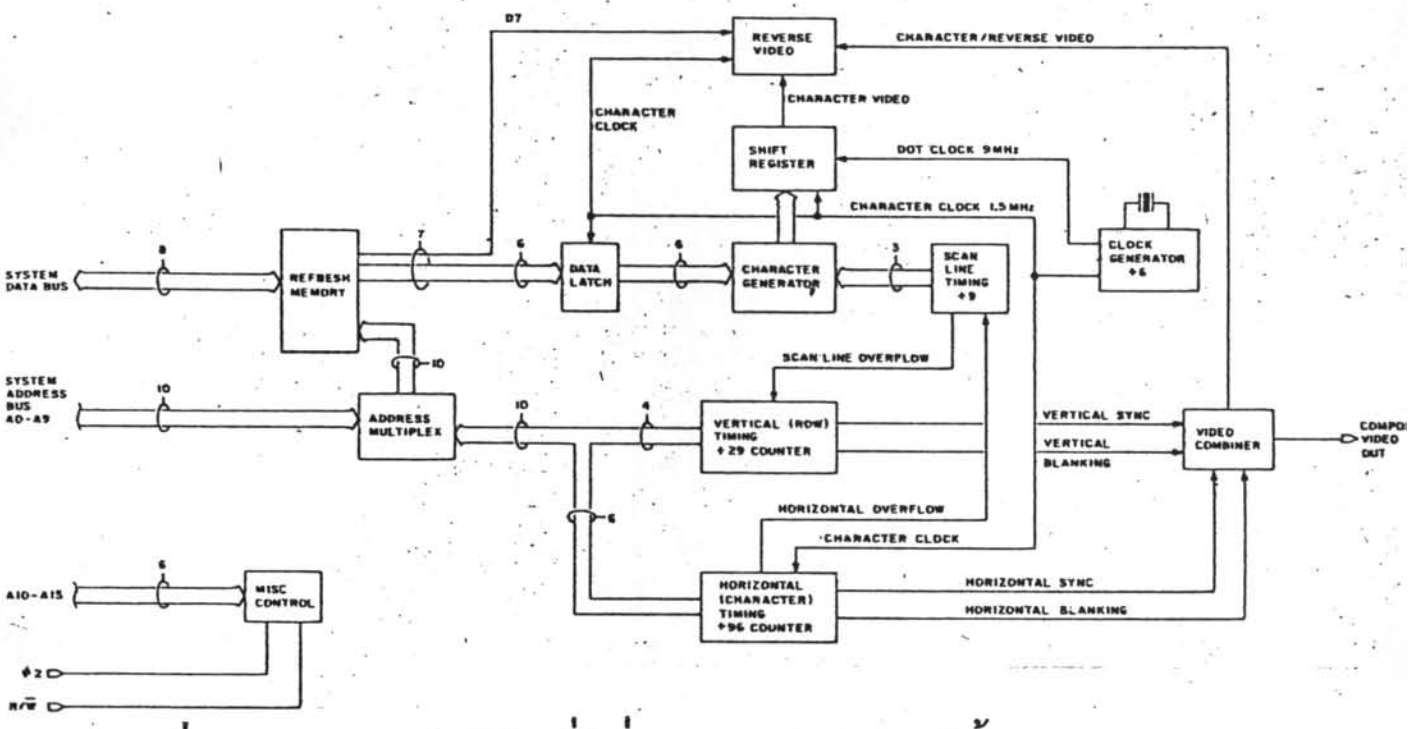
บทที่ 3
การนำเครื่องแสดงผลตัวอักษรต่อเข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์

ในการแสดงผลตัวอักษรด้วยจอภาพโทรทัศน์นั้น เรามีวิธีการหลายวิธีด้วยกัน เช่น แยกวงจรหน่วยความจำของวงจรสะแกนออกมาเป็นอิสระของตัวเองหรือใช้หน่วยความจำร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ โดยใช้หลักการของ ดีเอ็มเอ (Direct Memory Access)

3.1 หลักการแสดงผลตัวอักษรที่มีใช้อยู่ทั่วไป (3)

วงจรแสดงผลตัวอักษรทั่วไปจะใช้หลักการของการมีหน่วยความจำแยกเป็นอิสระ



รูปที่ 3.1 วงจรแสดงผลตัวอักษรที่มีหน่วยความจำเป็นอิสระและใช้วงจรทีทีแอล(ทรานซิสเตอร์-ทรานซิสเตอร์ลอจิค)ในการสร้างวงจร

จากรูปที่ 3.1 นั้น จะเห็นว่าการออกแบบสร้างจะยุ่งยากมากเพราะจะต้องใช้ไอซีหลายตัวมาประกอบกันเป็นวงจรควบคุมการแสดงผลตัวอักษรทำให้ไม่สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการแสดงผลตัวอักษรบนจอโทรทัศน์ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบจาก 64 ตัวอักษรต่อบรรทัด มาเป็น 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด จะต้องรื้อวงจรอีกหลายส่วนจึงจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการแสดงผลตามต้องการได้ ส่วนของหน่วยความจำก็เป็นอิสระของตนเอง (raster scan Refresh memory) ซึ่งหน่วยความจำส่วนนี้จะต้องมีข้อมูลจากแป้นกดตัวอักษรหรือจากวงจรภายนอกมาป้อนให้

3.2 ปัญหาในการเลือกอุปกรณ์ที่จะช่วยในการแสดงผลตัวอักษร

ในการพิจารณาหาวงจรที่เหมาะสมกับการแสดงผลตัวอักษรจากหน่วยความจำนั้น เลือกตามความเหมาะสมดังนี้

– อุปกรณ์นั้นจะต้องสามารถแสดงผลตัวอักษรตามรูปแบบที่เราต้องการได้

– อุปกรณ์นั้นต้องเชื่อมโยงกับระบบหน่วยความจำของเครื่องไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 ที่ บีอยู่ได้

– จะต้องสะดวกต่อการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบของตัวอักษรหรือแก้ไขให้แสดงผลตัวอักษรภาษาไทยได้ในโอกาสต่อไป

– อุปกรณ์นั้นต้องสะดวกต่อการเชื่อมโยงกับระบบเครื่องรับโทรทัศน์

จากหลักการข้างบนนี้ พอจะหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมได้คือการใช้ไอซีเบอร์ 8275 ซึ่งเป็นของบริษัทอินเทล (Intel) เป็นอุปกรณ์ซึ่งทางบริษัท พึ่งจะผลิตขึ้นเมื่อประมาณ ปี ค.ศ. 1978 นี้ ดังนั้นอุปกรณ์ชิ้นนี้จึงยังไม่ค่อยจะแพร่หลายมากนัก

3.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ที่เลือกใช้กับอุปกรณ์ชนิดอื่น

แนวความคิดที่ เลือกไอซีเบอร์ 8275 แทนวงจรแสดงผลแบบอื่น

– สะดวกในการต่อร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 ที่ทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มีอยู่ ทำให้สะดวกในการทดลองและค้นคว้าหาข้อมูลและเอกสารประกอบการทำวิจัยนี้

– ลดหน่วยความจำลงเพราะไม่ต้องใช้หน่วยความจำเป็นแบบของตัวเอง แต่จะใช้หน่วยความจำร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้ ดังนั้นอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ประกอบเพิ่มเติมคือวงจรควบ

คุมการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำ (DMA) สู่วงจรแสดงผล

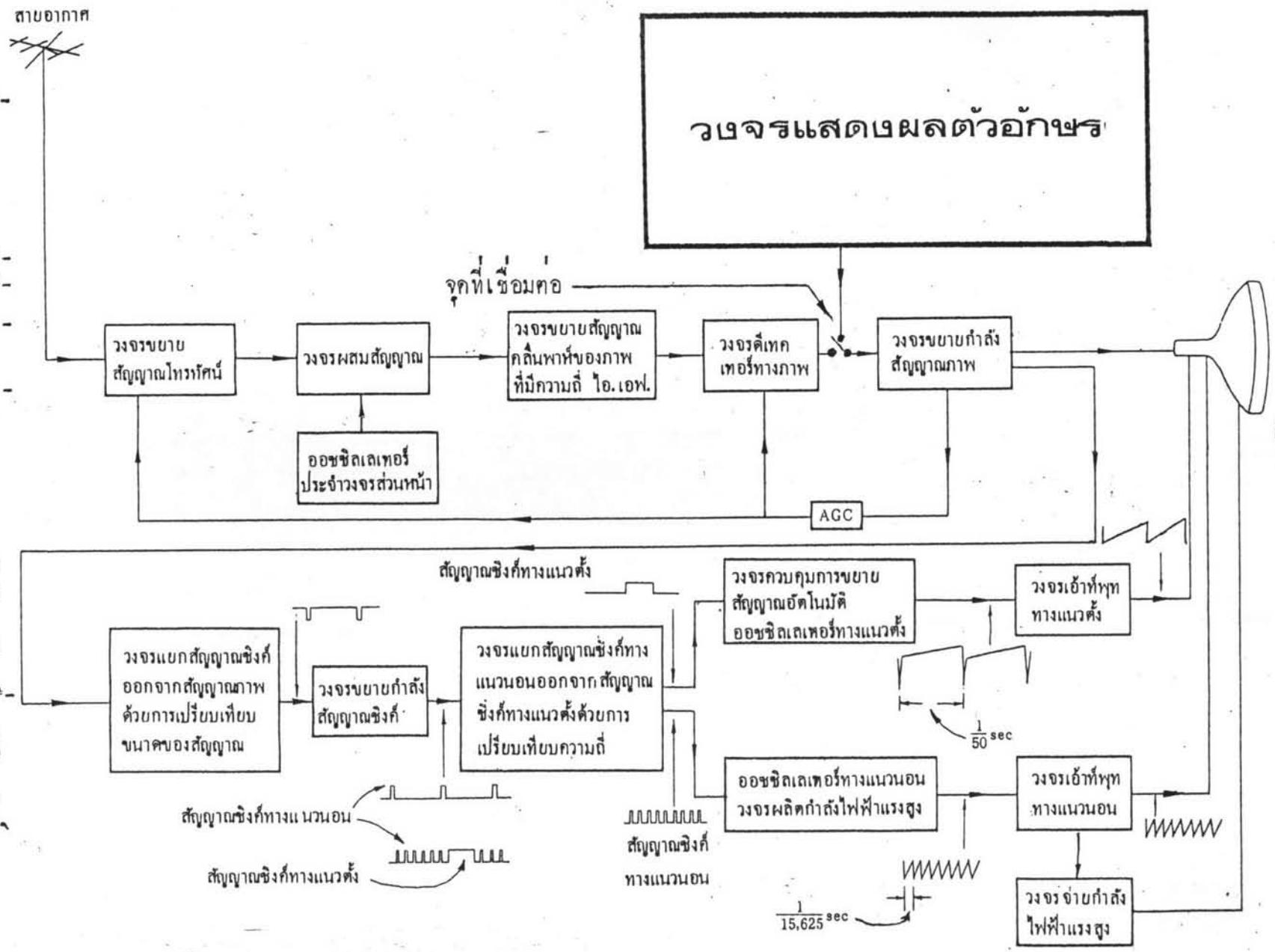
– สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการแสดงผลตัวอักษรได้

– ใช้กับคาร์แรคเตอร์เจนเนอร์เรเตอร์ (Character generator) เบอร์ใดก็ได้ แต่ที่เหมาะสมที่สุดคือใช้อีพรอม (EPROM) เบอร์ 2708 ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงให้เป็นตัวอักษรภาษาไทยได้ แต่ในการทำวิจัยนี้ ใช้ไอซีเบอร์ 2513 เป็นคาร์แรคเตอร์เจนเนอร์เรเตอร์ ซึ่งเป็นหน่วยความจำประเภท ROM (Read Only Memory)

– เมื่อนำไอซีเบอร์ 8275 ต่อร่วมกับ ไอซีเบอร์ 8257 แล้ว สามารถแสดงผล ตัวอักษรจากหน่วยความจำระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้ทั่วทั้ง 64 กิโลไบท์

3.4 ลักษณะการนำวงจรแสดงผลตัวอักษรต่อเข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์

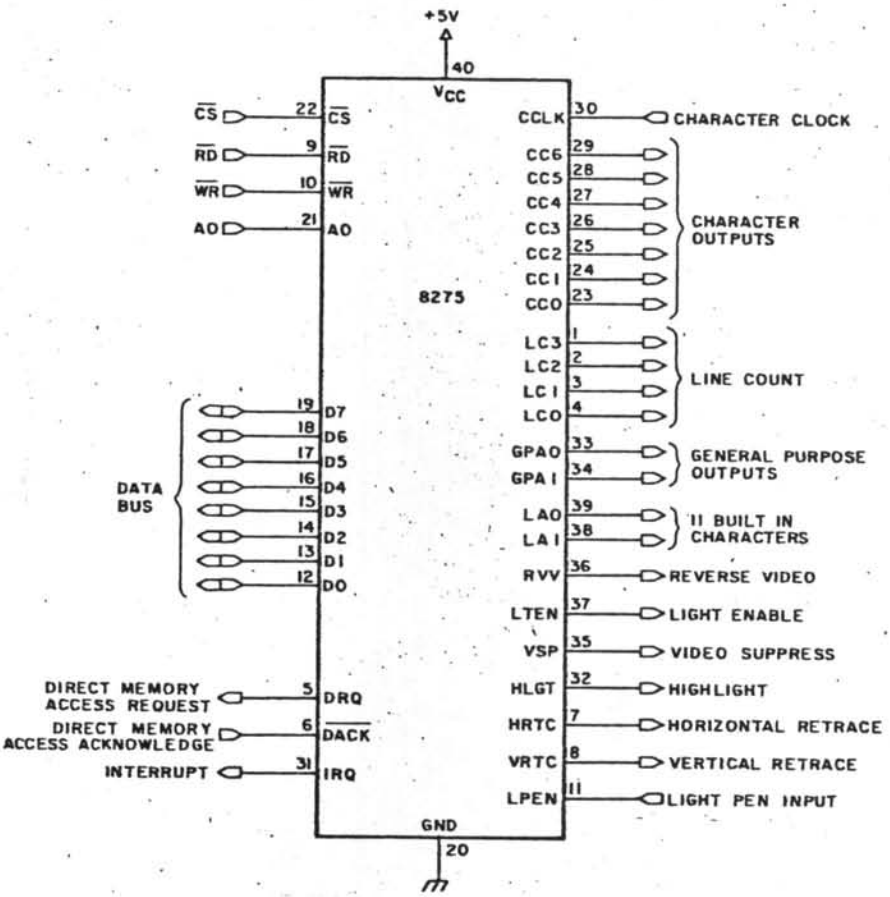
พิจารณาจากวงจรเครื่องรับโทรทัศน์จากบทที่ 2 จะเห็นว่าสัญญาณภาพรวมที่ส่งมาจากสถานีส่งนั้นถูกแยกออกสัญญาณคลื่นพาห์ (Carrier frequency) ที่วงจรดีเทคสัญญาณภาพ (Video detector) ดังนั้นถ้า ตัดสัญญาณภาพรวมจากสถานีส่งออกแล้วนำสัญญาณภาพรวมที่ สร้างขึ้นป้อนเข้าแทนก็จะทำได้สะดวกกว่าการต้องป้อนสัญญาณภาพรวมทางสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์ เพราะการที่ ป้อนสัญญาณภาพทางสายอากาศจะต้องสร้างวงจรผสมสัญญาณภาพกับสัญญาณความถี่วิทยุขึ้นมา อีก จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและปัญหาการรบกวนจากสัญญาณของเครื่องส่งด้วย ดังนั้นจุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างวงจรแสดงผลตัวอักษรกับวงจรเครื่องรับโทรทัศน์คือวงจรภาคขยายสัญญาณภาพ (Video amplifier)



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนของวงจรต่างๆ ในเครื่องรับโทรทัศน์สี

3.5 ลักษณะการทำงานของไอซีเบอร์ 8275[5]

ไอซีเบอร์ 8275 ผลิตโดยบริษัท Intel เป็นไอซีที่ใช้ในการควบคุมการสะแกนบนจอโทรทัศน์ มีขาทั้งหมด 40 ขา ดูจากรูปที่ 3.3 ขาด้านซ้ายมือใช้สำหรับติดต่อกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์และวงจรดีเอ็มเอ ส่วนขาทางด้านขวามือใช้สำหรับควบคุมการสะแกนของเครื่องรับโทรทัศน์



รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงลักษณะการทำงานของไอซีเบอร์ 8275

ลักษณะพิเศษของไอซีเบอร์นี้คือ

3.5.1 สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจอได้ คือ

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 80 ตัวอักษร

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวอักษรที่หายไปในขณะทำการสะบัดกลับทางแนวนอน (Number of character count per horizontal retrace) ได้ตั้งแต่ 2 – 32 (เลขคู่) โดยใช้พารามิเตอร์ (Parameter) zzzz

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนบรรทัดต่อภาพได้ตั้งแต่ 1 ถึง 64 บรรทัด

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนบรรทัดที่หายไปในขณะทำการสะบัดกลับทางแนวตั้ง (Number of row count per vertical retrace) ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 บรรทัด โดยใช้พารามิเตอร์ (Parameter) VV

– สามารถโปรแกรมให้แสดงผลเว้นบรรทัดหรือไม่เว้นบรรทัดได้

– สามารถโปรแกรมให้ขีดเส้นใต้ตัวอักษร ได้โดยขีดเส้นใต้ที่เส้นใดก็ได้ภายในเส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 16

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนเส้นสะแกนต่อบรรทัดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 16 เส้น

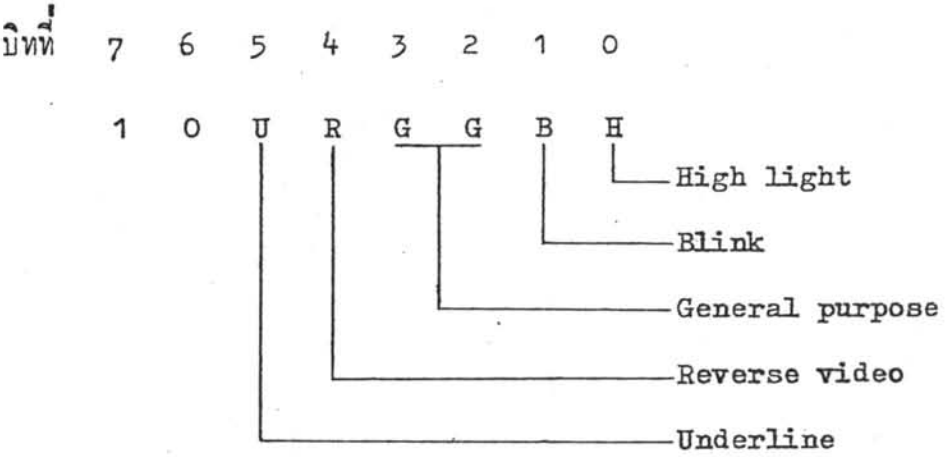
– สามารถโปรแกรมรูปแบบของเคอร์เซอร์ (Cursor format) ได้ 4 ชนิด คือ ใช้เคอร์เซอร์ล้อมรอบตัวอักษรโดยให้ตัวอักษรกลับจากขาวเป็นดำ กระพริบหรือไม่กระพริบ หรือให้เคอร์เซอร์เป็นแบบขีดเส้นใต้ตัวอักษรกระพริบหรือไม่กระพริบ

– สามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนไบท์ต่อการขอดีเอ็มเอ แต่ละครั้งได้ตั้งแต่ 1 ถึง 8 ไบท์

– สามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเคอร์เซอร์ได้ทั่วทั้งจอภาพ

– สามารถใช้กับไลท์เพ็น (light pen) ได้

3.5.2 สามารถแสดงผลพิเศษได้อีก 6 ชนิด โดยใช้ข้อมูลในหน่วยความจำเพียง 1 ไบท์ในการควบคุม ดังมีรูปแบบดังนี้



004095

ถ้าข้อมูลในหน่วยความจำเป็นไปตามรูปแบบข้างบนจะได้ผลออกมาดังนี้

– กระพริบ (Blink) ตัวอักษรที่ตามหลังไบท์นี้จะกระพริบออกมาทางหน้าจอความถี่กระพริบ $\frac{50}{32}$ เฮิทซ์ สัญญาณที่ช่วยในการกระพริบนี้คือ VSP (Video Suppression)

– เพิ่มความสว่าง (High light) ตัวอักษรที่ตามหลังรหัสไบท์นี้จะมีความสว่างมากกว่าตัวอื่น

– Reverse Video ตัวอักษรที่ตามหลังระหัสไบท์นี้จะกลับตัวอักษรจากขาวเป็นดำและพื้นมีระดับสีขาวแทน โดยมีสัญญาณออกทางขา RVV (Reverse video) ไปควบคุมวงจรโทรทัศน์

– ขีดเส้นใต้ (Underline) ตัวอักษรที่ตามหลังรหัสไบท์นี้จะถูกขีดเส้นใต้ การขีดเส้นใต้นี้ทำงานได้โดยมีสัญญาณ LTEN (light enable) ออกทางขา LTEN

– GENERAL PURPOSE เป็นสัญญาณออกพิเศษอีกชุดหนึ่ง (2 ขา) เพื่อนำไปควบคุมวงจรสะแกนของโทรทัศน์ การที่จะนำสัญญาณทั้งสองขานี้ไปใช้ทำประโยชน์อย่างใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ

สัญญาณทั้ง 6ชนิดนี้จะออกทางขาออกของไอซีเบอร์ 8275 ทั้ง 6 ขา และจะมีสัญญาณออกมาควบคุมการสะแกนโดยตรงโดยไม่ผ่านคาร์แรคเตอร์เจนเนอร์เรเตอร์ ดังนั้นถ้าต้องการให้สัญญาณออกทางขาใดก็เพียงแต่ให้บิทนั้น ๆ เป็น "1" ดังนี้

บิท H = 1 สำหรับการเพิ่มความสว่าง

บิท B = 1 สำหรับการกระพริบ

บิท R = 1 สำหรับการกลับ ขาวเป็นดำของตัวอักษร

บิท U = 1 สำหรับการขีดเส้นใต้

บิท GG = 1 สำหรับควบคุมสัญญาณออกทางขา GPA_1 และ GPA_0

การแสดงผลพิเศษ (Field Attributes) เหล่านี้ผู้เขียนไม่ได้นำไปควบคุมการสะแกนเพราะข้อมูลในหน่วยความจำไม่มีรหัสเหล่านี้อยู่ แต่ได้สร้างวงจรและทดลองผลได้ตามที่กล่าวมาแล้วทุกประการ

3.5.3 รหัสพิเศษ (Special Codes)

รหัสพิเศษนี้ใช้ในการบอกวงจรคีเอ็มเอให้หยุดการทำงานเป็นการลดการทำคีเอ็มเอในส่วนที่ ไม่ต้องให้แสดงออกมาทางจอโทรทัศน์ ตัวอย่างเช่น ถ้า ต้องการให้แสดงข้อความเพียงบรรทัดเดียว โดยที่บรรทัดอื่น ๆ ที่ตามมาไม่มีตัวอักษรอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องแสดงระหัสของตัวอักษรว่าง (Blank) ออกมา จะช่วยให้ลดเวลาของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้อย่างมาก

รูปแบบของรหัสพิเศษมีดังนี้

บิทที่	7	6	5	4	3	2	1	0
	1	1	1	1	0	0	S	S

S S ← Special control code

SS = 00 จะบอกคีเอ็มเอ ว่าจบบรรทัด

SS = 01 จะบอกคีเอ็มเอ ว่าจบบรรทัดแล้วหยุดการขอทำคีเอ็มเอ

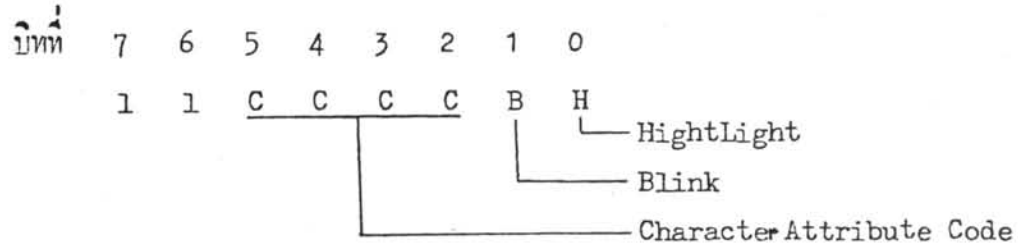
SS = 10 จะบอกคีเอ็มเอ ว่าจบภาพ

SS = 11 จะบอกคีเอ็มเอ ว่าจบภาพแล้วหยุดการขอทำคีเอ็มเอ

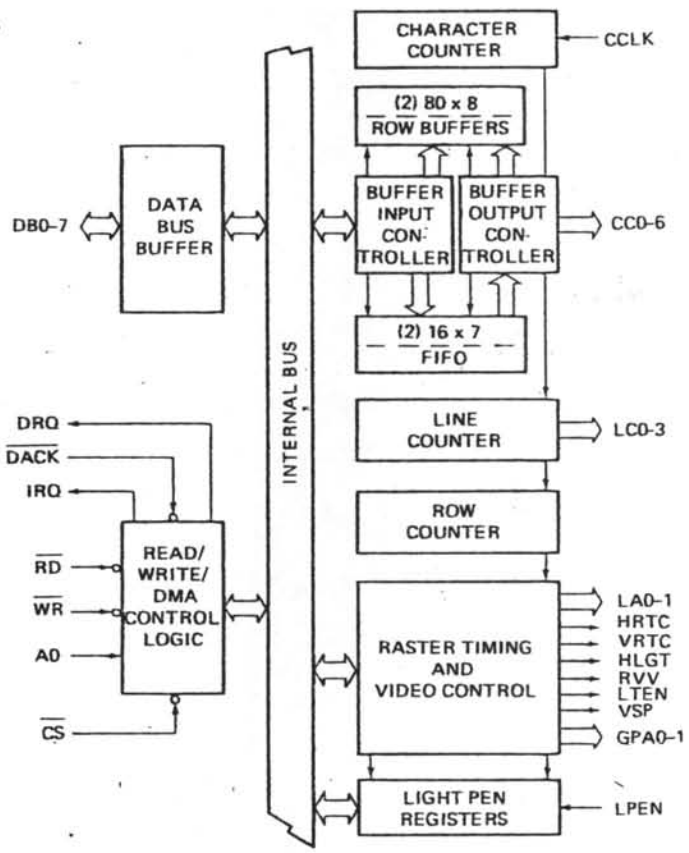
ถ้าต้องการให้แสดงผลตัวอักษรเพียงบรรทัดเดียวก็เพียงแต่ใส่รหัส (11110011) ลงไปในหน่วยความจำที่ท้ายบรรทัดนั้น ก็จะช่วยให้หยุดการขอทำคีเอ็มเอในบรรทัดอื่น ๆ ทั้งหมด

3.5.4 การแสดงผลเป็นรูปกราฟ (Character Attribute Codes)

การแสดงผลเป็นรูปกราฟนี้ใช้ข้อมูลในหน่วยความจำช่วยในการควบคุมการสะแกนเป็นรูปกราฟได้ 11 ชนิด ดังรูปแบบต่อไปนี้



ถ้าต้องการให้การสะแกนในโทรทัศน์สะแกนเป็นเส้นต่าง ๆ ก็เพียงใส่ข้อมูลไบท์นี้ลงไปในหน่วยความจำโดยเปลี่ยนแปลงจากรหัส CCCC นี้ ได้ตามต้องการ



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงโครงสร้างภายในไอซีเบอร์ 8275

3.5.5 ลักษณะโครงสร้างภายในและหน้าที่ของแต่ละวงจร

– Data bus buffer เป็นไตรสเตทบัฟเฟอร์ (Tri-State buffer) มีขาข้อมูลเข้าและออก 8 เส้น คือ DB_0 ถึง DB_7 ใช้สำหรับติดต่อกับระบบบัสมาตรฐานของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงบนจอโทรทัศน์และข้อมูลในการตั้งโปรแกรม (Initial) จะต้องป้อนผ่านวงจรนี้ทั้งหมด

– READ/WRITE/DMA CONTROL LOGIC

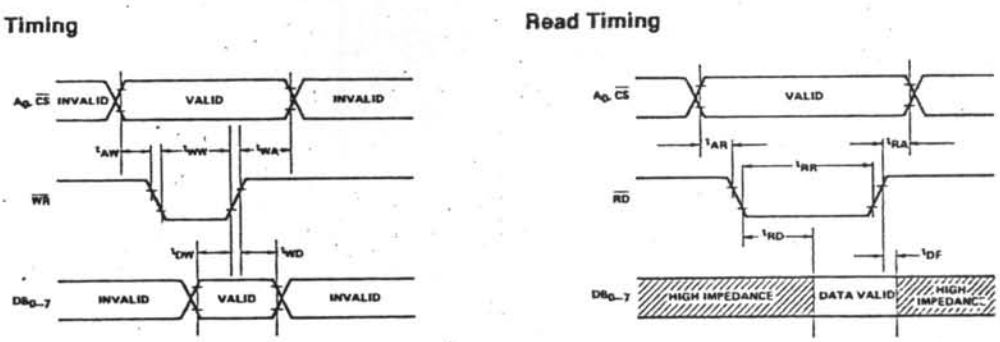
วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมการอ่านข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ของ 8275 และเขียนข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์ ของ 8275 และควบคุมการขอทำดีเอ็มเอและขอการอินเตอร์รัพท์ โดยมีสัญญาณควบคุมตามขาต่าง ๆ ดังนี้

– $\overline{RD}$ (Read) ถ้าขานี้ได้รับสัญญาณเป็น '0' หมายถึง การอ่านข้อมูลเกี่ยวกับสถานะ (Status) ของ 8275

– $\overline{WR}$ (Write) ถ้าขานี้ได้รับสัญญาณเป็น '0' หมายถึงการเขียนข้อมูลเข้าไปใน 8275 หรือการเขียนคำสั่งบอก 8275

สัญญาณทั้งสองคือ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ จะไม่มีโอกาสเป็น '0' พร้อมกัน

– $\overline{CS}$ (Ship Select) ถ้าขานี้ได้รับสัญญาณเป็น '0' แสดงว่าต้องการติดต่อกับ 8275 นี้ ฉะนั้นสัญญาณ $\overline{RD}$ หรือสัญญาณ $\overline{WR}$ จะไม่มีผลเลยถ้าขานี้เป็น '1' ดังนั้นถ้าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลเข้าสู่ 8275 จะต้องให้ '0' เข้าที่ขา $\overline{CS}$ ในเวลาเดียวกันกับสัญญาณ $\overline{RD}$ หรือ $\overline{WR}$



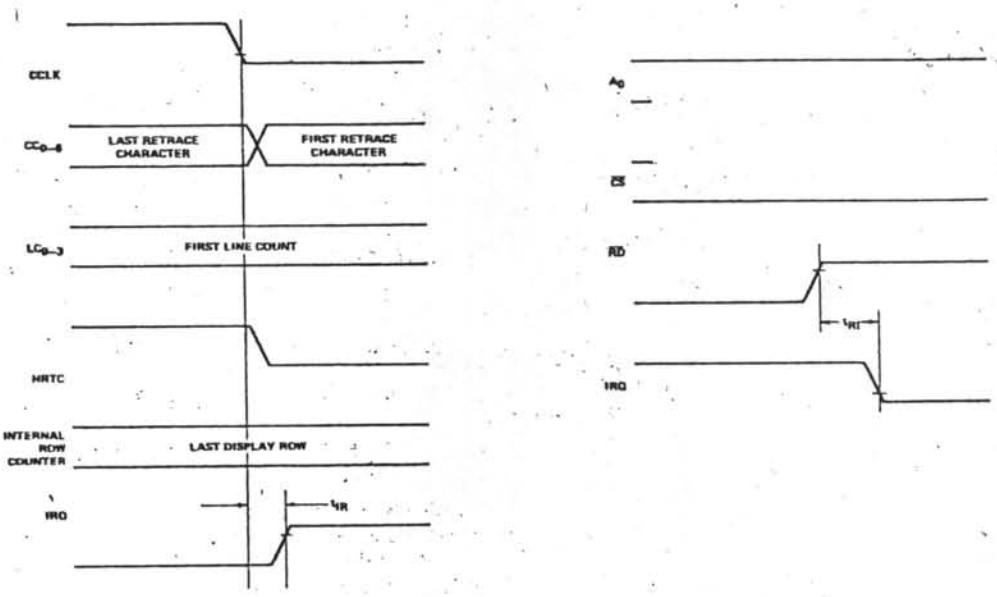
รูปที่ 3.5 แสดงรูปสัญญาณเขียนและอ่านอุปกรณ์ภายนอก

A0	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	$\overline{CS}$	ความหมาย
0	0	1	0	write 8275 parameter
0	1	0	0	read 8275 parameter
1	0	1	0	write 8275 command
1	1	0	0	read 8275 status
x	1	1	0	3 state
x	x	x	1	3 state

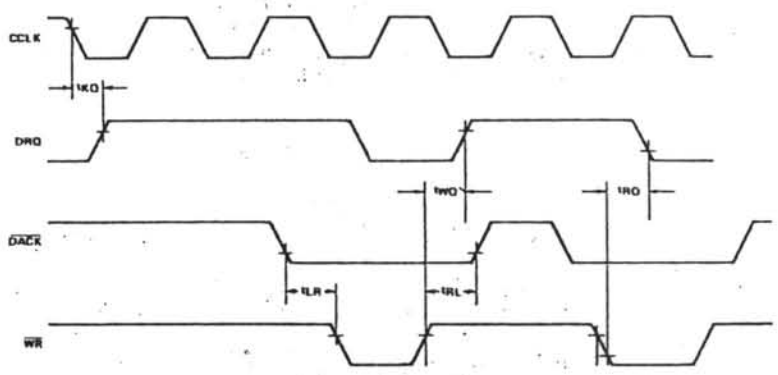
DRQ (DMA Request) เป็นขาสัญญาณออกในการขอทำดีเอ็มเอ ถ้าขานี้เป็น "1" แสดงว่ากำลังต้องการขอทำดีเอ็มเอ

$\overline{DACK}$ (DMA Acknowledge) เป็นขาสัญญาณเข้าแสดงการตอบรับในการทำดีเอ็มเอ ถ้าขานั้นเป็น "0" แสดงว่ากำลังทำดีเอ็มเอ

IRQ (Interrupt Request) เป็นขาสัญญาณออกเพื่อขอการทำอินเตอร์รัพท์ ถ้าขานี้เป็น "1" แสดงว่ากำลังขอการทำอินเตอร์รัพท์



รูปที่ 3.6 แสดงรูปสัญญาณขอการทำอินเตอร์รัพท์



รูปที่ 3.7 แสดงรูปสัญญาณของทำดีเอ็มเอ

– CHARACTER COUNTER

เป็นวงจรนับตัวอักษรต่อบรรทัด สามารถโปรแกรมให้นับได้ตั้งแต่ 1 ถึง 80 ตัว ทำหน้าที่นับจำนวนตัวอักษรในบรรทัดและนับตัวอักษรที่หายไปในขณะทำการสะบัดกลับทางแนวนอน สัญญาณที่ป้อนให้แก่วงจรนี้เข้าทางขา CCLK (Character Clock) สัญญาณ CCLK นี้ได้มาจากวงจรหารความถี่จุด (dot clock)

– LINE COUNTER

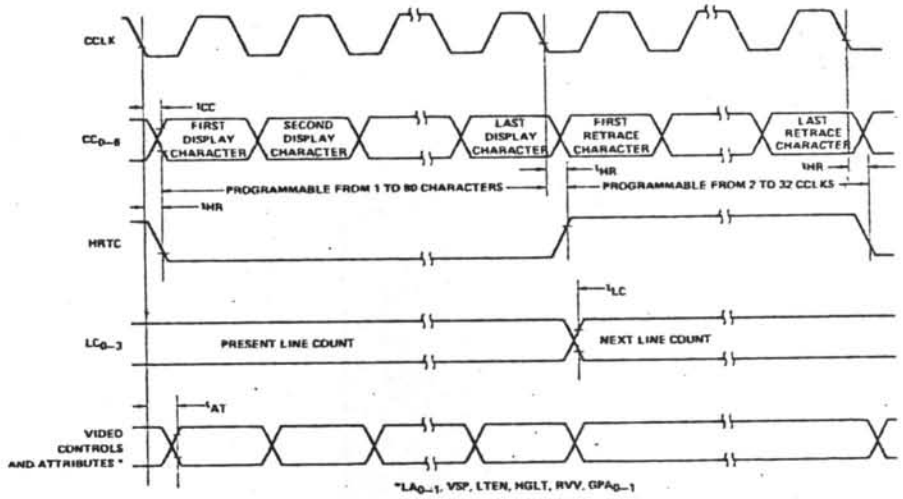
เป็นวงจรนับจำนวนเส้นต่อบรรทัด จำนวนเส้นต่อบรรทัดนี้สามารถโปรแกรมให้นับตั้งแต่ 1 ถึง 16 เส้นต่อบรรทัด วงจรนี้ทำหน้าที่นับเส้นในบรรทัดแล้วให้สัญญาณ LC0–LC3 ออกไปควบคุมการแรสเตอร์เจนเนอร์เรเตอร์

– ROW COUNTER

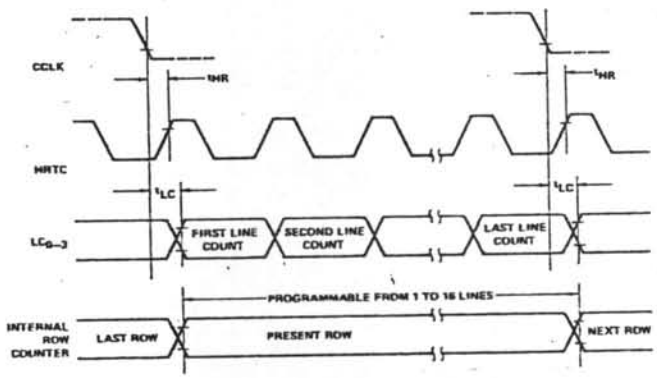
เป็นวงจรนับจำนวนบรรทัดต่อภาพ จำนวนบรรทัดต่อภาพนี้สามารถโปรแกรมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 64 บรรทัดต่อ 1 ภาพ วงจรนี้ทำหน้าที่นับจำนวนบรรทัดต่อภาพ และนับจำนวนบรรทัดที่หายไปในการสะบัดกลับทางแนวตั้งด้วย

_ LIGHT PEN REGISTER

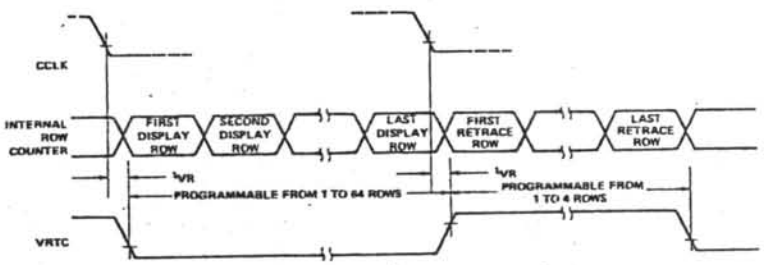
เป็นรีจีสเตอร์ 2 ตัว ตัวแรกเก็บค่าตำแหน่งของตัวอักษรบนบรรทัด ตัวที่ 2 เก็บค่าตำแหน่งของบรรทัดบนจอ ในการนำค่าจากปากกาแสงเข้าไปเปลี่ยนค่าในหน่วยความจำบนหน้าจอนั้น จะต้องบอกว่าอยู่บรรทัดที่เท่าไร และเป็นตัวอักษรตัวที่เท่าไรด้วย



รูปที่ 3.8 แสดงรูปสัญญาณควบคุมการสะแกนใน 1 เส้น



รูปที่ 3.9 แสดงรูปสัญญาณควบคุมการสะแกนใน 1 บรรทัด



รูปที่ 3.10 แสดงรูปสัญญาณควบคุมการสะแกนใน 1 ภาพ

- RASTER TIMING AND VIDEO CONTROLS

วงจรนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณต่าง ๆ เพื่อใช้ควบคุมการสะแกนของเครื่องรับโทรทัศน์ทั้งหมด เช่น

- สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน HRTC (Horizontal retrace)
- สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง VRTC (Vertical retrace)
- สัญญาณแสดงรูปกราฟ LA0 และ LA1 (Line Attribute)
- สัญญาณเพิ่มความสว่าง HGLT (High light)
- สัญญาณกลับภาพขาวเป็นดำ RVV (Reverse video)
- สัญญาณให้แสงสว่าง LTEN (Light enable)
- สัญญาณกดสัญญาณภาพให้ดำมาก VSP (Video suppression)
- สัญญาณควบคุมทั่วไป GPA_0 และ GPA_1 (general purpose Attribute)

สัญญาณต่าง ๆ ที่ช่วยในการสะแกนข้างบนนี้จะผ่านวงจรรวมสัญญาณให้เป็นสัญญาณภาพรวม (Composite video signal) เพื่อส่งให้กับวงจรเครื่องรับโทรทัศน์

- ROW BUFFER

เป็นที่เก็บตัวอักษรสำรองสามารถเก็บตัวอักษรได้ 80 ตัวอักษร เพื่อสะดวกในการนำรหัสของตัวอักษรไปแสดงทางจอภาพโทรทัศน์ จึงมีที่เก็บตัวอักษรสำรองนี้ไว้ 2 ที่ ที่ละ 80 ตัวอักษร ลักษณะการใช้ถ้าใช้ตัวแรกในการสะแกนบรรทัดแรกจะใช้ตัวที่ 2 ในการเดินบรรทัดที่ 2 และเมื่อสะแกนบรรทัดที่ 2 จะใช้ตัวแรกในการเดินบรรทัดที่ 3 ทำอย่างนี้สลับกันไปเรื่อย ๆ

- FIFO

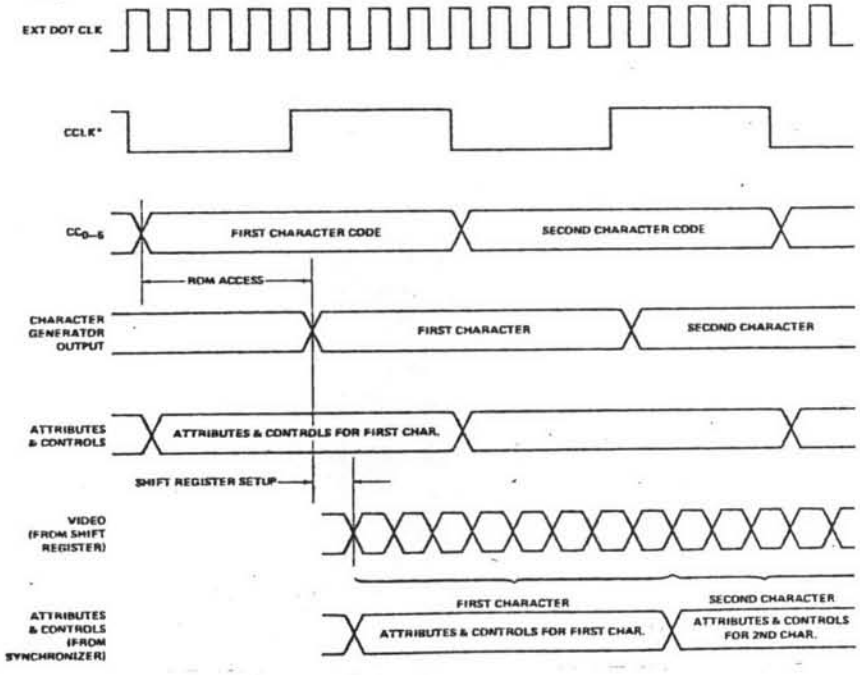
เป็นที่เก็บรหัสในการแสดงผลพิเศษ (Field attributes) หรือการแสดงผลรูปกราฟ (Character Attribute code) หรือรหัสพิเศษ (Special code) ส่วนใหญ่แล้วรหัสพิเศษเหล่านี้จะเกิดมาจาก Row Buffer จะต้องส่งมาเก็บไว้ใน FIFO แทน ที่เก็บนี้จะมีความยาว 16 ตัวอักษร ตัวอักษรละ 7 บิท แต่มี 2 ที่เก็บ

- BUFFER INPUT/OUTPUT CONTROLLERS

วงจรควบคุมและถอดรหัสของตัวอักษรว่าตัวอักษรนั้น ๆ ควรจะใส่ไว้ใน Row Buffer

หรือใส่ใน FIFO และยังทำหน้าที่ถอดรหัสว่า รหัสนั้นเป็นรหัสของการจบบรรทัดหรือจบภาพแล้ว หยุดการขอดีเอ็มเอหรือไม่ถ้าใช่ก็ส่งสัญญาณไปควบคุมให้หยุดการขอดีเอ็มเอเป็นต้น

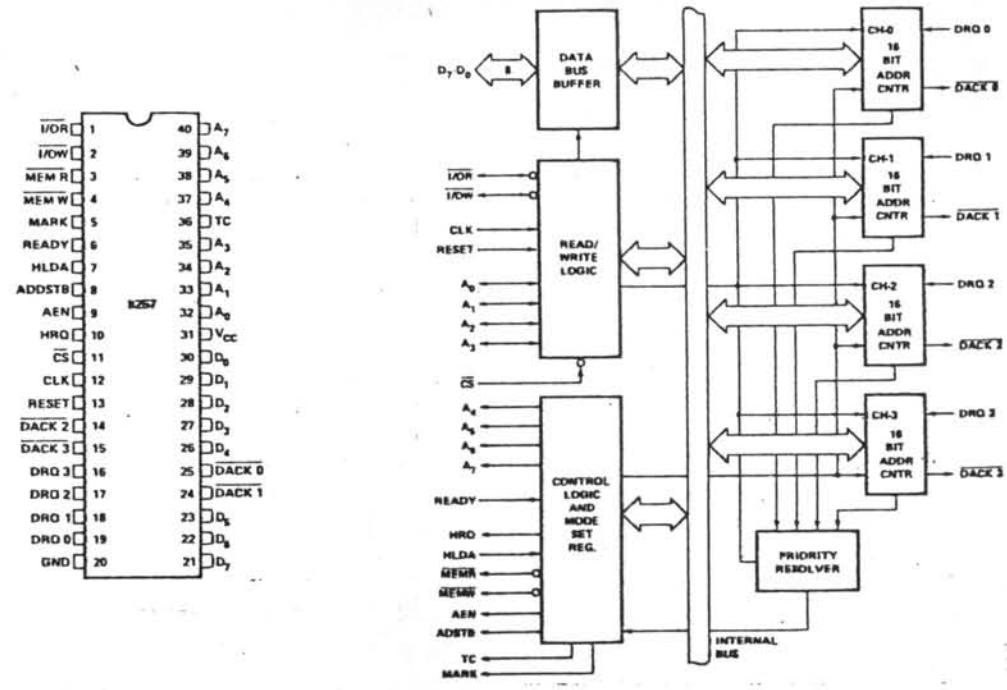
สัญญาณออกของรหัสตัวอักษร (Character code) CC_0-CC_6 จะออกจากวงจรนี้ด้วย



รูปที่ 3.11 แสดงรูปสัญญาณตัวอักษรและสัญญาณรูปกราฟ

3.6 ลักษณะการทำงานของไอซีเบอร์ 8257[5]

ไอซีเบอร์ 8257 เป็นวงจรควบคุมการทำดีเอ็มเอ ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 โดยเฉพาะ สามารถใช้ควบคุมการทำดีเอ็มเอให้กับองค์ประกอบภายนอก (Input output device) ได้ 4 ตัวด้วยกัน โดยสามารถจัดลำดับก่อนหลัง (Priority) ในการตอบรับการบริการให้องค์ประกอบภายนอกได้



รูปที่ 3.12 แผนผังแสดงลักษณะการทำงานของไอซีเบอร์ 8257

รูป 3.12 แสดงให้เห็นว่า ไอซีเบอร์ 8257 มีสายที่อยู่ (address) เพียง 8 เส้น (A_0-A_7) และมีสายข้อมูล 8 เส้น (D_0-D_7) สายข้อมูลนี้ถ้าต่อรวมกับไอซีเบอร์ 8212 ก็จะทำให้มีสายของที่อยู่ (address) เพิ่มขึ้นอีก 8 เส้น (A_8-A_{15}) ลักษณะนี้จะทำให้มีสายที่อยู่ (address) เป็น 16 เส้น สามารถควบคุมระบบหน่วยความจำของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้ครบทุกตำแหน่ง โดยปกติสายที่อยู่ (address) ทั้ง 16 เส้นนี้จะอยู่ในสภาพความต้านทานสูง (High impedance) และจะใช้งานก็ต่อเมื่อสายที่อยู่ (address) ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 อยู่ในสภาพลอยเสียก่อน

สายที่อยู่ (address) 4 เส้น คือ (A_0-A_3) ยังทำหน้าที่เลือกตัวรีจิสเตอร์ภายในตัว 8257 ในขณะที่ 8257 ถูกควบคุมโดยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Slave mode)

3.6.1 ลักษณะโครงสร้างภายในและหน้าที่ของแต่ละวงจร

3.6.1.1 DMA Channels ไอซีเบอร์ 8257 แบ่งออกเป็น 4 ชันแนล ซึ่งแต่ละชันแนลแยกเป็นอิสระต่อกัน ในแต่ละชันแนลประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 16 บิท 2 ตัว คือ DMA address register และ Terminal count register รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะต้องถูกตั้งโปรแกรมก่อนที่

จะให้ชันแนลนั้นทำงาน โดยเก็บที่อยู่เริ่มต้นในการทำดีเอ็มเอ ดังนั้น รีจิสเตอร์ตัวนี้จึงมีความยาว 16 บิทด้วย ส่วนเทอร์มินอลเคาท์รีจิสเตอร์มีความยาว 16 บิท แต่ที่ใช้ในการนับจริง ๆ ใช้เพียง 14 บิท คือ TC_0-TC_{13} ส่วนอีก 2 บิท คือบิทที่ 14 และบิทที่ 15 ใช้ในการบอกว่าจะให้ทำการดีเอ็มเอกับหน่วยความจำแบบใด เช่น อ่าน (Read) , เขียน (Write) หรือ ตรวจสอบ (Verifie) ชันแนลหนึ่ง ๆ จะติดต่อกับองค์ประกอบภายนอกได้ด้วยขา DRQ และ $\overline{DACK}$

- DRQ_0-DRQ_3

เป็นสัญญาณขอทำดีเอ็มเอ (DMA request) ของแต่ละชันแนลซึ่งเป็นอิสระต่อกัน โดยปกติการจัดลำดับก่อนหลัง (Priority) ถ้าเราไม่จัดเป็นแบบผลัดเปลี่ยนกันเป็นวงกลม (Rotating priority mode)แล้ว DRQ_0 จะมีลำดับความสำคัญสูงสุด (Highest Priority) และ DRQ_3 จะมีลำดับความสำคัญต่ำสุด (Lowest Priority) สัญญาณเข้าขอทำดีเอ็มเอนี้จะตกลงมาเป็นศูนย์ก็ต่อเมื่อได้รับการตอบสนองดีเอ็มเอ ($\overline{DACK}$)

- $\overline{DACK_0}$-$\overline{DACK_3}$

เป็นสัญญาณออกเพื่อบอกองค์ประกอบภายนอกว่าพร้อมที่จะทำดีเอ็มเอให้กับชันแนลนั้น ๆ แล้ว สัญญาณนี้โดยปกติจะเป็น "1" แต่ถ้าเป็น "0" แสดงว่ากำลังตอบรับการบริการดีเอ็มเอ

3.6.1.2 DATA BUS BUFFERเป็นไตรสเตทบัฟเฟอร์มีขาข้อมูลเข้าและออก 8 เส้น คือ D_0 ถึง D_7 ใช้สำหรับติดต่อกับระบบบัสข้อมูลของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ และยังใช้ในการให้ที่อยู่ (address) 8 บิท คือ A_8-A_{15} ผ่านทางไอซีเบอร์ 8212 อีกด้วย

3.6.1.3 READ/WRITE LOGIC วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่อ่านเขียนข้อมูลจากรีจิสเตอร์ภายในไอซีเบอร์ 8257 เมื่อไอซีเบอร์ 8257 ถูกควบคุมโดยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Slave mode) และยังทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมการอ่านและเขียนไปบอกองค์ประกอบภายนอกในขณะที่ไอซีเบอร์ 8257 ควบคุมระบบหน่วยความจำ(Master Mode) เพื่อนำข้อมูลจากหน่วยความจำไปสู่องค์ประกอบภายนอกหรือนำข้อมูลจากองค์ประกอบภายนอกเข้าสู่หน่วยความจำ

- $\overline{I/OR}$ เป็นสายควบคุมที่เป็นลักษณะไตรสเตทสามารถให้สัญญาณอ่านไอโอผ่านได้ทั้งเข้าและออก โดยปกติสายนี้จะอยู่ในสภาพความต้านทานสูง (High impedance) แต่ถ้าระบบไม

โครต้องการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ภายในไอซีเบอร์ 8257 จะส่งสัญญาณ "0" มาที่สาย $\overline{RD}$ นี้ (Slave mode) ถ้าไอซีเบอร์ 8257 ต้องการอ่านข้อมูลจากองค์ประกอบภายนอกเข้าหน่วยความจำสายนี้ ($\overline{RD}$) ก็จะมีสัญญาณ "0" ออกไปควบคุมองค์ประกอบภายนอกได้ (Master Mode)

– $\overline{WR}$ เป็นสายควบคุมที่เป็นลักษณะไครสเทท สามารถให้สัญญาณเขียนไอโอ ผ่านได้ทั้งเข้าและออก ลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับสาย $\overline{RD}$ ผิดกันที่ สัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ จะไม่มีโอกาสเป็น "0" พร้อมกัน

– CLK เป็นขาป้อนสัญญาณความถี่ (สัญญาณนาฬิกา) ป้อนให้กับไอซีเบอร์ 8257 สัญญาณนี้ได้มาจากสัญญาณ ϕ 2 TTL ที่ออกมาจากไอซีเบอร์ 8224 ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ 8080

– RESET ขานี้เป็นขาสัญญาณเข้าของสัญญาณresetที่ได้มาจากไอซีเบอร์ 8224 สัญญาณนี้ใช้สำหรับเคลียร์สายควบคุมต่างของ 8257 และเคลียร์โมดรีจิสเตอร์ (Mode register)

– A_0–A_3 เป็นสายที่อยู่ (address) 4 เส้น ที่มีลักษณะเป็นไครสเททซึ่งแตกต่างไปจากสายที่อยู่ (address) ธรรมดา A_0–A_3 นี้สามารถให้สัญญาณผ่านเข้าและออกได้ ในขณะที่ 8257 ทำการควบคุมระบบหน่วยความจำจะใช้สายทั้ง 4 เส้นนี้เป็นสายที่อยู่ให้กับระบบหน่วยความจำ แต่ในขณะที่ 8257 ถูกควบคุมโดยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Slave mode) สายทั้ง 4 เส้นนี้จะทำหน้าที่เลือกรีจิสเตอร์ภายใน 8257 ว่าจะให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ติดต่อกับรีจิสเตอร์ตัวใด

– $\overline{CS}$ เป็นขาสัญญาณเข้าเพื่อให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมไอซีเบอร์ 8257 (Slave mode) ในขณะที่ไอซีเบอร์ 8257 เป็นองค์ประกอบภายนอก (I/O device) ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์.

แต่ในกรณีที่ 8257 เป็นตัวควบคุมหน่วยความจำ (Master mode) ขา $\overline{CS}$ (Chip select) จะถูกตัดขาดจากการควบคุมโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันไม่ให้ไอซีเบอร์ 8257 ถูกรบกวนในขณะทำดีเอ็มเอ

3.6.1.4 Control logic

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่จัดสัญญาณควบคุมการทำงานทั้งหมดในระหว่างการทำดีเอ็มเอ เช่น ออกสัญญาณที่อยู่ไปทางสายที่อยู่ (address) และสายข้อมูลรวมเป็น 16 เส้น เพื่อชี้ที่อยู่

ของหน่วยความจำให้ได้ครบ

A_4-A_7 เป็นสายสัญญาณที่อยู่ (Address line) 4 เส้นที่เป็นลักษณะไดรสเตท สัญญาณที่ผ่านสายทั้ง 4 เส้นนี้ให้สัญญาณผ่านออกเพียงทิศทางเดียว เพื่อชี้ตำแหน่งที่อยู่ของหน่วยความจำ

READY เป็นขาสัญญาณเข้าเพื่อใช้ช่วยในการขยายเวลาในการเขียนและอ่านหน่วยความจำให้ยาวออกไปถ้าหน่วยความจำนั้นต้องการเวลาในการเขียนและอ่านมาก ๆ

HRQ เป็นสัญญาณออก ขอให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์หยุดการทำงานเพื่อให้วงจรดีเอ็มเอ เข้าควบคุมระบบหน่วยความจำเอง

HLDA เป็นสัญญาณเข้า ซึ่งออมาจากระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อบอกให้วงจรดีเอ็มเอเข้าควบคุมระบบหน่วยความจำได้

$\overline{\text{MEMR}}$ เป็นสัญญาณออกเพื่ออ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำในขณะทำดีเอ็มเอ ขานี้จะเป็นลักษณะไดรสเตท เวลาทำงานจะออกสัญญาณ "0" ออกไปบอกหน่วยความจำว่าในขณะนั้นต้องการอ่าน

$\overline{\text{MEMW}}$ เป็นสัญญาณออกเพื่อเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำในขณะทำดีเอ็มเอ ขานี้จะเป็นลักษณะไดรสเตท เวลาทำงานจะออกสัญญาณ "0" ออกไปบอกหน่วยความจำว่าในขณะนั้นต้องการเขียน

ADSTB ขานี้ทำหน้าที่ ออกสัญญาณควบคุมการแยกสัญญาณที่อยู่ (address) ออกจากบัสข้อมูล ให้ออกในเวลาที่ถูกต้องโดยสัญญาณที่อยู่ทั้ง 8 เส้นนั้นจะต้องถูกเก็บ (latch) ไว้ในไอซีเบอร์ 8212 ในช่วงเวลาที่ถูกต้องเพื่อให้ได้ที่อยู่ตรงตามความต้องการ

AEN (address anable) เป็นสัญญาณออกเพื่อไปบังคับระบบบัส (System bus) ของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ให้อยู่ในสภาวะลอย (float) เพื่อที่จะให้วงจรดีเอ็มเอเข้าควบคุมระบบบัสแทน และในขณะเดียวกันสัญญาณนี้จะต้องไปควบคุมไอซีเบอร์ 8212 ให้ออกสัญญาณที่อยู่ออกไปสู่ระบบบัสด้วยเช่นกัน

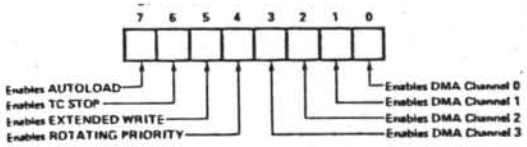
TC (Terminal count) เป็นสัญญาณออกที่บอกสถานะของการทำดีเอ็มเอว่าขณะนั้นการทำดีเอ็มเอครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ในเทอร์มินอลเคาท์รีจิสเตอร์ ถ้าครบตามจำนวนแล้วจะไป set บิทของ TC stop ที่อยู่ในโมดเซทรีจิสเตอร์ให้เป็น "1" แล้วออกสัญญาณ "1" มาทางขา

นี้ด้วย

MARK เป็นสัญญาณออกที่บอกจำนวนครั้งในการทำดีเอ็มเอว่าครบ 128 ครั้ง คือถ้าทำดีเอ็มเอถึงไบท์ที่ 128 จะออกสัญญาณ "1" มาทางขา MARK นี้ครั้งหนึ่ง เพื่อประโยชน์ในการเคลื่อนย้ายข้อมูลเป็นบล็อก

3.6.1.5 Mode set register

เป็นรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งที่มี 8 บิท โดยมี 4 บิทเพื่อใช้ในการตั้งชันแนลในการทำดีเอ็มเอ



บิทที่ 0 ใช้ตั้งให้ไว้ดีเอ็มเอชันแนล 0

บิทที่ 1 ใช้ตั้งให้ไว้ดีเอ็มเอชันแนล 1

บิทที่ 2 ใช้ตั้งให้ไว้ดีเอ็มเอชันแนล 2

บิทที่ 3 ใช้ตั้งให้ไว้ดีเอ็มเอชันแนล 3

บิทที่ 4 ใช้ในการตั้งการจัดลำดับความสำคัญเป็นแบบวนรอบ

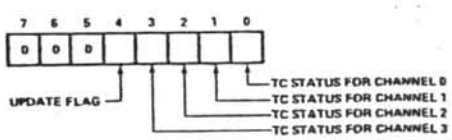
บิทที่ 5 ใช้สำหรับตั้งให้ขยายเวลาในการอ่านและเขียนหน่วยความจำ

บิทที่ 6 ใช้ในการตั้งค่า TC STOP

บิทที่ 7 ใช้ตั้งให้ใช้ชันแนล 2 เป็นชันแนลที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายข้อมูลเป็นบล็อก

3.6.1.6 STATUS REGISTER

เป็นรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งที่มีความยาว 8 บิท ใช้เก็บค่าสถานะต่างๆของแต่ละชันแนลว่าในขณะนั้น ชันแนลใดกำลังใช้บริการอยู่



3.6.2 การตั้งโปรแกรมให้กับไอซีเบอร์ 8257

เนื่องจากไอซีเบอร์ 8257 นี้มีลักษณะต้องตั้งโปรแกรมได้ดังนั้นก่อนที่จะให้ไอซีเบอร์ 8257 ทำงานจะต้องโปรแกรมให้มันก่อนเสมอ การป้อนโปรแกรมจะมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

3.6.2.1 การป้อนโปรแกรมให้กับรีจิสเตอร์ที่อยู่ (Address register) การป้อนค่าที่อยู่ให้กับรีจิสเตอร์ส่วนนี้ต้องป้อนถึง 2 ครั้ง เพราะความยาวของรีจิสเตอร์ที่อยู่เท่ากับ 16 บิท แต่การป้อนค่าได้ครั้งละ 8 บิท ดังนั้นครั้งแรกจะเป็นการป้อนค่าที่อยู่ทางด้าน A_0–A_7 การป้อนค่าทั้งสองครั้งนี้จะป้อนไปที่พอร์ท (Port) เดียวกันแต่จะมีฟลิป–ฟลอปภายในคอยจัดการให้เองว่าค่าแรกและค่าหลังจะอยู่คนละที่กัน

CONTROL INPUT	$\overline{CS}$	$\overline{I/OW}$	$\overline{I/OR}$	A_3
Program Half of a Channel Register	0	0	1	0
Read Half of a Channel Register	0	1	0	0
Program Mode Set Register	0	0	1	1
Read Status Register	0	1	0	1

REGISTER	BYTE	ADDRESS INPUTS				F/L	BI-DIRECTIONAL DATA BUS							
		A_3	A_2	A_1	A_0		D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
CH-0 DMA Address	LSB	0	0	0	0	0	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0
	MSB	0	0	0	0	1	A_{15}	A_{14}	A_{13}	A_{12}	A_{11}	A_{10}	A_9	A_8
CH-0 Terminal Count	LSB	0	0	0	1	0	C_7	C_6	C_5	C_4	C_3	C_2	C_1	C_0
	MSB	0	0	0	1	1	Rd	Wr	C_{13}	C_{12}	C_{11}	C_{10}	C_9	C_8
CH-1 DMA Address	LSB	0	0	1	0	0	Same as Channel 0							
	MSB	0	0	1	0	1								
CH-1 Terminal Count	LSB	0	0	1	1	0								
	MSB	0	0	1	1	1								
CH-2 DMA Address	LSB	0	1	0	0	0	Same as Channel 0							
	MSB	0	1	0	0	1								
CH-2 Terminal Count	LSB	0	1	0	1	0								
	MSB	0	1	0	1	1								
CH-3 DMA Address	LSB	0	1	1	0	0	Same as Channel 0							
	MSB	0	1	1	0	1								
CH-3 Terminal Count	LSB	0	1	1	1	0								
	MSB	0	1	1	1	1								
MODE SET (Program only)	—	1	0	0	0	0	AL	TCS	EW	RP	EN3	EN2	EN1	EN0
STATUS (Read only)	—	1	0	0	0	0	0	0	0	UP	TC3	TC2	TC1	TC0

รูปที่ 3.13 แสดงการโปรแกรมค่าต่างๆให้แก่รีจิสเตอร์ของไอซีเบอร์ 8257

3.6.2.2 การป้อนโปรแกรมให้กับเทอร์มินอลเคาท์รีจิสเตอร์ (Terminal count register) การป้อนค่าให้กับรีจิสเตอร์ตัวนี้ก็ทำนองเดียวกันกับการป้อนให้กับรีจิสเตอร์ที่อยู่คือ ไบท์แรกป้อนให้กับ TC_0-TC_7 และไบท์ที่ 2 ป้อนค่าให้กับ TC_8-TC_{13} และอีก 2 บิท สำหรับการอ่านหรือเขียนหรือตรวจสอบข้อมูลในหน่วยความจำ

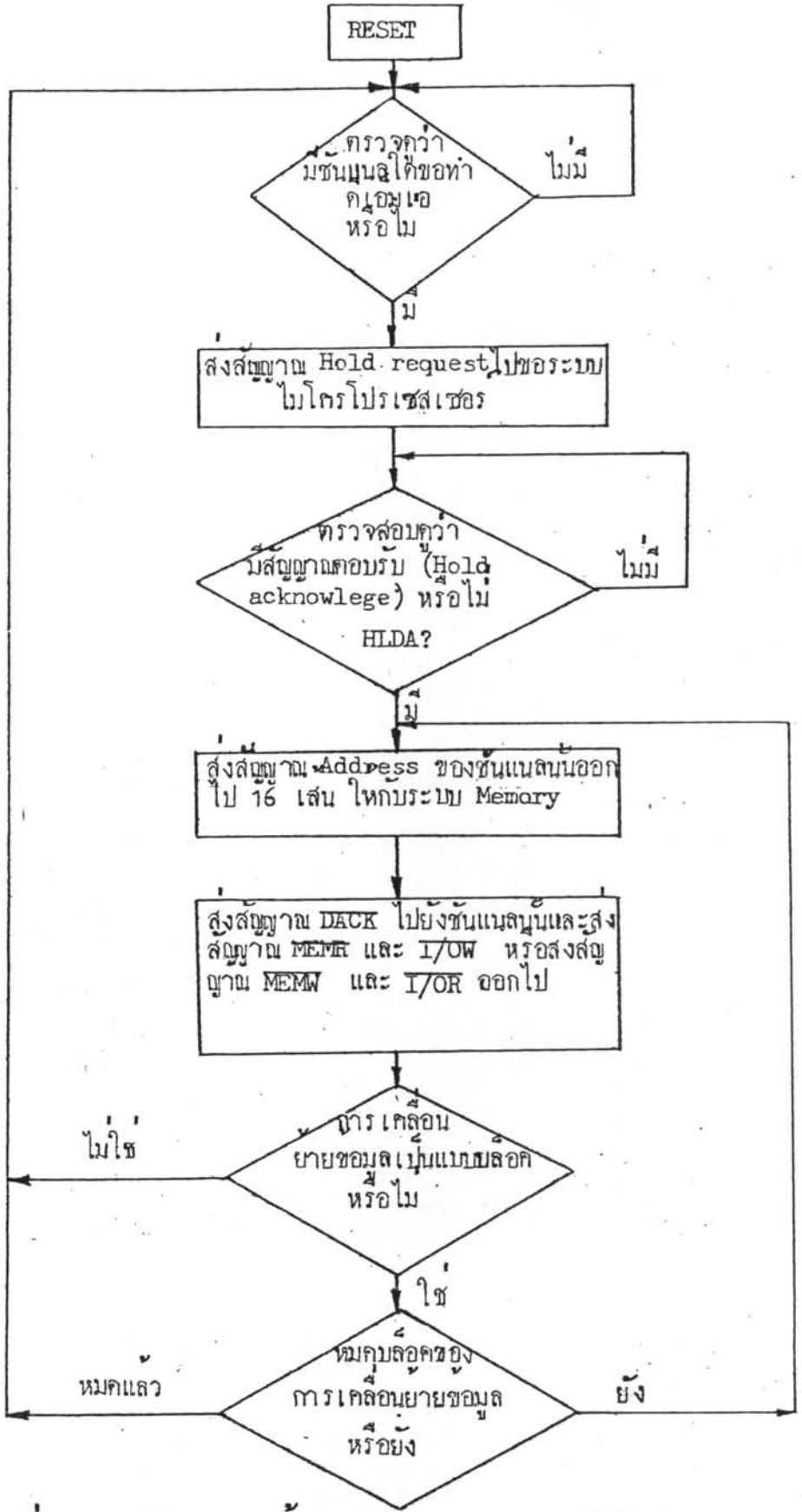
3.6.2.3 การป้อนโปรแกรมให้กับโมดเซทรีจิสเตอร์ (Mode set register) รีจิสเตอร์ตัวนี้มีความยาวเพียง 8 บิท ดังนั้นการป้อนค่าก็ใช้เพียงไบท์เดียวก็ใช้ได้

3.6.2.4 การอ่านค่าในรีจิสเตอร์สถานะ (Status register)

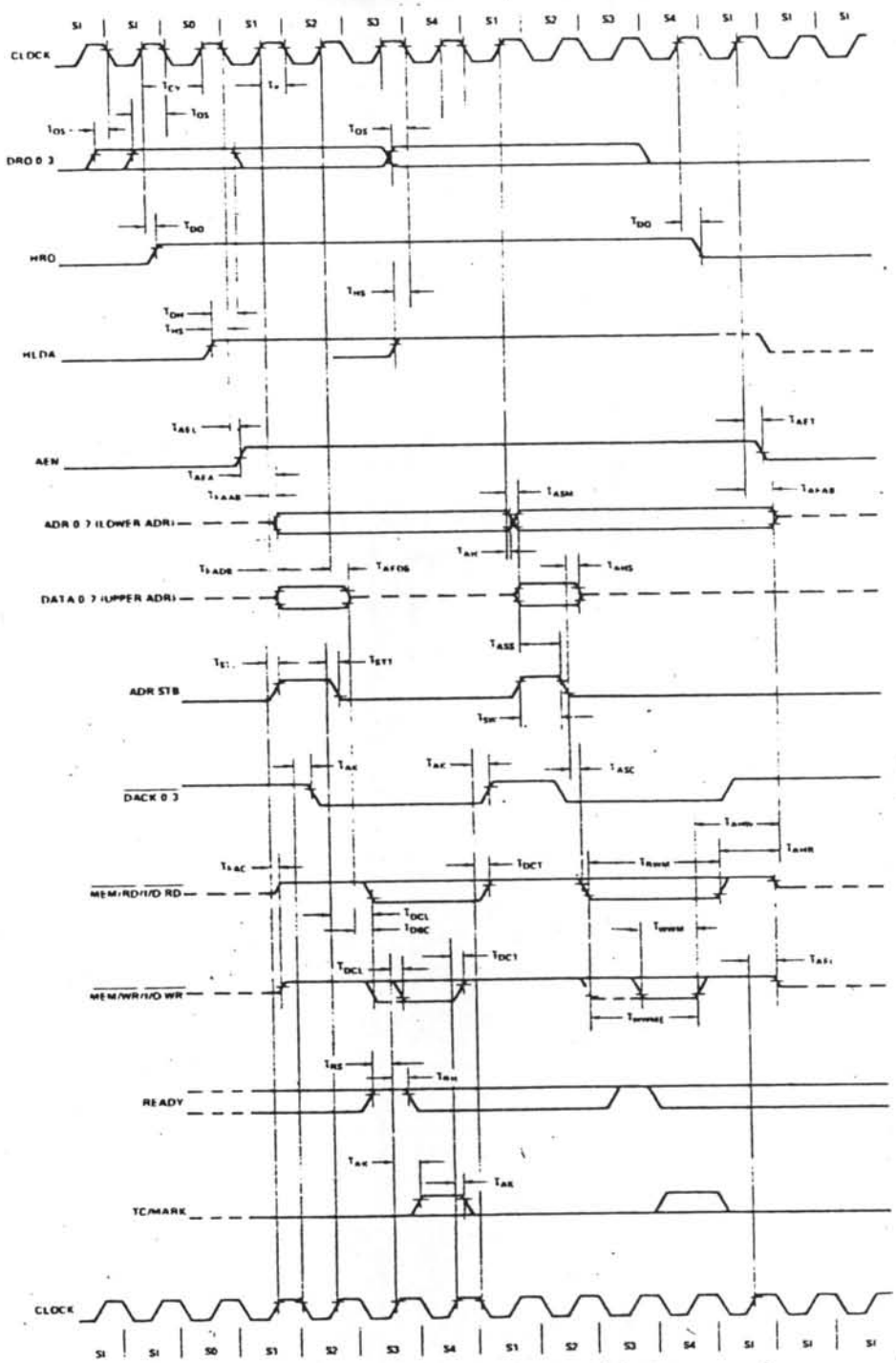
รีจิสเตอร์ตัวนี้ไว้สำหรับให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจสอบสถานะของตัวดีเอ็มเอ คือใช้ในการอ่านเพียงอย่างเดียว

3.6.3 ขั้นตอนการทำงานของไอซีเบอร์ 8257

หลังจากที่เราใส่ค่าโปรแกรมดังกล่าวให้กับชันแนลต่าง ๆ ของไอซีเบอร์ 8257 แล้ว ไอซีเบอร์ 8257 จะคอยตรวจดูว่ามีชันแนลใดขอทำดีเอ็มเอบ้าง และคอยจัดบริการตามลำดับความสำคัญของแต่ละชันแนลให้ด้วย และเมื่อตรวจพบว่ามีชันแนลหนึ่งขอทำดีเอ็มเอและอยู่ในลำดับที่จะได้รับบริการไอซีเบอร์ 8257 ก็จะจัดการส่งสัญญาณ HRQ ไปหยุดการทำงานของระบบไมโครโปรเซสเซอร์และเข้าควบคุมระบบบัสของหน่วยความจำทั้งหมด แล้วจึงเคลื่อนย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำออกไปทางชันแนลที่ต้องการขอดีเอ็มเอนั้น ตามรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของวงจรดีเอ็มเอ



รูปที่ 3.15 แสดงรูปสัญญาณต่าง ๆของไอซีเบอร์ 8257