สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแสดงตัวอักษรโดยใช้มอเตอร์

WRITTEN CHARACTER BY USING MOTOR

T036937

โดย

นาย ธีระชัย มูลขำ 40013294

นาย สมพร เภสัชชา 40013308

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปพ.
ป663ค
25ธ2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36937
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องแสดงตัวอักษรโดยใช้มอเตอร์

WRITTEN CHARACTER BY USING MOTOR

โดย

นาย ธีระชัย มูลขำ 40013294

นาย สมพร เภสัชชา 40013308

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2542

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRITTEN CHARACTER BY USING MOTOR

BY MR.THEERACHAI MOOLKHUM 40013294
MR.SOMPORN PESATCHAR 40013308

ADVISOR MR.RUANGSAK JAROENPONG

YEAR 1999

ABSTRACT

The thesis concerns about study and research description of written character by using motor. The function of direct current motor (DC MOTOR) shared with memory data circuit of character. The function of written character by using motor and memory unit. EPROM is memoried data and display used LED module size 16 bit character 1 line. For controlling motor speed and rotate to be seen the character.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ข้าพเจ้าผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาให้คำแนะนำและคำปรึกษาเรื่องต่างๆ พร้อมทั้งสนับสนุนห้องทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองต่างๆ มาโดยตลอด และที่ขาดไม่ได้ก็คือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังศูนย์นนทบุรี ซึ่งเป็นที่ปฏิบัติงานของผู้จัดทำ

คุณความดีใดๆ ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ที่มีพระคุณกับผู้จัดทำตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ฟิสิกส์ของแสง	1
1.2 ดวงตาและโครงสร้างของตา	4
1.3 ความไวของระบบการมองเห็น	6
1.4 ความไวต่อการมองเห็น	7
1.5 LED	9
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน	10
2.1 ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์	10
2.2 ส่วนของวงจรที่ทำการนับ	12
2.3 ส่วนของหน่วยความจำของวงจรที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล	13
2.4 ส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล	14
2.5 มอเตอร์กระแสไฟตรง	14
2.6 หลักการทำงานรวมของวงจร	25
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	27
3.1 การออกแบบวงจร	27
3.2 การออกแบบการติดตั้ง	27
3.2 การออกแบบตัวอักษร	27
บทที่ 4 การทดลอง	63
4.1 การทดลองภาคกำเนิดความถี่	63
4.2 การทดลองวงจร Counter 8 Bit	64
4.3 การทดลองวงจรขับ LED	66
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	67
ภาคผนวก	68
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงรูปคลื่น	1
รูปที่ 1.2 แสดงถึงสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า	2
รูปที่ 1.3 แสดงภาพดวงตา	4
รูปที่ 1.4 แสดงถึงลำดับชั้นของเรตินา	5
รูปที่ 1.5 แสดงความสัมพันธ์ของโคนและร็อด	6
รูปที่ 1.6 แสดงขนาดวัตถุเปรียบเทียบกับขนาดภาพ	7
รูปที่ 1.7 แสดงนิยามของการเปรียบต่าง	8
รูปที่ 2.1 วงจรภายในของไอซีเบอร์ 555	10
รูปที่ 2.2 วงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์	11
รูปที่ 2.3 หลักการของมอเตอร์	15
รูปที่ 2.4 อากัปกริยาของเครื่องกำเนิดไฟเมื่อได้รับ Lode	17
รูปที่ 2.5 อากัปกริยาของมอเตอร์	18
รูปที่ 2.6 แสดงทิศของแรงเคลื่อนไฟและกระแสที่เกิดขึ้นในมอเตอร์ซึ่งไหลไปทางเดียวกัน แต่ตรงข้ามกับแรงเคลื่อนไฟสวน	19
รูปที่ 2.7 (a) วงจรของมอเตอร์ไฟตรง	20
รูปที่ 2.7 (b) วงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ที่เขียนแทนแรงเคลื่อนไฟสวนได้ด้วยแบตเตอรี่ Eb	20
รูปที่ 2.8 การทดสอบหาแรงเคลื่อนไฟสวนในมอเตอร์ไฟตรง	21
รูปที่ 2.9 วงจรของ Shuntmotor	22
รูปที่ 2.10 การบิดของโมเมนต์	23
รูปที่ 3.1 (a) แสดงวงจร Counter	28
รูปที่ 3.1 (b) แสดงวงจรแสดงผล	29
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบและแท่นยึด	30
รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดความถี่	63
รูปที่ 4.2 วงจร Counter 8 Bit	64
รูปที่ 4.3 วงจรขับ LED	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบของสีและความยาวคลื่น	3
ตารางที่ 3.1 การออกแบบตัวอักษร	62
ตารางที่ 4.1 การทดลองภาคความถี่	63
ตารางที่ 4.2 การทดลองวงจร Counter 8 Bit	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ที่มา

เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแสดงผลร่วมกับมอเตอร์เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละอย่างที่ว่ามีการทำงานอย่างไรและเมื่อมีการนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาต่อร่วมกันก็จะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแสดงผลร่วมกับมอเตอร์ได้

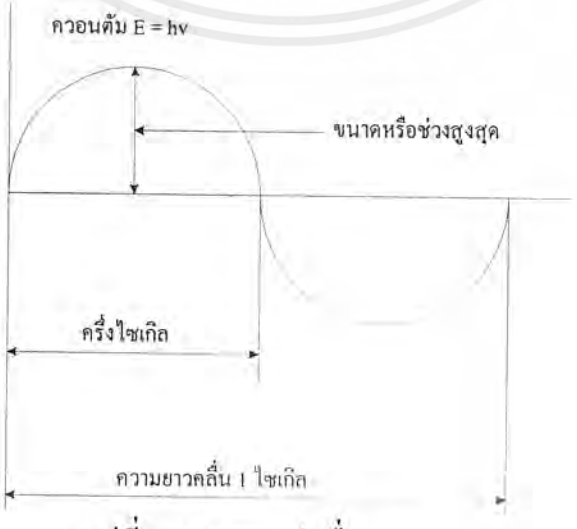
การมองเห็นวัตถุ แสงที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสีของแสงเป็นสิ่งที่ทำให้ดวงตามองเห็นวัตถุนั้นและแสดงออกเป็นสีต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดของการมองเห็น แสง และดวงตา จะสามารถพิจารณาได้ดังนี้

1.1 ฟิสิกส์ของแสง

ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการค้นคว้าวิจัยทางด้านแสงจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีควอนตัม (Quantum Theory) และทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Theory) ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของคลื่น แต่ทฤษฎีควอนตัมไม่ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะว่าไม่สามารถให้ความกระจ่างชัดในเรื่องปรากฏการณ์การรบกวนและปรากฏการณ์ดีแฟรกชัน (Defraction Phenomena) ได้เพียงพอ

1.1.1 ทฤษฎีดูออลลิตี้ (Duality Theory)

ในปี ค.ศ. 1924 เดอบรอยล์ (De Broglie) ได้ทำการพัฒนาสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกันระหว่างทฤษฎีคลื่นและทฤษฎีคอร์พัสคูลา (Corpuscular Theory) ขึ้นมา และได้แสดงความยาวคลื่น (Wave Length) ของรูปคลื่น ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงรูปคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีคลื่น $\lambda = C/V$

ช่วงเวลา T = เวลาใน 1 ไซเกิล

V หมายถึง ความถี่ (เฮิรตซ์)

ε หมายถึง ควอนตัม

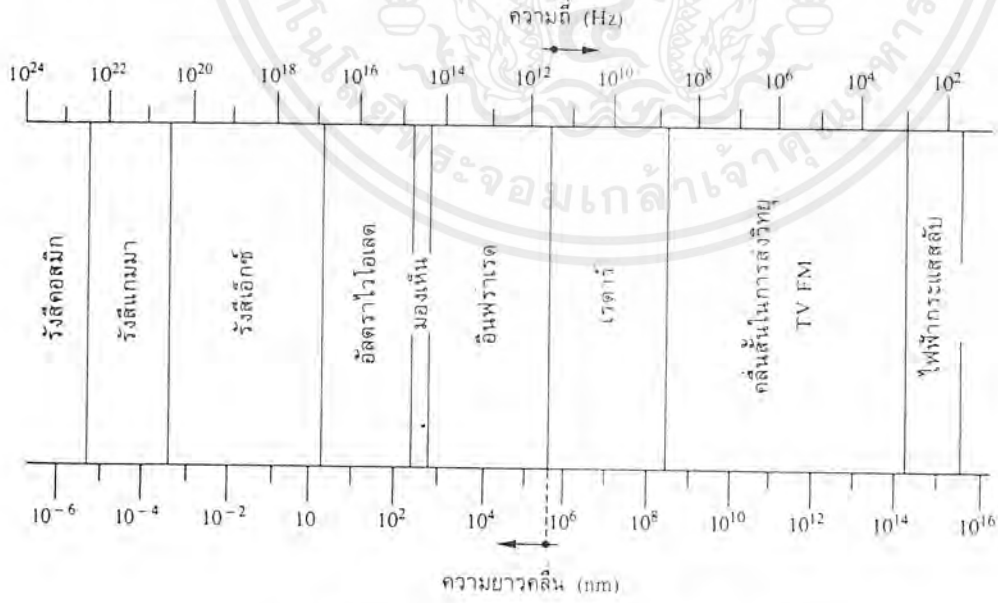
h หมายถึง ค่าคงที่ของแพลงก์ = 6.6256×10

λ หมายถึง ความยาวคลื่น

C หมายถึง ความเร็วแสงในสุญญากาศ ประมาณ 186,000 ไมล์/วินาที หรือ 3×10 เมตร/วินาที

1.1.2 สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum)

ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าจัดว่าเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายถึงพลังงานการแผ่รังสี (Radiant Energy) ได้ดี ซึ่งมักจะใช้และพบกันบ่อยๆในวิศวกรที่ศึกษาทางด้านแสง รูปกราฟที่ได้แสดงในรูปที่ 1.2 เป็นการแสดงถึงพลังงานการแผ่รังสีซึ่งจะเรียกว่าสเปกตรัม โดยการพิจารณาพลังงานการแผ่รังสีตั้งแต่รังสีคอสมิก (Cosmic Ray) จนถึงสัญญาณไฟฟ้า สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (หรือพลังงานการแผ่รังสี) จะมีช่วงกว้างตั้งแต่ 3.937 x 10^{-13} นิ้ว หรือ 10^{-5} นาโมเมตร (Namometer: nm) ซึ่งเป็นช่วงของรังสีคอสมิกจนถึง 3,100 ไมล์ (4.98 x 10^{15} nm) ซึ่งเป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ 60 เฮิรตซ์ (Hertz)



รูปที่ 1.2 แสดงถึงสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 1.2 จะพบว่ามีการแบ่งพลังงานการแผ่รังสีออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งด้านขวาจะเป็นความถี่ อีกส่วนหนึ่งทางด้านซ้ายจะเป็นความยาวคลื่น ทั้งนี้เพราะความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นและความถี่จะเป็นส่วนกลับกัน คือ $\lambda = C/V$ (λ = ความยาวคลื่น, C = ความเร็วของแสง, V = ความถี่) การแบ่งพลังงานการแผ่รังสีออกเป็น 2 ส่วนนี้ จะทำการแบ่งในตำแหน่งรอยต่อของอินฟราเรดและเรดาร์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าถ้าตำแหน่งของพลังงานการแผ่รังสีอยู่ในช่วงอินฟราเรดลงมาจะพิจารณาในรูปแบบของความยาวคลื่น ส่วนพลังงานการแผ่รังสีที่อยู่ในช่วงเรดาร์ขึ้นไปจะพิจารณาในรูปของความถี่ ตัวอย่างเช่น ในระบบไฟฟ้า 50Hz ถ้าจะกล่าวถึงในเทอมของความยาวคลื่นจะมีค่าประมาณ 10^{15} nm ซึ่งตัวเลขและตามด้วยตัวเลขยกกำลัง 15 ไม่เป็นที่นิยมใช้กัน

1.1.3 สเปกตรัมที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum)

ในการส่องสว่าง (Illuminati)จะเกี่ยวข้องกับสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนเล็ก ๆ ส่วนหนึ่ง โดยในส่วนเล็ก ๆ นี้จะ เรียกว่าสเปกตรัมที่มองเห็นได้ โดยสเปกตรัมที่มองเห็นได้นั้นพิจารณาตามหลักของความเป็นจริงที่ว่า ทุก ๆ พลังงานจะให้ความรู้สึกของการมองเห็นเมื่อมีการกระตุ้นของพลังงานกับดวงตาปกติสเปกตรัมที่มองเห็นได้จะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง

ตั้งแต่แสงสีม่วง : 0.38×10^{-4} ซม. = 0.38×10^{-6} ม. = 0.38 μm

= 3,800° A (อังสตรอม, Angstrom)

= 380 nm

ถึงแสงสีแดง : 0.76×10^{-4} ซม. = 0.76×10^{-6} ม. = 0.76 μm

= 7,600° A

ในตารางที่ 1.1 เป็นการแสดงถึงส่วนของสเปกตรัมที่มองเห็นได้ ซึ่งจะให้ความรู้สึกของความแตกต่างของสี

สี	ความยาวคลื่น (nm)
แดง	760 - 630
แสด	630 - 590
เหลือง	590 - 560
เขียว	560 - 490
น้ำเงิน	490 - 440
คราม	440 - 420
ม่วง	420 - 380

ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบของสีและความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 **ดวงตาและโครงสร้างของดวงตา**

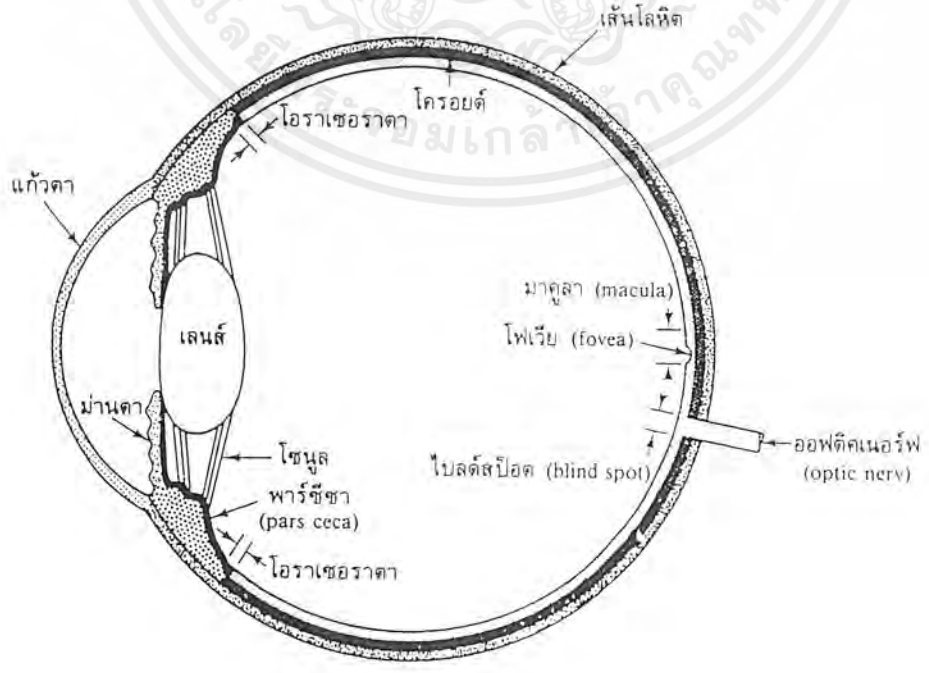
ดวงตาจัดได้ว่าเป็นเครื่องมือวัดที่ละเอียดชิ้นหนึ่ง มีรูปร่างเป็นรูปทรงกลม ดังแสดงในรูปที่ 1.3 จะพบว่าดวงตาถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้นด้วยกัน คือ

1.2.1**ชั้นนอก**

จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ กระจกตาหรือแก้วตา (Cornea) จะมีประมาณ 1 ใน 6 ส่วน ส่วนที่เหลือจะเป็นเส้นโลหิต (Sclera) หน้าที่ที่สำคัญของกระจกตาหรือ แก้วตาคือจะเป็นตัวกลางหักเหแสงในดวงตา โดยในส่วนนอกสุดจะเป็นแผ่นเยื่อใส ๆ เพื่อหักเหหรือโค้งงอ เพื่อให้ลำแสงไปตกโฟกัสลงบนเรตินา (Retina) ส่วนเส้นโลหิตซึ่งอยู่ส่วนนอกจะอยู่บนแผ่นเยื่อซึ่งจะทำหน้าที่รักษารูปร่างของดวงตาไว้

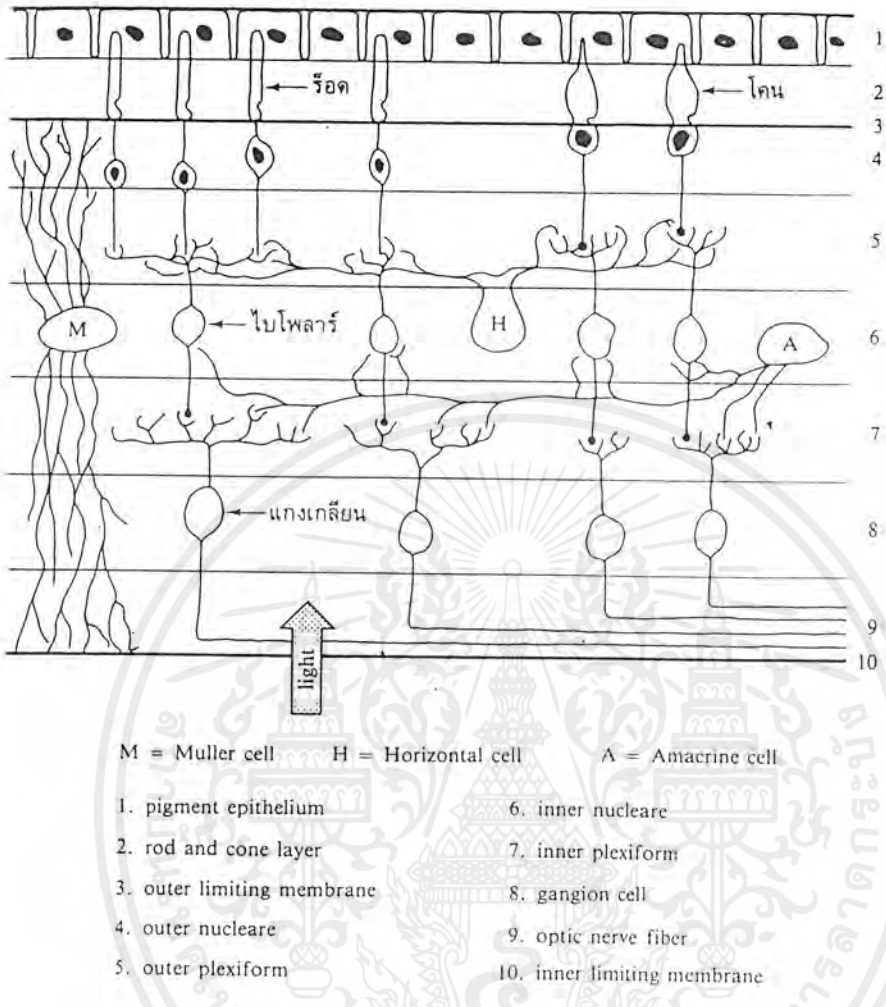
1.2.2**ชั้นกลาง**

จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ม่านตา (Iris) โครอยด์ (Choroid) ซีลีรีบอดี (Cilliary Body) โดยหน้าที่ที่สำคัญของโครอยด์คือ บำรุงเลี้ยงสำหรับชั้นของเส้นโลหิตส่วนนอกของเรตินา (ซึ่งชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 4 สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 1.4) ส่วนซีลีรีบอดีจะทำหน้าที่ที่สำคัญเรียกว่าแอ็คคอมโมเดชัน (Accommodation) นอกจากนี้ซีลีรีบอดียังผลิตวัตถุเหลวในดวงตา โดยวัตถุเหลวเรียกว่า Accommodation นอกจากนี้ Ciliary Body ยังผลิตวัตถุเหลวในดวงตา โดยวัตถุเหลวจะเป็นน้ำซึ่งทำหน้าที่ช่วยในการหักเหและเป็นตัวกรองแสงที่เข้าสู่ดวงตา ส่วนม่านตาทำหน้าที่ปรับจำนวนแสงที่เข้าดวงตาและช่วยในการเพิ่มความลึกของโฟกัส



รูปที่ 1.3 แสดงภาพดวงตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



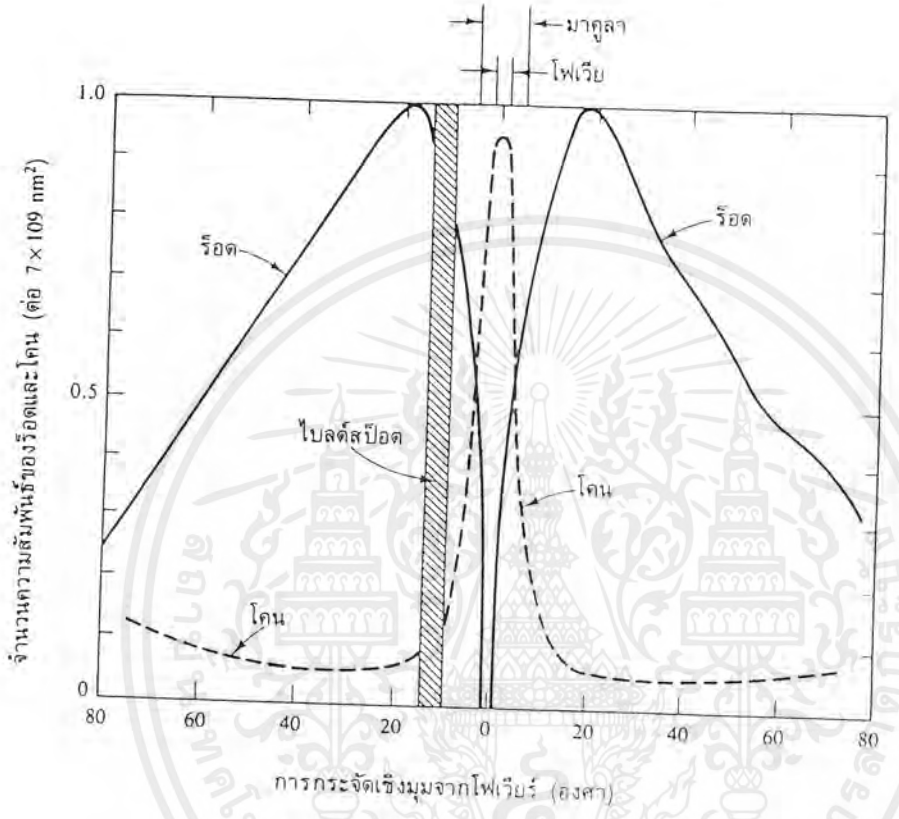
รูปที่ 1.4 แสดงลำดับชั้นของเรตินา

1.2.3 ชั้นใน

จะถูกแบ่งออกเป็นเรตินาและ Ceca โดยที่เรตินาจะเป็นจอรับภาพซึ่งจะประกอบไปด้วยประสาทรับรู้แสง 2 ชนิด คือ โคนและร็อด เรตินาจะประกอบไปด้วยจำนวนชั้น 10 ชั้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.4 โคน (Cones) และร็อด (Rods) โดยปลายประสาทที่เป็นพวกร็อดนั้นจะมีความไวแสงมากสามารถรับรู้แสงเพียงเล็กน้อยเช่นแสงดาวได้ แต่จะไม่สามารถแยกแยะสีสันได้ ประสาทรับรู้อีกชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่าโคนนั้น จะเป็นส่วนรับรู้ที่สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของคนเรา จะมีความไวแสงน้อยกว่าชนิดร็อดมาก แต่สิ่งสำคัญคือสามารถรับรู้และแยกแยะสีของแสงได้ทั้งร็อดและโคนนี้มีความไวต่อแสงที่มีสีต่าง ๆ ไม่เท่ากัน โดยปกติแล้วร็อดจะไวที่สุดต่อแสงที่มีความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 505 นาโนเมตรคือ แสงที่มีโทนสีเขียว ส่วนโคนจะไวต่อแสงที่มีโทนสีค่อนไปทางเหลือง จะมีความยาวคลื่นประมาณ 555 นาโนเมตร ซึ่งพิจารณาได้จากรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงความสัมพันธ์ของโคนและร็อด

1.3 ความไวของระบบการมองเห็น

ประสิทธิภาพการส่องสว่างของพลังงานการแผ่รังสีจะขึ้นอยู่กับความสามารถของการรับและอุปกรณ์การวัด การตอบสนองของตาคนปกติในแต่ละคนย่อมจะมีความแตกต่างกันออกไปแต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการทดลองเพื่อจะศึกษาถึงค่าเฉลี่ยของการตอบสนองต่อการเห็นของบุคคลทั่ว ๆ ไป

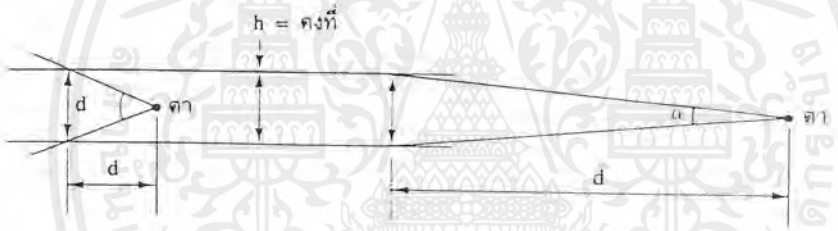
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 **ความไวต่อการมองเห็น (Visual Acuity)**

ความไวต่อการมองเห็นได้ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อบ่งบอกถึงความสามารถของดวงตาในการแบ่งแยกรายละเอียด ซึ่งจะมีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 4 ประการคือ ขนาด การส่องสว่าง (Luminance) การเปรียบต่าง (Contrast) และเวลา

1.4.1 ขนาด

โดยความไวต่อการมองเห็นจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ ซึ่งจะส่งผลต่อขนาดภาพที่ปรากฏบนเรตินา ในกรณีที่ขนาดวัตถุมีขนาดเดียวกัน ลักษณะการมองใกล้หรือไกลจากวัตถุจะมีผลต่อมุมการมองเห็น (Visual Angle) โดยพิจารณาได้จากรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 แสดงขนาดวัตถุเปรียบเทียบกับขนาดภาพ

1.4.2 **การส่องสว่าง**

ความสว่าง (Brightness) จะเป็นการแสดงถึงการส่องสว่าง ซึ่งการส่องสว่างจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นและมีแสงส่วนหนึ่งสะท้อนกลับขึ้นไปยังดวงตา สามารถแสดงได้ตามสมการ

$$L = \rho \times E$$

โดยที่ L = ค่าความส่องสว่าง

ρ = ค่าการสะท้อน

E = ค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 **การเปรียบต่าง**

การเปรียบต่างขีดเริ่มเห็น (Contrast Threshold) นี้จะเป็นการวัดความ สามารถของผู้สังเกต ในการแบ่งแยกความแตกต่างต่ำสุดของความส่องสว่างระหว่างพื้นที่ 2 พื้นที่ ซึ่งจะสามารถอธิบาย ในเทอมของสมการได้คือ

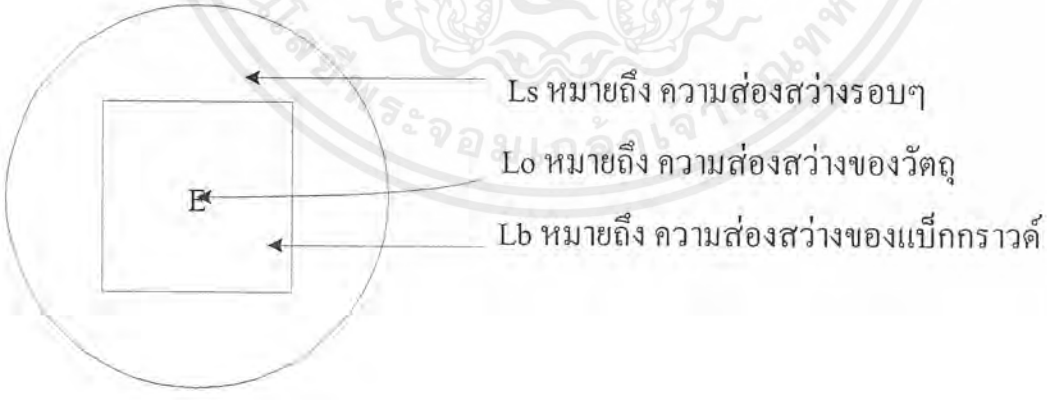
$$C = \left| \frac{L_o - L_b}{L_b} \right| = \left| \frac{\Delta L}{L_b} \right|$$

โดยที่ L_o คือ ความส่องสว่างของวัตถุที่ทดสอบ

L_b คือ ความส่องสว่างของภาพพื้น

Δ Lคือ ส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงของการทาทับหรือเขียนทับลงบนภาพพื้น

และจะสามารถแสดงได้ในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 แสดงนิยามของการเปรียบต่าง

ถ้าการเปรียบต่างมีค่าสูงจะทำให้มองเห็นรอยแยกระหว่างส่วนต่าง ๆ ในภาพได้ชัดเจน เช่น ตัวอักษรสีดำบนกระดาษขาว ซึ่งจะทำให้ตัวหนังสือมีความคมชัดอ่านได้ง่าย เป็นต้น ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบต่างมีค่าต่ำ เช่น ถักร้อยด้ายดำบนผ้าสีดำ การมองเห็นจะดูยากขึ้นและต้องเพิ่มระดับความส่องสว่างให้มีค่าสูงขึ้น

1.5 **LED**

ไดโอดเปล่งแสง [Light Emitter Diode] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลในอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการแสดงผลด้านอักษร โดยผ่านไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงข้อมูลข่าวสารสื่อโฆษณาตามสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งก็มีหลักการที่ใช้อยู่ 2 แบบ คือแบบ Port Scan ทั้ง 2 แบบนี้จะใช้การทำงานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้มีความคิดที่จะใช้วิธีใหม่ ๆ เพื่อการแสดงผลด้านอักษรโดยการใช้มอเตอร์ในการนำมอเตอร์มาใช้งานนนี้ก็สามารถจะเลือกใช้ได้ทั้งมอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) และมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) ซึ่งในประดิษฐ์กรรมชิ้นนี้ได้เลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงมาใช้งาน เนื่องจากมอเตอร์กระแสตรงจะให้ความเร็วรอบที่คงที่ และสามารถนำเอาของเก่ามาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

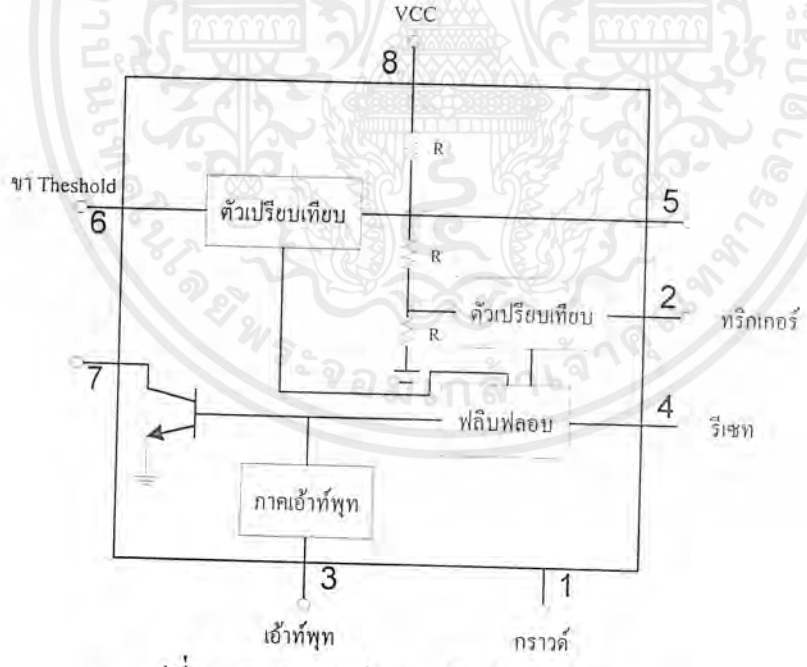
เครื่องแสดงตัวอักษรโดยใช้มอเตอร์จะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนของ Soft Ware และของ Hard Ware ส่วนของ Soft Ware จะประกอบด้วยส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลส่วน Hard Ware จะประกอบด้วยส่วนของอุปกรณ์ติดตั้งการทำงานของมอเตอร์และชุดเชื่อมต่อทั้งหมด

2.1 ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จะแบ่งย่อยออกได้เป็นทั้งหมด 4 ส่วน ซึ่งจะมีทฤษฎีการทำงานต่างกันออกไป

2.1.1 ส่วนของวงจรกำเนิดความถี่

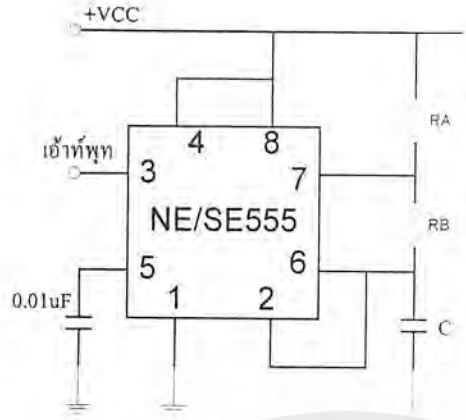
ไอซี 555 เป็นไอซีที่รู้จักกันแพร่หลาย และสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง วงจรไอซีที่เหมือนกันไอซีเบอร์ 555 แต่กำหนดในรูปเบอร์อื่น เช่น ของบริษัท มอโตโรล่าชื่อเบอร์ MC 1455 และ MC 1555 สำหรับบริษัท ซิกเนติก ผลิตไอซี 2 ตัว อยู่ในเดียวกันและให้ชื่อเบอร์ IC 556 วงจรภายในของไอซี 555 แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วงจรภายในของไอซีเบอร์ 555

เป็นวงจรที่ทำการกำเนิดความถี่ให้กับระบบมีด้วยกัน 2 ชุด คือส่วนที่กำเนิดความถี่และส่วนที่กำเนิดความถี่ต่ำซึ่งทั้ง 2 ชุด ความถี่ใช้ IC NE555P เป็นตัวออสซิเลทความถี่ให้กับระบบโดยทำงานเป็นแบบอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ Astable Multivibrator ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

2.1.2 การทำงานกรณีเป็นตัวตั้งเวลา

ในกรณีที่เป็นตัวตั้งเวลาหมายถึงลักษณะลอจิกทางด้านเอาท์พุทเป็น " O " จนกระทั้งถึงเวลาที่ตั้งไว้ก็จะเปลี่ยนสภาวะเป็นลอจิก " 1 " เพื่อทริกการทำงานอย่างอื่น เช่น ทริกรีเลย์ วงจรกระดิ่ง ฯลฯ

การทำงานของวงจรพอจะอธิบายได้เมื่อสัญญาณพัลซ์ลบป้อนเข้าทางขา 2 ซึ่งมี หน้าที่เป็นสัญญาณทริกเกอร์เพื่อทำการทริกให้วงจรเริ่มทำงาน แรงดันที่ขั้วบวกของอินพุทของตัวเปรียบเทียบ 2 จะมีค่าราว ๆ 1/3 ของแรงดันจ่ายไปเลี้ยง (V CC) และความต้านทานสามตัวที่ต่ออนุกรมกันในรูปมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ R ดังนั้นขนาดของสัญญาณพัลซ์ลบจะต้องมีค่าต่ำกว่าของแรงดันอินพุทของตัวเปรียบเทียบ 2 หรือมีค่าน้อยกว่า 1/3 ของแรงดันจ่ายไฟเลี้ยง

เมื่อยังไม่มีสัญญาณพัลซ์ลบทรานซิสเตอร์ Q1 จะนำกระแสไฟฟ้าทั้งหมดจากแรงดันจ่ายไฟเลี้ยงจะผ่าน R_a ไปยังทรานซิสเตอร์ ดังนั้นตัวเก็บประจุ ที่อยู่ภายนอกจะยังไม่ได้รับการประจุแต่เมื่อป้อนสัญญาณทริกเกอร์เข้าที่ขา 2 ของไอซี ตัวเปรียบเทียบ 2 จะสวิทซ์ต่อไปยังวงจรฟลิบฟลอบ เมื่อฟลิบฟลอบ ทำงานจะยังผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 คัทออฟ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน RA จึงไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q1 ไม่ได้จึงจำเป็นต้องไหลต่อลงไปประจุให้กับตัวเก็บประจุ C เมื่อแรงดันที่ตัวเก็บประจุ C มีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่าถึงประมาณ 2/3 ของแรงดันไฟเลี้ยงวงจร วงจรเปรียบเทียบตัวที่ 1 ก็จะทำงานทันทีทำให้เกิดการกระตุ้นฟลิบฟลอบให้เปลี่ยนสถานะกลับมาอย่างเดิมอีกครั้งจะเห็นได้จากวงจรว่าแรงดันคร่อม C ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้ตัวเปรียบเทียบ 1 ทำงานได้นั้นขึ้นอยู่กับการควบคุมแรงดันเข้าขั้วลบของตัวเปรียบเทียบโดยขา 5 ของไอซี

เมื่อฟลิบฟลอบถูกสวิทซ์ให้กับมายังสภาวะเดิมทรานซิสเตอร์ Q1 ก็นำไฟฟ้าอีกครั้ง C จะคายประจุและเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานรอบต่อไป จึงพอสรุปได้ว่าการทำงานเป็นการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ครั้งจะใช้เวลาประมาณ 1.1 RC และถ้าไม่มีการควบคุมแรงดันที่ขา 5 เวลาที่ใช้ในการประจุเป็นตัวตั้งเวลาจะมีค่าในการประจุ C ให้มีค่าถึง 2/3 ของแรงดัน VCC เอาท์พุทที่ได้จะออกจากภาคสุดท้ายของไอซีจะมีค่ากระแสสูงสุดได้ถึง 200 mA

2.1.3 **อะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์**

ในวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ แต่เมื่อใช้ไอซี 555 การสร้างวงจรย่อมสะดวกและง่ายต่อการใช้งานมากกว่า ดังนั้นจึงมีผู้นิยมใช้กันมาก

การทำงานของวงจรอธิบายได้จากวงจรรูปที่ ตัวเก็บประจุภายนอก C จะรับประจุจนมีค่าแรงดันคร่อมตัวมัน 2/3 VCC โดยการประจุผ่านตัวต้านทาน RA และ RB มันจะคายประจุทันทีจนกระทั่งมีแรงดันคร่อมตัว C เหลือเพียง 1/3 VCC โดยการคายประจุผ่านตัวต้านทาน RB นั้นคือแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจะออสซิลเลทอยู่ระหว่าง 1/3 VCC และ 2/3 VCC สัญญาณ เอาท์พุทจะอยู่ในสภาวะ " 1 " ในขณะที่ตัวเก็บประจุ C และจะอยู่ในสภาวะ " 0 " เมื่อตัวเก็บประจุคายประจุ การคายและการรับประจุจะไม่ขึ้นค่าแรงดันจ่ายไฟเลี้ยงแต่จะขึ้นอยู่กับ R และ C เราอาจจะทำให้วงจรออสซิลเลทหรือหยุดออสซิลเลท ด้วยสวิทซ์ที่ต่อที่ขา 6 กับขา 4

ช่วงเวลาของการที่ตัวเก็บประจุรับประจุหรือเอาท์พุทอยู่ในสภาวะ " 1 " หาได้โดย

$$t_1 = 06.95\ [RA+RB]\ C$$

ช่วงเวลาของการคายประจุของตัวเก็บหรือเอาท์พุทอยู่ในสภาวะ " 0 " หาได้โดย

$$t_2 = 0.695\ RBC$$

คาบเวลาหาได้โดย

$$T = t1+t2 = 0.695[RA+2RB]\ C$$

ความถี่ของการออสซิลเลทหาได้จาก

ในการหาความถี่นี้สามารถได้โดยตรงจากกราฟในภาคผนวก

2.2 **ส่วนของวงจรที่ทำการนับ**

เป็นส่วนที่รับความถี่ที่ได้มาจากส่วนกำเนิดความถี่โดยมีส่วนของวงจรที่ทำการนับแบบ 4 บิท Binary Counter อยู่2 ส่วนคือ ส่วนที่รับความถี่มาจาก IC NE 555 P. วงจรที่ใช้ทำการนับจะใช้ IC 74193 จำนวน 3 ตัว ซึ่งเป็น IC ที่ทำงานเป็นแบบ Synchronous 4-B it Binary Up/Down Counter ดังนี้

ไอซีเบอร์ 74193 (วงจรนับตัวเลขไปนารี่ 4 บิท ที่นับได้ทั้งเดินหน้าและถอยหลังที่มีคัวทดตัวยืมและพรีเซท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนี้แตกต่างจากเบอร์ที่แล้วโดยสามารถทดและยืมได้จากภาคของไอซีตัวถัดไปในกรณีให้ทำงานปกตินับเดินหน้าขาโหลดจะต้องอยู่ภาวะ " 1 " ขาเคลียร์ต้องอยู่ภาวะ " 0 " โดยวงจรนับจะนับเมื่อสัญญาณนาฬิกาเปลี่ยนจากลอจิก " 0 " ไปเป็น " 1 " ถ้าหากต้องการนับถอยหลังก็ต่อขา Up/Down เป็น " 1 " การพรีเซทก็เหมือนกับไอซีตัวอื่น ๆ ในการต่อเชื่อมกับไอซี อื่นเราก็ต่อขาตัวทด (Carry) ไปยัง Up Count และตัวยืม (Borrow) ไปยัง Down Count ความถี่ที่ใช้งานสูงสุด 32 MHz กระแสเลี้ยงไอซี 65 mA

2.3 ส่วนของหน่วยความจำของวงจรที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล

จะเป็นส่วนในการเก็บข้อมูลของตัวอักษรจะใช้ EPROM 2764 ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่เขียนด้วยไฟฟ้าลบด้วยแสงอุลตร้าไวโอเล็ต ทฤษฎีการทำงานอย่างคร่าว ๆ ROM ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ จะมีหน่วยความจำชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลโดยที่ข้อมูลเหล่านี้ไม่สูญหายเมื่อไม่มีการจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงแก่ระบบ หน่วยความจำชนิดนี้ก็คือ ROM (Read Only Memory) นั่นเองข้อมูลที่เก็บอยู่ใน ROM สามารถอ่านออกมาได้ แต่ไม่สามารถเขียนข้อมูลเข้าไปใน ROM ได้อีก ประโยชน์ ROM ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ คือทำให้ CPU ของระบบสามารถที่จะเริ่มทำงานโดยการกำหนดสภาวะของอุปกรณ์ Hard Ware ต่าง ๆ (เป็นที่เก็บ Monitor Program) ให้อยู่ในสภาวะที่พร้อมจะทำงานได้ เมื่อเราเริ่มจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ระบบ

หน่วยความจำที่เก็บข้อมูลไว้ได้โดยไม่สูญหาย ที่ใช้ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีหลายชนิดเช่น Read-Only Memory (ROM) , Programmable Read-Only (PROM), Erassable Programmable Read-Only (EROM), Electrically Alterable Read-Only Memory (EAROM) ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 โดยทั่วๆไปจะใช้หน่วยความจำเหล่านี้ชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น ขึ้นอยู่กับความสะดวกและราคาในการใช้งานของระบบนั้นๆซึ่งจะกล่าวแยกแต่ละชนิดต่อไป

ROM (Read-Only Memory) : ข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ใน ROM จะถูกโปรแกรมโดยผู้ผลิต (โปรแกรมมาจากโรงงาน) เราจะใช้ ROM เมื่อข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนและมีความต้องการใช้งานเป็นจำนวนมาก

EPROM (Erassable Programmable ROM) : ข้อมูลจะถูกโปรแกรมโดยผู้ใช้โดยการให้สัญญาณที่มีแรงดันสูง (High Voltage Signal) ผ่านเข้าไปในตัว EPOM ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่ใช้ใน PROM แต่ข้อมูลที่อยู่ใน EPROM เปลี่ยนแปลงได้โดยการลบข้อมูลเดิมที่อยู่ใน EPROM ออกก่อนแล้วค่อยโปรแกรมเข้าไปใหม่การลบข้อมูลนี้ทำได้ด้วยการฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตเข้าไปในตัว IC โดยผ่านทางกระจกใสที่อยู่บนตัว IC เมื่อฉายแสงครู่หนึ่งข้อมูลที่อยู่ภายในก็จะถูกลบทิ้งซึ่งช่วงเวลาที่ฉายแสงนี้สามารถดูได้จากข้อมูลที่กำหนด (Data Sheet) มากับตัว EPROM และมีความเหมาะสมที่จะใช้เมื่องานของระบบมีโอกาสที่จะปรับปรุงแก้ไขข้อมูลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 **ขั้นตอนในการอ่านข้อมูลจาก ROM**

ลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นในการอ่านข้อมูลแต่ละครั้งออกจาก ROM ดังแสดงไว้ข้างล่างนี้เป็นลำดับ ขั้นตอนการทำงานทั่วๆไปโดยไม่คำนึงถึงชนิดของ CPU ที่ใช้

1. ค่าแอดเดรสจะถูกป้อนเข้าไปยัง ROM (Counter) ค่าแอดเดรสนี้จะกำหนดตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการอ่าน โดยข้อมูลจะถูกอ่านออกมาเพียงครั้งละ 1 ไบท์เท่านั้น

2. CPU จะคอยอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง (Wait State) เรียกว่า Access Time ประมาณ 100-300 nanoseconds ขึ้นอยู่กับชนิด ROM ซึ่งเป็นเวลาที่ ROM ใช้ในการถอดรหัสของแอดเดรส (Decode Address) ของข้อมูลที่ต้องการจะอ่านออกมาที่เอาท์พุทของ ROM

3. Chip Select Line จะถูกทำให้แอคทีฟ (Active) เพื่อให้ข้อมูลออกมาที่บัสข้อมูลของระบบได้

4. Chip Select Line จะถูกสั่งให้เลิกทำงาน (สถานะ Inactive) เพื่อทำให้ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลช่องระบบหายไป

2.4 **ส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล**

เป็นส่วนที่นำเอา Output ที่ได้จากหน่วยความจำมาเป็น Input ให้กับ Transister เพื่อที่จะมีกระแสเพียงพอต่อการทำให้ LED เปล่งแสงสว่างเพื่อแสดงข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแล้วสามารถมองเห็นหรืออ่านข้อความต่างๆที่ได้กำหนดลงในหน่วยความจำ

2.5 **มอเตอร์กระแสไฟตรง**

2.5.1 **หลักการของ Motor (Motor' S principle)**

มอเตอร์ก็คือตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เพื่อนำพลังงานกลที่ได้ไปขับเคลื่อนสิ่งต่างๆ ตามที่ต้องการ อาการทางกลที่เกิดขึ้นนี้ ก็อาศัยหลักการที่ว่า เมื่อมีกระแสไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้นย่อมทำให้เกิดแรงขึ้นในทิศทางที่หาได้จากกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง ขนาดของแรงที่เกิดนี้หาได้จาก

$$F = BiI \quad \text{..... newton}$$

เมื่อ F = แรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำ (นิวตัน)

B = ความหนาแน่นสนามแม่เหล็ก (เวเบอร์ / เมตร^2)

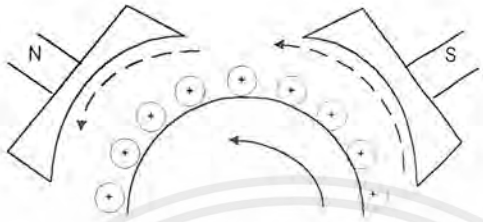
i = กระแสที่ไหลในตัวนำ (แอมป์)

l = ความยาวของตัวนำ เมตร

แรง F ที่เกิดนี้ จะอยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กและกระแสที่ไหลผ่านในตัวนำนั้นๆ เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงนี้ โดยหลักการขั้นพื้นฐานของโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟ และมอเตอร์ไม่มีความแตกต่างกันในโครงสร้างเลย นั้นก็คือ เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงเครื่องเดียวกันนี้ สามารถนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปใช้งานสลับกันได้มอเตอร์กระแสไฟตรงก็คล้ายกับ เครื่องกำเนิดกระแสไฟตรง นั้นก็คือมีเครื่องแบบ Shunt - Wound หรือ Series Wound หรือ Compound - Wound เช่นกัน



รูปที่ 2.3 หลักการของมอเตอร์

ตามรูป 2.3 แสดงส่วนหนึ่งของมอเตอร์กระแสไฟตรง ที่มีหลายขั้วแม่เหล็กเมื่อใส่ไฟเข้าไปที่สนามกระตุ้น ย่อมทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก และเมื่อป้อนกระแสให้ไหลผ่านในตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กนั้นคือ ทำให้อาร์มาเจอร์หมุน มนที่นี้ได้กำหนดให้กระแสที่ไหลในตัวนำของอาร์มาเจอร์ที่อยู่ภายในขั้นเหนือ N มีทิศของกระแสพุ่งเข้าไปข้างในดังหางลูกศรที่เป็นกากะบาด ส่วนตัวนำที่อยู่ภายใต้ขั้วใต้นั้น ให้กระแสพุ่งออกมาข้างนอกดังหัวลูกศรที่เป็นจุด เมื่อเป็นเช่นนี้จึงหาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำทุกๆ ตัวที่อยู่ภายใต้ขั้วแม่เหล็กทั้ง N และ S ได้โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง วิธีหาก็คือ กางมือซ้ายออก โดยให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้และนิ้วกลางตั้งฉากซึ่งกันและกัน (ทำแบบเดียวกับกฎมือขวาซึ่งใช้หาทิศแรงเคลื่อนไฟที่เกิดขึ้น) จากนั้น ให้นิ้วชี้ ชี้ไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก คือชี้จากขั้ว N ไป S ให้นิ้วกลางชี้ไปตามทิศทางการไหลของกระแส ณ ที่ตัวนำที่ต้องการหาทิศการเคลื่อนที่นั้นๆ นั่นคือ นิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศการเคลื่อนที่ของตัวนำนั้นๆ จะพบว่าแรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำทุกๆ ตัว ภายใต้ขั้วแม่เหล็กเดียวกัน จะมีทิศไปในทางเดียวกัน และจะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์มาเจอร์นั้นๆ และพบว่า แรง ที่เกิดขึ้นภายใต้ขั้วแม่เหล็กทุกๆ ขั้ว ที่สลับกันไปนั้น จะมีทิศทางไปทางเดียวกันทั้งสิ้น โดยแต่ละแรง จะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์มาเจอร์นั่นคือ ภายใต้ขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้วก็จะเกิดแรงลัพธ์ขึ้นแรงหนึ่ง ฉะนั้นเมื่อมีหลายขั้วก็มีหลายแรง และทุกๆ แรงต่างก็รวมกันเป็นรงบิดขึ้นมาแรงหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้มอเตอร์หมุนไปได้จากแรงที่เกิดนี้ข้อที่ควรสังเกตุข้อหนึ่งคือ Commutator เป็นตัวที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับที่ทำหน้าที่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นั่นคือ เป็นตัวทำให้กระแสไหลผ่านตัวนำไปในทิศทางเดียวตลอดเวลาภายใต้ขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้ว ซึ่งช่วยทำให้เกิดแรงบิดไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การเปรียบเทียบอากัปกริยาของเครื่องกำเนิดไฟและมอเตอร์ (Conparision of Generator and Motor Action)

ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงเครื่องเดียวกันนี้ สามารถใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องผลิตไฟฟ้าก็ได้นั่นคือ เมื่อทำงานเป็นมอเตอร์นั้น ก็จำเป็นต้องใส่พลังงานไฟฟ้าเข้าไป เพื่อให้ได้พลังงานกลออกมา และเมื่อนำมาใช้งานเพื่อผลิตกระแสไฟนั้น ก็จำเป็นต้องใส่พลังงานกลเข้าไปขับให้ตัวหมุนเคลื่อนที่ เพื่อให้ได้พลังงานไฟออกมาตามที่ต้องการ

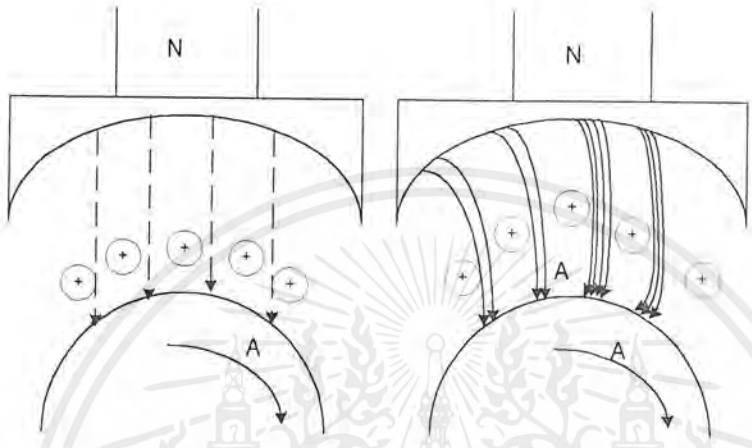
จากที่กล่าวมาแล้วข้างบนนี้ เราลองมาพิจารณาการทำงานของเครื่องผลิตไฟว่า ทำอย่างไรจึงทำให้เปลี่ยนพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟได้ ทั้งนี้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับอากัปกริยาของภายในอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ที่เกิดขึ้น

ตามรูป 2.4 แสดงให้เห็นเพียงส่วนหนึ่งของเครื่องผลิตไฟ โดยการหมุนอาร์มาเจอร์ซึ่งมีตัวนำวิ่งผ่านสนามแม่เหล็กที่ขั้ว N หรือขั้ว S ก็ตาม แต่ในที่นี้ได้ทำการพิจารณาเฉพาะตัวนำ A ที่อยู่บนอาร์มาเจอร์วิ่งผ่านขั้ว N ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จากกฎมือขวาของเฟลมมิ่ง ก็พบว่า มีแรงเคลื่อนไฟพุ่งเข้าไป ดังแสดงในรูป 2.4 เมื่อเครื่องผลิตไฟจ่ายกระแสไฟออกไปให้กับภาระไฟฟ้า จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำทุกตัว แต่ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะตะนำ A เท่านั้น ดังนั้นเมื่ออาร์มาเจอร์ยังถูกขับให้หมุนไปทางเดิม (ตามเข็มนาฬิกา) โดยพลังงานกลภายนอกอยู่ด้วยกำลังแรงเท่าเดิมอยู่ก็จะทำให้มีความรู้สึกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มหมุนช้าลงไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีแรงสวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Counter Electromotive Force) คอยต้านการเคลื่อนที่ของตัวขับนั่นเองกริยาหรืออาการที่เกิดขึ้นเช่นนี้นั้น สามารถมองให้เห็นชัด หรือเข้าใจได้ง่ายดังรูป 2.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเส้นแรงทางด้านขวาของตัวนำ A ที่อยู่ในทิศทางการเคลื่อนที่ของอาร์มาเจอร์นั้น มีจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่าทางด้านซ้าย ทั้งนี้เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนตัวนำ A ของทางขวามือนั้นไปอัดหรือรวมกับเส้นแรงแม่เหล็กสำคัญ N ส่วนข้างซ้ายนั้นจะไปแยกตัวกับแม่เหล็กหลัก ฉะนั้นทางด้ายซ้ายจึงมีความหนาแน่นของเส้นแม่เหล็กน้อยกว่า การเกิดแรงแม่เหล็กบนตัวนำ A นี้ หาได้โดยใช้ Cork's Screw Rule เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจ จึงอาจเปรียบได้ว่า เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในกริยาอาการต่างๆ เหล่านี้ ต่างก็เปรียบเสมือนเส้นยาง หรือหนังสติ๊กที่ใช้ยิงนก โดยมี A ซึ่งเป็นตัวนำนั้นเปรียบเสมือนว่าเป็นลูกหิน ฉะนั้นยิ่งมีเส้นแรงเกิดขึ้นทางขวามากขึ้นเท่าไร ก็จะทำให้เกิดแรงต้านเกิดขึ้นบนอาร์มาเจอร์มากขึ้น หรืออาจพูดว่าเมื่อยิ่งดึงหนังสติ๊กให้ยืดไกลออกไปเท่าไหร่ ก็ย่อมจะมีแรงต้านเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามกับที่ยืดหนังสติ๊กออกไปมากเท่านั้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า เมื่อเครื่องผลิตไฟยิ่งจ่ายกระแสก็ย่อมจะทำให้ออกไปมากเท่าไร เครื่องหมุนช้าลงไปทุกที ถ้าหากว่าตัวที่หมุนอาร์มาเจอร์ยังมีแรงฉุดเท่าเดิม ฉะนั้นเพื่อที่จะให้เครื่องผลิตไฟวิ่งด้วยความเร็วเท่าเดิมได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มพลังกลซึ่งเช่นเดียวกัน สำหรับตัวนำอื่นที่อาร์มาเจอร์ ก็จะมีอากัปกริยาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

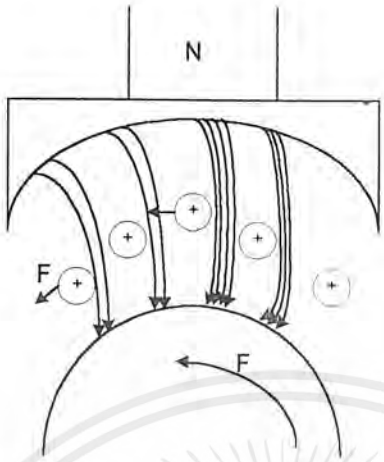
เกิดขึ้นเช่นเดียวกับตัวนำ A ไม่ว่าตัวนำเหล่านั้นจะอยู่ภายใต้ขั้ว S หรือขั้ว N นั่นคือแรงต้านจะเกิดจากทุกๆ ตัวนำรวมกันตาม Vector ก็จะเป็นแรงลัพธ์แรงหนึ่งที่คอยต้านการหมุนของอาร์มาเจอร์ในทิศสวนเข็มนาฬิกา ตลอดเวลาที่เครื่องกำลังจ่าย Load



รูปที่ 2.4 อากัปกริยาของเครื่องกำเนิดไฟเมื่อได้รับ Lode

สมมติว่าเครื่องเดียวกันนี้ ถอดเอาตัวต้นกำลัง (Primover) ที่ใช้หมุนเครื่องกำเนิดไฟออก จากนั้นก็ใส่ไฟเข้าไป โดยให้กระแสไหลผ่านเข้าไปภายใต้ขั้ว N ดังรูป 2.5 เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านตัวนำในอาร์มาเจอร์ ซึ่งอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กของขั้ว N ก็ย่อมจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นในตัวนำต่างๆ บนอาร์มาเจอร์นั้นๆ นั่นก็คือ เกิดแรงบิด (Torque) ขึ้นบนอาร์มาเจอร์ในทิศสวนเข็มนาฬิกา อากัปกริยานี้ เกิดขึ้นเช่นเดียวกับอากัปกริยาที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องเป็นเครื่องผลิตไฟเช่นกัน แรงบิดที่เกิดขึ้นนี้ หาทิศทางของการเคลื่อนที่ได้โดยใช้ กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่งนั่นคือ ขณะนี้เครื่องได้ทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ไปแล้วจะสังเกตเห็นว่า เมื่อกระแสที่ไหลในตัวนำยังอยู่ทิศทางเดิม จะทำให้มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทวนเข็มนาฬิกาเช่นเดิม ซึ่งตรงกันข้ามกับทิศของตัวต้นกำลัง (Primover) ที่ใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟ เมื่อเครื่องทำหน้าที่เป็นตัวผลิตไฟ (Generator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36937



รูปที่ 2.5 อากัปกริยาของมอเตอร์

จากที่กล่าวมาข้างบนพบว่า ในการเปลี่ยนรูปพลังงานนั้น ย่อมมรแรงต้านเกิดขึ้น นั่นคือ สำหรับเครื่องผลิตไฟฟ้านั้นจะเกิดแรงต้านทางกล หรือแรงแม่เหล็กลาก (Magnetic Drag) ขึ้น ในทิศที่ตรงข้ามกับแรงที่ใส่เข้าไป ฉะนั้นจึงต้องใส่กำลังกลเข้าไปให้มากกว่าแรงลากที่เกิดขึ้นนี้ จึงจะได้กำลังไฟออกมาจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าตามที่ต้องการได้นั่นคือเครื่องผลิตไฟยังคงหมุนด้วยความเร็วที่ค่าๆ หนึ่ง บางทีอาจจะให้หมุนที่ความเร็วเดิมหรือน้อยกว่าก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ จะให้ Voltage ที่ขั้วที่จ่ายไปให้กับภาระไฟฟ้า (Load) นั้นมีค่าคงที่ หือว่าใกล้เคียงกับตอนไม่มีภาระไฟฟ้า ส่วนมอเตอร์นั้น ก็ย่อมมีตัวต้านเกิดขึ้นเช่นเดียวกัน คือแรงเคลื่อนไฟสวน (Back e.m.f.) ทั้งมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟ ต่างก็เกิด อากัปกริยาของมอเตอร์ และ การผลิตไฟขึ้นในเครื่องเดียวกัน นั่นคือ เมื่อเป็นมอเตอร์ ก็เกิดอาการของมอเตอร์ (Motor Action) ขึ้นก่อน แล้วจึงเกิดอาการของเครื่องกำเนิดไฟ (Generator Action) ขึ้นมาทันทีที่มีการหมุน (Back e.m.f.) ส่วนเครื่องกำเนิดไฟนั้นจะเกิดอาการของการกำเนิดไฟ (Generator Action) ขึ้นก่อน และจะเกิดอาการของปริมาณทางไฟฟ้า แทนที่จะเป็นปริมาณทางกล ทั้งนี้เพราะมอเตอร์ได้รับไฟเข้าไป เพื่อมอเตอร์ (Generator Action) ขึ้น ก็ต่อเมื่อเครื่องต้องจ่ายภาระไฟฟ้าออกไป ตัวต้านก็ย่อมจะเป็นเปลี่ยนกำลังไฟให้เป็นกำลังกล ฉะนั้นตัวต้านย่อมเป็นปริมาณทางไฟฟ้า และย่อมเกิดขึ้นภายในมอเตอร์ด้วย

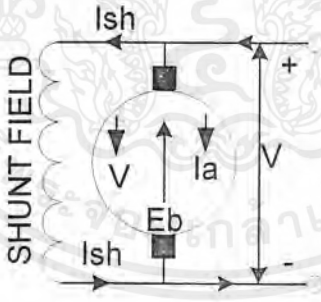
จากที่กล่าวมาข้างบนนั้นจะพบว่า เมื่อใส่กระแสเข้าไปในตัวนำ ย่อมทำให้เกิดการเคลื่อนที่ นั่นคืออาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ก็เริ่มหมุน เมื่อตัวนำวิ่งตัดผ่านสนามแม่เหล็กย่อมทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟขึ้นในตัวนำตามหลักการของเครื่องกำเนิดไฟ ซึ่งหาได้โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิ่ง แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนไฟที่เกิดขึ้นนี้ จะมีทิศทางสวนหรือตรงกันข้ามกับแรงเคลื่อนไฟที่ใส่เข้าไปให้กับมอเตอร์ดังรูป 2.6 ฉะนั้นจึงมรเรียกแรงเคลื่อนไฟที่เกิดขึ้นนี้ว่า "แรงเคลื่อนสวน = Back e.m.f."
แรงเคลื่อนไฟสวน E_b นี้ขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อขั้ว จำนวนตัวนำทั้งหมดที่ต่ออนุกรมกัน ความเร็วที่มอเตอร์หมุนไป จำนวนขั้วแม่เหล็กที่มีอยู่ภายใน และจำนวนแผง (path) ที่ขนานกัน แรงเคลื่อนไฟนี้ก็มีแรงเคลื่อนเช่นเดียวกับแรงเคลื่อนที่เกิดจากการหมุน (Motional e.m.f.) นั่นเอง

ปกติแล้วค่าต่างๆ ที่ทำให้ขนาดแรงเคลื่อนเปลี่ยนไปนี้มีค่าคงที่ ยกเว้นค่าเส้นแรงเคลื่อนต่อขั้วและความเร็วที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปรได้ ฉะนั้นเมื่อมีแรงเคลื่อนไฟสวนเกิดขึ้นตามที่กล่าวมาแล้ว ย่อมจะต้องทำให้แรงเคลื่อนไฟที่ใส่เข้าไปให้กับเครื่องนั้นเอาชนะแรงเคลื่อนสวนให้ได้ ทั้งนี้เพราะต้องบังคับกระแสให้ไหลผ่านไปในทิศทางที่สวนกับแรงเคลื่อนไฟสวน (Back e.m.f.) นั่นคือกำลังส่วนที่ใส่เข้าไปนี้สามารถเอาชนะกำลังไฟสวนได้ ฉะนั้นจึงทำให้ได้กำลังทางกลออกมาจากมอเตอร์ และเห็นได้ชัดว่า ถ้าแรงเคลื่อนไฟที่ใส่เข้าไปนี้ ไม่สามารถชนะแรงเคลื่อนไฟสวนได้ ก็ไม่อาจที่จะมีกำลังทางกลออกมาได้

สรุป จะเห็นได้ว่าแรงต้านทานที่เกิดขึ้นนั้นๆ จะเป็นแรงชนิดเดียวกับแรงที่ใส่เข้าไป นั่นคือถ้าเป็นเครื่องผลิตไฟก็จะเกิดแรงต้านทานกลขึ้น เพราะใส่แรงทางกลเข้าไป และ ถ้าเป็นมอเตอร์ก็จะเกิดแรงต้านทางไฟฟ้าขึ้น เพราะใส่แรงเคลื่อนไฟเข้าไป



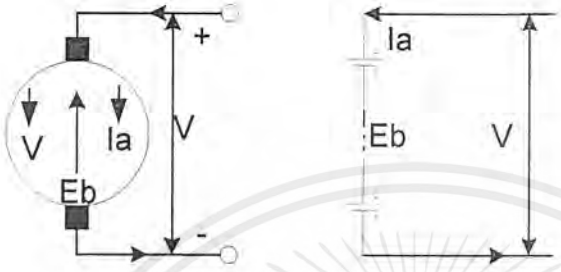
รูปที่ 2.6 แสดงทิศของแรงเคลื่อนไฟ และกระแสที่เกิดขึ้นในมอเตอร์ซึ่งไหลไปทางเดียวกันแต่ตรงข้ามกับแรงเคลื่อนไฟสวน

2.5.3 ความสำคัญของแรงเคลื่อนไฟสวน (Significance Of The Back e.m.f.)

จากที่กล่าวมาแล้วในตอนที่ 2.4 นั้นพบว่า เมื่ออาร์มาเจอร์เริ่มหมุน จะทำให้ตัวนำที่อยู่ในอาร์มาเจอร์ตัดเส้นแรงแม่เหล็กที่มาจากสนามแม่เหล็กหลัก หรือสนามแม่เหล็กลัพธ์ที่เกิดอยู่ในมอเตอร์นั้น นั่นคือ เกิดการเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟขึ้นบนตัวนำภายในอาร์มาเจอร์ ซึ่งเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ หาทิศทางของแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนไฟฟ้าได้ โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิ่งและพบว่ามีทิศสวนกับแรงเคลื่อนไฟที่ใส่เข้าไปให้กับมอเตอร์ ดังนั้น จึงเรียกแรงเคลื่อนที่เกิดนี้ว่า แรงเคลื่อนสวน (Back e.m.f. = E_b) ดังรูป 2.7 (a)



รูปที่ 2.7 (a) วงจรของมอเตอร์ไฟตรง (b) วงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ที่เขียนแทนแรงเคลื่อนไฟสวนได้ด้วยแบตเตอรี Eb

จากการที่เกิด E_b ขึ้นนี้ จึงเขียนวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ได้ดังรูป 2.7 (b) ซึ่งเหมือนกับว่า มีแบตเตอรี่ E_b ต่อคร่อมอยู่กับแรงเคลื่อนไฟ V ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ นั่นคือ ในการที่จะให้ I_a ไหลได้ในอาร์มาเจอร์นั้น จะต้องมีกำลังไฟจำนวนหนึ่งที่ต้องเอาชนะการสวนนี้ กำลังไฟที่เอาชนะกำลังที่สวนนี้ได้ คือ $E_b I_a$ ในกรณีที่เป็นเซลล์หรือแบตเตอรี่นั้น กำลังที่เอาชนะการสวนนี้ก็คือ กำลังที่เปลี่ยนไปเป็นกำลังงานทางเคมี แต่ ในมอเตอร์นั้น กำลังที่เอาชนะการสวนนี้ ก็คือ กำลังที่เปลี่ยนไปเป็นกำลังกล นั่นเอง นั่นคือ กระแส I_a จะมีค่า

ตามที่ได้กล่าวมาในตอนต้นแล้วว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จากการหมุนของตัวนำในสนามแม่เหล็กมีค่า

และพบว่า E_b ขึ้นอยู่กับตัวประกอบต่างๆ เช่น $\varnothing$, Z, S, P และ a แต่เนื่องจากว่า Z, เป็นค่าคงที่ในการพันอาร์มาเจอร์ของแต่ละเครื่องที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงได้

$$E_b = K_e \varnothing S$$

เมื่อ K_e = ค่าคงที่ทางไฟฟ้า =

S = ความเร็วเป็น r.p.m.

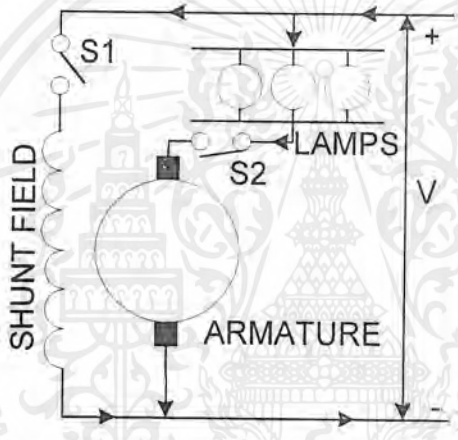
$\varnothing$ = เส้นแรงแม่เหล็กต่อขั้ว (Wb)

จากสมการ E_b ที่กล่าวมานี้ พบว่า E_b จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับค่า $\varnothing$ และ S ฉะนั้นเพื่อให้ $\varnothing$ คงที่จึงพบว่า E_b เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็ว S นั่นคือ เมื่อ S มีค่ามาก จะทำให้ E_b มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่ามาก และย่อมทำให้ I_a มีค่าน้อย (เมื่อ V คงที่ นั่นคือผลต่างของ V กับ E_b มีค่าน้อย เมื่อ R_a = คงที่) จะทำให้แรงบิด (Torque) ที่มอเตอร์จ่ายออกมามีค่าน้อยด้วยเช่นเดียวกัน เมื่อ S มีค่าน้อยย่อมทำให้ I_a มีค่ามาก ผลที่ได้ก็คือ เกิดแรงบิดขึ้นมามากจากมอเตอร์ (ซึ่งกล่าวต่อไปข้างหน้าเกี่ยวกับเรื่องบิด) ดังนั้น จะพบว่า E_b เป็นตัวที่คอยควบคุมการไหลของกระแส I_a ในอาร์มาเจอร์ นั่นเอง นั่นคือ E_b เป็นตัวทำให้มอเตอร์มีการควบคุมอยู่ในตัวของมันเอง โดยการดึงกระแสเท่าที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้มอเตอร์หมุนได้ในภาวะที่ต้องการ เพื่อให้เกิดสมดุลย์ตามกฎการทรงมวลนั่นเอง

เพื่อที่จะพิสูจน์ให้เห็นว่า มีแรงเคลื่อนไฟสวน E_b เกิดขึ้นจริงในมอเตอร์ จึงทำให้เห็นได้โดยการทดลองดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การทดสอบหาแรงเคลื่อนไฟสวน ในมอเตอร์ไฟตรง

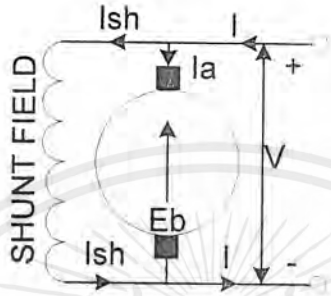
จากรูปนี้ พบว่า มีหลอดไฟ 3 หลอดต่อขนานกันเอง หลอดไฟทั้ง 3 นี้ต่ออนุกรมกับสวิทช์ S_2 ซึ่งต่ออนุกรมกับอาร์มาเจอร์อีกทีหนึ่ง

วิธีการทดลองทำได้โดย การใส่ไฟ V เข้าไปให้กับมอเตอร์ จากนั้นต่อสวิทช์ S_1 เข้ากับวงจร เพื่อให้ Shunt Field มีกระแสไหลเต็มที่ นั่นคือ มีเส้นแรงแม่เหล็กสูงสุด จากนั้นให้ต่อสวิทช์ S_2 เข้ากับอาร์มาเจอร์ จะพบว่า หลอดไฟทั้ง 3 สว่างมาก เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน และจะค่อยๆ มีความสว่างลดลง เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนเร็วขึ้น นั่นก็หมายความว่า E_b เพิ่มขึ้น แต่ I_a ลดลง และย่อมทำให้แรงเคลื่อนไฟที่ตกคร่อมหลอดไฟน้อยลง หลอดไฟนี้จะหรี่มาก เมื่อความเร็วของมอเตอร์มากขึ้นเต็มที่ (Full Speed) เมื่อต้องการให้หลอดไฟสว่างขึ้น ก็ทำได้โดยการทำให้ความเร็วของมอเตอร์ลดลง นั่นคือเพิ่ม load ให้กับมอเตอร์ซึ่งเป็นเหตุให้ความเร็วลดลง เมื่อความเร็วลดลง I_a ก็จะเพิ่ม แรงเคลื่อนไฟที่ตกคร่อมหลอดไฟก็จะเพิ่ม ดังนั้นหลอดไฟก็จะสว่างขึ้น (ในทางปฏิบัติไม่อาจเปิดสวิทช์ S_1 ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่มีไฟใส่เข้าไปในวงจรอาร์มาเจอร์ เพราะจะทำให้ความเร็ววิ่งเข้าสู่อนันต์ (Infinity) ไม่ว่ามอเตอร์จะอยู่นิ่งหรือกำลังหมุนอยู่ก็ตาม)

2.5.4 **สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าของ Motor (Voltage Equation Of Motor)**



รูปที่ 2.9 วงจรของ Shuntmotor

จากกฎของ Kirchoff ได้

$V = E_b + I_a R_a$ = Voltage Equation

E = แรงเคลื่อนไฟต้านหรือกลับสวน (Back e.m.f.) โวลท์

V = แรงเคลื่อนไฟที่ขั้วมอเตอร์ (Terminal Voltage) โวลท์

จากสมการข้างบนได้

$VI_a = I_a E_b + I_a^2 R_a$

จากรูป 2.6.1 ได้

VI_a = ไฟที่จ่ายให้กับอาร์มาเจอร์ (วัตต์)

= Electrical Input To The Armature (Watts)

$E_b I_a$ = กำลังไฟที่เกิดขึ้นในอาร์มาเจอร์ ซึ่งสมมูลย์กับกำลังกลที่เกิดขึ้น P_m ในอาร์มาเจอร์ (วัตต์)

$E_b I_a$ = Electrical Equivalant Of Mechanical Power Developed In

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Armature (P m)

(Watts)

$I_a^2R_a$ = การสูญเสียกำลังงานอันเนื่องมาจากค่า ค.ต.ท. ในอาร์มาเจอร์

(วัตต์)

= Cu Loss In Armature

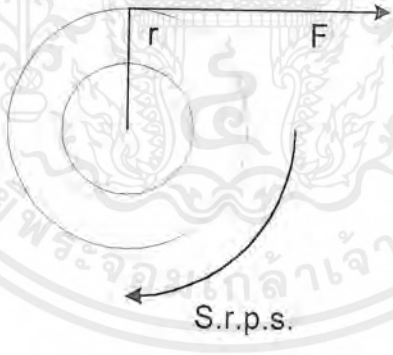
(Watts)

2.5.5 **ภาวะที่มีกำลังสูงสุด (Condition For Maximum Power = P_{max})**

กำลังทางกลที่เกิดมาในอาร์มาเจอร์ ดังนั้น Pmax เมื่อ E_b = V/2 ในภาวะเช่นนี้ไม่มีจริงๆ ในทางปฏิบัติ เพราะว่าจะทำให้กระแสมีค่ามากเกินไปกว่าค่าของกระแสตามปกติในมอเตอร์ (ดูจากสมการ I_a = V/2 R_a) ยิ่งกว่านั้น input ที่ใส่เข้าไปเพียงครึ่งเดียว ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียไปในรูปของความร้อน และยังรวมทั้งการสูญเสียอย่างอื่นที่เกิดขึ้นอีก (ทางกลและทางแม่เหล็ก) ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วย ฉะนั้นสิทธิภาพก็จะมีค่าต่ำกว่า 50%

2.5.6 **Torque (แรงบิด)**

ก็คือการหมุนหรือการบิดของโมเมนต์ของแรงๆ หนึ่งที่กระทำรอบแกนอันหนึ่ง วัดได้จากผลคูณของแรงกับรัศมี ณ ที่จุดแรงไปกระทำ



รูปที่ 2.10 การบิดของโมเมนต์

พิจารณาวงล้อที่มีรัศมี r เมตร มีแรง F นิวตันมากระทำบนวงล้อนี้ จึงทำให้เกิดการหมุนด้วยความเร็ว S รอบ/วินาที

$\therefore$ แรงบิด = F x r นิวตัน - เมตร

$\therefore$ งานที่ทำได้ใน 1 รอบจากแรงนี้

= แรง x ระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= F \times 2 \pi r$ จูลส์

งานที่ทำต่อวินาที $W = F \times 2 \pi r \times S$

$= F \times r \times 2 \pi s$

แต่ $2 \pi s$ = มุมเป็น θ เรเดียนต่อวินาที

$F \times r$ = แรงบิด T

$\therefore$ งานที่ทำต่อวินาที $= T \times \theta$ จูลส์

$\therefore$ กำลังที่เกิดขึ้น $= T \times \theta$ วัตต์

2.5.7 แรงบิดที่เกิดขึ้นในอาร์มาเจอร์ **(Armature Torque Of A Motor)**

ให้ T_m เป็นแรงบิดที่เกิดขึ้นจากอาร์มาเจอร์ เมื่อมอเตอร์วิ่งด้วยความเร็ว S รอบ / วินาทีโดย T_m เป็นนิวตัน - เมตร

$\therefore$ งานที่ทำต่อวินาที $= T_m \times 2 \pi s$ จูลส์

หรือกำลังที่เกิดขึ้น $P_m = T_m \times 2 \pi s$ วัตต์

..... (1)

เรารู้ว่ากำลังไฟที่ได้เปลี่ยนไปเป็นกำลังกลในอาร์มาเจอร์ คือ

$= E_b I_a$ วัตต์

.....(2)

(1) = (2) $\therefore Tm \times 2 \pi s = Eb\ Ia$

$\therefore Eb = \phi ZS(P/a) = K_e \phi S$

$\therefore Tm = K_e \phi I_a = K_t \phi I_a$

เมื่อ $K_t = K_e / 2\pi$ = ค่าคงที่ของแรงบิด (Torque)

S = ความเร็ว (r.p.s.)

$T_m = 0.159 K_e \phi I_a$ นิวตัน - เมตร

$= 0.0162 K_e \phi I_a$ กิโลกรัม - นิวตัน

(1 กิโลกรัม - น.น. = 9.81 นิวตัน)

เมื่อ $K_e = ZP/a$ = ค่าคงที่ทางไฟฟ้า

$\therefore T_m = T \alpha \phi I_a$

$\therefore$ a) ในกรณีของ Series Motor $T \alpha I_a^2$

$\therefore$ b) สำหรับ Shunt Motor $T \alpha I_a$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore T =$ N - m

$= 0.159 E_b I_a / S$ N - m

$= 0.0162 E_b I_a / S$ Kg - m

เมื่อ S เป็นความเร็ว (r.p.s.)

2.5.8 **แรงบิดที่แกน (Shaft Torque = T_{sh})**

แรงบิดที่เกิดขึ้นในอาร์มาเจอร์นั้น ไม่ได้นำไปใช้งานเลยทีเดียว ทั้งนี้เพราะต้องจ่ายให้กับการสูญเสียอันเนื่องจาก Iron และ Friction ใน Motor

$\therefore$ แรงบิดที่เอาไปใช้งานก็คือแรงบิดที่แกน (T_{sh})

$\therefore$ กำลังม้าที่ได้จากแกนหมุนของมอเตอร์ก็คือ BHP นั่นเอง ซึ่งเป็นกำลังม้าที่ได้จากการ Brake Motor

$\therefore$ แรงบิดที่เอาไปใช้งานก็คือแรงบิดที่แกน (T_{sh})

$\therefore$ กำลังม้าที่ได้จากแกนหมุนของมอเตอร์ก็คือ BHP นั่นเอง ซึ่งเป็นกำลังม้าที่ได้จากการ Brake Motor

2.6 **หลักการทำงานรวมของวงจร**

เครื่องแสดงตัวอักษรโดยใช้มอเตอร์ คือการนำเอาความเร็ว (Speed) ในการหมุนของมอเตอร์ มาเพื่อทำการกระจายข้อมูล ที่เก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำ (EPROM) เพื่อให้สามารถมองเห็นได้โดยสายตาของมนุษย์ซึ่งในสายตาของมนุษย์สามารถสองเห็นภาพที่เคลื่อนไหวได้โดยต่อเนื่องด้วยความเร็ว 25 Hz หรือ 25 ภาพ ต่อวินาที ซึ่งในประดิษฐ์กรรมชิ้นนี้จะใช้ชุดแสดงผลเป็นแบบ 16 แถว 1 หลัก จะประจุข้อมูลด้วยกันทั้งหมด 64 ตำแหน่ง จำนวน 16 ชุด ข้อมูลการทำงานเริ่มตั้งแต่ IC U1 จะสร้าง Clock ความถี่สูงป้อนให้กับวงจรนับ (Counter) IC U3 โดยมี Ooutput ออกจาก U ขา3 มาเข้าที่ Input ขา 5 ของ U3 จะเป็นขา Up Counter จะเป็นการซึ่ง IC U3 ทำหน้าที่เป็นวงจร Up/Down Counter แต่ในการใช้งานในวงจรจะใช้เฉพาะในส่วนของที่เป็น Up Counter โดยต่อขา P0-P3 และขา CD และ MR ลงกราวด์และขา PL จะต่อไปบวก 5 Volt เพื่อทำหน้าที่เป็นวงจรนับขึ้นอย่างเดียวโดยมีขา QA-QD เป็น Output ทั้งหมด 4 บิทจะเริ่มทำการนับตั้งแต่ 0000-1111 และจะมีขา IC U2 จะเป็น Carry เมื่อ IC U3 จะทำการนับขึ้นเพียง 2 บิท โดยที่ IC ทั้งสองตัวจะทำหน้าที่นับขึ้นทั้งหมดด้วยกันรวม 6 บิท แบบไบนารี่ และในเวลาเดียวกัน IC U2 ก็จะมีหน้าที่ผลิตสัญญาณ Clock ความถี่ต่ำออกมาอีก 1 ชุด เพื่อที่จะทำการเลื่อนข้อมูลของ IC U3 และ U4 โดยจะมี Output ออกจากขา 3 ของ IC U2 (NE 555 P.) ไปเข้าขา 5 ของ IC U5 (74193) ซึ่งเป็น Synchronous 4 Bit Binary Up/Down จะทำการนับแบบ Up/Down ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับ IC U3 และ IC U4 ทุกประการ Output ข้อมูล Binary ที่ออกจาก IC U3 และ U4 ทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการ Output ข้อมูล Binary ที่ออกจาก IC U3 และ U4 จะไปเข้าที่ A0-A5 ของ IC U6 และ IC U7 โดยจะมีเอาท์พุท ของ IC U5 ในการทำหน้าที่ชี้ข้อมูลในชุดต่อไป โดยจะมีเอาท์พุท D0-D7 ของ IC U6 และ IC U7 เป็นข้อมูลแบบ Binary และนำเอาท์พุทที่ได้ไปต่อกับขาเบสของทรานซิสเตอร์ด้าน Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบวงจร

ใช้โปรแกรม Protel Schematics Version 3.20 For Win ในการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.1 (a)และรูปที่ 3.1 (b)และโปรแกรม Protel Advance PCB Version 2.71 For Win ในการออกแบบวงจรปริ้น

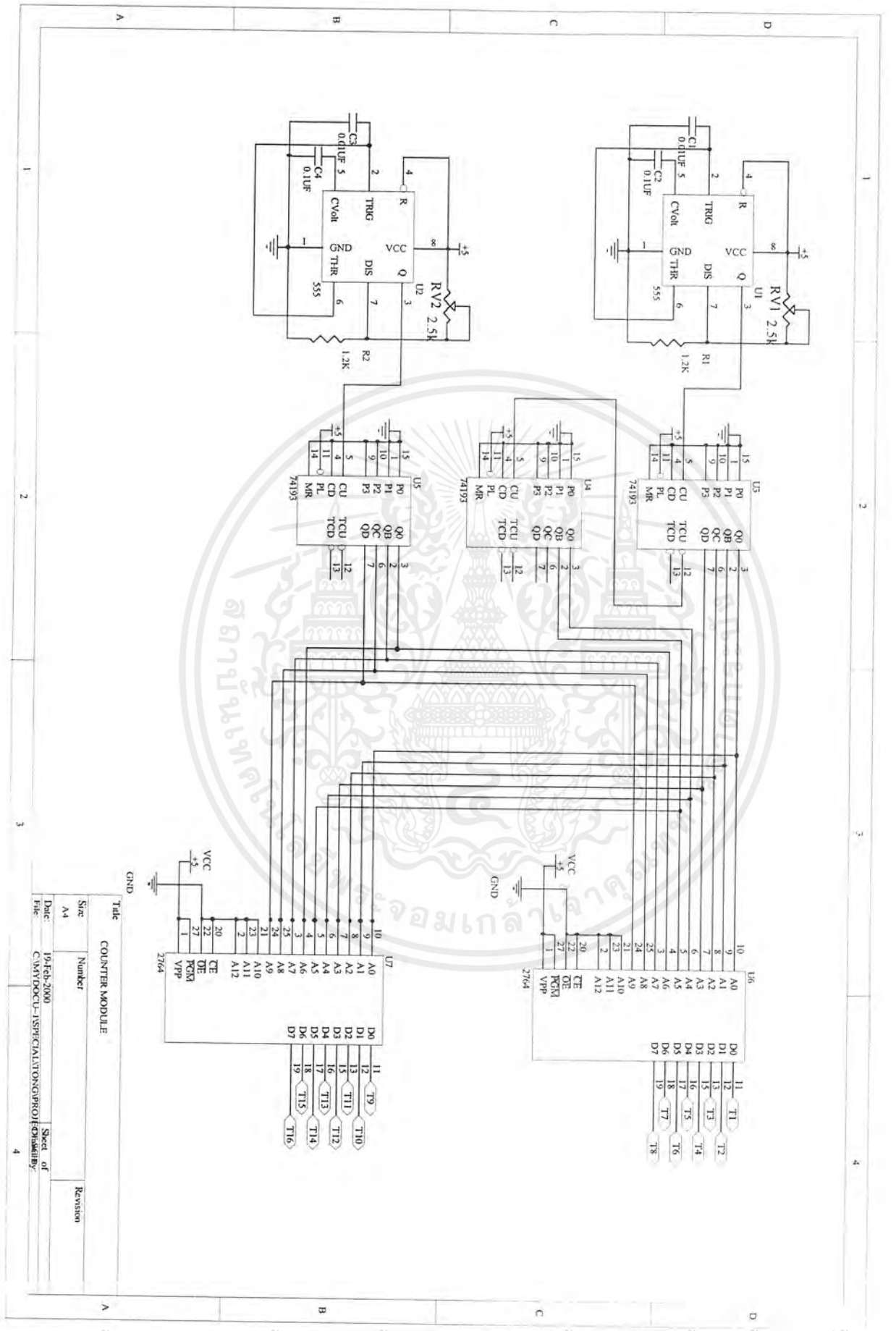
3.2 การออกแบบการติดตั้ง

เนื่องจากการแสดงผลในโครงงานนี้ใช้มอเตอร์เป็นตัวกระจายข้อมูลออกไปจากส่วนของวงจรซึ่งในการหมุนของมอเตอร์จะทำให้เกิดการสั่นจึงจำเป็นที่จะต้องหาแท่นยึดที่มีความมั่นคงพอที่จะไม่ให้สั่นในขณะเดียวกันในขณะเดียวกันแขนของชุดแสดงผลที่ยื่นออกมาต้องทำให้เกิดความสมดุลย์ ถ้าไม่สมดุลย์จะทำให้เกิดการแกว่งของแขนจะต้องมีการทำให้สมดุลย์เพื่อให้เกิดการแสดงผลที่คงที่ดังรูปที่ 3.2

3.3 การออกแบบตัวอักษร

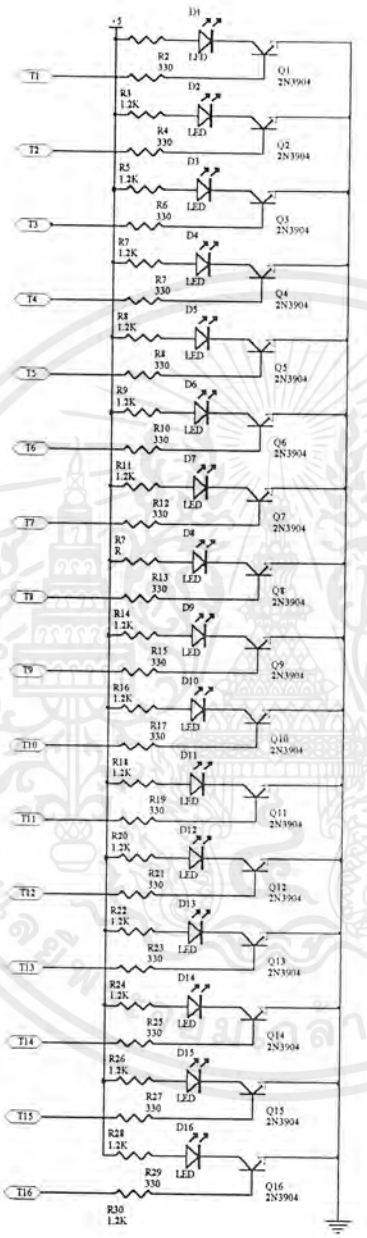
การออกแบบตัวอักษร เป็นการออกแบบที่ผู้จัดทำได้คิดรูปแบบออกมาเพื่อแสดงผลซึ่งจะมีความยากง่ายต่างกัน เพราะต้องกำหนดขนาดของตัวอักษร และยังจะต้องคำนวณหา Code ของตัวอักษรแต่ละบรรทัด เพื่อที่จะนำไปเก็บที่ Memory ถ้าเกิดมีการผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้นก็จะทำให้ข้อมูลตัวอักษรส่วนใหญ่เสียหายในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้เราจะใช้ Program Microsoft Excel Version 97 เพื่อช่วยในการออกแบบตัวอักษร เพราะใน Program นี้ จะช่วยในการออกแบบให้มองเห็นตัวอักษร และยังช่วยให้การคำนวณหา Code ที่ใช้ในการเก็บตัวอักษรในหน่วยความจำด้วยการ Set Up Program นี้ ทำได้โดยใช้จำนวนแถว 20 แถว แล้วใช้จำนวนหลัก 66 หลักดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (a) แสดงวงจร Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title: DISPLAY MODULE

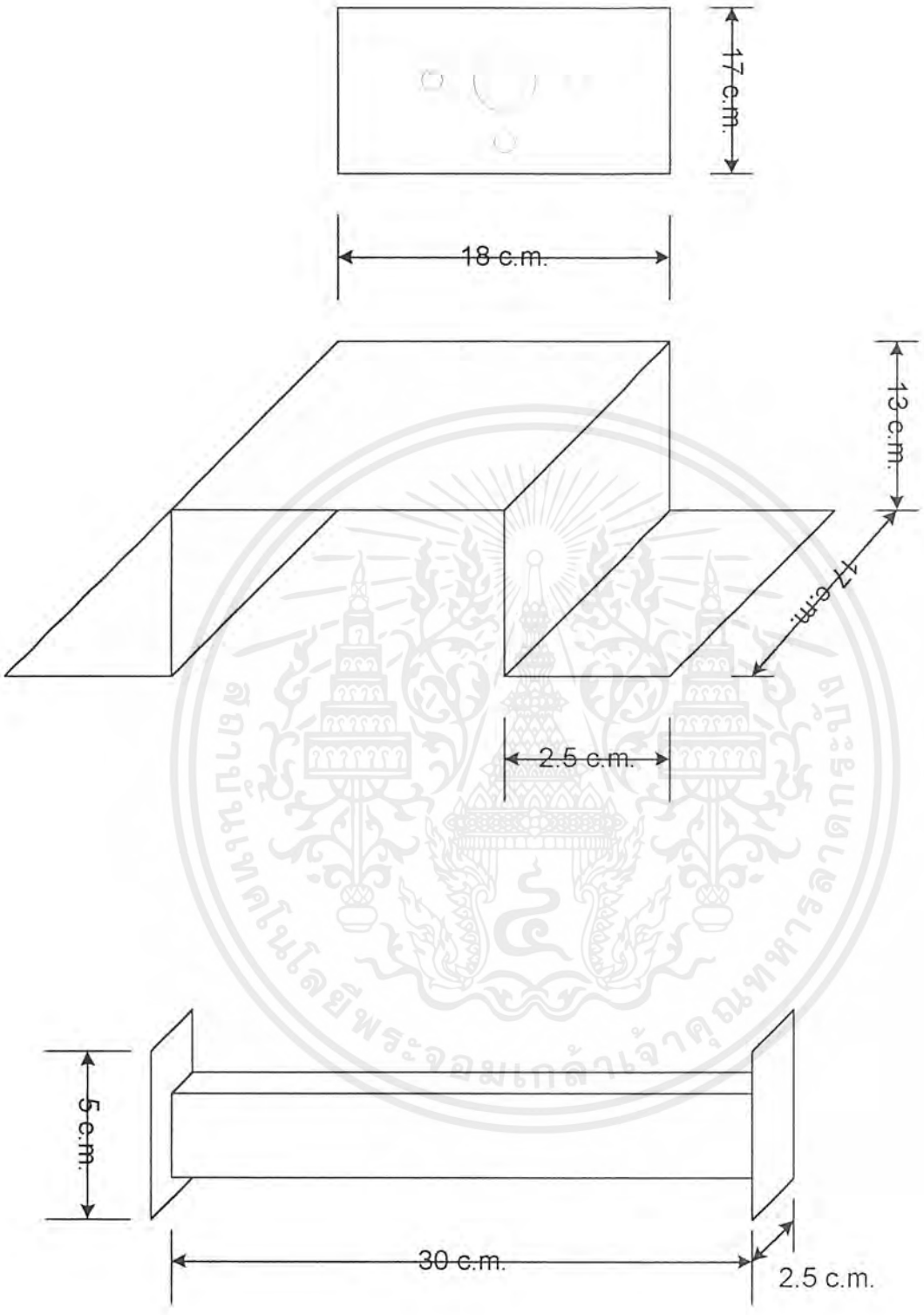
Size: B | Number | Revision

Date: 19-Feb-2009 | Sheet of

File: C:\MYDOCU~1\SPECIAL~1\DISPLAY.SCH | Drawn By:

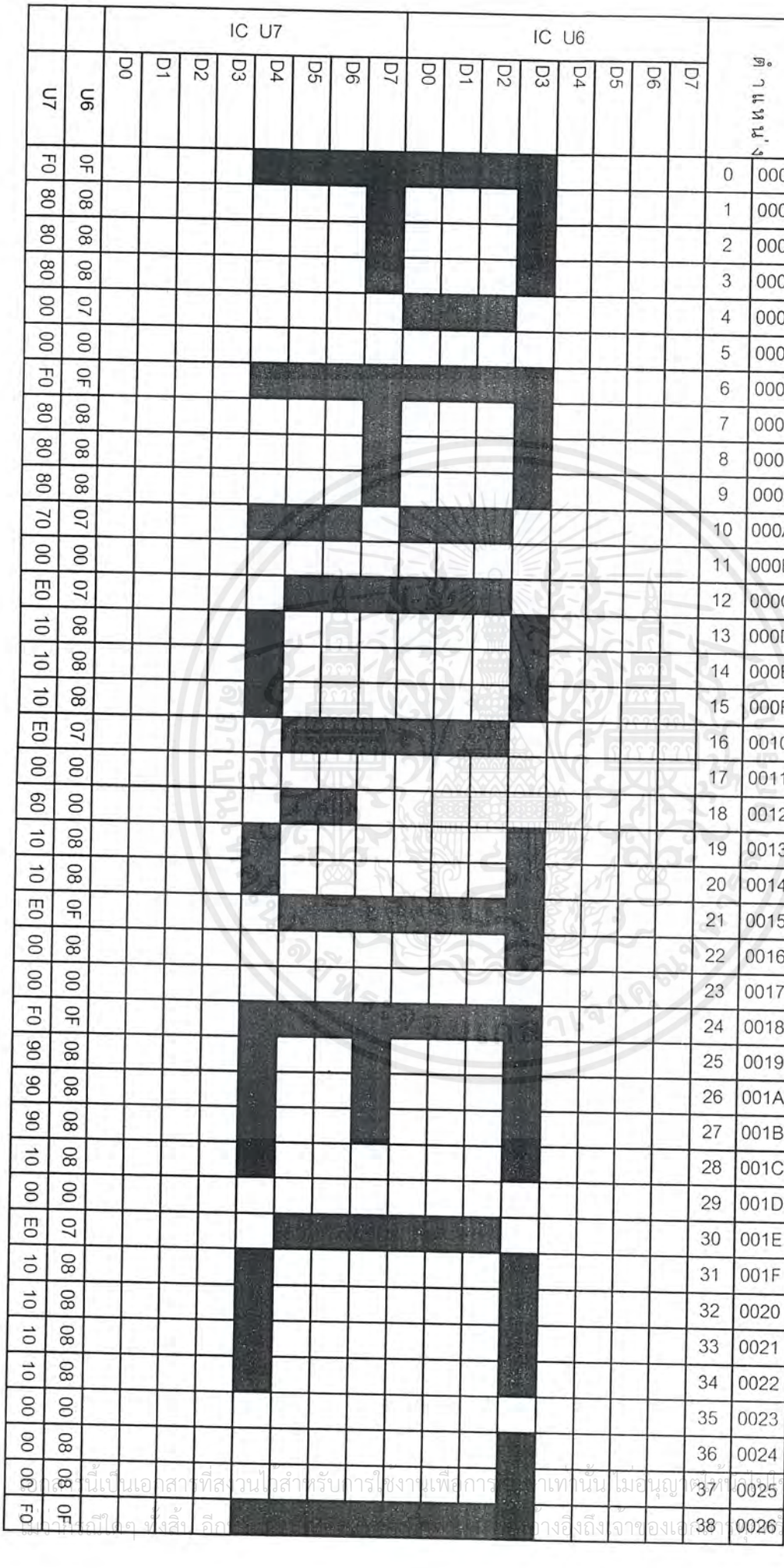
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 (b) แสดงวงจรแสดงผล



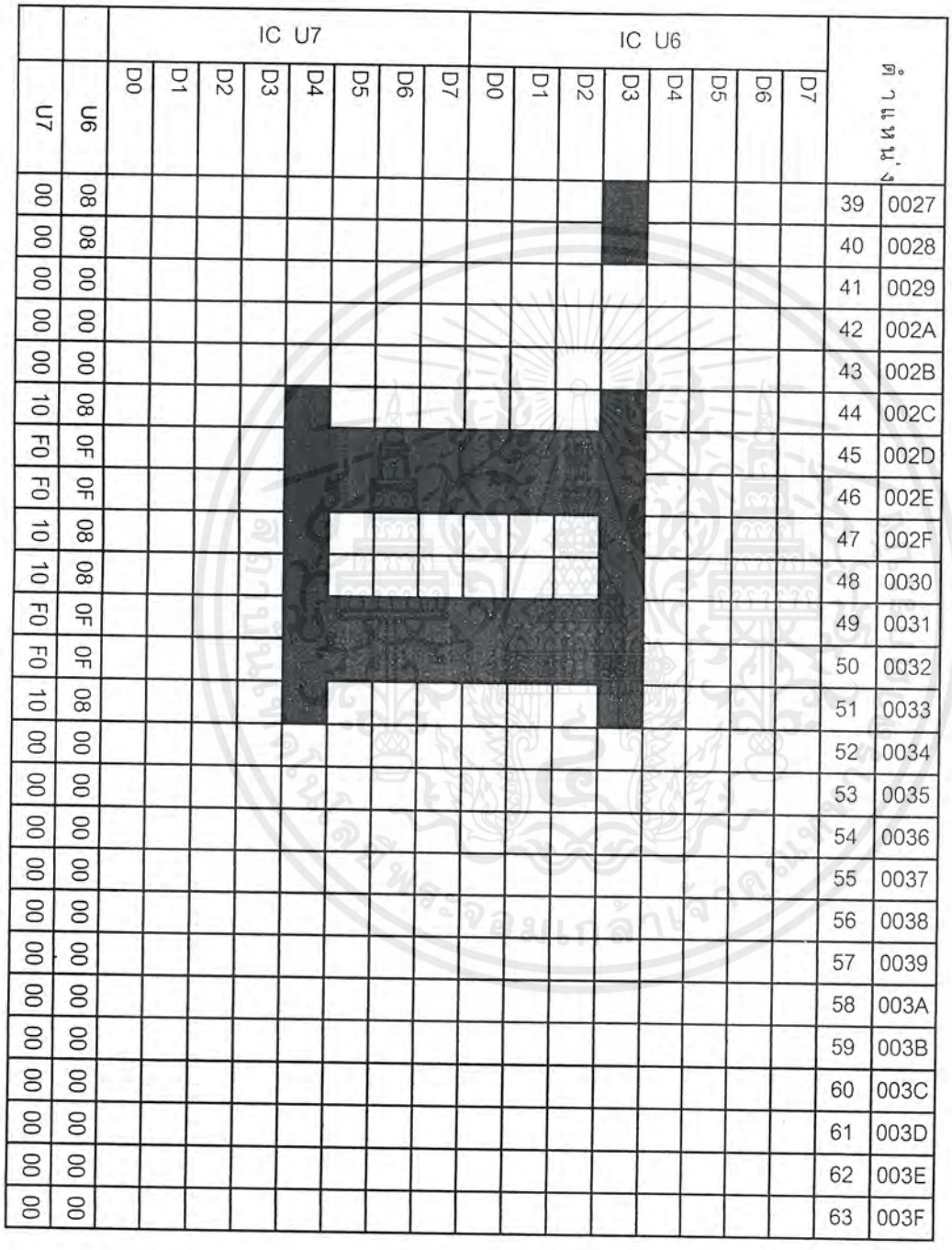
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบและแท่นยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



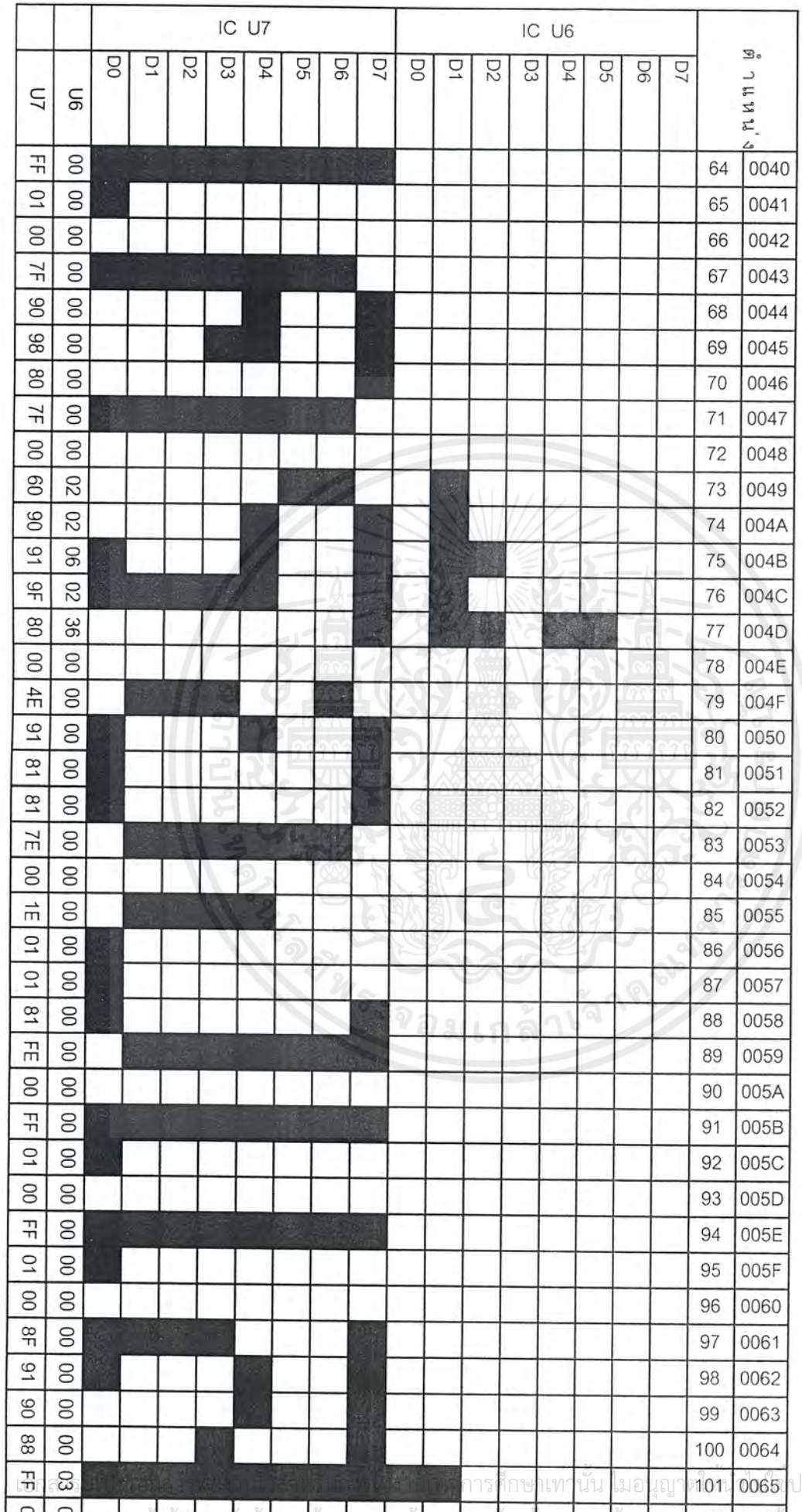
		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
F0	0F																	0	0000
80	08																	1	0001
80	08																	2	0002
80	08																	3	0003
00	07																	4	0004
00	00																	5	0005
F0	0F																	6	0006
80	08																	7	0007
80	08																	8	0008
80	08																	9	0009
70	07																	10	000A
00	00																	11	000B
E0	07																	12	000C
10	08																	13	000D
10	08																	14	000E
10	08																	15	000F
E0	07																	16	0010
00	00																	17	0011
60	00																	18	0012
10	08																	19	0013
10	08																	20	0014
E0	0F																	21	0015
00	08																	22	0016
00	00																	23	0017
F0	0F																	24	0018
90	08																	25	0019
90	08																	26	001A
90	08																	27	001B
10	08																	28	001C
00	00																	29	001D
E0	07																	30	001E
10	08																	31	001F
10	08																	32	0020
10	08																	33	0021
10	08																	34	0022
00	00																	35	0023
00	08																	36	0024
00	08																	37	0025
F0	0F																	38	0026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

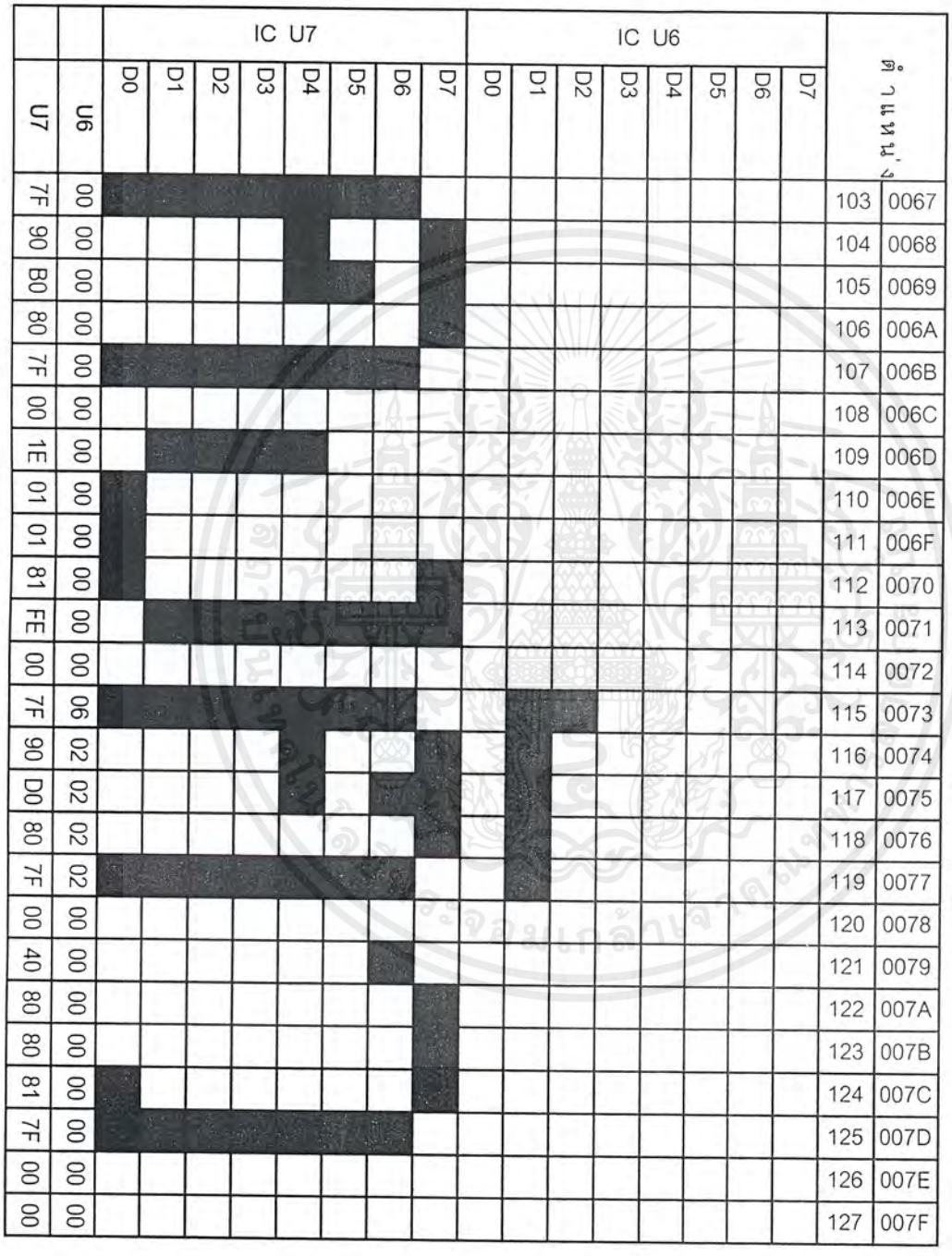


		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
00	08												■					39	0027
00	08												■					40	0028
00	00																	41	0029
00	00																	42	002A
00	00																	43	002B
10	08					■							■					44	002C
F0	0F					■	■	■	■	■	■	■	■					45	002D
F0	0F					■	■	■	■	■	■	■	■					46	002E
10	08					■							■					47	002F
10	08					■							■					48	0030
F0	0F					■	■	■	■	■	■	■	■					49	0031
F0	0F					■	■	■	■	■	■	■	■					50	0032
10	08					■							■					51	0033
00	00																	52	0034
00	00																	53	0035
00	00																	54	0036
00	00																	55	0037
00	00																	56	0038
00	00																	57	0039
00	00																	58	003A
00	00																	59	003B
00	00																	60	003C
00	00																	61	003D
00	00																	62	003E
00	00																	63	003F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

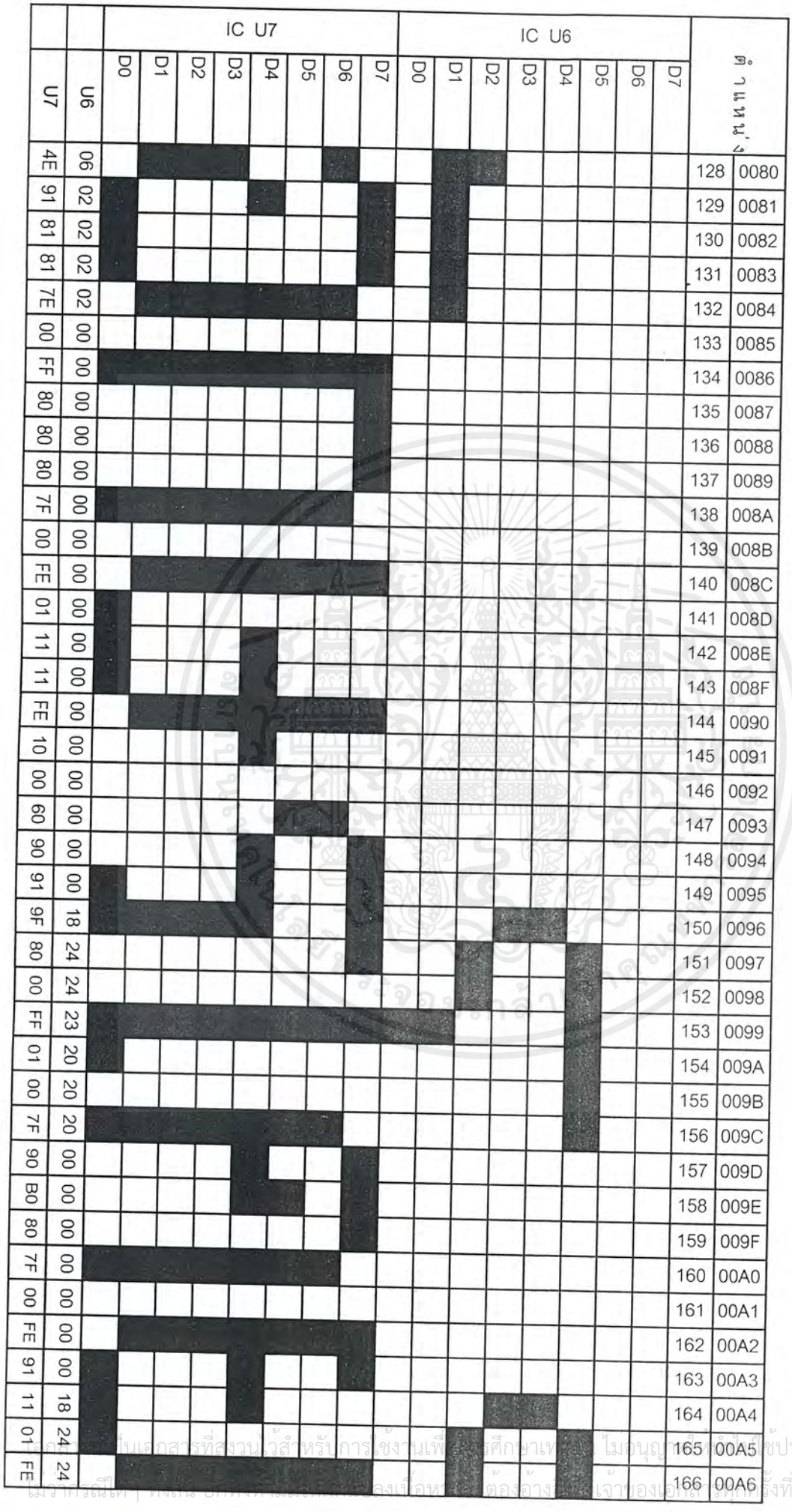


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

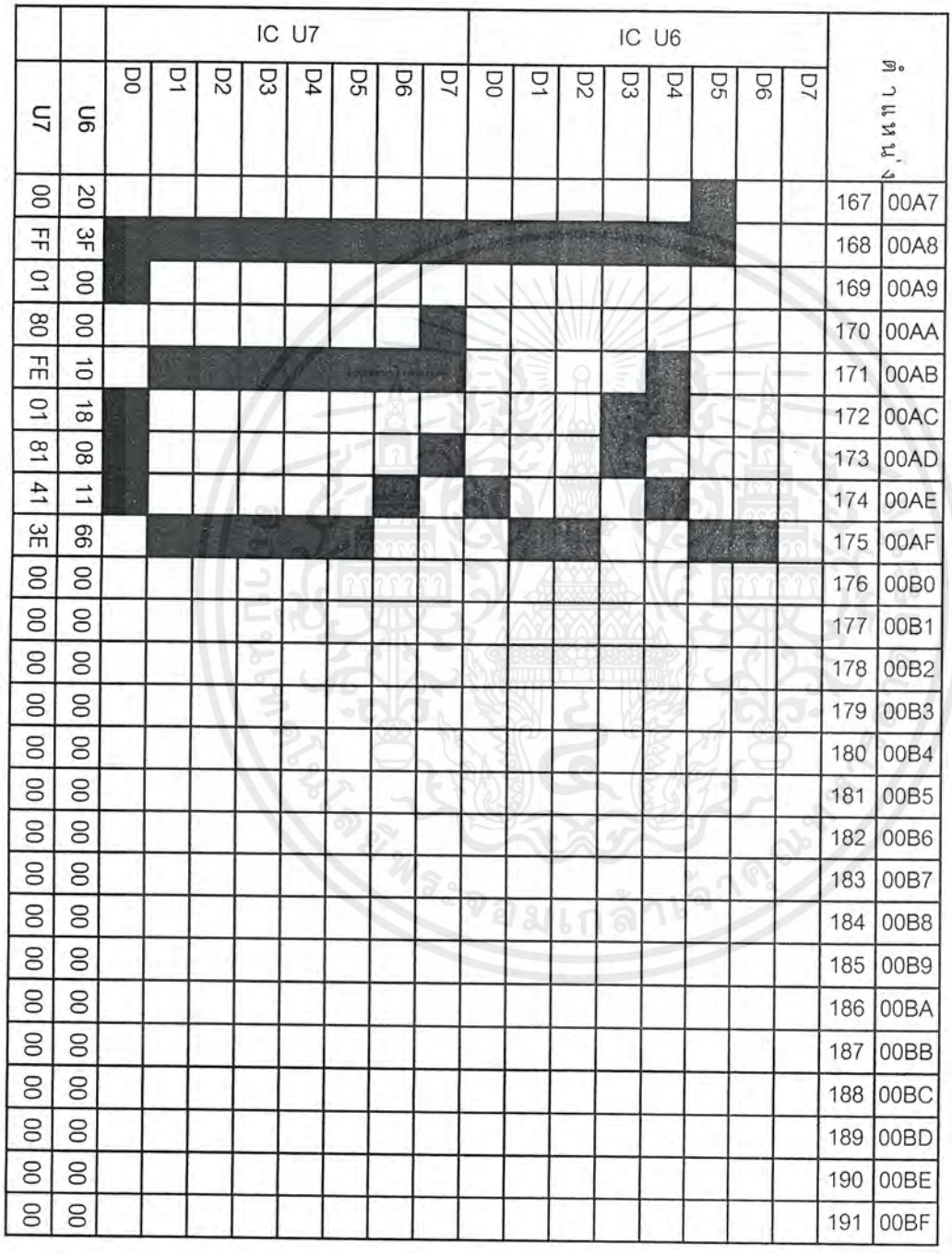


U7	U6	ตำแหน่ง	
7F	00	103	0067
90	00	104	0068
B0	00	105	0069
80	00	106	006A
7F	00	107	006B
00	00	108	006C
1E	00	109	006D
01	00	110	006E
01	00	111	006F
81	00	112	0070
FE	00	113	0071
00	00	114	0072
7F	06	115	0073
90	02	116	0074
D0	02	117	0075
80	02	118	0076
7F	02	119	0077
00	00	120	0078
40	00	121	0079
80	00	122	007A
80	00	123	007B
81	00	124	007C
7F	00	125	007D
00	00	126	007E
00	00	127	007F

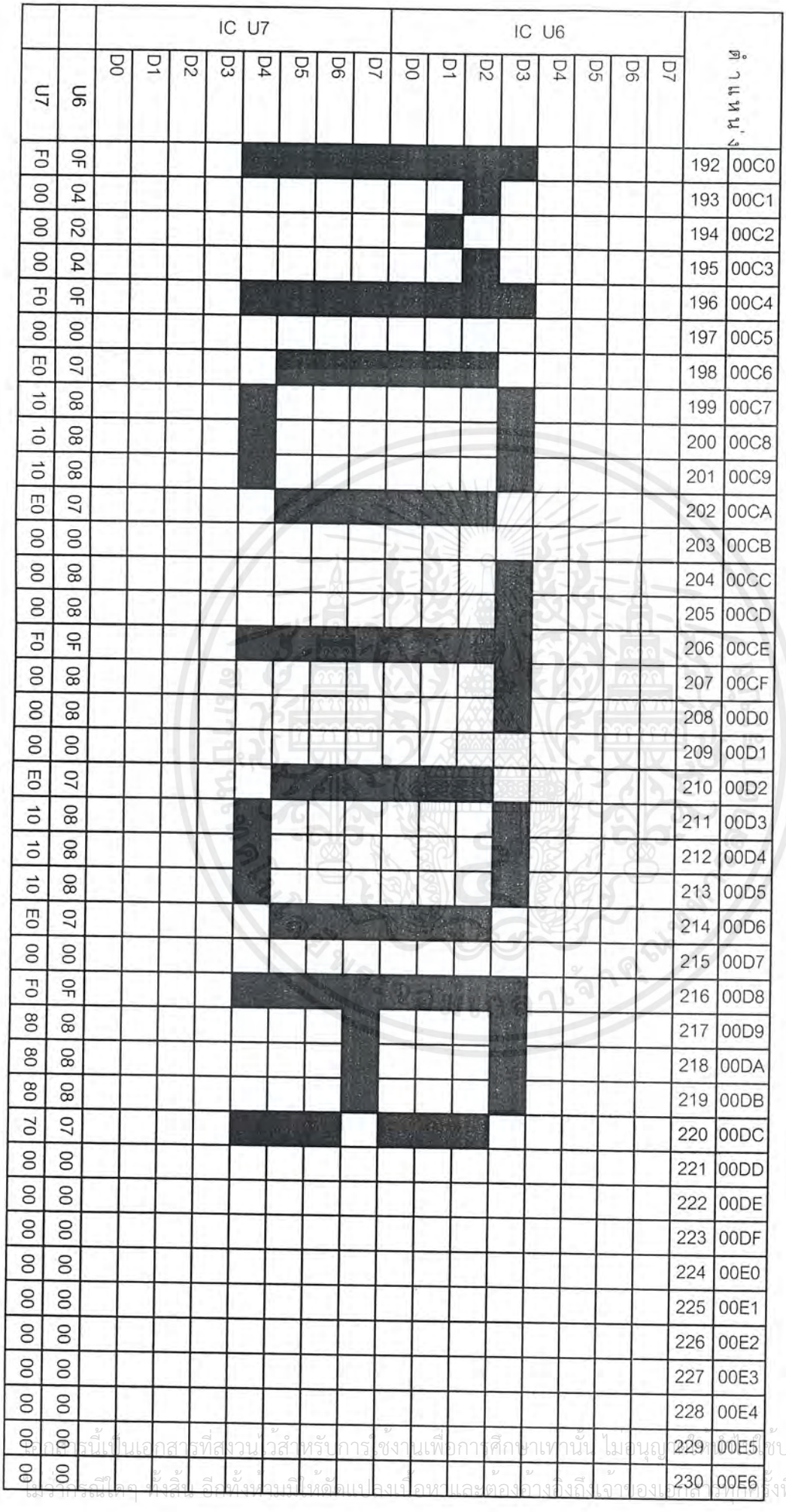
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



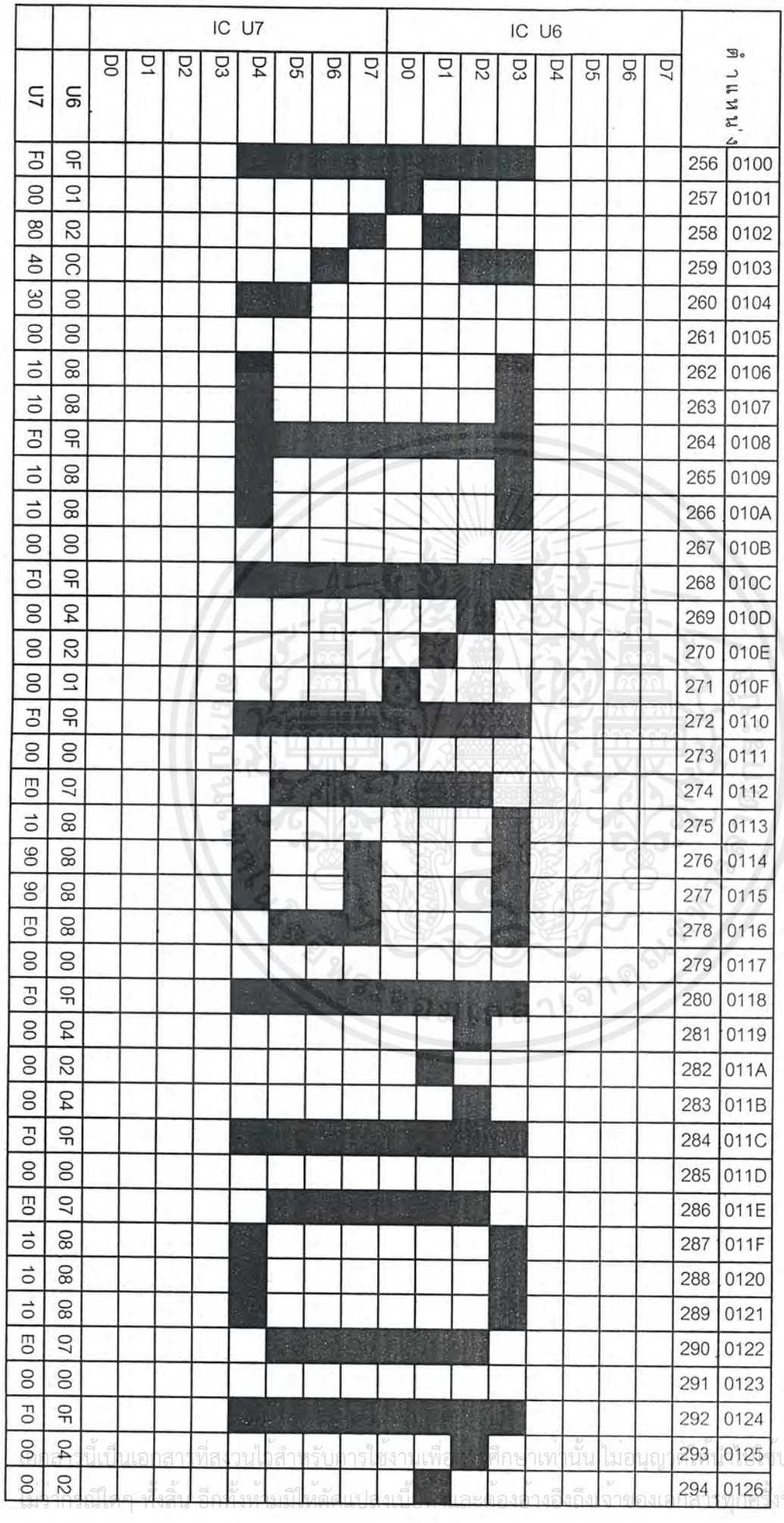
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



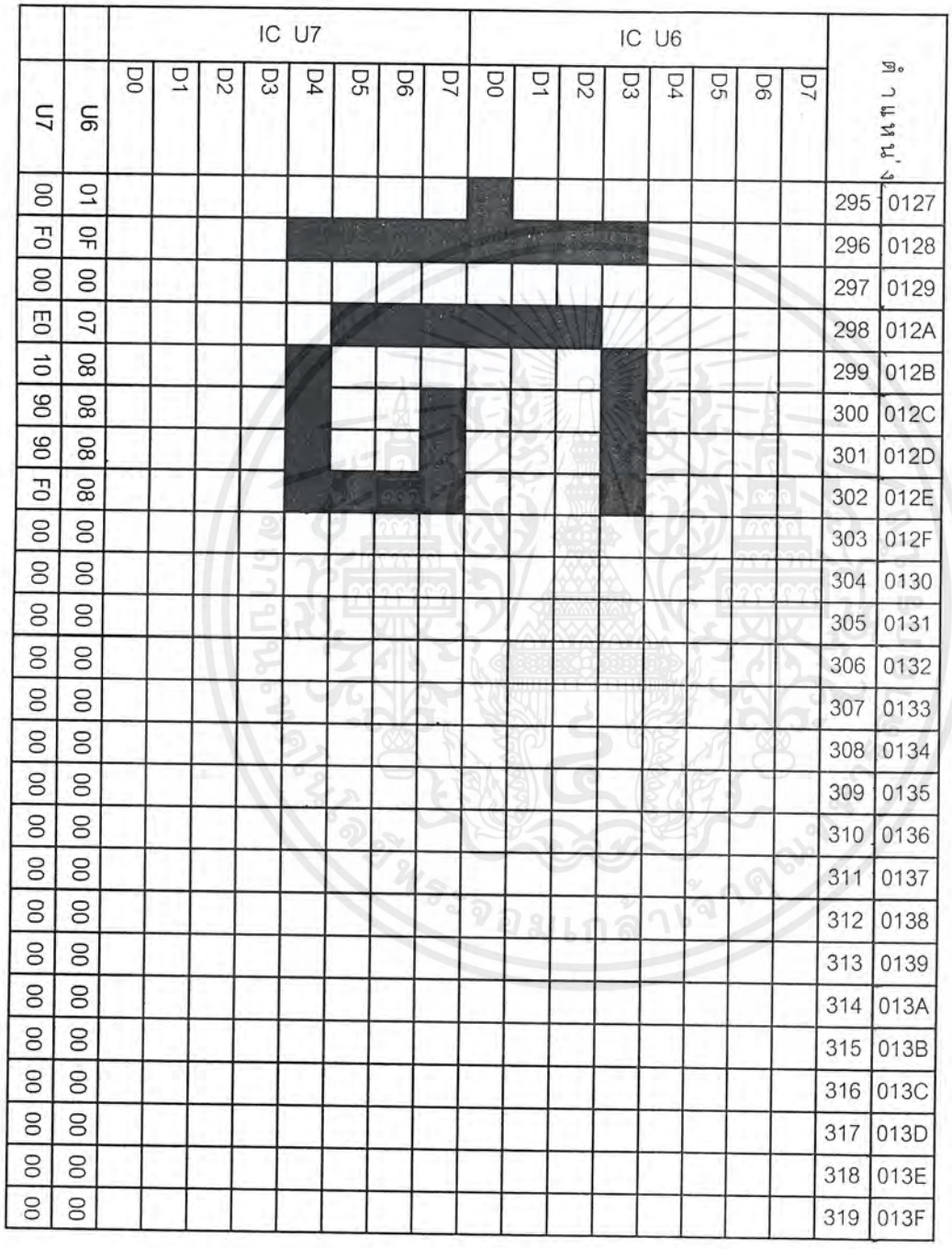
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
00	00																	231	00E7
00	00																	232	00E8
00	00																	233	00E9
00	00																	234	00EA
00	00																	235	00EB
00	00																	236	00EC
00	00																	237	00ED
00	00																	238	00EE
00	00																	239	00EF
00	00																	240	00F0
00	00																	241	00F1
00	00																	242	00F2
00	00																	243	00F3
00	00																	244	00F4
00	00																	245	00F5
00	00																	246	00F6
00	00																	247	00F7
00	00																	248	00F8
00	00																	249	00F9
00	00																	250	00FA
00	00																	251	00FB
00	00																	252	00FC
00	00																	253	00FD
00	00																	254	00FE
00	00																	255	00FF

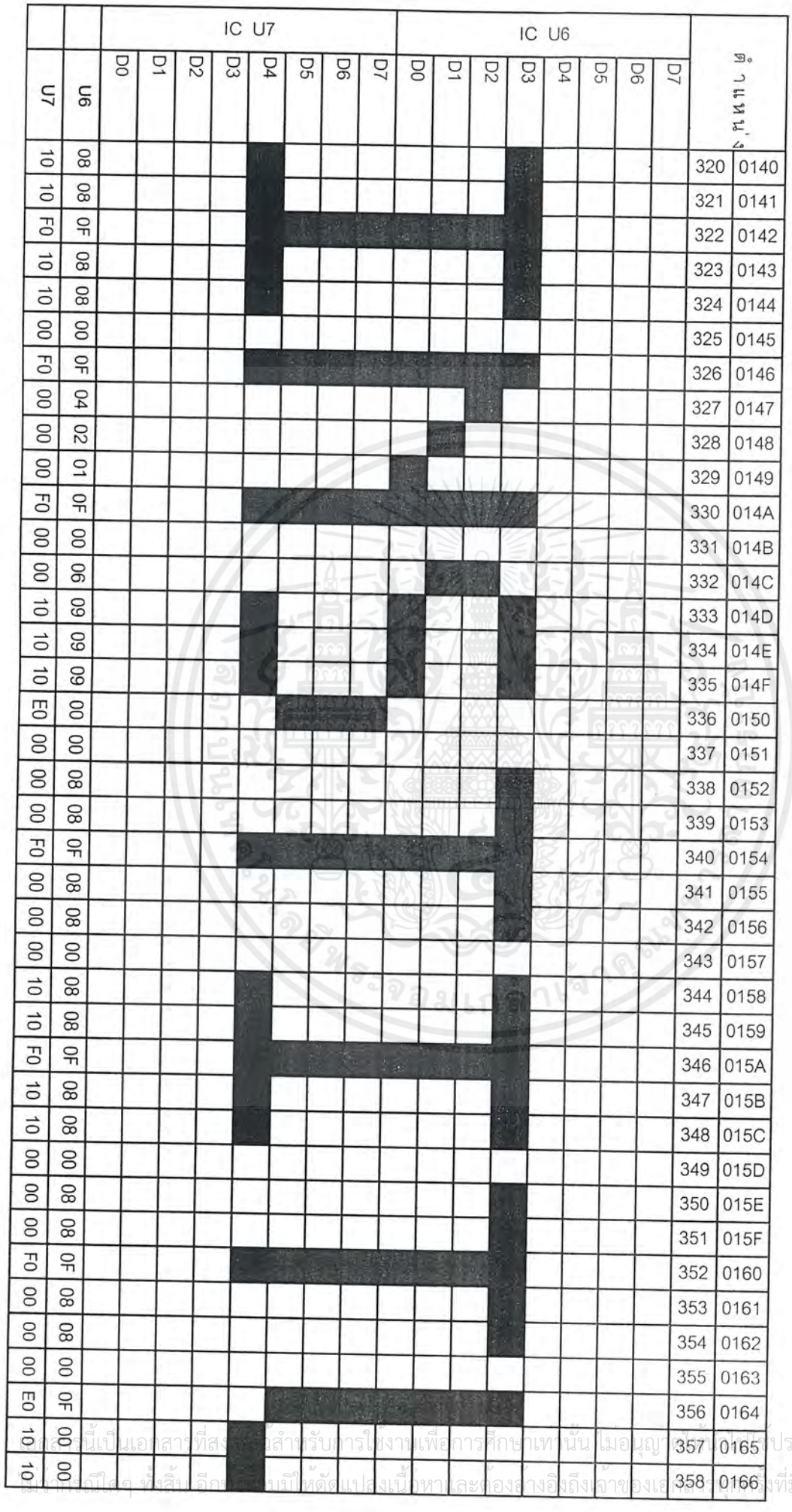
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



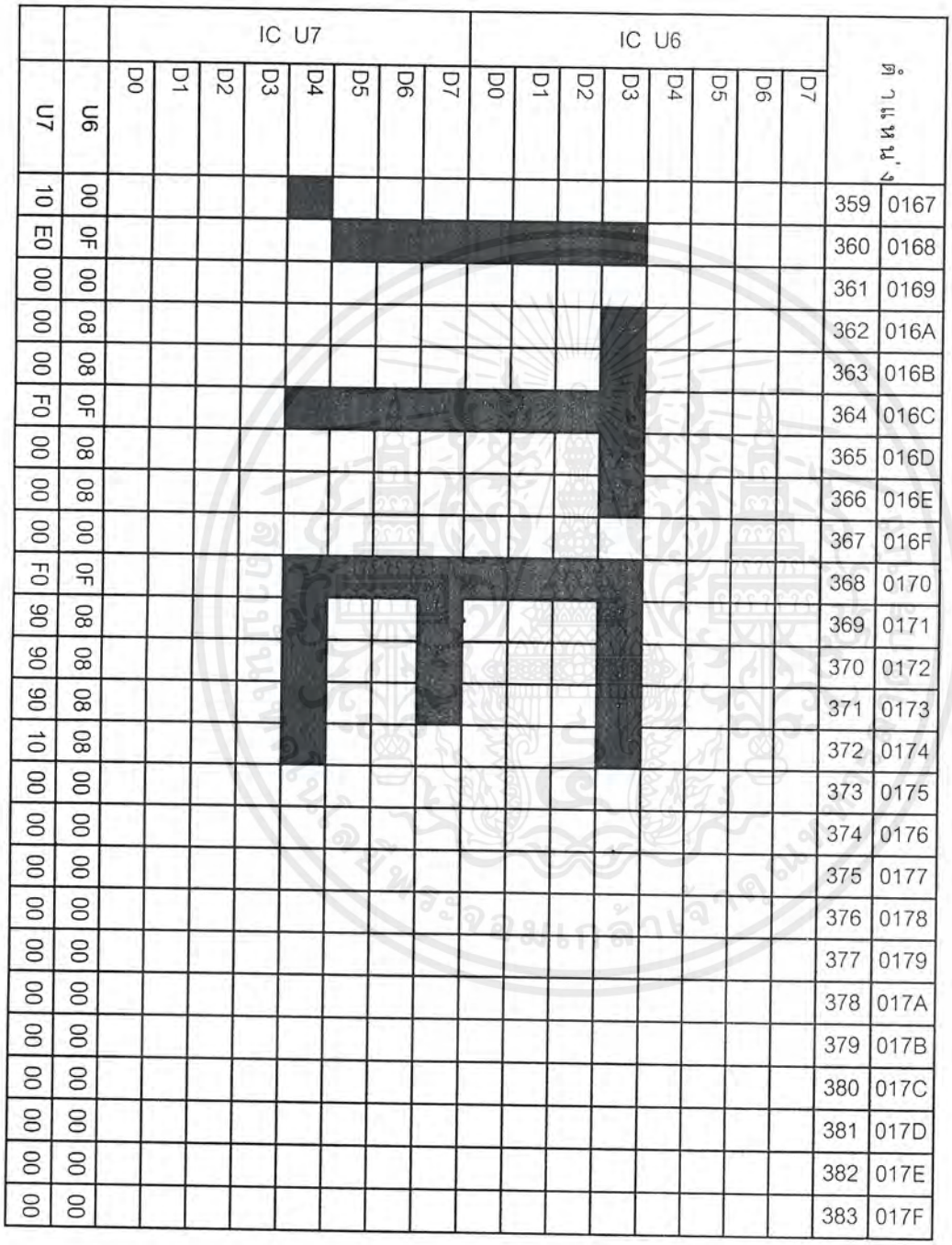
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



U7	U6	ตำแหน่ง	
10	00	359	0167
E0	0F	360	0168
00	00	361	0169
00	08	362	016A
00	08	363	016B
F0	0F	364	016C
00	08	365	016D
00	08	366	016E
00	00	367	016F
F0	0F	368	0170
90	08	369	0171
90	08	370	0172
90	08	371	0173
10	08	372	0174
00	00	373	0175
00	00	374	0176
00	00	375	0177
00	00	376	0178
00	00	377	0179
00	00	378	017A
00	00	379	017B
00	00	380	017C
00	00	381	017D
00	00	382	017E
00	00	383	017F

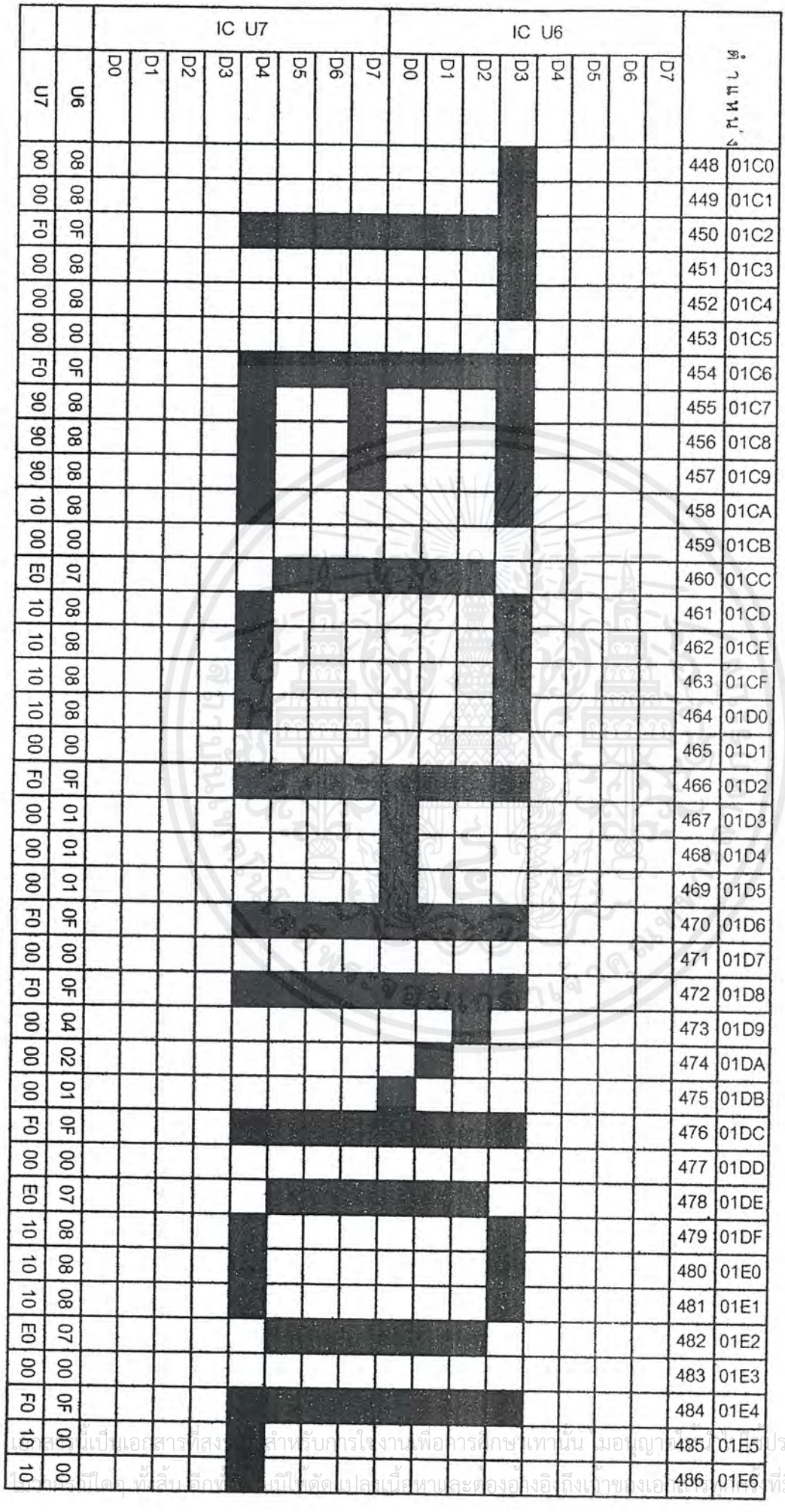
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
00	00																	384	0180
00	00																	385	0181
00	00																	386	0182
00	00																	387	0183
00	00																	388	0184
00	00																	389	0185
00	00																	390	0186
00	00																	391	0187
00	00																	392	0188
00	00																	393	0189
00	00																	394	018A
00	00																	395	018B
00	00																	396	018C
00	00																	397	018D
00	00																	398	018E
00	00																	399	018F
C0	0F																	400	0190
20	10																	401	0191
20	10																	402	0192
20	10																	403	0193
C0	0F																	404	0194
00	00																	405	0195
E0	1F																	406	0196
00	12																	407	0197
00	12																	408	0198
00	12																	409	0199
00	10																	410	019A
00	00																	411	019B
00	00																	412	019C
00	00																	413	019D
00	00																	414	019E
00	00																	415	019F
00	00																	416	01A0
00	00																	417	01A1
00	00																	418	01A2
00	00																	419	01A3
00	00																	420	01A4
00	00																	421	01A5
00	00																	422	01A6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

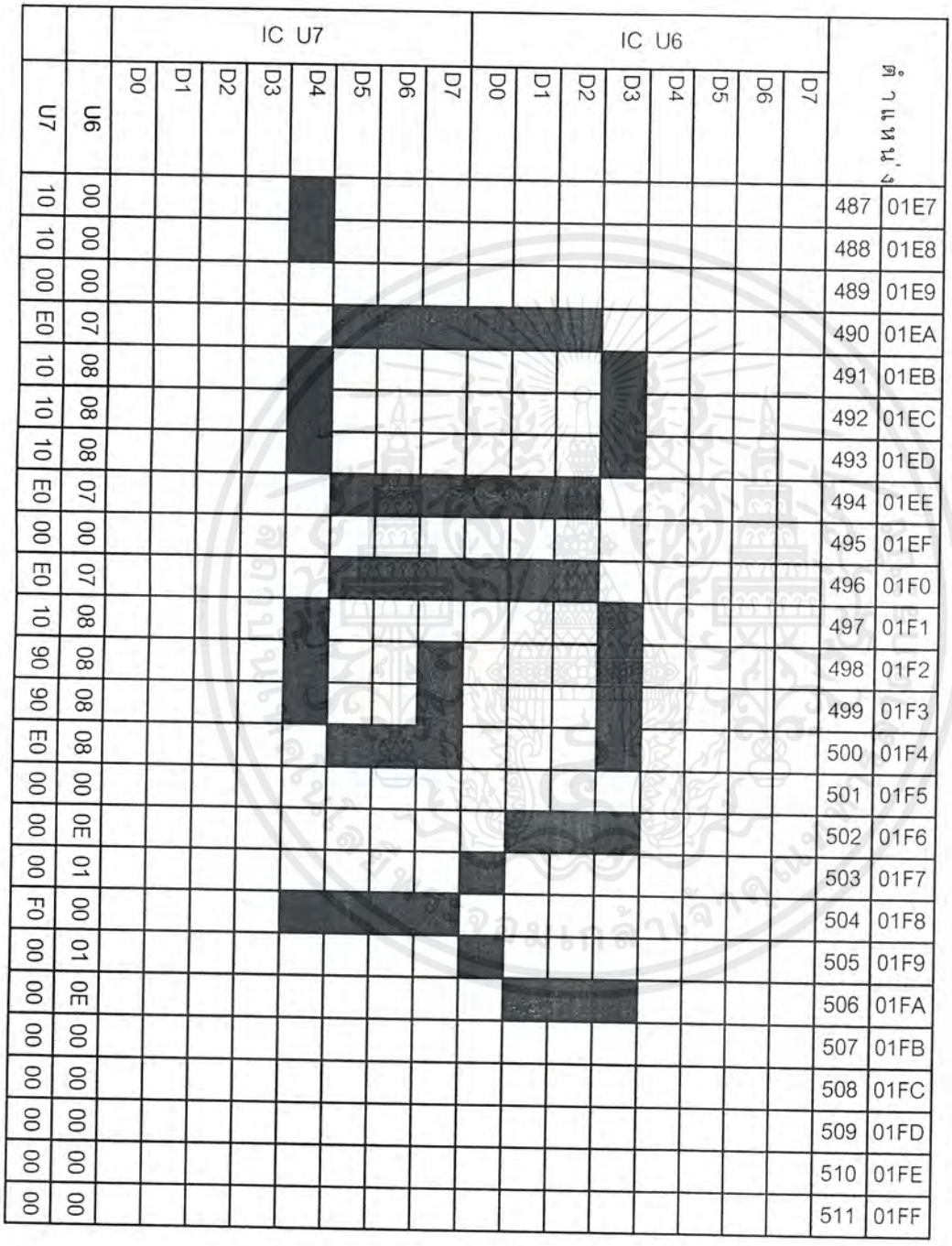
		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
00	00																	423	01A7
00	00																	424	01A8
00	00																	425	01A9
00	00																	426	01AA
00	00																	427	01AB
00	00																	428	01AC
00	00																	429	01AD
00	00																	430	01AE
00	00																	431	01AF
00	00																	432	01B0
00	00																	433	01B1
00	00																	434	01B2
00	00																	435	01B3
00	00																	436	01B4
00	00																	437	01B5
00	00																	438	01B6
00	00																	439	01B7
00	00																	440	01B8
00	00																	441	01B9
00	00																	442	01BA
00	00																	443	01BB
00	00																	444	01BC
00	00																	445	01BD
00	00																	446	01BE
00	00																	447	01BF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



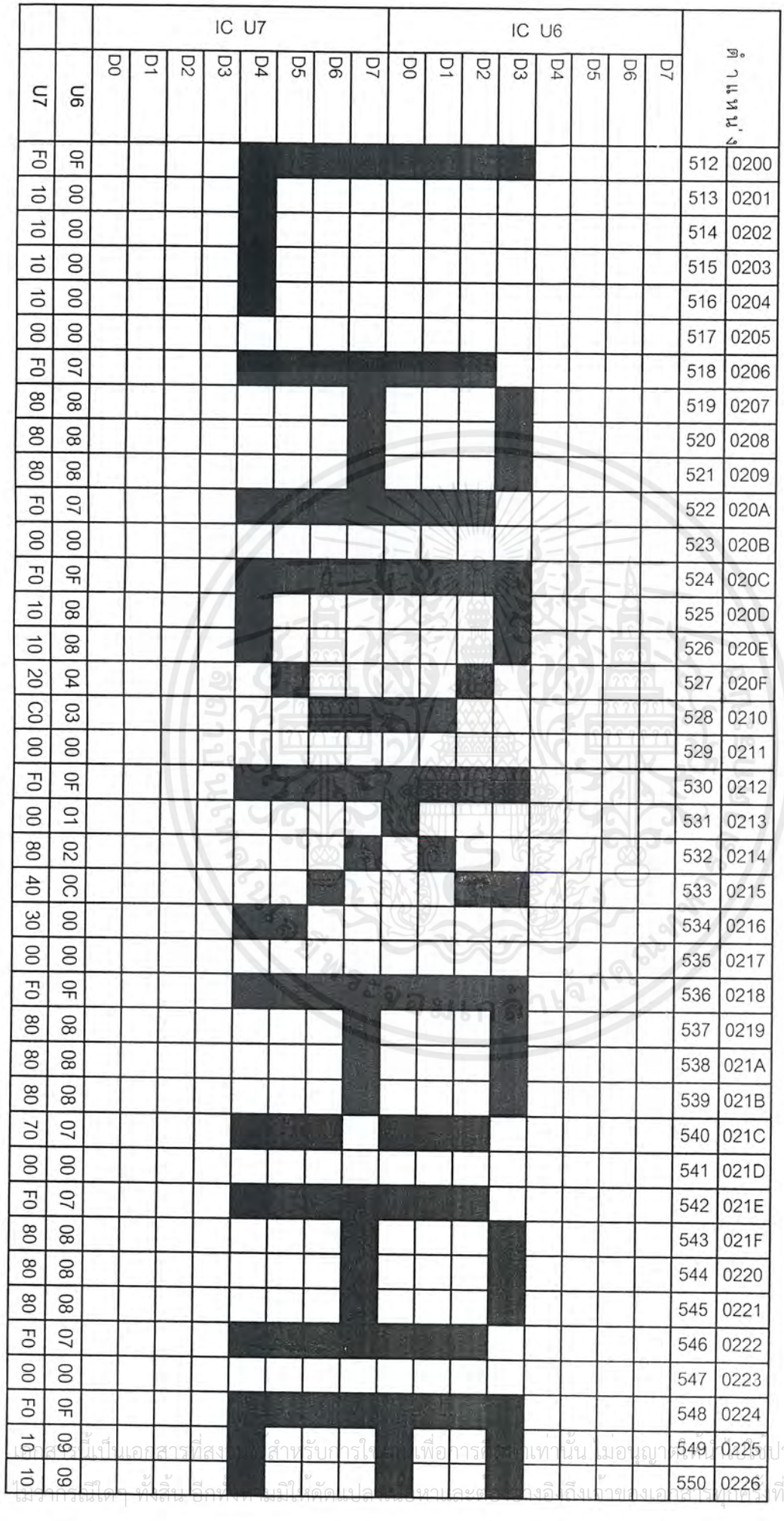
448	01C0
449	01C1
450	01C2
451	01C3
452	01C4
453	01C5
454	01C6
455	01C7
456	01C8
457	01C9
458	01CA
459	01CB
460	01CC
461	01CD
462	01CE
463	01CF
464	01D0
465	01D1
466	01D2
467	01D3
468	01D4
469	01D5
470	01D6
471	01D7
472	01D8
473	01D9
474	01DA
475	01DB
476	01DC
477	01DD
478	01DE
479	01DF
480	01E0
481	01E1
482	01E2
483	01E3
484	01E4
485	01E5
486	01E6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

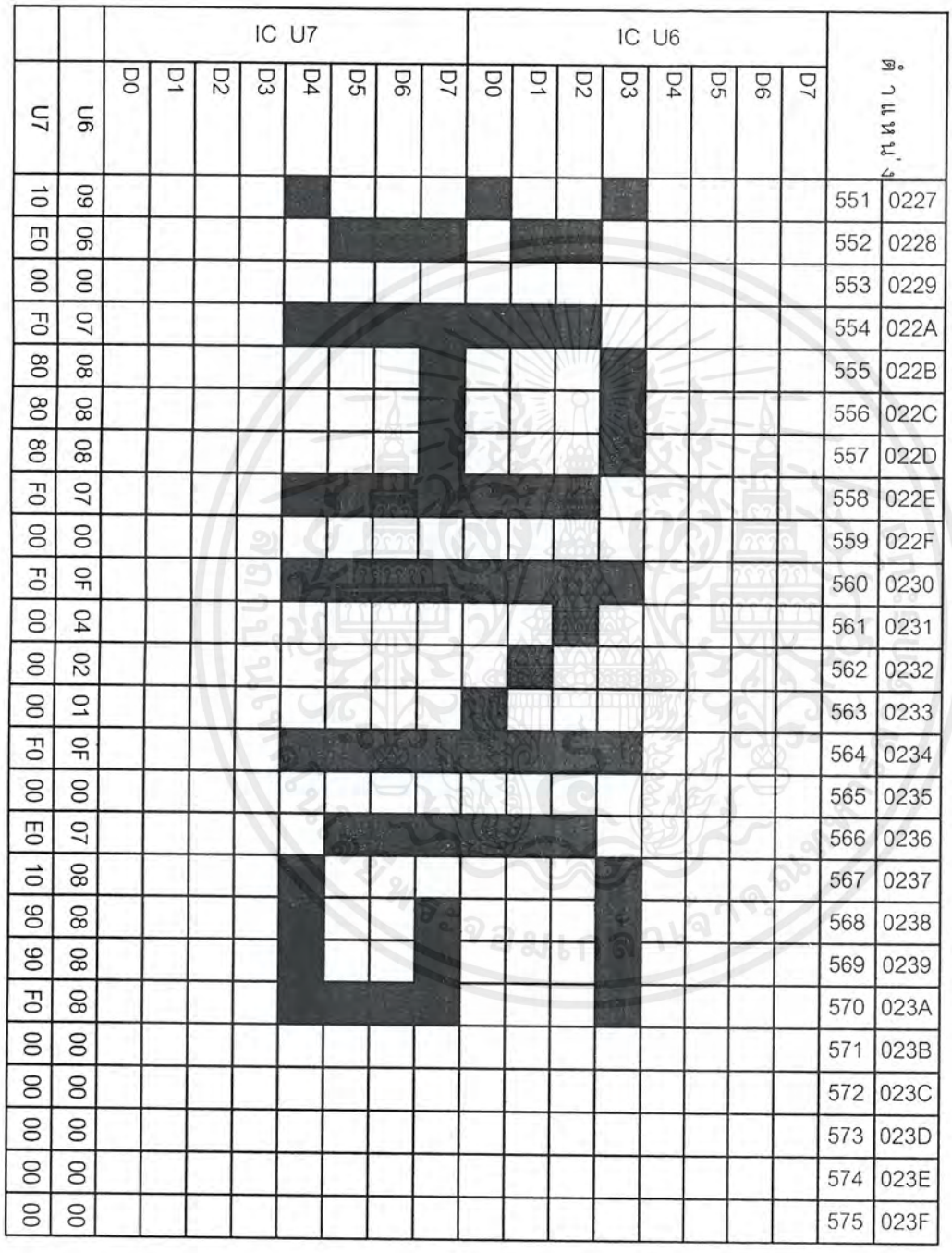


U7	U6	ตำแหน่ง	
10	00	487	01E7
10	00	488	01E8
00	00	489	01E9
E0	07	490	01EA
10	08	491	01EB
10	08	492	01EC
10	08	493	01ED
E0	07	494	01EE
00	00	495	01EF
E0	07	496	01F0
10	08	497	01F1
90	08	498	01F2
90	08	499	01F3
E0	08	500	01F4
00	00	501	01F5
00	0E	502	01F6
00	01	503	01F7
F0	00	504	01F8
00	01	505	01F9
00	0E	506	01FA
00	00	507	01FB
00	00	508	01FC
00	00	509	01FD
00	00	510	01FE
00	00	511	01FF

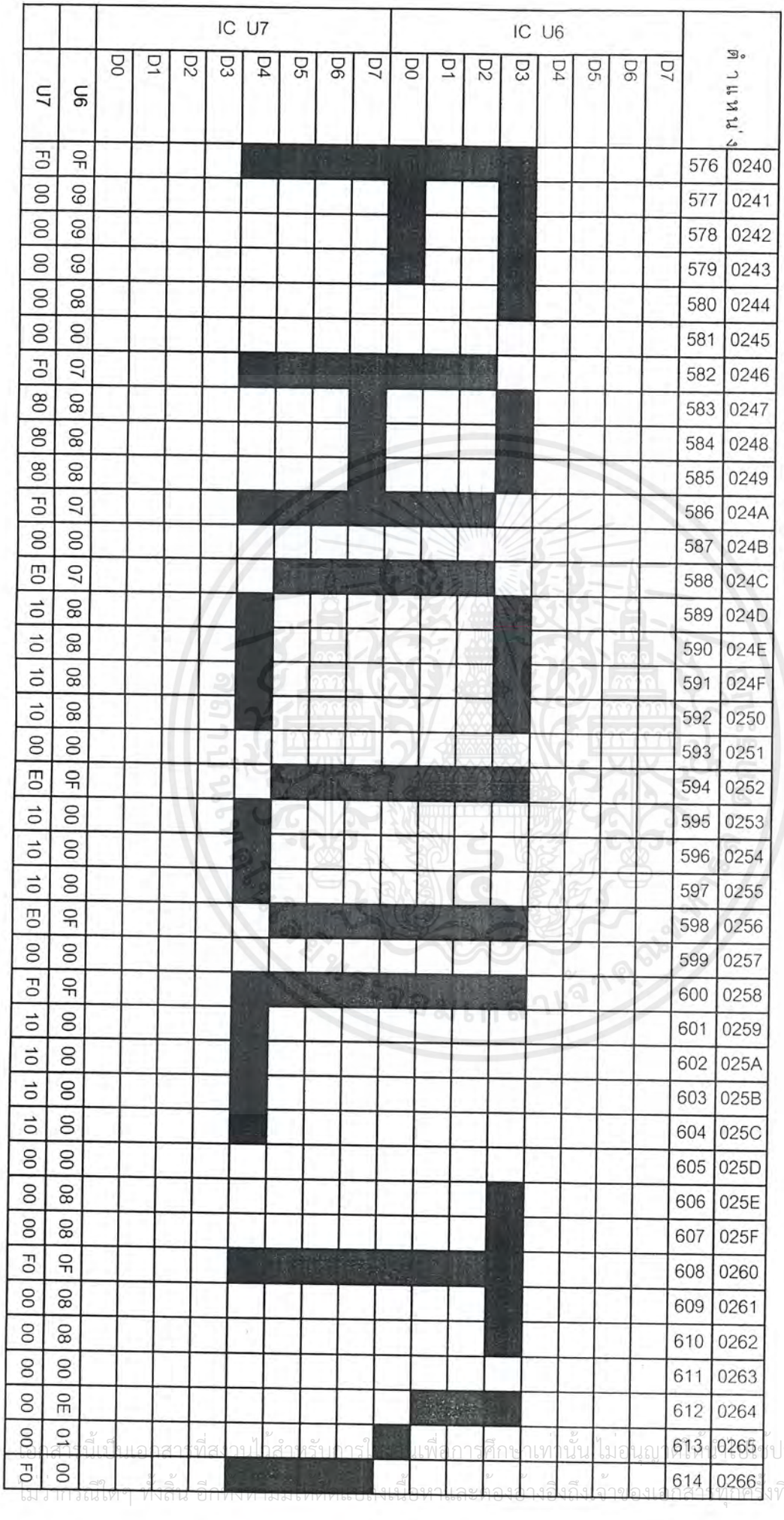
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มีการนำเนื้อหาและตัวอย่างอ้างอิงถึงในเอกสารนี้ไปใช้ที่มีการนำไปใช้

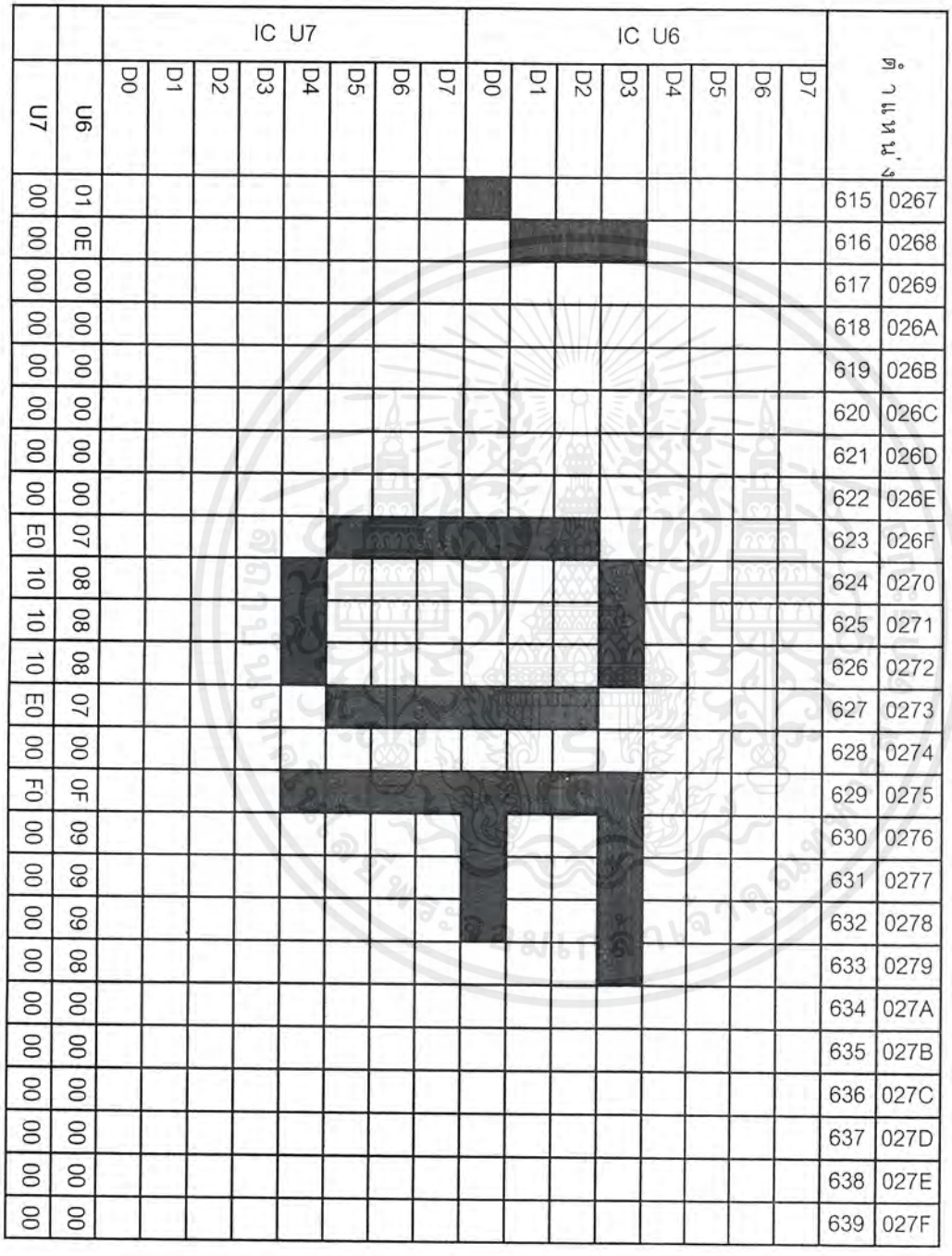


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



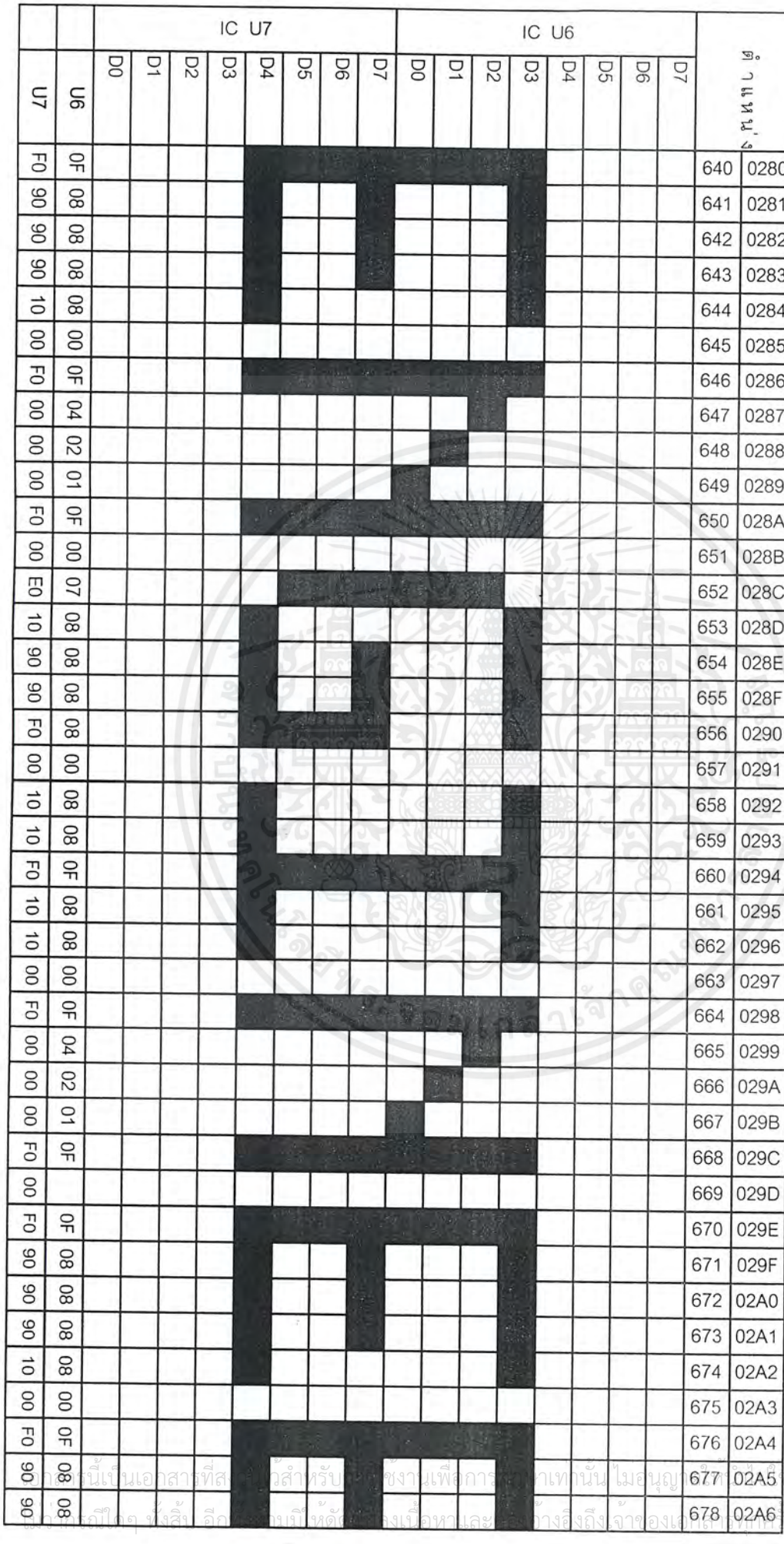
		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
F0	0F																	576	0240
00	09																	577	0241
00	09																	578	0242
00	09																	579	0243
00	08																	580	0244
00	00																	581	0245
F0	07																	582	0246
80	08																	583	0247
80	08																	584	0248
80	08																	585	0249
F0	07																	586	024A
00	00																	587	024B
E0	07																	588	024C
10	08																	589	024D
10	08																	590	024E
10	08																	591	024F
10	08																	592	0250
00	00																	593	0251
E0	0F																	594	0252
10	00																	595	0253
10	00																	596	0254
10	00																	597	0255
E0	0F																	598	0256
00	00																	599	0257
F0	0F																	600	0258
10	00																	601	0259
10	00																	602	025A
10	00																	603	025B
10	00																	604	025C
00	00																	605	025D
00	08																	606	025E
00	08																	607	025F
F0	0F																	608	0260
00	08																	609	0261
00	08																	610	0262
00	00																	611	0263
00	0E																	612	0264
00	01																	613	0265
F0	00																	614	0266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



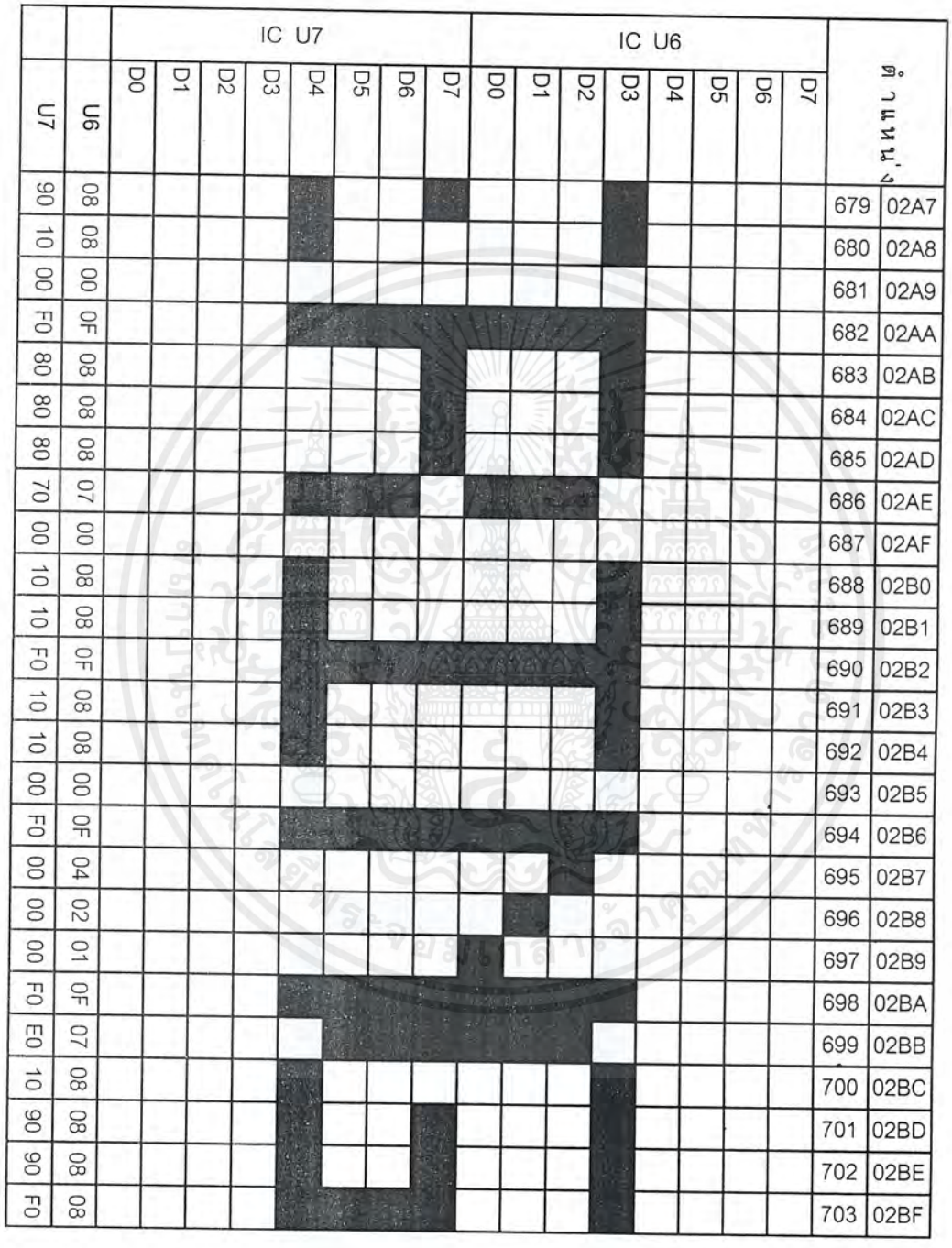
U7	U6	IC U7 D0	IC U7 D1	IC U7 D2	IC U7 D3	IC U7 D4	IC U7 D5	IC U7 D6	IC U7 D7	IC U6 D0	IC U6 D1	IC U6 D2	IC U6 D3	IC U6 D4	IC U6 D5	IC U6 D6	IC U6 D7	ตำแหน่ง	
00	01									■								615	0267
00	0E										■	■	■					616	0268
00	00																	617	0269
00	00																	618	026A
00	00																	619	026B
00	00																	620	026C
00	00																	621	026D
00	00																	622	026E
E0	07						■	■	■	■	■	■						623	026F
10	08					■							■					624	0270
10	08					■							■					625	0271
10	08					■							■					626	0272
E0	07						■	■	■	■	■	■						627	0273
00	00																	628	0274
F0	0F					■	■	■	■	■	■	■	■					629	0275
00	09									■			■					630	0276
00	09									■			■					631	0277
00	09									■			■					632	0278
00	08												■					633	0279
00	00																	634	027A
00	00																	635	027B
00	00																	636	027C
00	00																	637	027D
00	00																	638	027E
00	00																	639	027F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



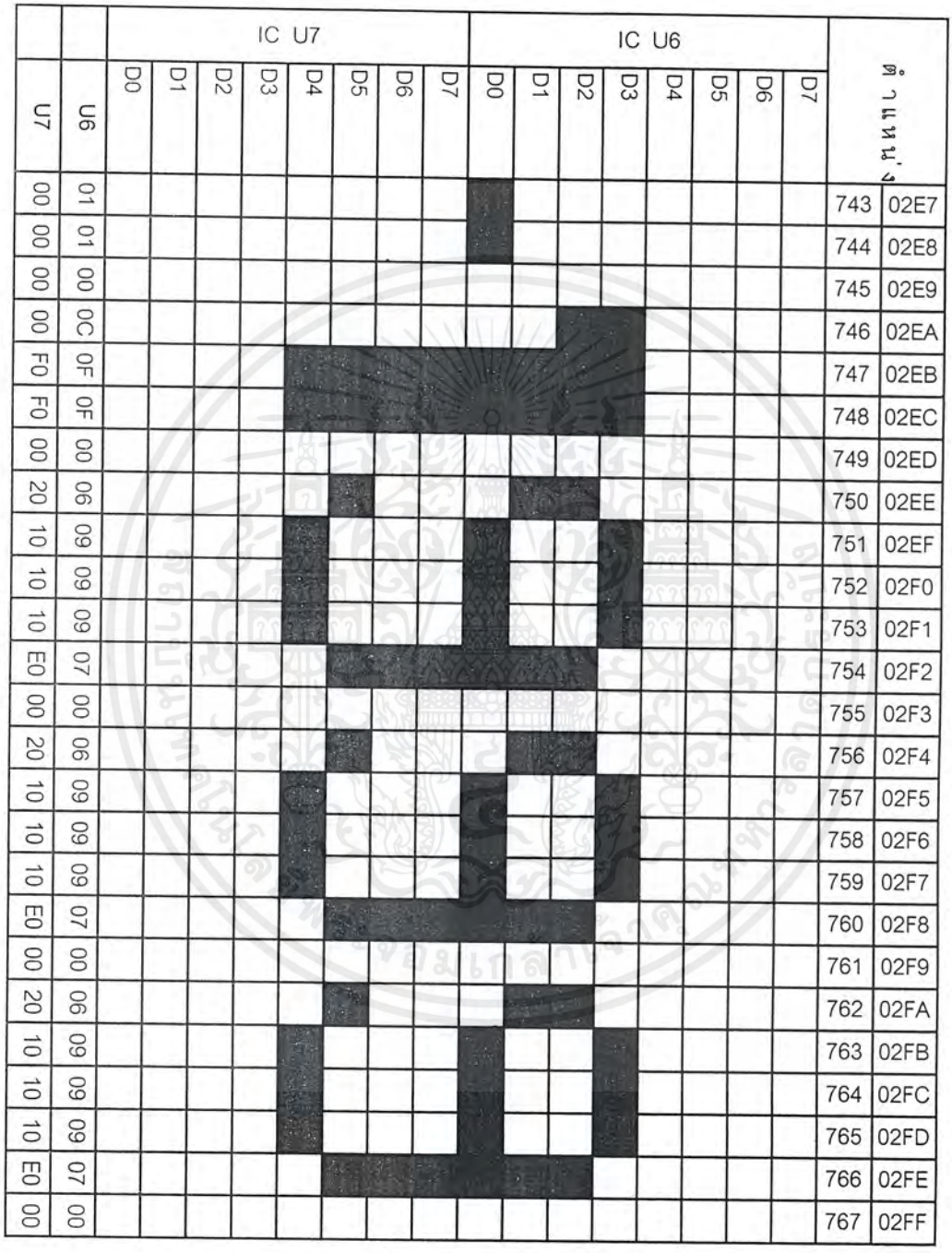
ตำแหน่งหน่วยความจำ		IC U6								IC U7									
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	U6	U7
640	0280																	0F	F0
641	0281																	08	90
642	0282																	08	90
643	0283																	08	90
644	0284																	08	10
645	0285																	00	00
646	0286																	0F	F0
647	0287																	04	00
648	0288																	02	00
649	0289																	01	00
650	028A																	0F	F0
651	028B																	00	00
652	028C																	07	E0
653	028D																	08	10
654	028E																	08	90
655	028F																	08	90
656	0290																	08	F0
657	0291																	00	00
658	0292																	08	10
659	0293																	08	10
660	0294																	0F	F0
661	0295																	08	10
662	0296																	08	10
663	0297																	00	00
664	0298																	0F	F0
665	0299																	04	00
666	029A																	02	00
667	029B																	01	00
668	029C																	0F	F0
669	029D																		00
670	029E																	0F	F0
671	029F																	08	90
672	02A0																	08	90
673	02A1																	08	90
674	02A2																	08	10
675	02A3																	00	00
676	02A4																	0F	F0
677	02A5																	08	90
678	02A6																	08	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



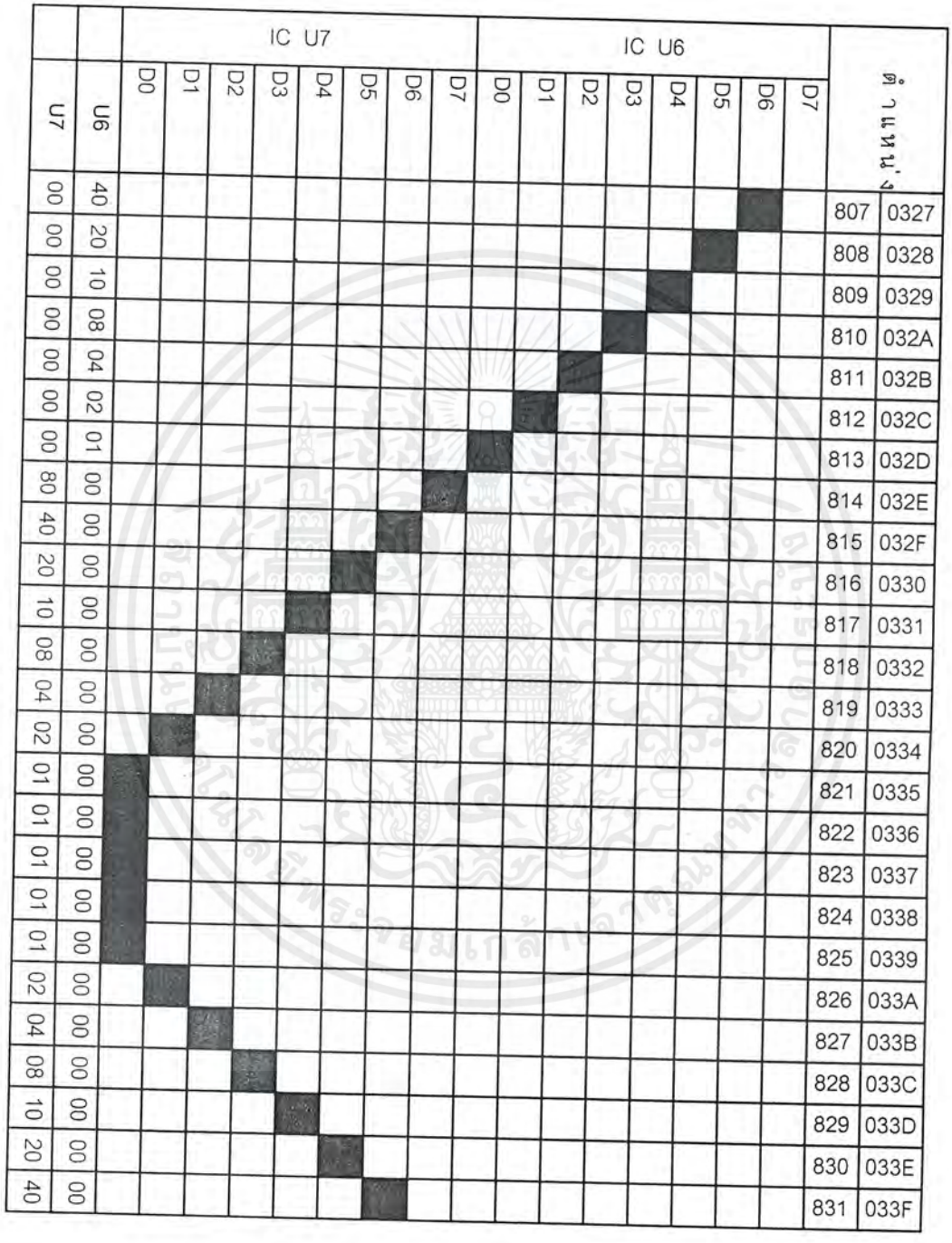
ตำแหน่ง		IC U6								IC U7								U6	U7
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
679	02A7					■							■					08	90
680	02A8					■												08	10
681	02A9																	00	00
682	02AA					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0F	F0
683	02AB					■							■					08	80
684	02AC					■							■					08	80
685	02AD					■							■					08	80
686	02AE					■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	07	70
687	02AF																	00	00
688	02B0					■												08	10
689	02B1					■												08	10
690	02B2					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0F	F0
691	02B3					■							■					08	10
692	02B4					■							■					08	10
693	02B5																	00	00
694	02B6					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0F	F0
695	02B7								■									04	00
696	02B8							■										02	00
697	02B9																	01	00
698	02BA					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0F	F0
699	02BB						■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	07	E0
700	02BC					■								■				08	10
701	02BD					■								■				08	90
702	02BE					■								■				08	90
703	02BF					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	08	F0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

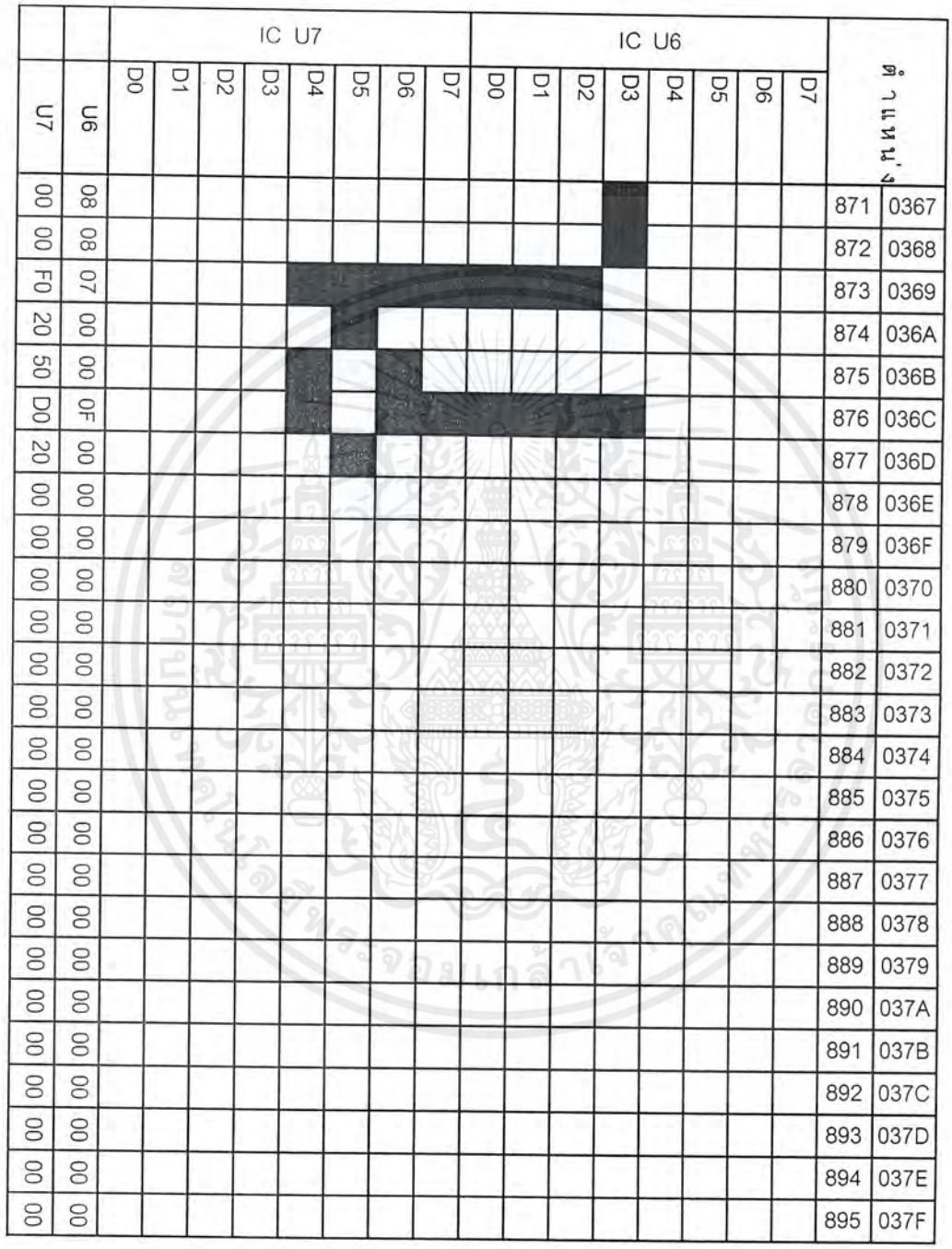


U7	U6	ตำแหน่ง	
00	01	743	02E7
00	01	744	02E8
00	00	745	02E9
00	0C	746	02EA
F0	0F	747	02EB
F0	0F	748	02EC
00	00	749	02ED
20	06	750	02EE
10	09	751	02EF
10	09	752	02F0
10	09	753	02F1
E0	07	754	02F2
00	00	755	02F3
20	06	756	02F4
10	09	757	02F5
10	09	758	02F6
10	09	759	02F7
E0	07	760	02F8
00	00	761	02F9
20	06	762	02FA
10	09	763	02FB
10	09	764	02FC
10	09	765	02FD
E0	07	766	02FE
00	00	767	02FF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



U7	U6	ตำแหน่ง	
00	08	871	0367
00	08	872	0368
F0	07	873	0369
20	00	874	036A
50	00	875	036B
D0	0F	876	036C
20	00	877	036D
00	00	878	036E
00	00	879	036F
00	00	880	0370
00	00	881	0371
00	00	882	0372
00	00	883	0373
00	00	884	0374
00	00	885	0375
00	00	886	0376
00	00	887	0377
00	00	888	0378
00	00	889	0379
00	00	890	037A
00	00	891	037B
00	00	892	037C
00	00	893	037D
00	00	894	037E
00	00	895	037F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		IC U7								IC U6								ตำแหน่งหน่วยความจำ	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
00	00																	935	03A7
00	00																	936	03A8
00	00																	937	03A9
00	00																	938	03AA
00	00																	939	03AB
00	00																	940	03AC
00	00																	941	03AD
00	00																	942	03AE
00	00																	943	03AF
00	00																	944	03B0
00	00																	945	03B1
00	00																	946	03B2
00	00																	947	03B3
00	00																	948	03B4
00	00																	949	03B5
00	00																	950	03B6
00	00																	951	03B7
00	00																	952	03B8
00	00																	953	03B9
00	00																	954	03BA
00	00																	955	03BB
00	00																	956	03BC
00	00																	957	03BD
00	00																	958	03BE
00	00																	959	03BF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		IC U7								IC U6								ตำแหน่ง	
U7	U6	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7		
80	01																	999	03E7
80	01																	1000	03E8
00	00																	1001	03E9
80	01																	1002	03EA
80	01																	1003	03EB
80	01																	1004	03EC
80	01																	1005	03ED
80	01																	1006	03EE
00	00																	1007	03EF
80	01																	1008	03F0
80	01																	1009	03F1
80	01																	1010	03F2
80	01																	1011	03F3
80	01																	1012	03F4
00	00																	1013	03F5
80	01																	1014	03F6
80	01																	1015	03F7
80	01																	1016	03F8
80	01																	1017	03F9
80	01																	1018	03FA
00	00																	1019	03FB
80	01																	1020	03FC
80	01																	1021	03FD
80	01																	1022	03FE
80	01																	1023	03FF

ตารางที่ 3.1 การออกแบบตัวอักษร

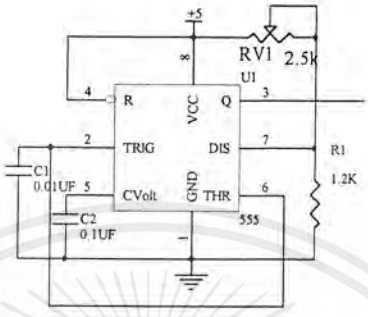
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

การทดลองได้แบ่งออกเป็นส่วน 3 ส่วนตามวงจรที่ได้ประกอบดังนี้

4.1 การทดลองภาคกำเนิดความถี่



รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดความถี่

สถานะการทำงาน	ขาทริกเกอร์ 2	ขาเทรสโฮลด์ 6	ผลลัพธ์	
			ขาเอ้าต์พุต 3	ขาดิสชาร์จ 7
A	ต่ำกว่า Vlt	ต่ำกว่า Vut	High	เปิดวงจร
B	ต่ำกว่า Vlt	สูงกว่า Vut	จำสถานะเดิมต่อไป	
C	สูงกว่า Vlt	ต่ำกว่า Vut	จำสถานะเดิมต่อไป	
D	สูงกว่า Vlt	สูงกว่า Vut	Low	กราวด์

ตารางที่ 4.1 การทดลองภาคความถี่

Vut = (Upper Threshold Voltage)

Vlt = (Lower Threshold Voltage)

Vut = (3/2)*VCC

Vlt = (1/3)*VCC

ตัวเก็บประจุ C จะมีสัญญาณ Output ช่วง (1/3)*VCC

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{[(R_A + 2R_B) \times C]}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

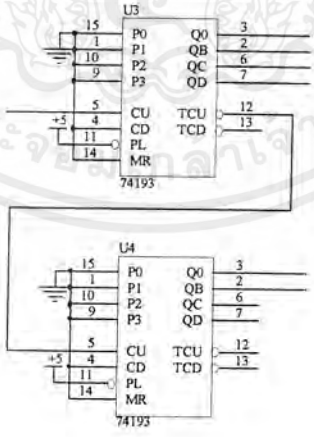
$$T = t_{high} + t_{low} = 0.695 \times (R_A + 2R_B) \times C$$
$$t_{high} = 0.695 \times (R_A + R_B) \times C$$
$$t_{low} = 0.695 \times R_A \times C$$

จากวงดังรูปสามารถหาค่า thigh,tlowความถี่สำหรับที่จะใช้

$$t_{high} = 0.695 \times (250k + 500k) \times 0.01uF$$
$$= 0.00521525$$
$$t_{low} = 0.695 \times 500k \times 0.01uF$$
$$= 0.003475$$
$$f = \frac{1.44}{(250k + (500k \times 2)) \times 0.01uF}$$
$$= 115.2$$

จากการทดลองนี้ทำให้การเลือกค่า C ที่แน่นอนและจะใช้ R ปรับค่าได้คอยปรับเพื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการ โดยการจัดค่า RA,RB และ C

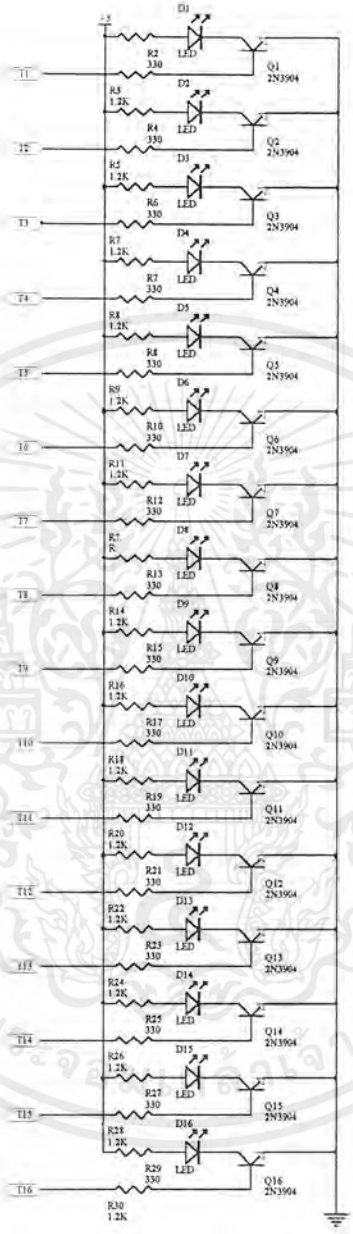
4.2 **การทดลองวงจร Counter 8 Bit** ออกแบบวงจรโดยใช้ IC 74193 ซึ่งทำการต่อวงจรดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจร Counter 8 Bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวงจรขับ LED โดยทำการต่อวงจรดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรขับ LED

ผลการทดลองที่ได้เมื่อทำการจ่ายไฟ +5 Volt เข้าที่ขา Base ของ Transistor ปรากฏว่า LED ติดเมื่อจ่ายกราวด์เข้าที่ขาเดิม LED ก็ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

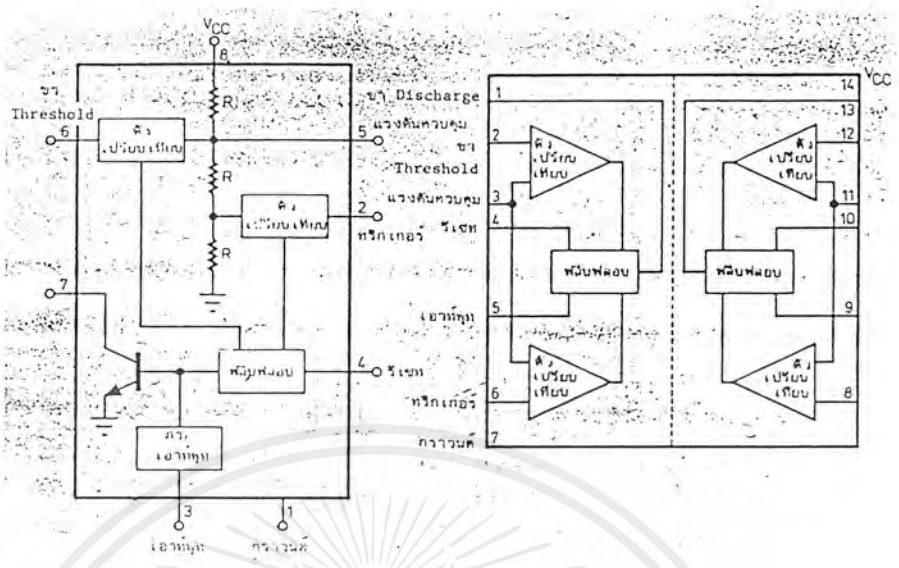
สรุปผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการปรับแต่งเพื่อใช้งานเครื่องแสดงตัวอักษรโดยใช้มอเตอร์โดยในเบื้องต้นการกระจายข้อมูลของชุด Counter โดยใช้ความถี่ต่ำ เมื่อมอเตอร์หมุนการกระจายของตัวอักษรที่ออกมาทางชุดแสดงผลจะมองเห็นเป็นภาพกระพริบแต่ถ้าใช้ความถี่สูงมากในการกระจายข้อมูลของชุด Counter เมื่อมอเตอร์หมุนการกระจายตัวอักษรของชุดแสดงผล จะมองเห็นข้อมูลออกมาเร็วมากจนมองไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงเพราะฉะนั้นในการทำโครงงานครั้งนี้จึงจำเป็นต้องมีการคำนวณความถี่ของ Clock ให้มีความสัมพันธ์กับความเร็วมอเตอร์ แต่ในการใช้งานจริงจะใช้แหล่งจ่ายไฟที่สามารถ ปรับแรงดันเพื่อทำให้ความเร็วของมอเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงในการหมุนเร็วหรือช้าเพื่อให้ตัวอักษรมีการหยุดนิ่งเลื่อนไปข้างหน้าและถอยหลัง

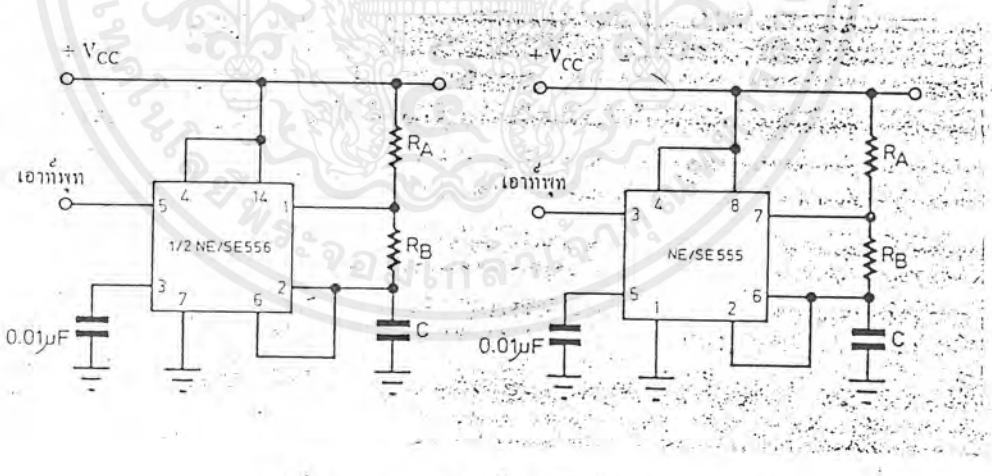
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

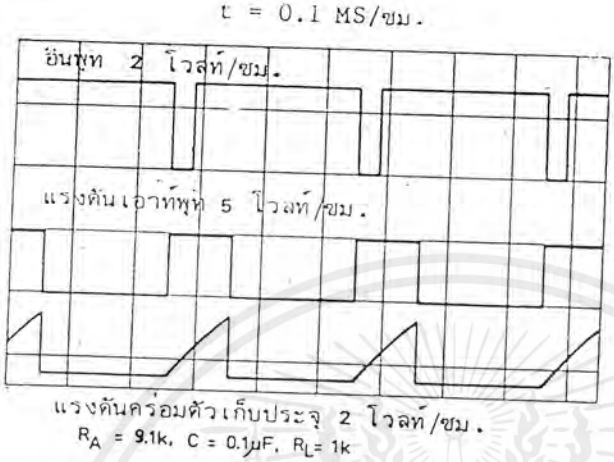


รูปที่ 5.1 วงจรภายในของไอซีเบอร์ 555, 556

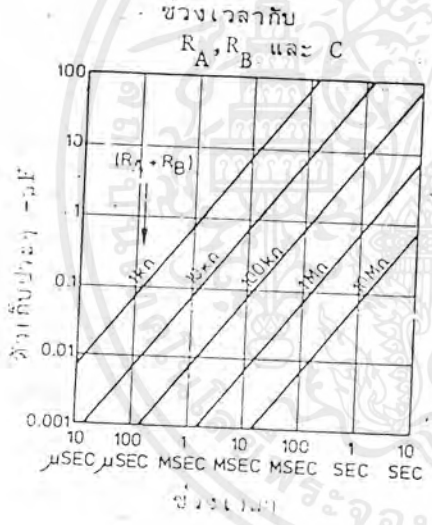


รูปที่ 5.5 วงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 สัญญาณของโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์



รูปที่ 5.4 โนโมแกรมแสดงค่าเวลา T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ยืน ภู่วรรณ. **เทคนิคการประยุกต์และใช้งานไอซีทีทีแอล.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กทม : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2523. หน้า 110-113 ,หน้า 169-170

2. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. **คู่มือเปรียบเทียบเบอร์ไอซี TTL.** กทม : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2534. หน้า 226-227.

3. นรินทร์ เนาวประทีป. **การใช้งาน Z-80.** กทม : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์ . หน้า 8-12.

4.รศ. สัมพันธ์ หาญชเล. **เครื่องกลไฟฟ้า 1 เล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 11. กทม : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด หน้า 2-20.

5. ศุลี บรรจงจิตร. **วิศวกรรมส่องสว่าง.** กทม : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2538. หน้า 13-20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้