สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR

โดย

นางสาวพัลย์ธิรา เหล่าบุศรากุล รหัส 40010503

นางสาวรัฐพร เธียรประมุข รหัส 40010637

นางสาวลัดดา อินทองช่วย รหัส 40010653

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42275
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ สำหรับวิชา Project II

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR

จัดทำโดย นางสาวพัลย์ธิรา เหล่าบุศรากุล รหัส 40010503

นางสาวรัฐพร เธียรประมุข รหัส 40010637

นางสาวลัดดา อินทองช่วย รหัส 40010653

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นางสาวพัลย์ธิรา เหล่าบุศราคุล
2. นางสาวลัดดา อินทองช่วย
3. นางสาวรัฐพร เธียรประมุข

.....

(อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

นางสาวพัลย์ธิรา เหล่าบุศราคุล
นางสาวรัฐพร เธียรประมุข
นางสาวลัดดา อินทองช่วย
อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

จากปัญหาความไม่สะดวกและยุ่งยากในการเบิกจ่ายและจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่พบในการเรียนการสอน จึงก่อให้เกิดแนวความคิดที่จะสร้างเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติขึ้น ภายในรายงานฉบับนี้ได้อธิบายรายละเอียดวิธีการสร้างเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง โดยระบบดังกล่าวจะรับสัญญาณข้อมูลมาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดและคีย์เมตริกซ์สวิตช์ขนาด 434 เพื่อเข้าสู่การประมวลผลต่อไป หลังจากนั้นเครื่องจะจ่ายไอซีออกมาตามเบอร์และจำนวนที่นักศึกษากำหนด เครื่องยังสามารถทำการเปลี่ยนรหัสผ่านของนักศึกษาแต่ละคนหรือของผู้ควบคุมเครื่อง และยังสามารถเพิ่มผู้ใช้และไอซี นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนโควต้าของผู้ใช้แต่ละคน และยังสามารถเช็คจำนวนไอซีแต่ละเบอร์ได้อีกด้วย ทุก ๆ ขั้นตอนการทำงานดังกล่าวจะถูกแสดงผลออกมาบนจอแอลซีดี (LCD,Liquid Crystal Display) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC IC DISTRIBUTOR

Miss Phantira Laobussarakul
Miss Rathaporn Theanpramook
Miss Ladda Inthongchauy
Mr. Wattana Pocharean (Advisor)
2nd Semester,Education Year 2000

Abstract

Cause of the inconveniences and the difficulties in distributing and stroing electronics devices we have found in our class, we have an idea to build the Automatic IC Distributor. In this report, we describe how to build the Automatic IC Distributor which uses the MCS-51 microcontroller as a central processing unit. The system receives the data signal from barcode reader and a 434 keypad to process. After that the system can distribute an amount of specified IC to suit student requirments. It can modify student's password or controller's password and can add user or ICs. Furthermore it can change the quota of each user and it make easy to check total amount of each IC. All of the step mentioned above will be displayed on LCD module (Liquid Crystal Display) to instruct the user to input information into the system correctly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากขาดความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์วัฒนา โพธิ์เจริญ ผู้ที่ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น เพื่อน ๆ ทุกคนสำหรับความช่วยเหลือทุก ๆ อย่าง ทั้งกำลังใจและคำแนะนำที่มีประโยชน์กับโครงงานชิ้นนี้เป็นอย่างยิ่ง ขอบคุณเพื่อนคณะสถาปัตย์ สำหรับแบบกล่องและความช่วยเหลือรวมไปถึงอุปกรณ์และสถานที่ที่ให้ยืมอีกด้วย และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมโครงงานสำหรับความอดทนและกำลังใจตลอดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การสื่อสารข้อมูล	3
2.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	3
2.1.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	3
2.1.2.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งทิศทางของข้อมูล	4
2.1.2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C	5
2.2 ทฤษฎีรหัสแท่ง	7
2.2.1 รหัส 39 (Code 39)	10
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	13
2.3.1 สมาชิกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	13
2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	16
2.3.3 ตำแหน่งขาของ MCS-51	17
2.3.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51	21
2.3.4.1 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51	21
2.3.4.2 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์	23
2.3.4.3 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม MCS-51	24
2.3.4.4 โครงสร้างการอินเตอร์รัพท์ MCS-51	24
2.3.4.5 วิธีการเข้าถึงข้อมูล	26
2.4 LCD Module	28
2.4.1 การประยุกต์ใช้ส่วนแสดงผลชนิด LCD Module กับ MCS-51	28
2.4.2 รายละเอียดของคำสั่ง HD44780	31
2.5 การใช้งาน 8255	35
2.5.1 การติดต่อกับ 8255	35
2.5.2 ลักษณะพื้นฐานของ 8255	35
2.5.3 รายละเอียดการจัดขาของ 8255	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5.4 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 กับ 8255	37
2.5.5 โหมดการทำงานของ 8255	39
2.6 โซลินอยด์	46
2.6.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	46
2.7 การใช้งานไอซีไทม์เมอร์	48
2.7.1 วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator)	48
2.7.2 วงจรดูอัลไทม์เมอร์ (Dual Timer) เบอร์ 556	51
บทที่ 3 การออกแบบและการทำงาน	**56**
3.1 กล่าวนำ	56
3.2 การออกแบบวงจร	56
3.2.1 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	56
3.2.2 ส่วนจ่ายไอซีและตรวจสอบการจ่าย	61
บทที่ 4 สรุป	63
ภาคผนวก	
การใช้งานเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ	I
Flow Chart แสดงการทำงาน	XI
โปรแกรมการทำงานของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ	XIII
เครื่องต้นแบบ	XLI
บรรณานุกรม	XLIV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA 6

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA แบบต่าง ๆ 7

ตารางที่ 2.3 ชุดอักขระและรูปแบบของรหัส 39 11

ตารางที่ 2.4 อักขระตรวจสอบของรหัส 39 12

ตารางที่ 2.5 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE 25

ตารางที่ 2.6 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP 25

ตารางที่ 2.7 แสดงการทำงานของสัญญาณ E 31

ตารางที่ 2.8 แอดเดรสของพอร์ตและรีจิสเตอร์ของ 8255 38

ตารางที่ 2.9 การทำงานของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD และ WR เป็นค่าต่าง ๆ 38

ตารางที่ 2.10 หน้าที่สัญญาณต่าง ๆ ของพอร์ต เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด 1 43

ตารางที่ 2.11 พอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมด 2 เพื่อบอกสภาวะของการติดต่อทางพอร์ต A 46

ตารางที่ 3.1 แสดงสัญญาณของเครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบ DB9 ตัวเมีย 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์โดยใช้บาร์โค้ด 2

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน 4

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 4

รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 5

รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของรหัสแท่งทั่วไป 8

รูปที่ 2.5 รูปแบบของรหัส 39 13

รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 18

รูปที่ 2.7 แสดงวงจรสำหรับรีเซตชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 20

รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างภายในของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 21

รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51 22

รูปที่ 2.10 แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป MCS-51 23

รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์แต่ละชนิด ใน MCS-51 24

รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างทั่วไปของ LCD Module 28

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ LCM 29

รูปที่ 2.14 แสดงแผนผังเวลาในการติดต่อกับ LCM 30

รูปที่ 2.15 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ 8255 36

รูปที่ 2.16 ขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ 8255 37

รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 39

รูปที่ 2.18 รายละเอียดแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม 8255 40

รูปที่ 2.19 การกำหนดไบท์ข้อมูลควบคุม 8255 41

รูปที่ 2.20 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นอินพุตกับอุปกรณ์ภายนอกที่สัญญาณบอกสภาวะการทำงาน 41

รูปที่ 2.21 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นเอาท์พุตกับอุปกรณ์ภายนอกที่มีสัญญาณบอกสภาวะการทำงาน 42

รูปที่ 2.22 การกำหนดไบท์ข้อมูลควบคุม 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.23 การทำงานในโหมด 1 ของ 8255 โดยพอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับส่งข้อมูล และพอร์ต B เป็นพอร์ตรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก 43

รูปที่ 2.24 สัญญาณติดต่อเพื่อส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ต A ของ 8255 44

รูปที่ 2.25 สัญญาณติดต่อเพื่อรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ต B ของ 8255 44

รูปที่ 2.26 หลักการทำงานในโหมด 2 ของ 8255 45

รูปที่ 2.27 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ 47

รูปที่ 2.28 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด 47

รูปที่ 2.29 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล 47

รูปที่ 2.30 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง 48

รูปที่ 2.31 แผนภาพของวงจรโมโนสเตเบิล 49

รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะสัญญาณทริก,V_{tc} และเอาท์พุท 50

รูปที่ 2.33 แสดงการต่อวงจรของอุปกรณ์ในวงจรโมโนสเตเบิล 51

รูปที่ 2.34 การทำงานพื้นฐานของ 555 ไทม์เมอร์ 52

รูปที่ 2.35 แสดงค่าเทรซโฮลด์โวลต์เตจที่เพิ่มขึ้นอย่างเอกซ์โปเนนเชียล 53

รูปที่ 2.36 แสดงวงจรภายในของไอซี 555 54

รูปที่ 2.37 แสดงสัญญาณทริกเกอร์ 54

รูปที่ 2.38 การทำงานของไอซี 555 ในแบบโมโนสเตเบิล 55

รูปที่ 3.1 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด 57

รูปที่ 3.2 วงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์ 58

รูปที่ 3.3 การต่อวงจรแสดงผลจอแอลซีดี 59

รูปที่ 3.4 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 60

รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งโซลินอยด์ 61

รูปที่ 3.6 วงจรส่วนจ่ายไอซี 61

รูปที่ 3.7 วงจรส่วนตรวจสอบการจ่ายไอซี 62

รูปที่ 1ก แสดงหน้าจอสำหรับเลือกโหมดการทำงาน I

รูปที่ 1ข แสดงหน้าจอสำหรับรูดบัตรนักศึกษา II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1ค แสดงหน้าจอให้กดรหัสผ่านในกรณีมีรหัสผู้ใช้อยู่ในฐานข้อมูล	II
รูปที่ 1ง หน้าจอรอรับการกดเบอร์ไอซี	III
รูปที่ 1จ แสดงผลการรอรับจำนวนไอซี	III
รูปที่ 2ก แสดงหน้าจอเลือกฟังก์ชั่นการทำงาน	IV
รูปที่ 2ข แสดงหน้าจอให้เลือกเปลี่ยนรหัสผ่าน	V
รูปที่ 2ค แสดงหน้าจอให้ป้อนรหัสผ่าน	V
รูปที่ 2ง แสดงหน้าจอให้ยืนยันรหัสผ่าน	VI
รูปที่ 2จ หน้าจอให้เลือกในโหมดการเพิ่ม	VI
รูปที่ 2ฉ แสดงผลรอรับการป้อนจำนวนทั้งหมดของไอซีเบอร์ใหม่	VII
รูปที่ 2ช แสดงผลรอรับการป้อนจำนวนโควต้าของผู้ใช้แต่ละคน	VII
รูปที่ 2ซ หน้าจอให้เลือกโหมดการตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลง	VIII
รูปที่ 2ฌ หน้าจอรอรับการป้อนรหัสผู้ใช้	VIII
รูปที่ 2ญ แสดงโควต้าของไอซีแต่ละเบอร์ของผู้ใช้	IX
รูปที่ 2ฎ แสดงหน้าจอรอรับจำนวนโควต้าที่ต้องการ	IX
รูปที่ 2ฏ แสดงจำนวนไอซีทั้งหมดที่มีอยู่ในเครื่อง	X
รูปที่ 2ฐ แสดงหน้าจอรอรับการป้อนจำนวนไอซีที่เพิ่ม	X
รูปที่ 3ก FLOWCHARTแสดงการทำงานในโหมดที่ 1	XI
รูปที่ 3ข FLOWCHARTแสดงการทำงานในโหมดที่ 2	XII
รูปที่ 4ก ลักษณะภายนอกของเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ	XLI
รูปที่ 4ข การติดตั้งวงจรภายในของเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ	XLI
รูปที่ 4ค แสดงแผ่นวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก	XLII
รูปที่ 4ง แสดงแผ่นวงจรควบคุมการจ่ายไอซี	XLII
รูปที่ 4จ แสดงแผ่นวงจรควบคุมโซลีนอยด์	XLIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

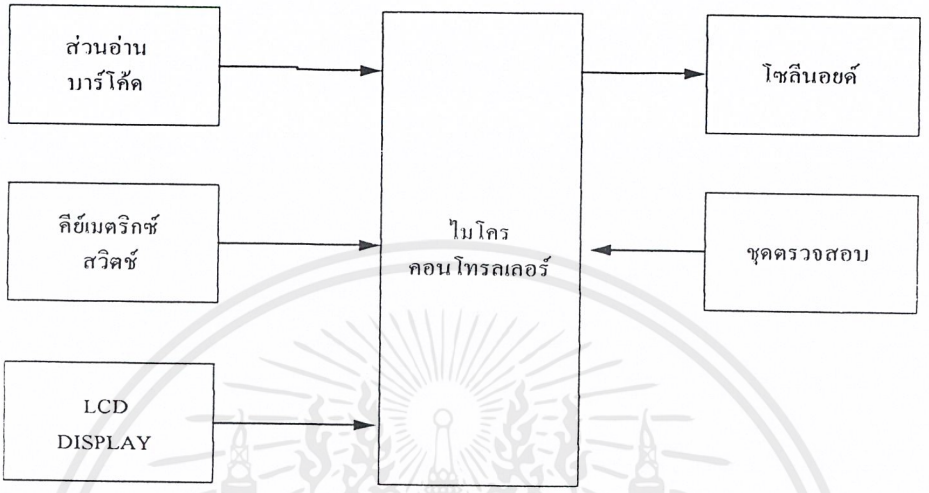
บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันความสะดวกรวดเร็วถือเป็นสิ่งที่ได้เปรียบและควรสร้างให้มีขึ้นเพื่อรองรับสภาพสังคมที่เร่งด่วน นอกจากนั้นจากสภาพปัญหาที่พบว่าในการเบิกจ่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์จำพวกไอซี เป็นต้น ในการเรียนการสอนมีความไม่เป็นระเบียบเนื่องจากว่านักศึกษาแต่ละคนเป็นผู้หยิบอุปกรณ์ไปด้วยตัวเอง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายหรืออาจทำให้อุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในครั้งนั้นๆ สูญหายไปได้ ทั้งยังต้องเสียเวลาไปกับการค้นหาอุปกรณ์ที่ต้องการ ทำให้ต้องอาศัยคนมาคอยควบคุมดูแลการเบิกจ่ายและจัดเก็บอุปกรณ์

ดังนั้นจึงก่อให้เกิดความคิดที่จะสร้างเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์อัตโนมัติขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เครื่องเบิกจ่ายนี้จะสามารถระบุตัวผู้เบิกได้โดยการอ่านข้อมูลจากบาร์โค้ด เครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- **บาร์โค้ด** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาของผู้เบิก
- **คีย์เมตริกซ์สวิตช์** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ เช่น รับรหัสผ่าน รับจำนวนที่ต้องการเบิก
- **ไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานทั้งหมด เช่น การตรวจสอบรหัสผ่าน การจ่ายไอซี
- **จอแสดงผลแอลซีดี** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ ให้ผู้ใช้ทราบ
- **โซลีนอยด์** เป็นวงจรจ่ายอุปกรณ์ออกมาเมื่อมีการเบิก
- **ชุดตรวจสอบ** เป็นวงจรตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ที่ผู้ใช้ต้องการเบิกอยู่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์โดยใช้บาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การสื่อสารข้อมูล

การใช้งานคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป จะมีการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ตคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลภายในตัวคอมพิวเตอร์ส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของคอมพิวเตอร์นั้นจะมีการติดต่อสื่อสารกันอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังนี้

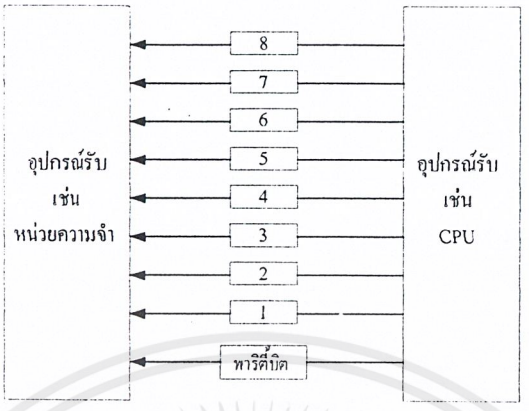
2.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนั้น จะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลจะรับหรือส่งโดยผ่านสายนำสัญญาณหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลาย ๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยที่จำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนต้องขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลระบบนั้น ๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลรูปแบบนี้คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ด้วยความเร็วสูง แต่ก็มีข้อเสียคือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และถ้าใช้ในการสื่อสารข้อมูลระยะทางไกลนอกจากจะสิ้นเปลืองสายสัญญาณจำนวนมากแล้ว ยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนไปด้วย โดยทั่วไปแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลระยะทางสั้นที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูง เช่น การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง

2.1.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะเป็นการสื่อสารที่จะทำการรับหรือส่งข้อมูลโดยใช้สายส่งจำนวนน้อย ซึ่งปกติจะใช้เพียง 1 คู่เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่ใช้เป็นสายข้อมูลและสายกราวด์ ลักษณะของการรับหรือส่งข้อมูลนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะบิตต่อบิต ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับการสื่อสารข้อมูลแบบขนานที่จำนวนข้อมูลและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้ว จะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

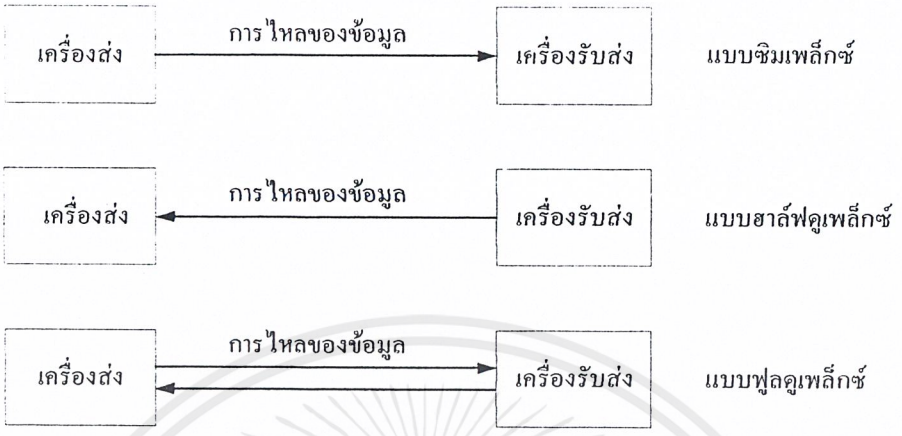
ส่งข้อมูลมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่ว่าการใช้สายสัญญาณน้อยกว่าและสามารถลดผลจากการลดทอนสัญญาณของสายส่งโดยอาศัยหลักการรับส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียลได้

2.1.2.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งทิศทางของข้อมูล

1) การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลาหรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลสามารถส่งได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางหรือแบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งในลักษณะของการผลัดกันรับและส่ง โดยในขณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่งซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Tranceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือส่ง

3) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฟูลดูเพล็ก (Full Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็ก แต่เป็นการสื่อสารข้อมูล 2 ทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน

2.1.2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้นั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางก็คือ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงได้กำหนดมาตรฐานที่เรียกว่า RS-232C ขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานแก่อุปกรณ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากบริษัทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาบริษัท Bell System Operating Telephone Companies เป็นบริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิตและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลและผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสอุปกรณ์ดิจิตอลกับเครือข่ายโทรศัพท์ อุปกรณ์นี้ก็คือ Bell Modem ซึ่งถูกพัฒนาโดย Bell Laboratories และถูกใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมจนถึงปัจจุบันนี้ ดังนั้นความต้องการ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้าหรือแสวงหาผลประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

พารามิเตอร์	RS-232A	RS-423A	RS-422A	RS-485
โหมดการทำงาน	Single-ended	Single-ended	Differential	Differential
จำนวนของตัวรับและตัวส่งที่ยอมรับ	1 ตัวส่ง 1 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	32 ตัวส่ง 32 ตัวรับ
ความยาวของคู่สายสัญญาณรับส่งข้อมูล	50 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต
อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด (bit/sec)	20k	100k	10M	10M
แรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมสูงสุด	K2.5 V	K6 V	+6 V -2.5 V	+12 V -7 V
Driver Output	ต่ำสุด K5 V สูงสุด K15 V	ต่ำสุด K3.6V สูงสุด K6 V	ต่ำสุด K2 V	ต่ำสุด K1.5V
Driver Load (W)	3k – 7k	ต่ำสุด 450	ต่ำสุด 100	ต่ำสุด 60
Driver slew rate	30 V/∝s สูงสุด		NA	NA
กระแสสูงสุดเมื่อเอาท์พุตลัดวงจร	500 mA ลัดวงจรกับ V_{CC}หรือ GND	150 mAลัดวงจร กับ GND	150 mAลัดวงจร กับ GND	150 mAลัดวงจร กับ GND 250 mAลัดวงจร กับ 8V หรือ12V
ค่าความต้านทานเอาท์พุตของตัวส่ง (w)	NA-Power ON 300-Power Off	NA-Power ON 60k-Power Off	NA-Power ON 60k-Power Off	120k-Power ON 120k-Power Off
ค่าความต้านทานอินพุตของตัวรับ (w)	3k – 7k	4k	4k	12k
ความไวตัวรับ	K3 V	K200 mV	K200 mV	K200 mV

เกี่ยวกับข้อมูลและข้อกำหนดในการอินเตอร์เฟสกับโมเด็มจึงมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการนี้ Bell System และผู้ผลิตโมเด็มรายอื่น ๆ จึงได้ร่วมมือกันตั้งมาตรฐาน RS-232C ขึ้น มาตรฐาน RS-232C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ. 1969 โดยตัวอักษร RS แทน "Recommended Standard" เลข 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้เห็นว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขกี่ครั้ง

การที่มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมใช้ก็เนื่องจากเป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่ในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

รูปแบบการสื่อสารข้อมูล	แบบขนาน	แบบอนุกรม
1. ระยะทาง	ปกติจะน้อยกว่า 100 ฟุต	ส่งได้ตั้งแต่ระยะทางสั้น ๆ ไปจนถึงระยะทางเป็นไมล์
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมาก ในระยะไม่ไกลนัก กำหนดได้เป็นจำนวนบิตต่อวินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0-2 ล้านบิตต่อวินาที
3. ระดับของสัญญาณ	ในการอินเตอร์เฟสจะใช้ระดับของสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ (TTL) คือ สัญญาณลอจิก 1 และ 0 จะแทนด้วยระดับแรงดัน 5V และ 0V ตามลำดับ	ใช้มาตรฐานของ EIA RS-232C คือมีระดับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 12Vหรืออาจจะใช้มาตรฐาน 20 mA current loop หรืออาจจะใช้ระดับสัญญาณ (TTL) ก็ได้
4. ความผิดพลาดของสัญญาณ	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกลความผิดพลาดของข้อมูลจะเกิดขึ้นง่าย	การผิดพลาดของสัญญาณจะมีน้อยลง
5. ค่าใช้จ่าย	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกล จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เพราะต้องใช้สายส่งสัญญาณหลายเส้น	สิ้นเปลืองน้อยกว่าหลายเท่า ถึงแม้ว่าจะต้องใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลจากแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรมแล้วส่งผ่านสายส่งใช้อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นขนานอีกก็ตาม

2.2 ทฤษฎีรหัสแท่ง

รหัสแท่ง (Barcode) คือ สัญลักษณ์พิเศษแบบหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อประโยชน์ทางด้านการบันทึกข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะข้อมูลที่ซ้ำ ๆ กันหรือข้อมูลที่อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย หรือต้องการพัฒนาความรวดเร็วในการทำงานด้านการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ดีเป้าหมายหลักของรหัสแท่งก็คือใช้แทนการบันทึกข้อมูลจากการกดแป้นพิมพ์

ทั้งนี้เนื่องจากการอ่านข้อมูลจากรหัสแท่งจะทำงานได้เร็วกว่าการบันทึกข้อมูลเข้าเครื่องโดยการใช้แป้นพิมพ์ค่อนข้างมาก สมมติว่าเรามีข้อมูล "8850427130017" ที่จะต้องป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่าถ้าเราใช้วิธีบันทึกข้อมูลจากแป้นพิมพ์ เราจะต้องกดแป้นตัวเลขทั้งหมด 13 ครั้ง ซึ่งสำหรับคนที่คีย์ (key) ข้อมูลได้เร็วมากและเกิดความผิดพลาดน้อย เวลาเฉลี่ยที่ใช้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 8 วินาที สำหรับใส่ข้อมูลชุดนี้เข้าไปในคอมพิวเตอร์ สาเหตุเกิดจากขณะที่เรากดแป้นพิมพ์แต่ละตัวนั้น ตามธรรมชาติของคนจะเกิดการชะงักขณะจะเลื่อนนิ้วไปกดแป้นพิมพ์ตัวถัดไป แต่ถ้าเราใช้วิธีการอ่านค่า (Scan) จากรหัสแท่งที่ใช้แทนข้อมูลชุดนี้ เราจะใช้เวลาประมาณ 1 วินาที และสามารถรับประกันได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการอ่านรหัสแท่งจะไม่ผิดพลาดเลย

โดยทั่วไปรหัสแท่งจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักอยู่ 2 อย่าง คือ แท่งสี่เหลี่ยมแบบทึบ (หรือสีเข้ม) กับแท่งสี่เหลี่ยมแบบสว่าง (หรือช่องว่าง) ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 2 ส่วนนี้จะถูกนำมากำหนดประเภทของรหัสแท่ง การเข้ารหัสของรหัสแถบ (Barcode) แบ่งออกเป็น 2 วิธีการ คือ แบบแรกจะใช้สีของแถบนำมาเข้ารหัส โดยใช้แถบสีดำแทน "1" และแถบสีขาวแทน "0" ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า "เดลตาโคด" (delta code) อีกรูปแบบหนึ่งจะใช้ความกว้างของแถบนำมาเข้ารหัสที่เรียกว่า "วิดท์โคด" (width code) โดยถ้าเป็นแถบกว้างจะแทน "1" และแถบแคบจะแทน "0" การเข้ารหัสเช่นนี้จะไม่สนใจสีของแถบเลย

นอกจากองค์ประกอบหลัก ๆ จากข้างต้นที่รหัสแท่งทุกชนิดจะมีเหมือนกันแล้ว ในรหัสแท่งแต่ละชนิดยังจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญอีก 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ส่วนเริ่มต้นเป็นแท่งทึบที่อยู่ด้านซ้ายสุดของชุดรหัสแท่งแบบที่วางตัวในแนวเส้นตรง (มีรหัสแท่งบางชนิดจะมีการวางแท่งทึบรหัสแท่งเป็นวงกลม) ซึ่งจะใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการอ่านรหัสแท่ง นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวแบ่งแยกชนิดของรหัสแท่งด้วย

2. แท่งทึบเส้นรหัสแท่งที่ใช้แทนข้อมูล ซึ่งรหัสแท่งบางชนิดจะใช้แทนค่าตัวเลขได้เพียงอย่างเดียว เช่น รหัสเอียน13, รหัสแทรก 2 ใน 5 เป็นต้น หรือบางชนิดสามารถใช้แทนข้อมูลได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและตัวอักษรอื่น ๆ เช่น รหัส 39 เป็นต้น

3. ส่วนปิดท้าย เป็นแท่งทึบเส้นรหัสแท่งที่อยู่ด้านอยู่ด้านขวาสุดของตัวรหัสแท่งแบบที่วางตัวในแนวเส้นตรง ซึ่งจะใช้เป็นตัวบอกจุดสิ้นสุดของการอ่านรหัสแท่ง และใช้ประกอบในการแยกชนิดของรหัสแท่งในเครื่องอ่านรหัสแท่งอีกด้วย

รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของรหัสแท่งทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากส่วนประกอบหลักตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว รหัสแท่งบางชนิดจะมีส่วนประกอบพิเศษอื่น ๆ เพิ่มขึ้นมาด้วย เช่น รหัสแท่งในกลุ่ม ยูพีซี/เอียน จะมีส่วนที่เรียกว่า ส่วนกั้นกลาง (Center Bar) เพิ่มขึ้นมา

การอ่านรหัสแท่ง

ในการอ่านรหัสแท่งจะใช้หลักการเปลี่ยนรหัสแท่งให้เป็นรหัสแอสกี้ โดยอาศัยความแตกต่างกันระหว่างแถบเข้มและพื้นที่ว่าง โดยที่พื้นที่ว่าง (ปกติจะเป็นสีขาวหรือสีอ่อน) จะมีการสะท้อนกลับของแสงได้มากกว่าบริเวณที่เป็นแถบเข้ม (ซึ่งใช้สีดำหรือสีอื่นที่มีความเข้มมาก) ตัวอ่าน (Barcode Reader) จะประกอบด้วยตัวกำเนิดแสงที่ส่งผ่านเลนซ์ออกมาโดยถูกบังคับทิศทางให้มีจุดรวมแสงเล็กที่สุด กับตัวรับแสงที่มีความไวสูง ทั้ง 2 อย่างนี้จะบรรจุไว้ในตัวอ่านเดียวกันที่มีหลายรูปแบบ

ตัวอ่านจะสแกนผ่านรหัสแถบในขณะที่ตัวกำเนิดแสงจะทำให้เกิดแสงส่งผ่านเลนซ์ไปกระทบบนรหัสแถบและสะท้อนกลับจากแถบ(แถบและช่องว่าง)กลับไปยังตัวรับแสง (Photosensor) ที่เกิดค่าความแตกต่างขึ้นตามหลักการสะท้อนกลับในแต่ละแถบ ทำให้เกิดสภาวะลอจิก “0” และ “1” ขึ้นตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งเมื่อรวมสภาวะลอจิก “0” และ “1” ทั้งหมดตลอดความกว้างของทุกแถบแล้วจะตรงกับแพทเทิร์นที่ได้กำหนดไว้แล้ว ในตัวอ่านรหัสแถบจะใช้ตัวกำเนิดแสงสีแดงหรือสีขาว แต่ส่วนใหญ่จะใช้แสงสีแดงเนื่องจากแสงสีขาวต้องการพลังงานและความเข้มของแสงสูงมากกว่าสีแดง

องค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการที่จำเป็นอย่างมากในการอ่านรหัสแถบได้ถูกต้อง ประการแรกคือ พื้นที่ภายในแถบและช่องว่างจะต้องทำให้เกิดความแตกต่างของการสะท้อนกลับอย่างมาก (contrast) เช่น แถบสีดำและช่องว่างสีขาว เป็นต้น ซึ่งปกติความแตกต่างนี้จะต้องอยู่ในช่วงระหว่างอัตรา 80-90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ประการที่สองคือ ความกว้างระหว่างแถบกว้างหรือช่องว่างกว้างต่อแถบแคบหรือช่องว่างแคบ จะเป็นอัตราส่วน 2:0.5, 2:1 และ 3:1

ความแตกต่างของรหัสแท่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานในทุกวันนี้ มีลักษณะรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการตรวจเช็คความผิดพลาด ความหนาแน่นในการพิมพ์รหัสตัวอักขระต่อนิ้ว ชนิดของตัวอักขระที่ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นตัวอักขระหรือว่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาเข้ารหัสและประยุกต์ใช้งานจริงได้ รูปแบบของรหัสแท่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 รหัส 39 (Code 39)

รหัส 39 เป็นรหัสที่ใช้แทนตัวอักขระทั้งหมด 44 อักขระ เป็นอักษรตัวใหญ่ 26 รหัส เลข 0-9 10 รหัส และอักขระพิเศษอีก 8 รหัส รหัส 39 ประกอบไปด้วยส่วนกว้าง 3 ส่วน ซึ่งเป็นแท่งทึบ (Bar) และแท่งขาวหรือช่องว่าง (Space) จากทั้งหมด 9 ส่วน รหัสแท่ง 1 ชุดจะประกอบไปด้วย

1. บริเวณขอบเผื่อ (Quiet Zone) ที่อยู่แต่ละด้านของรหัสแท่ง
2. ส่วนแสดงการเริ่มต้นและหยุดของรหัสแท่ง
3. ข้อมูลของตัวอักขระ

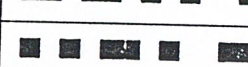
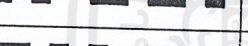
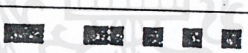
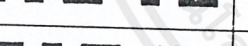
ในรหัส 39 จะแทนที่รหัสเลขฐานสองด้วยความกว้างและแคบของแท่งทึบและช่องว่าง โดยแท่งทึบหรือช่องว่างที่แคบจะแทนด้วยเลขฐานสอง "0" และแท่งทึบหรือช่องว่างที่กว้างจะแทนด้วยเลขฐานสอง "1" ดังนั้นรหัสข้อมูล 1 อักขระของรหัส 39 จะประกอบด้วยส่วนกว้าง 3 ส่วน จึงมีเลขฐานสอง "1" อยู่ 3 บิท และที่เหลืออีก 6 บิทจะเป็น "0"

รหัส 39 จะประกอบด้วยรหัสเริ่มต้น (Start, "*") ทางด้านซ้ายสุด ขอบเขตระหว่างรหัสเริ่มต้นและรหัสหยุด (Stop, "*") จะเป็นส่วนของข้อมูลซึ่งสามารถบรรจุข้อมูลได้สูงสุดถึง 32 ตัวอักขระ แต่ก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมด้วย

ตัวอย่างการแทนข้อมูลคำว่า "KMITL" และ "BARCODE" ของรหัส 39 แสดงในรูปที่ 0.2 ตัวอักขระทั้งหมดและรูปแบบการเข้ารหัสของรหัส 39 แสดงดังตารางที่ 0.1 แท่งทึบ (Bar) และช่องว่าง (Space) แต่ละส่วนจะแคบหรือกว้างขึ้นอยู่กับการเข้ารหัสตัวอักขระแต่ละตัว ซึ่งประกอบด้วยส่วนกว้าง 3 ส่วน และส่วนแคบ 6 ส่วน เลขฐานสอง "1" ใช้แทนส่วนกว้าง และเลขฐานสอง "0" แทนส่วนแคบ ตัวอักษรอื่น ๆ แบ่งแยกโดยช่องว่างระหว่างรหัสตัวอักขระ รหัส 39 จะมีการตรวจสอบรหัสประจำตัวตลอดเวลาเพื่อความถูกต้องปลอดภัย เราจะเพิ่มอักขระตรวจสอบลงไปในข้อความแต่ละข้อความ ด้วยการคำนวณหาค่า check sum โดยการบวกค่าตรวจสอบ (check sum) ประจำตัวของอักขระนั้น ๆ ในหนึ่งข้อความ และนำผลรวมที่ได้มาหารด้วย 43 ซึ่งจะให้ค่าเศษที่เหลือหนึ่งค่า นำค่าเศษเหลือนี้มาเทียบกับค่า check sum ในตารางที่ 2.3 ก็จะได้อักขระตรวจสอบ (check character) ที่จะนำมาเพิ่มต่อท้ายข้อความนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ชุดอักขระและรูปแบบของรหัส 39

อักขระ	รูปแบบ	แท่งทึบ ช่องว่าง	อักขระ	รูปแบบ	แท่งทึบ ช่องว่าง
1		10001 0100	M		11000 0001
2		01001 0100	N		00101 0001
3		11000 0100	O		10100 0001
4		00101 0100	P		01100 0001
5		10100 0100	Q		00011 0001
6		01100 0100	R		10010 0001
7		00011 0100	S		01010 0001
8		10010 0100	T		00110 0001
9		01010 0100	U		10001 1000
0		00110 0100	V		01001 1000
A		10001 0010	W		11000 1000
B		01001 0010	X		00101 1000
C		11000 0010	Y		10100 1000
D		00101 0010	Z		01100 1000
E		10100 0010	-		00011 1000
F		01100 0010	.		10010 1000
G		00011 0010	Space		01010 1000
H		10010 0010	*		00110 1000
I		01010 0010	$		00000 1110
J		00110 0010	/		00000 1101
K		10001 0001	+		00000 1011
L		01001 0001	%		00000 0111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 อักขระตรวจสอบของรหัส 39

ตัวอักษร	เลขฐานสอง	Check sum	ตัวอักษร	เลขฐานสอง	Check sum
0	000110100	0	M	101000010	22
1	100100001	1	N	000010011	23
2	001100001	2	O	100010010	24
3	101100000	3	P	001010010	25
4	000110001	4	Q	000000111	26
5	100110000	5	R	100000110	27
6	001110000	6	S	001000110	28
7	000100101	7	T	000010110	29
8	100100100	8	U	110000001	30
9	001100100	9	V	011000001	31
A	100001001	10	W	111000000	32
B	001001001	11	X	010010001	33
C	101001000	12	Y	110010000	34
D	000011001	13	Z	011010000	35
E	100011000	14	-	010000101	36
F	001011000	15	.	110000100	37
G	000001101	16	SPACE	011000100	38
H	100001100	17	*	010010100	-
I	001001100	18	$	010101000	39
J	000011100	19	/	010100010	40
K	100000011	20	+	010001010	41
L	001000011	21	%	000101010	42

ตัวอย่างการเข้ารหัสของรหัส 39 เมื่อรหัสของข้อความเป็น 98PQ โดยเริ่มจากการหาผลรวมของค่า check sum ของอักขระทุกตัวในข้อความ คือ 98PQ จะได้ 9+8+25+26=68 จากนั้นหารผลรวมที่ได้ด้วย 43 ค่าเศษเหลือที่ได้คือ 25 จากตารางค่า check sum เท่ากับ 25 จะได้อักขระตรวจสอบคือ P ดังนั้นข้อความที่ได้จะเป็น *98PQP* แปลงเป็นรหัสไบนารีจะได้ดังนี้

010010100/0/001100100/0/100100100/0/001010010/0/000000111/0/010010100

อักขระแต่ละตัวในข้อความหนึ่ง ๆ จะถูกแยกจากกันด้วยช่องว่างแคบ (Narrow space) ซึ่งมีค่าไบนารีเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 รูปแบบของรหัส 39

รหัสแถบที่ดีควรจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สามารถตรวจสอบความถูกต้องภายในรหัสได้
2. ความกว้างและจำนวนของแถบต่อรหัสควรจะคงที่
3. สามารถใช้แทนตัวเลขปนตัวอักษรได้ครบ
4. มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ
5. การอ่านด้วยความเร็วที่ต่างกัน ควรได้ค่าที่ถูกต้องเสมอ
6. มีความหนาแน่นของข้อมูลต่อความกว้างของแถบสูง

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.1 สมาชิกของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ "MCS-51" หมายถึง ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 และเบอร์ที่สำคัญอื่น ๆ ในตระกูล MCS-51 ด้วย เช่น เบอร์ 8052, 8031, 8032, หรือ 8751 เป็นต้น แต่ละเบอร์จะมีความสามารถพิเศษมากน้อยแตกต่างกันไป ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงความแตกต่างของสมาชิกไมโครคอนโทรลเลอร์

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Byte	RAM Byte	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Interrupt Sources/ Vectors
8051	8031	-	4K	128	4	2	6/5
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2	6/5
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3	8/6
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2	6/5
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	14/7
83C51FB	80C51FA	87C51FB	16K	256	4	3	14/7
83C51GA	80C51GA	87C51GA	4K	128	4	2	8/7
83C152JA	50C152JA	-	8K	256	5	2	19/11
-	80C152JB	-	-	256	7	2	19/11
83C152JC	80C152JC	-	8K	256	5	2	19/11
-	80C152JD	-	-	256	7	2	19/11
83C451	80C451	-	4K	128	7	2	6/5
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2	9/8

คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบท์ (เบอร์ 8031

8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ เบอร์ 8052 มีหน่วยความจำ 8 กิโลไบท์ และเบอร์ 83C51FB จะมีหน่วยความจำ 16 กิโลไบท์)

- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบท์ (ใน 8031, 8051) หรือ 256 ไบท์ (ในเบอร์ 8032, 8052)
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบท์ แยกจากกัน
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิท หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิทแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิทใช้งาน รวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต

- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัวเอง โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (baud rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิทต่อวินาที

- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ 2 ระดับ

- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์ หรือใช้วัดช่วงเวลา (ส่วนเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบท์และระดับบิท เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิท ในตัวเอง

- สามารถประมวลผลแบบบูลีน เพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

- ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 (upwardly compatible) ได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดว่าเป็นเบอร์พื้นฐานในตระกูลนี้คือ เบอร์ 8051, 8031 และ 8751 มีจำนวนขาภายนอก 40 ขาเท่ากัน ใช้เวลาและสัญญาณในการปฏิบัติคำสั่งแต่ละคำสั่งเท่ากัน (มีไทม์มิ่งไดอะแกรมเหมือนกัน) ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน สิ่งที่ต่างกันระหว่างเบอร์ทั้ง 3 คือ ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (on-chip program memory) มีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

เบอร์ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM (Erasable Programable Read Only Memory) ขนาด 4 กิโลไบท์ ทำให้สามารถใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการลบโปรแกรมเก่าที่มีอยู่ และบรรจุโปรแกรมใหม่ลงไปได้ทันที เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือปรับปรุงโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8751 จะใช้งานเป็นการพัฒนาเบื้องต้น (prototyping) ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาด (bugs) และแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนทำการผลิตจริง การแก้ไขโดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตและการบรรจุโปรแกรมที่แก้ไขใหม่สามารถทำได้ในจำนวนครั้งที่จำกัด ทั้งนี้เพราะหน่วยความจำที่เป็น EPROM เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดเสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถบรรจุโปรแกรมเข้าไปได้

เบอร์ 8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมจนไม่พบข้อผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริง ซึ่งต้องพิจารณาถึงต้นทุนเป็นอันดับแรก และในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM (Read Only Memory) ขนาด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลไบท์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมที่ได้บรรจุไปแล้ว ไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

เบอร์ 8031 เบอร์นี้ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บโปรแกรมที่อยู่ภายนอกได้มากถึง 64 กิโลไบท์ อาจจะใช้เป็น ROM, PROM, EPROM ตามความต้องการของผู้ผลิต เบอร์ 8031 นี้มีไว้ใช้ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่า 4 กิโลไบท์ หรือมากกว่า 4 กิโลไบท์มาก (เบอร์ 8751 และ 8051 จะใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกได้เอง เมื่อโปรแกรมมีความยาวเกิน 4 กิโลไบท์ หรืออาจบังคับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองเบอร์ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเพียงอย่างเดียว ด้วยการต่อขา 31 ลงกราวด์ ทำให้มีคุณสมบัติเหมือนเบอร์ 8031 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป)

2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายในชิปเพิ่มขึ้น มีวงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital, A/D) ในตัว สามารถรับอินเตอร์รัพท์ได้หลายชนิด ทำกระบวนการ DMA (Direct Memory Access) ได้ ในตัวมีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพิ่มมากขึ้น คุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างกันของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูลนี้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6 ที่ผ่านมา

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ ได้แก่ เบอร์ 8051, 8031, 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบท์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายใน MCS-51 (RAM) เองจำนวน 128 ไบท์ มีพอร์ตขนาด 8 บิท 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิท รวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม มีวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง

ส่วนเบอร์ 8751 จะมีคุณสมบัติเหมือนเบอร์ 8051 ทุกอย่าง ต่างกันเพียงชนิดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป เบอร์ 8751 จะเป็น EPROM แทนที่จะเป็น ROM ส่วนเบอร์ 8031 จะต่างจากเบอร์ 8051 ตรงที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเท่านั้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟเพียง 5 โวลต์ในการทำงาน ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น 80C31, 80C51 เป็นเบอร์ของชิปที่ผลิตโดย

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อาศัยเทคโนโลยี CHMOS ใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่า และสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิปได้จากโปรแกรม เพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

2.3.3 ตำแหน่งขาของ MCS-51

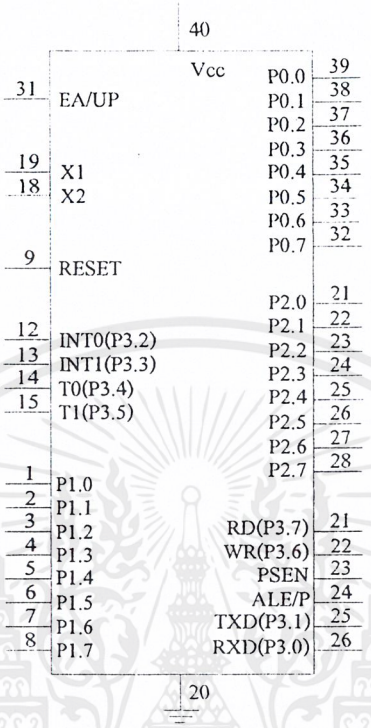
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์มีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล มีดังนี้

- ขา V_{SS} (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา V_{CC} (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ (DC 5 V.)
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิท (P0.0-P0.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย (high impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย โดยส่งแอดเดรสบัสไบท์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพล็กซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยมีวงจรพูลอัพ (pull-up) ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42275



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) สามารถใช้เป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยมีวงจรพูลอัพ (pull-up) ภายใน

- ขาพอร์ต 2 (ขา 21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย (high impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ตแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบท์สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพ (pull-up) ภายใน

- ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ หากใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยมีวงจรพูลอัพ (pull-up) ภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ อีกหลายอย่างดังนี้

ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดที่ 0

ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ชนิดที่ 1

ขา P3.4 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

ขา P3.5 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์1

ขา P3.6 สัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

ขา P3.7 สัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซตชิป MCS-51 ขานี้จะต้องมีสถานะเป็น 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล ระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต้องต่อตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโอห์ม เพื่อทำหน้าที่ pull-down (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีสถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตเอง เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ตัวเก็บประจุขนาด 10 mF ซึ่งคร่อมระหว่างขา RST กับ V_{CC} ดังแสดงในรูปที่ 2.12

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมแลตช์แอดเดรสไบท์ต่ำ (address latch enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก โดยปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอกขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างที่ติดต่ออยู่กับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM

- ขา PSEN (ขา 29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบ เพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป (program strobeenable) เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ในช่วงการเขียนหรืออ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกหรือเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้

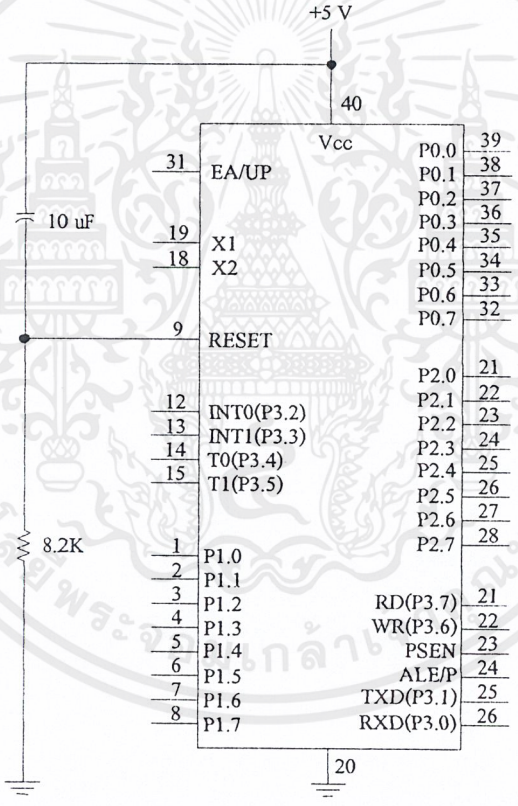
- ขา EA/V_{PP} (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิป โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 ก็จะหมายถึงการให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปจะสามารถเลือกให้ทำงานได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายใน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิปหรือจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป ด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป ให้ต่อขาชิปลงกราวด์เสมอ

- ขา XTAL (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยใช้เป็นขาอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

- ขา XTAL (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยใช้เป็นขาเอาท์พุทออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

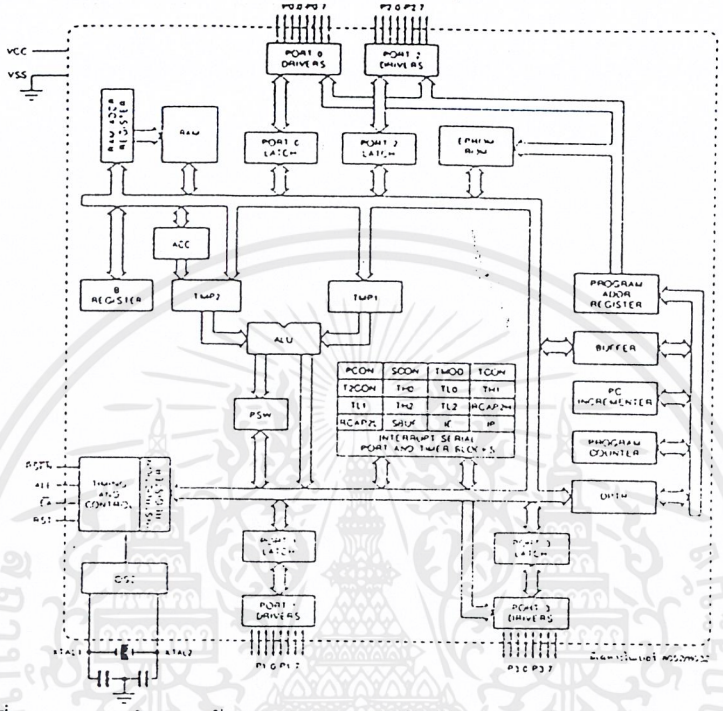


รูปที่ 2.7 แสดงวงจรสำหรับรีเซตชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างภายในของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.4.1 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ

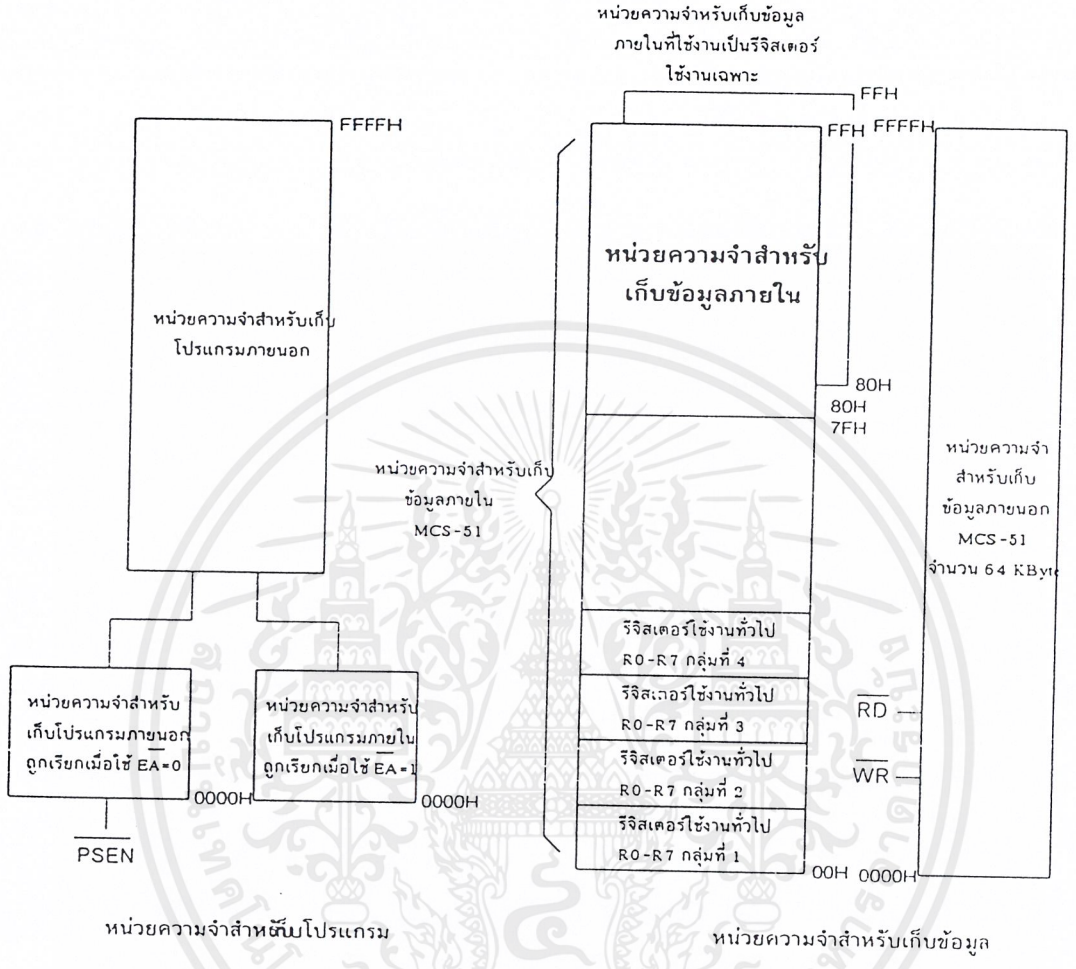
- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (program memory)
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (data memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิป MCS-51 บางเบอร์มีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิป แต่บางเบอร์ไม่มี ทำให้ต้องเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด ส่วนหน่วยความจำส่วนที่สอง คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิปจำนวนหนึ่ง แต่จะมีจำนวนมากหรือน้อยเท่าใดขึ้นกับเบอร์ของชิปแสดงในตารางที่ 2.14 โครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51 มีดังแสดงในรูปที่ 2.15

- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในชิป MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (internal program memory) และหน่วยความจำสำหรับเก็บ

เอกสารนี้มีจำหน่ายเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51

โปรแกรมภายนอกชิป(external program memory) ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปมีได้ตั้งแต่ 0, 4, 8, 16 กิโลไบท์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิป

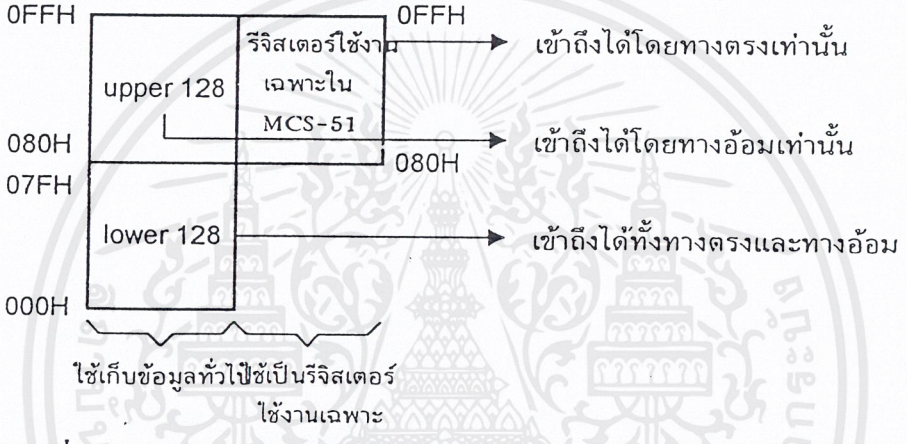
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปของ MCS-51 ยังแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal RAM) บริเวณ 128 ไบท์ล่าง (lower 128)
- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal RAM) บริเวณ 128 ไบท์บน (upper 128)
- ส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (special function register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ภายใน MCS-51 หน่วยความจำส่วนนี้มีไว้สำหรับเก็บข้อมูลในขณะทำงาน ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์จะใช้งานเฉพาะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน MCS-51 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ เพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะของซีพียู ซึ่งแผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปทั้งสองบริเวณ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป MCS-51

2.3.4.2 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ใน MCS-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณนาฬิกา หรือแมชชีนไซเกิลของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน (เมื่อทำงานเป็นไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0, T1 ของพอร์ต 3 (เมื่อทำงานเป็นเคาน์เตอร์) รีจิสเตอร์ที่ใช้ทำงานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ (ในเบอร์ 8052 มีรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 2 เพิ่มให้อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ในรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับครบจำนวนที่ตั้งไว้จะมีสัญญาณดินเตอร์รัพท์เพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรภายนอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0, INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน MCS-51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์ หรือนับจำนวนครั้งของเหตการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว รวมทั้งใช้ในการกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีคาบเวลาแน่นอนได้

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

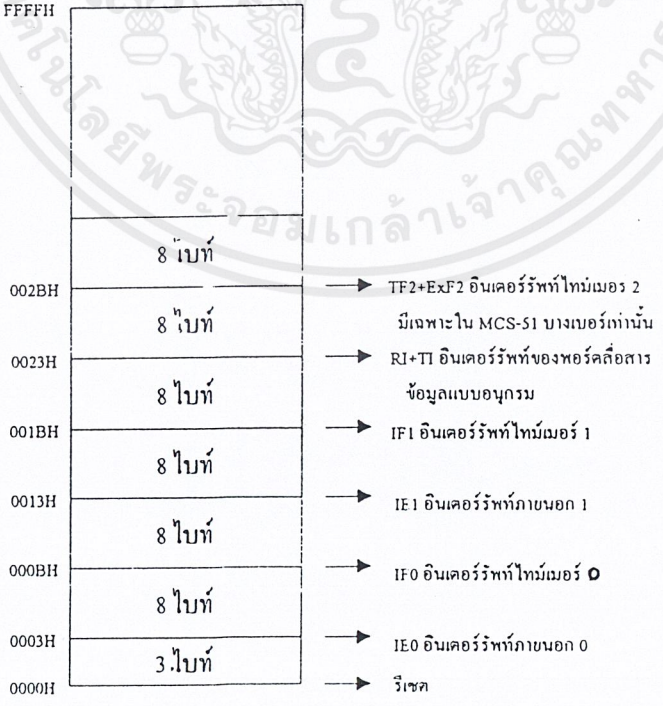
2.3.4.3 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม MCS-51

สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ แต่อย่างใด ในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็จะสามารถกำหนดค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (baud rate) มาตรฐานได้ตั้งแต่ 300, 1.2K, 2.4K, 4.8K, 9.6K, 19.2K, 375K ตามมาตรฐานของUART นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน

2.3.4.4 โครงสร้างการอินเตอร์รัพท์ MCS-51

สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็นสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิด และที่เกิดจากภายในชิปอีก 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานโปรแกรมที่กำลังทำอยู่และข้ามไปทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ (interrupt service routine) ที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เราสามารถเลือกให้ซีพียูใน MCS-51 ถูกอินเตอร์รัพท์ โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นได้โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP



รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดใน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- IE (Interrupt Enable-Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต รายละเอียดมีดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE

IE7	IE6	IE5	IE4	IE3	IE2	IE1	IE0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

บิท	ชื่อบิท	ความหมาย
IE7	EA	ใช้ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทั้งหมด 0 : MCS-51 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ใด ๆ ทั้งสิ้น 1 : อินเตอร์รัพท์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมการตอบสนองอย่างอิสระจากบิทในรีจิสเตอร์นี้
IE6	-	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน
IE5	ET2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของ Timer 2 เมื่อ Overflow
IE4	ES	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม
IE3	ET1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของ Timer 1 เมื่อ Overflow
IE2	EX1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 1
IE1	ET0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของ Timer 0 เมื่อ Overflow
IE0	EX0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 0

หมายเหตุ ถ้าบิทที่ควบคุมการตอบสนองต่ออินเตอร์รัพท์แต่ละบิทมีค่าเป็น 1 หมายถึงอนุญาตให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ หากมีค่าเป็น 0 หมายถึงไม่ให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้น

- IP (Interrupt Priority Regilter) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิท รายละเอียดมีดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6(ต่อ) รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

บิท	ชื่อบิท	ความหมาย
IP7	-	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน
IP6	-	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน
IP5	PT2	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ Timer 2
IP4	PS	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม
IP3	PT1	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ Timer 1
IP2	PX1	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 1
IP1	PT0	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ Timer 0
IP0	PX0	กำหนดลำดับความสำคัญการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกชนิด 0

2.3.4.5 วิธีการเข้าถึงข้อมูล

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในคำสั่งของ MCS-51 มี 6 วิธีคือ

- การเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (direct addressing)
- การเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (indirect addressing)
- การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (register instructions)
- การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง (register-specific instructions)
- การเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง (immediate constants)
- การเข้าถึงข้อมูลที่มีตัวชี้อ้างอิง (indexed addressing)

- **การเข้าถึงข้อมูลโดยตรง**

วิธีนี้จะระบุค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลโดยตรงในคำสั่ง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลโดยวิธีนี้จะเป็นค่าของข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปเฉพาะในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเท่านั้น และเนื่องจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง กับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะมีขนาดรวมกันทั้งสิ้น 256 ไบท์ ดังนั้นค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ใช้ต้องเป็นเลขไบนารีขนาด 8 บิทเท่านั้น

- **การเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม**

ค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อ จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง ดังนั้นวิธีนี้จึงถือเป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม คือแทนที่ผู้เขียนโปรแกรมจะระบุค่าตำแหน่งข้อมูลโดยตรง วิธีนี้จะใช้ค่าที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ที่ระบุในรหัสคำสั่ง ชี้ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทน หน่วยความจำที่สามารถใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบนี้จะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง และ 128 ไบท์บน รวมทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป

- **การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป**

วิธีนี้เป็นการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ R0-R7 ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป แต่ละกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม คือบริเวณหนึ่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลในบริเวณ 128 ไบท์ล่าง หรือตำแหน่ง 32 ไบท์ล่างสุดของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป ดังนั้นหากผู้เขียนโปรแกรมต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ทั้ง 32 ตัว แต่ละตัวมีตำแหน่งในหน่วยความจำที่แน่นอน ก็สามารถชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำที่ตรงกับรีจิสเตอร์แต่ละตัวด้วยวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงหรือโดยทางอ้อม

- **การเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง**

คำสั่งบางคำสั่งของ MCS-51 จะระบุไว้แล้วว่าต้องปฏิบัติการกับข้อมูลในรีจิสเตอร์ตัวใด เช่น รีจิสเตอร์ A, รีจิสเตอร์ DPTR, รีจิสเตอร์ SP ในรหัสคำสั่งของคำสั่งที่ใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลประเภทนี้ MCS-51 จะทราบเองว่าต้องทำงานกับรีจิสเตอร์ตัวใด โดยไม่จำเป็นต้องระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ที่ใช้โดยคำสั่งเองเลย

- **การเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง**

เป็นการกำหนดค่าข้อมูลที่จะนำไปประมวลผลโดยตรง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลในคำสั่งจะอยู่ตามหลังรหัสคำสั่งโดยการใช้เครื่องหมาย "#" ระบุหน้าข้อมูลที่ต้องการ

- **การเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ตัวชี้อ้างอิง**

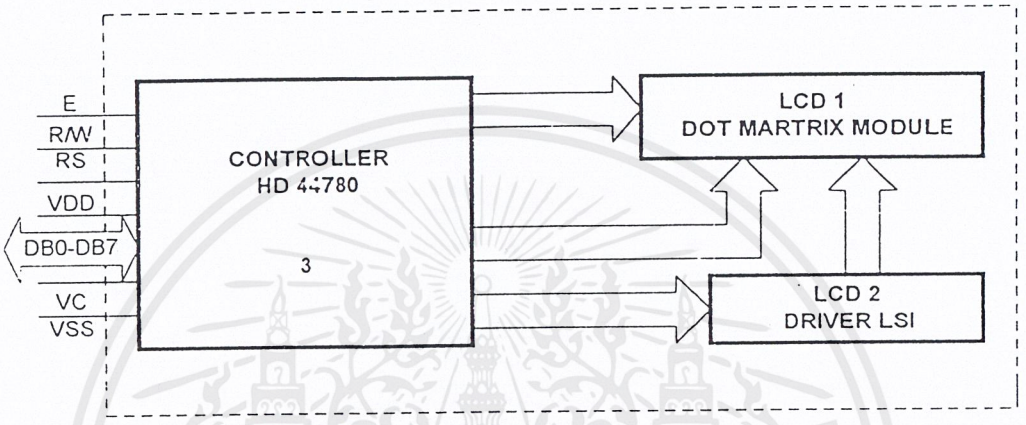
ข้อมูลที่ใช้วิธีการอ้างแบบนี้ เป็นข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเท่านั้น นั่นแสดงว่าเราสามารถอ่านข้อมูลนี้ออกมาได้แต่ไม่สามารถนำข้อมูลไปเก็บโดยวิธีนี้ได้ จุดประสงค์ของการอ้างข้อมูลแบบนี้มีไว้เพื่อใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมซึ่งเป็นหน่วยความจำชนิดถาวร (ROM) ข้อมูลในส่วนนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีการจ่ายไฟ ในการทำงานของคำสั่งที่ใช้การเข้าถึงข้อมูลวิธีนี้จะใช้ค่าของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC จะต้องมีค่าเท่ากับ ตำแหน่งต้นของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในส่วนที่เก็บข้อมูล โดยใช้ค่าของรีจิสเตอร์ A เป็นตัวระบุว่าข้อมูลอยู่ห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC เท่าใด จุดประสงค์ของวิธีการอ้างข้อมูลแบบนี้คือใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูลในตารางซึ่งอยู่ในตารางซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเรียงต่อกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 LCD module

2.4.1 การประยุกต์ใช้ส่วนแสดงผลชนิด LCD module กับ MCS-51

ปัจจุบัน LCD ที่มีขายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะประกอบเป็นโมดูล เพื่อให้สะดวกในการใช้งานโดยจะมีส่วนประกอบทั่วไปดังในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างทั่วไปของ LCD module

LCD module ที่กล่าวต่อไปนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะ Character LCD module ซึ่งจะเรียกย่อ ๆ ว่า LCM โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

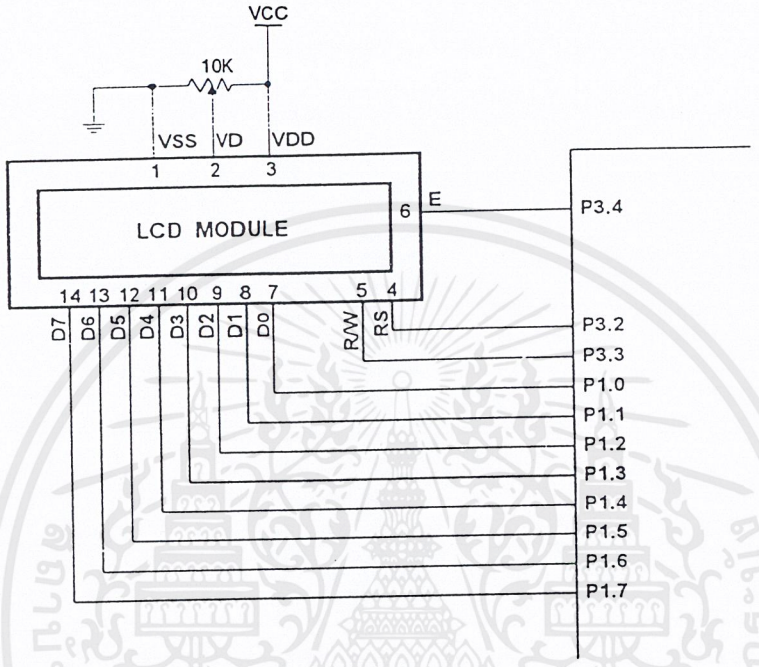
1. Dot Matrix LCD : เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล ใช้หลักการหักเหของแสงผ่านผลึก โดยจะประกอบไปด้วยจุด (pixel) จำนวนมากที่สามารถบังคับให้ติดหรือดับได้ทุกจุด
2. Driver : เป็นวงจรที่ใช้ขับ LCD ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเบอร์ HD44110H
3. Controller : เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCD module โดยจะรับข้อมูลจากภายนอกมาจัดการให้ LCD แสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเบอร์ HD44780 ซึ่งมีใช้งานแบบ character LCD module

การใช้ LCD module ผู้ใช้เพียงแต่ศึกษาและทำความเข้าใจในส่วนคอนโทรลเลอร์ของ LCM เท่านั้น เพราะส่วนนี้เป็นส่วนที่รับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจากวงจรภายนอก และควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCM โดยจะขอกล่าวถึงเฉพาะชิปที่ใช้เป็นคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เท่านั้น ส่วนชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานที่คล้ายกับเบอร์นี้

ชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นชิปของบริษัท HITACHI สามารถต่อใช้งานเพื่อควบคุม LCM กับชิปไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ได้ทั้งแบบ 4 bit 2 operation หรือแบบ 8 bit 1 operation ดังนั้นชิปเบอร์นี้สามารถอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์ได้ ทั้งแบบ 4 บิต และ 8 บิต เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดาต้าบัสขนาด 8 บิต ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นเราจะกล่าวถึงเฉพาะการติดต่อในแบบ 8 bit 1 operation เท่านั้น ตัวอย่างวงจรการอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ LCM ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ LCM

จากในรูปที่ 2.13 จะเห็นว่า LCM ติดต่อกับ MCS-51 โดย

- ใช้ขา P1.0-P1.7 เป็นดาต้าบัส (DB0-DB7) ในการติดต่อ
- ใช้ขา P3.2 เป็น สัญญาณ RS
- ใช้ขา P3.3 เป็น สัญญาณ R/W
- ใช้ขา P3.4 เป็น สัญญาณ EN (E)

การทำความเข้าใจการใช้งาน LCM จำเป็นต้องทราบรายละเอียดดังต่อไปนี้เสียก่อน

1. LCM มีหลายขนาด แต่ทุกขนาด (เฉพาะ character LCD module) จะมีคำสั่งในการควบคุมเหมือนกัน แตกต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำในการแสดงผลหรือ DD RAM (Data Display RAM) เท่านั้น

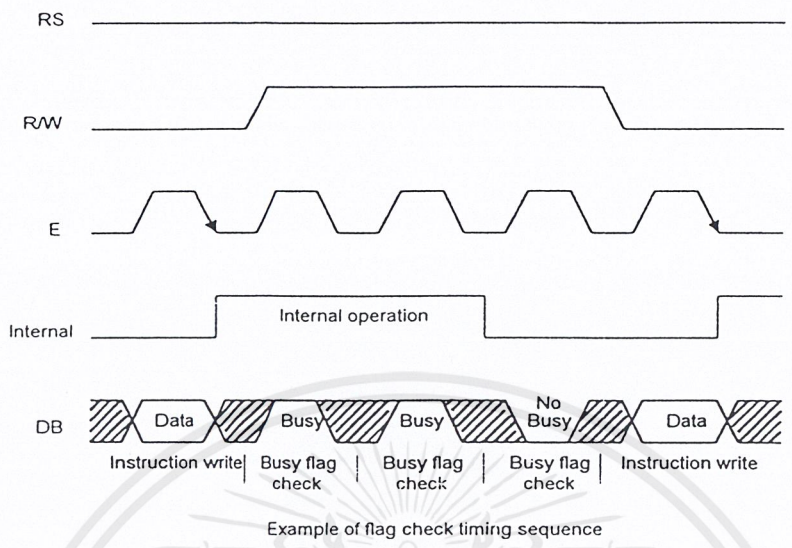
2. แผนผังเวลา (timing diagram) ในการติดต่อกับ LCM

3. คำสั่งในการควบคุม LCM

แผนผังเวลาในการติดต่อ LCM ดังแสดงในรูปที่ 2.20

จากในรูปที่ 2.14 แสดงเฉพาะในช่วงที่สัญญาณ RS เป็น 0 เท่านั้น ส่วนในช่วงที่สัญญาณ RS เป็น 1 จะมีแผนผังเวลาเหมือนกัน รายละเอียดของแต่ละสัญญาณมีดังนี้

เอกสารนี้มีการสงวนไว้ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงแผนผังเวลาในการติดต่อกับ LCM

1. RS : เนื่องจากในชิปคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 2 ประเภท คือ Command register หรือ instruction register และ data register โดยที่รีจิสเตอร์ทั้งสองจะถูกเลือก โดยสัญญาณ RS ดังนี้

สัญญาณ RS = 0 หมายถึงเลือกใช้ data register

สัญญาณ RS = 1 หมายถึงเลือกใช้ instruction register

2. R/W (Read/Write) : เป็นสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก LCM โดย

สัญญาณ R/W = 0 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCM

สัญญาณ R/W = 1 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCM

3. E (Enable) : มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.17

จากแผนผังเวลาในการตรวจสอบ busy flag และจากตารางจะเห็นว่า ในการเขียนรหัสคำสั่ง(instruction code) ทุกครั้ง

- RS และ RW ต้องมีค่าเป็น 0 และส่งข้อมูลไปในขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการเขียนข้อมูลทุกครั้ง

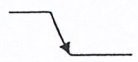
- RS = 1 และ RW = 0 และส่งข้อมูลไปขณะที่สัญญาณ E เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในการอ่าน busy flag และ address counter ทุกครั้ง

- RS = 0 และ RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1 ในการอ่านข้อมูลทุกครั้ง

- RS = 1 และ RW = 1 และรับข้อมูลเข้ามาในขณะที่สัญญาณ E เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงการทำงานของสัญญาณ E

RS	R/W	E	OPERATION
0	0		write instruction code
0	1		read busy flag and address counter
1	0		write data
1	1		read data

จากแผนผังเวลาจะเห็นว่า DB0-DB7 มีสถานะเป็น high impedance เมื่อสัญญาณ E มีสถานะเป็น 0 ดังนั้นในการใช้งานจริงเมื่อเราเลิกติดต่อกับ LCM ควรจัดการส่งสัญญาณ E ให้มีค่าเป็น 0 เพื่อให้ P1.0-P1.7 ของ MCS-51 มีสถานะเป็น high impedance ด้วย ทั้งนี้เพื่อเราจะได้ใช้งาน P1.0-P1.7 อย่างอื่นได้ด้วย และเนื่องจากเวลาในการทำงานคำสั่งต่าง ๆ ของ HD44780 ไม่เท่ากัน เราจึงควรที่จะตรวจสอบสัญญาณ busy flag ทุกครั้งก่อนที่จะทำการเขียนข้อมูลใด ๆ ลงไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเขียนข้อมูลทับนั่นเอง

2.4.2 รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

Clear display

	RS	R/W	DB7						DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมด และทำการ set DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว cursor จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D =1,S ไม่มีการเปลี่ยน

2. RETURN HOME

Return home

	RS	R/W	DB7						DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*

* No effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งนี้จะทำการ set DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว cursor จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ โดยข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

3. ENTRY MODE SET

Entry mode set

	RS	R/W	DB7							DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	I/D	S

- BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่ง โดย 1 = เพิ่ม, 0 = ลด

- BIT S : เป็นตัวกำหนดการแสดงผล โดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูล แล้วตัว cursor อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ ตัว cursor จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

Cursor or display shift

	RS	R/W	DB7							DB0
Code	0	0	0	0	0	1	S/L	R/L	*	*

* No effect

- BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D= 1 จะ ON, D= 0 จะ OFF

- BIT C : จะให้แสดง cursor ถ้า C=1 และไม่ต้องการแสดง cursor ถ้า C=0 โดยตัว cursor จะอยู่ line ที่ 8 ในแบบ 5x7 DOT และจะอยู่ที่ Iine ที่ 11 ในแบบ 5x10 DOT

- BIT B : เป็น bit set การกระพริบของ cursor โดย B=1 กระพริบ B=0 ไม่มีการกระพริบ มีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง cursor หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวา โดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่านโดย

Display on/off control

	RS	R/W	DB7							DB0
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวา

6. FUNCTION SET

Function set

	RS	RW	DB7						DB0
Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

* No effect

- BIT DL : เป็นการ set การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 bit หรือ 4 bit โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 bit DL=0 และ 8 bit DL=1

- N : เป็นการ set บรรทัดการแสดงผล N=0 แสดง 1 บรรทัด, N=1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัด ก็ให้ set N=1

- F : เป็นการ set ขนาด DOT การแสดงผล โดย F=0 เป็นแบบ 537 DOT และ F=1 เป็นแบบ 5310

7. SET CG RAM ADDRESS

Set CG RAM address

	RS	R/W	DB7							DB0
Code	0	0	C	1	A	A	A	A	A	A

Higher Order Bits ← → Lower Order Bits

ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 8038 bit และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 bit และ 7200 bit คำสั่งนี้จะเป็นการ set address ใน CG RAM โดยต้องทำการ set address ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

8. SET DD RAM ADDRESS

Set DD RAM address

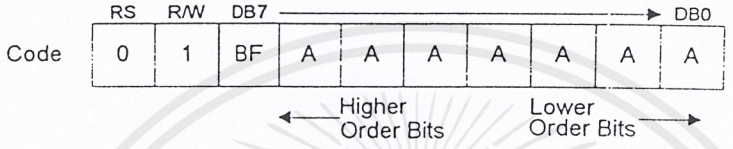
	RS	R/W	DB7							DB0
Code	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

Higher Order Bits ← → Lower Order Bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

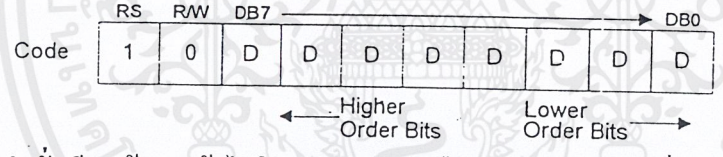
เป็นคำสั่ง set ค่า address ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน address ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับการ set ค่า N ด้วย N=0 (1 บรรทัด) address จะอยู่ที่ 00H-4FH และถ้า N=1 (2 บรรทัด) address จะอยู่ที่ 0HH-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS
Read busy flag & address



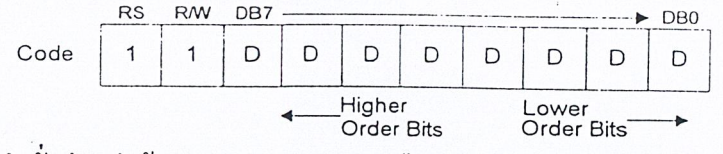
เป็นคำสั่งอ่านค่า busy flag ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมรับข้อมูล โดย BF=1 อยู่ในกระบวนการภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง และถ้า BF=0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้ และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านข้อมูล address ของ CG RAM หรือ DD RAM

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM
Write data to CG or DD RAM



เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG RAM หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ address จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ set ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ set address ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CG OR RAM
Read data to CG or DD RAM



เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าควรจะใช้คำสั่ง set address ก่อน เพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD module นั้นง่ายมาก เพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ set ความต้องการขนาดตัวอักษร, cursor หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้น ก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ set DD RAM ตามตารางที่ให้มา

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถเขียนข้อมูลได้โดยกำหนด address ของ CG RAM ก่อน โดยเขียนได้ 64 ตำแหน่ง bit5- bit0 และเมื่อกำหนด address แล้ว ก็จะทำการเขียนข้อมูลลงใน CG RAM โดยเป็นลักษณะ bit ต่อ bit บนจอ 1 ตัวอักษร คือ 5x7 DOT นั้นจะใช้ข้อมูล bit4-bit0 ต่อ 1 byte เท่านั้น 1 ตัวอักษรจะใช้ข้อมูล 8 byte และเมื่อเขียนลงใน CG RAM แล้ว เวลาเราจะใช้งานก็เพียงเขียนข้อมูลลงใน DD RAM คือข้อมูลตำแหน่งในตารางที่ตำแหน่ง 00H-07H การใช้งาน LCD module นั้นที่สำคัญคือ ต้องเข้าใจในตัว controller ของ LCD module นั้น โดย controller ทุก ๆ บริษัทจะมีการทำงานที่เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่

2.5 การใช้งาน 8255

2.5.1 การติดต่อกับ 8255

การเพิ่มอุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุตของ 8051 นั้น สามารถใช้ไอซีเบอร์ 8255 ซึ่งเป็นทั้งอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตภายในตัวที่สามารถโปรแกรมได้ด้วยซอฟต์แวร์ ทำให้สามารถใช้งานได้ดีในการเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาท์พุต

2.5.2 ลักษณะพื้นฐานของ 8255

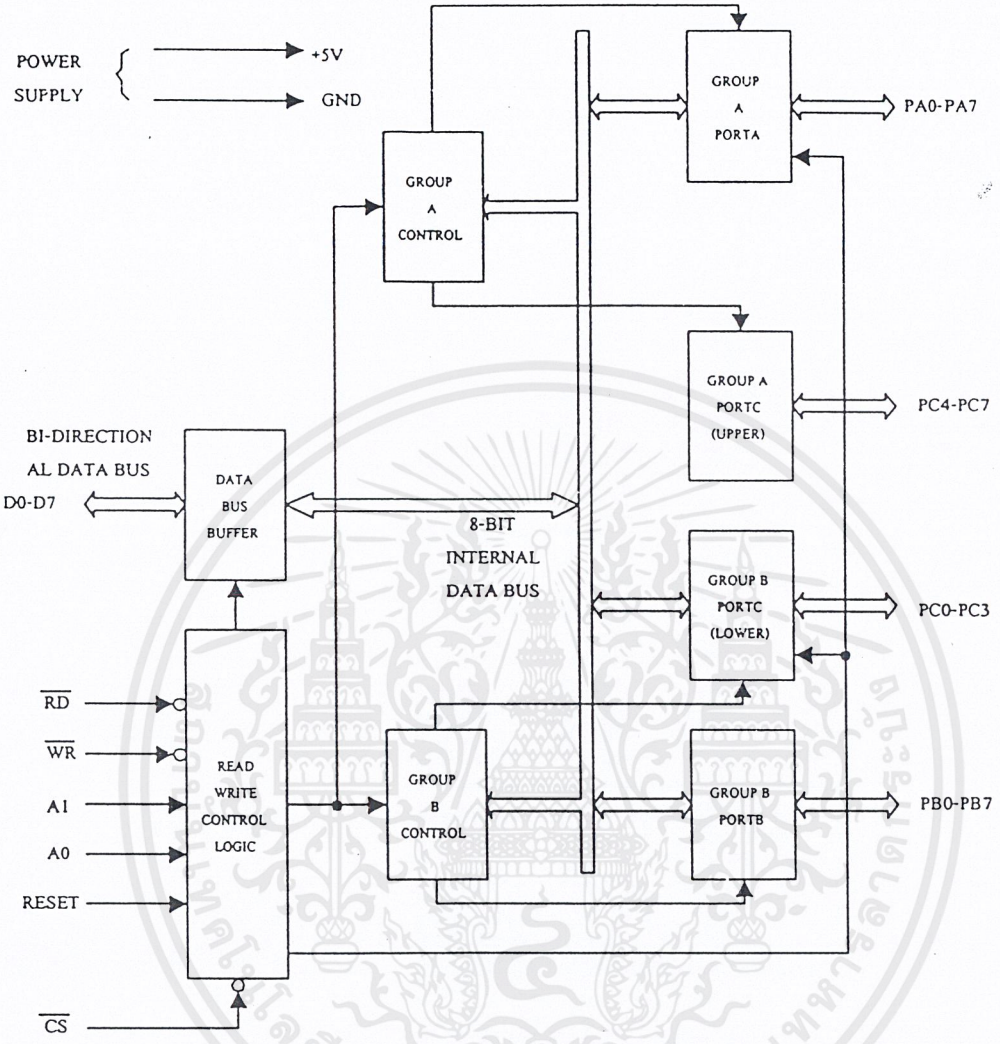
8255 จะใช้สำหรับการส่งหรือรับข้อมูลแบบขนาน ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานของพอร์ตอินพุตให้เป็นพอร์ตเอาท์พุตได้โดยาการส่งข้อมูลควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปให้ 8255 ก่อนที่จะเริ่มต้นทำงาน

จากรูปที่ 2.15 เป็นผังการทำงานภายในของ 8255 ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้ คือ บล็อกที่อยู่ทางด้านขวามือของรูปเป็นส่วนที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยจะใช้พอร์ต PA0-PA7, PB0-PB7, และ PC0-PC7เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุต/เอาท์พุตพอร์ต 3 กลุ่มคือ พอร์ต A(PA), พอร์ต B(PB), และพอร์ต C(PC)

สำหรับบล็อกกลุ่มถัดมาซึ่งอยู่บริเวณกลางคือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดการทำงานของอินพุต/เอาท์พุตทั้ง 3 พอร์ต จากรูปที่ 0.0 เราจะสังเกตุเห็นว่า พอร์ต C จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group A Control และอีกกลุ่มจะถูกควบคุมโดย Group B Control เพื่อความสะดวกในการทำงาน

ส่วนบล็อกกลุ่มสุดท้าย คือ Data Bus Buffer และ READ/WRITE Control Logic จะเป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 โดย Data Bus Buffer จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน READ/WRITE Control Logic จะทำหน้าที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวของ 8255 ได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



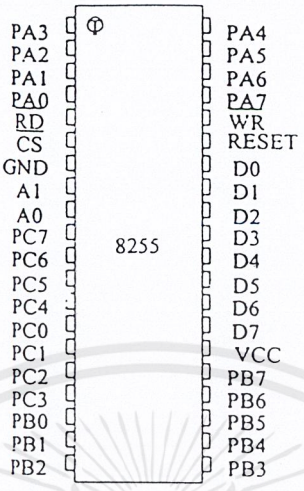
รูปที่ 2.15 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ 8255

2.5.3 รายละเอียดการจัดขาของ 8255

จากรูปที่ 2.16 รายละเอียดขาของ 8255 มีดังนี้ คือ

ขาสัญญาณ	รายละเอียด
D0-D7	ข้อมูลอินพุต/เอาท์พุตแบบสองทิศทาง (Bi-directional Bus) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของข้อมูลต่าง ๆ ของ 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์
CS (Chip Select Input)	เป็นขาเลือกอุปกรณ์ให้ทำงาน เมื่อขานี้มีลอจิกเป็น 0 จะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้
RD (Read Input)	สัญญาณบอกสถานะการอ่านข้อมูลจาก 8255 จะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ขาสัญญาณต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ 8255

ขาสัญญาณ	รายละเอียด
WR (Write Input)	สัญญาณบอกสถานะการเขียนข้อมูลจากบัสข้อมูล จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยัง 8255 โดยจะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0
A0-A1 (Address Input)	สัญญาณระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายในของ 8255
RESET	สัญญาณรีเซ็ตการทำงานภายในของ 8255 เพื่อให้เริ่มต้นทำงานใหม่โดยจะทำงานเมื่อมีสถานะเป็น 1
PA0-PA7, PB0-PB7	กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาท์พุตขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก
PC0-PC7	กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาท์พุตขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก และPC0-PC7 นี้ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีขนาด 4 บิต คือ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PA0-PA7

2.5.4 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 กับ 8255

8255 มีสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้น คือ A0 และ A1 ทำให้สามารถเลือกแอดเดรสได้ $2^2 = 4$ แอดเดรส ซึ่งแต่ละแอดเดรสก็คือ รีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังแสดงในตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แอดเดรสของพอร์ตและรีจิสเตอร์ของ 8255

A1	A0	รีจิสเตอร์หรือพอร์ต
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

เมื่อทำการรวมสัญญาณ RD และ WR กับขา A0 และ A1 แล้วนั่นคือ จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขา D0-D7 กับรีจิสเตอร์หรือพอร์ตของ 8255 ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การทำงานของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD และ WR เป็นค่าต่าง ๆ

RD	WR	A0	A1	ความหมาย
0	1	0	0	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต A
1	0	0	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ต A
0	1	0	1	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต B
1	0	0	1	อ่านข้อมูลจากพอร์ต B
0	1	1	0	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต C
1	0	1	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ต C
0	1	1	1	เขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ควบคุม
1	0	1	1	สภาวะไม่ถูกต้อง (Illegal Read Register)

โดยทั่วไปมักจะกำหนดให้แอดเดรสทั้ง 4 ของ 8255 อยู่ที่ในช่วงใดช่วงหนึ่งของระบบ เช่น 10H, 11H, 12H และ13H และใช้ขาแอดเดรสที่เกินจาก A0 และ A1 มาทำการถอดรหัสแอดเดรส เพื่อสร้างสัญญาณเลือกอุปกรณ์ (CS) ในช่วงแอดเดรสที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จะเห็นว่าสัญญาณ CS จะเป็นลอจิก 0 เมื่อบัสแอดเดรส A2-A7 มีค่าเป็น 0000100XX (XX คือ A1 และ A0) ดังนั้นวงจรนี้แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 จะมีค่าตามตารางที่ 2.10

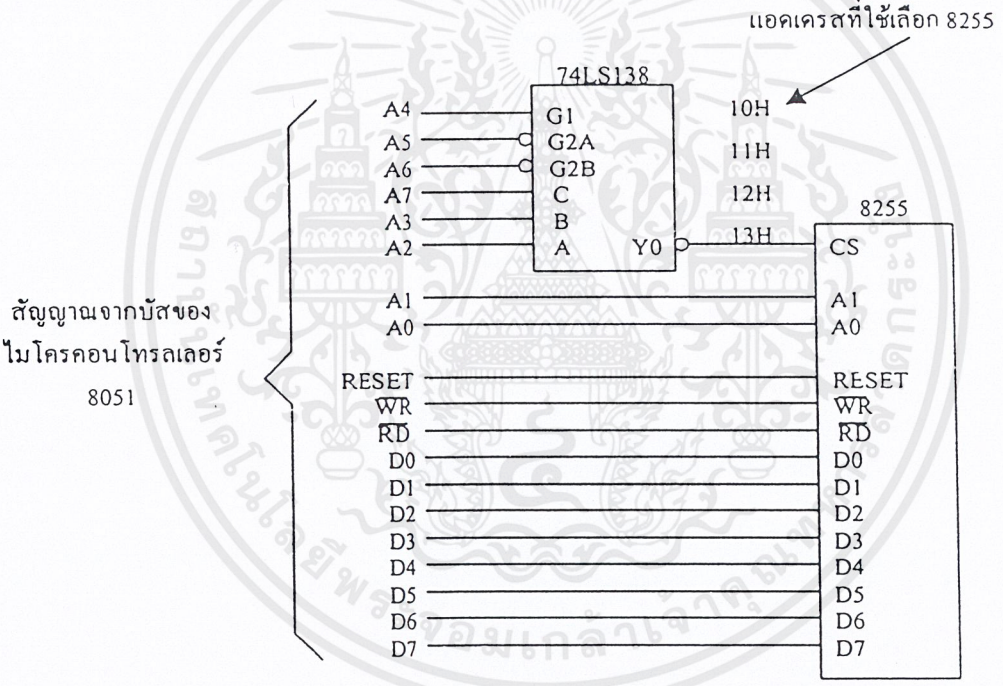
ส่วนขาควบคุมอื่น ๆ คือ RD และ WR ของ 8255 จะเชื่อมต่อกับขาสัญญาณ RD และ WR ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง จะทำให้แอดเดรสพอร์ตของ 8255 อยู่ในพื้นที่ของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอกของ 8051 ส่วนขา RESET จะทำงานที่ลอจิก 1 ดังนั้นจะต่อกับขา RESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ 8051 ได้โดยตรง ส่วนขา D0-D7 สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับบัสของ 8051 เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.17

ตาราง แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายในของ 8255 จากรูปที่ 2.17

แอดเดรส	ความหมาย
10H	พอร์ต A
11H	พอร์ต B
12H	พอร์ต C
13H	รีจิสเตอร์ควบคุม



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

2.5.5 โหมดการทำงานของ 8255

การทำงานของ 8255 จะถูกควบคุมโหมดการทำงานผ่านรีจิสเตอร์ควบคุม ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.18 ซึ่งสามารถโปรแกรมให้ 8255 ทำงานในโหมดที่แตกต่างกันได้ 3 โหมด คือ

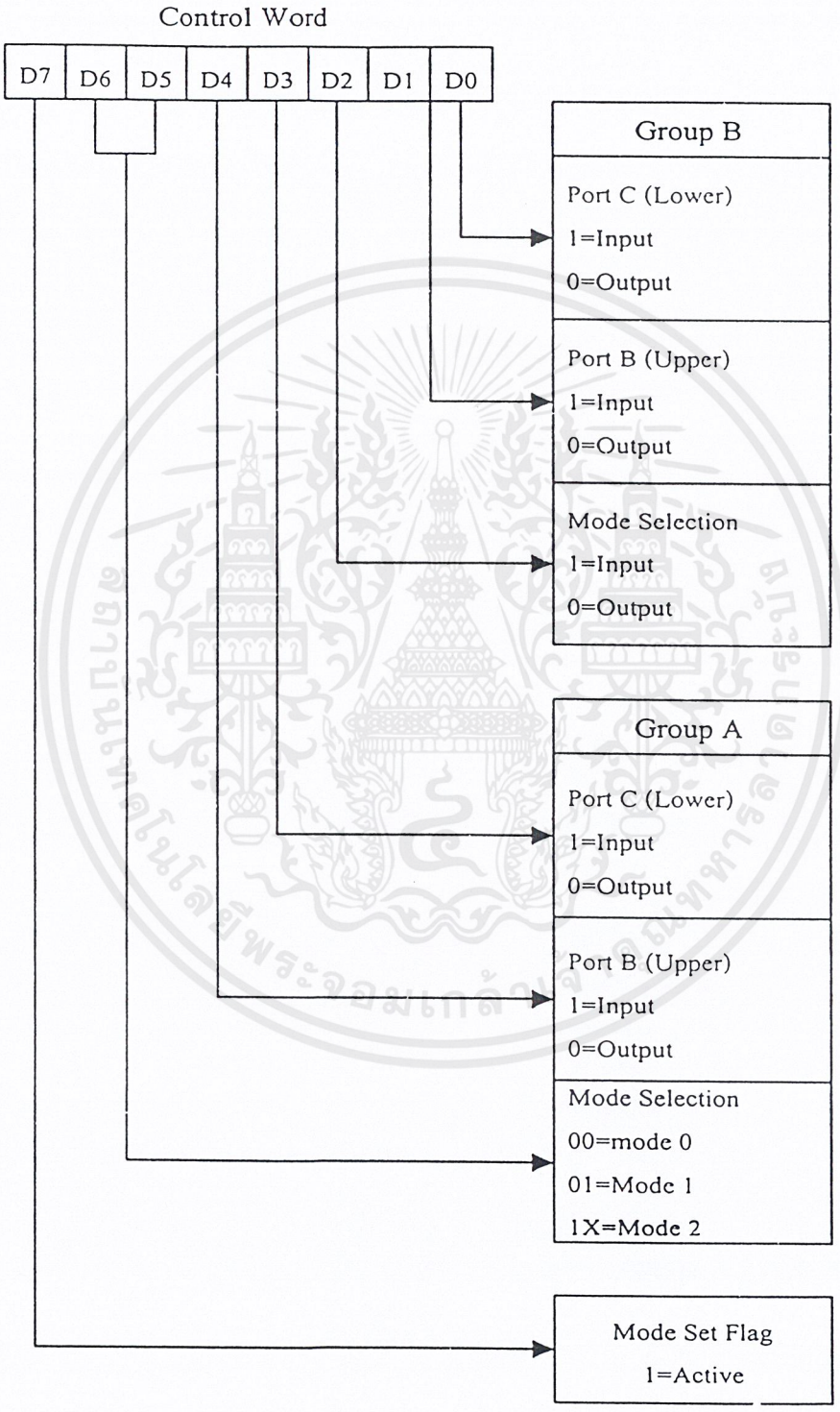
1) โหมด 0

2) โหมด 1

3) โหมด 2

1) การทำงานในโหมด 0 ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 รายละเอียดแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด 0 จะทำงานในลักษณะที่แต่ละพอร์ตจะเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 นั้น เริ่มต้นจะต้องส่งไบต์ข้อมูลควบคุมไปให้รีจิสเตอร์ควบคุม เช่น ถ้าต้องการให้พอร์ต A, B และ C ของ 8255 ทำงานเป็นเอาท์พุตทั้งหมดสามารถกำหนดได้ดังนี้

บิต	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ค่าที่กำหนด	1	0	0	0	0	0	0	0	80H

รูปที่ 2.19 การกำหนดไบต์ข้อมูลควบคุม 8255

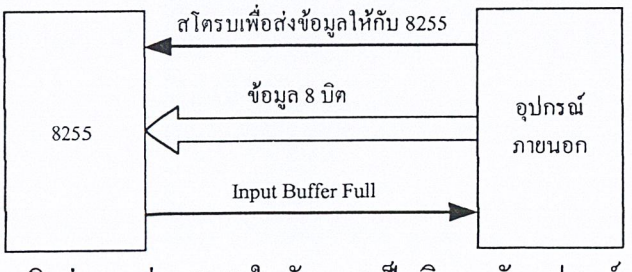
จากวงจรในรูปที่ 2.19 ถ้าต้องการส่งหรือเขียนค่าของไบต์ข้อมูลควบคุมไปยังรีจิสเตอร์ควบคุมของ 8255 จะต้องใช้แอดเดรส 13H และสามารถเขียนคำสั่งได้ดังนี้

```
MOV   DPTR,#0013H        ; กำหนดหมายเลข แอดเดรสของ 8255
MOVX  @DPTR,#80H         ; ส่งค่าไบต์ข้อมูลควบคุมไปยัง 8255
```

หลังจากโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว พอร์ต A, B และ C จะเป็นพอร์ตเอาท์พุตซึ่งเราสามารถจะส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังพอร์ตเหล่านี้ได้

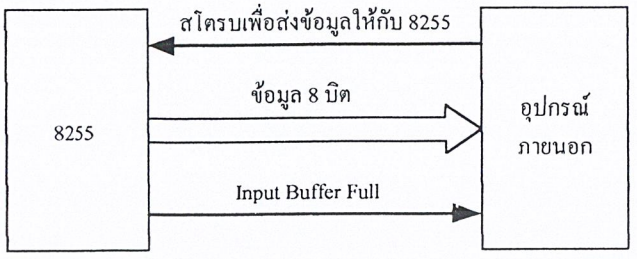
2) การทำงานในโหมด 1 ของ 8255

เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด 1 จะทำให้พอร์ต A และ B ทำงานในลักษณะเป็นอินพุต/เอาท์พุตเหมือนโหมด 0 แต่พอร์ต C จะถูกใช้งานสำหรับบอกสภาวะการติดต่อ (Handshake Signal) เท่านั้น โดยพอร์ต C สี่บิตบน (PC4-PC7) ใช้งานร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ต A ส่วน 4 บิตล่าง (PC0-PC3) ใช้งานร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ต B การใช้งานโหมดนี้ส่วนมาก จะใช้งานในลักษณะที่อุปกรณ์ภายนอกทำงานช้ากว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มาก จึงต้องมีสัญญาณบอกสภาวะการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นอินพุตกับอุปกรณ์ภายนอกที่สัญญาณบอกสภาวะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 การติดต่อระหว่าง 8255 ในลักษณะเป็นเอาท์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก
ที่มีสัญญาณบอกสภาวะการทำงาน

จากรูปที่ 2.20 ข้อมูลยังอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังพอร์ตของ 8255 แต่ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล ตัวอุปกรณ์ภายนอกต้องทำการตรวจสอบบัฟเฟอร์ของ 8255 (ตรวจสอบที่สัญญาณ Input Buffer Full) ถ้าว่าง อุปกรณ์ภายนอกก็จะส่งข้อมูลไปให้ 8255

จากรูปที่ 2.21 ข้อมูลจาก 8255 ถูกส่งไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก ก่อนที่จะส่งข้อมูลไปนั้น 8255 ต้องส่งสัญญาณ (Output Buffer Full) ไปบอกอุปกรณ์ภายนอกว่ามีข้อมูลจะส่งไป และเมื่ออุปกรณ์ภายนอกได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณสโตรบอีกเส้นหนึ่งเพื่อแจ้งให้ 8255 ทราบ

การทำงานของ 8255 ในโหมด 1 พอร์ตที่ใช้สำหรับรับหรือส่งข้อมูล คือ พอร์ต A และ B สามารถใช้งานได้อย่างอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 0.0 ได้กำหนดให้พอร์ต A เป็นพอร์ตเอาท์พุตและพอร์ต B เป็นพอร์ตอินพุต เราสามารถกำหนดค่าของไบต์ข้อมูลควบคุมได้ดังนี้

บิต	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ค่าที่กำหนด	1	0	1	0	0	1	1	0	0A6H

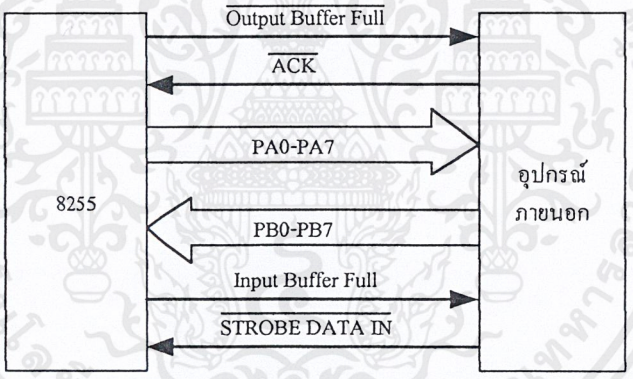
รูปที่ 2.22 การกำหนดไบต์ข้อมูลควบคุม

การกำหนดบิตในลักษณะนี้จะทำให้ข้อมูลส่งออกไปทางพอร์ต A ทางขา PA0-PA7 สัญญาณ Output Buffer Full (OBF คือขา PC7) สัญญาณตอบรับจากภายนอก (ACK คือขา PC6) สำหรับการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะรับเข้าทางพอร์ต B ทางขา PB0-PB7 ขา PC1 ใช้เป็นขา Input Buffer Full (IBF) และขา PC2 ใช้เป็นขา (STB) ส่วนในตารางที่ 0.0 แสดงหน้าที่ของพอร์ต C เมื่อใช้งาน 8255 ในโหมด 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 หน้าที่สัญญาณต่าง ๆ ของพอร์ต C เมื่อ 8255 ทำงานในโหมด 1

เส้นสัญญาณ	การติดต่อกับอินพุต	การติดต่อกับเอาท์พุต
PC0	INTR ของพอร์ต B	INTR ของพอร์ต B
PC1	IBF ของพอร์ต B	OBF\ ของพอร์ต B
PC2	STB\ ของพอร์ต B	ACK\ ของพอร์ต B
PC3	INTR\ ของพอร์ต A	INTR ของพอร์ต A
PC4	STB\ ของพอร์ต A	I/O ปกติ
PC5	INF ของพอร์ต A	I/O ปกติ
PC6	I/O ปกติ	ACK\ ของพอร์ต A
PC7	I/O ปกติ	OBF\ ของพอร์ต A

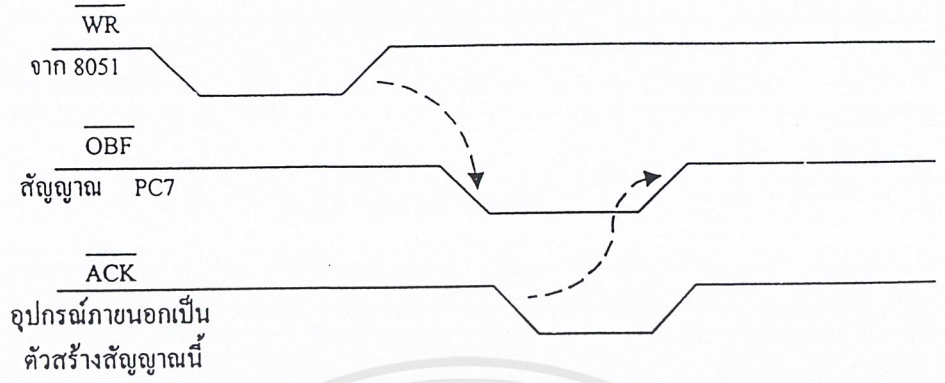


รูปที่ 2.23 การทำงานในโหมด 1 ของ 8255 โดยพอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับส่งข้อมูล และพอร์ต B เป็นพอร์ตรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก

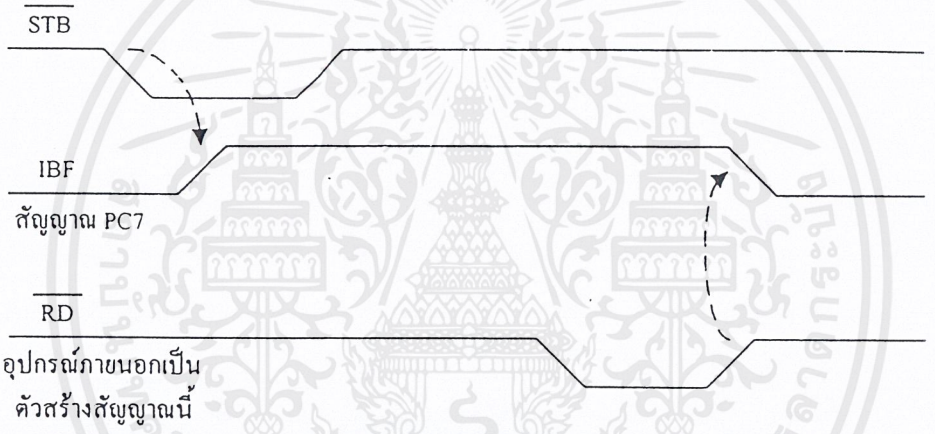
ส่วนโปรแกรมเพื่อจัดการให้ 8051 สามารถรับและส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกโดยใช้พอร์ตของ 8255 ที่กำหนดให้ทำงานในโหมด 1 นั้น ตามหลักการแล้ว 8051 จะดูสภาวะของบิตที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อ 8255 เท่านั้น ส่วนสัญญาณที่ใช้ติดต่อกันจริง ๆ นั้น (ทางฮาร์ดแวร์) จะดำเนินการโดย 8255 เองอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 2.24

จะเห็นว่าเมื่อ 8051 ต้องการส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ภายนอกจะเริ่มจากการตรวจสภาวะของขา PC7 (OBF\) โดยอ่านจากพอร์ต C เข้ามาพิจารณา ถ้าบิต D7 เป็น 1 แสดงว่าข้อมูลที่ส่งให้ 8255 ก่อนหน้านี้ได้ถูกส่งต่อไปให้อุปกรณ์ภายนอกเรียบร้อยแล้ว ดังนั้น 8051 จะสามารถส่งข้อมูลตัวถัดไปได้ ซึ่งผลจากการเขียนข้อมูลไปให้กับพอร์ต A ของ 8255 จะทำให้สัญญาณ PC7(OBF\) เปลี่ยนเป็นระดับลอจิก 0 เมื่ออุปกรณ์ภายนอกที่ต่ออยู่ตรวจสอบที่ขานี้ ก็จะทราบว่า 8255 มีข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 สัญญาณติดต่อเพื่อส่งข้อมูลออกไปจากพอร์ต A ของ 8255



รูปที่ 2.25 สัญญาณติดต่อเพื่อรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ต B ของ 8255

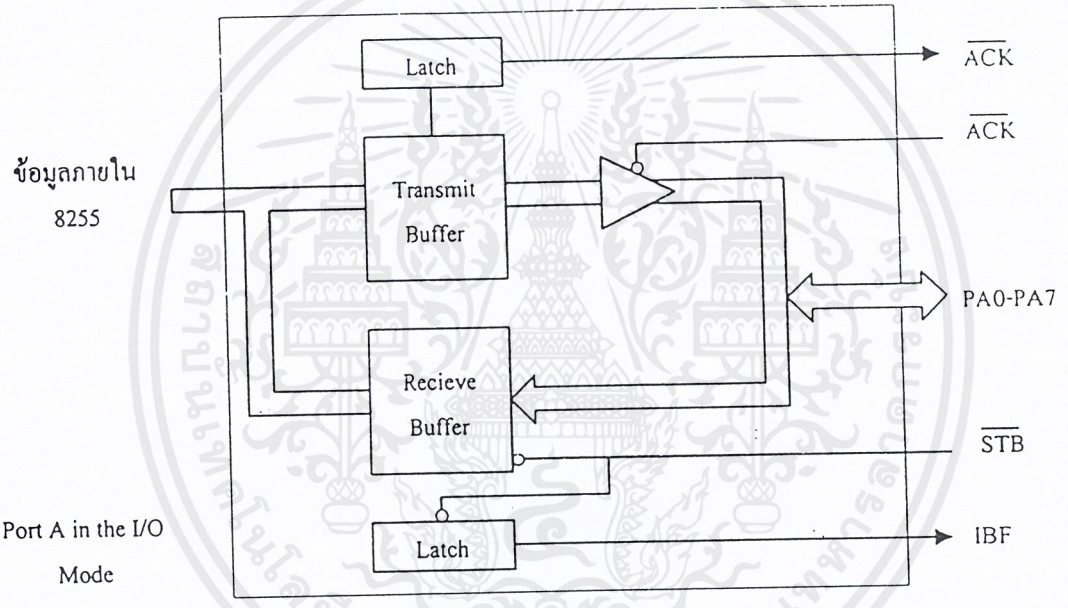
อยู่ ก็จะทำการอ่านข้อมูลจากพอร์ต A ทันที และแจ้งกลับมาให้ทราบโดยสัญญาณ ACK\ (ขา PC6) เมื่อตรวจพบก็จะเปลี่ยนสภาวะจากขา OBF\ เป็นลอจิก 1 โดยอัตโนมัติ ซึ่งก็จะครบรอบการติดต่อส่งข้อมูล 1 ครั้ง ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่ 8051 ทำการตรวจสอบบิต D7 ของพอร์ต C แล้วพบว่าเป็นลอจิก 0 ก็ยังไม่ควรที่จะส่งหรือเขียนข้อมูลให้กับพอร์ต A ของ 8255 เพราะข้อมูลก่อนหน้านี้ยังคงค้างอยู่ในบัฟเฟอร์ของ 8255 ยังไม่ได้มีการส่งต่อไปให้อุปกรณ์ภายนอกเลย

ส่วนการรับข้อมูลของ 8051 จากอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ตของ 8255 เริ่มจากการตรวจสอบบิต D1 ของพอร์ต C ถ้าเป็นลอจิก 1 แสดงว่ามีข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์ของ 8255 ซึ่งส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอก และแจ้งให้ 8255 ทราบได้โดยสัญญาณ STB\ (PC2) ทำให้ 8255 เปลี่ยนระดับลอจิกที่ขา PC1 (IBF) เป็นระดับลอจิก 1 ดังนั้น 8051 จะสามารถอ่านข้อมูลเข้าไปทางพอร์ต B ของ 8255 ได้ ซึ่งการอ่านข้อมูลนี้เองทำให้สัญญาณ IBF กลับไปเป็นระดับลอจิก 0 อีกครั้ง ซึ่งจะครบรอบการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกหนึ่งครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทำงานในโหมด 2 ของ 8255

การทำงานของ 8255 ในโหมด 2 จะใช้เฉพาะการทำงานของพอร์ต A เท่านั้น โดยทำงานเป็นพอร์ตข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bi-Directional Dataport) คือ ข้อมูลภายในเส้นของพอร์ต A ทั้งหมดสามารถเป็นข้อมูลที่มาจากอินพุตหรือเอาท์พุตก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 0.0 จะเห็นว่า PA0-PA7 จะเชื่อมต่อกับบล็อกของวงจรแลตช์ทั้งหมด ซึ่งแลตช์สำหรับส่งข้อมูลออก (Output Latch) มีหน้าที่ค้างข้อมูลที่ 8051 ส่งหรือเขียนไปยังพอร์ต A และรอให้อุปกรณ์ภายนอกอ่านข้อมูลไปจาก 8255 ส่วนแลตช์สำหรับข้อมูลเข้า (Input Latch) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่อุปกรณ์ภายนอกส่งมาให้พอร์ต A



รูปที่ 2.26 หลักการทำงานในโหมด 2 ของ 8255

เมื่อ 8051 ต้องการส่งข้อมูลออกไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก เริ่มโดยการส่งข้อมูลทางพอร์ต A ของ 8255 ซึ่งจะทำให้สัญญาณ OBF\ เปลี่ยนเป็นลอจิก 0 เมื่ออุปกรณ์ภายนอกตรวจสอบสัญญาณนี้ จะทราบว่าข้อมูลที่ต้องอ่านไปจาก 8255 และสัญญาณนี้ใช้ในการแจ้งให้ 8051 ได้เช่นเดียวกัน (โดยการอ่านและตรวจสอบค่าบิต D7 ของพอร์ต C) ว่าบัฟเฟอร์ของ 8255 พร้อมที่จะรับข้อมูลเข้าไปใหม่หรือไม่ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกอ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์นี้แล้ว ก็จะต้องทำการส่งสัญญาณ ACK\ ทำให้สัญญาณ OBF\ ของ 8255 เปลี่ยนกลับไปเป็นลอจิก 1 อีกครั้ง ส่วนการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกนั้น ก่อนที่อุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้ามาให้กับ 8255 จะต้องตรวจสอบสัญญาณ IBF ก่อน หากว่าเป็นลอจิก 0 จึงจะส่งข้อมูลออกมาได้ พร้อมกับส่งสัญญาณ STB\ มาบอกให้ 8255 ทราบแล้วจะทำให้สัญญาณ IBF เปลี่ยนเป็นลอจิก 1 โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น 8051 จะทราบว่ามีข้อมูลมาจากอุปกรณ์ภายนอก (ตรวจสอบจากบิต D5 ของพอร์ต C) และหลังจากอ่านข้อมูลจากพอร์ต A ของ 8255 แล้ว จะทำให้สัญญาณ IBF เปลี่ยนเป็นลอจิก 0 จากตารางที่ 0.0 แสดงหน้าที่ต่าง ๆ ของพอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมด 2 ซึ่งจะนำมาใช้เป็นบิตบอกสภาวะการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

ตารางที่ 2.11 พอร์ต C ของ 8255 เมื่อทำงานในโหมด 2 เพื่อบอกสภาวะของการติดต่อทางพอร์ต A

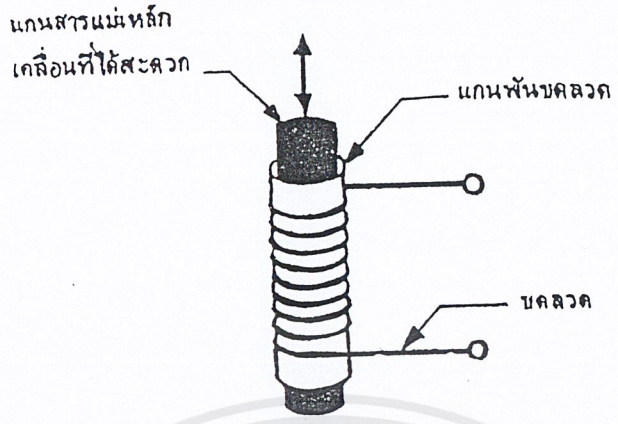
พอร์ต C	หน้าที่
PC0	I/O ปกติ
PC1	I/O ปกติ
PC2	I/O ปกติ
PC3	INTR ของพอร์ต A
PC4	STR\ ของพอร์ต A
PC5	IBF ของพอร์ต A
PC6	ACK\ ของพอร์ต A
PC7	OBF\ ของพอร์ต A

2.6 โซลินอยด์

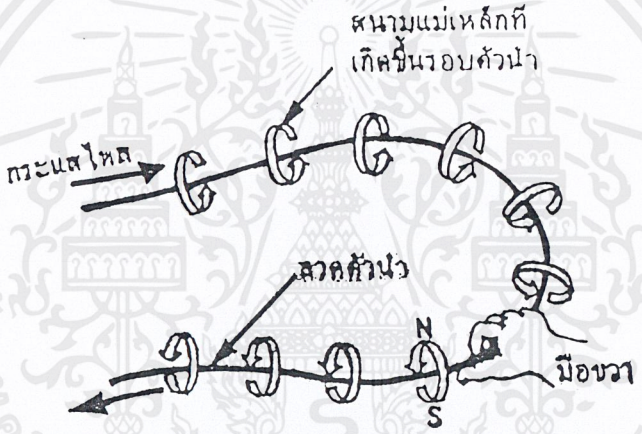
2.6.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

โซลินอยด์มีลักษณะดังรูปที่ 2.27 โดยมีหลักการทำงานที่ว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใด ๆ ก็ตามจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวนำและถ้านำเอาเส้นลวดนี้แต่ยาวหน่อยมาขดเป็นวงหลาย ๆ วง จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดที่ขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางที่เสริมกันและก่อให้เกิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กรวมมีทิศทางเหนือใต้ดังรูป เพื่อไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ารอบ ๆ ขดลวด ถ้าเอาแกนกระทุ้ง(PLUNGER)มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวด แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกเข้ามาจนสนิท

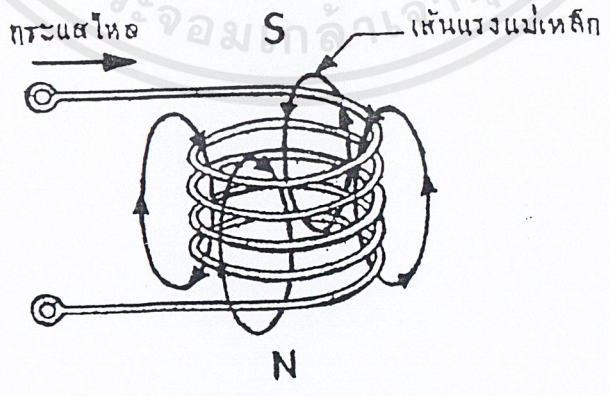
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

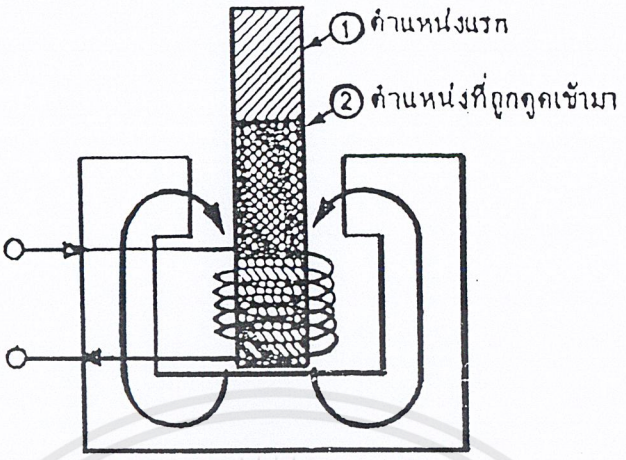


รูปที่ 2.28 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด



รูปที่ 2.29 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

2.7 การใช้งานไอซีไทม์เมอร์

2.7.1 วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator)

วงจรโมโนสเตเบิล เป็นไวเบรเตอร์อีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย วงจรรูปแบบนี้จะไม่กำเนิดพัลส์ต่อเนื่องออกมา แต่จะให้พัลส์ออกมาเพียงลูกเดียวเมื่อมีสัญญาณเข้ามากระตุ้นที่เรียกว่า สัญญาณทริก (Triggering Pulse) ส่วนการกระตุ้นที่เรียกว่า การทริกหรือทริกเกอริ่ง (Triggering)

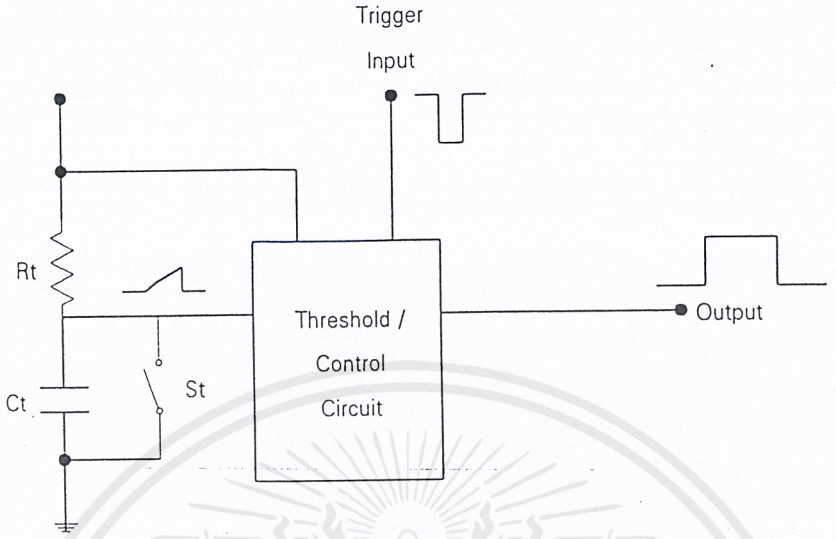
ลักษณะพิเศษของวงจรโมโนสเตเบิล คือ จะมีการเปลี่ยนสถานะไปชั่วขณะหนึ่ง (ให้เอาท์พุท) หลังจากที่เกิดการทริกขึ้น และจะเปลี่ยนสถานะเข้าสู่สภาวะเสถียรเดิม โดยเราสามารถควบคุมคาบเวลาในการกลับคืนสู่สถานะเดิมของวงจรได้โดยการเลือกค่า R และ C ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงอาจเรียกชื่อวงจรนี้ได้ว่า วงจรวันช๊อต (One Shot), ซิงเกิลไซเคิล(Single Cycle) หรือยูนิไวเบรเตอร์ ลักษณะรูปแรงดันเอาท์พุทที่วงจรสร้างขึ้นจะเป็นพัลส์รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งทำให้เป็นที่นิยมมากในการใช้เป็นตัวไทม์เมอร์ (วงจรตั้งเวลา) ในวงจรควบคุมระบบดิจิตอล

การทำงาน

วงจรไทม์เมอร์ดังรูปข้างต้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 4 ส่วน คือ

1. ไทม์มิ่งรีจิสเตอร์ (Timing Register : R_T)
2. ไทม์มิ่งคาปาซิเตอร์ (Timing Capaciter : C_T)
3. สวิทช์ (Switch)
4. เทรชโฮลด์หรือวงจรคอนโทรล (Threshold or Control Logic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แผนภาพของวงจรโมโนสเตเบิล

ลักษณะการทำงานแบ่งออกได้เป็น 2 สถานะ คือ

1. เมื่อยังไม่มีสัญญาณทริก (Untriggered or Quiescent Condition)

เมื่อไทม์เมอร์เอาท์พุท (Timer Output) มีค่าเป็นสถานะต่ำ จะทำให้สวิทช์ติดทำให้ตัวไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์ถูกช็อตลงกราวน์ ดังนั้นตัวไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์นี้จะไม่มีผลต่อวงจรแต่อย่างใด ในลักษณะเช่นนี้เราถือว่าการทำงานของไทม์เมอร์อยู่ในสถานะเสถียร (Stable State)

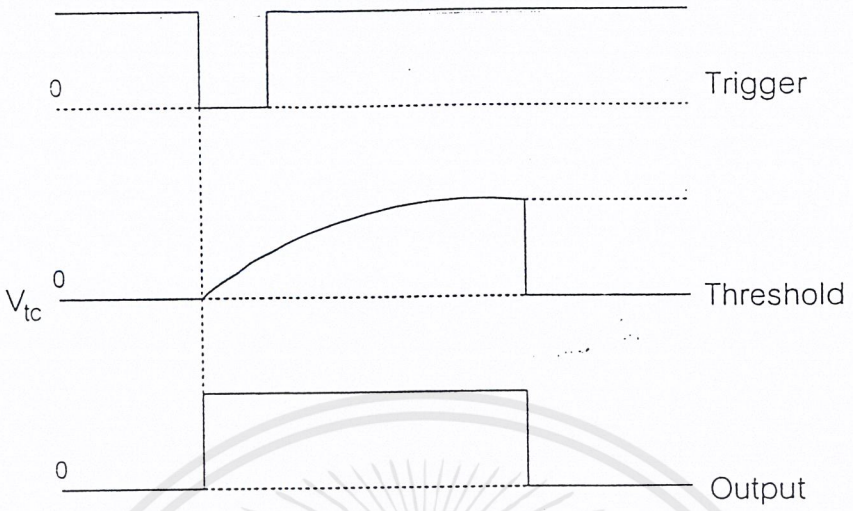
2. เมื่อมีการทริกเอาสัญญาณพัลส์เข้ามา (Trig Pulse)

วงจรเทรซโฮลด์จะทำหน้าที่เปิดสวิทช์ ซึ่งการเปิดสวิทช์นี้จะทำให้ค่าไทม์เมอร์เอาท์พุทมีค่าสถานะสูง ซึ่งในช่วงนี้การทำงานของไทม์เมอร์จะอยู่ในสถานะที่ไม่เสถียร

เมื่อสวิทช์เปิดจะทำให้ไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์เริ่มทำการชาร์จประจุ โดยผ่านทางไทม์เมอร์รีจิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์มีค่าเพิ่มมากขึ้น เราจะกำหนดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์นี้ คือ V_{tc} ซึ่งจะมีค่าไม่คงที่ คือเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยการเพิ่มขึ้นของค่า V_{tc} จะเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2.32

ค่า V_{tc} จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าเท่ากับเทรซโฮลด์โวลต์เตจ (V_{th}) ที่ถูกตั้งค่าเอาไว้ในส่วนของวงจรควบคุม ซึ่งการทำงานของวงจรควบคุมนี้จะเสมือนวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) ตัวหนึ่ง คือเมื่อมีค่าโวลต์เตจคร่อมไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์และเทรซโฮลด์โวลต์เตจเท่ากันแล้วก็จะให้ไทม์เมอร์เอาท์พุทสถานะต่ำออกมา ทำให้ไทม์เมอร์กลับไปทำงานในสภาวะเสถียรดังเดิม ในช่วงที่ไทม์เมอร์ทำงานในสภาวะที่ไม่เสถียรจะได้ค่าของคาบเวลาออกมา ซึ่งค่าคาบเวลานี้จะขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะสัญญาณทริก, V_{tc} และเอาท์พุท

ค่าไทม์มิ่งรีซิสแตนซ์ ค่าไทม์มิ่งคาปาซิสแตนซ์ ค่าความต่างศักย์เริ่มต้นที่ตกคร่อมไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์ ค่าความต่างศักย์เมื่อตอนชาร์จประจุและค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจ โดยคาบเวลาเท่ากับ

$$T = R_tC_t\ln[(V_c-V_i)/(V_c-V_{th})]$$

เมื่อ $V_i = 0$ (ตอนเริ่มต้น ความต่างศักย์ตกคร่อมไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0 โวลต์)

และ $V_c = V_t$ (V_t คือ ไฟเลี้ยงจากเครื่องจ่ายไฟตรง)

จะได้ว่า

$$T = R_tC_t\ln[V_t/(V_t-V_{th})]$$

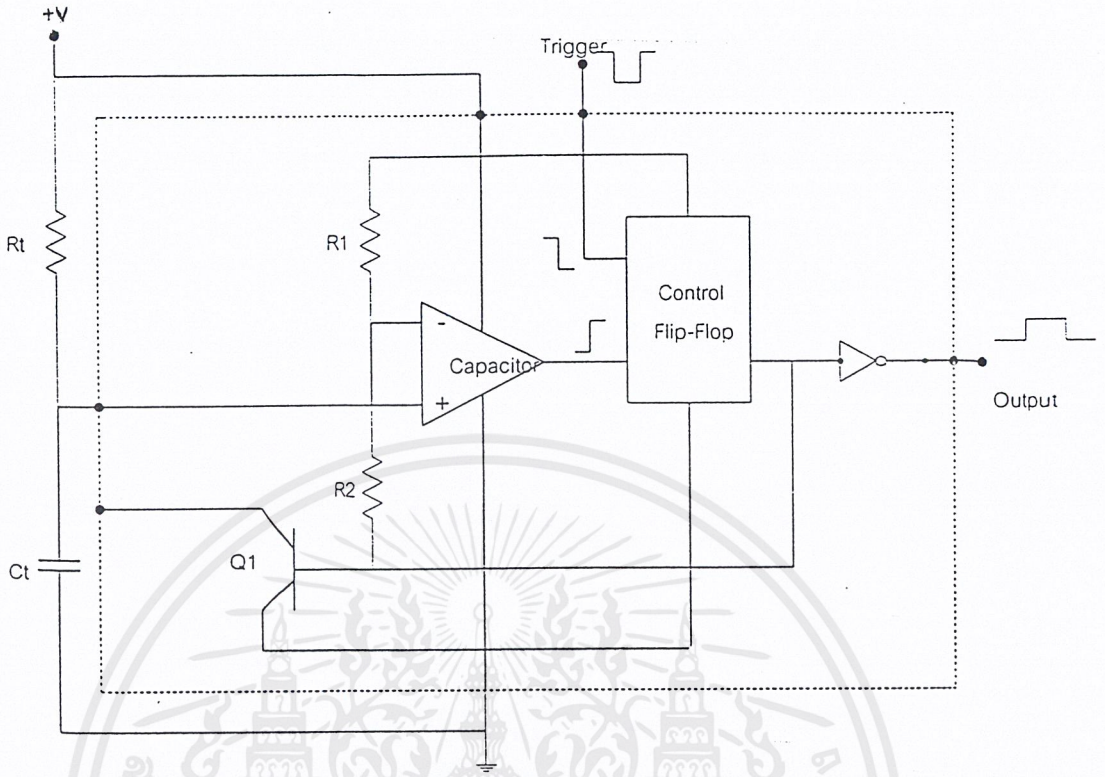
จากรูปที่ 2.33 คือการขยายส่วนการทำงานของวงจรควบคุมให้เห็นได้ชัดเจนขึ้น จากรูปจะใช้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิดเปิด โดย Q_1จะทำหน้าที่ในการช็อตไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์ เมื่อวงจรอยู่ในสภาวะเสถียรให้ไทม์เมอร์เอาท์พุทเท่ากับสถานะต่ำ และจะทำหน้าที่เปิดวงจรเพื่อให้ไทม์เมอร์คาปาซิเตอร์เกิดการชาร์จประจุซึ่งทำให้เกิดคาบเวลาในช่วงให้ไทม์เมอร์เอาท์พุทเท่ากับสภาวะสูงในสภาวะไม่เสถียรออกมา ในช่วงนี้เราจะให้ฟลิปฟลอปเป็นตัวควบคุมในการปิดเปิดสวิทช์ (โดยใช้ทรานซิสเตอร์ Q_1) โดยให้

Q_1 = ON เมื่อไทม์เมอร์เอาท์พุทมีสถานะต่ำ

Q_2 = OFF เมื่อไทม์เมอร์เอาท์พุทมีสถานะสูง

โดยมีวงจรเปรียบเทียบค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจกับ V_{tc} และมีวงจรแบ่งค่าความต่างศักย์ซึ่งก็คือ R_1และ R_2 เป็นตัวแปรในการเลือกค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการให้ V_{th} เท่ากับ 2/3 เท่าของ V_t แล้วจะได้ว่าต้องเลือกให้ $R_2 = 2R_1$ หรือถ้าต้องการให้ V_{th} เท่ากับ 1/3 เท่าของ V_t แล้วก็จะต้องเลือกใช้ $R_2 = R_1$ เป็นต้น โดยที่ยิ่งเทรชโฮลด์โวลต์เตจมีค่ามากขึ้น ก็จะได้ค่าคาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 แสดงการต่อวงจรของอุปกรณ์ในวงจรโมโนสเตเบิล

มากขึ้นด้วยในอัตราส่วนของ $R_tC_tln[V_t/(V_t - V_{th})]$ นั่นคือ ถึงแม้คาบเวลาจะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่จะไม่เป็นเส้นตรง ในที่นี้หากกำหนดให้

$$V_{th} = (2/3) \times V_t \text{ (เลือกค่า } R_2 = 2R_1)$$

จะได้คาบเวลา

$$T = R_tC_tln[V_t/(V_t - 2/3*V_t)]$$
$$= R_tC_tln[1/(1-2/3)]$$
$$= R_tC_tln[3]$$
$$= 1.1R_tC_t$$

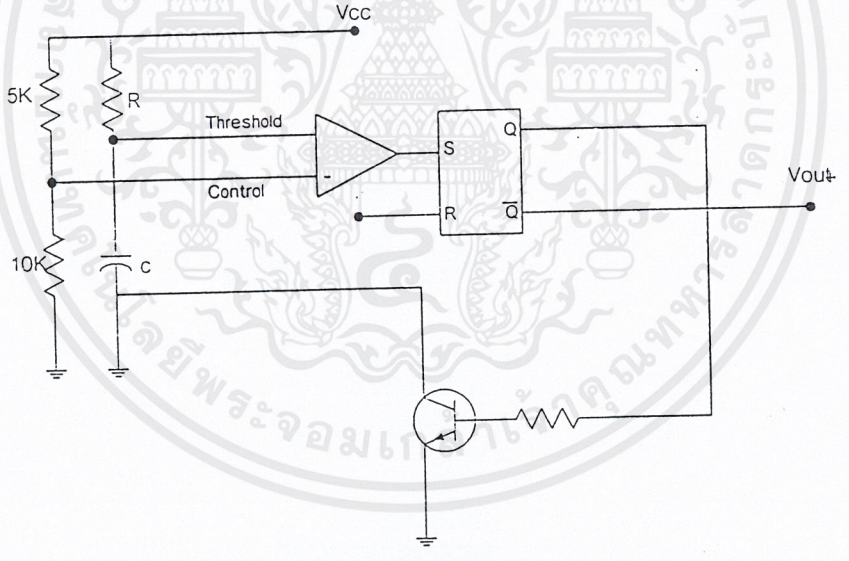
โดยค่า $T = 1.1R_tC_t$ จะเป็นคาบเวลาในการให้ไทม์เมอร์เอาท์พุทมีสถานะสูง สำหรับวงจรโมโนสเตเบิลที่มีเทรชโฮลด์โวลต์เตจมีค่าเป็น 2/3 เท่าของชาร์จจิ้งโวลต์เตจ

2.7.2 วงจรดูอัลไทม์เมอร์ (Dual Timer) เบอร์ 556

เนื่องจากไอซีเบอร์ 556 จะประกอบไปด้วยไอซีเบอร์ 555 อยู่สองวงจร ดังนั้นจึงขออธิบายไอซีเบอร์ 556 ด้วยวงจรของไอซี 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.34 แสดงแนวคิดพื้นฐานการทำงานของ 555 ไทม์เมอร์ โดยจากวงจรนี้จะอธิบายการทำงานของวงจรได้ดังนี้คือ ในขั้นแรกเราสมมุติให้เอาท์พุท Q มีสถานะสูง (V_{cc}) ทำให้ทรานซิสเตอร์อิ่มตัว ดังนั้นตัวเก็บประจุก็จะถูกช็อตลงกราวน์ ค่าของโวลต์เตจที่ตัวเก็บประจุจะเป็น 0 โวลต์ เนื่องจากตัวเก็บประจุไม่สามารถถูกชาร์จได้ เราจะนิยามค่าโวลต์เตจที่ขานอนอินเวิร์ตติ้งอินพุทของออปแอมป์ว่าค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจ และในทำนองเดียวกัน ค่าโวลต์เตจที่ขาอินเวอร์ตติ้งอินพุท เราจะนิยามว่าค่าคอนโทรลโวลต์เตจ และกล่าวว่าเมื่อ RS ฟลิปฟลอปถูกเซต ทรานซิสเตอร์จะอิ่มตัว ซึ่งจะทำให้ค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจมีค่า 0 โวลต์ ค่าของคอนโทรลโวลต์เตจซึ่งมีค่า 10 โวลต์ จากการแบ่งแรงดันก็จะทำให้เอาท์พุทของออปแอมป์มีค่าเป็น 0 โวลต์ ถ้าเราป้อนลอจิกสูงเข้าที่ขา R คือ รีเซต RS ฟลิปฟลอป ซึ่งเอาท์พุท Q จะมีสถานะต่ำและทรานซิสเตอร์ก็จะคัทออฟ ตัวเก็บประจุ C ก็จะถูกชาร์จผ่านตัวต้านทาน R ค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มขึ้นจนมากกว่าค่าของคอนโทรลโวลต์เตจนิดหน่อยเอาท์พุทของออปแอมป์ก็จะมีสถานะสูง (15 V) ซึ่งทำให้ RS ฟลิปฟลอปถูกเซต เอาท์พุทก็จะมีสถานะสูง ทรานซิสเตอร์จะอิ่มตัว ตัวเก็บประจุจะถูกดิสชาร์จผ่านทรานซิสเตอร์นั่นเอง

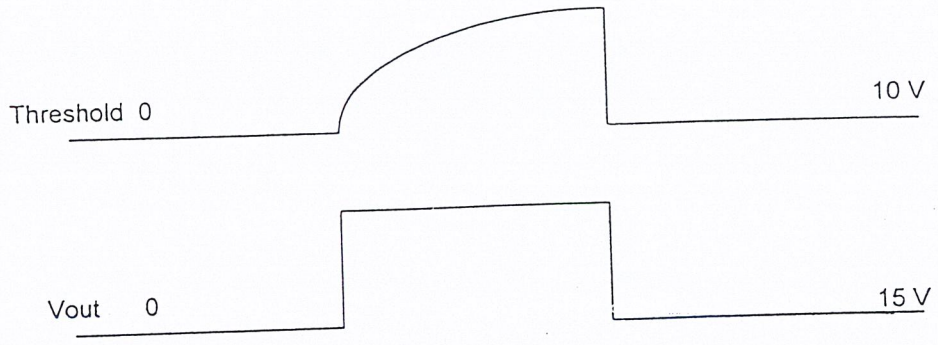


รูปที่ 2.34 การทำงานพื้นฐานของ 555 ไทม์เมอร์

จากรูปที่ 2.34 จะเห็นว่าค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจเพิ่มขึ้นอย่างเอกซ์โปเนนเชียล นั่นก็เพราะการชาร์จประจุนั่นเอง ในขณะเดียวกันเราจะได้พัลส์ลูกหนึ่งออกมาที่เอาท์พุท Q ด้วย

ไอซี 555 ไทม์เมอร์เป็นไอซี 8 ขา นำไปต่อกับอุปกรณ์อื่นเพื่อให้ไอซีทำงานแบบต่าง ๆ จากรูปที่ 2.35 แสดงวงจรภายในของไอซี 555 จะเห็นได้ว่าวงจรในส่วนของออปแอมป์ตัวบนจะเหมือนกับวงจรที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยสัญญาณเทรชโฮลด์จะเป็นขา 6 ของไอซี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



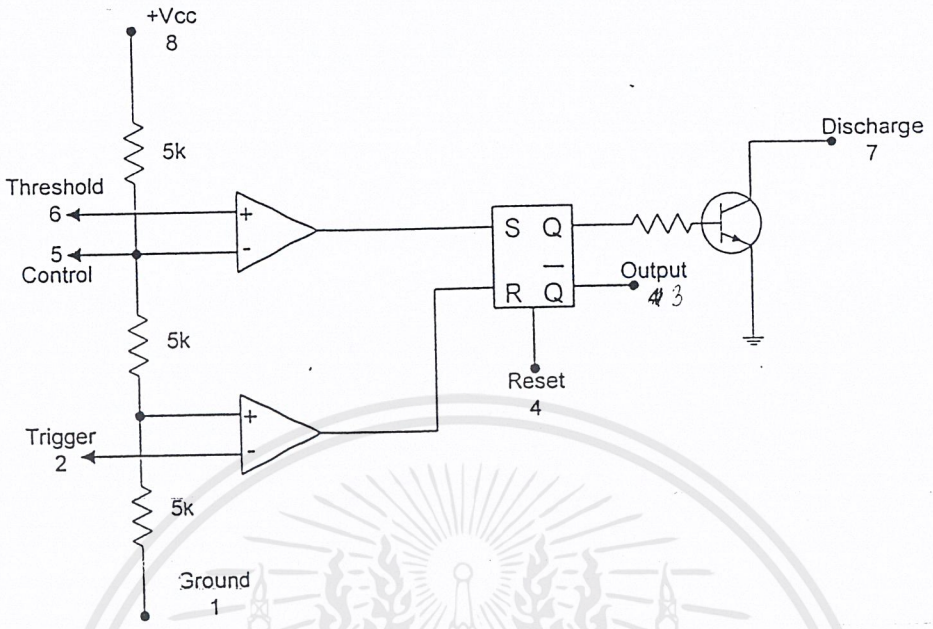
รูปที่ 2.35 แสดงค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจที่เพิ่มขึ้นอย่างเอกซ์โปเนนเชียล

สัญญาณคอนโทรลเป็นขา 5 ซึ่งโดยทั่วไปขาคอนโทรลมักไม่ได้ใช้ ดังนั้นค่าคอนโทรลโวลต์เตจจึงเท่ากับ $+(2/3)V_{CC}$ ซึ่งได้จากการแบ่งแรงดันของตัวต้านทาน 5 k 3 ตัว ขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ที่จะใช้สำหรับดิสชาร์จตัวเก็บประจุก็จะเป็นขา 7 ของไอซี สัญญาณที่ได้จากขา Q ของ RS ฟลิปฟลอปคือขา 3 และมีเพิ่มขึ้นมาคือสัญญาณรีเซตซึ่งเป็นขา 4 ที่ขารีเซตนี้เมื่อถูกต่อกับกราวน์แล้วไอซี 555 จะไม่ทำงาน ซึ่งจะเหมือนกับสวิทช์เปิด-ปิดการทำงานนั่นเอง โดยทั่วไปเราจะต่อขานี้กับ V_{CC} และในส่วนออปแอมป์ตัวล่างนั้น ขาอินเวอร์ตติ้งอินพุทของออปแอมป์เรียกว่าทริกเกอร์ (ขา 2 ของไอซี) เพราะขานอนอินเวอร์ตติ้งอินพุทของออปแอมป์มีค่าโวลต์เตจที่เกิดจากตัวต้านทานแบ่งแรงดันจะทำให้มีค่าคงที่ คือ $V_{CC}/3$

ดังนั้นเมื่อสัญญาณทริกเกอร์มีค่าน้อยกว่า $+V_{CC}/3$ เอาท์พุทของออปแอมป์ก็จะมีค่าเป็น $+V_{CC}$ (สถานะสูง) ซึ่งก็จะรีเซต RS ฟลิปฟลอป ทำให้ได้สัญญาณเอาท์พุทออกมา และสุดท้ายขา 1 ก็จะเป็นกราวน์และขา 8 ก็จะเป็นไฟเลี้ยง ($+V_{CC}$) ค่าของ $+V_{CC}$ นี้ก็จะใช้ได้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.5-16 โวลต์

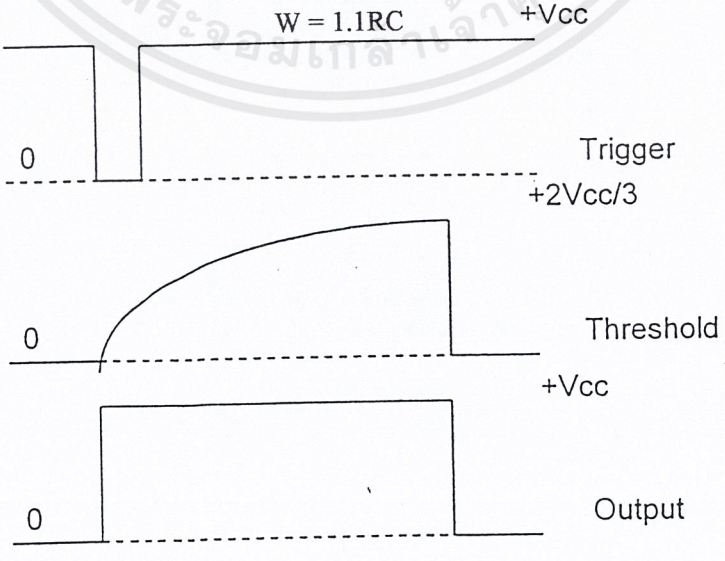
จากวงจรในรูปที่ 2.36 จะเป็นการตัดต่อไอซี 555 ไทม์เมอร์เพื่อให้ทำงานในแบบของโมโนสเตเบิล (วันช็อต) เอาท์พุทของวงจรก็จะได้เป็นพัลส์สี่เหลี่ยมที่มีค่าของความกว้างพัลส์คงที่ ในแต่ละครั้งที่เราป้อนสัญญาณทริกเกอร์พัลส์กับวงจรที่ขา 2 ของไอซี เมื่อค่าโวลต์เตจของสัญญาณทริกเกอร์มีค่าลดลงจนน้อยกว่า $+V_{CC}/3$ ออปแอมป์ตัวล่างก็จะมีเอาท์พุทออกมาเป็นสถานะสูง ซึ่งก็จะรีเซต RS ฟลิปฟลอป ทรานซิสเตอร์ก็จะคัทออฟและตัวเก็บประจุก็จะถูกชาร์จ เมื่อค่าเทรชโฮลด์โวลต์เตจมีค่าเพิ่มขึ้นจนมากกว่า $+2V_{CC}/3$ แล้วออปแอมป์ตัวบนก็จะมีเอาท์พุทออกมาเป็นสถานะสูง ซึ่งก็จะเซต RS ฟลิปฟลอป ในขณะที่เอาท์พุท Q เปลี่ยนสถานะจากต่ำเป็นสูง ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ทำให้ตัวเก็บประจุถูกดิสชาร์จอย่างรวดเร็วผ่านทรานซิสเตอร์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



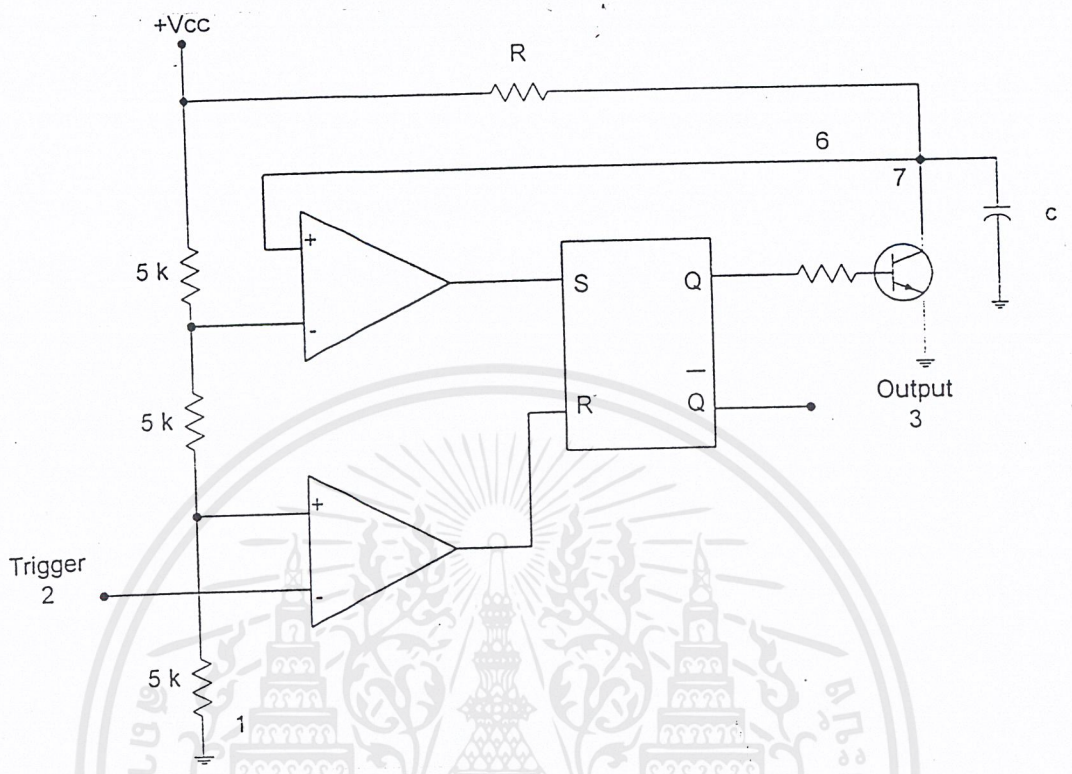
รูปที่ 2.36 แสดงวงจรภายในของไอซี 555

สัญญาณทริกเกอร์ก็จะเป็นสัญญาณพัลส์แคบ ๆ มีลักษณะดังรูปที่ 2.37 และสัญญาณเอาท์พุทก็จะได้ดังรูป ซึ่งจะเป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม ตัวเก็บประจุซึ่งจะถูกชาร์จผ่านตัวต้านทาน R ถ้าค่า RC ไทม์คอนสแตนท์ (RC Time Constant) มีค่ามากก็จะใช้เวลามากในการที่จะชาร์จตัวเก็บประจุให้มีโวลต์เตจถึงค่า $+2V_{cc}/3$ หรืออาจกล่าวได้ว่าค่า RC ไทม์คอนสแตนท์นี้จะมีผลในการกำหนดค่าความกว้างของพัลส์สัญญาณเอาท์พุทจากการแก้สมการเอกซ์โปเนนเชียล เราจะสามารถหาความสัมพันธ์ของค่าความกว้างพัลส์ได้คือ



รูปที่ 2.37 แสดงสัญญาณทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.38 การทำงานของไอซี 555 ในแบบโมโนสเตเบิล

โดยทั่วไปแล้วการเขียนวงจร เรามักจะไม่แสดงออปแอมป์ ฟลิปฟลอป และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในตัวไอซี แต่เราจะเขียนวงจรดังรูปที่ 2.38 เป็นวงจรโมโนสเตเบิลที่ใช้ 555 โดยเราจะเขียนเฉพาะตัวไอซีและอุปกรณ์ภายนอกเท่านั้น และที่ขา 5 ของไอซี 555 เรามักจะต่อตัวเก็บประจุค่าน้อย ๆ ลงกราวน์เพื่อเป็นการลดสัญญาณรบกวน (Noise) ให้สัญญาณคอนโทรลโวลต์เตจ เพื่อความกว้างพัลส์ที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์อัตโนมัติโดยใช้บาร์โค๊ดนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้ และส่วนจ่ายอุปกรณ์ ส่วนแสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้นี้จะควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 และจะมีการอ่านข้อมูลจากบัตรนักศึกษาโดยใช้บาร์โค้ดเพื่อระบุตัวผู้ใช้ จากนั้นจะแสดงผลการทำงานออกทางจอแอลซีดี โดยการรอรับเบอร์ไอซีและจำนวนที่ต้องการเบิกจากผู้ใช้ผ่านทางคีย์เมตริกซ์สวิตช์ แล้วนำไปประมวลผลและจ่ายไอซีออกมาโดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์

เครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์อัตโนมัตินี้ประกอบไปด้วย ส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรรับข้อมูลจากบัตรนักศึกษาด้วยบาร์โค้ด วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ วงจรควบคุมการจ่ายอุปกรณ์ วงจรตรวจสอบการจ่ายไอซี และวงจรแสดงผล

ส่วนที่สำคัญเป็นส่วนของการออกแบบโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรมรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค้ด โปรแกรมรับข้อมูลจากคีย์สวิตช์ เพื่อการตรวจสอบรหัสประจำตัวและรหัสผ่านของแต่ละบุคคลและแสดงผลโดย แอลซีดี ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการรับข้อมูลที่อ่านได้จากส่วนบาร์โค้ดนี้จะถูกส่งเข้าที่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมการจ่ายไอซี นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมที่ทำงานเกี่ยวกับฐานข้อมูลเพื่อเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน ตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงจำนวนที่ผู้ใช้แต่ละคนสามารถเบิกไอซีแต่ละเบอร์ได้ ตรวจสอบจำนวนไอซีในแต่ละเบอร์ในขณะนั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มเติมผู้ใช้ได้โดยอัตโนมัติอีกด้วย

3.2 การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรของเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์อัตโนมัตินี้จะแบ่งออกได้ดังนี้

3.2.1 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

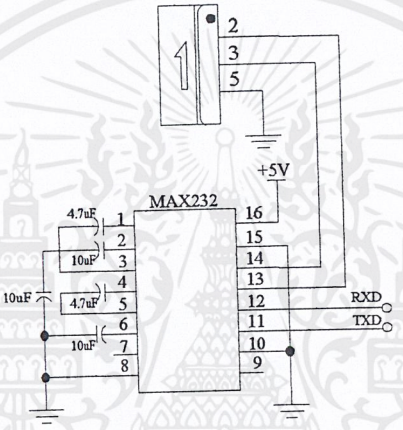
ในส่วนของวงจรจะประกอบไปด้วย วงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค้ด วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรแสดงผลแอลซีดี ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูลจากบาร์โค้ดเพื่อไปประมวลผลว่านักศึกษาคนนี้มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่โดยส่งไปตรวจสอบข้อมูลที่ฐานข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบว่ามีข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีก็จะไม่สามารถเบิกอุปกรณ์ได้ เครื่องก็จะรอรับการทำงานต่อไป ส่วนถ้ามีข้อมูลอยู่เครื่องก็จะรอรับการกดรหัสผ่าน แล้วนำไปตรวจสอบว่าถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องจึงจะทำงานในส่วนการเบิกจ่ายโดยการรับเบอร์ไอซีและจำนวนที่ต้องการจากผู้ใช้ผ่านทางคีย์สวิตช์ จากนั้นนำไปตรวจสอบกับยอดที่ผู้ใช้คนนั้นๆ สามารถเบิกได้ ถ้าผ่านก็จะจ่ายไอซีออกมาตามเบอร์และจำนวนที่ผู้ใช้ต้องการ

1. ส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

ในส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากการรูดบัตรนักศึกษา จากนั้นจะส่งข้อมูลที่อ่านได้ให้กับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ดที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดของ ArexTek รุ่น 103DR ซึ่งรุ่นนี้จะให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาเป็นสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมแบบRS-232 โดยมีขั้วต่อเป็นแบบ DB9 ตัวเมีย สามารถนำไปเชื่อมต่อกับขั้วต่อมาตรฐาน RS-232 ของคอมพิวเตอร์ได้ทันที โดยรูปแบบของข้อมูลนั้นสามารถโปรแกรมได้เองตามความต้องการ แต่ตามปกติแล้วเครื่องจะทำการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ดังนี้คือ

Comport = ขึ้นอยู่กับการต่อสายของ RS-232 เข้ากับเครื่อง PC ว่าใช้ Comport ใด

Baudrate = 9600 bps

Data Bit = 8 bit

Parity = None

Stop Bit = 1 Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

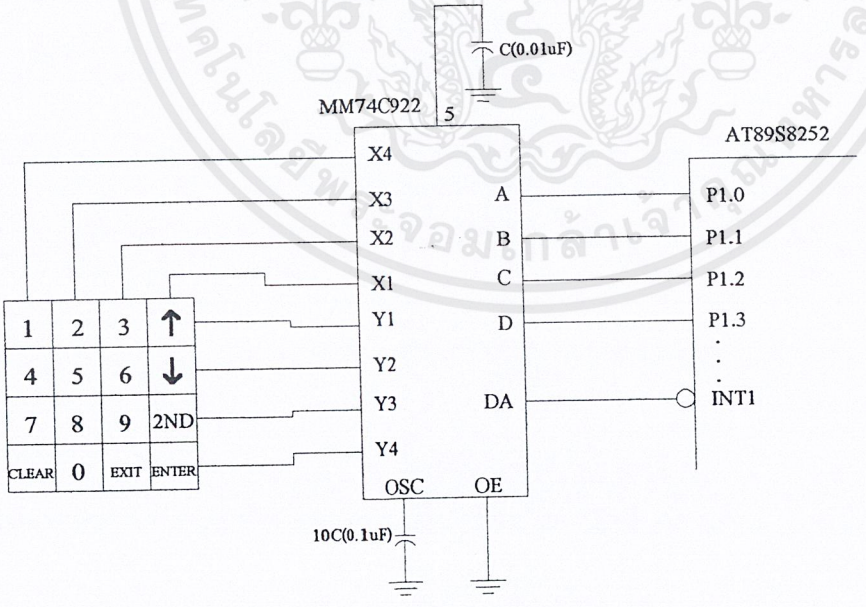
ตารางที่ 3.1 แสดงสัญญาณของเครื่องอ่านบาร์โค้ด แบบ DB9 ตัวเมีย

DB9 ตัวเมีย (Barcode Reader)	สัญญาณ (Signal)
Pin-2	TXD
Pin-3	RXD
Pin-5	GND
Pin-9	$+V_{CC}(+5V_{DC})$

ในการออกแบบส่วนของการอ่านข้อมูลรหัสบาร์โค้ดได้ต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 เมื่อต้องการเบิกอุปกรณ์ ก็ทำได้โดยการนำบัตรนักศึกษาซึ่งมีข้อมูลของนักศึกษาผู้นั้นบันทึกเอาไว้ ทั้งรหัสนักศึกษาและรหัสผ่านประจำตัวผู้ใช้ เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด รหัสข้อมูลจากบัตรนักศึกษาจะถูกอ่านออกมาและส่งไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

2. ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

ในส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณข้อมูลจากการกดรหัสผ่านของผู้เบิก มีวงจรดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

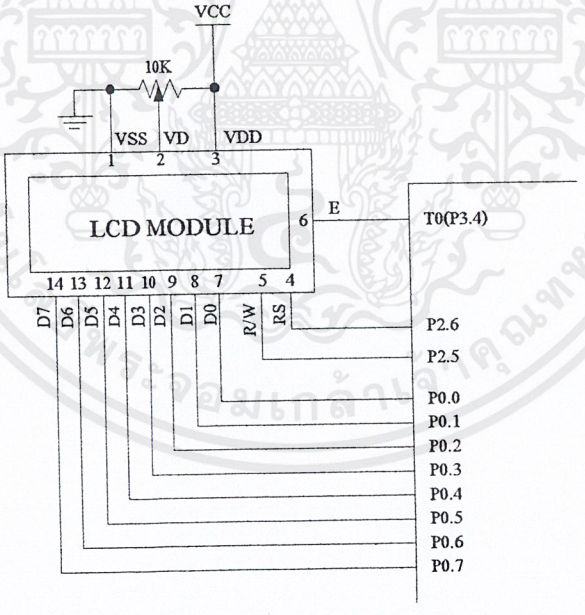
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์จะเริ่มเมื่อมีการกดคีย์ สัญญาณจากการกดจะเข้าที่ขาไอซีเบอร์ MM74C922N ซึ่งเป็นไอซีเข้ารหัสชนิด CMOS แล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปยังพอร์ตอินพุต P1.0, P1.1, P1.2 และ P1.3 ตามลำดับ ส่วนสัญญาณ interrupt ที่เกิดจากการกดคีย์สวิตช์จะถูกส่งเข้าที่ขา INT1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

3. ส่วนของวงจรแสดงผล

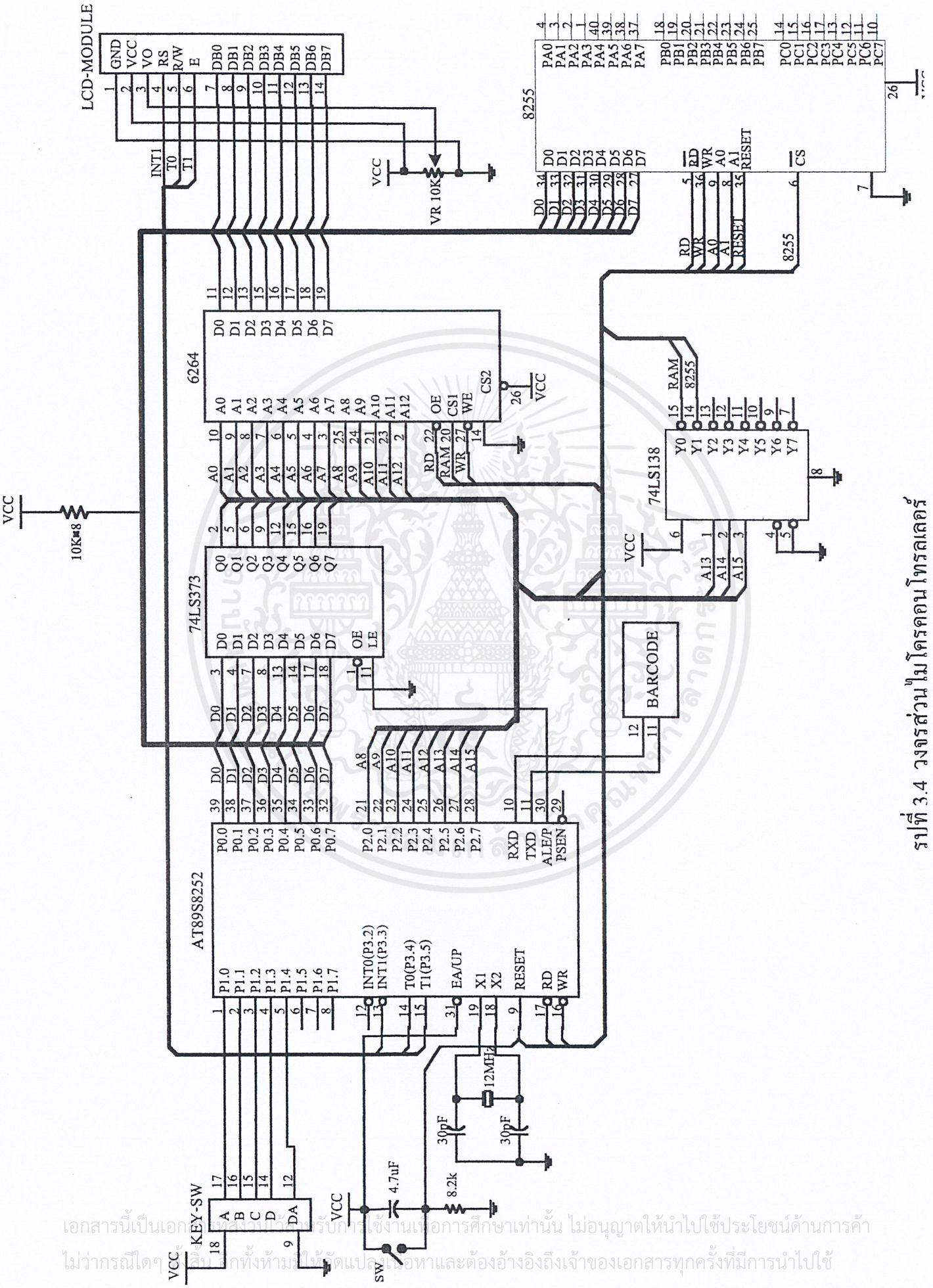
ในส่วนของการแสดงผลจะใช้ แอลซีดี ทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการประมวลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด คีย์เมตริกซ์สวิตช์

การทำงานของวงจรแสดงผล แอลซีดี เริ่มจากการส่งข้อมูลกำหนดการอ่านหรือเขียน แล้วจึงกำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลหรือคำสั่ง ส่งออกมาทางขา Data เป็นการทำงานแบบ 8 บิต การแสดงผลบรรทัดที่ 1 จะอยู่ที่ Address 80H บรรทัดที่ 2 จะอยู่ที่ Address C0H บรรทัดที่ 3 จะอยู่ที่ Address 94H บรรทัดที่ 4 จะอยู่ที่ Address D4H มีการต่อวงจรแสดงผลดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การต่อวงจรแสดงผลจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



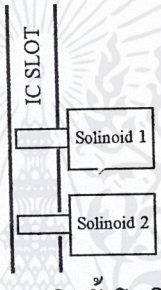
รูปที่ 3.4 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนจ่ายไอซีและตรวจสอบการจ่าย

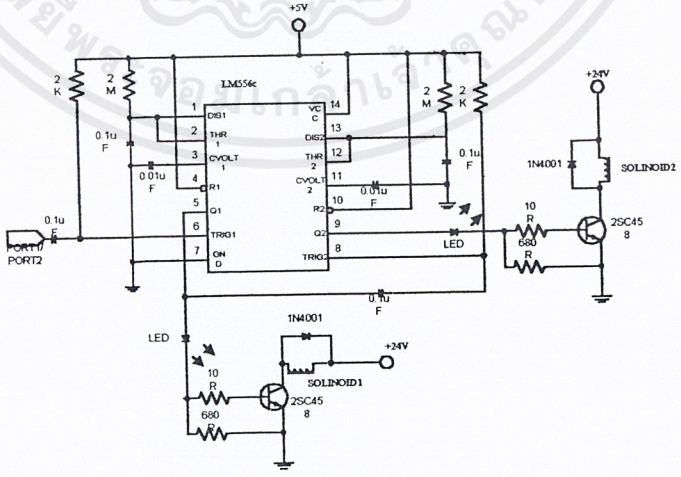
1. ส่วนจ่ายไอซี

ในส่วนจ่ายไอซีจะอาศัยการทำงานของโซลินอยด์ โซลินอยด์ที่ใช้จะเป็นแกนเหล็กแกนหนึ่งที่อยู่ในสนามแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไหลเข้าไปจะเหนี่ยวนำแกนเหล็กให้สามารถเคลื่อนที่ได้ เราจึงนำหลักการนี้ไปใช้เป็นส่วนจ่ายอุปกรณ์ให้แก่นักศึกษา คือเมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าออกมาจากเครื่องก็จะทำให้แกนเหล็กเคลื่อนที่เข้า ทำให้สามารถที่จะจ่ายอุปกรณ์ออกมาได้ตามต้องการ โดยมีการติดตั้งโซลินอยด์ดังรูปที่ 3.5 การสั่งงานปล่อยไอซี จะเริ่มจากการสั่งให้โซลินอยด์ตัวที่ 2 ทำงานก่อน ตามด้วยโซลินอยด์ตัวที่ 1 ด้วยวิธีการนี้ไอซีจะตกลงมาทีละตัวตามต้องการ



รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้งโซลินอยด์

โดยการทำงานของโซลินอยด์นี้จะถูกสั่งงานผ่านไอซีไทม์เมอร์ 556 อีกที ซึ่งต่อใช้งานในรูปแบบโมโนสเตเบิลดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรส่วนจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนตรวจสอบการจ่ายไอซี

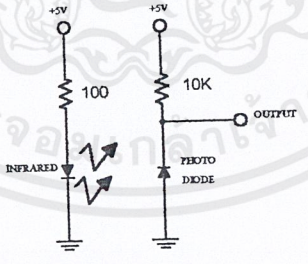
ในส่วนตรวจสอบการจ่ายไอซีนี้เราจะใช้คุณสมบัติของอินฟาเรดมาช่วย โดยอินฟาเรดจะมีคุณสมบัติดังนี้

การแผ่รังสีอินฟาเรดเป็นรูปแบบหนึ่งของการแผ่คลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าและมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแสงทั่วไป คลื่นวิทยุ รังสี X ในความเป็นจริงแล้วความแตกต่างระหว่างอินฟาเรดกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็มีแค่ค่าของความยาวคลื่น

ระหว่างอินฟาเรด อินฟาเรดระยะไกล และคลื่นมิลลิเมตร มีความก้ำกึ่งกันยังไม่สามารถระบุขอบเขตของมันได้อย่างแน่ชัด แสงทั่วไปคือแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ คลื่นมิลลิเมตรมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด อินฟาเรดและอินฟาเรดระยะไกลมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.7 – 1000 ไมโครเมตร

อินฟาเรดมีคุณสมบัติคร่าว ๆ คือ เดินทางเป็นเส้นตรง ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะเว้นแต่จะบางมาก แต่สามารถผ่านผลึกหลาย ๆ อย่าง เช่น พลาสติก อากาศธาตุ ในการรับแสงอินฟาเรดเราใช้ตัวอุปกรณ์ตัวรับแสงที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงที่รับเข้ามาไปเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ประเภทนี้จัดเป็นสวิทซ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ทางแสงซึ่งอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมคือ โฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์รับแสงในระบบควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย ซึ่งจะรับแสงในย่านอินฟาเรดเป็นส่วนมากจึงไม่ทำให้สภาพแสงในธรรมชาติเข้าไปรบกวนในการควบคุม

วงจรของส่วนตรวจสอบการจ่ายไอซีจะเป็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรส่วนตรวจสอบการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุป

เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติโดยใช้บาร์โค้ดที่ได้สร้างขึ้นนี้ ประกอบไปด้วยส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ ส่วนแสดงผล และส่วนจ่ายไอซี กล่าวคือ วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก จอแสดงผลแอลซีดี คีย์เมตริกซ์สวิตช์รับคำสั่งและข้อมูลจากผู้ใช้ และส่วนอ่านบาร์โค้ดจากบัตรนักศึกษา ผลการทำงานที่ได้คือเครื่องจะทำงานใน 2 โหมดการทำงาน คือ โหมดการเบิกไอซี และโหมดการแก้ไขเพิ่มเติม

สำหรับโหมดการเบิกไอซีนั้น เครื่องจะให้ผู้ใช้รูดบัตรนักศึกษาแล้วแสดงผลที่อ่านได้ออกมา ถ้ารหัสนั้น ๆ มีอยู่ในระเบียนเครื่องก็จะให้ผู้ใช้ป้อนรหัสผ่านซึ่งเป็นตัวเลข 4 หลัก และถ้ารหัสผ่านนั้นถูกต้องเครื่องก็จะทำงานต่อไปในส่วนของการเบิกไอซี ถ้ารหัสผ่านผิดพลาดเครื่องก็จะเตือนแล้วกลับเข้าสู่การทำงานหลัก ส่วนของการจ่ายไอซีจะเริ่มจากการรับค่าเบอร์ไอซีที่ต้องการและจำนวนที่ต้องการเบิก จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเปรียบเทียบกับจำนวนโควต้าของผู้ใช้ว่ายังเบิกได้หรือไม่ ถ้าได้ก็จะทำงานโดยการใช้ไอซีไทม์เมอร์ 556 สั่งงานให้โซลีนอย์ปล่อยไอซีออกมา จากนั้นจะแสดงผลบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าเหลือโควต้าในการเบิกไอซีเบอร์นั้นๆ อยู่เท่าใด

ส่วนโหมดการแก้ไขเพิ่มเติมนั้นเป็นโหมดการทำงานสำหรับผู้ควบคุมเครื่อง นั่นหมายความว่าหากต้องการจะทำงานในโหมดนี้จะต้องทราบรหัสผ่านของผู้ควบคุมเครื่อง โดยเริ่มแรกเครื่องจะให้กดรหัสผ่าน หากรหัสผ่านถูกต้อง ก็จะให้เลือกฟังก์ชั่นการทำงาน ซึ่งมีอยู่ 3 ฟังก์ชั่น คือ การเปลี่ยนรหัสผ่าน การเพิ่มเติมผู้ใช้หรือไอซี และการตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลงจำนวนไอซี การเปลี่ยนรหัสผ่านเป็นฟังก์ชั่นที่จะทำหน้าที่เปลี่ยนรหัสผ่านให้ผู้ใช้ หรือผู้ควบคุมเครื่องก็ได้ ส่วนการเพิ่มเติมผู้ใช้หรือไอซีเป็นฟังก์ชั่นที่ช่วยให้เราสามารถเพิ่มเติมผู้ใช้คนอื่นๆ ที่เดิมไม่มีอยู่ในระเบียน ให้สามารถใช้งานเครื่องได้ เช่นเดียวกับการเติมไอซีเบอร์ใหม่ลงในเครื่อง ฟังก์ชั่นนี้ก็จะบอกให้เครื่องจัดการกับฐานข้อมูลของไอซีเบอร์ใหม่ได้ด้วย โดยในโครงงานนี้สามารถเพิ่มผู้ใช้ได้จนถึง 10 คน และเพิ่มไอซีได้จนถึง 10 เบอร์ ส่วนฟังก์ชั่นสุดท้ายการตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลงจำนวนไอซีนั้น เป็นฟังก์ชั่นที่ช่วยในการตรวจสอบว่าในขณะนั้นๆ เหลือไอซีแต่ละเบอร์อยู่เท่าใดและจำนวนโควต้าการเบิกของไอซีแต่ละเบอร์ของแต่ละคนได้ ซึ่งนอกจากตรวจสอบได้แล้วยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแก้ไขได้อีกด้วยทุก ๆ ขั้นตอนการทำงานผู้ใช้สามารถออกมาสู่โหมดการทำงานก่อนหน้าได้โดยการกดปุ่ม EXIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัตินี้จะมีอยู่ 2 โหมดการทำงาน คือ โหมดแรกเป็นโหมดสำหรับผู้ใช้ทำการเบิกไอซี ส่วนโหมดที่สองเป็นโหมดการทำงานของผู้ควบคุมเครื่องสำหรับเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม หรือตรวจสอบฐานข้อมูลของเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

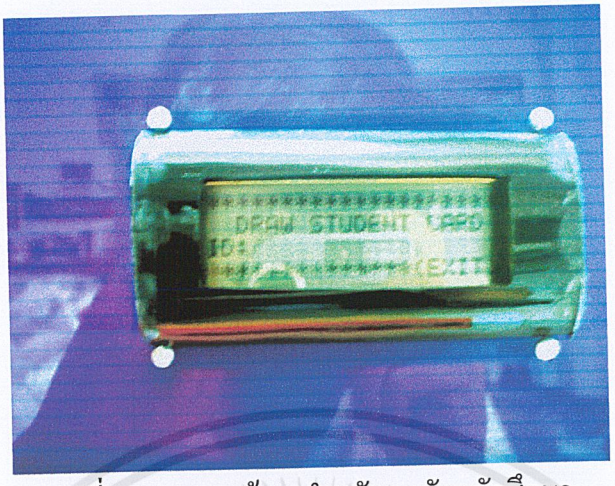
โหมดที่ 1 (IC)

1. เมื่อเริ่มต้นการทำงานหน้าจอ LCD จะแสดงผลให้เลือกโหมดการทำงานดังรูปที่ 1ก

รูปที่ 1ก แสดงหน้าจอสำหรับเลือกโหมดการทำงาน

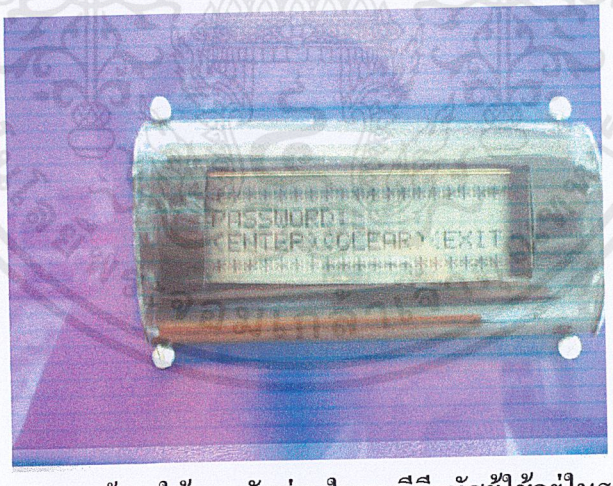
2. เลือกโหมดการทำงานโหมดที่ 1 จะเห็นว่าหน้าจอ LCD แสดงผลในรูดบัตรนักศึกษาดังรูปที่ 1ข ในหน้าจอนี้หากกดปุ่ม EXIT จะกลับไปที่หน้าจอรูปที่ 1ก ให้เลือกโหมดการทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1ข แสดงหน้าจอสำหรับรูดบัตรนักศึกษา

3. เมื่อรูดบัตรนักศึกษาแล้วเครื่องจะแสดงผลการอ่านบาร์โค๊ดให้เห็นชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในขณะนี้เครื่องจะเช็คว่าผู้ใช้คนนี้มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ หากไม่มีก็จะแสดงผลให้ทราบผ่านทางหน้าจอ LCD แต่ถ้ามีก็จะแสดงหน้าจอให้กดรหัสผ่านซึ่งเป็นตัวเลข 4 ตัวดังรูปที่ 1ค ซึ่งทุกครั้งที่กดรหัสผ่านจะแสดงผลออกเป็น *



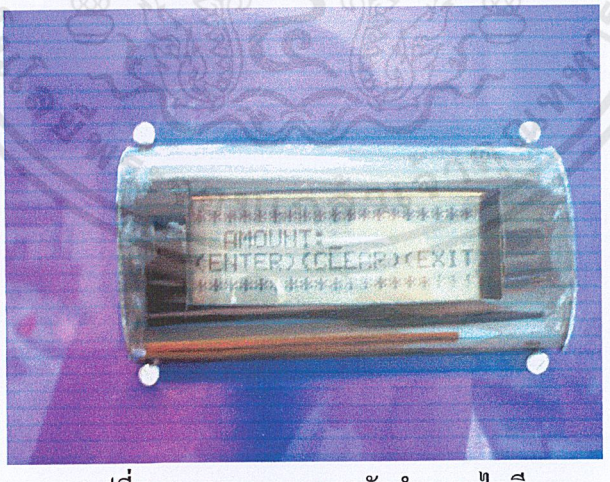
รูปที่ 1ค แสดงหน้าจอให้กดรหัสผ่านในกรณีมีรหัสผู้ใช้อยู่ในฐานข้อมูล

4. เมื่อตรวจสอบรหัสผ่านแล้วหากไม่ถูกต้อง จะแสดงผลความผิดพลาดออกทางจอแล้วออกจากโหมดการทำงานนี้ แต่ถ้ารหัสผ่านถูกต้องก็จะแสดงผลรอรับค่าเบอร์โอซีที่ต้องการดังรูปที่ 1ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1ง หน้าจอรอรับการกดเบอร์ไอซี

5. เมื่อได้รับเบอร์ไอซีที่ต้องการเบิกแล้ว เครื่องจะทำการตรวจสอบว่ามีไอซีเบอร์นั้นๆ อยู่ในเครื่องหรือไม่ กล่าวคือ ในเครื่องจะมีไอซีเบอร์ 1 ถึงเบอร์ 5 หากผู้ใช้เลือกว่าต้องการเบิกไอซีเบอร์ที่ 6 ซึ่งไม่มีอยู่ในเครื่อง เครื่องก็จะแสดงผลว่าการกดเบอร์ไอซีผิดพลาดดัง แล้วให้กดเบอร์ใหม่ แต่ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดใด ๆ ก็จะแสดงผลให้กดจำนวนไอซีที่ต้องการดังรูปที่ 1จ



รูปที่ 1จ แสดงผลการรอรับจำนวนไอซี

6. เมื่อรับค่าจำนวนไอซีที่ต้องการแล้วเครื่องจะตรวจสอบว่าเกินกว่าจำนวนโควต้าของไอซีเบอร์นั้นของผู้ใช้คนนั้น ๆ หรือไม่ และตรวจสอบว่าเกินกว่าจำนวนไอซีเบอร์นั้น ๆ ที่เครื่องมีอยู่ในขณะนั้นหรือไม่ หากเกินก็จะแสดงผลให้ทราบตามลำดับ แล้วให้ผู้ใช้ทำการกดจำนวนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการใหม่ แต่หากไม่เกินจำนวนเครื่องก็จะทำการจ่ายไอซีออกมาตามเบอร์และจำนวนที่ผู้ใช้ต้องการ รอรับได้ที่ช่องรับไอซี เมื่อเครื่องทำการจ่ายไอซีเรียบร้อยแล้วก็จะแสดงผลบอกให้ผู้ใช้ทราบจำนวนโควต้าที่เหลือของไอซีเบอร์นั้นที่ถูกหักยอดไปแล้วจากการเบิก จากนั้นเครื่องจะรอรับการกดเบอร์ไอซีอีกรอบดังรูปที่ 1ง หากผู้ใช้ไม่ต้องการเบิกไอซีเบอร์อื่น ๆ อีกก็สามารถออกจากการทำงานโหมดนี้ได้โดยการกดปุ่ม EXIT

โหมดที่ 2 (EDIT)

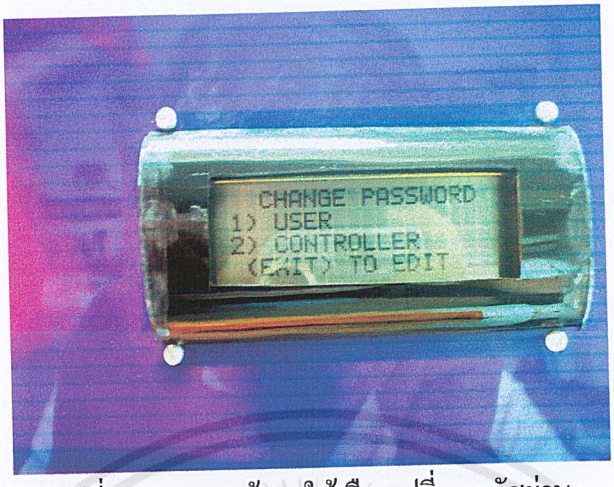
1. เมื่อเข้าสู่การทำงานส่วนนี้ซึ่งเป็นส่วนของผู้ควบคุมเครื่องจะต้องทำการป้อนรหัสผ่านของผู้ควบคุมเครื่องเสียก่อน เช่นเดียวกับการเบิกไอซีดังรูปที่ 1ค

2. เมื่อรับรหัสผ่านและทำการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ถ้าไม่ถูกต้องก็จะแสดงผลความผิดพลาดเช่นเดียวกัน แล้วออกจากโหมดการทำงานนี้ แต่ถ้าถูกต้องก็จะแสดงฟังก์ชั่นการทำงานให้เลือกดังรูปที่ 2ก

รูปที่ 2ก แสดงหน้าจอเลือกฟังก์ชั่นการทำงาน

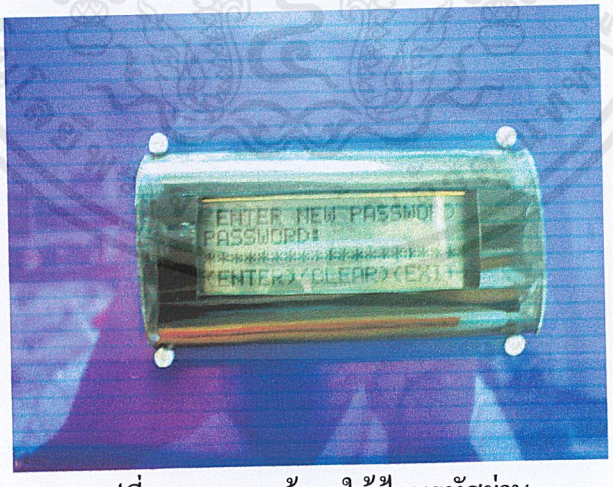
3. ถ้าเลือกฟังก์ชั่นที่ 1 การเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน เครื่องก็จะแสดงหน้าจอให้เลือกว่าจะเปลี่ยนของผู้ใช้หรือผู้ควบคุมเครื่องดังรูปที่ 2ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2ข แสดงหน้าจอให้เลือกเปลี่ยนรหัสผ่าน

หากเลือกเปลี่ยนรหัสผ่านของผู้ใช้ เครื่องก็จะแสดงหน้าจอให้รูดบัตรนักศึกษาแล้วตรวจสอบว่ามีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ เช่นเดียวกับการทำงานในโหมดที่ 1 ดังรูปที่ 1ข เมื่อตรวจสอบถูกต้องดีแล้วก็จะขึ้นหน้าจอให้ป้อนรหัสผ่านใหม่ดังรูปที่ 2ค โดยรหัสผ่านนี้จะต้องเป็นตัวเลข 4 ตัว และเครื่องจะแสดงผลเป็น * ในทุกครั้งที่กด เมื่อเรียบร้อยแล้วก็จะขึ้นหน้าจอให้ยืนยันรหัสผ่านอีกครั้ง ดังรูปที่ 2ง



รูปที่ 2ค แสดงหน้าจอให้ป้อนรหัสผ่าน

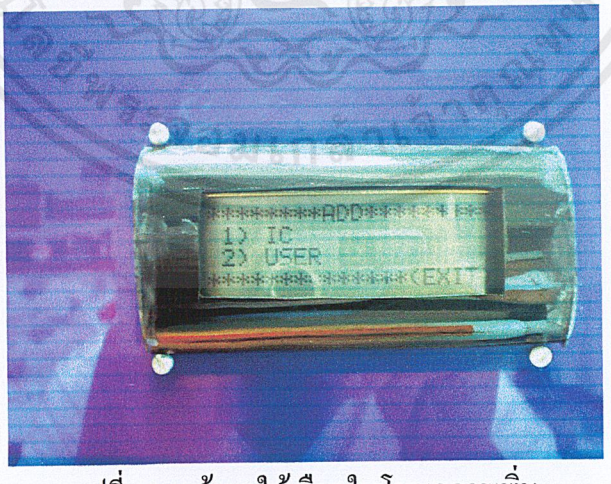
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2ง แสดงหน้าจอให้ยืนยันรหัสผ่าน

3.1.2 จากนั้นเครื่องจะทำการตรวจสอบรหัสผ่านว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันก็จะแสดงผลความผิดพลาดดัง แล้วให้ป้อนรหัสผ่านอีกครั้ง แต่หากตรวจสอบถูกต้องก็เครื่องก็จะเก็บค่ารหัสผ่านนี้แทนที่รหัสผ่านเดิมของผู้ใช้ แล้วกลับสู่ฟังก์ชั่นการเปลี่ยนรหัสผ่าน

3.2 ถ้าเลือกเปลี่ยนรหัสผ่านของผู้ควบคุมเครื่อง เครื่องก็จะให้ป้อนรหัสผ่านดังรูปที่ 2ค และ 2ง และทำงานเช่นเดียวกับข้อ 3.1 และ 3.2

4. ถ้าเลือกฟังก์ชั่นที่ 2 การเพิ่มผู้ใช้หรือไอซี เครื่องก็จะแสดงผลให้เลือกว่าจะเพิ่มผู้ใช้หรือไอซีลงในฐานข้อมูลดังรูปที่ 2จ



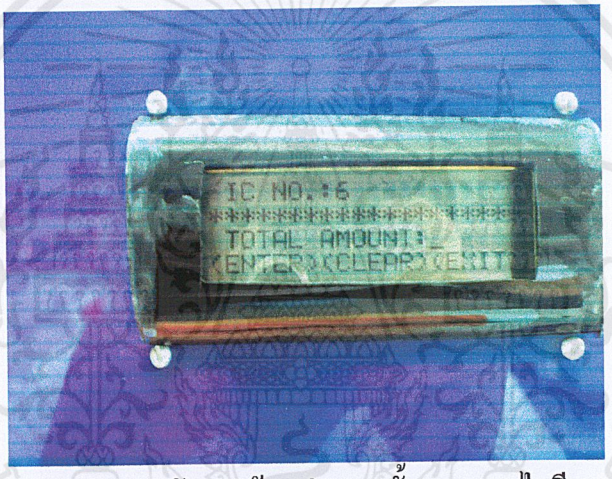
รูปที่ 2จ หน้าจอให้เลือกในโหมดการเพิ่ม

ถ้าเลือกเพิ่มผู้ใช้ เครื่องจะแสดงผลหน้าจอให้รูดบัตรนักศึกษาเช่นเดียวกับรูปที่ 1ข จากนั้นเครื่องจะให้ป้อนรหัสผ่านและยืนยันรหัสผ่านเช่นเดียวกับรูปที่ 2ค และ 2ง แล้วตรวจสอบความถูก

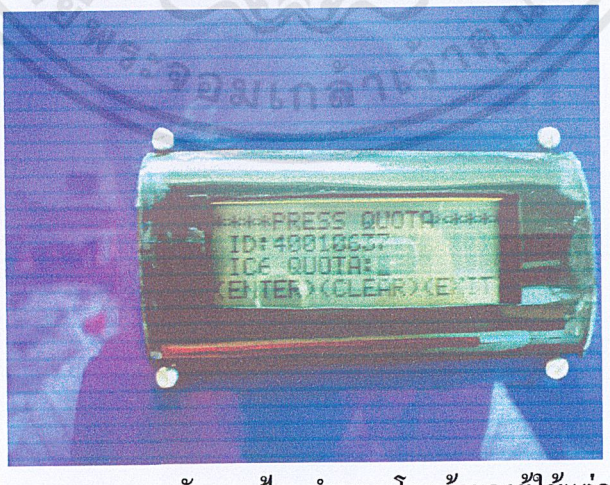
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องของรหัสผ่าน ถ้าถูกต้องก็จะเก็บรหัสนักศึกษาและรหัสผ่านนี้ลงในฐานข้อมูล พร้อมกับแสดงผลการทำงานสำเร็จ จากนั้นจะเป็นการทำงานของผู้ควบคุมเครื่องโดยเครื่องจะขึ้นหน้าจอให้ป้อนโควต้าของไอซีแต่ละเบอร์ของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้นมา ซึ่งการทำงานส่วนนี้จะอยู่ในโหมดของการเพิ่มหรือเปลี่ยนจำนวนโควต้า

4.2 ถ้าเลือกเพิ่มไอซี เครื่องจะรอรับการป้อนจำนวนทั้งหมดของไอซีเบอร์ใหม่ (จำนวนไอซีทั้งหมดในสลอทใหม่) ดังรูปที่ 2ฉ จากนั้นเครื่องจะรอรับจำนวนโควต้าของผู้ใช้แต่ละคนของไอซีเบอร์ใหม่นี้ดังรูปที่ 2ช เมื่อป้อนโควต้าครบจนผู้ใช้คนสุดท้ายในฐานข้อมูลแล้ว เครื่องก็จะแสดงผลการติดตั้งไอซีเบอร์ใหม่สำเร็จ แล้วกลับเข้าสู่การทำงานฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้ใช้หรือไอซี



รูปที่ 2ฉ แสดงผลรอรับการป้อนจำนวนทั้งหมดของไอซีเบอร์ใหม่

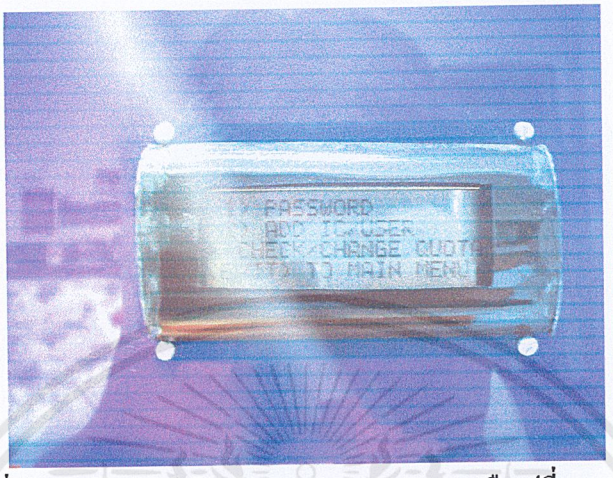


รูปที่ 2ช แสดงผลรอรับการป้อนจำนวนโควต้าของผู้ใช้แต่ละคน

5. ถ้าเลือกฟังก์ชั่นที่ 3 การตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลงจำนวนโควต้า เครื่องจะแสดงผล

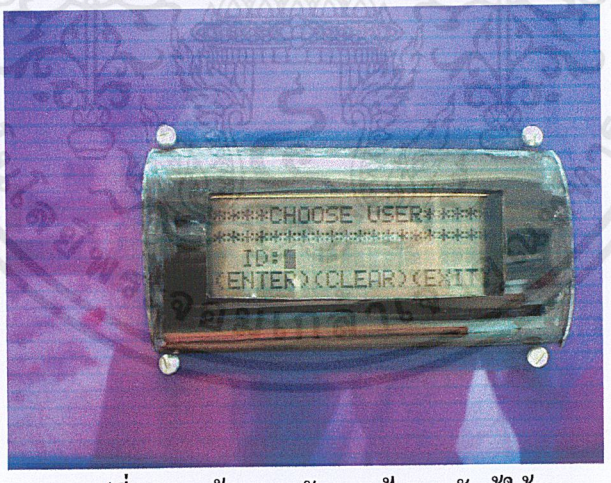
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เลือกว่าจะทำงานในส่วนของโควต้าของผู้ใช้หรือจำนวนทั้งหมดของไอซีแต่ละเบอร์ดังรูปที่ 2ซ



รูปที่ 2ซ หน้าจอให้เลือกโหมดการตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลง

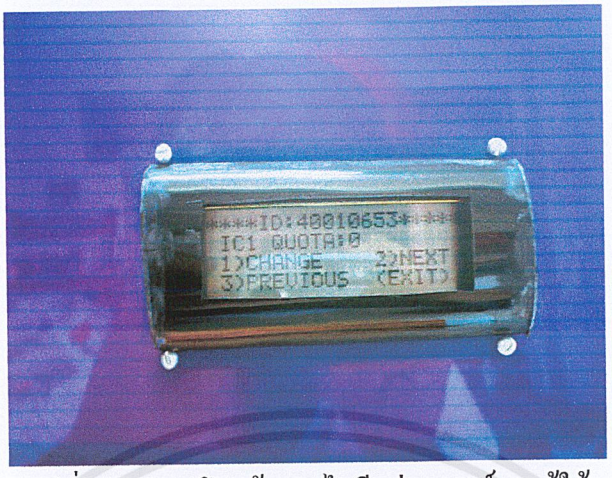
ถ้าเลือกทำงานในส่วนของโควต้าของผู้ใช้ เครื่องจะแสดงหน้าจอรอรับการป้อนรหัสของผู้ใช้ที่ต้องการตรวจสอบดังรูปที่ 2ฌ



รูปที่ 2ฌ หน้าจอรอรับการป้อนรหัสผู้ใช้

5.1.2 จากนั้นเครื่องจะทำการตรวจสอบว่ามีรหัสดังกล่าวอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้ามีกจะแสดงจำนวนโควต้าของไอซีเบอร์แรกจนเบอร์สุดท้ายของผู้ใช้คนนั้นๆ ทีละหน้าจอดังรูปที่ 2ญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



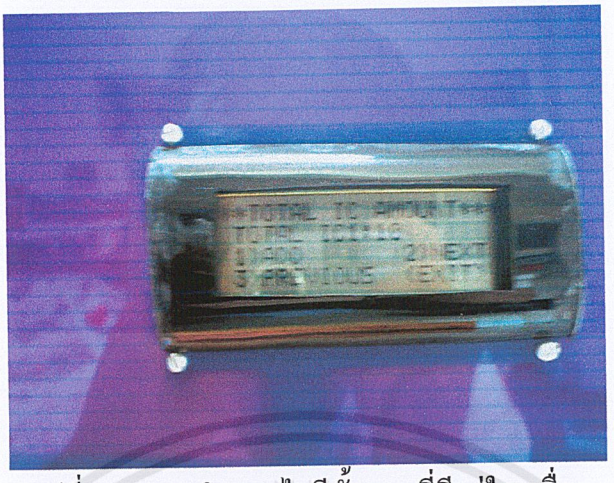
รูปที่ 2ญ แสดงโควต้าของไอซีแต่ละเบอร์ของผู้ใช้

5.1.3 จากรูปที่ 2ญ จะเห็นได้ว่ามีฟังก์ชั่นสำหรับเปลี่ยนแปลงโควต้าได้ด้วย ถ้าเข้าสู่การทำงานในฟังก์ชั่นนี้ เครื่องจะแสดงหน้าจอรอรับจำนวนโควต้าที่ต้องการดังรูปที่ 2ฎ เมื่อป้อนเรียบร้อยแล้วเครื่องจะกลับไปแสดงหน้าจอดังรูปที่ 2ญ อีกครั้งแต่จำนวนโควต้าที่แสดงนี้จะเป็นจำนวนโควต้าที่เพิ่งป้อนไปเมื่อสักครู่

รูปที่ 2ฎ แสดงหน้าจอรอรับจำนวนโควต้าที่ต้องการ

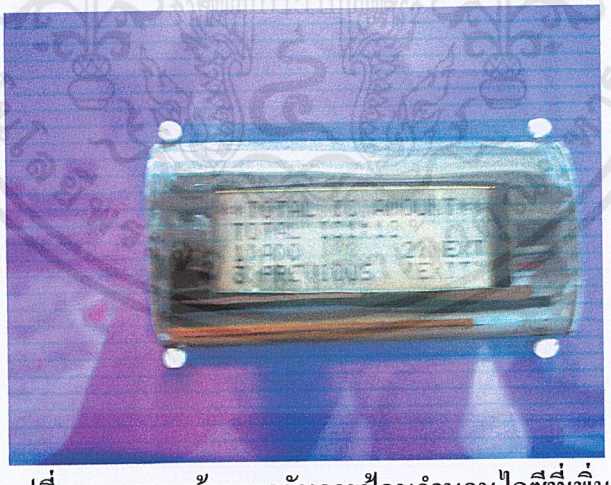
5.2.1 ถ้าเลือกทำงานในส่วนของการตรวจสอบจำนวนทั้งหมดของไอซีแต่ละเบอร์ เครื่องจะแสดงจำนวนไอซีแต่ละเบอร์ทั้งหมดที่เหลืออยู่ในเครื่องทีละหน้าจอดังรูปที่ 2ฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2ฏ แสดงจำนวนไอซีทั้งหมดที่มีอยู่ในเครื่อง

5.2.2 จากรูปที่ 2ฏ จะเห็นได้ว่ามีฟังก์ชั่นสำหรับการเพิ่มจำนวนไอซีด้วยในกรณีที่ผู้ควบคุมเครื่องทำการเพิ่มไอซีลงในเครื่องแล้วต้องการเก็บลงในฐานข้อมูล ถ้าเข้าสู่ฟังก์ชั่นนี้เครื่องจะรอรับการป้อนจำนวนไอซีที่ผู้ควบคุมเครื่องใส่เข้าไปในสลอทไอซีเบอร์นั้นดังรูปที่ 2ฐ เมื่อเรียบร้อยแล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 2ฏ อีกครั้ง แต่จำนวนไอซีทั้งหมดจะเปลี่ยนแปลงไปโดยจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนที่เพิ่มเติมเข้าไปเมื่อสักครู่



รูปที่ 2ฐ แสดงหน้าจอรอรับการป้อนจำนวนไอซีที่เพิ่ม

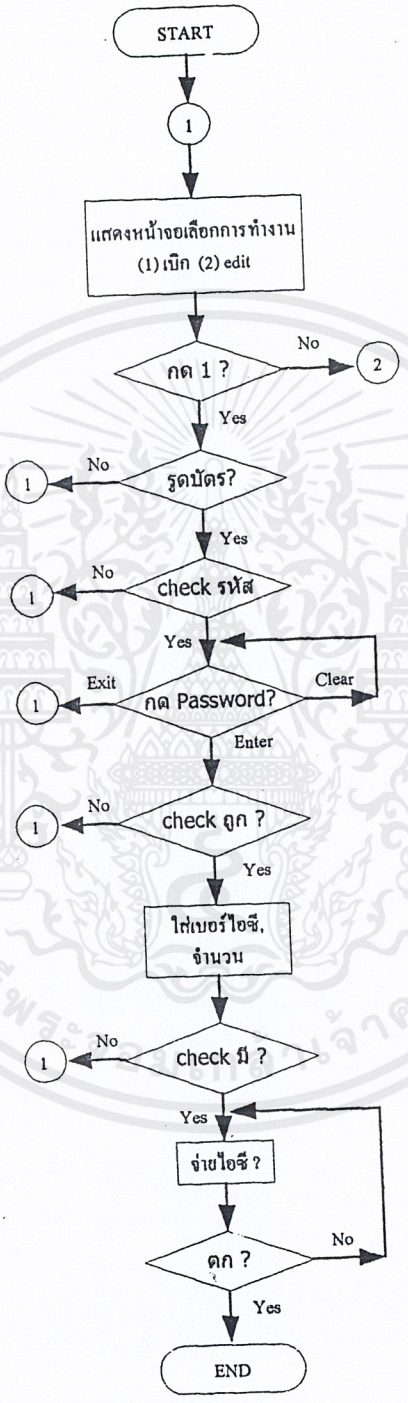
<u>ฟังก์ชั่นการทำงานพิเศษ</u>

เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ตลอดการทำงานของโปรแกรม ประกอบไปด้วย

- ENTER เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้เข้าสู่การทำงานในระดับต่อไป
- EXIT เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ออกจากการทำงานปัจจุบันสู่การทำงานในระดับก่อนหน้านี้
- CLEAR เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ลบหน้าจอและยกเลิกการป้อนข้อมูลก่อนหน้านี้หากผิดพลาด

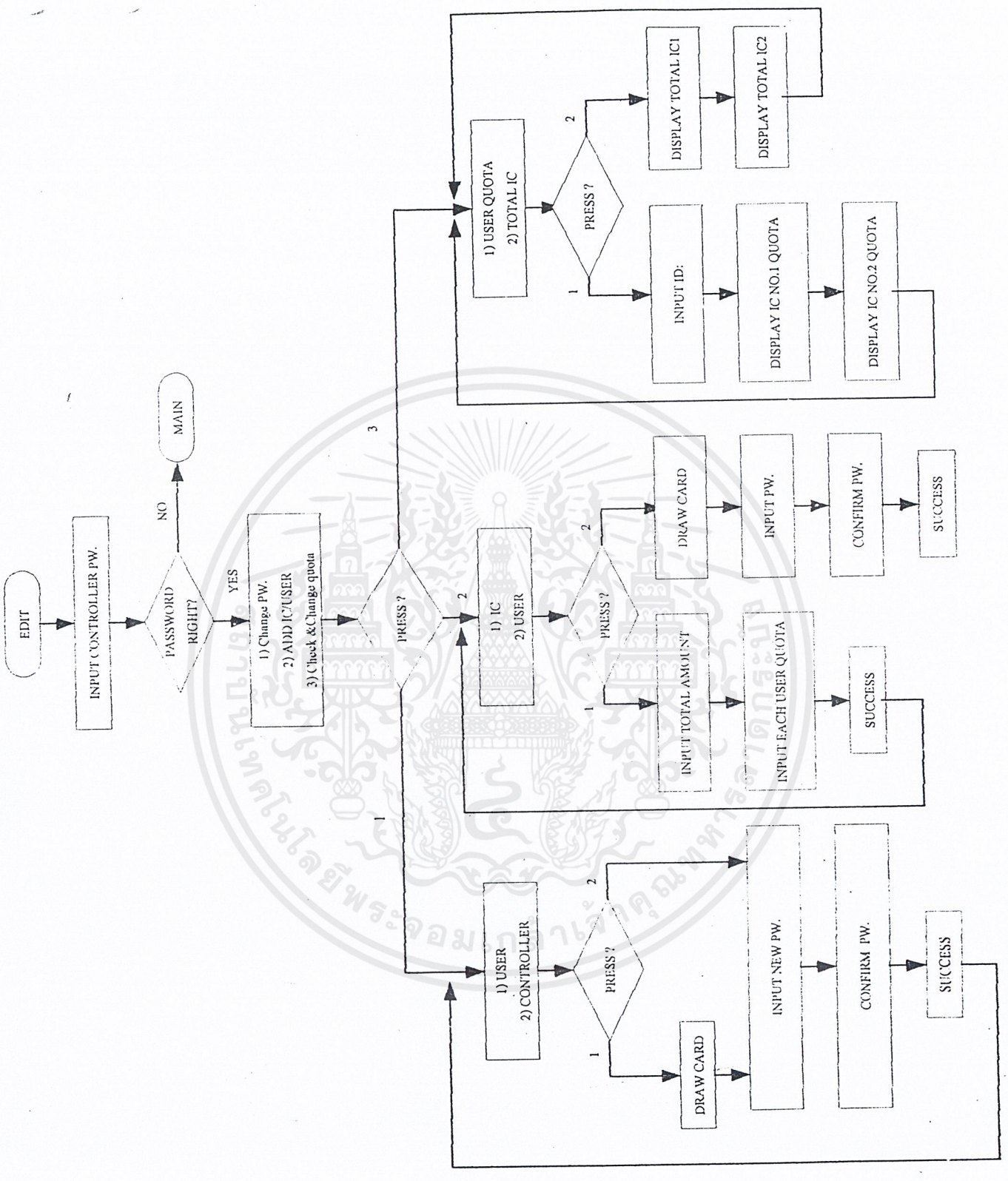
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Chart แสดงการทำงาน



รูปที่ 3ก Flow Chart แสดงการทำงานในโหมดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3ข Flow Chart แสดงการทำงานในโหมดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของ
เครื่องเบิกจ่ายไอซีอัตโนมัติ

```
BEGDP  EQU 2000H  ;BEGIN ADD. FOR BARCODE
    OUT   EQU 60H   ;RESULT FROM BARCODE
    BARIN  EQU P3.0   ;DATA IN FROM
BARCODE
    EN    EQU   P3.5
    RW    EQU   P3.4
    RS    EQU   P3.3
    P_A1   EQU 2000H
    P_B1   EQU 2001H
    P_C1   EQU 2002H
    P_CON1  EQU 2003H
    P_A2   EQU 4000H
    P_B2   EQU 4001H
    P_C2   EQU 4002H
    P_CON2  EQU 4003H
    R_D    EQU P3.7
    W_R    EQU P3.6
    A0    EQU P0.0
    A1    EQU P0.1
    A13    EQU P2.5
    A14    EQU P2.6
    A15    EQU P2.7
    STU1   EQU 14H  ;STORE STUDENT CODE
    STU2   EQU 20H
    STU3   EQU 2CH
    ORG   0000H
    CLR   A
    ORG   0001H
 UIO:SJMP   OTT0
    ORG   0003H       ;INTERUPT PROCEDURE
    MOV   IE,#01H      ;DISABLE INT0
    CJNE  R0,#9,$+3
    JC    QOP
    MOV   DPTR,#P_CON2  ;READ DATA FROM
B2
    JMP   WER
QOP:MOV   DPTR,#P_CON1  ;READ DATA FROM
B1
WER:MOV   A,#82H
    MOVX  @DPTR,A
    MOV   A0,#00H
    MOV   A1,#01H
    MOV   W_R,#01H
    MOV   R_D,#00H
    CJNE  R0,#9,$+3
    JC    QOP1
    MOV   DPTR,#P_B2
    JMP   WER2
 QOP1:MOV   DPTR,#P_B1
 WER2:MOVX  A,@DPTR
 JOHN1:JMP   ANND
 KOP:CJNE  R0,#9,$+3
    JNC   OTR_9    ;CHECK IF THE RIGHT IC
FELL
    MOV   75H,#05H
    JMP   OTT
OTR_9:MOV   75H,#06H
OTT:MOV   A,10H
    PUSH  54H
    PUSH  53H
    RETI
OTT0:MOV   IE,#00H      ;DISABLE INT
    CALL  INTLCD
    CALL  LCDCLEAR
    CALL  LCD_AD
    CALL  LCDDF
    CJNE  A,#00H,YUU
    JMP   ANN
YUU:MOV   A,75H
    CJNE  A,#05H,OTT1
    JMP   OTR1
OTT1:CJNE  A,#06H,ANN
    JMP   OTR9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;.....;
;          MAIN          ;
;.....;
ANN:MOV   SCON,#052H  ;SERIAL PORT MODE 1
    MOV   TMOD,#020H  ;T1 MODE 1
    MOV   TH1,#0FDH   ;9,600 BPS
    MOV   PCON,#00H   ;SMOD = 1
    SETB  TR1         ;TURN T1 ON
    MOV   53H,A
    MOV   A,#01H
   MOV   54H,A
   MOV   75H,#04H
;////////////////////////////////////////////////////////////;
;        DATABASE CREATE*          ;
;   โปรแกรมส่วนนี้มีเฉพาะในส่วนการ    ;
;   อัดโปรแกรมครั้งแรก แต่จะไม่ปรา-   ;
;        กฏในโปรแกรมใช้งานจริง       ;
;////////////////////////////////////////////////////////////;
    MOV   DPTR,#10H
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#03H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#04H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#04H      ;****** 1
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#06H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#03H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#07H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H      ;PW
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#03H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#04H
    CALL  CLUB
;.....;
    MOV   A,#04H      ;******2
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#06H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#05H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#03H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H      ;PW
    CALL  CLUB
    MOV   A,#03H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#04H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#05H
    CALL  CLUB
;.....;
    MOV   A,#04H      ;****** 3
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#01H
    CALL  CLUB
    MOV   A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL   CLUB
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
MOV    A,#00H
CALL   CLUB
MOV    A,#03H
CALL   CLUB
MOV    A,#03H      ;PW
CALL   CLUB
MOV    A,#04H
CALL   CLUB
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
MOV    A,#07H
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#0FH     ;TOTAL STU.
MOV    A,#03H
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#0EH     ;TOTAL IC
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#100H    ;TOTAL IC1
MOV    A,#0AH
CALL   CLUB
MOV    A,#0AH   ;TOTAL IC2
CALL   CLUB
MOV    A,#0AH   ;TOTAL IC3
CALL   CLUB
MOV    A,#0AH   ;TOTAL IC4
CALL   CLUB
MOV    A,#0AH   ;TOTAL IC5
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#110H    ;TOTAL IC1.1
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC1.2
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC1.3
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC1.4
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC1.5
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#120H    ;TOTAL IC2.1
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC2.2
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC2.3
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC2.4
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC2.5
CALL   CLUB
;.....;
MOV    DPTR,#130H    ;TOTAL IC3.1
MOV    A,#05H
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC3.2
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC3.3
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC3.4
CALL   CLUB
MOV    A,#05H   ;TOTAL IC3.5
CALL   CLUB
JMP    MAIN
;////////////////////////////////////////////////////////////;
CLUB:MOV   096H,#18H
     MOVX  @DPTR,A
     CALL  DELAY1
     MOV   096H,#02H
     INC   DPTR
     RET
;.....;
QUT:MOV    096H,#08H
    MOVX   A,@DPTR
    CALL   DELAY3
    MOV    096H,#02H
    RET
;.....;
```

เอกสารนี้มีไว้สำหรับที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAIN:CLR   REN
     CALL  INTLCD
     MOV   DPTR,#D1   ;DISPLAY 1ST SCREEN
     CALL  LCDWR0     ;DISPLAY
     CALL  KEY
     CJNE  R5,#00H,OTHER
     JMP   FIRST      ;PRESS 1
OTHER:CJNE  R5,#01H,MAIN
     JMP   SECOND     ;PRESS 2
FIRST:SETB  REN
     MOV   DPTR,#D2   ;DISPLAY DRAW SCREEN
     CALL  WRITE
     MOV   20H,#00H
     CALL  KEY_CODE   ;DRAW BARCODE
     CLR   REN
     MOV   20H,#00H
     CALL  COMPARE
     MOV   20H,#03H
     CALL  PASSWD
     CALL  ENTER
     JMP   OHO3
;.....;
OHO2:CJNE  R4,#01H,JAY1
     MOV   DPTR,#1CH
     RET
JAY1:CJNE  R4,#02H,JAY2
     MOV   DPTR,#28H
     RET
JAY2:CJNE  R4,#03H,JAY3
     MOV   DPTR,#34H
     RET
JAY3:CJNE  R4,#04H,JAY4
     MOV   DPTR,#40H
     RET
JAY4:CJNE  R4,#05H,JAY5
     MOV   DPTR,#4CH
     RET
JAY5:CJNE  R4,#06H,JAY6
     MOV   DPTR,#58H
     RET
JAY6:CJNE  R4,#07H,JAY7
     MOV   DPTR,#64H
     RET
JAY7:CJNE  R4,#08H,JAY8
     MOV   DPTR,#70H
     RET
JAY8:CJNE  R4,#09H,JAY9
     MOV   DPTR,#7CH
     RET
JAY9:CJNE  R4,#0AH,SPECIAL
     MOV   DPTR,#88H
     RET
SPECIAL:CJNE  R4,#10H,SIX
     MOV   DPTR,#10H
     RET
  SIX:RET
;.....;
OHO3:CALL  OHO2
     MOV   20H,#00H
     CALL  CHECK_PAS
IC_NUM:MOV  IE,#00H
     MOV   DPTR,#D6
     CALL  WRITE
     MOV   P0,#0C9H
     CALL  LCDSET
     CALL  LCDDO
     MOV   20H,#04H
     JMP   COM_NUM
;.....;
WAA:MOV   70H,#00H    ;FLAG
     MOV   71H,#00H    ;IN1
     MOV   72H,#00H    ;IN2
     MOV   R1,#70H
BAG:INC   R1
     MOV   21H,#0BH
     JMP   ENT
NIM:MOV   21H,#00H
     CJNE  R1,#71H,NOM
     CJNE  R5,#0DH,NOM
     MOV   A,20H
     CJNE  A,#04H,NIC
     JMP   IC_NUM
NIC:CJNE  A,#06H,HOO
     JMP   IC
HOO:JMP   AIS
NOM:INC   70H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   A,R5
    CALL  REAL
    MOV   @R1,A
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    CJNE  R1,#72H,BAG
    CALL  LCDDF
    CALL  ENTER
MUL:MOV   A,70H
    CJNE  A,#00H,SIM   ;NO PRESS
    MOV   A,20H
    CJNE  A,#04H,SOM
    JMP   IC_NUM
SOM:CJNE  A,#06H,HOR
    JMP   IC
HOR:JMP   AIS
SIM:CJNE  A,#01H,TEN ;ONE CHAR.
    MOV   A,71H
    RET
TEN:MOV   B,#10D     ;TWO CHAR.
    MOV   A,71H
    MUL   AB
    ADD   A,72H
    RET
;.....;
COM_NUM:MOV   70H,#00H    ;FLAG
    MOV   71H,#00H    ;IN1
    MOV   72H,#00H    ;IN2
    MOV   R1,#70H
SAN:INC   R1
    MOV   21H,#0BH
    JMP   ENT
SPE:MOV   21H,#00H
    CJNE  R1,#71H,EST
    CJNE  R5,#0DH,EST
    MOV   A,20H
    CJNE  A,#04H,ICA
    JMP   IC_NUM
ICA:CJNE  A,#06H,HOO0
    JMP   IC
HOO0:JMP  AIS
EST:INC   70H
    MOV   A,R5
    CALL  REAL
    MOV   @R1,A
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    CJNE  R1,#72H,SAN
    CALL  LCDDF
    MOV   20H,#04H
    CALL  ENTER
MULL:MOV  A,70H
    CJNE  A,#00H,IED   ;NO PRESS
    MOV   A,20H    ;B
    CJNE  A,#04H,DIA
    JMP   IC_NUM
DIA:CJNE  A,#06H,HOR0
    JMP   IC
HOR0:JMP  AIS
IED:CJNE  A,#01H,TEN0 ;ONE CHAR.
    MOV   A,71H
    JMP   OME
TEN0:MOV  B,#10D     ;TWO CHAR.
    MOV   A,71H
    MUL   AB
    ADD   A,72H
OME:MOV   73H,A
    MOV   DPTR,#0EH
    CALL  QUT
    CJNE  A,73H,NEQ
    MOV   R0,73H
    JMP   IC_AMO
NUM_ERR:MOV   DPTR,#D7
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    JMP   IC_NUM
NEQ:JC    NUM_ERR
    MOV   R0,73H  ;STORE IN R0
IC_AMO:MOV   DPTR,#D8
    CALL  WRITE
    MOV   P0,#0C9H
    CALL  LCDSET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CALL   LCDDO
    MOV    20H,#05H
    MOV    21H,#0CH
    JMP    ENT
XU:MOV     21H,#00H
    CJNE   R5,#0DH,YU
    JMP    IC_AMO
YU:MOV     A,R5
    CALL   REAL
    MOV    R1,A    ;STORE IN R1
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
    CALL   LCDDF
    MOV    20H,#05H
    CALL   ENTER
;.....;
ICON:MOV   A,48H
    JMP    GSM
;.....;
QUOTA:CJNE   A,#01H,NUM2I
NUM1:CJNE   R0,#01H,IC1_2   ;FIND QUOTA OF ST.
POS
    MOV    DPTR,#110H
    RET
NUM2I:JMP    NUM2
IC1_2:CJNE   R0,#02H,IC1_3
    MOV    DPTR,#111H
    RET
IC1_3:CJNE   R0,#03H,IC1_4
    MOV    DPTR,#112H
    RET
IC1_4:CJNE   R0,#04H,IC1_5
    MOV    DPTR,#113H
    RET
IC1_5:CJNE   R0,#05H,IC1_6
    MOV    DPTR,#114H
    RET
IC1_6:CJNE   R0,#06H,IC1_7
    MOV    DPTR,#115H
    RET
IC1_7:CJNE   R0,#07H,IC1_8
    MOV    DPTR,#116H
    RET
IC1_8:CJNE   R0,#08H,IC1_9
    MOV    DPTR,#117H
    RET
IC1_9:CJNE   R0,#09H,IC1_A
    MOV    DPTR,#118H
    RET
IC1_A:MOV    DPTR,#119H
    RET
;.....;
NUM2:CJNE   A,#02H,NUM3I
    CJNE   R0,#01H,IC2_2
    MOV    DPTR,#120H
    RET
NUM3I:JMP    NUM3
IC2_2:CJNE   R0,#02H,IC2_3
    MOV    DPTR,#121H
    RET
IC2_3:CJNE   R0,#03H,IC2_4
    MOV    DPTR,#122H
    RET
IC2_4:CJNE   R0,#04H,IC2_5
    MOV    DPTR,#123H
    RET
IC2_5:CJNE   R0,#05H,IC2_6
    MOV    DPTR,#124H
    RET
IC2_6:CJNE   R0,#06H,IC2_7
    MOV    DPTR,#125H
    RET
IC2_7:CJNE   R0,#07H,IC2_8
    MOV    DPTR,#126H
    RET
IC2_8:CJNE   R0,#08H,IC2_9
    MOV    DPTR,#127H
    RET
IC2_9:CJNE   R0,#09H,IC2_A
    MOV    DPTR,#128H
    RET
IC2_A:MOV    DPTR,#129H
    RET
;.....;
NUM3:CJNE   A,#03H,NUM4I
```

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CJNE  R0,#01H,IC3_2
    MOV   DPTR,#130H
    RET
NUM4I:JMP   NUM4
IC3_2:CJNE  R0,#02H,IC3_3
    MOV   DPTR,#131H
    RET
IC3_3:CJNE  R0,#03H,IC3_4
    MOV   DPTR,#132H
    RET
IC3_4:CJNE  R0,#04H,IC3_5
    MOV   DPTR,#133H
    RET
IC3_5:CJNE  R0,#05H,IC3_6
    MOV   DPTR,#134H
    RET
IC3_6:CJNE  R0,#06H,IC3_7
    MOV   DPTR,#135H
    RET
IC3_7:CJNE  R0,#07H,IC3_8
    MOV   DPTR,#136H
    RET
IC3_8:CJNE  R0,#08H,IC3_9
    MOV   DPTR,#137H
    RET
IC3_9:CJNE  R0,#09H,IC3_A
    MOV   DPTR,#138H
    RET
IC3_A:MOV   DPTR,#139H
    RET
;.....;
NUM4:CJNE  A,#04H,NUM5I
    CJNE  R0,#01H,IC4_2
    MOV   DPTR,#140H
    RET
NUM5I:JMP   NUM5
IC4_2:CJNE  R0,#02H,IC4_3
    MOV   DPTR,#141H
    RET
IC4_3:CJNE  R0,#03H,IC4_4
    MOV   DPTR,#142H
    RET
IC4_4:CJNE  R0,#04H,IC4_5
    MOV   DPTR,#143H
    RET
IC4_5:CJNE  R0,#05H,IC4_6
    MOV   DPTR,#144H
    RET
IC4_6:CJNE  R0,#06H,IC4_7
    MOV   DPTR,#145H
    RET
IC4_7:CJNE  R0,#07H,IC4_8
    MOV   DPTR,#146H
    RET
IC4_8:CJNE  R0,#08H,IC4_9
    MOV   DPTR,#147H
    RET
IC4_9:CJNE  R0,#09H,IC4_A
    MOV   DPTR,#148H
    RET
IC4_A:MOV   DPTR,#149H
    RET
;.....;
NUM5:CJNE  A,#05H,NUM6I
    CJNE  R0,#01H,IC5_2
    MOV   DPTR,#150H
    RET
NUM6I:JMP   NUM6
IC5_2:CJNE  R0,#02H,IC5_3
    MOV   DPTR,#151H
    RET
IC5_3:CJNE  R0,#03H,IC5_4
    MOV   DPTR,#152H
    RET
IC5_4:CJNE  R0,#04H,IC5_5
    MOV   DPTR,#153H
    RET
IC5_5:CJNE  R0,#05H,IC5_6
    MOV   DPTR,#154H
    RET
IC5_6:CJNE  R0,#06H,IC5_7
    MOV   DPTR,#155H
    RET
IC5_7:CJNE  R0,#07H,IC5_8
    MOV   DPTR,#156H
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IC5_8:CJNE   R0,#08H,IC5_9
     MOV    DPTR,#157H
     RET
IC5_9:CJNE   R0,#09H,IC5_A
     MOV    DPTR,#158H
     RET
IC5_A:MOV    DPTR,#159H
     RET
;.....;
NUM6:CJNE   A,#06H,NUM7I
     CJNE   R0,#01H,IC6_2
     MOV    DPTR,#160H
     RET
NUM7I:JMP    NUM7
IC6_2:CJNE   R0,#02H,IC6_3
     MOV    DPTR,#161H
     RET
IC6_3:CJNE   R0,#03H,IC6_4
     MOV    DPTR,#162H
     RET
IC6_4:CJNE   R0,#04H,IC6_5
     MOV    DPTR,#163H
     RET
IC6_5:CJNE   R0,#05H,IC6_6
     MOV    DPTR,#164H
     RET
IC6_6:CJNE   R0,#06H,IC6_7
     MOV    DPTR,#165H
     RET
IC6_7:CJNE   R0,#07H,IC6_8
     MOV    DPTR,#166H
     RET
IC6_8:CJNE   R0,#08H,IC6_9
     MOV    DPTR,#167H
     RET
IC6_9:CJNE   R0,#09H,IC6_A
     MOV    DPTR,#168H
     RET
IC6_A:MOV    DPTR,#169H
     RET
;.....;
NUM7:CJNE   A,#07H,NUM8I
     CJNE   R0,#01H,IC7_2
     MOV    DPTR,#170H
     RET
NUM8I:JMP    NUM8
IC7_2:CJNE   R0,#02H,IC7_3
     MOV    DPTR,#171H
     RET
IC7_3:CJNE   R0,#03H,IC7_4
     MOV    DPTR,#172H
     RET
IC7_4:CJNE   R0,#04H,IC7_5
     MOV    DPTR,#173H
     RET
IC7_5:CJNE   R0,#05H,IC7_6
     MOV    DPTR,#174H
     RET
IC7_6:CJNE   R0,#06H,IC7_7
     MOV    DPTR,#175H
     RET
IC7_7:CJNE   R0,#07H,IC7_8
     MOV    DPTR,#176H
     RET
IC7_8:CJNE   R0,#08H,IC7_9
     MOV    DPTR,#177H
     RET
IC7_9:CJNE   R0,#09H,IC7_A
     MOV    DPTR,#178H
     RET
IC7_A:MOV    DPTR,#179H
     RET
;.....;
NUM8:CJNE   A,#08H,NUM9I
     CJNE   R0,#01H,IC8_2
     MOV    DPTR,#180H
     RET
NUM9I:JMP    NUM9
IC8_2:CJNE   R0,#02H,IC8_3
     MOV    DPTR,#181H
     RET
IC8_3:CJNE   R0,#03H,IC8_4
     MOV    DPTR,#182H
     RET
IC8_4:CJNE   R0,#04H,IC8_5
     MOV    DPTR,#183H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    RET
IC8_5:CJNE  R0,#05H,IC8_6
    MOV   DPTR,#184H
    RET
IC8_6:CJNE  R0,#06H,IC8_7
    MOV   DPTR,#185H
    RET
IC8_7:CJNE  R0,#07H,IC8_8
    MOV   DPTR,#186H
    RET
IC8_8:CJNE  R0,#08H,IC8_9
    MOV   DPTR,#187H
    RET
IC8_9:CJNE  R0,#09H,IC8_A
    MOV   DPTR,#188H
    RET
IC8_A:MOV   DPTR,#189H
    RET
;.....;
NUM9:CJNE  A,#09H,NUMAI
    CJNE  R0,#01H,IC9_2
    MOV   DPTR,#190H
    RET
NUMAI:JMP   NUMA
IC9_2:CJNE  R0,#02H,IC9_3
    MOV   DPTR,#191H
    RET
IC9_3:CJNE  R0,#03H,IC9_4
    MOV   DPTR,#192H
    RET
IC9_4:CJNE  R0,#04H,IC9_5
    MOV   DPTR,#193H
    RET
IC9_5:CJNE  R0,#05H,IC9_6
    MOV   DPTR,#194H
    RET
IC9_6:CJNE  R0,#06H,IC9_7
    MOV   DPTR,#195H
    RET
IC9_7:CJNE  R0,#07H,IC9_8
    MOV   DPTR,#196H
    RET
IC9_8:CJNE  R0,#08H,IC9_9
    MOV   DPTR,#197H
    RET
IC9_9:CJNE  R0,#09H,IC9_A
    MOV   DPTR,#198H
    RET
IC9_A:MOV   DPTR,#199H
    RET
;.....;
NUMA:CJNE  R0,#01H,ICA_2
    MOV   DPTR,#1A0H
    RET
ICA_2:CJNE  R0,#02H,ICA_3
    MOV   DPTR,#1A1H
    RET
ICA_3:CJNE  R0,#03H,ICA_4
    MOV   DPTR,#1A2H
    RET
ICA_4:CJNE  R0,#04H,ICA_5
    MOV   DPTR,#1A3H
    RET
ICA_5:CJNE  R0,#05H,ICA_6
    MOV   DPTR,#1A4H
    RET
ICA_6:CJNE  R0,#06H,ICA_7
    MOV   DPTR,#1A5H
    RET
ICA_7:CJNE  R0,#07H,ICA_8
    MOV   DPTR,#1A6H
    RET
ICA_8:CJNE  R0,#08H,ICA_9
    MOV   DPTR,#1A7H
    RET
ICA_9:CJNE  R0,#09H,ICA_A
    MOV   DPTR,#1A8H
    RET
ICA_A:MOV   DPTR,#1A9H
    RET
;.....;
GSM:CALL  QUOTA
    CALL  QUT
    MOV   49H,R1
    CJNE  A,49H,TAM
    JMP   TEL
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TAM:JNC   TEL
    MOV   DPTR,#D9
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    JMP   IC_AMO
;.....;
CHECK2:CJNE  R0,#01H,TOTAL2 ;FIND TOTAL IC
POS
    MOV   DPTR,#100H
    RET
TOTAL2:CJNE  R0,#02H,TOTAL3
    MOV   DPTR,#101H
    RET
TOTAL3:CJNE  R0,#03H,TOTAL4
    MOV   DPTR,#102H
    RET
TOTAL4:CJNE  R0,#04H,TOTAL5
    MOV   DPTR,#103H
    RET
TOTAL5:CJNE  R0,#05H,TOTAL6
    MOV   DPTR,#104H
    RET
TOTAL6:CJNE  R0,#06H,TOTAL7
    MOV   DPTR,#105H
    RET
TOTAL7:CJNE  R0,#07H,TOTAL8
    MOV   DPTR,#106H
    RET
TOTAL8:CJNE  R0,#08H,TOTAL9
    MOV   DPTR,#107H
    RET
TOTAL9:CJNE  R0,#09H,TOTALA
    MOV   DPTR,#108H
    RET
TOTALA:MOV   DPTR,#109H
    RET
;.....;
TEL:CALL  CHECK2
    CALL  QUT
    MOV   49H,R1
    CJNE  A,49H,WATT ;PASS
    JMP   GO_ON
WATT:JNC  GO_ON
    MOV   DPTR,#D18
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    JMP   IC_AMO
GO_ON:MOV  62H,R0
    MOV   63H,R1
    MOV   A,R1
    MOV   51H,A
    CJNE  R0,#9,$+3
    JC    EIGHT
    JMP   SIXTEEN
EIGHT:CJNE R0,#1,NEX2    ;SEND R2 TO PORT_A
    MOV  R2,#01B
    JMP  DROP1
NEX2:CJNE R0,#2,NEX3
    MOV  R2,#010B
    JMP  DROP1
NEX3:CJNE R0,#3,NEX4
    MOV  R2,#0100B
    JMP  DROP1
NEX4:CJNE R0,#4,NEX5
    MOV  R2,#01000B
    JMP  DROP1
NEX5:CJNE R0,#5,NEX6
    MOV  R2,#010000B
    JMP  DROP1
NEX6:CJNE R0,#6,NEX7
    MOV  R2,#0100000B
    JMP  DROP1
NEX7:CJNE R0,#7,NEX8
    MOV  R2,#01000000B
    JMP  DROP1
NEX8:MOV  R2,#10000000B
DROP1:MOV  IE,#81H
;WAIT FOR 1 ACTAULLY WAIT FOR 0 (ENABLE
INT0)
    MOV  R0,62H
    CJNE R0,#09H,$+3
    JC   P45
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      JMP  DROP2
P45:MOV  DPTR,#P_CON1
      MOV  A,#82H
      MOVX @DPTR,A
      MOV  A,R2
      SETB A13
      CLR  A14
      CLR  A15
      MOV  A0,#00H      ;SENT DATA TO A
      MOV  A1,#00H
      MOV  W_R,#00H
      MOV  R_D,#01H
      MOV  DPTR,#P_A1
      MOVX @DPTR,A
      CALL DELAY
WAIT1:CALL DELAY
      JMP  EIGHT        ;NOT FALL GO TO SEND
AGAIN
EEER1:JMP  EEER
OTR1:MOV  A,10H
      CJNE R0,#1,OTR2
      CJNE A,#01H,EEER1
      JMP  QUOTA_D
 K10:JMP  TOTAL_D
 K11:JMP  TONY1
OTR2:CJNE R0,#2,OTR3
      CJNE A,#02H,EEER1
      JMP QUOTA_D
 K20:JMP TOTAL_D
 K21:JMP TONY1
OTR3:CJNE R0,#3,OTR4
      CJNE A,#04H,EEER1
      JMP QUOTA_D
 K30:JMP TOTAL_D
 K31:JMP TONY1
OTR4:CJNE R0,#4,OTR5
      CJNE A,#08H,EEER1
      JMP QUOTA_D
 K40:JMP TOTAL_D
 K41:JMP TONY1
OTR5:CJNE R0,#5,OTR6
      CJNE A,#10H,EEER1
      JMP QUOTA_D
 K50:JMP TOTAL_D
 K51:JMP TONY1
OTR6:CJNE R0,#6,OTR7
      CJNE A,#20H,EEER12
      JMP QUOTA_D
 K60:JMP TOTAL_D
 K61:JMP TONY1
OTR7:CJNE R0,#07H,OTR8
      CJNE A,#40H,EEER12
      JMP QUOTA_D
 K70:JMP TOTAL_D
 K71:JMP TONY1
OTR8:CJNE A,#80H,EEER12
      JMP QUOTA_D
 K80:JMP TOTAL_D
 K81:JMP TONY1
EEER12:JMP EEER1
TONY1:DEC 51H      ;CHECK AMOUNT
      MOV A,51H
      CJNE A,#01H,$+3
      JC  FFIN1
      JMP EIGHT
FFIN1:MOV DPTR,#D33
      CALL WRITE
      MOV A,62H
      CALL MOR10
      MOV P0,#98H
      CALL LCDSET
      ADD  A,#30H
      MOV  P0,A
      CALL LCDWR2
      MOV  A,77H
      CJNE A,#01H,HJK
      MOV  A,B
      ADD  A,#30H
      MOV  P0,A
      CALL LCDWR2     ;WRITE IC. NO.
HJK:MOV  A,48H
      MOV  R0,62H
      CALL QUOTA
      CALL QUT
      CALL MOR10
      MOV P0,#0A1H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CALL LCDSET
    ADD  A,#30H
    MOV  P0,A
    CALL LCDWR2
    MOV  A,77H
    CJNE A,#01H,HJJ
    MOV  A,B
    ADD  A,#30H
    MOV  P0,A
    CALL LCDWR2     ;WRITE IC. QUOTA LEFT
HJJ:CALL DELAY
    CALL DELAY
    CALL DELAY
    JMP  IC_NUM
 ;.....;
ANND:MOV 10H,A
     MOV DPTR,#0EH
     CALL QUT
     MOV 61H,A      ;61H IS IC TOTAL AMOUNT
     MOV R5,61H
KOP1:CJNE R5,#01H,KOP2
     ANL 10H,#01H
     JMP KOP
KOP2:CJNE R5,#02H,KOP3
     ANL 10H,#03H
     JMP KOP
KOP3:CJNE R5,#03H,KOP4
     ANL 10H,#07H
     JMP KOP
KOP4:CJNE R5,#04H,KOP5
     ANL 10H,#0FH
     JMP KOP
KOP5:CJNE R5,#05H,KOP6
     ANL 10H,#1FH
     JMP KOP
KOP6:CJNE R5,#06H,KOP7
     ANL 10H,#3FH
     JMP KOP
KOP7:CJNE R5,#07H,KOP8
     ANL 10H,#7FH
     JMP KOP
KOP8:CJNE R5,#08H,KOP9
     ANL 10H,#0FFH
     JMP KOP
KOP9:CJNE R5,#09H,KOPA
     ANL 10H,#01H
     JMP KOP
KOPA:CJNE R5,#0AH,KOPB
     ANL 10H,#03H
     JMP KOP
KOPB:CJNE R5,#0BH,KOPC
     ANL 10H,#07H
     JMP KOP
KOPC:CJNE R5,#0CH,KOPD
     ANL 10H,#0FH
     JMP KOP
KOPD:CJNE R5,#0DH,KOPE
     ANL 10H,#1FH
     JMP KOP
KOPE:CJNE R5,#0EH,KOPF
     ANL 10H,#3FH
     JMP KOP
KOPF:CJNE R5,#0FH,KOP10
     ANL 10H,#7FH
     JMP KOP
KOP10:ANL 10H,#0FFH
     JMP KOP
EEER:MOV DPTR,#D32    ;FELL WRONG IC
     CALL LCDWR0
     JMP $
QUOTA_D:MOV A,48H
     CALL QUOTA
     CALL QUT
     DEC A
     CALL CLUB
ME1:CJNE R0,#01H,ME2
     JMP K10
ME2:CJNE R0,#02H,ME3
     JMP K20
ME3:CJNE R0,#03H,ME4
     JMP K30
ME4:CJNE R0,#04H,ME5
     JMP K40
ME5:CJNE R0,#05H,ME6
     JMP K50
ME6:CJNE R0,#06H,ME7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP  K60
ME7:CJNE R0,#07H,ME8
        JMP  K70
ME8:CJNE R0,#08H,ME9
        JMP  K80
ME9:CJNE R0,#09H,MEA
        JMP  K90
MEA:CJNE R0,#0AH,MEB
        JMP  KA0
MEB:CJNE R0,#0BH,MEC
        JMP  KB0
MEC:CJNE R0,#0CH,MED
        JMP  KC0
MED:CJNE R0,#0DH,MEE
        JMP  KD0
MEE:CJNE R0,#0EH,MEF
        JMP  KE0
MEF:CJNE R0,#0FH,ME10
        JMP  KF0
ME10:JMP  TONY2
TOTAL_D:CALL CHECK2
        CALL QUT
        DEC  A
        CALL CLUB
MEE1:CJNE R0,#01H,MEE2
        JMP  K11
MEE2:CJNE R0,#02H,MEE3
        JMP  K21
MEE3:CJNE R0,#03H,MEE4
        JMP  K31
MEE4:CJNE R0,#04H,MEE5
        JMP  K41
MEE5:CJNE R0,#05H,MEE6
        JMP  K51
MEE6:CJNE R0,#06H,MEE7
        JMP  K61
MEE7:CJNE R0,#07H,MEE8
        JMP  K71
MEE8:CJNE R0,#08H,MEE9
        JMP  K81
MEE9:CJNE R0,#09H,MEEA
        JMP  K91
MEEA:CJNE R0,#0AH,MEEB
        JMP  KA1
MEEB:CJNE R0,#0BH,MEEC
        JMP  KB1
MEEC:CJNE R0,#0CH,MEED
        JMP  KC1
MEED:CJNE R0,#0DH,MEEE
        JMP  KD1
MEEE:CJNE R0,#0EH,MEEF
        JMP  KE1
MEEF:CJNE R0,#0FH,MEE10
        JMP  KF1
MEE10:JMP  TONY2
;-------------------------------------------------------------;
SIXTEEN:DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        DEC  R0
        JMP  EIGHT
DROP2:MOV  DPTR,#P_CON2
        MOV  A,#82H      ;O/P,I/P,O/P
        MOVX @DPTR,A
        MOV  A,R2
        CLR  A13
        SETB A14
        CLR  A15
        MOV  A0,#00H     ;SENT DATA TO A
        MOV  A1,#00H
        MOV  W_R,#00H
        MOV  R_D,#01H
        MOV  DPTR,#P_A2
        MOVX @DPTR,A
        CALL DELAY
        CALL DELAY
WAIT2:CALL DELAY
        JMP  SIXTEEN     ;NOT FALL GO TO SEND
AGAIN
;-------------------------------------------------------------;
OTR9:MOV  A,62H
        CJNE R0,#9H,OTRA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      CJNE A,#01H,EEER0
      JMP QUOTA_D
 K90:JMP TOTAL_D
 K91:JMP  TONY2
OTRA:CJNE R0,#0AH,OTRB
      CJNE A,#02H,EEER0
      JMP QUOTA_D
KA0:JMP TOTAL_D
KA1:JMP  TONY2
OTRB:CJNE R0,#0BH,OTRC
      CJNE A,#04H,EEER0
      JMP QUOTA_D
KB0:JMP TOTAL_D
KB1:JMP  TONY2
OTRC:CJNE R0,#0CH,OTRD
      CJNE A,#08H,EEER0
      JMP QUOTA_D
KC0:JMP TOTAL_D
KC1:JMP  TONY2
OTRD:CJNE R0,#0DH,OTRE
      CJNE A,#10H,EEER0
      JMP QUOTA_D
KD0:JMP TOTAL_D
KD1:JMP  TONY2
OTRE:CJNE R0,#0EH,OTRF
      CJNE A,#20H,EEER0
      JMP  QUOTA_D
 KE0:JMP TOTAL_D
 KE1:JMP  TONY2
OTRF:CJNE R0,#0FH,OTR10H
      CJNE A,#40H,EEER0
      JMP QUOTA_D
 KF0:JMP TOTAL_D
 KF1:JMP  TONY2
OTR10H:CJNE A,#80H,EEER0
      JMP QUOTA_D
K100:JMP TOTAL_D
TONY2:DEC  51H          ;CHECK AMOUNT
      MOV  A,51H
      CJNE A,#01H,$+3
      JC   FFIN2
      JMP  SIXTEEN
FFIN2:JMP  FFIN1        ;SUCCESSFUL
EEER0:JMP  EEER
;.....;
REAL:CJNE   A,#00H,BAT1
     MOV    A,#01H
     RET
BAT1:CJNE   A,#01H,BAT2
     MOV    A,#02H
     RET
BAT2:CJNE   A,#07H,BAT3
     MOV    A,#06H
     RET
BAT3:CJNE   A,#08H,BAT4
     MOV    A,#07H
     RET
BAT4:CJNE   A,#09H,BAT5
     MOV    A,#08H
     RET
BAT5:CJNE   A,#0BH,BAT6
     MOV    A,#09H
     RET
BAT6:CJNE   A,#0DH,BAT7
     MOV    A,#00H
     RET
BAT7:RET
;.....;
MOR10:MOV    77H,#00H
      CJNE   A,#09H,FE
      RET
 FE:JNC    MORE
      RET
MORE:MOV    77H,#01H
     SUBB   A,#10D
     CJNE   A,#10D,FEE
     JMP    TWENTY
FEE:JNC    TWENTY
     MOV    B,A
     MOV    A,#01H
     RET
TWENTY:SUBB   A,#10D
     MOV    B,A
     MOV    A,#02H
     RET
;.....;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SECOND:MOV   20H,#00H
    CALL   PASSWD
    CALL   ENTER
SECOND1:MOV   DPTR,#10H
    MOV   20H,#00H
    CALL   CHECK_PAS
JOHN:MOV   DPTR,#D20
    CALL   WRITE
    CALL   KEY
    CJNE   R5,#00H,CUZ
    JMP   EDIT
CUZ:CJNE   R5,#01H,NAN
    JMP   ADD
NAN:CJNE   R5,#03H,ME
    JMP   C_C
ME:CJNE   R5,#0FH,JOHN
    JMP   MAIN
;.....;
EDIT:CLR   REN
    MOV   DPTR,#D11
    CALL   WRITE
CCC:CALL   KEY
    CJNE   R5,#00H,AAA
    JMP   CHANGE
AAA:CJNE   R5,#01H,BBB
    JMP   MAN
BBB:CJNE   R5,#0FH,CCC
    JMP   JOHN
CHANGE:SETB   REN
    MOV   DPTR,#D2
    CALL   WRITE
    MOV   20H,#02H
    CALL   KEY_CODE
    CLR   REN
    MOV   20H,#01H
    CALL   COMPARE
NEW:MOV   DPTR,#D12  ;INPUT NEW PASSWORD
    CALL   WRITE
    MOV   20H,#01H
    CALL   PRESS1
    CALL   ENTER
OHO:MOV   DPTR,#D13  ;CONFIRM
    CALL   WRITE
    MOV   R1,#06CH
    MOV   20H,#02H
    CALL   PRESS2
    CALL   ENTER
OHO1:MOV   20H,#01H
    MOV   R0,#06CH
    CALL   CHECK_PAS
    CALL   INN
    MOV   DPTR,#D15  ;DISPLAY ALREADY
CHANGE
    CALL   WRITE
    CALL   DELAY
    CALL   DELAY
    CALL   DELAY
    JMP   EDIT
MAN:MOV   DPTR,#10H
    MOV   R4,#10H
    JMP   NEW
;.....;
INN:CALL   OHO2
MEM:MOV   A,068H
    CALL   CLUB
    MOV   A,069H
    CALL   CLUB
    MOV   A,06AH
    CALL   CLUB
    MOV   A,06BH
    CALL   CLUB
    RET
;.....;
ADD:MOV   DPTR,#D21
    CALL   WRITE
    CALL   KEY
    CJNE   R5,#00H,YOUR
    JMP   IC
YOUR:CJNE   R5,#01H,OUR
    JMP   USER
OUR:CJNE   R5,#0FH,ADD
    JMP   JOHN `
;.....;
 IC:MOV   DPTR,#D22
    CALL   WRITE
    MOV   DPTR,#0EH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CALL  QUT
    INC   A
    MOV   7BH,A
    CALL  MOR10
    MOV   P0,#088H
    CALL  LCDSET
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    MOV   A,77H
    CJNE  A,#01H,KAR
    MOV   A,B
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2    ;WRITE IC. NO.
KAR:MOV   P0,#0A2H
    CALL  LCDSET
    CALL  LCDDO     ;WAIT  IN TOTAL AMO.
    MOV   20H,#06H
    CALL  WAA
    MOV   30H,A
    MOV   20H,#07H
    CALL  ENTER
DOT:MOV   DPTR,#0FH
    CALL  QUT
    MOV   49H,A
    MOV   53H,A
    MOV   7CH,#31H
    MOV   R2,#01H   ;FLAG TOTAL ST.
LAW:MOV   R1,7CH
    MOV   DPTR,#D23
    CALL  WRITE
    MOV   P0,#097H
    CALL  LCDSET
    MOV   A,7BH
    CALL  MOR10
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    MOV   A,77H
    CJNE  A,#01H,IBO
    MOV   A,B
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2    ;WRITE IC NO.
IBO:MOV   P0,#0C4H
    CALL  LCDSET
    MOV   B,#08H
    CALL  IDFIND
HEL:CALL  QUT
    INC   DPTR
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2    ;WRITE ID NO.
    DJNZ  B,HEL
    MOV   P0,#09FH
    CALL  LCDSET
    CALL  LCDDO     ;WAIT QUOTA ST.
    MOV   20H,#08H
    CALL  WAA
    CALL  LCDDF
    MOV   20H,#10H
    CALL  ENTER
LET:MOV   R1,7CH
    MOV   @R1,A
    INC   7CH
    DJNZ  49H,PCT
    MOV   DPTR,#D24
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    MOV   DPTR,#0EH
    CALL  QUT
    INC   A
    CALL  CLUB      ;MEM NEW TOTAL IC
    MOV   R0,7BH
    CALL  CHECK2
    MOV   A,30H
    CALL  CLUB      ;MEM NEW IC AMOUNT
    MOV   R0,7BH
    MOV   R3,#01H
    MOV   R1,#31H
BOND:MOV  A,R3
    CALL  QUOTA
    MOV   A,@R1
    CALL  CLUB      ;MEM QUOTA OF ST.
    INC   R3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    INC   R1
    DJNZ  53H,BOND
    JMP   ADD
PCT:INC   R2
    JMP   LAW
;.....;
IDFIND:CJNE  R2,#01H,ID2
    MOV   DPTR,#14H
    RET
ID2:CJNE  R2,#02H,ID3
    MOV   DPTR,#20H
    RET
ID3:CJNE  R2,#03H,ID4
    MOV   DPTR,#2CH
    RET
ID4:CJNE  R2,#04H,ID5
    MOV   DPTR,#38H
    RET
ID5:CJNE  R2,#05H,ID6
    MOV   DPTR,#44H
    RET
ID6:CJNE  R2,#06H,ID7
    MOV   DPTR,#50H
    RET
ID7:CJNE  R2,#07H,ID8
    MOV   DPTR,#5CH
    RET
ID8:CJNE  R2,#08H,ID9
    MOV   DPTR,#68H
    RET
ID9:CJNE  R2,#09H,IDA
    MOV   DPTR,#74H
    RET
IDA:CJNE  R2,#0AH,IDB
    MOV   DPTR,#80H
    RET
IDB:RET
;.....;
USER:MOV   DPTR,#D2
    CALL  WRITE
    SETB  REN
    MOV   20H,#09H   ;FLAG EXIT
    CALL  KEY_CODE
    CLR   REN
ORI:MOV   DPTR,#0FH
    CALL  QUT
    INC   A
    MOV   76H,A
    MOV   DPTR,#D3   ;IN PW.
    CALL  WRITE
    MOV   20H,#09H
    CALL  PRESS1
    CALL  ENTER
FLAME:MOV  DPTR,#D13  ;CONFIRM PW.
    CALL  WRITE
    MOV   R1,#06CH
    MOV   20H,#0AH
    CALL  PRESS2
    CALL  ENTER
NATI:MOV   20H,#0AH
    MOV   R0,#06CH
    CALL  CHECK_PAS
    MOV   R4,76H
    CALL  INN      ;MEM PW.
    MOV   DPTR,#0FH
    CALL  QUT
    INC   A
    CALL  CLUB     ;ADD TOTAL ST.
    MOV   R2,76H
    CALL  IDFIND
    MOV   B,#08H
    MOV   R1,#40H
RAT:MOV   A,@R1
    CALL  CLUB
    INC   R1
    DJNZ  B,RAT    ;MEM ID.
    MOV   DPTR,#D25  ;ADD USER SUCCESS
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    MOV   A,76H
    MOV   48H,A
    MOV   R0,#01H
    MOV   B,#10H
HIPPO:MOV  A,76H
    CALL  QUOTA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   A,#00H
    CALL  CLUB
    INC   R0
    DJNZ  B,HIPPO
    JMP   WARD
;.....;
C_C:MOV   DPTR,#D29
    CALL  WRITE
    CALL  KEY
    CJNE  R5,#00H,KEM
    JMP   C_CS
KEM:CJNE  R5,#01H,AUP
    JMP   C_CT
AUP:CJNE  R5,#0FH,C_C
    JMP   JOHN `
;.....;
C_CS:MOV  DPTR,#D26
    CALL  WRITE
    MOV   P0,#099H
    CALL  LCDSET
    MOV   R2,#08H
    MOV   R1,#40H
    CALL  LCDDO
TURN:MOV  20H,#0BH
    MOV   21H,#0DH
    JMP   ENT
TARN:MOV  21H,#00H
    MOV   A,R5
    CALL  REAL
    MOV   @R1,A
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    INC   R1
    DJNZ  R2,TURN
    CALL  LCDDF
    MOV   20H,#0BH
    CALL  ENTER
WOOD:CALL  COMPARE  ;TO SET QUOTA POS
WARD:MOV  DPTR,#0EH
    CALL  QUT
    MOV   78H,A
    MOV   79H,#01H
CAGE:MOV  DPTR,#D27
    CALL  WRITE
    MOV   B,#08H
    MOV   P0,#087H
    CALL  LCDSET
    MOV   R1,#40H
TONE:MOV  A,@R1
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    INC   R1
    DJNZ  B,TONE   ;WRITE ID
NEXX:MOV  P0,#0C3H
    CALL  LCDSET
    MOV   A,79H
    MOV   R0,A
    CALL  MOR10
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    MOV   A,77H
    CJNE  A,#01H,EO
    MOV   A,B
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2   ;WRITE IC NO
EO:MOV  R0,79H
    MOV   A,48H
    CALL  QUOTA
    CALL  QUT
    MOV   P0,#0CBH
    CALL  LCDSET
    CALL  MOR10
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2
    MOV   A,77H
    CJNE  A,#01H,FISH
    MOV   A,B
    ADD   A,#30H
    MOV   P0,A
    CALL  LCDWR2   ;WRITE QUOTA
FISH:CALL  KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CJNE   R5,#00H,LATE
    JMP    VARY
LATE:CJNE  R5,#01H,LATER
    DJNZ   78H,NOON
    JMP    C_C
LATER:CJNE R5,#03H,LATER1
    MOV    A,R2
    CJNE   A,7AH,LATT
    JMP    FISH
LATT:DEC   79H
    MOV    P0,#0C3H
    CALL   LCDSET
    MOV    DPTR,#D31
    CALL   LCDWR0
    MOV    P0,#0CBH
    CALL   LCDSET
    MOV    DPTR,#D4
    CALL   LCDWR0
    JMP    NEXX
LATER1:CJNE R5,#0FH,FISH
    JMP    C_C
NOON:INC   79H
    MOV    P0,#0C3H
    CALL   LCDSET
    MOV    DPTR,#D31
    CALL   LCDWR0
    MOV    P0,#0CBH
    CALL   LCDSET
    MOV    DPTR,#D4
    CALL   LCDWR0
    JMP    NEXX
VARY:MOV   DPTR,#D23
    CALL   WRITE
    MOV    P0,#0C4H
    CALL   LCDSET
    MOV    B,#08H
    MOV    R1,#40H
TANE:MOV   A,@R1
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
    INC    R1
    DJNZ   B,TANE  ;WRITE ID
    MOV    P0,#097H
    CALL   LCDSET
    MOV    A,79H
    CALL   MOR10
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
    MOV    A,77H
    CJNE   A,#01H,FIFA
    MOV    A,B
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2   ;WRITE IC NO
FIFA:MOV   P0,#09FH
    CALL   LCDSET
    CALL   LCDDO
    MOV    20H,#0EH
    CALL   WAA
    MOV    54H,A
    CALL   LCDDF
    MOV    20H,#0CH
    CALL   ENTER
GEN:MOV    R0,79H
    MOV    A,48H
    CALL   QUOTA
    MOV    A,54H
    CALL   CLUB
    MOV    R4,48H
    JMP    CAGE
;.....;
C_CT:MOV   R0,#00H
    MOV    DPTR,#0EH
    CALL   QUT
    MOV    R4,A
JAO:INC    R0
JAA:MOV    DPTR,#D28
    CALL   WRITE
    MOV    P0,#0C9H
    CALL   LCDSET
    MOV    A,R0
    CALL   MOR10
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CALL   LCDWR2
    MOV    A,77H
    CJNE   A,#01H,LOT
    MOV    A,B
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2      ;WRITE IC NO.
LOT:MOV    P0,#0CBH
    CALL   LCDSET
    CALL   CHECK2
    CALL   QUT
    CALL   MOR10
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
    MOV    A,77H
    CJNE   A,#01H,CAJA
    MOV    A,B
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
CAJA:CALL  KEY
    CJNE   R5,#01H,MAS1
    DJNZ   R4,JAO
    JMP    C_CT
MAS1:CJNE  R5,#03H,MAS2
    CJNE   R0,#01H,MAS3
    JMP    C_CT
MAS3:DEC   R0
    INC    R4
    JMP    JAA
MAS2:CJNE  R5,#0FH,MAS
    JMP    C_C
MAS:CJNE   R5,#00H,C_CT
AIS:MOV    DPTR,#D30
    CALL   WRITE
    MOV    P0,#097H
    CALL   LCDSET
    MOV    A,R0
    MOV    52H,R0
    CALL   MOR10
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
    MOV    A,77H
    CJNE   A,#01H,MBA
    MOV    A,B
    ADD    A,#30H
    MOV    P0,A
    CALL   LCDWR2
MBA:MOV    P0,#09DH
    CALL   LCDSET
    CALL   LCDDO
    MOV    20H,#0DH
    CALL   WAA
    CALL   ENTER
BOWL:MOV   51H,A
    CALL   CHECK2
    CALL   QUT
    ADD    A,51H
    CALL   CLUB
    MOV    R0,52H
    JMP    JAA
    ;.....;
    ;          DRAW          ;
    ;.....;
KEY_CODE:MOV   R1,#40H    ;STORE IN 40H-47H
    CALL   BARCD      ;READ DATA FROM BARC
    CALL   DELAY
    CALL   DELAY
    CALL   DELAY
    RET
;.....;
; DRAW(2000H-2064H),CHANGE TO BINARY ;
;   &STORE ANSWER IN @40H-@47H(R1)    ;

;.....;
BARCD:JNB  RI,SW1
    JMP    CD1
SW1:MOV    P1,#0FFH
    JNB    P1.4,BARCD
    MOV    A,P1       ;READ
    ANL    A,#0FH     ;STORE LOW-4BIT
    JB     P1.4,$     ;READ FINISH
    CJNE   A,#0FH,BARCD
    MOV    A,20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      CJNE   A,#00H,BALM
      JMP    MAIN
BALM:CJNE    A,#03H,BALM1
      JMP    MAIN
BALM1:CJNE   A,#02H,BALM2
      JMP    EDIT
BALM2:CJNE   A,#01H,BALM3
      JMP    EDIT
BALM3:CJNE   A,#09H,BALM4
      JMP    ADD
BALM4:JMP    BARCD
CD1:CLR    RI
      MOV    A,SBUF
      CLR    C
      SUBB   A,#80H
      MOV    P0,#97H
      CALL   LCDSET
      CALL   LCDDF
      JMP    NEXT
LOOP:INC     R1
      JNB    RI,$
      CLR    RI
      MOV    A,SBUF
      CLR    C
      SUBB   A,#80H
NEXT:CLR     C
      SUBB   A,#80H
      MOV    P0,A
      CALL   LCDWR2
      CLR    C
      SUBB   A,#30H
      MOV    @R1,A
      CJNE   R1,#47H,LOOP
NEXT3:JNB    RI,$
      CLR    RI
      MOV    A,SBUF
      CLR    C
      SUBB   A,#80H
      CLR    C
      SUBB   A,#30H
      CJNE   A,#5DH,NEXT3
      JNB    RI,$
      CLR    RI
      RET
;.....;
;          COMPARE BARCODE          ;
;.....;
COMPARE:MOV    DPTR,#0FH
      CALL   QUT
      MOV    R3,A
      MOV    48H,#00H
STUDENT:MOV    R1,#40H    ;MOVE TO 1ST CHAR
      MOV    R2,#08H    ;8 CHARS
      INC    48H
;.....;
      MOV    A,48H
      CJNE   A,#1,CS2
S1:MOV     DPTR,#14H
      MOV    R4,#01H
      JMP    PROSS
CS2:CJNE   A,#2,CS3   ;NOT 2 GOTO CS3
S2:MOV     DPTR,#20H
      MOV    R4,#02H
      JMP    PROSS
CS3:CJNE   A,#3,CS4   ;NOT 3 GOTO CS4
S3:MOV     DPTR,#2CH
      MOV    R4,#03H
      JMP    PROSS
CS4:CJNE   A,#4,CS5   ;NOT 4 GOTO S5
S4:MOV     DPTR,#38H
      MOV    R4,#04H
      JMP    PROSS
CS5:CJNE   A,#5,CS6
S5:MOV     DPTR,#44H
      MOV    R4,#05H
      JMP    PROSS
CS6:CJNE   A,#6,CS7
S6:MOV     DPTR,#50H
      MOV    R4,#06H
      JMP    PROSS
CS7:CJNE   A,#7,CS8
S7:MOV     DPTR,#5CH
      MOV    R4,#07H
      JMP    PROSS
CS8:CJNE   A,#8,CS9
S8:MOV     DPTR,#68H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      MOV   R4,#08H
      JMP   PROSS
 CS9:CJNE   A,#9,CSA
  S9:MOV    DPTR,#74H
      MOV   R4,#09H
      JMP   PROSS
CSA:CJNE    A,#0AH,LEE
  SA:MOV    DPTR,#80H
      MOV   R4,#0AH
      JMP   PROSS
LEE:CALL LCDCLEAR
    CALL LCD_AD
    CALL LCDDF
    MOV  DPTR,#D10
    CALL LCDWR0
    CALL DELAY
    CALL DELAY
    CALL DELAY
    MOV  A,20H
    CJNE A,#00H,TTTT
    JMP  MAIN
TTTT:CJNE A,#0BH,TTT
    JMP  C_CS
TTT:JMP  EDIT
;.....;
PROSS:MOV   A,@R1
      MOV   R5,A
      MOV   096H,#08H
      MOVX  A,@DPTR
      CALL  DELAY3
      MOV   096H,#02H
      CLR   C
      SUBB  A,R5
      CJNE  A,#00H,GGG
      INC   DPTR
      INC   R1
      DJNZ  R2,PROSS
      RET
 GGG:DJNZ   R3,STUD
      JMP   LEE
 STUD:JMP   STUDENT
  ;.....;
  ;       PASSWORD        ;
  ;.....;
PASSWD:MOV  DPTR,#D3
      CALL  WRITE
PRESS1:MOV  068H,#00H
      MOV   069H,#00H
      MOV   06AH,#00H
      MOV   06BH,#00H
      MOV   R1,#068H
PRESS2:MOV  R2,#04H     ;PASSWORD 4 DIGIT
      MOV   P0,#0C9H    ;POS
      CALL  LCDSET
      CALL  LCDDO
PRESS:MOV   21H,#0AH
      JMP   ENT
TUS3:MOV    21H,#00H
      MOV   A,R5
      MOV   @R1,A       ;STORE EACH DIGIT IN
      INC   R1
      MOV   P0,#'*'     ;DISPLAY *
      CALL  LCDWR2
      DJNZ  R2,PRESS    ;ALL?
      CALL  LCDDF
      RET
 ;.....;
 ;      ENTER,DEL OR EXIT       ;
 ;.....;
 ENT:CALL   KEY
      CJNE  R5,#0EH,TUS1
      MOV   A,20H
      CJNE  A,#00H,WOW
      JMP   SECOND1
WOW:CJNE    A,#01H,WOW1
      JMP   OHO
WOW1:CJNE   A,#02H,WOW2
      JMP   OHO1
WOW2:CJNE   A,#03H,ANT1
      JMP   OHO3
ANT1:CJNE   A,#04H,M3
      JMP   MULL
 M3:CJNE    A,#05H,AP1
      JMP   ICON
AP1:CJNE    A,#06H,AP2
      CALL  MUL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   30H,A
    JMP   DOT
AP2:CJNE  A,#07H,AP3
    JMP   DOT
AP3:CJNE  A,#08H,AP4
    CALL  MUL
    JMP   LET
AP4:CJNE  A,#09H,AP5
    JMP   FLAME
AP5:CJNE  A,#0AH,AP6
    JMP   NATI
AP6:CJNE  A,#0BH,AP7
    JMP   WOOD
AP7:CJNE  A,#0CH,AP8
    JMP   GEN
AP8:CJNE  A,#0DH,AP9
    CALL  MUL
    JMP   BOWL
AP9:CJNE  A,#0EH,APA
    CALL  MUL
    MOV   54H,A
    JMP   GEN
APA:CJNE  A,#10H,APB
    JMP   LET
APB:RET
;.....;
TUS1:CJNE  R5,#0CH,TUS2
    JMP   DEL2
TUS2:CJNE  R5,#0FH,TUS4
    JMP   EXIT
TUS4:CJNE  R5,#02H,TUS5
    JMP   FORD
TUS5:CJNE  R5,#06H,TUS6
    JMP   FORD
TUS6:CJNE  R5,#0AH,CAMP
    JMP   FORD
CAMP:MOV   R3,21H
    CJNE  R3,#0AH,MAT
    JMP   TUS3
MAT:CJNE   R3,#0BH,MAT1
    JMP   SPE
MAT1:CJNE  R3,#0CH,MAT2
    JMP   XU
MAT2:CJNE  R3,#0DH,MAT3
    JMP   TARN
MAT3:RET
FORD:MOV   DPTR,#D19
    CALL  WRITE
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    CALL  DELAY
    MOV   A,20H
    CJNE  A,#01H,MOS
    MOV   DPTR,#D12  ;INPUT NEW PASSWORD
    CALL  WRITE
    JMP   NICOLE
MOS:CJNE A,#00H,NUT
NIKKY:MOV  DPTR,#D3
    CALL WRITE
    JMP NICOLE
NUT:CJNE A,#03H,HUT
    JMP NIKKY
HUT:CJNE A,#02H,PIM
    MOV DPTR,#D13  ;CONFIRM
    CALL WRITE
NICOLE:JMP  DEL2
 PIM:CJNE A,#04H,BEE
    JMP IC_NUM
BEE:JMP  IC_AMO
;.....;
DEL2:MOV   P0,#0C9H      ;BACK TO 1ST POS
    CALL  LCDSET
    MOV   DPTR,#D4
    CALL  LCDWR0
    MOV   A,20H
    CJNE  A,#00H,ZZZ
    JMP   PRESS1
 ZZZ:CJNE  A,#01H,YYY
    JMP   PRESS1
YYY:CJNE  A,#02H,XXX
    MOV   R1,#06CH
    MOV   06CH,#00H
    MOV   06DH,#00H
    MOV   06EH,#00H
    MOV   06FH,#00H
    JMP   PRESS2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
XXX:CJNE   A,#03H,ANT3
      JMP    PRESS1
ANT3:CJNE   A,#04H,DEE
      JMP    IC_NUM
DEE:CJNE   A,#05H,AB1
      JMP    IC_AMO
AB1:CJNE   A,#06H,AB2
      JMP    IC
AB2:CJNE   A,#07H,AB3
      JMP    IC
AB3:CJNE   A,#08H,AB4
      JMP    DOT
AB4:CJNE   A,#09H,AB5
      JMP    ORI
AB5:CJNE   A,#0AH,AB6
      JMP    FLAME
AB6:CJNE   A,#0BH,AB7
      JMP    C_CS
AB7:CJNE   A,#0CH,AB8
      JMP    VARY
AB8:CJNE   A,#0DH,AB9
      JMP    AIS
AB9:CJNE   A,#0EH,ABA
      JMP    VARY
ABA:CJNE   A,#10H,ABB
      JMP    DOT
ABB:RET
;.....;
EXIT:MOV    A,20H
      CJNE   A,#00H,UUU
      JMP    MAIN
UUU:CJNE   A,#01H,VVV
      JMP    EDIT
VVV:CJNE   A,#02H,WWW
      JMP    EDIT
WWW:CJNE   A,#03H,ANT4
      JMP    MAIN
ANT4:CJNE   A,#04H,GEE
      JMP    MAIN
GEE:CJNE   A,#05H,AJ1
      JMP    IC_NUM
 AJ1:CJNE   A,#06H,AJ2
      JMP    ADD
AJ2:CJNE   A,#07H,AJ3
      JMP    ADD
AJ3:CJNE   A,#08H,AJ4
      JMP    ADD
AJ4:CJNE   A,#09H,AJ5
      JMP    ADD
AJ5:CJNE   A,#0AH,AJ6
      JMP    ADD
AJ6:CJNE   A,#0BH,AJ7
      JMP    C_C
AJ7:CJNE   A,#0CH,AJ8
      JMP    CAGE
AJ8:CJNE   A,#0DH,AJ9
      JMP    C_CT
AJ9:CJNE   A,#0EH,AJA
      JMP    CAGE
AJA:CJNE   A,#10H,AJB
      JMP    ADD
AJB:RET
;.....;
ENTER:CALL   KEY
LAY:CJNE   R5,#0EH,TUSI
      MOV    A,20H        ;PRESS ENTER
      CJNE   A,#00H,SINK
      JMP    SECOND1
SINK:JMP    WOW
TUSI:CJNE   R5,#0CH,TUSII
      JMP    DEL2
TUSII:CJNE   R5,#0FH,ENTER
      JMP    EXIT
;.....;
;          CHECK  PASSWORD          ;
;              IN:68H-6BH           ;
;..... .;
CHECK_PAS:MOV   R1,#68H    ;PASSWARD INPUT
      MOV   R2,#04H    ;4 DIGIT
PAS1:MOV   A,20H
      CJNE  A,#00H,POND
      CALL  QUT
      JMP   PAS3
POND:MOV   A,@R0
PAS3:CLR   C
      SUBB  A,@R1      ;COMPARE WITH INPUT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE  A,#00H,WRONG
        INC   DPTR        ;RIGHT PASSWARD
        INC   R1
        INC   R0
        DJNZ  R2,PAS1
        RET
 ;.....;
WRONG:MOV   A,20H
        CJNE  A,#00H,WRONGII
        MOV   DPTR,#D5    ;DISPLAY WRONG
PASSWARD
        CALL  WRITE       ;WRITE DISPLAY
        CALL  DELAY
        CALL  DELAY
        JMP   MAIN
WRONGII:CJNE  A,#0AH,WRONGI
        MOV   DPTR,#D14
        CALL  WRITE
        CALL  DELAY
        CALL  DELAY
        JMP   ORI
WRONGI:MOV   DPTR,#D14
        CALL  WRITE
        CALL  DELAY
        CALL  DELAY
        JMP   NEW
;.....;
BEGIN:MOV    DPTR,#BEGDP  ;DPTR=2000H
      MOVX   A,@DPTR
      RET
;.....;
;          WRITE DISPLAY          ;
;.....;
LCDWR0:CLR   A
    MOVC   A,@A+DPTR
    CJNE   A,#00H,LCDWR1;NOT FINISH
    RET
;.....;
LCDWR1:MOV   P0,A      ;WRITE DISPLAY
    CALL   LCDWR2
    INC    DPTR       ;WRITE NEXT
    SJMP   LCDWR0
;.....;
LCDWR2:CLR   EN
    SETB   RS
    CLR    RW
    SETB   EN
    CALL   LCDBF
    CLR    EN
    SETB   RS
    CLR    RW
    RET
;.....;
INTLCD:MOV   P0,#38H
    CALL   LCDSET
    CALL   DELAY1
    MOV    P0,#38H
    CALL   LCDSET
    CALL   DELAY1
    CALL   LCDEN
    CALL   LCDDF
    CALL   LCDCLEAR
    RET
;.....;
LCDSET:CLR   RS
    CLR    RW
    SETB   EN
    CALL   LCDBF
    CLR    EN
    RET
;.....;
LCDBF:CLR   EN
    CLR    RS
    SETB   RW
    MOV    P0,#0FFH
    SETB   EN
    JB     P0.7,$
    RET
;.....;
LCDCLEAR:MOV   P0,#01H
     CALL   LCDSET
     RET
;.....;
LCDEN:MOV   P0,#06H
    CALL   LCDSET
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;.....;
LCDDO:MOV   P0,#0FH
      CALL  LCDSET
      RET
;.....;
LCDDF:MOV   P0,#0CH
      CALL  LCDSET
      RET
;.....;
LCD_AD:MOV  P0,#80H
      CALL  LCDSET
      RET
;.....;
WRITE:CALL  LCDCLEAR
      CALL  LCD_AD
      CALL  LCDDF
      CALL  LCDWR0
      RET
 ;.....;
 ;          DELAY          ;
 ;.....;
DELAY5:MOV  R7,#05H
 Z21:MOV    R6,#99H
 Z22:MOV    R5,55H
 Z23:DJNZ   R5,Z23
      DJNZ  R6,Z22
      DJNZ  R7,Z21
      RET
 ;.....;
DELAY:MOV   R6,#01H
       MOV  R5,#6
       CALL DELAY2
       CALL DELAY2
       CALL DELAY2
       CALL DELAY2
       CALL DELAY2
       CALL DELAY2
       RET
  ;.....;
DELAY3:MOV  R7,#2FH
   Z1:MOV   R6,#0FFH
   Z2:DJNZ  R6,Z2
      DJNZ  R7,Z1
      RET
 ;.....;
DELAY4:MOV  R7,#0AH
 Z11:MOV    R6,#0FFH
 Z12:MOV    R5,#0FFH
 Z13:DJNZ   R5,Z13
      DJNZ  R6,Z12
      DJNZ  R7,Z11
      RET
;.....;
DELAY1:MOV  R7,#20H
LOOP1:MOV   R6,#0E6H
LOOP2:NOP
      NOP
      DJNZ  R6,LOOP2
      DJNZ  R7,LOOP1
      RET
 ;.....;
DELAY2:MOV  R7,#100H
      DJNZ  R7,$
      DJNZ  R6,DELAY2
      RET
 ;.....;
 ;        DISPLAY SCREEN        ;
 ;.....;
 D1:DB    '      KMITL       '
      DB    '  DISTRIBUTER   '
      DB    '   AUTOMATIC    '
      DB    '1)IC       2)EDIT',00H
 ;.....;
 D2:DB    '******************'
      DB    'ID:                '
      DB    ' DRAW STUDENT CARD '
      DB    '*************(EXIT)',00H
 ;.....;
 D3:DB    '******************'
      DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)'
      DB    'PASSWORD:        '
      DB    '******************',00H
 ;.....;
 D4:DB          '    ',00H
 ;.....;
 D5:DB    '******************'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DB    ' EXIT TO MAIN MENU '
    DB    '!! WRONG PASSWARD !!'
    DB    '********************',00H
;.....;
 D6:DB    '********************'
    DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)'
    DB    ' IC NO.:         '
    DB    '********************',00H
;.....;
 D7:DB    '********************'
    DB    ' PRESS IC NO. AGAIN '
    DB    '    !! ERROR !!   '
    DB    '********************',00H
;.....;
 D8:DB    '********************'
    DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)'
    DB    ' AMOUNT:         '
    DB    '********************',00H
;.....;
 D9:DB    '********************'
    DB    'MORE THAN YOUR QUOTA'
    DB    ' PRESS AMOUNT AGAIN '
    DB    '********************',00H
;.....;
D10:DB    '********************'
    DB    '    NO STUDENT    '
    DB    '    !!SORRY!!     '
    DB    '    IN MEMORY     ',00H
;.....;
D11:DB    '  CHANGE PASSWORD  '
    DB    ' 2) CONTROLLER     '
    DB    ' 1) USER           '
    DB    ' (EXIT) TO EDIT    ',00H
;.....;
D12:DB    ' ENTER NEW PASSWORD '
    DB    '********************'
    DB    'PASSWORD:          '
    DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
D13:DB    '  CONFIRM PASSWORD  '
    DB    '********************'
    DB    'PASSWORD:          '
    DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
D14:DB    '********************'
    DB    'ENTER PASSWORD AGAIN'
    DB    '     !!FAIL!!      '
    DB    '********************',00H
;.....;
D15:DB    '********************'
    DB    '  ALREADY CHANGED   '
    DB    '   YOUR PASSWORD    '
    DB    '********************',00H
;.....;
D17:DB      '                ',00H
;.....;
D16:DB    '********************'
    DB    '     ! ERROR !      '
    DB    '    DRAW AGAIN      '
    DB    '********************',00H
;.....;
D18:DB    '********************'
    DB    ' PRESS AMOUNT AGAIN '
    DB    '  NO LEFT ENOUGHT   '
    DB    '********************',00H
;.....;
D19:DB    '********************'
    DB    ' PRESS NUMBER ONLY  '
    DB    '    !!ERROR!!       '
    DB    '********************',00H
;.....;
D20:DB    ' 1) PASSWORD       '
    DB    '3)CHECK/CHANGE QUOTA'
    DB    ' 2) ADD IC/USER    '
    DB    ' EXIT) TO MAIN MENU ',00H
;.....;
D21:DB    '********ADD*********'
    DB    ' 2) USER           '
    DB    ' 1) IC             '
    DB    '**************(EXIT)',00H
;.....;
D22:DB    ' IC NO.:           '
    DB    ' TOTAL AMOUNT:     '
    DB    '********************'
    DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
```

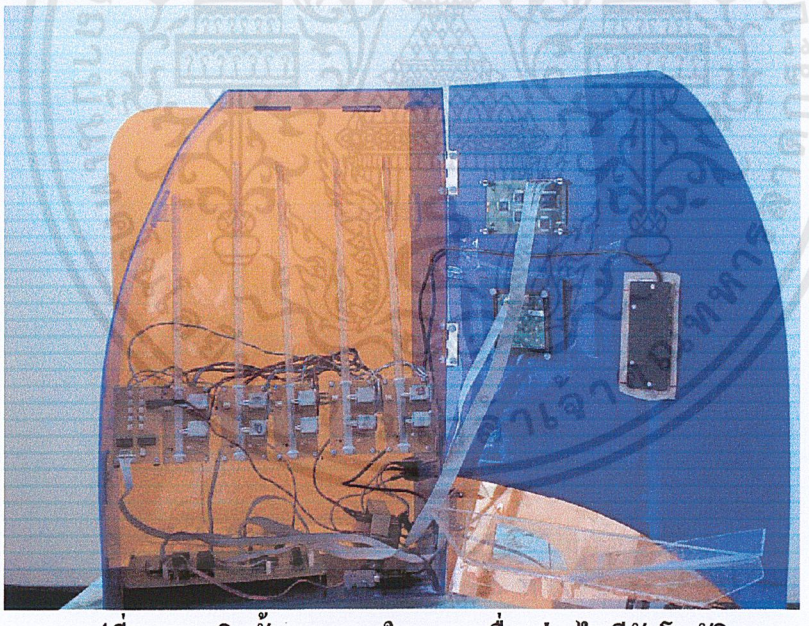
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D23:DB    '****PRESS QUOTA*****'
     DB    ' IC  QUOTA:       '
     DB    ' ID:              '
     DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
D24:DB    '********************'
     DB    '  ADD IC SUCCESS  '
     DB    '     !!OK!!     '
     DB    '********************',00H
;.....;
D25:DB    '********************'
     DB    '  ADD USER SUCCESS  '
     DB    '     !!OK!!     '
     DB    '********************',00H
;.....;
D26:DB    '****CHOOSE USER*****'
     DB    ' ID:              '
     DB    '********************'
     DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
D27:DB    '****ID:      *****'
     DB    ' 1)CHANGE   2)NEXT '
     DB    ' IC  QUOTA:       '
     DB    ' 3)PREVIOUS  (EXIT) ',00H
;.....;
D28:DB    '**TOTAL IC AMOUNT***'
     DB    ' 1)ADD      2)NEXT '
     DB    ' TOTAL IC :       '
     DB    ' 3)PREVIOUS  (EXIT) ',00H
;.....;
D29:DB    '*CHECK/CHANGE QUOTA*'
     DB    ' 2) TOTAL IC AMOUNT '
     DB    ' 1) USER QUOTA     '
     DB    '**************(EXIT)',00H
;.....;
D30:DB    '**PRESS ADD AMOUNT**'
     DB    ' IC  ADD:         '
     DB    '********************'
     DB    '(ENTER)(CLEAR)(EXIT)',00H
;.....;
D31:DB              ' ',00H
;.....;
D32:DB    '********************'
     DB    '  FIND CONTROLLER  '
     DB    '    !!ERROR!!      '
     DB    '********************',00H
;.....;
D33:DB    '********************'
     DB    ' IC  AMOUNT:      '
     DB    ' YOUR IC QUOTA LEFT '
     DB    '********************',00H
;.....;
;            KEYPRESS            ;
;.....;
KEY:MOV   P1,#0FFH
     JNB   P1.4,$
     MOV   A,P1        ;READ
     ANL   A,#0FH      ;STORE LOW-4BIT
     MOV   R5,A        ;STORE IN R5
     JB    P1.4,$      ;READ FINISH
     RET
    END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

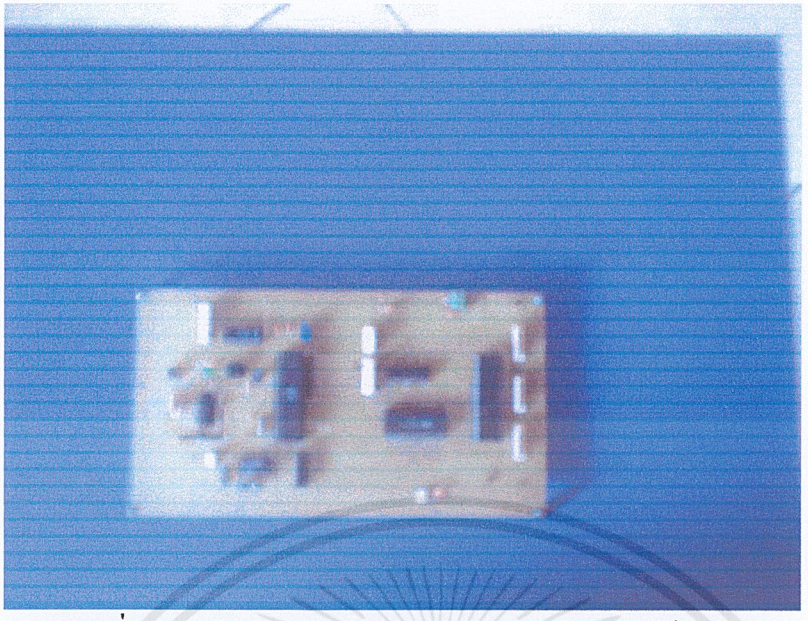
เครื่องต้นแบบ

รูปที่4ก ลักษณะภายนอกของเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

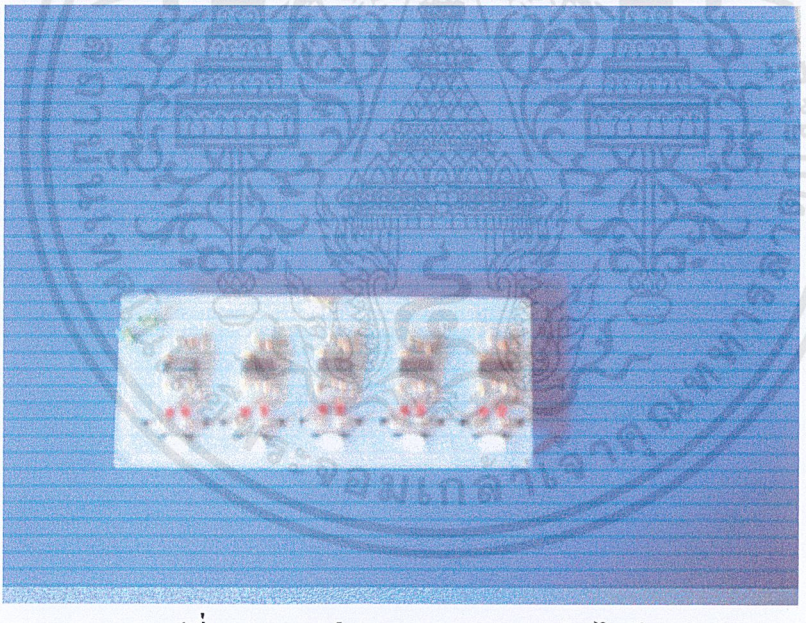


รูปที่4ข การติดตั้งวงจรภายในของเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

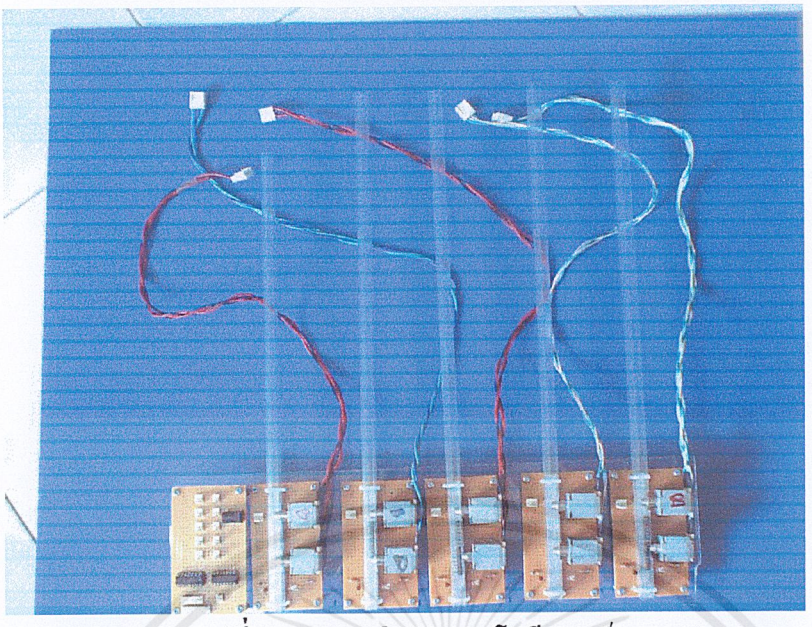


รูปที่4ค แสดงแผ่นวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก



รูปที่4ง แสดงแผ่นวงจรควบคุมการจ่ายไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4จ แสดงแผ่นควบคุมโซลีนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ยืน ภู่วรวรรณ และ ไพศาล สงวนหมู่.**การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ค.**กรุงเทพฯ: หจก.เอช-เอน การพิมพ์.2536

สมยศ จุณณะปิยะ.**การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.**กรุงเทพฯ:คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีกระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2539

สุนทร วิทูรสุรพจน์.**การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051.**กรุงเทพฯ:บิษัท เอ็ช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด.2537

สุวิพล สิทธิชีวภาค.**พื้นฐานแห่งการสื่อสารข้อมูล.**กรุงเทพฯ:ด่านสุทธษการพิมพ์.ม.ป.ป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้