สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บอร์ดแสดงผลข้อความ

TEXT DISPLAY BOARD.

T103985

โดย

นายวรรณชัย	เครื่องชัย	รหัสประจำตัว	49015159
นางสาววิไลลักษณ์	จันทรา	รหัสประจำตัว	49015163
นายเศกสรรค์	ไชยดำ	รหัสประจำตัว	49015167

ปร
ว224ป
2551
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103985
วัน,เดือน,ปี 28 ต.ค. 2552
.b 12106264
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดแสดงผลข้อความ

TEXT DISPLAY BOARD.

โดย

นายวรรณชัย	เครื่องชัย	รหัสประจำตัว	49015159
นางสาววิไลลักษณ์	จันทรา	รหัสประจำตัว	49015163
นายเศกสรรค์	ไชยดำ	รหัสประจำตัว	49015167

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2551

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง บอร์ดแสดงผลข้อความ

ผู้จัดทำ	นายวรรณชัย	เครื่องชัย	รหัสประจำตัว	49015159
	นางสาววิไลลักษณ์	จันทรา	รหัสประจำตัว	49015163
	นายเศกสรรค์	ไชยดำ	รหัสประจำตัว	49015167

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดแสดงผลข้อความ

นายวรรณชัย เครื่องชัย รหัสประจำตัว 49015159
นางสาววิไลลักษณ์ จันทรา รหัสประจำตัว 49015163
นายเศกสรรค์ ไชยดำ รหัสประจำตัว 49015167
อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแสดงข้อความผ่านทางบอร์ดแสดงผล LED โดยพัฒนารูปแบบของการแสดงข้อมูลลงบนบอร์ดแสดงผลแบบจุด (Dot Matrix Display Board) โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมข้อความที่ต้องการจะถูกแปลงเป็นรหัสและทำการประมวลผลรหัสที่ได้รับมาสร้างเป็นตัวอักษรตามแบบของรหัสข้อความที่ได้รับ ซึ่งภายในบอร์ดแสดงผล LED จะประกอบด้วยวงจร 2 วงจรคือ วงจรรักษาระดับข้อมูล และวงจรขับกระแส โดยที่บอร์ดแสดงผล LED มีขนาด 256 x 48 ดวง จำนวนหลอด LED 12,288 ดวง สามารถเปล่งแสงได้ 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีส้ม หลักการที่สำคัญในการทำงานของบอร์ดแสดงผล LED คือการให้จังหวะในการปล่อยข้อมูล และการติดดับของ LED ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์กันและความเร็วที่ใช้จะต้องเป็นความเร็วที่สายตามนุษย์จับไม่ทันจึงจะสามารถทำให้มองเห็นข้อความที่แสดงผลออกมามีความต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลาตามที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXT DISPLAY BOARD.

MR.WANNACHAI KRUENGCHAI ID.49015159
MISS.WILAILUK JANTRA ID.49015163
MR.SAKSUN CHAIDAM ID.49015167
MR.CHINNAPAT NANTAJIWAKORNCHAI ADVISOR.

ABSTRACT

Presented in this thesis is the studying an implementing of message display on LED Display Board. By the used of microcontroller, text message were transformed into display pattern in memory and another microcontroller send this display pattern into the display board row by row. The display board composes of 12,288 LEDs arranged in 256 columns by 48 rows matrix. Each LED can emit three colors, which are red green and orange. The most important method for these type of display technique are sequential logic circuits and driver current circuits. Because of the scan speed of all display rows must be faster than the perception of human's eyes. So that it can be seen as all rows display at the same time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่อง บอร์ด LED แสดงผลข้อความสั้น จะประสบความสำเร็จลงไม่ได้หากขาดผู้ที่มีอุปการคุณทุกท่านที่ให้ เงินทุน อุปกรณ์ เครื่องมือ คำแนะนำ และคำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย ที่ให้คำปรึกษาความรู้ในทุกๆ เรื่องที่เกี่ยวกับการทำโครงงานชิ้นนี้

นายวรรณชัย เครื่องชัย
นางสาววิไลลักษณ์ จันทรา
นายเสกสรรค์ ไชยดำ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่1 บทนำ	
ความมุ่งหมายของโครงงาน	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
ขอบเขตของโครงงาน	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน	3
บทที่2 ทฤษฎี	
2.1 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode: LED)	4
2.2 การขับ LED ด้วยวิธีแบบสแตติกและแบบมัลติเพล็กซ์	9
2.3 การสแกน	9
2.4 SERIAL COMMUNICATION	10
2.5 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	12
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์	13
บทที่3 การออกแบบ	
3.1วงจรหลัก	23
3.2 วงจรหน่วยความจำภายนอก	24
3.3 วงจรเก็บข้อมูล	26
3.4 วงจรSHIFT ข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนาน	27
3.5 วงจรรักษาระดับข้อมูล	28
3.6 วงจรขับกระแส	28
3.7 แผง LED แสดงผล	29
3.8 หลักการการสแกน	30
3.9 ตัวอย่างตัวอักษรและรหัส	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 แผงผังการทำงานของโปรแกรม 34

บทที่4 การทดลอง

4.1 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ 35

4.2 ชุดเก็บข้อมูล 36

4.3 ชุดขับกระแส 36

4.4 ชุดแผงแสดงผล LED DISPLAY 37

บทที่5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลองและเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

บทที่ 1

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของวงจรโดยรวม 2

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 แสดงการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน 5

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของ LED ในรูปแบบต่างๆ 5

รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายในของ LED 6

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการแปล่งแสงของ LED 6

รูปที่ 2.5 แสดงแถบพลังงานของ LED 6

รูปที่ 2.6 แสดงการมองเห็นแสงของ LED ในย่านความยาวคลื่นต่างๆ 7

รูปที่ 2.7 แสดงรูป DOT MATRIX LED ที่นำมาใช้เป็น Display Board ในโครงงาน 8

รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม 10

รูปที่ 2.9 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมแบบ DB-9 11

รูปที่ 2.10 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์โดยใช้สัญญาณเพียง 3 เส้น 11

รูปที่ 2.11 Block Diagram AT89C52 13

รูปที่ 2.12 การจัดวางขาของ AT89C52 14

รูปที่ 2.13 แสดงวงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 18

รูปที่ 2.14 วงจรพูลอัพภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 19

รูปที่ 2.15 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 20

รูปที่ 2.16 Flash Programming VPP = 5V 21

รูปที่ 2.17 External Data Memory Write Cycle 21

รูปที่ 2.18 External Data Memory Read Cycle 22

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 วงจรหลัก 23

รูปที่ 3.2 Block diagram CY 6264 Static Ram 24

รูปที่ 3.3 การอ่านข้อมูลจากแรม 24

รูปที่ 3.4 (ก) การขียนข้อมูลควบคุมโดยขา WE 25

(ข) การขียนข้อมูลควบคุมโดยขา CE

รูปที่ 3.5 วงจรเก็บข้อมูล 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แสดงขาการใช้งานขาต่างๆของ MC14094 27
รูปที่ 3.7 Timing Diagram ของ MC14094 27
รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของวงจรรักษาระดับข้อมูล 28
รูปที่ 3.9 วงจรขับกระแส 29
รูปที่ 3.10 การจัดวาง LED Dot matrix ขนาด 8 x 8 29
รูปที่ 3.11 วงจรภายในของ LED 2 สี แบบอาโนดร่วม (Common Anode) 30
รูปที่ 3.12 การสแกน 30
รูปที่ 3.13 อักษร A. 31
รูปที่ 3.14 อักษร ก. 32
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของโปรแกรม 34
บทที่ 4
รูปที่ 4.1 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ 35
รูปที่ 4.2 วงจรเก็บข้อมูล 36
รูปที่ 4.3 วงจรขับกระแสที่อยู่ในแผง LED 36
รูปที่ 4.4 บอร์ดแสดงผล LED 37
บทที่ 5
รูปที่ 5.1 แสดงผลตัวอักษร A. 38
รูปที่ 5.2 แสดงผลตัวอักษร ก. 39
รูปที่ 5.3 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีแดง) 39
รูปที่ 5.4 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีเขียว) 40
รูปที่ 5.5 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีส้ม) 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของพอร์ต 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel 17

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ MC14094 27

ตารางที่ 3.2 รหัสอักษร A และอักษร ก 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เพราะปัจจุบันเป็นโลกของข่าวสารข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียวกันทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านธุรกิจและการโฆษณา ดังนั้นในปัจจุบันจึงต้องการสื่อที่สามารถแสดงข่าวสารข้อมูลต่างๆ เพื่อให้สามารถดึงดูดความสนใจและสามารถสื่อสารให้ทุกคนได้เข้าใจในข้อมูลข่าวสารนั้นๆ

กระดานหรือแผ่นป้ายแสดงข่าวสาร (Display Board) เป็นอีกสื่อหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งสามารถพบเห็นได้ตามแหล่งชุมชน ย่านธุรกิจ ศูนย์การค้า โรงพยาบาลและตามบริษัทห้างร้านต่างๆ ซึ่งในอดีตยังคงใช้ระบบการแสดงข้อมูลแบบเป็นเซเวนเซกเมนต์ (7-Segment) และต่อมาจึงมีการพัฒนาเป็นแบบจุดแสดงผล (Dot Matrix Display) ซึ่งจะมีความละเอียดของภาพมากกว่าแบบเดิม

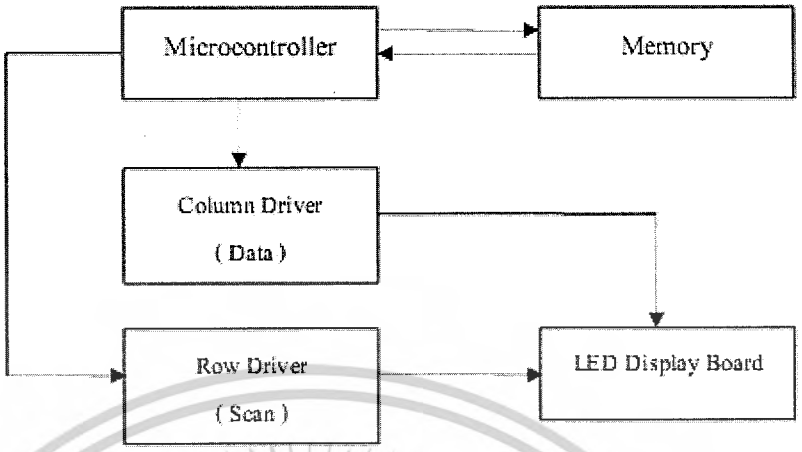
การแสดงผลจะแสดงเป็นอักษรภาษาอังกฤษ อักษรภาษาไทย ตัวเลข สามารถเลือกสีของตัวอักษรหรือสีพื้นได้

นอกจากนี้แล้วปัจจุบันป้ายโฆษณาที่มีลักษณะเป็นตัวอักษรเลื่อนก็เป็นที่นิยม จึงทำให้สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้พบเห็นได้มากกว่าป้ายโฆษณาทั่วๆ ไป

ความมุ่งหมายของโครงงาน

ในโครงงานนี้ เราจึงนำหลอด LED ชนิด Dot Matrix ขนาด 8 x 8 มาประยุกต์ใช้มาทำเป็นบอร์ดแสดงผลแบบจุด (Dot Matrix Display Board) เป็นบอร์ดแสดงข่าวสาร ซึ่งจะได้เปรียบบอร์ดแสดงข่าวสารแบบเก่าที่สามารถแสดงข้อมูลได้เพียงรูปแบบเดียวที่เป็นการแสดงผลแบบตัวเลขหรือตัวอักษร โดยใช้การควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และยังเป็นการศึกษาการทำงานของวงจรที่ใช้ในการแสดงผลอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของวงจรโดยรวม

โครงงานที่ทำมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

ส่วนแสดงผล (Display Board)

ส่วนตัวขับ (Driver Board)

ส่วนควบคุมและประมวลผล (Microcontroller)

ส่วนหน่วยความจำ (Memory)

ในโครงงานนี้ก็จะเป็นการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ คือ ส่วนของตัวบอร์ดที่ใช้แสดงซึ่งจะทำออกมาเป็นชิ้นงานส่วนแสดงผล 1 บอร์ด ขนาดความละเอียด 16 x 32 จุด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการแสดงผล และในส่วนของซอฟแวร์จะทำการเขียนโปรแกรมที่จะใช้ควบคุมการแสดงผล 1 บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับการแสดงผลโดยใช้ LED
2. สามารถเรียนรู้การทำงานตลอดจนการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51
3. สามารถควบคุมการออกแบบ โดยใช้ภาษาแอสแซมบลีได้
4. สามารถออกแบบวงจรดิจิตอลพื้นฐานได้

ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาลักษณะรหัสตัวอักษรที่ใช้ในการจัดเก็บ เพื่อใช้ในการออกแบบ
2. ใช้ภาษาแอสแซมบลีในการเขียนโปรแกรม
3. ทำการจัดเก็บข้อมูลตัวอักษรที่ได้จากมาเก็บไว้ใน RAM ก่อนที่ส่งข้อมูลไปยัง LED Display Board
4. สามารถแสดงข้อความออกที่ LED Display Boardได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

1. สามารถพัฒนาความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้งานจริงในการประดิษฐ์บอร์ดแสดงผล LED
2. สามารถใช้งานบอร์ดแสดงผล LED ในการสื่อสารได้จริง
3. เข้าใจถึงทฤษฎีต่างๆ ในการออกแบบวงจรดิจิตอล
4. เข้าใจลักษณะข้อความและการจัดเก็บ
5. เข้าใจการเขียนโปรแกรม Keil ในการออกแบบ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

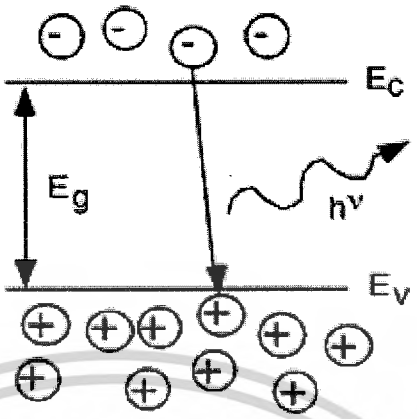
บทที่ 2
ทฤษฎี

ในโครงงานนี้ก็จะเป็นการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ คือ ส่วนของตัวบอร์ดที่ใช้แสดงซึ่งจะทำออกมาเป็นชิ้นงานส่วนแสดงผล และไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการแสดงผล

2.1 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode: LED)

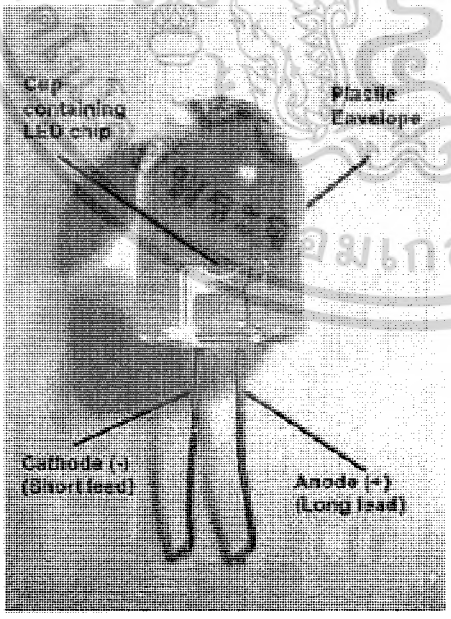
LED ย่อจาก Light Emitting Diodes มีให้เห็นได้ทั่วไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางครั้งคุณเห็นได้ในนาฬิกาดิจิตอล รีโมทคอนโทรล หน้าปัดอุปกรณ์ไฟฟ้า โทรทัศน์จัมโบ้ หรือแม้แต่ไฟจราจรตามสี่แยก เป็นต้น ที่จริงแล้วหลอด LED คือ หลอดไฟขนาดเล็กแต่มีหลักการทำงานแตกต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะว่าไม่มีการเผาไส้หลอด ดังนั้นหลอด LED จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำซึ่งเป็นวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ในการทำทรานซิสเตอร์ไดโอดเปล่งแสงเป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง การเปล่งแสงเกิดขึ้นเมื่อพาหะคายหรือปลดปล่อยพลังงานออกมาเพื่อลดระดับลงไปอยู่ที่ระดับพลังงานต่ำกว่าการปลดปล่อยพลังงานนี้ เรียกว่า “ Band to band Transition ” จะมีโอกาสเกิดได้สูงในกรณีที่สารกึ่งตัวนำนั้นเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด “ Direct band gap semiconductor ” เช่น GaAs แสงเกิดขึ้นจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากอะตอม แสงเป็นโฟตอนที่มีพลังงานและโมเมนตัม ดังนั้นจึงเป็นอนุภาคชนิดหนึ่งภายในอะตอมอิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียและมีวงโคจรหลายวงแต่ละวงมีพลังงานแตกต่างกันวงนอกมีพลังงานมากกว่าวงใน ถ้าอะตอมได้รับพลังงานจากภายนอกอิเล็กตรอนจะกระโดดจากวงโคจรในออกสู่วงโคจรนอกในทางกลับกันถ้าอิเล็กตรอนกระโดดจากวงโคจรนอกเข้าสู่วงโคจรในมันจะปลดปล่อยพลังงานออกมาและพลังงานนี้ก็คือแสงนั่นเอง

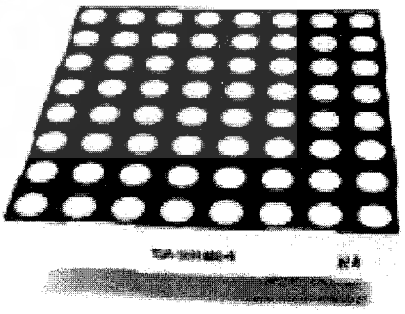
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน

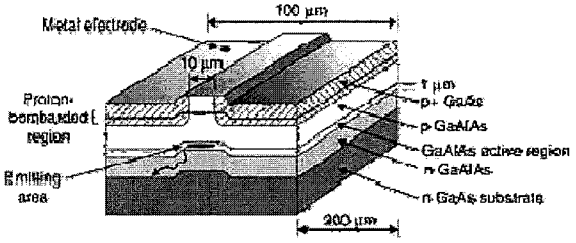
ขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปที่โฮลของสาร P อิเล็กตรอนจะตกจากวงโคจรสูงหรือแถบนำไฟฟ้าไปสู่วงโคจรต่ำหรือแถบวาเลนซ์ มันจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตรอนปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับไดโอดทุกชนิด แต่ที่คนสามารถเห็นแสงได้ก็ต่อเมื่อความถี่ของพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองเห็นได้ ดังเช่นไดโอดที่ทำจากซิลิคอนซึ่งมีช่วงของแถบพลังงานแคบทำให้ได้โฟตอนความถี่ต่ำเป็นความถี่ที่ตามองเห็นได้อย่างไรก็ตามความถี่ที่ตามองไม่เห็นก็มีประโยชน์ไม่น้อย ยกตัวอย่างเช่น ช่วงอินฟราเรดสามารถนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรล เป็นต้น



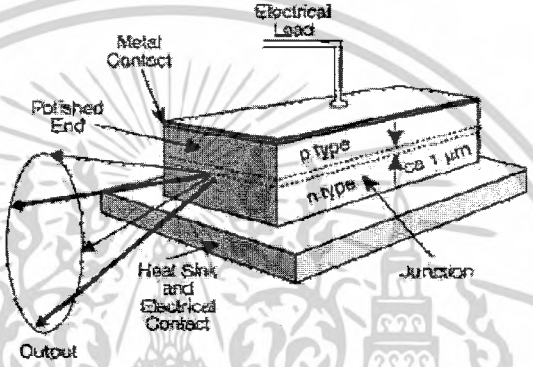


รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของ LED ในรูปแบบต่างๆ

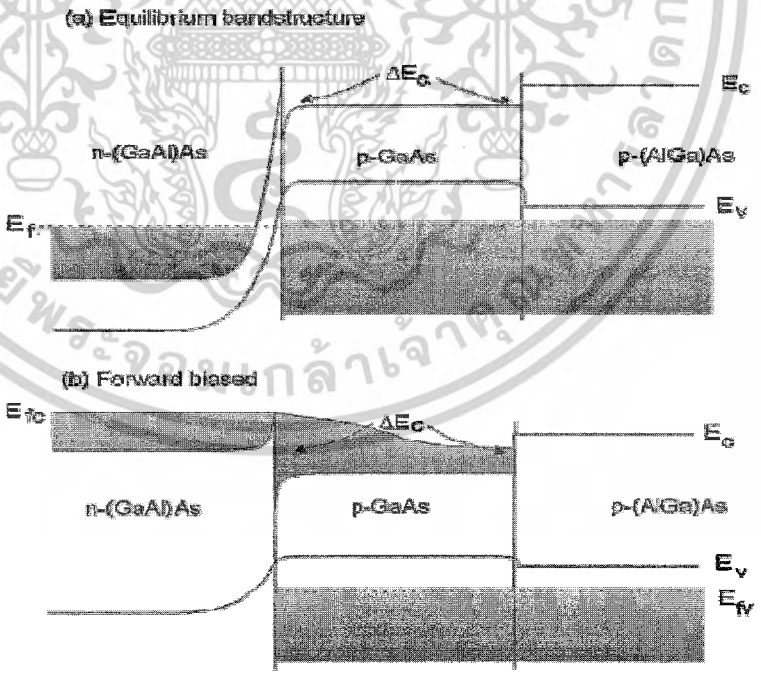
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างภายในของ LED



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการแปลงแสงของ LED



รูปที่ 2.5 แสดงแถบพลังงานของ LED

(a) เมื่อไม่มีการป้อนศักดาไฟฟ้าให้ LED (b) เมื่อมีการจ่ายศักดาไฟฟ้าให้ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

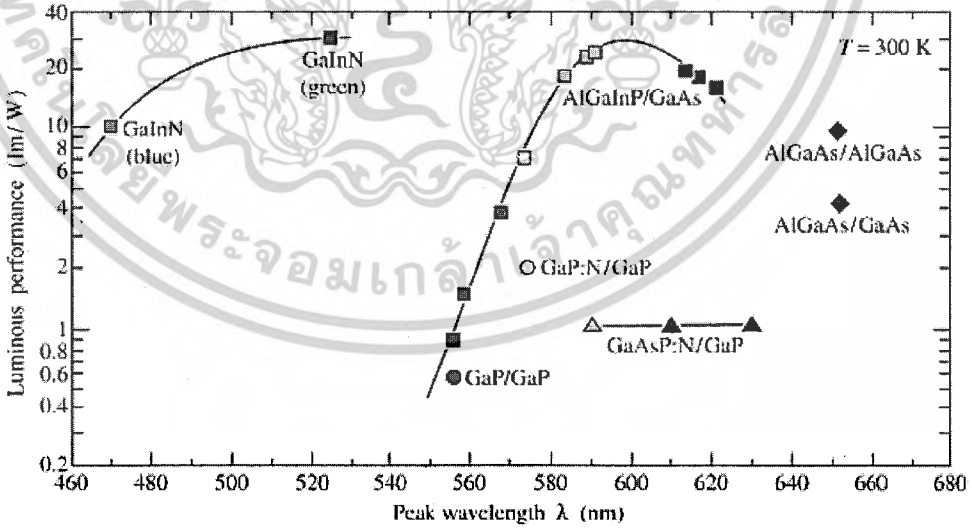
เงื่อนไขที่สำคัญของสารกึ่งตัวนำที่จะมาทำเป็น LED ที่เปล่งแสงในย่านที่ตามองเห็นมี 3 ประการ คือ

1.) ต้องเป็นสารกึ่งตัวนำประเภท Direct band gap

2.) ขนาดของ EG ต้องอยู่ระหว่าง 1.77eV - 3.10eV

3.) สามารถทำเป็นโครงสร้างของรอยต่อ P-N ได้จากเงื่อนไขข้างต้น LED ที่ผลิตขายกันมักสร้างมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทอัลลอย

ประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงด้วยค่า η ซึ่งเรียกว่า " External efficiency " ถูกนิยามด้วยอัตราส่วนระหว่างกำลังงานของแสงด้านเอาท์พุตกับกำลังงานด้านอินพุตการวัดความเข้มแสงแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แบบเรดิโอมีทรี (Radiometry) และแบบโฟโต้มีทรี (Photometry) โดยการวัดแบบเรดิโอมีทรี เป็นการวัดพลังงานที่เปล่งออกมาทุกความยาวคลื่นแสงในขณะที่การวัดแบบโฟโต้มีทรีจะวัดความสว่างที่ปรากฏที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเท่านั้น โดยทั่วไปตาคนเราจะมองเห็นได้ดีในช่วงความยาวคลื่นแสง (Light Wavelengths) จาก 380nm – 740nm หน่วยวัดความเข้มแสงนั้นในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายหน่วย แต่ที่พบมากคือหน่วยลูเมนส์ (Lumens) โดยหน่วยนี้จะวัดคลื่นแสงทุกความยาวคลื่นอีกหน่วยคือ หน่วยแคนเดลา (Candelas) หรือ cd หน่วยนี้วัดเฉพาะความเข้มแสงที่ตามองเห็นได้เท่านั้น ดังนั้นโดยทั่วไปสำหรับการวัดความเข้มแสงของจอแสดงผลใดๆจึงมักใช้หน่วย cd หรือ mcd ในการบอกถึงปริมาณของแสงที่ผู้ใช้หรือผู้มองภาพจะสามารถมองเห็น



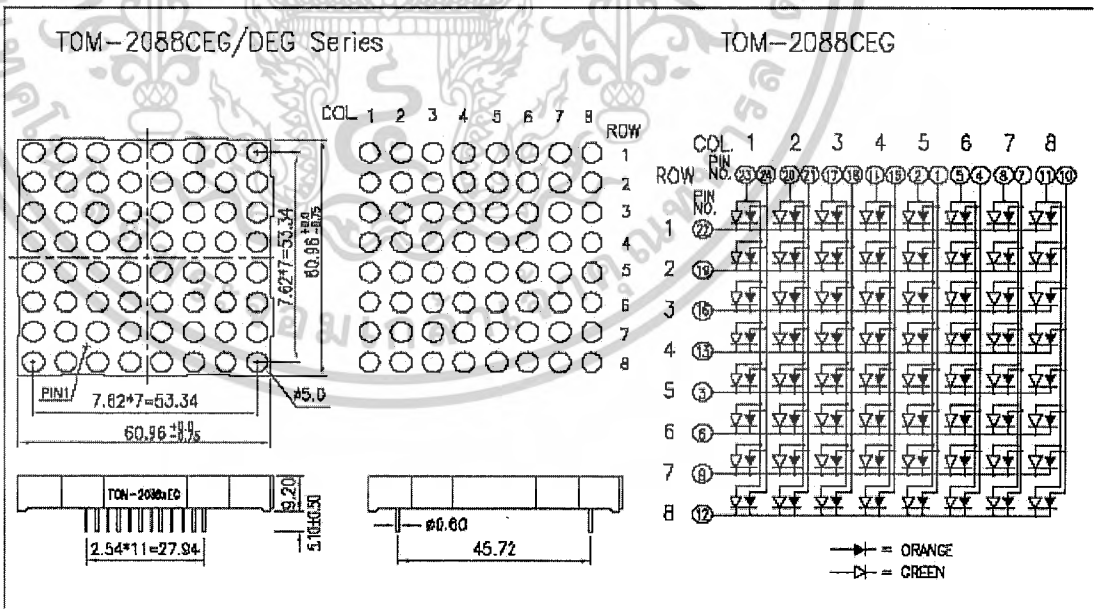
รูปที่ 2.6 แสดงการมองเห็นแสงของ LED ในย่านความยาวคลื่นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการผลิตโมดูล LED เหล่านี้ LED ชิปหลายๆตัวจะถูกนำมาติดตั้งบนลีดเฟรมเดียวกัน หรือไม่ก็ใช้เป็นวงจรพิมพ์ (PCB) โดย LED แบบโมดูลที่ผลิตขึ้นมามี 2 ประเภทให้เลือกใช้งาน คือ แบบ CA (Common Anode) หรือแบบ CC (Common Cathode)

สำหรับในโครงงานนี้จะใช้ LED ชนิด DOT MATRIX LED แบบ 3 สี ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

- เป็นหลอด LED ที่มีความสว่างน้อย ประมาณ 20 mcd (มิลลิแคนเดลลา)
- เป็นหลอด LED ขนาด 8 จุด x 8 จุด ใน 1 เซกเมนต์ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. และมีระยะห่างระหว่างดวงไฟ 7.62 ม.ม.
- เปล่งแสงได้ 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีส้ม
- มีมุมมองของแสงมากกว่า 120 องศา



รูปที่ 2.7 แสดงรูป DOT MATRIX LED ที่นำมาใช้เป็น Display Board ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การขับ LED ด้วยวิธีแบบสแตติกและแบบมัลติเพล็กซ์

ในการขับ LED พร้อมกันหลายๆตัว อย่างเช่น โมดูล LED มี 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบสแตติก (Static drive) เป็นวิธีที่ง่ายโดยการขับ LED แต่ละดวงจะแยกอิสระจากกันโดยการต่อตัวต้านทานตัวหนึ่งเข้ากับแหล่งจ่ายแรงดันหรือแหล่งจ่ายกระแสคงที่มาทำการป้อนฟอร์เวิร์ดไบแอสให้กับ LED LED ก็จะติดสว่างได้ตามต้องการ เราเรียกว่า Static เพราะว่ามีกระแสไหลผ่าน LED อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเหมาะสำหรับการขับ LED ไม่กี่ตัว LED ทั่วไปมีความสว่างปกติต้องการกระแสประมาณ 2 mA ซึ่งเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่จะสามารถขับกระแสนี้ให้กับ LED ได้โดยตรง

2.2.2 แบบมัลติเพล็กซ์ (Multiplex drive) หรือการขับแบบพัลส์ (Pulse drive) เป็นการลดความยุ่งยากของวงจรโดยทำการป้อนกระแสไฟไบแอสให้กับ LED ในแต่ละเซกเมนต์เพียงกลุ่มหนึ่ง (เพื่อให้แสดงผลสมบูรณ์ในหน่วยนั้นๆ) ในแต่ละช่วงเวลาสั้นๆแล้วจึงค่อยเลื่อนไปไบแอสให้กับ LED เซกเมนต์ในกลุ่มต่อไป อย่างไรก็ตามการไบแอสแบบให้ดวงไฟติดสว่างในระยะเวลาสั้นๆ ต้องมีคาบในการติดสว่างซ้ำ (Repetition rate) ที่รวดเร็วเพียงพอจนสายตามนุษย์มองเห็นเหมือนแสงสว่างนั้นติดตลอดเวลา เนื่องจากตาคนเรานั้นไม่สามารถแยกแยะการกระพริบของไฟที่รวดเร็วมากๆได้ อีกประการหนึ่งคือตาคนเรามักจะอ่านและจำในตำแหน่งที่หลอดไฟดวงนั้นสว่างมากที่สุด ดังนั้นถ้ามีการกระพริบที่เร็วพอเราจะเห็นความสว่างของหลอดไฟนั้นติดต่อเนื่องโดยมาจากการเฉลี่ยค่าความสว่างนั่นหมายความว่าถ้าเราป้อนพัลส์ที่มีค่าดิวตี้ไซเกิล (Duty cycle) ต่ำแต่มีความเข้มแสงสูงเมื่อทำการมองเห็นหลอดไฟติดสว่างมากกว่าเมื่อเทียบกับการป้อนกระแสตรงดังนั้นประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการขับ LED แบบมัลติเพล็กซ์ คือ การปรับปรุงเรื่องความเข้มแสงในการแสดงผลของจอแสดงผลในขณะที่สิ้นเปลืองพลังงานโดยเฉลี่ยต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากัน

2.3 การสแกน

ภาพที่เราเห็นหรือตัวอักษรต่างในป้ายโฆษณานั้น จะประกอบไปด้วยจุดเล็กๆ จำนวนหนึ่งที่ทำให้เกิดขึ้นโดยเส้นแนวนอนและแนวตั้ง โดยจะแบ่งออกเป็นส่วนๆส่วนละเท่าๆกัน จุดเหล่านี้ก็คือ LED หนึ่งดวงนั้นเอง การที่เราจะมองเห็นว่าเป็นภาพได้ ก็คือการควบคุมให้ LED เหล่านี้สว่างติดตามต้องการ แต่เราไม่สามารถทำให้ LED เหล่านี้สว่างติดได้ตลอดเวลาได้ ดังนั้นจึงต้องใช้เทคนิคในการสแกนและการจะทำให้มองเห็นแสงเอาท์พุทเป็นแสงต่อเนื่องได้จะต้องป้อนกระแสพัลส์มีความถี่มากกว่า 30 Hz ตาคนเราจึงจะมองเห็นแสงเอาท์พุท LED เป็นแสงต่อเนื่อง แต่ถ้าเราต้องการให้เห็นเป็นภาพต่อเนื่องหรือตัวอักษรวิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นการกระพริบได้เลยเราควรป้อนพัลส์ที่มีความถี่ประมาณ 50 - 60 Hz จึงจะไม่เห็นภาพเกิดการพลิ้วและหน้าที่ของการสแกนก็คือการเลือก LED ที่สว่างติดให้ได้ภาพที่ชัดเจนตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกนหมายถึง จำนวนเส้นการสแกนต่อหนึ่งภาพและจำนวนที่ส่งออกไปต่อวินาที ถ้าเราส่งจำนวนต่อวินาทีมากมายเท่าไรการกระพริบของภาพก็จะลดลงเท่านั้น

2.3.1 การสแกนทางแนวตั้ง (Column Scan)

การสแกนทางแนวตั้งจะทำการส่งข้อมูลออกไปตามแนวนอน โดยส่งข้อมูลตัวที่ 1 ออกไปให้กับ Buffer ตัวแรกใน Column แล้วให้คอลัมน์ที่ 1 Active จากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลตัวที่ 2 ออกไปให้ Buffer ตัวที่ 2 ใน Column โดยที่คอลัมน์ที่ 1 ยัง Active อยู่จนกว่าข้อมูลจะถูกส่งครบไปถึง Buffer ตัวสุดท้ายใน แล้วจากนั้นให้คอลัมน์ที่ 2 Active พร้อมกับส่งข้อมูลต่อไปให้ Buffer ตัวแรกใน Column จากนั้นให้คอลัมน์ที่ 2 ค้างสถานะ Active ไว้จน Buffer ทำงานครบทุกตัวจึงเปลี่ยน Column ทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งข้อมูลถูกส่งออกไปครบหมดทุกคอลัมน์ก็จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบ

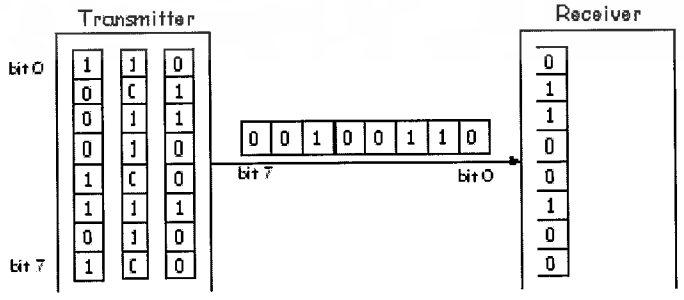
2.3.2 การสแกนทางแนวนอน (Row Scan)

ส่วนการสแกนทางแนวนอนจะทำการส่งข้อมูลออกไปจนครบทุกหลักก่อนแล้วให้โรว์ที่ 1 แอกทีฟจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลชุดถัดไปออกไปจนครบทุกหลัก แล้วให้โรว์ที่ 2 แอกทีฟทำเช่นนี้จนกระทั้งข้อมูลถูกส่งออกไปจนครบหมดทุกโรว์ ก็จะเป็นการสแกนครบหนึ่งรอบ วิธีนี้มีข้อดีคือสามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรพร้อมกันได้หลายหลักและถ้าจัดเวลาให้เหมาะสมแล้ว เวลาทำการสแกนจะไม่เกิดอาการพริ้ว แต่มีข้อเสียคือ การเขียนโปรแกรมควบคุมให้ตัวอักษรเลื่อนทำได้ยาก

ความแตกต่างของการสแกนทั้ง 2 แบบ คือ การสแกนทางแนวตั้งจะเขียนโปรแกรมเลื่อนซ้ายเลื่อนขวาได้ง่ายกว่า

2.4 การสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication)

เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลทีละบิต ผ่านสายสัญญาณเส้นเดียวจนครบทั้ง 8 บิต หรือ 1ไบท์ โดยจะส่งบิตต่ำ (LSB) ออกไปก่อนสามารถแสดงให้เห็นหลักการส่งข้อมูล แบบอนุกรมได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

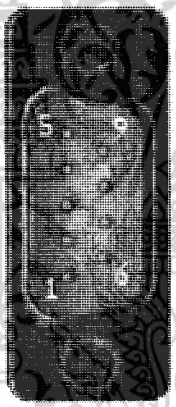
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ลักษณะสัญญาณที่ใช้ในการอินเทอร์เฟส

มาตรฐาน RS-232 ใช้สัญญาณเพียงเส้นเดียวในการส่งสัญญาณ โดยสัญญาณจะส่งไปในทิศทางเดียวกัน ในกรณีที่อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าเท่ากับ 20 kbps (กิโลบิตต่อวินาที) ระยะทางในการส่งข้อมูลไม่ควรเกิน 50 ฟุต (ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน) สำหรับการแทนแรงดันของระดับสัญญาณจะแทนระดับสัญญาณของลอจิก "0" ด้วยค่าแรงดัน +3 โวลท์ ถึง +12 โวลท์ ส่วนลอจิก "1" จะแทนระดับสัญญาณด้วยค่าแรงดันระหว่าง –3 โวลท์ ถึง –12 โวลท์

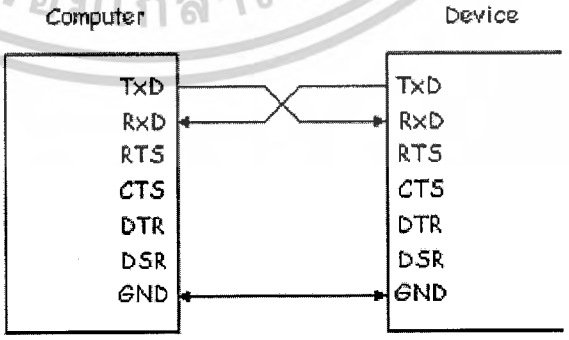
2.4.2 การออกแบบตัวแปลงสัญญาณ

การเชื่อมต่อกับพอร์ตสื่อสารของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจะเลือกใช้พอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม 9 ขา (DB-9) ซึ่งสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้แบบอนุกรม โดยลักษณะของสัญญาณจะเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 โดยลักษณะของการเชื่อมต่อของพอร์ตสื่อสารสำหรับคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10



ตำแหน่งขา DB-9	สัญญาณ
1	Data Carrier Detect : DCD
2	Received Data : RxD
3	Transmitted Data : TxD
4	Data Terminal Ready : DTR
5	Signal Ground : GND
6	Data Set Ready : DSR
7	Request To Send : RTS
8	Clear To Send : CTS
9	Ring Indicator : RI

รูปที่ 2.9 การจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมแบบDB-9



รูปที่ 2.10 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์โดยใช้สัญญาณเพียง 3 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีอุปกรณ์ช่วยในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์อื่นอยู่ภายในเรียกว่า UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) หรือที่รู้จักกันในชื่อ พอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port)

การกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

พอร์ตอนุกรมของ MCS-51 สามารถสื่อสารข้อมูลได้ทั้งแบบรับและส่งในเวลาเดียวกัน เรียกว่า Full duplex โดยจะใช้พอร์ต P3.0 สำหรับรับข้อมูลและพอร์ต P3.1 สำหรับส่งข้อมูล

ในการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมจะกำหนดผ่านรีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม หรือ SCON (Serial Port Control Register) ซึ่งหน้าที่แต่ละบิตของรีจิสเตอร์ SCON อธิบายได้ดังนี้

SM0 (Serial port mode bit 0) สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม โดยจะใช้ร่วมกับบิต SM1

SM1 (Serial port mode bit 1) ใช้ร่วมกับบิต SM1

SM2 (Serial port mode bit 2) ใช้ควบคุมเมื่อมีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวในโหมด 2 และ 3 นั่นคือ เมื่อเป็นลอจิก 0 จะทำงานในโหมด 0 และเป็นลอจิก 1 จะทำงานในโหมดหลายไมโครคอนโทรลเลอร์

REN (Received enable bit) ใช้ Enable การรับข้อมูลนั่นคือ เมื่อเป็นลอจิก 0 กำหนดให้รับข้อมูลและเมื่อเป็นลอจิก 1 กำหนดให้ไม่รับข้อมูล

TB8 (Transmit data bit 8) สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 เมื่อต้องการส่งออกพอร์ตอนุกรมในโหมด 2 และ 3

RB8 (Receive data bit 8) สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 เมื่อมีการรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมในโหมด 2 และ 3

TI (Transmit Interrupt Flag) เป็นบิตที่ใช้แสดงสถานะการส่งข้อมูลออกพอร์ตอนุกรม เมื่อ MCS-51 ส่งข่อมูลเรียบร้อยก็จะเซตบิต TI เป็นลอจิก 1 เพื่อบอกให้โปรแกรมรู้ว่าสามารถส่งข้อมูลอื่นได้

RI (Receive Interrupt Flag) เป็นบิตที่ใช้แสดงสถานะการรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม เมื่อ MCS-51 รับข้อมูลเรียบร้อยก็จะเซตบิต RI เป็นลอจิก 1 เพื่อบอกข้อมูลให้โปรแกรมรู้ว่าต้องอ่านข้อมูลอย่างรวดเร็วก่อนที่ข้อมูลอื่นจะมาแทนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

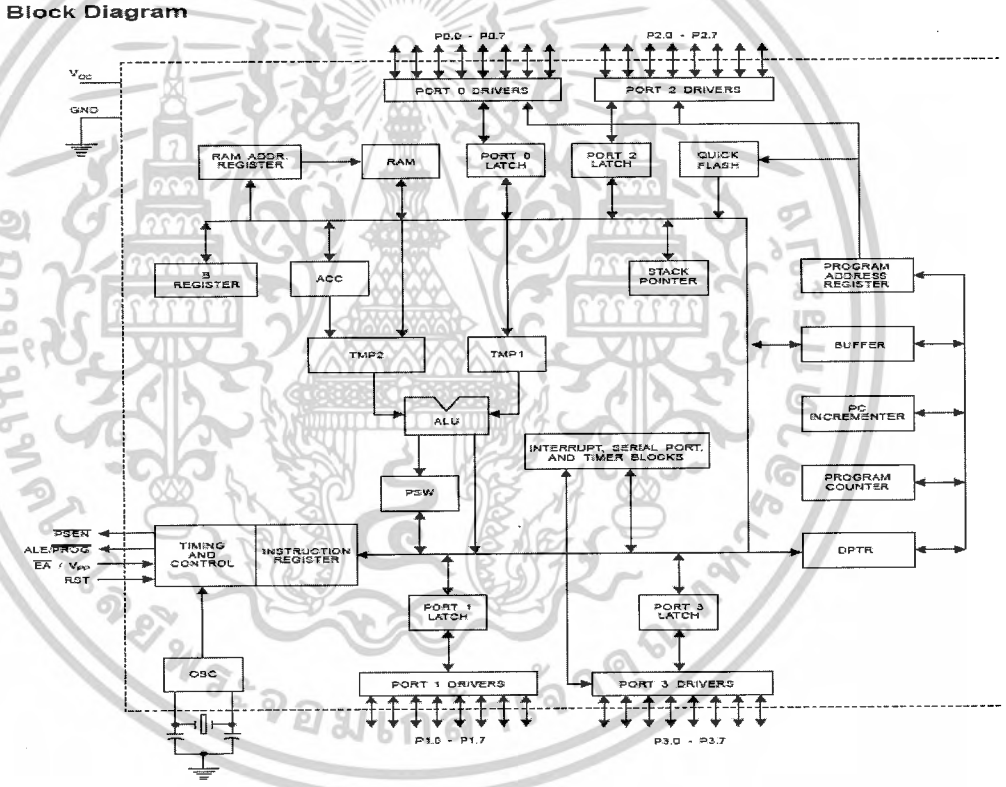
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.6.1 คุณสมบัติของ AT89C52

1.ต้องการใช้แหล่งจ่ายไป +5V จำนวนหนึ่งชุด

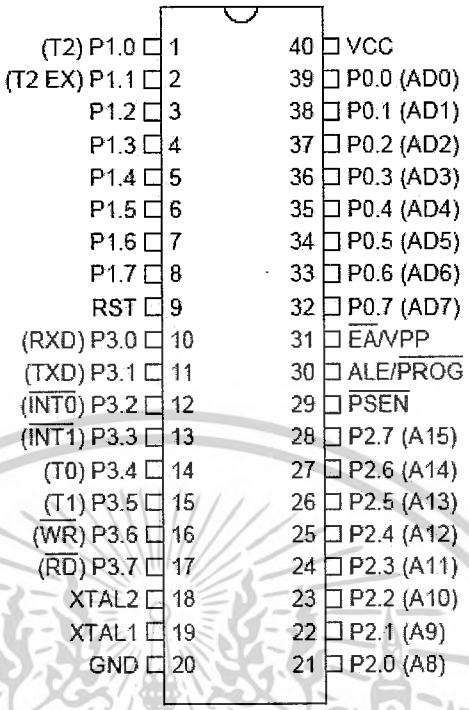
2.เป็นชิปขนาด 40 ขามีคุณลักษณะคือ

- มีหน่วยความจำโปรแกรมแฟลตเมโมรีเพิ่มขึ้นเป็น 8 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำแรมภายในตัวชิปเพิ่มขึ้นเป็น 256 ไบต์
- รับการอินเตอร์รัปต์ได้ 8 แหล่ง
- มีตัวตั้ง/ตัวนับเวลาขนาด 16 ไบต์ จำนวน 3 ตัว



รูปที่ 2.11 Block Diagram AT89C52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การจัดวางขาของ AT89C52

2.6.2 พอร์ทต่างๆของ AT89C52

ขาพอร์ต 1 (P1.0 - P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

ขาพอร์ต 2 (P2.0 - P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุทสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (Float) จึงมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0 - P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (Float) จึงมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรอขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือ T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือ T1 P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse Input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขาEA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้มีสถานะเป็น “1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือสามารถเป็นๆได้ทั้งอินพุทสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออกทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต

ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุทและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุทตามปกติแล้วยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ใด ในรูปที่ 2.13 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช โดยในรูปที่ 2.13 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดี-ฟลิฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตช์สามารถกระทำได้อย่างอิสระด้วยสัญญาณที่แยกจากกัน นั่นคือสัญญาณอ่านข้อมูลจากขาพอร์ตและสัญญาณอ่านข้อมูลจากวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดี-ฟลิปฟลอปในขณะที่ข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดี-ฟลิฟลอปที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่าต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุทปกติ หรือ ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายในหากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย ในรูปที่ 2.13 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรพูลอัปแสดงในรูปที่ 10 ในรูปที่ 2.13 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 2.13 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับบอร์ด 1 มีการเพิ่มเติมวงจรบัฟเฟอร์และวงจรอินพุตเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชันพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขาการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ขาเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์หน้าที่พิเศษ

ขา	เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน้าที่พิเศษ
P1.0	AT89C52/AT89Sxx	ขา T2 เป็นขาอินพุตนับค่าของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 และเป็นขา
P1.1	AT89C52/AT89Sxx	และควบคุมทิศทางของสัญญาณ
P1.4	AT89Sxx	ขา SS (Slave Select) เป็นขาเลือกการติดต่อในกรณีที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์สเลฟ ในระบบการติดต่อแบบ SPI
P1.5	AT89Sxx	ขา MOSI(Master data output,Slave data input) ใช้ในการติดต่อกับพอร์ต SPI
P1.6	AT89Sxx	ขา MISO(Master data input, slave data output) ใช้ในการติดต่อกับพอร์ต SPI
P1.7	AT89Sxx	ขา SCK(Master clock output) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาของการติดต่อกับพอร์ต SPI

ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของพอร์ต 1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชของ Atmel

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัปภายใน โดยตรงส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตดินพุทของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอกิจ "0" จะดีและสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์อินพุทที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก "0" แล้ว)

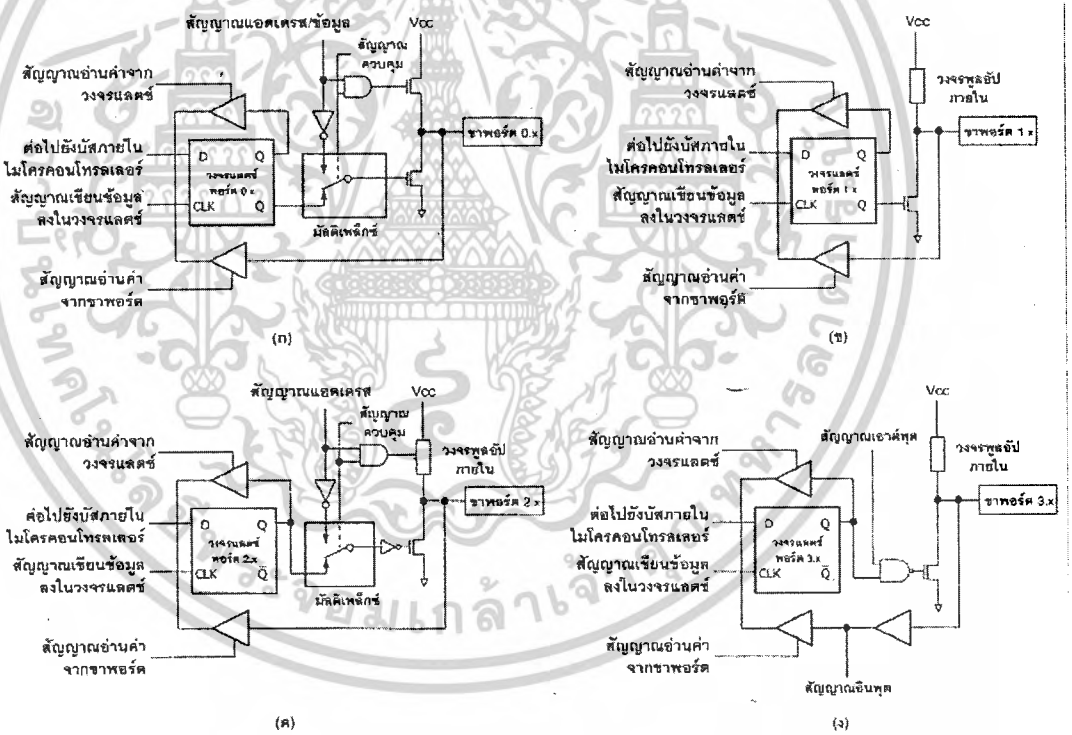
2.6.5 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุท

โดยปกติแล้วขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุทอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือเมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังวงจรแลตช์ซึ่งก็จะส่งผลต่อไปขับเฟตทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก "0" ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล "1" ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล "1" ไปยังวงจรแลตช์วงจรขับก็จะหยุดทำงานทำให้ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103985

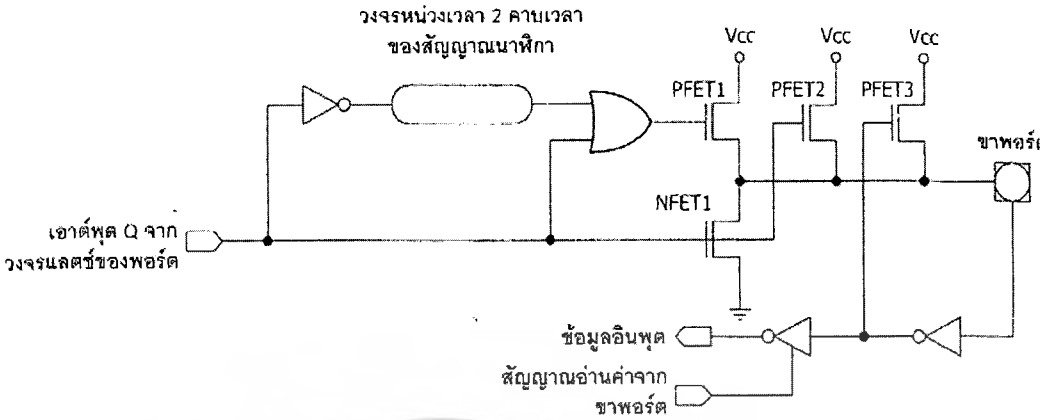
ในเกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุทมากเพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในกาดรเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตแต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแส หรือที่เรียกว่ากระแสซอร์ส (Source Current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรพูลอัพภายในพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

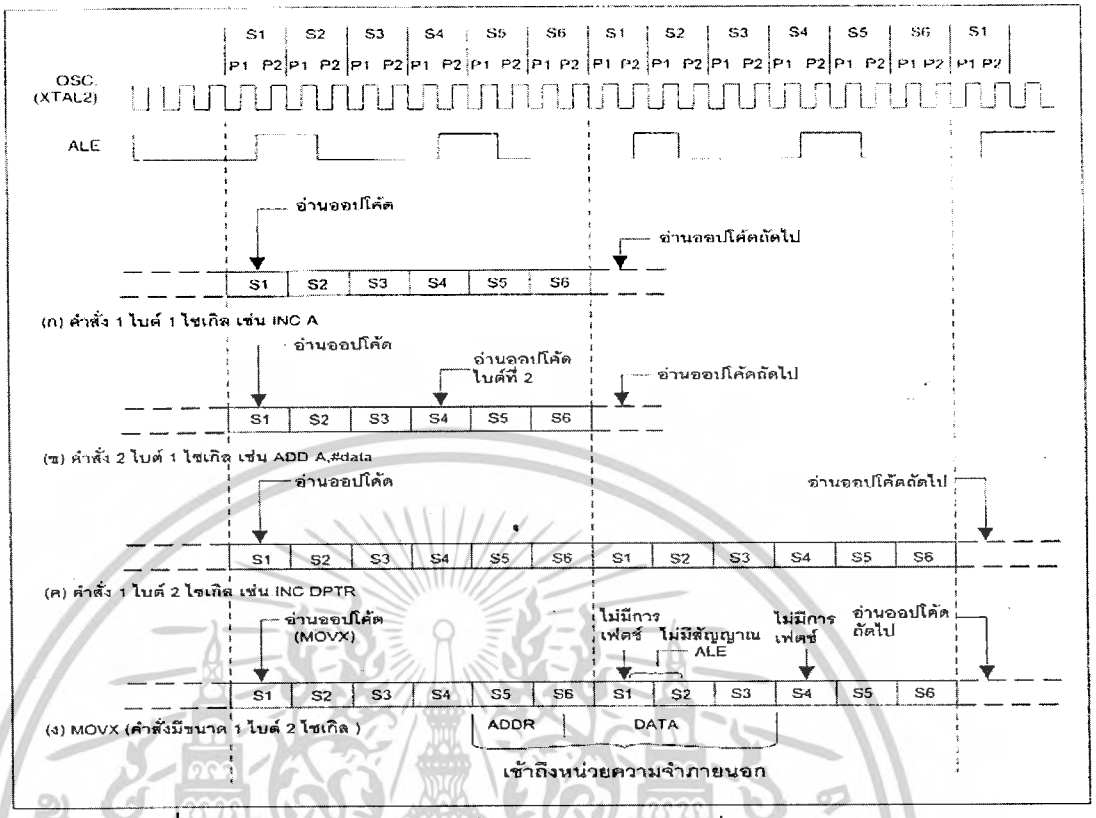
2.6.6 การอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะอ่านจากขอพอร์ตโดยตรง และอ่านจากวงจรแลตช์ของแต่ละพอร์ตในกรณีที่พอร์ตต่อกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล “1” ไปยังทรานซิสเตอร์จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานสถานะลอจิกที่ขาพอร์ตจะเป็น “0” เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานจะเสมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้หากอ่านค่าลอจิกที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมา แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรแลตช์จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ดังนั้นในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

2.6.7 จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะต้องทำความเข้าใจถึงจังหวะการทำงานของซีพียูและลำดับขั้นตอนการประมวลผลคำสั่งในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูจะมีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน คือกระบวนการเฟตช์ (Fetch) เป็นการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมรหัสคำสั่งนั้นเป็นภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผลขั้นตอนต่อมา คือกระบวนการเอ็กซิคิวต์(Execute) เป็นการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดหรือตามที่เฟตช์ขึ้นมา โดยกระบวนการก่อนหน้านี้ เมื่อทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งเรียบร้อยแล้วก็จะไปเริ่มกระบวนการเฟตช์คำสั่งใหม่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ไซเกิลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกิดการรีเซตในลักษณะที่เรียกว่า เพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset) ซีพียูเริ่มต้นการทำงานที่แอดเดรส 0000H ของหน่วยความจำโปรแกรม จังหวะการทำงานของซีพียูจะเป็นไปตามรูปแบบ โดยได้รับการกำหนดมาจากรอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิล (Machine Cycle) ในรูปที่ 2.12 เป็นไดอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยใน 1 รอบการทำงานหรือแมชีนไซเกิลจะแบ่งย่อยออกเป็น 6 สเตต (State) กำหนดชื่อเป็น S1-S6 ในแต่ละสเตตมีค่าเวลาเท่ากับ 2 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา ถ้าสัญญาณนาฬิกามีความถี่ 12 MHz จะมีคาบเวลาเท่ากับ 1 ms คาบเวลาทั้งสองภายในหนึ่งสเตตจะเรียกว่า เฟส 1 (Phase 1) และเฟส (Phase2)

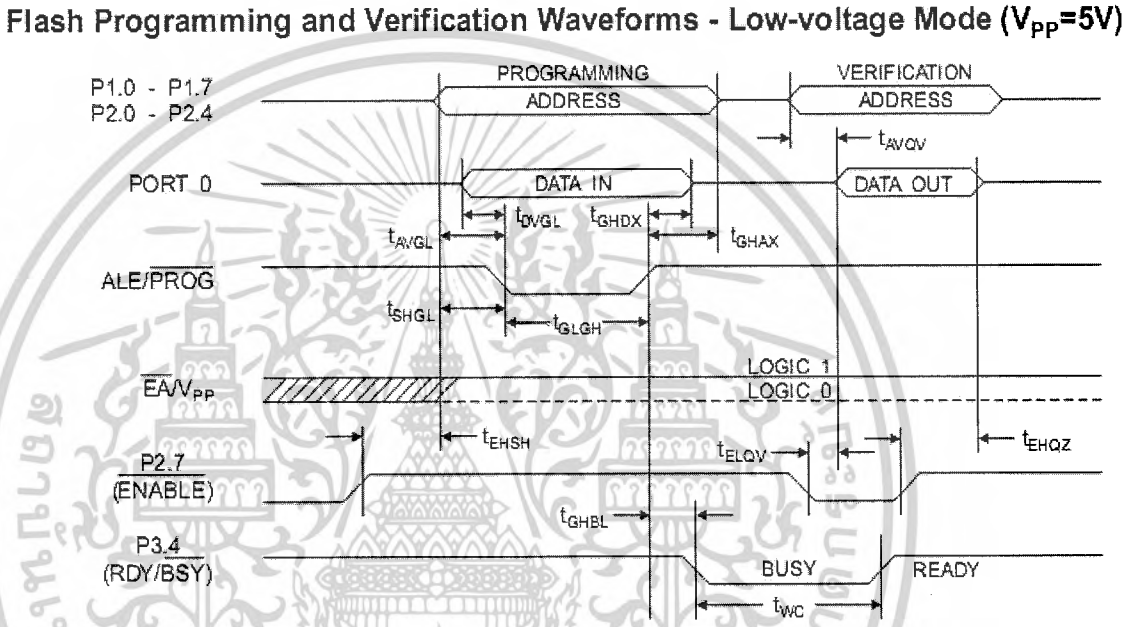
จากไดอะแกรมเวลาสามารถสรุปได้ว่า ในการทำงาน 1 รอบหรือ 1 แมชีนไซเกิล ซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้เวลา 12 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา นั่นคือ เวลาในการทำงาน 1 ไซเกิลมีค่าเท่ากับ 1ms หรือมีความเร็วในการทำงานภายใน 1MHz ในกรณีที่ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12MHz ดังนั้นถ้าต้องการทราบความเร็วของการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถหาได้จากค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาหารด้วย 12 และถ้าต้องการหาค่าเวลาของ 1 รอบการทำงานหรือ 1 แมชชีนไซเกิลสามารถทำได้โดยการหาส่วนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

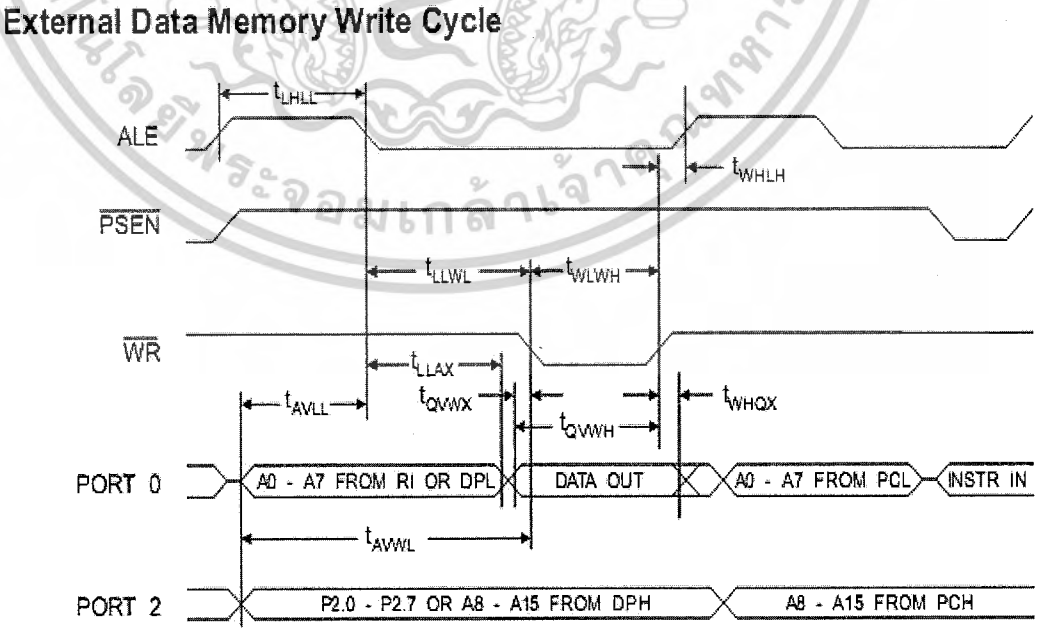
ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถสรุปเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกา (ค่าของคริสตอลที่ต่ออยู่ที่ขา XTAL 1 และ XTAL2)/12

เวลา 1 แมชชีนไซเกิล = 1 / ความเร็วในการทำงานภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์



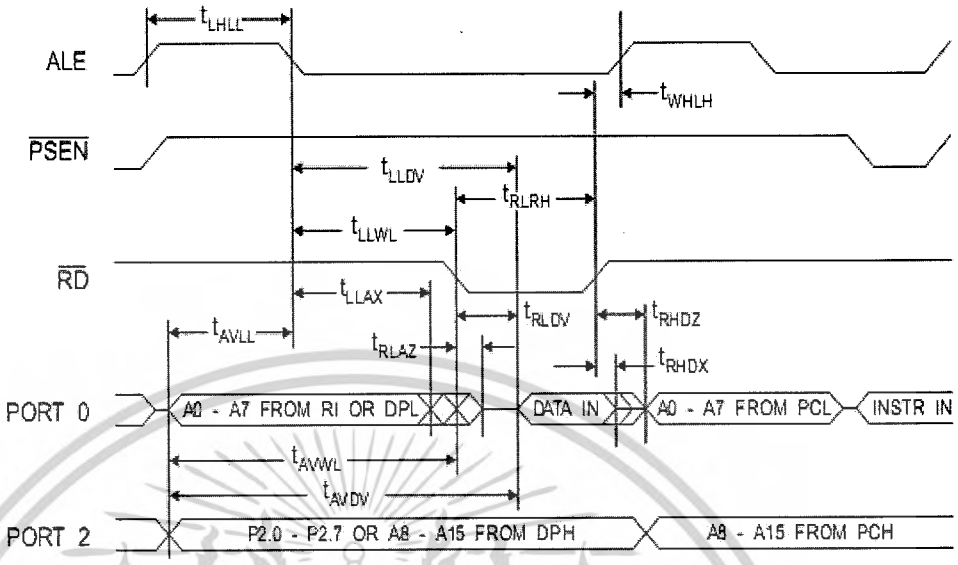
รูปที่ 2.16 Flash Programming VPP = 5V



รูปที่ 2.17 External Data Memory Write Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Read Cycle

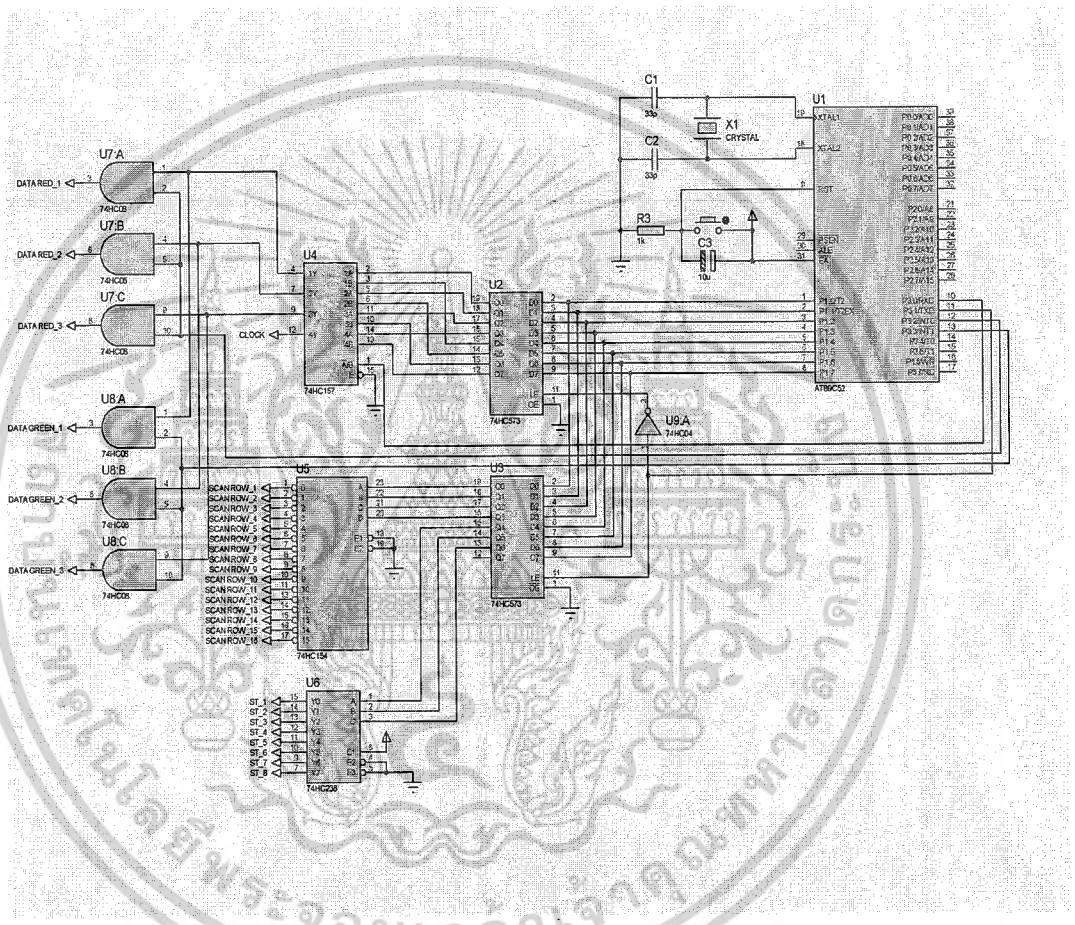


รูปที่ 2.18 External Data Memory Read Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 วงจรหลัก



รูปที่ 3.1 วงจรหลัก

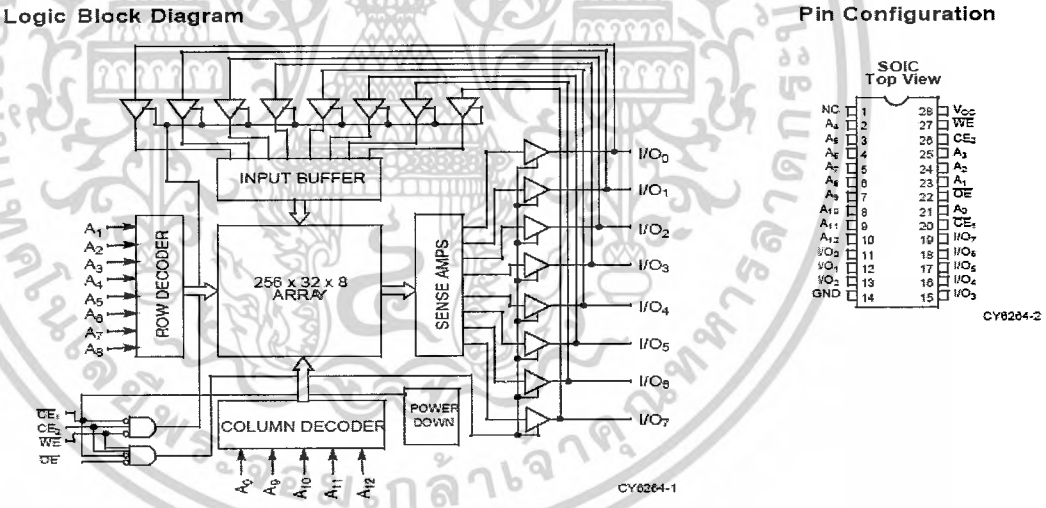
หลักการทำงานของวงจรหลัก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลข้อมูลรหัสตัวอักษรที่ป้อนให้ โดยพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ส่งข้อมูลและการสแกนให้กับ Buffer ทั้ง 2 ตัว ขา P3.1 จะเป็นตัวเลือกว่า Buffer ตัวไหนจะได้รับข้อมูล ถ้าเป็นลอจิก “ 0 ” Buffer ตัวแรก (U2) รับข้อมูลและถ้าเป็นลอจิก “ 1 ” Buffer ตัวที่สอง (U3) รับข้อมูล ซึ่ง Buffer ตัวแรกจะรับค่าข้อมูลของคอลัมน์แล้วส่งต่อให้วงจรเลือกข้อมูลและวงจรเลือกสีของ LED (ใช้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

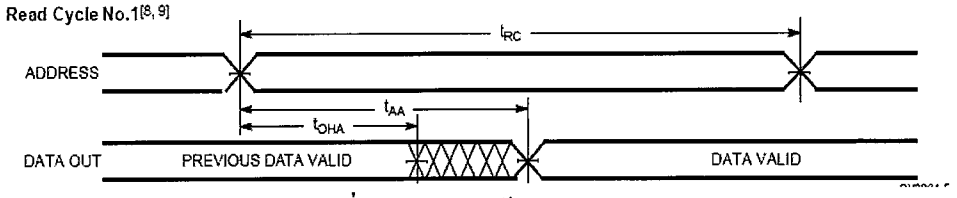
AND GATE) ขา P3.2 และ P3.3 เป็นตัวควบคุมการเปล่งแสงของ LED โดยให้ลอจิก " 1 " กับวงจร AND GATE และขา P3.0 เป็นตัวเลือกข้อมูลที่จะส่งให้วงจรรักษาระดับข้อมูล Buffer ตัวที่สองจะรับข้อมูลการสแกนแถวและเลือกบอร์ด LED แสดงงผล การสแกนแถวใช้รับข้อมูล 4 บิตไบนารีออกเอาต์พุตทีละแถวเป็นลอจิก " 0 " ทั้งหมด 16 แถว ใช้ IC Decoder 4 to 16 แล้วส่งค่าให้กับวงจรขับกระแสต่อไป การเลือกบอร์ด LED แสดงผลจะมีทั้งหมด 8 บอร์ด ใช้ IC Decoder 3 to 8 เป็นลอจิก " 1" เพื่อให้บอร์ด LED แสดงผลทีละบอร์ด แล้วบอร์ดอื่นๆ ก็จะคงค้างสภาวะข้อมูลเดิมในการแสดงผล

3.2 หน่วยความจำภายนอก

เราจะใช้ RAM ขนาด 8 Kbyte เบอร์ 6264 จำนวน 1 ตัว โดย RAM นี้จะทำหน้าที่พักข้อมูลที่ต้องการจะแสดงไว้จากการทำงานของ MCS-51 เนื่องจากการแสดงผลจะต้องเรียกข้อมูลด้วยความเร็วสูงทำให้ MCS -51 ไม่สามารถประมวลผลทันหากไม่ใช้ RAM ดังนั้น MCS -51 จะใช้เวลาชั่วขณะในการประมวลผลแล้วเก็บผลที่ได้ในรูป Data มาเก็บไว้ใน RAM แล้วจึงใช้ Address Character เรียกข้อมูลจาก RAM จะทำให้สามารถแสดงผลได้ตามต้องการ

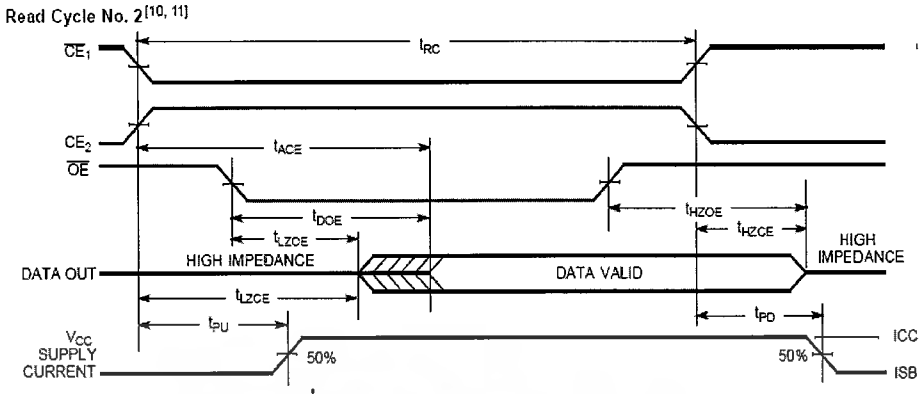


รูปที่ 3.2 Block diagram CY 6264 Static RAM

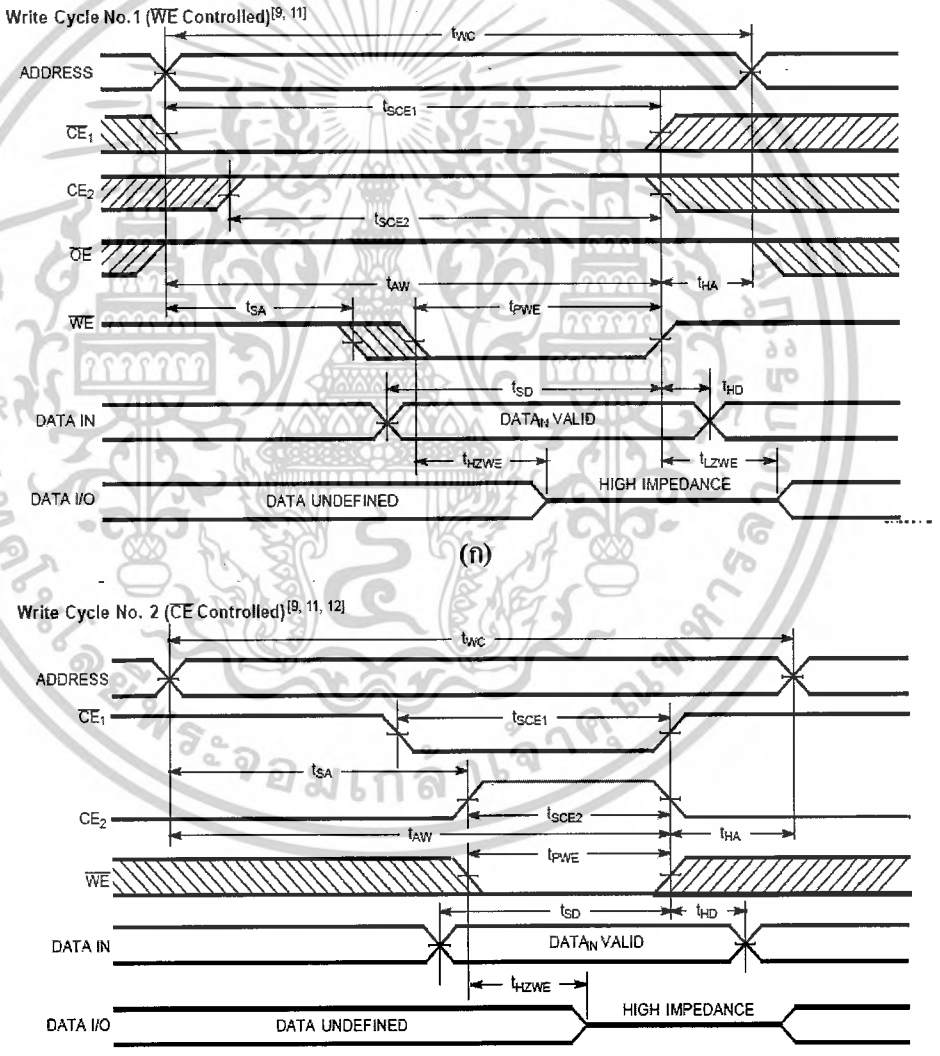


รูปที่ 3.3 การอ่านข้อมูลจากแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การอ่านข้อมูลจากแรม (ต่อ)



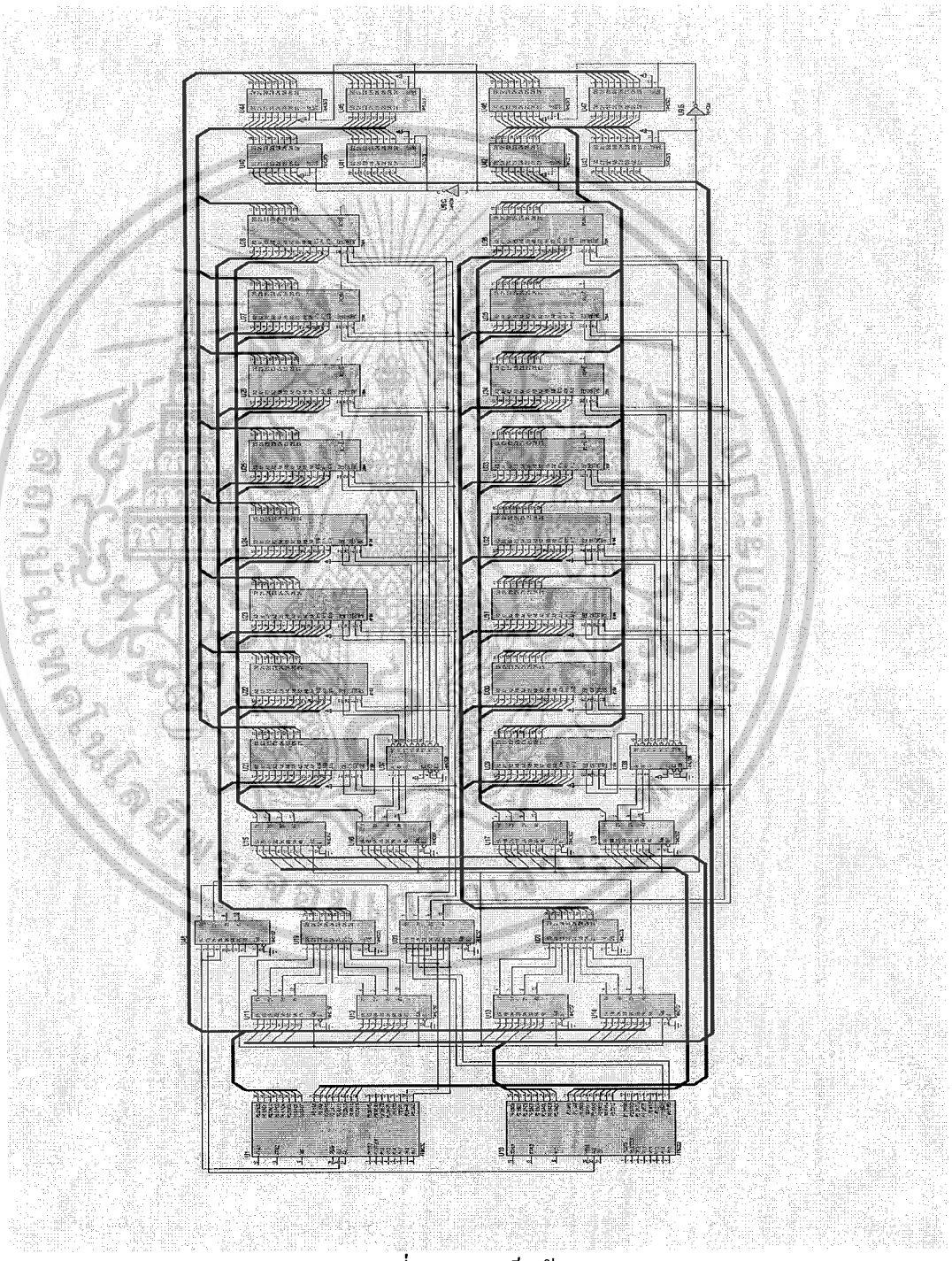
รูปที่ 3.4 (ก) การขียนข้อมูลควบคุมโดยขา WE

(ข) การขียนข้อมูลควบคุมโดยขา CE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรเก็บข้อมูล

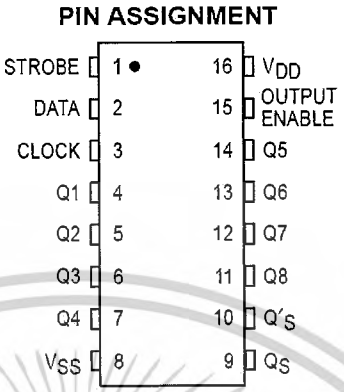
จะใช้ IC เบอร์ 6164 จำนวน 8 ตัว และ AT 28C64 จำนวน 8 ตัวมีขนาด 8 kb ไว้เก็บและอ่านข้อมูลของข้อความแล้วมาเก็บไว้ในหน่วยความจำและนำข้อมูลที่หน่วยความจำผ่านตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มาแสดงผลที่บอร์ด LED



รูปที่ 3.5 วงจรเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

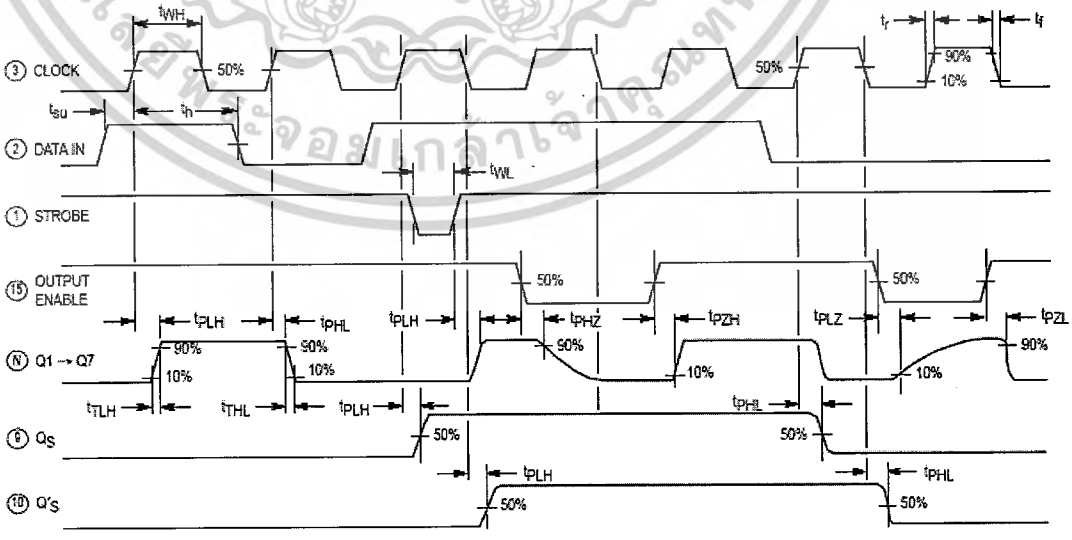
3.4 วงจร SHIFT ข้อมูลอนุกรมเป็นขนาน



รูปที่ 3.6 แสดงขาการใช้งานขาต่างๆของ MC14094

Clock	Output Enable	Strobe	Data	Parallel Outputs		Serial Outputs	
				Q1	Q_N	Q_S*	Q'S
↑	0	X	X	Z	Z	Q7	No Chg.
↓	0	X	X	Z	Z	No Chg.	Q7
↑	1	0	X	No Chg.	No Chg.	Q7	No Chg.
↑	1	1	0	0	Q_{N-1}	Q7	No Chg.
↑	1	1	1	1	Q_{N-1}	Q7	No Chg.
↓	1	1	1	No Chg.	No Chg.	No Chg.	Q7

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ MC14094

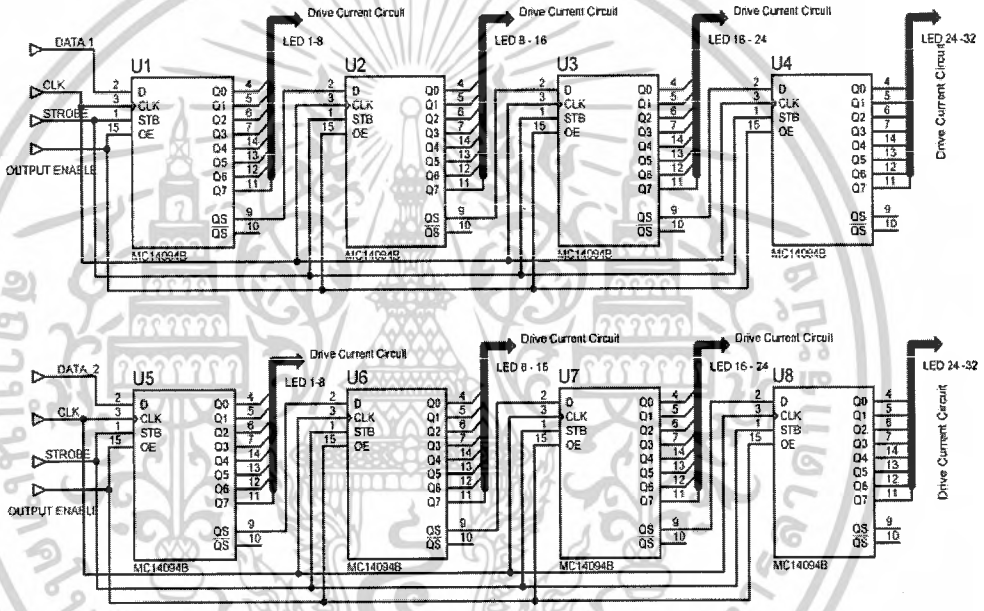


รูปที่ 3.7 Timing Diagram ของ MC14094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรรักษาระดับข้อมูล

ในการแสดงข้อความแต่ละข้อความ ถ้าเราใช้ตัวเก็บข้อมูลหรือรักษาข้อมูลทุกจุดจะเป็นการสิ้นเปลืองอุปกรณ์อย่างมาก เราจึงใช้ไอซีรีจิสเตอร์แบบมีแลทช์และบัฟเฟอร์(8-Stage Shift/Store register with Three-Stage Output) ป้อนข้อมูลเข้าอินพุตแบบอนุกรมออกเอาต์พุตแบบขนานพร้อมกันทั้งหมด โดยให้ขา STROBE เป็นตัวควบคุม วงจรนี้จะอยู่ในแผง LED รับข้อมูลมาจากวงจรหลัก การป้อนข้อมูล 1 บิตต้องมี Clock ให้จังหวะ 1 ครั้งเพื่อกระตุ้นการทำงานของวงจรแล้วข้อมูลจะทำการเลื่อนทีละบิต วงจรรักษาระดับข้อมูลมี 2 ชุด คือ ข้อมูลของ LED สีแดง และข้อมูลของ LED สีเขียว ข้อมูลทั้งหมดก็จะนำไปควบคุมวงจรขับกระแสเพื่อให้ LED ทำงานติดดับตามคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์

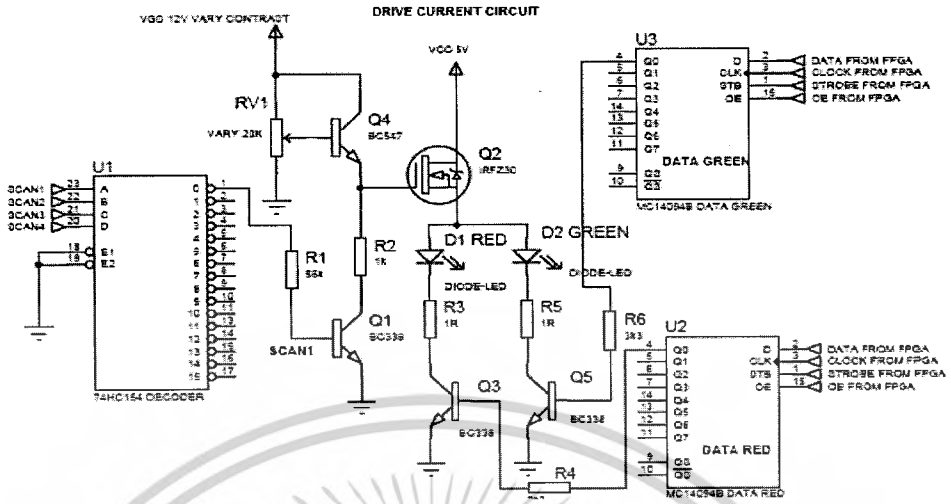


รูปที่ 3.8 แสดงส่วนของวงจรรักษาระดับข้อมูล

3.6 วงจรขับกระแส

วงจรนี้เป็นตัวอย่างของวงจรขับกระแสในแผง LED เพียง 1 ชุด U1 เป็น IC Decoder 4 to 16 ที่มาจากวงจรหลักทำหน้าที่สแกนแถวทั้งหมด 16 แถว โดยเป็นตัวควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q1 เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ Q1 เป็นตัวควบคุมการทำงานของ MOSFET Q2 อีกที ซึ่ง U3 และ U4 เป็นวงจรรักษาระดับข้อมูลทำหน้าที่รับข้อมูลมาควบคุมทรานซิสเตอร์ Q3 และ Q5 ถ้าต้องการให้ LED สว่าง ป้อนลอจิก " 1 " ให้กับทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานกระแสไหลครบวงจรและถ้าต้องการให้ LED ดับ ป้อนลอจิก " 0 " ให้กับทรานซิสเตอร์ LED ก็จะดับ

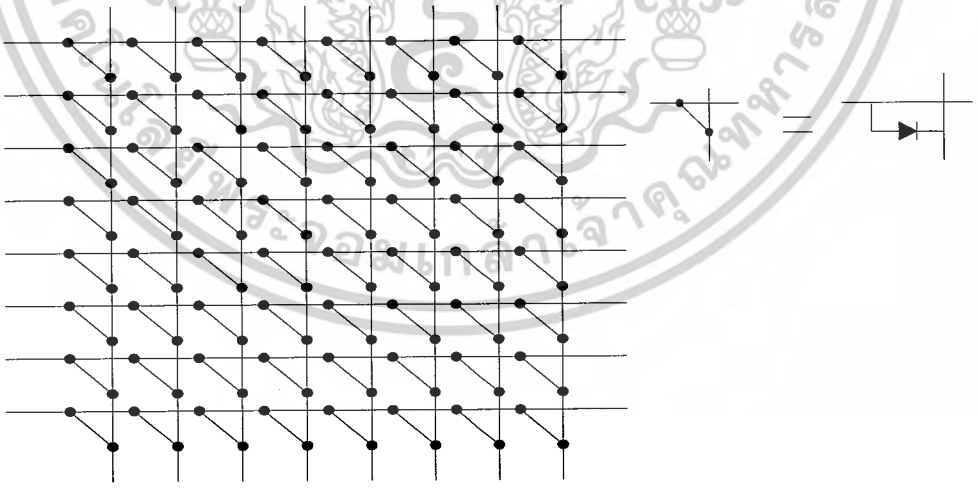
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรขับกระแส

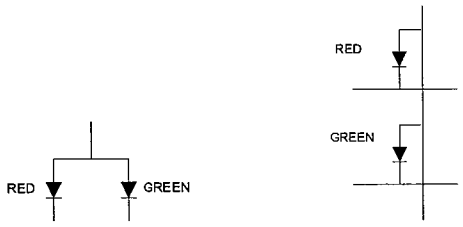
3.7 แผง LED แสดงผล

การจัดวางแผง LED แสดงผลจะใช้ LED ชนิด Dot matrix ขนาด 8 x 8 มาต่อร่วมกันเป็นแผงใหญ่ โดยผ่านการควบคุมการไบอัสทางแนวนอนและแนวตั้งตัดกัน ดังรูป 3.10 โดยที่ขาเอาท์พุตของ Buffer ในส่วนสแกนทางแนวนอนจะต่อกับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เข้ากับ LED ทั้งส่วนสีแดงและสีเขียว เนื่องจากเอาท์พุตของ Decoder ในส่วนสแกนทางแนวตั้งทำงานแบบ Active Low ทำให้ต้องต่อขาคอมมอนกับทรานซิสเตอร์ชนิด PNP



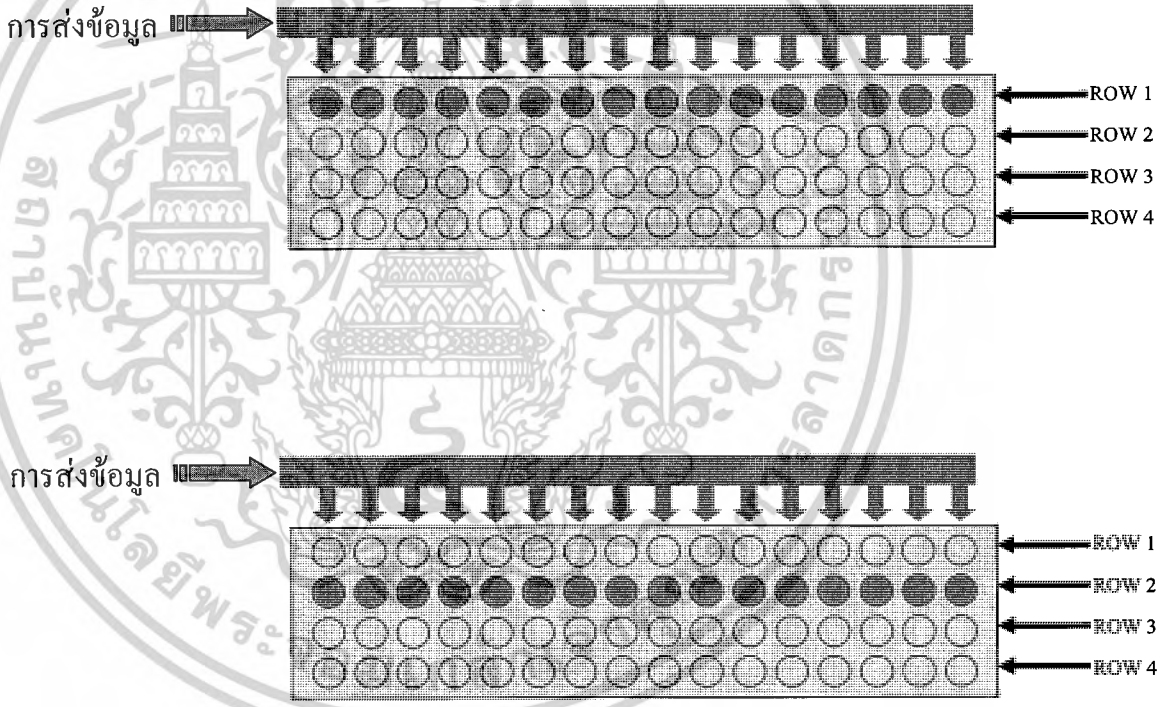
รูปที่ 3.10 การจัดวาง LED Dot matrix ขนาด 8 x 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรภายในของ LED 2 สี แบบอาโนดร่วม (Common Anode)

3.8 หลักการการสแกน

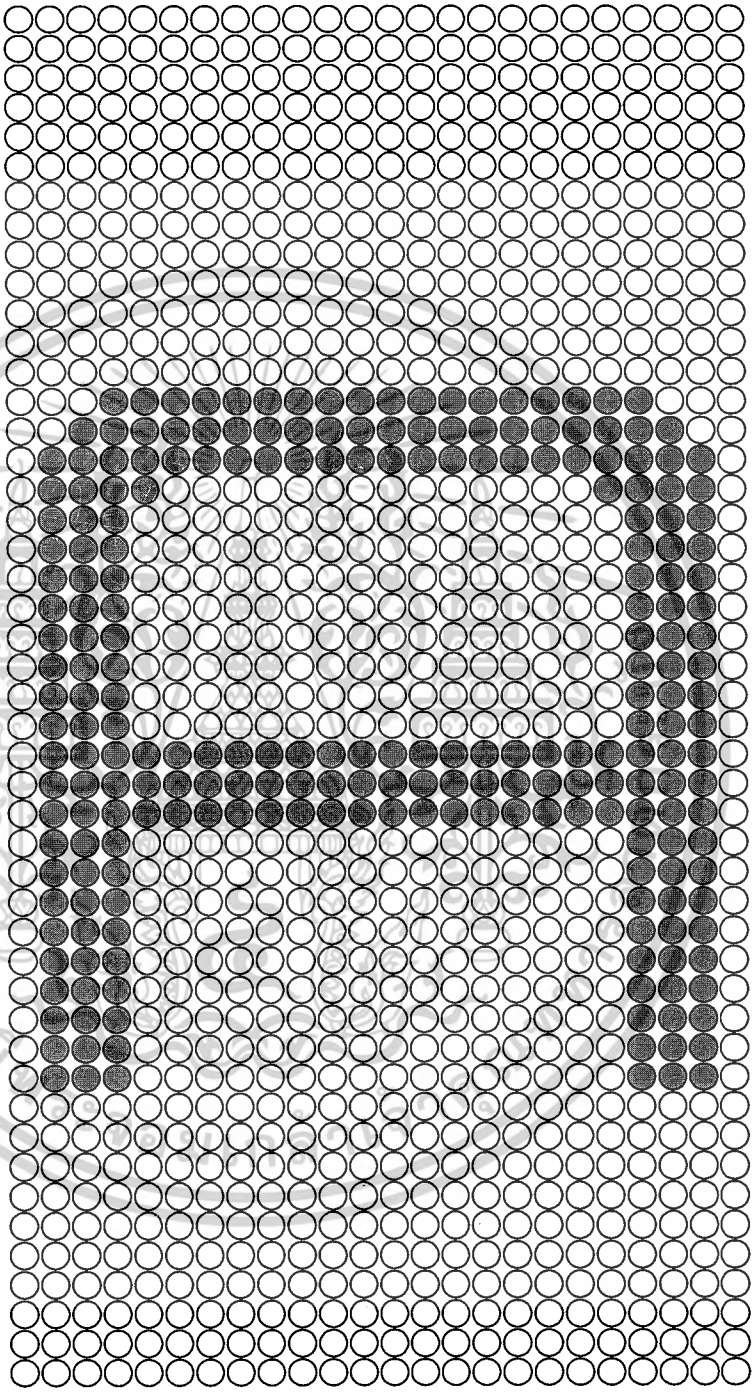


รูปที่ 3.12 การสแกน

การสแกนจะทำการส่งข้อมูลออกไปจนครบทุกหลักก่อนแล้วให้แถวที่ 1 Active จากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลชุดถัดไปออกจนครบทุกหลัก แล้วให้แถวที่ 2 Active ทำเช่นนี้จนกระทั้งข้อมูลถูกส่งออกไปจนครบหมดทุกแถว ก็จะเป็นการสแกนครบ 1รอบ วิธีนี้ข้อดีคือ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรพร้อมกันได้หลายหลักและถ้าจัดเวลาให้เหมาะสมแล้ว การสแกนจะไม่เกิดอาการพลิ้ว

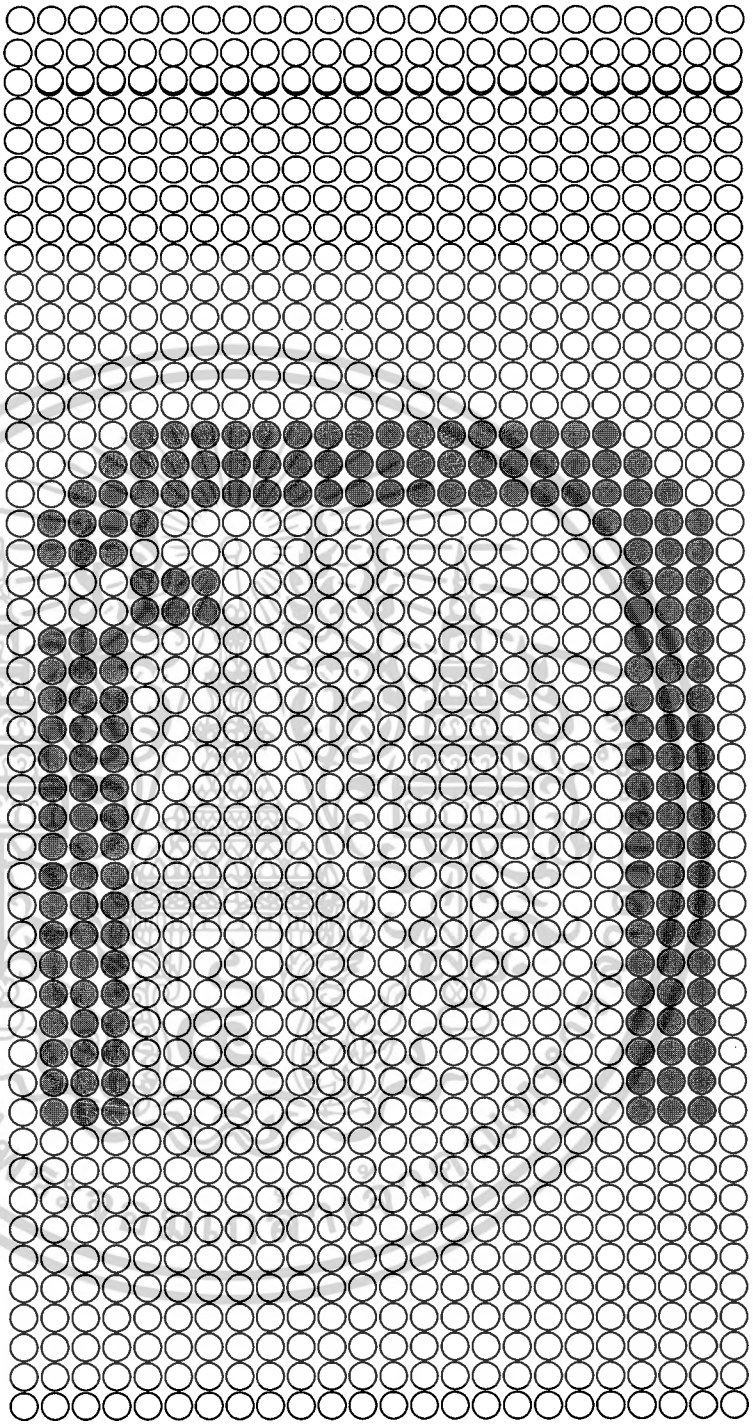
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ตัวอย่างตัวอักษรและรหัส



รูปที่ 3.13 อักษร A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 อักษร ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษร A

00H	62H	62H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	20H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	02H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	22H	23H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	23H	22H	00H
00H	22H	23H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	23H	22H	00H

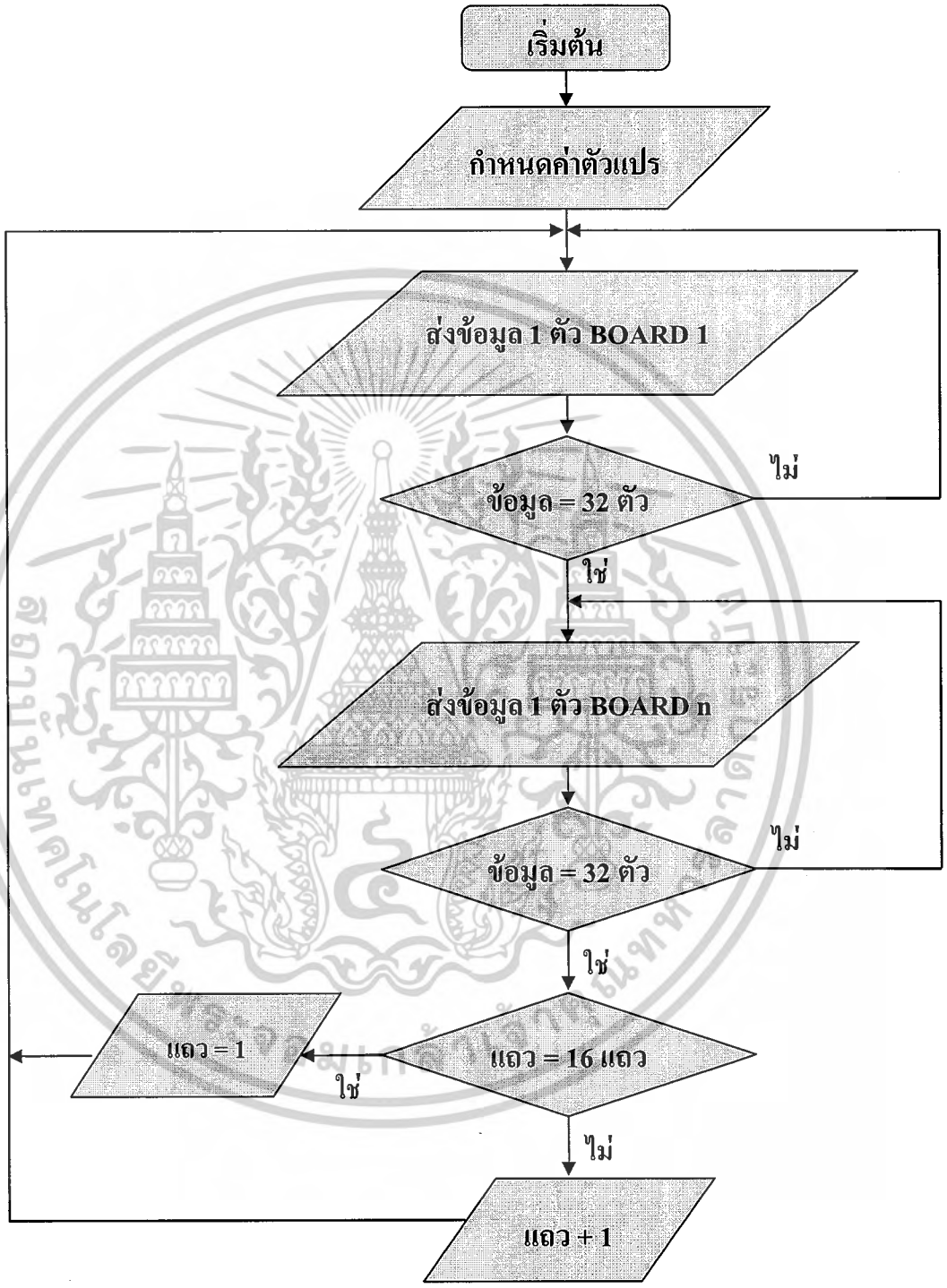
ตัวอักษร ก.

00H	42H	62H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	20H	62H	42H	00H
00H	62H	62H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	42H	42H	20H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	42H	42H	20H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	62H	62H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	62H	62H	00H
00H	22H	22H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	22H	22H	00H
00H	22H	22H	23H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	01H	23H	22H	00H

ตารางที่ 3.2 รหัสอักษร A และอักษร ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 แผนผังการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง

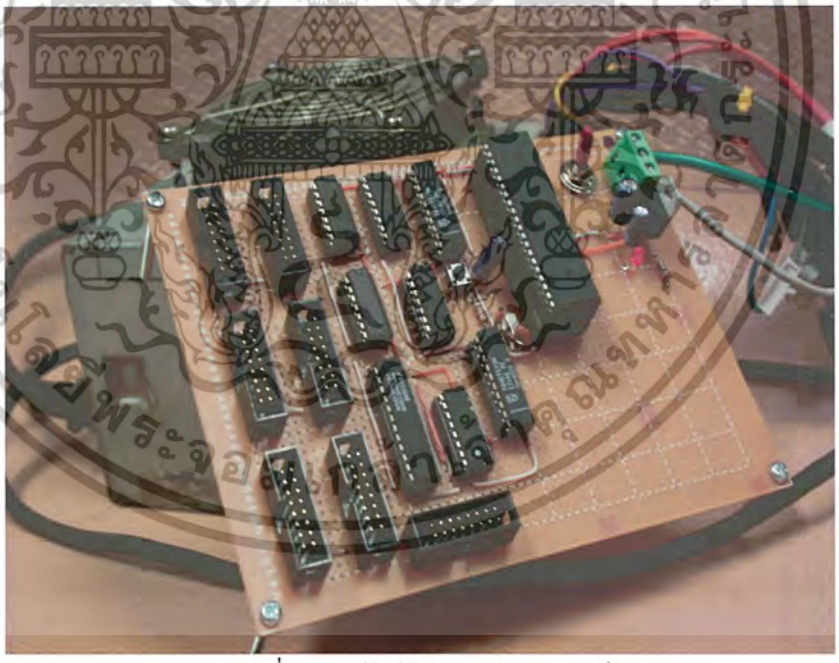
จากการทดลองบอร์ด LED จำนวน 24 บอร์ด นำมาต่อเป็นแถว แถวละ 8 บอร์ด จำนวน 3 แถว โดยในแต่ละบอร์ดมี LED จำนวน 16 x 32 = 512 ดวง 2 สี มีสีแดงและสีเขียว จำนวนบอร์ด 24 บอร์ด จะมี LED ทั้งหมด 12,288 ดวง

Power Supply ที่ใช้งานจะมี 2 ขนาด คือ 12 V และ 5 V ส่วนในไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้ Supply 5 V ในการเลี้ยงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่และการทำงาน

มี 4 ส่วนคือ

4.1 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

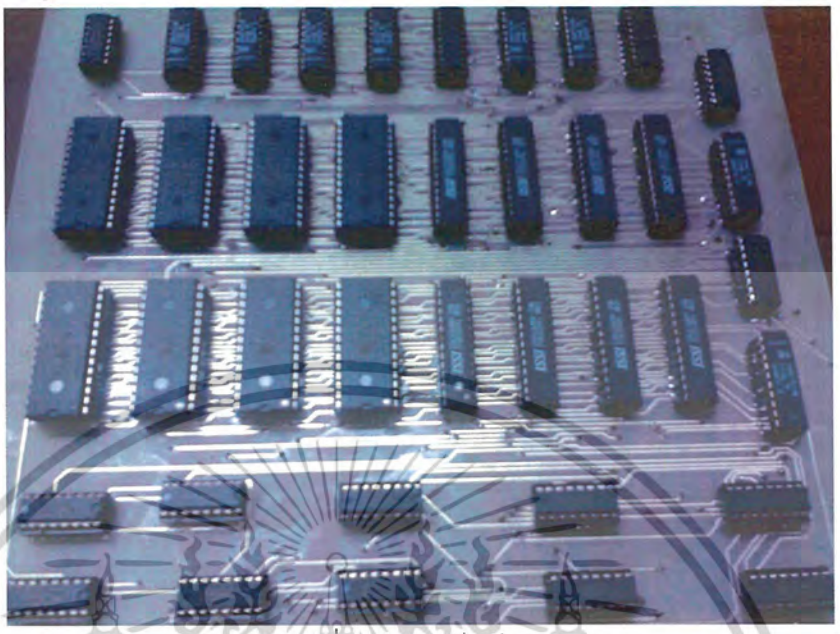


รูปที่ 4.1 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

รับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์แล้วส่งข้อมูลไปแสดงผลทางจอ LED DISPLAY คำสั่งจะถูกรับมาจากคอมพิวเตอร์เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จะรักษาสภาพการทำงานนั้นไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการแก้ไขคำสั่งใหม่ลงไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

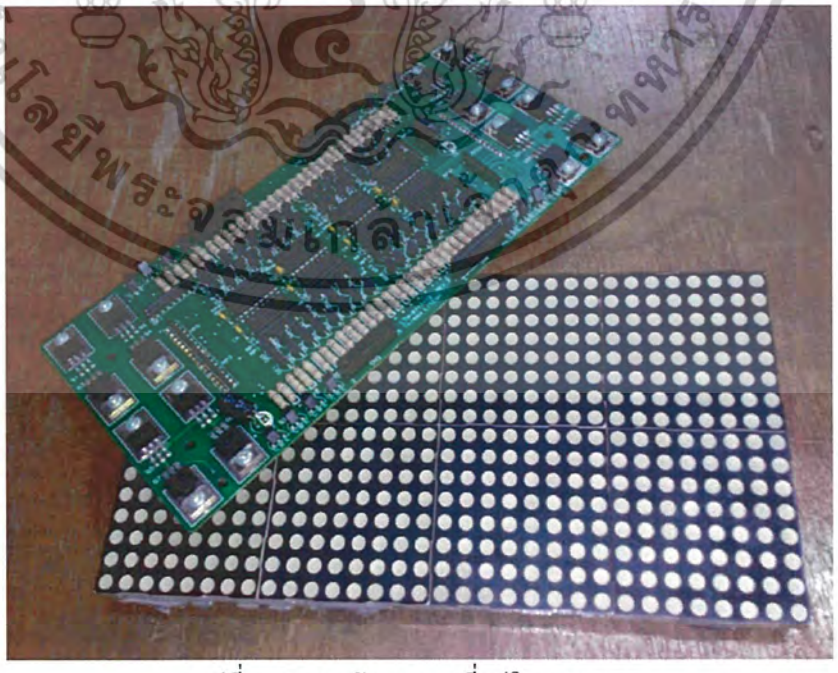
4.2 ชุดเก็บข้อมูล



รูปที่ 4.2 วงจรเก็บข้อมูล

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเก็บข้อมูลที่แสดงผลข้อความบนบอร์ด LED ไว้ในวงจรเก็บข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก โดยจะทำการเลือกชุดวงจรเก็บข้อมูลมี 2 ชุดที่ใช้ในการเขียนข้อมูลเข้าและการอ่านข้อมูลออกมา แล้วส่งข้อมูลให้กับวงจรขับกระแสในแผง LED แต่ละชุด

4.3 ชุดขับกระแส

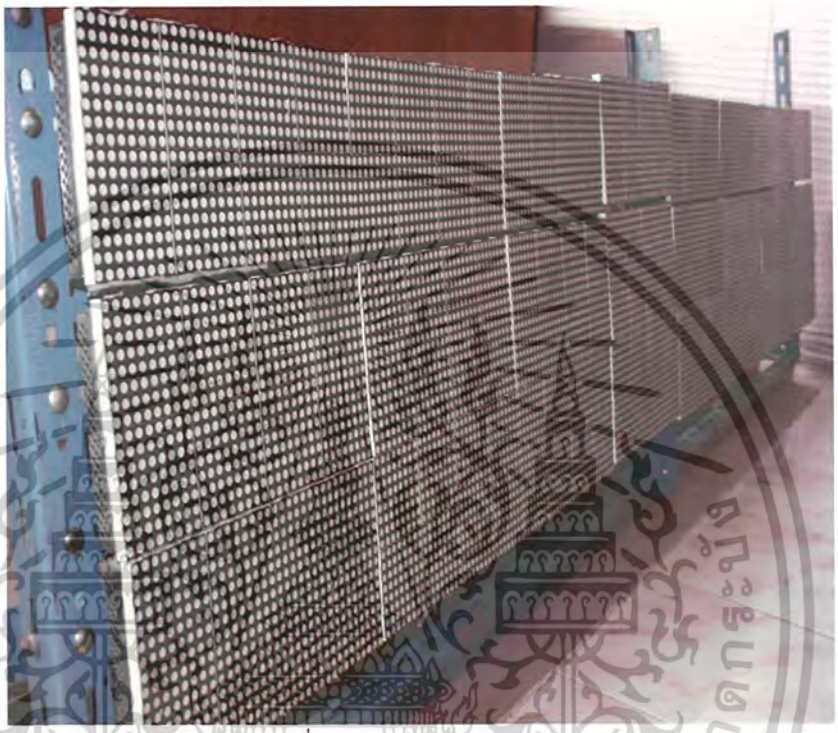


รูปที่ 4.3 วงจรขับกระแสที่อยู่ในแผง LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้รับมาวงจรขับกระแสจะทำการแยกข้อมูลกับการสแกนออกมา โดยนำข้อมูลป้อนเข้าวงจรรักษาระดับข้อมูลจนครบทุกหลัก แล้วทำการสแกนทีละแถวทำให้ LED แต่ละตัวติดดับตามข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในแต่ละแถว จึงทำให้วงจรขับกระแสทำงานครบวงจร

4.4 ชุดแผงแสดงผล LED DISPLAY



รูปที่ 4.4 บอร์ดแสดงผล LED

แผงแสดงผลข้อความขนาด 8 x 3 จำนวน 24 บอร์ด จะทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลตามที่ได้รับคำสั่งมาจากชุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งต่อวงจรขับกระแสเพื่อให้ LED ติดดับตามตัวอักษรของข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้ผู้จัดทำได้ออกแบบวงจรและทำการทดลองตามรายละเอียดที่ได้กล่าวและสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน แต่จากการทดลองได้เกิดปัญหาขึ้นคือ

- ปัญหาความสว่างของแผงแสดงผล สาเหตุเนื่องมาจากเมื่อประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน โหลดของอุปกรณ์แต่ละตัวมีมากเกินไป จึงต้องทำการเปลี่ยน Power Supply จาก 4 ตัว เป็น 7 ตัว เพื่อให้มีกระแสมากขึ้นกว่าเดิม
- ปัญหาการแสดงผลของหลอด LED แต่ละดวง เนื่องจากบอร์ด LED ที่ใช้เป็นบอร์ดเก่าที่เคยผ่านการใช้งานมาแล้วหลายรุ่น หลอด LED บางหลอดเกิดการชำรุดเสียหาย การแสดงผลในบางจุดจึงออกมาผิดพลาด แต่ก็เป็นส่วนน้อย
- ปัญหาการเลื่อนของข้อมูลในการแสดงข้อความ ยังมีข้อมูลคงค้างอยู่ในวงจรเลื่อนข้อมูลทำให้การสแกนแถวต่อไปมีข้อมูลที่คงค้างแสดงออกมาด้วย จึงทำให้ตัวอักษรของข้อความผิดเพี้ยน

รูปที่ 5.1 แสดงผลตัวอักษร A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 แสดงผลตัวอักษร ก

รูปที่ 5.3 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.4 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีเขียว)

รูปที่ 5.5 แสดงผลข้อความยินดีต้อนรับ (สีส้ม)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าบอร์ดสามารถแสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรได้ แต่ยังเกิดการกระพริบอยู่เล็กน้อยเนื่องจากเวลาในการเขียนข้อมูล 1 รอบ ใช้เวลามากกว่า 20 ms และเกิดการเลื่อนของข้อมูลเนื่องมาจากการเขียนโปรแกรมและวงจรยังไม่เสถียรภาพ แต่ชิ้นงานนี้ก็สามารถแสดงผลข้อความได้...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ประจิน พลังสันติกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, " ไมโครคอรโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Keil C51 " , Inex, 367 หน้า, 2521.

2. สมยศ จุณณะปิยะ, " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 " , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 521 หน้า, 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

```
;File:          WELCOME (Orange)
;Compiler:      Keil C compiler
;No_IC:         ATmel_AT89C52

;******Constants******

NUM_CHA     EQU   030H   ;ROW LOOP
CP_NDATA    EQU   031H   ;COMPARE NUMBER DATA
AD_R        EQU   032H   ;ADD ROW

S_DATA      BIT   P3.0
S_BUFFER    BIT   P3.1
OUTRED      BIT   P3.2
OUTGREEN    BIT   P3.3
CLK         BIT   P1.7

;@@@@@@@@@@@ PROGRAM @@@@@@@@@@@
;**** MAIN FUNTIONS ****

ORG         0000H
MOV         P3,#00H
SETB        OUTGREEN
SETB        OUTRED
SETB        S_BUFFER
MOV         P1,#0F0H
CLR         S_BUFFER
MOV         P1,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
START:
                SETB    S_DATA
                MOV     R5,#00H
LOOP:           MOV     R6,#00H
                MOV     NUM_CHA,#00H
                MOV     CP_NDATA,#20H
ROW:
                MOV     R7,NUM_CHA
                MOV     DPTR,#TH_1
BOARD11:
                MOV     A,R7
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P1,A
                INC     R7
                SETB    CLK
                MOV     A,R7
                CJNE    A,CP_NDATA,BOARD11
                MOV     A,#00H
                ORL     A,R5
                MOV     AD_R,A
                MOV     P1,AD_R
                SETB    S_BUFFER
                ORL     AD_R,#0F0H
                MOV     P1,AD_R
                CLR     S_BUFFER

                MOV     R7,NUM_CHA
                MOV     DPTR,#TH_2
BOARD12:
                MOV     A,R7
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     R7
        SETB    CLK
        MOV     A,R7
        CJNE    A,CP_NDATA,BOARD12
        MOV     A,#10H
        ORL     A,R5
        MOV     AD_R,A
        MOV     P1,AD_R
        SETB    S_BUFFER
        ORL     AD_R,#0F0H
        MOV     P1,AD_R
        CLR     S_BUFFER

        MOV     R7,NUM_CHA
        MOV     DPTR,#TH_3
BOARD13:
        MOV     A,R7
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     P1,A
        INC     R7
        SETB    CLK
        MOV     A,R7
        CJNE    A,CP_NDATA,BOARD13
        MOV     A,#20H
        ORL     A,R5
        MOV     AD_R,A
        MOV     P1,AD_R
        SETB    S_BUFFER
        ORL     AD_R,#0F0H
        MOV     P1,AD_R
        CLR     S_BUFFER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R7,NUM_CHA
                MOV     DPTR,#TH_4
BOARD14:
                MOV     A,R7
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P1,A
                INC     R7
                SETB    CLK
                MOV     A,R7
                CJNE    A,CP_NDATA,BOARD14
                MOV     A,#30H
                ORL     A,R5
                MOV     AD_R,A
                MOV     P1,AD_R
                SETB    S_BUFFER
                ORL     AD_R,#0F0H
                MOV     P1,AD_R
                CLR     S_BUFFER

                MOV     R7,NUM_CHA
                MOV     DPTR,#TH_5
BOARD15:
                MOV     A,R7
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P1,A
                INC     R7
                SETB    CLK
                MOV     A,R7
                CJNE    A,CP_NDATA,BOARD15
                MOV     A,#40H
                ORL     A,R5
                MOV     AD_R,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P1,AD_R
                SETB    S_BUFFER
                ORL     AD_R,#0F0H
                MOV     P1,AD_R
                CLR     S_BUFFER

                MOV     R7,NUM_CHA
                MOV     DPTR,#TH_6
BOARD16:
                MOV     A,R7
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P1,A
                INC     R7
                SETB    CLK
                MOV     A,R7
                CJNE    A,CP_NDATA,BOARD16
                MOV     A,#50H
                ORL     A,R5
                MOV     AD_R,A
                MOV     P1,AD_R
                SETB    S_BUFFER
                ORL     AD_R,#0F0H
                MOV     P1,AD_R
                CLR     S_BUFFER

                MOV     A,#20H
                ADD     A,NUM_CHA
                MOV     NUM_CHA,A
                ADD     A,#20H
                MOV     CP_NDATA,A
                INC     R6
                INC     R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R6,#08H,ROW1
                CLR     S_DATA
                CJNE    R5,#10H,LOOP1
                LJMP    START
ROW1:           LJMP    ROW
LOOP1:          LJMP    LOOP

TH_1:
        DB  00H,60H,60H,60H,23H,23H,23H,23H,03H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,
01H,01H,01H,62H,62H,62H,00H,00H,20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H
        DB  00H,60H,60H,61H,03H,03H,03H,03H,03H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,
01H,01H,01H,63H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H
        DB  00H,62H,63H,63H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,63H,63H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H
        DB  00H,62H,63H,63H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,
41H,41H,41H,63H,63H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H
        DB  00H,62H,63H,63H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,41H,
41H,41H,41H,63H,63H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H
        DB  00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,
40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H
        DB  00H,22H,22H,23H,01H,01H,01H,01H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,23H,23H,23H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H
        DB  00H,02H,03H,03H,21H,21H,21H,21H,20H,20H,20H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,23H,23H,23H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H

TH_2:
        DB  00H,00H,00H,00H,00H,40H,40H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,
62H,62H,62H,21H,21H,61H,61H,63H,23H,23H,23H,23H,23H,21H,21H
        DB  00H,00H,00H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,40H,40H,40H,00H,00H,
62H,62H,63H,01H,41H,41H,41H,03H,03H,03H,03H,03H,03H,01H,01H
        DB  00H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,40H,40H,40H,00H,00H,
62H,63H,63H,40H,40H,40H,00H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,00H,00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB 40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,
62H,63H,63H,41H,41H,01H,01H,01H,01H,01H,03H,03H,03H,01H,01H

DB 40H,40H,40H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,00H,
62H,63H,63H,41H,01H,01H,01H,01H,01H,03H,03H,03H,01H,01H,01H

DB 40H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,00H,00H,00H,00H,
62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,
22H,22H,23H,01H,01H,01H,01H,03H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,01H

DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,02H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,
22H,23H,23H,01H,01H,01H,03H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,01H

TH_3:

DB 21H,21H,21H,21H,63H,63H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,20H,20H,60H,60H,62H,
22H,22H,22H,23H,23H,22H,20H,20H,20H,20H,21H,62H,62H,62H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,63H,63H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,00H,40H,40H,40H,02H,
02H,22H,23H,23H,22H,00H,00H,00H,01H,01H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,63H,63H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,00H,02H,
02H,02H,23H,23H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,63H,63H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,00H,00H,00H,
00H,00H,03H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,63H,63H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,00H,00H,00H,00H,
00H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H,00H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,
02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,33H,33H,22H,00H,00H,22H,22H,23H,01H,01H,01H,01H,13H,
13H,12H,10H,10H,00H,01H,01H,01H,01H,11H,11H,23H,22H,22H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,33H,33H,22H,00H,00H,22H,23H,23H,01H,01H,01H,03H,13H,
13H,11H,10H,10H,01H,01H,01H,01H,01H,11H,11H,23H,23H,22H,00H

TH_4:

DB 00H,62H,62H,62H,22H,22H,22H,22H,22H,22H,22H,22H,20H,20H,20H,20H,20H,
20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H,00H,20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB 00H,62H,62H,62H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,62H,62H,62H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,42H,42H,42H,40H,40H,40H,40H,40H,
40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H

DB 00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,
40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H

DB 00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,
40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H

DB 00H,02H,02H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,
01H,01H,01H,23H,22H,22H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H

DB 00H,02H,03H,03H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,
01H,01H,01H,23H,23H,22H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H

TH_5:

DB 00H,00H,00H,00H,00H,40H,40H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,
20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,21H,21H,20H,20H,20H,20H,20H,20H

DB 00H,00H,00H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,40H,40H,40H,00H,00H,
20H,20H,00H,00H,00H,00H,00H,01H,01H,00H,00H,00H,00H,00H,00H

DB 00H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H,00H,40H,40H,40H,00H,00H,
20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,21H,21H,21H,21H,21H,21H,21H,21H

DB 40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,
20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,21H,21H,21H,21H,21H,21H,21H,21H

DB 40H,40H,40H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,40H,00H,00H,00H,
00H,00H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H

DB 40H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,40H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,10H,10H,10H,10H,10H,00H,00H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,02H,02H,02H,02H,00H,00H,00H,
00H,01H,01H,01H,01H,01H,01H,11H,11H,11H,11H,11H,01H,01H,01H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TH_6:

DB 20H,20H,20H,20H,63H,63H,62H,00H,00H,20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,00H,01H,01H,43H,42H,42H,00H,00H,20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 21H,21H,21H,21H,42H,42H,42H,00H,00H,20H,20H,20H,62H,62H,62H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,00H

DB 21H,61H,60H,60H,60H,42H,42H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,
40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H

DB 20H,60H,60H,60H,62H,62H,42H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,
40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,40H,40H,60H,62H,62H,62H,00H,00H,00H,00H,00H,62H,62H,62H,40H,40H,
40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,62H,62H,62H,00H

DB 00H,00H,00H,00H,23H,33H,33H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,00H

DB 01H,01H,01H,01H,23H,33H,33H,00H,00H,01H,01H,01H,23H,23H,23H,00H,00H,
00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,23H,23H,23H,00H

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

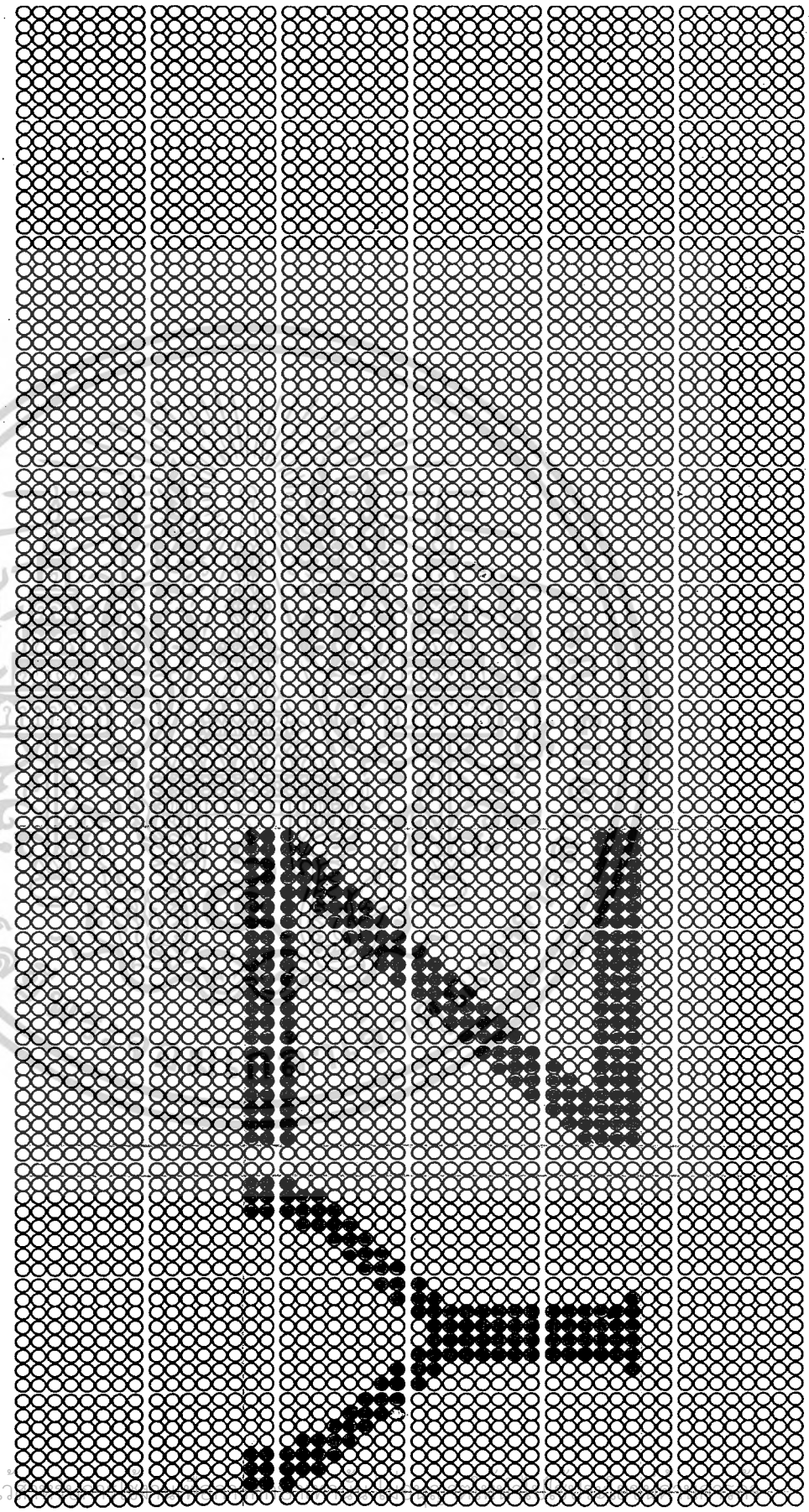
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

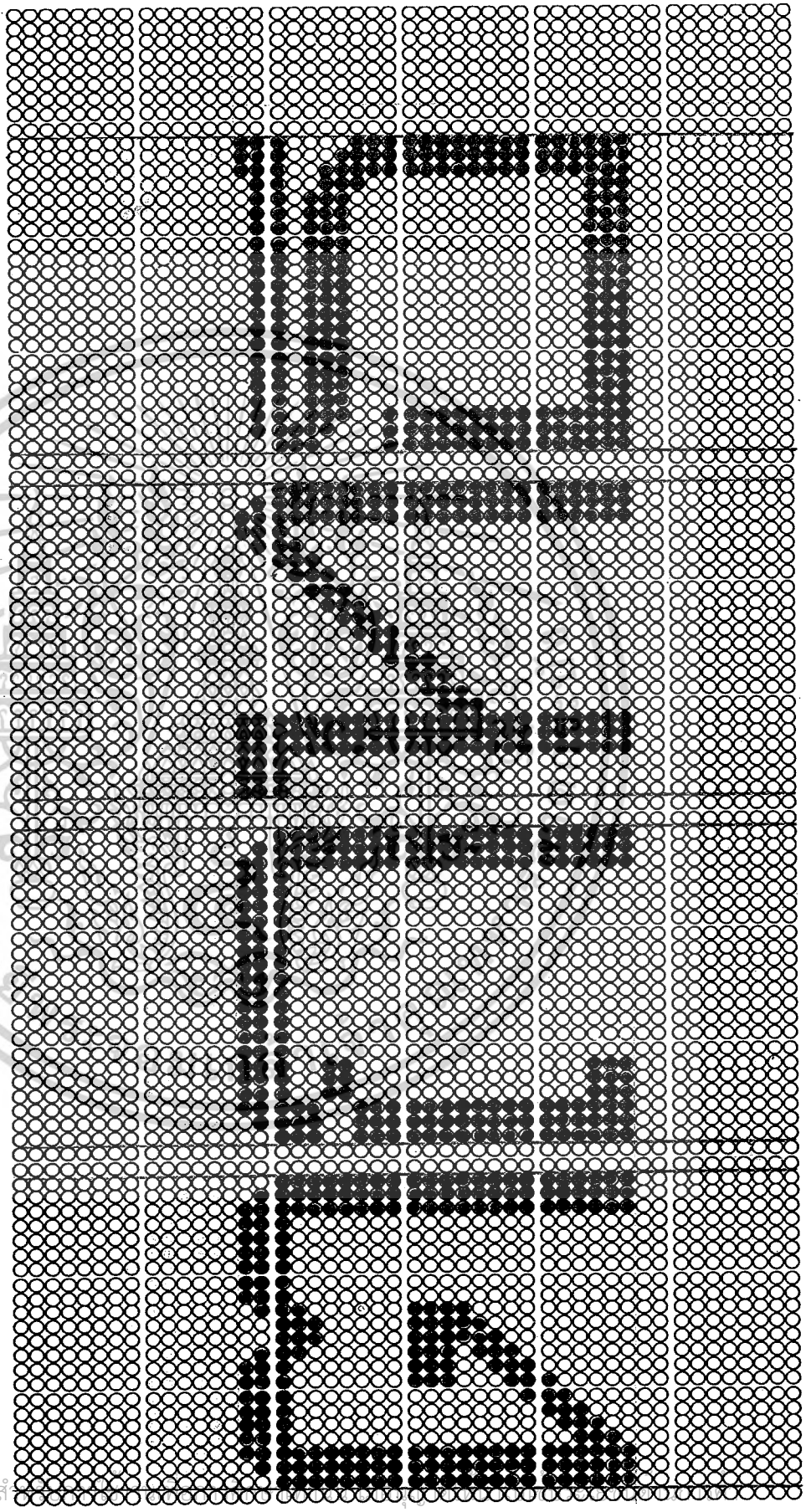
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

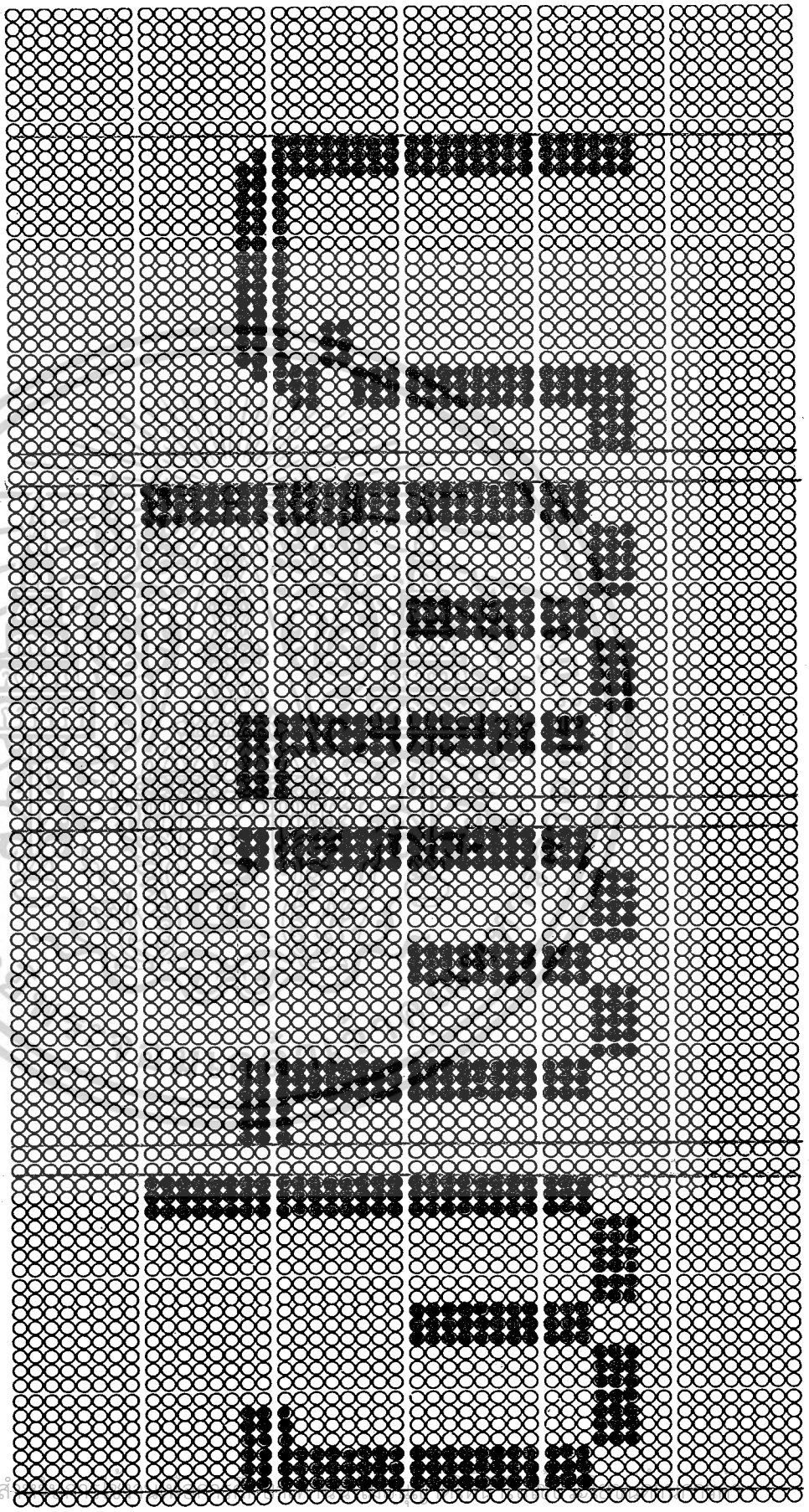
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

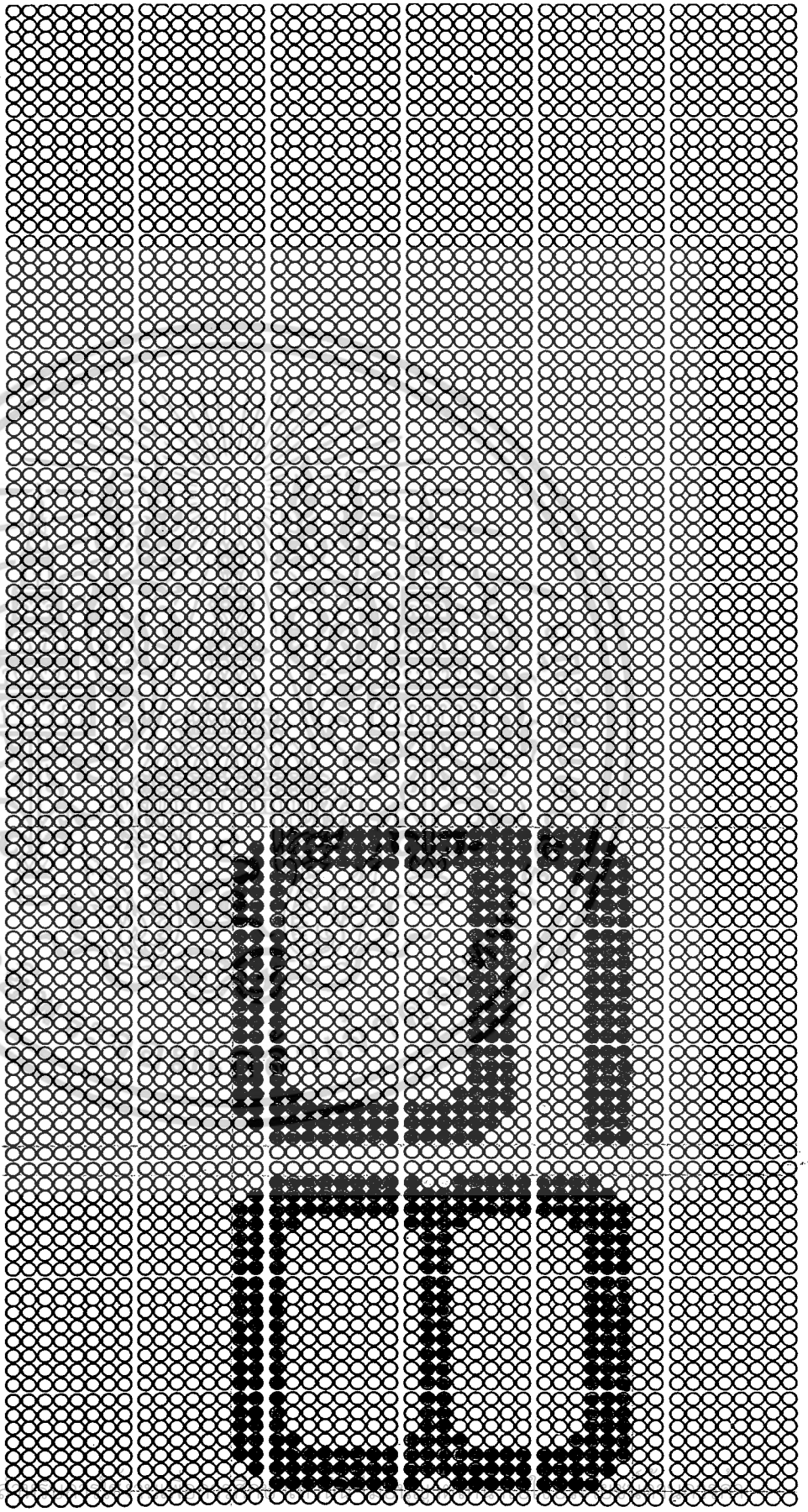
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

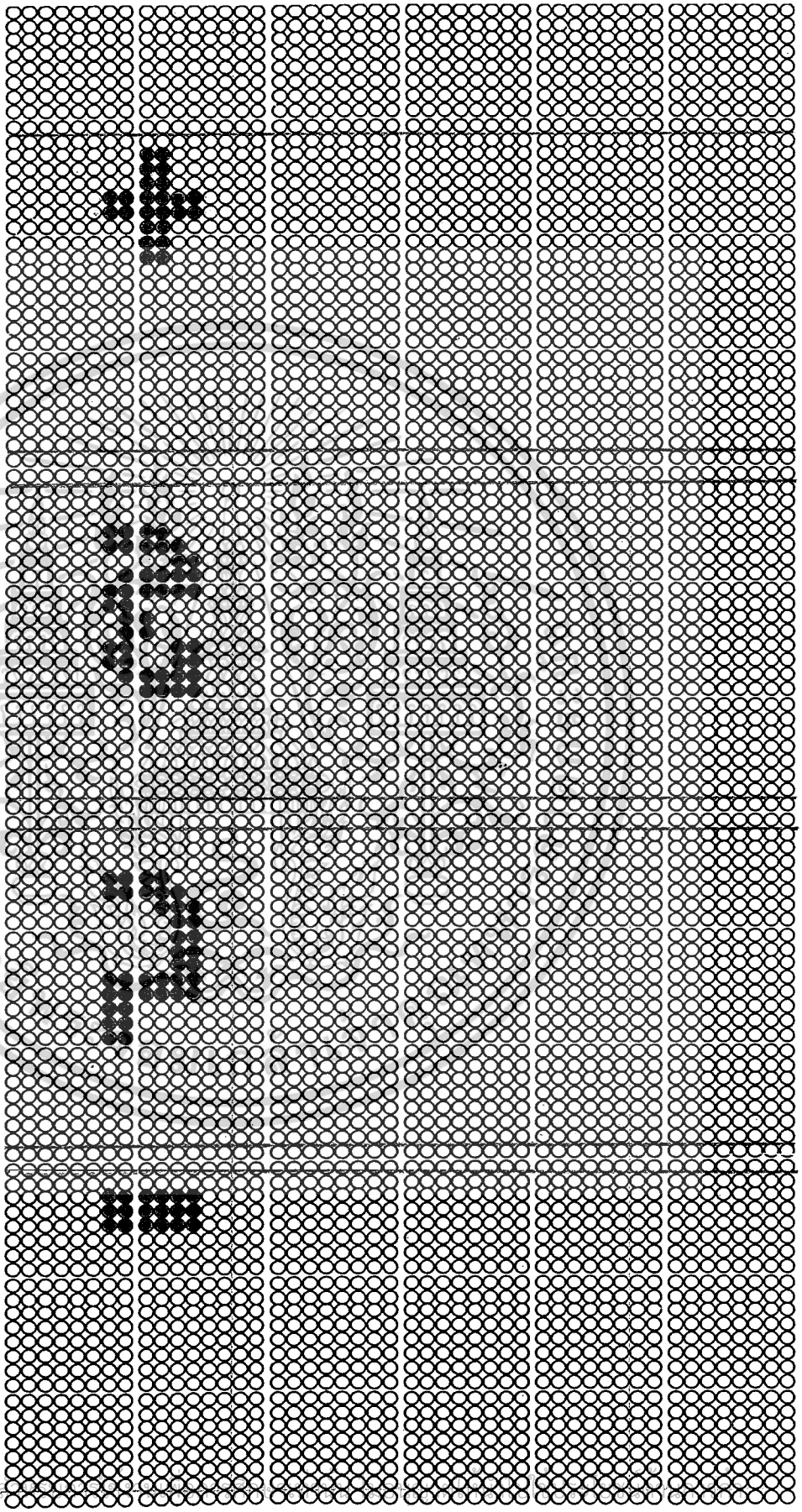
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

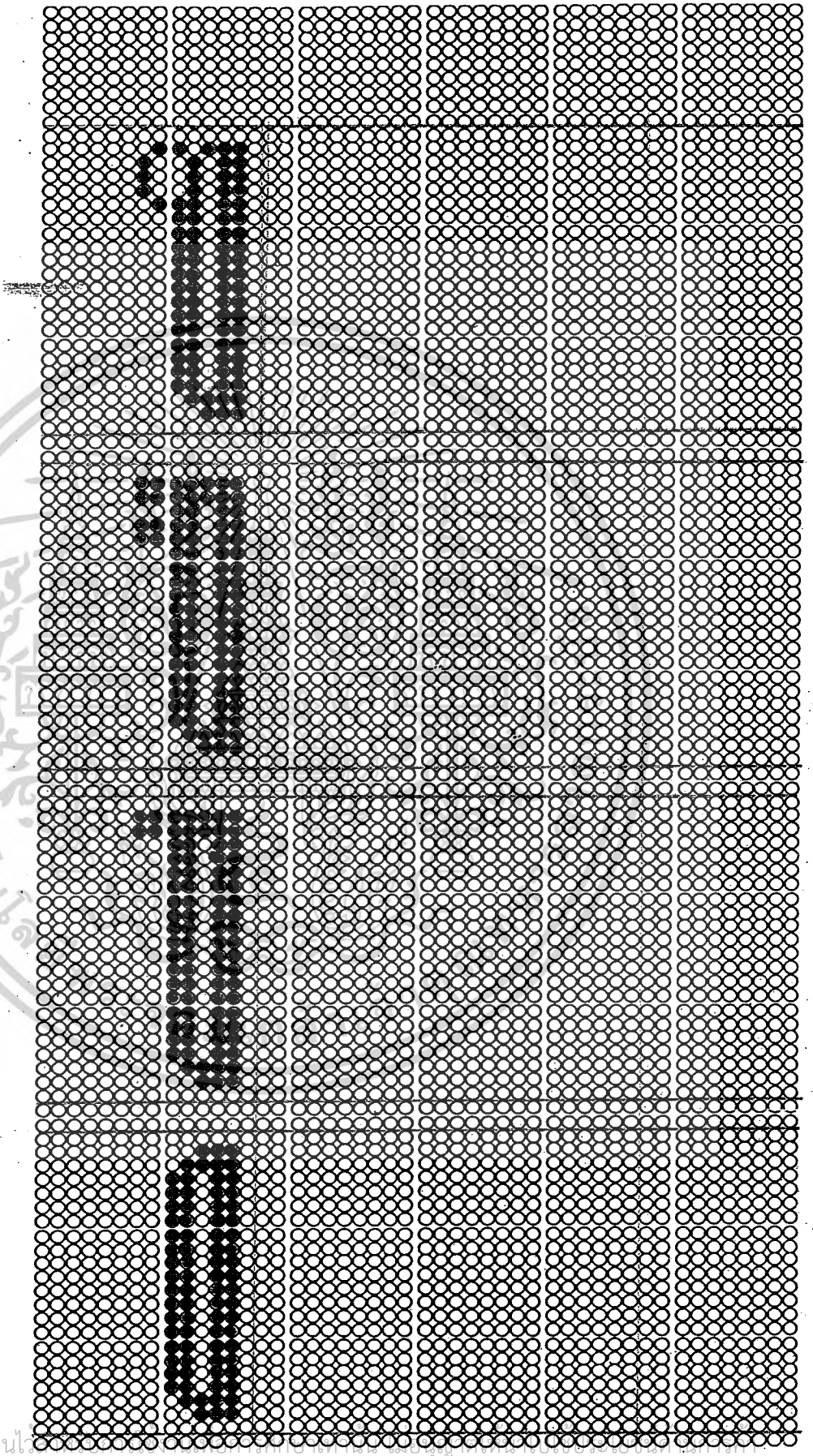
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



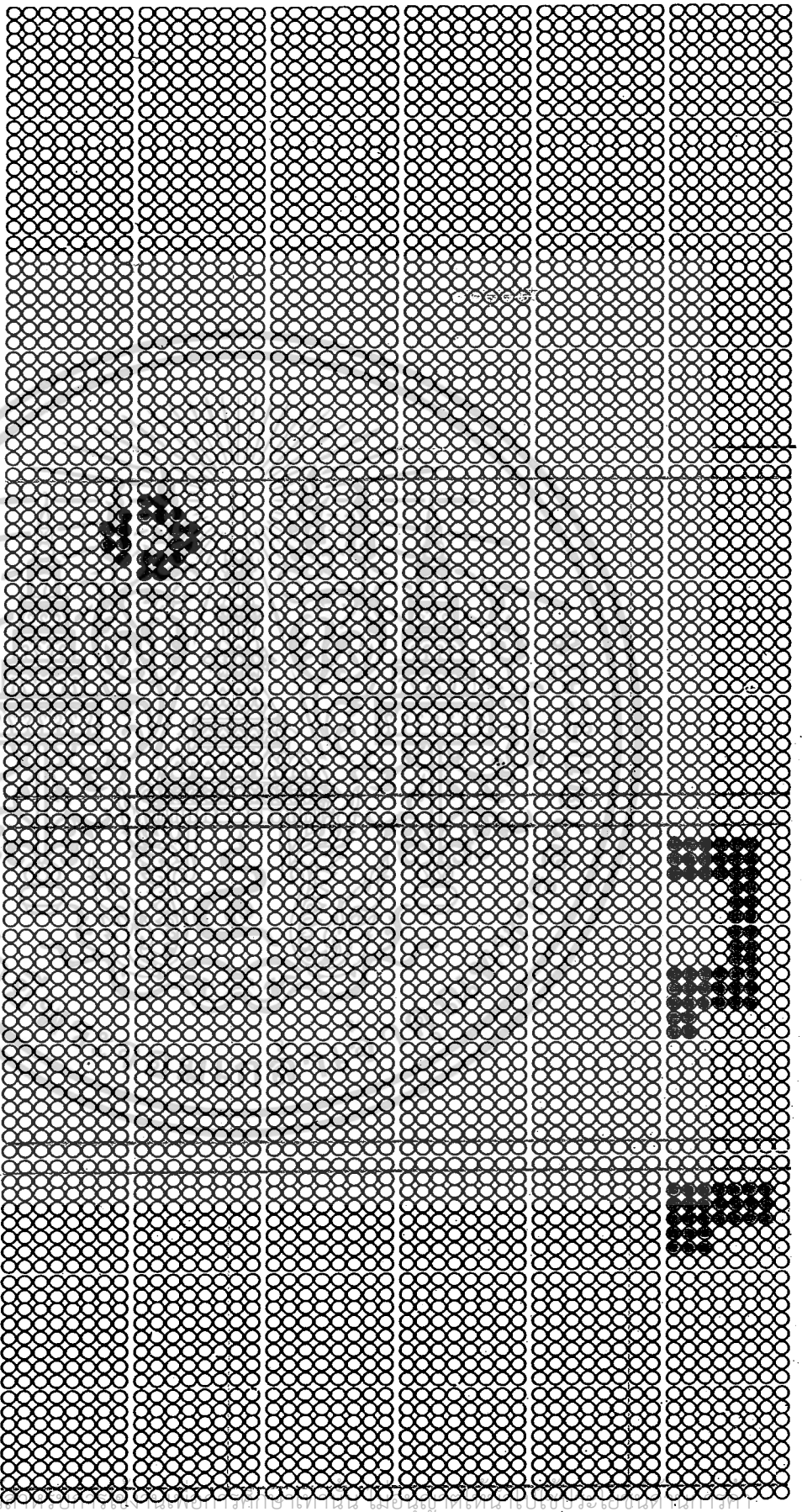
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้