

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

--- --สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

MULTIPLE-CHOICE CHECKING MACHINE


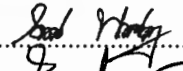
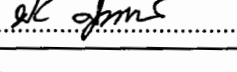

ชื่อนักศึกษา

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. นายนพพร จุจันทร์     | รหัสประจำตัว 38031413 |
| 2. นายประวิทย์ ชัยเวียง | รหัสประจำตัว 38031418 |
| 3. นายปิยะพงษ์ เวียงคำ  | รหัสประจำตัว 38031421 |
| 4. นายสมคิด ฤกษ์งาม     | รหัสประจำตัว 38031431 |

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท

1. อาจารย์โกศล ตราชู
2. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน
3. อาจารย์วรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือ
1. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน	
2. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
3. อาจารย์ไพฑูรย์ พวงวงศ์ตระกูล	
4. อาจารย์ปิยะ สุภวราสุวัฒน์	

วันเดือนปี ที่สอบ 12 ธันวาคม 2537 เวลา 14:00 ถึง 16:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ก301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

MULTIPLIED-CHOICE CHECKING MACHINE



A021608

นายพนพร จุจน์ทร์  
นายประวิทย์ ชัยเวียง  
นายปิยะพงษ์ เวียงคำ  
นายสมคิด ฤกษ์งาม

เลขหมู่.....	1-1	1833	02.1608
เลขทะเบียน.....			
วัน เดือน ปี.....	23	พ.ค. 2540	

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์  
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญาบัตร


เรื่อง เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

MULTIPLIED-CHOICE CHECKING MACHINE

## ผู้จัดทำ

1. นายนพพร จุจันทร์ รหัสประจำตัว 38031413
2. นายประวิทย์ ชัยเวียง รหัสประจำตัว 38031418
3. นายปิยะพงษ์ เวียงคำ รหัสประจำตัว 38031421
4. นายสมคิด ฤกษ์งาม รหัสประจำตัว 38031431

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม 

(อาจารย์โกศล ตราชู)

ลงนาม .....

(อาจารย์กิติพงศ์ มะโน)

ลงนาม 

(อาจารย์รวิทย์ สมหา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม .....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

MULTIPLIED-CHOICE CHECKING MACHINE

## จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาและประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อออกแบบเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ
3. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ
4. เพื่อนำเครื่องต้นแบบไปใช้งานจริง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
2. รู้หลักการและวิธีการออกแบบเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ
3. ได้ต้นแบบเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ
4. นำเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบมาใช้งานจริง

## เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

นายนพพร จูจันทร์

นายประวิทย์ ชัยเวียง

นายปิยะพงษ์ เวียงคำ

นายสมคิด ฤกษ์งาม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์กิติพงศ์ มะโน

อาจารย์วรวิทย์ สมหา

ปีการศึกษา 2539

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอ เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุม และใช้เครื่องพิมพ์ดีด เอปสัน รุ่น LX-300 ทำหน้าที่เป็นกลไกสำหรับเลื่อนกระดาษคำตอบและตัวตรวจจับ เพื่อตรวจหาตัวเลือกที่ถูกระบายด้วยดินสอดำ โดยต้องใส่แผ่นเฉลยคำตอบให้กับเครื่อง เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำ ข้อมูลจากแผ่นคำตอบจะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแผ่นเฉลยคำตอบทีละชุดข้อมูล เพื่อตรวจหาจำนวนข้อที่ตอบถูก และตอบผิดลักษณะต่างๆ เช่น การเลือกคำตอบผิด การไม่เลือกคำตอบ และการเลือกคำตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก การแสดงผลที่จอ LCD แสดงผลออกมาในรูปของจำนวนข้อที่ตอบถูก และตอบผิดตามลักษณะต่างๆ

## MULTIPLIED-CHOICE CHECKING MACHINE

MR.NOPPORN CHUCHUN  
 MR.PRAVIT CHAIWEANG  
 MR.PIYAPONG WEANGCOM  
 MR.SOMKID ROEKNAM

### ADVISOR

MR.KOSON TRACHU  
 MR.KITIPONG MANO  
 MR.WORAWIT SOMHA

1996

### ABSTRACT

This thesis presents a Multiplied-Choice Checking Machine. This machine is controled by an 8031 microcontroller. The mechanic part of a printer name EPSON model LX-300 is use to be mechanic to control the movement of the answer sheet and the sensor to search choosen choice filled by a pencil. At the first time, a user has to insert on answer key sheet into the machine. After that, the machine will compare the answer sheet to the answer key data. The correct and wrong choice will determined type of incorrect answer, such as wrong choice choosing, no choosing, and more than 1 choice choosing. Then the machine will process and display the result on the LCD moniter on the machine

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวคิด การสนับสนุน ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และอาจารย์ ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่กรุณาอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ของภาควิชาในการจัดพิมพ์ปัญญานิพนธ์นี้

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือจนส่งผลให้ปัญญานิพนธ์นี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ	3
2.2 ลักษณะการเป็นปรนัยของข้อสอบ	3
2.3 ขั้นตอนการเขียนข้อสอบแบบปรนัย	3
2.4 หลักการเขียนตัวเลือก	4
2.5 การตอบคำถามข้อสอบแบบเลือกตอบ	4
2.6 ข้อดีของการใช้กระดาษคำตอบ	5
2.7 การสร้างใบเฉลยคำตอบและวิธีการตรวจข้อสอบในกรณีที่ใช้ผู้ตรวจ	5
2.8 หลักการของเครื่องตรวจข้อสอบ	5
2.9 การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบโดยทั่วไป	6
2.10 เครื่องพิมพ์	8
2.10.1 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์	8
2.10.2 คุณสมบัติของเครื่องพิมพ์	9
2.10.3 การทดสอบเครื่องพิมพ์	9
2.10.4 รหัสควบคุมเครื่องพิมพ์	11
2.11 การเชื่อมต่อกับ LCD	15

เรื่อง	หน้า
2.11.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ LCD	16
2.11.2 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD	16
2.11.3 คำสั่งของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780 ;	19
2.11.4 วงจรเชื่อมต่อ 68H411 กับ LCD	22
<b>บทที่ 3 การออกแบบ</b>	<b>24</b>
3.1 แนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย	24
3.2 คุณสมบัติของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย	25
3.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย	26
3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แผ่นวงจรเดี่ยว CP-SB31	26
3.3.2 ส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	27
3.3.3 คุณสมบัติพิเศษของ CP-SB31	28
3.3.4 การติดตั้งหน่วยความจำให้ กับ CP-SB31	28
3.3.5 ลักษณะของการเลือกขนาดของหน่วยความจำชนิดแยก DATA และ CODE MEMORY	29
3.4 ส่วนของอุปกรณ์ อินพุทเอาต์พุท และหน่วยความจำ	32
3.5 การติดต่อและควบคุมแอลซีดี (LCD)	35
3.6 ตัวตรวจจับและกระดาษคำตอบ	36
3.6.1 ตัวตรวจจับ	36
3.6.2 กระดาษคำตอบ	36
3.7 กลไกการเลื่อนกระดาษ	37
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง</b>	<b>42</b>
4.1 การทดลองหาระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับกับกระดาษ	42
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์</b>	<b>44</b>
5.1 สรุปผลการทดลอง	44
5.2 แนวทางในการพัฒนา	44
5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง	44

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก.วิธีใช้เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ	46
ภาคผนวก ข ใตอะแกรมวงจร	47
ภาคผนวก ค โฟลว์ชาร์ทการทำงานของโปรแกรม	53
ภาคผนวก ง โปรแกรม	59
บรรณานุกรม	69



## สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภาพการเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของเครื่องตรวจข้อสอบ :	6
รูปที่ 2.2 เครื่องพิมพ์รุ่น LX 300	8
รูปที่ 2.3 เครื่องพิมพ์รุ่น LX 300	9
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งคันโยกของเครื่องพิมพ์	10
รูปที่ 2.5 ส่วนช่วยป้อนกระดาษของเครื่องพิมพ์	10
รูปที่ 2.6 การป้อนกระดาษ	11
รูปที่ 2.7 แผงควบคุมการทำงานด้านหน้าของ Epson LX-300	14
รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของชิปควบคุม LCD HD44780	17
รูปที่ 2.9 วงจรของการเชื่อมต่อ 68HC11 กับ LCD	23
รูปที่ 3.1 หน่วยต่างๆของเครื่องตรวจข้อสอบที่ได้จากแนวความคิด	24
รูปที่ 3.2 โครงสร้างเครื่องตรวจข้อสอบ โดยสมบูรณ์	26
รูปที่ 3.3 ลักษณะการจัดหน่วยความจำ	30
รูปที่ 3.4 การใส่จัมป์เปอร์ JP3	30
รูปที่ 3.5 การใส่จัมป์เปอร์ JP5	31
รูปที่ 3.6 การใส่จัมป์เปอร์ JP4&JP6	31
รูปที่ 3.7 CONNECTOR	32
รูปที่ 3.8 การใส่จัมป์เปอร์ JP9	32
รูปที่ 3.9 Z-80 CONNECTOR (COMPATIBLE)	33
รูปที่ 3.10 CONNECTOR EXP2	33
รูปที่ 3.11 CONNECTOR EXP3	34
รูปที่ 3.12 CONNECTOR EXP4	34
รูปที่ 3.13 CONNECTOR EXP5	35
รูปที่ 3.14 วงจรตรวจจับคาร์บอน	36
รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับคาร์บอน	43

## VIII

### สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 รหัสแอสกี	13
ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของสัญญาณ E,RS,R/W ของ LCD	18
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ CP-SB31	27
ตารางที่ 4.1 การทดลองหาระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับกับกระดาษคำตอบที่เหมาะสม	43



# บทที่ 1

## บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านต่างๆ ได้เข้ามาอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน การสื่อสารโทรคมนาคม ทาง การแพทย์ โดยเฉพาะทางด้าน การศึกษา ได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนด้วย ดังนั้นจึงมีหลายบริษัทมาลงทุนผลิตและพัฒนา รวมทั้งดัดแปลงเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถนำมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนให้มีประโยชน์มากที่สุดเพื่อนำมาเสนอขายแก่สถาบันต่างๆ ในทำนองเดียวกันในการสอนของอาจารย์ก็จะต้องมีการทดสอบนักเรียนด้วยข้อสอบต่างๆ ส่วนมากจะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบด้วยเหตุนี้เองการผลิตเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบจึงได้ถูกผลิตขึ้นเพื่อลดเวลาในการตรวจข้อสอบให้น้อยลงทำให้ผู้ตรวจข้อสอบประหยัดเวลาในการตรวจข้อสอบที่มีจำนวนมาก

ปัจจุบันเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยนั้นถูกผลิตขึ้นมากมาย เช่น เครื่องตรวจข้อสอบแบบตรวจเช็คคาร์บอนสามารถใช้งานได้จริงแต่ก็มีข้อเสียคือ ถ้าตรวจข้อสอบเป็นจำนวนมากๆ แล้ว ผงคาร์บอนที่เกิดจากการฝนคำตอบของผู้สอบแต่ละคนจะไปสะสมบนแผ่นวงจรตรวจเช็คเป็นเหตุทำให้การตรวจเช็คเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ง่ายและอีกแบบหนึ่งที่จะขอกกล่าวถึงก็คือเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบตรวจเช็คโดยใช้แสง ซึ่งเครื่องตรวจข้อสอบชนิดนี้มีข้อดีหลายประการ แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ราคาแพง เมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยของทั้งสองแบบแล้วทางคณะผู้จัดทำจึงได้สร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยขึ้นมาโดยมีราคาถูกกว่าเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้แสงในการตรวจเช็คแบบอื่นๆ คาดว่าสามารถตรวจเช็คได้ดีกว่าเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบตรวจเช็คคาร์บอน

จุดความสามารถของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบนี้สามารถตรวจรหัสประจำตัวนักศึกษา รหัสประจำวิชา และคำตอบของนักศึกษาที่ตอบลงในกระดาษคำตอบรวมทั้งยังสามารถบันทึกค่าเหล่านี้หรือนำผลการตรวจมาเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อที่จะสามารถเรียกดูค่าต่างๆเหล่านี้ได้ในภายหลัง เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบยังสามารถเปลี่ยนแปลงใบเฉลยข้อสอบได้อีกด้วย ในการใช้งานเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบนี้สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวกเพราะส่วนประกอบของเครื่องมีกลไกการทำงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 เป็นส่วนเริ่มต้นเนื้อหา ซึ่งกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของเครื่องตรวจ  
ข้อสอบ วัตถุประสงค์ของโครงการ

บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นหรือทฤษฎีและหลักการ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎี  
ที่จำเป็นในการออกแบบเครื่องตรวจข้อสอบ ซึ่งมีหลักการสร้าง ลักษณะการเป็นปรนัย ขั้นตอน  
การเขียนข้อสอบ การตอบคำถามข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อดีของการใช้กระดาษคำตอบ การสร้าง  
ใบเฉลยคำตอบ วิธีการตรวจข้อสอบ หลักการของเครื่องตรวจข้อสอบ การทำงานของเครื่องตรวจข้อ  
สอบ และเครื่องพิมพ์

บทที่ 3 การออกแบบ เป็นวิธีการออกแบบวงจรการจัดโครงสร้างการประกอบชิ้นส่วน  
ต่างๆ ของวงจรจนเป็นผลสำเร็จ ซึ่งมีประกอบด้วย ส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะ  
พิเศษของ CP-SB31 การติดตั้งหน่วยความจำ ลักษณะของการเลือกหน่วยความจำ ส่วนอุปกรณ์ อิน  
พุทเอาต์พุท และการติดต่อควบคุม LCD

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วยการทดลองหาระยะการทำงานของตัว  
ตรวจจับที่ให้ความแม่นยำที่สุดและผลการทดลองเครื่องตรวจข้อสอบ

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง เป็นการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ เทียบกับทฤษฎี และเสนอ  
แนวทางการแก้ไขหรือพัฒนาโครงการในอนาคตต่อไป

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบในการวัดประเมินผลมีข้อดีคือ :

- มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน
- มีความชัดเจนในวิธีการตรวจให้คะแนน
- มีความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนนนั้นๆ

แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบด้วยว่าเป็นไปตามหลักการที่ถูกต้องหรือไม่

#### 2.2 ลักษณะการเป็นปรนัยของข้อสอบ มี 2 ลักษณะดังนี้

2.2.1 มีข้อสอบหลายข้อในเวลาที่จำกัดหรือที่เรียกว่าข้อสอบวัดความเร็ว(Speed Test) โดยคาดคะเนว่า คนเก่งที่สุดทำเสร็จก็หมดเวลาพอดี หรืออาจเหลือเวลา เพียงเล็กน้อย หรือเมื่อหมดเวลา คนเก่งที่สุดยังไม่เสร็จเพียงสองสามข้อ

2.2.2 มีงานสอบที่ต้องทำเป็นจำนวนมาก จนไม่มีใครสามารถทำเสร็จทั้งหมดได้ให้ทำจนกระทั่งทำไม่ไหวก็หยุดทำเอง (Power Test) เช่นนี้ เป็นการวัดความสามารถสูงสุด

#### 2.3 ขั้นตอนการเขียนข้อสอบแบบปรนัย

2.3.1 เขียนคำถามที่สมบูรณ์โดยใช้คำว่าใคร อะไร เมื่อไร อย่างไร และเหตุใด

2.3.2 เขียนคำถามให้ตรงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ใช้ภาษาในการสื่อความหมายของคำถามให้ชัดเจน และถูกต้องตามหลักไวยากรณ์

2.3.3 ตัดคำที่ไม่จำเป็นออกทั้งในส่วนของคำถามและตัวเลือกตอบ เพราะเป็นสาเหตุให้ผู้สอบเสียเวลาเวลาในการอ่านมาก ทำให้ตอบข้อสอบได้น้อยข้อลง

2.3.4 ใช้ภาษาและคำศัพท์ให้เหมาะกับวัยหรือระดับขั้นของผู้ทำข้อสอบ

2.3.5 งดเว้นการตั้งคำถามที่เป็นประโยคปฏิเสธซ้อนเพราะเป็นคำถามที่คลุมเครือ

2.3.6 ตั้งคำถามให้มีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

## 2.4 หลักการเขียนตัวเลือก

ตัวเลือกจัดว่าเป็นส่วนสำคัญประกอบควบคู่กับคำถาม ถ้าตัวเลือกดีก็จะส่งผลให้ข้อสอบมีคุณภาพ ดังจะชี้แจงหลักเกณฑ์การเขียนตัวเลือก ดังต่อไปนี้

2.4.1 เขียนตัวเลือกให้สอดคล้องกับคำถาม

2.4.2 ตัวเลือกทุกตัวต้องเป็นเอกพจน์ คือ เป็นพวก เป็นประเภท เป็นชนิดเดียวกันหรือมีความหมายในทางเดียวกัน

2.4.3 เมื่อเขียนคำถามแล้วจะต้องเขียนคำตอบที่ถูกต้องก่อนตัวเลือกอื่นๆ เพื่อให้คำตอบที่ถูกต้องเป็นหลักในการหาตัวเลือกอื่นๆ ที่เป็นเอกพจน์กันกับคำตอบที่ถูกต้อง

2.4.4 เขียนข้อความของตัวเลือกให้มีความยาวเท่ากัน หรือเรียงลำดับตามความยาวของตัวเลือกจากสั้นไปยาว

2.4.5 ใช้คำว่า “ไม่มีข้อถูก” หรือคำว่า “ผิดทั้งหมด” ได้เฉพาะในกรณีที่มีคำตอบที่ถูกอย่างแท้จริงเท่านั้น

2.4.6 ละเว้นการใช้ข้อความหรือคำที่ก้าวก่ายกันในระหว่างตัวเลือก เพราะ จะทำให้มีคำตอบที่ถูกมากกว่าหนึ่งคำตอบ

2.4.7 กระจายคำตอบที่ถูกต้องไปยังตัวเลือกแต่ละตัวให้มีจำนวนเท่าๆ กัน

2.4.8 เรียงตัวเลือกที่เป็นตัวเลขจากน้อยไปหามาก

2.4.9 ตัวเลือกต้องมีจำนวนที่เหมาะสมกับกับระดับชั้นของผู้ทำข้อสอบ เช่น นักเรียนระดับชั้นประถมปลายใช้ 4 ตัวเลือก นักเรียนระดับชั้นมัธยมขึ้นไป 5 ตัวเลือก

2.4.10 ไม่ควรเขียนตัวเลือกในลักษณะแนะนำคำตอบที่ถูกต้อง

## 2.5 การตอบคำถามของข้อสอบแบบปรนัย

- การตอบคำถามข้อสอบแบบปรนัยมี 3 วิธีคือ

- ทำเครื่องหมายเลือกตัวเลือกลงในกระดาษคำถาม เช่น เขียนวงกลมรอบตัวเลือกในคำถามแต่ละข้อ

- เขียนตัวเลือกที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบแบบอัตโนมัติตามลำดับข้อของข้อสอบ

- ทำเครื่องหมายเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบแบบปรนัยซึ่งกระดาษคำตอบแบบปรนัยนี้มี 2 ชนิด ได้แก่ กระดาษคำตอบแบบปรนัยที่ใช้คนตรวจให้คะแนน และกระดาษคำตอบแบบปรนัยสำหรับใช้กับเครื่องตรวจข้อสอบ

## 2.6 ข้อดีของการใช้กระดาษคำตอบ

ตรวจให้คะแนนได้ง่าย เพราะคำตอบอยู่ในกระดาษแผ่นเดียว

ความผิดพลาดในการให้คะแนนน้อยลง ทั้งนี้เพราะครมึความตั้งใจสูงกว่าวิธีอื่น และการนับคะแนนอยู่ในกระดาษแผ่นเดียวกัน

นำเอากระดาษคำตอบของนักเรียนไปวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อได้ มีประโยชน์ในการวินิจฉัยตามจุดมุ่งหมาย

## 2.7 การสร้างใบเฉลยคำตอบและวิธีการตรวจข้อสอบในกรณีที่ใช้ผู้ตรวจ

ใบเฉลยคำตอบ สามารถสร้างได้จากกระดาษคำตอบที่เป็นแบบพิมพ์เดียวกัน กับที่ให้ นักเรียนใช้ตอบข้อสอบนำมาตัดหรือเจาะช่องตรงกับข้อถูกทุกข้อแล้ววางทาบบนกระดาษคำตอบของนักเรียน คำตอบที่ถูกต้องจะปรากฏให้ผู้ตรวจข้อสอบเห็นตามช่อง การนับคะแนน ถ้าหากมีจำนวนข้อมากควรนับคะแนนทีละแถว แล้วบันทึกคะแนนแต่ละแถวไว้เมื่อตรวจเสร็จแต่ละแผ่นแล้ว นำคะแนนแต่ละแถวมารวมกันเป็นคะแนนทั้งหมด จะดีกว่าตรวจและนับคะแนนตั้งแต่ต้นจนจบข้อสุดท้าย เพราะปรากฏว่าเมื่อนับไปเรื่อยๆ นานๆ เข้า อาจจะสะดุด ทำให้งง หรือลืม ได้ ต้องกลับมาเริ่มนับใหม่ เป็นการเสียเวลา

## 2.8 หลักการของเครื่องตรวจข้อสอบ

การตรวจข้อสอบปรนัยแบบให้ผู้ตรวจมีขั้นตอนได้ดังนี้

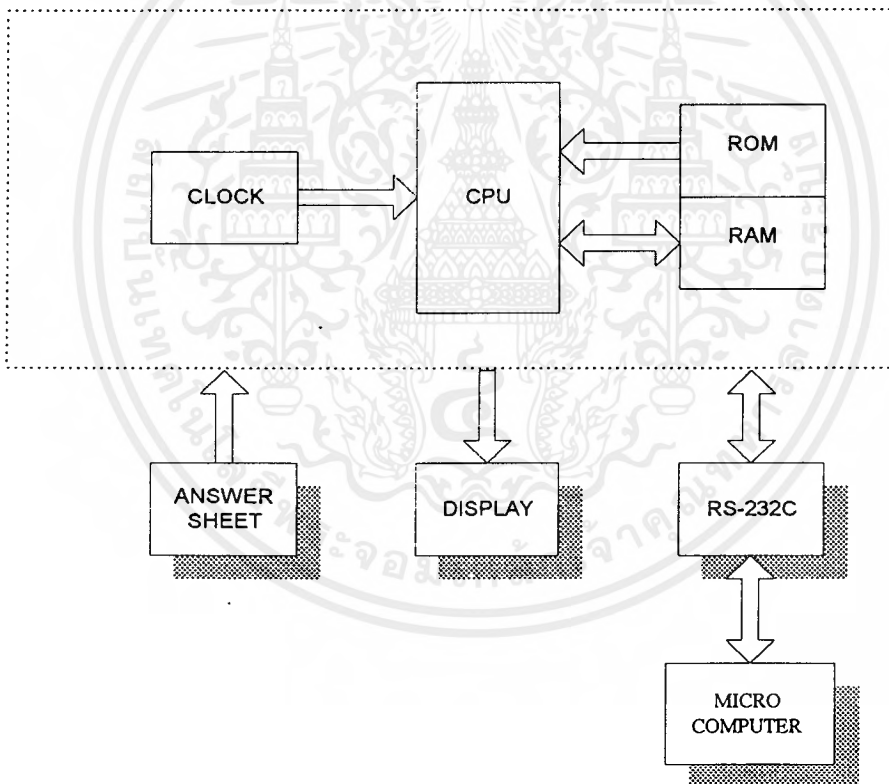
- 1) ขั้นตอนการสร้างใบเฉลย
- 2) ขั้นตอนตรวจหาจำนวนข้อที่ตอบถูกและตอบผิดในลักษณะต่างๆ
- 3) ขั้นตอนพิจารณาให้คะแนน

จากทั้ง 3 ขั้นตอนนำมาประยุกต์ใช้เป็นลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบได้คือ

- 1) อ่านคำเฉลยเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- 2) อ่านคำตอบเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- 3) เปรียบเทียบคำเฉลยกับคำตอบ เพื่อหาจำนวนข้อที่ตอบถูกและตอบผิดในลักษณะต่างๆ ต่อไปนี้ จำนวนข้อตอบผิด จำนวนข้อที่ไม่ตอบจำนวนข้อที่ตอบเกินหนึ่งตัวเลือก
- 4) ตอนการคำนวณหาคะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนข้อถูกผิดที่หาได้ในขั้นตอนที่ 3
- 5) แสดงผลคะแนนที่ผู้สอบได้รับ

นอกจากขั้นการตรวจและพิจารณาให้คะแนนแล้วยังมีขั้นตอนที่สำคัญอีกคือขั้นการอ่าน และบันทึกรหัสประจำตัวของผู้สอบเพื่อเก็บไว้เป็นใช้ในการประเมินผลต่อไป

การปฏิบัติงานที่สำคัญของเครื่องคือ การอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบ การตรวจสอบข้อมูล ระหว่างที่ได้จากกระดาษคำตอบและข้อมูลเฉลี่ยที่ถูกต้องจำเป็นใช้เปรียบเทียบ และการแสดงผลคะแนนของผู้สอบ ดังนั้นส่วนควบคุมของเครื่องจะต้องมีการติดต่อกับส่วนของการอ่าน คำตอบจากกระดาษคำตอบ ส่วนของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลคำตอบที่อ่านมาได้เพื่อรอการประมวลผลเพื่อหาจำนวนข้อที่ตอบถูกและตอบผิดในลักษณะต่างๆ และแสดงผลออกมาบางส่วน แสดงผล



รูปที่ 2.1 แผนภาพการเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของเครื่องตรวจข้อสอบ

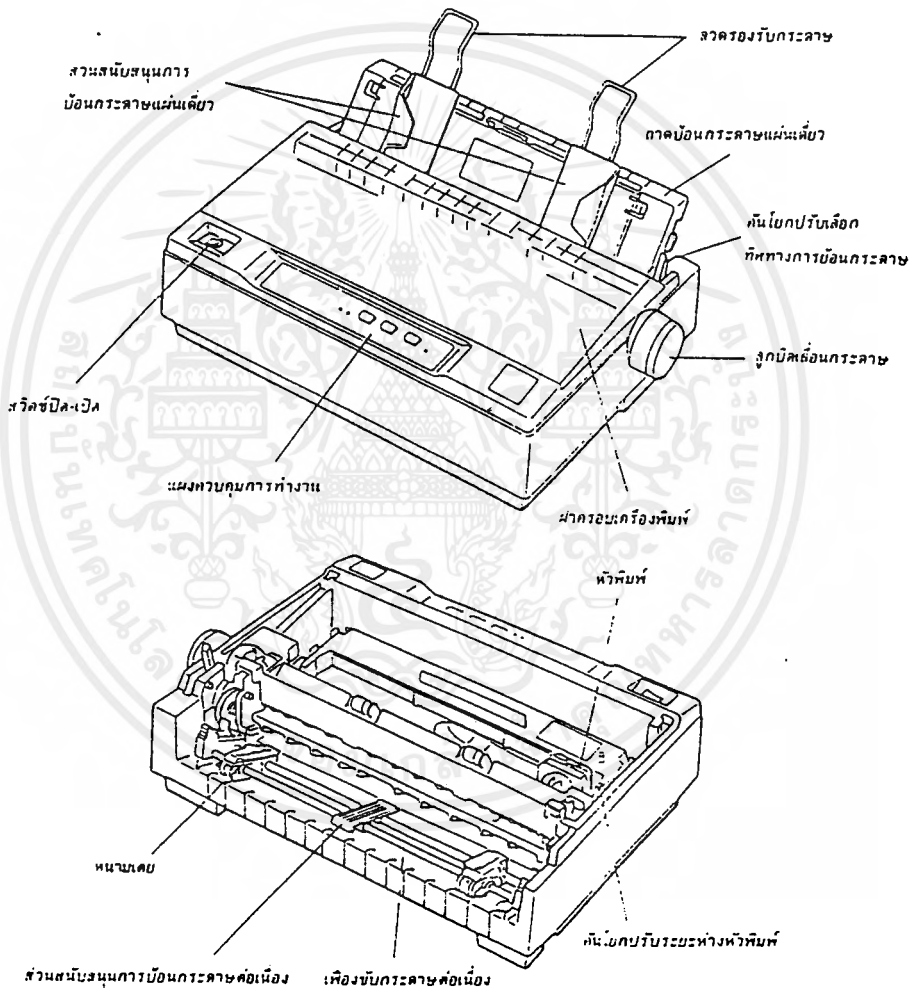
## 2.9 การทำงานของเครื่องตรวจสอบโดยทั่วไป

โดยลักษณะการออกแบบของเครื่องตรวจสอบมีความต้องการอยู่ 2 อย่างคือ ต้องการให้เครื่องตรวจสอบนี้ทำงานได้โดยตัวเอง และสามารถติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ การที่เครื่องสามารถจะทำงานโดยตัวเองได้หมายถึง การทำงานหน้าที่ตรวจสอบแบบปกติ คือมีการใส่คำตอบที่ถูกต้องให้แก่เครื่อง โดยการใช้กระดาษคำตอบแผ่นแม่เข้าไป เครื่องก็จะจำคำตอบเอาไว้ แล้วใส่กระดาษคำตอบของนักศึกษาให้เครื่อง เครื่องก็จะทำการอ่านและเก็บคำตอบไปเปรียบเทียบกับคำตอบที่ถูกต้องจากนั้นเครื่องก็จะแจ้งคะแนนออกมาว่าได้เท่าไร ซึ่งรายละเอียดจะได้อธิบายให้ทราบต่อไปในเรื่องของการใช้เครื่อง ส่วนการที่เครื่องสามารถติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้นั้น จุดมุ่งหมายก็เพื่อที่จำคำตอบไปให้คอมพิวเตอร์หรือคะแนนไปให้แก่คอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์จะได้นำข้อมูลไปประเมินผลการสอบของนักศึกษาอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นเครื่องตรวจสอบนี้จึงสามารถใช้งานได้ดีและกว้างขวางมากพอสมควรในการใช้งานของเครื่องนี้ อาจจะพัฒนาความสะดวกสบายบางอย่างให้ได้ผลดียิ่งขึ้น โดยการพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์ภายในเครื่องให้สะดวกเพิ่มตามความสามารถในการพัฒนาจุดใหญ่ของการพัฒนาก็เพียงเป็นการเปลี่ยนแปลงทางซอฟต์แวร์เท่านั้นเพราะสิ่งสูงสุดที่ได้รับประโยชน์จากงานด้านไมโครโปรเซสเซอร์อย่างหนึ่งก็คือ การเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาส่วนของซอฟต์แวร์ โดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์เลย ดังนั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์ก็สามารถจะทำให้การใช้งานต่างๆ เปลี่ยนไปได้เลยเนื่องจากระบบทางเครื่องกลไกเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดราคาของเครื่องนี้ และเป็นส่วนที่ยุงยากที่สุด ดังนั้นการออกแบบทางระบบเครื่องกลไกจึงเป็นลักษณะของผู้ใช้เป็นผู้นำกระดาษสอดเข้าไป แล้วเครื่องก็จะเลื่อนกระดาษเข้าไปเอง ดังนั้นจึงสามารถนำเครื่องพิมพ์มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนกลไกของเครื่องตรวจสอบได้เพราะเครื่องพิมพ์มีระบบนำกระดาษเข้าเครื่องด้วยตัวมันเอง ส่วนการเข้าร่วมกับคอมพิวเตอร์ก็สามารถที่จะใช้กับเครื่องใดก็ได้ถ้าเครื่องนั้นมีระบบ RS-232C อยู่แล้ว เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ร่วมกันเพื่อลดขั้นตอนการทำงานของบุคคลได้อย่างมาก

## 2.10 เครื่องพิมพ์ (PRINTER)

ในปัจจุบันนี้ เครื่องพิมพ์ได้ถูกผลิตออกมาหลายรุ่นหลายยี่ห้อ ในที่นี้จะกล่าวถึง เครื่องพิมพ์ของ Epson รุ่น LX300 คือทเมตริกซ์ชนิด 9 เจ็ม

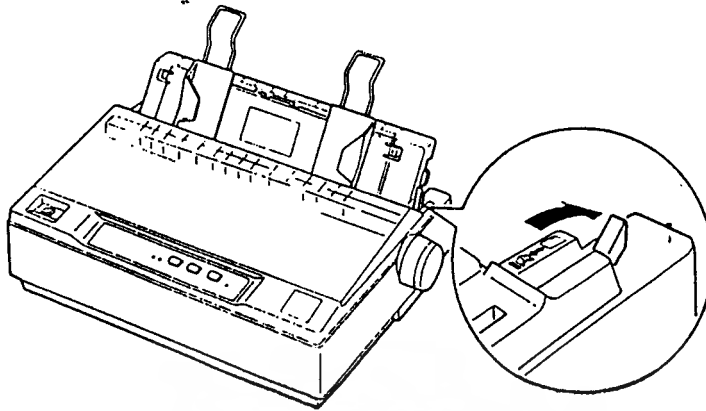
### 2.10.1 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์



รูปที่ 2.2 เครื่องพิมพ์รุ่น LX-300

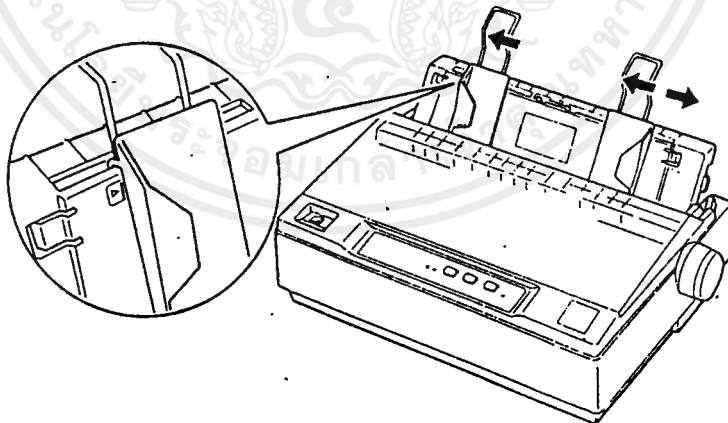
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





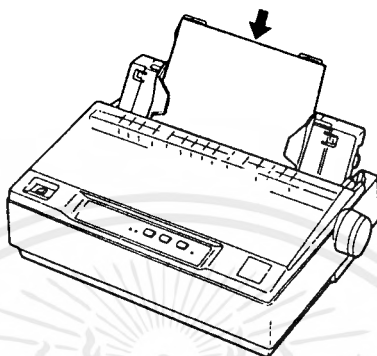
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งคันโยกของเครื่องพิมพ์

- 2) กดปุ่ม LF/FF ค้างไว้ พร้อมกับเปิดเครื่องพิมพ์ รอจนกระทั่งหัวพิมพ์ขยับจึงปล่อยมือสวิตช์ไฟแสดงสถานะ PAUSE จะติดสว่างขึ้น
- 3) เลื่อนส่วนช่วยป้อนกระดาษให้พอดีกับขนาดกระดาษ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ส่วนช่วยป้อนกระดาษของเครื่องพิมพ์

4) ใส่กระดาษลงไปแล้วกดปุ่ม PAUSE ในขณะที่ไฟสถานะ PAUSE จะดับ และเครื่องพิมพ์จะเริ่มพิมพ์ข้อความทันที



รูปที่ 2.6 การป้อนกระดาษ

5) หากต้องการหยุดพิมพ์ ให้กดปุ่ม PAUSE และกดปุ่ม LF/FF เพื่อนำกระดาษออก

#### 2.10.4 รหัสควบคุมเครื่องพิมพ์

รหัสที่ใช้เป็นมาตรฐานในระบบคอมพิวเตอร์คือ American Standard Code for Information Interchange (หรือเรียกย่อๆ ว่า ASCII อ่านว่า แอสกี) รหัสแอสกี นี้จะใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 127 รหัสตัวเลขนี้จะแทนตัวอักษรและตัวเลขทั้งหมด ใช้แทนเครื่องหมายต่างๆ และอื่นๆอีก ตัวอย่างเช่น A ใช้เลขตัวเลขทั้งหมด 128 ตัว ที่ทางสถาบัน ASCII ให้ไว้ยังไม่เพียงพอผู้ผลิตคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์จึงได้ขยายรหัสออกไปถึง 256 ตัวซึ่งก็ยังไม่เพียงพออยู่ดีจึงใช้รหัสพิเศษอีกชุดหนึ่งที่เรียกว่า Escape Code เรียกย่อๆ ว่า ESC บริษัท Epson เป็นบริษัทหนึ่งที่คิดสร้างรหัสทำนองนี้ขึ้นเรียกว่า ESC/P ซึ่งย่อมาจาก Epson Standard Code for Printer แต่เป็นคนละตัวกับ ESC ตารางของรหัส ASCII แสดงได้ตารางที่ 2.1

เครื่องพิมพ์ของ Epson ~ ทุกแบบสามารถรับรหัส ESC/P ได้ เราจึงสามารถส่งผ่านคอมพิวเตอร์ให้เครื่องพิมพ์ทำงานได้หลายอย่างและเราสามารถนำรหัสเหล่านี้ใส่เข้าไปในโปรแกรมที่เราเขียนเพื่อบังคับเครื่องพิมพ์ เช่น โปรแกรม ภาษาเบสิก

การนำเอารหัสควบคุมเครื่องพิมพ์บรรจุเข้าไปในโปรแกรมนั้น ทำได้ 2 รูปแบบ คือรูปแบบที่ 1 ใช้เลขฐานสิบ และรูปแบบที่ 2 ใช้เลขฐาน 16

การใช้ภาษาเบสิกสั่งเครื่องพิมพ์ให้พิมพ์ตัวอักษรในลักษณะต่างๆ มีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบว่าเครื่องพิมพ์ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์หรือยัง
2. ทำการบูตเครื่องคอมพิวเตอร์
3. พิมพ์ BASICA แล้วกด Enter แล้วพิมพ์โปรแกรมดังนี้

```
10 REM P1
20 LPRINT "PICA-SIZED"
30 LPRINT CHR$(14);"ENLARGED"
40 END
```

4 เปิดสวิทช์ของเครื่องพิมพ์

5. เมื่อ RUN ออกมาจะได้

**PICA-SIZED**

**ENLARGED**

Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR
0	00	NUL	29	1D	none	58	3A	:	87	57	w
1	01	SOH	30	1E	none	59	3B	;	88	58	x
2	02	STX	31	1F	none	60	3C	<	89	59	y
3	03	ETX	32	20		61	3D	=	90	5A	z
4	04	EOT	33	21	!	62	3E	>	91	5B	[
5	05	ENO	34	22	"	63	3F	?`	92	5C	\
6	06	ACK	35	23	#	64	40	G	93	5D	]
7	07	BEL	36	24	\$	65	41	A	94	5E	^
8	08	BS	37	25	%	66	42	B	95	5F	_
9	09	HT	38	26	&	67	43	C	96	60	`
10	0A	LF	39	27	'	68	44	D	97	61	a
11	0B	VT	40	28	(	69	45	E	98	62	b
12	0C	FF	41	29	)	70	46	F	99	63	c
13	0D	CR	42	2A	*	71	47	G	100	64	d
14	0E	SO	43	2B	+	72	48	H	101	65	e
15	0F	SI	44	2C	,	73	49	I	102	66	f
16	10	DLE	45	2D	-	74	4A	J	103	67	g
17	11	DC1	46	2E	.	75	4B	K	104	68	h
18	12	DC2	47	2F	/	76	4C	L	105	69	i
19	13	DC3	48	30	0	77	4D	M	106	6A	j
20	14	DC4	49	31	1	78	4E	N	107	6B	k
21	15	NAK	50	32	2	79	4F	O	108	6C	l
22	16	SYN	51	33	3	80	50	P	109	6D	m
23	17	ETB	52	34	4	81	51	Q	110	6E	n
24	18	CAN	53	35	5	82	52	R	111	6F	o
25	19	EM	54	36	6	83	53	S	112	70	p
26	1A	none	55	37	7	84	54	T	113	71	q
27	1B	ESC	56	38	8	85	55	U	114	72	r
28	1C	none	57	39	9	86	56	V	115	73	s

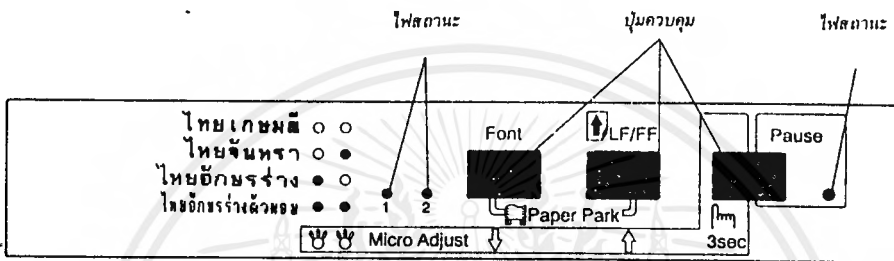
Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR	Dec	Hex	CHR
116	74	t	151	97	*	186	BA	:	221	DD	J
117	75	u	152	98	#	187	BB	;	222	DE	-
118	76	v	153	99	v	188	BC	<	223	DF	-
119	77	w	154	9A	^	189	BD	=	224	E0	
120	78	x	155	9B	!	190	BE	>	225	E1	a
121	79	y	156	9C	"	191	BF	?`	226	E2	b
122	7A	z	157	9D	'	192	C0	@	227	E3	c
123	7B	:	158	9E	-	193	C1	A	228	E4	d
124	7C	;	159	9F	=	194	C2	B	229	E5	e
125	7D	>	160	A0	/	195	C3	C	230	E6	f
126	7E	~	161	A1	.	196	C4	D	231	E7	g
127	7F	DEL	162	A2	,	197	C5	E	232	E8	h
128	80	!	163	A3	*	198	C6	F	233	E9	i
129	81	"	164	A4	#	199	C7	G	234	EA	j
130	82	'	165	A5	\$	200	C8	H	235	EB	k
131	83	(	166	A6	%	201	C9	I	236	EC	l
132	84	)	167	A7	&	202	CA	J	237	ED	m
133	85	*	168	A8	'	203	CB	K	238	EE	n
134	86	+	169	A9	(	204	CC	L	239	EF	o
135	87	,	170	AA	)	205	CD	M	240	F0	p
136	88	-	171	AB	.	206	CE	N	241	F1	q
137	89	.	172	AC	/	207	CF	O	242	F2	r
138	8A	:	173	AD	=	208	D0	P	243	F3	s
139	8B	>	174	AE	?`	209	D1	Q	244	F4	t
140	8C	@	175	AF	-	210	D2	R	245	F5	u
141	8D	A	176	B0	0	211	D3	S	246	F6	v
142	8E	B	177	B1	1	212	D4	T	247	F7	w
143	8F	C	178	B2	2	213	D5	U	248	F8	x
144	90	D	179	B3	3	214	D6	V	249	F9	y
145	91	E	180	B4	4	215	D7	W	250	FA	z
146	92	F	181	B5	5	216	D8	X	251	FB	{
147	93		182	B6	6	217	D9	Y	252	FC	
148	94		183	B7	7	218	DA	Z	253	FD	}
149	95		184	B8	8	219	DB	[	254	FE	~
150	96		185	B9	9	220	DC	\	255	FF	

ตารางที่ 2.1 รหัส ASCII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แผงควบคุมการทำงานด้านหน้า

คุณสามารถเป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติงานต่างๆ ของเครื่องพิมพ์ เช่น การเลื่อนกระดาษทีละบรรทัด, การเลื่อนกระดาษทีละหน้า, การนำกระดาษเข้า/ออก หรือแม้กระทั่งการเลือกรูปแบบตัวอักษรแบบต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย ด้วยการกดปุ่มที่อยู่บนแผงควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ พร้อมไฟแสดงสถานะที่แสดงให้เห็นถึงสถานะการทำงานและรูปแบบตัวอักษรที่คุณกำลังใช้งานอยู่ขณะนั้น



รูปที่ 2.7 แผงควบคุมการทำงานด้านหน้าของ EPSON LX-300

### ไฟสถานะและปุ่มควบคุม

1) ไฟสถานะ PAUSE ไฟแสดงสถานะ PAUSE มีสีส้มจะติดสว่างขึ้นเมื่อเครื่องพิมพ์อยู่ในสถานะหยุดการพิมพ์ชั่วคราว และในแต่ละครั้งที่คุณเปิดเครื่องพิมพ์ไฟดวงนี้ก็จะกระพริบสั้นๆ พร้อมมีเสียงบี๊บ 4 ครั้งเพื่อบอกให้คุณทราบว่าขณะนี้เครื่องพิมพ์พร้อมที่จะทำงานให้คุณ หรือถ้ามีไฟกระพริบและเสียงบี๊บ 3 ครั้งแสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่มีกระดาษสำหรับพิมพ์อยู่ในเครื่อง

หมายเหตุ ถ้าไฟกระพริบและเสียงบี๊บ 5 ครั้งแสดงเครื่องเกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน

2) ไฟสถานะ Font 1 และ Font 2 แสดงสถานะ Font มีสีเขียว โดยมี 2 ดวงไฟเพื่อบอกให้ทราบถึงรูปแบบตัวอักษรที่คุณเลือกใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

3) ปุ่มควบคุม Font ปุ่ม Font ในระหว่างการทำงานปกติใช้สำหรับเลือกรูปแบบตัวอักษร โดยมีรายชื่อรูปแบบปรากฏอยู่บนแผงควบคุมการทำงาน ซึ่งสังเกตได้จากไฟสถานะ Font 1 และ Font 2

ถ้าคุณกดปุ่ม Font ค้างไว้ขณะที่คุณเปิดเครื่อง หมายถึงเข้าสู่การทำงานตั้งค่ากำหนดเครื่องพิมพ์ซึ่งคุณสามารถปรับเปลี่ยนค่ากำหนดลักษณะการพิมพ์ให้แก่เครื่องพิมพ์ได้ตามที่คุณต้องการ

4) ปุ่มควบคุม LF/FF ในระหว่างการทำงานปกติเมื่อคุณกดปุ่มนี้ในจังหวะสั้นๆ จะเป็นการเลื่อนกระดาษขึ้นทีละบรรทัดแต่ถ้าคุณกดปุ่มนี้ค้างไว้จะเป็นการนำกระดาษออกจากเครื่องพิมพ์สำหรับกระดาษแผ่นเดียว หรือเป็นการเลื่อนกระดาษต่อเนื่องไปยังหน้าพิมพ์ถัดไป

ถ้าคุณกดปุ่ม LF/FF ค้างไว้ขณะที่คุณเปิดเครื่องหมายถึงเข้าสู่ระบบทดสอบการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์

5) ปุ่มควบคุม PAUSE หากคุณกดปุ่มนี้ขณะที่เครื่องกำลังพิมพ์อยู่เป็นการหยุดพักการพิมพ์ไว้ชั่วคราวสังเกตุไฟสถานะ PAUSE จะติดและเมื่อกดปุ่มนี้ซ้ำอีกครั้งเครื่องพิมพ์จะเริ่มการพิมพ์ต่อจากเดิมต่อไปทันที

6) โหมด MICRO ADJUST หากคุณใช้งานปุ่ม PAUSE ควบคู่กับปุ่ม Font หรือ LF/FF จะเป็นการเข้าสู่โหมดการทำงานปรับตำแหน่งจุดเริ่มต้นในการพิมพ์ (Micro adjust) ให้ตำแหน่งเลื่อนลงหรือเลื่อนขึ้นมากกว่าปกติโดยหากใช้กับกระดาษแผ่นเดียวเมื่อปิดเครื่องจะกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นมาตรฐานหากเป็นกระดาษต่อเนื่องเครื่องพิมพ์จะจำค่าตำแหน่งที่ปรับไว้ครั้งหลังสุด

## 2.11 การเชื่อมต่อกับ LCD

ตัวแสดงผล LCD ( Liquid Crystal Display ) เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบหนึ่งที่มีนิยมใช้มาก และพบเห็นกันบ่อย ๆ LCD สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะของการแสดงผลได้ 3 แบบคือ LCD แบบอักขระ ( character LCD module), LCD แบบกราฟิก (graphic LCD module) และ LCD แบบเซกเมนต์ (segment LCD module)

LCD แบบอักขระ เป็นโมดูล LCD ที่สามารถแสดงตัวอักษรตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ ได้ โดยสร้างจากจุดเล็ก ๆ หรือเรียกว่า คอตเมตริกซ์ ซึ่งก็จะมีขนาดความกว้างและสูงของอักขระแต่ละตัว โดยทั่วไปมี 2 ขนาด คือ 5 x 7 จุด และ 5 x 10 จุด นอกจากนั้น LCD แบบนี้สามารถแสดงข้อความได้ 1 บรรทัดหรือมากกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับรุ่นของ LCD

LCD แบบกราฟิก สามารถแสดงข้อมูลเป็นทั้งตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายและรูปภาพได้ ความละเอียดของภาพก็จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของคอตเมตริกซ์ของ LCD นั้นๆ ขนาดของ LCD แบบนี้มีหลายขนาดให้เลือกใช้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นสีแล้วด้วย

LCD แบบเซกเมนต์ เป็นโมดูล LCD แบบเล็กสุด มีลักษณะการแสดงผลคล้ายกับ LED 7 ส่วน โดยปกติมักจะมีมากกว่า 1 หลัก พบเห็นทั่วไปในดิจิตอลมัลติมิเตอร์

### 2.11.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ LCD

โมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนดังนี้ :

ตัวแสดงผล - ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็น โดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD

ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะ ชิพที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD44780 และ HD61830 โดย HD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักษร ส่วน HD61830 จะใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด ชิพที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขับได้แก่ เบอร์ HD44100H และ MSM5259

### 2.11.2 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD

ในการใช้งาน LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ดีเสียก่อน ในที่นี้ขอยกตัวอย่างโมดูล LCD แบบอักษร เพราะสามารถเข้าใจได้ง่าย ในรูปที่ 2.8 เป็นบล็อกไดอะแกรมภายในของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780 ประกอบด้วย

บัฟเฟอร์อินพุทเอาต์พุท เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจิสเตอร์คำสั่ง ( Instruction Register: IR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

รีจิสเตอร์ข้อมูล ( Data Register: DR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อถ่ายทอดต่อไปยังแรมเก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลนั้นไปเพื่อสร้างตัวอักษรเพิ่มเติมในแรมเก็บตัวอักษร

แรมเก็บข้อมูลแสดงผล ( Display Data RAM : DDRAM ) เป็นหน่วยความจำแรมที่สามารถเขียนข้อมูลได้โดยผ่านทางรีจิสเตอร์ DR โดยตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้



แฟล็ก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟล็ก BUSY นี้เสียก่อน

ขาสัญญาณของโมดูล LCD แบบอักษระ :

โมดูล LCD แบบอักษระที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้เป็นแบบ 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา ได้แก่

$V_{SS}$  (ขา 1) : ต่อก라운드

$V_{DD}$  (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

$V_O$  (ขา 3) : เป็นขาอินพุตสำหรับป้อนแรงดัน เพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล




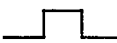
RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุต ใช้เลือกว่าข้อมูลทำการส่งในขณะนั้นเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น "0" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลคำสั่ง แต่ถ้าเป็น "1" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

R/W (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD ถ้าหากเป็น "0" จะเป็นการเขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นการอ่านข้อมูล

E (ขา 6) เป็นขาอีนามิล LCD ให้ทำงาน

DB0-DB7 (ขา 7-14) เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

อนึ่งขา RS, R/W, และ E จะใช้งานร่วมกัน โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ดังในตารางที่ 2.2

RS	R/W	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่ง
0	1		อ่านสถานะของ LCD
1	0		เขียนข้อมูล
1	1		อ่านข้อมูล

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของสัญญาณ E , RS , R/W ของ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.11.3 คำสั่งของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780

ในการเขียนคำสั่งลงในตัวควบคุม แน่แน่นอนว่าต้องกำหนดให้ขา RS และ R/W เป็น “0” ทั้งคู่ แล้วเขียนข้อมูลคำสั่งตามไป คำสั่งควบคุมโมดูล LCD ของชิปควบคุม HD44780 ที่สำคัญมี 9 คำสั่งดังนี้

#### 1) คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล

มีข้อมูลคำสั่งเป็น \$ 01 เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่องว่าง หรือ Space เข้าไป DDRAM ทั้งหมด เมื่อตัวควบคุมเอ็กซีคิวต์คำสั่งนี้จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น 0 เคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล แล้วเซตบิต I/D (ซึ่งจะกล่าวถึงภายหลัง) ให้เป็น “1”

#### 2) คำสั่ง Return Home

ต้องกำหนดให้บิต 1 ของข้อมูลเป็น “1” เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผล แต่ข้อมูลบนจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือ ข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้จะป็น \$02 หรือ \$03 ก็ได้

#### 3) คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล (Entry mode-Set)

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดว่า เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วทำให้แอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้น หรือลดลงหนึ่งแอดเดรส โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเป็น “0” แอดเดรสจะลดลง

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผล เมื่อมีการป้อนข้อมูล ถ้าหากบิต S เป็น “1” เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผล ตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย แต่ถ้าหากบิตเป็น “0” เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

ดังนั้นข้อมูลคำสั่งที่เกิดขึ้นนี้ได้แก่ \$04-\$07 ( 4 ข้อมูลคำสั่ง)

#### 4) คำสั่งควบคุมการแสดงผล

มีรูปแบบคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D ใช้ควบคุมการเปิดปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น “1” จะเป็นการเปิดจอแสดงผล ถ้าเป็น “0” จะเป็นการปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล ถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลบนจอแสดงผล กำหนดให้บิตนี้เป็น “1” โดยตัวเคอร์เซอร์จะอยู่ที่ไลน์ที่ 8 ถ้าเป็นการแสดงผลแบบ 5 x 7 จุด และอยู่ที่ไลน์ที่ 11 ถ้าเป็นการแสดงผลแบบ 5 x 10 จุด

บิต B ใช้ควบคุมการกระพริบของเคอร์เซอร์ ถ้าบิตนี้เป็น “1” เคอร์เซอร์จะกระพริบ โดยมีอัตราการกระพริบประมาณ 379.2 มิลลิวินาที

ดังนั้นจะมีข้อมูลคำสั่งได้ตั้งแต่ \$08-\$0F ( 8 รูปแบบคำสั่ง)

5) คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร

มีรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผล ขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/C และ R/L ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

บิต S/C บิต R/L ลักษณะการเลื่อน

0 0 เลื่อนเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง

0 1 เลื่อนเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมไปทางขวา 1 ตำแหน่ง

1 0 เลื่อนตัวอักษรที่เกิดขึ้นใหม่ไปทางซ้าย

1 1 เลื่อนตัวอักษรที่เกิดขึ้นใหม่ไปทางขวา

6) คำสั่งของฟังก์ชัน  
มีรูปแบบคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	1	DL	N	F	*	*

บิต DL ใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล ถ้าบิตนี้เป็น “0” จะเป็นการติดต่อแบบ 4 บิต แต่ถ้าเป็น “1” จะเป็นแบบ 8 บิต

บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล ถ้าเป็น “0” จะแสดงผล 1 บรรทัด ถ้าเป็น “1” จะแสดงผล 2 บรรทัด ในกรณีที่จอแสดงผลสามารถแสดงได้มากกว่า 2 บรรทัด และต้องการให้แสดงมากกว่า 2 บรรทัด ก็กำหนดบิต N นี้ให้เป็น “1”

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรในการแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น “0” จะเป็นการแสดงผลแบบ 5 x 7 จุด และถ้าเป็น “1” จะแสดงผลเป็นแบบ 5 x 10 จุด

7) คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CGRAM

เมื่อต้องการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น “0” บิต 6 เป็น “1” ส่วนอีก 6 บิต ที่เหลือจะแทนด้วยค่าของแอดเดรสของ CGRAM จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลใน CGRAM โดยแอดเดรสของ CGRAM อยู่ระหว่าง \$00-\$3F

8) คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DDRAM

ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยบิต 7 ต้องเป็น “1” และข้อมูลอีก 7 บิต ที่เหลือจะเป็นค่าของแอดเดรสของ DDRAM ซึ่งแอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง \$00-\$7F ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสวิ่งขึ้นกับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วย หากบิต N เป็น “0” แอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง \$00-\$4F และถ้าบิต N เป็น “1” แอดเดรสของ DDRAM จะมี 2 ช่วงคือ \$00-\$27 และ \$40-\$67

9) คำสั่งอ่านแฟล็ก Busy และแอดเดรส

มีรูปแบบของบิตข้อมูลคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
BF	A	A	A	A	A	A	A
แอดเดรสไบต์สูง				แอดเดรสไบต์ต่ำ			

เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟล็ก Busy โดยแฟล็กนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCD ว่าพร้อมจะรับข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าหากบิต BF เป็น “0” แสดงว่าตัวควบคุม LCD พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง แต่ถ้าเป็น “1” แสดงว่า ขณะนี้ตัวควบคุม LCD ยังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือกำลังประมวลผลข้อมูลอยู่ ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่งอื่นๆ

เมื่อต้องการอ่านแฟล็กต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “1” ด้วย แต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น “0” อยู่เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลคำสั่ง

นอกจากนี้ ยังใช้เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลแอดเดรสของ CGRAM และ DDRAM ด้วย โดย บิต 0 - บิต 6 เป็นค่าข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

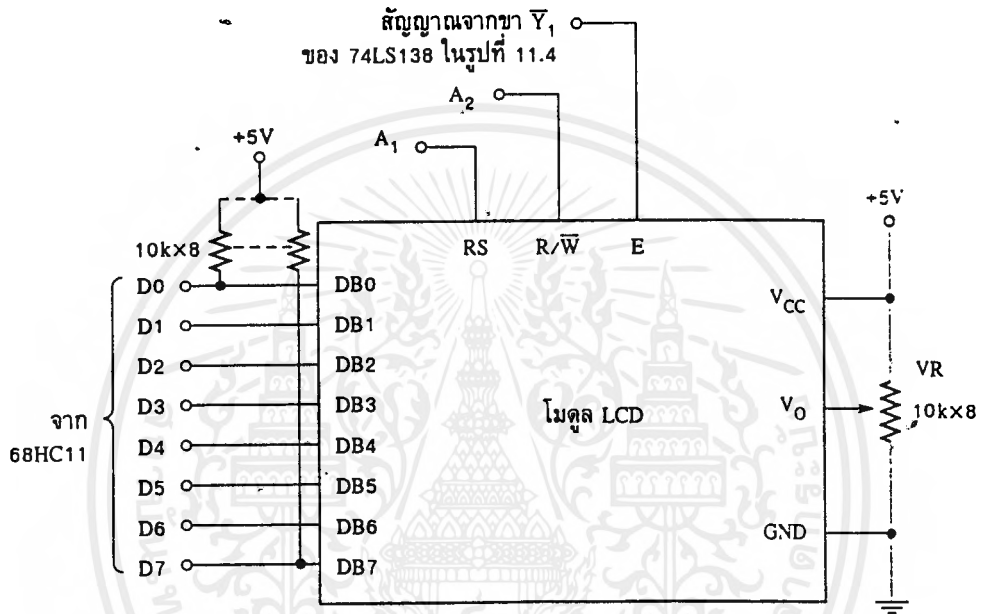
เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลลงใน CGRAM หรือ DDRAM

เริ่มแรกต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นให้สัญญาณที่ขา RS เป็น “1” เพื่อบอกให้ตัวควบคุม LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่ข้อมูลคำสั่ง ถ้าต้องการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “1” ข้อมูล 8 บิต ที่ปรากฏ ออกมาบนบัสข้อมูลจะเป็นข้อมูลจากแอดเดรส CGRAM หรือ DDRAM ที่ต้องการ แต่ถ้าต้องการเขียนข้อมูลหลังจากเลือกแอดเดรสและกำหนด RS เป็น “1” , R/W เป็น “0” แล้ว ก็เขียนข้อมูล 8 บิต ที่ต้องการตามไป

#### 2.11.4 วงจรเชื่อมต่อ 68HC11 กับ LCD

การเชื่อมต่อ 68HC11 กับ LCD จะมีสัญญาณเกี่ยวข้องทั้งสิ้น 11 เส้น คือ สัญญาณข้อมูล D0-D7 รวม 8 เส้น สัญญาณ R/W และ RS เช่นเดียวกับการเชื่อมต่อ 8255 ต้องมีวงจรถอดรหัส แอดเดรสของพอร์ทที่อาศัยวงจรถอดรหัสชุดเดียวกับ 8255 โดยเอาท์พุท Y1 ของ 74LS138 จะต่อเข้ากับขา E ของโมดูล LCD ทำให้แอดเดรสของโมดูล LCD นี้คือ \$240 สำหรับขา R/W และ RS จะใช้สัญญาณแอดเดรส A1 และ A2 ของ 68HC11 ต่อเข้าโดยตรง ส่วนขาสัญญาณข้อมูล D0-D7 ของ LCD ก็ให้ต่อเข้าโดยตรงกับขา PC0-PC7 ซึ่งกำหนดเป็นขา D0-D7

ขา V0 ของ LCD ก็ให้ต่อเข้ากับตัวต้านทานปรับค่าได้ เพื่อให้สามารถปรับความสว่างของหน้าจอ LCD ได้ ขา VCC ก็ต่อกับไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ส่วนขา GND ก็ต่อลงกราวด์ไป ดังนั้นวงจรการเชื่อมต่อ 68HC11 กับ LCD จึงเป็นไปดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 วงจรของการเชื่อมต่อ 68HC11 กับ LCD

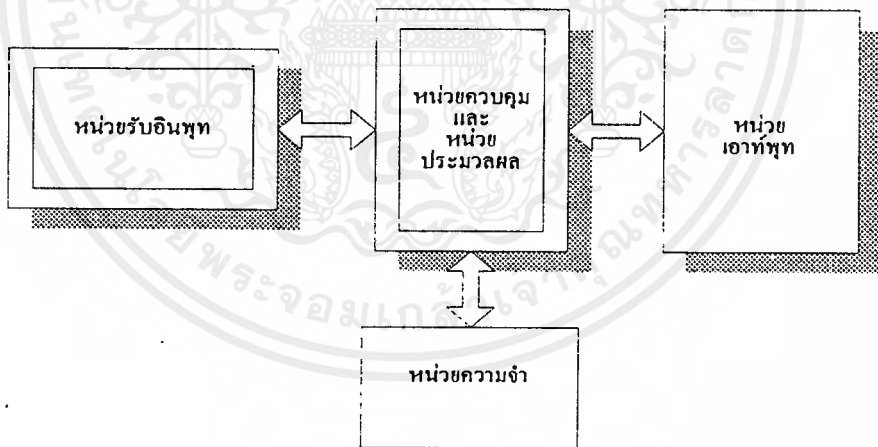
# บทที่ 3

## การออกแบบ

### 3.1 แนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย

การทำงานของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย คือ การอ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบซึ่งอยู่ในลักษณะจุดสีดำ (ถูกระบายด้วยดินสอ) และสีขาว (ไม่ถูกระบาย) และนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเปรียบเทียบกับผลเฉลย ที่ถูกบันทึกไว้ก่อนแล้ว ในขั้นตอนการเปรียบเทียบนี้ เครื่องตรวจข้อสอบจะต้องทำการแยกข้อสอบจากกระดาษคำตอบว่า มีจำนวนที่ตอบถูก ตอบผิด ตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือก และข้อที่ไม่การเลือกคำตอบเลย อย่างละกี่ข้อ เมื่อแยกจำนวนข้อที่ตอบในลักษณะต่างๆ ได้แล้ว ก็จะนำมาคำนวณหาคะแนนที่ได้

เมื่อพิจารณาการทำงานจะพบว่าเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย ควรจะมีหน่วยต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 หน่วยต่างๆ ของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยที่ได้จากแนวความคิด

1) หน่วยความจำ เพราะเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยมีการบันทึกผลเฉลยและข้อมูลการตรวจข้อสอบ

2) หน่วยประมวลผล และหน่วยควบคุม เพราะเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยต้องมีการคำนวณ และตรวจเปรียบเทียบคำตอบกับผลเฉลยและขั้นตอนการทำงานรวมทั้งมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการต่างๆ ในการตรวจสอบ 1 ฉบับ โดยเครื่องตรวจสอบปรนัยจะดำเนินการไปไม่ได้ ถ้าหากว่าเครื่องไม่มีสิ่งที่จะมาควบคุมให้เครื่องทำงาน

3) หน่วยอินพุท เพราะเครื่องตรวจสอบปรนัยมีการอ่านข้อมูลจากกระดาษ

คำตอบ

4) หน่วยเอาต์พุท การนำผลคะแนนที่ได้จากการประมวลผลของเครื่องตรวจสอบออกมาแสดงจะต้องอาศัยหน่วยเอาต์พุท

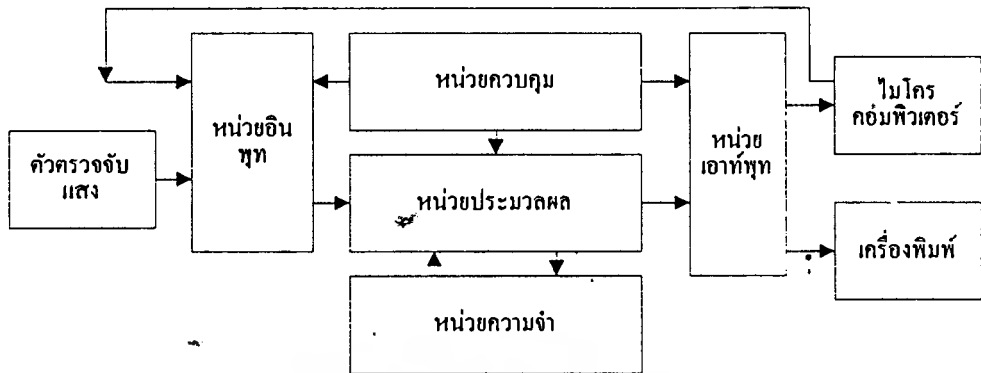
### 3.2 คุณสมบัติของเครื่องตรวจสอบปรนัย

จากแนวความคิดในหัวข้อ 3.1 ทำให้เราทราบแล้วว่า เครื่องตรวจสอบปรนัยควรมีลักษณะอย่างไร แต่ก็ยังเป็นเพียงลักษณะโครงสร้างอย่างหยาบ ๆ เท่านั้น การเพิ่มเติมรายละเอียดของเครื่องตรวจสอบปรนัยจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติที่ต้องการว่าควรมีคุณสมบัติอะไรบ้าง ซึ่งทางผู้จัดทำได้กำหนดรายละเอียดของเครื่องตรวจสอบปรนัยไว้ดังนี้

#### คุณสมบัติเครื่องตรวจสอบปรนัย

- บันทึกผลเฉลยได้ครั้งละ 1 วิชา
- สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้
- พิมพ์คะแนนลงบนกระดาษคำตอบได้
- กลไกการเลื่อนกระดาษคำตอบใช้เครื่องพิมพ์แคร่สั้น
- บันทึกผลการตรวจข้อสอบลงในหน่วยความจำของเครื่องได้
- อุปกรณ์อ่านข้อมูลจากกระดาษคำตอบใช้ตัวตรวจจับแบบใช้แสงอินฟราเรด

ส่วนที่จะต้องเพิ่มเติมลงในโครงสร้างของเครื่องตรวจสอบปรนัยหลังจากพิจารณาคุณสมบัติที่กำหนดขึ้นได้แก่ ส่วนการติดต่อกับเครื่องพิมพ์, ไมโครคอมพิวเตอร์, ตัวตรวจจับแบบใช้แสงอินฟราเรด และได้โครงสร้างเครื่องตรวจสอบโดยสมบูรณ์ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างเครื่องตรวจข้อสอบโดยสมบูรณ์

### 3.3 การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัย

ในปัจจุบัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในด้วงานควบคุมเครื่องจักรกล อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพราะนอกจากจะทำงานเป็นหน่วยควบคุมแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังสามารถกระทำการคำนวณและประมวลผลทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ได้อีกด้วย ซึ่งตรงกับความต้องการของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยที่ต้องการภาคควบคุมและประมวลผล

#### 3.3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แผ่นวงจรเดี่ยว CP-SB31

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แผ่นวงจรพิมพ์เดี่ยวที่ทางผู้จัดทำเห็นว่าเหมาะสม ควรนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยก็คือ รุ่น CP-SB31 ซึ่งออกแบบโดยบริษัท อีทีที จำกัด โดยคุณสมบัติของวงจร CP-SB31 จะใกล้เคียงกับความต้องการของเครื่องตรวจข้อสอบปรนัยมากที่สุด เมื่อเทียบกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์แผ่นวงจรพิมพ์เดี่ยวรุ่นอื่นๆ

~ คุณสมบัติของ CP-SB31

CPU	80C31
PROGRAM MEMORY	2764, 27256, 27572 :
DATA MEMORY	6116, 6264, 62256
INPUT/OUTPUT	3 * 8 BIT ( 8255)
	1 * 8 BIT ( จาก CPU)
	1 SERIAL PORT

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ CP-SB31

### 3.3.2 ส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ บนบอร์ด CP-SB31 (SINGLE BOARD 31 ON PC)ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานควบคุม ซึ่งตรงกับหน้าที่หลักของซีพียูในตระกูล MCS - 51 คือเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างทางกายภาพของบอร์ด CP-SB31 มีดังนี้

**ลักษณะของบอร์ด CP-SB31**

CPU 8031 (ON BOARD) หรือ 8032 ,8052,8751

#### หน่วยความจำ

มี ซอกเก็ต ขนาด 28 PIN 2 ตัว สามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 96 กิโลไบท์

#### อินพุท/เอาต์พุท

3X8 บิท            INPUT/OUTPUT (8255)

1X8 บิท            INPUT/OUTPUT (PORT1)

1 SERIAL PORT        (RS 232)

#### ภาคจ่ายไฟ

10V<sub>DC</sub>            POWER SUPPLY JACK

5V<sub>DC</sub>            (REGULATE) 7805 ON BOARD

### 3.3.3 คุณสมบัติพิเศษของ CP-SB31

-หน่วยความจำสามารถเปลี่ยนได้ทั้งขนาด,ตำแหน่ง และลักษณะการทำงาน (DATA MEMORY, CODE MEMORY, CODE&DATA MEMORY)

- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาแอสเซมบลี(ร่วมกับ SB31-DEBUGGERหรือภาษาเบสิก(BASIC) เพื่อใช้ 8052AH-BASIC หรือ ET-8051 EM หรือใช้ET EPROM EMULATOR ก็ได้

- ต่อกับ แอลซีดี (LCD) ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ I/O พอร์ต

- มีI/O PORT ขนาด 8 บิต ถึง 4 พอร์ต

- ต่อร่วมกับอุปกรณ์สนับสนุนของบริษัท ETT ได้ทันทีเช่น SSRAC, RTC 72IO ET-AD เป็นต้น

### 3.3.4 การติดตั้งหน่วยความจำให้กับ CP-SB31

เนื่องจาก CP-SB31 ถูกสร้างมาให้เป็นอิสระในการเลือกใช้หน่วยความจำได้หลายขนาดใช้ อีพ롬(EPROM) และ แรม(RAM) รวมทั้งตำแหน่งของหน่วยความจำ ผู้ใช้ก็ยังสามารถกำหนดได้ตามต้องการซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับการใส่ตำแหน่งของจัมป์เปอร์(JUMPER) ต่างๆให้ถูกต้อง ซึ่ง U3 และ U4 ถูกควบคุมด้วย จัมป์เปอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

U3 JP3 เลือกเบอร์ของชนิดหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U3 (2764,2725,27512,2664,62556)

JP4 สำหรับเลือกว่าจะให้หน่วยความจำที่ U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล หรือ หน่วยความจำโปรแกรม

JP7 เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ U3

U4 JP5 เลือกเบอร์ของชิปหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U4 (27256,6116,6264,62256)

JP6 เลือกลักษณะการทำงานของ U4ว่าจะให้เป็น DATA MEMORY หรือ CODE MEMORY หรือเป็นทั้ง DATA MEMORY และ CODE MEMORY

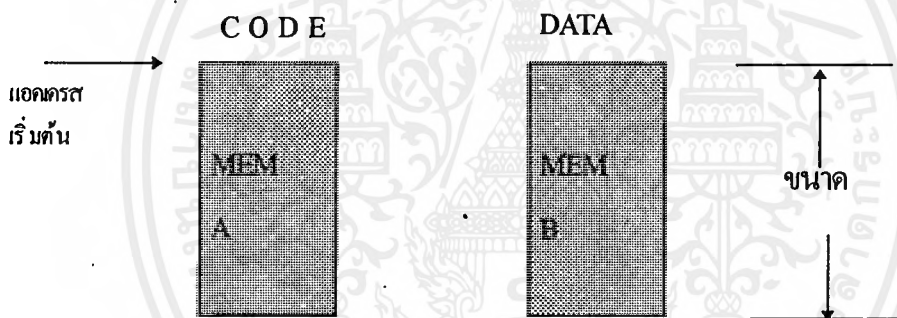
JP8 เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ U4

JP9 เลือกว่าจะอนุญาตให้มีการใช้ พอร์ตอินพุท/เอาต์พุท (8255) ภายนอกหรือไม่ถ้าไม่มี พอร์ตภายนอก U4 จะมีขนาดสูงสุดได้ถึง 32 กิโลไบต์

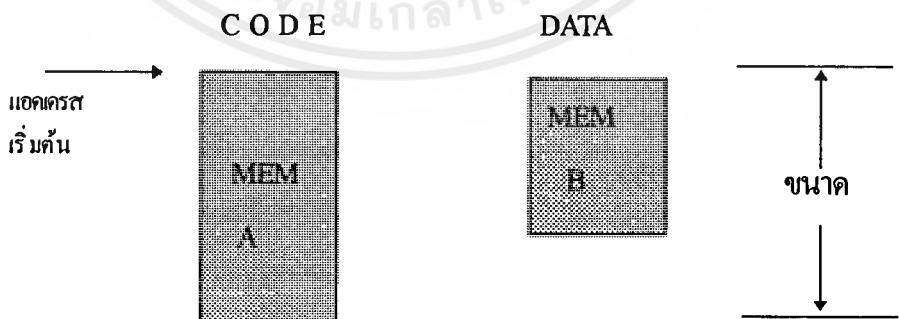
เมื่อดูจากวงจรของ CP-SB31 จะเห็นว่าส่วนของ JP7 และ JP8 ด้านหนึ่งจะถูกต่อถึงกันในตำแหน่งที่ตรงกัน(เช่น 0000 ของ JP7 จะต่อ 0000 ของ JP8) จึงทำให้เกิดการซ้อน PAGE ขึ้น ในกรณีที่ขนาดของหน่วยความจำ U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากัน ถึงแม้ว่าผู้ใช้จะใส่หน่วยความจำบน U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากันโปรแกรมก็ยังทำงานได้ตามปกติ แต่ผู้ใช้ต้องระลึกอยู่เสมอว่าหน่วยความจำแต่ละตัวเริ่มต้นที่ใดและควรสิ้นสุดที่ใด

ตัวอย่างเช่น ที่ U3 ใส่หน่วยความจำ 8 กิโลไบต์ และที่ U4 ใส่หน่วยความจำขนาด 2 กิโลไบต์ที่ตำแหน่งของหน่วยความจำน้อย(U4)จะเกิดการซ้อนตัวเอง เช่น ในตำแหน่ง 2000Hและตำแหน่ง 2800H จะเป็นตำแหน่งเดียวกัน (เกิดการซ้อน)

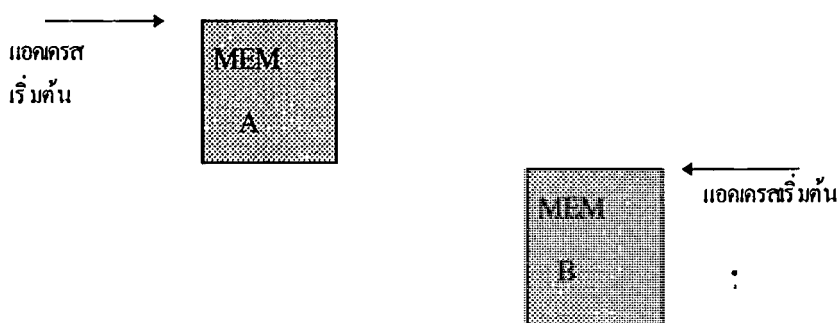
### 3.3.5 ลักษณะของการเลือกขนาดของหน่วยความจำชนิดแยก DATA และ CODE MEMORY



รูป (a) ไม่เกิดการซ้อน PAGE ของตัวเอง เมื่อ MEM A = MEM B



รูป (b) หน่วยความจำตำแหน่ง B จะเกิดการซ้อนหน่วยความจำตำแหน่ง A

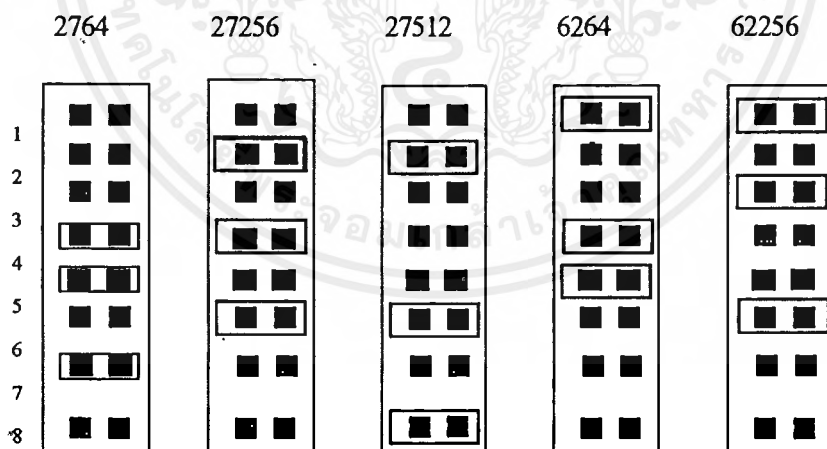


รูป (c) จุดเริ่มต้นต่อกันจะไม่เกิดการซ้อน

รูปที่ 3.3 (A-C) ลักษณะการจัดหน่วยความจำ

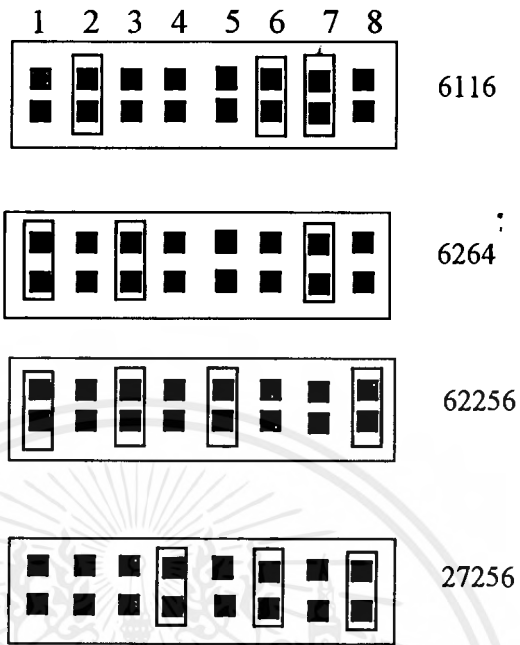
การใส่ จัมป์เปอร์ ให้ถูกต้องตามเบอร์ของชิปหน่วยความจำ

JP3 (สำหรับ U3)



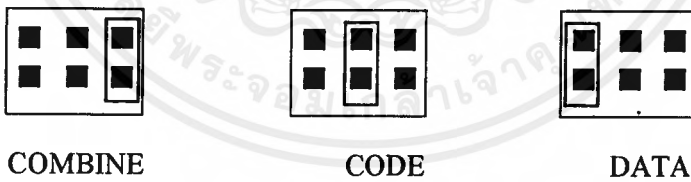
รูปที่ 3.4 การใส่ จัมป์เปอร์ JP3

JP5 (สำหรับ U4)



รูปที่ 3.5 การใส่ จัมเปอร์ JP5

JP4&JP6 (เลือกลักษณะของ U3 และ U4)



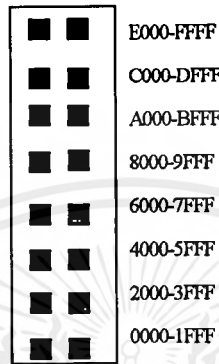
DATA = DATA MEMORY

CODE = CODE MEMORY

COMBINE = DATA AND CODE MEMORY

รูปที่ 3.6 การใส่ จัมเปอร์ JP4 & JP6

JP7 & JP8 (เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ)แต่ละจุดของ JUMP ที่ใส่ลงไปจะมีขนาดของหน่วยความจำ 8 กิโลไบต์จากจุดเริ่มต้น



รูปที่ 3.7 CONNECTOR

JP9 ตำแหน่งจัมป์เปอร์



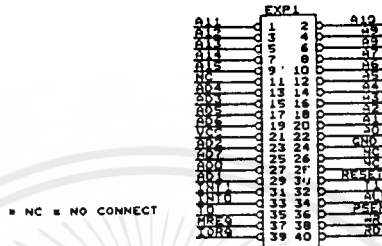
รูปที่ 3.8. การใส่จัมป์เปอร์ JP9

### 3.4 ส่วนของอุปกรณ์อินพุทเอาต์พุทและหน่วยความจำ

CP-SB31 ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ได้กับบอร์ดอินเตอร์เฟสต่างๆของบริษัททีทีที โดยเฉพาะอย่างยิ่งบอร์ดประเภทอินพุท/เอาต์พุท ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

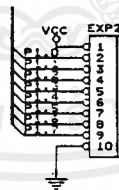
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXP1 เป็น คอนเนคเตอร์ ขนาด 40 ขา ซึ่งมีสัญญาณที่ขาต่างๆคล้ายกับสัญญาณที่ต่อจาก ซีพียู Z80 ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนบอร์ดต่างๆ เช่น 72IO,ET-RTC แต่เนื่องจาก CP-SB31 ใช้ ซีพียูคนละตระกูลกับ Z80 จึงมีสัญญาณบางสัญญาณไม่ตรงกัน



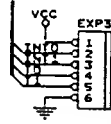
รูปที่ 3.9 Z80 CONNECTER (COMPATIBLE)

EXP2 เป็น อินพุท/เอาต์พุท พอร์ทอิสระ ขนาด 8 บิต โดยมีรายละเอียดดังนี้



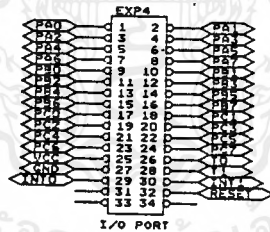
รูปที่ 3.10 CONNECTOR EXP2

EXP3 เป็นขาของอินเทอร์เฟซและ ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ของตัว ซีพียู โดยมี รายละเอียดดังนี้



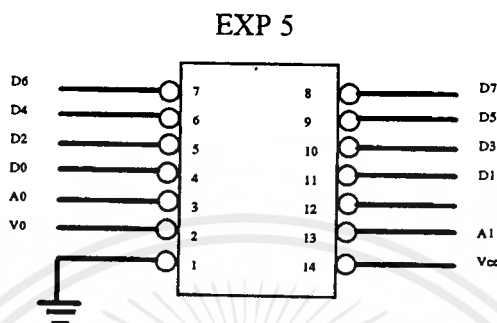
### รูปที่ 3.11 CONNECTOR EXP3

EXP4 เป็น คอนเนคเตอร์ ขนาด 34 ขา ซึ่งมีการวางตำแหน่งของขาตรงกับบอร์ด72IO ซึ่งสามารถต่อกับอุปกรณ์ I/O ต่างๆเช่น SSRAC,ET-AD



### รูปที่ 3.12 CONNECTOR EXP4

EXP5 เป็น คอนเนคเตอร์ ขนาด 14 ขาที่ใช้ต่อกับ แอลซีดี(LCD) ได้โดยตรง โดยมี รายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.13 CONNECTOR EXP5

### 3.5 การติดต่อและควบคุม แอลซีดี (LCD)

ต่อ LCD เข้าทาง EXP5 โดยที่ EXP5 ถูก DECODE ไว้ที่พอร์ทหมายเลขดังนี้

E0C0H = พอร์ทเกี่ยวกับการเขียนคำสั่งไปยัง LCD (RS,R/S = 00)

E0C1H = พอร์ทอ่าน BUSY FLAG และแอดเดรสของ CURSOR(RS,R/W = 01)

E0C2H = พอร์ทเขียนข้อมูลไปยัง DD RAM หรือ CG RAM(RS,R/W = 10)

E0C3H = พอร์ทอ่านข้อมูล จาก DD RAM หรือ CG RAM(RS,R/W = 11)

#### 3. อุปกรณ์อินพุทเอาต์พุท

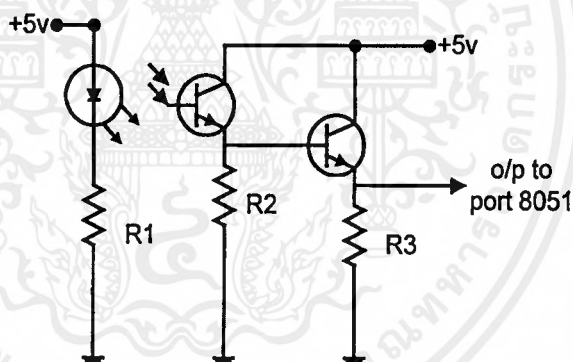
ในส่วนของตัวเครื่องนั้น ปัจจุบันก็มีการใช้กันมากมายหลายแบบหลายชนิด มีทั้งตัวเครื่องขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ก็ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานของผู้ใช้เอง เช่น เครื่องตรวจแบบสอบถามที่ใช้คอมพิวเตอร์ตรวจ ซึ่งมีขนาดเล็ก เครื่องตรวจข้อสอบซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วเครื่องตรวจข้อสอบที่ใช้แสงในการตรวจนั้นมีหลักการออกแบบที่เหมือนกันคือ ตัวเครื่องนี้ต้องสามารถโหลดกระดาษเข้าไปอยู่ในลักษณะเตรียมพร้อมที่สามารถจะอ่านได้ อาจจะคอยใส่ที่ละแผ่นหรือใส่ครั้งละหลายๆแผ่นโดยต้องมีถาดรองไว้สำหรับใส่โดยเฉพาะ แล้วเครื่องจะค่อยๆ โหลดกระดาษที่ละแผ่นไปจนหมด จากการสังเกตหลักการออกแบบ จะเห็นว่าเครื่องที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเหมือนเครื่องพิมพ์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คังนั้นการออกแบบและสร้างตัวเครื่องเราจึงสามารถนำเครื่องพิมพ์มาทำเป็นตัวเครื่องได้โดย  
ทั้งนี้เพราะประหยัดเวลาในการสร้างและยังสามารถเคลื่อนย้ายไปในสถานที่ต่างๆ ได้อย่าง  
สะดวก

### 3.6 ตัวตรวจจับและกระดาษคำตอบ

3.6.1 ตัวตรวจจับ จะต้องมีความสามารถในการแยกความแตกต่างระหว่างวงกลม  
ตัวเลือกที่ถูกระบายด้วยดินสอและไม่ถูกระบายได้อย่างชัดเจนนอกจากนี้ขนาดของตัวตรวจ  
จับจะต้องมีขนาดเล็กกระทัดรัดสามารถที่จะติดไว้ภายในเครื่องพิมพ์ได้โดยไม่กีดขวางการ  
เคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ลักษณะการตรวจจับอาจเป็นไปได้ทั้งวิธีการใช้แสงสะท้อนและการ  
ตรวจจับคาร์บอน(CARBON) โดยใช้หน้าสัมผัส สำหรับเครื่องต้นแบบนี้เลือกใช้แบบใช้แสง  
สะท้อนโดยมีวงจรตรวจจับดังรูป



รูปที่ 3.14 วงจรตรวจจับคาร์บอน

#### 3.6.2 กระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบที่สร้างขึ้นเป็นกระดาษคำตอบขนาด 100 ข้อ โครงสร้างของกระดาษ  
คำตอบแบ่งได้ 2 ส่วนคือ หัวกระดาษและตัวเลือก

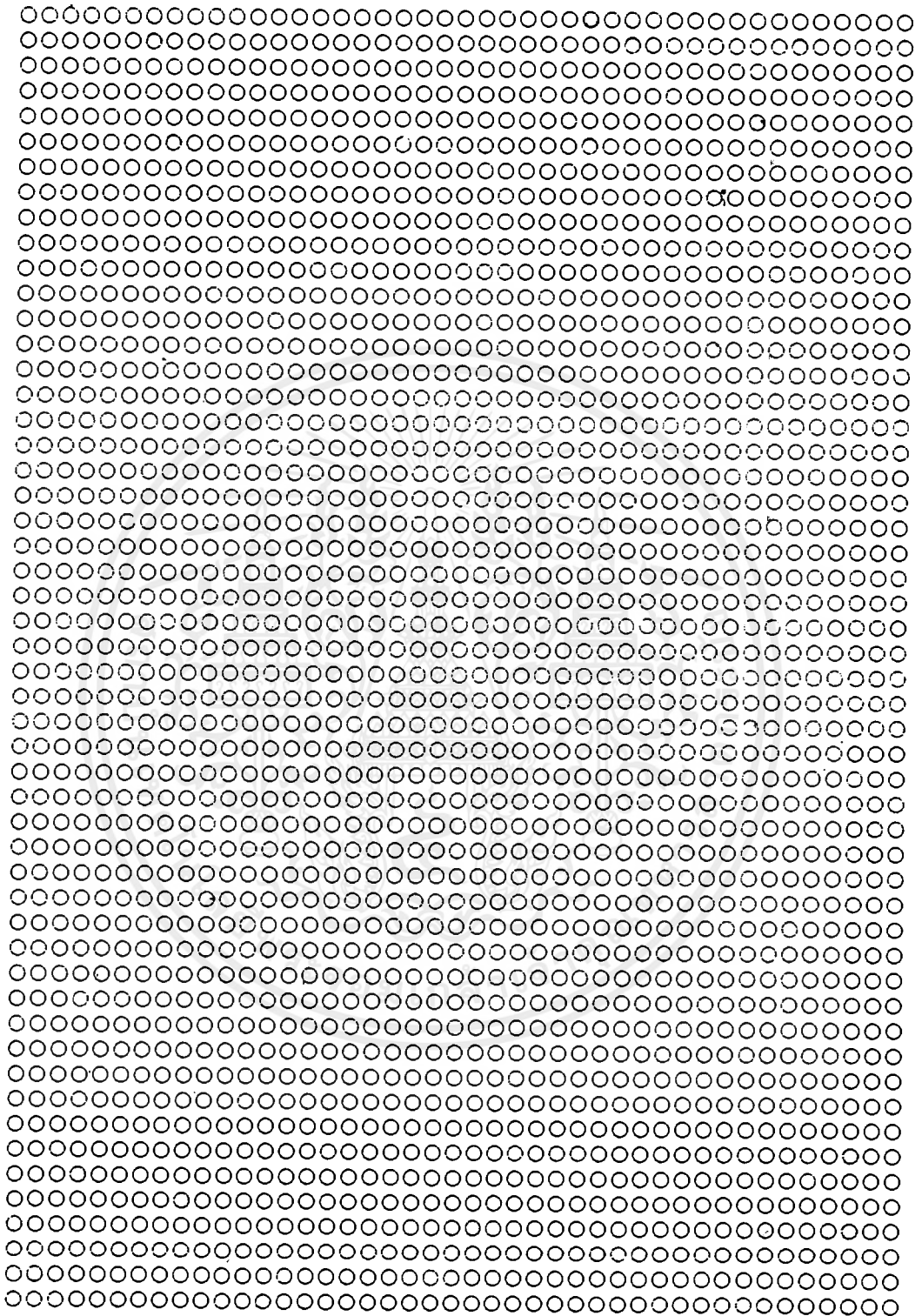
-หัวกระดาษเป็นส่วนใส่ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้สอบได้แก่ รหัสวิชา รหัสประจำตัวและชื่อ  
ของผู้สอบ

-ตัวเลือกมีจำนวน 100 ข้อแบ่งออกเป็น 5 แถวๆ ละ 20 ข้อในแต่ละข้อจะมีตัวเลือก 5 ตัวเลือกคือ A,B,C,D,E หรือ ก ข ค ง จ

### 3.7 กลไกการเลื่อนกระดาษ

กลไกการเลื่อนกระดาษ เพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดหรือ ข้อถูกนั้นสามารถนำเครื่องพิมพ์แบบ หัวเข็มขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้ได้ เพราะเครื่องพิมพ์แบบหัวเข็มในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีระบบป้องกันกระดาษอัตโนมัติ และยังมีคำสั่งควบคุมการพิมพ์ที่เป็นมาตรฐาน





การสร้างกระดานคำตอบ ชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กระดาษคำตอบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ..... นามสกุล.....

รหัสประจำตัว	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	รหัสวิชา	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
0	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	0	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
1	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	1	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
2	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	2	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
3	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	3	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
4	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	4	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
5	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	5	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
6	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	6	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
7	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	7	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
8	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	8	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
9	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	9	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

ก ข ค ง จ	ก ข ค ง จ	ก ข ค ง จ	ก ข ค ง จ	ก ข ค ง จ
A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E
01 ○ ○ ○ ○ ○	21 ○ ○ ○ ○ ○	41 ○ ○ ○ ○ ○	61 ○ ○ ○ ○ ○	81 ○ ○ ○ ○ ○
02 ○ ○ ○ ○ ○	22 ○ ○ ○ ○ ○	42 ○ ○ ○ ○ ○	62 ○ ○ ○ ○ ○	82 ○ ○ ○ ○ ○
03 ○ ○ ○ ○ ○	23 ○ ○ ○ ○ ○	43 ○ ○ ○ ○ ○	63 ○ ○ ○ ○ ○	83 ○ ○ ○ ○ ○
04 ○ ○ ○ ○ ○	24 ○ ○ ○ ○ ○	44 ○ ○ ○ ○ ○	64 ○ ○ ○ ○ ○	84 ○ ○ ○ ○ ○
05 ○ ○ ○ ○ ○	25 ○ ○ ○ ○ ○	45 ○ ○ ○ ○ ○	65 ○ ○ ○ ○ ○	85 ○ ○ ○ ○ ○
06 ○ ○ ○ ○ ○	26 ○ ○ ○ ○ ○	46 ○ ○ ○ ○ ○	66 ○ ○ ○ ○ ○	86 ○ ○ ○ ○ ○
07 ○ ○ ○ ○ ○	27 ○ ○ ○ ○ ○	47 ○ ○ ○ ○ ○	67 ○ ○ ○ ○ ○	87 ○ ○ ○ ○ ○
08 ○ ○ ○ ○ ○	28 ○ ○ ○ ○ ○	48 ○ ○ ○ ○ ○	68 ○ ○ ○ ○ ○	88 ○ ○ ○ ○ ○
09 ○ ○ ○ ○ ○	29 ○ ○ ○ ○ ○	49 ○ ○ ○ ○ ○	69 ○ ○ ○ ○ ○	89 ○ ○ ○ ○ ○
10 ○ ○ ○ ○ ○	30 ○ ○ ○ ○ ○	50 ○ ○ ○ ○ ○	70 ○ ○ ○ ○ ○	90 ○ ○ ○ ○ ○
11 ○ ○ ○ ○ ○	31 ○ ○ ○ ○ ○	51 ○ ○ ○ ○ ○	71 ○ ○ ○ ○ ○	91 ○ ○ ○ ○ ○
12 ○ ○ ○ ○ ○	32 ○ ○ ○ ○ ○	52 ○ ○ ○ ○ ○	72 ○ ○ ○ ○ ○	92 ○ ○ ○ ○ ○
13 ○ ○ ○ ○ ○	33 ○ ○ ○ ○ ○	53 ○ ○ ○ ○ ○	73 ○ ○ ○ ○ ○	93 ○ ○ ○ ○ ○
14 ○ ○ ○ ○ ○	34 ○ ○ ○ ○ ○	54 ○ ○ ○ ○ ○	74 ○ ○ ○ ○ ○	94 ○ ○ ○ ○ ○
15 ○ ○ ○ ○ ○	35 ○ ○ ○ ○ ○	55 ○ ○ ○ ○ ○	75 ○ ○ ○ ○ ○	95 ○ ○ ○ ○ ○
16 ○ ○ ○ ○ ○	36 ○ ○ ○ ○ ○	56 ○ ○ ○ ○ ○	76 ○ ○ ○ ○ ○	96 ○ ○ ○ ○ ○
17 ○ ○ ○ ○ ○	37 ○ ○ ○ ○ ○	57 ○ ○ ○ ○ ○	77 ○ ○ ○ ○ ○	97 ○ ○ ○ ○ ○
18 ○ ○ ○ ○ ○	38 ○ ○ ○ ○ ○	58 ○ ○ ○ ○ ○	78 ○ ○ ○ ○ ○	98 ○ ○ ○ ○ ○
19 ○ ○ ○ ○ ○	39 ○ ○ ○ ○ ○	59 ○ ○ ○ ○ ○	79 ○ ○ ○ ○ ○	99 ○ ○ ○ ○ ○
20 ○ ○ ○ ○ ○	40 ○ ○ ○ ○ ○	60 ○ ○ ○ ○ ○	80 ○ ○ ○ ○ ○	100 ○ ○ ○ ○ ○

การสร้างกระดาษคำตอบ ชั้นที่ 3 (ขั้นสำเร็จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามความเห็นของนักศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

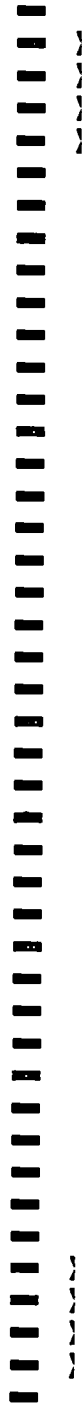
<b>ข้อมูลทั่วไป</b>	<b>เพศ</b>	ชาย <input type="radio"/> หญิง <input type="radio"/>	<b>กลุ่มนักศึกษา</b>	ภาคปกติ <input type="radio"/> ภาคสมทบ <input type="radio"/>
<b>สาขา</b>	ส.ม. <input type="radio"/> ส.น. <input type="radio"/>	ค.อ. <input type="radio"/> ท.ค. <input type="radio"/>	อ.ค. <input type="radio"/>	ท.ส. <input type="radio"/> ท.พ. <input type="radio"/>
<b>อายุ</b>	ต่ำกว่า 20 ปี <input type="radio"/>	อายุระหว่าง 21-22 ปี <input type="radio"/>	อายุระหว่าง 23-24 ปี <input type="radio"/>	อายุสูงกว่า 25 ปี <input type="radio"/>

### ตอนที่ 1 การเข้าศึกษาต่อและการบริหารงานทั่วไปของคณะ

1. ข้อมูลการศึกษาต่อมีความชัดเจน	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>
2. การสมัครเข้าศึกษาต่อมีความรวดเร็ว	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>	เร็ว <input type="radio"/>
3. การได้รับข้อมูลเข้าศึกษาต่อ	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>	ง่ายมาก <input type="radio"/>
4. การสมัครเข้าศึกษาต่อคณะ	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>
5. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเวลาติดต่อเข้า	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>
6. การลงทะเบียนมีความสะดวกสบาย	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>	สะดวก <input type="radio"/>
7. การติดต่อกับคณะ	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>
8. ตารางสอนที่เหมาะสม	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>
9. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>

### ตอนที่ 2 การจัดการเรียนการสอนในคณะ

1. วิชาเรียนเป็นไปตามความภาคภูมิใจ	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>	พอใจ <input type="radio"/>
2. วิธีสอนของอาจารย์เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>	เหมาะ <input type="radio"/>
3. มีการวัดผลที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>	สอดคล้อง <input type="radio"/>
4. อาจารย์มีแรงจูงใจในการศึกษา	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>	มีเวลา <input type="radio"/>
5. เนื้อหาวิชาที่เรียนทันสมัย	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>	มาก <input type="radio"/>
6. มีการวัดผลที่ชัดเจน	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>	ชัดเจน <input type="radio"/>
7. วิชาที่เรียนมีวัตถุประสงค์เพื่อ	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>	ไม่พอ <input type="radio"/>
8. ลักษณะของห้องเรียน	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>	เหมาะสม <input type="radio"/>
9. มุ่งงานที่ได้รับศึกษาเกี่ยวกับ	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>	พอเหมาะ <input type="radio"/>



ตัวอย่างกระดาษแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองหาค่าคุณสมบัติของตัวตรวจ  
จับและการทดสอบเครื่องตรวจข้อสอบ

#### 4.1 การทดลองหาระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับกับกระดาษคำตอบ

เนื่องจากการเปลี่ยนข้อมูลซึ่งเป็นจุดสีดำและสีขาวในกระดาษคำตอบ ให้มาอยู่ในรูป  
ของสัญญาณดิจิทัล โดยใช้ตัวตรวจจับแบบรับแสงสะท้อนกลับ มีปัจจัยที่ทำให้เกิด  
ความผิดพลาดคือ ระยะห่างของกระดาษคำตอบกับตัวตรวจจับ และความเข้มของแสง  
อินฟราเรดที่ส่องไปยังกระดาษคำตอบ เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลการออกแบบใช้งานตัว  
ตรวจจับได้ จึงจำเป็นต้องทำการทดลองหาระยะที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการออกแบบการ  
ติดตั้งตัวตรวจจับเข้ากับอุปกรณ์เลื่อนกระดาษคำตอบ

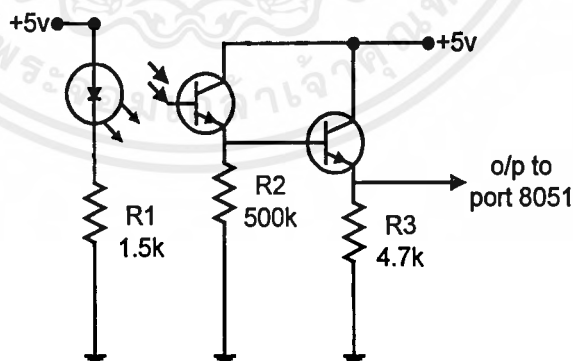
การทดลองหาระยะห่างของตัวตรวจจับกับกระดาษคำตอบกระทำดังนี้คือ จัดวางตัว  
ตรวจจับให้ตั้งฉากกับพื้นผิวกระดาษคำตอบสีขาว ให้มีระยะห่างประมาณ 3 เซนติเมตร วัด  
แรงดันไฟฟ้าที่เอาท์พุทแล้วบันทึกค่าลงตารางบันทึกผล เพื่อเก็บไว้เปรียบเทียบกับระยะอื่น

ระยะห่างจากระคายคำตอบ (เซนติเมตร)	แรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุต (โวลต์)
3	0.01
2	0.01
1	0.02
0.5	0.41
0.3	3.52
0.2	4.89

#### ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาระยะห่างของตัวตรวจจับกับกระดุม

จากผลการทดลองพบว่าระยะห่างที่ตัวตรวจจับสามารถให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาใกล้เคียงกับลอจิก(logic) “1”ของสัญญาณเชิงเลข ก็คือระยะห่างตั้งแต่ 0.2 เซนติเมตร

วงจรทดลองหาระยะห่างระหว่างตัวตรวจจับกับกระดุม



รูปที่ 4.1 วงจรตรวจจับคาร์บอน

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ตัวตรวจจับสามารถตรวจจับความแตกต่างระหว่างกระดาษที่ระบายด้วยดินสอดำ 2B กับกระดาษที่ไม่ระบายได้โดยมีระยะห่างจากกระดาษประมาณ 0.3 เซนติเมตร

5.1.2 การควบคุมเครื่องพิมพ์ในแนวตั้งเมื่อส่งคำสั่งให้เลื่อนกระดาษขึ้น 1 บรรทัดหลังจากได้รับคำสั่งเครื่องก็จะเลื่อนกระดาษทันที การควบคุมให้หัวพิมพ์เคลื่อนที่ในแนวนอนโดยไม่มีการพิมพ์อักษรใดๆ เครื่องพิมพ์จะไม่เลื่อนหัวพิมพ์ แต่ถ้ามีการสั่งให้พิมพ์หลังจากคำสั่งเลื่อนหัวพิมพ์ก็จะเคลื่อนที่ไปพิมพ์อักษรตัวนั้น แต่ถ้าส่งคำสั่งเลื่อนหัวพิมพ์ตลอดเวลาเครื่องพิมพ์จะไม่เลื่อนหัวพิมพ์แต่จะเลื่อนบรรทัดแสดงว่าเครื่องพิมพ์จะไม่มีการทำคำสั่งเลื่อนหัวพิมพ์ไปทางขวาถ้าไม่มีการพิมพ์อักษรหลังจากคำสั่งเลื่อนหัวพิมพ์หรือถึงอักษรตัวสุดท้ายของบรรทัด

#### 5.2 แนวทางการพัฒนา

เปลี่ยนจากการติดตั้งตัวตรวจจับในตำแหน่งที่ติดตั้งหัวพิมพ์มาติดตั้งภายนอกและทำชุดเลื่อนตัวตรวจจับซึ่งสามารถควบคุมโดยตรงจากภาคควบคุมการเลื่อนกระดาษในแนวตั้งจะใช้เครื่องพิมพ์เลื่อนการแสดงผลคะแนนที่ตรวจได้สามารถสั่งให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ลงบนกระดาษคำตอบได้

#### 5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง

ปัญหาที่พบได้แก่การเลื่อนตัวตรวจจับไปทางซ้ายหรือทางขวาโดยถ้าไม่ส่งอักษรไปพิมพ์เครื่องพิมพ์ก็จะไม่เลื่อนหัวพิมพ์ ทำให้เป็นปัญหาในการควบคุมตำแหน่งของตัวตรวจจับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

วิธีใช้เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

## วิธีใช้เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ

- 1) เปิดสวิตช์เพาเวอร์ของเครื่อง
- 2) ส่วนของแผ่นเฉลยคำตอบใช้ดินสอดำ 2B ขึ้นไปฝนที่เลขศูนย์ของทั้ง 8 ตัวของรหัสประจำตัวเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้ว่านี่คือกระดาษเฉลยคำตอบ และฝนที่รหัสของวิชานั้นๆ
- 3) ใส่กระดาษเฉลยคำตอบ
- 4) ส่วนของแผ่นคำตอบของผู้สอบใช้ดินสอดำ 2B ขึ้นไปฝนที่รหัสประจำตัวและรหัสวิชาตามความเป็นจริง
- 5) ใส่กระดาษคำตอบของผู้สอบ
- 6) ใส่กระดาษคำตอบของผู้สอบ จนครบตามจำนวนผู้สอบ
- 7) ที่เครื่อง ให้กดปุ่มเมนูเลือกเมนูย่อย List เลื่อนปุ่ม โดยการกด up และ down
- 8) ใส่กระดาษเปล่าๆ ที่เครื่องพิมพ์จำนวน 1 แผ่น
- 9) กดปุ่ม Enter
- 10) จากขั้นตอน ในข้อที่ 9 จะได้คะแนนของผู้สอบ
- 11) กดปุ่มเมนู เลือกเมนูย่อย Score เพื่อเข้าไปแก้ไขค่าต่างๆ ที่ตั้งไว้คือ
  - ข้อที่ตอบผิด
  - ข้อที่ตอบถูก
  - ข้อที่ไม่ตอบเลย
  - ข้อที่ตอบมากกว่า 1 ข้อ

### ตัวอย่าง

สมมติ เดิมข้อที่ตอบถูกกำหนดให้ได้ข้อละ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดจะไม่ให้คะแนน อาจจะแก้ไขเป็นข้อที่ตอบถูกได้ ข้อละ 2 คะแนนหรืออื่นๆก็ได้

12) กรณีเปลี่ยนไปตรวจวิชาอื่นๆ ทำได้โดยการทำตามขั้นตอนที่ 2-11 ได้เลย เพราะค่าต่างๆของผลเฉลยคำตอบวิชาแรกที่บ้านทึกไว้จะเปลี่ยนไปเองโดยอัตโนมัติเมื่อใส่ผลเฉลยของวิชาที่สองเข้ามาแทน

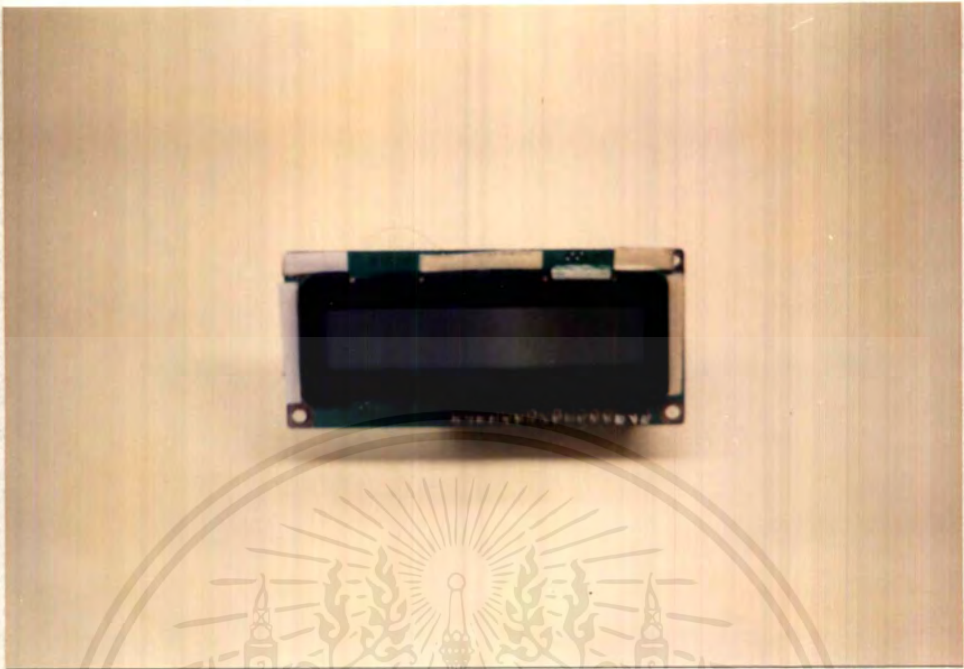


รูป ก.1 เครื่องตรวจข้อสอบปรนัยแบบฝนคำตอบ



รูป ก.2 การวางอุปกรณ์ภายในเครื่องตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

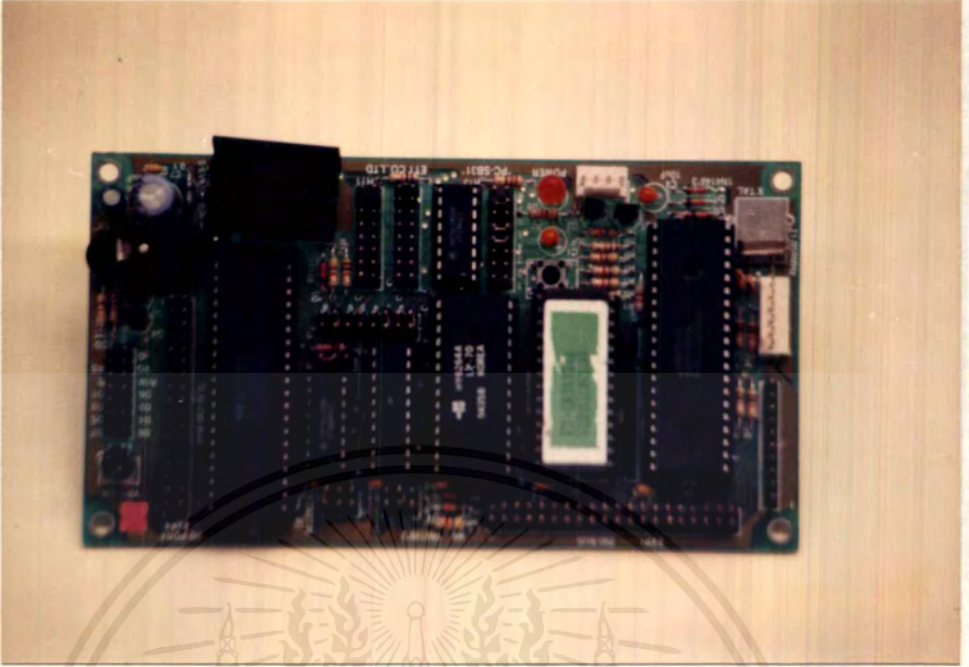


รูป ก.3 จอแสดงผล



รูป ก.4 ปุ่มคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



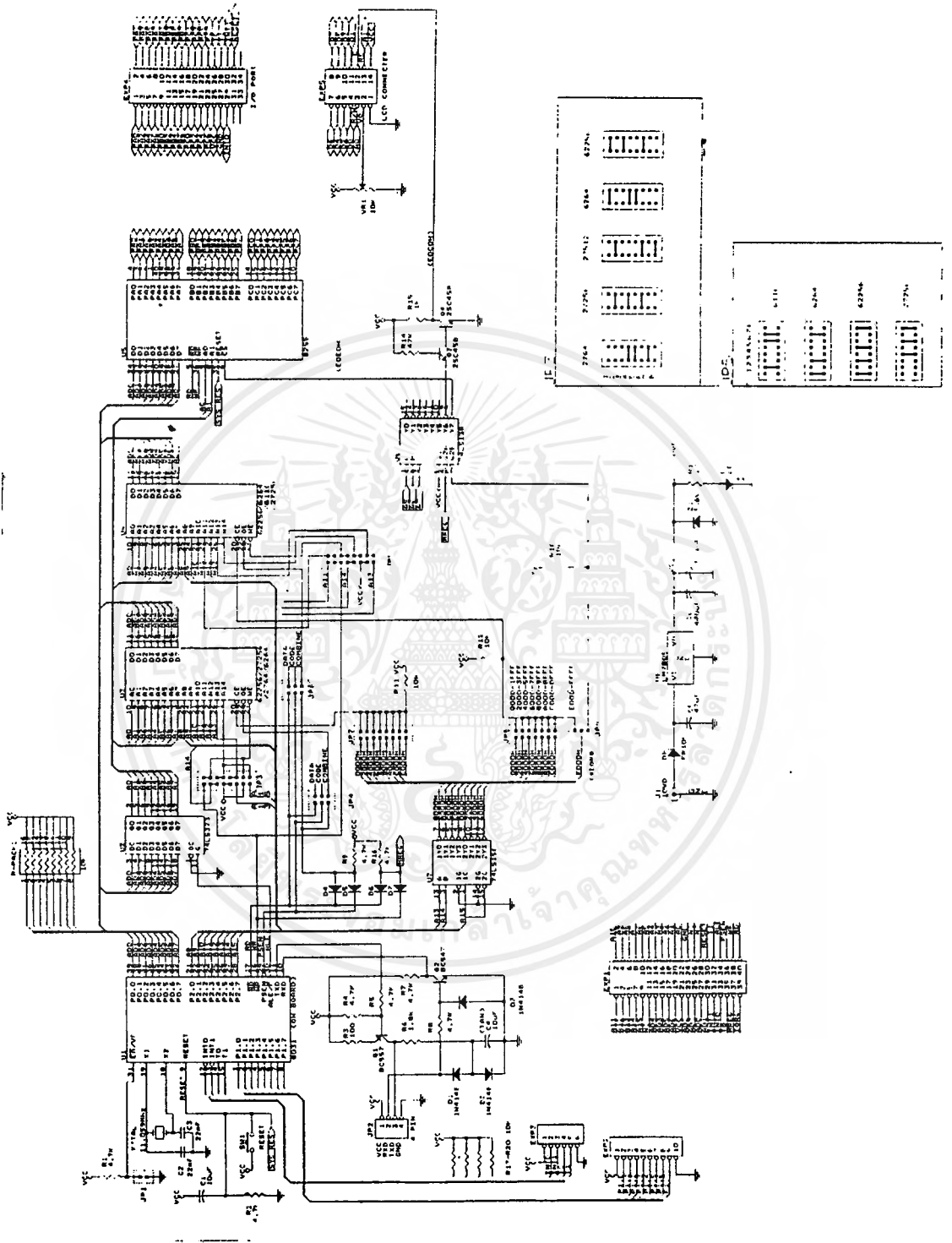
รูป ก.5 การ์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูป ก.6 การวางการ์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในเครื่องตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





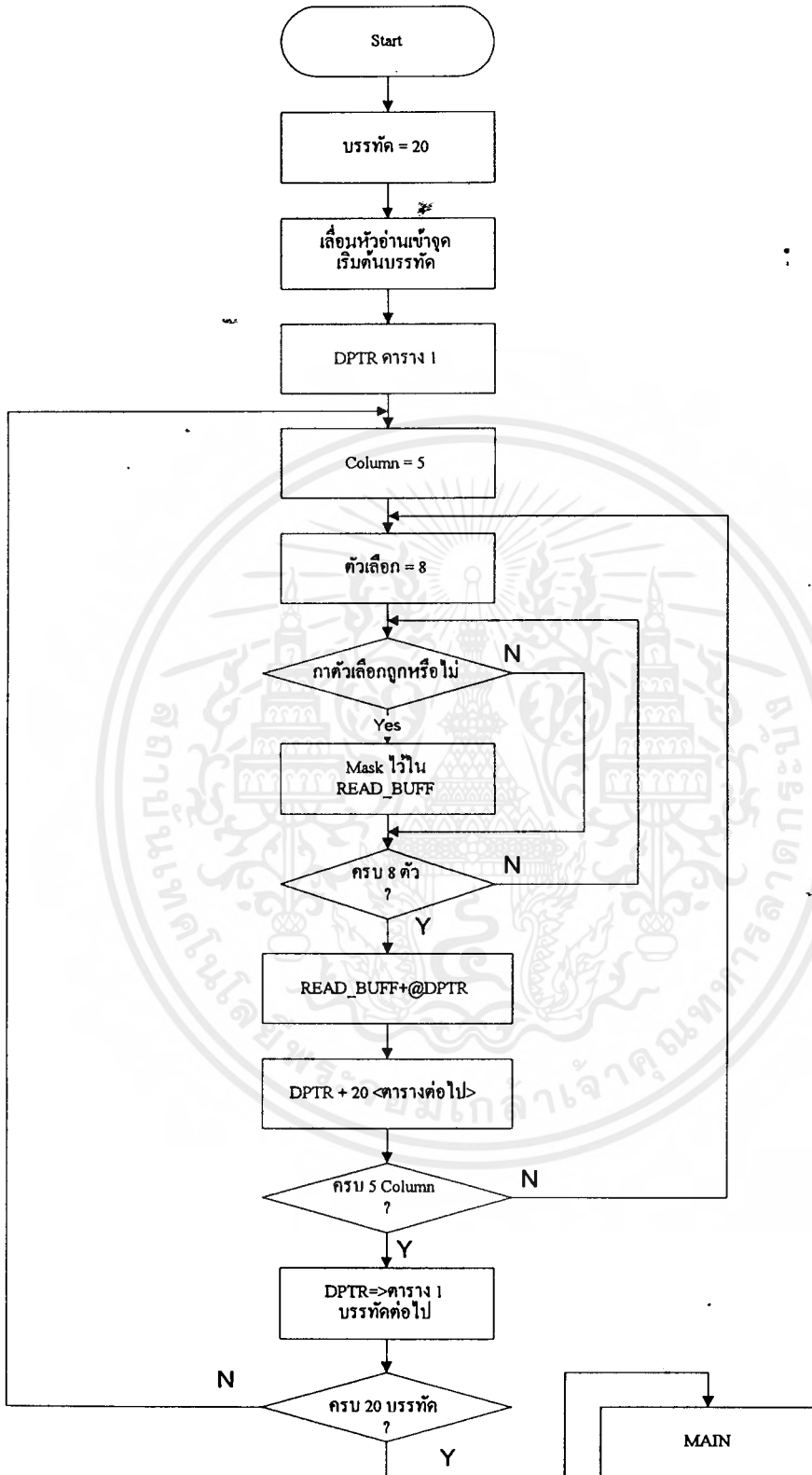
รูปโต๊ะแอมวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



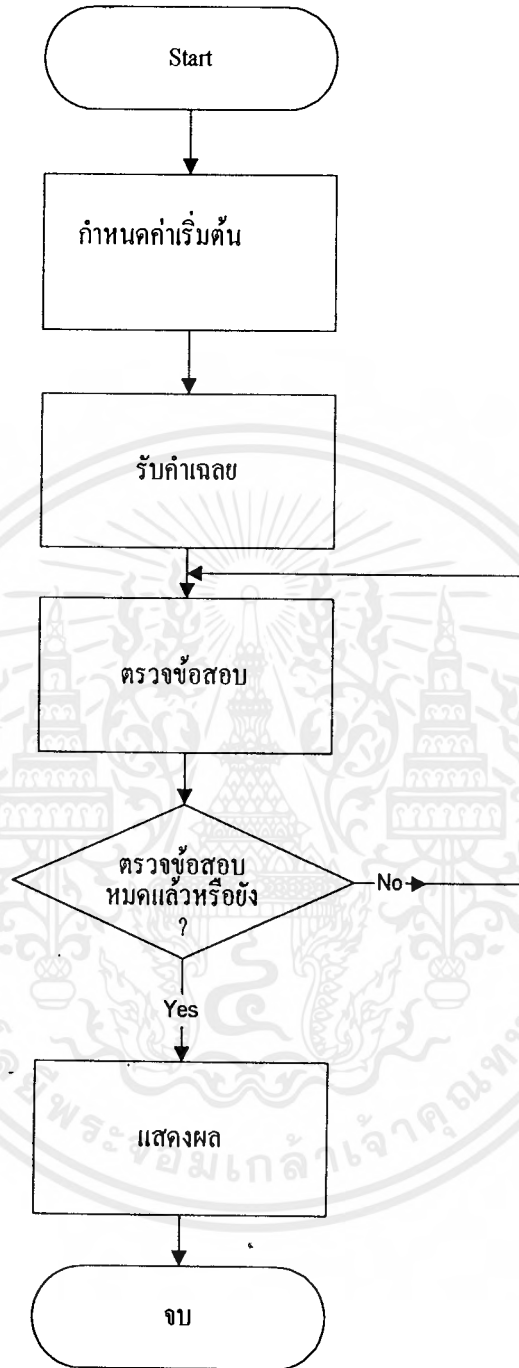
ภาคผนวก ค.

ไฟล์ข้าราชการทำงานของโปรแกรม

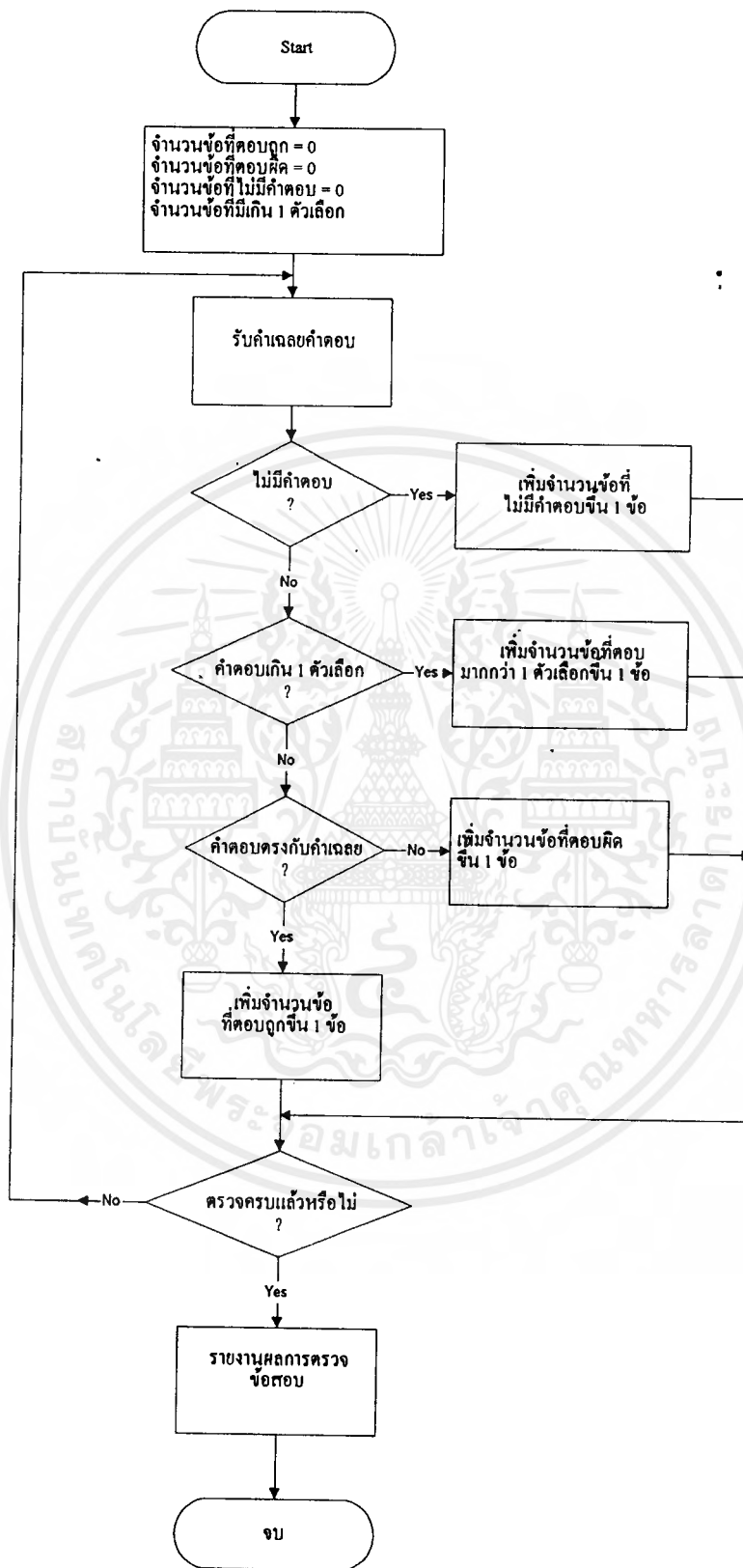


รูปที่ ค.1 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมอ่านคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

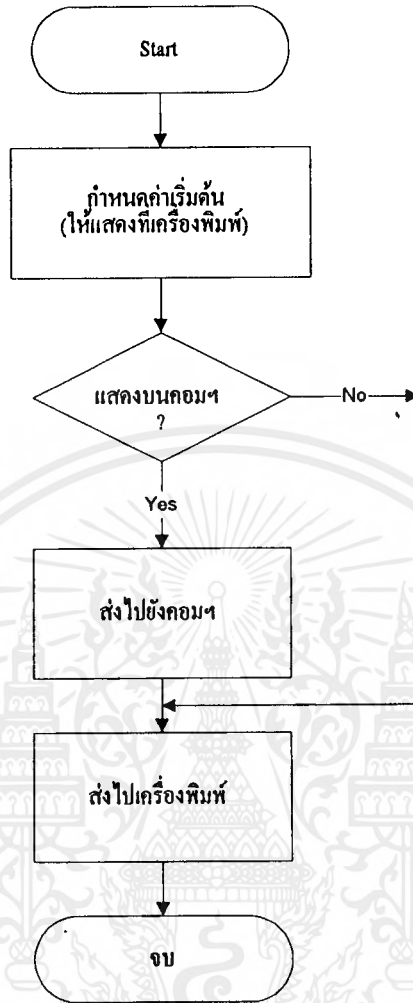


รูปที่ ค.2 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมเมนู

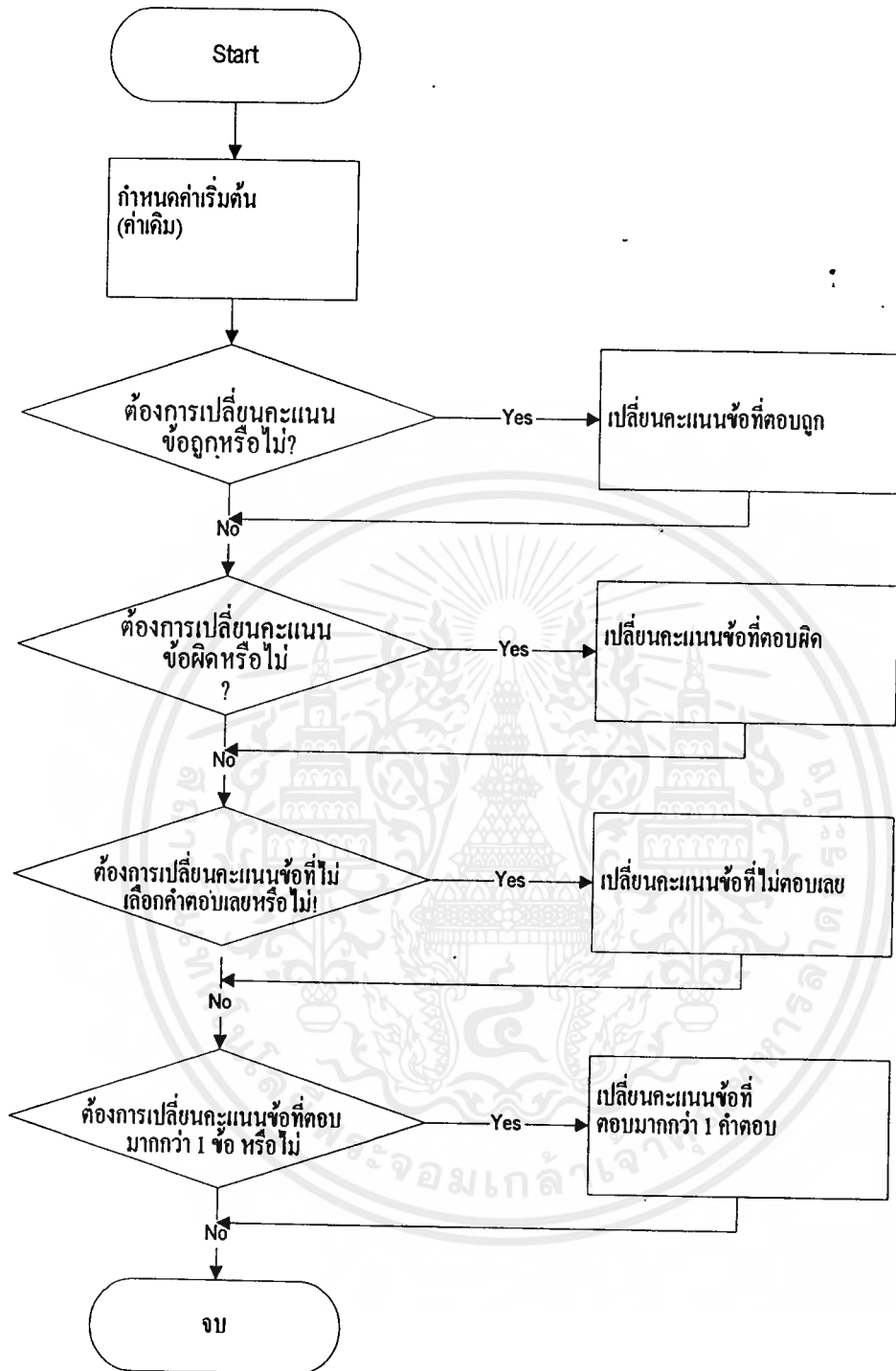


รูปที่ ค.3 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้เขียน จึงขอสงวนสิทธิ์ในตัวเองและจะไม่รับผิดชอบต่อผู้ใดที่นำเอกสารฉบับนี้ไปใช้



รูปที่ ค.4 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรม List



รูปที่ ค.5 โปรแกรม SCORE



```

ORG 2200H
;8255 PORT
P_A      EQU      0E0E0H
P_B      EQU      0E0E1H
P_C      EQU      0E0E2H
C_P      EQU      0E0E3H
COMMAND  EQU      0E0C0H
READBUSY EQU      0E0C1H
WRITEDATA EQU     0E0C2H
READDATA EQU      0E0E3H

```

```

;-----
KEYBUFF  EQU      7FH
KEYMAX   EQU      7EH
KEYMIN   EQU      7DH

```

```

;-----
TURE_    EQU      7CH
FAULT_   EQU      7BH
UN_MARK_ EQU      7AH
MORE_ONE_ EQU     79H

```

```

;-----
P_HEAD   EQU      P1.1
P_STB    EQU      T0
P_BUSY   EQU      T1
EDIT_FALG EQU     7FH ;BIT
ENTE_FALG EQU     7EH ;BIT

```

```

;-----
MAIN:    MOV      DPTR,#C_P
         MOV      A,#98H
         MOVX    @DPTR,A
         MOV      IE,#00H
         MOV      TURE_,#01

```

```

;-----
MAIN:    MOV      DPTR,#C_P
         MOV      A,#98H
         MOVX    @DDPTR,A
         MOV      IE,#00H
         MOV      TURE_,#01

```

```

;-----
DO_KEY   DJNZ    R0,READ

```

```

DO_KEY:  -MOV     A,R0
         RL      A
         MOV     DPTR,#TAB_KEY
         JMP     @A+DPTR

```

```

TAB_KEY: AJMP    EXIT_K
         SJMP   KCLEAR
         SJMP   KUP
         SJMP   KDOWN
         SJMP   KEDIT
         SJMP   KMENU

```

```
KMENU:  MOV  KEYBUFF,#01
        CLR  EDIT_FALG
        RET
```

```
-----
KUP:    INC  KEYBUFF
        MOV  A,KEYMAX
        CJNE A,KEYBUFF,OUT_UP
        MOV  A,KEYMIN
        INC  A
        MOV  KEYBUFF,A
```

```
OUT_UP: CLR  EDIT_FALG
        RET
```

```
-----
KDOWN:  DEC  KEYBUFF
        MOV  A,KEYMIN
        CJNE A,KEYBUFF,DOWN2
```

```
DOWN1:  MOV  A,KEYMAX
        DEC  A
        MOV  KEYBUFF,A
        CLR  EDIT_FALG
        RET
```

```
DOWN2:  MOV  A,KEYBUFF
        MOV  B,KEYMIN
        CLR  C
        SUBB A,B
        JC  DOWN1
        CLR  EDIT_FALG
        RET
```

```
-----
KEDIT:  SETB EDIT_FALG
        RET
```

```
-----
KCLEAR: MOV  DPTR,#T10
        LCALL INIT_LCD
        MOV  DPTR,#TB28
        LCALL WRITELCD
        LCALL DE_LAY
        LJMP MAIN
-----
```

```
DO_WORK: MOV  A,KEYBUFF
        RL  A
        MOV  DPTR,#TB_WORK
        JMP  @A+DPTR
```

```
TB_WORK: AJMP EXIT_K
        AJMP WORK1
        AJMP WORK2
```

```

AJMP WORK3
AJMP WORK4
AJMP WORK5
AJMP WORK6
AJMP WORK7
AJMP WORK8
AJMP WORK9
AJMP WORK10
AJMP WORK11
AJMP WORK12
AJMP WORK13
AJMP WORK14
AJMP WORK15
AJMP WORK16
AJMP WORK17
AJMP WORK18
AJMP WORK19
AJMP WORK20

```

```

WORK1:  MOV DPTR,#TB3
        MOV KEYMIN,#01H
        MOV KEYMAX,#05
        MOV KEYBUFF,#01
        AJMP EXIT_KEY

WORK2:  MOV KEYBUFF,#02
        JB  EDIT_FALG,C_ALL
        MOV DPTR,#TB4
        AJMP EXIT_KEY
C_ALL:  LCALL SEARCH
        RET

WORK3:  JB  EDIT_FALG,WORK5
        MOV DPTR,#TB6
        AJMP EXIT_KEY
J_MP:   AJMP WORK17

WORK4:  JB  EDIT_FALG,J_MP
        MOV DPTR,#TB5
        AJMP EXIT_KEY
;-----
WORK5:  MOV DPTR,#TB7 ;HEAD SETUP MENU
        MOV KEYMIN,#05
        MOV KEYMAX,#09
        MOV KEYBUFF,#05
        AJMP EXIT_KEY

WORK6:  JB  EDIT_FALG,W6
        MOV DPTR,#TB11
        LJMP EXIT_KEY
W6:     MOV KEYBUFF,#09
        RET
WORK7:  JB  EDIT_FALG,C_ALL2 ;SELECT PAPER SIZE
        MOV DPTR,#TB12

```

```

    AJMP EXIT_KEY
C_ÁLL2:  ACALL PAPER
    RET

```

```

WORK8:   JB EDIT_FALG,WORK14      ;SETUP SYSTEM POINTER
    MOV DPTR,#TB13
    LJMP EXIT_KEY

```

```

;-----
WORK9:   MOV KEYMIN,#09           ;SETUP SCORE
    MOV KEYMAX,#14
    MOV KEYBUFF,#10
    MOV DPTR,#TB26
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK10:  MOV R1,#7CH
    JB EDIT_FALG,GET_SS
    MOV DPTR,#TB14
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK11:  MOV R1,#7BH
    JB EDIT_FALG,GET_SS
    MOV DPTR,#TB15
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK12:  MOV R1,#7AH
    JB EDIT_FALG,GET_SS
    MOV DPTR,#TB16
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK13:  MOV R1,#79H
    JB EDIT_FALG,GET_SS
    MOV DPTR,#TB17
    AJMP EXIT_KEY

```

```

GET_SS:  CLR EDIT_FALG
    LCALL GET_S
    RET

```

```

;-----
WORK14:  MOV KEYMIN,#14          ;SETUP SYSTEM
    MOV KEYMAX,#17
    MOV KEYBUFF,#15
    MOV DPTR,#TB26
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK15:  JB EDIT_FALG,SYS
    MOV DPTR,#TB18
    AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK16:  JB EDIT_FALG,SYS
    MOV DPTR,#TB19
    AJMP EXIT_KEY

```

```

SYS:     AJMP SYSTEM

```

```

;-----
WORK17:  MOV DPTR,#TB26
         MOV KEYMIN,#17      ;LOOK UP SCORE
         MOV KEYMAX,#21
         MOV KEYBUFF,#17
         AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK18:  JB  EDIT_FALG,SHOW_SS
         MOV DPTR,#TB08
         AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK19:  JB  EDIT_FALG,SHOW_SS
         MOV DPTR,#TB9
         AJMP EXIT_KEY

```

```

WORK20:  JB  EDIT_FALG,SHOW_SS
         MOV DPTR,#TB10
         AJMP EXIT_KEY

```

```

SHOW_SS:  AJMP SHOW_S

```

```

;-----
SEARCH:  MOV DPTR,#TI0
         ACALL INIT_LCD
         MOV DPTR,#TB21
         ACALL WRITELCD
         MOV DPTR,#TB21
         ACALL PRINT_TXT
         ACALL DELAY
         SETB EDIT_FALG
         RET

```

```

;-----
PAPER:   MOV DPTR,#TI0
         ACALL INIT_LCD
         MOV DPTR,#TB22
         ACALL WRITELCD
         ACALL DE_LAY
         SETB EDIT_FALG
         RET

```

```

;-----
SYSTEM:  MOV DPTR,#TI0
         ACALL INIT_LCD
         MOV DPTR,#TB24
         ACALL WRITELCD
         ACALL DE_LAY
         SETB EDIT_FALG
         RET

```

```

;-----
SHOW_S:  MOV DPTR,#TI0
         ACALL INIT_LCD
         MOV DPTR,#TB25
         ACALL WRITELCD
         ACALL DE_LAY
         SETB EDIT_FALG

```

```

;-----
SHOW_S:  MOV  DPTR,#T10
         ACALL INIT_LCD
         MOV  DPTR,#TB25
         ACALL WRITELCD
         ACALL DE_LAY
         SETB  EDIT_FALG

         RET

```

```

;-----
NEWLINE: PUSH DPL
         PUSH DPH
         MOV  DPTR,#T11
         ACALL INIT_LCD
         POP  DPH
         POP  DPL
         RET

```

```

;-----
WAITEBF: MOV  DPTR,#READBUSY
RDY1:    MOVX  A,@DPTR
         JB   ACC.7,RDY1
         RET

```

```

;-----
INIT_LCD: PUSH DPL
         PUSH DPH
         CLR  A
         MOVC A,@A+DPTR
         CJNE A,#40H,SENDCOM
         SJMP OUT
SENDCOM: MOV  DPTR,#COMMAND
         MOVX @DPTR,A
         ACALL WAITEBF
         POP  DPH
         POP  DPL
         INC  DPTR
         SJMP INIT_LCD
OUT:     RET
;-----

```

```

T10: DW 38H,0CH,06H,01H,40H
T11: DW 38H,0CH,06H,0A9H,40H
TB1: DB "--PRESS--ENTER--"
TB2: DB "--UP-DOWN-EDIT--"
TB3: DB "====MENU===="
TB4: DB "II SEARCH II"
TB5: DB "II SCORE II"
TB6: DB "II CONFIG II"
TB7: DB "====SETUP====",0AH
TB8: DB "MAX_____",0AH
TB9: DB "MIN_____",0AH
TB10: DB "LIST_____",0AH
TB11: DB "SETUP__SCORE",0AH
TB12: DB "SELECT__PAPER",0AH
TB13: DB "SETUP__SYSTEM",0AH
TB14: DB "TURE_____",0AH

```

```

TB15: DB "FAULT      ",0AH
TB16: DB "UN_MARK    ",0AH
TB17: DB "MORE_ONE     ",0AH
TB18: DB "++++SYSTEM 1++++",0AH
TB19: DB "++++SYSTEM 2++++",0AH
TB20: DB " LOOK UP SCORE ",0AH
TB21: DB " DUMY___SEARCH ",0AH
TB22: DB " DUMY___PAPER ",0AH
TB23: DB " DUMY   GET ",0AH
TB24: DB " DUMY  SYSTEM ",0AH
TB25: DB " DUMY   SHOW ",0AH
TB26: DB "++++++++++++++++",0AH
TB28: DB "====CLEAR====",0AH
TB27: DB "0123456789"
;-----

```

```

EXIT_KEY:  PUSH DPH
           PUSH DPL
           MOV  DPTR,#T10
           LCALL INT_LCD
           POP  DPL
           POP  DPH
           LCALL WRITELCD
EXIT_K:    CLR  EDIT_FALG
           RET
;-----

```

```

DE_LAY:   MOV R5,#05
AGAIN:    ACALL DELAY
           DJNZ R5,AGAIN
           RET
;-----

```

```

DELAY:    MOV R7,#60
D_1:     MOV R6,#250
D_2:     NOP
           NOP
           DJNZ R6,D_2
           DJNZ R7,D_1
           RET
;-----

```

```

GET_S:    PUSH KEYMAX
           PUSH KEYMIN
           PUSH KEYBUFF
           MOV  KEYMAX,#10
           MOV  KEYMIN,#00H
           MOV  A,@R1
           MOV  KEYBUFF,A
;-----

```

```

GET1:     LCALL SCAN
           JB  EDIT_FALG,OUT_GET
           MOV  A,KEYBUFF
           MOV  @R1,A
           MOV  A,#0A9H
           MOV  DPTR,#COMMAND
;-----

```

```

MOVX @DPTR,A
LCALL WAITEBF
MOV DPTR,#TB27
MOV A,@R1
MOVC A,@A+DPTR
MOV DPTR,#WRITEDATA
MOVX @DPTR,A
LCALL WAITEBF
SJMP GET1

```

```

OUT_GET:  POP KEYBUFF
          POP KEYMIN
          POP KEYMAX
          INC KEYBUFF
          MOV A,KEYMAX
          CJNE A,KEYBUFF,OUT_GET1
          MOV A,KEYMIN

```

```

          INC A
          MOV KEYBUFF,A

```

```

OUT_GET1: CLR EDIT_FALG
          RET

```

```

;-----
INIT_LPT: MOV DPTR,#P_C
          MOV A,#0BFH
          MOVX @DPTR,A
          MOV A,#0FFH
          MOVX @DPTR,A
          RET

```

```

;-----
PRINT:   MOV DPTR,#P_B
          MOVX @DPTR,A
          JB P_BUSY,$
          CLR P_STB
          CALL DELAY
          SETB P_STB
          RET

```

```

;-----
PRINT_TXT:  PUSH DPH
            PUSH DPL
            MOV A,#00H
            MOVC A,@A+DPTR
PRINT_TXT1: CALL PRINT
            POP DPL
            POP DPH
            INC DPTR
            CJNE A,#0AH,PRINT_TXT
            MOV A,#0DH

```

```

          CALL PRINT
          RET

```

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- [1] พิพัฒน์ เหลาสงคราม “ไมโครคอนโทรลเลอร์” โครงการตำราสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์
- [2] ยืน ภู่วรรณ, และคณะ, “เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต”, ซีเอ็ดเคชั่น, 2531
- [3] สุเจตน์ จันทรัมย์, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ซีพียู 8051” โครงการตำราวิทยาลัยมหานคร, 2535
- [5] HANBOOK. “MCS-51 MICROCONTROLLERS” ETT CO.,LTD.
- [6] SIGNETICS. “MICROCONTROLLER USERS GUIDE”, PHILLIP CO.,LTD.

