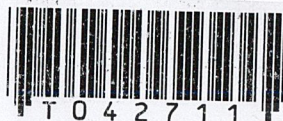


สกอร์บอร์ดคาราเต้-โด

KARATE-DO SCOREBOARD



โดย
นาย ชุมสาย ประเสนมุล
นาย ชุศักดิ์ ศรีมาดี

261.
5 6335
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....42711
วัน, เดือน, ปี.....7 ส.ย. 2545

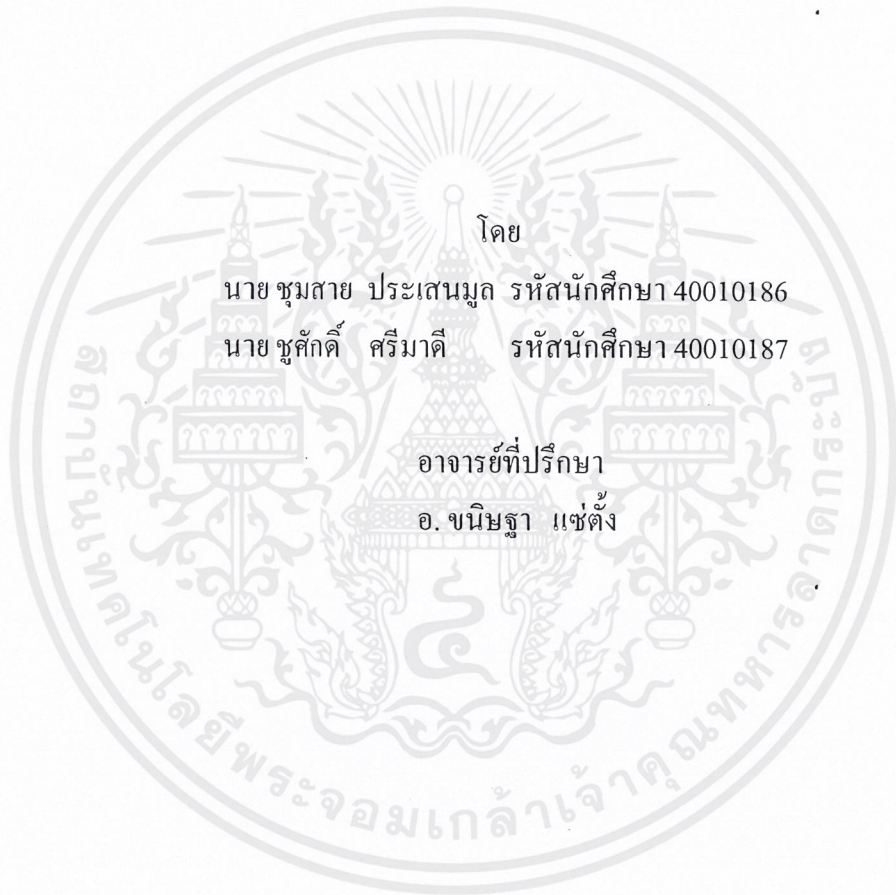
b.....
i.....

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกอร์บอร์ดการเตะ-โด

KARATE-DO SCOREBOARD



โดย

นาย ชุมสาย ประเสนมุล รหัสนักศึกษา 40010186

นาย ชุศักดิ์ ศรีมาตี รหัสนักศึกษา 40010187

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง สกอร์บอร์ดคาราเต้-โด (KARATE-DO SCOREBOARD)

ผู้จัดทำ

1. นาย ชุมสาย ประเสนมุก รหัสประจำตัว 40010186
2. นาย ชุศักดิ์ ศรีมาดี รหัสประจำตัว 40010187

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง (ภาษาไทย) สกอร์บอร์ดคาราเต้-โด

(ภาษาอังกฤษ) SCOREBOARD KARATE-DO

จัดทำโดย

1. นาย ชุมสาย ประเสนมุก เลขประจำตัว 40010186
2. นาย ชุศักดิ์ ศรีมาตี เลขประจำตัว 40010187

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



ลงชื่อ

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกอรับบอร์ดคาราเต้-โด

นาย ชุมสาย ประเสนมุล

นาย ชุศักดิ์ ศรีมาดี

อ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง (อาจารย์ที่ปรึกษา)

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

สกอรับบอร์ดนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการแข่งขันคาราเต้-โด (KARATE-DO) ของสมาคมคาราเต้-โดแห่งประเทศไทย ซึ่งแสดงผลข้อมูลเป็นแบบตัวเลขและตัวอักษร รวมทั้งมีนาฬิกาจับเวลา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) ในตระกูล MCS-51 ควบคุมการแสดงผลของแอลอีดี (LED) ให้ทำงานแบบ 7-segment และแบบ Dot matrix ซึ่งสกอรับบอร์ดนี้สามารถควบคุมได้ด้วย 2 วิธี คือ ควบคุมจากแผงควบคุมและควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์

KARATE-DO SCOREBOARD

Mr. CHUMSAI PRASENMOON

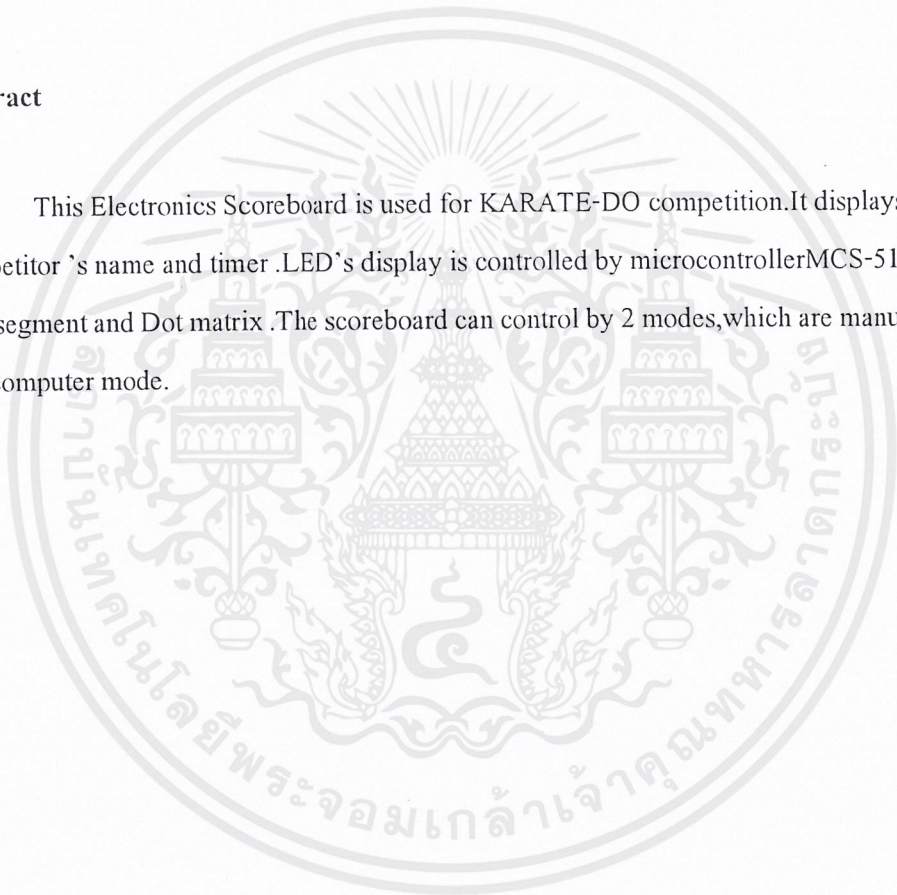
Mr. CHOOSAK SRIMADEE

Miss KHANITTHA SAETUNG(Advisor)

Educational Year 2000

Abstract

This Electronics Scoreboard is used for KARATE-DO competition. It displays score, competitor's name and timer. LED's display is controlled by microcontroller MCS-51 to display as 7-segment and Dot matrix. The scoreboard can control by 2 modes, which are manual mode and computer mode.



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	IV
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 คุณสมบัติของหลอดไดโอดนำแสง (LED)	2
2.2 หลักการทำงานของแผงแสดงผลทั่วไป	6
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	7
2.4 มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232-C	14
2.5 พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART	19
บทที่ 3 การออกแบบ	31
3.1 การออกแบบ วงจร 7 segment	31
3.2 การออกแบบวงจรแสดงตัวอักษรแบบ Dot Matrix	32
3.3 การออกแบบการควบคุมสกอร์บอร์ด	37
3.4 การใช้โปรแกรม Visual Basic ในการควบคุมสกอร์บอร์ด	40
บทที่ 4 การทดลอง	42
บทที่ 5 บทสรุป	45
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงระดับพลังงานของการรวมตัวของอิเล็กตรอน	2
รูปที่ 2.2 โครงสร้างทั่วไปของ LED	3
รูปที่ 2.3 แสดงกราฟแสดงคุณลักษณะของ LED	3
รูปที่ 2.4 แสดงภาพตัดขวางของรอยต่อ พี – เอ็น ของ LED	4
รูปที่ 2.5 แสดงแถบพลังงานของ LED เมื่อไม่มีการป้อนศักดาไฟฟ้าให้ LED	4
รูปที่ 2.6 แสดงแถบพลังงานของ LED เมื่อมีการจ่ายศักดาไฟฟ้าให้ LED	4
รูปที่ 2.7 แผนภาพแสดงการกระจายของประจุพาหะส่วนมากและส่วนน้อย	5
รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างหลักของแผงแสดงผลทั่วไป	6
รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	8
รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมขาของ 8051	8
รูปที่ 2.11 วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน	9
รูปที่ 2.12 แสดงวงจรรีเซ็ตภายหลังเริ่มจ่ายพลังงาน	10
รูปที่ 2.13 แสดงภาพโครงสร้างแต่ละบิตของพอร์ทใน MCS-51	11
รูปที่ 2.14 แสดงการเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม	13
รูปที่ 2.15 แสดงโครงสร้างแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ PSW	13
รูปที่ 2.16 แสดงชุดข้อมูล UART ในโหมดที่ 1	20
รูปที่ 2.17 แสดงชุดข้อมูล UART ในโหมดที่ 2	21
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรแสดงผลของตัวเลขขนาดเล็ก	31
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรแสดงผลของตัวเลขขนาดใหญ่	32
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรรนาฬิกา	33
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรเค้มการแข่งขัน	34
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแสดงผลแบบ Dot Matrix	35
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรตัวอักษร	37
รูปที่ 3.7 แสดงการควบคุมวงจรทั้งหมด	38
รูปที่ 3.8 แสดงการควบคุมสกอร์บอร์ด	39

รูปที่ 3.9 แสดงการควบคุมสกรีนบอร์ดโดยใช้โปรแกรม Visual Basic	40
รูปที่ 3.10 วงจรการรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์	41
รูปที่ 4.1 แสดงการใช้งานสกรีนบอร์ด	43
รูปที่ 4.2 ก แสดงวงจรภายในสกรีนบอร์ด	43
รูปที่ 4.2 ข แสดงวงจรภายในสกรีนบอร์ด	44



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการต่อคอนเน็กเตอร์แบบ DB9 ตามมาตรฐาน RS-232-C	15
ตารางที่ 2.2 แสดงบิตภายในรีจิสเตอร์ SCON เพื่อการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูล อนุกรมโหมดที่ 1	23
ตารางที่ 2.3 แสดงบิตในการควบคุมโหมดการใช้งานด้วยบิต SM0 และ SM1	23
ตารางที่ 2.4 แสดงบิตในการควบคุมการใช้งานไทม์เมอร์ 1	24
ตารางที่ 2.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการทำงานพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมดที่ 1	25
ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของ LED	42



บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เพราะปัจจุบันเป็นโลกของข่าวสารข้อมูล ดังนั้นการแสดงผลข่าวสารข้อมูลเพื่อให้สามารถดึงดูดความสนใจและสามารถสื่อสารให้ทุกคนเข้าใจได้จึงมีความสำคัญมาก การนำเสนอมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ให้น่าสนใจขึ้น เช่นเดียวกับสกอร์บอร์ด

ทุกวันนี้สกอร์บอร์ดด้านกีฬาในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังเป็นระบบที่ใช้ป้ายคะแนนซึ่งไม่สะดวกในการมองเห็นและหากเป็นกีฬาที่มีการจับเวลาด้วยแล้วจะทำให้นักกีฬาไม่เห็นเวลาที่เหลืออยู่ได้จะมีเพียงในสนามกีฬาใหญ่ๆ เท่านั้นที่จะมีสกอร์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ใช้งาน ฉะนั้นการสร้างสกอร์บอร์ดขนาดกลางจึงมีความสำคัญอย่างมาก

โครงการ สกอร์บอร์ดคาราเต้-โด นี้เป็นการสร้างชิ้นงานจริงเพื่อใช้ในการแข่งขันคาราเต้-โด ซึ่งเมื่อทำสำเร็จแล้วจะมอบให้สมาคมคาราเต้-โด ซึ่งในสมาคมคาราเต้-โด นั้นไม่มีสกอร์บอร์ดแบบมาตรฐานเป็นของตัวเอง โดยราคาหากสั่งซื้อจากต่างประเทศจะแพงมาก

โดยสกอร์บอร์ดนี้เป็นการใช้ไมโคร-คอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 มาควบคุมการทำงานของ LED ให้ทำงานในรูปแบบ 7-Segment ซึ่งใช้แสดงผลแบบตัวเลข และรูปแบบ Dot Matrix ซึ่งใช้แสดงผลแบบตัวอักษร และมีนาฬิกาบอกเวลาการแข่งขัน ซึ่งสามารถหยุดเวลาระหว่างแข่งขันได้

ซึ่งโครงการนี้ผู้จัดทำหวังว่าจะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ทำโครงการอื่นที่เกี่ยวกับการแสดงผลทาง LED เช่น สกอร์บอร์ดกีฬาต่าง ๆ และป้ายโฆษณา และหวังว่าโครงการนี้จะสามารถกระตุ้นให้นักศึกษาทำโครงการในรูปแบบผลิตภัณฑ์นักศึกษา ซึ่งสามารถใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

บทที่ 2

ส่วนประกอบในโครงการ

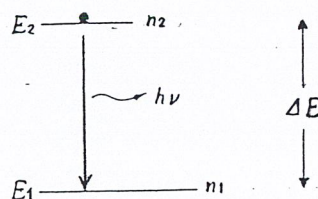
ในโครงการนี้ ใช้ LED เป็นตัวแสดงผล ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติและการทำงานของตัว LED

2.1 คุณสมบัติของหลอดไดโอดนำแสง (LED)

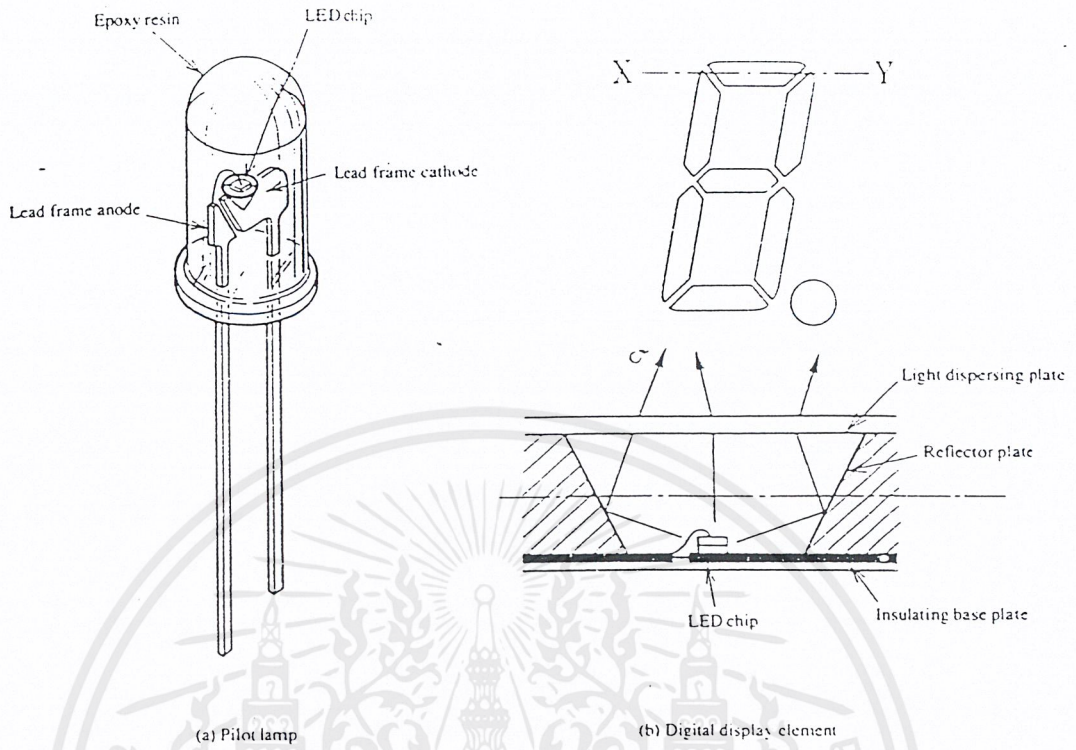
LED เป็นไดโอดชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเปล่งแสงได้ โดยโครงสร้างของ LED จะมีลักษณะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type) และชนิดเอ็น (N-Type) ต่อกันเป็นรอยต่อพี-เอ็น (P-N Junction) LED จะเปล่งแสงออกมา ได้ก็ต่อเมื่อมีการจ่ายไบอัสตรง (Forward Bias) ให้กับมัน กระแสไบอัสตรงนี้จะไปกระตุ้นอิเล็กตรอน (Electron) และ โฮล (Hole) ข้าม รอยต่อ พี-เอ็น เพื่อมารวมตัวกัน ในการรวมตัวกันนี้ จะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน (Photon) ซึ่งเป็นอนุภาคของแสง ซึ่งต่างจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของความร้อนสำหรับสารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาสร้าง จะใช้แกเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์ (GaAsP) ซึ่งสารชนิดนี้จะใช้กระแสไฟฟ้าไม่มากในการ ไบอัสเพื่อให้เกิดการปลดปล่อยโฟตอนออกมา การเปล่งแสงของ LED โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้า เรียกว่า อิเล็กโตรลูมิเนสเซนส์ (Electroluminescence)

คุณสมบัติเด่นของ LED คือ

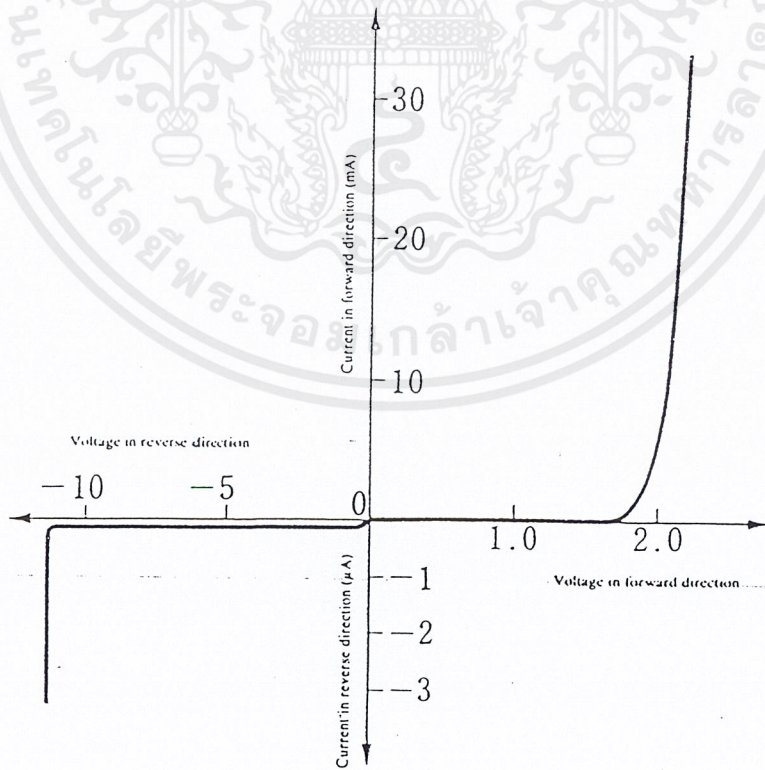
1. เป็นแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก แต่มีความทนทานสูง
2. ใช้แรงดันที่มาไบอัส LED ต่ำ (ประมาณ 2 V)
3. สามารถนำมาใช้งานในการมอดดูเลชัน ความเร็วสูงได้
4. แสงที่เปล่งออกไปมีช่วงความยาวคลื่นแคบ หรือพลังงานแสงที่เปล่งออกมาจากที่มีสีเดียว (Monochromatic)



รูปที่ 2.1 แสดงระดับพลังงานของการรวมตัวของอิเล็กตรอน

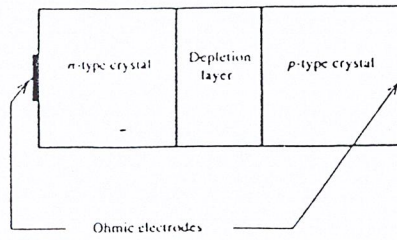


รูปที่ 2.2 โครงสร้างทั่วไปของ LED



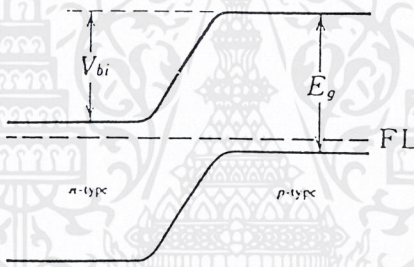
รูปที่ 2.3 กราฟแสดงคุณลักษณะของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



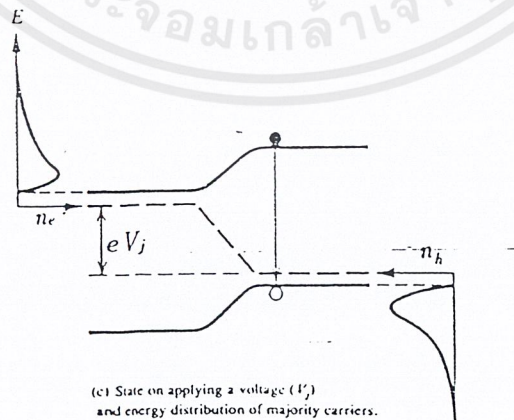
(a) Cross-section of diode structure

รูปที่ 2.4 ภาพตัดขวางของรอยต่อ พี-เอ็น ของ LED



(b) Band structure when no voltage has been applied

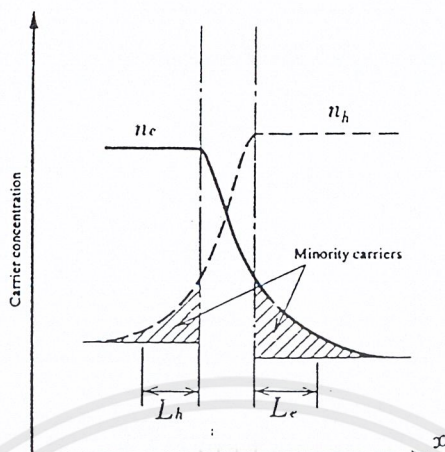
รูปที่ 2.5 แสดงแถบพลังงานของ LED เมื่อไม่มีการป้อนศักดาไฟฟ้าให้ LED



(c) State on applying a voltage (V_j) and energy distribution of majority carriers.

รูปที่ 2.6 แสดงแถบพลังงานของ LED เมื่อมีการจ่ายศักดาไฟฟ้าให้ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แผนภาพแสดงการกระจายของประจุพาหะส่วนมากและส่วนน้อย

หมายเหตุ :

E_g : Forbidden bandwidth

V_{bi} : Internal potential difference at junction

n_e : Electron density

n_h : Positive hole density

L_h : Positive hole diffusion length

L_e : Electron diffusion length

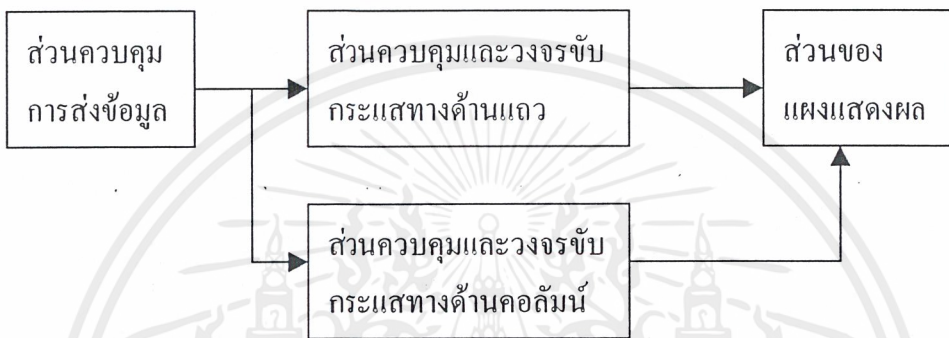
FL : Fermi level

E : Energy

V_j : Voltage applied to junction

2.2 หลักการทำงานของแผงแสดงผลทั่วไป

โดยการพัฒนาแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์อย่างกว้างขวางและต่อเนื่องกันมาโดยตลอด ทำให้การแสดงผลใกล้เคียง หรือสามารถแสดงผลแทนจอภาพคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ได้ โครงสร้างต่างๆของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไปจะมีลักษณะที่คล้ายๆ กัน



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างหลักของแผงแสดงผลทั่วไป

จากรูปที่ 2.8 จะเห็นว่าโครงสร้างหลักของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนควบคุมการส่งข้อมูล มีหน้าที่ในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลบนแผงแสดงผล และยังเป็นส่วนที่สร้างสัญญาณควบคุมต่างๆ ของระบบ เช่น สร้างสัญญาณควบคุมทางด้านแนวนอนและแนวตั้งเพื่อให้ส่วนต่างๆ ทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ส่วนที่ 2 ส่วนควบคุมและวงจรขับกระแสทางด้านแนว สำหรับจัดการเรื่องข้อมูลทางแนวนอนที่ได้รับมาจากส่วนที่ 1 ในการเปิดหรือปิดวงจรด้านแนวนั้นๆ เพื่อใช้ในการแสดงผลในลักษณะของการติดและดับก่อนที่จะส่งข้อมูลที่ได้รับมาแก่แผงแสดงผล และยังทำให้การแสดงผลที่ได้แน่นอนและสามารถควบคุมเป็นจุดๆ ได้

ส่วนที่ 3 ส่วนควบคุมและวงจรขับกระแสทางด้านคอลัมน์ สำหรับการจัดการข้อมูลในแต่ละหลัก ที่ได้รับมาจากส่วนที่ 1 การทำงานคล้ายคลึงกันกับส่วนควบคุมและวงจรขับกระแสทางด้านแนวนอน และทั้ง 2 ส่วนนี้จะต้องมีการทำงานที่ประสานกันอย่างดี เพื่อให้การควบคุมแผงแสดงผลเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ

ส่วนที่ 4 ส่วนของแผงแสดงผล เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลจากข้อมูลที่ได้รับมาทางด้านแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งส่วนนี้จะใช้ไดโอดเปล่งแสงเป็นส่วนประกอบ

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวที่มีข้อดีเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตตระกูลอื่น ดังนี้

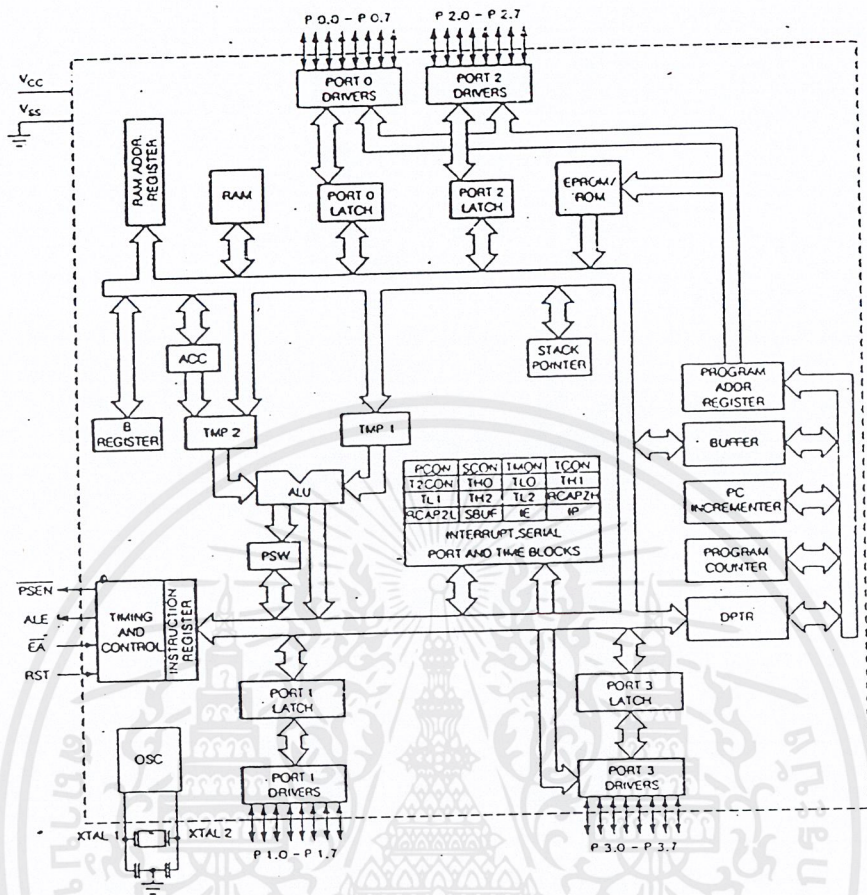
1. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป(RAM)บรรจุไว้ภายใน 128 - 256 ไบต์
2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในจำนวน 4 กิโลไบต์
3. มีวงจรตั้งเวลาวจรนับขนาด 16 บิต 2 ตัว อยู่ภายใน
4. มีวงจรรับส่งข้อมูลอนุกรมได้ 2 ทิศทาง
4. มีสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
6. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทางจำนวน 4 พอร์ต ๆ ละ 8 บิต

นอกจากนี้ MCS-51 ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่น่าสนใจ คือ

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิพ
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิต ในตัวเอง
- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ
- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับ ไบต์ และระดับบิต เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบงานทำได้ง่ายขึ้น

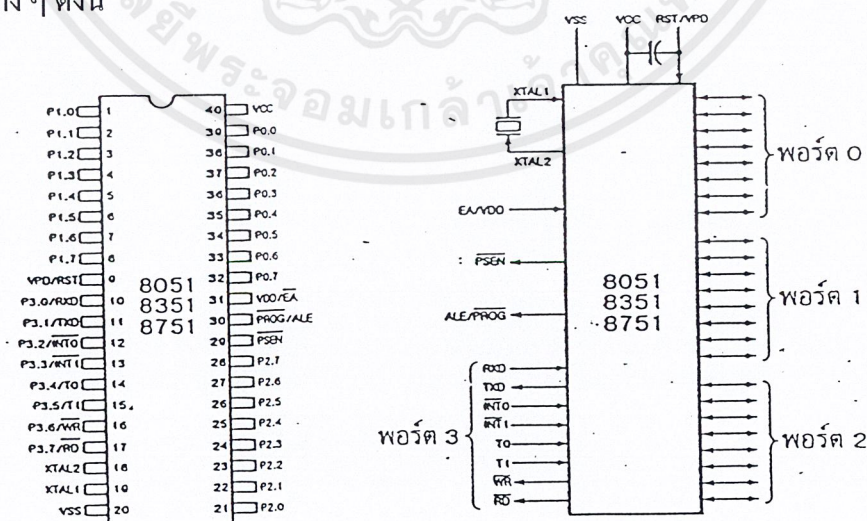
2.3.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โครงสร้างภายในชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ชิปเดี่ยวแสดงดังรูปที่ 2.9 ซึ่งอธิบายถึงส่วนย่อยๆภายใน MCS-51



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

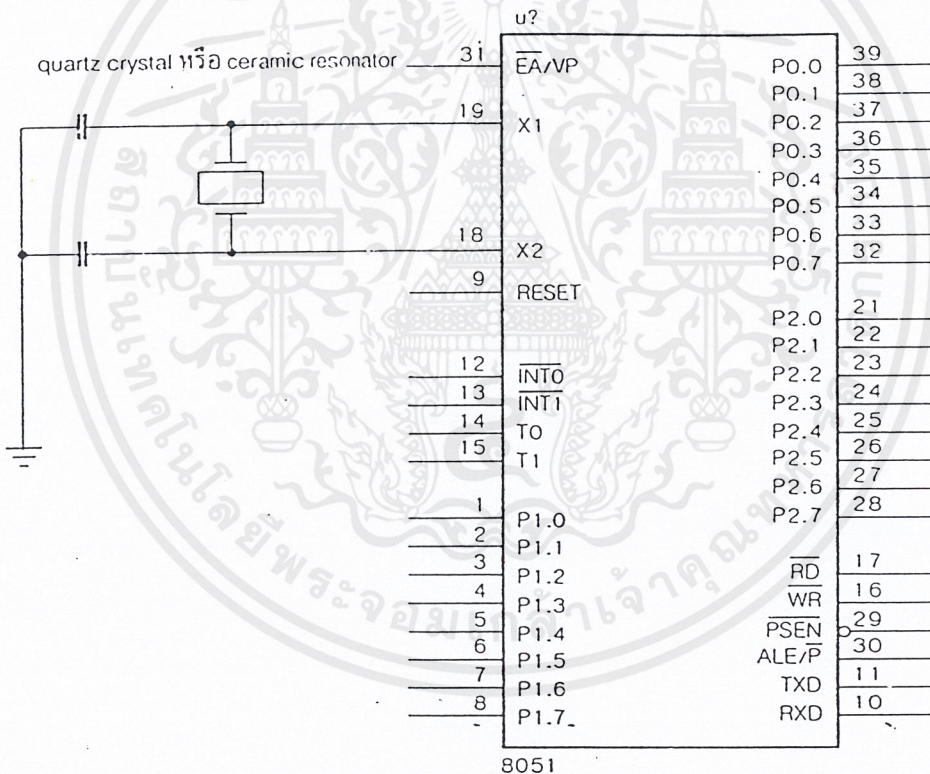
สัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของ MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขาดังรูปที่ 2.10 ซึ่งมีการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมขาของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

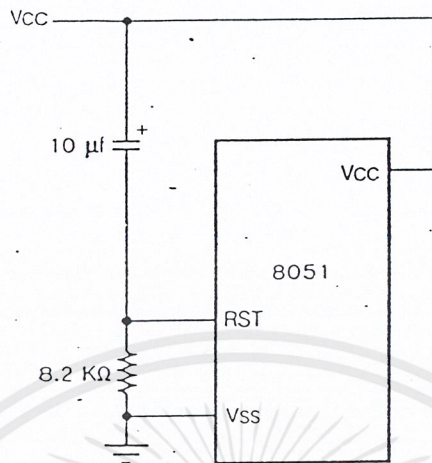
- VCC ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลต์ เข้าไปเพื่อให้วงจรสามารถทำงานได้
 - VSS ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟ
 - RST ขา 9 ขารีเซตนี้จะรีเซตการทำงานของ 8051 ถ้าป้อนสัญญาณที่มีสภาวะลอจิก 1 ที่ขานี้จะเป็นการรีเซตการทำงาน กลับไปเริ่มการทำงานจากคำสั่งที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่ง 0000H
 - ALE ขา 30 ใช้เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตซ์ตำแหน่งไบต์ต่ำจากพอร์ท 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก
 - PSEN ขา 29 ใช้ส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิพ
 - XTAL1 ขา 19 ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรรอสซิโลเตอร์
 - XTAL2 ขา 18 ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรรอสซิโลเตอร์
- ดังรูปที่ 2.111



รูปที่ 2.11 วงจรรอสซิโลเตอร์ภายใน

-การรีเซต MCS-51 ภายหลังเริ่มจ่ายพลังงาน

เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานจะต้องมีการรีเซตก่อนเสมอ การรีเซตในขณะที่เริ่มจ่ายพลังงานจะกระทำโดยอัตโนมัติด้วยการต่อวงจรแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรรีเซ็ตภายหลังเริ่มจ่ายพลังงาน

-การทำงานของวงจรรีเซ็ตมีดังนี้

เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้แก่ MCS-51 จะทำให้ขา RST มีสถานะเป็นหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งขึ้นกับค่าตัวเก็บประจุ ความเร็วในการประจุ เพื่อให้แน่ใจว่าการรีเซ็ตเกิดขึ้นจริงๆ ในช่วงเริ่มต้นให้ขา VCC จะต้องให้ขา RST มีสถานะเป็น 1 นานพอที่จะให้วงจรออสซิลเลเตอร์เริ่มต้นทำงานโดยใช้เวลา 2 แมกซ์อินไซเคิล

- PORT 0 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิตอยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ พอร์ต 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้รับส่งข้อมูลก็ได้ นอกจากนี้ยังใช้งานได้หลายอย่างดังนี้

- ใช้สำหรับส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อด้วย โดย 8 บิตล่างถูกส่งออกไปทางพอร์ต 0 และ 8 บิตบนถูกส่งออกไปทางพอร์ต 2
- ใช้รับส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory
- ใช้รับส่งข้อมูลออกจากพอร์ตโดยตรง

- PORT 1 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 1 ถึง 8 เริ่มจากบิต 0 ถึง บิต 7 ตามลำดับ ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถส่งตำแหน่งได้

- PORT 2 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิตอยู่ที่ขา 21 ถึง 28 เริ่มจากบิต 0 ถึง บิต 7 ตามลำดับ ใช้งานเพียง 2 ลักษณะคือ

1. ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อทำงานร่วมกับพอร์ต 0

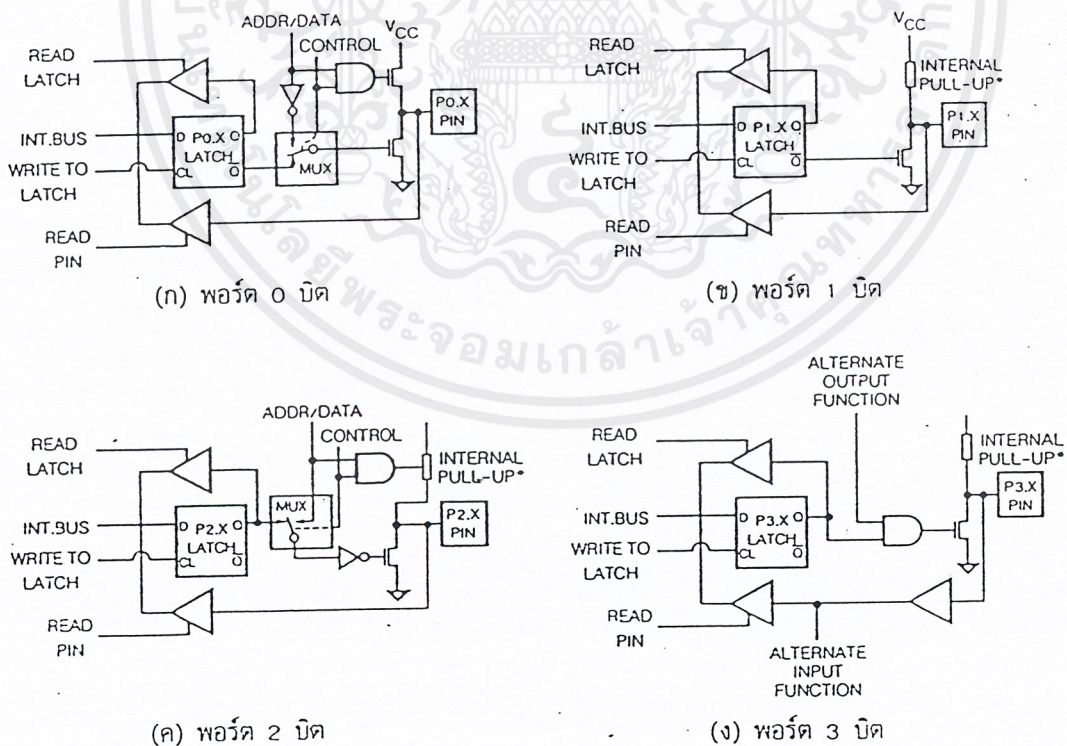
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้เป็นพอร์ตรับส่งข้อมูลกับภายนอก

- PORT 3 เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิตอยู่ที่ขา 10 ถึง 17 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับ นอกจากนี้จะใช้งานเหมือนพอร์ตอื่น ๆ แล้วยังใช้งานอื่นโดยใช้คำสั่งควบคุม ดังนี้

- P3.0(RxD) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม
- P3.1(TxD) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- P3.2(INT0) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก
- P3.3(INT1) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายใน
- P3.4(T0) ใช้เป็นขาจับสัญญาณให้เคาน์เตอร์ของ ไทม์เมอร์ 0
- P3.5(T1) ใช้เป็นขาจับสัญญาณให้เคาน์เตอร์ของ ไทม์เมอร์ 1
- P3.6(WR) ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก
- P3.7(RD) ใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก

การกำหนดการใช้งานอินพุต/เอาต์พุต (I/O Configuration)



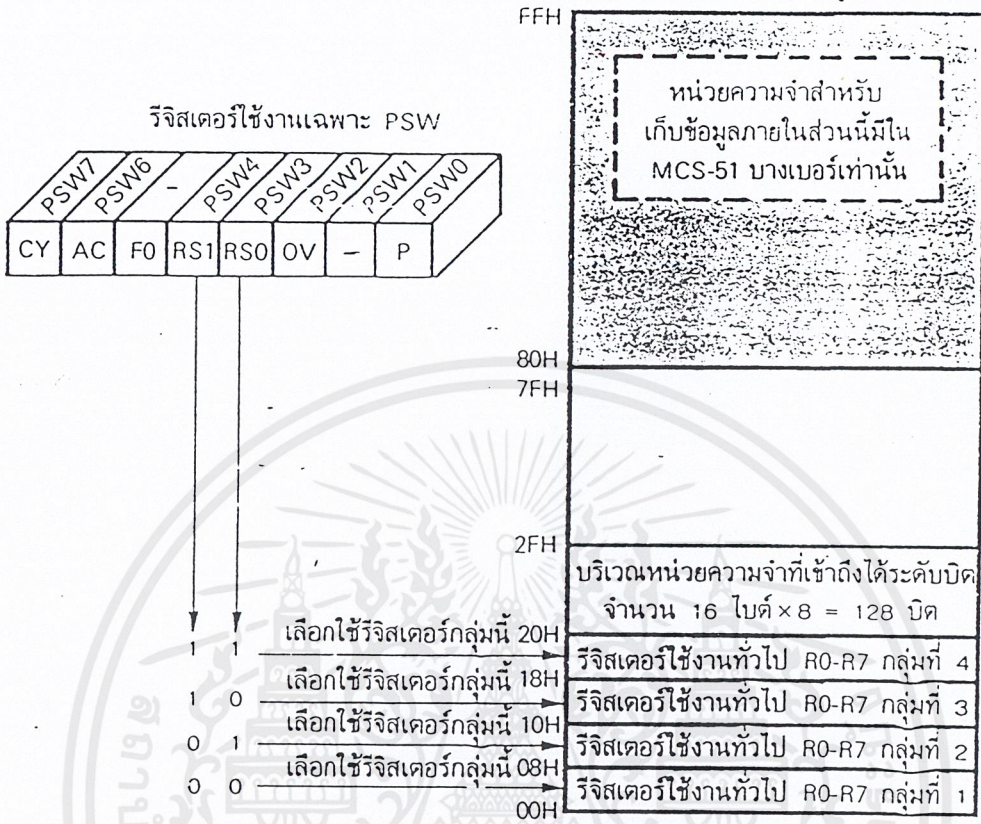
รูปที่ 2.13 แสดงภาพโครงสร้างแต่ละบิตของพอร์ตใน MCS-51

พอร์ท 1 , 2 และ 3 มีวงจรถักอัทพ์ (วงจรถักระดับแรงดันของสัญญาณ)ภายใน (internal pullups) พอร์ท 0 มีเอาต์พุตแบบ Open Drain และอินพุต/เอาต์พุตแต่ละเส้นสามารถใช้แยกอิสระจากกันสำหรับใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต เมื่อพอร์ทถูกกำหนดการใช้งานเป็นอินพุตค่าในบิตแลตช์ของพอร์ทต้องมีค่าเป็น 1 ซึ่งจะ turn off เอาต์พุตไดรเวอร์ FET (ลอจิก 0 ที่ขาเกตของ FET จะปิดช่องทางนำกระแสของ Field Effect Transistor เพราะเป็น Enhancement Mode n-Channel MOSFET ส่วนลอจิก 1 ที่ขาเกตจะเป็นตัวเปิดช่องทางนำกระแสและทำให้ FET มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทาน) ดังนั้นขาของพอร์ท 1 , 2 และ 3 จะถูกยกระดับสัญญาณเป็น 1 โดยวงจรถักอัทพ์ภายใน แต่สามารถถูกดึงระดับสัญญาณลงต่ำเป็น 0 ได้จากวงจรถักภายนอก

ในกรณีของพอร์ท 0 ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด FET เป็นตัวยกระดับแรงดันแทน (pullup FET) ซึ่งจะถูกใช้งานเป็นเฉพาะเมื่อพอร์ท 0 ส่งค่า 1 ออกมาภายนอกเฉพาะระหว่างช่วงการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกเท่านั้นส่วนในกรณีอื่น ๆ pullup FET จะไม่ถูกใช้งาน ดังนั้น พอร์ท 0 ที่ถูกใช้งานเป็นเอาต์พุตพอร์ทจะมีเอาต์พุตชนิด open drain เพราะฉะนั้น การเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตแลตช์จะทำให้ FET ที่ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตถูกปิดช่องทางนำกระแส ทำให้ขาของพอร์ทมีสถานะ high impedance เพื่อใช้พอร์ทเป็นอินพุตในขณะที่ทำหน้าที่เป็นสายรับส่งข้อมูล(Data Bus)

2.3.2 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไปใน MCS-51

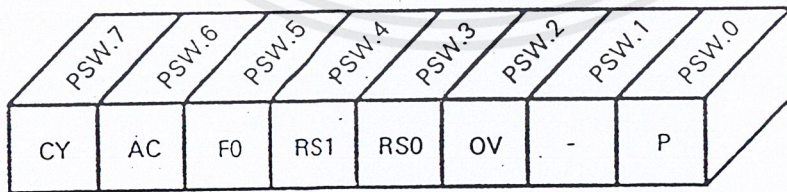
รีจิสเตอร์ A,B และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก ดังแสดงในรูปที่ 2.14 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใดๆรีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7) จะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0,RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.14 แสดงการเลือกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม

2.2.3 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะใน MCS-51

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW (Program Status Word) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงโครงสร้างแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ PSW

- PSW.7 CY carry flag
- PSW.6 AC auxillary carry flag
- PSW.5 F0 flag 0 เป็นบิตบอกสถานะที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการใช้งานได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PSW.4	RS1	ใช้เลือกกลุ่มรีจิสเตอร์ R1-R7
PSW.3	RS0	ใช้เลือกกลุ่มรีจิสเตอร์ R1-R7
PSW.2	OV	บิตแสดงการเกิด overflow
PSW.1	-	บิตที่ผู้ใช้กำหนดการใช้งานได้เอง
PSW.0	P	parity flag

2.4 มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232-C

การเชื่อมต่อแบบอนุกรมนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นวิธีการติดต่อสื่อสารทั่วไปของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไม่ว่าจะมาจากผู้ผลิตรายใดก็ตาม แต่เนื่องจากผู้ผลิตสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างก็ออกแบบพอร์ตสื่อสารอนุกรมของตนขึ้นมา ทำให้มีความแตกต่างกันในรายละเอียดของพอร์ตหรือวิธีในการรับส่งข้อมูล เพื่อให้แน่ใจว่าพอร์ตอนุกรมหนึ่ง ๆ นั้นสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมอื่น ๆ ได้โดยไม่มีปัญหาทางด้านเทคนิค องค์กรอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของสหรัฐ (EIA) ก็ได้กำหนดมาตรฐานของการเชื่อมต่อและคุณสมบัติของพอร์ตสื่อสารอนุกรมขึ้นมาในปี ค.ศ. 1969

ตัวองค์กร EIA เองนั้นนับได้ว่าเกี่ยวข้องโดยตรงกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลก ดังนั้น มาตรฐานดังกล่าวจึงกลายเป็นมาตรฐานสากลไปโดยปริยาย มาตรฐานอันหนึ่งที่ได้รับการรับรองโดย EIA แล้วก็คือมาตรฐานที่ 232 แบบ C หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ RS-232-C (Regulation Standard No. 232 Type C) มาตรฐานแบบนี้มีความคล้ายคลึงกับมาตรฐาน CCITT V.24 และมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าใกล้เคียงกับมาตรฐาน CCITT V.28 และนอกจากนี้ก็มีความใกล้เคียงกับมาตรฐาน Mil-Std-188C ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐ ๆ ด้วย

หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1970 EIA ได้กำหนดมาตรฐานใหม่ที่มีมาตรฐานสูงกว่ามาตรฐาน RS-232-C ออกมาใหม่ ซึ่งก็ได้แก่มาตรฐาน RS-499, RS-422 และ RS-423 โดยที่มาตรฐานใหม่เหล่านี้จะมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคุณสมบัติทางกายภาพคล้าย ๆ กัน ดังนั้นจึงถูกเรียกรวม ๆ ไปว่าเป็นกลุ่มมาตรฐาน RS-499 แต่อย่างไรก็ตามทางบริษัท IBM และบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ตระกูล PC (Personal Computer) อื่น ๆ ก็ไม่ได้ให้ความสนใจมาตรฐานใหม่นี้เท่าไรนักถึงแม้ว่าจะสามารถส่งข้อมูลได้เร็วและระยะทางไกลกว่ามาตรฐาน RS-232-C ก็ตาม มีเพียงบริษัท Apple Computer เท่านั้นที่ได้นำเอามาตรฐานชุด RS-449 นี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์ Macintosh ของตน

มาตรฐาน RS-232-C นั้นแบ่งการเชื่อมต่อเป็น 2 ลักษณะคือ การต่อกับเทอร์มินอล (DTE : Data Terminal Equipment) และการต่อกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (DCE : Data Communication

Equipment) ซึ่งในกรณีปกตินั้น DCE จะต้องต่อเข้ากับ DTE เสมอ ยกตัวอย่างเช่น การต่อโมเด็มเข้ากับเครื่อง PC จะเป็นอุปกรณ์ DTE และโมเด็มก็จะเป็นอุปกรณ์ DCE

การเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C นั้น โดยปกติจะใช้คอนเน็กเตอร์รูปตัว D ชนิด 25 ขาคำหนดให้ปลายสายสัญญาณด้านหนึ่งเป็นคอนเน็กเตอร์ตัวผู้ใช้ต่ออยู่กับอุปกรณ์ DCE และปลายของสัญญาณอีกด้านหนึ่งจะต้องเป็นคอนเน็กเตอร์ตัวเมียใช้ต่ออยู่กับอุปกรณ์ DTE แต่ว่ากฎและมาตรฐานนั้นมักถูกเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเสมอ ดังนั้นผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อื่นๆ ก็ได้ออกแบบมาตรฐานคอนเน็กเตอร์แบบใหม่ออกมาเพื่อใช้แทนมาตรฐาน RS-232-C เดิม อย่างเช่นบริษัท IBM นั้นก็ได้ออกแบบคอนเน็กเตอร์แบบ 9 ขา ขึ้นมาใช้แทนคอนเน็กเตอร์แบบ 25 ขา และได้กำหนดให้เป็นมาตรฐานบนเครื่อง IBM AT ซึ่ง IBM ในช่วงนั้นเป็นผู้นำทางด้านการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลอยู่ ดังนั้นผู้ผลิตรายอื่น ๆ ก็ได้นำเอามาตรฐานคอนเน็กเตอร์แบบใหม่ของ IBM ไปใช้เป็นมาตรฐานในผลิตภัณฑ์ของตนด้วย

หมายเลขขาสัญญาณ	ชื่อของสายสัญญาณ
1	Carrier Detect
2	Received Data
3	Transmitted Data
4	Data Terminal Ready
5	Signal Common
6	Data Ser Ready
7	Request To Send
8	Clear To Send
9	Ring Indicator

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการต่อคอนเน็กเตอร์แบบ DB9 ตามมาตรฐาน RS-232-C

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าสายนำสัญญาณที่ใช้มาตรฐาน RS-232-C นั้นจะมีทั้งหมด 9 เส้น ประกอบด้วย วงจรข้อมูล 2 วงจร คือ ขานำสัญญาณหมายเลข 2 และ 3 ซึ่งใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่อง PC และ โมเด็ม ขานำสัญญาณหมายเลข 5 เป็นกราวด์ ส่วนวงจรชุดที่ 2 จะประกอบไปด้วยขานำสัญญาณหมายเลข 7 และ 8 เป็นวงจรควบคุมสัญญาณที่เรียกว่า RTS และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CTS ซึ่งจะใช้ในการควบคุมการไหลของข้อมูลระหว่าง PC และ โมเด็ม (Hardware Flow Control) ขานำสัญญาณหมายเลข 6 ใช้บอก PC ว่าในขณะที่นั้นโมเด็มได้ทำการต่อเข้ากับสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะส่ง ขานำสัญญาณหมายเลข 1 เป็นสัญญาณ Carrier Detect (CD) ใช้บอก PC ว่าในขณะที่นั้นโมเด็มได้รับสัญญาณพาหะ (Carrier) อยู่หรือไม่ ขานำสัญญาณหมายเลข 4 (DTR : Data Terminal Ready) ใช้บอกโมเด็มว่าในขณะที่นั้นเทอร์มินอล (หรือ PC) พร้อมที่จะติดต่อกับโมเด็มหรือไม่ ส่วนขานำสัญญาณหมายเลข 9 จะใช้เป็นสัญญาณแสดงว่าในขณะที่นั้นโมเด็มได้รับสัญญาณกระดิ่งหรือไม่ ซึ่งมักจะไม่ได้ถูกนำมาใช้งานมากนัก

ในการสื่อสารแบบอนุกรมนี้ การที่จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สื่อสารกันได้ อย่างน้อยก็จำเป็นต้องใช้สายไฟฟ้าเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สองตัวไม่ต่ำกว่าสองเส้น แต่จะเห็นว่ามาตรฐาน RS-232-C นั้นกำหนดให้คอนเน็กเตอร์มีขานำสัญญาณถึง 25 ขาซึ่งอาจจะดูเหมือนว่าจะฟุ่มเฟือยเกินกว่าความจำเป็นจนเกินไป เหตุผลที่ต้องใช้คอนเน็กเตอร์ 25 ขานี้ก็เพราะว่าอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐานนั้น จะต้องมียางจรไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูล อยู่ตามวงจรด้วยกันก็คือ วงจรรับส่งข้อมูล วงจรส่งข้อมูล และวงจรควบคุม ซึ่งมีสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารแบบอนุกรมอยู่เป็นจำนวนมาก ดังที่จะกล่าวถึงรายละเอียดแยกเป็นประเภทดังต่อไปนี้

1. สัญญาณข้อมูล

ส่วนที่นับได้ว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของมาตรฐาน RS-232-C ก็คือวงจรสำหรับส่งผ่านข้อมูลซึ่งมีอยู่สองวงจรก็คือ วงจรที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจาก DTE ไป DCE และอีกวงจรหนึ่งก็จะทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับวงจรแรกก็คือ วงจรที่มีหน้าที่รับข้อมูลจาก DCE เพื่อส่งไปให้ DTE

ซึ่งเครื่อง PC นั้นจะส่งข้อมูลไปให้โมเด็มทางด้านขานำสัญญาณหมายเลข 3 และรับข้อมูลกลับจากโมเด็มทางขานำสัญญาณหมายเลข 2 โดยใช้ขานำสัญญาณหมายเลข 5 เป็นกราวด์ร่วมทั้งสองวงจร

1.1 สัญญาณทางไฟฟ้าที่ขานำสัญญาณหมายเลข 2, 3 และ 5

มาตรฐาน RS-232-C นั้นจะให้ความสำคัญกับวิธีการส่งผ่านข้อมูลลงบนสายนำสัญญาณเป็นอย่างมาก โดยรูปแบบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ใช้แทนข้อมูลนั้นก็จะเป็นรูปแบบสัญญาณง่าย ๆ คือ สัญญาณสี่เหลี่ยมที่ถูกสร้างจากไฟฟ้ากระแสตรงระดับแรงดันประมาณ 3 ถึง 25 โวลต์ แทนข้อมูล "0" และ -3 ถึง -25 โวลต์แทนข้อมูล "1" สำหรับช่วงระดับแรงดัน -3 ถึง 3 โวลต์ นั้นจะเป็นช่วงระดับแรงดันที่ใช้ในการแบ่งแยกระดับสถานะของสัญญาณระหว่างสถานะ "0" และสถานะ "1"

คุณสมบัติของสัญญาณแบบสี่เหลี่ยมนี้เมื่อถูกส่งออกมาในสายไฟฟ้าแบบธรรมดา มักจะเกิดความผิดเพี้ยนได้ง่าย เนื่องจากข้อจำกัดของสายนำสัญญาณหรืออาจมีสาเหตุมาจากสัญญาณรบกวนภายนอกอื่น ๆ ทำให้การรับส่งข้อมูลมีระยะเวลาใช้งานอยู่ในช่วงจำกัด โดยเฉพาะการรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูงนั้น คลื่นสี่เหลี่ยมจะเรียงชิดติดกัน จึงยังทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดของการรับข้อมูลได้ง่าย ดังนั้นมาตรฐาน RS-232-C จึงได้กำหนดความยาวของสายนำสัญญาณสำหรับการใช้งานที่ความเร็วต่าง ๆ ไว้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากจะใช้การเชื่อมต่อตามมาตรฐาน RS-232-C ที่ความเร็วในการส่งข้อมูล 9600 BTS ก็จะมีระยะเวลาใช้งานได้ที่ระยะทางไม่เกินกว่า 50 ฟุต เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของสัญญาณก็จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสายนำสัญญาณด้วยเช่นกัน

2. วงจรควบคุม

วงจรควบคุมของ RS-232-C นั้นมีอยู่ทั้งหมด 5 วงจร ซึ่งแต่ละวงจรจะมีหน้าที่ในการสร้างสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้เครื่อง PC และ โมเด็มทราบสถานะในการทำงานของกันและกันว่าอยู่ในสถานะใด โดยที่สัญญาณในวงจรควบคุมนั้นจะมีลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับสัญญาณที่ปรากฏอยู่ในวงจรข้อมูล แต่โมเด็มส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้วงจรควบคุมครบทุกวงจร นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถที่จะกำหนดให้โมเด็ม หรือ PC ไม่ตอบสนองต่อสัญญาณควบคุมบางอย่างได้ตามต้องการ

ในการติดตั้งโมเด็มความเร็วสูงตั้งแต่ 9600 BPS ขึ้นไปนั้น การกำหนดพารามิเตอร์เกี่ยวกับสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการทำงานนั้น จึงควรจะมี ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสัญญาณควบคุมต่าง ๆ เสียก่อน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

-Request To Send และ Clear To Send (ขานำสัญญาณหมายเลข 7 และ 8)

วงจร RTS และ CTS นั้นเป็นวงจรที่ใช้สำหรับการควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง PC และ โมเด็ม โดยโมเด็มจะส่งสัญญาณ CTS สถานะ "ON" ให้แก่ PC เมื่อโมเด็มพร้อมที่จะรับข้อมูล และส่งสัญญาณ CTS สถานะ "OFF" เมื่อโมเด็มนั้นไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลจากเครื่อง PC ได้ในทำนองเดียวกันเครื่อง PC ก็จะทำให้สัญญาณ RTS สถานะ "ON" เมื่อ PC พร้อมที่จะรับข้อมูล และส่งสัญญาณ RTS สถานะ "OFF" เมื่อ PC ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลจากโมเด็ม ซึ่งสัญญาณ RTS และ CTS นี้มีประโยชน์มากในการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูง โดยสามารถป้องกันการล้นและสูญหายของข้อมูลได้เป็นอย่างดี

-Data Terminal Ready (ขานำสัญญาณหมายเลข 4) และ Data Set Ready(ขานำสัญญาณหมายเลข 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ DTR จะใช้เป็นที่บอกโมเด็มทราบว่าเครื่อง PC นั้นกำลังอยู่ในสถานะที่พร้อมจะติดต่อดูสารกับโมเด็มหรือไม่ และในกรณีเดียวกันสัญญาณ DSR นั้นก็จะใช้เป็นที่บอกให้เครื่อง PC ทราบว่าโมเด็มก็พร้อมที่จะติดต่อกับ PC หรือไม่ โดยที่สัญญาณ DSR นั้นจะอยู่ในสถานะ “ON” ก็ต่อเมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณ DTR แล้ว

-Carrier Detect (ขานำสัญญาณหมายเลข 1)และRing Indicator(ขานำสัญญาณหมายเลข 9)

สัญญาณ CD นี้จะใช้เป็นที่บอก PC ให้ทราบว่าโมเด็มนั้นกำลังเชื่อมต่อกับโมเด็มเครื่องอื่น ๆ และกำลังได้รับสัญญาณพาหะจากโมเด็มปลายทาง ส่วนสัญญาณ RI นั้นก็จะเป็นการบอกเครื่อง PC ให้ทราบว่ามีการกดโทรศัพท์เรียกเข้ามาที่โมเด็ม ซึ่งโมเด็มส่วนใหญ่ในปัจจุบันก็มีวงจรที่ใช้ตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ(Auto-answer)อยู่ภายในตัวเองแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณ RI นี้แต่ในบางกรณี โปรแกรมบางประเภทก็อาจจะใช้สัญญาณ RI นี้เป็นตัวกำหนดให้เริ่มทำการรันโปรแกรมอื่น ๆ ได้เช่นกัน

3. การสื่อสารแบบ Synchronous และ Asynchronous

การสื่อสารของเครื่อง PC ส่วนใหญ่นั้นเป็นแบบ Asynchronous ซึ่งก็หมายความว่าไม่มีการกำหนดช่วงเวลาตายตัวที่ใช้ส่งข้อมูลหนึ่งตัวอักษรออกไปที่พอร์ตอนุกรม นั่นก็หมายความว่า การส่งข้อมูลแต่ละครั้งนั้นจะต้องมีบิตเริ่มต้น(Start bit) และบิตสิ้นสุด(Stop bit) เป็นตัวกำหนดขอบเขตของข้อมูล บิตที่แสดงขอบเขตนี้จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติจากวงจรสื่อสาร แต่สำหรับการสื่อสารแบบ Synchronous นั้นบิตเริ่มและบิตหยุดไม่มีความจำเป็นเนื่องจากว่าได้กำหนดช่วงเวลาในการส่งข้อมูลต่อหนึ่งตัวอักษรไว้แล้ว

เมื่อ PC ได้ทำการเชื่อมต่อเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โฮสต์อื่น ๆ หรือศูนย์บริการข้อมูลอื่น ๆ โมเด็มจะทำการติดต่อบนแบบ Asynchronous เสมอ ส่วนการสื่อสารแบบ Synchronous นั้นจะใช้เฉพาะในงานพิเศษ ๆ ที่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูงมาก เช่นการส่งข้อมูลระหว่าง LAN ซึ่งวงจรสื่อสารที่พบในเครื่อง PC ทั่ว ๆ ไปนั้นไม่สามารถทำงานในแบบ Synchronous ได้

การสื่อสารแบบ Synchronous นั้นมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าแบบ Asynchronous มาก แต่จะต้องการวงจรพิเศษสำหรับการสื่อสารแบบ Synchronous โดยข้อมูลที่ส่งแบบ Synchronous นั้นจะไม่มีกรขาดตอน โดยข้อมูลจะถูกแยกเป็นชุด ๆ จากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งไปพร้อม ๆ กันในสายนำสัญญาณอีกเส้นหนึ่ง ดังนั้นจึงมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่สูงมาก

หน้าที่ที่สำคัญของสื่อสารแบบ Asynchronous คือ

-หน้าที่ในการส่งสัญญาณ

1. เปลี่ยนสัญญาณแบบขนานจาก PC ค่อยทยอยส่งออกเป็นแบบอนุกรม
2. เพิ่มบิตเริ่มและบิตสิ้นสุด
3. เพิ่มสัญญาณควบคุมโมเด็มที่ต่อเชื่อม

-หน้าที่ในการรับสัญญาณ

1. เปลี่ยนสัญญาณเข้ามาอนุกรมให้เป็นแบบขนาน
2. ตรวจสอบความผิดพลาดของสัญญาณที่รับ
3. ตัดบิตเริ่มและบิตสิ้นสุดออก
4. ส่งสัญญาณให้ว่า PC รู้ว่ารับสัญญาณไว้แล้ว

2.5 พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART

จากหัวข้อที่ผ่านมาได้อธิบายถึงการจัดโครงสร้างตลอดจนคุณสมบัติของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะพบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 นี้จะมีพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) อยู่ภายในชิพของ MCU จึงทำให้การนำ MCU ไปประยุกต์ใช้งานในการติดต่อสื่อสารข้อมูลหรือสามารถใช้งานควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายนอกได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.5.1 พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ภายในชิพ MCS-51

โดยในการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้น MCS-51 สามารถที่จะให้มีการเซตหรือกำหนดอัตราในการติดต่อหรือกำหนดอัตราเร็วในการติดต่อหรือรับส่งข้อมูล (Baud rate) ได้ เพื่อยืดหยุ่นในการใช้งานในการติดต่อสื่อสารข้อมูลได้ครอบคลุมหลายรูปแบบ ทั้งการติดต่อระหว่าง MCU ด้วยกันเองหรือจะติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับ MCU ก็สามารถกระทำได้ โดยรูปแบบในการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมของ MCS-51 นั้นสามารถที่จะจัดรูปแบบการใช้งานได้ถึง 4 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบดังกล่าวจะสามารถควบคุมเลือกการใช้งานได้โดยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON ภายในชิพ ซึ่งรูปแบบในการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ภายในชิพจะมีลักษณะเป็นโหมด ๆ ดังนี้

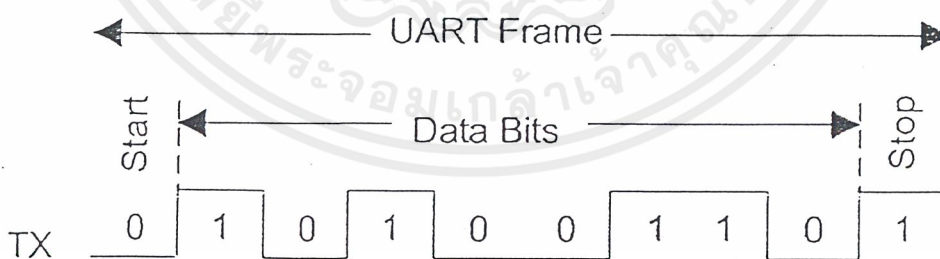
โหมด 0 การทำงานของพอร์ตอนุกรม UART ในโหมด 0 นี้จะเป็นการใช้งานขา P3.0 (RXD) ของตัว MCU สำหรับการรับส่งข้อมูลและใช้ขา P3.1 (TXD) ในการผลิตสัญญาณนาฬิกา (Clock) เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกรับรู้จังหวะการรับส่งข้อมูลที่ขา RXD นั่นคือสัญญาณนาฬิกาที่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TXD จะเป็นตัวกำหนดการเลื่อน (Shift)ของข้อมูลที่มา RXD นั้นเอง (ในการรับส่งข้อมูลที่ขา RXD จะใช้สัญญาณนาฬิกาที่มา TXD เป็นตัวจังหวะรับส่งข้อมูล) โดยข้อมูลที่ขา RXD จะเป็นลักษณะของข้อมูล 8 บิต ซึ่งจะมีการส่งหรือรับข้อมูลที่บิตต่ำสุด (Least Significant Bit ; LSB) ของชุดข้อมูลก่อน แล้วจึงเรียงลำดับข้อมูลจนถึงบิตสูงสุด (Most Significant Bit ; MSB) จึงจะเป็นการสิ้นสุดของข้อมูล ในโหมด 0 นี้จะไม่สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ ซึ่งอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่โหมด 0 นี้ จะกำหนดไว้ที่ 1/12 ของความถี่ X-TAL Oscillator ที่ใช้ โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\text{Baud Rate โหมด 0} = \text{X-TAL}/12$$

โหมด 1 การทำงานของพอร์ตอนุกรม UART ในโหมดที่ 1 นี้จะมีลักษณะของชุดข้อมูลจำนวน 10 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.16 โดยจะมีบิตเริ่มต้นของชุดข้อมูล (Start Bit มีค่าเป็น 0 เสมอ) ตามมาด้วยข้อมูลจำนวน 8 บิต และบิตสุดท้ายของข้อมูล (Stop Bit มีค่าเป็น 1 เสมอ) ซึ่งชุดข้อมูลจะถูกส่งออกที่ขา TXD ของตัว MCU และรับชุดข้อมูลเข้ามาภายใน MCU โดยขา RTX อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) ของการทำงานในโหมด 1 นี้ สามารถกำหนดหรือเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้ Timer ภายในตัว MCU เป็นตัวควบคุม ซึ่งรายละเอียดในการใช้งาน Timer ในการควบคุมอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลจะกล่าวในหัวข้อการประยุกต์ใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมต่อไป



รูปที่ 2.16 แสดงชุดข้อมูล UART ในโหมดที่ 1

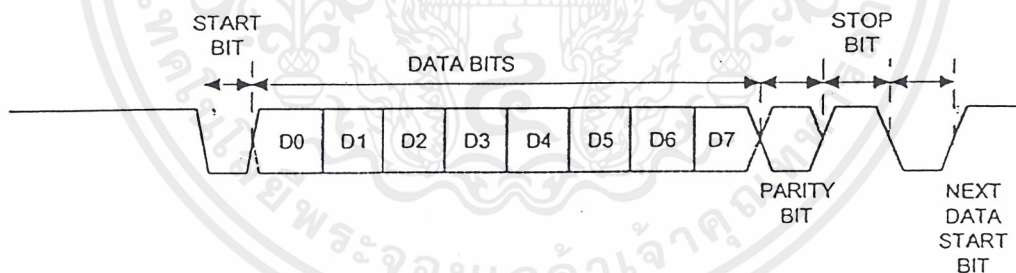
โหมด 2 ในโหมด 2 นี้จะมีชุดของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแตกต่างจากข้อมูลในโหมดที่ 1 คือ จะมีชุดข้อมูลจำนวน 11 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งจะมีวิธีการในการรับและส่งข้อมูลผ่านทางขาของ MCU เช่นเดียวกันกับในโหมดที่ 1 โดยชุดข้อมูลในโหมดที่ 2 นั้นจะประกอบไปด้วย

บิตแรก (Start Bit มีค่าเป็น 0 เสมอ) และตามมามีข้อมูลจำนวน 8 บิต จากนั้นจะมีบิตที่ 9 เพิ่มขึ้น โดยจะเป็นบิตที่สามารถจะเช็คค่าให้เป็น 0 หรือ 1 ได้ ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดของ ข้อมูลในการรับและส่งนั่นเอง (Parity Bit) จากนั้นจะเป็นบิตสุดท้ายของชุดข้อมูล (Stop Bit มีค่าเป็น 1 เสมอ) โดยโหมด 2 นี้จะไม่สามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้เช่นเดียวกับในโหมด 0 ซึ่งอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลในโหมด 2 นี้จะถูกกำหนดไว้ที่ $1/32$ หรือ $1/64$ ของความถี่ X-TAL Oscillator ที่ใช้ โดยจะมีบิต SMOD ภายในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PCON เป็นตัวกำหนดดังนี้

- ถ้าค่าบิต SMOD เป็น 0 ค่า Baud Rate จะถูกกำหนดเป็น $1/64$ ของความถี่ X-TAL Oscillator ที่ใช้
- ถ้าค่าบิต SMOD เป็น 1 ค่า Baud Rate จะถูกกำหนดเป็น $1/32$ ของความถี่ X-TAL Oscillator ที่ใช้

ซึ่งมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$\text{Baud Rate Mode 2} = \text{X-TAL}/32\text{or}64, \text{SMOD} = 1 \text{ OR } 0$$



รูปที่ 2.17 แสดงชุดข้อมูล UART ในโหมดที่ 2

โหมด 3 จะเป็นโหมดในการใช้งานโหมดสุดท้ายของการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ภายในชิป MSC-51 ในโหมด 3 นี้ จะมีชุดข้อมูลในการรับและส่งจำนวน 11 บิต ซึ่งจะมีการรับและส่งภาพทางขาของ MCU เช่นเดียวกันกับในโหมดที่ 1 โดยองค์ประกอบของชุดข้อมูลจะเหมือนกับชุดข้อมูลในโหมดที่ 1 ทุกประการ แต่โหมดที่ 3 นี้สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้เช่นเดียวกันกับในโหมดที่ 1 โดยใช้ Timer ภายใน MCU เป็นตัวควบคุม

โดยในการใช้งานโหมดการทำงานข้างต้นดังกล่าวมาจะนิยมใช้พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART ในโหมดที่ 1 ในการใช้งานเนื่องจากในโหมดที่ 1 นั้นจะมีลักษณะของชุดข้อมูลที่เป็นมาตรฐานทั่วไป และสามารถเช็คหรือกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลได้จากคุณสมบัติหรือเหตุผลดังกล่าวเนื้อหาในการประยุกต์ใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลที่จะกล่าวถึงต่อไป จะอธิบายถึงการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมในโหมดที่ 1 เพื่อเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 ในเบื้องต้น

ก่อนที่จะเข้าถึงการประยุกต์ใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมดที่ 1 ต่อไปนั้น จะขอแนะนำรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะต่างๆ เพื่อการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมดที่ 1 และ ไทม์เมอร์ (Timer) เพื่อกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลอนุกรม (Baud Rate) ดังนี้

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SBUF: Serial Data Buffer (Not Bit Addressable)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับการรับส่งสื่อสารชุดข้อมูลอนุกรม โดยจะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ขนาด 8 บิตไม่สามารถเข้าถึงในระดับบิต ซึ่งรีจิสเตอร์ SBUF นี้จะมีหน้าที่ ทั้งในการรับและส่งชุดข้อมูลอนุกรมโดยตัว CPU จะทำการควบคุมการใช้งานรีจิสเตอร์ SBUF ทั้งในการรับและส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON :Serial Port Control Register (Bit Addressable)

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

ภายในรีจิสเตอร์ต่างๆ เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51 นั้นผู้อ่านคงจะพอรู้แล้วว่าภายใน 1 รีจิสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิตนั้น นั่นก็คือ 1 ไบต์ซึ่งจะประกอบไปด้วยบิตต่างๆ จำนวน 8 บิต รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SCON นั้นก็เช่นกัน ก็จะมีบิตต่างๆ จำนวน 8 บิตที่สามารถเข้าถึงได้ระดับบิตที่ใช้ควบคุมหรือกำหนดค่าต่างๆ ในการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม โดยบิตที่เริ่มจำเป็นจะต้องรู้จักเพื่อการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมดที่ 1 ภายในรีจิสเตอร์ SCON จะแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

โดยจากตารางที่ 2.2 จะพบว่าบิต TI และ RI จะสามารถทำการเช็คหรือเคลียร์ได้ทั้งทางซอฟต์แวร์หรือตัวของ CPU ภายใน MCS-51 เอง จากนั้นจะเห็นว่าบิต SM0 และ SM1 นั้นจะเป็นบิตควบคุมในการเลือกโหมดการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม โดยรายละเอียดการใช้งานหรือตารางความจริงของบิต SM0 และ SM1 แสดงดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อบิต	รายละเอียด
SM0	บิตเลือกโหมดการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม “ต่ำ”
SM1	บิตเลือกโหมดการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม “สูง”
SM2	บิตเลือกโหมดการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม โดย $SM2 = 0$ จะเป็นการใช้งานโหมด 1 และ 3 ปกติและบิต R1 จะเป็น 0 จนกว่าจะรับบิตสุดท้ายของชุดข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
REN	REN=1เป็นการเซตให้ตัว CPU รับข้อมูลจากภายนอกได้ REN=0เป็นการเซตให้ตัว CPU ไม่รับข้อมูลจากภายนอก
TI	บิตบอกสถานะในการส่งข้อมูลอนุกรมทำงานโดยอัตโนมัติ TI=0 จะเห็นว่าเป็นช่วงจังหวะในขั้นตอนในการส่งชุดข้อมูลออกทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม TI=1จะแสดงว่าชุดข้อมูลถูกส่งออกไปเป็นที่เรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะส่งข้อมูลชุดต่อไปโดยก่อนการที่จะส่งข้อมูลชุดต่อไปนั้นต้องทำการเคลียร์บิตTIใหม่ก่อนทุกครั้ง
RI	บิตบอกสถานะในการรับข้อมูลและถ้าข้อมูลถูกรับเรียบร้อยแล้ว บิต RB8 ของรีจิสเตอร์ SCONจะมีสถานะ 1 พร้อมกับชุดข้อมูล 8 บิตถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF และบิตRIจะกลับเป็น 1 โดยจากนั้นต้องเคลียร์บิต RI เพื่อที่จะรับข้อมูลชุดใหม่ต่อไป RI = 1 เป็นการแสดงว่าให้รับข้อมูลที่ส่งมาไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF โดยก่อนหน้านี้ ต้องเคลียร์ บิต RI ก่อน

ตารางที่ 2.2 แสดงบิตภายในรีจิสเตอร์ SCON เพื่อการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมโหมดที่ 1

SM0	SM1	SM2	Description	Baud Rate
0	0	0	SHIFT REGISTER	Fosc./12
0	1	1	8-Bit UART	Variable
1	0	2	9-Bit UART	Fosc./64 or Fosc./32
1	1	3	9-Bit UART	Variable

ตารางที่ 2.3 แสดงบิตในการควบคุมโหมดการใช้งานด้วยบิต SM0 และ SM1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนักศึกษาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์เมอร์ในการกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล

ไทม์เมอร์ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51ทุกเบอร์จะประกอบไปด้วยไทม์เมอร์ 0 และ ไทม์เมอร์ 1 และอาจจะมีไทม์เมอร์ 2 ในบางเบอร์ของ MSC-51 โดยการกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลอนุกรมในหมวดที่ 1 นั้นจะใช้ไทม์เมอร์ 1 เป็นตัวกำหนด Baud Rate ซึ่งการใช้งานไทม์เมอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD:Timer/counter Mode Control Register (NotBit Addressable)

Timer1				Timer2			
GATE	C/T	M0	M1	GATE	C/T	M0	M1

ภายในรีจิสเตอร์ TMOD ประกอบไปด้วยการควบคุมการใช้งานต่างๆจำนวน 8 บิตจากข้างต้นจะพบว่าจะมีบิตในการใช้งานไทม์เมอร์ 1 และไทม์เมอร์ 0 โดยบิต 4 บนจะควบคุมการใช้งานไทม์เมอร์ 1 และ 4 บิตล่างจะเป็นชุดบิตที่ควบคุมไทม์เมอร์ 0 ซึ่งทั้ง 4 บิตบนและล่างจะมีลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกันรายละเอียดของชุดบิตดังที่กล่าวมาเพื่อการใช้งานไทม์เมอร์ในการกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมดังแสดงในตารางที่ 2.4

ชื่อบิต	รายละเอียด
GATE	เท่ากับ 0 จะสามารถเลือกใช้งานไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ได้
C/T	บิตเลือกการใช้งานไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ เท่ากับ 1 หมายถึงใช้งานเป็นเคาน์เตอร์นับพัลส์ภายนอกที่ขา TX (T0,T1) เท่ากับ 0 หมายถึงใช้งานเป็นไทม์เมอร์นับการทำงานของ แมชชีนไซเคิล
M0	บิตเลือกการใช้งานไทม์เมอร์ 0 หรือ ไทม์เมอร์ 1
M1	บิตเลือกการใช้งานไทม์เมอร์ 0 หรือ ไทม์เมอร์ 1

ตารางที่ 2.4 แสดงบิตในการควบคุมการใช้งานไทม์เมอร์ 1

การควบคุมบิตTRX (TR0,TR1) ทางซอฟต์แวร์นั้น บิต TRX จะอยู่ภายในรีจิสเตอร์ TCON (รีจิสเตอร์ TCON) ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตโดยถ้า TR1 = 1 จะเป็นการใช้งานไทม์เมอร์เป็นเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมอร์ 1 และถ้า $TR0 = 1$ จะเป็นการใช้งานไทม์เมอร์ 0 ซึ่งนั่นก็คือบิต $TR1$ และ $TR0$ ภายในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ $TCON$ จะเป็นตัวควบคุมการใช้งานไทม์เมอร์ 1 และ ไทม์เมอร์ 0 ตามลำดับ

โดยจากตาราง 2.4 จะเห็นว่าบิต $M0$ และ $M1$ นั้นจะใช้เป็นการใช้เป็นบิตในการควบคุมหรือเลือกโหมดการทำงานของไทม์เมอร์ ซึ่งสามารถสรุปตารางความจริงของบิต $M0$ และ $M1$ ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.3

การใช้งานไทม์เมอร์ 1 เพื่อการกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมนั้นจะใช้งานไทม์เมอร์ 1 ในโหมดที่ 2 โดยจากตารางที่ 2.3 นั่นก็คือบิต $M1$ ถูกเซตให้เป็น 1 และ บิต $M0$ ให้เป็น 0 ในส่วนของรายละเอียดของการทำงานภายในไทม์เมอร์ 1 ในโหมดที่ 2 หรือในโหมดอื่นๆ นั้นจะไม่ขอแสดงรายละเอียดเนื่องจากเป็นขั้นตอนการทำงานภายในโดยตัว CPU เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด

จากที่กล่าวมาแล้วการใช้งานไทม์เมอร์ 1 ในโหมดที่ 2 เพื่อการกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลข้อมูลอนุกรมนั้น จะมีบิต $SMOD$ ภายในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ $PCON$ เป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ (Over Flow) ให้กับไทม์เมอร์ 1 โดยลักษณะชุดข้อมูลของรีจิสเตอร์ $PCON$ มีดังนี้

รีจิสเตอร์ $PCON$: Power Control Register (Not Bit Addressable)

SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
------	---	---	---	-----	-----	----	-----

ข้างต้นเป็นลักษณะรูปแบบชุดข้อมูลของรีจิสเตอร์ $PCON$ จะเห็นว่าบิต $SMOD$ จะอยู่ในตำแหน่งบิตสูงสุด (Most Significant Bit ; MSB) ของชุดข้อมูล 8 บิตและรีจิสเตอร์ $PCON$ นี้ จะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ ฉะนั้นการเซตค่า $SMOD$ ในการควบคุมการเกิดโอเวอร์โฟลว์ให้ไทม์เมอร์ 1 นั้นจะสามารถกระทำได้โดยการส่งชุดข้อมูลครั้งละ 8 บิตเข้าไปในรีจิสเตอร์ $PCON$ ดังตัวอย่าง

MOV PCON, # 80H ; บิต SMOD เท่ากับ 1

MOV PCON, # 00H ; บิต SMOD เท่ากับ 0

รายละเอียดการใช้งานบิต $SMOD$ นั้นจะเป็นบิตในการควบคุมอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) โดยถ้าหากถูกเซตหรือบิต $SMOD$ มีค่าเป็น 1 จะทำให้มีการเพิ่มอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลในการรับส่งข้อมูลเป็น 2 เท่านั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาแล้วว่ารูปแบบในการใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมของ MCS-51 นั้นสามารถที่จะจัดรูปแบบการใช้งานได้ถึง 4 โหมดโดยจะมีเพียงโหมดที่ 1 และ 3 เท่านั้นที่สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ ซึ่งสามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังสมการที่ 1

$$\text{Baud Rate} = \frac{K \times \text{Oscillator Frequency}}{32 \times 12 \times [256 - (\text{TH1})]} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

จากสมการที่ 1 ค่า K จะมีค่าเท่ากับ 2^{SMOD} โดยค่าอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลนั้นเราจะทำการกำหนดขึ้นมาได้ตามความต้องการแต่โดยมาตรฐานทั่วไปจะใช้อัตราความเร็ว 4,800 หรือ 9,600 บิตต่อวินาที (bps) ฉะนั้นตัวแปรที่เราต้องการหาจากสมการที่ 1 ก็คือค่าของ TH1 ซึ่งสามารถเปลี่ยนสมการที่ 1 ได้ใหม่เพื่อการคำนวณหาค่าของ TH1 ให้ตามค่า Baud Rate ตามที่เราได้ใหม่ดังสมการที่ 2

$$\text{Baud Rate} = \frac{K \times \text{Oscillator Frequency}}{328 \times \text{Baud Rate}} \quad (\text{สมการที่ 2})$$

จากสมการที่ 2 สามารถสรุป และแสดงตัวอย่างค่าต่างๆ ของ TH1 ที่สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลมาตรฐาน (Baud Rate) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

Baud Rate	X-tal Frequency	SMOD	TH1 Reload Value	Actaul Baud Rate	Error
9600	12.000 MHz	1	-7(F9H)	8923	7 %
2400	12.000 MHz	0	-13(F3H)	2404	0.16 %
1200	12.000 MHz	0	-26(E6H)	1202	0.16 %
9300	12.000 MHz	.1	-3(FDH)	19200	0
9600	11.059 MHz	0	-3(FDH)	9600	0
2400	11.059 MHz	0	-12(F4H)	2400	0
1200	11.059 MHz	0	-24(E8H)	1200	0

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการงานพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมดที่ 1

จากตารางที่ 2.8 จะเห็นว่าในการใช้งาน X-TAL Oscillator ที่ความถี่ 11.059 MHz นั้นจะสามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ค่า Actaul Baud Rate ที่ลงตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมสื่อสารข้อมูลอนุกรมในโหมดที่ 1 โดยการใช้งานไทม์เมอร์ 1 ในโหมดที่ 2 เป็นตัวควบคุมหรือกำหนดอัตราความเร็ว (Baud Rate) ที่ไม่มีความผิดพลาด (Error) เกิดขึ้นเลยหรือเป็นไปตามทฤษฎีนั้นเอง โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อต้องการกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่อัตราความเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที (bps) นั้นต้องทำการเคลียร์บิต SMOD (ถูกเซ็ตเป็น 0) และทำการเซ็ตค่าของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TH1 ให้มีค่าเป็น FDH (253 = FDH จากการคำนวณในสมการที่ 2) เพื่อเริ่มต้นการใช้งานไทม์เมอร์ 1 ก็จะได้อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล 9,600 บิตต่อวินาที (bps) ตามต้องการ

ซึ่งอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น จะใช้กับข้อมูลที่มีขนาด 10 บิต (ประกอบด้วย Start Bit, ข้อมูล 8 บิต และ Stop Bit) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลมาตรฐานในการคำนวณ Baud Rate ดังที่กล่าวมา

โดยต่อไปจะขอยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมในโหมดที่ 1 โดยใช้งานไทม์เมอร์ 1 ในโหมดที่ 2 กำหนดค่า Baud Rate เท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที (bps) ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-1 การใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมโหมดที่ 1

```
MOV SCON,#XXH ; XX=40 สำหรับ TXD พอร์ตอนุกรมโหมด 1 , REN = 0, SM2=0
                ; XX=50 สำหรับ RXD พอร์ตอนุกรมโหมด 1, REN = 1, SM2 = 0
MOV PCON,#00H ; SMOD = 0 กรณีไม่มีการเซ็ตค่าบิต SMOD ก่อนหน้านี้ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ค่า
                ; ตั้งนี้เพราะปกติ SMOD จะมีค่าเป็น 0 อยู่แล้ว(หลังจากรีเซ็ต CPU เพื่อเริ่ม
                ; ต้นการใช้งาน)
MOV TMOD,#20H ; เซ็ตเลือกการใช้งาน ไทม์เมอร์ 1 โหมดที่ 2 (0010 0000B)
MOV TH1,#0FDH ; Baud Rate 9,600 bit/s , X-TAL 11.069 MHz
SETB TR1      ; เริ่มต้นการใช้งานไทม์เมอร์ 1 (หรือใช้คำสั่ง MOV TCON, #40H)
```

จากนั้นเมื่อทำการกำหนดค่าต่างๆเพื่อใช้งานพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมตามตัวอย่างที่ 5-1 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เราลองมาดูตัวอย่างการส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตอนุกรมกันบ้าง โดยจะยกตัวอย่างโปรแกรมทั้งส่งและรับข้อมูลที่ละไบต์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการใช้งานต่อไป

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-2 การส่งข้อมูลที่ละไบต์

```
MOV A,#0FH ; เก็บค่าคงที่ #0FH ไว้ในแอดคิวมูลเตอร (1 ไบต์)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLR TI ; เคลียร์บิต TI เพื่อทำขั้นตอนในการส่งข้อมูล
 MOV SBUF,A ; ส่งข้อมูลภายในแอสคิวิมูเตเตอร์ ไปยังพอร์ตอนุกรม (TX)
 LOOP: JNB TI,LOOP ; รอจนกระทั่งส่งข้อมูลเสร็จค่า TI จะเป็น 1 โดยอัตโนมัติหรือใช้คำสั่ง
 JNB TI,\$ ก็จะมีผลเช่นเดียวกันโดยจะลดจำนวนไบต์ในการเขียนโปรแกรมลงแล้ว จึงจะทำคำสั่งต่อไป (ครบ 1 ไบต์)

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-3 การรับข้อมูลที่ละไบต์

CLR RI ; เคลียร์บิต RI เพื่อทำขั้นตอนในการรับข้อมูล
 JNB RI,NEXT ; รอจนกระทั่งรับข้อมูลเสร็จค่า RI จะเป็น 1 โดยอัตโนมัติและจะทำการ
 เคลียร์บิต RI โดยอัตโนมัติ หรือจะใช้คำสั่ง JNB RI,\$ ก็ได้เช่นกัน แต่
 จะไม่ทำการเคลียร์บิต RI ให้อัตโนมัติ ซึ่งจะต้องใช้คำสั่ง CLR RI อีก
 ครั้งเพื่อจะรับชุดข้อมูลต่อไป

NEXT:MOV A,SBUF ; นำข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ SBUF เก็บไว้ใน แอสคิวิมูเตเตอร์

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-4 โปรแกรมการส่งข้อมูลที่ละไบต์

ORG 0000H
 MOV SCON,#40H ; ตั้งค่าพอร์ตอนุกรมโหมด 1 ,REN=0 , SM2=0
 MOV PCON,#00H ; ตั้งค่าบิต SMOD=0
 MOV TMOD,#20H ; ตั้งค่าเป็นไทม์เมอร์ 1 โหมด 2 (0010 0000B)
 MOV TH1,#0FDH ; Baud Rate 9,600 Bit/s ,X-TAL 11.069 MHz
 SETB TRI ; เริ่มต้นการใช้งานไทม์เมอร์ 1
 MOV A,#0FH ; กำหนดค่าให้ แอสคิวิมูเตเตอร์
 CLR TI ; เตรียมพร้อมที่จะส่งข้อมูล
 MOV SBUF,A ; ส่งข้อมูลในแอสคิวิมูเตเตอร์ไปยัง SBUF
 LOOP: JNB TI,LOOP ; รอจนกว่าจะส่งข้อมูลเสร็จ
 END

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-5 โปรแกรมการรับข้อมูลที่ละไบต์ (แบบไม่ใช้การอินเทอร์รัพต์)

```

ORG      0000H
MOV      SCON,#50H      ; ใช้พอร์ตอนุกรมโหมด 1, REN=1 ,SM2=0
MOV      PCON,#00H     ; ตั้งค่าบิต SMOD=0
MOV      TMOD,#20H     ; ตั้งค่าเป็นไทม์เมอร์ 1 โหมด 2 (0010 0000B)
MOV      TH1,#0FDH     ; Baud Rate 9,600 Bit/s ,X-TAL 11.069 MHz
CLR      TI             ; เตรียมพร้อมที่จะส่งข้อมูล
JNC      RI,NEXT        ; รับข้อมูลจาก SBUF ยังแอกคิวมูลเตอร์
NEXT:    MOV      A,SBUF ; ดูสำหรับการส่งข้อมูล 1 ไบต์
END

```

ตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-6 โปรแกรมการรับข้อมูลที่ละไบต์ (แบบใช้การอินเทอร์รัพต์)

```

ORG      0000H
JMP      MAIN
ORG      0023H          ; ค่าแอดเดรสเริ่มต้นของการอินเทอร์รัพต์
                          ; แบบพอร์ตอนุกรม
JMP      SERIAL_INT
MAIN:    MOV      SCON,#50H ; ใช้พอร์ตอนุกรมโหมด 1 ,REN=1 SM2=0
MOV      PCON,#00H     ; ตั้งค่าบิต SMOD=0
MOV      TMOD,#20H     ; ตั้งค่าเป็นไทม์เมอร์ 1 โหมด 2 (0010 0000B)
SETB    EA             ; ตั้งค่าให้สามารถอินเทอร์รัพต์
CLR      RI             ; พร้อมรับข้อมูล
LOOP:    JMP      LOOP    ; วนดูปรอการอินเทอร์รัพต์
SERIAL_INT: ; การทำงานของการอินเทอร์รัพต์
CLR      RI
MOV      A,SBUF        ; รับข้อมูลเข้าสู่แอกคิวมูลเตอร์
RETI     ; ออกจากการอินเทอร์รัพต์
END

```

จากตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-5 เป็นโปรแกรมในการรับข้อมูล 1 ไบต์โดยใช้วิธีการตรวจเช็คบิต R1 ถ้าบิต R1 มีสถานะเป็น 1 นั้นแสดงว่าได้รับข้อมูลครบ 1 ไบต์ และเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั่นเอง แต่ในบางครั้งในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นอาจจะใช้การ อินเทอร์รัพต์ เข้ามามีส่วนช่วยในการรับข้อมูลในระหว่างที่ CPU กำลังประมวลผลการทำงานอื่น ๆ อยู่ก็จะช่วยให้การรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีความแน่นอนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โดยการใช้งานอินเทอร์รัพต์ การรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมนั้นเราจะใช้งานอินเทอร์รัพต์ ในการควบคุมการรับข้อมูลโดยมีบิต PS ภายในรีจิสเตอร์ IP ในการเช็คระดับความสำคัญการใช้งาน Serial Interrupt การใช้งานอินเทอร์รัพต์ ที่เกิดจากสัญญาณภายนอกนั้นจะมีบิต EA ภายในรีจิสเตอร์ IE เป็นตัวควบคุมการใช้งาน

การทำงานของอินเทอร์รัพต์ นั้นเมื่อมีชุดข้อมูลเข้ามาทางขา RXD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อชุดข้อมูลถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF เป็นที่เรียบร้อยแล้ว(Stop Bit) CPU ก็จะถูกอินเทอร์รัพต์ ซึ่งตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำหลังจากถูกอินเทอร์รัพต์ นั้นจะอยู่ที่ตำแหน่ง 0023H ของหน่วยความจำ ตัวอย่างโปรแกรมการรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยการใช้งานอินเทอร์รัพต์ แสดงในตัวอย่างโปรแกรมที่ 2-6

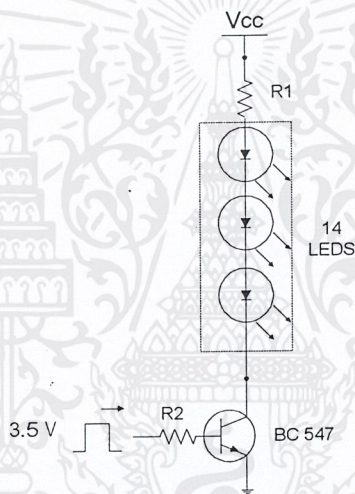
บทที่ 3

การออกแบบ

ในโครงการนี้ใช้ จำนวนของ LED เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้ต้องใช้กระแสสูงจึงจำเป็นต้อง ออกแบบให้ใช้กระแสต่ำ ๆ เพื่อความปลอดภัย และ สะดวกในการสร้างแหล่งจ่ายไฟให้วงจรแต่ละ ส่วน ดังนั้นในวงจรส่วนใหญ่จะเป็นการต่อวงจรแบบอนุกรม

3.1 การออกแบบ วงจร 7 segment

เพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ จะแสดงให้ดูใน segment เดียว ซึ่งจะเป็นวงจรดังรูป



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรแสดงผลของตัวเลขขนาดเล็ก

ในการที่จะควบคุมให้LED ในแต่ละส่วน (segment) สว่างนั้นทำได้โดยการทำงานของทรานซิสเตอร์ ซึ่งเลือกใช้เบอร์ BC 547 ซึ่งมีแรงดันคร่อมขาคอลเลคเตอร์และขาอีมิเตอร์เป็น 2 โวลต์ และมีอัตราขยายกระแสเป็น 20 เมื่อ อยู่ในช่วงสภาวะอิ่มตัว โดย ออกแบบให้ LED สว่างที่ 1.8 โวลต์ และใช้กระแสที่ 20 มิลลิแอมป์ และใช้แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟเป็น 28 โวลต์ ฉะนั้น การคำนวณ ค่า R1 และ R2 เป็นดังนี้

ค่า R1 เป็นค่าความต้านทานที่ใช้จำกัดกระแสให้เป็น 30 มิลลิแอมป์

$$R1 = (V_{cc} - \text{โวลต์คร่อม LED} - \text{โวลต์คร่อมทรานซิสเตอร์}) / I_C$$

$$= (28 - (14 \cdot 1.8) - 2) / 0.02$$

$$R1 = 40 \text{ ohm}$$

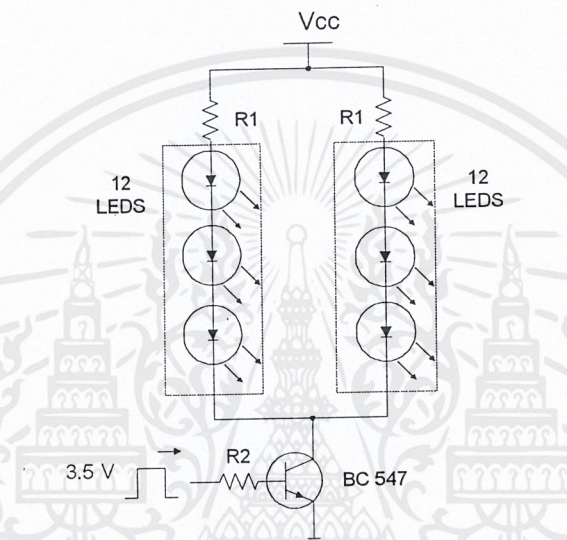
ค่า R2 เป็นค่าความต้านทานที่ใช้จำกัดกระแสเบส โดยกระแสเบสจะเท่ากับ I_C/β คือ 0.67 mA

$$R2 = (3.5 \text{ V} - \text{โวลต์คร่อมขาเบสและอีมีตเตอร์}) / I_B$$

$$= (3.5 \text{ V} - 0.6) / 0.67 * 10^{-3}$$

$$R2 = 4.33 \text{ k ohm}$$

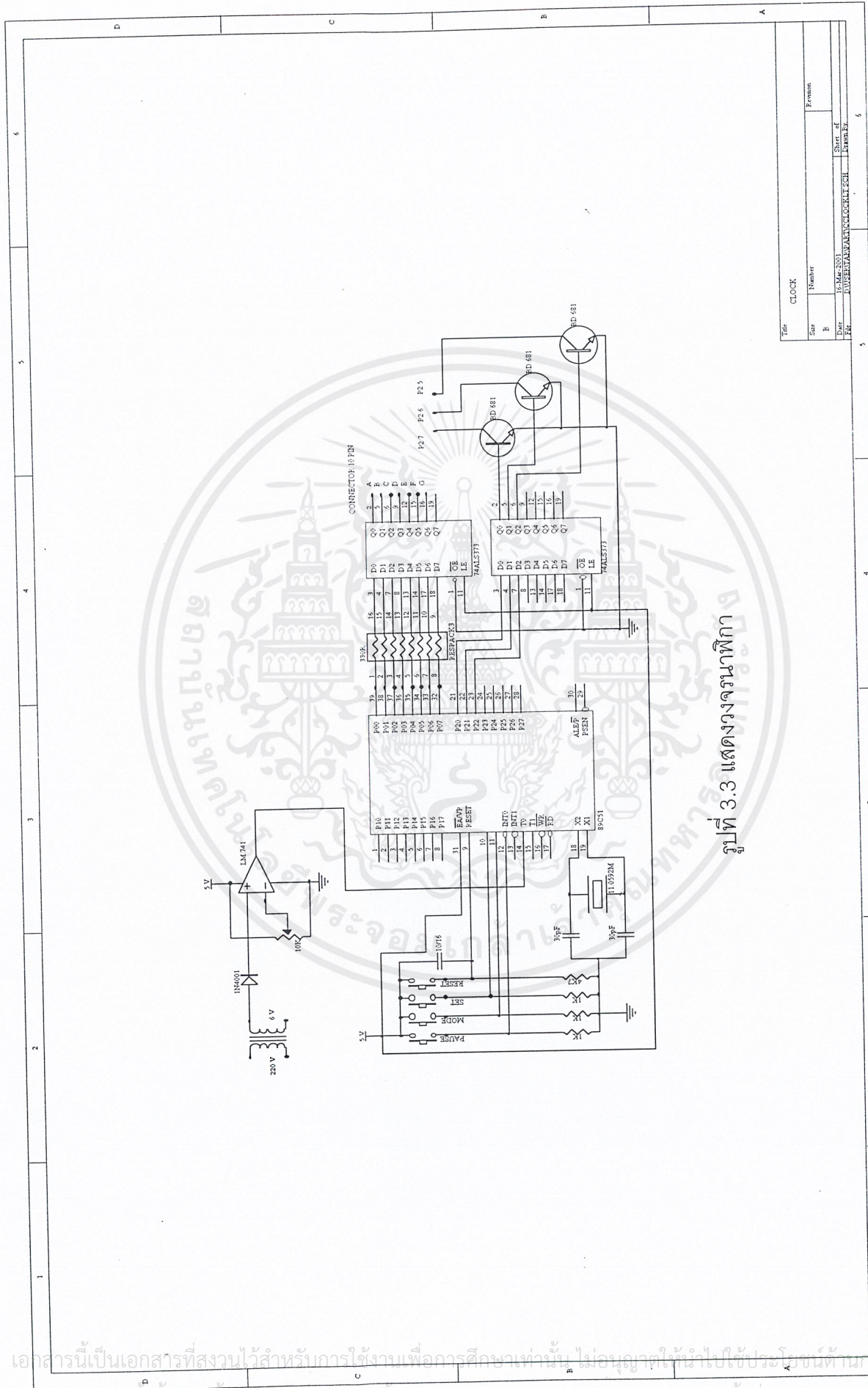
∴ เลือกค่า R1 และ R2 เป็น 43 และ 4.3 k ohm ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรแสดงผลของตัวเลขขนาดใหญ่

การออกแบบวงจรตัวเลขขนาดใหญ่ใช้นั้นใช้หลักการคล้ายกับตัวเลขขนาดเล็ก แต่มีจำนวน LED มากกว่าจึงไม่สามารถต่อกันแบบอนุกรมได้ทั้งหมด จึงต้องต่อขนานกันโดยแบ่งเป็น ขนานกันระหว่าง LED ที่อนุกรมกัน 12 ตัว เพื่อให้ได้ความสว่างที่เท่ากันจึงต้องออกแบบให้กระแสและแรงดันของ LED เหมือนกับวงจรตัวเลขขนาดเล็ก ซึ่งทำให้กระแสรวมทั้งหมดจะเพิ่มเป็น 2 เท่า คือ 40 mA การออกแบบค่า R1 และ R2 นั้นใช้หลักการคล้ายกับวงจรตัวเลขขนาดเล็ก จึงไม่อธิบายในที่นี้

ซึ่งวงจรแสดงผลแบบ 7-SEGMENT นี้ใช้กับวงจรคะแนนการแข่งขัน และวงจรรนาฬิกา

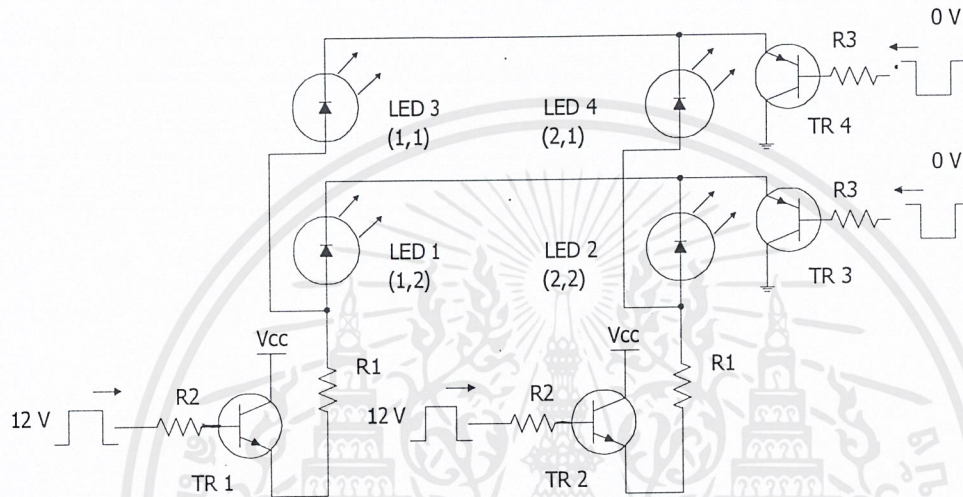


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรมติกา

Title	CLOCK
Size	Number
B	Revision
Date	16-Mar-2001
By	RUVEENUTARAK/CLOCK/IT.SCH.
Sheet of	1
Total	1

3.2 การออกแบบวงจรแสดงตัวอักษรแบบ Dot Matrix

ในการออกแบบการแสดงผลให้สามารถ แสดงค่าได้เป็นแบบตัวอักษรนั้นเพื่อให้ได้ซึ่งรูปแบบของตัวอักษรที่สวยงาม ต้องแสดงผลแบบ Dot Matrix ซึ่งแนวคิดของการแสดงผลแบบ Dot Matrix นั้นสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแสดงผลแบบ Dot Matrix

-หลักการทำงานของวงจร Dot Matrix

ให้ LED แสดงผลทีละแถว ๆแรกแสดงผลก่อน โดยขณะที่ไบอัส TR4 อยู่ ถ้าต้องการให้ LED หลัก(COLUMN)ใดติด ก็ให้ไบอัสทรานซิสเตอร์ในหลักนั้น(ในรูป 3.5 คือ TR1,TR2) และในการแสดงผลแถวอื่นๆ ก็กระทำในทำนองเดียวกัน

-วิธีการออกแบบ

หลักการพิจารณาเบอร์ทรานซิสเตอร์

เนื่องจากกระแสเอาท์พุทจากออปแอมป์เบอร์ LM324 ที่จะมาไบอัสทรานซิสเตอร์ TR1 มีค่าต่ำที่สุดเป็น 8 mA ทรานซิสเตอร์ TR1 ต้องรับกระแสคอลเลกเตอร์ได้อย่างน้อย 20 mA และมีค่า $\beta_{(min)} = (20 \cdot 10^{-3}) / (8 \cdot 10^{-3}) = 2.5$ ดังนั้นเลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ C337 ซึ่งเป็นชนิด NPN มีค่า $I_{(max)} = 600 \text{ mA}$, $\beta_{(type)} = 200$

เนื่องจากกระแสเอาท์พุทจากออปแอมป์เบอร์ LM324 ที่จะมาไบอัสทรานซิสเตอร์ TR3 มีค่าต่ำที่สุดเป็น 8 mA ทรานซิสเตอร์ TR3 ต้องรับกระแสคอลเลกเตอร์ได้อย่างน้อย 160 mA และมีค่า $\beta_{(min)} = (160 \cdot 10^{-3}) / (8 \cdot 10^{-3}) = 20$ ดังนั้นเลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ B772 ซึ่งเป็นชนิด PNP มีค่า $I_{(max)} = 4 \text{ A}$, $\beta_{(min)} = 30$ โดยเหตุผลที่เลือกเพราะว่าเป็นทรานซิสเตอร์ที่มีอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-หลักการพิจารณาค่าความต้านทาน

เนื่องจากการแสดงผลจะแสดงผลครั้งละ 1 แถว เพราะฉะนั้นจะพิจารณาวงจรเพียงแถวเดียว ดังนี้ โดยทั่วไปจะต้องใช้กระแสในการขับ LED ประมาณ 30 mA แต่เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งาน จะกำหนดกระแสไว้ที่ 20 mA ได้แรงดันตกคร่อม LED ($V_{D(ON)}$) เป็น 1.8 V แรงดันไฟเลี้ยง (V_{CC}) เป็น 12 V

$V_{CE(TR1)} = 2 \text{ V}$, $V_{CE(TR2)} = 2 \text{ V}$ ดังนั้นจะคำนวณหาค่า พารามิเตอร์ต่างๆ ได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} R1 &= (V_{CC} - V_{CE(TR1)} - V_{D(ON)} - V_{CE(TR3)}) / I_C \\ &= (12 - 2 - 1.8 - 2) / (20 * 10^{-3}) \\ &= 310 \Omega \end{aligned}$$

ดังนั้น เลือก $R1 = 300 \Omega$

ในการคำนวณค่า $R2$ ค่ากระแสสูงสุดที่ผ่านทรานซิสเตอร์ ($TR1$) เท่ากับ 20 mA ดังนั้น

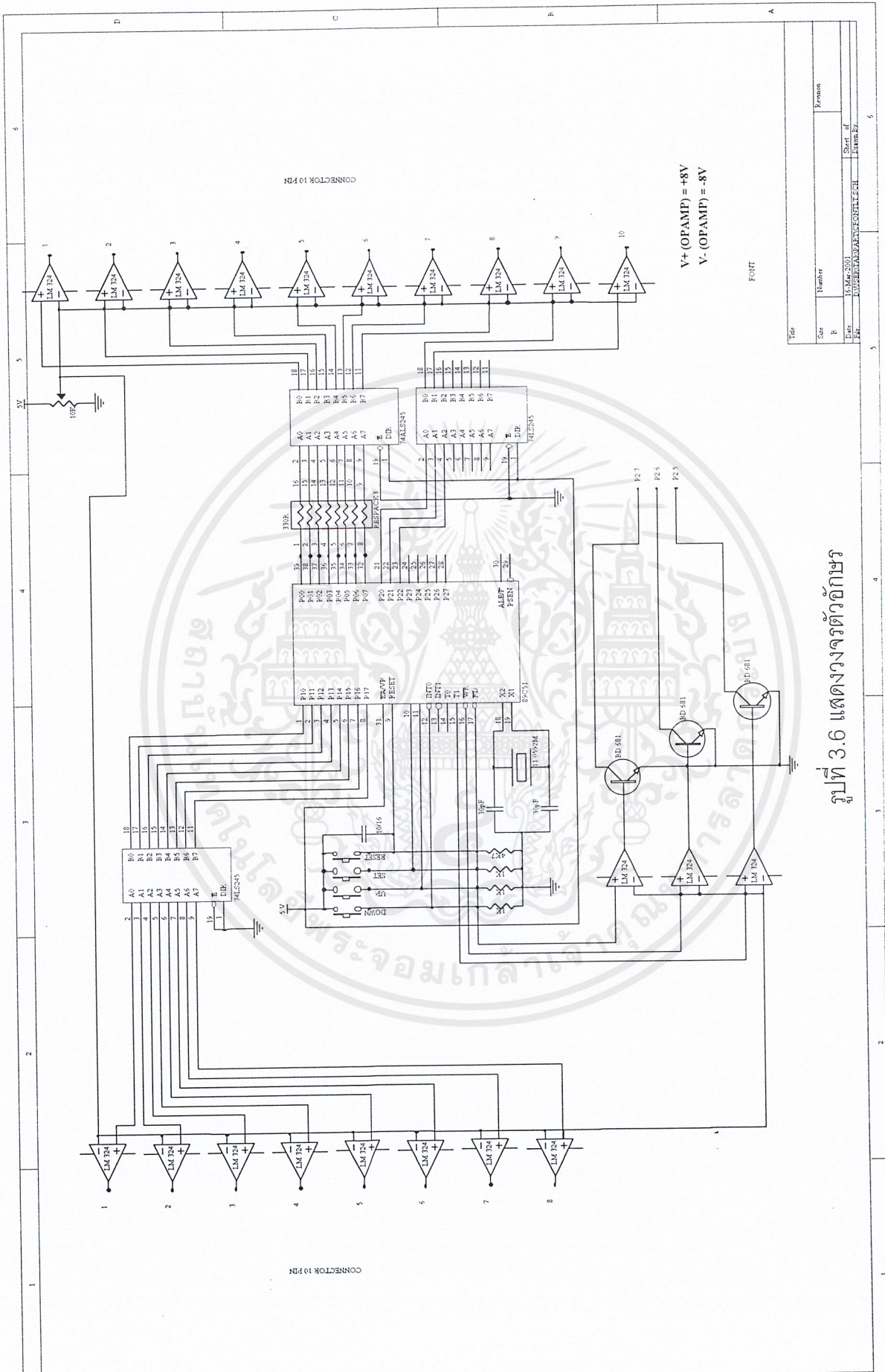
$$\begin{aligned} R2 &= \beta [V_{BB(TR1)} - (V_{CC} - V_{CE(TR1)} + V_{BE1})] / I_C \\ &= (200) [12 - (12 - 2 + 0.6)] / (20 * 10^{-3}) \\ &= 1400 \Omega \end{aligned}$$

ดังนั้น เลือก $R2 = 1.5 \text{ K}\Omega$

ในการคำนวณค่า $R3$ จะพิจารณาเมื่อ LED ติดทั้งแถว เนื่องจากเป็นค่ากระแสสูงสุดที่ผ่านทรานซิสเตอร์ ($TR3$) ซึ่งเท่ากับ $8 * 20 * 10^{-3}$ หรือ 160 mA ดังนั้น

$$\begin{aligned} R3 &= \beta [V_{CE(TR3)} - V_{BE(TR3)} - V_{BB(TR3)}] / I_C \\ &= (30) [2 - 0.6 - 0] / (160 * 10^{-3}) \\ &= 262.5 \Omega \end{aligned}$$

ดังนั้น เลือก $R3 = 270 \Omega$



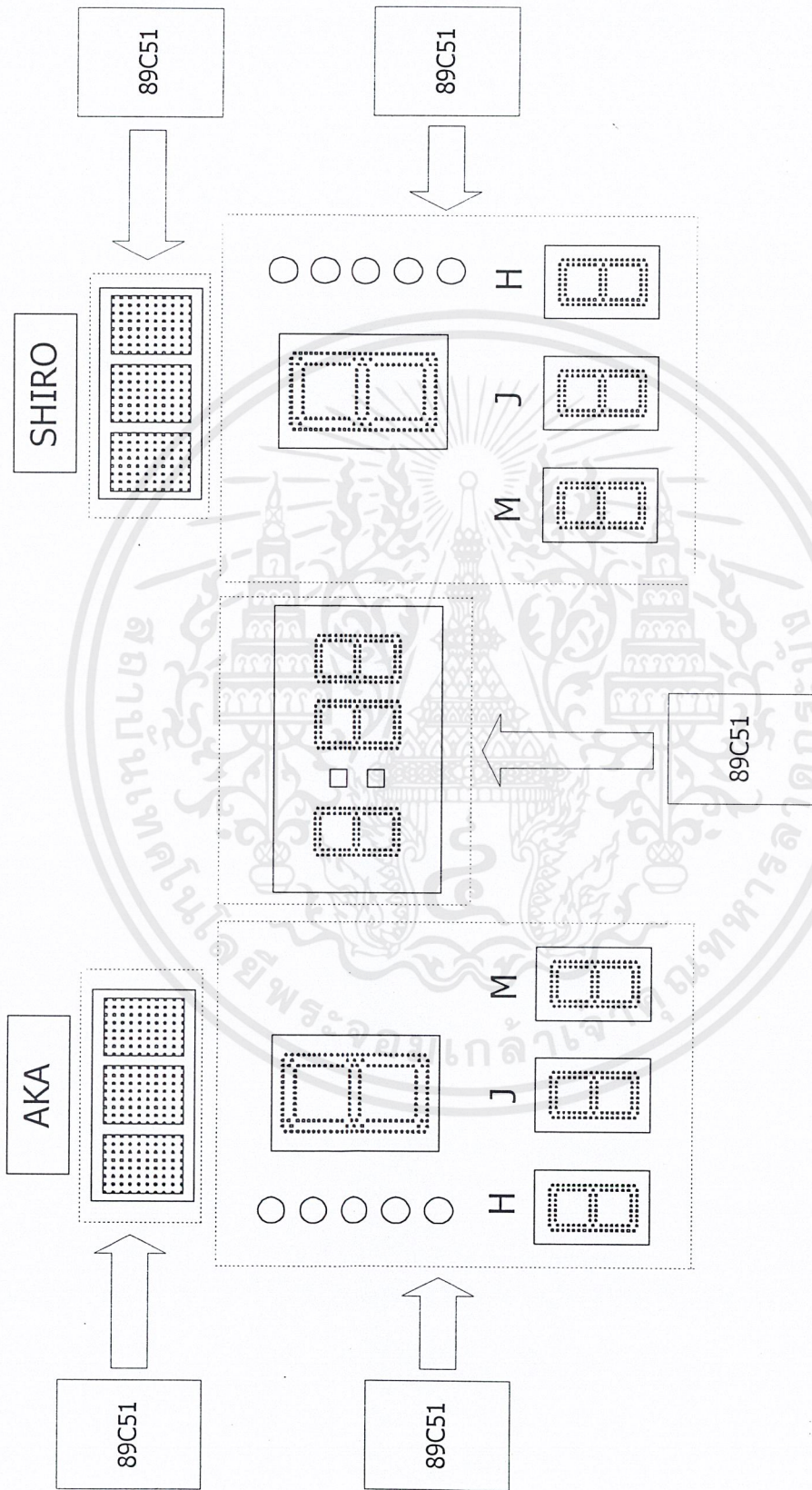
V+ (OPAMP) = +8V
 V- (OPAMP) = -8V

FONT

Title	Number	Revision
Size	B	Sheet of
Date	16-Mar-2001	From 57
By	EUSKIMKARACONTECH	

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรถักขั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

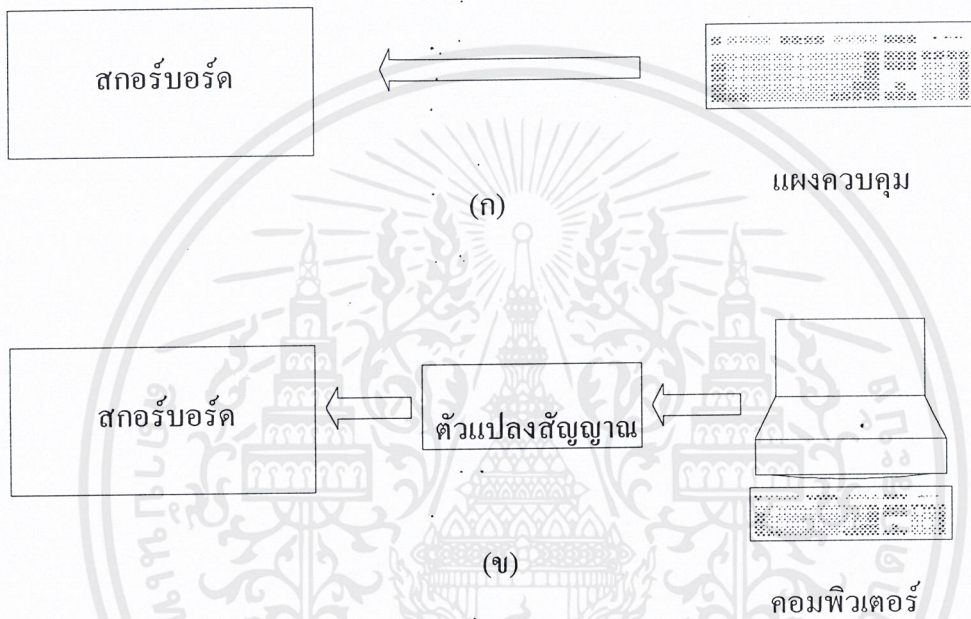


รูปที่ 3.7 แสดงการควบคุมวงจรทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบการควบคุมสกอร์บอร์ด

การควบคุมสกอร์บอร์ดนั้น ในครั้งแรกผู้จัดทำออกแบบให้สามารถควบคุมได้โดยผ่านแผงควบคุมอย่างเดียว ซึ่งในภายหลังผู้จัดทำพัฒนาให้สามารถควบคุมได้โดยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Visual Basic ในการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สู่สกอร์บอร์ด ซึ่งการติดต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นต้องมีตัวแปลงสัญญาณให้สามารถให้กับคอมพิวเตอร์ได้



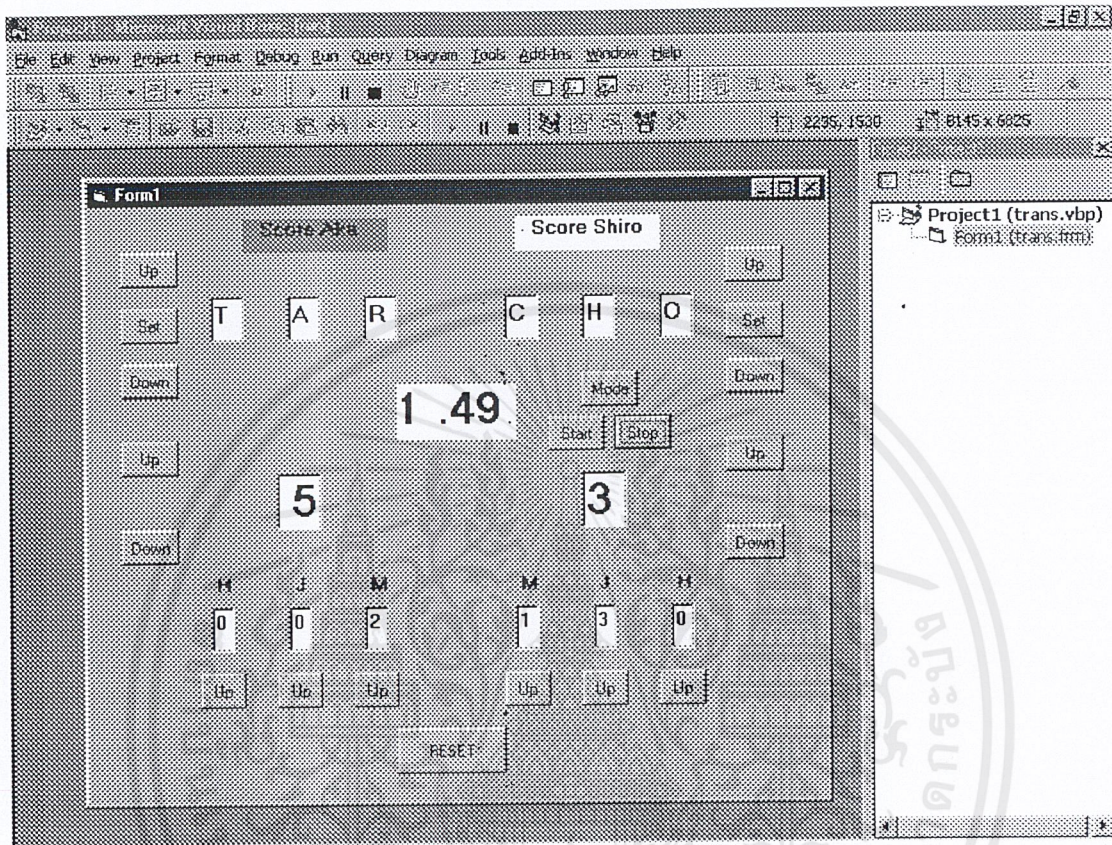
รูปที่ 3.8 แสดงการควบคุมสกอร์บอร์ด

(ก)แสดงควบคุมสกอร์บอร์ดด้วยแผงควบคุม (ข)แสดงควบคุมสกอร์บอร์ดด้วยคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.8 จะเห็นว่าการควบคุมสกอร์บอร์ดผ่านแผงควบคุมนั้นจะมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์เพราะไม่ต้องมีอุปกรณ์มากมายก็สามารถใช้งานได้ แต่การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์นั้นก็ยังมีข้อดีหลายประการเช่น สามารถเก็บข้อมูลการแข่งขันได้ สามารถแสดงผลการแข่งขันทางพรินเตอร์ได้ ซึ่งในการเลือกใช้งานการควบคุมวิธีใด ๆ ก็แล้วแต่จุดประสงค์ในการใช้งานว่า ต้องใช้งานในหน้าที่อะไรบ้าง

ในการส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับสกอร์บอร์ดนั้นต้องมีอุปกรณ์เชื่อมต่อ ซึ่งในโครงการนี้เลือกการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม ในรูปแบบมาตรฐาน RS 232 ซึ่งใช้การติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพียงทางเดียวคือ รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ โดยใช้ ไอซี MAX 232 เป็นตัวปรับแรงดันกระแสไฟ

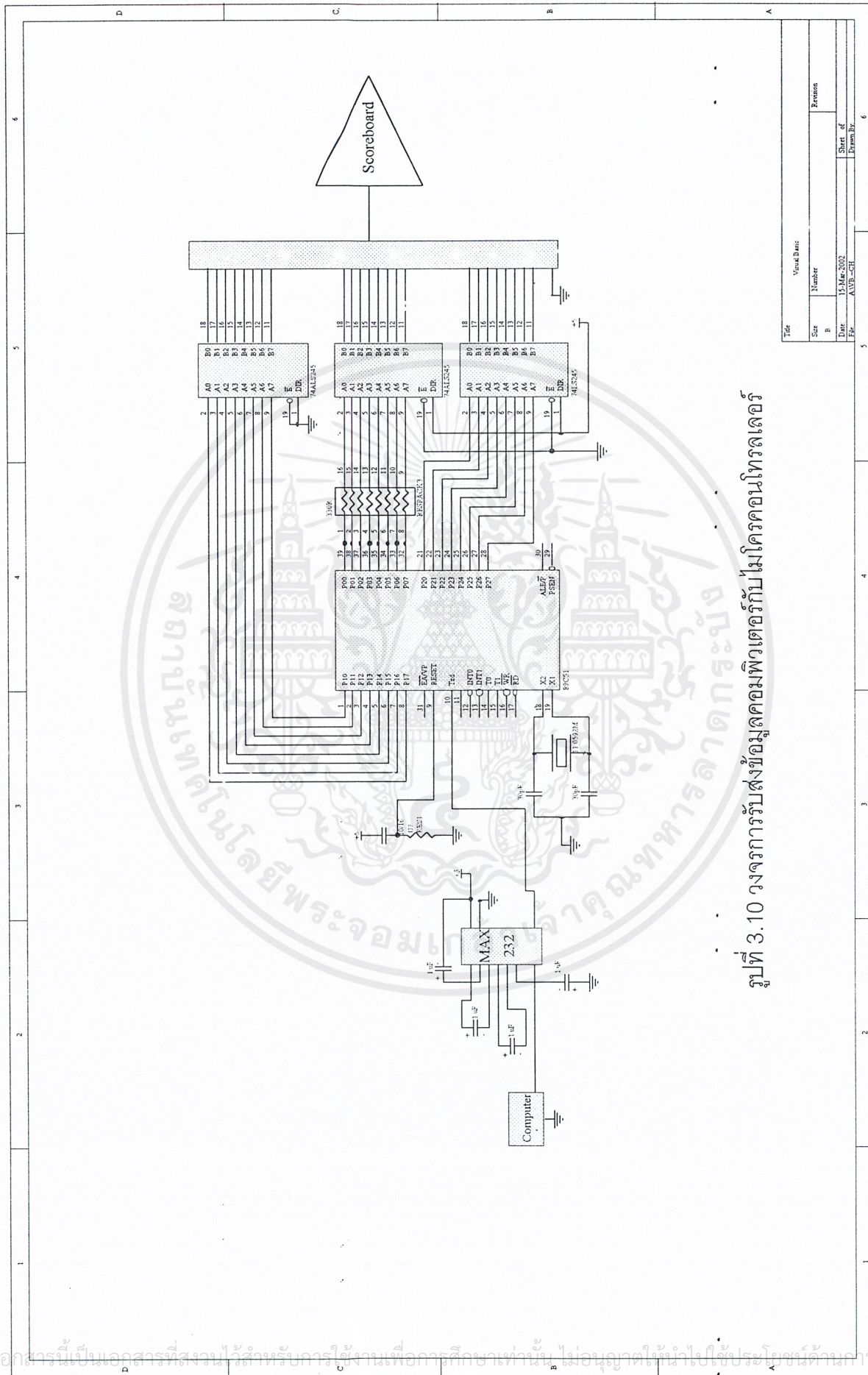
3.4 การใช้โปรแกรม Visual Basic ในการควบคุมสกรีนบอร์ด



รูปที่ 3.9 แสดงการควบคุมสกรีนบอร์ดโดยใช้โปรแกรม Visual Basic

การเลือกใช้โปรแกรม Visual Basic นั้นเพราะว่าสามารถประยุกต์ใช้งานในตัวโปรแกรมได้หลายแบบ และมีรูปแบบการนำเสนอที่สวยงาม ง่ายต่อการใช้งานหากทำให้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปแล้ว และเหมาะสำหรับการใช้งานจริงเป็นอย่างมาก

เนื่องจากสกรีนบอร์ดนั้นสามารถควบคุมได้โดยแบบแผงควบคุมด้วย ดังนั้นการควบคุมโดยโปรแกรม Visual Basic จึงออกแบบให้เหมือนกับการควบคุมผ่านสวิทช์ของแผงควบคุม โดยสามารถควบคุมสกรีนบอร์ดได้เหมือนแผงควบคุมทุกหน้าที่



รูปที่ 3.10 วงจรการรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

Title	View: Dms		
Size	Number	Revision	
B			
Dir	15-Mar-2002	Start of	
File	AUF-501	Drawn by	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ในโครงงานนี้ใช้ LED SUPER BRIGHT เป็นตัวแสดงผล หาความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันได้ดังนี้

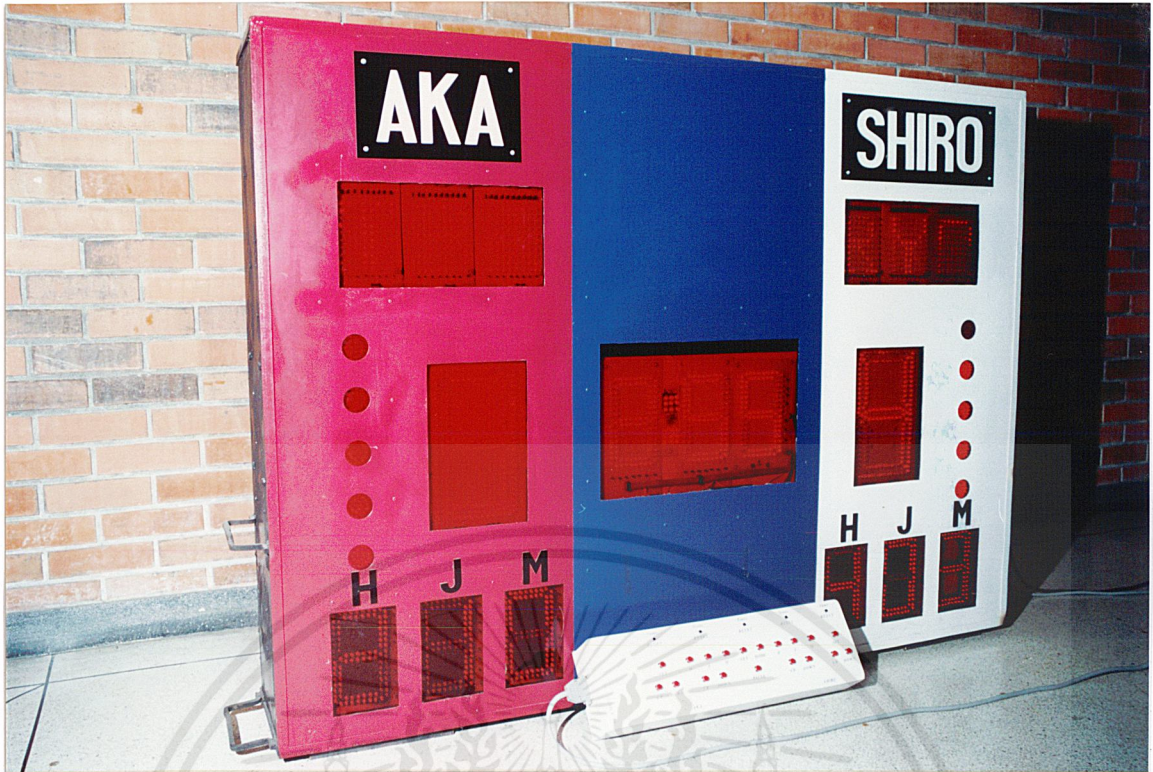
กระแส (mA)	แรงดัน (V)
10	1.75
20	1.8
30	1.85
40	1.9
50	1.95
60	1.98
70	2.0

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของ LED

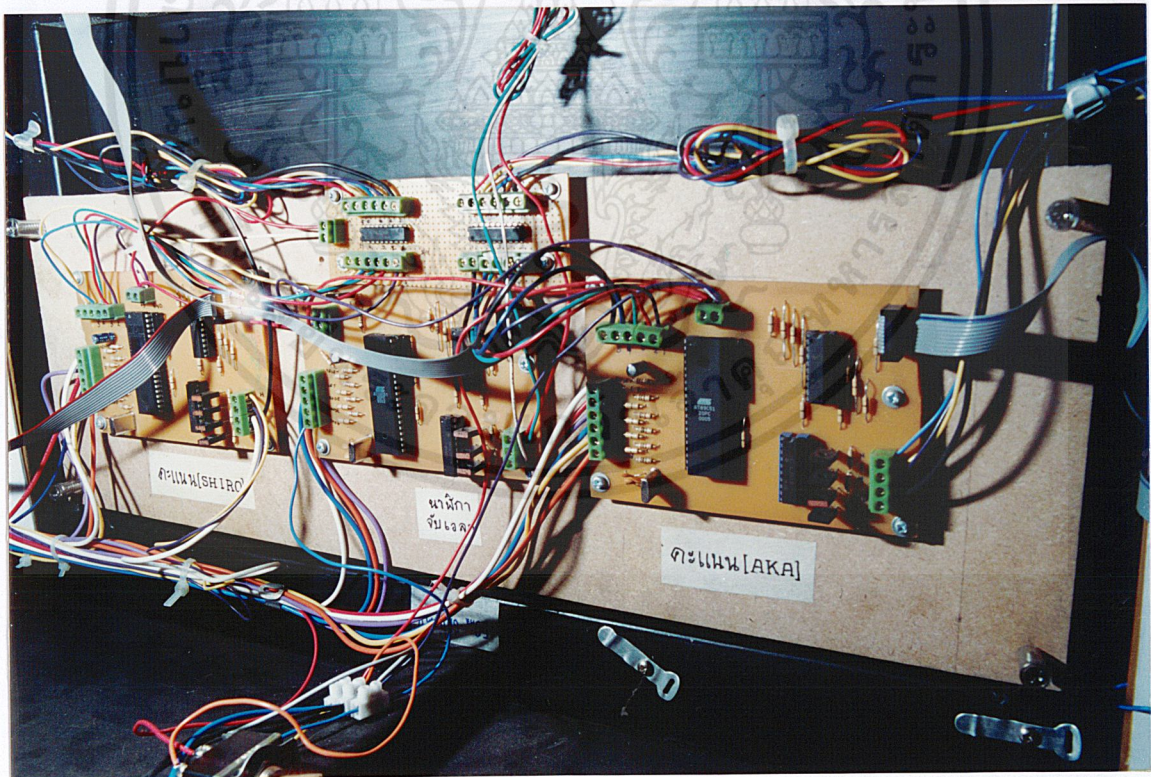
เนื่องจาก LED SUPER BRIGHT มีความสว่างมากจึงเลือกใช้งานที่แรงดัน 1.8 โวลต์ ซึ่งใช้กระแส 20 mA

สรุปผลการทดลอง

แรงดันของ LED คงตัวเมื่อถึงแรงดันค่าหนึ่ง ซึ่งไม่ว่าจะเพิ่มค่ากระแสให้มากก็ตาม เหมือนกับความสัมพันธ์ของระหว่างกระแสและแรงดันของไดโอด

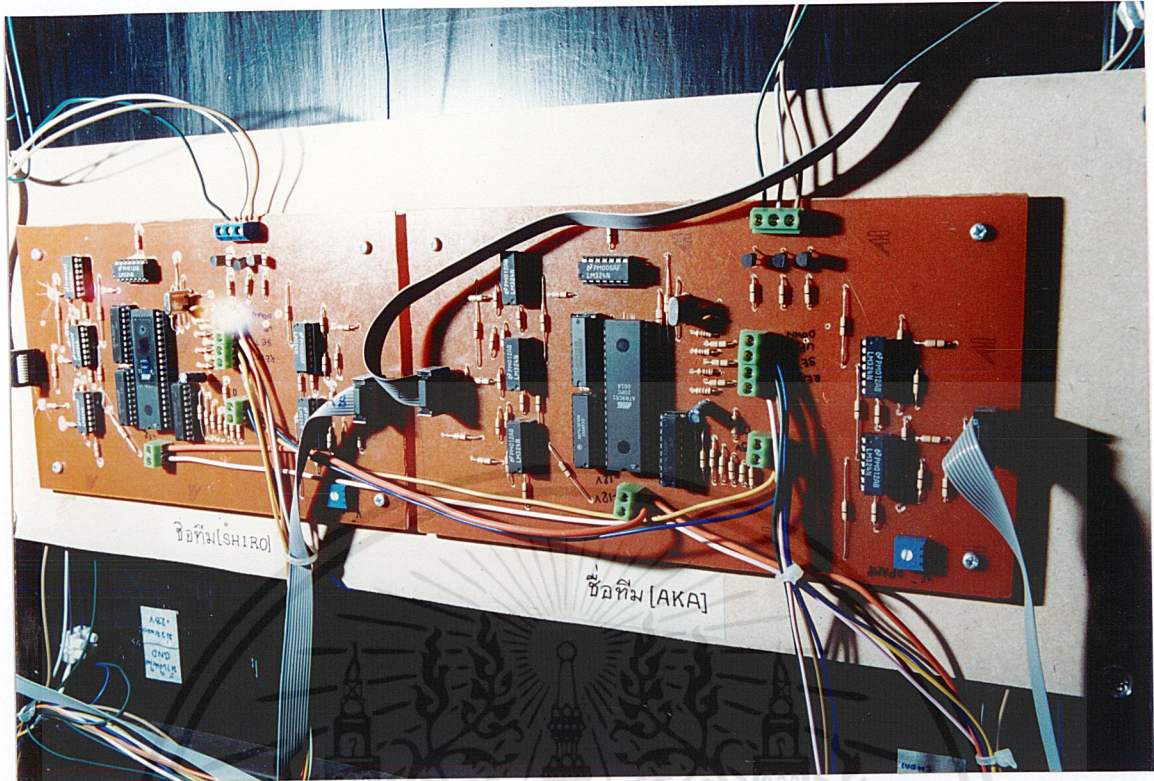


รูปที่ 4.1 แสดงการใช้งานสกอร์บอร์ด



รูปที่ 4.2 ก แสดงวงจรภายในสกอร์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ข แสดงวงจรภายในสกริปบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

สกอร์บอร์ดในโครงการนี้ได้ใช้งานจริงแล้วในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ เมื่อเดือน มกราคม 2543 ซึ่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ไม่มีปัญหาใดๆ โดยข้อผิดพลาดที่ผู้จัดทำพบและสรุปออกมาเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- 1) มีงานหลายอย่างที่ป็นในด้าน โครงสร้างซึ่งไม่สามารถทำเองได้เพราะรูปแบบที่ใช้จริง ฉะนั้น ด้านโครงสร้างจึง ได้ออกแบบแล้วให้บุคคลภายนอกทำให้
- 2) เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้จริงทำให้ต้องทำในรูปแบบที่สวยงามทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ
- 3) เป็นโครงการที่ใหญ่มากจึงทำงานได้ช้า
- 4) เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่ผู้จัดทำ ทำงานในเชิงพาณิชย์จึงมีปัญหาในด้านงบประมาณบ้าง เช่น การคำนวณราคาการผลิต
- 5) สกอร์บอร์ดที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่และหนักมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเคลื่อนย้าย

ซึ่งในโครงการนี้ทางผู้จัดทำคิดสามารถกระตุ้นนักศึกษาให้คิด โครงการในเชิงประยุกต์บ้าง เพื่อให้ภาคธุรกิจหันมาสนใจในผลงานวิจัยของนักศึกษามากกว่าปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กติกาการแข่งขันคาราเต้โต

- 1) พื้นที่การแข่งขันขนาด 8*8 เมตร
- 2) ผู้แข่งขันมีสองคนแบ่งเป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายแดง และ ฝ่ายขาว ซึ่งใน ภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า AKA และ SHIRO ตามลำดับ
- 3) ในการแข่งขันของฝ่ายชายจะใช้เวลา 3 นาที การแข่งขันฝ่ายหญิงใช้เวลา 2 นาที
- 4) เมื่อแข่งขันอยู่แล้วมีการตัดสินของกรรมการเกิดขึ้น จะมีการหยุดเวลา
- 5) จะมีการให้สัญญาณ 30 วินาทีก่อนหมดเวลา และ สัญญาณหมดเวลา
- 6) การให้คะแนน ในการแข่งขันจะตัดสินเมื่อฝ่ายใดได้คะแนน 6 คะแนนจะเป็นฝ่ายชนะ หรือเมื่อหมดเวลาให้ตัดสินว่า ฝ่ายใดคะแนนมากกว่า
- 7) ในการทำผิดกติกาทั้ง 3 อย่างคือ JOGAI , HANSOKU , MUBOBI นั้นมีการลงโทษตามจำนวนครั้งที่ทำผิดกติกาดังนี้
 - 1 ครั้ง ถูกเตือน
 - 2 ครั้ง ให้คะแนนฝ่ายตรงข้าม 1 คะแนน
 - 3 ครั้ง ให้คะแนนฝ่ายตรงข้าม 2 คะแนน
 - 4 ครั้ง ถูกปรับเป็นฝ่ายแพ้

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดของโปรแกรมนาฬิกา

```
ORG 0000H
MOV P1,#00H
MOV P2,#00H
MOV R0,#00H
SET: CALL DISPO
JNB P3.0,SET
CALL DELAY
SETT: JB P3.0,SETT
SEL: CALL DISPZ
JNB P3.1,SEL
CALL DELAY
SELT: JB P3.1,SELT

DISP1: MOV P0,#4FH
MOV P2,#80H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#40H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#20H
CALL DELAY
CALL DELAY

SW1: JNB P3.0,X1
CALL DELAY
SWT1: JB P3.0,SWT1
MOV R0,#00H
MOV R1,#00H
MOV R2,#03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JMP CLOCK1
X1: JNB P3.1,DISP1
XT1: JB P3.1,XT1
JMP DISP2
RET
```

```
DISP2: MOV P0,#5BH
MOV P2,#80H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#40H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#20H
CALL DELAY
CALL DELAY
```

```
SW2: JNB P3.0,X2
CALL DELAY
SWT2: JB P3.0,SWT2
MOV R0,#00H
MOV R1,#00H
MOV R2,#02H
JMP CLOCK2
X2: JNB P3.1,DISP2
XT2: JB P3.1,XT2
JMP DISP5
RET
```

```
*****
```

```
DISP5: MOV P0,#06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV P2,#80H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#4FH
MOV P2,#40H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#20H
CALL DELAY
CALL DELAY
```

```
SW5: JNB P3.0,X5
CALL DELAY
SWT5: JB P3.0,SWT5
MOV R0,#00H
MOV R1,#03H
MOV R2,#01H
JMP CLOCKS
X5: JNB P3.1,DISP5
XT5: JB P3.1,XT5
JMP DISP3
RET
```

```
DISP3: MOV P0,#3FH
MOV P2,#80H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#4FH
MOV P2,#40H
CALL DELAY
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV P2,#20H
CALL DELAY
CALL DELAY

SW3: JNB P3.0,X3
CALL DELAY

SWT3: JB P3.0,SWT3
MOV R0,#00H
MOV R1,#03H
MOV R2,#00H
JMP CLOCK3

X3: JNB P3.1,DISP3
XT3: JB P3.1,XT3
JMP DISP1
RET

DISP0: MOV P0,#01000000B
MOV P2,#11100000B
CALL DELAY
RET

DISPZ: MOV P0,#10111111B
MOV P2,#11100000B
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY
RET

CLOCK1:

MOV R7,#50D
ZON1: JNB P3.4,ZON1
CALL DELAY
ZZ1: JB P3.4,ZZ1
CALL DISP

```



DEC1: JNB P3.2,XXX1

CALL DELAY

DE1: JB P3.2,DE1

CALL DELAY

DEC11: CALL DISPQ1

JNB P3.2,DEC11

CALL DELAY

DE11: JB P3.2,DE11

CALL DISP

XXX1: DJNZ R7,ZON1

CJNE R1,#00H,MM1

CJNE R2,#00H,MM1

CJNE R0,#01H,MM1

CALL BESTOP

JMP mute1

MM1: CJNE R1,#03H,MUTE1

CJNE R2,#00H,MUTE1

CJNE R0,#01H,MUTE1G

MOV P1,#00000001B

CALL DELAY

JMP MUTE1

MUTE1G: CJNE R0,#00H,MUTE1

MOV P1,#00000000B

CALL DELAY

MUTE1: CALL DISP

CJNE R0,#00H,L10

MOV R0,#09H

CJNE R1,#00H,L11

MOV R1,#05H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R2,#00H,L12
JMP STOP

L10:
DEC R0
JMP CLOCK1

L11:
DEC R1
JMP CLOCK1

L12:
DEC R2
JMP CLOCK1

CLOCK2:
MOV R7,#50D
ZON2: JNB P3.4,ZON2
CALL DELAY
ZZ2: JB P3.4,ZZ2
CALL DISP

;*****
DEC2: JNB P3.2,XXX2
CALL DELAY
DE2: JB P3.2,DE2
CALL DELAY
DEC22: CALL DISPQ1
JNB P3.2,DEC22
CALL DELAY
DE22: JB P3.2,DE22
CALL DISP

;*****

XXX2: DJNZ R7,ZON2

```

```
CJNE R1,#00H,MM2
CJNE R2,#00H,MM2
CJNE R0,#01H,MM2
CALL BESTOP
JMP mute2
```

```
MM2: CJNE R1,#03H,MUTE2
CJNE R2,#00H,MUTE2
CJNE R0,#01H,MUTE2G
MOV P1,#00000001B
CALL DELAY
JMP MUTE2
```

```
MUTE2G: CJNE R0,#00H,MUTE2
MOV P1,#00000000B
CALL DELAY
```

```
MUTE2: CALL DISP
CJNE R0,#00H,L20
MOV R0,#09H
CJNE R1,#00H,L21
MOV R1,#05H
CJNE R2,#00H,L22
JMP STOP
```

```
L20: DEC R0
JMP CLOCK2
L21: DEC R1
JMP CLOCK2
L22: DEC R2
JMP CLOCK2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK5:

MOV R7,#50D

ZON5: JNB P3.4,ZON5

CALL DELAY

ZZ5: JB P3.4,ZZ5

CALL DISP

.*****

DEC5: JNB P3.2,XXX5

CALL DELAY

DE5: JB P3.2,DE5

CALL DELAY

DEC55: CALL DISPQ1

JNB P3.2,DEC55

CALL DELAY

DE55: JB P3.2,DE55

CALL DISP

.*****

XXX5: DJNZ R7,ZON5

CJNE R1,#00H,MM5

CJNE R2,#00H,MM5

CJNE R0,#01H,MM5

CALL BESTOP

JMP mute5

MM5: CJNE R1,#03H,MUTE5

CJNE R2,#00H,MUTE5

CJNE R0,#01H,MUTE5G

MOV P1,#0000001B

CALL DELAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JMP MUTE5

MUTE5G: CJNE R0,#00H,MUTE5

MOV P1,#60000000B

CALL DELAY

MUTE5: CALL DISP

CJNE R0,#00H,L50

MOV R0,#09H

CJNE R1,#00H,L51

MOV R1,#05H

CJNE R2,#00H,L52

JMP STOP

L50: DEC R0

JMP CLOCK5

L51: DEC R1

JMP CLOCK5

L52: DEC R2

JMP CLOCK5

CLOCK3:

MOV R7,#50D

ZON3: JNB P3.4,ZON3

CALL DELAY

ZZ3: JB P3.4,ZZ3

CALL DISP

DEC3: JNB P3.2,XXX3

CALL DELAY

DE3: JB P3.2,DE3

CALL DELAY

DEC33: CALL DISPQ1

JNB P3.2,DEC33
CALL DELAY
DE33: JB P3.2,DE33
CALL DISP

XXX3: DJNZ R7,ZON3

CJNE R1,#00H,MM3
CJNE R2,#00H,MM3
CJNE R0,#01H,MM3
CALL BESTOP
JMP mute3

MM3: CJNE R1,#03H,MUTE3
CJNE R2,#00H,MUTE3
CJNE R0,#01H,MUTE3G
MOV P1,#0000001B
CALL DELAY
JMP MUTE3

MUTE3G: CJNE R0,#00H,MUTE3
MOV P1,#0000000B
CALL DELAY

MUTE3: CALL DISP
CJNE R0,#00H,L30
MOV R0,#09H
CJNE R1,#00H,L31
MOV R1,#05H
CJNE R2,#00H,L32

JMP STOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

L30: DEC R0
JMP CLOCK3
L31: DEC R1
JMP CLOCK3
L32: DEC R2
JMP CLOCK3
;*****STOP*****
BESTOP: MOV P1,#0000001B
CALL DELAY
RET
STOP: MOV P1,#0000000B
CALL DELAY
MOV P0,#3FH
MOV P2,#1110000B
JMP STOP

FINISH: MOV P1,#0000000B
MOV P0,#3FH
MOV P2,#1110000B
JMP FINISH
;*****DISPLAY*****
DISP: MOV A,R0
INC A
CALL TABLE
MOV P0,A
MOV P2,#0010000B
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY

MOV A,R1
INC A

```

```
CALL TABLE
MOV P0,A
MOV P2,#01000000B
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY
CALL DELAY
```

```
MOV A,R2
INC A
CALL TABLE
MOV P0,A
MOV P2,#10000000B
RET
```

```
*****
```

```
DISPQ1: MOV A,R0
```

```
INC A
```

```
CALL TABLE
```

```
MOV P0,A
```

```
MOV P2,#00100000B
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
NOP
```

```
CALL DELAY1
```



```
MOV A,R1
INC A
CALL TABLE
MOV P0,A
MOV P2,#01000000B
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
```

```
CALL DELAY1
```

```
MOV A,R2
```

```
INC A
```

```
CALL TABLE
```

```
MOV P0,A
```

```
MOV P2,#10000000B
```

```
CALL DELAY1
```

```
RET
```

```
*****TABLE*****
```

```
ORG 0900H
```

```
TABLE: MOVC A,@A+PC
```

```
RET
```

```
DB 3FH,06H,5BH,4FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
```

```
*****DELAYX*****
```

```
DELAYX: CALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ MCS-51

```
TAR EQU 30H
ORG 0000H          MOV P0,#04H
SJMP START
ORG 23H           CALL DELAY1
LJMP SERIAL      MOV P0,#00H
                  JMP MAIN

START: MOV TMOD,#20H
MOV SCON,#52H    GO2: CJNE A,#100,GO3
MOV TH1,#0FDH    MOV P0,#10H
SETB TR1         CALL DELAY
MOV IE,#10010000B MOV P0,#00H
MOV P0,#00H      JMP MAIN
MOV P1,#00H
MOV P2,#00H      GO3: CJNE A,#101,GO4
                  MOV P0,#20H
MAIN: MOV A,TAR   CALL DELAY
CJNE A,#97,GO    MOV P0,#00H
MOV P0,#01H      JMP MAIN
CALL DELAY
MOV P0,#00H      GO4: CJNE A,#102,GO5
JMP MAIN        MOV P0,#40H
                  CALL DELAY
GO: CJNE A,#98,GO1 MOV P0,#00H
MOV P0,#8AH      JMP MAIN
MOV P1,#08H
MOV P2,#04H      GO5: CJNE A,#103,GO6
CALL DELAY       MOV P1,#01H
MOV P0,#00H      CALL DELAY
MOV P1,#00H      MOV P1,#00H
MOV P2,#00H      JMP MAIN
JMP MAIN

GO1: CJNE A,#99,GO2 MOV P1,#02H
GO6: CJNE A,#104,GO7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

MOV P2,#01H
CALL DELAY
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO7: CJNE A,#105,GO8

MOV P1,#04H
CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

GO13: CJNE A,#111,GO14

MOV P2,#02H
CALL DELAY1
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO8: CJNE A,#106,GO9

MOV P1,#10H
CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

GO14: CJNE A,#112,GO15

MOV P2,#08H
CALL DELAY
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO9: CJNE A,#107,GO10

MOV P1,#20H
CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

GO15: CJNE A,#113,GO16

MOV P2,#10H
CALL DELAY
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO10: CJNE A,#108,GO11

MOV P1,#40H
CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

GO16: CJNE A,#114,GO17

MOV P2,#20H
CALL DELAY
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO11: CJNE A,#109,GO12

MOV P1,#80H
CALL DELAY
MOV P1,#00H
JMP MAIN

GO17: CJNE A,#115,GO18

MOV P2,#40H
CALL DELAY
MOV P2,#00H
JMP MAIN

GO12: CJNE A,#110,GO13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GO18: CJNE A,#116;GO19

MOV P2,#80H

CALL DELAY

MOV P2,#00H

GO19: JMP MAIN

DELAY: MOV R3,#20H

DERAY: MOV R4,#20H

DEL: MOV R5,#20H

DJNZ R5,\$

DJNZ R4,DEL

DJNZ R3,DERAY

RET

DELAY1:MOV R0,#10H

DERAY1:MOV R1,#10H

DEL1: MOV R2,#10H

DJNZ R2,\$

DJNZ R1,DEL1

DJNZ R0,DERAY1

RET

SERIAL:CLR RI

MOV A,SBUF

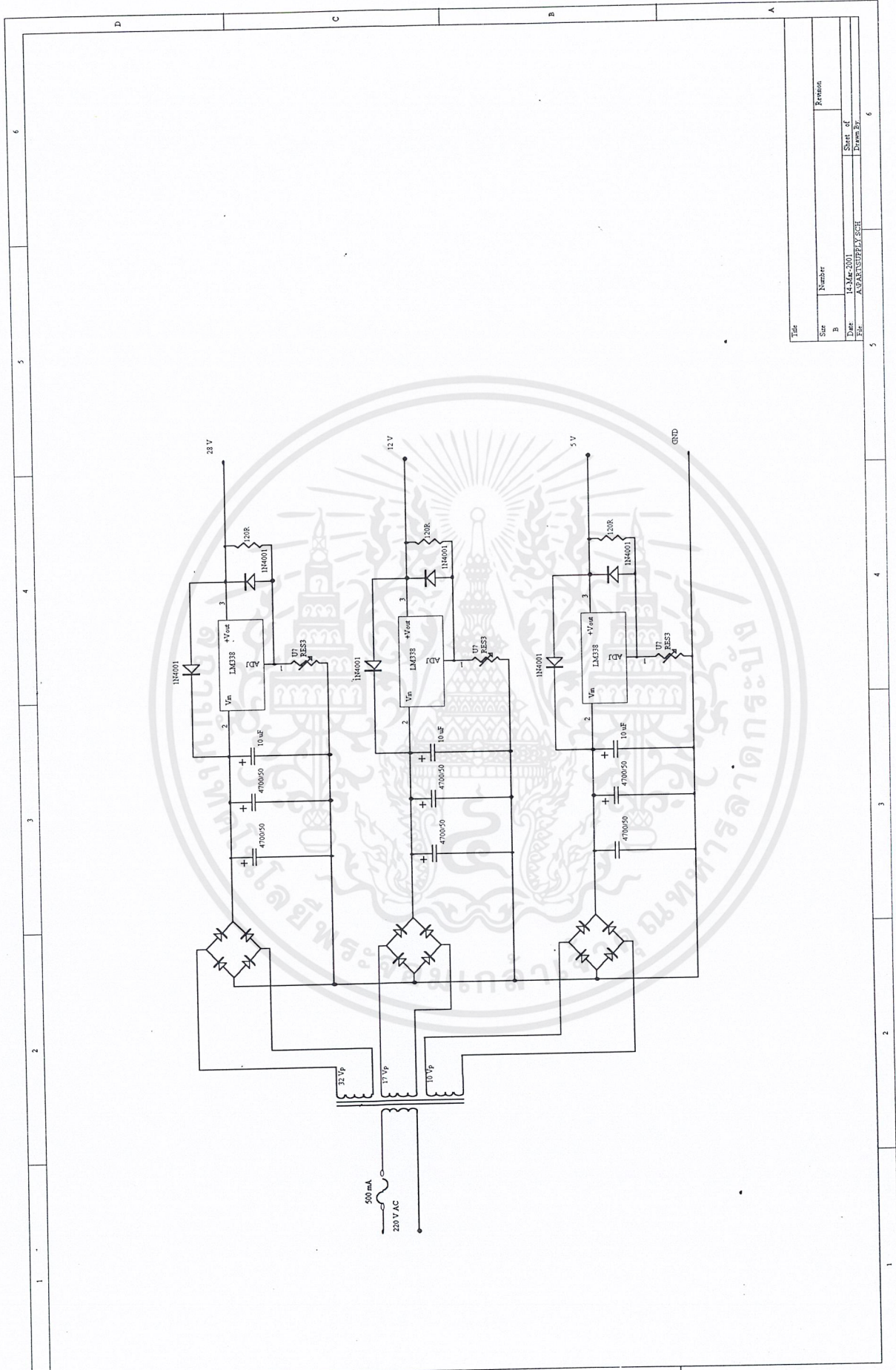
MOV TAR,A

RETI

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		Revision	
Size	Number		
B			
Date	Drawn By	Sheet of	Drawn By
14.04.2001	ANAN SUPPLY SCH	6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานเรื่อง สกอร์บอร์ดคาราเต้-โด (KARATE-DO SCOREBOARD) ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความเอื้อเฟื้อในด้านต่าง ๆ จาก อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษา และแนะแนวทาง ในการทำงานและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และสมาคมคาราเต้-โดแห่งประเทศไทย ที่ให้ความสนับสนุนในด้านการเงิน รวมถึงเพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการจัดทำรายงาน จนสำเร็จเป็นชิ้นงานลงได้ด้วยดี

.....
(นาย ชุมสาย ประเสนมุล)

.....
(นาย ชุศักดิ์ ศรีมาดี)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ประเมษฐ์ ประยานันท์, ปิยพงศ์ เผ่าวิช,
“คู่มือและการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”,
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)
2. สุนทร วิฑูรสุรพจน์, “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051”,
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้