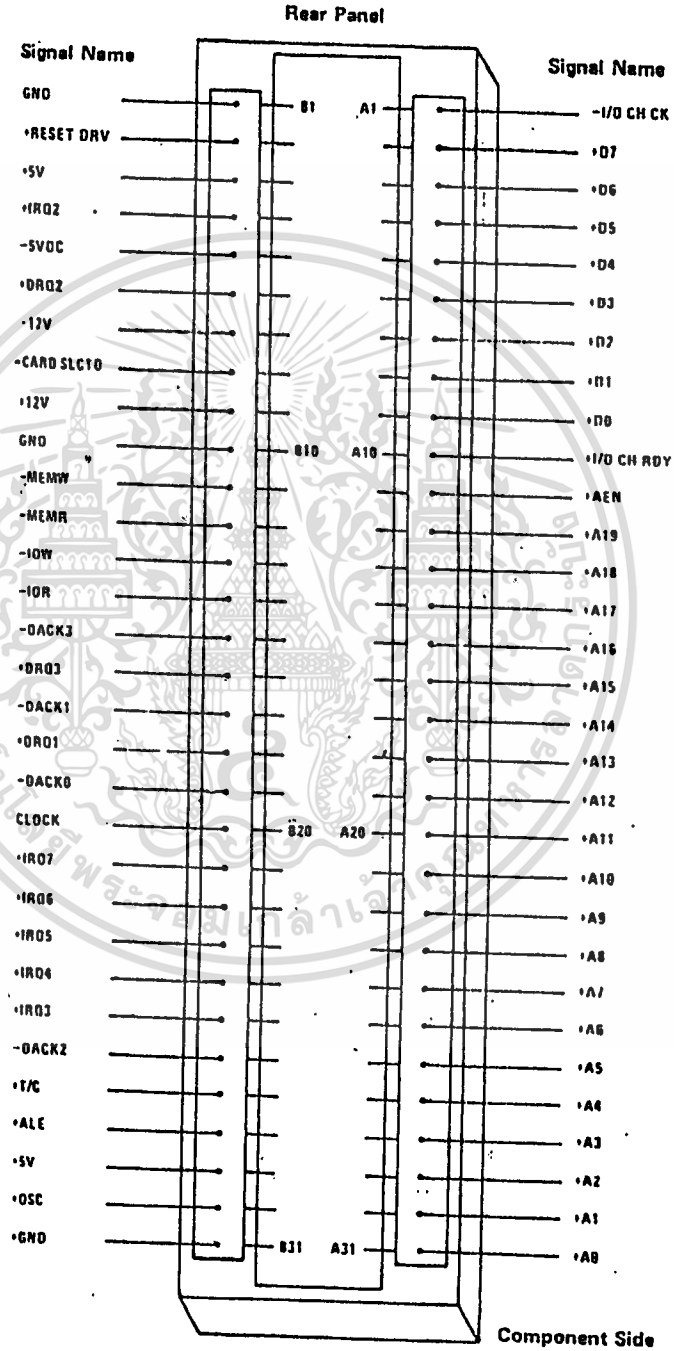
ALPHABET AND NUMBERS



PUNCTUATION AND COMPOSITION SIGNS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



I/O Channel Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5427/7427 Triple 3-Input Positive-NOR Gate

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.											SN54LS27	J①			W①	SN5427	J①			W①					
											SN74LS27	J①	N①			SN7427	J①	N①							
FAIRCHILD											FM54LS27/FM74LS27	P①			F①	FM5427/FM9N27	D①							
											FC74LS27/FC9LS27	P①	P①		F①	FC7427/FC9N27	D①	P①						
MOTOROLA											SN74LS27		P①			SN7427		P①						
N. S. C.											DM54LS27		①			DM5427	J①	N①		W①				
											DM74LS27		①			DM7427	J①	N①		W①				
PHILIPS																								
											N74LS27		①			N7427		①						
SIGNETICS																								
											N74LS27		A①			N7427		A①						
SIEMENS																								
																FLH621		①						
FUJITSU																								
HITACHI											HD74LS27		P①			HD7427	①	P①						
MITSUBISHI																								
											M53LS27		P①			M53227		P①						
NEC																								
											74LS27		C①											
TOSHIBA																								

Electrical Characteristics SN54LS27/SN74LS27

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

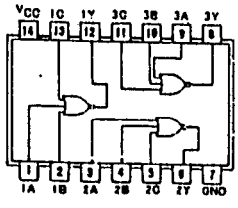
	SN54LS27			SN74LS27			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

	PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage				2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.8	V
V_I	Input clamp voltage		V_{CC}=MIN, I_I=−18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage		V_{CC}=MIN, V_{IL}=V_{IL} max, I_{OH}=MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage		V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, I_{OL}=4mA			0.25	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage		V_{CC}=MAX, V_I=7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	Data inputs	V_{CC}=MAX, V_{IH}=2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	Data inputs	V_{CC}=MAX, V_{IL}=0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*		V_{CC}=MAX	54LS Family	−20		−100	mA
				74LS Family	−20		−100	
I_{CCH}	Supply current		V_{CC}=MAX	Total, outputs high		2.0	4	mA
I_{CCL}	Supply current			Total, outputs low		3.4	6.6	mA
I_{CC}	Supply current		V_{CC}=5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.9		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output		V_{CC}=5V, T_A=25°C			10	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output		C_L=15pF, R_L=2kΩ			10	15	ns

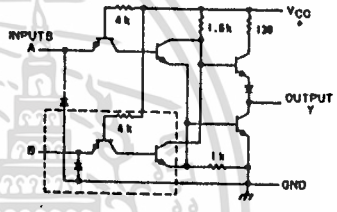
Pin Assignment (Top View)

①



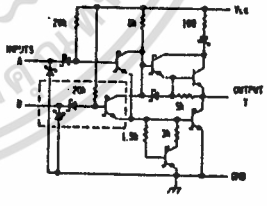
positive logic:
$Y = \overline{A+B+C}$

Schematics (each gate)



The portion of the schematic within the dashed lines is repeated for the C input of the '27.

'27 CIRCUIT



The portion of the schematic within the dashed lines is repeated for the C input of the 'LS27.

'LS27 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5430/7430 8-Input Positive-NAND Gate

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S30	J①			W①	SN54H30	J①			W①	SN54LS30	J①			W①	SN5430	J①			W②	SN54L30	J①	N①	T①	
	SN74S30	J①	N①			SN74H30	J①	N①			SN74LS30	J①	N①			SN7430	J①	N①			SN74L30	J①	N①	T②	
FAIRCHILD	FJH101/FJH130	P①			F①	FM54H30/FM9H30	D①			F②	FJH101/FJH130	P①			F①	FM5430/FM9N30	D①			F②					
	FC74H30/FC9H30	D①	P①		F①	FC74H30/FC9H30	D①	P①			FC74LS30/FC9LS30	P①			F①	FC74S30/FC9N30	D①	P①							
MOTOROLA						MC3116	L①			F①						MC5430	L①			F②					
						MC3016	L①	P①		F①	SN74LS30		P①			MC7430	L①	P①		F②					
N.S.C.						DM54H30	J①	N①			DM54LS30					DM5430	J①	N①		W②	DM54L30	J①	N①		F②
	DM74S30					DM74H30	J①	N①			DM74LS30					DM7430	J①	N①			DM74L30	J①	N①		F②
PHILIPS						FJH101/74H30		①			N74LS30		①			FJH101/7430		①							
SIGNETICS						S54H30	F①	A①		W②						S5430	F①	A①		W①					
	N74S30		A①			N74H30	F①	A①		W②	N74LS30		A①			N7430	F①	A①							
SIEMENS																									
																FLH131		①							
FUJITSU																									
						MB604	①	M①			74LS30		M①			MB403	①	M①							
HITACHI																									
											HD74LS30		P①			HD7430/HD2508	①	P①							
MITSUBISHI	M5S030		P①								M74LS30		P①			M53230/M5310		P①							
NEC																									
											74LS30		C①			μPB204	D①	C①							
TOSHIBA																									
																TD3430A		P①							

Electrical Characteristics SN54LS30/SN74LS30

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

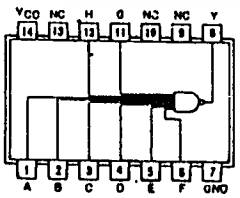
	SN54LS30			SN74LS30			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

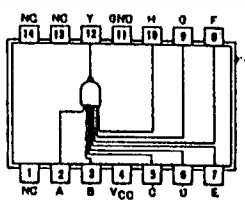
PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, I_{OL} = 4mA				0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ◆	V_{CC} = MAX	54LS Family	−20		−100	mA
			74LS Family	−20		−100	
I_{CCH}	Supply current	V_{CC} = MAX	Total, outputs high		0.35	0.5	mA
I_{CCL}	Supply current		Total, outputs low		0.6	1.1	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.48		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ			8	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output				13	20	ns

Pin Assignments (Top View)

①

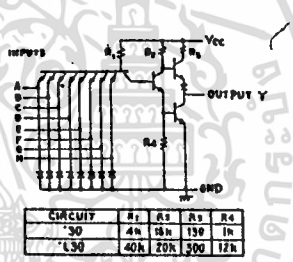


②



positive logic:
Y = ABCDEFGH
NC = No internal connection

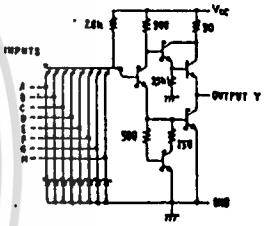
Schematics (each gate)



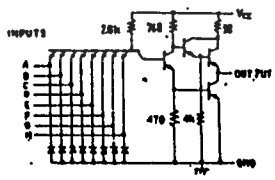
CIRCUIT	R_1	R_2	R_3	R_4
'30	4k	12k	130	1k
'L30	40k	20k	500	12k

Input clamp diodes not on SN54L/SN74L' circuits.

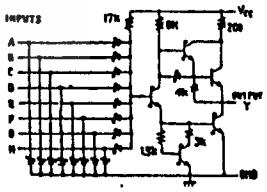
'30 'L30 CIRCUITS



'S30 CIRCUIT



'H30 CIRCUIT



'L330 CIRCUIT

Resister values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H'/SN74H' and SN54S/SN74S', duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54244/74244 Octal Buffers/Line Drivers/Line Receivers

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	C
T. I.											SN54LS244	J	(D)												
											SN74LS244	J	(C)	N	(D)										
FAIRCHILD																								
MOTOROLA																								
N. S. C.																								
PHILIPS																								
SIGNETICS																								
SIEMENS																								
FUJITSU																								
HITACHI																								
MITSUBISHI																								
NEC																								
TOSHIBA																								

Electrical Characteristics SN54LS244/SN74LS244

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		65°C to 150°C

recommended operating conditions

	LS54LS244			SN74LS244			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			12			15	mA
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	55		125	0		70	°C

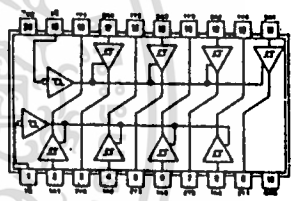
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS †		SN74LS MIN	SN74LS TYP‡	SN74LS MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN,	I_I = −18mA			−1.5	V
	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN		0.2	0.4		V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max,	V_{IH} = 2V, I_{OH} = −3mA	2.4	3.4		V
		V_{CC} = MIN, V_{IL} = 0.5V,	V_{IH} = 2V, I_{OH} = MAX	2			V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V,	I_{OL} = 12mA			0.4	V
			I_{OL} = 24mA			0.5	V
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	V_O = 2.7V			20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied		V_O = 0.4V			−20	μA
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX,	V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current, any input	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX,	V_{IL} = 0.4V			−0.2	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ♦	V_{CC} = MAX		−40		−225	mA
I_{CC}	Supply current, Outputs high	V_{CC} = MAX, Outputs open	All		13	23	mA
	Outputs low		'LS244		27	46	mA
	All outputs disabled		'LS244		32	54	mA

switching characteristics, V_{CC} 5V, T_A 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output			9	14	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Note 2		12	18	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level			20	30	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level			15	23	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 2		15	25	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level			10	18	ns

Pin Assignment (Top View)



SN54LS244 (J) SN74LS244 (J, N)

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
♦ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.
NOTE 2 : Load circuit and voltage wave forms are shown on page 3-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54373/74373 Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.	SN54S373	J									SN54LS373	J													
	SN74S373	J	N								SN74LS373	J	N												
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N.S.C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS373/SN74LS373

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommend operating conditions

		SN54LS373			SN74LS373			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}				−1			−2.6	mA
High-level output voltage, V_{OH}				5.5			5.5	V
Pulse width, t_w	Clock enable high	15			15			ns
	Clock enable high	15			15			
Setup time, t_{SUTUP}		0↓			0↓			ns
Hold time, t_{hold}		10↓			10↓			ns
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

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

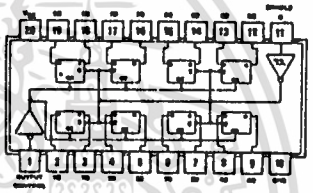
PARAMETER		TEST CONDITIONS‡		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC}=MIN, I_I=−18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=V_{IL} max, I_{OH}=MAX		2.4	3.1		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, V_{IL}=V_{IL} max	I_{OL}=24mA		0.35	0.5	V
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC}=MAX, V_{IH}=2V, V_O=2.7V				20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied	V_{CC}=MAX, V_{IH}=2V, V_O=0.4V				−20	μA
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC}=MAX, V_I=7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC}=MAX, V_I=0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current §	V_{CC}=MAX		−30		−130	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC}=MAX, Output control at 4.5V	'LS373		24	40	mA

switching characteristics, V_{CC}=5V, T_A=25°C

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f_{max}			C_L=45pF, R_L=667Ω, See Notes 2 and 3				MHz
t_{PLH}	Data	Any Q			12	18	ns
t_{PHL}					12	18	
t_{PLH}	Clock or enable	Any Q			20	30	ns
t_{PHL}					18	30	
t_{PZH}	Output Control	Any Q			15	25	ns
t_{PZL}					25	36	
t_{PHZ}	Output Control	Any Q	C_L=5pF, R_L=667Ω, See Note 3		12	20	ns
t_{PLZ}					15	25	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

Pin Assignments (Top View)



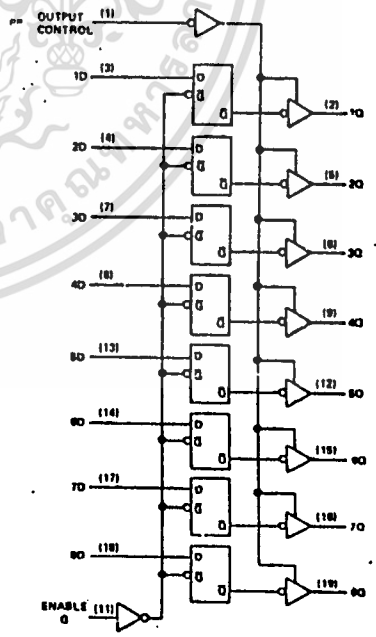
SN54LS373 (J) SN74LS373 (J, N)
SN54S373 (J) SN74S373 (J, N)

'LS373, 'S373 FUNCTION TABLE

OUTPUT CONTROL	ENABLE G	D	OUTPUT
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

'LS373, 'S373 TRANSPARENT LATCHES

'LS373, 'S373 TRANSPARENT LATCHES



NOTES: 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.
3. See load circuits and waveforms on page 3-11.

f_{max} = maximum clock frequency
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output
t_{PZH} = output enable time to high level
t_{PZL} = output enable time to low level
t_{PHZ} = output disable time from high level
t_{PLZ} = output disable time from low level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC1411 (ULN2001A)
MC1412 (ULN2002A)
MC1413 (ULN2003A)
MC1416 (ULN2004A)

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

The seven NPN Darlington-connected transistors in these arrays are well suited for driving lamps, relays, or printer hammers in a variety of industrial and consumer applications. Their high breakdown voltage and internal suppression diodes insure freedom from problems associated with inductive loads. Peak inrush currents to 600 mA permit them to drive incandescent lamps.

The MC1411 device is a general-purpose array for use with DTL, TTL, PMOS, or CMOS Logic. The MC1412 contains a zener diode and resistor in series with the input to limit input current for use with 14 to 25 Volt PMOS Logic. The MC1413 with a 2.7 kΩ series input resistor is well suited for systems utilizing 5 Volt TTL or CMOS Logic. The MC1416 uses a series 10.5 kΩ resistor and is useful in 8–18 Volt MOS systems.

PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUITS

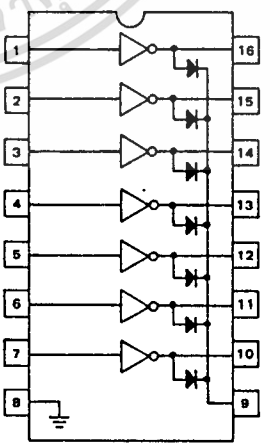
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648-05

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C and rating apply to any one device in the package unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50*	V
Input Voltage (Except MC1411)	V_I	30	V
Collector Current — Continuous	I_C	500	mA
Base Current — Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	150	°C

Maximum Package Power Dissipation (See Thermal Information Section).
*Higher voltage selection available. See your local representative.

PIN CONNECTIONS



DEVICE CROSS-REFERENCE LISTING

9665 — SN75476* — ULN2001A — order MC1411P
9666 — SN75477 — ULN2002A — order MC1412P
9667 — SN75478 — ULN2003A — order MC1413P
9668 — ULN2004A — order MC1416P

*Similar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted).

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current		I_{CEX}				μA
(V_O = 50 V, T_A = +70°C)	All Types		—	—	100	
(V_O = 50 V, T_A = +25°C)	All Types		—	—	50	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 6.0 V)	MC1412		—	—	500	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 1.0 V)	MC1416		—	—	500	
Collector-Emitter Saturation Voltage		$V_{CE(sat)}$				V
(I_C = 350 mA, I_B = 500 μA)	All Types		—	1.1	1.6	
(I_C = 200 mA, I_B = 350 μA)	All Types		—	0.95	1.3	
(I_C = 100 mA, I_B = 250 μA)	All Types		—	0.85	1.1	
Input Current — On Condition		$I_{I(on)}$				mA
(V_I = 17 V)	MC1412		—	0.85	1.3	
(V_I = 3.85 V)	MC1413		—	0.93	1.35	
(V_I = 5.0 V)	MC1416		—	0.35	0.5	
(V_I = 12 V)	MC1416		—	1.0	1.45	
Input Voltage — On Condition		$V_{I(on)}$				V
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	MC1412		—	—	13	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	MC1413		—	—	2.4	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA)	MC1413		—	—	2.7	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	MC1413		—	—	3.0	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA)	MC1416		—	—	5.0	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	MC1416		—	—	6.0	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA)	MC1416		—	—	7.0	
V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	MC1416		—	—	8.0	
Input Current — Off Condition (I_C = 500 μA, T_A = +70°C)	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	—	μA
DC Current Gain (V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	MC1411	h_{FE}	1000	—	—	—
Input Capacitance		C_I	—	15	30	pF
Turn-On Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{on}	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{off}	—	0.25	1.0	μs
Clamp Diode Leakage Current (V_R = 50 V)	T_A = +25°C T_A = +70°C	I_R	—	—	50 100	μA
Clamp Diode Forward Voltage (I_F 350 mA)		V_F	—	1.5	2.0	V

*Higher voltage selections available, contact your local representative.

TYPICAL PERFORMANCE CURVES – T_A = 25°C

FIGURE 1 – OUTPUT CURRENT versus INPUT VOLTAGE

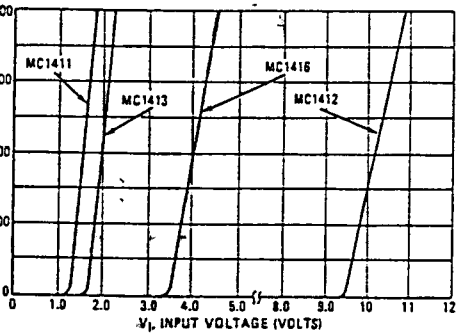


FIGURE 2 – OUTPUT CURRENT versus INPUT CURRENT

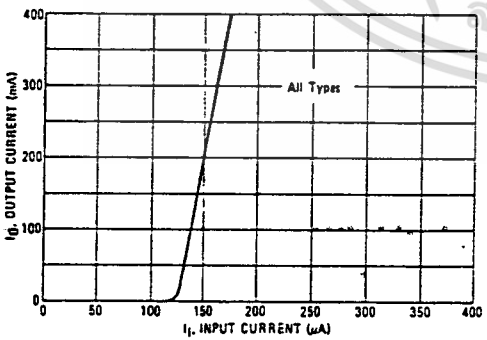


FIGURE 3 – TYPICAL OUTPUT CHARACTERISTICS

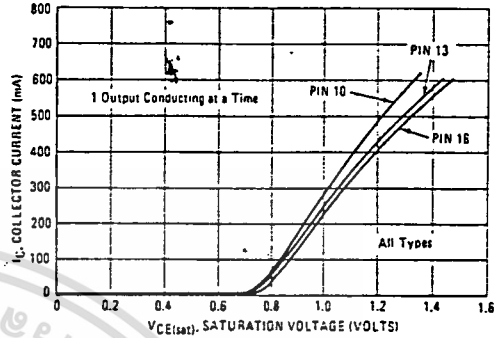


FIGURE 4 – INPUT CHARACTERISTICS – MC1

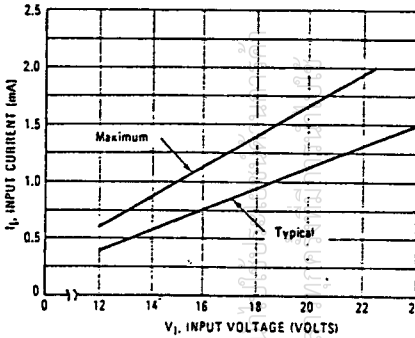


FIGURE 5 – INPUT CHARACTERISTICS – MC1413

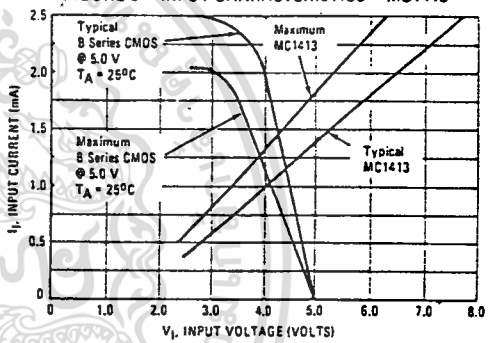


FIGURE 6 – INPUT CHARACTERISTICS – MC1

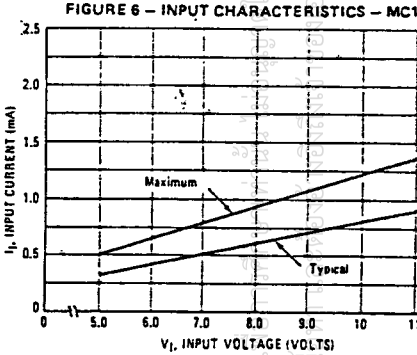


FIGURE 7 – MAXIMUM COLLECTOR CURRENT versus DUTY CYCLE (AND NUMBER OF DRIVERS IN USE) – CERAMIC

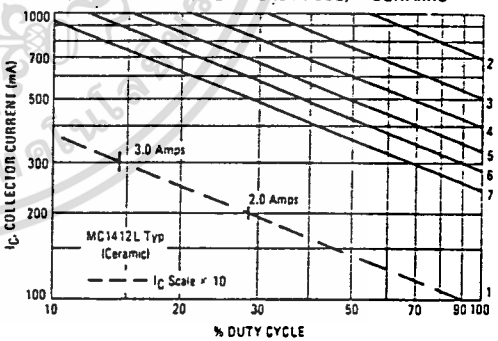
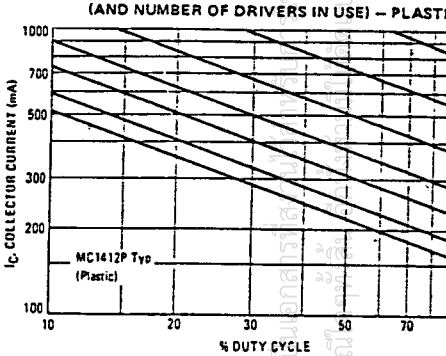


FIGURE 8 – MAXIMUM COLLECTOR CURREN versus DUTY CYCLE (AND NUMBER OF DRIVERS IN USE) – PLAST



โปรแกรม TBCD

```
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <dos.h>

#define   SPACE       0x20              /* SPACE */
#define   EXIT        0x11              /* Ctrl_Q */
#define   ENTER       0x0d              /* Enter */
#define   FIGURE      0x30
#define   ALPHABET    0xa1
#define   PORT_A        0x300
#define   PORT_B        0x301
#define   PORT_C        0x302
#define   CONTROL_PORT  0x303
#define   CONTROL_WORD  0x080

int DATA[ ][12] = {
/*0*/{  0x12,  0x1a,  3,  0,  0,  0x7c0, 0x820, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x820, 0x7c0},
/*1*/{  0xa,  2,  3, 0, 0, 0x380, 0x440, 0x820, 0x8e0, 0x8c0, 0x400,
      0x3c0},
/*2*/{  0xa,  0xa,  3,  0,  8, 8, 0x6c8, 0x928, 0x868, 0x868, 0x808,
      0x7f0},
/*3*/{  0x1a,  2,  3,  0,  0,  0, 0x6c0, 0x920, 0x820, 0x820, 0x8e0,
      0x8c0},
/*4*/{  0x1a,  0x12, 0x803, 0x800, 0x800, 0x400, 0x3e0, 0x10, 0x310,
      0x310, 0x210, 0x7e0},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*5*/{ 0xa,  0x812, 0xb03, 0x480, 0xb00, 0x400, 0x3e0, 0x10, 0x310,
      0x310, 0x210, 0x7e0},
/*6*/{ 0x1a,  0xa,  3,  0,  0x10, 0x20, 0x7c0, 0x800, 0x8c0, 0x8c0,
      0x840, 0x780},
/*7*/{ 0x1a,  0x1a,  3, 0, 0, 0, 0x8d8, 0x924, 0x904, 0x904, 0x51c,
      0x398},
/*8*/{ 0xa, 0x1a, 3, 0x800, 0x800, 0x800, 0x7c0, 0x20, 0x20, 0xc20,
      0xd20, 0x6c0},
/*9*/{ 0x12,  0xa,  3, 0x400, 0x200, 0x160, 0x9c, 0x12, 0x22, 0x42,
      0x9c, 0x118},
/*ก*/{ 3, 3, 0, 0, 0x7c0, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x820},
/*ข*/{ 1, 0, 1, 0, 0x9c0, 0xa40, 0x900, 0x900, 0x900, 0x900, 0x900,
      0x600},
/*ค*/{ 1, 0, 3, 0, 0x7c0, 0x820, 0x820, 0x920, 0x9a0, 0x860, 0x820,
      0x820},
/*ฆ*/{ 8,  0,  0x1a,  0,  0x9b0, 0x950, 0x900, 0x880, 0x880, 0x9c0,
      0xaa0, 0x440},
/*ง*/{ 3, 3, 2, 0, 0xc00, 0xc00, 0x800, 0x840, 0x880, 0x900, 0xa00,
      0x400},
/*จ*/{ 2, 3, 0, 0, 0x780, 0x840, 0x800, 0xb00, 0xb00, 0xa00, 0xa00,
      0x400},
/*ฉ*/{ 2, 0, 1, 0, 0x3c0, 0x420, 0x400, 0x460, 0x460, 0x440, 0xbc0,
      0x440},
/*ช*/{ 2,  0x400,  0x403, 0x400, 0x4e0, 0x320, 0x480, 0x480, 0x480,
      0x480, 0x480, 0x300},
/*ซ*/{ 2,  0x401,  0x403, 0x400, 0x5b0, 0x350, 0x500, 0x480, 0x480,
      0x480, 0x480, 0x300},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*ฉ*/{ 0x10,  0, 0x1a, 0, 0x87c, 0x882, 0x884, 0x882, 0x882, 0x9c2,
      0xaae, 0x44c},
/*ญ*/{ 0x18,  0x10,  0x1a, 0, 0x87c, 0x882, 0x884, 0x882, 0xf82, 2,
      0x98e, 0x78c},
/*ฎ*/{ 0x798,  0x850,  0x882,  0x840,  0x840,  0x840, 0x860, 0x860,
      0xa00, 0x9e0, 0xaa0, 0x460},
/*ฏ*/{ 0x788,  0x858,  0x892,  0x840,  0x840,  0x840, 0x860, 0x860,
      0x880, 0x878, 0xaa8, 0x518},
/*ฐ*/{ 0xb98,  0x458,  0xfca,  0x800,  0xb00,  0xb00, 0xa00, 0x400,
      0xc80, 0xc78, 0xaa8, 0x518},
/*ฑ*/{ 0x10,  0x18,  0x1a,  0,  0x76c,  0x8d4, 0x840, 0x840, 0x840,
      0x840, 0x840, 0x840},
/*ฒ*/{ 0x10,  0x18,  0x1b,  0,  0x86c,  0x892, 0x882, 0x89a, 0x89a,
      0x9ca, 0xaa6, 0x442},
/*ณ*/{ 0x18, 0x10, 0xa, 0, 0x43e, 0x441, 0x442, 0x441, 0x441, 0x741,
      0xac7, 0x446},
/*ด*/{ 3, 2, 0, 0, 0x7c0, 0x820, 0x820, 0x9a0, 0x9a0, 0x8a0, 0x860,
      0x820},
/*ต*/{ 1, 3, 2, 0, 0x6c0, 0x920, 0x820, 0x9a0, 0x9a0, 0x8a0, 0x860,
      0x820},
/*ถ*/{ 2, 3, 1, 0, 0x7c0, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820, 0x820, 0x8e0,
      0x8c0},
/*ท*/{ 2, 3, 3, 0, 0x760, 0x8e0, 0x840, 0x840, 0x840, 0x840, 0x840,
      0x840},
/*ธ*/{ 0x10, 0x1a, 0x1b, 0, 0xf80, 0x40, 0xfc0, 0x800, 0x840, 0x840,
      0x840, 0x780},
/*น*/{ 3, 2, 1, 0, 0x430, 0x430, 0x420, 0x420, 0x420, 0x720, 0xaa0,
      0x460},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*ป*/{ 1, 1, 3, 0, 0x830, 0x830, 0x820, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x820,0x7c0},
/*ป*/{ 3, 0x801, 0x803, 0x800, 0x830, 0x830, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x820, 0x820,0x7c0},
/*ผ*/{ 3, 1, 1, 0, 0x860, 0x860, 0x820, 0x820, 0x820, 0x920, 0xaa0,
      0x440},
/*ฝ*/{ 3, 0x800, 0x803, 0x800, 0x860, 0x860, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x920, 0xaa0, 0x440},
/*พ*/{ 3, 2, 2, 0, 0x830, 0x830, 0x820, 0x820, 0x820, 0x920, 0xaa0,
      0x440},
/*ฟ*/{ 3, 0x801, 0x802, 0x800, 0x830, 0x830, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x920, 0xaa0, 0x440},
/*ภ*/{ 0x18, 0x10, 0x12, 0, 0x7c0, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820,
      0x820, 0x830, 0x830},
/*ม*/{ 3, 0, 1, 0, 0x8c0, 0x8a0, 0x8c0, 0x880, 0x880, 0x9c0, 0xaa0,
      0x440},
/*ย*/{ 3, 2, 3, 0, 0x860, 0x860, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820, 0x820,
      0x7c0},
/*ร*/{ 1, 3, 1, 0, 0xbc0, 0x420, 0x7e0, 0x400, 0x400, 0x400, 0x600,
      0x600},
/*ฤ*/{ 1, 0xb, 1, 0x7c0, 0x820, 0x840, 0x820, 0x820, 0x8e0, 0x8c0,
      0x800, 0x800},
/*ล*/{ 1, 1, 1, 0, 0x7c0, 0x820, 0x800, 0xb80, 0xc40, 0x820, 0x860,
      0x860},
/*ว*/{ 2, 3, 2, 0, 0x7c0, 0x820, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800, 0xc00,
      0xc00},
/*ศ*/{ 0x10, 0x808, 0x80a, 0x800, 0x7c0, 0x820, 0x820, 0x920, 0x9a0,
      0x860, 0x820, 0x820},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/*ษ*/{ 0x10, 8, 0xb, 0, 0x418, 0x418, 0x410, 0xd90, 0x790, 0x410, 0x410,0x3e0},

/*ส*/{ 2, 0x801, 0x801, 0x800, 0x7c0, 0x820, 0x800, 0xb80, 0xc40, 0x820, 0x860, 0x860},

/*ห*/{ 1, 3, 0, 0, 0x430, 0xa30, 0x420, 0x620, 0x520, 0x4a0, 0x460, 0x420},

/*ฟ*/{ 0x808, 0xb88, 0x44a, 0xb80, 0x830, 0x830, 0x820, 0x820, 0x820, 0x920, 0xaa0, 0x440},

/*อ*/{ 1, 2, 1, 0, 0x7c0, 0x820, 0x800, 0x860, 0x860, 0x820, 0x820, 0x7c0},

/*ฮ*/{ 0x803, 0xbc3, 0x423, 0xbc0, 0x800, 0x800, 0x860, 0x860, 0x820, 0x820, 0x820, 0x7c0},

/*ะ*/{ 1, 0, 0, 0, 0, 0x130, 0xf0, 0, 0, 0x130, 0xf0, 0},
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},

/*า*/{ 1, 0, 2, 0, 0x780, 0x840, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800},

/*ำ*/{ 1, 2, 3, 0x18, 0x798, 0x840, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800, 0x800},

/*ิ*/{ 3, 1, 0, 0, 0x10, 0x10, 0x10, 0x10, 0x10, 0x10, 0x30, 0x30},

/*แ*/{ 1, 1, 2, 0, 0x90, 0x90, 0x90, 0x90, 0x90, 0x90,0x1b0,0x1b0},

/*โ*/{ 2, 1, 0x5c0, 0x220, 0xf0, 0x100, 0x100, 0x100, 0x100, 0x100, 0x300, 0x300},

/*ใ*/{ 1, 0x1ca, 0x222, 0x220, 0x2e0, 0x2c0, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200, 0x600, 0x600},

/*ไ*/{ 1, 0x112, 0x2a2, 0x240, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200, 0x600, 0x600},

/*ๆ*/{ 0, 1, 0, 0x1b0, 0x248, 0x238, 0x230, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200, 0x200},

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
/*ุ*/{  3, 0, 0, 0, 0, 0xc0, 0xc0, 0x80, 0x80, 0, 0, 0},
/*ู*/{  0, 3, 0, 0, 0, 0xb0, 0xb0, 0xa0, 0xe0, 0, 0, 0},
/*ิ*/{  1, 1, 0, 0, 0, 0xf0, 0x108, 0x3fc, 0, 0, 0, 0},
/*ี*/{  0, 1, 1, 0, 0x200, 0x2f0, 0x308, 0x3fc, 0, 0, 0, 0},
/*ึ*/{  2, 1, 2, 0, 0, 0x2f0, 0x508, 0x3fc, 0, 0, 0, 0},
/*ื*/{  0, 1, 2, 0, 0x280, 0x2f0, 0x308, 0x3fc, 0, 0, 0, 0},
/*ั*/{  2, 2, 1, 0, 0x218, 0x118, 0x0f0, 0, 0, 0, 0, 0},
    {  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
/*็*/{  0, 0, 0x101, 0x100, 0x100, 0xf8, 4, 0x184, 0x1a4, 0xd8,0,0},
/*่*/{  0, 2, 1, 0, 0x40, 0x40, 0x40, 0x40, 0, 0, 0, 0},
/*้*/{  0, 3, 2, 0, 0x10c, 0x10c, 0x88, 0x7c, 0, 0, 0, 0},
/*๊*/{  0, 3, 3, 0, 0x46c, 0x492, 0x28e, 0x1cc, 0, 0, 0, 0},
/*๋*/{  0, 1, 3, 0, 0x40, 0x40, 0x1f0, 0x40, 0x40, 0, 0, 0},
/*์*/{  0, 2, 3, 0, 0x40, 0x40, 0x20, 0x60, 0x60, 0, 0, 0}};
static unsigned char DATA_B[12] = { 0x01, 0x02, 0x04, 0x08, 0x10,
                                    0x20, 0x40, 0x80, 0, 0 ,0 ,0 };
static unsigned char DATA_C1[12]= { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0x10,
                                    0x20, 0x40, 0x80 };


main()
{
  unsigned c;
  control_port();
  help();
  for(c = 205;;)
  {
    title();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    c = thai((int)c);
    display_data(c);
    outport_data((int)c);
    printf("\n\n                                    พิมพ์ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์... ");
    c = condition();
  } /* for */
} /* main */

help()
{
int c;
    clrscr();
    printf("\n          สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง\n");
    printf("\n          ภาควิชาอิเลคทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์\n");
    printf("\n          เครื่องช่วยสอนอักษรหรือสัญลักษณ์ให้คนตาบอด\n\n\n\n");
    printf("\n\n                                    ขอบเขต : เลขไทย\n");
    printf("  \n                                    : อักษรภาษาไทย\n\n");
    printf("\n\n\n\n\n\n เข้าโปรแกรม การใช้โปรแกรม  ออกจากโปรแกรม\n");
    printf("\n          Enter      SPACE      Ctrl_Q  \n");
    do {
        switch(c = getch())
        {
          case EXIT   :  exit();
        }
     }
    while(c != ENTER);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
title()
{
    clrscr();
    printf("\n          สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง\n");
    printf("\n                    ภาควิชาอิเลคทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์\n");
    printf("\n                  เครื่องช่วยสอนอักษรหรือสัญลักษณ์ให้คนตาบอด\n");
    printf("\n\n                                    ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์...");
}
condition()
{
  unsigned c;
     switch((c = getch()))
     {
     case EXIT  :  exit();
     case SPACE :  help(); c = 205;  break;
     default    :
           do {
                  if ((c < ALPHABET) && (c > 57) || (c < FIGURE))
                      c = condition();
              }while ((c < ALPHABET) && (c > 57) || (c < FIGURE));
     } /* switch */
  return(c);
}
thai(c)
int c;
{
    putch('\a');
    putch(c);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (c >= ALPHABET)
        c = c - ALPHABET + 10;
    else
        c = c - FIGURE;
    return((unsigned)c);
}

display_data(c)
unsigned c;
{
  int j;
  int n;
  int x;
  printf("\n\n                    ");
  for (j = 0 ; j < 12 ; j++)
  {
    for (n = 0 ; n < 12 ; n++)
    {
      x = DATA[c][j] >> n;
      if ((x & 01) == 0)
          printf(" .");
      else
          printf(" *");
    }
    printf("\n                          ");
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
control_port()
{
  outportb(CONTROL_PORT,CONTROL_WORD);
}

outport_data(c)
int c;
{
  int  i;
  char DATA_A[12];
  char DATA_C[12];
  for (i = 0 ; i < 12 ; i++)
  {
    DATA_A[i] = (char)( (DATA[c][i] >> 4) & 0xff );
    DATA_C[i] = DATA_C1[i] | (char)( DATA[c][i] & 0x0f );
    outportb( PORT_B , DATA_B[i] );
    outportb( PORT_C , DATA_C[i] );
    outportb( PORT_A , DATA_A[i] );
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม BCD

```
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <dos.h>

#define   INSTITUTE   "King Mongkut's Institute of Technology
                        Ladkrabang"
#define   PROJECT     "Blind's Communicative Device"

#define   Lowdisplay   0x07
#define   Highdisplay  0x0f
#define   ReverseLow   0x70
#define   ReverseHigh  0x78
#define   ReBlinkLow   0xf0

#define   LEFT         29
#define   TOP           9
#define   RIGHT        52
#define   BOTTOM       20

#define   F1     0x3b
#define   F2     0x3c
#define   F3     0x3d
#define   F4     0x3e
#define   F5     0x3f
#define   F6     0x40
#define   F7     0x41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define   F8      0x42
#define   F9      0x43
#define   F10     0x44
#define   ShF5    0x58
#define   ShF6    0x59
#define   ShF7    0x5a
#define   ShF8    0x5b
#define   Home    0x47
#define   Up      0x48
#define   PgUp    0x49
#define   Left    0x4b
#define   Right   0x4d
#define   End     0x4f
#define   Down    0x50
#define   PgDn    0x51
#define   Ins     0x52
#define   Del     0x53
#define   Help    0x48
#define   Load    0x4c
#define   Save    0x53
#define   Exit    0x45
#define   Data    0x44

#define   MaxX    12
#define   MaxY    12

#define   Erase   0
#define   Draw    1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define   PORT_A          0x300
#define   PORT_B          0x301
#define   PORT_C          0x302
#define   CONTROL_PORT    0x303
#define   CONTROL_WORD    0x080

static unsigned char DATA_C1[12] = { 0x80, 0x40, 0x20, 0x10, 0, 0, 0,
                                     0, 0, 0, 0, 0};
static unsigned char DATA_B[12]  = { 0, 0, 0, 0, 0x80, 0x40, 0x20,
                                     0x10, 0x08, 0x04, 0x02, 0x01};
typedef   int  Shape[MaxX][MaxY];
Shape     CurShape,OldShape,BuffShape;
int       I,J;
int       CurX,CurY;
char      Name[13];

main()
{
   Control_Port();
   Clr_Outport();
   Editor();
   Clr_Outport();
}

Control_Port()
{
   outportb(CONTROL_PORT,CONTROL_WORD);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Outport_Data()
{
    int  N;
    int  M;
    char DATA_A[12];
    char DATA_C[12];
    putch('\a');
    for (J = 0; J < MaxY; J++)
    {
        DATA_A[J] = 0;
        DATA_C[J] = 0;
        N = 7;
        M = 3;
        for (I = 0; I < 8; I++)
        {
           DATA_A[J] |= (char)( CurShape[I][J] << N-- );
        }
        for (I = 8; I < MaxX; I++)
        {
           DATA_C[J] |= DATA_C1[J] | (char)( CurShape[I][J] << M-- );
        }
        outportb( PORT_B , DATA_B[J] );
        outportb( PORT_C , DATA_C[J] );
        outportb( PORT_A , DATA_A[J] );
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WindowBox (left,top,right,bottom)
int    left,top,right,bottom;
{
   textattr(Highdisplay);
   clrscr();
   window (left,top,right,bottom);
  'HeadWindow (left,top,right);
   Note();
}

HeadWindow (left,top,right)
int    left,top,right;
{
   textattr(Highdisplay);
   Header(left,top+1,right,INSTITUTE);
   Header(left,top+3,right,PROJECT);
}

Header(left,top,right,HeadString)
char    *HeadString;
int     left,top,right;
{
   gotoxy  (((left + right - strlen(HeadString))/2),top);
   cprintf (HeadString);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Clr_Outport()
{
    int     I,J;
    for (I = 0; I < MaxX; I++)
    for (J = 0; J < MaxY; J++)
        CurShape[I][J] = 0;
    Outport_Data();
    clrscr();
}

Note()
{
    gotoxy(1,24);
    clreol();
    Put(10,24,"H",Highdisplay);
    Put(11,24,"elp",Lowdisplay);
    Put(24,24,"L",Highdisplay);
    Put(25,24,"oad",Lowdisplay);
    Put(38,24,"S",Highdisplay);
    Put(39,24,"ave",Lowdisplay);
    Put(52,24,"E",Highdisplay);
    Put(53,24,"xit",Lowdisplay);
    Put(64,24,"D",Highdisplay);
    Put(65,24,"isplay",Lowdisplay);
    gotoxy(1,25);
    clreol();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HelpMenu()
{
   int   Key;
   textattr(Lowdisplay);
   clrscr();
   textattr(Highdisplay);
   cputs("                    *** HELP MENU ***                    ");
   puts("Move Cursor  : Up,Down,Left,Right <Arrows or 2 4 6 8>");
   puts("               Up_Left  <Home>    Down_Left  <End>");
   puts("               Up_Right <PgUp>    Down_Right <PgDn>\n");
   puts("Change Mode  : Draw, No Action, Erase  <Space_Bar>\n");
   puts("Move Picture : Copy  <F1>         Overlie <F2>");
   puts("               Reverse <F3>       Clear <F4>");
   puts("               Up-side Down <F5>  Mirror  <Shift F5>");
   puts("               Mirror_Left <F6>   Mirror_Right<Shift F6>");
   puts("               Shift_Left  <F7>   Shift_Right <Shift F7>");
   puts("               Shift_Up    <F8>   Shift_Down <Shift F8>");
   puts("File Command : Load_File <L>      Save_File <S>\n");
   puts("Exit Program : Exit <E or F10>\n");
   puts("Outport 8255 : Display <D>\n");
   puts("Help Menu    : Help <H>");
   puts("                                  Press any key to continue.");
   getch();
   WindowBox (1,1,80,25);
   Display(CurX,CurY);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ReadFileName(Name)
char   Name[];
{
   int   flag = 1;
   char  ch;

   while (flag)
   {
      gotoxy(1,24);
      textattr(Highdisplay);
      clreol();
      cputs("      Enter Filename : ");
      gets(Name);
      flag = 0;
      if (strlen(Name) > 12 )
      {
         cputs("     File name too long.");
         flag = 1;
         getch();
      }
   }
}

LoadFile(Name)
char   Name[];
{
   FILE  *in_file, *fopen();
   char  c;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ReadFileName(Name);
    in_file = fopen(Name,"r");
    if (in_file == NULL)
       cprintf("     Could not open %s for reading.",Name);
    else
    {
       cputs("     Loading Editor File.");
       for (J = 0; J < MaxY; J++)
       {   for (I = 0; I < MaxX; I++)
           {   if ((c=getc(in_file)) != '\n')
                  CurShape[I][J] = c;
               else
                  CurShape[I][J] = getc(in_file);
           }
       }
    }
    fclose(in_file);
    Note();
    Display(CurX,CurY);
}

SaveFile(Name)
char   Name[];
{
    FILE  *out_file,*fopen();

    ReadFileName(Name);
    out_file = fopen(Name,"w");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (out_file == NULL)
       cprintf("     Could not open %s for writing.",Name);
    else
    {
       cputs("     Saveing Editor File.");
       for (J = 0; J < MaxY; J++)
       {
          for (I = 0; I < MaxX; I++)
        putc (CurShape[I][J],out_file);
          fprintf (out_file,"\n");
       }
    }
    fclose(out_file);
    Note();
}

Display(CurX,CurY)
int   CurX,CurY;
{   int  I,J;
       for (J = 0; J < MaxY; J++)
       for (I = 0; I < MaxX; I++)
       {
          gotoxy(LEFT + ((I+1)*2 - 2),TOP + J);
          if (CurShape[I][J] == Draw)
          {
              textattr(Highdisplay);
              cputs("* ");
          }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else
         {
             textattr(Lowdisplay);
             cputs(". ");
         }
      } /* for */
      if (CurShape[CurX/2][CurY] == Draw)
          Put(LEFT + CurX,TOP + CurY,"* ",Highdisplay);
      else
          Put(LEFT + CurX,TOP + CurY,". ",Lowdisplay);
}

Put(X,Y,NOTE,COLOR)
int     X,Y;
int     COLOR;
char    *NOTE;
{
      gotoxy(X,Y);
      textattr(COLOR);
      cputs(NOTE);
      gotoxy(X,Y);
}

Editor()
{
   int     X,Y;
   int     CurX,CurY;
   int     OldCurX,OldCurY;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int     PlotFlag,ColorFlag;
int     I,J,Temp;
int     Key;

WindowBox (1,1,80,25);
CurX = 0; CurY = 0;
Display(CurX,CurY);
PlotFlag = 0;
ColorFlag = 0;
do
{
   OldCurX = CurX;
   OldCurY = CurY;
   Key = getch();
   X = wherex();
   Y = wherey();
   if (Key == 32)
   {
      if (PlotFlag != 0)
      {
         Put(35,21," NO ACTION ",ReverseLow);
         PlotFlag = 0;
         for (J = 0; J < MaxY; J++)
         for (I = 0; I < MaxX; I++)
         OldShape[I][J] = CurShape[I][J];
      } /* if */
      else
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            PlotFlag = 1;
            for (J = 0; J < MaxY; J++)
            for (I = 0; I < MaxX; I++)
            OldShape[I][J] = CurShape[I][J];
            if (ColorFlag == Erase)
                ColorFlag = Draw;
            else
                ColorFlag = Erase;
            if (ColorFlag == Erase)
                Put(35,21,"   ERASE   ",ReverseLow);
            else
                Put(35,21,"    DRAW   ",ReverseLow);
        } /* else */
    gotoxy(X,Y);
    } /*  if  */
    else
    {
       switch (Key)
       {
          case '8'  : CurY = CurY - 1; CurY = ICurY(CurY); break;
          case '2'  : CurY = CurY + 1; CurY = ICurY(CurY); break;
          case '4'  : CurX = CurX - 2; CurX = ICurX(CurX); break;
          case '6'  : CurX = CurX + 2; CurX = ICurX(CurX); break;
          case 0x68 : Key =Help;
          case Help : HelpMenu(); gotoxy(LEFT+CurX,TOP+CurY);
                      break;
          case 0x6c : Key = Load;
          case Load : LoadFile(Name); gotoxy(LEFT+CurX,TOP+CurY);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
        case 0x73 : Key = Save;
        case Save : SaveFile(Name); gotoxy(LEFT+CurX,TOP+CurY);
                    break;
        case 0x64 :
        case Data : Outport_Data(); break;
        case 0x65 :
        case Exit : Key = F10; break;
    } /* switch */
if (Key == 0)
{
 switch (Key = getch())
  {
   case Up    : CurY = CurY - 1; CurY = ICurY(CurY); break;
   case Down  : CurY = CurY + 1; CurY = ICurY(CurY); break;
   case Left  : CurX = CurX - 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case Right : CurX = CurX + 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case Home  : CurY = CurY - 1; CurY = ICurY(CurY);
                CurX = CurX - 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case PgUp  : CurY = CurY - 1; CurY = ICurY(CurY);
                CurX = CurX + 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case End   : CurY = CurY + 1; CurY = ICurY(CurY);
                CurX = CurX - 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case PgDn  : CurY = CurY + 1; CurY = ICurY(CurY);
                CurX = CurX + 2; CurX = ICurX(CurX); break;
   case F1    : for (I = 0; I < MaxX; I++)
                for (J = 0; J < MaxY; J++)
                BuffShape[I][J] = CurShape[I][J];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Display(CurX,CurY); break;
        case F2  :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = 0; J < MaxY; J++)
                    OldShape[I][J]  = CurShape[I][J];
                    for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = 0; J < MaxY; J++)
                    CurShape[I][J]=CurShape[I][J]||BuffShape[I][J];
                    Display(CurX,CurY); break;
        case F3  :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = 0; J < MaxY; J++)
                    CurShape[I][J] = CurShape[I][J] ^ 1;
                    Display(CurX,CurY); break;
        case F4  :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = 0; J < MaxY; J++)
                    CurShape[I][J] = 0;
                    Display(CurX,CurY); break;
        case F5  :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = 0; J < MaxY/2; J++)
                    {
                       Temp = CurShape[I][J];
                       CurShape[I][J] = CurShape[I][MaxY-1-J];
                       CurShape[I][MaxY-1-J] = Temp;
                    }
                    Display(CurX,CurY); break;
        case F6  :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
                    for (J = I; J < MaxY; J++)
                    {
                       Temp = CurShape[I][J];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CurShape[I][J] = CurShape[J][I];
                CurShape[J][I] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case F7    :  for (J = 0; J < MaxY; J++)
              {
                Temp = CurShape[0][J];
                for (I = 0; I < MaxX - 1; I++)
                  CurShape[I][J] = CurShape[I+1][J];
                CurShape[MaxX-1][J] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case F8    :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
              {
                Temp = CurShape[I][0];
                for (J = 0; J < MaxY - 1; J++)
                  CurShape[I][J] = CurShape[I][J+1];
                CurShape[I][MaxY-1] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case F9    :  for (I = 0; I < MaxX; I++)
              for (J = 0; J < MaxY; J++)
              CurShape[I][J] = OldShape[I][J];
              Display(CurX,CurY); break;
case F10   :  Key = F10; break;
case ShF5  :  for (J = 0; J < MaxY; J++)
              for (I = 0; I < MaxX/2; I++)
              {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Temp = CurShape[I][J];
                CurShape[I][J] = CurShape[MaxX-I-1][J];
                CurShape[MaxX-I-1][J] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case ShF6 :   for (J = 0; J < MaxY; J++)
              for (I = J; I < MaxX; I++)
              {
                Temp = CurShape[MaxX-I-1][J];
                CurShape[MaxX-I-1][J]=CurShape[MaxX-J-1][I];
                CurShape[MaxX-J-1][I] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case ShF7 :   for (J = 0; J < MaxY; J++)
              {
               Temp = CurShape[MaxX-1][J];
               for (I = 0; I < MaxX - 1; I++)
                CurShape[MaxX-I-1][J]=CurShape[MaxX-I-2][J];
               CurShape[0][J] = Temp;
              }
              Display(CurX,CurY); break;
case ShF8 :   for (I = 0; I < MaxX; I++)
              {
               Temp = CurShape[I][MaxY-1];
               for (J = 0; J < MaxY - 1; J++)
                CurShape[I][MaxY-J-1]=CurShape[I][MaxY-J-2];
               CurShape[I][0] = Temp;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Display(CurX,CurY); break;
    } /* switch */
  } /* if */
  } /* else */
  if((Key==32)||(Key=='8')||(Key=='2')||(Key=='4')||(Key=='6')||
     (Key==Up)||(Key==Down)||(Key==Left)||(Key==Right)||
     (Key==Home)||(Key==PgUp)||(Key==End)||(Key==PgDn)||
     (Key==Load)||(Key==Help))
  {
     if (PlotFlag == 1)
     {
        CurShape[CurX/2][CurY] = ColorFlag;
        if (CurShape[CurX/2][CurY] == Draw)
        {
           if ((Key == Help) || (Key == Load))
              Put(35,21,"    DRAW   ",ReverseLow);
           Put(LEFT + CurX,TOP + CurY,"* ",Highdisplay);
        }
        else
        {
           if ((Key == Help) || (Key == Load))
              Put(35,21,"   ERASE   ",ReverseLow);
           Put(LEFT + CurX,TOP + CurY,". ",Lowdisplay);
        }
     } /*  if  */
     if (PlotFlag == 0)
     {
        if (CurShape[OldCurX/2][OldCurY] == Draw)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Put(LEFT + OldCurX,TOP + OldCurY,"* ",Highdisplay);
            else
                Put(LEFT + OldCurX,TOP + OldCurY,". ",Lowdisplay);
            if ((OldCurX != CurX) || (OldCurY != CurY))
                Put(LEFT + CurX,TOP + CurY," ",ReBlinkHigh);
            if ((Key == Help) || (Key == Load))
            {
                Put(35,21," NO ACTION ",ReverseLow);
                Put(LEFT + CurX,TOP + CurY," ",ReBlinkHigh);
            }
        } /*  if  */
    } /* if */
  } while (Key != F10);
}/* Editor */

ICurX(CurX)
int   CurX;
{
   if (CurX < 0)
      CurX = 22;
   if (CurX > 22)
      CurX = 0;
   return(CurX);
}

ICurY(CurY)
int   CurY;
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (CurY < 0)
        CurY = 11;
    if (CurY > 11)
        CurY = 0;
    return(CurY);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะบุคคลดังรายนามต่อไปนี้

อาจารย์ชนิษฐา แซ่ตั้ง	อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการทำวิจัยโครงงานนี้
อาจารย์ประภาษ อุคคกีมาพันธุ์	อาจารย์ผู้ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ในการออกแบบโครงงานชิ้นนี้รวมทั้งกรุณาให้ใช้เครื่องมือต่างๆ
อาจารย์สุจิตรา ติกวัฒนานนท์	อาจารย์สอนหนังสือที่โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพฯ ผู้ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการออกแบบโครงงานชิ้นนี้
อาจารย์พรรณา นรินทร	อาจารย์สอนหนังสือและสอนคอมพิวเตอร์ที่โรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพฯ ผู้ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการออกแบบโครงงานชิ้นนี้
คุณเดชะ ทรัพย์เจริญ	รุ่นพี่ที่ทำโครงงานเครื่องแปลงอักษรเบรลล์ ที่ให้ข้อมูลและแนวทางในการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ
คุณธานี ชวศิริกุลพล	รุ่นพี่ที่ทำโครงงานเครื่องแปลงอักษรเบรลล์ ที่ให้ข้อมูลและแนวทางในการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ
คุณธีระ ทิพยพรกุล	รุ่นพี่ที่ทำโครงงานเครื่องแปลงอักษรเบรลล์ ที่ให้ข้อมูลและแนวทางในการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ
คุณจิรพัฒน์ จันทร์เจิดศักดิ์	เพื่อนนักศึกษาภาคคอมพิวเตอร์ ที่ให้คำแนะนำและแนวความคิดในการออกแบบโปรแกรม TBCD
คุณวีระ นพนิราพาธ	เพื่อนนักศึกษาภาคคอมพิวเตอร์ ที่ให้คำแนะนำและแนวความคิดในการออกแบบโปรแกรม BCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1. ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, " การใช้โปรแกรมภาษา C ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด, 2531.
2. นรินทร์ เนาวประทีป," การลดสัญญาณรบกวน ", ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.
3. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา ยืน ภู่วรวรรณ และ สมนึก คีรีโต, "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด, 2531.
4. " คู่มือดูซาไอซี ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด, 2531.
5. " คู่มือ/เทียบเบอร์ ทรานซิสเตอร์ ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด, 2531.
6. " คู่มือ/เทียบเบอร์ ไอซี TTL ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด, 2531.
7. " บันทึก 380 วงจรไอซี "
8. James W. Coffron," Z80 Application ", SYBEX Inc. , 1983.
9. " Turbo C Reference Guide Version 2.0 ", Borland International Inc., 1988.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้